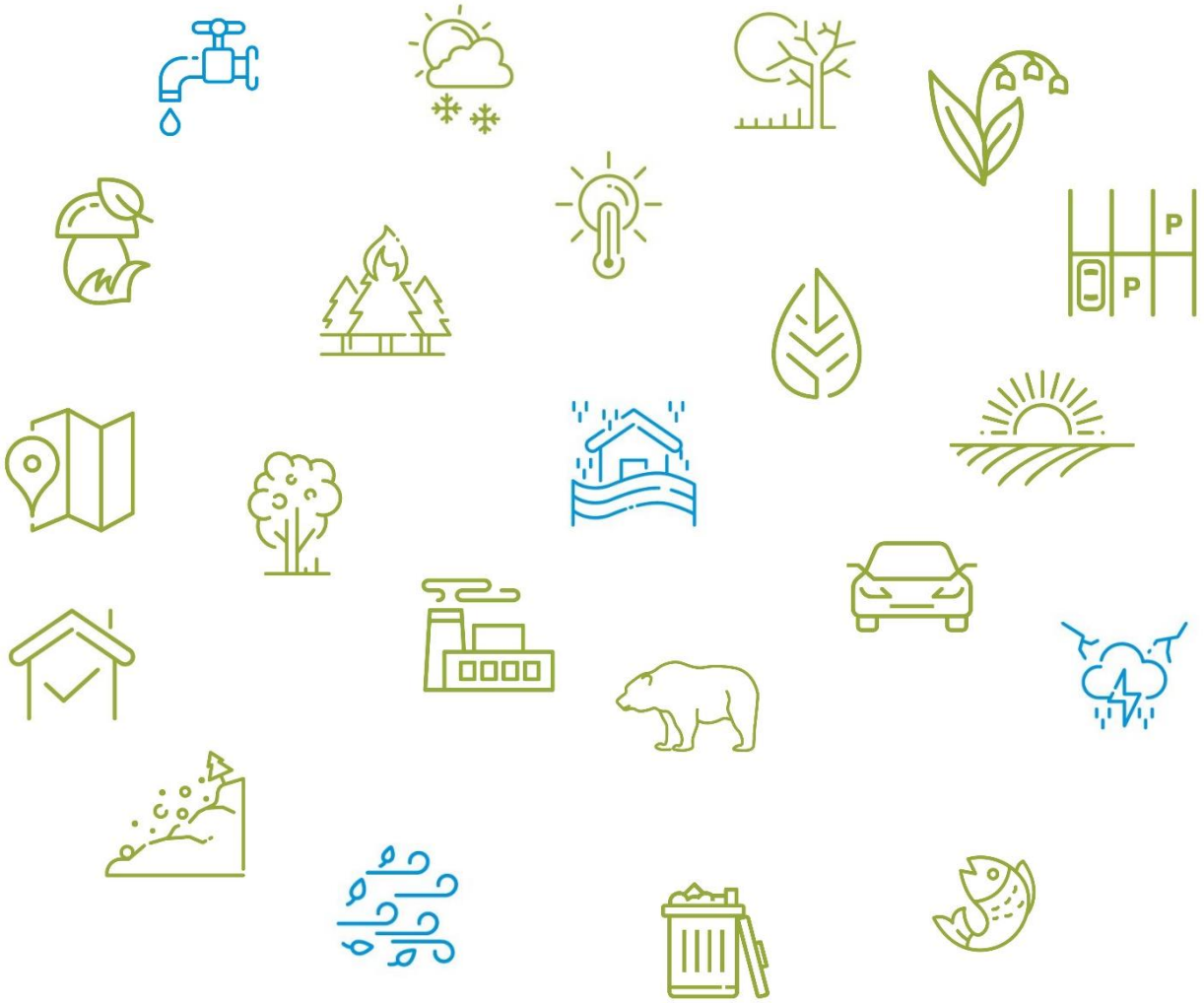


ANALYTICKÉ PODKLADY

Adaptačná stratégia na dôsledky zmeny klímy v Košickom kraji

2020

Operačný program Efektívna verejná správa

Európska únia
Európsky sociálny fond

Tento projekt je podporený z Európskeho sociálneho fondu

Obsah

AUTORI **3**

ÚVOD **4**

KRÁTKY SLOVNÍK POJMOV **5**

ZOZNAM SKRATIEK **6**

1. METODIKA **7**

2. VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE O KOŠICKOM KRAJI **10**

3. OPIS SÚČASNEJ A BUDÚCEJ KLÍMY V KOŠICKOM SAMOSPRÁVNOM KRAJI (EXPOZÍCIA) **10**

3.1. KLIMATICKÁ CHARAKTERISTIKA OBLASTI KOŠICKÉHO REGIÓNU 10
3.2. ZMENA KLÍMY A JEJ DÔSLEDKY NA SLOVENSKU 11
3.3. OČAKÁVANÉ ZMENY KLÍMY NA SLOVENSKU DO KONCA 21. STOROČIA 13
3.4. SÚČASNÁ ZMENA KLÍMY A JEJ DÔSLEDKY V KOŠICKOM KRAJI 14
3.5. OČAKÁVANÁ ZMENA KLÍMY V KOŠICKOM KRAJI V BUDÚCICH DESAŤROČIACH 15
3.6. HODNOTENIE INDIKÁTOROV EXPOZÍCIE, POROVNANIE MEDZI HODNOTENÝMI OBDOBIAMI 1981-2010 A 2021-2040 18

4. ANALÝZA CITLIVOSTI A ČIASTKOVÝCH DOPADOV **33**

4.1. ENVIRONMENTÁLNA, FYZICKÁ, KULTÚRNA CITLIVOSŤ A ČIASTKOVÉ DOPADY 33
4.1.1. Prírodné prostredie a biodiverzita 33
4.1.2. Svahové deformácie a prognóza ich vývoja 40
4.1.3. Povodne 44
4.1.4. Bleskové povodne a vodozádržná schopnosť krajiny 50
4.1.5. Zdroje vody 62
4.1.6. Citlivosť mestských sídiel na teplotný režim 66
4.1.7. Citlivosť sociálnej a zdravotnej infraštruktúry 74
4.1.8. Citlivosť kultúrnej infraštruktúry 79
4.2. SOCIÁLNA CITLIVOSŤ A ČIASTKOVÉ DOPADY 83
4.3. EKONOMICKÁ CITLIVOSŤ A ČIASTKOVÉ DOPADY 86
4.3.1. Poľnohospodárstvo 87
4.3.2. Lesníctvo 102
4.3.3. Energetika 112
4.3.4. Cestovný ruch 122

5. AGREGOVANÉ DOPADY KLIMATICKEJ ZMENY **128**

5.1. FYZICKÝ (TECHNICKÝ) DOPAD 128
5.2. ENVIRONMENTÁLNY DOPAD 129
5.3. SOCIÁLNY DOPAD 130
5.4. EKONOMICKÝ DOPAD 131
5.5. CELKOVÝ DOPAD 132

6. KAPACITA OBCÍ KOŠICKÉHO SAMOSPRÁVNEHO KRAJA NA ADAPTOVANIE SA NA KLIMATICKÚ ZMENU **134**

6.1. VEDOMOSTI 135
6.2. INFRAŠTRUKTÚRA 136
6.3. INŠTITÚCIE 139
6.4. SOCIO-EKONOMICKÉ ZDROJE 141
6.5. CELKOVÁ ADAPTAČNÁ KAPACITA KRAJA 143

7. ZRANITEĽNOSŤ **144**

8. MONITORING LEGISLATÍVNYCH DOKUMENTOV A ANALÝZA AKTIVÍT V OBLASTI ZMENY KLÍMY **145**

8.1. ANALÝZA STRATÉGIÍ, KONCEPCIÍ A PLÁNOV V OBLASTI ZMENY KLÍMY 146
8.2. MONITORING AKTIVÍT INŠTITÚCIÍ A SAMOSPRÁVY V OBLASTI ZMENY KLÍMY 151

9. PRINCÍPY TVORBY STRATEGICKEJ ČASTI 157

10. KATEGORIZÁCIA ÚZEMIA KOŠICKÉHO KRAJA NA ZÁKLADE ZRANITEĽNOSTI 159

10.1. SKUPINA I. – NAJOHROZENEJŠIE OBCE 159
10.2. SKUPINA II.A – OBCE OHROZENÉ Z DÔVODU VÝRAZNÉHO DOPADU KLIMATICKEJ ZMENY 159
10.3. SKUPINA II.B – OBCE OHROZENÉ Z DÔVODU NÍZKEJ ADAPTAČNEJ KAPACITY 160
10.4. SKUPINA III – OBCE NAJMENEJ OHROZENÉ 161

11. IMPLEMENTÁCIA, EVALUÁCIA A MONITORING 163

11.1. ADAPTAČNÉ OPATRENIA REALIZOVANÉ KOŠICKÝM SAMOSPRÁVNYM KRAJOM (KSK) A ORGANIZÁCIAMI V JEHO ZRIAĎOVATEĽSKEJ PÔSOBNOSTI A PREPOJENIE S PROGRAMOM OBNOVY KRAJINY 163
11.2. FINANČNÉ NÁSTROJE PRE IMPLEMENTÁCIU ADAPTAČNÝCH OPATRENÍ 165

POUŽITÁ LITERATÚRA 166

ZOZNAM OBRÁZKOV 169

ZOZNAM TABULIEK 172

Autori

V abecednom poradí:

doc. RNDr. Gabriela Barančíková, CSc. (pôdy)

Mgr. Ivan Barka, PhD. (lesy)

Mgr. Ján Dzurdženík (metodika, analýza dopadu a zraniteľnosti, zdroje vody)

Ing. Ingrid Frühaufová (GIS)

Ing. Marcela Juhászová (implementácia a evaluácia)

Mgr. Henrieta Kiraľvargová (zdravotnícka, sociálna a kultúrna infraštruktúra)

Ing. Dana Kravčíková (bleskové povodne)

Mgr. Alena Kučeravcová (príroda a biodiverzita)

Prof. RNDr. Milan Lapin CSc. (klimatológia)

Mgr. Katarína Mikulová, PhD. (klimatológia)

Ing. Adriana Šebešová (cestovný ruch)

RNDr. Pavel Šťastný, CSc. (klimatológia)

doc. Ing. Peter Tauš, PhD. (energetika)

RNDr. Slávka Tóthová, PhD. (lesy)

Prof. Ing. Jozef Vilček, PhD. (pôdy)

Ing. Monika Višňovská, PhD. (adaptačná kapacita, monitoring legislatívnych dokumentov)

doc. Ing. Martina Zeleňáková, PhD. (povodne a citlivosť na vlny horúčav)

Oponentúra: Doc. Ing. Ľubica Midriaková Zaušková, PhD.

Úvod

Väčšina vedcov v oblasti klímy súhlasí s tým, že zmena klímy je takmer istá. Miera dopadov zmeny klímy je však veľmi neistá, najmä v dlhodobom meradle. Včasným zavedením integrácie stratégií a opatrení potrebných na riešenie očakávaných účinkov zmeny klímy ako súčasť prebiehajúceho procesu adaptácie a systémového manažmentu, môže byť spoločnosť na tieto vplyvy pripravená.

Adaptačná stratégia na dôsledky klimatickej zmeny v Košickom kraji je vypracovaná ako regionálne spodrobnenie celoštátnej adaptačnej stratégie s využitím metodiky projektu ESPON climate (2013), ktorá do dokumentu vnáša lokálnejší aspekt – premietnutie vyčísliteľných javov do úrovne jednotlivých obcí a ich zobrazenie s využitím geografických informačných systémov.

Dokument prináša:

- Informáciu o prebiehajúcej a očakávanej klimatickej zmene a jej prejavoch.
- Sumarizáciu informácií generovaných výskumníkmi v rôznych oblastiach, napr. v odbore pedológia, lesníctvo, hydrológia, ochrana prírody, energetika a pod. Ide o poznatky dlhodobo spracovávané a interpretované viacerými štátnym rezortnými výskumnými inštitúciami, ale ich vyhľadávanie v neprebernom množstve zdrojov je pre praktikov v princípe nemysliteľné.
- Identifikáciu citlivosti, dopadu, adaptačnej kapacity a zraniteľnosti na klimatickú zmenu na regionálnej a miestnej úrovni s využitím máp.
- Systém navrhovaných opatrení a aktivít, ktoré sú zamerané na znižovanie citlivosti, zraniteľnosti a zvyšovanie adaptačnej kapacity na klimatickú zmenu na regionálnej a miestnej úrovni.
- Kategorizáciu obcí KSK z hľadiska stupňa zraniteľnosti klimatickou zmenou. Zoskupenie obcí z hľadiska zraniteľnosti umožňuje obciam spoločne postupovať na adaptácii.

Krátky slovník pojmov

Expozícia - charakter a intenzita, akou je systém (územie) vystavený významným klimatickým variáciám.

Citlivosť - stupeň negatívneho alebo pozitívneho ovplyvnenia systému stimulom súvisiacim s klímou. Účinok môže byť priamy (napr. zmena zozbieranej úrody ako reakcia na zmenu priemernej teploty, rozmedzia alebo premenlivosti teploty) alebo nepriamy (napr. škody spôsobené zvyšujúcou sa frekvenciou záplav kvôli vyššej frekvencii prívalových zrážok). V niektorých prípadoch sa využíva pojem ohrozenosť (napr. cesty citlivé na povodne sú cesty ohrozené povodňami).

Dopad - následky klimatickej zmeny na prírodné a ľudské systémy.

Adaptačná kapacita - schopnosť prírodných alebo ľudských systémov prispôsobiť sa klimatickej zmene (v rámci variability, aj extrémov) s cieľom zmierniť možné škody, získať využiť príležitosti a bojovať s dôsledkami.

Zraniteľnosť - stupeň, v akom je systém vnímavý, resp. neschopný vyrovnať sa s nepriaznivými účinkami zmeny klímy, t. j. odchýlkami aj extrémami počasia. Zraniteľnosť je funkciou charakteru, veľkosti a rýchlosti klimatických odchýlok, ktorým je systém vystavený, jeho citlivosti a jeho adaptačnej kapacity.

Mitigácia - zmiernenie (zoslabenie), resp. snaha o elimináciu klimatických zmien (napr. znižovaním množstva vypustených skleníkových plynov alebo zvyšovaním ich záchytov.

Zoznam skratiek

GIS – Geografický informačný systém

KSK – Košický samosprávny kraj

MŽP SR – Ministerstvo životného prostredia SR

NLC – LVÚ – Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav

NPPC – VÚPOP – Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy

SHMÚ – Slovenský hydrometeorologický ústav

SVP, š. p. – Slovenský vodohospodársky podnik

ŠGÚDŠ – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

ŠOP SR – Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky

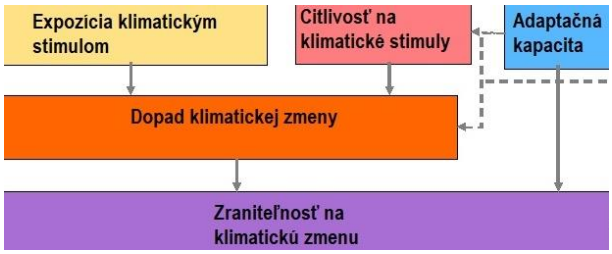
ŠÚSR – Štatistický úrad Slovenskej republiky

VÚVH – Výskumný ústav vodného hospodárstva

1. Metodika

Adaptačná stratégia na dôsledky klimatickej zmeny v Košickom kraji je vypracovaná ako regionálne spodrobnenie celoštátnej adaptačnej stratégie (Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy - aktualizácia 2018, MŽP SR) a s využitím metodiky projektu ESPON climate (2013).

Podľa koncepcie projektu ESPON Climate[1], zvyšujúce sa emisie skleníkových plynov z ľudskej činnosti prispievajú ku globálnemu otepľovaniu a tým ku zmene klímy, ktoré idú paralelne s prirodzenou variabilitou podnebia. Možné dopady týchto zmien sa medzi regiónmi a lokalitami značne líšia. Nielen, že sú im niektoré regióny viac **vystavené** (exponované) ako iné, ale tiež značne varíruje špecifická konfigurácia klimatickej zmeny. Navyše každý región/lokalita má zreteľné environmentálne, sociálne, ekonomické črty a tým sa stáva viac, či menej **citlivým** (senzitívnym) na klimatickú zmenu. **Expozícia** (klimatický stimul) a **citlivosť** spolu určujú možný **dopad** klimatickej zmeny na región. Schopnosť regiónu, alebo krajiny vysporiadať sa s týmto dopadom je jeho **adaptačnou kapacitou**. Kombinácia všetkých vyššie uvedených faktorov určuje **zraniteľnosť** klimatickou zmenou (viď obr.1).



Obr. 1: Schéma analýzy zraniteľnosti (podľa ESPON CLIMATE)

Expozícia

Expozícia predstavuje charakter a intenzitu významných klimatických variácií, ktorým je systém (územie) vystavený. Na hodnotenie expozície sa využilo 12 indikátorov klimatickej zmeny:

1.Zmena priemernej ročnej teploty

2. Zmena priemerného ročného počtu mrazových dní

3. Zmena priemerného ročného počtu letných dní (alebo/a Zvýšený výskyt extrémne teplých (resp. tropických) dní („heatwaves“);

4. Relatívna zmena priemerných zrážok v zimných mesiacoch

5. Relatívna zmena priemerných zrážok v letných mesiacoch

6. Zmena priemerného počtu dní s lejakmi za rok (v krátkom časovom období)

7. Zmena priemerného počtu dní s lejakmi za rok (v dlhšom časovom období)

8. Zmena priemerného počtu dní so snehovou pokrývkou za rok

9. Relatívna zmena ročnej potenciálnej evapotranspirácie

10. Relatívna zmena ročnej reálnej evapotranspirácie

11. Zmena dní s riečnymi záplavami

12. Indikátory sucha.

Indikátory sú navrhnuté na základe predpokladanej zmeny indikátora medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040). Projekcie indikátora do budúcnosti boli

[1] https://www.espon.eu/climate

počítané na základe globálnych a regionálnych klimatických modelov. Mapové spracovanie bolo vykonané na základe GIS technológií.

Indikátory sú vyjadrené v relatívnych hodnotách (napr. nárast o X stupňov Celzia, o Y tropických dní, prípadne v % a pod.).

Pre potrebu ďalších analýz sa údaje normalizujú do intervalu medzi 0 a 1.

S využitím mapky kraja je možné vzájomne porovnať časti územia (obce). Napriek tomu, že územie kraja je malé, geomorfologicky je relatívne členité a časti územia sa od seba odlišujú.

Citlivosť

Citlivosť je stupeň do akého je systém (územie) ovplyvnený stimulom súvisiacim s klímou priaznivo alebo negatívne. Účinok môže byť alebo nepriamy.

Sú zadefinované 4 skupiny citlivosti – **fyzická, environmentálna, ekonomická a sociálna**. V každej skupine je vybratých niekoľko indikátorov, ktoré vyjadrujú najdôležitejšie aspekty citlivosti na očakávanú zmenu klímy v území (vyjadrenú vyššie uvedenými indikátormi expozície). Tieto skupiny vychádzajú z metodiky projektu ESPON Climate.

Fyzická citlivosť súvisí so všetkými ľudskými výtvormi, ktoré sú dôležité pre rozvoj území a ktoré sú potenciálne ovplyvnené klimatickou zmenou. Do Fyzickej citlivosti sme zahrnuli aj kultúrnu citlivosť, ktorá zahŕňa kultúrne dedičstvo ako sú múzeá a medzinárodne uznávané historické pamiatky, ktoré potenciálne môžu byť poškodené alebo zničené v dôsledku klimatickej zmeny.

Environmentálna citlivosť sa zameriava na prírodné entity vysoko citlivé na zmenu (napr. chránené prírodné územia, alebo lesy zasahované požiarmi) a relatívne stabilné entity akými sú napr. pôdy s obmedzenými kapacitami na adaptáciu a zároveň tvoriace základ pre živočíšne a rastlinné ekosystémy.

Sociálna citlivosť sa vzťahuje k ľudskej populácii, ktorá môže byť negatívne, alebo pozitívne ovplyvnená klimatickou zmenou.

Ekonomická citlivosť sa vzťahuje k ekonomickým aktivitám alebo sektorom, ktoré sú zvlášť citlivé voči klimatickej zmene.

Jednotlivé indikátory citlivosti vychádzajú z existujúcich údajov, ktoré sú dlhodobo zbierané v rámci SR (napr. ŠÚSR), prípadne z odborných podkladov, ktoré boli v minulosti vypracované a ich platnosť je dlhodobejšia (napr. Atlas krajiny, pôdne mapy, geologické mapy, lesnícke mapy, mapy povodňového ohrozenia ap.).

- Niektoré údaje boli vyrátané ako relatívne, napríklad podiel ciest ohrozených povodňami.
- Podobne, ako v prípade indikátorov expozície, aj tu pre potreby ďalších výpočtov dôjde k normalizácii údajov. Údaj môže nadobudnúť hodnotu medzi 0 a 1.

Analýza dopadu

Expozícia a citlivosť určujú možný vplyv (dopad), ktorý môžu mať klimatické zmeny na určitý región.

Určenie dopadu spočíva v kombinácii expozície a citlivosti.

Pre výpočet dopadového indikátora sa použije jeden indikátor citlivosti a jeden, prípadne viac indikátorov expozície. Hodnota indikátora citlivosti sa vynásobí hodnotou indikátora (indikátorov) expozície, ktorý je relevantný k danému indikátoru citlivosti. Násobia sa vyššie spomenuté normalizované údaje, ktoré sú v intervale 0 až 1. Hodnoty indikátora dopadu sú taktiež v rozpätí 0 až 1. Spočítanie jednotlivých dopadových indikátorov vytvára agregovaný dopadový indikátor.

Táto analýza má ukázať, či fyzicko-geografické, infraštruktúrne, ale aj socioekonomické vlastnosti územia prispejú k tomu, aby sa klimatická zmena prejavila silnejšie, alebo ju stlmia.

Pre potreby rýchleho vyjadrenia očakávaného dopadu klimatickej zmeny sa uskutoční kombinácia (výpočet priemeru) indikátorov dopadu pre každú zo štyroch skupín citlivosti (vzniknú 4 hodnoty pre každé územie obce aj v mapovom vyjadrení). Následne sa tie 4 mapky opäť skombinujú a vznikne jedna agregovaná mapa dopadu. Mapka ukazuje dopad klimatickej zmeny na jednotlivé územia obcí.

Adaptačná kapacita

Adaptačná kapacita je podmienená vybranými skupinami faktorov – vedomosti, infraštruktúra, inštitúcie a socioekonomické zdroje. Skupiny boli definované podľa dostupných údajov a podľa výpovednej hodnoty. Využitím normalizácie a priemeru sa vypočítala celková (agregovaná) adaptačná kapacita.

Zraniteľnosť

Hodnotí sa kombináciou adaptačnej kapacity a dopadu. Počíta-sa len z agregovaných hodnôt – vznikne jedna mapa zraniteľnosti obcí KSK.

Návrhy

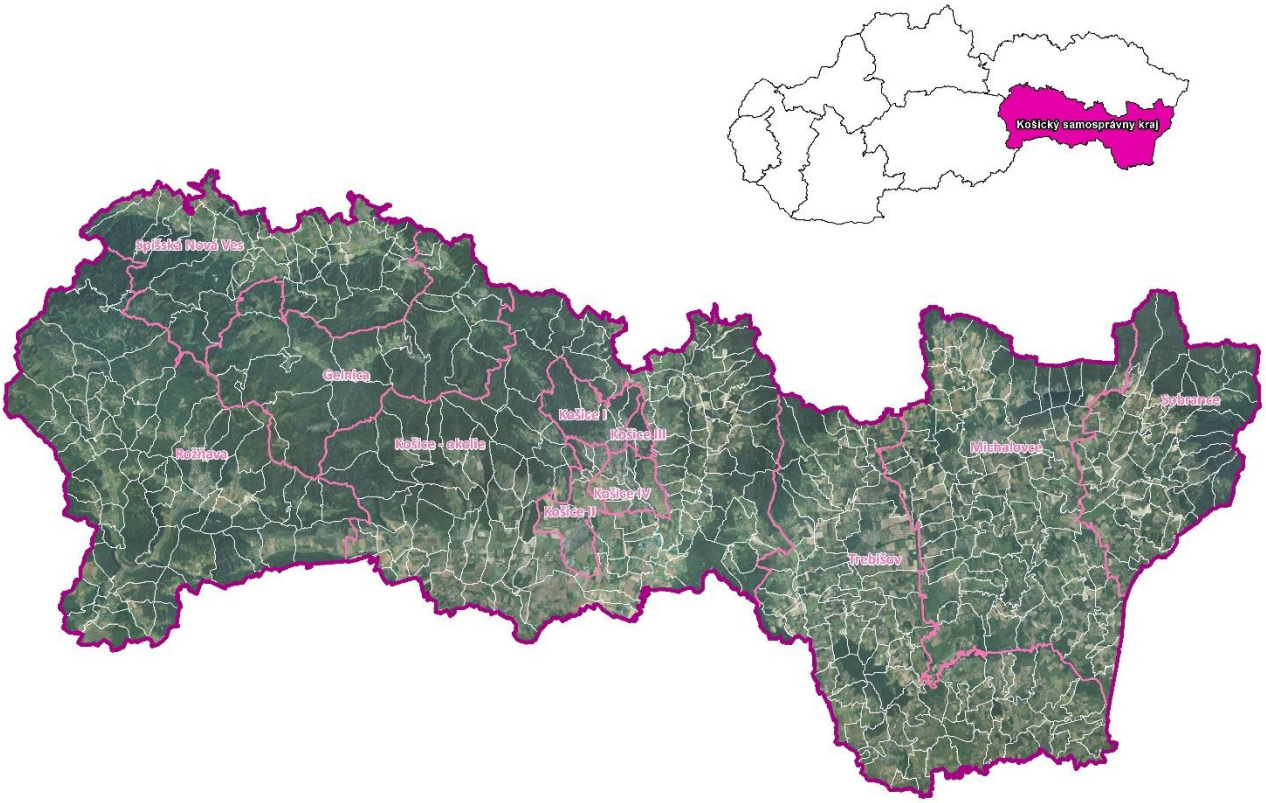
Návrhy smerujú k zníženiu citlivosti a zraniteľnosti územia (krajiny, aj zastavaných území) a k zvýšeniu adaptačnej kapacity a celkovej adaptácie na klimatickú zmenu. Návrhy vychádzali z viacerých podkladov (napr. stratégie, katalógy adaptačných opatrení...)

Na návrhoch sa podieľali v rámci participácie aj odborníci a občania v rámci organizovaných stretnutí súvisiacich s realizáciou Programu obnovy krajiny. Na stretnutiach boli poskytnuté informácie o očakávanej zmene klímy v regióne a vyžiadaná spätná väzba. Ciele, opatrenia a aktivity následne boli zoskupené sektorovo (s dôrazom na to, že veľa opatrení má vplyv na viaceré oblasti – integrovaný prístup), ale zadefinované sú aj územne. Uvedené je aj geografické zakotvenie jednotlivých navrhovaných opatrení.

S cieľom zvýšiť zapojenie a informovanosť miestnych obyvateľov o zmene klímy a zapojiť ich takto do príprav stratégie boli zorganizované **stretnutia v jednotlivých subregiónoch Košického kraja** (Abov – stretnutie 18.9.2019 a 12.12.2019 v Košiciach, Zemplín - stretnutie 13.11.2019 Michaľany, Spiš – stretnutie 27.11.2019 Krompachy, Zemplín – stretnutie 11.12.2019 Kaluža, Gemer – stretnutie 28.11.2019 v Štítniku).

V rámci aktivít Programu obnovy krajiny Košického kraja boli založené „**Vodné rady“**. Na území kraja bolo zriadených 6 vodných rád – vodná rada okresu Trebišov, vodná rada okresov Spišská Nová Ves a Gelnica, vodná rada okresu Rožňava, vodná rada okresov Michalovce a Sobrance, vodná rada okresov Košice a Košice – okolie a vznikla aj vodná rada mikroregiónu Poondavie. Členovia vodných rád sú predstaviteľmi obecných, mestských, regionálnych samospráv, orgánov štátnej správy, podnikateľov, aktivistov, dobrovoľníkov i verejnosti a tvoria akčné plány integrovanej ochrany vôd vo svojom území. Pri príprave tejto stratégie sú do úvahy brané výstupy z dotazníkových prieskumov a jednotlivé zápisy zasadnutí vodných rád, ktoré sa uskutočňovali od 13.11.2019 do 15.7.2020. Spolu išlo o 19 stretnutí.

2. Všeobecné informácie o Košickom kraji



Košický kraj je územno-správny celok, ležiaci v juhovýchodnej časti Slovenska. Na severe susedí s Prešovským krajom, na západe s Banskobystrickým krajom, na juhu s Maďarskom a na východe s Ukrajinou.

3. Opis súčasnej a budúcej klímy v Košickom samosprávnom kraji (expozícia)

3.1. Klimatická charakteristika oblasti Košického regiónu

Košický kraj je geograficky značne členitý a pestrý. Jeho súčasťou sú nížiny, pahorkatiny, masívy pohorí s rôzne orientovanými chrbtami, kotliny - viac, či menej uzavreté okolitými pohoriami a tiež doliny riek, široké no i úzke a hlboké. Nadmorská výška Východoslovenskej nížiny je okolo 100 m, hrebene najvyšších pohorí akými sú Slanské vrchy a Slovenské Rudohorie presahujú 1000 m. Táto pestrosť reliéfu vplýva na klimatické pomery jednotlivých častí kraja. Územie kraja do nadmorskej výšky asi 400 m n. m. patrí do teplej klimatickej oblasti pričom dobre ventilovaná a na juhu otvorená Východoslovenská nížina patrí do mierne suchého okrsku, zatiaľ čo Košická i Rožňavská kotlina do okrsku mierne vlhkého. Pahorkatiny, pod pohoriami a vyššie položené doliny, zhruba do nadmorskej výšky 800 m n. m. patria do okrsku mierne teplého, ktorý je väčšinou mierne vlhký. Nad touto hranicou začína chladná oblasť, ktorá je vlahovo v priemere veľmi vlhká a zásobuje odtokom nižšie položené oblasti. Územie kraja má väčšiu kontinentalitu, pretože teplé prúdenie od Atlantiku v zime je tu menej časté ako v juhozápadnej časti Slovenska. V dôsledku toho má napr. Trebišov o 2 °C nižšiu priemernú januárovú teplotu oproti Bratislave. Najnižší ročný úhrn zrážok, menej ako 600 mm je v južnej časti Východoslovenskej nížiny, najviac, 700 až 800 mm je v chrbtových polohách pohorí. Východná polovica kraja, je vzhľadom na konfiguráciu pohorí, ležiacich v nej alebo jej tesnom okolí veternejšia.

Mesto Košice leží v južnej časti Košickej kotliny v nadmorskej výške okolo 200 m n. m.. Podľa Končekovej klimatickej klasifikácie patrí spolu s blízkym okolím do oblasti teplej, s priemerným počtom letných dní 50 a viac v roku, ktorý je vzhľadom na vlahové zabezpečenie a charakter zimy zahrnutý do klimatického okrsku A6, ktorý je mierne vlhký a má chladnú zimu. V jeho okolí patria svahy Slovenského Rudohoria, či Slanských vrchov od výšky 400 m n.m. do klimatického okrsku B5, mierne vlhkého. Uvedené obidva horské masívy ohraničujú v tejto časti zo západu a východu Košickú kotlinu a takto formujú najmä veterné pomery územia. Prevládajúce výškové prúdenie vzduchu z rozmedzia smerov od severozápadu po juhozápad sa v prízemnej vrstve mení na zreteľne vyjadrené severojužné prúdenie s prevahou severného smeru. Veterný režim na Východoslovenskej nížine je, vzhľadom na podobnosť okolitých orografických pomerov, analogický. Podobnosť v orografických pomeroch je nasledovná:

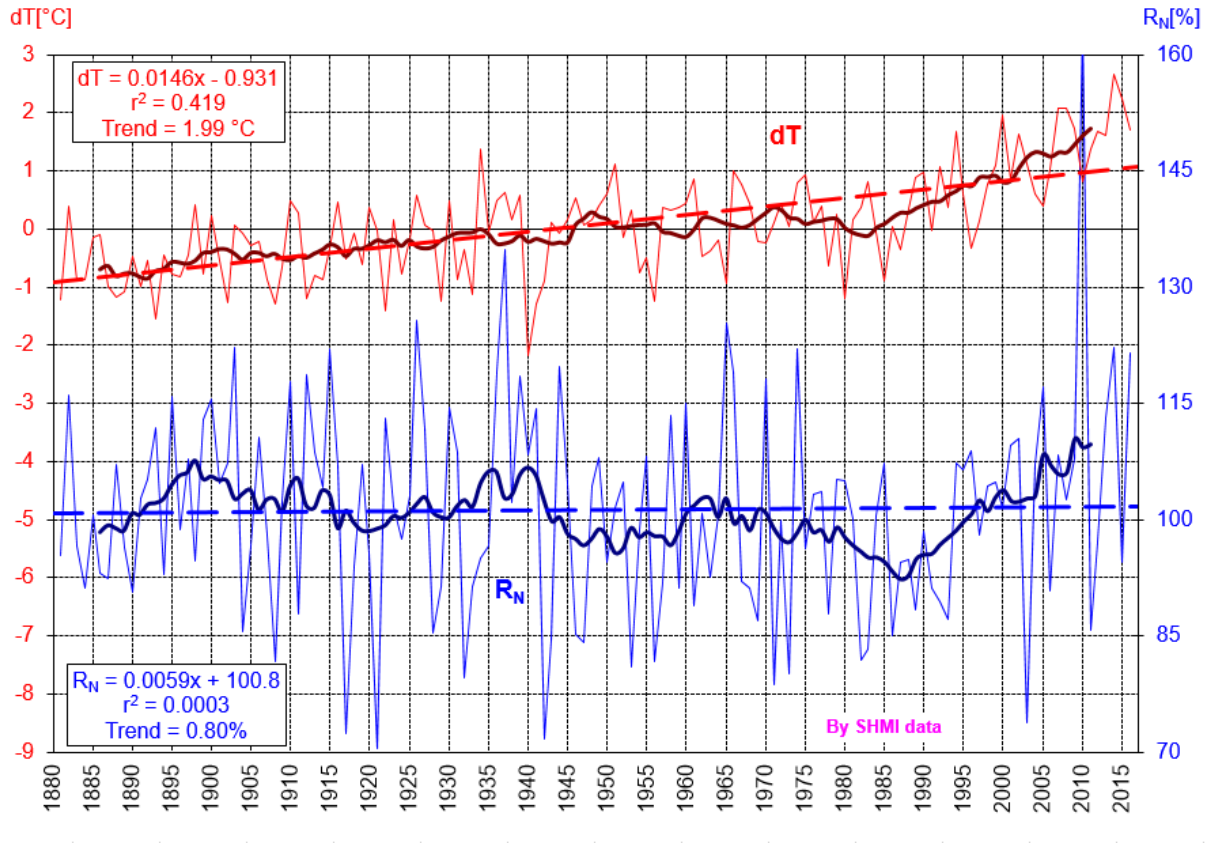
- Severojužná orientácia chrbta Slanských vrchov a okolitých pohorí - západného okraja Slovenského Rudohoria pre Košickú kotlinu, resp. venca Vihorlatských vrchov pre VSN podporujúcich severojužné prúdenie.
- Otvorenosť územia smerom na juh, umožňujúce výmenu vzduchu medzi uvedenými územiami a Veľkou uhorskou nížinou.
- Prítomnosť vonkajšieho karpatského oblúka – masívu Beskýd ktorý často chráni územie, ležiace južne od neho, pred vpádmi studeného vzduchu z územia Poľska. Keď však studený vzduch zo severu prenikne, spôsobuje silný nárazový severný vietor. Pri južnom prúdení, najmä v chladnom polroku, bariéra Beskýd bráni prenikaniu vzduchu na sever a môžu sa vyskytnúť rozsiahle prízemné teplotné inverzie.
- Uvedené územia majú za málo oblačného počasia dobre vyvinutý denný chod smeru vetra, keď v noci dnom kotliny (aj nížinou) prúdi severný vietor, cez deň zase južný.

Ostatné údolné a kotlinové polohy v kraji sú menej veterné a majú vyššiu početnosť bezvetria.

Pohoria v kraji a jeho okolí spôsobujú zníženie zrážkových úhrnov, tzv. zrážkový tieň a to najmä v Spišskej kotline, no najvýraznejšie v južnej časti VSN, kde sú najnižšie úhrny, pod 600 mm za rok. Naopak zvýšenie úhrnov, tzv. náveterný efekt je najvýraznejší na južných svahoch Vihorlatu a Popričného ako aj na priľahlom území VSN, kde sú ročné úhrny 800 až 1000 mm.

3.2. Zmena klímy a jej dôsledky na Slovensku

Za obdobie 1881-2018 sa na Slovensku pozoroval rast priemernej ročnej teploty vzduchu takmer o 2,0 °C a nevýznamný trend poklesu ročných úhrnov atmosférických zrážok asi o 0,5 % v priemere. Na juhu SR bol pokles miestami aj viac ako 10 %, na severe a severovýchode ojedinele úhrn zrážok vzrástol do 3 %. Zaznamenaný bol aj výrazný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu. Na juhu Slovenska od roku 1900 doteraz o 5 %, na ostatnom území menej. Posledné obdobie bolo typické aj poklesom snehovej pokrývky do výšky 1000 m n. m. takmer na celom území. Podobne, charakteristiky výparu vody z pôdy a rastlín, vlhkosti pôdy, slnečného žiarenia potvrdzujú, že najmä juh Slovenska sa postupne vysušuje, vplyvom rastúceho potenciálneho výparu a znižujúcej sa vlhkosti pôdy. Mení sa variabilita klímy, najmä zrážkových úhrnov. Príkladom sú za sebou v krátkom časovom intervale idúce extrémne suchý rok 2003, extrémne vlhký rok 2010 a mimoriadne suchý rok 2011. Po roku 1990 došlo k významnejšiemu rastu výskytu extrémnych denných a niekoľkodenných úhrnov zrážok, čo malo za následok zvýšenie rizika lokálnych povodní v rôznych oblastiach SR. Na druhej strane v období rokov 1989-2018 sa oveľa častejšie ako predtým vyskytovalo lokálne alebo celoplošné sucho. Sucho bolo výrazné v rokoch 1990-1994, 2000, 2002, 2003 a 2007, 2015 a 2016. Desaťročie 1991-2000, ako aj 2001-2010 sa charakteristikami teploty vzduchu, úhrnov zrážok, výparu, snehovej pokrývky, ako aj iných prvkov, priblížilo k predpokladaným podmienkam klímy okolo roku 2030, vyčíslených v zmysle scenárov klimatickej zmeny pre naše územie. Výnimkou sú iba nižšie úhrny zrážok v chladnom polroku a v zime v desaťročí 1991-2000.

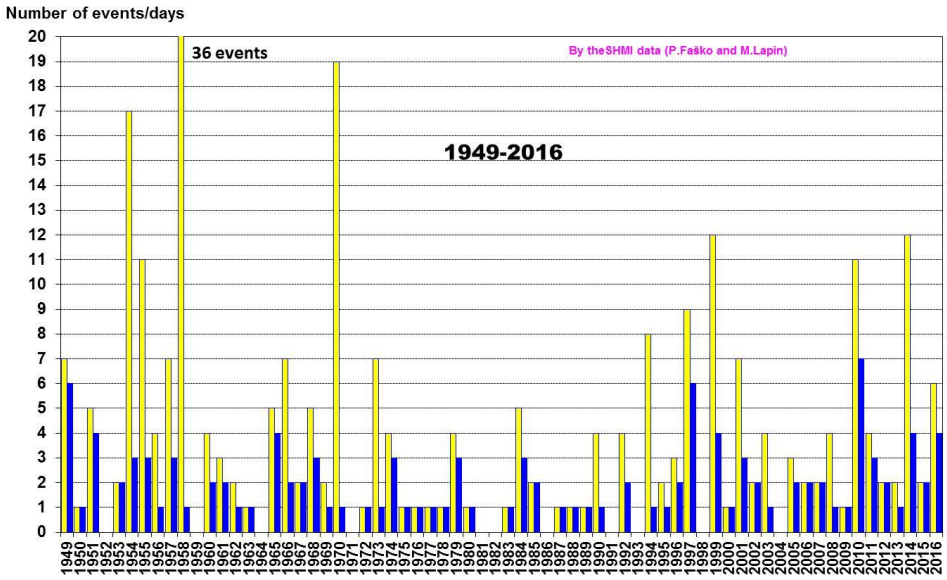


Obr. 2: Odchýlky od priemernej ročnej teploty vzduchu (dT) na Slovensku od priemeru 1901-2000 a ročné územné úhrny zrážok (RN) na Slovensku ako percentuálny podiel z priemeru 1901-2000 v období 1881 – 2016

Trend teploty vzduchu pre teplý a chladný polrok v období 1881-2017 je podobný ako pre ročné priemery. Trend územných úhrnov atmosférických zrážok na Slovensku je podobný v chladnom a teplom polroku. Zrážkový trend sa o málo líši medzi juhom a severom, resp. medzi juhozápadom a severovýchodom Slovenska.

Potenciálna evapotranspirácia (Eo), t.j. výpar z pôdy a rastlín za daných meteorologických podmienok je stanovený v podmienkach dostatočne zavlaženej pôdy. Aktuálna evapotranspirácia (E) je výpar pri aktuálnych podmienkach vlhkosti pôdy. Za posledné obdobie sme zaznamenali významný vzrast Eo na celom Slovensku, najviac na juhozápadnom Slovensku . Na severe Slovenska bol rast Eo o trochu menší, vzhľadom na vyššie úhrny zrážok ako je potreba na evapotranspiráciu a aj menší pokles relatívnej vlhkosti vzduchu, no významne tam vzrástol E, najmä po roku 1993.

Denné úhrny zrážok ≥100 mm na Slovensku (z cca 700 staníc) v období 1949-2017 ukazuje Obr. 3. Relatívne malý výskyt dní s úhrnom ≥100 mm bol v období 1975-1993, odvtedy sa počet takýchto dní výrazne zvýšil.



Obr. 3: Počet prípadov a dní s 24-hodinovými úhrnmi zrážok ≥100 mm na Slovensku (podľa záznamov okolo 700 zrážkomerných staníc,) v období 1949 -2016, dňa 29.VI.1958 sa vyskytol taký úhrn zrážok na 36 staniciach, predovšetkým na severe Slovenska

3.3. Očakávané zmeny klímy na Slovensku do konca 21. storočia

V ďalšom sa budeme zaoberať väčšinou stredne pesimistickými scenármi, ktoré nepredpokladajú radikálnu zmenu správania sa ľudstva. Podľa nich sa dá predpokladať nasledovný vývoj klímy do roku 2100:

1. Priemerná ročná teplota vzduchu na Slovensku by sa mala postupne zvyšovať o 2 až 4°C v porovnaní s priemermi obdobia 1951-1980, pri zachovaní doterajšej medziročnej a medzisezónnej premenlivosti. O niečo rýchlejšie by mali rásť denné minimá než denné maximá teploty vzduchu. To bude mať za následok pokles priemernej dennej amplitúdy teploty vzduchu. Ročný chod nebude výraznejšie zmenený, v jesenných mesiacoch by ale mal byť rast teploty menší ako v ostatných ročných obdobiach.

2. Ročné úhrny zrážok by sa nemali podstatne meniť, predpokladá sa mierny nárast (cca 10 %), predovšetkým na severe Slovenska. V lete sa by mal byť slabý pokles úhrnov zrážok (predovšetkým na juhu Slovenska) a v ostatných obdobiach roka slabý až mierny rast úhrnov zrážok (predovšetkým v zime a na severe Slovenska). Zrejme sa predĺžia a častejšie vyskytnú málozrážkové (suché) obdobia na strane jednej a budú zrážkovo výdatnejšie krátke daždivé obdobia na strane druhej. Do výšky 900 m n.m. bude snehová pokrývka nepravidelná a častejšie sa budú vyskytovať zimné povodne.

3. Neočakávajú sa žiadne významné zmeny v priemeroch globálneho žiarenia, rýchlosti a smeru vetra. Vzhľadom na zosilnenie búrok v teplej časti roka sa očakáva častejší výskyt silného vetra, víchric a tornád v súvislosti s búrkami (doteraz sa na celom Slovensku vyskytovalo v priemere asi 1 tornádo kategórie F1 alebo F2 za rok).

4. Neočakávajú sa významné zmeny v priemeroch relatívnej vlhkosti vzduchu, na juhu Slovenska zotrvá terajšia priemerná relatívna vlhkosť vzduchu vo vegetačnom období (asi o 5 % nižšia v porovnaní v priemermi z obdobia 1901-1980). Potenciálna evapotranspirácia vo vegetačnom období roka vzrastie asi o 6 % na 1 °C oteplenia. V kombinácii s nezmenenými úhrnmi zrážok na juhu Slovenska vo vegetačnom období to bude mať za následok pokles vlhkosti pôdy.

Ak sa ľudstvo bude správať k prírode ohľaduplnejšie, najmä tým, že bude znižovať emisie skleníkových plynov, môžeme očakávať aj podstatne nižší nárast teploty vzduchu. Značný nárast teploty tento pesimistický scenár indikuje najmä v mesiacoch chladného polroka, s dôsledkami na skupenstvo zrážok a parametre snehovej

pokrývky najmä v nižších polohách. Predpokladá sa, že do výšky 800 m n.m. budú úhrny zrážok prevažne tekuté a snehová pokrývka značne nestabilná.

3.4. Súčasná zmena klímy a jej dôsledky v Košickom kraji

Prejavy globálneho oteplenia ako aj zmeny zrážkovej činnosti sú na celom území Slovenska podobné, s veľmi malými rozdielmi. Aj pre územie Košického kraja platia zásadné znaky klimatickej zmeny, uvedené v predchádzajúcej kapitole pre celé územie Slovenska. Otepľovanie však nevykazuje pomalý, rovnomerný vzostup, ale podlieha veľkej premenlivosti, a kvázi periodickým kolísaniam.

Dôsledky týchto zmien sa však môžu líšiť vzhľadom na odlišnosti v orografických pomeroch, geologickej stavbe, hydrogeologických pomeroch, vlastnostiach povrchu terénu a rastlinnej pokrývke. Dôležité sú tie časti územia, kde je vodná bilancia taká, že zdroje vody vytvorené atmosférickými zrážkami a zásobami vody v podloží, alebo pôde môžu byť vyčerpané vysokým výparom. Táto nerovnováha sa môže prejaviť na vlhkosti horných vrstiev pôdy, na zásobách podzemných vôd, na výdatnosti prameňov a tiež v prietokoch riek. Takýmito sú oblasť Východoslovenskej nížiny, v menšej miere i Košická kotlina, ktoré sú náchylné na pôdne sucho. Povodia Bodvy a Slanej sú náchylné zas na hydrologické sucho - nízke stavy riek, najmä v lete a v jeseni.

Atmosférické zrážky sú primárnou zložkou vodného cyklu. Po dopade na zemský povrch sa časť z nich dostáva do pôdy a zvyšuje jej vlhkosť, ďalšia časť nasycuje zásoby podzemných vôd a tiež tvorí povrchový odtok. Prevažné množstvo vody sa zo zemského povrchu a rastlín vyparí do atmosféry. Ak je povrch pôdy dostatočne vlhký, vyparí sa z neho a z rastlinnej pokrývky najviac vody.

Vplyvom vyššej teploty vzduchu a tým aj množstva vodnej pary v ovzduší je ťažisko množstva zrážok v teplom polroku, kedy napršší zhruba 2/3 celoročných úhrnov. Preto spravidla kolísanie zrážok v teplom polroku určuje aj kolísanie ročných úhrnov a má tiež podobný trend ako ročné úhrny.

V zime je prevažujúca časť zrážok vo forme sneženia. Vytvorená snehová pokrývka je určovaná kombináciou teplotného rázu zimy a výskytom zrážok v tuhom, či tekutom skupenstve. V zime vyššia teplota vzduchu a vyšší úhrn zrážok (aj v kvapalnom skupenstve) vyvolávajú rýchlejší a vyšší odtok, spojený so zvýšeným nebezpečenstvom zimných a skorých jarných záplav. Zraniteľné je územie VSN, ale aj povodia Bodvy a Slanej. V nižších polohách je menšia stabilita tvorby snehovej pokrývky.

Dobrým ukazovateľom pre denné maximá teploty vzduchu v teplom polroku je počet letných dní (s maximálnou dennou teplotou 25 °C a viac) a počet tropických dní (s maximálnou dennou teplotou 30 °C a viac). Ich priebeh vykazuje rastúci trend. Počet týchto dní vzrástol najmä v posledných 20 rokoch, podobne ako na ostatnom území Slovenska. V období po roku 1990 ich počet zriedka klesol pod 50 ročne. Tropické dni sa od roku 1951 do roku 1980 nevyskytli v troch rokoch, po roku 1981 sa rok bez tropického dňa nevyskytol.

V zime a prechodných ročných obdobiach sú ukazovateľom chladných epizód počet mrazových dní, ktorý má klesajúci trend. V poslednom období je znateľný ich pokles výskytu.

Klimatický ukazovateľ zavlaženia je rozdiel potenciálneho výparu a úhrnu zrážok za určité obdobie a dajú sa ním hodnotiť vlahové podmienky územia. Kladné hodnoty znamenajú nedostatok, záporné prebytok vlahy v roku. Košice a okolie patria do mierne vlhkej oblasti, no v poslednom období je postihovaná dlhšie trvajúcim obdobím sucha. Priemerná hodnota klimatického ukazovateľa zavlaženia za sledované obdobie je 48 mm. Podobné hodnoty sú aj v Rožňavskej kotline. Situácia je však odlišná na území VSN. Podľa údajov zo Somotora je priemerná hodnota tohto ukazovateľa 122 mm, čo poukazuje na väčšiu hrozbu sucha v tejto oblasti, zvýšené riziko veternej erózie ako aj na nutnosť závlah. Pomer potenciálneho a aktuálneho výparu sa nazýva relatívny výpar a poukazuje na dostatok vlahy (keď sa aktuálny výpar približuje potenciálnemu), alebo jej deficit, keď je aktuálny výpar oveľa nižší ako potenciálny.

Súčasná zmena klímy v Košickom kraji ukazuje na rastúci trend otepľovania v priemerných hodnotách teploty vzduchu i v teplotných extrémoch. Zvlášť vlny teplého počasia môžu mať dôsledky na teplotný komfort obyvateľstva, zraniteľnejšie sú vyššie vekové kategórie obyvateľstva a malé deti. Vo väčších mestách je

teplotný komfort ovplyvnený tepelným ostrovom mesta. Ďalším dôsledkom vyššej teploty je migrácia teplomilnejších druhov živočíchov i rastlín, zvýšené požiadavky na hygienu a na skladovanie potravín.

Zrážková činnosť neukazuje na podstatnú zmenu ani v priemerných ani v extrémnych ukazovateľoch. Podstatným faktorom sú zvýšené charakteristiky výparu. Tento sa môže prejavovať nižšou vlahovou zabezpečenosťou vrchnej vrstvy pôdy, najmä v nížinných oblastiach kraja, ale aj juhu Košickej a Rožňavskej kotliny. Ďalším dôsledkom je hydrologické sucho, prejavujúce sa v nízkych prietokoch riek a poklesom hladiny podzemných vôd. Zraniteľnejšie sú najmä povodia Bodvy a Slanej, kde geologická stavba a potenciálne zásoby vodných zdrojov ukazujú na túto skutočnosť. Príkladom sú posledné roky, keď po veľmi vodnom roku 2010 v nasledujúcich 2 rokoch sa vyskytlo veľmi významné hydrologické sucho na uvedených tokoch. Bolo to spôsobené aj súhrou nepriaznivého rozloženia zrážok v roku a vysokých letných teplôt.

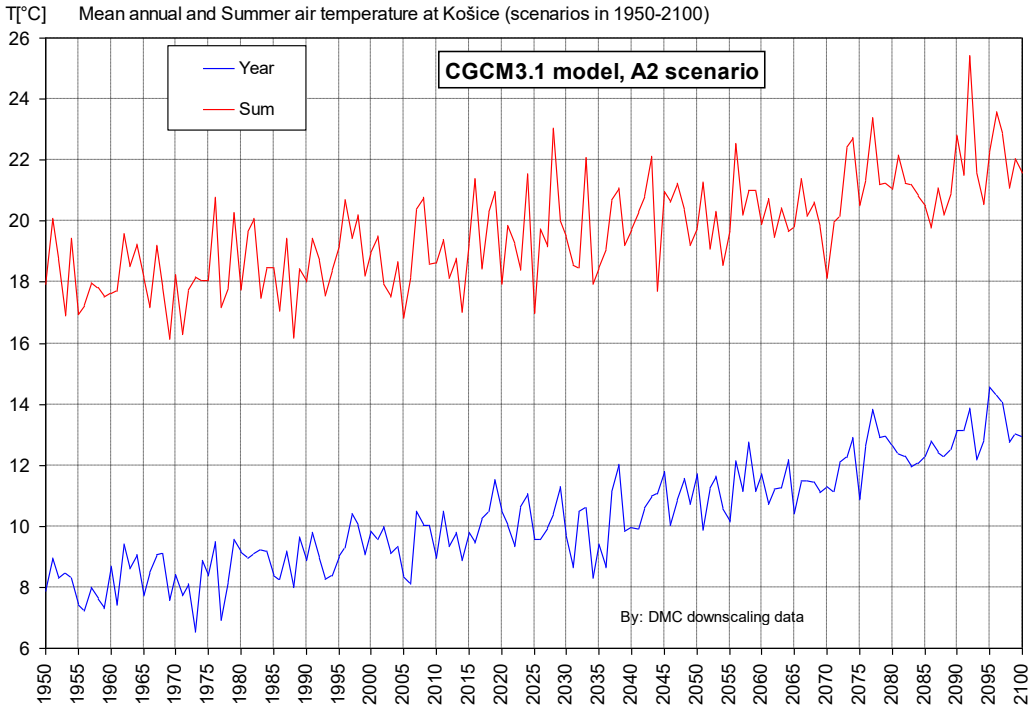
3.5. Očakávaná zmena klímy v Košickom kraji v budúcich desaťročiach

Vývoj klímy je podobný ako na ostatnom území Slovenska, najmä čo sa týka teplotných pomerov. Premenlivosť sezónnych a ročných zrážok je však veľmi premenlivá. Územie Slovenska je určitým prechodným pásmom, medzi vplyvom stredomorskej klímy, vnútrozemia Euroázijského kontinentu a Atlantického oceánu. Toto pásmo nie je územne striktne vyhranené, kolíše v severojužnom smere a mení sa od roka k roku. Preto aj budúce scenáre zrážok sú pre územie Košického kraja značne neurčité.

V Košickom kraji sa nachádzajú rieky, pritekajúce na jeho územie z pohorí mimo jeho hraníc. Tieto pramenia v oblastiach s prebytkom zrážok, preto ich prietoky budú stabilnejšie. Naproti tomu rieky prameniace priamo v kraji budú náchylnejšie na hydrologické sucho. Týka sa to najmä povodia Bodvy a Slanej.

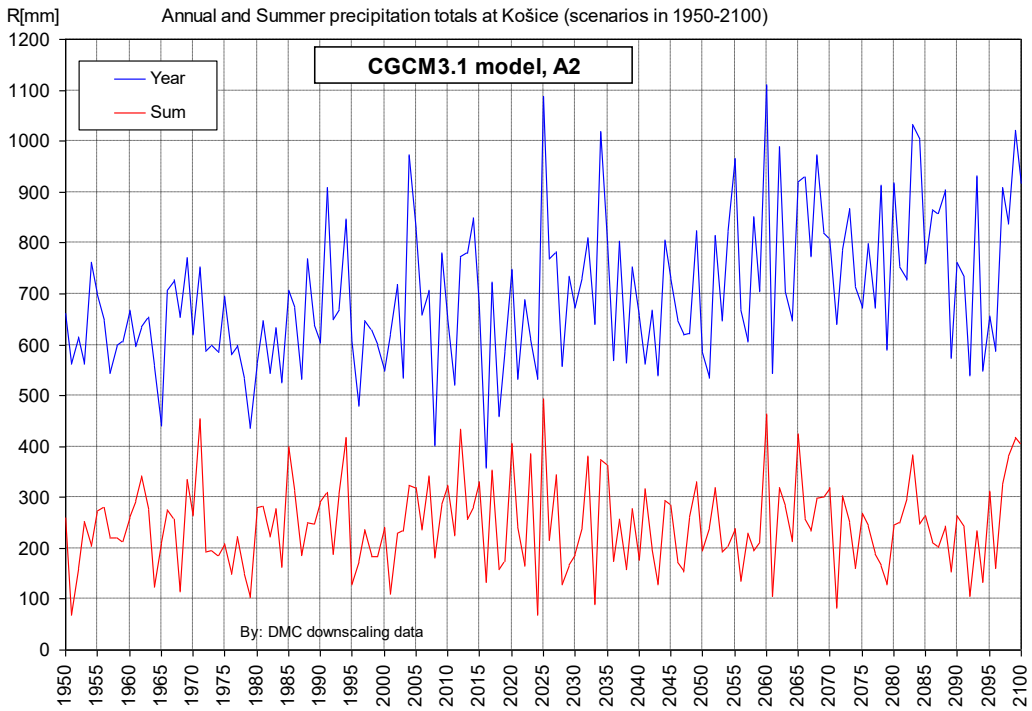
Nížinné oblasti kraja majú mierne suchú klímu. Táto je zraniteľná na výskyt sucha, z toho dôvodu, že kombinácia rastúcej teploty vzduchu a relatívne nízkych úhrnov zrážok bude mať za následok zvyšovanie výskytu sucha a jeho dĺžky trvania. To ovplyvní zvýšené nároky na zavlažovanie a zvýši veternú eróziu. Sucho, no nie tak výrazné, sa bude vyskytovať i v ostatných nižšie položených oblastiach kraja.

V ďalšom texte berieme do úvahy stredne pesimistický scenár správania sa ľudstva, teda spojený s vyšším nárastom modelovaných výstupov teploty vzduchu.



Obr. 4: Priemerná ročná a letná teplota vzduchu v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100

Obr. 4 obsahuje projektovaný priebeh priemerných ročných teplôt vzduchu (a priemerných letných teplôt) v Košiciach do konca tohto storočia. Konkrétne hodnoty teploty vzduchu v jednotlivých rokoch nie sú predpovedanými hodnotami, sú vyjadrením charakteristickej premenlivosti tejto klimatickej veličiny. Charakteristický je postupne rastúci trend zvyšovania teploty, ktorého výsledok by mal byť nárast priemernej ročnej teploty vzduchu o 2°C do polovice tohto storočia a až do 4°C do konca storočia. Oteplenie sa odzrkadlí v reakcii prírody, najmä vegetácii. To napríklad znamená v priemere teplejšie vegetačné obdobie, a zároveň jeho skorší nástup a tiež jeho neskorší koniec. Pestovanie teplomilnejších plodín je síce možné, ale zároveň hrozí aj migrácia nových rastlinných a živočíšnych druhov a tiež väčšie riziko poškodenia neskorými jarnými a skorými jesennými mrazmi. V budúcnosti, budú zraniteľnejšie zakvitnuté ovocné stromy na neskoré jarné mrazy, ktoré zakvitnú skôr. Vzrast priemerných teplôt vzduchu znamená aj nárast maximálnych teplôt vzduchu, ktoré sú vyjadrené v počte letných a tropických dní. Projektovaný nižší počet mrazových nezaručuje oveľa nižšie riziko ich výskytu v obdobiach citlivých pre vegetáciu, najmä v jarnom období. V zime môže takýto vývoj zhoršiť podmienky prezimovania rastlín.



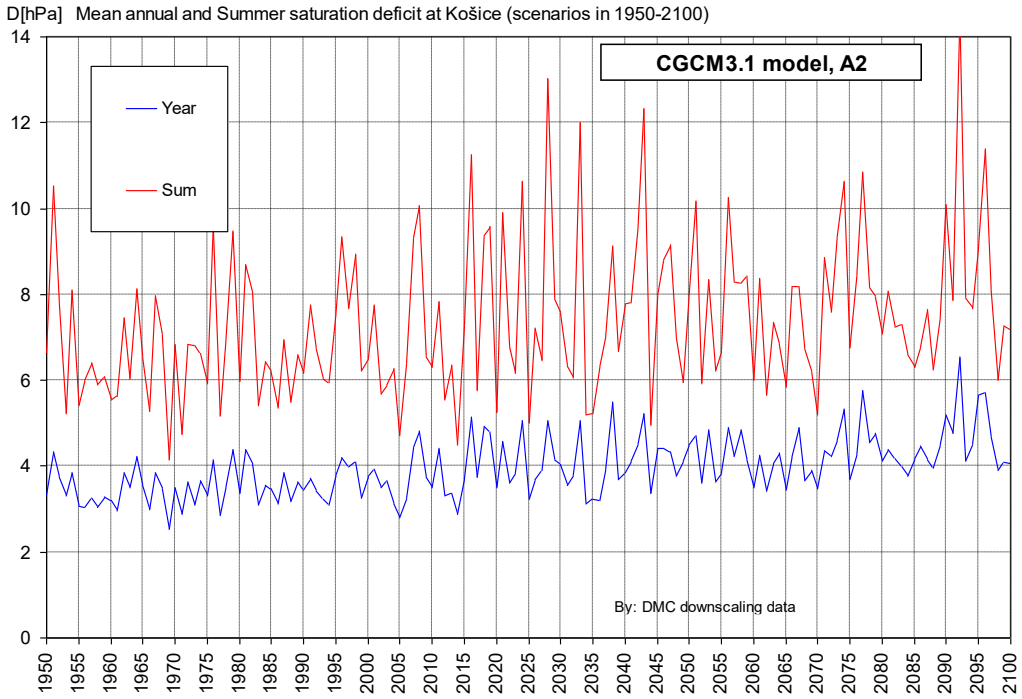
Obr. 5: Ročný a letný úhrn zrážok v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100

Vývoj ročných zrážkových úhrnov a tiež letných úhrnov do konca tohto storočia, projektovaný pre Košice je na Obr. 5. Tieto projekcie, ako už bolo spomínané, majú vyššiu mieru neistoty. Podľa stredne pesimistického scenára sa ukazuje pomalý nárast ročných úhrnov, no pri zachovaní veľkej premenlivosti. V polovici 21. storočia má predpokladaný ročný úhrn hodnotu okolo 650-700 mm, koncom storočia cca 750 mm. V letnom období sa zrážkové úhrny celkovo znížia, no pokles bude len nevýznamný. Z toho vyplýva, že v ostatných ročných obdobiach, najmä v zime bude predpokladaný nárast zrážok vyšší. Uvedená zmena režimu ročného chodu zrážok so znížením letných zrážok, a zároveň projektovaný vzrast teploty vzduchu nám dedukuje zmenu režimu odtoku v povodiach kraja. Týka sa to najmä občasného nárastu zimného a posunu jarného odtoku do skoršieho termínu. Tiež ide o zníženie letného a skorého jesenného odtoku. V zime to vedie k zvýšenej hrozbe zimných povodní z tekutých zrážok a topenia snehu pri občasných otepleniach. Pre jeseň bude častejší výskyt hydrologického sucha. Uvedené Scenáre vývoja zrážok taktiež predpokladajú zvýšenie extrémnosti zrážkových udalostí. Zrážky v lete by mali byť viac v podobe lejakov ako trvalých zrážok. Zároveň

by mal narastať výskyt a trvanie bezzrážkových období medzi zrážkovými udalosťami. Takto sa deficit zrážok zvýši a vlahová zabezpečenosť zníži, najmä na nížine a v južnej časti kraja.

Vyššia teplota vzduchu bude mať za následok aj častejší výskyt zrážok v tekutom, alebo zmiešanom skupenstve mimo hrebeňových polôh najvyšších pohorí. Dôsledkom bude jednak zmena hydrologického režimu vodných tokov vrátane horských polôh. Zároveň sa predpokladá nižšia zabezpečenosť snehovej pokrývky, okrem už spomínaných hrebeňových polôh pohorí.

Celkový ráz klímy v krajine je určovaný najmä kombináciou teplotných a vlhkostných pomerov. Klasifikácia teplotných pomerov je jednoduchšia, či už ide súčasnú, alebo budúcu klímu. Zväčša sa porovnávajú a posudzujú hodnoty priemerných teplôt ako aj teplotných extrémov, ktoré spolu úzko súvisia. Klasifikácia vlhkostných pomerov krajiny je omnoho zložitejším problémom. Tento sa vzťahuje na vodnú bilanciu, ktorej najväčšia zložka sú zrážky. Tieto sú v prvom rade vyjadrené výškou úhrnov, no aj režimom zrážok, t.j. ich časovým rozložením počas roka. Ďalšou dôležitou zložkou vodnej bilancie územia je výpar. Výpar limituje vodu, ktorá je v krajine k dispozícii na ďalšie využitie. Ide jednak o vodu na zvýšenie vlhkosti pôdy, ako aj o vodu na naplnenie podzemných vodných útvarov a tiež tvorbu odtoku.



Obr. 6: Ročný a letný sýtostný doplnok v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 – 2100

Potenciálny výpar, podľa scenárov klimatickej zmeny bude naďalej narastať. Prispieva k tomu nárast teploty vzduchu. Tým sa zvyšuje schopnosť atmosféry prijímať vodu, čoho ukazovateľom je sýtostný doplnok (Obr. 6). Jeho hodnoty sú úmerné výške potenciálneho výparu. Projektovaný vývoj tohto ukazovateľa v Košiciach ukazuje na jeho nárast v ročných i letných priemeroch. To je tiež v súlade s predpokladaným nárastom skutočného výparu v závislosti od vlhkostných pomerov pôdy. Tento vývoj vo vodnej bilancii povedie k zvýšeniu citlivosti územia na pôdne aj hydrologické sucho na juhu územia Košického kraja. Predpokladaná Klimatická zmena sa dotkne celého územia našej krajiny. Bude však zároveň prekrytá prirodzenou premenlivosťou klímy a tak predpokladané zmeny teploty, či zrážok nebudú postupné, ale sa budú sa odohrávať v určitých cykloch s veľkou premenlivosťou, podobne ako tomu bolo aj v minulosti.

3.6. Hodnotenie indikátorov expozície, porovnanie medzi hodnotenými obdobiami 1981-2010 a 2021-2040

Indikátory expozície boli navrhnuté tak aby spĺňali kritériá dobrej zrozumiteľnosti a príčinnosti k prírodným procesom v spojitosti s klimatickým systémom. Vychádzajú z údajov monitorovacích systémov Slovenského hydrometeorologického ústavu za obdobie od roku 1961 doteraz. Sú navrhnuté na základe predpokladanej zmeny indikátora medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040). Projekcie indikátora do budúcnosti boli počítané na základe globálnych a regionálnych klimatických modelov. Mapové spracovanie bolo vykonané na základe GIS technológií.

Navrhnuté indikátory expozície sa zakladajú na indikátoroch teploty vzduchu (priemerných hodnôt i extrémov) atmosférických zrážok a snehovej pokrývky (priemerných hodnôt i extrémov) ako aj zložiek vodnej bilancie (výparu) a indikátorov sucha. K indikátorom je priradená zmena dní s riečnymi záplavami.

Zoznam indikátorov:

4. Zmena priemernej ročnej teploty
5. Zmena priemerného ročného počtu mrazových dní
6. Zmena priemerného ročného počtu letných dní (alebo/a Zvýšený výskyt extrémne teplých (resp. tropických) dní („heatwaves“);
7. Relatívna zmena priemerných zrážok v zimných mesiacoch
8. Relatívna zmena priemerných zrážok v letných mesiacoch
9. Zmena priemerného počtu dní s lejakmi za rok (v krátkom časovom období)
10. Zmena priemerného počtu dní s lejakmi za rok (v dlhšom časovom období)
11. Zmena priemerného počtu dní so snehovou pokrývkou za rok
12. Relatívna zmena ročnej potenciálnej evapotranspirácie
13. Relatívna zmena ročnej reálnej evapotranspirácie
14. Zmena dní s riečnymi záplavami
15. Indikátory sucha

Na základe zistení, uvedených v časti „Očakávaná zmena klímy v Košickom kraji v budúcich desaťročiach“ sú uvedené komentáre a zhodnotenia mapových výstupov k jednotlivým indikátorom. Zároveň, pre lepšiu predstavu o ročnom chode ukazovateľov, resp. ich zmene za obdobie od roku 1961 doteraz sú uvádzané tabuľky s týmito charakteristikami za obdobie 1961 – 1990 (normálové obdobie) a novšie obdobia, väčšinou 1991 – 2018. Uvádzame reprezentatívne klimatologické stanice (Košice, Telgárt a Milhostov), reprezentujúce kotlinové, horské, resp. nížinné polohy.

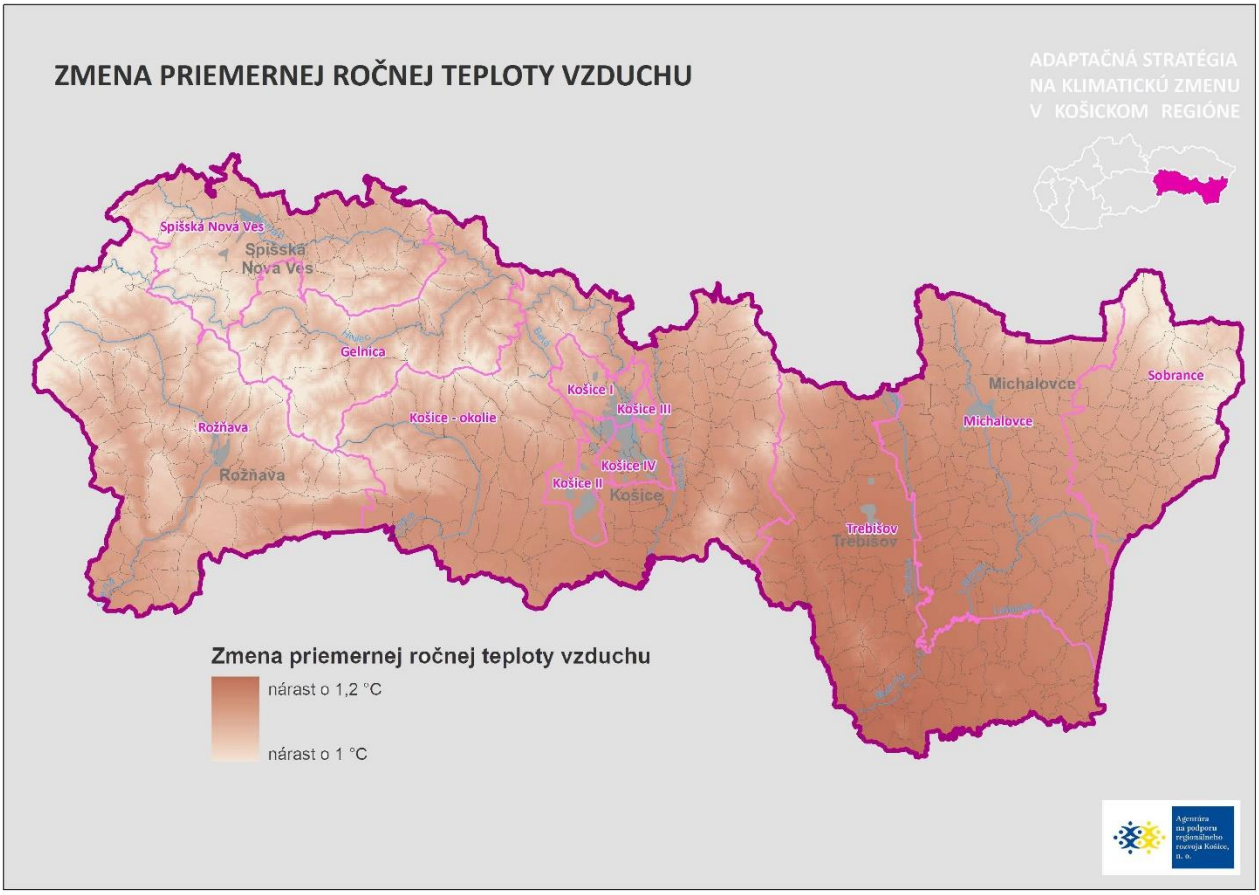
a. Indikátory, založené na charakteristikách teploty vzduchu

Indikátor expozície č. 1: Zmena priemernej ročnej teploty vzduchu medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

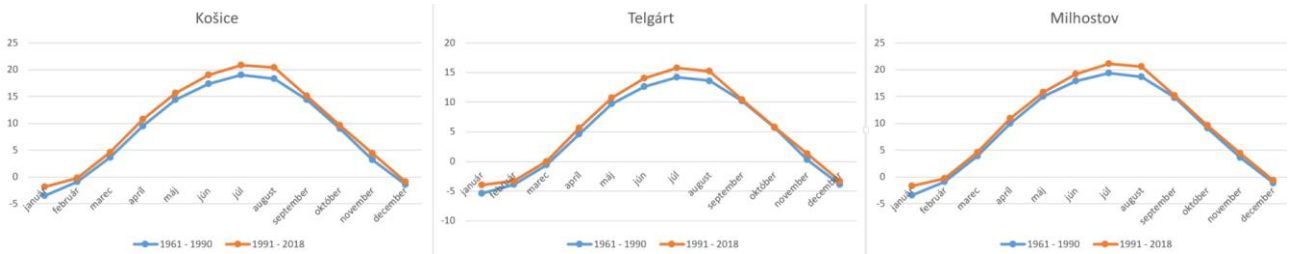
Projektované oteplenie na Slovensku v budúcich desaťročiach podľa klimatických scenárov by malo byť charakterizované tým, že sa zachová doterajšia medziročná a medzisezónna časová premenlivosť. Relatívne rýchlejšie by mali rásť denné minimá ako denné maximá teploty vzduchu, čo spôsobí pokles priemernej dennej amplitúdy teploty vzduchu. Scenáre nepredpokladajú výraznejšie zmeny v ročnom chode teploty vzduchu, v jesenných mesiacoch by ale mal byť rast teploty menší ako v zvyšnej časti roka. Čiže ide o pomerne konzervatívny indikátor, zohľadňujúci oteplenie vo všetkých ročných obdobiach. V tab. 1. vidíme vzrast teploty vzduchu za posledné roky vo všetkých mesiacoch roka.

Teplota vzduchu má pomerne dobre vyjadrenú závislosť na nadmorskej výške, ktorá sa v podstate nemení s časom. Preto je projektované oteplenie podobné pre nížinné i horské polohy. Výšková závislosť rozdielu projektovanej budúcej a súčasnej teploty vzduchu je na mapke indikátora veľmi malá. Dôležitejšie sú konkrétne teploty vzduchu, ktoré je možné použiť ako indikátory, napríklad pre trvanie vegetačného obdobia, nástupu charakteristických teplôt (napr. mrazového obdobia) apod.

Na mape indikátora je z vyššie popísaných dôvodov vidieť malá závislosť zmeny teploty od súčasnosti k časovému horizontu 2030 vzduchu na nadmorskej výške, podobne ani od iných zemepisných súradníc.



Obr. 7: Mapa zmeny priemernej ročnej teploty vzduchu

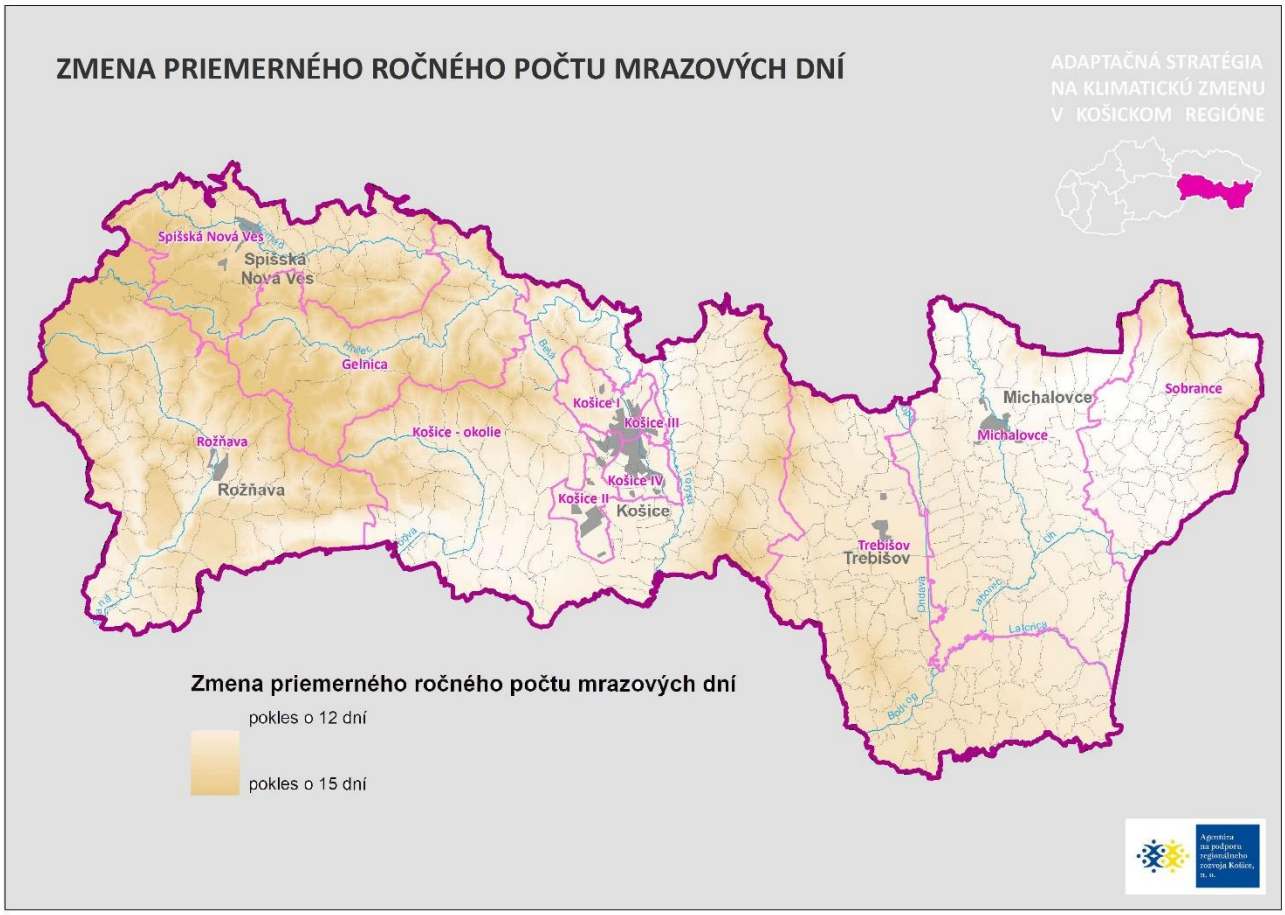


Obr. 8: Priemerná mesačná teplota vzduchu [°C] v období 1961-1990 a 1991-2018

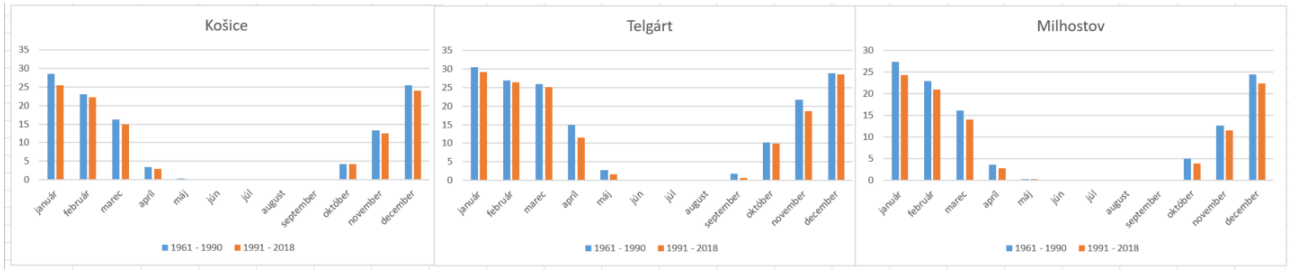
Indikátor expozície č. 2: Zmena priemerného ročného počtu mrazových dní medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

Teplotný indikátor expozície – počet mrazových dní je dôležitým ukazovateľom teplotných pomerov zimy a prechodných ročných období, no dokresľuje najmä charakter zimy. V meteorologickej terminológii je mrazový deň takým dňom, v ktorom najnižšia teplota vzduchu bola nižšia ako 0,0 °C. Uvedené dni sa vyskytujú v nižšie položených oblastiach zväčša od októbra do konca marca a ich počet v roku je napr. pre Košice v súčasnosti okolo 100 (v extrémne teplých zimách len 80). Tento indikátor má v zhode s priemernou ročnou teplotou vzduchu tesnú závislosť na nadmorskej výške.

Jeho zmena na mape, t.j. rozdiel týchto dní medzi projektovaným obdobím a obdobím 1981 – 2010 má pomerne malú výškovú závislosť. Postupný pokles počtu týchto dní však ukazuje že bude naďalej existovať ich potenciálne riziko výskytu v jarnom období (najmä apríl a máj). Vtedy bude značné riziko mrazov, ktoré môžu ohroziť skôr rozvinutú (vzhľadom na vyššie priemery teploty) vegetáciu ovocných stromov.



Obr. 9: Mapa zmeny priemerného ročného počtu mrazových dní



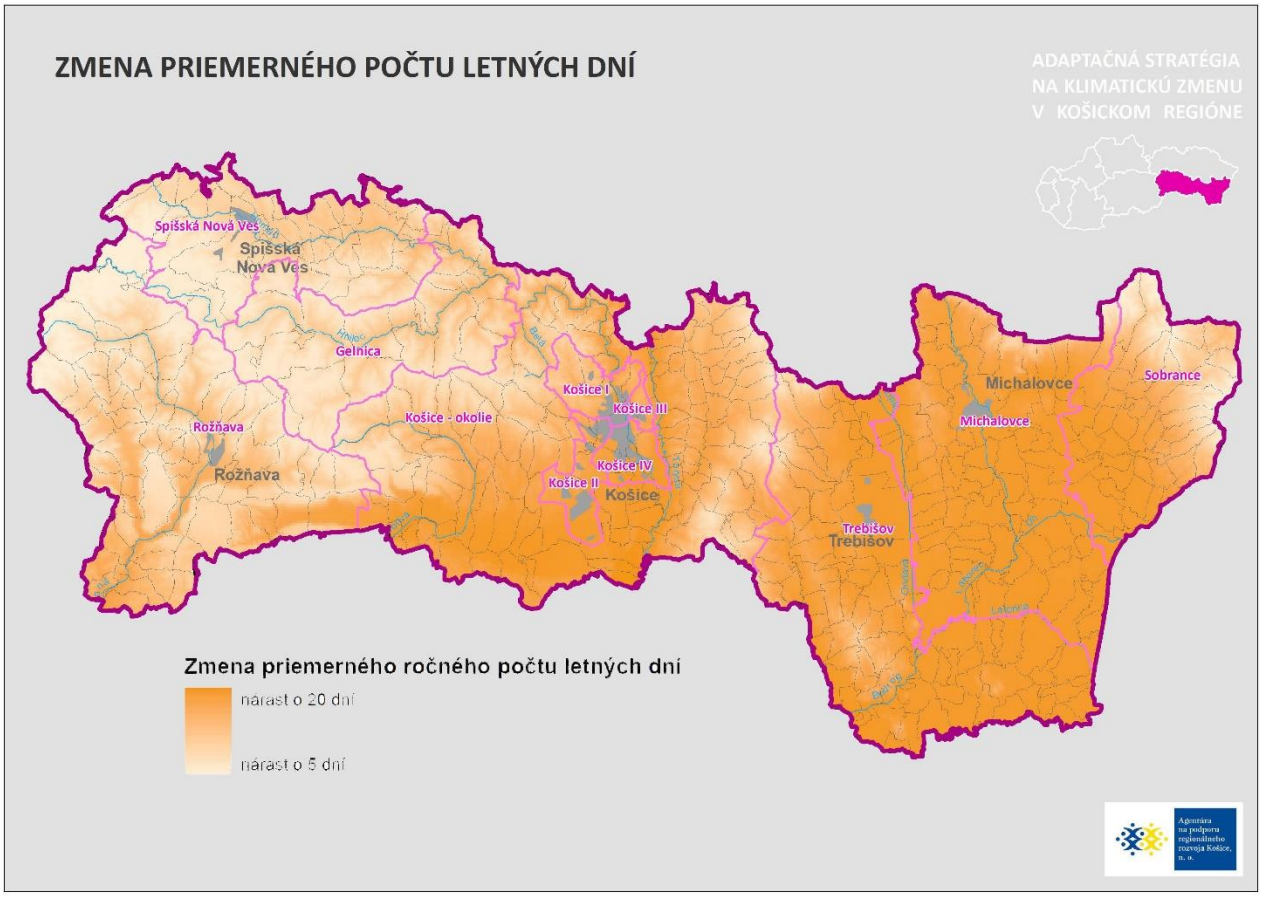
Obr. 10: Priemerný mesačný počet mrazových dní [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018

Indikátor expozície č. 3: Zmena priemerného ročného počtu letných dní a tropických dní medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

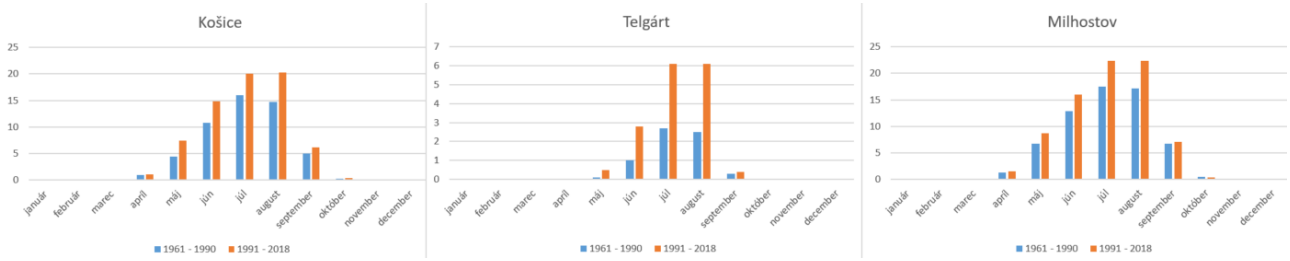
Tento teplotný indikátor expozície je dôležitým ukazovateľom výskytu teplotných extrémov v teplom polroku. Letný deň je deň, v ktorom je dosiahnutá najvyššia denná teplota vzduchu ≥ 25 °C. Uvedené dni sa v nížinných podmienkach vyskytujú od konca marca do začiatku októbra a ich počet v roku je napr. pre Košice v súčasnosti okolo 65 (v extrémne teplých rokoch až vyše 90). V horských podmienkach začínajú koncom mája. Tropickým dňom nazývame deň, v ktorom je dosiahnutá najvyššia denná teplota vzduchu ≥ 30 °C. V Košiciach je takýchto dní do roka v priemere okolo 15, vyskytujú sa od mája do septembra. V extrémne

teplých rokoch je ich počet až okolo 30. V horských polohách sú zriedkavé (zhruba raz za 10 rokov v prázdninových mesiacoch). Ich vzrast je vyšší v nížinách a nižšie položených kotlinách ako v horských polohách. Preto horské polohy nebudú pociťovať vlny horúčav (ak uvažujeme stanovenú hraničnú hodnotu 30 °C), no výkyvy teploty okolo normálu budú porovnateľné s nižšie ležiacimi polohami. Pri týchto indikátoroch je pomerne málo vyjadrená ich závislosť na nadmorskej výške.

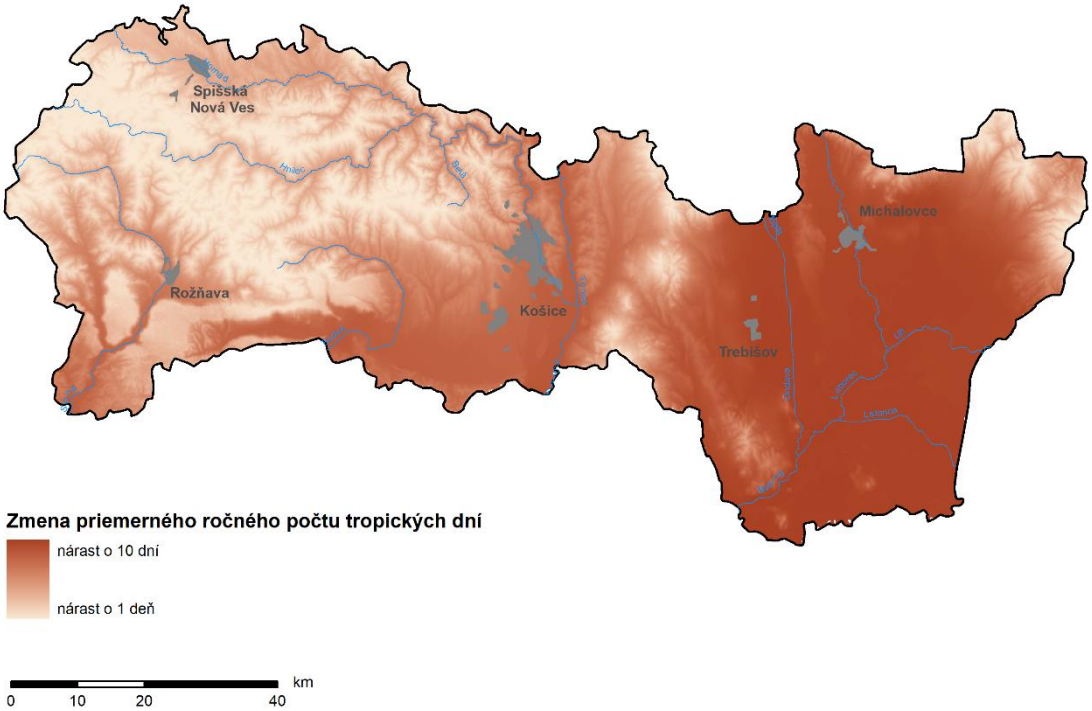
Na mapách vyjadrený vzrast tohto indikátora bude najmarkantnejší v nížinných polohách a v nižšie položených kotlinách, pričom tento nárast sa prejaví v dlhšom trvaní vĺn horúčav, pričom budú dosahované aj extrémnejšie vysoké teploty vzduchu.



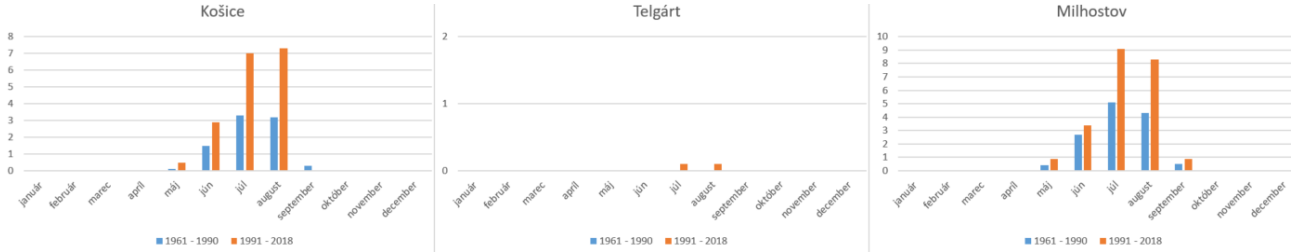
Obr. 11: Mapa zmeny priemerného ročného počtu letných dní



Obr. 12: Priemerný mesačný počet letných dní [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018



Obr. 13: Mapa zmeny priemerného ročného počtu tropických dní



Obr. 14: Priemerný mesačný počet tropických dní [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018

b. Indikátory, založené na charakteristikách atmosférických zrážok a snehovej pokrývky

Indikátor expozície č. 4: Relatívna zmena priemerných zrážok v zimných mesiacoch medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

Tento zrážkový indikátor expozície je dôležitým ukazovateľom množstva disponibilných zrážok v zimnom období (XII – II), kedy vo vyšších polohách sú spadnuté zrážky viazané najmä v snehovej pokrývke. Táto tvorí prirodzenú zásobu vody, potrebnej pre vegetáciu v jarnom období, no i možnú hrozbu jarných povodní z topenia snehu. Smerom k nižším nadmorským výškam, najmä vplyvom vyššej teploty vzduchu vstupuje do vodného cyklu roztopená snehová pokrývka s určitým posunom k skorším dátumom. Podiel zimného úhrnu zrážok na celoročnom úhrne tvorí 15 až 20 %, t.j. v nižších polohách kraja okolo 90 mm, vo vyšších okolo 120 mm.

Z hodnotenia mapy tohto indikátora vyplýva, že kladná relatívna zmena tohto indikátora je menšia v nížinných podmienkach a v nižších polohách kotlín (prepočítané na absolútne hodnoty okolo 5 mm) a vyššia v horských polohách (cca 17 mm). Tento nárast sám o sebe nevnáša do vodného režimu žiadnu zásadnú zmenu, je dôležitý však v súvislosti so vzrastom teploty vzduchu.

Tabuľka 1: Priemerný mesačný úhrn atmosférických zrážok [mm] v období 1961-1990 a 1991-2018

1961 – 1990														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok	**Zima**
Košice	27,6	26,8	31,6	42,4	70,6	83,9	83,9	73,4	52,8	42,5	48,4	34,7	618,7	**89,1**
Telgárt	34,3	40,2	42,8	64,0	112,4	121,9	91,3	88,0	61,6	62,0	68,4	42,9	829,7	**117,4**
Milhostov	29,0	25,6	30,6	40,8	56,9	69,7	73,7	61,8	44,1	37,8	40,5	36,5	546,9	**91,1**
1991 - 2018														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok	**Zima**
Košice	26,1	27,4	24,1	43,0	69,5	84,7	94,5	66,1	50,0	49,8	38,4	35,2	609,0	**88,8**
Telgárt	40,9	41,5	50,4	66,6	105,9	118,0	117,8	97,9	73,3	68,7	64,5	43,1	888,7	**125,5**
Milhostov	24,8	27,6	28,3	38,4	65,3	69,1	84,7	58,8	57,8	48,0	37,9	33,9	574,6	**86,3**

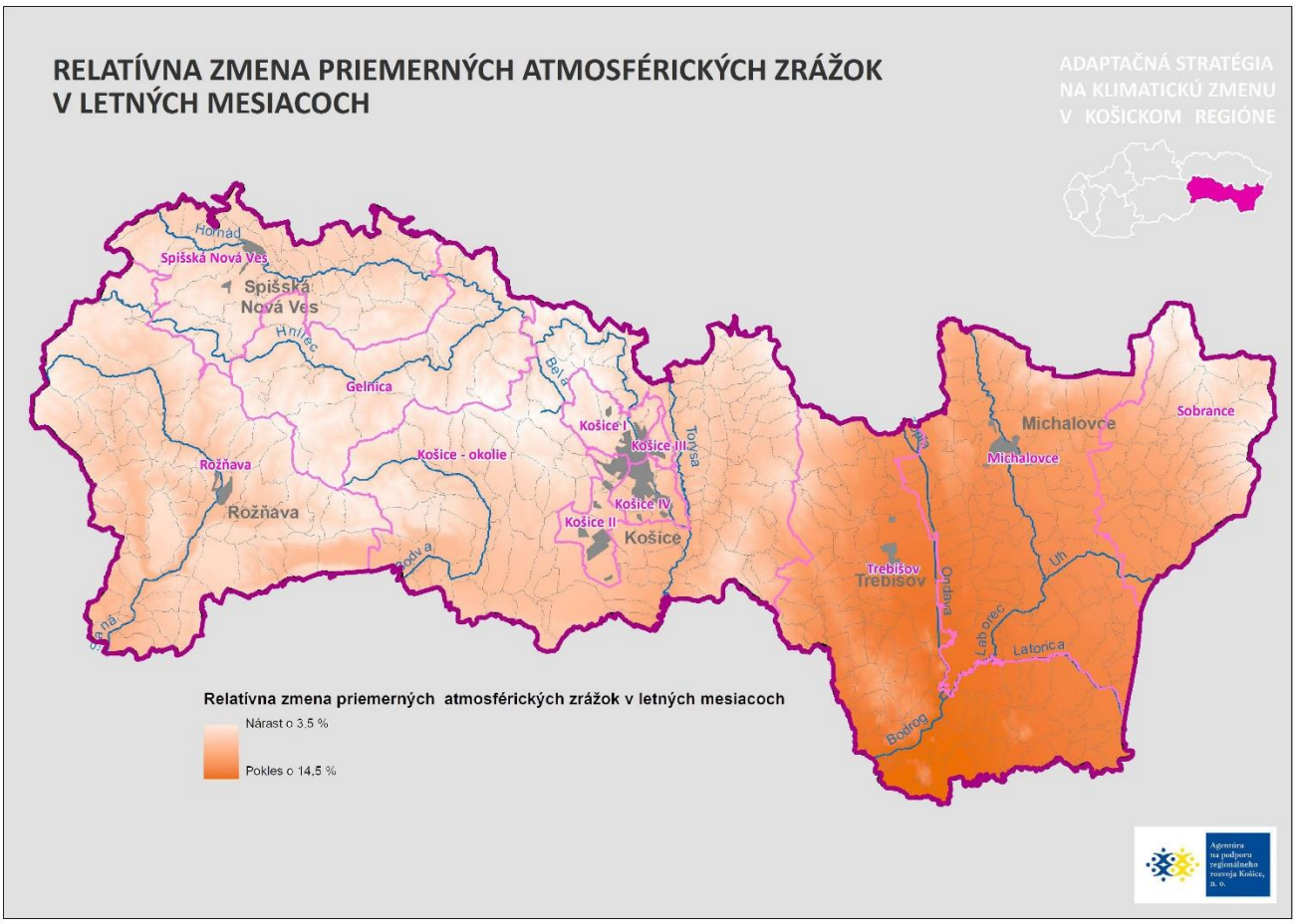
Obr. 15: Mapa relatívnej zmeny priemerných atmosférických zrážok v zimných mesiacoch

Indikátor expozície č. 5: Relatívna zmena priemerných zrážok v letných mesiacoch medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

Zrážkový indikátor expozície je dôležitým ukazovateľom množstva zrážok v najteplejšej a na zrážky najbohatšej časti roka – v lete (VI - VIII). V lete podstatná časť zrážok spadne v podobe intenzívnych prehánok (konvektívne zrážky). Oproti ostatným ročným obdobiam sú relatívne menej zastúpené zrážky stratiformné, ktoré majú nižšiu intenzitu a dlhšie trvanie, pričom zrážkové pásmo zasahuje väčšie územie. Podiel letného úhrnu zrážok na celoročnom úhrne tvorí okolo 35 % (na nížine tesne nad 200 mm, v horských polohách tesne nad 300 mm) , v priemere na zrážky býva najbohatším mesiacom júl. Relatívna zmena tohto indikátora v nížinných podmienkach znamená pokles okolo 14 %, čo v absolútnej hodnote znamená okolo 30 mm, v horských polohách pokles okolo 3 %, čo je okolo 10 mm). Tieto hodnoty nie sú v horských podmienkach z hľadiska vodnej bilancie rozhodujúce, naproti tomu v nížinných podmienka zvyšujú tlak pôdneho sucha.

Tabuľka 2: Priemerný mesačný úhrn atmosférických zrážok [mm] v období 1961-1990 a 1991-2018

1961 – 1990														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok	**Leto**
Košice	27,6	26,8	31,6	42,4	70,6	83,9	83,9	73,4	52,8	42,5	48,4	34,7	618,7	**241,2**
Telgárt	34,3	40,2	42,8	64,0	112,4	121,9	91,3	88,0	61,6	62,0	68,4	42,9	829,7	**301,2**
Milhostov	29,0	25,6	30,6	40,8	56,9	69,7	73,7	61,8	44,1	37,8	40,5	36,5	546,9	**205,2**
1991 – 2018														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok	**Leto**
Košice	26,1	27,4	24,1	43,0	69,5	84,7	94,5	66,1	50,0	49,8	38,4	35,2	609,0	**245,3**
Telgárt	40,9	41,5	50,4	66,6	105,9	118,0	117,8	97,9	73,3	68,7	64,5	43,1	888,7	**333,7**
Milhostov	24,8	27,6	28,3	38,4	65,3	69,1	84,7	58,8	57,8	48,0	37,9	33,9	574,6	**212,6**



Obr. 16: Mapa relatívnej zmeny priemerných atmosférických zrážok v letných mesiacoch

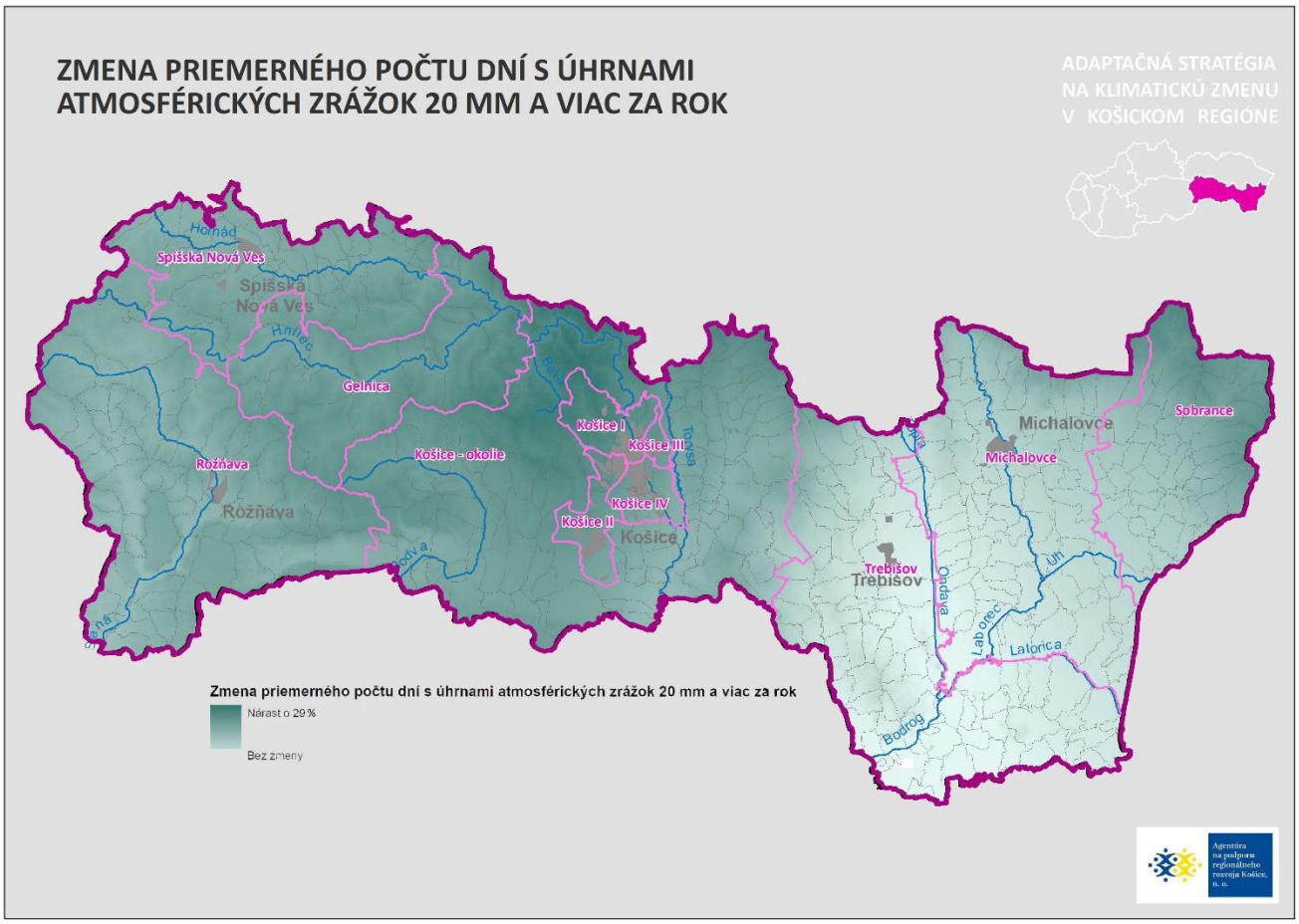
Indikátor expozície č. 6: Zmena priemerného počtu dní s lejakmi za rok medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

Tento zrážkový indikátor expozície pozostáva z počtu dní s charakteristickým denným úhrnom zrážok, konkrétne s úhrnom 20 mm a viac. Tento filter, podľa štatistických podkladov oddeľuje krátkotrvajúce intenzívne lejaky, vyskytujúce sa v teplom polroku od dlhšie trvajúcich, no menej výdatných zrážok, ktoré nemajú konvektívny pôvod. Intenzívne zrážky sú potenciálnym zdrojom prívalových povodní, spôsobujú vodnú eróziu a v sklonitom teréne ich odtok máva deštruktívne účinky.

Z hodnotenia mapy vyplýva, že zmena tohto indikátora nie je v nížinných podmienkach v budúcnosti podstatná, predpokladá sa jeho slabé zvýšenie v horských polohách. Nie je to však určujúci ukazovateľ pre frekvenciu výskytu prívalových povodní.

Tabuľka 3: Priemerný mesačný počet dní so zrážkami R≥20mm [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018

1961 - 1990	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok
Košice	0,1	0,0	0,1	0,1	0,5	0,7	0,9	1,0	0,5	0,4	0,3	0,2	4,8
Telgárt	0,1	0,3	0,2	0,5	1,1	1,5	0,9	0,9	0,7	0,8	0,6	0,1	7,7
Milhostov	0,1	0,0	0,2	0,2	0,3	0,6	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,1	3,6
1991 - 2018	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rok
Košice	0,1	0,0	0,0	0,2	0,6	0,8	0,9	0,8	0,4	0,5	0,4	0,1	4,7
Telgárt	0,2	0,1	0,3	0,7	1,1	1,5	1,5	1,2	0,9	0,8	0,6	0,2	9,1
Milhostov	0,1	0,0	0,1	0,2	0,6	0,7	1,0	0,8	0,6	0,4	0,1	0,1	4,7



Obr. 17: Mapa zmeny priemerného počtu dní s úhrnmi atmosférických zrážok 20 mm a viac za rok

Indikátor expozície č. 7: Zmena priemerného počtu dní s výdatnými zrážkami za rok medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

Tento zrážkový indikátor expozície charakterizuje niekoľkodňové intenzívne zrážky, ktoré sú charakteristické pre cyklonálne situácie a prechody zvlnených studených frontov v teplom polroku. Takéto výdatné zrážky bývajú príčinou regionálnych povodní na stredných, resp. väčších vodných tokoch. Často bývajú príčinou zosuvov pôdy najmä vtedy, ak je pôda už pred takýmto dažďom nasýtená vodou vo svojich horných vrstvách. Ako indikátor boli vybrané maximálne 2-dňové úhrny zrážok. Podobne môžu byť vybrané tiež 5-dňové úhrny zrážok.

Uvedené indikátory nevykazujú do budúcnosti významný pokles, alebo vzostup. Medzi nížinami a nižšie položenými kotlinami nie je výrazný rozdiel medzi dosiahnutými priemernými hodnotami týchto indikátorov.

Vo vyšších polohách sa vyskytujú v priemere vyššie ich hodnoty. V jednotlivých rokoch sú však, bez ohľadu na polohu možné mať pri 2-dňových úhrnoch zrážok hodnotu do 130 mm, pri 5-dňových až 170 mm. Pre uvedené úhrny sa nepočíta s ich signifikantným navyšovaním do časového horizontu 2030.

Tabuľka 4: Priemer dvojdňových maximálnych ročných úhrnov zrážok v mm

Obdobie	Košice	Čaňa	Telgárt	Rožňava	Somotor	Milhostov	Jovsa	R. Hámre	Moldava
1961-1990	51,6	41,7	62,4	52,4	44,2	44,7	46,9	-	49,0
1981-2010	51,2	46,5	58,7	50,4	46,1	49,3	50,6	63,4	50,3
1991-2017	48,5	46,4	59,8	51,5	42,9	49,6	52,6	64,8	52,0

Tabuľka 5: Priemer päťdňových maximálnych ročných úhrnov zrážok v mm.

Obdobie	Košice	Čaňa	Telgárt	Rožňava	Somotor	Milhostov	Jovsa	R. Hámre	Moldava
1961-1990	59,7	46,2	82,0	62,2	48,0	46,4	55,7	-	53,6
1981-2010	57,5	51,1	86,1	62,2	51,0	55,9	59,0	80,2	59,2
1991-2017	59,4	53,3	86,8	62,4	49,7	57,1	61,7	85,7	57,7

Prívalové (bleskové) povodne

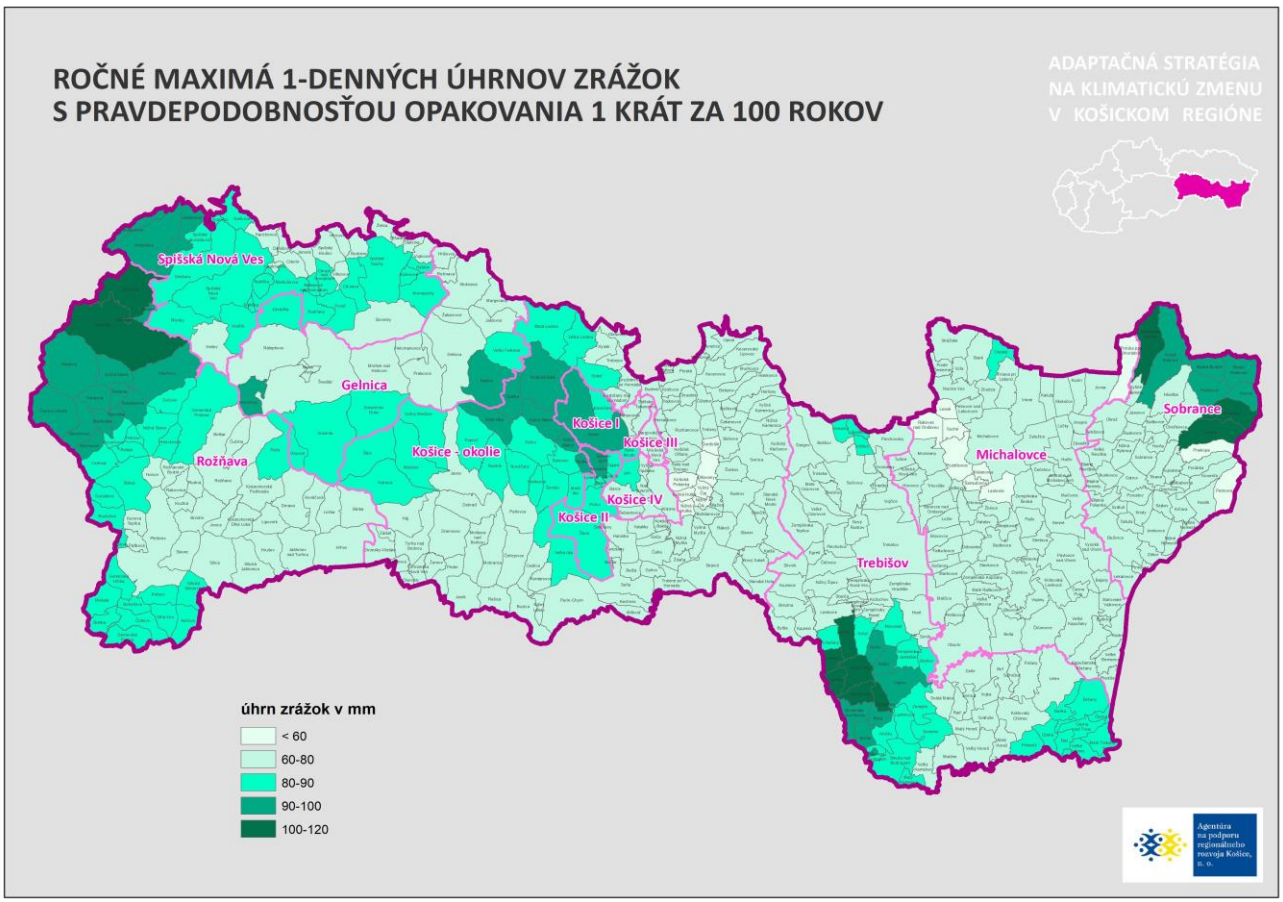
Zrážky v teplom polroku majú vo zvýšenej miere charakter prehánok a lejakov (tzv. konvektívne zrážky). V chladnom polroku sú väčšinou zaznamenávané trvalé zrážky, s menšou výdatnosťou ako pri konvektívnych. Silné lejaky sú sprievodným javom pri búrkach. Priemerný počet dní s búrkou za rok v je v našej oblasti okolo 25 dní, pričom sú najčastejšie v období od mája do augusta. Počas búrok sa môžu vyskytnúť aj iné nebezpečné meteorologické javy, najmä silný vietor, krupobitie a blesky. Tie môžu spôsobiť požiare v zalesnenom území.

Búrky sú viazané na oblaky typu Cumulonimbus, ktoré k svojej tvorbe potrebujú dostatočnú vlhkosť vzduchu, vhodné teplotné (tzv. labilné) zvrstvenie atmosféry a tiež aj impulz, ktorý podmieni výstupné pohyby vzduchu a následnú tvorbu búrkového oblaku (najmä teplo, alebo zdvih vzduchovej hmoty v hornatom teréne). Búrka má svoj životný cyklus, počnúc od jej rozvinutia, cez etapu plného vývoja až po jej zánik. Tento cyklus je časovo ohraničený na 1 až 2 hodiny. Len niektoré typy búrok, tzv. supercely, majú dlhšie trvanie. Taktiež aj sprievodné zrážky pri búrkach sú časovo aj priestorovo ohraničené. Ich priemerné trvanie je okolo 1,5 hodiny, pričom jadro lejaku zasahuje územie niekoľko málo desiatok km2.

Výskyt prívalovej (bleskovej) povodne je viazaný na kombináciu dvoch hlavných faktorov. Prvým je množstvo a intenzita zrážok pri lejaku a druhým konkrétny terén, na ktorý tieto zrážky spadnú. Súhra uvedených faktorov môže spôsobiť na jednej strane to, že na rovinatom teréne, napr. v oblasti Zemplína, silný lejak nevyvolá patričnú hydrologickú odozvu a k prívalovej povodni nedôjde. Na opačnej strane spektra nebezpečnosti prívalových povodní je zvlnený, hornatý terén, napr. v oblasti Gemera. Zvlášť „vhodný“ terén, pre vznik prívalových povodní sú mikropovodia v tvare vejára, v ktorých sa steká viacero tokov. Kumulácia a časová súhra povodňových vĺn na nich môže znásobiť mohutnosť a ničivosť povodne. Hoci blesková povodeň zasahuje pomerne malé územie a má krátke trvanie, jej nebezpečnosť spočíva v jej náhlom vzniku, rýchlom vzostupe hladiny tokov, a v neposlednom rade aj na ich deštrukčnej povahe. Stupeň ohrozenie života a zdravia a tiež aj majetku je preto veľmi vysoký.

Obsah vodnej pary v ovzduší (inými slovami - množstvo vody v atmosfére, ktoré je k dispozícii aj k tvorbe zrážok) rastie exponenciálne so zvyšujúcou sa teplotou vzduchu. To ovplyvňuje nielen vzostup pravdepodobnosti výskytu silných búrok ale aj vysokých úhrnov zrážok počas búrkových situácií v lete. Množstvo vodnej pary všeobecne rastie o 6 % na 1 °C oteplenia a tak isto aj úhrny zrážok rastú tiež najmenej o 6 %. S rastúcou teplotou a vlhkosťou vzduchu sa zväčšuje aj energia výstupných prúdov vzduchu v búrkovom oblaku. Tak môžeme predpokladať, že rast teploty vzduchu o 2 °C počas mimoriadnych búrkových situácií bude viesť k rastu doterajších maxím krátkodobých úhrnov zrážok asi o 20 %.

V blízkej budúcnosti nepredpokladáme nárast počtu prívalových povodní, no vzhľadom na predpokladaný vývoj oteplenia a vzrast intenzity a množstva zrážok pri lejakoch sa môže potenciál prívalových povodní zväčšiť.

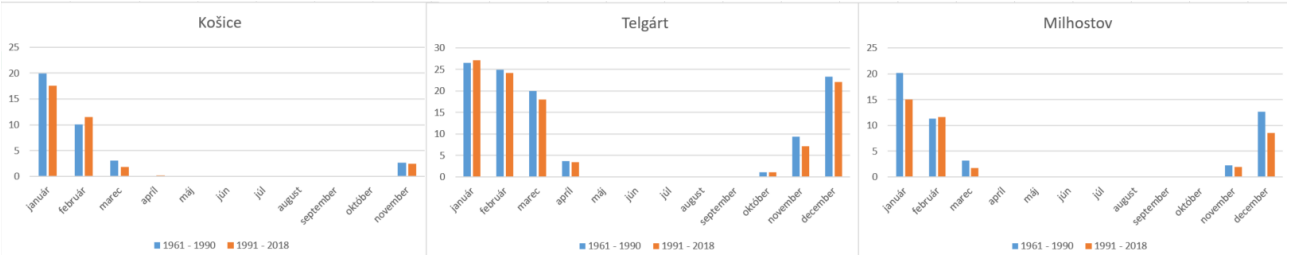


Obr. 18: Mapa ročných maxím jednodenných úhrnov zrážok s pravdepodobnosťou opakovania raz za 100 rokov

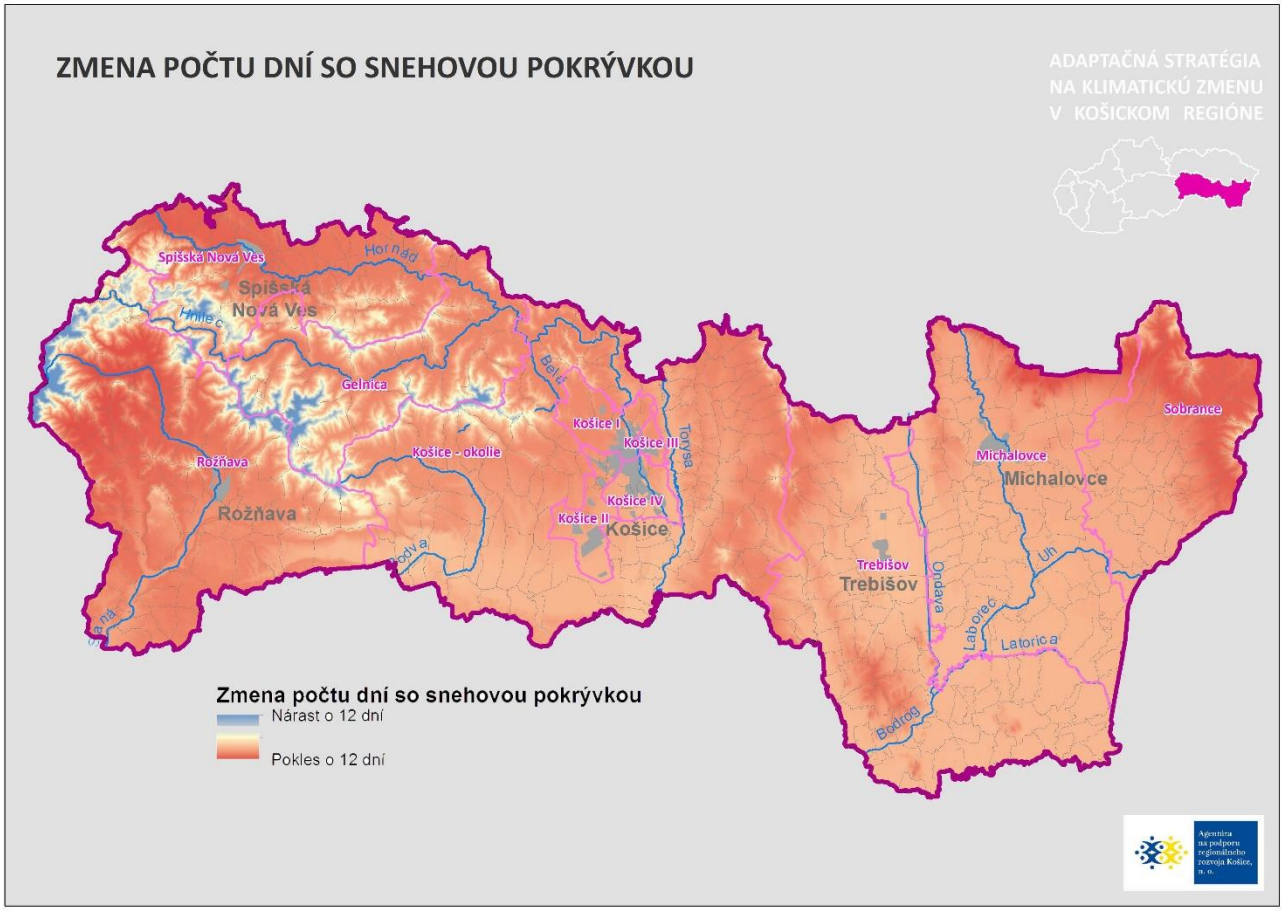
Indikátor expozície č. 8: Zmena priemerného počtu dní so snehovou pokrývkou za rok medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

Tento indikátor snehovej pokrývky je kvalitatívnym ukazovateľom výskytu snehovej pokrývky bez ohľadu na jej hrúbku, či zásobu vody v nej. Na počet dní so snehovou pokrývkou majú vplyv teplotné i zrážkové pomery. Preto je závislý od nadmorskej výšky, kde výškový gradient teploty i úhrnu zrážok v zime určujú aj vertikálny gradient (t.j. vzrast s nadmorskou výškou) počtu dní so snehovou pokrývkou. Snehová pokrývka v zimnom období akumuluje zásobu vody, ktorá je dôležitou zložkou vodnej bilancie na začiatku jari a zvyšuje prietoky riek ako aj dopĺňa zásoby podzemných vôd. Počet dní so snehovou pokrývkou v roku napr. V Košiciach je v priemere okolo 45, v chladných zimách až 80 dní a v teplých a suchých menej ako 20. V horských oblastiach je priemer počtu týchto dní okolo 105.

Zmena priemerného počtu dní so snehovou pokrývkou do časového horizontu 2030 sa v nižších polohách (na nížinách a v nižšie položených kotlinách) predpokladá s poklesom okolo 10 dní, naopak, v hrebeňových polohách pohorí sa ráta so zvýšením týchto dní v priemere o 10 ročne. Na nížinách to podporuje scenáre sporadického výskytu snehovej pokrývky, čo sa môže prejaviť najmä v režime pôdnej vlhkosti na jar.



Obr. 19: Priemerný mesačný počet dní so snehovou pokrývkou 1 cm a viac [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018



Obr. 20: Mapa zmeny počtu dní so snehovou pokrývkou

c. Indikátory založené na zložkách vodnej bilancie (výparu) a indikátorov sucha

Indikátor expozície č. 9: Relatívna zmena ročnej potenciálnej evapotranspirácie medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

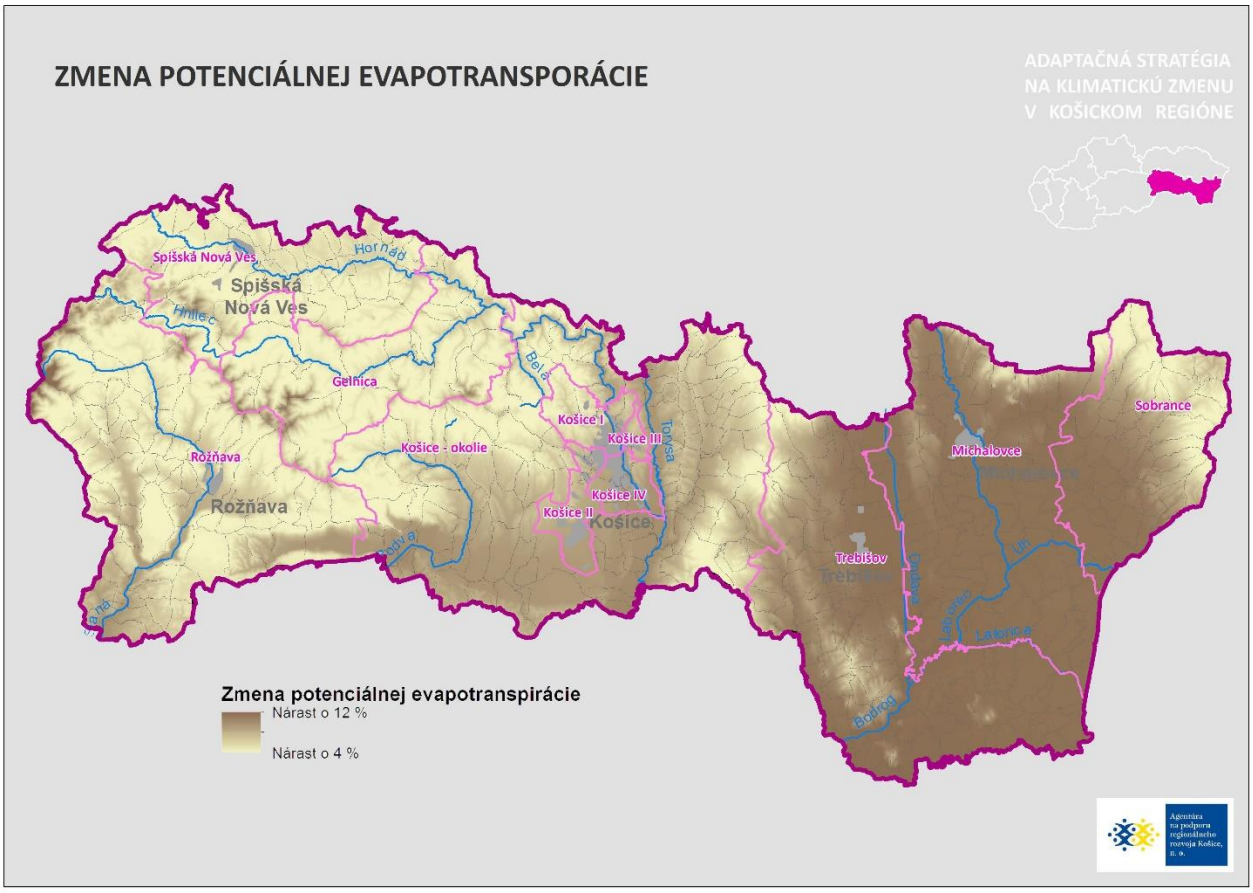
Prevažné množstvo vody sa zo zemského povrchu a rastlín vyparí do atmosféry. Ak je povrch pôdy dostatočne vlhký, vyparí sa z neho a z rastlinnej pokrývky najviac vody. Tento výpar sa nazýva potenciálnym a aj keby sme ďalej dodávali vodu na pôdu a do jej horných vrstiev, nebude sa výpar už ďalej zvyšovať. Tento indikátor je ukazovateľom energetických možností danej polohy uskutočniť výpar a zároveň potenciál atmosféry prijať vyparenú vodu. To znamená, že úhrn potenciálneho výparu nie je limitovaný zásobami vody vo vrchných vrstvách pôdy. Potenciálny výpar vykazuje závislosť na nadmorskej výške, pretože najmä teplota vzduchu (vyjadrenie energetických možností výparu) s výškou klesá. Väčšina ročnej sumy potenciálneho výparu, až 90 %, sa realizuje v teplom polroku (IV – IX). Indikátor sa priamo nemeria, počíta sa Budyko - Zubenokovej metódou, do ktorej vstupujú najmä charakteristiky teploty a vlhkosti vzduchu. Priemerná ročná suma potenciálnej evapotranspirácie v Košiciach (charakterizujúce nižšie kotlinové polohy) dosahuje okolo

680 mm, no kolíše v rozmedzí 630 až 730 mm. V pohoriach potenciálna evapotranspirácia klesá a dosahuje hodnotu okolo 500 mm za rok.

Ako je znázornené na mape, nárast priemernej ročnej potenciálnej evapotranspirácie do horizontu 2030 na nížinách a v nižšie položených kotlinách o cca 12 % je konkrétne vyjadrený hodnotou zvýšenia tejto charakteristiky o cca 80 mm, na horách vzrast potenciálnej evapotranspirácie o cca 4 % značí nárast o 20 mm. Hodnota na nížinách značí zvýšený potenciál sucha v týchto polohách, nárast 20 mm na horách je z hľadiska vplyvu na vodnú bilanciu nevýznamný.

Tabuľka 6: Priemerné mesačné a ročná suma potenciálnej evapotranspirácie (mm) v Košiciach a Telgárte za obdobie 1961-1990 a 1991-2010

1961 – 1990	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***	***12***	***Rok***
Košice	2	9	37	67	97	109	118	100	66	35	11	2	654
Telgárt	1	3	16	48	74	84	93	79	52	28	6	0	485
1991 – 2010	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***	***12***	***Rok***
Košice	2	10	41	74	103	117	124	111	67	33	11	2	696
Telgárt	0	3	14	53	83	92	100	87	49	23	5	0	509



Obr. 21: Mapa zmeny potenciálnej evapotranspirácie

Indikátor expozície č. 10: Relatívna zmena ročnej aktuálnej evapotranspirácie medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

Prevažné množstvo vody sa zo zemského povrchu a rastlín vyparí do atmosféry. Ak je povrch pôdy dostatočne vlhký, vyparí sa z neho a z rastlinnej pokrývky najviac vody. Tento výpar sa nazýva potenciálnym. Skutočný výpar nazývame aktuálnym, pri ktorom sa dostáva do atmosféry množstvo vody pri reálnych podmienkach vlhkosti pôdy. Tento výpar je v nižších polohách podstatne nižší ako potenciálny. K potenciálnemu výparu sa na území kraja môže priblížiť len v horských polohách nad 800 m n. m. Tento indikátor je ukazovateľom reálnych podmienok výparu, ktorý dovoľuje vodná bilancia toho – ktorého miesta. Tento indikátor sa počíta

ďalšími algoritmami z Budyko - Zubenokovej metódy, do ktorej vstupujú ďalšie meteorologické premenné, sumy atmosférických zrážok, počty dní so snehovou pokrývkou a oblačnosť. Aktuálny výpar vykazuje závislosť na nadmorskej výške, no jeho priebeh nie je taký jednoduchý ako pri potenciálnom výpare. Väčšina ročnej sumy výparu, až 85 %, sa realizuje v teplom polroku (IV – IX). Priemerná ročná suma reálnej evapotranspirácie v nižších polohách okolo 480 mm, no medziročne kolíše od 400 do 570 mm. V horských polohách regiónu sa výška výparu približuje maximálne možnému výparu v týchto polohách a dosahuje okolo 450 mm.

Mapa expozície tejto charakteristiky vodnej bilancie nebola vypracovaná. Jej konštrukcia nebola reálna, pretože hodnoty indikátora expozície boli nízke a nevykazovali ani horizontálny ani vertikálny gradient.

Tabuľka 7: Priemerné mesačné a ročná suma aktuálnej evapotranspirácie (mm) v Košiciach a v Telgárte za obdobie 1961-1990 a 1991-2010

1961 – 1990	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***	***12***	***Rok***
Košice	2	8	27	50	75	81	81	66	43	23	8	2	467
Telgárt	1	3	14	40	70	82	88	70	44	24	5	0	440
1981 – 2010	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***	***12***	***Rok***
Košice	2	8	29	57	76	82	86	70	42	22	8	2	483
Telgárt	0	3	12	46	78	88	90	75	41	20	5	0	458

Indikátor expozície č. 11: Zmena dní s riečnymi záplavami medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

Pre charakteristiku rizika nebezpečenstva povodní sa používa viacero indikátorov. Jedným z nich je maximálny špecifický odtok. V 7. národnej správe o zmene klímy na Slovensku sa pre povodia, ktoré sa nachádzajú, alebo ktorých toky vstupujú na územie KSK, najvyššie hodnoty tohto indikátora sú v hornom povodí riek Topľa, Ondava, Ladomírka, Torysa, Laborec a prítoky rieky Topľa a Laborec v ich centrálnych častiach. Tieto povodia sa nachádzajú najmä na severovýchodnej a severnej časti Slovenska. Zhodnotené trendy maximálneho špecifického odtoku z minimálne 30-ročných časových radov maximálnych ročných tokov ukázali, že výrazne zvýšené trendy sa zaznamenávajú iba v riekach, kde sa v rokoch 2010 - 2016 vyskytli bleskové povodne, ako aj prítoky rieky Bodrog z Ukrajiny.

Určenie oblastí, v ktorých je výskyt klasických regionálnych povodní ako aj prívalových povodní s extrémnymi následkami oveľa častejší ako na ostatnom území je dôležitou úlohou pri stanovení citlivosti územia na povodňovú hrozbu. Indikátorom citlivosti riečnych povodí na povodňové extrémy je tzv. „povodňový index“ K.

Povodňový index je definovaný tak, že väčší podiel medzi najvyšším prietokom a priemerným prietokom za dlhoročné obdobie je znakom vyššej citlivosti na povodňové situácie (najmä počas letného obdobia).

Na mape indikátora sú znázornené regióny vzhľadom na hodnotu “povodňového indexu” K:

Veľmi citlivé	K = 30 a viac
Citlivé	K v intervale 20 – 30
Menej citlivé	K v intervale of 10 – 20
Málo citlivé	K nižšia ako 10

Väčšina veľmi citlivých oblastí sa nachádza mimo územia kraja (povodia Torysy, Tople, Ondavy a Laborca situované na území Prešovského kraja). V povodí Hornádu leží len malá časť jeho povodia v tejto kategórii na území Košického kraja. Ostatné oblasti sú poväčšine menej citlivé až málo citlivé na povodne.

Pre indikátor „povodňového indexu” K neboli robené scenáre pre budúce časové horizonty, vzhľadom na ich veľkú neurčitosť. Vyplýva to z kombinácie neurčitostí všetkých faktorov, ktoré vplývajú na tvorbu odtoku.

Bola spracovaná mapa aktuálnej priestorovej diferenciácie hodnôt povodňového indexu K pre vegetačné obdobie, ktorá je predpokladaným obrazom tohto indexu aj v časovom horizonte 2030.

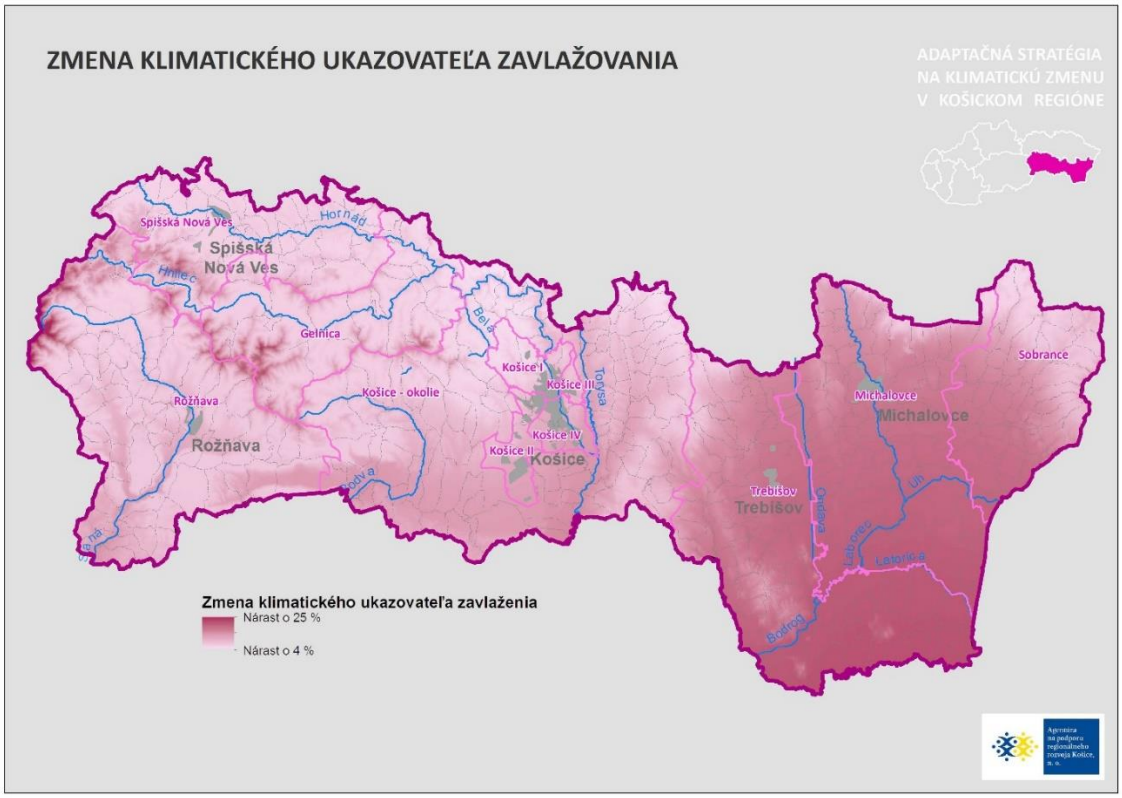
Indikátor expozície č. 12: Relatívna zmena indikátora sucha – klimatického ukazovateľa zavlaženia medzi referenčným obdobím 1981 – 2010 a časovým horizontom 2030 (priemer z obdobia 2021 – 2040).

Klimatický ukazovateľ zavlaženia je rozdiel potenciálneho výparu a úhrnu zrážok za určité obdobie a dajú sa ním hodnotiť vlahové podmienky územia. Kladné hodnoty (t.j. keď je potenciálny výpar vyšší ako úhrn zrážok) znamenajú nedostatok, záporné zas prebytok vlahy v roku. Tento indikátor patrí medzi používané ukazovatele sucha, pričom pre výpar je braný horný limit výparu, t.j. výpar potenciálny. T.j. tento ukazovateľ je nastavený striktnejšie ako keby do ukazovateľa vstupovala hodnota reálnej evapotranspirácie (ktorá nikdy nepresiahne potenciálnu evapotranspiráciu). Určuje sa z vypočítanej sumy potenciálnej evapotranspirácie za rok, alebo teplý polrok a zo zodpovedajúcich úhrnov zrážok. Ukazovateľ vykazuje pomerne zložitý priebeh s nadmorskou výškou, pretože potenciálny výpar spravidla s výškou klesá a úhrn zrážok stúpa. Priemerná ročná hodnota klimatického ukazovateľa zavlaženia v Košiciach dosahuje je okolo 50 mm, no medziročne kolíše od 250 mm (veľmi suché roky) pod -150 mm (veľmi vlhké roky).

Mapa expozície vyjadruje zmenu zo súčasných podmienok nedostatku, resp. prebytku vlahy v roku po horizont 2030. Hodnoty vzrastu v nižších polohách o 4 % znamenajú nárast o cca 15 mm, v horských polohách sa počíta s nárastom cca o 25 mm. Znova to znamená tlak sucha v nižšie položených oblastiach kraja a nevýznamný faktor z hľadiska vodnej bilancie pre horské polohy.

Tabuľka 8: Priemerné mesačné hodnoty a ročná suma klimatického ukazovateľa zavlaženia (mm) v Košiciach a v Telgárte za obdobie 1961-1990 a 1991-2010

1961 – 1990	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***	***12***	***Rok***
Košice	-26	-17	5	25	26	25	34	27	13	-7	-37	-32	35
Telgárt	-34	-37	-27	-16	-38	-38	2	-9	-10	-34	-62	-43	-344
1981-2010	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***	***12***	***Rok***
Košice	-24	-17	17	31	34	32	30	45	17	-17	-27	-33	87
Telgárt	-34	-37	-29	-11	-29	-30	9	-1	-12	-39	-64	-43	-320



Obr. 22: Mapa zmeny klimatického ukazovateľa zavlaženia

4. Analýza citlivosti a čiastkových dopadov

Podľa IPCC (Intenational Panel on Climate Change), citlivosť na klimatickú zmenu sa definuje ako stupeň negatívneho alebo pozitívneho ovplyvnenia systému stimulom súvisiacim s klímou. Účinok môže byť priamy (napr. pokles úrody ako reakcia na zmenu priemernej teploty, alebo premenlivosti teploty, resp. na sucho) alebo nepriamy (napr. škody spôsobené zvyšujúcou sa frekvenciou záplav kvôli vyššej častosti prívalových dažďov). V rámci analýzy citlivosti (inšpirujúc sa projektom ESPON Climate) sú definované 4 dimenzie citlivosti:

- Fyzická (technická) citlivosť súvisí so všetkými ľudskými výtvormi, ktoré sú dôležité pre rozvoj území a ktoré sú potenciálne ovplyvnené klimatickou zmenou, vrátane objektov kultúrneho dedičstva.
- Environmentálna citlivosť sa zameriava na prírodné entity vysoko citlivé na zmenu (napr. chránené prírodné územia, alebo lesy zasahované požiarmi) a relatívne stabilné entity akými sú napr. pôdy s obmedzenými kapacitami na adaptáciu a zároveň tvoriace základ pre živočíšne a rastlinné ekosystémy.
- Sociálna citlivosť sa vzťahuje k ľudskej populácii, ktorá môže byť ovplyvnená klimatickou zmenou. V prípade Košického kraja ide najmä o starších ľudí a deti. Vo väčších mestách (v rozsiahlych zastavaných plochách) citlivé skupiny obyvateľov môžu viac trpieť napr. vlnami horúčav.
- Ekonomická citlivosť sa vzťahuje k ekonomickým aktivitám alebo sektorom, ktoré sú zvlášť citlivé voči klimatickej zmene. Hodnotený je najmä turizmus, poľnohospodárstvo, lesníctvo a energetika.

Jednotlivé dimenzie sa navzájom ovplyvňujú, napríklad stav pôd je významný dopad na poľnohospodárstvo, preto sa dimenzie nepovažujú za izolované a stav krajiny sa posudzuje ako celok.

4.1. Environmentálna, fyzická, kultúrna citlivosť a čiastkové dopady

4.1.1. Prírodné prostredie a biodiverzita

- **Biodiverzita a chránené územia**

Chránené územia sú dôležitým nástrojom ochrany biodiverzity. Väčšina chránených oblastí je navrhnutá tak, aby reprezentovala a chránila špecifické prírodné črty, druhy a spoločenstvá. Znižovanie biodiverzity sa stalo jednou z našich hlavných environmentálnych výziev. Jej dopad na funkciu ekosystémových služieb, na spoločnosť a ekonomiku ako celok sa stále viacej potvrdzuje. Chránené územia tvoria kompaktné celky prirodzených alebo málo zmenených biotopov, poskytujú miesta pre posun areálov druhov a ekosystémov, zvyšujú odolnosť ekosystémov a schopnosť obnovy zabezpečovaním nedotknutých štruktúr a prírodných procesov.

Na území Košického kraja sú vyhlásené 4 veľkoplošné chránené územia a to 2 národné parky (NP Slovenský raj a NP Slovenský kras) a 2 chránené krajinné oblasti (CHKO Latorica a CHKO Vihorlat). Na území Košického kraja je evidovaných 132 tzv. maloplošných chránených území, z toho 31 národných prírodných rezervácií, 42 prírodných rezervácií, 23 národných prírodných pamiatok, 25 prírodných pamiatok a 11 chránených areálov (stav k 31. decembru 2019).

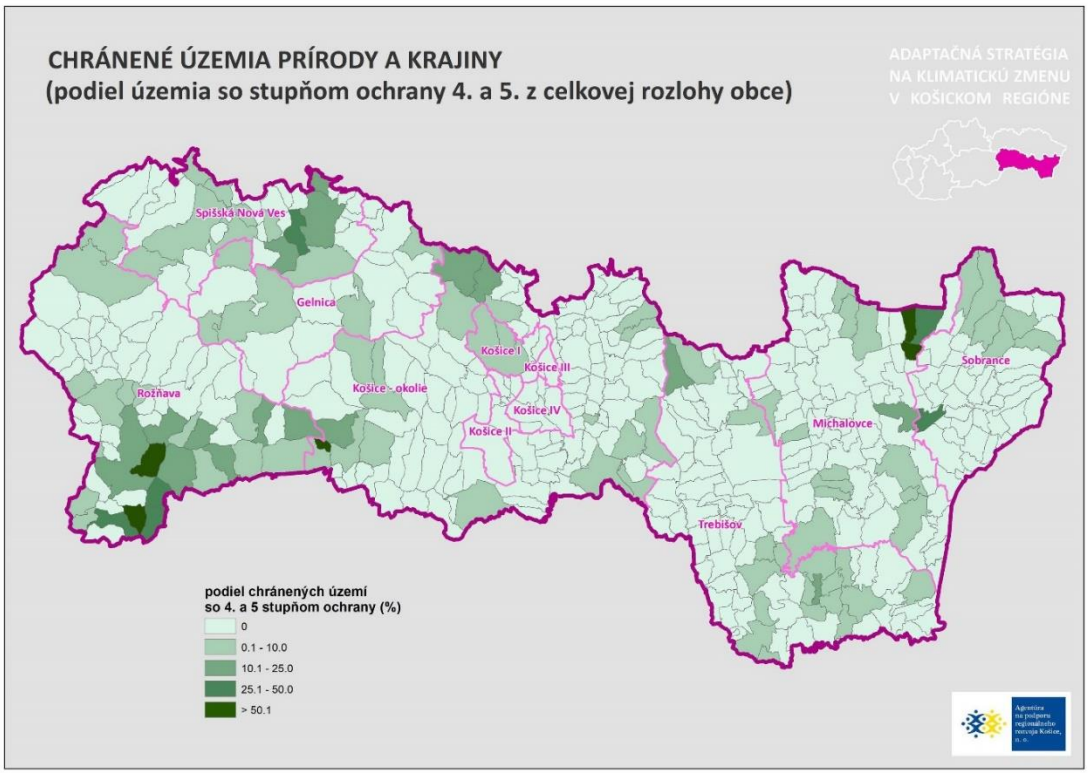
Národnú sieť chránených území Slovenska dopĺňajú chránené vtáčie územia a územia európskeho významu, ktoré tvoria súčasť súvislej európskej sústavy chránených území NATURA 2000. Prekryv území sústavy Natura 2000 s národnou sústavou chránených území na Slovenku je 42,3 %. Cieľom NATURA 2000 je zachovať priaznivý stav biotopov európskeho významu a priaznivý stav druhov európskeho významu.

Z 10 vyhlásených chránených vtáčích území (CHVÚ) na území Košického kraja, majú 3 schválené programy starostlivosti o chránené vtáčie územie (CHVÚ Ondavská vrchovina, CHVÚ Košická kotlina a CHVÚ Slovenský raj). Pre biotopy európskeho významu s prirodzeným výskytom na Slovensku sú vymedzené územia európskeho významu (ÚEV), z ktorých 80 sa po aktualizovanom zozname z roku 2017 nachádza na území Košického kraja.

Osobitnú skupinu chránených území tvoria medzinárodne významné mokrade, tzv. ramsarské lokality. Na území Košického kraja sú vyhlásené 4 ramsarské lokality – Alúvium Tisy, Senné rybníky, Latorica a Domica.

Na území Košického kraja je vybudovaná pravdepodobne dostatočná sieť chránených území a ekologických sieti na regionálnej a lokálnej úrovni. Chránené územia zabezpečujú ochranu proti dôsledkom zmeny klímy ako je zvyšovanie teploty vzduchu či extrémne prejavy počasia a zvyšujú zabezpečenie vody pri meniacich sa hydrologických podmienkach. Samotná existencia dobre definovanej siete chránených území, kde sa môžu ekosystémy nerušene adaptovať je jednou z podmienok pre adaptáciu krajiny na klimatické zmeny. Je však potrebné aplikovať adaptívny manažment území kombinovaný s umožnením prebiehajúcich prírodných adaptačných procesov a so zohľadnením dynamiky vývoja ekosystémov.

V rámci analýzy územia Košického kraja z pohľadu chránených území, bola vypracovaná mapa, ktorá zobrazuje podiel maloplošných chránených území, ktoré sú v 4. a 5 stupni ochrany k celkovej rozlohe katastrálneho územia. Ide o chránené územia prevažne z kategórie prírodná rezervácia (PR), národná prírodná rezervácia (NPR), prírodná pamiatka (PP), národná prírodná pamiatka (NPP), chránený areál (CHA) a chránený krajinný prvok (CHKP). Je predpoklad, že územia s najvyšším stupňom ochrany predstavujú územia prirodzených alebo málo zmenených biotopov, ktoré majú vyššiu odolnosť a schopnosť obnovy prírodných procesov.



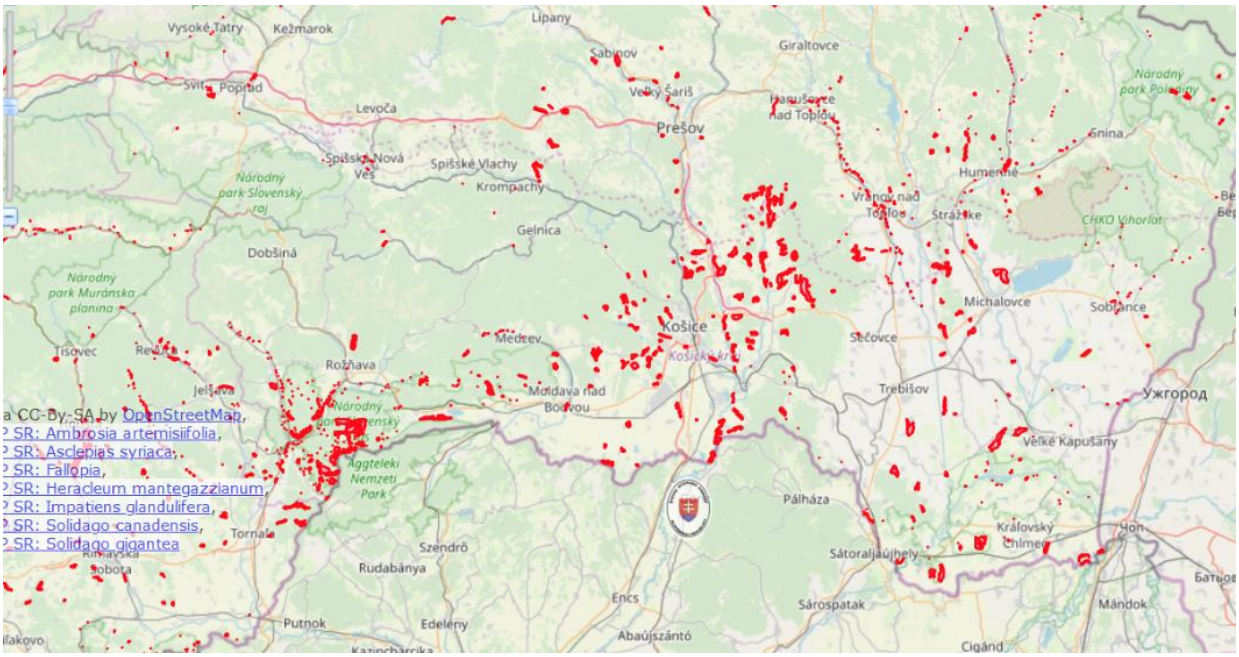
Obr. 23: Mapa podielu chráneného územia so 4. a 5 stupňom ochrany z celkovej rozlohy obce (spracované na základe údajov poskytnutých ŠOP SR)

K znižovaniu kvality biotopov a celkovému ohrozeniu pôvodnej biodiverzity prispieva aj nekontrolované šírenie **inváznych druhov**. Invázne druhy sú nepôvodné druhy rastlín alebo živočíchov, ktoré majú potenciál sa rýchlo šíriť a negatívne ovplyvňovať populácie našich pôvodných druhov a pôvodné biotopy. Tam kde rastú, vytláčajú pôvodné druhy a flóra sa na našom území ochudobňuje. Invázne druhy rastlín boli najčastejšie dovezené ako okrasné alebo medonosné rastliny, ktoré sa z parkov a výsadieb začali rýchlo šíriť do okolia a obsadzovať nové plochy. Majú vysoký reprodukčný potenciál. Viaceré z týchto druhov v súčasnosti tvoria rozsiahle porasty, najčastejšie popri vodných tokoch, cestách, železniciach, na opustených priestranstvách, ale zasahujú aj do pôvodných rastlinných spoločenstiev (biotopov). Niektoré sú známe ako alergény (zlatobyle, ambrózia palinolistá), iné vyvolávajú rôzne kožné poranenia (boľševník obrovský).

Do zoznamu inváznych druhov Slovenskej republiky boli zaradené druhy, ktoré spôsobujú najväčšie problémy, resp. ktoré majú najväčší negatívny vplyv na naše pôvodné druhy a ich biotopy a najviac menia krajinu. Patria sem invázne bylinné druhy: ambrózia palinolistá, glejovka americká, rod pohánkovec (krídlatka), boľševník obrovský, netýkavka žliazkatá, zlatobyľ kanadská, zlatobyľ obrovská a štyri invázne dreviny: pajaseň žliazkatý, beztvarec krovitý, kustovnica cudzia a javorovec jaseňolistý.

Aktuálne evidovaný výskyt inváznych druhov rastlín na území Slovenska je dostupný na interaktívnej mape Slovenska, http://maps.sopsr.sk/mapy/invazky/map.html. Súčasťou je mapa prioritných lokalít, kde vidíme zmapované rozšírenie inváznych druhov rastlín v rámci Košického kraja, ktoré sa majú prioritne odstraňovať.

Nekontrolované šírenie inváznych druhov spôsobuje v podmienkach klimatickej zmeny doplňujúci tlak na ekosystémy a môže prispieť k výraznej strate adaptačnej schopnosti a odolnosti krajiny.



Obr. 24: Výskyt zmapovaných inváznych bylinných druhov v Košickom kraji

- **Ekologická stabilita**

Krajinotvorné procesy prírodné alebo antropogénne spôsobujú neustále zmeny v krajine, čím je bezprostredne z ekologického hľadiska ovplyvňovaná aj jej stabilita, teda schopnosť ekosystému vrátiť sa pôsobením vlastných vnútorných mechanizmov k dynamickej rovnováhe alebo k svojmu „normálnemu“ vývojovému smeru. Na vyjadrenie úrovne ekologickej stability určitého územia bolo vytvorených viacero metodických nástrojov, z ktorých väčšina je založená na výpočte koeficientu ekologickej stability (KES). KES vyjadruje sprostredkovane stupeň prirodzenosti územia na základe kvality (hodnota krajinnoekologickej významnosti) a kvantity (plošná výmera) jednotlivých prvkov súčasnej krajinnej štruktúry v konkrétnom katastrálnom území.

KES v podstate odráža vzájomný pomer negatívnych a pozitívnych krajinných prvkov. Za pozitívne krajinné prvky sú považované ekosystémy zodpovedajúce prírodným a poloprírodným podmienkam a to lesné porasty, TTP - lúky a pasienky, prirodzené vodné toky, plochy verejnej zelene a pod. K negatívnym krajinným prvkom sú zaraďované umelo vytvorené, prípadne pozmenené plochy a objekty ako sú orná pôda, ťažobné priestory, zastavané územia, technické plochy, smetiská atď. KES však poskytuje len orientačnú informáciu o ekologickej kvalite priestorovej štruktúry krajiny, nemožno ho považovať za hodnotenie biologickej alebo ekologickej kvality územia.

Používajú sa viaceré postupy výpočtu KES. Koeficient ekologickej stability navrhnutý Miklósom (1986) priraďuje k jednotlivým formám využitia krajiny váhové koeficienty ekologickej významnosti. Najvyššiu

hodnotu váhového koeficientu majú plochy lesných porastov – 1, najnižšiu majú zastavané plochy – 0. Koeficienty ekologickej významnosti krajinných prvkov podľa využívania územia majú nasledovné hodnoty: poľnohospodárska pôda (0,14), lúčne porasty (0,62), pasienky (0,68), záhrady (0,50), ovocné sady (0,30), lesy (1,00), vodné plochy (0,79), ostatné (0,10) a zastavané plochy (0,00).

Koeficient ekologickej stability krajiny (KES) vypočítame:

$$KES = \frac{(pa * kpn)}{P}$$

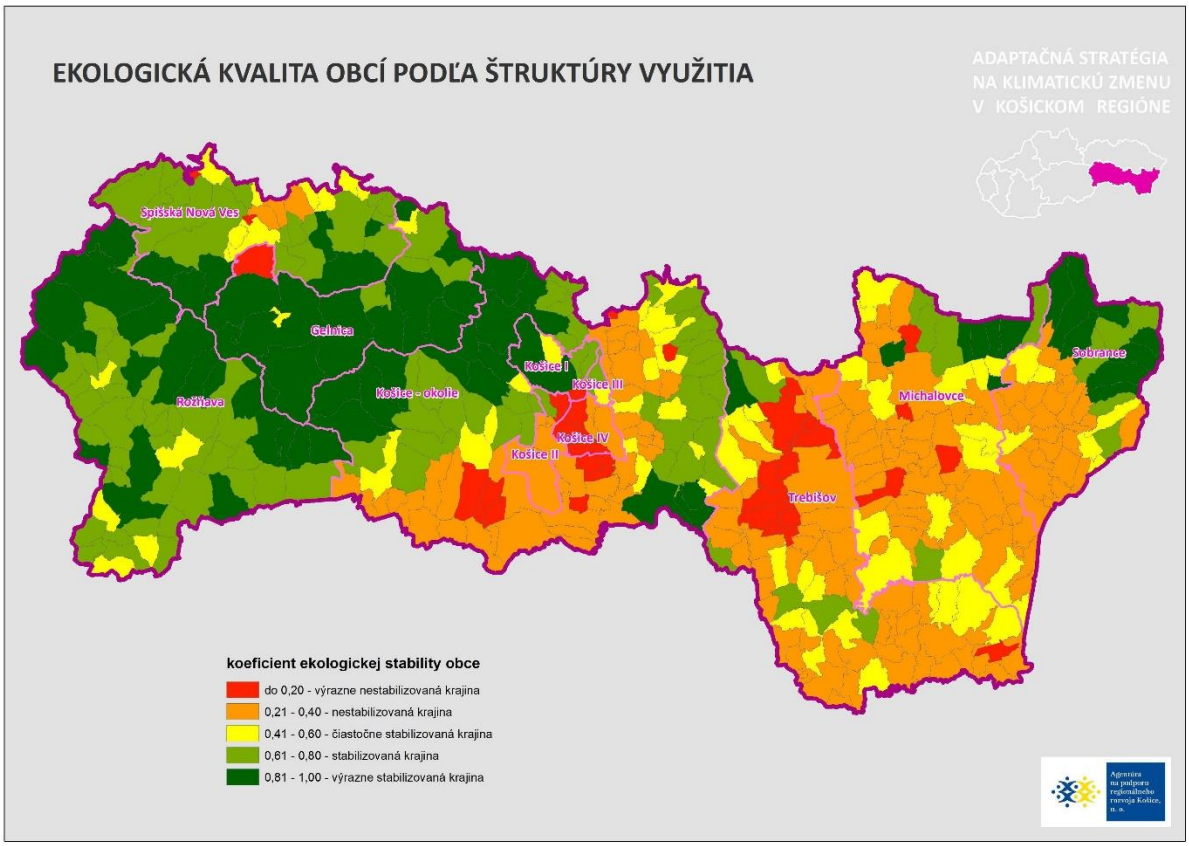
p_a = výmera jednotlivých foriem využitia krajiny v hektároch

k_{pn} = koeficient ekologickej významnosti formy využitia krajiny

P = výmera katastrálneho územia

Klasifikácia krajiny podľa koeficientu ekologickej stability krajiny je nasledovná: do 0.20 výrazne nestabilizovaná krajina, 0.21 - 0.40 nestabilizovaná krajina, 0.41 - 0.60 čiastočne stabilizovaná krajina, 0.61 - 0.80 stabilizovaná krajina a od 0.81 - 1.00 výrazne stabilizovaná krajina.

Na základe uvedených výpočtov pre katastrálne územia v Košickom kraji vieme určiť, že najviac katastrálnych území Košického kraja spadá do kategórie – nestabilizovaná krajina s koeficientom ekologickej stability v rozmedzí od 0,21 do 0,40. Ide prevažne o obce nachádzajúce v nížinných oblastiach s rozsiahlou výmerou poľnohospodárskej pôdy resp. vysoko zastavané katastrálne územia mestských častí Košíc. Druhou najviac zastúpenou kategóriou podľa klasifikácie krajiny predstavuje stabilizovaná krajina (v rozmedzí od 0,61 - do 0,80), ktorá je zastúpená v 110 obciach Košického kraja. Do kategórie výrazne nestabilizovanej krajiny spadá 36 obcí a naopak do kategórie výrazne stabilizovanej krajiny spadá 68 obcí Košického kraja. Z mapy vyplývajú významné rozdiely, čo sa týka úrovne ekologickej stability v nížinných, pahorkatinných a horských oblastiach v prospech horských oblastí. Koeficient ekologickej stability Košického kraja predstavuje hodnotu KES = 0,50, čím zaradzujeme územie kraja do kategórie čiastočne stabilizovaná krajina.

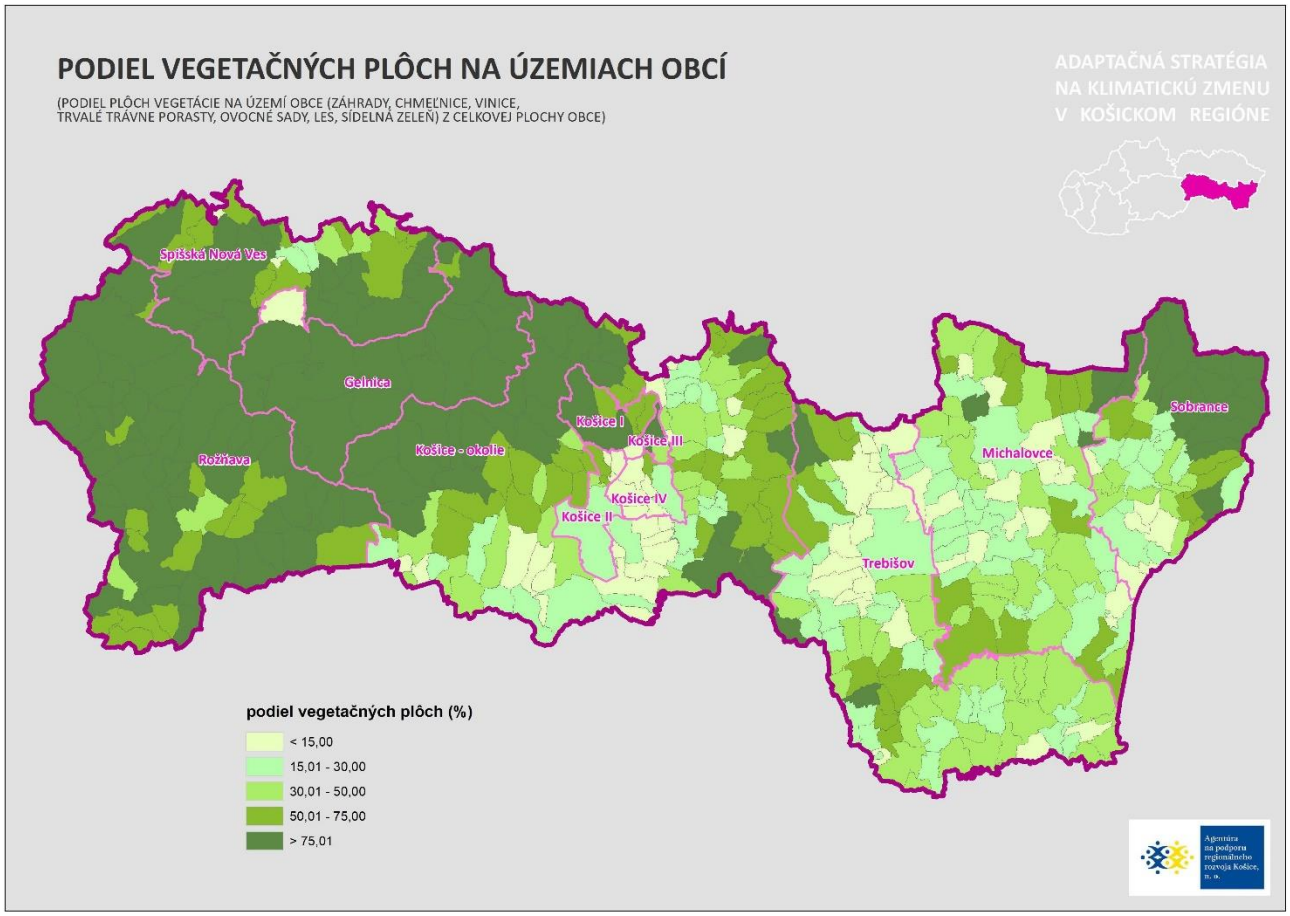


Obr. 25: Mapa ekologickej stability katastrálneho územia podľa spôsobu využitia (vypracované na základe vlastných výpočtov z dát Štatistického úradu SR http://datacube.statistics.sk/)

Ochrana ekologickej stability a biodiverzity v poľnohospodárskej krajine silne závisí od spôsobov využívania prírodných zdrojov a systémov obhospodarovania poľnohospodárskej krajiny. Obhospodarovanie poľnohospodárskych plôch intenzívnym až priemyselným pestovaním malého počtu plodín na pôdnych blokoch s veľkou výmerou znižuje ekologickú stabilitu krajiny a adaptačnú schopnosť. Zmeny na trhu poľnohospodárskych komodít a zvyšovanie podielu plodín pestovaných pre biopalivá (kukurica, repka olejná) prispeli k výraznému zníženiu diverzity poľnohospodárskych oblastí. Takisto výrazné znižovanie využívania trvalých trávnych porastov (lúky a pasienky), ktoré súvisí so znižovaním stavov hospodárskych zvierat a slabou ekonomickou efektivitou hospodárenia, prispieva k ohrozeniu biotopov vzácnych druhov flóry a fauny, ktoré sa na nich vyskytujú a ktoré vyžadujú starostlivosť (kosenie, pasenie).

V porovnaní s nížinami je stabilita horských a podhorských oblastí výrazne vyššia. Podieľajú sa na tom aj mnohé sekundárne ekosystémy, ako sú lúky, racionálne využívané pasienky, ovocné sady, vinice a pod. Výrazným ekologickým prvkom stability v krajine je les a v urbanizovanom prostredí plní túto funkciu mestská zeleň.

Mestská zeleň zohráva dôležitú úlohu pri zadržiavaní zrážkovej vody v urbanizovanom prostredí, pri znižovaní rýchlosti vetra v mestskom prostredí a pri regulácii miestnej mikroklímy. Parky, stromové aleje, stromy na námestiach sú bežnými doplnkami, ktoré k mestám a obciam neoddeliteľne patria. Zeleň má v mestách a obciach dôležitú funkciu, nie iba tu estetickú. Z viacerých štúdií, ale aj zo skúseností vieme, že najlepšou prevenciou voči vysokým horúčavám sú stromy a parky. Zeleň a verejné priestranstvá s významným vegetačným krytom môžu dočasne zachytiť významné množstvá zrážok. Tieto zrážky sa môžu následne vypariť do atmosféry, čím sa zvýši atmosférická vlhkosť, alebo môžu pomaly vsiaknuť do pôdy. Zelené plochy zvyšujú vlhkosť vzduchu v priemere 5 až 7 percent. Zeleň by mala zohrávať zásadnú úlohu v zmierňovaní negatívnych vplyvov zmeny klímy a nové opatrenia a politiky v oblasti plánovania zelene by mali slúžiť v oblasti adaptácie na dôsledky zmeny klímy.



Obr. 26: Mapa podielu vegetácie na území obce

Vo svete existuje viacero štandardov v oblasti zelene pre sídla, napr. podľa Štandardov pre dostupné prírodné oblasti zelene v Anglicku, človek by nemal žiť vo väčšej vzdialenosti ako 300 m od najbližšej oblasti prírodnej vegetácie s rozlohou najmenej 2 ha, na 1000 obyvateľov by malo pripadať najmenej 1 ha miestnej prírodnej rezervácie, do 2 km od domova by mala byť najmenej jedna 20 ha plocha vegetácie.

U nás podľa Envirostratégie 2030, podiel zelene v mestách, vážený počtom obyvateľov, by sa mal v celoslovenskom priemere zvyšovať aspoň na 40 % a všetci obyvatelia krajských miest by mali mať prístup k zeleni do 10 minút.

Ekologicky vyvážené sídlo charakterizuje viac ako 40 – 60 % plošný podiel vegetácie. Z analýzy podielu vegetácie v obciach Košického kraja vyplýva, že mnohé obce v okresoch Spišská Nova Ves, Rožňava a Gelnica dosahujú podiel vegetácie aj nad 75 %, zatiaľ čo prevažná časť obci okresu Michalovce, Trebišov a obce v južnej časti okresu Sobrance nedosahuje hodnotu nad 30 % podielu zelene. Zo súčasných známych a dostupných prameňov vyplýva, že priemerná potreba zelene pre zastavané územie obce sa pohybuje okolo 75 m^2 na obyvateľa.

Predpokladané dôsledky zmeny klímy na prírodné prostredie a biodiverzitu

- **Predpokladané dôsledky zmeny klímy na biotopy / chránené územia**

Napriek nenahraditeľnému významu, ktoré ekosystémy plnia v krajine, dochádza k ich neustálemu ohrozovaniu a degradácii, pričom sa výrazne ovplyvňujú aj ich služby. Podľa výsledkov priebežného monitoringu stavu biotopov európskeho významu na Slovensku, sa k roku 2019 nachádzalo v nepriaznivom - nevyhovujúcom (U1) stave až 53,4 % biotopov a nepriaznivom – zlom (U2) stave 10,0 % biotopov. Medzi najviac ohrozené biotopy v rámci celej strednej Európy patria rašeliniská, mokrade a zaplavované lúky. Podľa výsledkov monitoringu je v nepriaznivom stave (nevyhovujúci a zlý) až 34,8 % mokraďových biotopov.

V kontexte adaptácie majú dôležitú úlohu medzinárodné a národné siete chránených území, keďže chránené územia tvoria kompaktné celky prirodzených alebo málo zmenených biotopov, poskytujú miesta pre posun areálov druhov a ekosystémov, zvyšujú odolnosť ekosystémov a schopnosť obnovy zabezpečovaním nedotknutých štruktúr a prírodných procesov, zabezpečujú ochranu proti dôsledkom zmeny klímy ako je zvyšovanie teploty vzduchu či extrémne prejavy počasia, udržiavajú vodné zdroje a zvyšujú zabezpečenie vody pri meniacich sa hydrologických podmienkach. Každé chránené územie je rovnako dôležité pre ochranu vzácnych druhov a biotopov, ale nie je rovnako citlivé na zmenu klímy. Častokrát chránené územia sú malé izolované fragmenty uprostred degradovanej alebo rozvinutej krajiny a často obsahujú vzácne alebo jedinečné druhy a spoločenstvá s úzkymi ekologickými toleranciami.

Zmena klímy zasahuje do fungovania ekosystémov. Očakáva sa, že zmena klímy ovplyvní a aj podstatne zmení funkčnosť viacerých ekosystémov. Hodnotenie zraniteľnosti ekosystémov a ich služieb na dôsledky zmeny klímy je zložité a závisí od lokalizácie a schopnosti ich obnovy. Najzraniteľnejšími typmi biotopov na Slovensku sú sladkovodné biotopy, rašeliniská, slatiny, lesné biotopy a vysokohorské biotopy. Prírodné úseky vodných tokov s funkčnými alúviami zmierňujú záplavové vlny a vytvárajú priestor pre zadržiavanie vôd. Prepojenie mokradí a riečnych alúvií vedie k ochrane a udržiavaniu prírodných ekosystémov a môže tiež pomôcť pri znižovaní povodňových vĺn. Častejší a dlhodobejší výskyt obdobia sucha znamená úbytok mokradí, slatín a rašelinísk.

Osobitné postavenie majú lesné ekosystémy s vysokou diverzitou druhov drevín v rôznej vekovej štruktúre. Lesné ekosystémy okrem iného zmierňujú teplotu prostredia, spevňujú pôdu, zadržiavajú vodu a postupne ju uvoľňujú. V súvislosti najmä s masívnym výrubom lesov aj v prírodne hodnotných oblastiach a chránených územiach sa zhoršil stav cenných lesných biotopov a prírodných lesov a do budúcna je rizikom pre správnu adaptáciu na negatívne dôsledky zmeny klímy.

V dôsledku zvýšenej priemernej teploty vzduchu sa očakáva posun vegetačných pásiem a stupňov smerom k vyšším zemepisným šírkam alebo nadmorským výškam, čo môže znamenať ohrozenie určitých ekosystémov a biotopov.

- **Predpokladané dôsledky zmeny klímy na rastlinné a živočíšne druhy/ biodiverzitu**

Vzhľadom k očakávaným zmenám podmienok prostredia, kedy všetky scenáre klimatickej zmeny počítajú so zvyšovaním priemernej ročnej teploty, možno za klimatickou zmenou najviac ohrozené vzácne druhy označiť najmä glaciálne reliktné druhy, teda tie, ktoré na Slovensku tvoria pozostatky poslednej doby ľadovej. Z rastlinnej ríše zostalo popri machoch a lišajníkoch veľa glaciálnych reliktov aj u cievnatých rastlín. K ohrozeným pozostatkom ľadovej doby patria aj druhy, ktoré majú stanovištia v slatinách či vrchoviskách. Na Slovensku budú dotknuté druhy a spoločenstvá, ktoré sú na južnom okraji areálu rozšírenia a vysokohorské druhy a spoločenstvá. Väčšina na vodu viazaných druhov patrí medzi ohrozené, nakoľko sú zraniteľné a citlivé voči zmenám hydrologického režimu a antropogénnym zásahom.

Očakávajú sa zmeny v životnom cykle rastlín a živočíchov, najmä v období rozmnožovania, zmeny začiatku a konca vegetačnej sezóny.

Meniace sa klimatické charakteristiky prostredia povedú k migrácii jednotlivých druhov a spoločenstiev v závislosti na veľkosti a rýchlosti týchto zmien. Riziká migrácie druhov môžu spočívať ako v absencii prirodzených bariér, čo znamená napr. výskyt nových druhov škodcov, prípadne inváznych organizmov, ale na druhej strane zase existencia bariér, prirodzených, či umelých, môže zase viesť k znemožneniu migrácie a napr. aj vyhynutiu niektorých druhov.

Očakáva sa oslabenie adaptačnej schopnosti druhov v dôsledku straty genetických zdrojov, posunu vhodných vegetačných pásiem a stupňov pre niektoré druhy smerom na sever a do vyšších nadmorských výšok, ohrozenie stability a kvality koridorov pre migráciu vzácnych a endemických druhov, šírenie nepôvodných druhov, inváznych druhov a škodcov. Jedným z dôsledkom zmeny klímy na biodiverzitu je ohrozenie autochtónnych druhov fauny a flóry inváznymi druhmi, ktoré tu nachádzajú vhodné klimatické podmienky.

4.1.2.Svahové deformácie a prognóza ich vývoja

Geologická stavba územia

V zmysle prehľadnej geologickej mapy Slovenskej republiky v mierke 1:200 000 (Mello, Ivanička et al., 2008; Kaličiak, Elečko, Konečný et al., 2008) je územie kraja budované niekoľkými hlavnými tektonickými jednotkami. K najstarším patria **paleozoické formácie** a tektonické jednotky gemerika, severného a južného veporika, fatrika nachádzajúce sa predovšetkým v západnej, severozápadnej a strednej časti kraja a zemplinika v juhovýchodnej časti kraja. Uvedené jednotky sú paleozoického veku (prvohory) a sú tvorené veľmi pestrou škálou litologických hornín. Najčastejšie sú to rôzne druhy bridlíc, pieskovcov, zlepencov, metaryolitové tufy, tufity, ryolity, dacity, ryolitovo-dacitové vulkanoklastiká, dolomitické vápence, dolomity, magnezity, metamorfované zlepence, pieskovce, fylity, menej často ruly, svory amfibolity, migmatity a granodiority. Horniny v okolí Byšty sú zrejme najstaršími v rámci celého kraja. Predpokladá sa, že ich vek je ešte starší než paleozoický (prvohorný), t. j. proterozoický (predpaleozoický).

Druhú, litologicky veľmi pestrú skupinu hornín tvoria **mezozoické (druhohory) sedimenty**. V zmysle citovaných autorov sú zaradené do silicika, turnaika, meliatika (západná časť kraja), zemplinika (juhovýchodná časť kraja), fatrika a severného veporika (humenské mezozoikum), ktoré reprezentujú paleoalpínske tektonické jednotky, bradlového pásma (územie medzi Podhoroďou a Inovcami) a v menšej miere tvoria najmladšie formácie uvedených paleozoických jednotiek. K najčastejšie sa vyskytujúcim sedimentom patria rôzne typy vápencov a dolomitov (napr. wettersteinske, gutensteinske, ramsauské, krinoidové, reiflingské, steinalmské, slienité), bridlice, pieskovce, kremence, zlepence, slieňovce, menej často sú zastúpené fylity, kryštalické vápence, metabázické horniny, silicity, hematity, rauvaky, brekcie.

Z **treťohorných hornín** sú na území kraja zastúpené tak paleogénne (staršie) ako aj neogénne (mladšie) sedimenty a vulkanity. Plošne najväčšie rozšírenie majú sedimenty podtatranskej skupiny (vnútrokarpatský paleogén), ktoré sa nachádzajú v južnej časti Hornádskej kotliny (severozápadná časť kraja). Ide o najmä flyšové sedimenty zubereckého, hutianského, bielopotockého a borovského súvrstvia (Janočko in Mello, Ivanička et al., 2008). Litologicke ide o ílovce, prachovce, pieskovce zlepence a brekcie, ktoré sa striedajú v rôznom pomere. Flyšové sedimenty sa nachádzajú aj v severovýchodnej časti kraja (širšie okolie Strážskeho a Ruského Hrabovca). Paleozoické horniny sa lokálne vyskytujú aj v okolí Bretky zaradené do budínskej panvy (bretčianske vrstvy – vápence s organickým detritom, brekcie a zlepence), sladkovodné vápence (šomodské súvrstvie) a zlepence v okolí Drienovca.

Z **predkvartérnych hornín** majú na území kraja najväčšie plošné zastúpenie neogénne sedimenty spolu s vulkanickými horninami. Sedimenty budujú (vypĺňajú) celú košickú kotlinu, abovskú pahorkatinu, východoslovenskú nížinu (rovinu a priľahlé pahorkatiny) a sú rozčlenené do mnohých súvrstiev. Litologicky ide o veľmi pestrú škálu sedimentov – rôzne druhy ílov, ílovcov, pieskov, pieskovcov, štrkov, zlepencov, ktoré pomerne často obsahujú šošovky, polohy či prímes vulkanických hornín (tufy, tufity), zriedkavo aj uhlia/lignitu. Vulkanické horniny budujú predovšetkým celé Slanské vrchy, Vihorlatské vrchy a pohorie Popričný, ako aj ich predhoria. Roztrúsené výskyty vulkanických hornín sa nachádzajú aj v južnej časti východoslovenskej nížiny a na východnom okraji zemplínskych vrchov. Aj sopečné horniny zahŕňajú veľký počet litologických typov. Najčastejšie sa vyskytujú rôzne druhy andezitov, andezitových brekcií, dacitov, ryodacitov, ryolitov, dioritových porfýrov tvoriacich lávové prúdy, neky, dajky, extrúzie alebo iné telesá, autochtónne pyroklastiká (tufy, tufity, aglomeráty), redeponované pyroklastiká a epiklastiká (pieskovce, zlepence). V rámci uvedených pohorí bolo vyčlenených viacero stratovulkánov a vulkánov (Kaličiak, Elečko, Konečný et al., 2008).

Najväčšie plošné zastúpenie v rámci košického kraja majú kvartérne sedimenty, ktoré zakrývajú staršie horniny. Ich hrúbka miestami dosahuje až niekoľko desiatok metrov. K hlavným genetickým typom patria deluviálne, fluviálne (aluviálne i terasové), proluviálne a eolické sedimenty. Litologicky ide najčastejšie o jemnozrnné a hrubozrnné sedimenty (zeminy), t. j. íly a prachovce, piesky a štrky, ktoré majú sa vzájomne prerastajú. Zriedkavo sa vyskytujú organické sedimenty (rašelina, uhlie), penovce a travertíny (napr. Hrhov, Beňatina).

Z geologického hľadiska treba spomenúť **tektonické/zlomové poruchy**, ktoré majú charakter prešmykov, násunov či horizontálnych posunov). Zlomy porušujú a oddeľujú jednotlivé geologické formácie alebo len rôzne veľké horninové telesá či bloky. Niektoré zlomy sú seizmoaktívne alebo sú aktívne aj v súčasnosti.

Výskyt svahových deformácií

Svahové deformácie sú výsledkom svahových pohybov. V zmysle všeobecne akceptovanej klasifikácie (Nemčok, Pašek, Rybář, 1974) založenej na rýchlosti pohybu horninových hmôt rozlišujeme 4 hlavné skupiny svahových pohybov – plazenie, zosúvanie, tečenie a rútenie. V prípade plazenia sa rýchlosti pohybujú v mm za až cm za rok, zosúvania v cm až m za deň, v m až desiatkach m za hodinu, resp. ide o voľný pád. V košickom kraji sa vyskytujú svahové pohyby zo všetkých uvedených skupín. Dominantné je zosúvanie a plazenie, tečenie a rútenie sa vyskytuje len zriedkavo.

Skupina zosúvania je zastúpená najčastejšie zosuvmi rôzneho stupňa aktivity, tvaru a veľkosti, plazenie pomalými pohybmi typu blokových polí a blokových rozpadlín. Tečenie reprezentujú ojedinelé suťové prúdy a rútenie lokálne skalné zrútenia. Vzhľadom na to, že v rámci svahových deformácií majú na území kraja dominantné zastúpenie zosuvy, bude tento termín zahŕňať aj ostatné typy deformácií.

Výskyt zosuvov na území košického kraja v súčasnej dobe najlepšie vystihuje Atlas máp stability svahov SR v mierke 1:50 000 (ďalej len Atlas), ktorý je voľne dostupný na internetovej stránke Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (http://apl.geology.sk/atlassd/). Atlas je výsledkom niekoľkoročnej práce inžinierskych geológov z rôznych organizácií, ktorí sústredili všetky dostupné podklady a informácie o výskyte zosuvov na území SR, vytvorili ich databázu a zobrazili na jednotlivých mapových listoch prognózu ich vzniku a vývoja (Šimeková et al., 2006). V jednotlivých listoch máp atlasu sú jednoduchou „semaforovou“ formou vyznačené zosuvné územia a územia náchylné na zosúvanie (červená farba), územia potenciálne nestabilné, t. j. náchylné na zosúvanie (oranžová/žltá farba) a územia stabilné (zelená farba). Atlas dáva celkom dobrý obraz o distribúcii zosuvov nielen na území košického kraja ale aj na celom území SR a zobrazuje územia ich pravdepodobného výskytu. Vzhľadom na použitú mierku však atlas neposkytuje dostatok informácií potrebných na realizáciu rôznych typov inžinierskych diel (priemyselných, obytných, líniových a pod.). Pre uvedený typy stavieb je potrebný podrobný inžinierskogeologický prieskum alebo aspoň odborný posudok.

Z Atlasu je zrejmé, že zosuvy sa koncentrujú predovšetkým v oblasti **Košickej kotliny**, **Slanských vrchov** a **Bodvianskej pahorkatiny**, menej v oblasti **Vihorlatských vrchov a Popričného** v severovýchodnej časti kraja. V ostatných častiach kraja sa zosuvy vyskytujú iba sporadicky a to v dolinách väčších tokov (napr. Hankovský potok, Slaná, Hornád, Bodva, Ondava).

Charakteristika svahových deformácií

Databáza zosuvov, ktorá je súčasťou Atlasu, poskytuje dostatok informácií o ich morfológii (dĺžka, šírka, odlučná stena, trhliny, hĺbka), aktivite (aktívny, potenciálny, stabilizovaný), geologickej stavbe (litológia, vek), hydrogeológii (zamokrené oblasti, pramene, vodné nádrže) a geomorfológii (expozícia a sklon svahu) územia výskytu, dátume a autorovi registrácie a prípadne aj sanácii. Z databázy je jasné, že v kraji prevládajú potenciálne zosuvy (533) nad stabilizovanými (269) a aktívnymi (92). Z hľadiska tvaru dominujú zosuvy plošné (približne izometrický tvar), menej časté sú zosuvy prúdové (výrazne prevláda dĺžka nad šírkou) a frontálne (výrazne prevláda šírka nad dĺžkou), z hľadiska hĺbky šmykovej plochy majú najväčšie zastúpenie zosuvy stredne hlboké (5 – 10 m), zosuvy plytké (menej než 5 m) a hlboké (viac než 10 m) sa vyskytujú v menšej miere, z hľadiska veku ide takmer výlučne o recentné zosuvy. Prevládajúcim tvarom povrchu zosuvov je zvlnený, členitý a nerovný, menej často stupňovitý reliéf. V telesách zosuvov sa často vyskytujú zamokrené plochy, jazierka a pramene. Z hľadiska sklonu prevládajú svahy v rozmedzí 6° – 12° nad miernejšími (< 6°) a strmšími (> 12°) svahmi. Súčasťou databázy sú aj informácie o využití územia (zastavanosť, trávnatý a lesný porast, úhor, pole, lúka, záhrada, vinica).

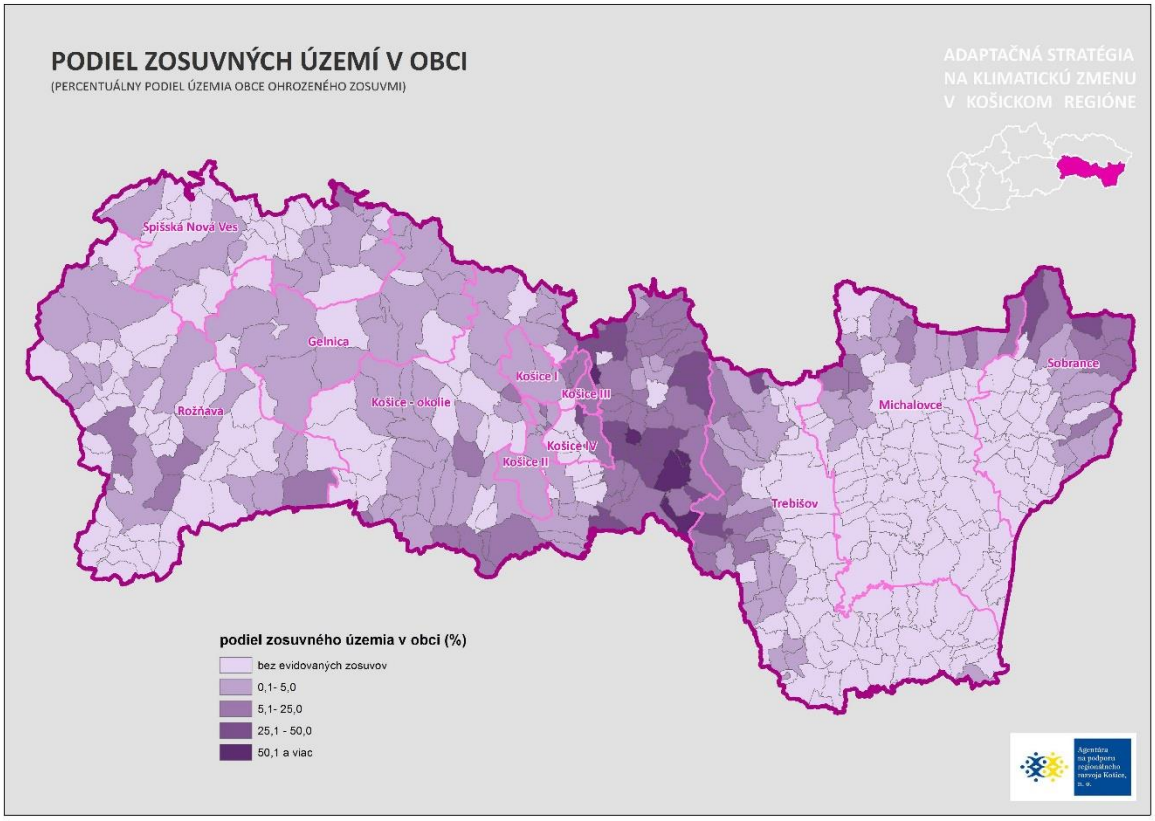
Prognóza vzniku a vývoja svahových deformácií

Vznik zosuvov, resp. svahových deformácií je podmienený predovšetkým vhodnými geologickými a hydrogeologickými pomermi ako aj morfológiou územia. Najväčšia koncentrácia zosuvov je oblasti Košickej kotliny a Slanských vrchov, ktoré sú budované neogénnymi (treťohornými) sedimentmi morského pôvodu a vulkanickými horninami a kvartérnymi svahovými (deluviálnymi) sedimentmi. Sedimenty majú najčastejšie charakter ílov, v rámci ktorých sú najnebezpečnejšie **vysokoplastické íly**. Svahy tvorené takýmito sedimentmi sa vplyvom gravitácie môžu zosúvať už pri sklone 7°. Ak sa na morské íly vyliali pri sopečnej činnosti (pred cca 10 – 13 mil. rokmi) ťažké horniny (prevažne andezity), vytvorili sa priaznivé podmienky pre vznik svahových deformácií blokového typu (blokové rozpadliny a blokové polia). Pri vyzdvihovaní celého pohoria Slanských vrchov, Vihorlatských vrchov a Popričného, ktoré prebieha aj v súčasnosti, sa vplyvom gravitácie zosúvajú mnohé svahy, ktoré porušujú nielen lesné porasty, ale žiaľ aj inžinierske stavby (obytné, líniové, priemyselné, podzemné i nadzemné).

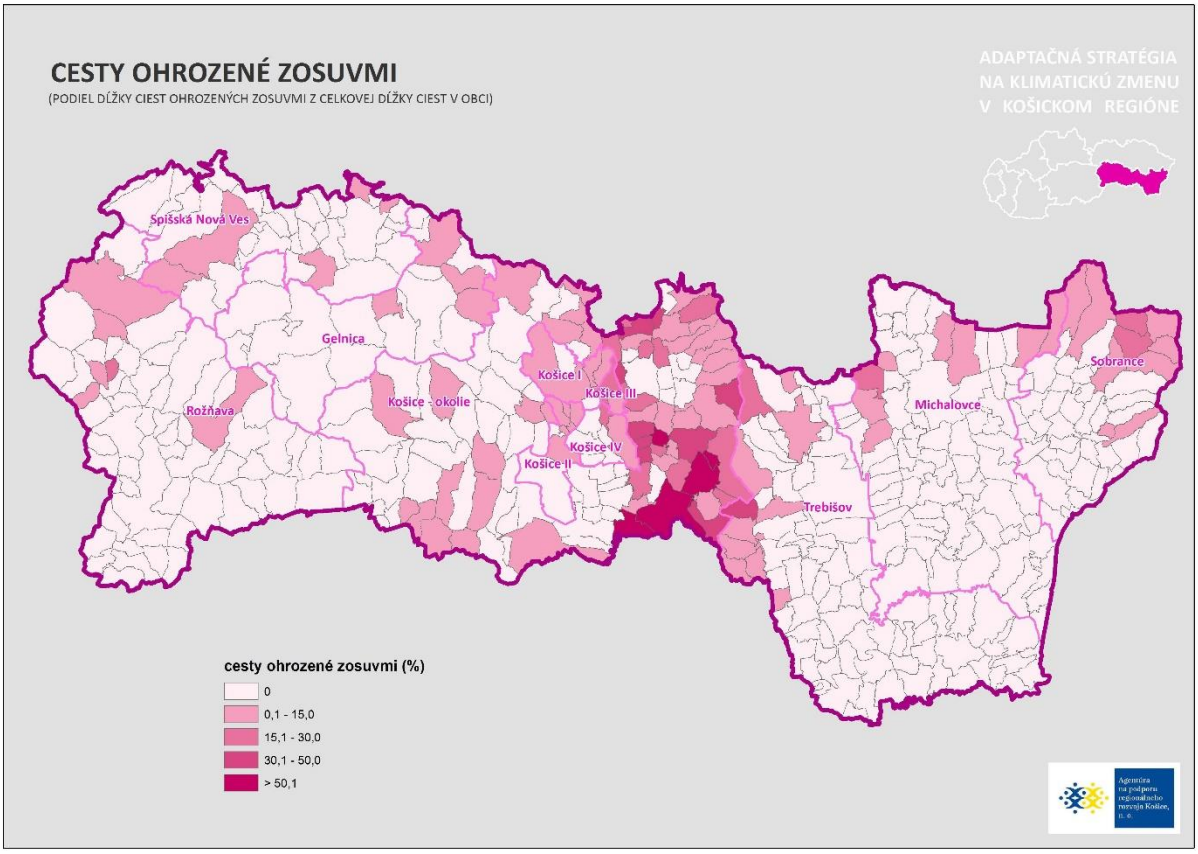
Prirodzenými príčinami vzniku, t. j. spúšťačmi zosuvov sú zrážky, bočná a hĺbková erózia vodných tokov, abrázia brehov vodných nádrží, zemetrasenia a neotektonika (súčasné pohyby pozdĺž zlomov a zdvíhanie pohorí). Extrémne zrážky sú najčastejšou príčinou (spúšťacím faktorom) vzniku zosuvov ako takých. Dažďová voda, ktorá vsakuje do svahov, zhoršuje fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín/zemín, oslabuje ich súdržnosť, priťažuje svah a často pôsobí aj vztlakom, čo vedie k zníženiu stability a následne až k zosúvaniu. V roku 2010, ktorý bol na území SR jeden z najextrémnejších presiahli mesačné úhrny (máj a jún) na niektorých miestach (napr. Slanská huta) 3 – 4 krát dlhodobé priemery (Pecho et al., 2010). V tomto období vzniklo na území východného Slovenska (hlavne v prešovskom kraji) cca 551 svahových deformácií, najmä zosuvov (Liščák et al., 2010). Aj na území košického kraja spôsobili zosuvy veľké materiálne škody na budovách a straty na ekonomických aktivitách. V obci Nižná Myšľa vznikol veľký zosuv, ktorý miestnym obyvateľom spôsobil mnoho škôd na majetku. V konečnom dôsledku bolo zničených a následne zbúraných až 39 rodinných domov (Petro et al., 2014). V histórii nielen SR, ale aj celého bývalého Československa, to bol po Handlovej (cca 200 zničených domov) druhý najväčší zosuv vôbec. Aj v Košiciach a blízkom okolí bolo v dôsledku vzniknutých záplav a zosuvov potrebné vyhlásiť mimoriadnu situáciu.

Z **antropogénnych príčin** vzniku zosuvov treba spomenúť podkopanie päty svahu, priťaženie svahu, odlesňovanie, vibrácie z dopravy a špeciálnych metód zakladania (napr.) zarážanie štetovníc, umelá seizmicita (napr. odstrely v kameňolomoch), poruchy podzemných vodovodov a kanalizácie, nevhodné poľnohospodárske zásahy (sadenie rastlín v brázdach po spádnici) a iné.

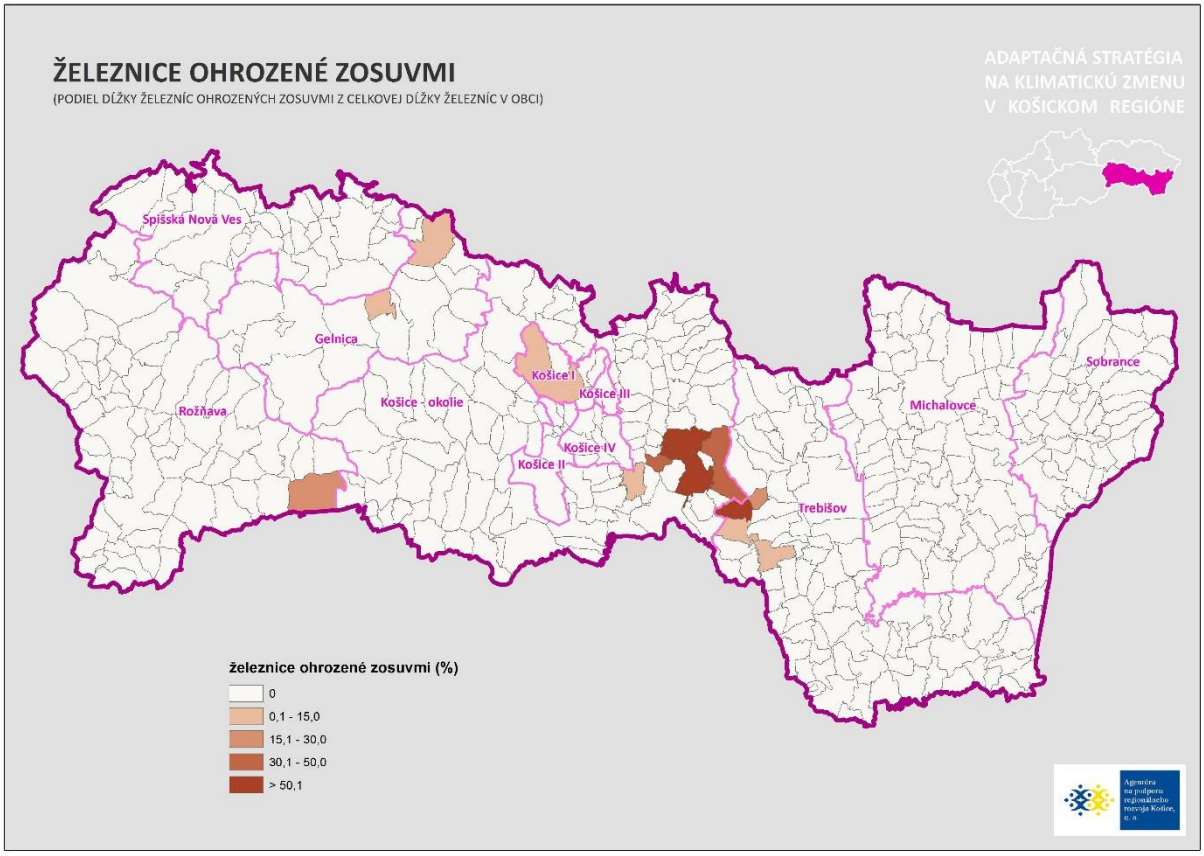
Ohrozenie územia košického kraja zosuvmi dobre dokumentuje mapa ich výskytu, ale aj mapy ohrozenia sídiel (Obr. 27), ciest (Obr. 28) a železníc (Obr. 29). Najviac ohrozené sú svahy so sklonom 6° – 12° budované kvartérnymi a neogénnymi ílovitými sedimentmi/zeminami v celej košickej kotline (hlavne chrbát Viničnej medzi Hornádom a Torysou, Varhaňovský chrbát medzi Torysou a Olšavou, Pozdišovský chrbát), Abovskej pahorkatine, sopečnými horninami v podhorí Slanských vrchov, Popričného a čiastočne aj Vihorlatských vrchov a flyšovými sedimentmi (ílovcovými a pieskovcovými) v severovýchodnej časti kraja. Ak sa v týchto územiach vyskytnú **extrémne zrážky**, je vysoká pravdepodobnosť vzniku zosuvov ale aj iných svahových deformácií (blokové poruchy). Okrem negatívneho vplyvu zrážok na stabilitu svahov sa v dôsledku rozvodnenia vodných tokov niekoľkonásobne zvýši účinok bočnej a hĺbkovej erózie, čo spôsobí zosúvanie ich brehov. Výskyt a vznik zosuvov v ostatných častiach kraja je len sporadický a je odrazom geologickej stavby.



Obr. 27: Podiel územia obce, ktorý je ohrozený zosuvmi (vypracované s využitím dát ŠGÚDŠ)



Obr. 28: Podiel dĺžky ciest ohrozených zosuvmi (vypracované s využitím dát ŠGÚDŠ a Openstreetmap)



Obr. 29: Podiel železníc ohrozených zosuvmi (vypracované s využitím dát ŠGÚDŠ a Openstreetmap)

V uvedených územiach citlivých na vznik a rozvoj zosuvov je dôležité dodržiavať opatrenia, ktorými je možné zabrániť ich vzniku a minimalizovať potenciálne ohrozenie životov a majetku obyvateľov. Vzhľadom na veľký úbytok dobrých základových pôd je potrebné pred kúpou pozemkov či výstavbou objektov realizovať inžinierskogeologický prieskum alebo aspoň odborný posudok. Náklady naň nezvyknú presiahnuť ani 1 % z rozpočtu celej stavby. Takýmto postupom možno predísť neskorším nákladným sanačným opatreniam na stabilizáciu základov či svahov.

4.1.3. Povodne

Povodne ohrozujú životy a zdravie obyvateľstva, kultúrne dedičstvo, životné prostredie, spôsobujú škody na majetku a obmedzujú hospodárske aktivity. Nedá sa im zabrániť, ale môžeme odhadnúť mieru povodňových rizík a prijať efektívne opatrenia na zmierňovanie ich nepriaznivých následkov.

Ochrana pred povodňami je celospoločenská úloha. Základné pravidlá prevencie v ochrane pred povodňami ustanovuje predpis sekundárneho práva Európskej únie – Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2007/60/ES o hodnotení a manažmente povodňových rizík, ktorá je do právneho poriadku Slovenskej republiky transponovaná zákonom č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami a všeobecne záväznými predpismi ustanovujúcimi podrobnosti jeho vykonávania v znení neskorších predpisov. Pridaná hodnota tejto práce, oproti už vykonanému predbežnému hodnoteniu povodňového rizika, spočíva v skutočnosti, že povodňové riziko sa nevníma len ako funkcia povodňového ohrozenia, ale chápe sa ako kombinácia povodňového ohrozenia a zraniteľnosti.

Slovensko je často postihované povodňami rôzneho rozsahu. Priamy vplyv na zvýšený výskyt povodní od roku 1996 mal výrazný nárast zrážok na území Slovenskej republiky, po 13 ročnom suchom období v rokoch 1981 – 1994. V rokoch 2000 – 2010 boli úhrny zrážok na Slovensku v územnom priemere takmer o 150 mm vyššie než v desaťročí 1981 – 1990. Z analýz meraných hydrologických údajov v období rokov 1993 – 2008 vyplýva,

že na území Slovenskej republiky došlo k vyššiemu zadržiavaniu vody, pričom sa dopĺňali podzemné vody a stúpal výpar[2]. Následky povodní poukazujú na skutočnosť, že spoločnosť je povodňami veľmi zraniteľná.

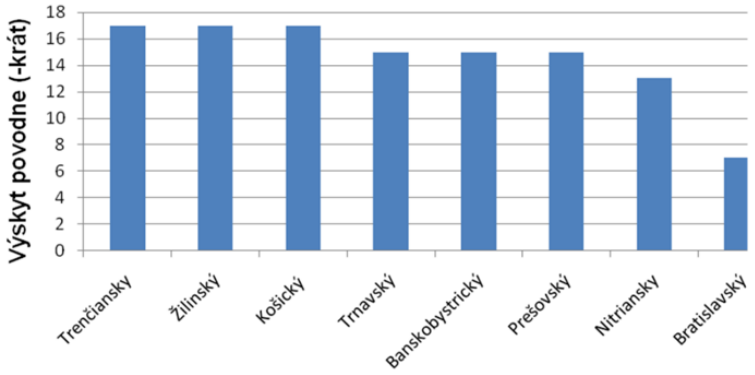
Porovnanie povodňových škôd v KSK vzhľadom na ostatné kraje SR

V nasledujúcom sú zhodnotené povodňové škody na Slovensku za obdobie od roku 2001 do roku 2017. Databáza údajov bola vytvorená pomocou verejných dokumentov uverejnených na webe ministerstva životného prostredia.[3] Údaje, ktoré boli spracované sú ekonomického charakteru. Z verejných dokumentov boli vybrané konkrétne sumy, ktoré boli v rámci jednotlivých krajov vyhodnotené.

Pre porovnanie stavu povodňových situácií bola vytvorená tabuľka 9, kde sú znázornené roky, počas ktorých sa v krajoch vyskytla povodeň. Žltá farba znázorňuje rok, v ktorom sa povodeň vyskytla. Na Obr. 30 je uvedený výskyt povodne v závislosti od jednotlivých krajov Slovenskej republiky.

Tabuľka 9: Výskyt povodne za posledných 17 rokov

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bratislavský																	
Trnavský																	
Trenčiansky																	
Nitriansky																	
Žilinský																	
Banskobystrický																	
Prešovský																	
Košický																	



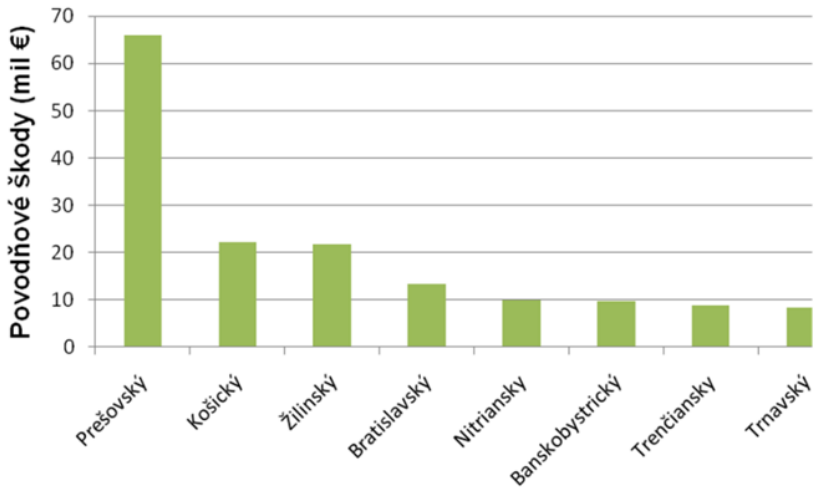
Obr. 30: Potvrdený výskyt povodne v jednotlivých krajoch

Podľa Obr. 30 je možné určiť, že povodeň sa najviac (17 krát) vyskytla v Trenčianskom, Žilinskom a Košickom kraji. Najmenej postihnutý bol Bratislavský kraj (7 krát).

Pre účely tejto práce boli dôležité najmä ekonomické hodnotenia povodní. Prehľad týchto nákladov je uvedený na Obr. 31.

[2] MŽP SR, 2010

[3] http://www.minzp.sk/sekcie/temy-oblasti/voda/ochrana-pred-povodnami/sprava-priebehu-nasledkoch-povodni-uzemi-sr-roku-2009-01-08-2010.html.



Obr. 31: Celkové povodňové škody

Podľa vyčíslenia povodňových škôd od roku 2001 do roku 2017, najviac škôd bolo v Prešovskom kraji (66 203 948,42€), ďalej v Košickom kraji (21 851 887,91€) a v Bratislavskom kraji (13 398 757,32€).

Najmenej škôd bolo vyhodnotených v Trnavskom kraji (8 348 440,85€).

Povodňami je najčastejšie ohrozená infraštruktúra.

Hodnotenie povodňových škôd

Následky povodní môžu mať mnoho podôb, ako je zrejmé, jedná sa o materiálne škody, zranenia, úmrtia, kontamináciu životného prostredia, úhyn dobytka atď.. Všeobecne je povodňová škoda definovaná v §2 ods. 6) zákona č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami ako škoda, ktorú spôsobila povodeň:

a) štátu, vyššiemu územnému celku, obci a osobe na

- majetku v ich vlastníctve, správe alebo užívaní počas III. stupňa povodňovej aktivity,
- stavbe na chránenom území počas II. stupňa povodňovej aktivity, ak škodu zapríčinilo zaplavenie chráneného územia v dôsledku vystúpenia hladiny podzemnej vody nad povrch terénu spôsobeného dlhotrvajúcim vysokým vodným stavom vo vodnom toku,

b) správcovi vodohospodársky významných vodných tokov, správcovi drobného vodného toku, ktorému bola prevedená správa podľa osobitného predpisu (§51 zákona č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov) alebo vlastníkovi, správcovi alebo užívateľovi vodnej stavby (§52 zák. č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov), ktorá sa nachádza na vodnom toku alebo na povodňou zaplavenom území počas II. stupňa povodňovej aktivity a III. stupňa povodňovej aktivity,

c) správcovi vodohospodársky významných vodných tokov a správcovi drobného vodného toku na neupravenom vodnom toku počas II. stupňa povodňovej aktivity a III. stupňa povodňovej aktivity, alebo

d) správcovi vodohospodársky významných vodných tokov a správcovi drobného vodného toku na vodnej stavbe alebo na neupravenom vodnom toku, ak povodňovú škodu spôsobilo náhle vyliatie vody z koryta vodného toku alebo náhly návrat vyliatej vody naspäť do koryta.

Stanoviť výšku celkových povodňových škôd je žiaduce najmä pre potreby návrhu efektívnych opatrení na ochranu pred povodňami. Celkové škody by mali byť vyjadrené v peniazoch, čo však spôsobuje vznik problémov, ako je napríklad odhad zničených kultúrnych hodnôt a strata ľudských životov.

Klasifikácia povodňových škôd

Celková výška škôd spôsobená povodňami sa používa predovšetkým pre potreby náhrad povodňových škôd[4], pre medzinárodné porovnania a tak isto vstupuje do štatistík, ktoré sa zaoberajú evidenciou o škodách spôsobených povodňami a ďalšími prírodnými katastrofami. Objektívnu (tzn. úplne presnú) výšku škôd spôsobenú povodňami nie je možné vyjadriť predovšetkým preto, že významnú časť škôd nie sme schopní oceniť alebo sú oceňovacie techniky natoľko komplikované, že sa od takýchto postupov upúšťa. Delenie povodňových škôd je možné vykonávať podľa rôznych hľadísk. Jedným z takýchto hľadísk je delenie povodňových škôd na[5]:

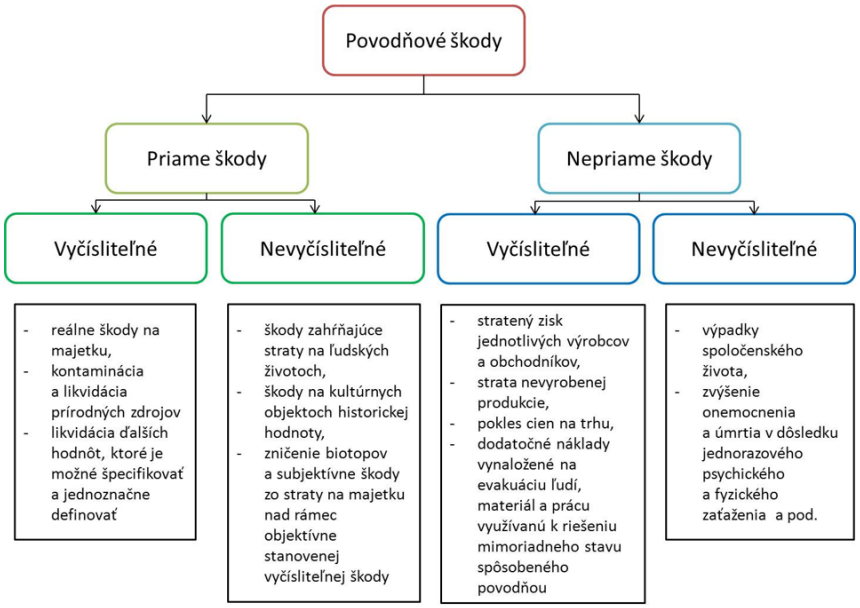
- priame škody,
- nepriame škody.

Prehľadná kategorizácia povodňových škôd je znázornená na Obr. 32.

V súčasnosti je pozornosť venovaná najmä škodám na majetku (ekonomickým škodám). Rozsah ekonomických strát závisí predovšetkým na spolupôsobení povodňových a územných faktorov a skladá sa, ako už bolo spomenuté z priamych a nepriamych škôd. Priame škody spočívajú hlavne v škodách na majetku. Nepriamou škodou môže byť napríklad škoda spôsobená prerušením práce, podnikania atď..

Celkový objem vyčísliteľných ekonomických škôd je možné klasifikovať podľa niekoľkých kritérií[6]:

- Podľa vlastníctva poškodeného majetku sa rozlišujú na škody na verejnom majetku štátu alebo územných samospráv a škody na súkromnom majetku (občanov alebo firiem).
- Podľa typu majetku sú škody klasifikované na: budovy, haly, stavby; stroje a zariadenia, dopravné prostriedky a inventár; iné stavby; bytové domy a rodinné poškodené domy (vhodné k opravám); inžinierske stavby a siete; vodné toky; bytové domy a rodinné domy úplne zničené (určené k demolácií); trvalé trávnaté porasty a rastlinná poľnohospodárska produkcia a iné škody.
- Podľa miesta vzniku (okresy, obce, kraje).



Obr. 32: Kategorizácia povodňových škôd upravené podľa (Čamrová a kol., 2006)

[4] Vyhláška č. 251/2010 Z. z.
[5] Čamrová a kol., 2006
[6] Čamrová a kol., 2006

Sledovanie povodňových škôd podľa týchto kritérií má svoj nezastupiteľný význam pre odhad nákladov na protipovodňovú obnovu ako aj pre návrh protipovodňových opatrení.

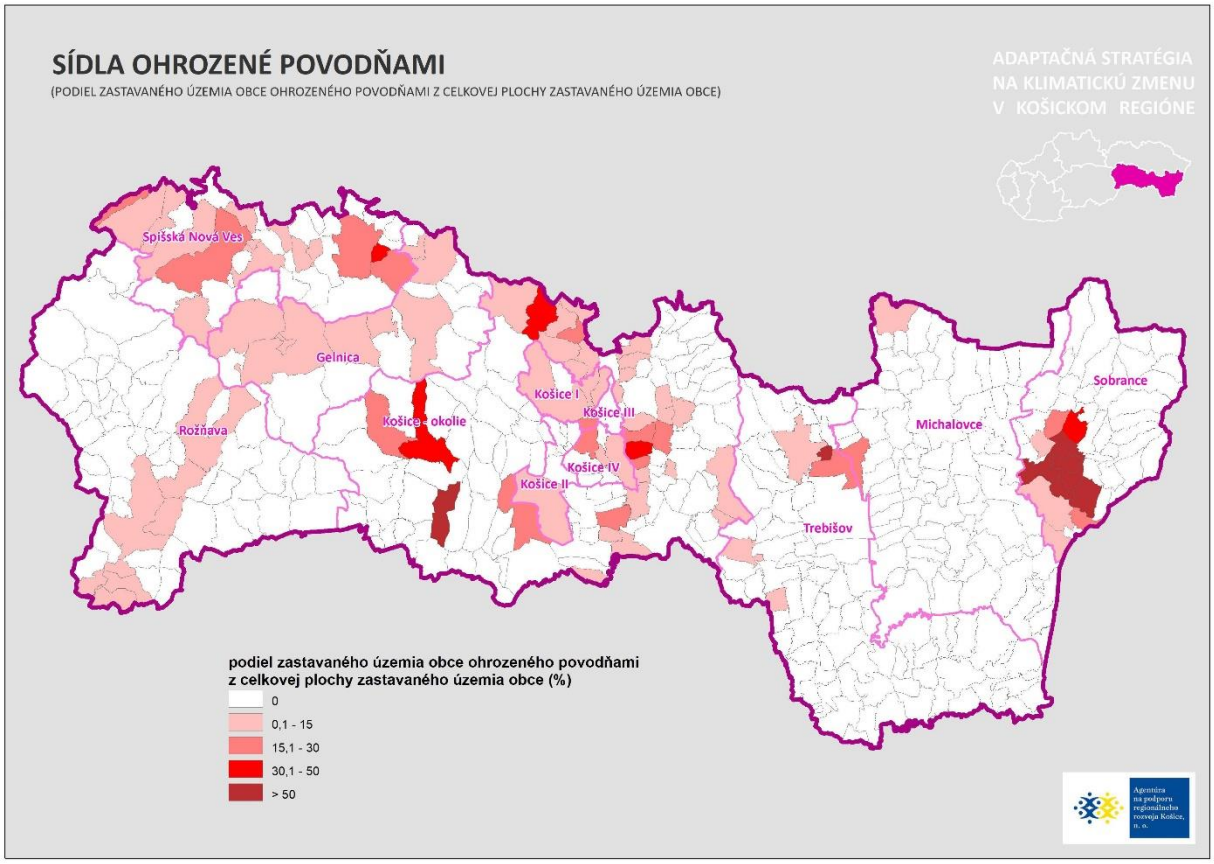
Identifikácia území, ktoré môžu byť ohrozené povodňami

V rámci uplynulých období boli na Slovensku vypracované Mapy povodňového ohrozenia a mapy povodňového rizika vodných tokov Slovenska.

Účel vypracovania a použitia máp:

Ide o nástroj pre integrovaný manažment povodňových rizík a územného plánovania zameraný na zníženie nepriaznivých dôsledkov povodní na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a hospodársku činnosť redukciou rozsahu zaplavenia, redukciou zraniteľnosti a zmierňovaním negatívnych dôsledkov povodní. Slúži aj na usmernenie výstavby a činností v inundačnom území.

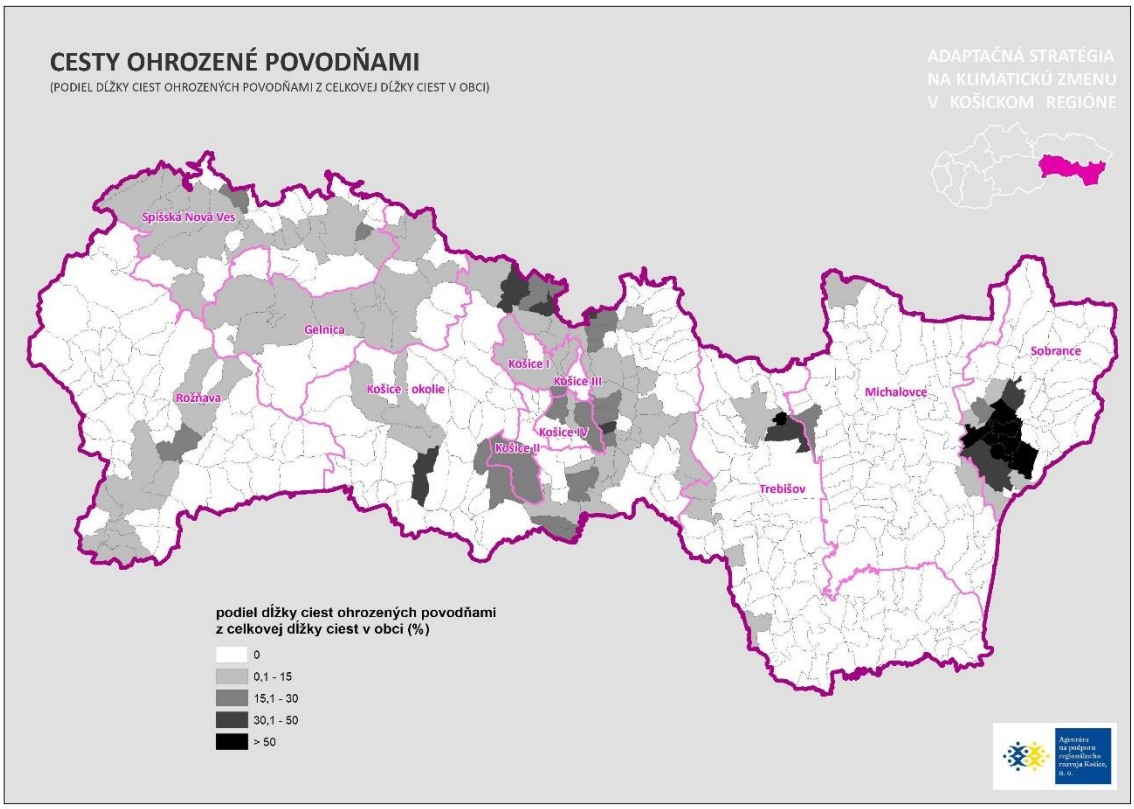
Prekrytím mapy povodňového ohrozenia a hraníc zastavaného územia obce vzniká mapa vyjadrujúca citlivosť sídla na povodne:



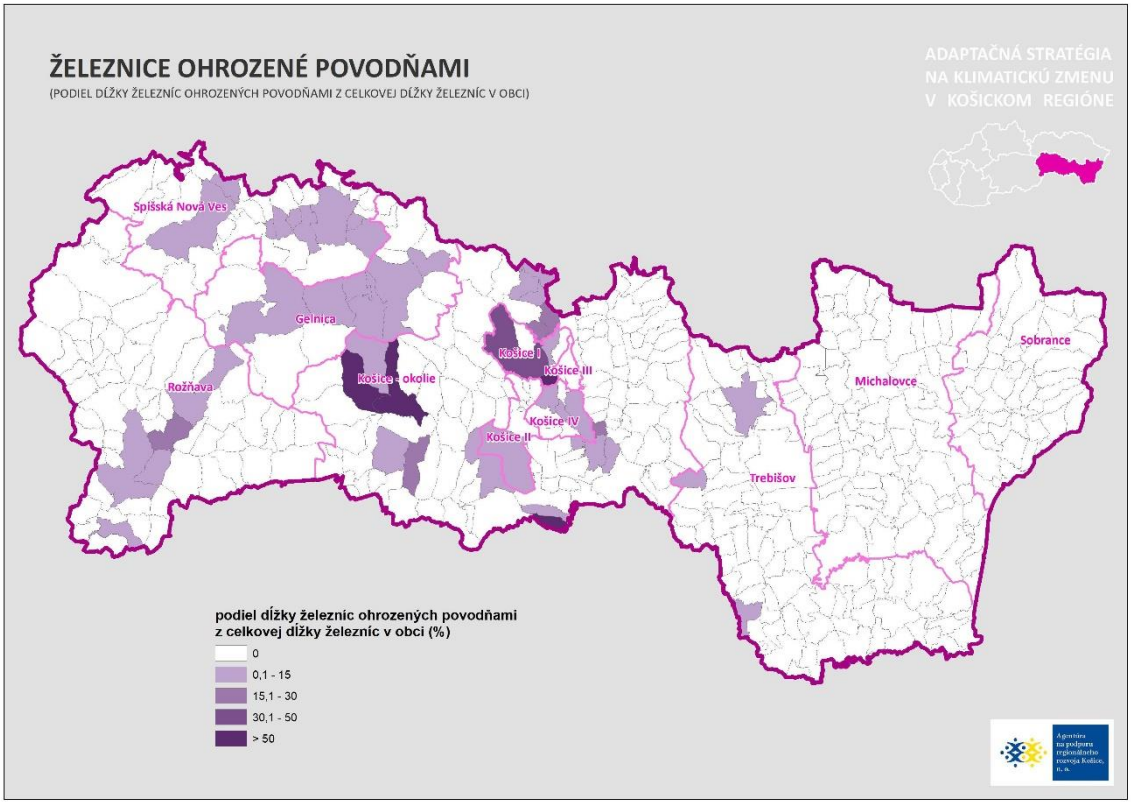
Obr. 33: Mapa sídiel ohrozených povodňami (vypracované s využitím dát SVP š. p.)

Mapa vyjadruje podiel intravilánu (zastaveného územia) obce, ktorá podľa mapy povodňového ohrozenia spadá do inundačného územia vodného toku, čiže zástavba danej obce sa vyskytuje v prílišnej blízkosti vodného toku a v istých intervaloch hrozí zaplavenie danej časti dediny.

lPrekrytím mapy povodňového ohrozenia a vektorovej mapy cestnej a železničnej siete (zdroj Openstreetmap) vznikla mapa vyjadrujúca podiel ciest, ktoré sú ohrozené povodňami:



Obr. 34: Mapa ciest ohrozených povodňami (vypracované s využitím dát SVP š. p. a Openstreetmap)



Obr. 35: Mapa podielu železníc ohrozených povodňami (vypracované s využitím dát SVP š. p. a Openstreetmap)

Nie je možné sa im vyhnúť, nie je možné ich zastaviť, no je možné sa povodňovému stavu prispôsobiť tak, aby spôsobil čo najmenšiu škodu. Dopady povodní sú čoraz väčšie, preto treba stanoviť určité postupy na ich znižovanie. Program protipovodňovej ochrany bol vybudovaný najmä preto, že sa čoraz viac začali opakovať povodne.

Podstatná je proaktívna adaptácia, pričom existujú viaceré typy adaptačných opatrení: sivé, zelené, modré, aj tzv. mäkké opatrenia. Je potrebné realizovať ich v celom povodí, aby sa čo najviac eliminovalo povodňové ohrozenie.

Informácie k proaktívnej adaptácii sú zhromaždené na stránke https://www.sazp.sk/zivotne-prostredie/starostlivost-o-krajinu/zelena-infrastruktura/zelena-infrastruktura-v-procese-adaptacie-na-zmenu-klimy/proaktivna-adaptacia/

Územie Slovenska je každoročne postihované rozsiahlymi povodňami, ktoré spôsobujú straty na ľudských životoch, ohrozujú zdravie tisícov obyvateľov, spôsobujú ťažké utrpenia ľudí v zaplavených oblastiach a rozsiahle materiálne škody. Zatiaľ sa nedá jednoznačne dokázať príčina frekvencie - vzniku povodňových situácií. S istotou ale môžeme tvrdiť, že sa povodne vyskytovali v pôvodnom rozsahu aj v minulosti, ale v dnešnej dobe sú nimi spôsobené podstatné vyššie škody, pretože okolie riek je vo veľkej miere osídlené. Hrádze, ktoré sú vybudované pre protipovodňovú ochranu, zaručujú bezpečnosť iba do určitého stupňa.

V riešenej práci vidíme, že problémy z povodní sú spôsobované každoročne, a okrem ekonomickej straty predstavujú aj ujmu na zdraví a na životnom prostredí. Všetky činnosti spojené s ochranou pred povodňami sú veľmi dôležité, aby sa mohlo predchádzať škodám, stratám a tým aj k znižovaniu nákladov na odstraňovanie dôsledkov povodní. Mali by sme preto rozumne zvážiť, kde poskytnúť peňažné prostriedky tak aby to bolo najefektívnejšie. Ak je vytvorený účinný systém, vtedy môžeme povedať, že sme urobili všetko čo sa dalo v rámci našich možností.

4.1.4. Bleskové povodne a vodozádržná schopnosť krajiny

Výpočet odtoku z povodia

Možným a po všetkých stránkach vhodným riešením pre minimalizovanie všetkých rizík pred klimatickou zmenou bez ohľadu na to, čo je príčinou, je zlepšiť hospodárenie s dažďovou vodou tak, aby dažďová voda mohla v štruktúrach lesopoľnohospodárskej a urbánnej krajine ostať a vytvárať zásoby vodných zdrojov a minimalizovať riziká vzniku povodní. Takto je možné zvýšiť ochranu pred povodňami, suchom a prejavmi tých klimatických zmien, ktoré súvisia s nedostatkom vody v krajine, prehrievaním krajiny zo sucha alebo prebytkom vody.

Z tohto pohľadu je veľmi dôležité poznanie stavu vôd v území a hlavne koľko vody odteká z územia bez úžitku a či je možné ju využívať pre ochranu a trvalo udržateľný rozvoj v prebiehajúcej klimatickej zmene. Na odtok dažďovej vody vplýva viacero faktorov: Frekvencia i intenzita zrážok, spôsob využívania a obhospodarovania pozemkov, štruktúra pokryvu krajiny, sklonitosť terénu, kvalita pôd a nastavený manažment dažďovej vody v území.

Vychádzajúc z najlepšej vodohospodárskej praxe je ideálne, aby z územia odtekala len tá dažďova voda, ktorú územie nedokáže absorbovať. Ideálne je, aby v území ostalo čo najviac dažďovej vody, aby dažďová voda vsakovala do pôdy, vyparovala sa a zúčastňovala sa permanentného kolobehu vody v prírode a prispievala k termoregulácii krajiny.

Na to, aby sme nastavili vhodný režim i manažment dažďovej vody, potrebujeme poznať nie len stav krajiny, ale potrebujeme aj kvantifikovať koľko dažďovej vody odtečie a koľko jej vieme využiť v území, aby sme mohli zabrániť vysychaniu územia, posilniť prírodný produkčný potenciál zvýšením fotosyntézy a sekvestrácie uhlíka, posilniť biodiverzitu a termoreguláciu krajiny, v záujme vodnej, potravinovej a klimatickej bezpečnosti kraja.

Predmetom tejto analýzy je kvantifikovať, koľko dažďovej vody z územia kraja bez úžitku odteká, aby sme následne vedeli strategický sa rozhodovať pri vylepšovaní vodnej bilancie pre trvalo udržateľný rozvoj a pre

potreby zabezpečenia vitálnych funkcií krajiny. Na získanie kvalitných a reálnych výsledkov je dobré použiť metódy, ktoré nám dávajú pomerne reálny obraz o objeme odtekajúcej dažďovej vody z malého povodia.

Najvhodnejšia metóda pre takýto typ výpočtov v malých povodiach je metóda CN kriviek. Keďže Košický kraj je pomerne rozsiahly a aby boli výsledky reálne a zrozumiteľné pre zainteresovaných, tak sme vychádzali zo spracovania podkladov a výstupov na úrovni základnej administratívnej jednotky územia, to je pre katastrálne územie. To kompetenčne podlieha lokálnej samospráve a predpokladáme, že lokálna samospráva bude vedieť reálne využiť výsledky tejto analýzy pre svoje strategické rozhodovanie. Základná myšlienka bola dopracovať sa k poznaniu koľko dažďovej vody z katastrálneho územia odteká a brať to ako potenciálny zdroj pre také využitie územia, ktoré bude otvárať potenciálne možnosti regenerovať prírodné zdroje pre zabezpečenie dostatku zdrojov (vody, pôdy, potravín) a klímy pre lokálnu komunitu s významným prínosom pre celý kraj.

Z toho dôvodu pri plánovaní protipovodňovej prevencie, či iných opatrení manažmentu dažďovej vody sa potrebujeme dopracovať k objemu povrchového odtoku z extrémnej zrážky. Povrchový odtok je funkciou viacerých faktorov: výdatnosti zrážky, plochy povodia a vlastnosti povodia (sklonitosť terénu, vlastnosti pôdy a štruktúry krajiny), ktoré zvyčajne vyjadrujeme empirickými alebo poloempirickými súčiniteľmi odtoku z dažďa.

Existuje viacero spôsobov výpočtu. K najspoľahlivejším metódam výpočtu odtoku z malých povodí patrí metóda odtokových kriviek CN (Curve Number Method) ktorú vyvinul americký hydrológ a hydraulik čínskeho pôvodu Ven Te Chow[7] v americkom inštitúte Soil Concervation Service (SCS). Na naše pomery bola upravená a publikovaná Janečkom[8].

Metóda CN kriviek je pomerne jednoduchá a v rozmedzí svojej platnosti pre malé povodia/územia je dobrým kompromisom medzi pracnosťou a presnosťou výpočtu.

Podklady

Na výpočet odtoku dažďovej vody z odtokovej plochy sa využili podklady ako intenzita zrážok, katastrálna mapa a evidencia (s kategóriou druhu) pozemkov a nehnuteľností, pôdno-ekologické jednotky a ortofotomapa katastra, resp. štruktúra vegetácie pre jednotlivé časti riešeného územia. Vychádza sa z mapy objemu povodňového odtoku z ročného maxima 1-dňových úhrnov zrážok s pravdepodobnosťou opakovania raz za 100 rokov[9].

Pre získanie hodnoty CN – krivky potrebujeme poznať:

1. hydrologickú charakteristiku vlastností pôd v povodí,
2. hydrologickú charakteristiku pôdneho krytu,
3. hydrologickú charakteristiku jednotlivých spôsobov obrábania pôdy,
4. hydrologickú charakteristiku vlhkostného stavu pôdy.

Hydrologické vlastnosti pôd

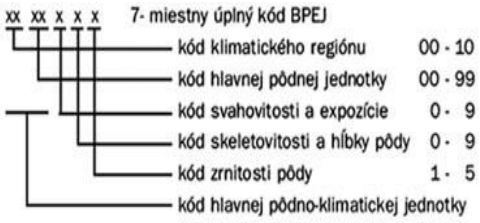
Pre potreby výpočtu odtoku rozdeľujeme pôdy na 4 kategórie podľa ich infiltračných vlastností.

[7] CHOW, V.T.: Handbook of Applied Hydrology , New York: Mc. Graw-Hill Book Company 1964
[8] JANEČEK, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, Praha, 2001
[9] KRAVČÍK, Michal a kol.: Voda bez hraníc – Voda ku klimatickej stabilite regiónov, Košice, 2010

Tabuľka 10: Hydrologické kategórie pôdy pre metódu „CN kriviek“ ako funkcia hlavných pôdnych jednotiek (HPJ) (návrh hydrologickej kategorizácie)

Kategória pôd	Vsakovacie a drenážne vlastnosti pôd	Charakteristické pôdne druhy	Kód hlavnej pôdnej jednotky z BPEJ	Druh pôdy
A	Pôdy s vysokou infiltračnou schopnosťou i pri ich úplnom nasýtení vodou	Hlboké piesky a Štrky	01	Ľahké
B	Pôdy so strednou schopnosťou vsaku i pri ich úplnom nasýtení vodou a s dobrou drenážou	Stredne hlboké až hlboké piesočnaté a hlinitopiesočnaté pôdy	02	Stredne ťažké
C	Pôdy s malou schopnosťou vsaku pri úplnom nasýtení a s nízkou drenážou	Ílovito hlinité až ílovité plytké pôdy	03	Ťažké
D	Pôdy s veľmi malou infiltračnou schopnosťou a bez drenáže	Íly, a1ebo pôdy s ináč obmedzenou drenážou a infiltračnou schopnosťou	04	Veľmi ťažké

Charakteristika pôd bola získaná z Bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek (BPEJ), ktoré majú štruktúru v tvare kódu, aký sa používa[10]:



Obr. 36: Schéma kódu BPEJ

Hydrologické vlastnosti pôdneho krytu

Hydrologické vlastnosti pôdneho krytu, ktorý pokrýva pôdny povrch a tak ho chráni pred účinkami dopadajúcich dažďových kvapiek, závisia od:

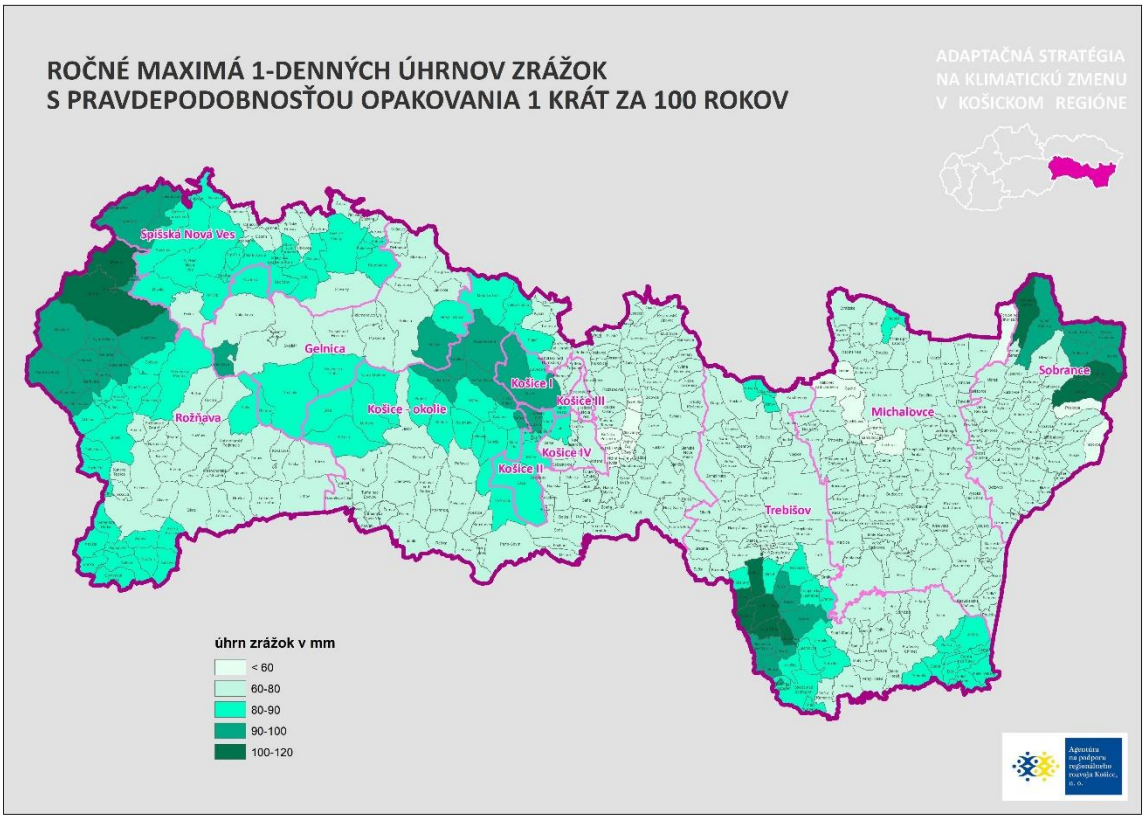
- hustoty a výšky rastlín,
- hustoty a hĺbky ich koreňového systému,
- množstva a rozsahu rastlinného opadu (rastlinných zvyškov).

Vzhľadom na to, že v prípade rozsiahleho územia kraja nie je možné zistiť detailné informácie o pôdnom kryte, hydrologickú charakteristiku pôdneho krytu určujeme na základe využívania pôdy v povodí.

Zrážkový úhrn

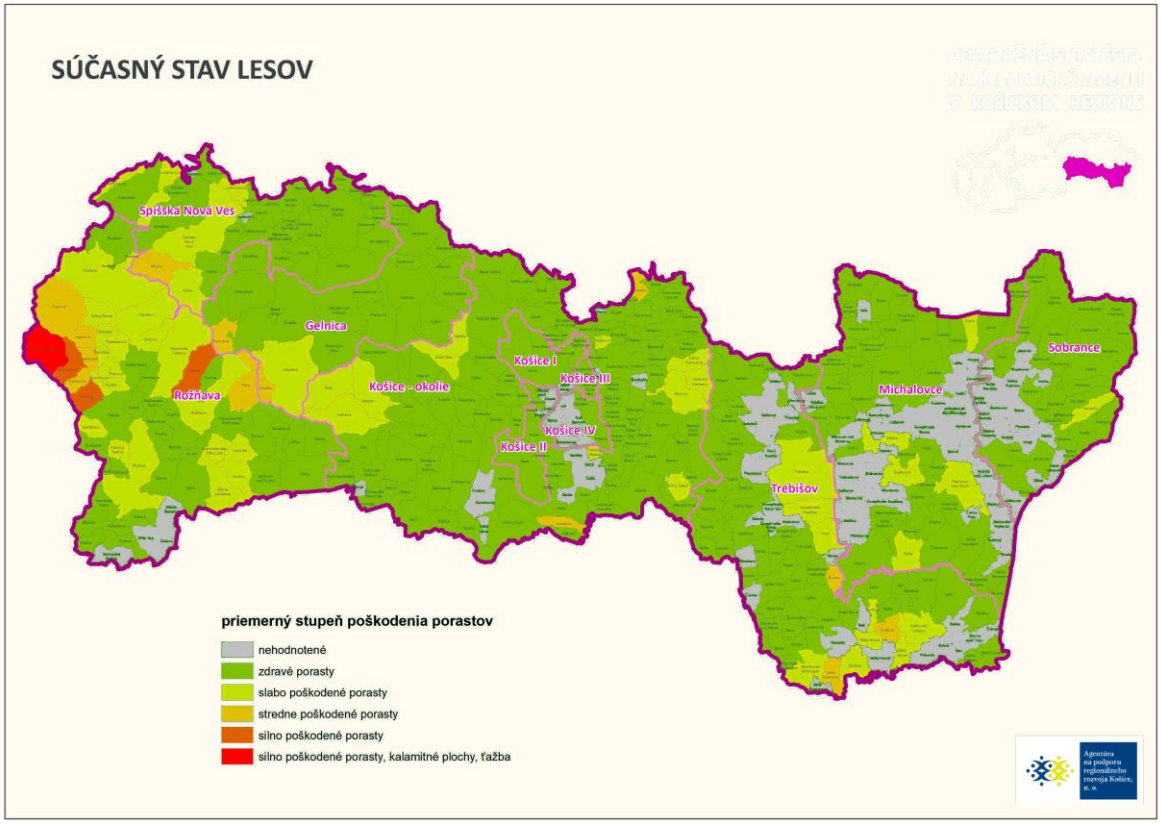
Zrážkový úhrn je základným vstupom pre metódu CN kriviek. Predpokladá sa rovnomerné rozloženie po celej ploche riešeného územia t.j. katastra obce. Veľkosť zrážky sa udáva podľa zrážkovej činnosti na riešenom území.

[10] Antal J.: Agrohydrológia, Nitra, 1996

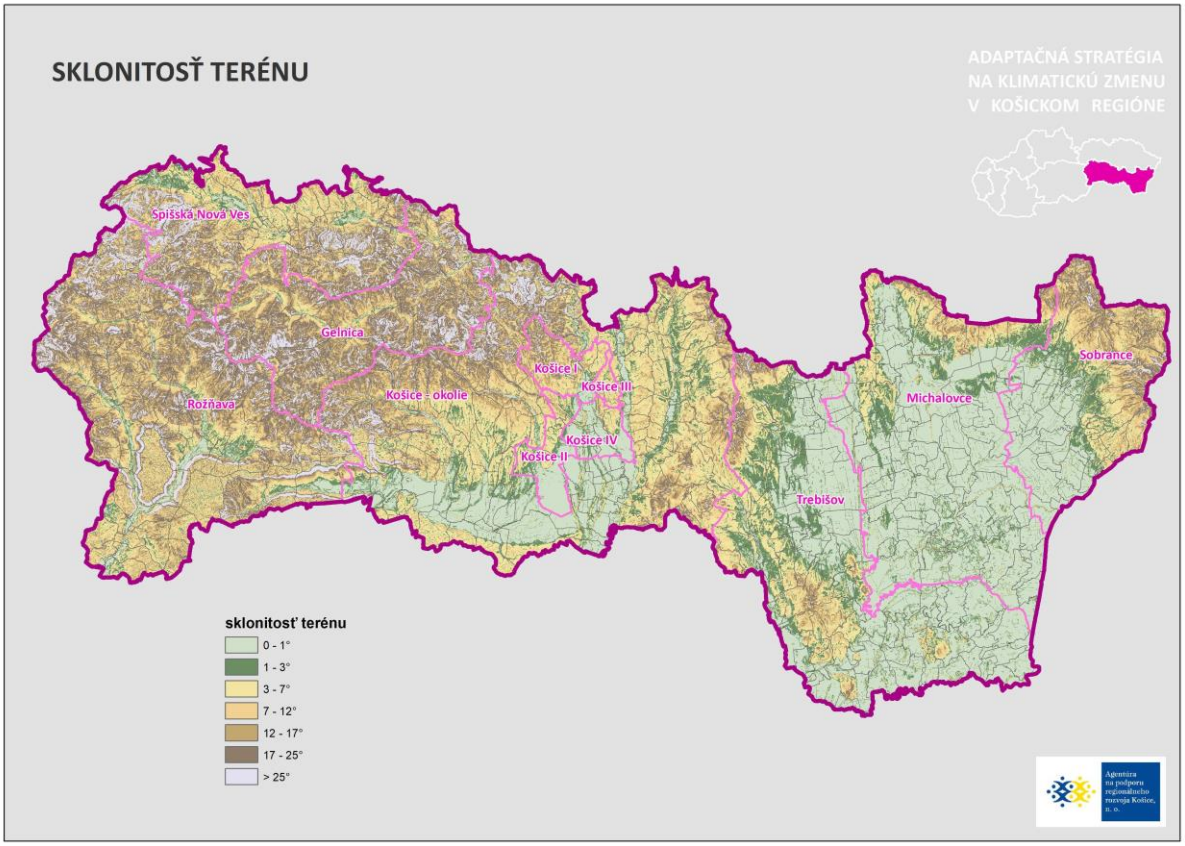


Obr. 37: Mapa ročných maxím jednodenných úhrnov zrážok s pravdepodobnosťou opakovania jeden krát na sto rokov (zdroj: SHMÚ)

Na určenie objemu odtoku dažďovej vody pre každú obec bolo potrebné poznať výmeru v m^2 rôznych druhov využitia pozemku v katastrálnom území obce. (**S_p**). Ďalej bolo potrebné poznať výšku ročného maxima 1-dňových úhrnov zrážok v pravdepodobnosťou opakovania raz za 100 rokov v mm. (**H_Z**). Ďalším parametrom ktorý vstupoval do výpočtu povrchového odtoku dažďovej vody je CN krivka. Tá bola pridelená ku každému druhu pozemku podľa kategórie pôdy zvlášť. Keďže sa jedná o veľmi veľké územie, a pre potreby Adaptačnej stratégie na klimatickú zmenu v Košickom samosprávnom kraj, to je postačujúce, určovala sa priemerná hodnota CN krivky pre daný druh využitia pozemku a kategórie pôdy. Kategória pôdy bola určená pre každú obec podľa toho aký typ pôdy v katastri danej obce prevláda. Do úvahy bola braná aj priemerná sklonitosť terénu v obci. Obce boli rozdelené podľa priemernej sklonitosti do 3 kategórií. Sklonitosť do 12°, sklonitosť od 12°do 17° a sklonitosť nad 17°. Do analýzy boli použité aj dáta o súčasnom stave lesov. Stredne a silno poškodeným porastom a kalamitným plochám bola určená vyššia hodnota CN krivky pre lesný pozemok.



Obr. 38: Mapa súčasného stavu lesov (zdroj: Národné lesnícke centrum)



Obr. 39: Mapa sklonitosti terénu

Vlastnosti územia Košického kraja z hľadiska odtokových pomerov

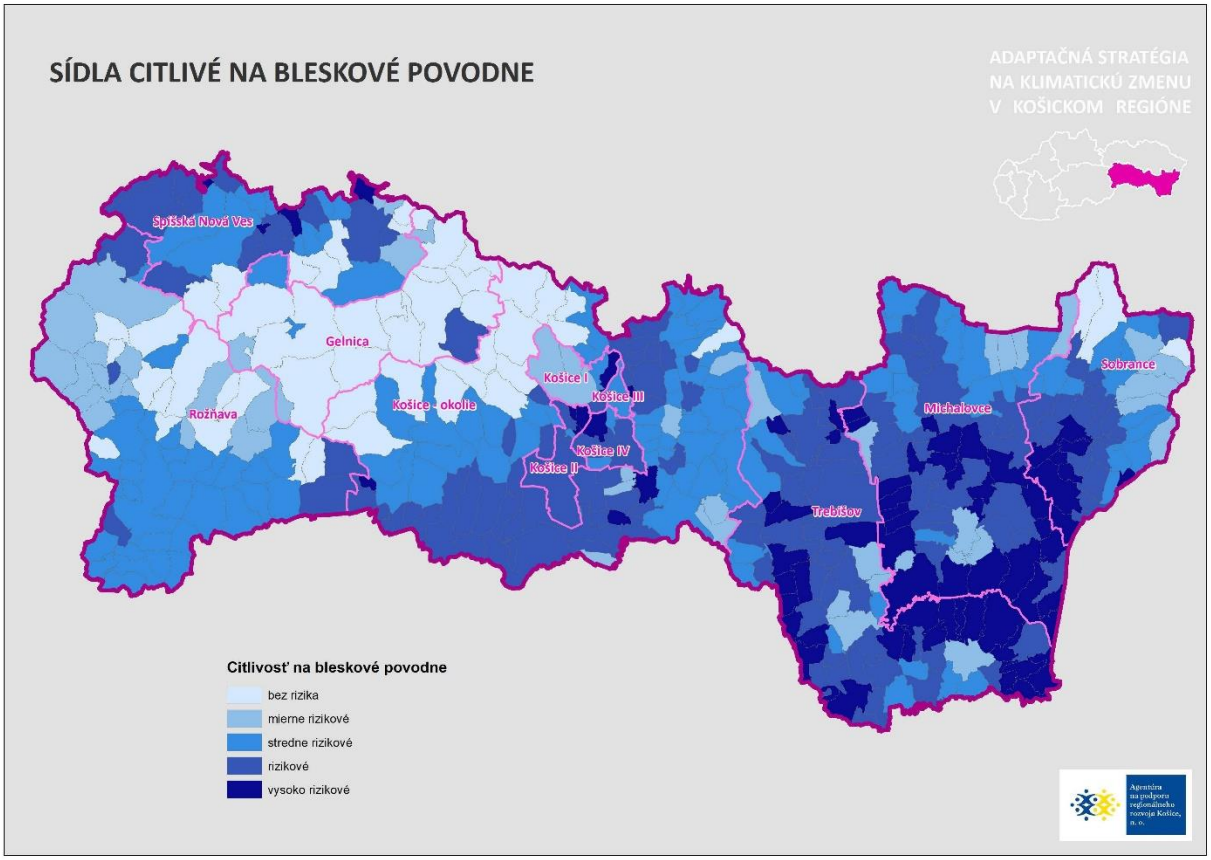
Na základe výpočtu odtoku dažďovej vody pre každú obec boli obce rozdelené do piatich kategórií podľa percenta, koľko dažďovej vody z územia bez úžitku odtečie v pomere koľko dažďovej vody na ňu spadne. To, že niektoré obce sa dostali do kategórie nerizikových alebo málo rizikových obcí, ešte nemusí nutne znamenať, že k povodni neprispievajú, hlavne ak sa jedná o obce s veľkou plochou. (Percento odtoku v pomere k úhrnu zrážky je síce nízke, ale samotný objem dažďovej vody môže byť vysoký).

Tabuľka 11: Kategórie obcí podľa podielu odtoku z územia

Percento odtoku	kategória		počet obcí
0-5	1	bez rizika	49
5-15	2	mierne rizikové	52
15-25	3	stredne rizikové	127
25-35	4	rizikové	156
nad 35	5	vysoko rizikové	77
		SPOLU	461

Z celkového počtu 461 obcí v košickom kraji je až 77 obcí, kde objem odtoku dažďovej vody je vyšší ako 35 % z úhrnu zrážky. Takých obcí kde je odtok do 5 % je iba 49.

Obr. 40: Graf podielu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórii z hľadiska odtoku z územia



Obr. 41: Mapa sídel ohrozených bleskovými povodňami

Okres Rožňava

kategória	počet obcí
bez rizika	12
mierne rizikové	15
stredne rizikové	31
rizikové	2
vysoko rizikové	2
SPOLU	62

Obr. 42: Graf a tabuľka podielu a počtu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórií z hľadiska odtoku vody v okrese Rožňava

Okres Rožňava (východná časť Gemera) aj napriek hornatému terénu patrí k menej rizikovým okresom. Práve najvyšších polohách okresu Rožňava sa nachádza aj územie, kde je vypočítané ročné maximum jednodenných úhrnov zrážok s pravdepodobnosťou opakovania raz za sto rokov vyššie ako 100 mm. Vyše polovica územia má priemernú sklonitosť terénu vyššiu ako 12°. Z celkového počtu 62 obcí iba 2 patria do kategórie vysoko rizikových, 2 do kategórie rizikových. Poľnohospodárska pôda (orná pôda 9 % a trávnaté porasty 21 %) má oveľa menšie zastúpenie ako lesné pozemky (62 %). V tomto okrese majú veľké zastúpenie pôdy s veľmi dobrou infiltračnou schopnosťou (43 %), pričom pôdy s malou infiltračnou schopnosťou majú zastúpenie iba 2 %.

Okres Spišská Nová Ves

kategória	počet obcí
bez rizika	6
mierne rizikové	4
stredne rizikové	10
rizikové	12
vysoko rizikové	4
SPOLU	36

Obr. 43: Graf a tabuľka podielu a počtu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórií z hľadiska odtoku vody v okrese Spišská Nová Ves

Priemerná sklonitosť terénu je pomerne vysoká (39 % obcí má sklonitosť viac ako 12°). V okrese SNV majú lesné pozemky (56 %) výraznejšie zastúpenie ako poľnohospodárske pozemky (orná pôda 16 % a trávnaté porasty 18 %). Pôdy s malou infiltračnou schopnosťou (11 %) majú menšie zastúpenie oproti pôdam s dobrou infiltračnou schopnosťou (28 %). Pravdepodobnosť výraznejších prívalových zrážok je na území Spiša vyššia ako napr. na Zemplíne.

Obce okresu Spišská Nová Ves majú (z celkového počtu obcí 36) najväčšie zastúpenie rizikové obce (12) a stredne rizikové obce (10), ale počet obcí bez rizika (6) prevyšuje počet vysoko rizikových obcí (4).

Okres Gelnica

kategória	počet obcí
bez rizika	14
mierne rizikové	3
stredne rizikové	2
rizikové	1
vysoko rizikové	0
SPOLU	20

Obr. 44: Graf a tabuľka podielu a počtu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórií z hľadiska odtoku vody v okrese Gelnica

Aj napriek tomu, že okres Gelnica patrí k hornatejším okresom v Košickom kraji (priemerná sklonitosť medzi 17° až 25°má až 60 % zastúpenie), tak sa do kategórie vysoko rizikových nedostala ani jedna obec z celkového počtu 20 obcí a iba jedna sa dostala do kategórie riziková. Čo sa týka využitia pozemkov v okrese, prevládajú lesné pozemky (76 %), kdežto orná pôda predstavuje iba 1 % a trvalý trávnatý porast 17 % z celkovej plochy územia. Zastavané plochy spolu s ostatnými plochami predstavujú 4 % z celkového využitia pozemkov. Takýto pomer využitia pozemkov kombináci s piesčito hlinitou pôdou (až 85 %), ktorá má dobré infiltračné schopnosti predstavuje okres Gelnica relatívne najbezpečný okres z hľadiska tvorby povodní v Košickom kraji.

Okresy Košice I až IV

kategória	počet obcí
bez rizika	0
mierne rizikové	2
stredne rizikové	6
rizikové	9
vysoko rizikové	5
SPOLU	22

Obr. 45: Graf a tabuľka podielu a počtu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórií z hľadiska odtoku vody v okresoch Košice I až IV

Z celkového počtu mestských častí 22 až 5 patrí do kategórie rizikové, 9 vysoko rizikové, a 6 do stredne rizikové, aj napriek tomu že zastúpenie v okrese majú len pôdy s dobrou infiltračnou schopnosťou (9 %) a strednou infiltračnou schopnosťou (91 %); napriek tomu, že sklonitosť terénu je nízka (prevláda rovinatý reliéf Košickej kotliny) a napriek tomu, že očakávané ročné maximá jednodenných úhrnov zrážok s pravdepodobnosťou výskytu raz za sto rokov sú oproti hornatým oblastiam nižšie.

Príčinou je to, že v okrese Košice mesto je najväčšie zastúpenie zastavaných plôch (19 %) a ostatných plôch (12 %) zo všetkých ostatných okresoch v Košickom kraji, ktoré výrazne prispievajú k tvorbe povodní.

Okres Košice - okolie

kategória	počet obcí
bez rizika	14
mierne rizikové	7
stredne rizikové	41
rizikové	48
vysoko rizikové	4
SPOLU	114

Obr. 46: Graf a tabuľka podielu a počtu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórií z hľadiska odtoku vody v okrese Košice - okolie

V okrese Košice okolie je takisto pomerne veľké zastúpenie rizikových obcí. Z celkového počtu 114 obcí, 4 patria do kategórie vysoko rizikových a až 48 do kategórie rizikových a 41 do kategórie stredne rizikových. To je zapríčinené pravdepodobne tým, že zastúpenie pôd s malou až veľmi malou infiltračnou schopnosťou predstavuje spolu až 19 % v kombinácii s vysokým podielom poľnohospodárskej pôdy (orná pôda 35 % a trávnaté porasty 11 %) a s pomerne hustou infraštruktúrou a zastavanými územiami v okolí Košíc. Pravdepodobnosť prívalových dažďov je mierne nižšia. Reliéf v okolí Košíc je z veľkej časti rovinatý (Košická kotlina) a pahorkatinný.

Okres Michalovce

kategória	počet obcí
bez rizika	0
mierne rizikové	10
stredne rizikové	14
rizikové	29
vysoko rizikové	25
SPOLU	78

Obr. 47 - Graf a tabuľka podielu a počtu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórií z hľadiska odtoku vody v okrese Michalovce

Okres Michalovce je nížinatá oblasť, všetky obce majú priemerný sklon do 12° ale patrí k rizikovejším okresom. Z celkového počtu 78 obcí až 25 obcí patrí k vysoko rizikovým, 29 obcí k rizikovým a 14 obcí k stredne rizikovým. Ani jedna obec nepatrí do kategórie bez rizika. Príčinou by mohlo byť vysoké zastúpenie poľnohospodárskych pozemkov (orná pôda 47 % a trávnaté porasty 20 %) na málo a veľmi málo priespustných pôdach (ílovito hlinitá pôda 16 % a ílovitá 12 %). Lesy majú veľmi malé zastúpenie (12 %) v porovnaní s menej rizikovými okresmi (napr. okres Gelnica). Takisto zastavané plochy (7 %) a ostatné plochy (4 %) zaberajú vyše desatinu územia, čo tiež výrazne prispieva k vzniku povodní. Pre väčšinu okresu sa predpokladajú prívalové dažde s mierne nižšou intenzitou ako v okresoch západnej časti kraja.

Okres Trebišov

kategória	počet obcí
bez rizika	0
mierne rizikové	6
stredne rizikové	11
rizikové	36
vysoko rizikové	29
SPOLU	82

Obr. 48: Graf a tabuľka podielu a počtu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórií z hľadiska odtoku vody v okrese Trebišov

Okres Trebišov aj napriek tomu že sa nachádza na rovine, resp. Nížine (sklonitosti do 12°) je najrizikovejším okresom v Košickom Kraji. Pri počte obcí 82 až 29 patrí do vysoko rizikovej skupiny, 36 do rizikovej a 11 do stredne rizikovej kategórie. Príčinou by mohlo byť výrazné zastúpenie poľnohospodárskej pôdy (orná pôda 53 %, trávnaté porasty 15 %, vinica 2 %) oproti lesným pozemkom (13 %). Takisto zastavané plochy (6 %) a ostatné plochy (4 %) zaberajú až desatinu územia. Pôdy s malou až veľmi malou infiltračnou schopnosťou zaberajú vyše tretinu územia.

Okres Sobrance

kategória	počet obcí
bez rizika	3
mierne rizikové	5
stredne rizikové	12
rizikové	19
vysoko rizikové	8
SPOLU	47

Obr. 49: Graf a tabuľka podielu a počtu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórií z hľadiska odtoku vody v okrese Sobrance

Podobne ako v ostatných rovinatých okresoch Zemplína, aj v okrese Sobrance prevláda poľnohospodárska pôda (orná pôda 33 %, trávnaté porasty 19 % a vinica 1 %) nad lesnými pozemkami lokalizovanými najmä v pohorí Vihorlat (35 %). V kombinácii so 16 % málo alebo veľmi málo priepustnej pôdy v pomere ku pôdam s dobrou infiltračnou schopnosťou (12 %) a strednou infiltračnou schopnosťou (72 %) spôsobilo, že sú obce v okrese Sobrance rozložené do všetkých kategórií rizika. Z celkovo 47 obcí majú najväčšie zastúpenie v kategórii rizikové (19 obcí) a stredne rizikové (12 obcí).

Najrizikovejšie obce

Najrizikovejšie obce v Košickom kraji sú tie, kde je pomer odtoku dažďovej vody k pomeru úhrnu zrážky viac ako 35 %.

Pri pohľade na vlastnosti územia najrizikovejších obcí, významnú úlohu má priepustnosť pôdy a jej využitie. Sklonitosť terénu, ktorá je veľmi nízka, nemá veľký vplyv na objeme odtoku dažďovej vody, ale má vplyv na rýchlosť tohto odtoku. V týchto obciach je predpoklad relatívne menších prívalových dažďov. Ku vzniku povodní výrazne prispievajú ílovité a hlinito ílovité pôdy, ktoré majú malú alebo veľmi malú infiltračnú schopnosť. Ak sa pozrieme na spôsob využitia pozemkov, tak vo všetkých najviac rizikových obciach je celkovo takmer polovica ornej pôdy a 23 % majú zastúpenie trvalé trávnaté porasty. Takmer tri štvrtiny plochy zaberá poľnohospodárska pôda. Desatinu plochy zaberajú zastavané pozemky a ostatné plochy.

Obce bez rizika

Obce bez rizika v Košickom kraji sú tie, kde je pomer odtoku dažďovej vody k pomeru úhrnu zrážky menej ako 5 %.

Z grafov z najmenej rizikových obcí vyplýva, že najlepšie z hľadiska odtoku dažďovej vody sú na tom obce s veľkým zastúpením lesných pozemkov v kombinácii s pôdami so strednou infiltračnou schopnosťou a malým zastúpením poľnohospodárskej pôdy a zastavaných a ostatných plôch. Územia týchto obci sa nachádzajú v pomerne hornatých oblastiach pohorí Košického kraja. Treba pripomenúť, že na odtok majú vplyv aj iné parametre. Napríklad typ riečnej siete (vejárovitá, stromovozbiehavá, kolmo pripájajúce sa prízoky, atď.); taktiež vysoká hladina podzemnej vody; stav vlhkosti v pôde a pod. Avšak takéto detailné charakteristiky aplikovať na tak rosziahlu plochu ako je územie Košického samosprávneho Kraja nebolo možné. Pre potreby adaptačnej stratégie KSK bola zvolená metóda postačujúca.

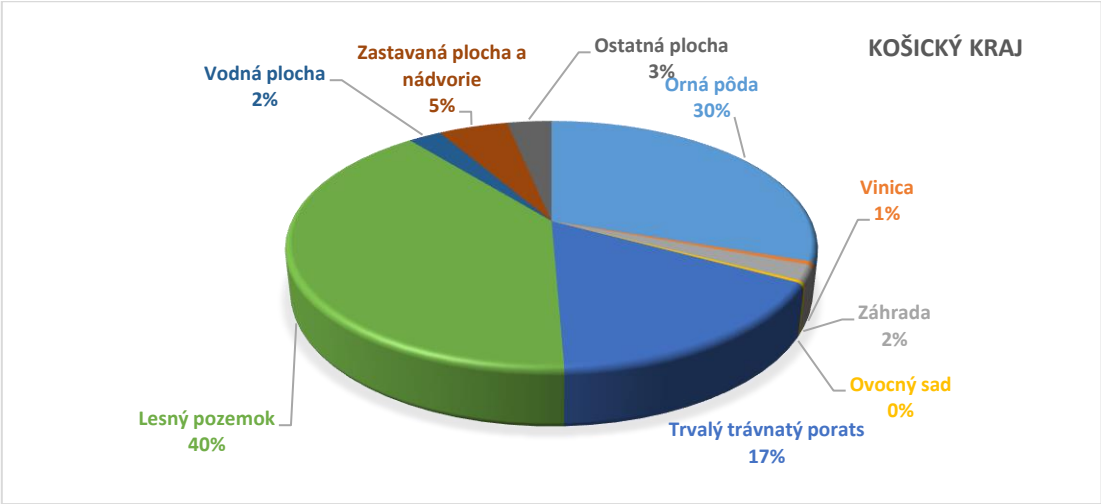
Mapa odtokov na Obr. 41 poskytuje prehľad o tom, koľko vody z územia bez úžitku odteká.

V tejto analýze sme riešili vnútorné vody Košického kraja. Košický kraj patrí do dolných častí povodí Bodrogu, Hornádu a Slanej. To znamená, že hydrológiu riek ovplyvňujú aj vody stekajúce z horných častí povodí, teda z Prešovského kraja. Typickým príkladom je napríklad okres Spišská Nová Ves, odkiaľ odteká cez 10 mil. m^3 dažďovej vody. Ak zarátame aj časti povodia v okrese Poprad a Levoča, tak to môže byť raz toľko. Celkovo z území kraja odteká pre extrémnych zrážkach takmer 120 mil. m^3 dažďovej vody bez úžitku. Pripomíname, že je to jednorázový odtok (viď tabuľku). Celkovo v ročných bilanciách odteká viac. Záleží na charaktere zrážok počas celého roka.

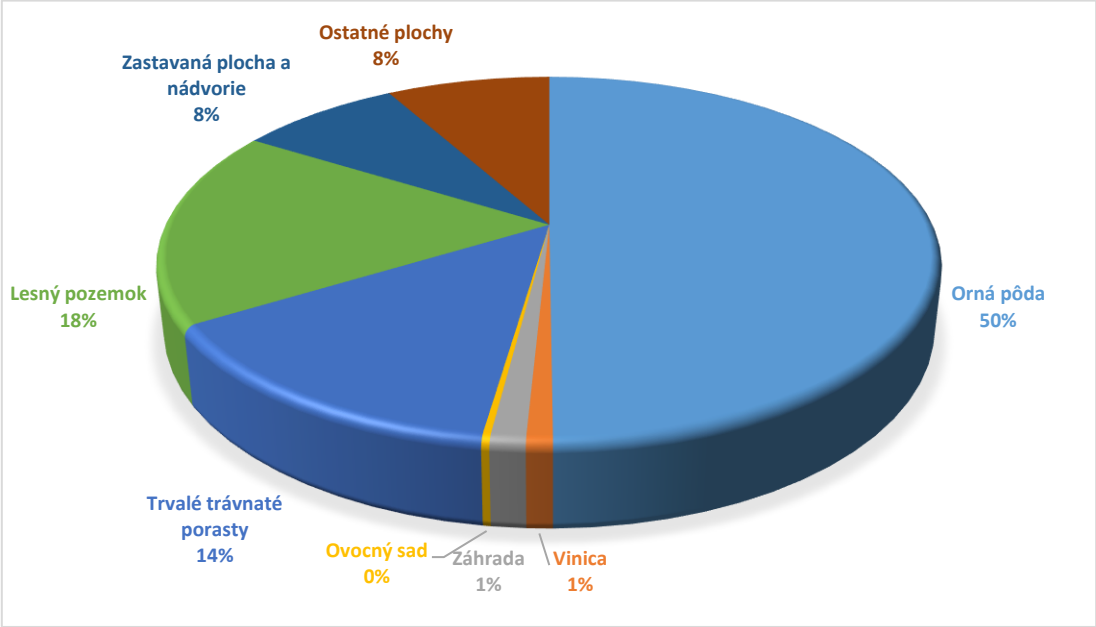
Tabuľka 12: Odtok dažďovej vody v 1000 m^3 podľa okresov z rôzneho typu využitia územia (zdroj údajov: ŠÚSR)

Okres/odtok v 1000 m^3	**Orná pôda**	**Vinica**	**Záhrada**	**Ovocný sad**	**Trvalé trávnaté porasty**	**Lesný pozemok**	**Zastavaná plocha a nádvorie**	**Ostatné plochy**	**Spolu**
Rožňava	2 865	47	87	9	2 575	6 152	882	1 566	14 183
Spišská N. V.	3 130	-	55	3	1 602	4 135	906	740	10 571
Gelnica	164	-	5	-	342	1 074	189	467	2 241
Košice I-IV	1 752	0	92	15	170	427	1 368	1 260	5 084
Košice-okol.	13 889	17	216	50	2 039	4 451	1 715	1 385	23 762
Michalovce	14 078	90	407	32	4 837	1 500	1 877	1 506	24 327
Trebišov	18 193	759	515	192	3 501	1 996	2 079	1 967	29 202
Sobrance	5 375	187	104	37	1 593	1 148	547	745	9 736
SPOLU	59 446	1 100	1 481	338	16 659	20 883	9 563	9 636	119 106
Percentuálne vyjadrenie	**49,91%**	**0,92%**	**1,24%**	**0,28%**	**13,99%**	**17,53%**	**8,03%**	**8,09%**	**100%**

Ak sa pozrieme na krajinnú štruktúru, tak evidentne najvýznamnejší vplyv má poľnohospodárska činnosť. Len z ornej pôdy odteká takmer 50 % dažďovej vody z celkového odtoku. Ak to toho zarátame trvalé trávne porasty a vinice, tak je percentuálny podiel na odtoku takmer 64 %, zatiaľ čo plocha celkovej poľnohospodárskej pôdy v kraji je 50 %. To znamená, že manažment poľnohospodárskej krajiny sa podieľa na vzniku povodní na následných obdobiach sucha až 64 % percentami. Druhým najvýznamnejším podielom na vzniku povodní na následných obdobiach sucha je hospodárenie v lesoch a to viac ako 17 % percentami, avšak zastúpenie lesných pozemkov v kraji je 40 %. Urbanizácia a dopravná infraštruktúra sa podieľa na povodniach a suchu viac ako 16 % percentami, ale zaberá iba 8 % z celkovej plochy Košického kraja. To znamená, že s niekoľkonásobne menšou plochou, ako je rozloha lesov v kraji sa podieľa na povodniach a suchu, takmer toľko ako hospodárenie v lesoch.



Obr. 50: Graf podielu základných typov využitia pozemkov v rámci KSK



Obr. 51: Graf podielu odtoku dažďovej vody podľa typu využitia územia

Na verejnosti a medzi odborníkmi táto realita málo rezonuje. Akosi sa veľmi sústreďujeme na lesné hospodárenie. Pri poľnohospodárskej krajine málo vnímame podiel na vzniku povodní v povodiach. Takisto pri urbanizácii a pečatení zemského povrchu.

Príležitosťou pre Košický kraj je nie len nutná zmena hospodárenia s dažďovou vodou na zmiernenie povodní a sucha, ale aj príležitosť, ako využiť bez úžitku odtekajúcu dažďovú vodu na termoreguláciu krajiny.

4.1.5.Zdroje vody

Pitnú vodu je možné získavať z podzemných a povrchových zdrojov. Z podzemných zdrojov je voda získavaná z prameňov a studní, resp. vrtov. Na vodárenské účely sú využívané aj povrchové zdroje – vodárenské nádrže a povrchové odbery z tokov. Okrem toho sa využívajú odbery vody z tokov a nádrží pre priemyselné účely.

Podzemné vody sú dôležitým zdrojom využívaným na zásobovanie pitnou vodou, v priemyselnej výrobe a poľnohospodárstve.

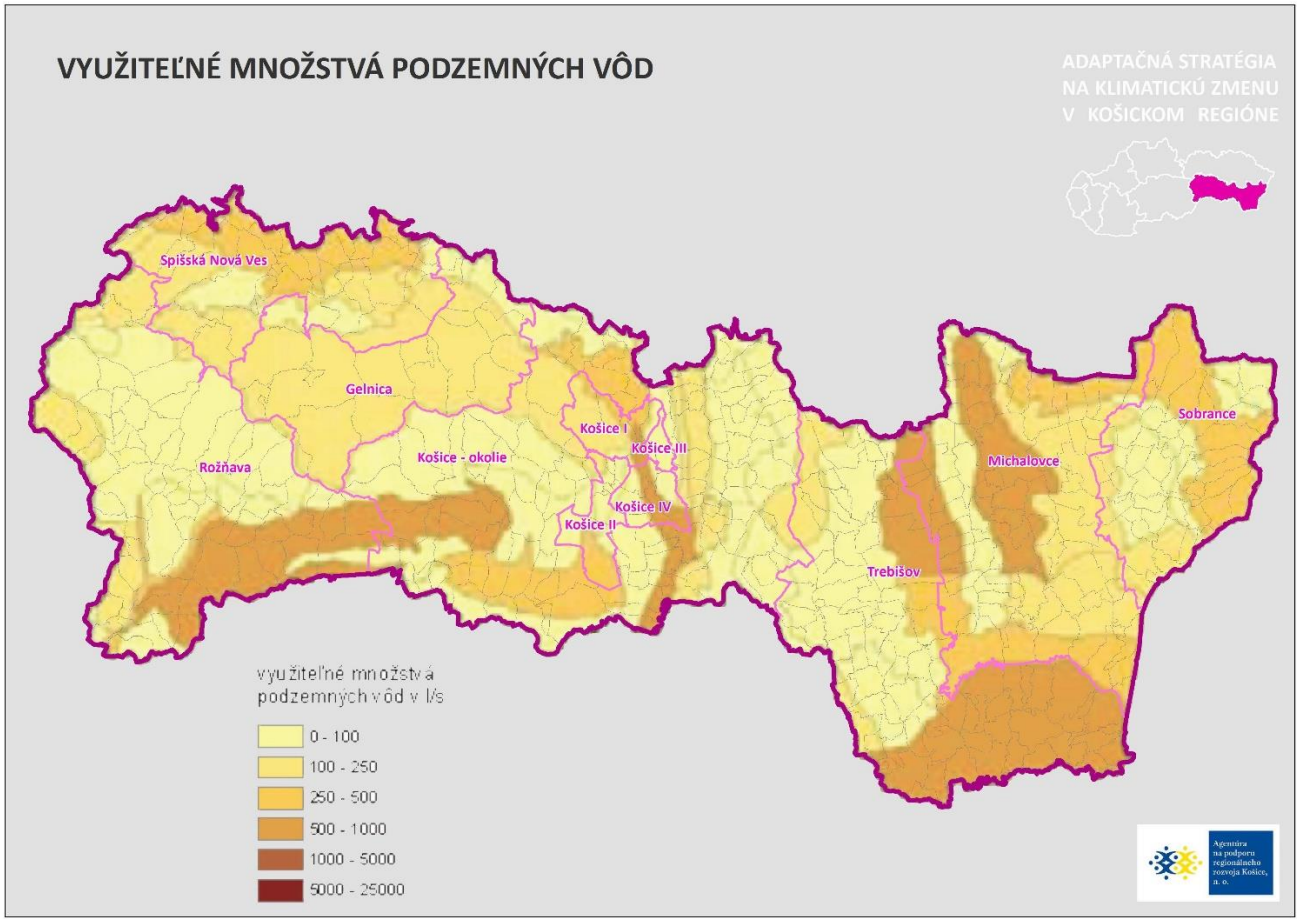
Zisťovanie výskytu a hodnotenie kvantitatívneho stavu podzemných vôd zabezpečuje Ministerstvo životného prostredia SR prostredníctvom Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ), ktorý má na plnenie uvedenej činnosti a získanie odpovedajúcich informácií vybudovanú sieť pozorovacích objektov (sond a prameňov) a prevádzkuje na nich dlhodobé režimové pozorovanie kvantity a kvality podzemných vôd.

Hlavným cieľom monitorovania kvantity podzemných vôd je sledovanie zmien režimu výdatnosti a teplôt prameňov a sledovanie zmien hladinového režimu podzemnej vody a jej teploty.

Využívanie podzemných vôd je na Slovensku bilancované v rámci Vodohospodárskej bilancie množstva podzemnej vody za uplynulý rok. Základnou bilančnou jednotkou je hydrogeologický rajón (141 rajónov v SR), rajóny sú vyčlenené na základe geologických a hydrogeologických podmienok. Základným vzťahom vodohospodárskej bilancie množstva podzemnej vody je pomer využiteľných množstiev podzemných vôd a ich využívania (odberov).

Bilančný stav ako výsledok tejto jednoduchej rovnice má päť stupňov (dobrý, uspokojivý, napätý, kritický a havarijný). Využiteľné množstvá podzemných vôd predstavujú časť prírodných zdrojov podzemných vôd, ktorú je možné zachytávať a dlhodobo využívať.

V roku 2017 predstavoval sumár využiteľných množstiev 76539,25 $l.s^{-1}$, z toho viac ako 61% tvoria využiteľné množstvá schválené Komisiou pre schvaľovanie množstiev podzemných vôd MŽP.



Obr. 52: Využiteľné množstvá podzemných vôd (zdroj: Správa o stave ŽP Košického kraja)

Najvyššie využiteľné množstvá podzemných vôd na km^2 sa v rámci kraja nachádzajú v rajónoch Q125 Kvartér Hornádu v Košickej kotline, Q114 Kvartér dolného toku Roňvy, MQ129 Mezozoikum centrálnej a V časti Slovenského krasu, kde sa vyskytujú čiastkové hydrogeologické rajóny s využiteľnými množstvami podzemných vôd nad 5 $l/s/km^2$. Pomerne vysoké využiteľné množstvá sú identifikované v rámci priestoru

Východoslovenskej nížiny a v rajónoch Mezozoikum Slovenského raja a Havraních vrchov s priľahlým paleozoikom a Mezozoikum Galmusu s priľahlým paleozoikom.

Do územia kraja zasahuje 6 významných vodohospodárskych oblastí:

- Riečne náplavy Slanej.
- Riečne náplavy Hornádu od Spišských Vlachov po Družstevnú pri Hornáde.
- Riečne náplavy Hornádu od Družstevnej pri Hornáde po štátnu hranicu.
- Riečne náplavy Bodvy a Slovenský kras.
- Riečne náplavy Ondavy od Domaše po Trebišov.
- Medzibodrožie a riečne náplavy Roňavy.

V roku 2018 bolo na Slovensku spotrebiteľmi (ktorí podliehajú nahlasovacej povinnosti v zmysle Vyhlášky) využívaných a odoberaných 10745,79 $l.s^{-1}$ podzemnej vody, čo je o 138,48 $l.s^{-1}$, t.j. o 1,29 % viac ako v roku 2017.

Hlavnú časť odberov (72,99 %), predstavuje využívanie podzemných vôd pre zásobovanie obyvateľstva formou verejných vodovodov.

V roku 2018 z celkového počtu 141 hydrogeologických rajónov Slovenska bol na základe bilančného spracovania hodnotený bilančný stav ako dobrý v 128 rajónoch a uspokojivý bilančný stav v 12 rajónoch. Napätý bilančný stav bol dokumentovaný v 1 hydrogeologickom rajóne.

Tabuľka 13: Hydrogeologické rajóny ležiace, resp. zasahujúce do Košického kraja

Označenie	Názov hydrogeologického rajónu	Využiteľné množstvá [l.s-1]	Odber [l.s-1]	Koeficient bilančného stavu	Bilančný stav 2018
MG116	Mezozoikum Slovenského raja a Havraních vrchov s priľahlým paleozoikom	578,70	29,52	19,60	dobrý
PQ115	Paleogén Hornádskej a časti Popradskej kotliny	820,50	74,01	11,09	dobrý
MG117	Mezozoikum Galmusu s priľahlým paleozoikom	117,40	24,05	4,88	dobrý
G128	Paleozoikum Revúckej vrchoviny a Volovských vrchov v povodí Slanej	76,10	14,69	5,18	dobrý
MQ129	Mezozoikum centrálnej a V časti Slovenského krasu	1282,90	177,63	7,22	dobrý
G118	Paleozoikum Slovenského rudohoria v povodí Hornádu	171,00	54,25	3,15	uspokojivý
MG121	Mezozoikum a paleozoikum Braniska	175,70	92,91	1,89	uspokojivý
P122	Paleogén povodia Svinky	147,10	7,23	20,35	dobrý
MG124	Mezozoikum a kryštalinikum Čiernej hory	578,00	36,18	15,98	dobrý
G137	Paleozoikum Volovských vrchov v povodí Bodvy	43,20	7,79	5,55	dobrý
NQ138	Neogén a kvartér Košickej kotliny a Abovskej pahorkatiny v povodí Bodvy	384,80	76,11	5,06	dobrý
Q125	Kvartér Hornádu v Košickej kotline	686,62	116,42	5,90	dobrý
NQ123	Neogén V časti Košickej kotliny	319,00	7,97	40,03	dobrý
VN111	Neovulkanity Slanských vrchov	602,30	56,66	10,63	dobrý
N112	Neogén Z časti Východoslovenskej nížiny	100,00	3,16	31,65	dobrý
QN106	Kvartér Ondavy a Tople od Slovenskej Kajne po Trebišov	554,50	10,33	53,68	dobrý
Q114	Kvartér dolného toku Roňvy	130,00	0,28	464,29	dobrý

N-G113	Paleozoikum a mladšie horniny Zemplínskych vrchov	25,00	0,20	125,00	dobrý
QN103	Kvartér dolnej časti tokov Uh, Laborec, Ondava a pravej strany Latorice	530,00	3,53	150,14	dobrý
QN104	Kvartér JV časti Východoslovenskej nížiny	784,00	28,35	27,65	dobrý
N107	Neogén Pozdišovského chrbta a Malčickej tabule	90,50	0,99	91,41	dobrý
Q108	Kvartér Laborca od Strážskeho po Stretavu	742,00	26,54	27,96	dobrý
NQ101	Neogén Východoslovenskej nížiny medzi Laborcom a Čiernou vodou	137,00	0,27	507,41	dobrý
QN102	Kvartér SV časti Východoslovenskej nížiny pod Vihorlatom a Popričným	253,00	1,85	136,76	dobrý
VN100	Neovulkanity Vihorlatských vrchov	454,00	116,01	3,91	dobrý
MG 013	Mezozoikum série Veľkého Boku - V časť a priľahlé kryštalinikum SV svahov Nízkych Tatier	600,00	246,32	2,44	uspokojivý

Napriek celkovému dobrému vývoju v bilancii podzemných vôd (v rámci KSK stav dobrý až uspokojivý) zostáva situácia najmä v niektorých dielčích štruktúrach vážna a vo viacerých vodárensky významných lokalitách bol zaznamenaný napätý, ale aj kritický a havarijný bilančný stav, čo poukazuje na nevhodné a nadmerné využívanie zdrojov podzemných vôd. (http://www.shmu.sk/File/Hydrologia/Publikacna_cinnost/2019/Zbornik_DenDunaja_2019.pdf). V prípade Košického kraja ide o lokality Čečejovce – Malá Ida (bilančný stav je havarijný), Košice - Kavečany, sever (bilančný stav napätý), Gyňov (bilančný stav napätý), Košice – Čermeľ (bilančný stav napätý),

Medzi **hlavné dopady sucha** v podzemnej vode, ktoré majú priamy vplyv na obyvateľstvo, patrí pokles hladiny podzemnej vody, prípadne úplne vyschnutie studní, pokles výdatnosti alebo vysychanie prameňov. Vtedy dochádza v najviac postihnutých oblastiach k obmedzovaniu využívania vody na závlahy a všetky ostatné činností neslúžiace k pitným a hygienickým účelom.

V roku 2017 bol uvedený do prevádzky online operatívny monitoring podzemnej vody na vybraných objektoch štátnej hydrologickej siete s voľne dostupnými výsledkami meraní. (http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=pzv_kvantita).

Povrchové zdroje

Užívanie povrchovej vody sa hodnotí na základe kvantitatívnej vodohospodárskej bilancie SR. Intenzita využívania povrchových vodných zdrojov vyjadruje mieru užívania využiteľných vodných zdrojov a zaťaženia týchto zdrojov hospodárskymi aktivitami.

Najvýznamnejším odberateľom v rámci kraja **v povodí Hornádu** je U.S.Steel, a.s. Košice, k najvýznamnejším vypúšťaniam patrí okrem U.S.Steel, a.s. Košice aj VVS, a.s. Košice cez kanalizácie miest Košice a Spišská Nová Ves. Najvýznamnejším odberateľom aj vypúšťateľom povrchovej vody v rámci kraja **v povodí Bodrogu** je Elektráreň Vojany a k významným odberateľom vody patria aj VVS, a.s. Humenné – Snina a Bukocel Hencovce (PSK). K najvýznamnejším vypúšťaniam **v povodí Bodvy** patria aj VVS, a.s. Košice cez verejné kanalizácie Šaca a Moldava nad Bodvou.

Na vodárenské účely sa využívajú zdroje povrchových vôd – vodárenská nádrž Bukovec a viaceré povrchové odbery v povodí Slanej, Štítnika, Hornádu, Hnilca a Bodvy. Najvýznamnejším zdrojom aj pre vodovody v Košickom kraji je vodárenská nádrž Starina, ktorá patrí do povodia Bodrogu (leží v Národnom parku Poloniny, v rámci PSK).

Obdobia sucha majú samozrejme vplyv aj na povrchové vody, čo sa prejavuje v poklese vodných hladín v rámci všetkých vodných nádrží (aj tých, ktoré nie sú využívané na vodárenské účely).

Aj tieto dva, veľmi viditeľné dopady klimatickej zmeny (vysychanie studní a pokles hladín vo vodných nádržiach), môžeme považovať za varovný signál, že klimatická zmena a obdobia sucha nie sú len vzdialenými teóriami.

4.1.6. Citlivosť mestských sídiel na teplotný režim

Mnohé rozhodnutia týkajúce sa budúceho rozvoja miest si vyžadujú informácie o rizikách klimatickej zmeny pre mestá. Je potrebné uskutočniť hodnotenie stavu infraštruktúry, urbanistických zón vplyvom teplotných zmien a kvantifikáciu a hodnotenie klimatických rizík na úrovni mesta. Celý rad potenciálne významných vplyvov zmeny klímy je jedinečný pre mestské oblasti alebo sa zvyšuje v mestských oblastiach. Napríklad „povrchové utesnenie“, ktoré zabraňuje prenikaniu zrážkovej vody, vedie k zaťaženiu mestských odvodňovacích systémov, ale aj k zmenám v podloží vedúcim k narúčaniu statiky budov, poklesu hladiny podzemnej vody. Iné mestské infraštruktúry, ako napríklad systémy podzemnej či pozemnej dopravy, môžu mať osobitne zraniteľné miesta súvisiace s extrémnymi udalosťami a jedinečným spôsobom prispôsobenia sa. V posledných desaťročiach sme boli svedkami častejšieho a závažnejšieho výskytu extrémnych poveternostných podmienok, ako sú vlny horúčav, ktoré pravdepodobne súvisia s globálnymi klimatickými zmenami.

Teplotné vlny

Vlny horúčav sú klimatické udalosti, ktoré sú svojou povahou nepredvídateľné, krátkodobé a nepríjemné. Medzivládny panel pre zmenu klímy klasifikoval teplotné vlny ako jednu z extrémnych poveternostných udalostí spojených so zmenou klímy, s ktorou je spojené množstvo rizík. Neexistuje spoločná definícia teplotnej vlny, hoci sa všeobecne chápe ako „predĺžené obdobie nadmerného tepla“, ktoré je zvyčajne spojené s teplotným stresom. Existujú dva aspekty vlny horúčav, ktoré možno nazvať trochu voľne ako „fyziologické“ a „sociologické“ aspekty. Prvý z nich sa sústreďuje na všeobecnú termoreguláciu ľudského tela, druhý na lokálnu adaptáciu na klímu. Definície vlny horúčav tak často zahŕňajú kombináciu faktorov prostredia (ako sú teplota, vlhkosť, žiarenie a rýchlosť vetra) a sociálnych alebo kultúrnych faktorov (napríklad aklimatizácia).

Jedným z prístupov na analýzu zraniteľnosti je mapovanie zraniteľností vlnami horúčav. Odolnosť proti teplotnému stresu bude v budúcnosti významným problémom, pretože chladenie v porovnaní so spotrebou tepla sa zvýši spolu s rastúcim počtom energeticky účinných budov [11] a zmenou klímy.

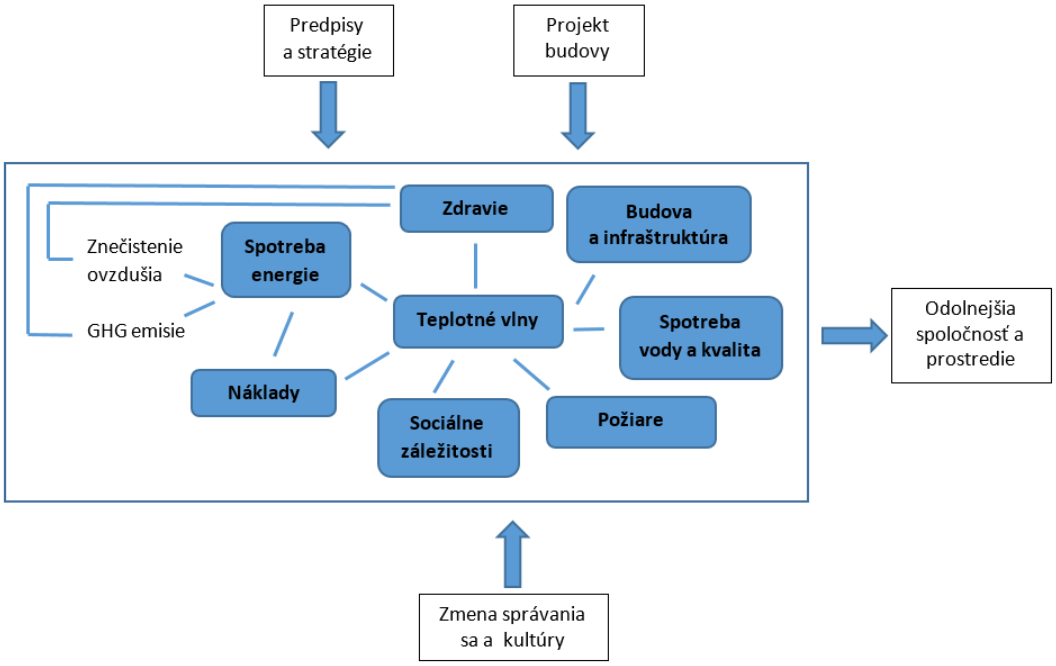
V politikách mestského dizajnu a verejného zdravia chýba dostatočná pozornosť na implementáciu projektovania budov[12] odolných voči teplu[13]. Cieľom kapitoly je preskúmať prvky odolnosti proti teplotnému stresu, preskúmať rôzne očakávané charakteristiky zmeny klímy, ktoré by mohli ovplyvniť infraštruktúru; navrhnúť nový rámec pre riziko a odolnosť voči teplotnému stresu v mestách.

Vplyv zmeny klímy na mestá

EEA (2007) zdôrazňuje kľúčové metodické zložky týkajúce sa kvantifikácie a hodnotenia dopadov zmeny klímy v globálnom a regionálnom rozsahu. Patria sem: spracovanie scenárov (klimatické aj sociálno-ekonomické prognózy); otázky oceňovania (trhové a netrhové účinky; nepriame účinky na hospodárstvo); prístupy k priestorovej a časovej variabilite; neistota a nezvratnosť (najmä v súvislosti s rozsiahlymi nezvratnými udalosťami); a pokrytie (ktoré klimatické parametre a kategórie vplyvov budú zahrnuté)[14].

[11] https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/energy-efficient-building
[12] https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/architectural-design
[13] Zuo et al., 2015
[14] Hunt, A. Watkiss, P. 2011

Teplotné vlny majú významný vplyv na množstvo oblastí, ako sú zdravie, infraštruktúra, spotreba energie, projektovanie budov, kvalita vody a náklady (pozri Obr. 53). Tieto vplyvy sú významné a niektoré z nich dokonca integrujú (napr. náklady a spotreba energie).



Obr. 53: Účinky a mechanizmy súvisiace s teplotnými vlnami (upravené podľa Hunt, A. Watkiss, P. 2011).

Spotreba energie, špičkové zaťaženie

V poslednej dobe došlo k prudkému nárastu využívania klimatizácie v bytoch, ktorý bol prakticky statický až do 90-tych rokov a potom sa rýchlo zvyšoval od roku 1999. CSIRO (2007)[15] predpovedá, že používanie klimatizácie sa bude naďalej zvyšovať, a že do roku 2030 takmer 80 % obydlí bude mať nejakú formu klimatizácie. Existuje niekoľko navrhovaných dôvodov tohto rastu:

- Výrazné zníženie kapitálových nákladov na klimatizáciu;
- Relatívne nízke náklady na energie;
- Zmeny v dizajne domov - zvýšená hustota obydlí;
- Niekoľko rokov s veľmi horúcimi letami od roku 2011 do roku 2019.

Budovy a infraštruktúra

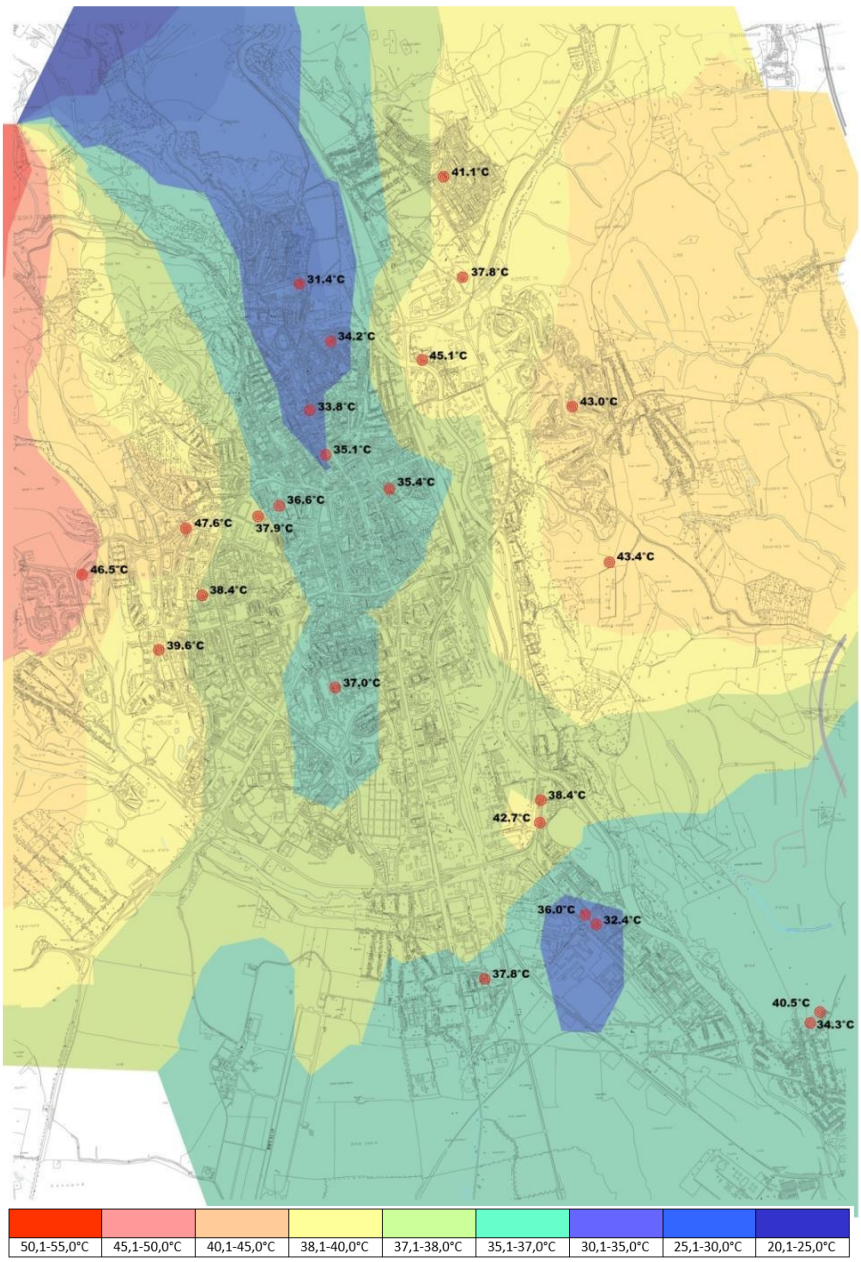
Teplotné vlny majú tiež významný vplyv na zastavané prostredie, ako je mestská infraštruktúra. Majú zásadný vplyv na elektrickú infraštruktúru; mierny vplyv na cesty a železnicu, zatiaľ čo voda, telekomunikácie a letiská sú relatívne menej zraniteľné. Teplotné vlny môžu spôsobovať problémy so stavebnými materiálmi, napr. deformačné napätie v betónových a oceľových konštrukciách, problémy s ochrannými povrchovými úpravami a napätie vo veľkých sekciách izolovaných sklenených jednotiek[16]. Okrem toho by rozsiahle vystavenie ultrafialovému žiareniu mohlo spôsobiť poškodenie stavebných materiálov a povrchov, ktoré ovplyvňujú životnosť stavieb.

[15] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614013754#bib45
[16] Zuo a kol., 2015

Ďalším kritickým aspektom vlny horúčav je mestská bioklimatológia. Vplyvy teplotných vĺn sa v mestách a zastavaných oblastiach zhoršujú v dôsledku efektu mestského teplotného ostrova (UHI). Z 8,3 miliárd svetovej populácie plánovanej na rok 2030 bude približne 60 % žiť v mestách, z 30 % asi pred 50 rokmi. To predstavuje nárast o približne 70 miliónov ľudí ročne hľadajúcich bývanie v mestskom prostredí[17]. Rozvoj mestských oblastí výstavbou zvyčajne znižuje plochy zelene a vodné plochy a zvyšuje spevnené plochy, z materiálov ako je betón a asfalt. To spôsobuje väčšiu absorpciu slnečnej energie s následným zvýšením teploty okolia. Na základe meteorologických záznamov v Šanghaji, dospeli k záveru, že mestský teplotný ostrov je priamo zodpovedný za zvýšenie intenzity teplotných vĺn[18]. Tento efekt je znásobený zvýšením teplotného výkonu spôsobeného ľudskou činnosťou pomocou rôznych foriem energie a zvyšuje chladiace zaťaženie budov v mestách. Účinok mestského teplotného ostrova sa študuje už desaťročia v mestách po celom svete.

Detail priestorového rozloženia teplotných trendov v júli 2015 v Košiciach so zameraním na centrum mesta a okolité sídliská je znázornený na Obr. 54[19].

[17] Zuo a kol., 2015
[18] Tan, 2010
[19] Poórová, 2017



Obr. 54: Priestorová distribúcia teplotných trendov v júli 2015 v Košiciach (Póorová, Z. 2017)

V lete 2015 sa v Košiciach vyskytli teplotné rozdiely do 15,2 °C (minimálne 32,4 °C, maximálne 47,6 °C) v porovnaní s jedným sídliskom. Najväčšie extrémy sú pozorované na sídliskách Nad Jazerom a Krásna. Rozdiely sú spôsobené prítomnosťou tepelných staníc, jazier a parkov v blízkosti meteorologických staníc používaných na tento výskum. Košice boli vybrané ako študijná oblasť, aby preukázali možnosť zmierniť efekt mestského tepelného ostrova. Výskum predpovedá zníženie teploty vzduchu o 2 °C v nadväznosti na Kankunskú dohodu podpísanú 193 krajinami, ktorá sa zaväzuje udržiavať nárast priemernej svetovej teploty pod 2 °C v porovnaní s obdobím pred industrializáciou[20].

Teplotné vlny zosilňujú efekt mestského teplotného ostrova a spôsobujú zosilnenie teplotného stresu a súvisiace problémy, najmä tam, kde je málo vegetácie a hustá mestská zástavba. Výsadba vegetácie a zväčšovanie plôch mestských parkov sa navrhuje ako dlhodobý faktor, ktorý môže zmierňovať kombinované účinky teplotných ostrovov miest a horúčav. Ďalším kompenzačným faktorom je optimalizácia albedo efektu mestskej infraštruktúry; to znamená zvýšiť množstvo slnečného žiarenia, ktoré sa odrazí a nie absorbuje

[20] Poórová, 2017

použitím vhodnejších povrchových úprav a farieb a absorbovať toto žiarenie vegetáciou. Vegetačné (chladné, zelené) strechy sa navrhujú ako prostriedok na zníženie efektu teplotných ostrovov buď zvýšením efektu albedo alebo zavedením zelených výsadieb. Ako bolo uvedené, albedo nevyjadruje len mieru odrazivosti svetla, ale predovšetkým mieru odrazivosti žiarenia. Hovorí teda o vlastnostiach daného materiálu. Najvyššiu hodnotu albeda má čerstvý sneh (0,8 – 0,95), najnižšiu vodná hladina (oceán 0,07 – 0,1). V prípade používania svetlých farieb na dosiahnutie zvýšenia odrazivosti žiarenia toto môže byť následne pohltené ďalšími blízkymi povrchmi. Je dôležité dosiahnuť optimálnu hodnotu albeda. Vegetácia napriek nízkej hodnote albeda (lúka 0,25; listnatý les 0,15-0,18; ihličnatý les 0,08-0,15) pohlcuje tepelné žiarenie, čo je cieľom aktuálnych zámerov.

Iné aspekty

Počas udalosti s horúcimi vlnami môže relatívna vlhkosť klesnúť a vysychanie vegetácie významne zvýši pravdepodobnosť výskytu požiarov. Podobne sú vlnové udalosti spojené so zvýšenou spotrebou vody a problémami s kvalitou vody. Štúdia Rinauda a kol.[21] potvrdila štatisticky významnú pozitívnu koreláciu medzi udalosťami horúčav a vlnou. Napríklad počas teplotnej vlny vo Viktórii v roku 2009 boli zariadenia na úpravu vody ovplyvnené zvýšeným odparovaním, tvorbou rias, poruchami čerpadiel a ďalších zariadení. Súhrnne možno povedať, že s vlnami tepla súvisí celý rad vplyvov. Dopady môžu byť vzájomne prepojené. Napríklad prerušenie dopravy môže mať priamy vplyv na obchodnú činnosť a produktivitu; výpadky elektrického prúdu môžu zvýšiť ťažkosti so zaobchádzaním s prístrojmi. Vo všeobecnosti si synergické účinky extrémnych teplotných podmienok, znečistenia ovzdušia a ďalších faktorov životného prostredia, ako je hluk a UV žiarenie vyžadujú ďalší výskum.

Vplyv zmeny klímy na dopravnú infraštruktúru

Aj v našich oblastiach môžu veľmi vysoké teploty spôsobiť praskanie betónových vozoviek a môžu zmäkčiť asfaltové cesty, čo vedie k vyjazdeniu koľají a poklesom ciest. Vyššie zimné teploty spôsobia dažďové zrážky, nie snehové, čo môže zvýšiť problémy s odtokom. Zvýšená frekvencia cyklov zmrazenia / rozmrazenia môže výrazne ovplyvňovať návrhy vozoviek a spevnených plôch.

Veľkosť a intenzita zrážok sa môžu dramaticky zmeniť, a následne ovplyvniť prevádzku dopravných zariadení a sietí. Klimatické modely majú tendenciu projektovať zvýšené dažďové zrážky v zime, čo zvyšuje riziko skorých jarných záplav. Okrem priameho ovplyvnenia dopravnej infraštruktúry meniace sa klimatické podmienky môžu ovplyvniť mnohé ekologické funkcie pozemkov obklopujúcich dopravnú infraštruktúru a môžu teda ovplyvniť existujúce stratégie zmierňovania environmentálnych dopadov (ako sú mokrade), ktoré sa v súčasnosti bežne považujú za súčasť projektu dopravnej infraštruktúry[22]. Budúce diaľničné projekty by tak mohli čeliť veľmi odlišným požiadavkám alebo cieľom v oblasti zmierňovania životného prostredia ako dnes.

Táto štúdia skúma aj rôzne očakávané charakteristiky zmeny klímy / počasia, ktoré by mohli ovplyvniť dopravnú infraštruktúru, so zameraním na diaľničnú sieť. Najmä neistoty pokiaľ ide o časové rámce spojené s dopadmi klimatických zmien a súvisiace zmeny v extrémnych poveternostných udalostiach (napríklad viac horúčav alebo vlny búrok), vedú k otázkam či a kedy by bolo vhodné modifikovať plánovacie, návrhové, konštrukčné, údržbárske a prevádzkové postupy. Potrebná je strategická perspektíva toho, ako odvetvie dopravy sa môže najlepšie pripraviť na pravdepodobné zmeny v životnom prostredí, podmienky v nasledujúcom polstoročí. Aj keď rôzne druhy pozemnej dopravy budú slúžiť rôznym druhom infraštruktúry, existuje niekoľko komponentov a dizajnov, ktoré sú pre väčšinu projektov spoločné (vrátane ciest a diaľnic, železničných tratí, pristávacích dráh a tranzitných zariadení). V nasledujúcom sú popísané práve komponenty, ktoré budú rozhodujúce pri zvažovaní potenciálnych vplyvov zmeny klímy na návrh infraštruktúry.

[21] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614013754#bib110
[22] Meyer a Weigel, 2011

Základy stavby

Stabilita vybudovanej stavby závisí od pôdy, na ktorej je postavená. Geotechnickí inžinieri zameriavajú svoju pozornosť na vlastnosti rôznych pôdnych typov a ich chovanie sa pri odlišnom návrhovom zaťažení. Očakávané správanie sa pôd priamo ovplyvňuje návrh základov a podporných štruktúr pre samotnú infraštruktúru. Rôzne namáhanie pôsobí na pôdu vrátane vertikálnych, horizontálnych a šmykových síl, ako aj namáhanie spojené s hmotnosťou štruktúr postavených na pôde. Návrh základov pre dopravné zariadenia odráža pôdne podmienky, hladinu podzemnej vody, nosnosť konštrukcie a sily, ktoré zvyšujú dynamické zaťaženie na konštrukcii. Jedným z dôležitých faktorov pre návrh základovej konštrukcie je stupeň nasýtenia a očakávaného správania sa pôdy za nasýtených podmienok. Zmeny tlaku v póroch môžu mať významný vplyv na šmykovú pevnosť zemín. Dobrým príkladom toho, ako môžu podpovrchové podmienky ovplyvniť dizajn, je správanie sa rôznych pôd pod seizmickými silami a výsledné účinky na vybudované konštrukcie. Posun alebo skvapalnenie pôdy v priebehu seizmickej udalosti predstavuje značné riziko nestabilných pôdnych podmienok a teda destabilizáciu konštrukcií postavených na povrchu. Seizmické kódy boli uzákonené v mnohých regiónoch sveta a sú zamerané najmä na riešenie meniacich sa charakteristík základových podmienok počas takýchto extrémnych udalostí.

Materiálové špecifikácie

Dopravné konštrukcie sú skonštruované z materiálov vybraných pre ich výkonnosť pri projektovaných zaťaženiach a podmienkach prostredia. Veľká časť pôvodného výskumu v doprave počas obdobia 40-tych a 50-tych rokov 20. storočia sa zameriavala na zlepšenie schopnosti materiálov odolávať zaťaženiam spojeným s prepravou zatiaľ čo stále ostanú odolné na zmeny podmienok prostredia. Dopravní výskumní inžinieri naďalej zdokonaľujú fyzikálne vlastnosti asfaltových aj betónových vozoviek. Výkonnosť dopravných stavieb sa môže dramaticky zmeniť vzhľadom na meniace sa podmienky, napríklad ťažšie vozidlá, väčšie objemy premávky, dramatickejšie cykly zmrazenia / rozmrazenia alebo zhoršená dynamika pôdy (napr. saturácia a erózia). Stavebné materiály majú výrazný vplyv tiež na návrh mostov. Oceľové, betónové alebo drevené mosty musia zvládnuť stále zaťaženie a dynamické zaťaženie, ktorému sú vystavené, a tak sila a odolnosť mostných materiálov sa stávajú prvoradým záujmom mostného inžiniera. Okrem vyššie uvedených meniacich sa podmienok môže byť potrebné zvýšiť pevnosť a ochranu materiálov použitých v návrhu, aby sa zohľadnilo očakávané zaťaženie vetrom, zvýšená vlhkosť (ktorá by mohla urýchliť koróziu).

Prierezy a štandardné rozmery

Vzhľadom na zložitosť navrhovania dopravného zariadenia a všetkých jeho podzložiek, inžinieri často identifikujú typické úseky, ktoré sú použiteľné pre väčšinu daného konštrukčného koridoru. Typ vozovky a konštrukcia podložia by mali odzrkadľovať zistené podmienky prostredia. Sklon spevnenej plochy by bol určený nielen zaťažením od vozidiel využívajúcich zariadenie (napr. prevýšenie), ale tiež potrebou odstrániť vodu zo spevnenej plochy. V oblastiach, kde by sa dali očakávať značné dažďové zrážky, môže byť sklon vozovky mierne vyšší, aby sa voda čo najskôr odviedla na okraj cesty. Dizajn každej z kľúčových zložiek prierezu zvyčajne odráža konštrukčné normy, ktoré prijal vlastník zariadenia, napríklad správa ciest, či diaľničná spoločnosť. Preto je možné často nájsť projektové manuály so štandardmi pre šírku pruhu a ramien, priečne svahy, polomery pre zakrivenie vozovky, rozmery prekážok, priepusty, drenážne mriežky, značenie vozoviek. Väčšina z týchto noriem je vypracovaná na základe terénnych alebo laboratórnych štúdií, z ktorých mnohé boli spracované pred niekoľkými desaťročiami. Kritériá návrhu mostov sú tiež spojené s takými záležitosťami, ako je vertikálna svetlá výška nad vodnými cestami a pozemnými komunikáciami. Normy stanovujú usmernenia pre vertikálne vzdialenosti pre mosty nad vodnými cestami, pričom rozmery vertikálneho voľného priestoru závisia od typu plavby na rieke. Jedným z poznatkov získaných z hurikánu Katrina bolo, že vertikálna svetlá výška mnohých mostov na pobreží Mexického zálivu nad vodnými kanálmi bola príliš nízka[23]. Mosty boli prestavané s väčšou svetlou výškou nad vodnou hladinou spolu so zlepšenými upevňovacími prvkami k mostným mólom.

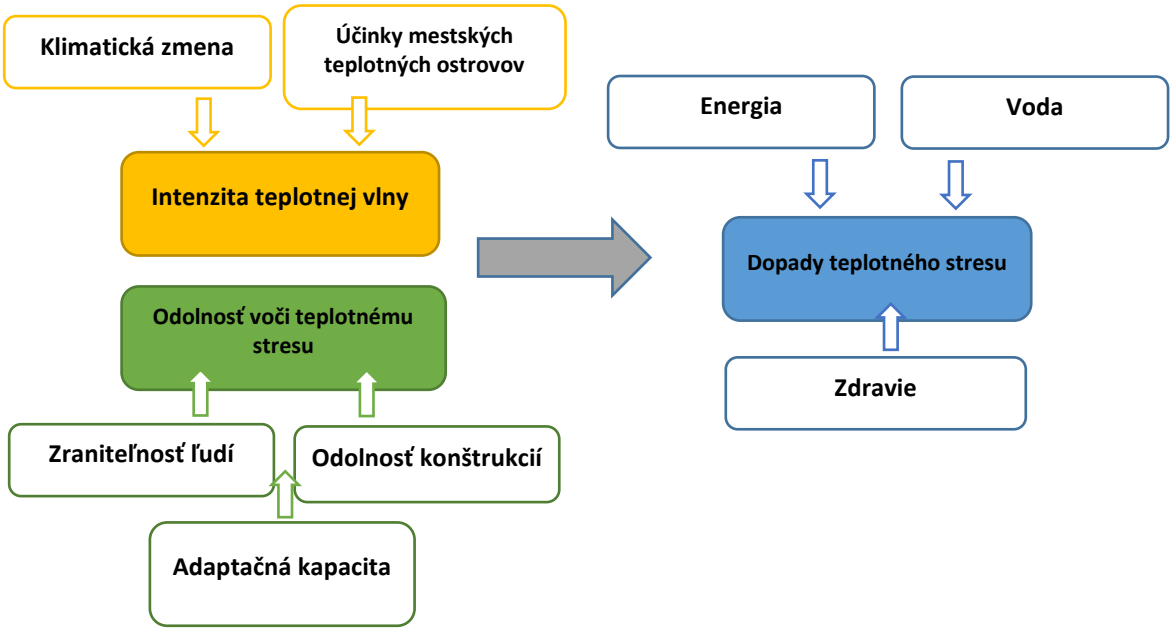
[23] Meyer a Weigel, 2011

Odvodnenie a erózia

Voda je jedným z najnáročnejších faktorov navrhovania v oblasti dopravného inžinierstva. Ako už bolo uvedené, nasýtené alebo takmer nasýtené pôdy môžu byť kritickým faktorom pri navrhovaní základovej konštrukcie. S odtokom z nepriepustných povrchov, ako sú mostovky alebo povrchy ciest, sa musí zaobchádzať takým spôsobom, ktorý presmeruje tok vody smerom od samotného zariadenia, ale nepoškodzuje okolité prostredie. Štandardná realizácia drenážnych systémov, otvorených kanálov, potrubí a priepustov odráža očakávaný odtok alebo prietok vody, ku ktorému dôjde pri predpokladaných množstvách zrážok. Predpokladá sa, že niečo také jednoduché, ako je návrh priepustu, ovplyvní predpokladaný nárast prietoku vody, ktorá ním preteká.

Rámec rizika teplotného stresu a odolnosti proti teplotnému stresu

Štúdia o možných vplyvoch zmeny klímy na úrovni miest a reakcia na tieto riziká je relatívne nový fenomén, hoci zapadá do všeobecného trendu posudzovania vplyvu a adaptácie smerom k analýze na miestnej úrovni. Tento trend je čiastočne spôsobený rastúcou sofistikovanosťou modelovania zmeny klímy, ktorá umožňuje stále nové scenáre. Môže tiež odrážať skutočnosť, že politika v oblasti zmeny klímy čoraz viac uznáva potrebu riešiť a prispôsobiť sa nevyhnutným dôsledkom zmeny klímy, ako aj znižovať emisie skleníkových plynov. Vysoká hustota obyvateľstva miest, ich význam pre mnohé hospodárske a sociálne činnosti a ich úlohy ako centier správy vecí verejných zdôrazňujú význam hodnotení zmeny klímy na úrovni miest. Dopady teplotného stresu závisia od dvoch nezávislých premenných, menovite intenzity teplotnej vlny a odolnosti prostredia proti teplotnému stresu (Obr. 55).



Obr. 55: Posudzovanie dopadov teplotného stresu v mestách (upravené podľa Hunt, A. Watkiss, P. 2011)

Prvým aspektom hodnotenia rizika teplotného stresu je ***intenzita teplotnej vlny*** (Obr. 55[24]), ktorú môžu zhoršiť klimatické zmeny (IPCC, 2014) a účinky mestských teplotných ostrovov (UHIEs)[25]. Niektoré techniky zmierňovania v mestskom meradle môžu zmierniť intenzitu teplotných vĺn a zvýšiť odolnosť zastavaného prostredia voči teplotnému stresu. Napríklad použitie materiálov s vysokou slnečnou odrazivosťou[26] v zastavanom prostredí, ako napríklad reflexné strešné stropy, môžu súčasne šetriť energiu, zvyšovať teplotný

[24] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670716301299#fig0010
[25] https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/urban-heat-island-effect
[26] https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/solar-reflectance

komfort, zmierňovať UHIE a znižovať emisie uhlíka[27]. Zmiernenie je však nad rámec tejto štúdie. Druhým aspektom hodnotenia rizika teplotného stresu sú vplyvy. ***Dopady teplotných vĺn*** by sa mali posudzovať súčasne počas teplotných vĺn kvôli ich dynamickým vzťahom, aby sa preukázala účinnosť odolnosti proti teplotnému stresu. Teoreticky je absolútne odolné mesto voči teplotným stresom indikované nulovým dopadom na zdravie a spotrebu energie a vody. Tretí aspekt hodnotenia rizika teplotného stresu, ***odolnosť proti teplotnému stresu*** meria schopnosť populácie zvládať teplotný stres. Odolnosť voči teplotnému stresu v populácii je funkciou odolnosti teplotného stresu v zastavanom prostredí, schopnosti adaptácie a zraniteľnosti. Integrácia všetkých vyššie uvedených prvkov si vyžaduje spoluprácu medzi disciplínami v oblasti verejného zdravia, sociálneho výskumu, urbanizmu, projektovania budov a riadenia mestskej infraštruktúry. Táto otázka sa môže prekonať prijatím integračného rámca hodnotenia teplotného rizika a odolnosti.

Väčšina vedcov v oblasti klímy súhlasí s tým, že zmena klímy je takmer istá. Miera dopadov zmeny klímy je však veľmi neistá, najmä v dlhodobom meradle. Včasným zavedením integrácie stratégií a opatrení potrebných na riešenie očakávaných účinkov zmeny klímy ako súčasť prebiehajúceho procesu adaptácie a systémového manažmentu, môže byť spoločnosť na tieto vplyvy pripravená. Systémy ohrozené zmenou klímy budú charakterizovať návrh urbanizácie a infraštruktúry, konštrukcie, údržbu a prevádzkové rozhodnutia, ktorým čelia dnešní a budúci inžinieri. Ak sa táto neistota nebude účinne riešiť, môže to mať za následok omnoho nákladnejšie prístupy k oneskorenému a krátkodobému „zlyhaniu“ programov a plánov, alebo ešte horšie, k potrebe prestavať zariadenia s dlhou životnosťou, ktoré v dôsledku toho utrpia náhle a potenciálne katastrofické škody v dôsledku účinkov súvisiacich so zmenou klímou. Mnoho vedcov, inžinierov a verejných činiteľov označilo zmenu klímy za jednu z významných výziev v najbližších desaťročiach. Tento príspevok skúma súčasnú prax pri pohľade na prispôsobenie sa urbanizácie klimatickým zmenám a vytvára koncepčný rámec pre rôzne zložky infraštruktúry, ktorá bude ovplyvnená rôznymi zmenami klímy. Navrhuje sa prístup adaptívneho riadenia systému ako jeden z inžinierskych prístupov k predvídaniu pravdepodobných klimatických zmien, identifikácii zraniteľných miest a posúdení rôznych stratégií na zmiernenie potenciálnych vplyvov. Výsledkom tohto prístupu je strategická perspektíva ako by agentúry dnes a v budúcnosti mali reagovať na meniace sa podmienky životného prostredia. Vypracovanie organizačnej stratégie pre riešenie rôznych prvkov týchto zmien je kritickou súčasťou tejto strategickej perspektívy.

Predkladá sa nový interdisciplinárny rámec na hodnotenie rizika[28] teplotného stresu a odolnosti, ktorý poskytuje prostriedky na holistické riadenie teplotných vĺn[29]. Tento rámec vychádza z existujúcej literatúry o zraniteľnosti v oblasti teplotných vĺn, adaptácii, urbanizovanom prostredí odolnom voči teplotným stresom a správe infraštruktúrnych zdrojov počas teplotných vĺn. Tento rámec integruje krátkodobé (ako je adaptácia) a dlhodobé (ako je odolnosť proti vystaveniu teplu v zastavanom prostredí) procesy. Ďalej zvažuje komplexnú súhru[30] medzi rôznymi ukazovateľmi dopadov na teplotné vlny, integráciou zdrojov verejného zdravia, energie a vody s cieľom pomôcť tvorcom politík pri riadení zdrojov. Očakáva sa, že zistenia tohto dokumentu budú relevantné pre tvorcov politiky a pomôžu ich práci pri hodnotení potenciálnych zmien politiky, vládnych dotácií a kampaní komunitného vzdelávania na zvýšenie odolnosti proti teplotným stresom.

V rámci tejto kapitoly sa analyzovali prvky rámca rizika a odolnosti voči teplotnému stresu, vrátane odolnosti voči teplotnému stresu v zastavanom prostredí, adaptácie a sekundárnych vplyvov teplotných vĺn vo vzťahu k intenzite teplotných vĺn. Vo všeobecnosti boli vlastnosti budovy odolnej voči teplotnému stresu hlásené ako nedostatočné s veľkou medzerou vedomostí o vlastnostiach budovy odolných voči teplotnému stresu a nízkou aktivitou dodatočného vybavenia. Tento problém sa zhoršuje obmedzenými znalosťami spoločnosti o primeranom dizajne budov[31], so závislosťou od klimatizácie a absenciou politík v oblasti správy budov a urbanizmu. Pri navrhovaní a modernizácii zastavaného prostredia a prispôsobovaní sa často chýba rozumné rozhodovanie týkajúce sa energetickej účinnosti a dlhodobých prevádzkových nákladov. Aj keď sa väčšina populácie zaoberá adaptáciou, mnoho adaptačných techník nie je známych a používajú sa zriedka. Zistilo sa,

[27] https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/carbon-emission
[28] https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/risk
[29] https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/heatwaves
[30] https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/interplay
[31] https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/architectural-design

že adaptačné opatrenia sú nedostatočne využívané, napriek tomu majú potenciál šetriť energiu a súčasne zvyšovať odolnosť proti teplotnému stresu. Odporúča sa komunitné vzdelávanie a informovanie o teplotných vlnách a o stavebných prvkoch odolných voči teplotnému stresu, adaptačné a stavebné energetické audity, aby sa zvýšilo prispôsobenie a vhodné dodatočné vybavenie budov [32] a následne sa zvýšila odolnosť obyvateľstva voči teplotnému stresu a znížili sa negatívne vplyvy teplotných vĺn. Mesto sa vyznačuje nepriepustnými povrchmi s vysokou koncentráciou antropogénnych aktivít, čo vedie k výraznému zvýšeniu teploty vzduchu a povrchovej teploty. Účinok mestského tepelného ostrova sa vyskytuje v mestách po celom svete a je výsledkom rôznych tepelných vlastností povrchov v mestách.

Na celom svete sa teplotným vlnám venuje veľká pozornosť kvôli ich negatívnym vplyvom na ekosystém, infraštruktúru, ľudské zdravie a spoločenský život. Opatrenia na zvýšenie odolnosti voči teplotným vlnám sú však väčšinou izolované v rôznych odboroch. Tento dokument navrhuje rámec integrujúci plánovanie miest a infraštruktúry, projektovanie budov, verejné zdravie a sociálny výskum s cieľom komplexne posúdiť odolnosť proti teplotným stresom. Navrhovaný rámec môže pomôcť orgánom s rozhodovacou právomocou pri hodnotení rôznych zmien politík zameraných na odolnosť proti teplotnému stresu a prispieť ku komplexnejšiemu a efektívnejšiemu riadeniu teplotných vĺn. Komunitné vzdelávanie spolu s revíziou stavebných a plánovacích predpisov má potenciál výrazne zvýšiť odolnosť proti teplotnému stresu.

4.1.7. Citlivosť sociálnej a zdravotnej infraštruktúry

Prostredníctvom sociálnych služieb štát pomáha ľuďom v nepriaznivej sociálnej situácii a uspokojuje ich sociálne potreby.

Kompetencie Košického samosprávneho kraja (ďalej len „KSK“) v sociálnej oblasti sú upravené zákonom **č. 448/2008 Z.z. o sociálnych službách** v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon o sociálnych službách“) a zákonom **č. 305/2005 Z.z. o sociálnoprávnej ochrane detí a sociálnej kuratele** a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Odbor sociálnych vecí KSK realizuje úlohy, ktoré mu z týchto zákonov plynú prostredníctvom Referátu pre zariadenia a Referátu poskytovania služieb občanovi.

Konkrétne plní nasledovné úlohy: posudzuje odkázanosť na sociálne služby, zabezpečuje poskytovanie sociálnych služieb, financuje sociálne služby, registruje poskytovateľov sociálnych služieb na území kraja, kontroluje kvalitu poskytovaných sociálnych služieb, vykonáva opatrenia sociálnoprávnej ochrany a sociálnej kurately – k zariadeniam na výkon opatrení patria: krízové stredisko, resocializačné stredisko, detský domov pre maloletých bez sprievodu, pestúnske zariadenie.

Sociálne služby rozdeľuje zákon o sociálnych službách do niekoľkých druhov a tie môžu byť poskytované rôznou formou - **ambulantnou, terénnou alebo pobytovou**.

Druhy sociálnych služieb:

1. sociálne služby krízovej intervencie (napr. útulok, domov na polceste, zariadenie núdzového bývania),
2. sociálne služby na podporu rodiny s deťmi (napr. služba včasnej intervencie),
3. sociálne služby na riešenie nepriaznivej sociálnej situácie (napr. zariadenie pre seniorov, domov sociálnych služieb, špecializované zariadenie, opatrovateľská služba),
4. sociálne služby s použitím telekomunikačných technológií (napr. monitorovanie a signalizácia potreby pomoci) a
5. podporné služby (napr. odľahčovacia služba, podpora samostatného bývania).

Pre oblasť sociálnych služieb Košického kraja je základným strategickým dokumentom **Koncepcia rozvoja sociálnych služieb KSK na roky 2016 – 2020**, ktorú vypracováva Odbor sociálnych vecí KSK, a ktorá je

[32] https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/building-retrofitting

realizovaná prostredníctvom vypracovaných akčných plánov zariadeniami v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK ako aj ďalšími dotknutými inštitúciami (prevažne poskytovateľmi sociálnych služieb).

Kvalitu života obyvateľov odkázaných na pomoc kraja zvyšuje KSK poskytovaním sociálnych služieb hlavne v domovoch sociálnych služieb, špecializovaných zariadeniach, zariadeniach podporovaného a núdzového bývania, domovoch na pol ceste a útulkoch.

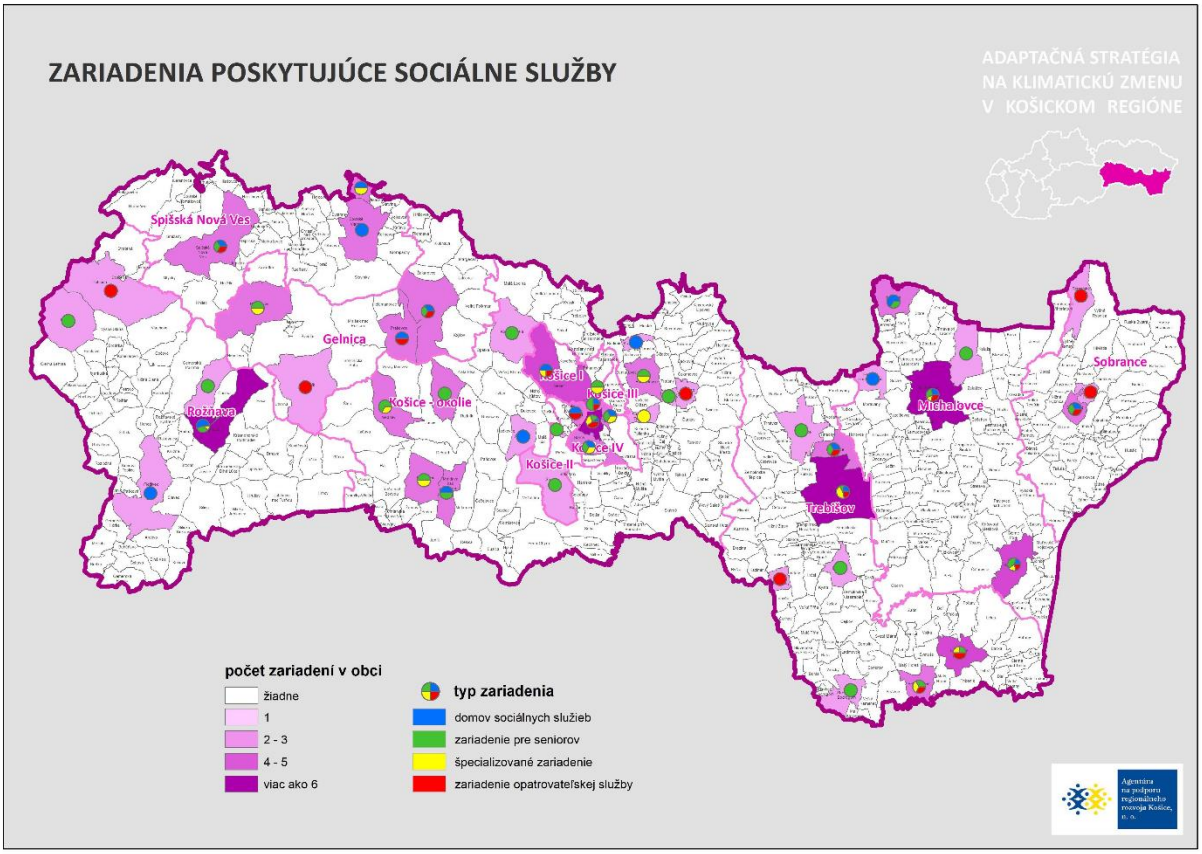
V roku 2018 požiadalo 881 občanov referát poskytovania služieb občanovi KSK o posúdenie odkázanosti na sociálnu službu. Na základe žiadostí bolo vydaných celkovo 752 kladných rozhodnutí o odkázanosti na sociálnu službu. Ďalšie rozhodnutia boli záporné, prípadne sa týkali zastavenia konania. Počet občanov odkázaných na sociálnu službu sa odzrkadlil aj v počte požiadaviek na zabezpečenie sociálnej služby v priebehu roka 2018. Tunajšiemu úradu bolo doručených 711 takýchto žiadostí. Žiadosti o zabezpečenie poskytovania sociálnej služby ako aj stav ich vybavenia sú vedené v evidencii. K 31.12.2018 bolo v evidenciách čakateľov na voľné miesta v konkrétnych zariadeniach sociálnych služieb, rešpektujúc občanov vlastný výber poskytovateľa sociálnej služby, vedených celkovo 378 žiadostí.

Kancelária prvého kontaktu na úrade KSK poskytuje komplexné sociálne poradenstvo občanom KSK. Bola zriadená v septembri 2010 a poskytuje poradenstvo osobne, telefonicky, mailom, online, pričom návštevnosť a využívanie jej služieb každoročne narastá.

Referát pre zariadenia pod odborom sociálnych vecí plní nasledovné činnosti: registruje poskytovateľov sociálnych služieb, rieši financovanie sociálnych služieb a kontrolu poskytovateľov služieb.

KSK poskytuje finančný príspevok na tieto sociálne služby: zariadenie podporovaného bývania, rehabilitačné stredisko, domov sociálnych služieb, špecializované zariadenie, útulok, domov na pol ceste, zariadenie podporovaného bývania, špecializované sociálne poradenstvo, sociálna rehabilitácia, tlmočnícka služba, služba včasnej intervencie. V roku 2018 bolo z rozpočtu KSK prostredníctvom uzatvorených zmlúv o poskytovaní sociálnych služieb financovaných spolu 99 poskytovateľov a 1501 miest.

KSK vedie register všetkých poskytovateľov sociálnych služieb na svojom území (*zdroj: Správa o činnosti odboru sociálnych vecí za rok 2018*).



Obr. 56: Mapa vybraných zariadení poskytujúcich sociálne služby na území Košického samosprávneho kraja

Na analýzu infraštruktúry sociálnych služieb s možným negatívnym vplyvom klimatických zmien boli vytipované zariadenia poskytujúce celoročnú alebo týždennú pobytovú službu. Ide o domovy sociálnych služieb, zariadenia pre seniorov, špecializované zariadenia a zariadenia opatrovateľskej služby. Keďže tieto zariadenia poskytujú služby pobytovou formou, spolu s prijímateľmi služieb môžu byť negatívne ovplyvnené zmenou klímy.

Z Obr. 56 je vidieť, že na území kraja sú tieto služby poskytované relatívne rovnomerne, avšak hlavne v okresných mestách a obciach s vyšším počtom obyvateľov. Iba v 4 mestách kraja sa nachádza viac ako 6 týchto zaradení (Košice, Michalovce, Trebišov a Rožňava). V 2 mestách na dolnom Zemplíne (Veľké Kapušany a Kráľovský Chlmec) sa nachádza 4-5 takýchto zariadení.

V nedávnej minulosti prešli mnohé zariadenia v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK rekonštrukciou, budovy boli zateplené, okná a strechy vymenené, čím sa znížila ich energetická náročnosť avšak mnohé zariadenia neverejných (ale aj verejných) poskytovateľov sociálnych služieb poskytujú služby v budovách bývalých kaštieľov, ktorých múry a strechy nie sú zateplené a rovnako neprebehla výmena okien. Z energetického hľadiska sú tieto budovy neefektívne a technicky zastarané.

Charakteristika zdravotnej infraštruktúry

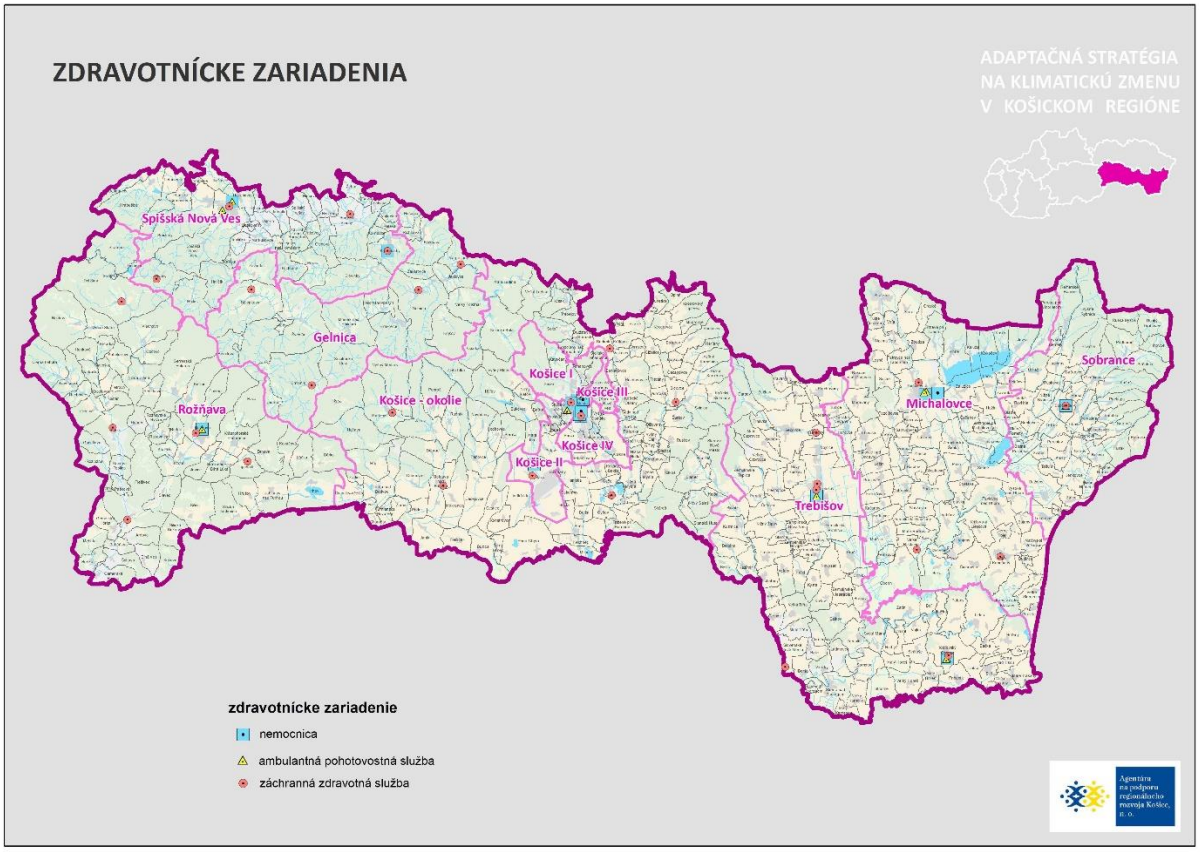
Zdravotná starostlivosť zahŕňa rôzne výkony zdravotníckych pracovníkov, ktoré vedú k predĺženiu života pacienta, zvýšeniu kvality jeho života a zdravému vývoju budúcich generácií.

Oddelenie zdravotníctva KSK v zmysle ustanovení zákona č. 576/2004 Z. z. o zdravotnej starostlivosti, službách súvisiacich s poskytovaním zdravotnej starostlivosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov najmä koordinuje a napĺňa priority regionálnej zdravotnej politiky a zabezpečuje dostupnosť zdravotnej a lekárenskej starostlivosti v Košickom kraji. Lekár samosprávneho kraja, sestra samosprávneho kraja a farmaceut samosprávneho kraja vydávajú v rámci preneseného výkonu štátnej správy povolenia na prevádzku zdravotníckych zariadení a vykonávajú dozor u poskytovateľov zdravotnej

starostlivosti a poskytovateľov lekárenskej starostlivosti. Oddelenie zdravotníctva sa zaoberá aj podnetmi občanov a v prípade zistenia pochybení, môže ukladať sankcie.

Samosprávnemu kraju chýbajú kompetencie na geografické rozmiestnenie poskytovateľov všeobecnej ambulantnej zdravotnej starostlivosti. KSK nemá možnosť rozhodnúť o umiestení konkrétneho poskytovateľa, napriek tomu, že dobre pozná regionálnu sieť a vie identifikovať regióny s akútnym nedostatkom poskytovateľov zdravotnej starostlivosti s požadovanou špecializáciou.

Zdravotnícka infraštruktúra v Košickom kraji je tvorená sieťou zdravotníckych zariadení prevádzkovaných verejnými i neverejnými poskytovateľmi zdravotnej starostlivosti. Sieť poskytovateľov zdravotnej starostlivosti v KSK tvoria poskytovatelia ambulantnej zdravotnej starostlivosti, poskytovatelia ústavnej zdravotnej starostlivosti a poskytovatelia lekárenskej starostlivosti. Poskytovanie zdravotnej starostlivosti sa realizuje v bývalých poliklinikách a zdravotníckych zariadeniach, ktoré sú často energeticky neefektívne, technicky zastarané a nespĺňajú nároky na poskytovanie kvalitných moderných služieb[33].



Obr. 57: Mapa vybraných zdravotníckych zariadení na území KSK

Ako naznačuje Obr. 57 na území KSK sa nachádzajú **zdravotnícke zariadenia ústavnej zdravotnej starostlivosti** (všeobecné a špecializované nemocnice) určené na poskytovanie zdravotnej starostlivosti osobám, ktorých zdravotný stav vyžaduje nepretržité poskytovanie zdravotnej starostlivosti spojené s predpokladaným pobytom na lôžku v zdravotníckom zariadení presahujúcim 24 hodín. Vo všeobecnej nemocnici sa poskytuje ústavná zdravotná starostlivosť na pracoviskách rôznych špecializačných odborov. V špecializovanej nemocnici sa poskytuje ústavná zdravotná starostlivosť prevažne v jednom špecializačnom odbore, prípadne aj v odboroch s ním súvisiacich[34]. Ústavné zdravotnícke zariadenia sa nachádzajú v krajskom meste a každom okresnom meste, okrem toho sa nemocnice nachádzajú aj v mestách Krompachy a Kráľovský Chlmec.

[33] zdroj: RIUS a Priority zdravotnej politiky pre Košický kraj na obdobie 2016 - 2020
[34] zdroj: Priority zdravotnej politiky pre Košický kraj na obdobie 2016 - 2020

Od 01. 07.2018 vznikla tzv. **pevná a doplnková sieť ambulantnej pohotovostnej služby** (ďalej len „APS“). V pevnej sieti funguje APS v každom okresnom meste kraja v pracovných dňoch v čase od 16.00 do 22.00 hod., počas sviatkov a v dňoch pracovného pokoja v čase od 07.00 do 22.00 hod. Doplnková pohotovosť je dobrovoľná, o doplnkovú pohotovosť k 10.02.2020 na území košického kraja neprejavil záujem žiaden organizátor.

V zmysle zákona č. 579/2004 Z. z. o záchrannej zdravotnej službe a o zmene a doplnení niektorých zákonov **záchranná zdravotná služba** poskytuje neodkladnú zdravotnú starostlivosť. Záchrannú zdravotnú službu zabezpečujú:

a) operačné stredisko tiesňového volania záchrannej zdravotnej služby (ďalej len „operačné stredisko záchrannej zdravotnej služby“),

b) poskytovatelia zdravotnej starostlivosti na základe povolenia na prevádzkovanie ambulancie záchrannej zdravotnej služby (ďalej len „poskytovateľ záchrannej zdravotnej služby“).

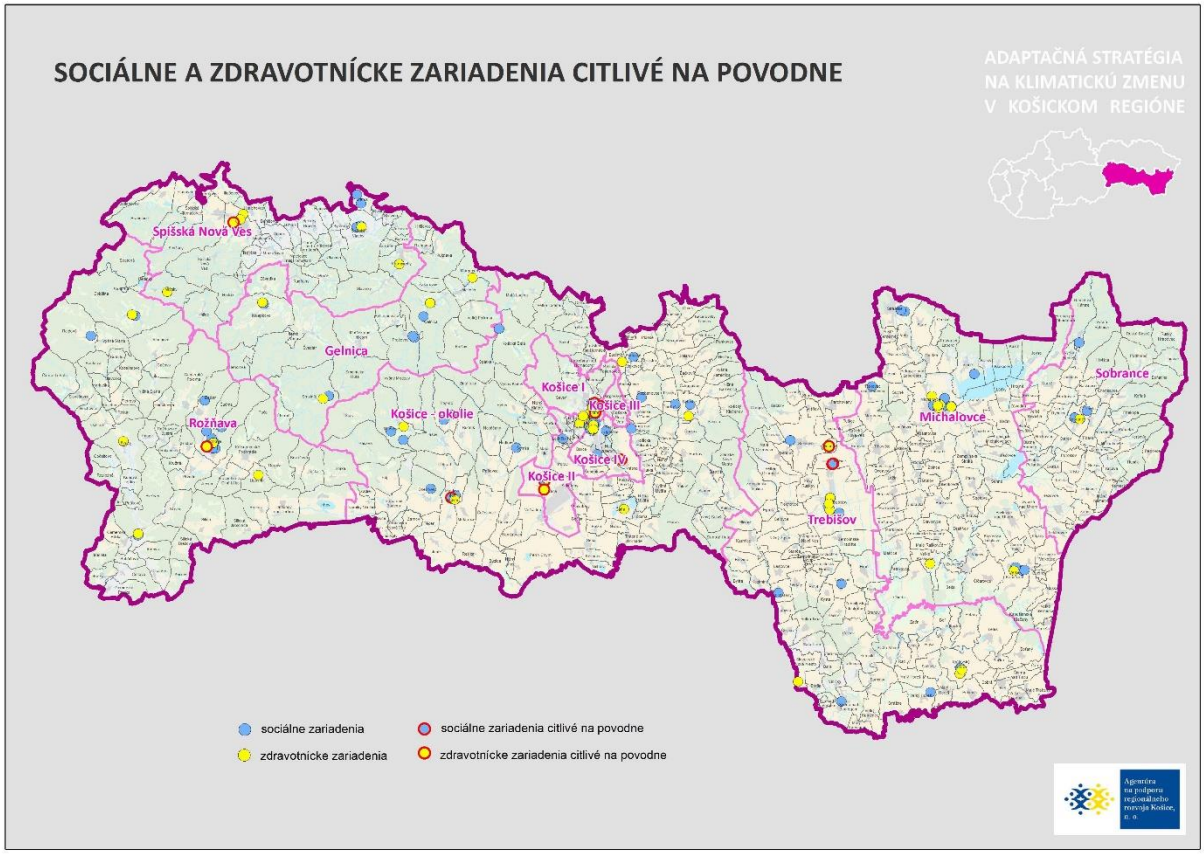
Na základe analýz možno v budúcnosti očakávať vlny horúčav a sucha v letných mesiacoch, silné búrky a s tým spojené prívalové dažde a záplavy prípadne bahnotoky, čo môže mať vážne následky na zastavané územie a na stavebné konštrukcie budov. V závislosti od geografickej polohy budú mať vysoké teploty za následok ťažšie zabezpečenie teplotného komfortu budov, v ktorých sú poskytované sociálne a zdravotné služby, niektoré zariadenia budú ovplyvnené povodňami.

Citlivosť sociálnych a zdravotníckych zariadení

Za základné prvky citlivosti možno pre sociálne a zdravotnícke zaradenia považovať zmenu priemerného počtu dní s lejakmi za rok (v krátkom časovom období), ktoré sú potenciálnym zdrojom prívalových povodní a zmenu priemerného ročného počtu letných dní a zvýšený výskyt extrémne teplých (resp. tropických) dní („heatwaves“).

Najzraniteľnejšie územie kraja, kde hrozí zvýšené nebezpečenstvo zimných a skorých jarných záplav, je územie Východoslovenskej nížiny, ale aj povodia Bodvy a Slanej. Na povodne je citlivá malá časť povodia Hornádu a rizikové sú aj oblasti s prítokmi rieky Bodrog z Ukrajiny.

Zdravotnícke zariadenia citlivé na povodne sa nachádzajú v Spišskej Novej Vsi, Rožňave, Košiciach II, III a IV a v obci Hriadky. Sociálne zariadenia citlivé na povodne sa nachádzajú v Moldave nad Bodvou, Košiciach III a Vojčiciach (Obr. 58).



Obr. 58: Mapa sociálnych a zdravotníckych zariadení na území KSK citlivých na povodne (spadajúcich do záplavových území vodných tokov)

Na základe očakávanej zmeny klímy v Košickom kraji sa v oblasti Východoslovenskej nížiny predpokladá nárast priemerného ročného počtu tropických dní o 10, pričom tropickým dňom nazývame deň, v ktorom je dosiahnutá najvyššia denná teplota vzduchu ≥ 30 °C. Znamená to, že zariadenia sociálnych služieb a zdravotnícke zariadenia v okresoch Trebišov a Michalovce môžu mať v lete problémy s nárastom maximálnych teplôt vzduchu. Rovnako zariadenia v mestách môžu trpieť vyššími teplotami z dôvodov tepelných ostrovov, kde sa okolitý vzduch prehrieva v dôsledku vysokej zastavanosti, nedostatku zelene a vodných plôch. V objektoch častokrát chýba ochrana / tienenie proti slnečnému žiareniu, čo v lete môže spôsobiť prehrievanie interiéru a pri udržiavaní vhodnej interiérovej teploty (chladení objektov) sa budú zvyšovať nároky na energiu.

4.1.8. Citlivosť kultúrnej infraštruktúry

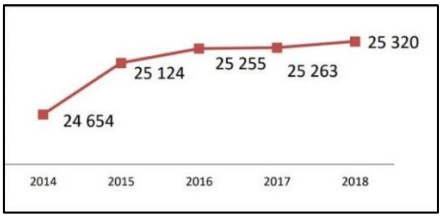
Kultúra je dôležitou súčasťou života každého človeka. Kultúrne služby pre obyvateľov kraja a jeho návštevníkov zabezpečuje kultúrna infraštruktúra a prostredníctvom svojej ponuky napĺňa ich kultúrne potreby. Na území kraja sa nachádzajú múzeá, galérie, divadlá, knižnice, osvetové strediská, hrady, kaštiele, pamiatky UNESCO, pamiatkové zóny a pamiatkové rezervácie. Umiestnené sú v mestách, v obciach, ale aj mimo urbánnej krajiny.

Košický samosprávny kraj poskytuje služby v oblasti kultúry za pomoci kultúrnych organizácií v jeho zriaďovateľskej pôsobnosti. KSK je v súčasnosti zriaďovateľom 23 kultúrnych organizácií (5 múzeí, 2 galérie, 4 divadlá, 5 knižníc, 3 regionálne osvetové strediská, 3 kultúrne centrá, 1 hvezdáreň). Kultúrne zariadenia v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK sa nachádzajú skôr vo väčších mestách regiónu, aby boli ich služby dostupné pre všetkých obyvateľov kraja. Kultúrne služby v kraji poskytujú aj iné subjekty napr. z mimovládneho sektora.

Činnosť kultúrnych organizácií zriaďovateľskej pôsobnosti KSK[35].

Knižnice

V knižniciach v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK bolo v roku 2018 zapísaných celkom 25 320 čitateľov. Ako vyplýva z Obr. 59 každoročne dochádza k miernemu navýšeniu počtu zapísaných čitateľov. Počet čitateľov ovplyvňuje najmä množstvo a kvalita knižničného fondu.



Obr. 59: Vývoj počtu zapísaných čitateľov v knižniciach KSK

Knižnice majú svoj význam aj v súčasnosti, postupne sa menia na multifunkčné komunitné centrá a poskytujú kultúrne služby lokálneho významu. Tak ako počet zapísaných, mierne sa zvyšuje aj počet podujatí organizovaných knižnicami. V roku 2018 bol počet podujatí 1 772, v roku 2017 to bolo 1 753. Počet návštevníkov na týchto podujatiach má tiež mierne stúpajúcu tendenciu. V roku 2018 podujatia navštívilo 353 940 návštevníkov, čo je o 902 návštevníkov viac ako v roku 2017.

Tabuľka 14: Počet podujatí organizovaných knižnicami a počet návštevníkov na podujatiach knižníc v roku 2018 a 2017

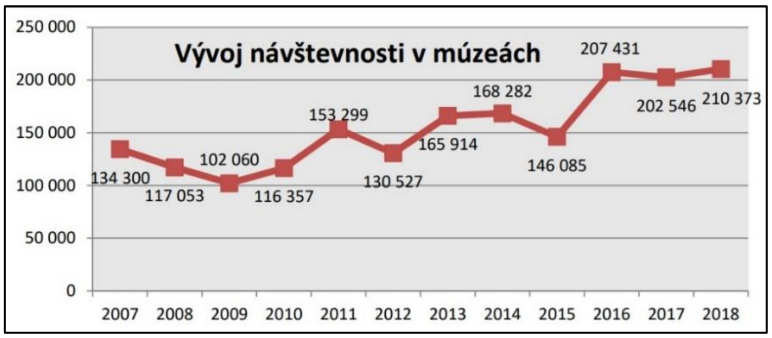
rok	počet podujatí organizovaných knižnicou
2017	1 753
2018	1 772
rok	počet návštevníkov knižnice
2017	353 038
2018	353 940

Počet čitateľov ovplyvňuje množstvo a kvalita knižničného fondu, ktorý je základným nástrojom udržania i získania nových užívateľov knižničných služieb.

Múzeá

Návštevnosť múzeí sa v posledných rokoch mierne zvyšuje, aj keď možno badať odchýlky návštevnosti (obr. 57), čo je dôsledkom rekonštrukčných prác, keďže počas nich prevádzka nebola v plnom prúde. Zvyšujúca sa návštevnosť hovorí o vhodne zvolenom smere rozvoja a o dobrej správe týchto kultúrnych zariadení, ako aj o príťažlivosti kultúrnych zariadení, ktoré prešli rekonštrukciou.

[35] zdroj: Správa o činnosti kultúrnych organizácií v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK za rok 2018



Obr. 60: Vývoj celkovej návštevnosti múzeí v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK v rokoch 2007-2018 (zdroj: Správa o činnosti kultúrnych organizácií v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK za rok 2018)

Galérie

2 galérie v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK uskutočnili v roku 2018 celkom 39 výstav a pripravili 294 aktivít pre širokú verejnosť napr. tvorivé dielne, kurzy, semináre s počtom vyše 60 tisíc návštevníkov [36].

Kultúrno-osvetová činnosť

V roku 2018 pripravili osvetové zariadenia a kultúrne centrá v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK vyše 1000 podujatí (prednášky, kurzy, krúžky, tvorivé dielne apod.), ktorých sa zúčastnilo spolu takmer 117 tisíc návštevníkov. Realizovali 113 súťaží a prehliadok s návštevnosťou takmer 20 tisíc divákov a 53 festivalov s návštevnosťou takmer 90 tisíc divákov (mimo účinkujúcich)[37].

Divadlá

KSK má v zriaďovateľskej pôsobnosti 4 divadlá. V roku 2018 naštudovali štyri divadlá celkom 19 premiérových predstavení (o 1 viac ako v roku 2017), odohrali spolu 713 divadelných predstavení. Návštevnosť bola na úrovni 100 548 divákov.

Pamiatky UNESCO

Na území kraja sa nachádzajú aj pamiatky zapísané do Zoznamu svetového dedičstva UNESCO: **Kostol Ducha Svätého** v obci Žehra, ktorý poskytuje ukážku stredovekej sakrálnej architektúry, drevený gréckokatolícky **Kostol sv. Mikuláša – biskupa** v Ruskej Bystrej, ktorý je ukážkou dobových vidieckych sakrálnych stavieb cirkví východného obradu a najväčší hrad na Slovensku **Spišský hrad a podhradie.**

Hrady a kaštiele

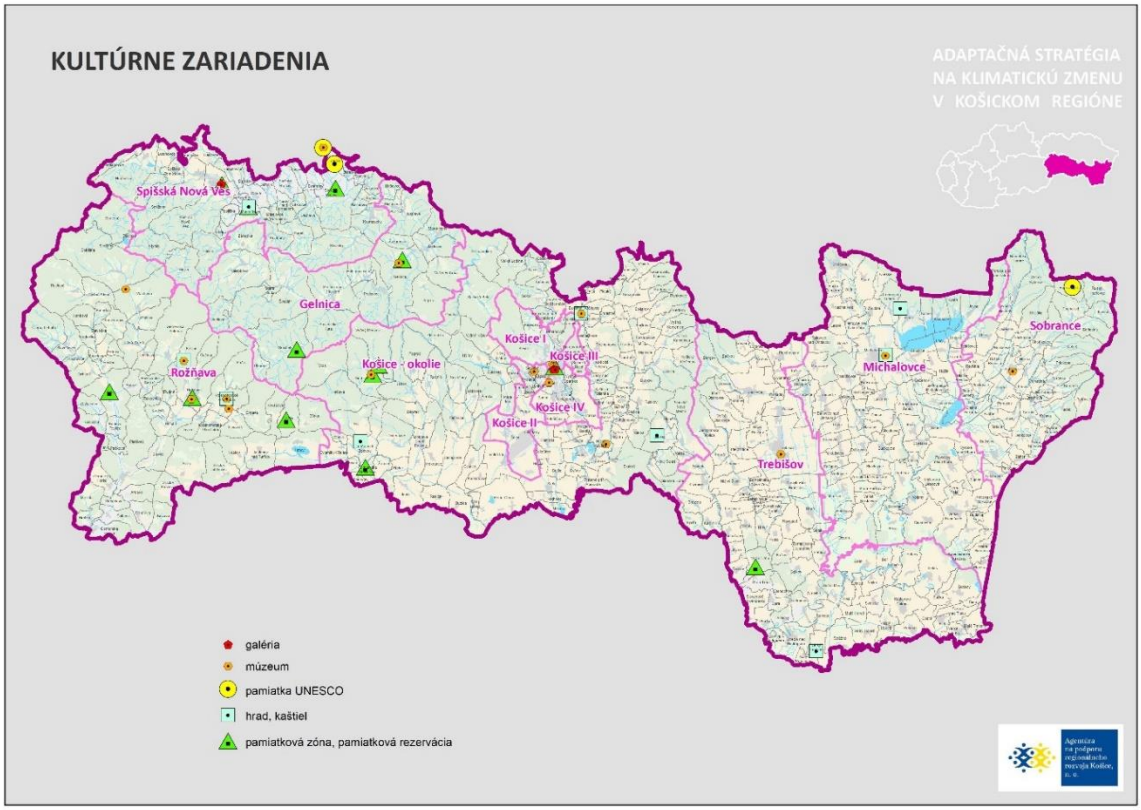
Medzi najznámejšie hrady a kaštiele v Košickom kraji patria: Kaštieľ Betliar, Hrad Krásna Hôrka, Hrad Slanec, Hrad Vinné, Hrad Veľký Kamenec, Turnianský hrad, Kaštieľ Markušovce a Kaštieľ v Budimíri.

Pamiatkové zóny a rezervácie

Pamiatková zóna je územie s historickým sídelným usporiadaním, územie kultúrnej krajiny s pamiatkovými hodnotami alebo územie s archeologickými nálezmi a archeologickými náleziskami, ktoré možno topograficky vymedziť[38]. Na území kraja sa nachádzajú nasledovné pamiatkové zóny: Gelnica, Lúčka, Rožňava, Štítnik, Smolník, Veľká Tŕňa, Vyšný Medzev, Nižný Medzev, Spišská Nová Ves, Spišské Vlachy, Markušovce, Turnianska Nová Ves

Pamiatková rezervácia je územie s uceleným historickým sídelným usporiadaním a s veľkou koncentráciou nehnuteľných kultúrnych pamiatok alebo územie so skupinami významných archeologických nálezov a archeologických nálezísk, ktoré možno topograficky vymedziť[39] . Na území kraja sa nachádza iba 1 pamiatková rezervácia: Košice - Staré Mesto.

[36] zdroj: Správa o činnosti kultúrnych organizácií v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK za rok 2018
[37] zdroj: Výročná správa KSK za rok 2018
[38] § 17 ods.1 zákona č. 49/2002 o ochrane pamiatkového fondu
[39] § 16 ods.1 zákona č. 49/2002 o ochrane pamiatkového fondu



Obr. 61: Mapa vybraných kultúrnych zariadení na území Košického samosprávneho kraja

Starostlivosť o fyzickú infraštruktúru kultúrnych zariadení

V minulosti KSK investovalo nemalé financie do obnovy infraštruktúry kultúrnych zariadení, avšak mnohé budovy sú stále energeticky neefektívne, technicky zastarané, niektoré aj v havarijnom stave, nakoľko častokrát sídlia v pamiatkovo chránených objektoch.

Problémom nie je len zlý fyzický stav kultúrnej infraštruktúry spravovanej štátom resp. samosprávou (stav budov, výbava atď.), ale aj spôsob fungovania, ktoré často nedokáže reagovať na aktuálne potreby prostredia a doby [40].

Okrem toho, že mnohé budovy sú energeticky neefektívne, u mnohých chýba ochrana proti slnečnému žiareniu, čo v lete spôsobuje prehrievanie interiéru, alebo chýba využitie slnečného žiarenia na vyhrievanie objektov, chladenie objektov nevyužíva princípy pasívneho chladenia a zvyšujú sa tým nároky na energiu aj v lete, budovy nevyužívajú dažďovú vodu, ale tá odchádza priamo do kanalizácie, podiel obnoviteľných zdrojov energie na celkovej energetickej bilancii objektov je nízky a prvky zelene na budovách (horizontálna alebo vertikálna zeleň) sú minimálne.

Citlivosť kultúrnej infraštruktúry

Za základné prvky citlivosti možno aj pre kultúrne zaradenia považovať zmenu priemerného počtu dní s lejakmi za rok (v krátkom časovom období), ktoré sú potenciálnym zdrojom prívalových povodní a zmenu priemerného ročného počtu letných dní a zvýšený výskyt extrémne teplých (resp. tropických) dní („heatwaves“).

Na základe očakávanej zmeny klímy v Košickom kraji sa v oblasti Východoslovenskej nížiny predpokladá nárast priemerného ročného počtu tropických dní o 10. Tak ako pri sociálnej a zdravotníckej infraštruktúre, aj kultúrne zariadenia v okresoch Trebišov a Michalovce môžu mať v lete problémy s nárastom maximálnych teplôt vzduchu a rovnako zariadenia v mestách môžu trpieť vyššími teplotami z dôvodov tepelných ostrovov, kde sa okolitý vzduch prehrieva v dôsledku vysokej zastavanosti, nedostatku zelene a vodných plôch.

[40] Správa o stave a potenciáli kreatívneho priemyslu na Slovensku, Neulogy, a.s.

Pri objektoch kultúrnej infraštruktúry, ktoré neprešli rekonštrukciou, chýba ochrana / tienenie proti slnečnému žiareniu, čo v lete môže spôsobiť prehrievanie interiéru a pri udržiavaní vhodnej interiérovej teploty (chladení objektov) sa budú zvyšovať nároky na energiu.

4.2. Sociálna citlivosť a čiastkové dopady

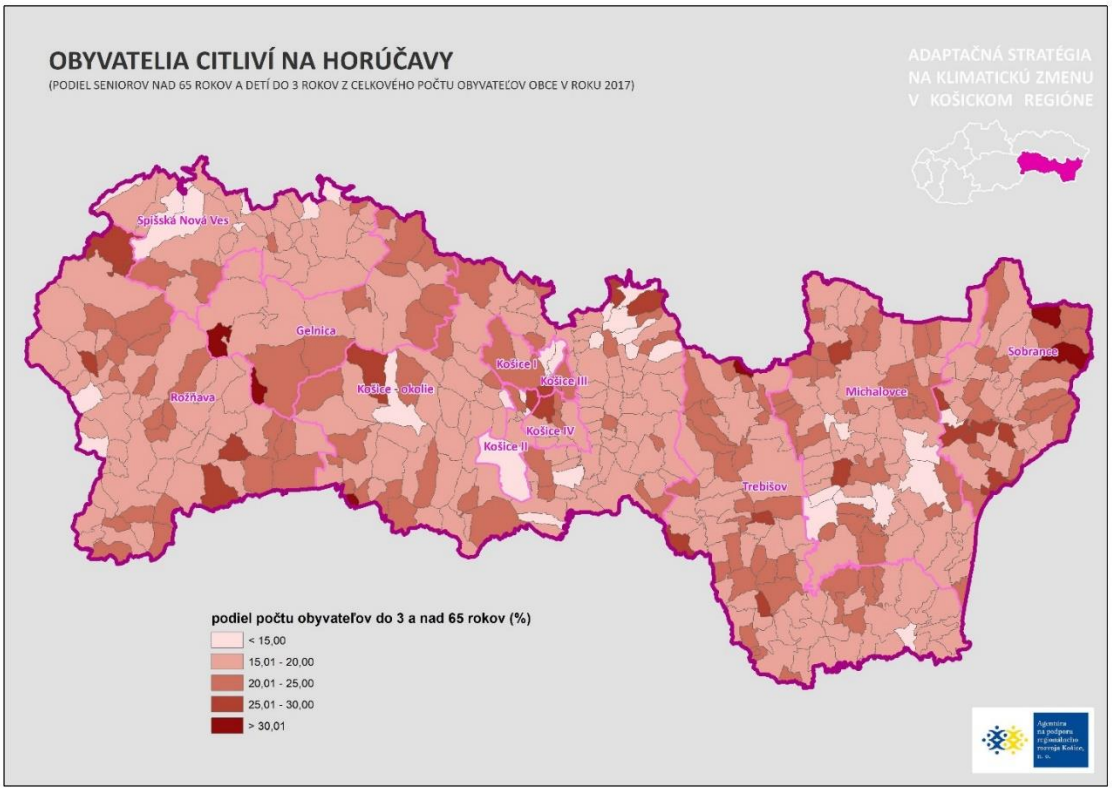
V prípade adaptačnej stratégie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy sa pod sociálnou citlivosťou rozumie identifikácia častí ľudskej populácie, ktorá je pozitívne alebo negatívne ovplyvnená prejavmi klimatickej zmeny, napríklad z hľadiska verejného zdravia, alebo mobility. Väčšinou sú na prejavy zmeny klímy citlivejšie skupiny obyvateľstva identifikované podľa istej vlastnosti, napríklad veku, alebo identifikované priestorovo, napríklad obyvatelia miest.

Citlivejšie sú aj isté skupiny, napríklad chudobnejší občania bývajúci v horších podmienkach, toto však v rámci citlivosti nie je rozpracované, pretože fakticky (biologicky) sú ľudia rovnako citliví ako ostatní. Ide však o skupiny s nižšou adaptačnou kapacitou, t. j. skupiny s nedostatočnou ekonomickou kapacitou na prispôsobenie sa zmeneným podmienkam (nemôžu si dovoliť zakúpiť klimatizáciu, alebo iný typ vykurovania), preto sa táto oblasť analyzuje v časti o adaptačnej kapacite.

Podobne príslušné sociálne inštitúcie a nemocnice sa rozobraté v časti o citlivosti sociálnej a zdravotnej infraštruktúry.

Pre potrebu odhadu budúcej situácie je potrebné uvažovať aj o demografických zmenách. Je známe, že počet seniorov, aj ich podiel na celkovej populácii bude narastať. Počet malých detí sa nebude meniť, resp. bude skôr klesať a ich podiel na celkovej populácii bude menší.

Populácia citlivá na horúčavy



Obr. 62: Mapa podielu počtu obyvateľov citlivých na horúčavy, t. j. deti do 3 rokov a seniori starší ako 65 rokov (vypočítané podľa údajov ŠÚSR)

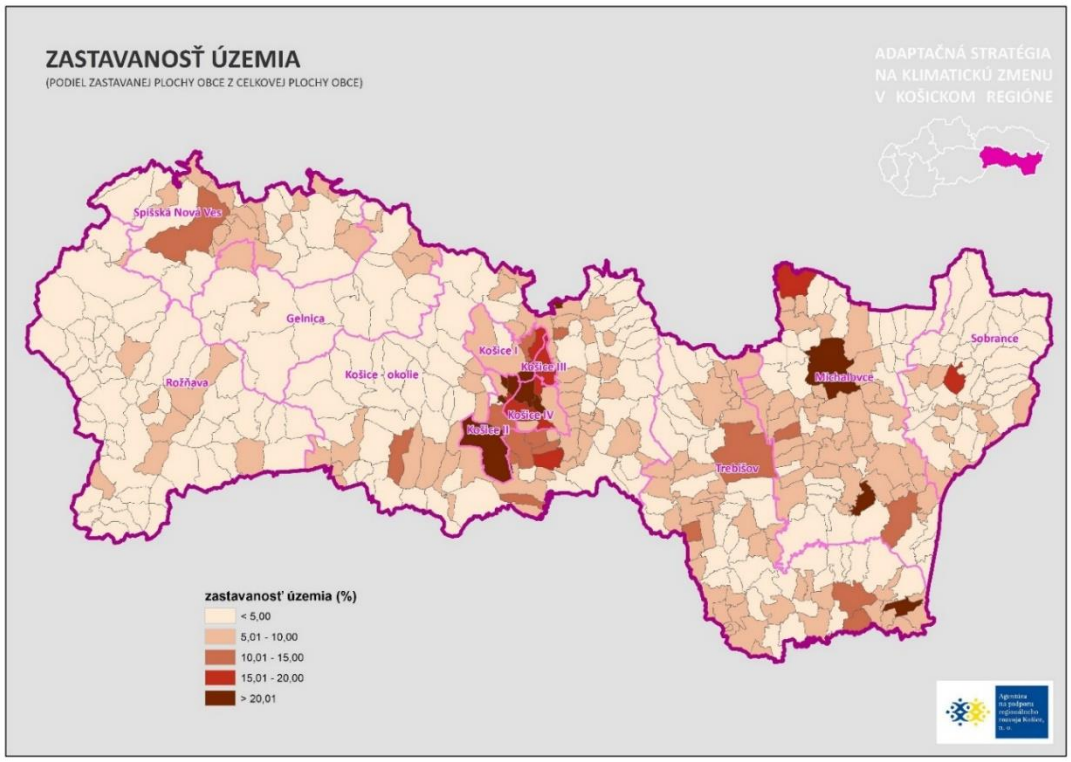
Vo všeobecnosti sú ľudia citliví na vysoké teploty, najmä v prípade, že horúčavy trvajú dlho. Vlny horúčav (dlhšie obdobia s vysokými teplotami) sú zo zdravotného pohľadu najviac nebezpečné pre ľudí v mestách a pre seniorov starších ako 65 rokov.

Podľa Prognózy populačného vývoja Slovenskej republiky do roku 2060, v období do roku 2030 sa očakáva mierny rast počtu obyvateľov a po roku 2030 naopak mierny pokles celkového počtu obyvateľov. Ďalšou významnou skutočnosťou je, že populačné starnutie bude veľmi intenzívne. Priemerný vek obyvateľstva bude mať rastúcu tendenciu a do roku 2060 sa zvýši zhruba z cca 41 na 49 rokov. V roku 2060 pripadne na 100 obyvateľov v predproduktívnom veku zhruba 220 seniorov. Do vekovej skupiny nad 64 rokov prejdú postupne všetky silné populačné ročníky narodené v druhej polovici 20. storočia. Nárast počtu seniorov vo veku 65 a viac rokov sa v priebehu nasledujúcich 5 desaťročí zvýši o viac ako 1 milión osôb. V roku 2060 bude mať každý tretí obyvateľ SR najmenej 65 rokov. Slovensko sa stane spolu s Poľskom najstaršou krajinou EÚ a zaradí sa medzi najstaršie krajiny na svete.

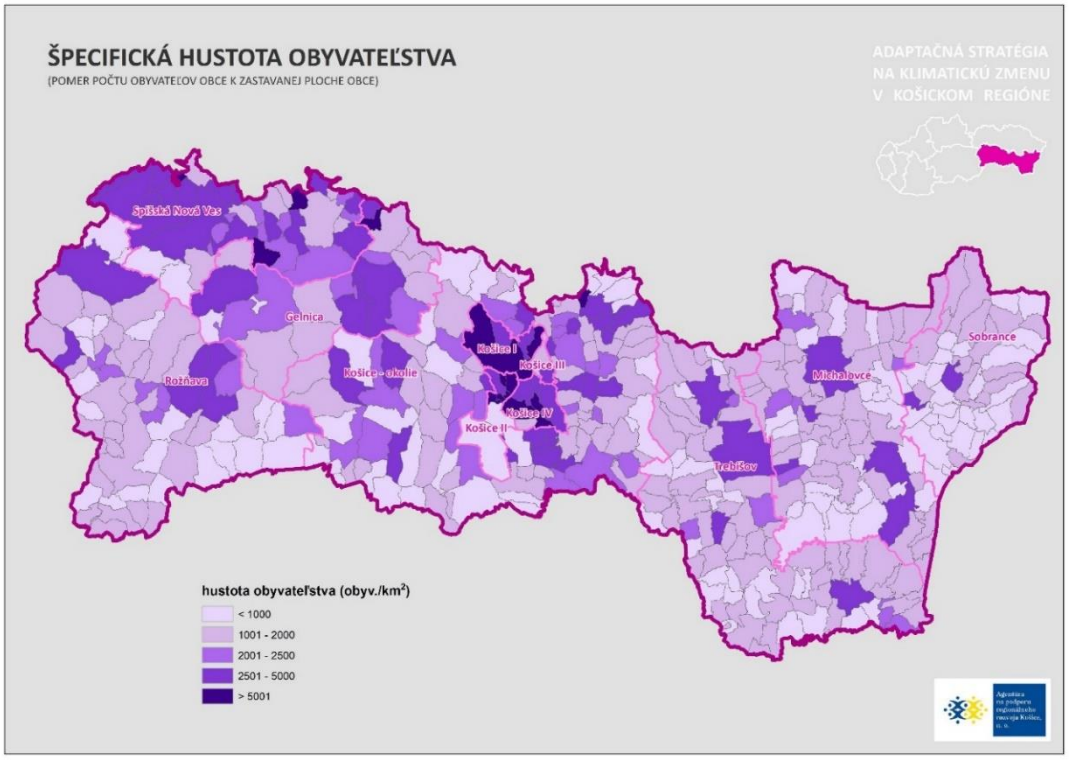
Skupina starších ľudí je charakterizovaná vyššou frekvenciou a závažnosťou zdravotných ťažkostí aj bez prítomnosti zmeny klímy. Špeciálne sú citliví seniori v mestách. Klíma vidieckych oblastí je zjemňovaná vetrom a vegetáciou, mestské prostredie s vysokou hustotou zástavby má teplejšiu a suchšiu mikroklímu, pričom horúco je aj v noci.

Očakávaná zmena klímy tieto negatívne vlastnosti ešte zvýrazní. Zvýšením počtu letných a tropických dní sa uvedený problém stane ešte horším. Rôzne štúdie očakávajú výrazný nárast úmrtí súvisiacich s vlnami horúčav. Súvisí to napr. s nižšou schopnosťou organizmu staršieho človeka regulovať svoju telesnú teplotu a s tým, že kardiovaskulárny systém, ktorý býva v starobe oslabený, je počas horúčav vystavený vyššiemu stresu.

V tejto súvislosti bol pre územie obcí Košického kraja vypočítaný indikátor – „Obyvatelia citliví na horúčavy“, ktorý vyjadruje podiel obyvateľov nad 65 rokov a pod 3 roky. Indikátor „zastavanosť územia“ vyjadruje podiel plôch (pozemkov), ktoré patria medzi zastavané plochy. Ide o plochy husto zastavané, čiže zvyšujúce vplyv vyšších teplôt, resp. vĺn horúčav.



Obr. 63: Mapa vyjadrujúca zastavanosť územia (podiel zastavanej plochy z celkovej plochy obce)

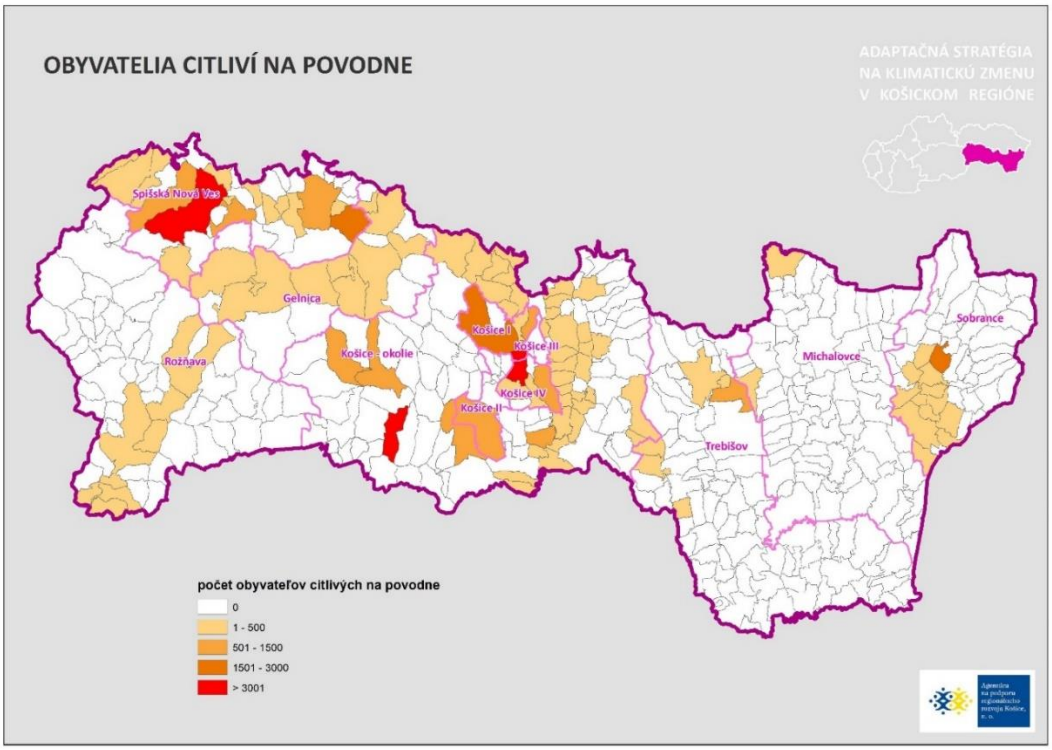


Obr. 64: Mapa špecifickej hustoty obyvateľstva

Populácia citlivá na povodne

Počet obyvateľov ohrozených povodňami je určený z mapky podielu zastaveného územia spadajúceho do inundačného územia vodného toku. Vstupné údaje – záplavové čiary (plochy záplavy), zastavané územie obcí (pre výpočet boli použité plochy budov zo ZBGIS - geodatabaza je voľne dostupná ako INSPIRE služba) a

štatistické údaje o počte obyvateľov obcí z r. 2017. Prvým krokom bol výpočet podielu plochy zastavaného územia ohrozeného záplavou, ktorý sa potom použl pre výpočet podielu a počtu ohrozených obyvateľov:



Obr. 65: Mapa počtu obyvateľov citlivých na povodne, t. j. žijúcich v inundačnom území (vypočítané podľa údajov poskytnutých SVP, š. p.).

4.3. Ekonomická citlivosť a čiastkové dopady

Klimatická zmena sa môže týkať pomerne širokého okruhu ekonomických aktivít. Špeciálna pozornosť sa venuje lesníctvu a poľnohospodárstvu. Primárny sektor je priamo ovplyvnený zmenami prostredia súvisiacimi so zmenami klimatických premenných (zmena teploty, zmeny v množstve zrážok). Osobitne je riešená fyzická infraštruktúra (stavby), ktorej obnova po rôznych extrémnych výkyvoch počasia (napr. po povodniach) bude predstavovať ekonomickú záťaž. Ďalšími dôležitými oblasťami sú priemysel, energetika a služby v oblasti cestovného ruchu. Tie budú ovplyvnené aj nepriamo zmenami v dodávateľských a odberateľských reťazcoch.

Ekonomická citlivosť je závislá na ostatných dimenziách citlivosti – napríklad fyzickej, či sociálnej. Ak bude fyzická infraštruktúra citlivá na povodne, má to vplyv aj na ekonomiku. Okrem výdavkov na opravy, poškodená infraštruktúra zníži dostupnosť lokalít, čo má dopad na prevádzku firiem a podobne. Preto indikátory fyzickej citlivosti sa v istých prípadoch dajú považovať za indikátory ekonomickej citlivosti.

Poľnohospodárstvo, lesníctvo, turizmus a energetika sú sektormi, ktoré sú ovplyvnené zmenou klímy. Ostatné sektory sú ovplyvnené nepriamo.

Citlivosť je možné merať tak, že najprv sa určí dôležitosť sektora pre miestnu ekonomiku. Druhým krokom je určenie indikátorov citlivosti pre každý zo sektorov.

4.3.1. Poľnohospodárstvo

Ohrozenie pôd vodnou eróziou

Erózia pôd je fyzikálny fenomén, ktorého výsledkom je premiestnenie pôdnych a horninových častíc vodou, eróziou, ľadom a gravitáciou. Súčasné názory na eróziu vedú k jej chápaniu ako procesu degradácie pôdneho prostredia čo výrazným spôsobom umocňujú nie len zvýšené ľudské aktivity, ale aj prebiehajúce klimatické zmeny. Erózia poľnohospodárskej pôdy predstavuje úbytok povrchovej najúrodnejšej vrstvy pôdy, úbytok živín, humusu, organickej hmoty, zníženie mikrobiologického života a stratu funkcií pôdy.

Procesy erózie pôdy v súčasnosti predstavujú a v budúcnosti budú predstavovať pri predpokladanej klíme jeden z najrozšírenejších procesov degradácie pôdy na území Slovenska. Vodná erózia je degradačný proces rozšírený na takmer dvoch tretinách územia vyznačujúceho sa zvlneným reliéfom. Najvýraznejšie degradačné formy erózie sa prejavujú na pôdach vytvorených zo sypkých a nespevnených pôdotvorných substrátov. Najviac sú ňou postihnuté pahorkatiny, kotliny, horské a podhorské oblasti. V súčasných klimatických podmienkach je asi 35 % poľnohospodárskeho pôdneho fondu potenciálne ohrozených silnou až extrémnou pôdnou eróziou. Problém vodnej erózie sa dáva do súvisu najmä s vysoko produkčnými pôdami, ako sú černozeme či hnedozeme, hlavne na sprašových pahorkatinách. Najmenej erodované sú fluvizeme a čiernice, keďže sa nachádzajú v údoliach riek. Najväčšiu plochu erodovaných pôd na Slovensku zaberajú kambizeme (takmer tretinu), hnedozeme okolo 7 %, černozeme necelých 2 %. Z pohľadu dlhodobého negatívneho efektu na produkčnú schopnosť pôdy a tým pádom aj na udržateľné poľnohospodárstvo je erózia pôdy chápaná ako významná environmentálna hrozba.

Eróziou vyvolaná strata pôdnej hmoty 5 – 20 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$ už má vážny dôsledok na krajinu. Je evidentné, že pôdne straty 20 – 40 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$ sú už výsledkom intenzívnej búrkovej činnosti. Extrémne erózne udalostí, ktoré sa vyskytnú jeden krát za 2 – 3 roky môžu viesť za určitých nepriaznivých pôdno-klimatických podmienok k strate pôdy väčšej ako 100 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$.

Tabuľka 15: Prírodné a antropogénne faktory ohrozenia pôdnou eróziou

Prírodné faktory	***Antropogénne faktory***
Klíma: zrážky, evapotranspirácia, teplota, rýchlosť a smer vetra	Klimatická zmena
Materský substrát, pôda: textúra (obsah piesku a prachu), náchylnosť na kôrnatenie, stabilita agregátov	Orba, kultivácia, premiestnenie
Vegetácia/pokrytie krajiny: prirodzený alebo klimaxový	Využitie krajiny: orná pôda, trvalé trávne porasty, les Manažment krajiny: zavlažovanie, intenzita pastvy, osevný systém
Topografia: stupeň svahu, dĺžka svahu, geometria povrchu	Krajinotvorba, budovanie terás, chov zvierat

Proces erózie patrí k najvážnejším problémom životného prostredia najmä pre jeho rozsah a intenzitu. Nielenže pôsobí veľkoplošne, ale jeho pôsobenie často vedie až k úplnému zániku pôdy.

Vzhľadom na prebiehajúcu i predikovanú klimatickú zmenu možno očakávať nárast plôch i intenzity eróznych udalostí. Takmer všetky klimatické scenáre predpovedajú v 40. a 50. rokoch 21. storočia časté externality počasia (hlavne zrážok). Je preto potrebné sledovať a monitorovať limity (prahy) ohrozenia pôd a vypracovať generálne opatrenia pre elimináciu pôdnej erózie, hlavne stabilizáciou produkčnej krajiny. Ide nielen o návrh a uskutočnenie špeciálnych protieróznych agrotechnických opatrení (špeciálny osevný systém, zvolená šetriaca agrotechnika, vrstevnicová orba), ale aj o tvorbu stabilizovanej krajiny implementáciou viacerých krajinotvorných prvkov, udržujúcu produkčnú poľnohospodársku pôdu v stabilizovanom (udržateľnom) stave. Malo by sa jednať o systematické budovanie protieróznych zelených pásov, uplatňovania techniky

zelených pásov v osevnom postupe, zatrávnenie odtokových depresií, prípadne o uplatnenie agrolesníckych systémov ap.

Prognóza dopadov klimatickej zmeny na vodnú eróziu pôd KSK

Výskyt náhlych intenzívnych búrkových zrážok v kombinácii s dlhšími obdobiami sucha výrazne podnieti eróziu aj v podmienkach Košického samosprávneho kraja. Sezónne kolísanie zrážok bude silne pôsobiť na mobilitu povrchových častí pôdy a pravdepodobne spôsobí okrem zosilnenej plošnej erózie aj ryhovú a výmoľovú eróziu. Tieto účinky by mali byť zrejmé hlavne na pahorkatinách a v menšej miere aj vo Východoslovenskej nížine, hlavne na černozemiach. V zalesnených horských oblastiach sa prejaví vodná erózia v menšej miere. V oblastiach s nedostatočnými ochranárskymi opatreniami (odlesnené oblasti) sa však výskyt náhlych epizodických búrok môže prejaviť vo forme strží, zosuvov a pod. V lokalitách náchylných na eróziu (predovšetkým konvexné svahy) bez zabezpečenia protieróznych opatrení môže mať zvýšená búrková činnosť katastrofálne následky. Malo by postupne dochádzať k odnosu vrchnej humusovej vrstvy a k výraznejšiemu plošnému rozšíreniu regozemí zo spraše alebo regozemí arenických z pieskov.

Oblasťami strednej až silnej erózie pôd sú vrchoviny s výskytom prevažne kambizemí, regozemí a rankrov. Posledné menované sú tu už ako dôsledok erózie. Na zrýchlenú eróziu sú náchylné najmä ílovce, hlboko zvetrané dolomity a fylity.

V oblasti pahorkatín a nížin je erózia najintenzívnejšia na výstupoch neogénu a jej kvartérnych sypkých sedimentoch, predovšetkým na sprašiach a viatych pieskoch. Na sprašových pahorkatinách je intenzívnejšia erózia prevažne v ich vyššie položených členitejších polohách bližšie k pohoriam. Typologicky ide o oblasť hnedozemí. Černozeme sa vyvinuli na zarovnanejších – tabuľových častiach sprašových pahorkatín, ale aj tam je značná erózia (v prevažnej miere zapríčinená človekom) a to nielen v členitejších oblastiach na styku s hnedozemami. Bez znakov erózie sú pôdy aluviálnych rovín a depresií, t.j. subtypy glejov, organozemí, fluvizemí, slanísk, slancov a prevažne tiež čiernic.

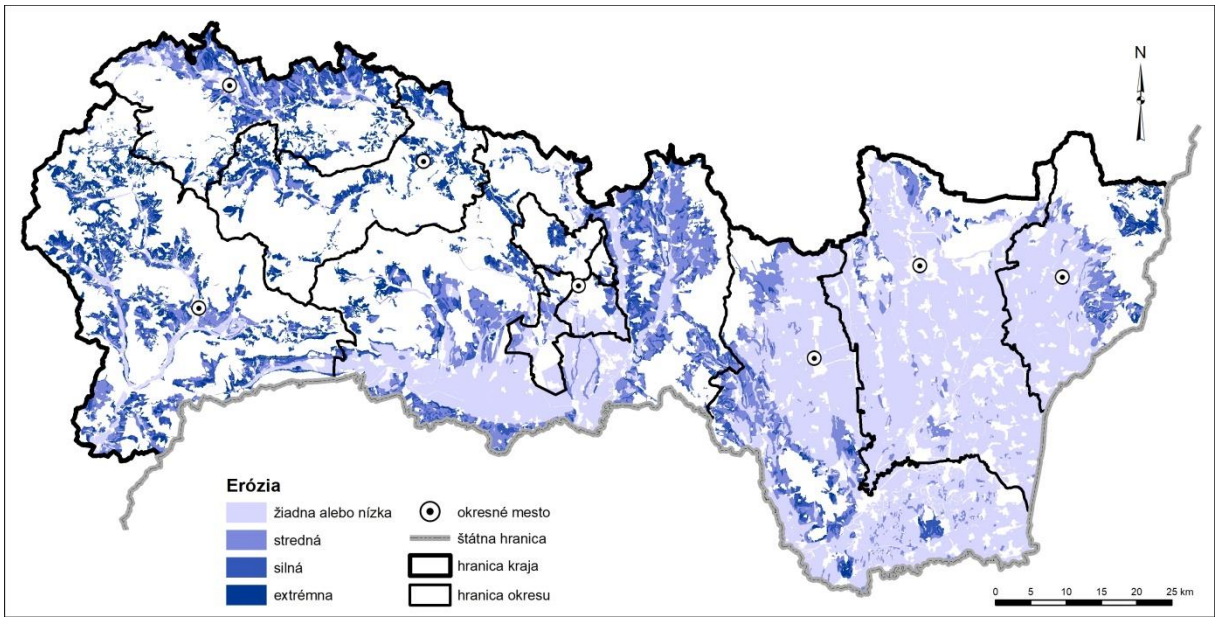
Degradácia pôd vodnou eróziou bude aj naďalej vo veľkej miere výsledkom ich nesprávneho využívania hlavne na svahovitých územiach. Kým na rovinách, resp. na svahoch do 3° k eróznym udalostiam dochádzať nebude, na svahoch 3-7° je možné očakávať odnos častí pôd do hmotnosti 10 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$, na svahoch 7-12° do hmotnosti 30 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$ a na svahoch nad 12° to už môže byť viac ako 30 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$. Z dôvodu nevyhnutnej ochrany a zachovania pôd pre stabilizáciu krajiny by sa pôdy na svahoch nad 12° nemali intenzívne (ako orné pôdy) pre poľnohospodárske účely využívať. Odporúča sa dodržiavať pravidlá tzv. Greeningu.

Tabuľka 16: Intenzita ohrozenosti poľnohospodárskych pôd KSK vodnou eróziou podľa jednotlivých okresov

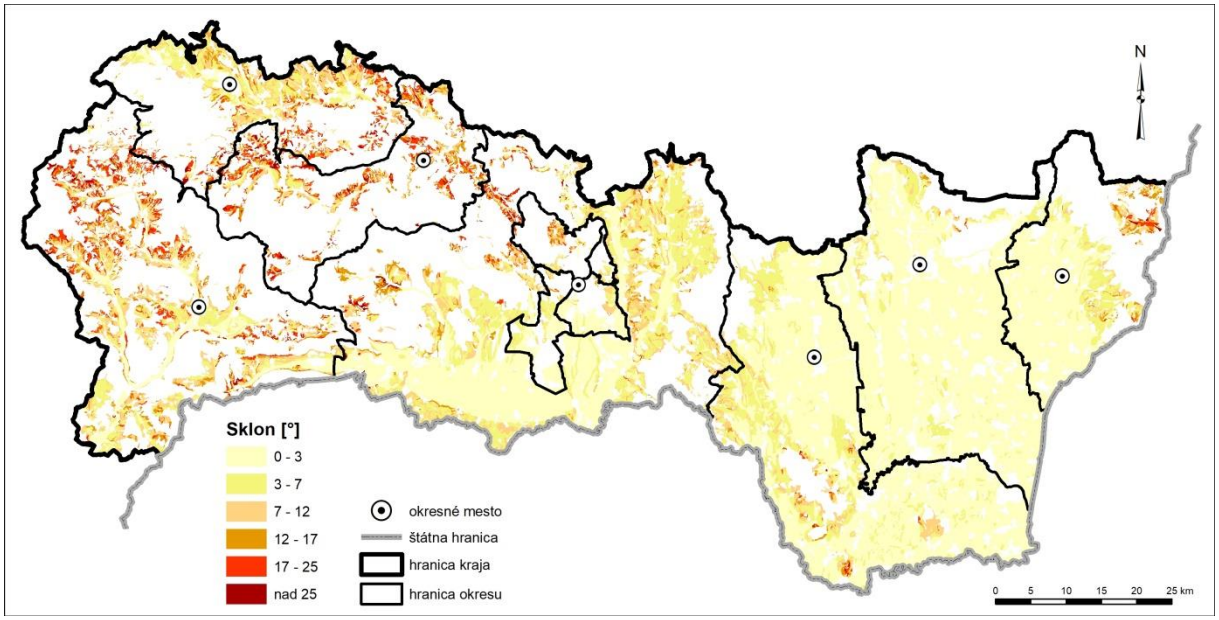
Okres	***Intenzita erózneho ohrozenia* pôd (*% z PPF*)**			
	žiadna alebo nízka (0-4 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$)	**stredná** (4-10 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$)	**vysoká** (10-30 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$)	**extrémna** (> 30 $t.ha^{-1}.rok^{-1}$)
Gelnica	4,85	8,41	30,58	56,16
Košice - okolie	43,54	32,02	17,77	6,67
Košice I	4,98	21,16	49,78	24,08
Košice II	62,26	31,13	5,87	0,74
Košice III	0,00	56,85	36,70	6,45
Košice IV	78,78	10,04	10,26	0,92
Michalovce	92,55	6,10	1,14	0,21
Rožňava	17,02	21,34	32,24	29,40

Sobrance	74,47	14,59	6,51	4,44
Spišská N. Ves	11,78	32,15	32,13	23,93
Trebišov	75,58	17,94	5,50	0,98
Kraj Spolu	**58,74**	**19,26**	**13,08**	**8,92**

Celkovo najnebezpečnejším eróznym obdobím je jar, kedy ešte nie je naplno rozvinutý vegetačný kryt a po dlhšom období sucha sa vyskytnú intenzívne zrážky. Udáva sa nasledovné rozdelenie erózneho odnosu počas roka: jar 48 %, zima 26 %, leto 21 %, jeseň 5 %. Mimoriadne nebezpečné sú letné búrky v máji a júni pri nedostatočne vyvinutom rastlinnom kryte.



Obr. 66: Potenciál ohrozenosti poľnohospodárskych pôd KSK vodnou eróziou (zdroj: NPPC)



Obr. 67: Svahovitosť poľnohospodárskych pôd KSK (zdroj: NPPC)

Ohrozenie pôd suchom

Pôdne sucho v poľnohospodárskej krajine KSK

V posledných rokoch nastali v Európe obavy z výskytu sucha, horúčav a nedostatku vody. Je predpoklad, že s týmto fenoménom spojený zvýšený výskyt neúrodných rokov bude mať aj ekonomické následky.

Sucho je považované za prírodný jav s priamym dopadom na životne prostredie i socioekonomické faktory. V poľnohospodárskej krajine predstavuje významný stresový faktor. Rastlinná výroba je síce prispôsobená dlhodobým klimatickým podmienkam, ale nepredvídateľné extrémne udalosti, akými sú napr. výskyt sucha, môžu regionálne ovplyvniť celý agrárny ekosystém. Následky sucha sú rozdielne v závislosti od ročného obdobia, v ktorom sa vyskytne. Citlivosť poľnohospodárskej krajiny na sucho sa zvyšuje kvôli zvyšujúcim sa požiadavkám na vodu a následkom klimatickej zmeny. V dôsledku zmeny klímy môže klesnúť dostupnosť vody pod kritické hodnoty, pri ktorých je rastlinná výroba mimoriadne zraniteľná.

Pôdne sucho, alebo aj poľnohospodárske sucho môžeme vnímať ako obmedzenú schopnosť, alebo aj neschopnosť pôdy zabezpečovať dostatok vody pre produkciu rastlín. Z hľadiska hodnotenia pôdneho sucha sú dôležité dva základné aspekty:

- schopnosť pôdy v rámci svojho objemu zadržiavať rastlinám prístupnú pôdnu vlahu (retenčná schopnosť pôdy),

- mieru, do akej je v pôde odvádzaná voda mimo dosahu koreňovej sústavy rastlín rastúcich, alebo pestovaných na pôde (drenážna schopnosť pôdy).

Variabilita úrod v jednotlivých regiónoch je významnou mierou ovplyvňovaná vodným režimom pôdy v mimovegetačnom i vegetačnom období. Veľký význam je pripisovaný zásobe zimnej vlahy. Ideálne je, ak sa počas zimy vytvorí dostatočná snehová pokrývka, ktorá sa na začiatku jari postupne rozpúšťa. V nížinách sa dlhšie súvisle obdobia sucha vyskytujú pravidelne, v podhorských oblastiach a v kotlinách je trvanie súvislých období sucha kratšie. Všeobecne možno konštatovať, že výskyt a trvanie suchých období sa skracuje s nadmorskou výškou v dôsledku narastajúcich zrážkových úhrnov a klesá smerom z juhu na sever a zo západu na východ. Táto geografická zonálnosť je čiastočne narušená vplyvom rozdielnej retenčnej schopnosti pôd. Striedanie suchých a vlhkých období sa nezhoduje s kalendárnym cyklom. Závažnosť sucha sa znásobuje, ak sa vyskytlo sucho aj v predchádzajúcom roku.

Priestorové vymedzenie sucha a stanovenie pravdepodobnosti jeho výskytu je základným predpokladom pre formulovanie opatrení súvisiacich so zmierňovaním jeho dôsledkov. Včasná a správna informácia o zásobách vody v pôdnom profile môže prispieť k operatívnosti a adresnosti rozhodovacieho procesu v oblasti opatrení proti suchu.

Sucho nastáva na našom území najčastejšie vtedy, ak sa nad strednou Európou vytvorí a pretrváva rozsiahla oblasť vysokého tlaku vzduchu, ktorá blokuje alebo odkláňa do severných alebo južných zemepisných šírok prichádzajúce zrážkové systémy, čo sa na našom území prejaví nedostatkom zrážok.

Značnú priestorovú a časovú variabilitu vykazuje aj vlhkosť pôdy. Okrem príjmu vody z atmosférických zrážok alebo z podzemnej vody, je závislá aj na pôdnych vlastnostiach. V závislosti od zrnitostného zloženia dokáže pôda udržať rozdielne množstvo vody. Rovnaká vlhkosť pôdy môže znamenať tak dostatok, ako aj nedostatok prístupnej vody. Kým piesočnaté pôdy majú veľmi nízku hodnotu využiteľnej vodnej kapacity, najväčšiu majú pôdy hlinité. Čas potrebný na vznik deficitu vody v pôde je rozdielny v závislosti od retenčnej schopnosti pôdy a tak aj čas, kedy meteorologické sucho (deficit zrážok) prechádza do agronomického sucha (deficit zásob pôdnej vody) je v závislosti od retenčnej schopnosti pôd rozdielny.

Zmena klímy ma priame aj nepriame účinky na poľnohospodársku produktivitu vrátane meniaceho sa rozloženia zrážok, sucha, zaplav a geografického premiestňovania škodcov a chorôb. V našich poľnohospodárskych systémoch ako aj v celom potravinovom reťazci sa musia uskutočniť také zmeny, ktoré

zabránia zvyšovaniu teplôt, aby sa systémy tejto zmene prispôsobili, zmiernili a vytvorila sa určitá odolnosť voči klimatickej zmene.

Prognóza vplyvov klimatickej zmeny na pôdne sucho v KSK

Sucho v pôde je problémom nedostatku vody v pôdnom telese, ktorý spôsobuje nielen vážnu a zložitú situáciu v manažmente pôd, ale vyvoláva aj viacero nepriaznivých degradačných procesov v krajine. Sucho na Slovensku i v regióne KSK má v podstate lokálny charakter a jeho dôsledky sa odlišujú rozsahom postihnutého územia. Negatívne účinky sucha na pôdu možno označiť ako: zhoršovanie pôdnej štruktúry a fyzikálnych vlastnosti pôdy, čo bude znamenať zvýšené riziko zhutňovania a tvrdnutia pôdnych vrstiev (najmä v zasolených pôdach), postupné znižovanie organickej hmoty v pôde, v prípade dlhodobého obdobia sucha aj spomaľovanie tvorby alebo zhoršovanie agregátnej štruktúry, ale tiež aridizácie krajiny vedúcej až k dezertifikácii. Predpovedá sa zvýšený výskyt extrémnych javov počasia - obdobia sucha sa budú striedať so silnými zrážkami.

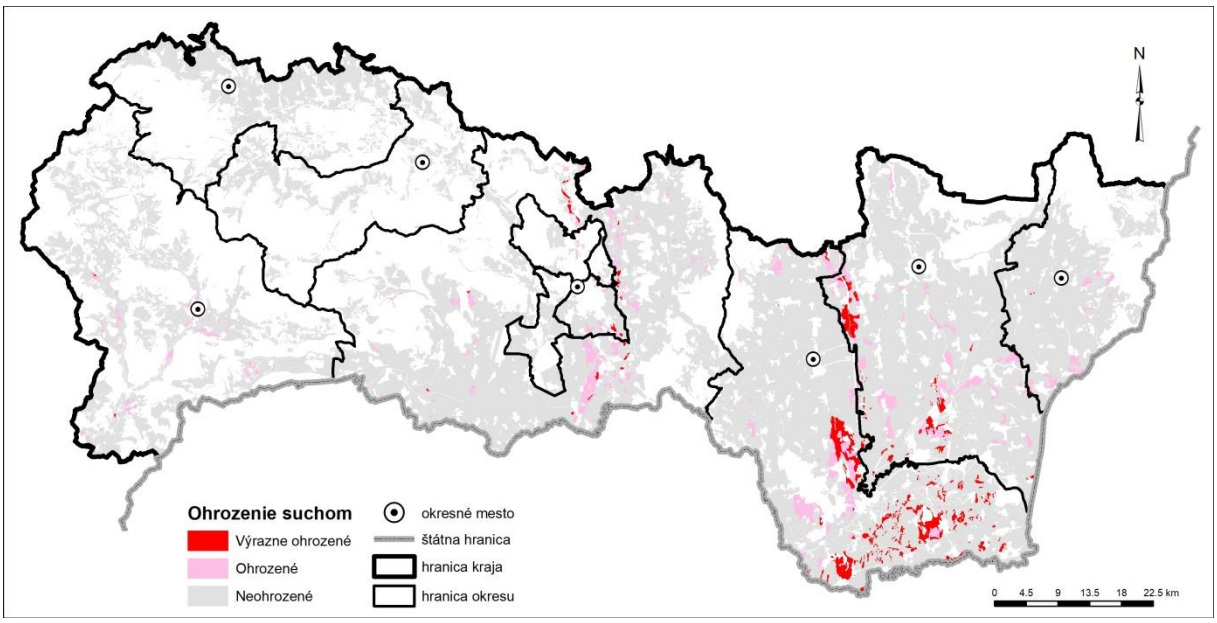
Vzhľadom na to, že priame meranie hydrologických údajov o pôde je veľmi náročné, pri prognózovaní výskytu pôdneho sucha sme použili ľahko merateľné a všeobecne dostupné údaje o pôde, ako sú údaje o zrnitostnom zložení pôdy, objemovej hmotnosti pôd, rozšírení bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek, agroklimatických regiónoch (zrážkových pomeroch), ktoré sú dôležitými indikátormi tohto fenoménu.

Suchom sú najviac ohrozené pôdy zrnitostne ľahké (priepustné). V KSK sú suchom výrazne ohrozené najmä pôdy piesočnaté a hlinitopiesočnaté nachádzajúce sa v klimatických regiónoch veľmi suchých až suchých. Z pôdnych typov sú to predovšetkým regozeme arenické na viatych pieskoch a tiež fluvizeme v celom profile ľahké, vysýchavé. Suchom sú však (menej) ohrozené aj pôdy piesočnatohlinité v klimatických regiónoch veľmi suchých až mierne suchých. Prevažne sú to pôdy typu fluvizem s ľahkým podorničím, v teplých klimatických regiónoch vysýchavé, ale aj hnedozeme na sprašových hlinách. Percentuálne zastúpenie kategórii pôd ohrozených suchom podľa jednotlivých okresov uvádza nasledujúca tabuľka.

Tabuľka 17: Podiel poľnohospodárskych pôd KSK ohrozených suchom - v % podľa okresov

Okres	Neohrozené	Ohrozené	Výrazne ohrozené
Gelnica	100,00	-	-
Košice – okolie	94,07	5,47	0,46
Košice I	92,98	5,90	1,12
Košice II	99,09	0,91	-
Košice III	87,04	12,96	-
Košice IV	88,77	9,43	1,80
Michalovce	91,97	5,92	2,11
Rožňava	96,54	3,39	0,08
Sobrance	96,47	3,42	0,11
Spišská Nová Ves	100,00	-	-
Trebišov	88,99	5,29	5,72
Kraj	93,45	4,58	1,96

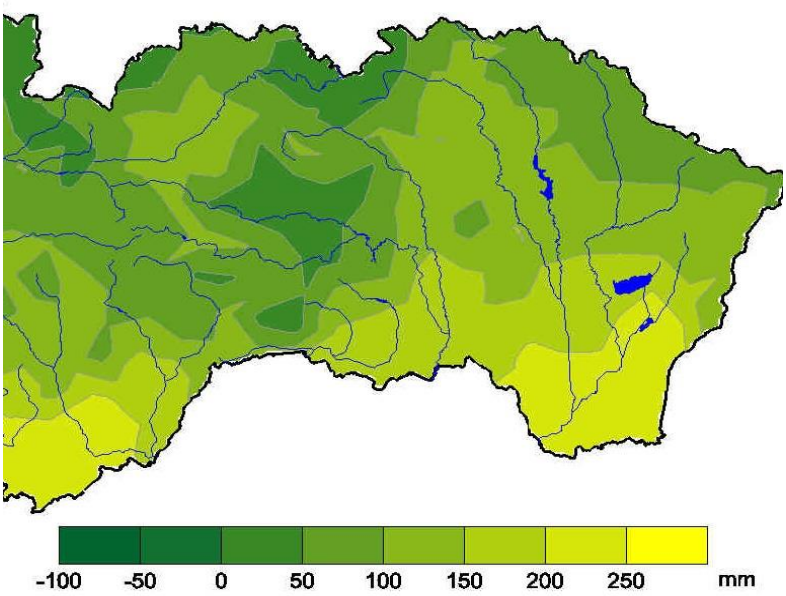
Z geomorfologického hľadiska sú pôdnym suchom najviac ohrozené lokality v oblasti Východoslovenskej roviny a Košickej kotliny. Typickým príkladom ohrozenia pôd suchom sú viate piesky Východoslovenskej roviny v lokalite Medzibodrožia. Vyskytujú sa tu výrazné pieskové presypy (duny) s výškou až 25 m.



Obr. 68: Ohrozenie poľnohospodárskych pôd KSK suchom (zdroj: NPPC)

Kľúčovým parametrom fyzikálnych a fyziologických procesov prebiehajúcich v agroekologických systémoch – pôdu nevynímajúc je vlahová bilancia. Deficit bilancie vody v najteplejších regiónoch v letných mesiacoch presahuje 250 mm. Najvyšší nárast deficitu vodnej bilancie bol zaznamenaný v nížinách, čo bolo spôsobené zvýšením potenciálnej evapotranspiracie. Vplyv zápornej bilancie zrážok sa očakáva od mája do októbra - najviac v auguste. Očakáva sa tiež posun klimatických regiónov zo 400 m na 700 m nadmorskej výšky, čo znamená, že suchá a teplá klíma sa bude vyskytovať vo vyšších geografických polohách. Môže to znamenať tiež zmenu vhodnosti zón pre pestovanie plodín. Zrýchlený nástup vegetačného obdobia a oneskorenie jeho ukončenia je možné badať už teraz. Predpokladá sa, že bude pôsobiť severojužný smer prúdenia atmosférických más, ktorý zmení predstavy o vplyve západného oceánskeho prúdenia na územie strednej Európy. Postupne sa budú meniť štyri ročne obdobia, ktoré prejdú do dvoch: zimy a leta.

Na základe výsledkov simulácie režimu pôdnej vlhkosti je možné vo vegetačnom období očakávať zníženie obsahu vody v pôde a predĺženie ročných období s vlhkosťou pôdy nižšou ako 50 % využiteľnej vodnej kapacity (veľmi nízka vlhkosť) vo všetkých regiónoch. Ako významný stabilizačný faktor pre výnosy plodín sa preto ukazuje zavlažovanie.



Obr. 69: Očakávaný deficit klimatickej vodnej bilancie (zdroj: NPPC)

V súvislosti s pôdnymi podmienkami KSK možno očakávať niektoré nové javy:

- Zvýšenie akumulácie organických látok v pôde v dôsledku vyššej koncentrácie CO_2 a zvýšenej teploty vzduchu. Skleníkový efekt zvýši rastový index, ako aj efektívnosť využívania vody vegetáciou.

- Zvýšená evapotranspirácia a akumulácia organických látok v pôde bude zvyšovať mikrobiálnu aktivitu. Tento scenár sa uplatni vtedy, keď bude k dispozícii dostatočná zásoba pôdnej vody, t. j. hlavne v severnej časti územia.

- Očakávaná aridizácia (vysušovanie) pôdneho profilu, zvýšené prevzdušňovanie a oxidácia pôdneho materiálu budú viesť k rýchlejšiemu rozkladu pôdnej organickej hmoty (mineralizácia). Fenomény aridizácie bude možne pozorovať najmä v južnej časti územia.

- Zvýšenie mineralizácie podzemných vôd, najmä v nížinných oblastiach bude podmieňovať zvýšenie salinizácie a alkalizácie pod v depresných územiach v hladinách podzemných vôd blízkych k povrchu.

Vývoj zásob pôdneho organického uhlíka na poľnohospodárskych pôdach KSK

Pôdna organická hmota (POH) je jedným zo základných pôdnych parametrov nakoľko sa zúčastňuje mnohých biologických, chemických i fyzikálnych procesov, ktoré v pôde prebiehajú a ovplyvňuje produkčné aj mimoprodukčné funkcie pôdy. Základnou zložkou POH je pôdny organický uhlík (POC), ktorý je súčasťou všetkých minimálnych súborov indikátorov, komplexne hodnotiacich kvalitu pôdy na základe pôdnych funkcií a je tiež kľúčovým faktorom aj všetkých štyroch tried ekosystémových služieb. Rezervoár POC zaraďuje rámcová smernica EÚ na ochranu pôdy medzi prioritné funkcie pôdy. V pôdach stanovujeme koncentráciu POC (%) a na základe týchto údajov môžeme vypočítať zásobu POC ($t.ha^{-1}$).

Obsah POH v pôdnom prostredí je ovplyvňovaný prírodnými ako aj antropogénnymi faktormi. Medzi prírodné faktory ovplyvňujúce dynamiku POH patria pedologické charakteristiky (materská hornina, pôdny typ, obsah ílu a skeletu), klimatické parametre (teplota, zrážky, slnečné žiarenie) a geografické činitele (nadmorská výška, sklon svahu, topografický vlhkostný index a iné). Nadmorská výška je dominantným faktorom z hľadiska koncentrácie POC nakoľko v podmienkach Slovenska vhodne charakterizuje klimatické charakteristiky ako sú teplota a zrážky. V teplejších a suchších podmienkach je mineralizácia POH rýchlejšia ako v chladnejších a vlhkejších oblastiach. Z uvedeného vyplýva, že vo vyšších nadmorských výškach je

koncentrácia POC predovšetkým na trvalých trávnych porastoch (TTP) výrazne vyššia v povrchovom pôdnom horizonte v porovnaní s ornými pôdami (OP) v nižšie položených oblastiach.

Väčšina POC je v kontinuálnom dynamickom stave akumulácie a rozkladu, ktorý je výrazne ovplyvnený mikrobiálnou činnosťou pôdy, podmienenou predovšetkým teplotou pôdy, vlhkosťou, zásobou živín, zrnitostným zložením ako aj klimatickými faktormi. POC sa môže v pôde dlhodobo viazať (hovoríme o sekvestrácii) alebo naopak uvoľňovať (hovoríme o emisii) a tým ovplyvňovať množstvo skleníkových plynov v ovzduší. Množstvo organického uhlíka v pôde je výsledkom rovnováhy medzi jeho prísunom z odumretej biomasy (pozberové zvyšky, organické hnojivá), jeho stratou s odoberanou biomasou (zrno, zelená hmota) a stratou vplyvom mikrobiálnej činnosti v pôde. POC veľmi citlivo reaguje na spôsob využívania pôdy človekom. Zmeny vo využívaní pôdy znamenajú zmenu podmienok pre transformáciu a akumuláciu organickej hmoty v pôde a tým aj zmenu celkových zásob POC. Pôdy ľahšie a rýchlejšie strácajú uhlík pri premene prírodných pôd na intenzívne využívané poľnohospodárske pôdy, ako je to naopak (zmena orných pôd na trvalé trávne porasty a lúky, resp. agrolesníctvo). Odhaduje sa napríklad, že kultivácia pôd, predovšetkým konverzia pasienkov na orné pôdy vedie k významným stratám uhlíka v celkovej bilancii až 50 Pg. Vo všeobecnosti, vyššia hodnota POC na TTP v porovnaní s OP je dôsledok vyššieho vstupu rastlinných a koreňových zvyškov, ktoré stabilizujú zásobu POC vo vrchnej pôdnej vrstve pasienkov a lúk. Nesprávny pôdny manažment, predovšetkým intenzívne poľnohospodárstvo a nízky vstup organických zvyškov môže byť príčinou silných mineralizačných procesov, ktoré sú zodpovedné za nižšie hodnoty POC na OP v porovnaní s TTP rovnakého pôdneho typu.

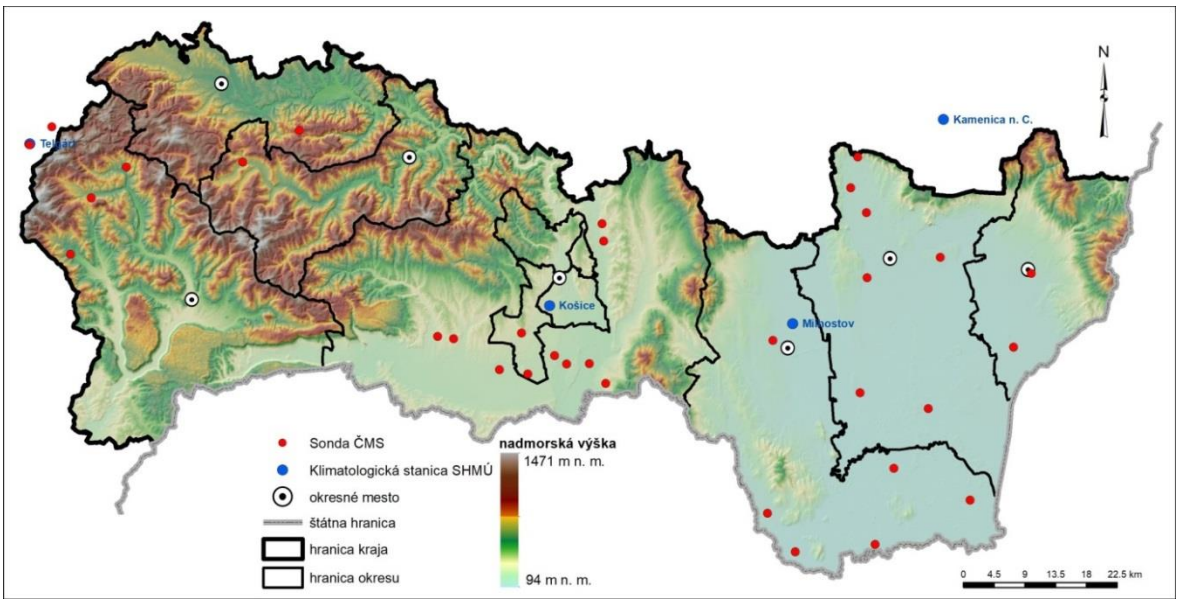
Ďalším dôležitým faktorom zvýšeného uvoľňovania uhlíka z intenzívne využívaných orných pôd je nesprávne hospodárenie na pôde, predovšetkým nevhodný osevný postup a nízky prísun organických zvyškov. Mnohé poľnohospodárske praktiky ako napr. aplikácia kvalitných organických hnojív, dodržiavanie optimálnej rotácie plodín a minimálne obrábanie pôdy alebo správne hospodárenie s vodou sú naopak príležitosťou pre dlhodobú sekvestráciu organického uhlíka v pôdach.

V súčasnosti, v dôsledku klimatických zmien a intenzívnych zmien vo využívaní pôdy sa zásoba organického uhlíka v pôdach pomerne rýchlo mení. Jedným zo spôsobov detekcie zmien zásob POC v čase je využitie modelovania. Medzi najviac využívané modely patrí Rothamstedský uhlíkový model RothC, ktorý sa na Slovensku úspešne využíva pri predikcii zmien v zásobách POC na poľnohospodársky využívaných pôdach.

Modelovanie zásob POC na poľnohospodárskych pôdach KSK

Vývoj zásob POC v povrchovej vrstve pôdy (0-30 cm) bol sledovaný v období rokov 1993-2035 na poľnohospodárskych pôdach štyroch regiónov KSK, ktoré sa nachádzajú v rozdielnych nadmorských výškach a klimatických regiónoch, charakteristických pre územie KSK.

Na modelovanie zásob POC bol použitý RothC 26.3 model, pre ktorý sú nevyhnutné tri skupiny vstupných údajov - klimatické údaje, pôdne údaje a údaje o využití pôdy a o manažmente krajiny. Klimatické údaje predstavujú priemerné mesačné úhrny zrážok (mm), priemernú mesačnú teplotu vzduchu (°C) a mesačné hodnoty evapotranspirácie (mm). Klimatické údaje pre obdobie 1993-2018 boli získané z klimatologických staníc Milhostov, Kamenica nad Cirochou, Košice a Telgárt. Ako je zrejmé z Obr. 70 najvyššie sa nachádza klimatologická stanica Telgárt (901 m n.m.) a najnižšie Milhostov (105 m n.m.).



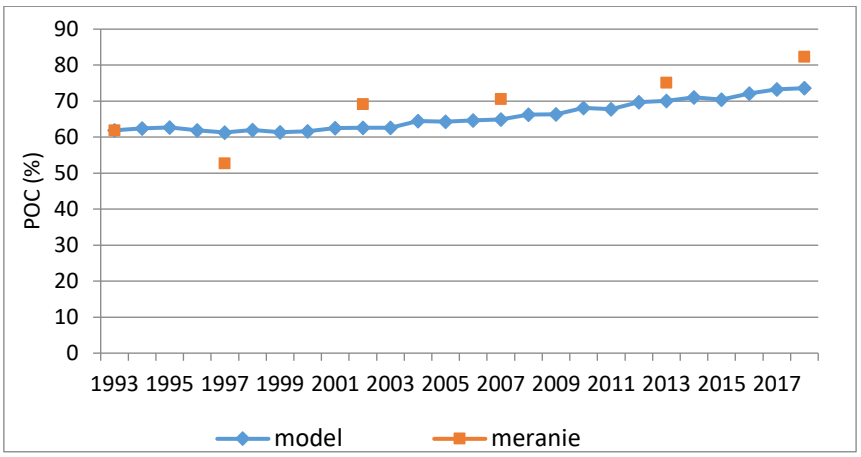
Obr. 70: Klimatologické stanice SHMU a lokality základnej siete ČMS - P na území KSK

Pre obdobie 2019-2035 boli pre uvedené stanice vypracované klimatické scenáre na základe modelu CGCM3.1, ktorý predstavuje jednu z novších verzií Kanadského prepojeného modelu cirkulácie atmosféry a oceánu. Na modelovanie POC bol použitý klimatický scenár B1, ktorý predpovedá kolísavý charakter zrážok a postupné zvyšovanie teploty v prvej polovici 21. storočia.

Základné pôdne údaje nevyhnutné pre priebeh modelovania sú: percento ílovej frakcie (<0,002 mm), hĺbka pôdy (cm), počiatočná zásoba POC (t.C.ha^{-1}), a inertný organický uhlík (IOM). Tieto údaje boli získané z prvého odberu monitorovacích lokalít základnej siete Čiastkového monitorovacieho systému pôda (ČMS – P) v roku 1993, ktoré sa nachádzajú na územiach vybraných regiónov.

Tretím typom údajov sú údaje o manažmente krajiny, ktoré reprezentujú: pôdny pokryv, mesačný vstup uhlíka rastlinných zvyškov (t.C.ha^{-1}), mesačný vstup uhlíka organického hnojenia (t.C.ha^{-1}) a faktor kvality rastlinných zvyškov (DPM/RPM pomer). Údaje o manažmente krajiny (pestované plodiny a ich úrody) boli v modelovom období 1993-1996 čerpané zo štatistických údajov dostupných na úrovni výrobných oblastí. Od roku 1997 do roku 2003 boli použité údaje o pestovaných plodinách a ich úrodách zo štatistických údajov dostupných na úrovni okresov. Od roku 2004 do roku 2018 boli čerpané podklady o pestovaných plodinách zo štruktúry osevu podľa údajov databázy LPIS spracované na 10 km gride a údaje o úrodách zo štatistických podkladov na úrovni okresov rovnako ako v období rokov 1997-2013. Na základe týchto údajov boli vytvorené databázy vstupných parametrov pre RothC model. V prípade hospodárenia na pôde boli pre obdobie 2019-2035 pripravené dva manažérske scenáre. Reálny (R) manažérsky scenár reprezentuje vstupy organického uhlíka z aktuálneho osevného postupu a aktuálnych dávok organických hnojív vypočítaných na základe zaťaženia VDJ (veľké dobytčie jednotky) z podkladov centrálnej evidencie zvierat na 10 km gride. Optimálny manažérsky scenár (O) predpokladá zvýšenú aplikáciu kvalitného a vyzretého maštaľného hnoja so zaradením priemernej dávky 40 t.ha^{-1} každý 4 rok.

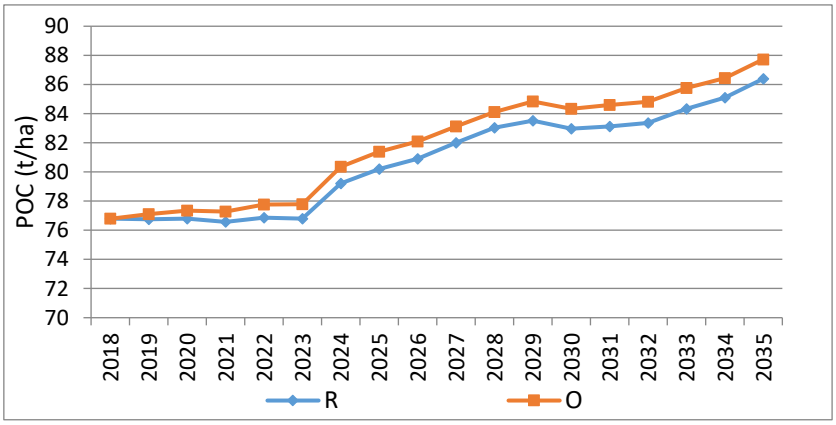
V prvej fáze bola zrealizovaná validácia modelu RothC na poľnohospodárskych pôdach KSK. Na validáciu modelu RothC boli použité merané údaje koncentrácie POC prepočítané na zásoby POC z monitorovacích lokalít základnej siete ČMS-P. Ako je zrejmé z Obr. 71 medzi priemernými modelovými a nameranými hodnotami POC bola zistená dobrá zhoda, nakoľko relatívna smerodajná odchýlka (RMSE) predstavovala 9,6 %.



Obr. 71: Porovnanie priemerných modelových a nameraných hodnôt POC na poľnohospodárskych pôdach KSK (1993-2018)

Región I – horský región.

Najvyššie položený región sa nachádza na severozápade KSK (Obr. 70) a zahŕňa okresy Gelnica, Spišská Nová Ves a Rožňava. V regióne dominuje jeden pôdny typ - kambizeme. V tomto regióne sa nachádza 7 monitorovacích lokalít základnej siete ČMS-P, v rozsahu nadmorských výšok 440-950 m.n.m., pričom všetky lokality sú v súčasnosti zatrávnené. Na začiatku modelovaného obdobia bola na 2 lokalitách orná pôda. Napriek vysokým koncentráciám POC, ktoré sa v súčasnosti nachádzajú v rozsahu 3-10% a ktoré sú charakteristické pre nadmorské výšky > 300 m.n.m., v dôsledku vysokej skeletnatosti kambizemí sú zásoby POC pomerne nízke. Na začiatku modelovaného obdobia (1993) bola priemerná hodnota POC v tomto regióne 65 t/ha, ktorá od roku 2000 kontinuálne rastie a v súčasnosti dosahuje hodnotu 76 t/ha (Obr. 72). Nakoľko v súčasnosti je na viacerých lokalitách špecifický spôsob hospodárenia na TTP z dôvodu evidencie biotopov a území v rámci Natury 2000 a niektoré lokality sa využívajú ako pasienky pre hovädzí dobytok a ovce aj v blízkej budúcnosti (2035) predpokladáme nárast zásob POC v tomto regióne. Keďže súčasné vstupy uhlíka sú značne vysoké, rozdiely medzi reálnym (R) (ktorý sa používa v súčasnosti) a navrhovaným optimálnym (O) hospodárením v tomto regióne sú minimálne (Obr. 72).



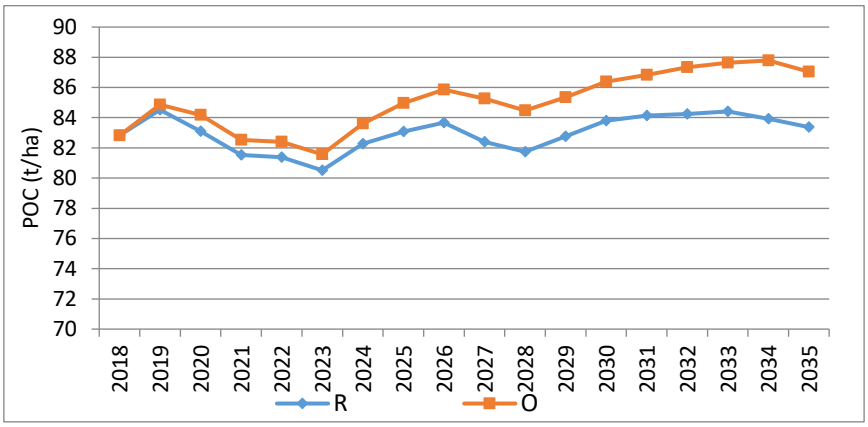
Obr. 72: Porovnanie priemerných modelovaných zásob POC v horskom regióne pri aplikácií reálneho (R) a optimálneho (O) manažérskeho scenára

Región II – kotlinový región.

Región sa nachádza v centrálnej časti KSK (Obr. 70), v ktorej sa nachádza aj krajské mesto KSK Košice a zahŕňa mestské okresy Košice I-IV a okres Košice okolie. Z hľadiska pôdnych typov je tento región pomerne rôznorodý; poľnohospodárske pôdy sa nachádzajú na čierniciach (3 lokality), pseudoglejoch (4 lokality), hnedozemiach (3 lokality) a jedna lokalita na fluvizemi. Nakoľko kotlinový región sa nachádza v nižšej

nadmorskej výške (120-280 m.n.m.) v oblasti pahorkatín a kotlín, v tomto regióne prevládajú orné pôdy, iba na dvoch lokalitách pseudoglejov sa nachádzajú TTP.

Na začiatku modelovaného obdobia priemerná hodnota POC na poľnohospodárskych pôdach kotlinového regiónu bola podobná ako v horskom regióne, 67 t/ha. Napriek tomu, že v tomto regióne sa nachádzajú prevažne orné pôdy, kde sú vstupy organického uhlíka nižšie ako na TTP, v dôsledku správnej poľnohospodárskej praxe, ktorá na mnohých lokalitách zahŕňa pôdoochranú technológiu ako aj v dôsledku dočasného zatrávnenia viacerých lokalít, v súčasnosti priemerná zásoba POC v tomto regióne dosahuje hodnotu 83 t/ha (Obr. 73).



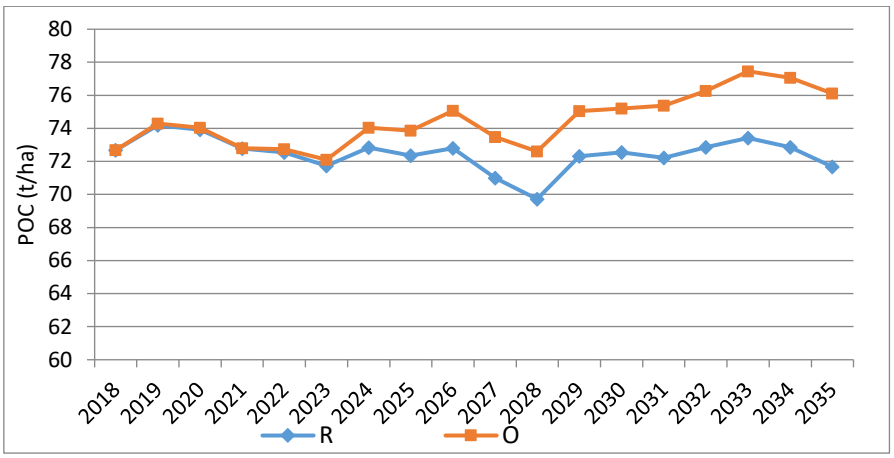
Obr. 73: Porovnanie priemerných modelovaných zásob POC v kotlinovom regióne pri aplikácií reálneho (R) a optimálneho (O) manažérskeho scenára

Táto hodnota zásob POC predstavuje maximum pri aplikácií súčasného hospodárenia na pôde (R), ale pri optimálnom manažérskom scenári (O), ktorý počíta s výrazne vyššími dávkami organického hnojiva, v blízkej budúcnosti (2035), predpokladáme postupné zvyšovanie zásob POC na hodnotu 87 t/ha (Obr. 73).

Región III – nížinný región.

Región sa nachádza v najjužnejšej časti KSK a je situovaný v južnej časti Východoslovenskej nížiny (Obr. 70) v rámci okresov Trebišov a južnej časti okresu Michalovce. Nakoľko región je lokalizovaný na nížine, z uvedeného dôvodu sa monitorovacie lokality nachádzajú v nadmorskej výške 90 - 120 m n.m. Z hľadiska úrodnosti je to najúrodnejší región KSK a poľnohospodárska pôda sa využíva predovšetkým ako orná pôda. Z pôdnych typov dominujú černozeme a fluvizeme (3 lokality), výrazne nižšie zastúpenie majú čiernice, glej a pseudoglej (1 lokalita).

Priemerná hodnota POC na začiatku modelovania bola nižšia ako v horskom a kotlinovom regióne a aj v súčasnosti priemerné zásoby POC na tomto regióne sú nižšie ako v predchádzajúcich dvoch hodnotených regiónoch (Obr. 72 až Obr. 74).

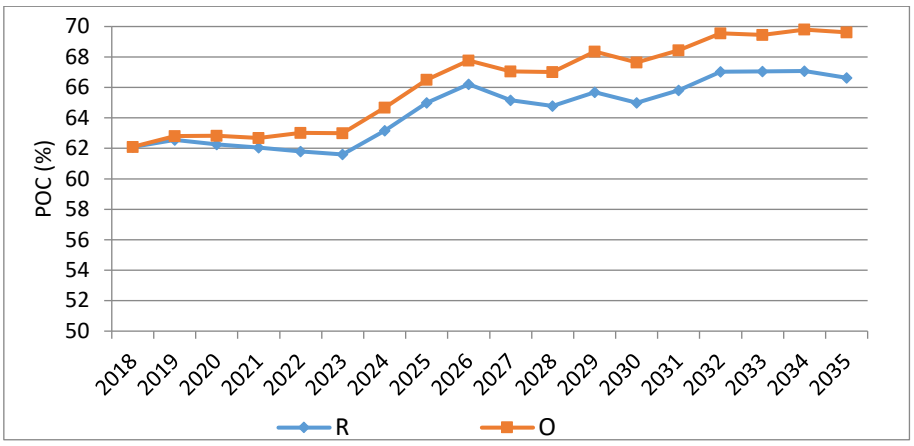


Obr. 74: Porovnanie priemerných modelovaných zásob POC v nížinnom regióne pri aplikácií reálneho (R) a optimálneho (O) manažérskeho scenára

Jednou z príčin nízkej priemernej zásoby POC v tomto regióne môže byť využitie poľnohospodárskej pôdy ako ornej pôdy s prevažne tradičným, konvenčným spôsobom hospodárenia. Pri aplikácií v súčasnosti používaného spôsobu hospodárenia na pôde (R) sa hodnota POC aj v blízkej budúcnosti bude nachádzať na približne rovnakej úrovni, ale pri aplikácií optimálneho hospodárenia na pôde, ktoré predstavuje predovšetkým vyššiu aplikáciu maštaľného hnoja, zásoba POC bude rásť aj v budúcnosti (Obr. 74).

Región IV - pahorkatinný región.

Región je lokalizovaný v najvýchodnejšej časti KSK na poľnohospodárskej pôde okresu Sobrance a severnej časti okresu Michalovce (Obr. 70). Nakoľko región sa nachádza v severnej časti Východoslovenskej nížiny monitorovacie lokality sa nachádzajú v nadmorskej výške 100-140 m.n.m a poľnohospodárska pôda sa využíva ako orná pôda s prevažne tradičným, konvenčným spôsobom hospodárenia. Z hľadiska pôdnych typov dominujú fluvizeme (5 monitorovacích lokalít) a na menšej rozlohe aj pseudogleje (2 monitorovacie lokality). Nakoľko v tomto regióne prevažujú fluvizeme na OP, na ktorých zásoba POC je vo všeobecnosti nižšia ako na čierniciach a černozemiach so štandardným spôsobom hospodárenia, ktoré sa nachádzajú v kotlinovom a nížinnom regióne, počiatočná (1993) ako aj aktuálna (2018) (Obr. 75) zásoba POC je najnižšia zo všetkých hodnotených regiónov. V blízkej budúcnosti má tento región potenciál zvyšovať zásobu POC aj pri aplikácií v súčasnosti používaného spôsobu hospodárenia (R), ale pri aplikácia optimálneho (O) spôsobu hospodárenia, ktorý predpokladá vyššie dávky maštaľného hnoja, zásoba POC v tomto regióne môže byť podstatne vyššia (Obr. 75).



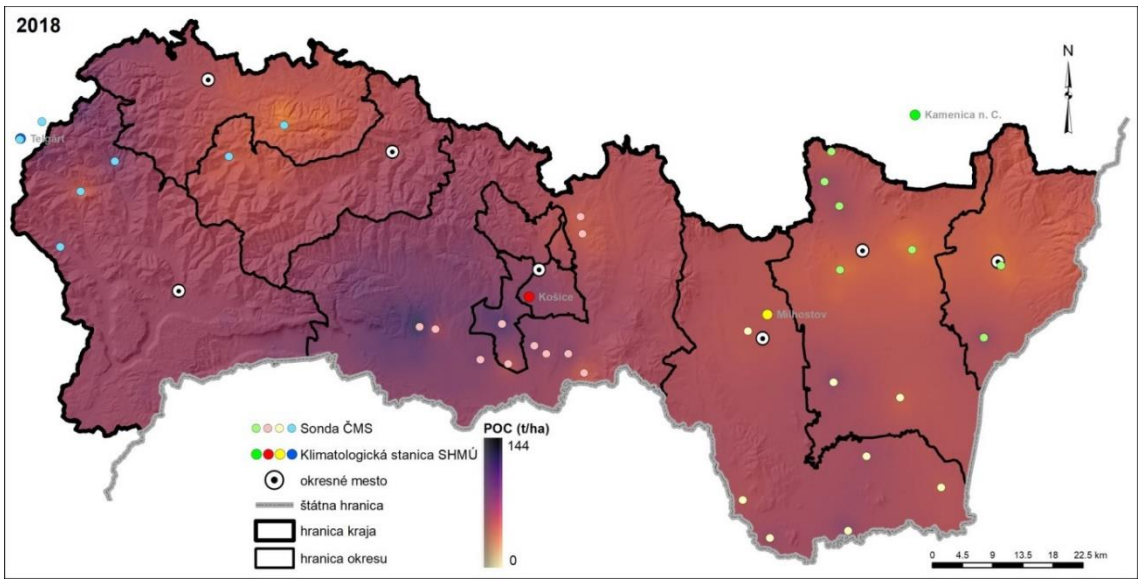
Obr. 75: Porovnanie priemerných modelovaných zásob POC v regióne IV pri aplikácií reálneho (R) a optimálneho (O) manažérskeho scenára

Z hľadiska zásob POC na poľnohospodárskych pôdach jednotlivých okresov KSK, najvyššie priemerné modelované hodnoty zásob POC sa v súčasnosti (rok 2018) nachádzajú v okresoch Košice II, IV, Košice – okolie a Rožňava (tabuľka 18, Obr. 76). Príčinou vyšších priemerných zásob POC na tomto území v porovnaní s inými okresmi KSK môže byť využitie poľnohospodárskej pôdy aj ako TTP a tiež to, že v týchto okresoch sa nachádzajú okrem iných pôdnych typov aj černice a černozeme, ktoré disponujú vysokými zásobami POC v porovnaní s ostatnými pôdnymi typmi. Najnižšie priemerné modelované hodnoty zásob POC boli zistené v okresoch Michalovce a Sobrance, na ktorých prevládajú pôdne typy fluvizemí a pseudoglejov, ktoré vo všeobecnosti disponujú nižšími zásobami POC v porovnaní s čiernicami a černozemiami. Okrem toho na tomto území sa poľnohospodárske pôdy využívajú predovšetkým ako orné pôdy s konvenčným spôsobom hospodárenia.

Tabuľka 18: Priemerné modelované hodnoty zásob POC na poľnohospodárskych pôdach jednotlivých okresov KSK

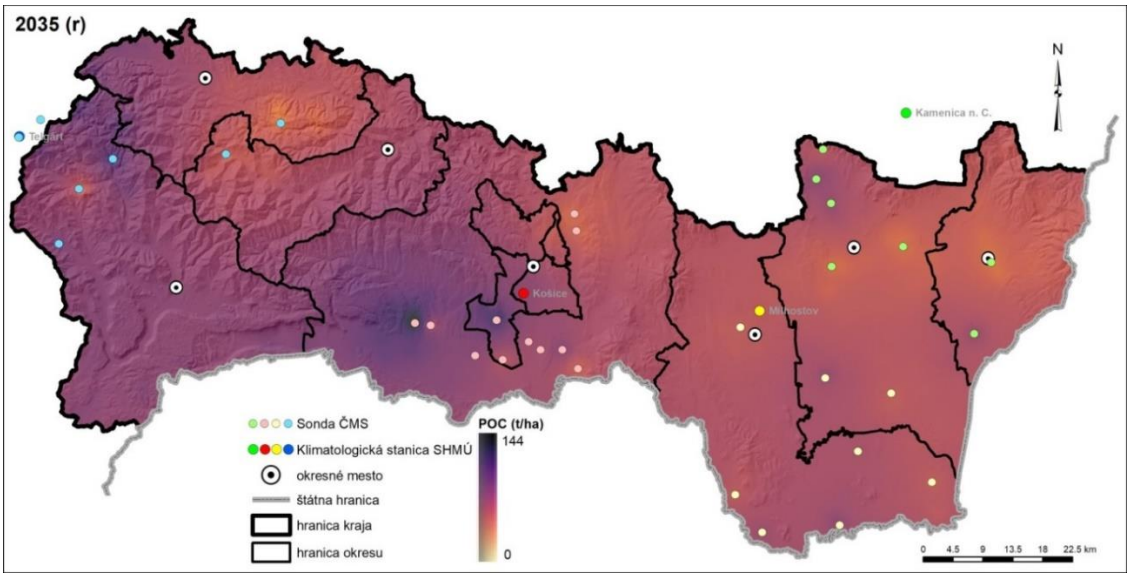
Okres	zásoby POC (t.ha^{-1})		
	2018	2035 (R)	2035 (O)
Gelnica	71,27	75,43	78,43
Košice I	75,37	75,56	79,72
Košice II	88,46	92,20	94,61
Košice III	68,86	66,78	71,73
Košice IV	80,68	80,69	84,54
Košice - okolie	80,33	82,39	85,79
Michalovce	65,19	67,62	71,23
Rožňava	78,87	87,92	89,74
Sobrance	61,19	62,99	67,82
Spišská Nová Ves	68,43	74,58	77,36
Trebišov	71,15	71,24	75,84

R – reálny manažérsky scenár
O – optimálny manažérsky scenár

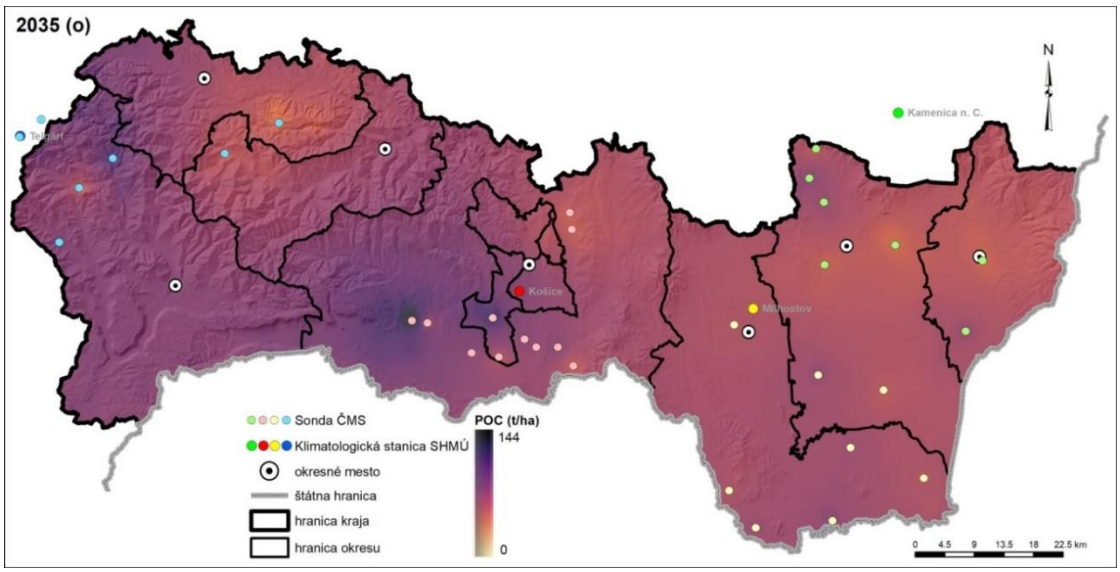


Obr. 76: Modelované hodnoty zásob POC (t/ha) na poľnohospodárskych pôdach KSK v súčasnosti (2018)

Priemerné modelované hodnoty zásob POC pri aplikácií súčasného hospodárenia na pôde (R) predikujú v roku 2035 rovnaké, resp. mierne zvýšené hodnoty zásob POC (tabuľka 18, Obr. 77). Súčasné štandardné hospodárenie na pôde, ktoré zanedbáva aplikáciu kvalitných organických hnojív do pôdy na veľkej väčšine územia KSK v budúcnosti, pri postupnom zvyšovaní priemerných teplôt, neumožňuje zvyšovanie zásob POC. Ako je zrejmé z hodnôt v tabuľke 18 a Obr. 78, navrhovaný optimálny scenár, ktorý doporučuje adekvátne dávky vysoko kvalitných organických hnojív umožňuje aj pri výraznom zvýšení teplôt mierne zvýšenie zásob POC na poľnohospodárskych pôdach KSK aj v budúcnosti. Určitou, hoci nie adekvátnou alternatívou aplikácie kvalitného maštaľného hnoja, by mohlo byť aj zapracovanie pozberových zvyškov do pôdy spolu so slamou obilnín a repky previazané s pestovaním medziplodín na zelené hnojenie.



Obr. 77: Modelované hodnoty zásob POC (t/ha) na poľnohospodárskych pôdach KSK v roku 2035 pri aplikácií reálneho hospodárenia na pôde

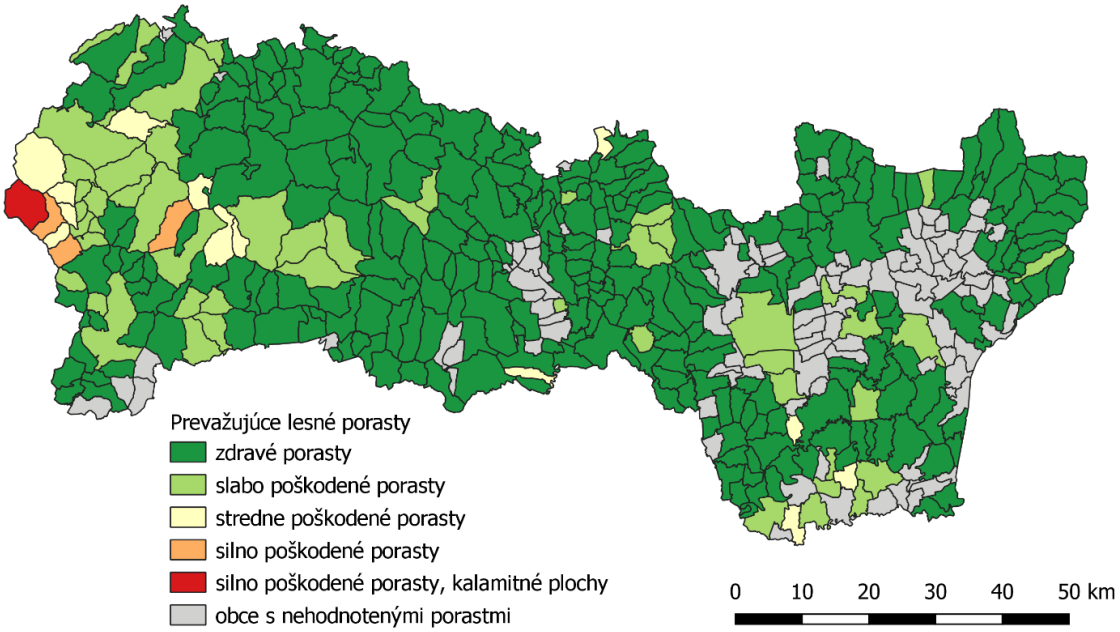


Obr. 78: Modelované hodnoty zásob POC (t/ha) na poľnohospodárskych pôdach KSK v roku 2035 pri aplikácií optimálneho hospodárenia na pôde

4.3.2. Lesníctvo

Súčasný stav lesov

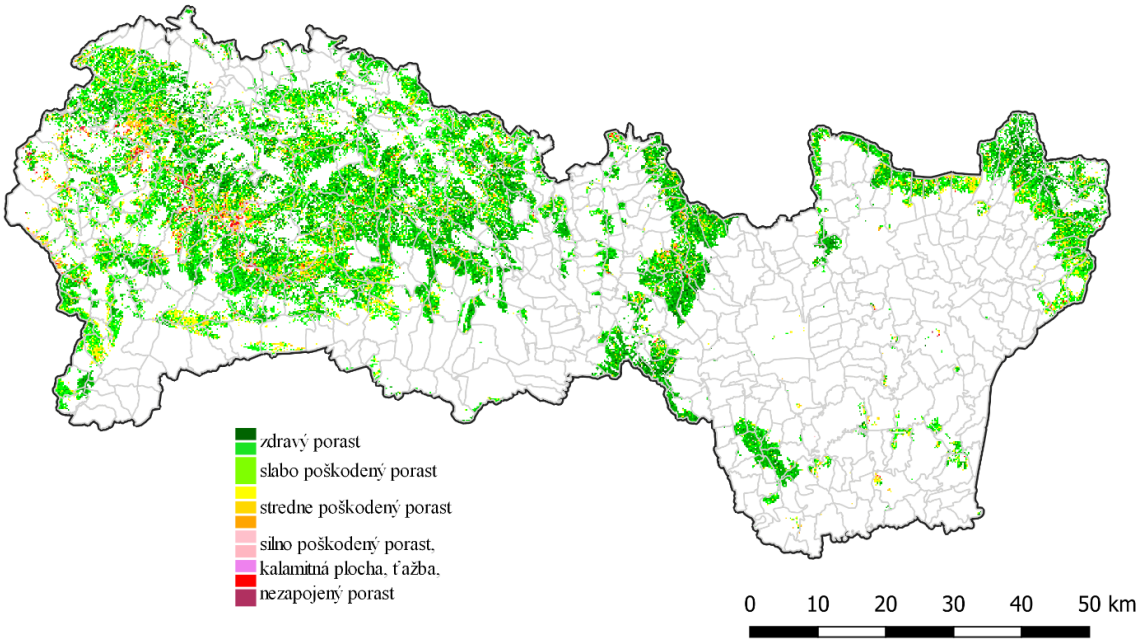
Prebiehajúca klimatická zmena sa čoraz výraznejšie prejavuje na lesných porastoch. Ako základný ukazovateľ ich stavu bola využitá strata olistenia (resp. ihličia) drevín, určujúca zdravotný stav porastov. Použitými metódami boli diaľkový prieskum Zeme a terénne hodnotenia. Stav lesných porastov bol vyhodnotený na základe satelitných snímok Landsat a Sentinel 2. Metodický postup bol založený na dvojfázovom regresnom výbere. Princíp tohto výberu spočíva v tom, že v prvej fáze výberu sa zvolí vhodná kombinácia kanálov satelitnej snímky (zvyčajne červený, blízky a stredný infračervený kanál), z ktorých sa približne určí miera a rozsah poškodenia porastov. V druhej fáze sa využili presnejšie údaje o poškodení drevín z terénnych hodnotení. Z týchto údajov sa cez regresný model spresnilo určenie zdravotného stavu zo satelitných snímok. Aj pri terénnych šetreniach stavu lesov bola použitá strata asimilačných orgánov (SAO) ako hlavný indikátor a základný vizuálny symptóm zdravotného stavu drevín. Vyjadruje percentuálny pomer chýbajúcich častí asimilačných orgánov k vzorovému, plne olistenému stromu.[41] Ako signifikantne poškodené boli hodnotené len porasty s defoliáciou 40 a viac percent. Obce v ktorých katastrálnom území sa lesné porasty nenachádzajú, prípadne majú veľmi malú rozlohu len niekoľko alebo niekoľko desiatok hektárov, neboli hodnotené. Pri takýchto malých výmerách rozlišovacia schopnosť satelitných snímok nie je dostatočná, identifikované lesné porasty sú príliš ovplyvnené svojím okolím (napr. orná pôda, cestná sieť, vodné toky a pod.) a výsledné poškodenie pri klasifikácii stavu lesa je výrazne nadhodnotené. Výsledná klasifikácia stavu lesov podľa obcí KSK je zobrazená na Obr. 79.



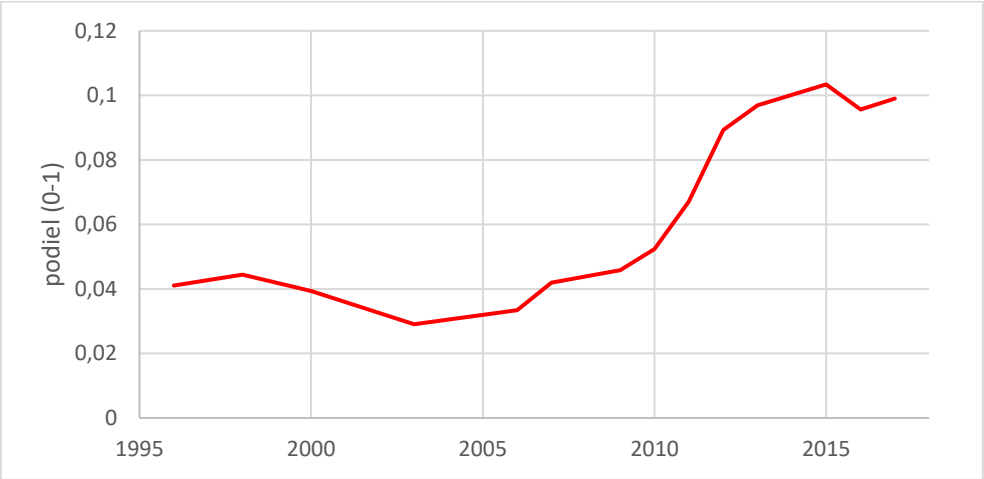
Obr. 79: Aktuálny stav lesov na území obcí Košického samosprávneho kraja, odvodený ako priemerný podiel signifikantne poškodených lesných porastov za roky 2015 až 2018.

Zvolený metodický postup však neumožňuje odlíšiť plochy náhodných a kalamitných ťažieb od veľmi silno poškodených porastov, preto tak vyťažené ako aj veľmi silno poškodené porasty boli zlúčené do najvyšších kategórií poškodenia. Aktuálny stav odvodený zo satelitných snímok Sentinel 2 (r. 2018) je na Obr. 80[42] Vývoj podielu vyťažených a signifikantne poškodených porastov v záujmovom území je na Obr. 81. Do r. 2012 bol podiel na úrovni cca 0,04 až 0,05 (4 až 5 % porastov bolo vyťažených alebo poškodených), následne však od r. 2011 stúpol tento podiel na cca 0,1 (10 % porastov bolo vyťažených alebo poškodených). Výrazný vplyv na tento nárast poškodenia mal zvýšený výskyt najmä vetrových kalamít, v smrekových porastoch nasledovaný zvyčajne gradáciami podkôrneho hmyzu.

[41] Metodický postup celoslovenských klasifikácií je podrobne opísaný v prácach Bucha et al. (2002, 2010) a Barka et al. (2018).
[42] Interaktívne mapy poskytujú aplikácie systému STALES na adrese (https://web.nlcsk.org/?page_id=17612).



Obr. 80: Aktuálny zdravotný stav lesných porastov v r. 2018



Obr. 81: Vývoj podielu signifikantne poškodených lesných porastov na celkovej výmere lesov KSK, za roky 2000 až 2018.

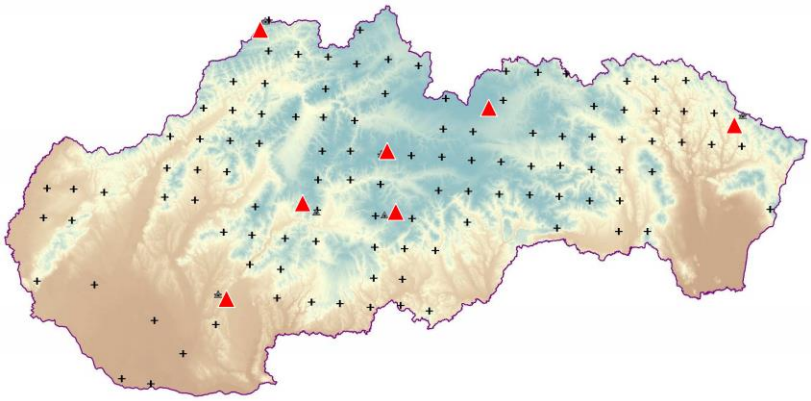
Zásoby pôdneho organického uhlíka v lesoch

Pôdny organický uhlík (POC) je významnou zložkou pôdy, ktorá ovplyvňuje jej vlastnosti a zároveň predstavuje dôležitý prvok kolobehu uhlíka, ktorý bol uznaný za indikátor udržateľného rozvoja v rámci OSN Agendy 2030. Okrem toho je POC dôležitou zásobárňou uhlíka v jeho bio-geochemickom kolobehu a preto sa mu venuje pozornosť aj z pohľadu výskumu klimatickej zmeny[43]. Zásoba POC v pôde citlivo reaguje na zmeny prírodných podmienok a tiež v hospodárení na pôde[44]. POC môže byť buď zdrojom alebo zásobárňou uhlíka a tak priamo ovplyvňovať koncentráciu skleníkových plynov v atmosfére[45]. Keďže lesy a lesné pôdy zohrávajú kľúčovú úlohu v sekvestrácii uhlíka, čoraz väčšia pozornosť sa venuje systematickému zisťovaniu a hodnoteniu zásob uhlíka v lesných pôdach[46], hodnoteniu ich zmien v súvislosti so zmenou využívania pôdy [47] ale aj metodickým aspektom, maximalizácii presnosti a správnosti interpretácie údajov[48]. Poznanie

[43] Smith et al. 2005
[44] Janzen 2006, Smith et al. 2005, Minasny et al. 2014
[45] Janzen 2006
[46] Baritz et al. 2010
[47] Stolbovoy et al. 2005
[48] Vanguelova et al. 2016

regionálnych zásob POC a ich vývoj v čase má teda veľký význam pre hodnotenie účinnosti politických opatrení na zmiernenie dopadov klimatickej zmeny[49].

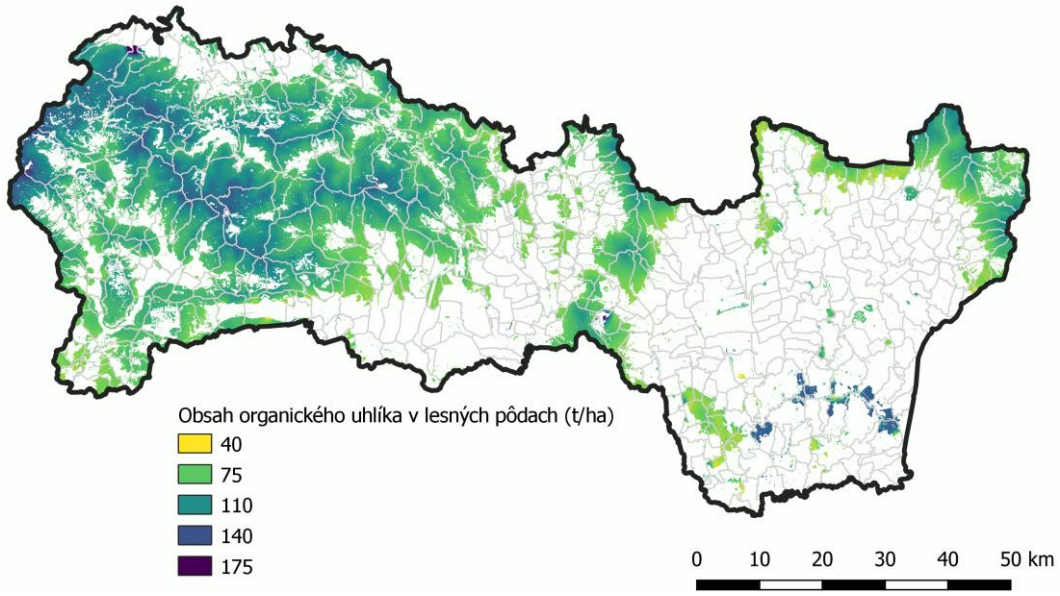
Ako hlavný zdroj údajov o obsahu organického uhlíka v lesných pôdach bolo použitých 112 pôdnych profilov z pravidelnej 16 × 16 km siete monitoringu lesných pôd Slovenska (plochy I. úrovne ČMS Lesy, Obr. 82).



Obr. 82: Rozmiestnenie monitorovacích plôch ČMS Lesy. Čierny kríž – plochy I. úrovne, červený trojuholník – plochy II. úrovne

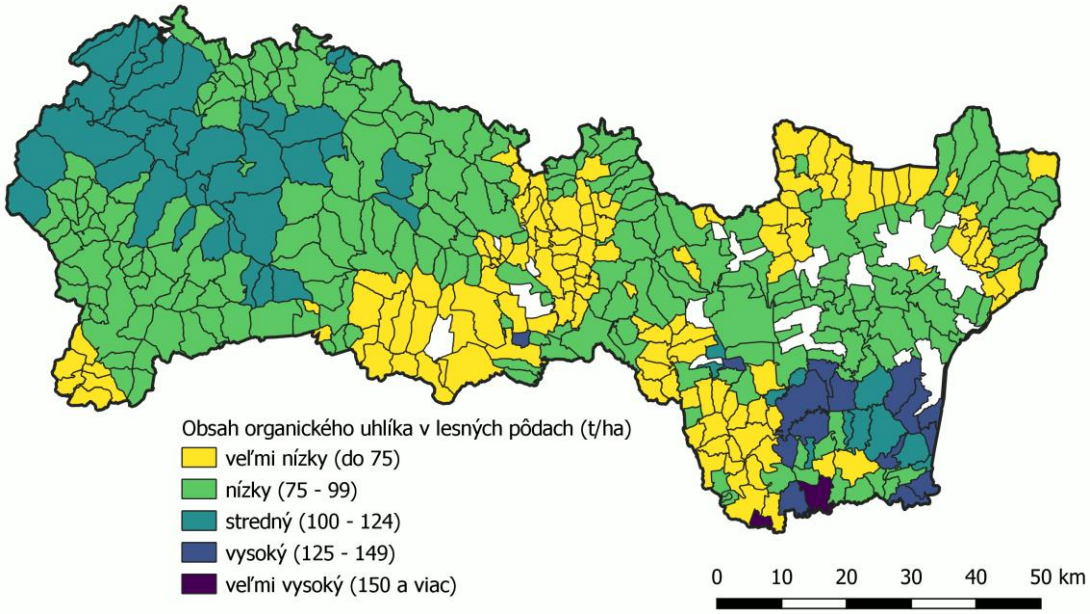
Vzorkovanie a laboratórne analýzy pre predefinované hĺbkové intervaly 0 – 10 cm, 10 – 20 cm, 20 – 40 cm a 40 – 80 cm boli vykonané v rokoch 2006 – 2008. Ako doplnkový zdroj údajov boli použité údaje z pôdnych profilov (cca 800) na plochách Národnej inventarizácie a monitoringu lesov (NIML), ktoré boli pre hĺbkové intervaly 0 – 10 cm a 10 – 20 cm vzorkované a analyzované v rokoch 2015 až 2017[50]. Celkový obsah uhlíka v pôde (%) bol stanovený pomocou analyzátora (EA-TCD) a obsah organického uhlíka bol v prípade karbonátových pôd vypočítaný po redukcii o anorganický uhlík. Obsah skeletu v pôde (%) bol odhadnutý vizuálne pri opise pôdneho profilu. Objemová hmotnosť pôdy (g/cm^3) bola priamo meraná v hĺbkach 0 – 10 cm a 10 – 20 cm, pre hlbšie ležiace horizonty bola vypočítaná pomocou upravenej pedotransferovej funkcie podľa Adamsa (EC-BioSoil 2006). Hodnota zásoby POC pre hĺbku 20 – 30 cm, ktorá nebola priamo meraná, bola prepočítaná z údajov pre hĺbku 20 – 40 cm pomocou koeficientov odvodených pre pôdne jednotky z iných dátových súborov. Ako vstup pre priestorovú interpoláciu vypočítaných hodnôt zásoby POC (1) boli použité mapovacie jednotky pôdnej mapy Slovenska 1 : 400 000[51]. Pre vybrané pôdne jednotky, pri ktorých bol pozorovaný vzťah zásoby POC a nadmorskej výšky bol pre výpočet výslednej hodnoty použitý navyše aj model nadmorských výšok. Priemerné zásoby POC pre bunky štvorcovej siete s rozlíšením 50 × 50 m boli vypočítané z podkladov ako plošne vážený priemer (Obr. 83). Zásoby podľa obcí KSK sú na Obr. 84.

[49] napr. Frank et al. 2015
[50] Skalský et al. 2017
[51] Hraško et al.1993



Obr. 83: Zásoby pôdneho organického uhlíka v lesných pôdach v štvorcovej sieti 50x50 m.

Mimo azonálnych geobiotopov je zásoba POC v lesných pôdach vyššia vo vyšších pohoriach. Z celoslovenského hľadiska sú plošne menej významné územia s vyššou zásobou POC viažuce sa na výskyt organických pôd[52]. Na území KSK sa však tento jav výraznejšie prejavuje v oblasti Východoslovenskej roviny, najmä v okolí Latorice.



Obr. 84: Zásoby pôdneho organického uhlíka v lesných pôdach podľa obcí KSK.

Ohrozenie lesov suchom

Ohrozenie lesných porastov suchom je s ohľadom na prebiehajúcu klimatickú zmenu veľmi aktuálnou témou. Analyzované vo vzťahu k nedostatku vlahy sú tak jednotlivé dreviny, zmesi drevín, ako aj lesné porasty v závislosti od stanovištných podmienok. Sucho má výrazný vplyv na rozšírenie biotických škodcov drevín a zvýšenú mortalitu stromov v porastoch.

[52] Skalský et al. 2017

Z pohľadu jednotlivých drevín a ich zmesí, súčasné poznatky naznačujú, že buk môže odlišne reagovať na sucho v zmiešaných a rovnorodých porastoch[53]. Týka sa to nielen ročných prírastkov, ale aj regeneračnej schopnosti. Pestovanie buka v zmiešaných porastoch je preto efektívnym opatrením pre zvyšovanie odolnosti bukových porastov voči suchu (najmä kombinácia buk a dub)[54]. Smrek sa považuje za zraniteľnejší suchom než buk či jedľa[55], podobne zraniteľný je tiež smrekovec[56]. V alpskej oblasti sa za rovnako citlivú na sucho pokladá aj borovica lesná[57], čo je na Slovensku možné potvrdiť za posledné roky aj zvýšenou mortalitou borovicových porastov na Záhorí. [58]

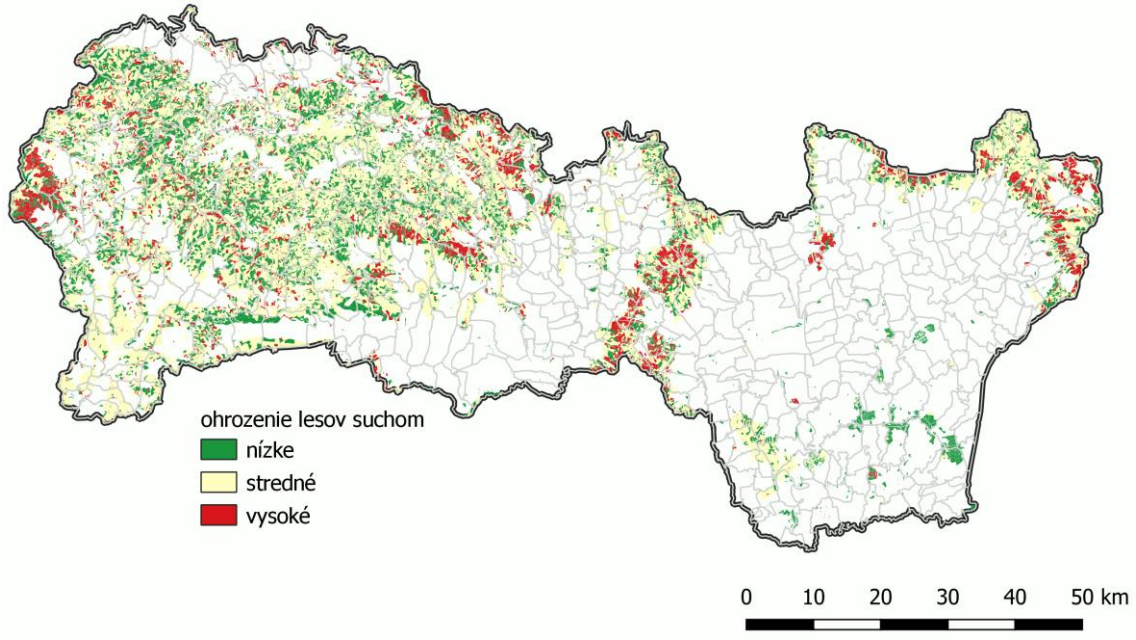
Všeobecne sa za vhodné opatrenie na zníženie ohrozenia lesov suchom považuje pestovanie prírode blízkym spôsobom, pri ktorom prirodzené zmladenie umožňuje prírodnú selekciu voči suchu odolných jedincov[59]. S týmto je možné súhlasiť pri miernom zvýšení výskytu sucha, pri veľmi častom výskyte suchých periód však umelá výsadba umožňuje vnášanie nových, voči suchu ešte odolnejších proveniencií a druhov, ktoré sa v pôvodných porastoch nevyskytovali[60]. Ako krátkodobé opatrenie na zvýšenie odolnosti porastov voči suchu navrhujú niektorí autori[61] prebierky lesných porastov. Hoci z krátkodobého pohľadu prinášajú pozitívny efekt, ich dlhodobý dopad nie je dostatočne preskúmaný. V nižších nadmorských výškach, kde už v súčasnosti dochádza k častému výskytu sucha, očakávaný efekt prebierok spočíva v dočasnej redukcii mortality, má však len malý efekt na dlhodobú dynamiku lesa. V stredných a vyšších polohách môžu prebierky taktiež dočasne znížiť mortalitu smreka a smrekovca, avšak z dlhodobého hľadiska nemôžu fungovať ako prevencia proti ich zvýšenej mortalite.

Metodika hodnotenia ohrozenia lesov suchom vychádza z uvedených aktuálnych vedeckých poznatkov. Do hodnotenia boli zahrnuté charakteristiky tak lesných porastov – predovšetkým aktuálne drevinové zloženie, ako aj ich stanovištné podmienky – najmä priepustnosť pôd a nadmorská výška (vegetačný stupeň - VS). V detaile bol postup nasledovný:

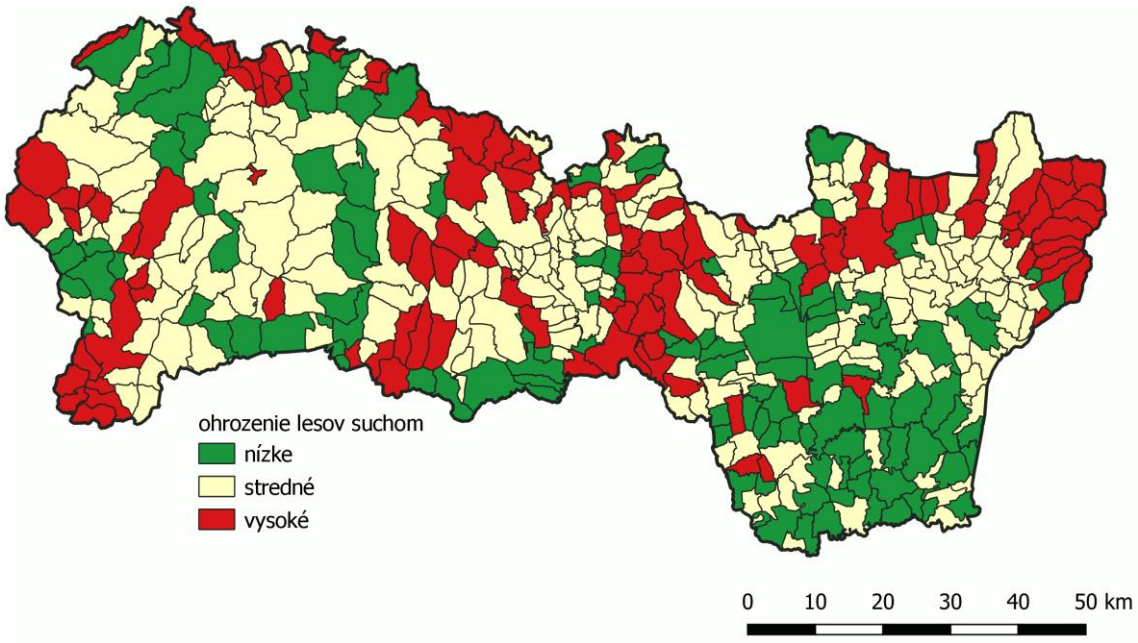
- 7. VS (smrekový) bol vzhľadom na predpokladaný dostatok zrážok vo vyšších nadmorských výškach klasifikovaný ako suchom málo ohrozený
- čisto smrekové porasty v 6. VS boli klasifikované ako stredne ohrozené
- čisto smrekové porasty v 5. VS a nižšom ako veľmi ohrozené
- čisto bukové porasty v 5. VS a vyššom ako nízko ohrozené
- čisto bukové porasty v 4. VS ako stredne ohrozené
- čisto bukové porasty v 3. VS a nižšom ako veľmi ohrozené
- prevažne borovicové porasty v 3. VS a nižšom ako veľmi ohrozené
- čisto dubové porasty v 1. VS ako veľmi ohrozené
- čisto dubové porasty v 2. VS ako stredne ohrozené
- čisto dubové porasty v 3. a vyššom VS ako málo ohrozené
- prevažne smrekovcové porasty, vzhľadom na ich nepôvodnosť ako veľmi ohrozené bez ohľadu na nadmorskú výšku
- porasty lužných lesov vzhľadom na prístup k podzemnej vode ako nízko ohrozené
- dobre adaptované porasty xerotermných drevín ako málo ohrozené
- zmesi buka s dubom (obe dreviny nad 30 %) ako nízko ohrozené
- silno zmiešané porasty hlavných drevín, kde žiadna z nich nemá prevahu, ako nízko ohrozené
- v porastoch nespadajúcich do žiadnej vyššie uvedenej kategórie zohrávala úlohu priepustnosť pôd, čiže porasty na veľmi priepustných pôdach, pokiaľ nie sú tvorené xerotermnými drevinami, sú veľmi ohrozené, porasty na málo priepustných pôdach sú málo ohrozené a ostatné porasty sú stredne ohrozené

[53] Metz et al. 2016, Pretzsch et al. 2013
[54] Pretzsch et al. 2013
[55] Zang et al. 2014
[56] Lévesque et al. 2013
[57] Levesque et al. 2014
[58] Vplyv priepustnosti pôd na rast a citlivosť smreka voči suchu potvrdili Rehschuh et al. (2017).
[59] napr. Zang et al. 2014
[60] Hlásny et al. 2014
[61] napr. Elkin et al. 2015

Uplatnením uvedených kritérií vznikla mapa ohrozenia lesných porastov suchom (Obr. 85). Sumarizáciou a klasifikáciou priemerného ohrozenia porastov boli obce KSK rozdelené do 3 tried ohrozenia (Obr. 86).



Obr. 85: Ohrozenie lesných porastov suchom



Obr. 86: Ohrozenie lesných porastov suchom podľa obcí KSK

Ohrozenie lesov vodnou eróziou

Hodnotenie ohrozenia lesov vodnou eróziou vychádza z metodiky RUSLE – revidovaného modelu USLE rovnice[62]. Výhodou metódy je možnosť vyhodnotiť tak potenciálnu, ako aj aktuálnu eróziu pôdy.

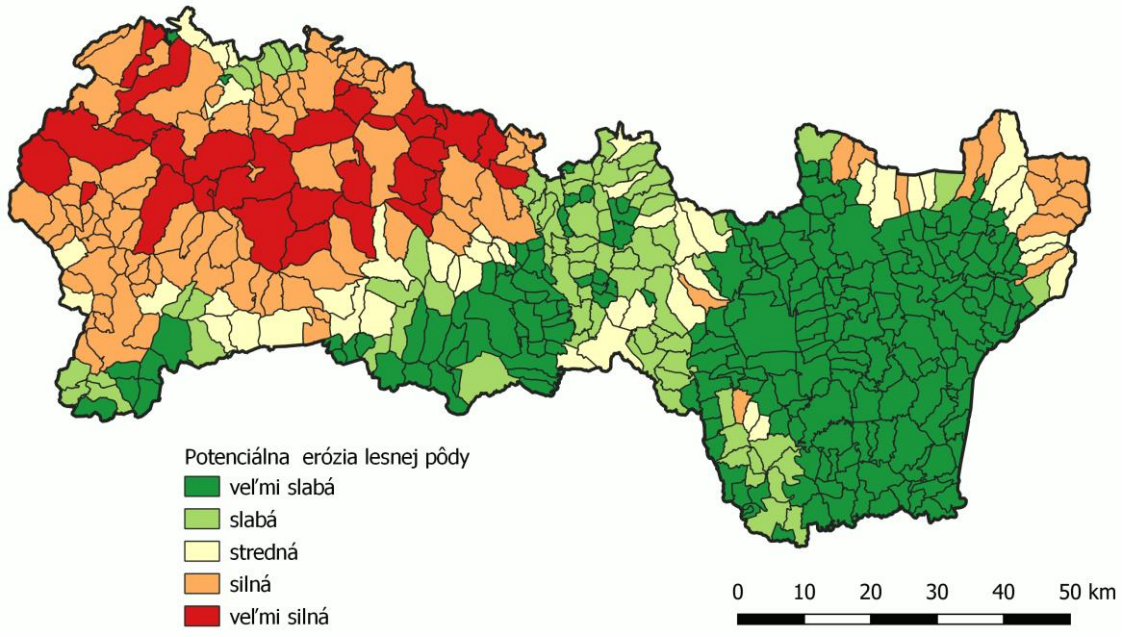
Potenciálna vodná erózia pôdy neuvažuje s ochranným vplyvom vegetácie a vychádza len z pôsobenia troch faktorov - eróznej účinnosti zrážok, náchylnosti pôdy na vodnú eróziu a náchylnosti reliéfu na vodnú eróziu (kombinácia sklonu a dĺžky svahov). Potenciálna erózia udáva najväčšie možné ohrozenie povrchovo tečúcou

[62] publikované Wishmeierom a Smithom (1978)

vodou v prípade odstránenia vegetačnej pokrývky. Využiteľná je pri komplexnom hodnotení ohrozujúcich prírodných faktorov limitujúcich socioekonomické aktivity v území.

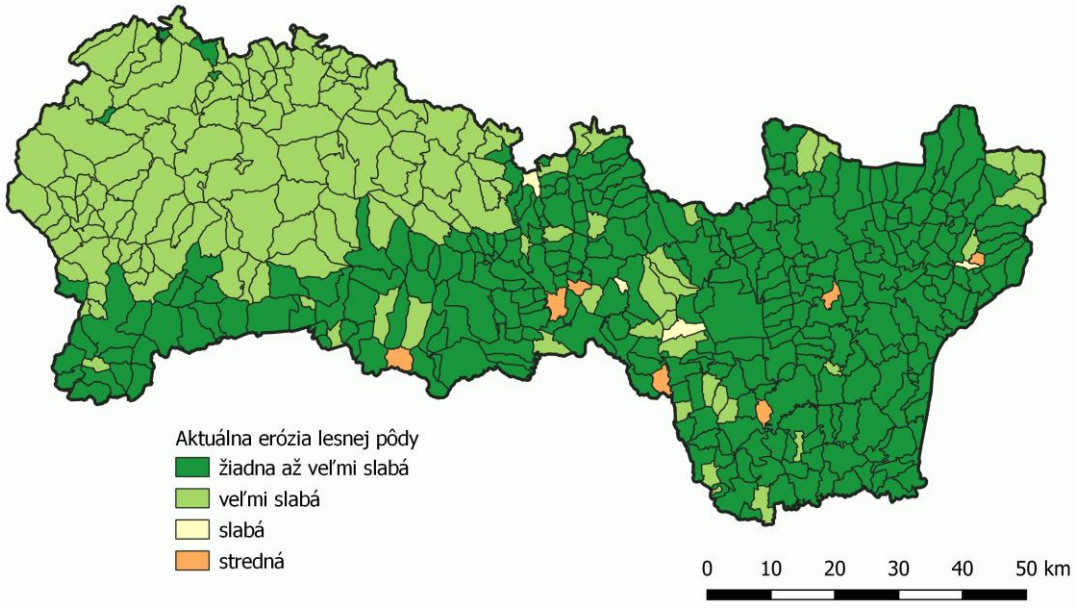
Naopak aktuálna vodná erózia pôdy vychádza zo spolupôsobenia predošlých troch faktorov a krajinnej pokrývky. Jedná sa modifikáciu potenciálnej vodnej erózie využitím krajiny. Je využívaná v plánovacom procese na prehodnotenie existujúcich socioekonomických aktivít.

Použitými vstupnými údajmi boli digitálny model reliéfu EU-DEM [63] s priestorovým rozlíšením 25 m, informácie o lesných pôdach (zdroj NLC), faktor erózneho účinku zrážok[64] a rastrová vrstva stavu lesa (zdroj NLC). Výsledky získané na základe rastovej algebry boli sumarizované pre jednotlivé obce KSK (Obr. 87 a Obr. 88).



Obr. 87: Potenciálna vodná erózia na lesnej pôde podľa obcí KSK.

[63] https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-eu-dem
[64] http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/erozia/r_faktor/r_faktor.aspx



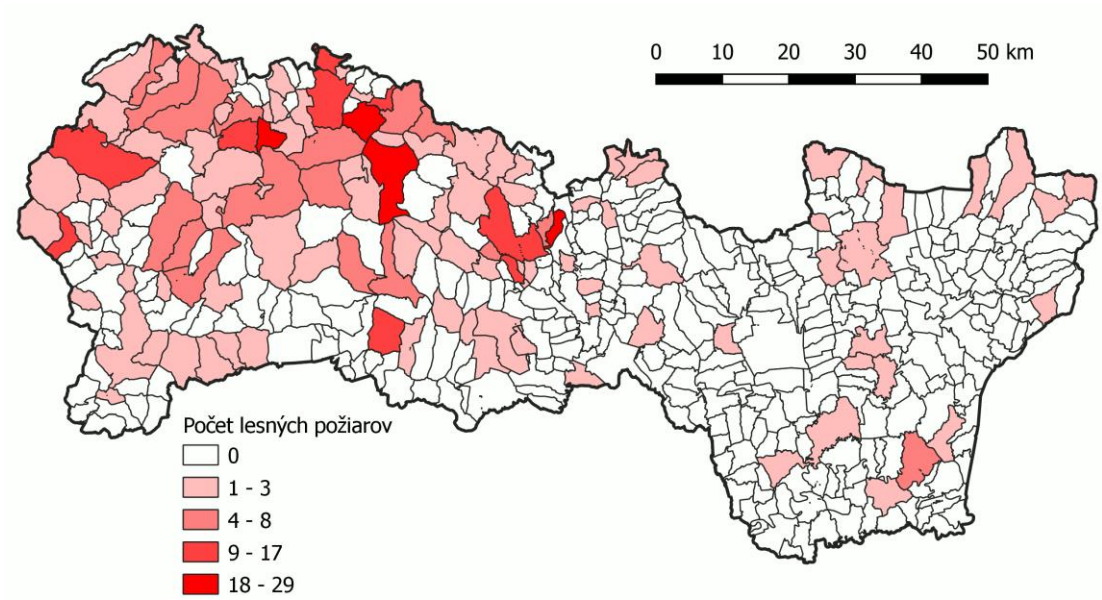
Obr. 88: Aktuálna vodná erózia na lesnej pôde podľa obcí KSK

Keďže sa jedná o regionálne hodnotenie vodnej erózie a s ohľadom na charakter vstupných údajov (rôzny stupeň generalizácie), dosiahnuté výsledky nemožno prezentovať v kvantitatívnych hodnotách (hoci model udáva stratu pôdy v $t.ha^{-1}.rok^{-1}$). Sú preto podané ako kvalitatívne relatívne ukazovatele, umožňujúce odlišovať viac či menej ohrozené lokality z hľadiska pôsobenia procesov vodnej erózie.

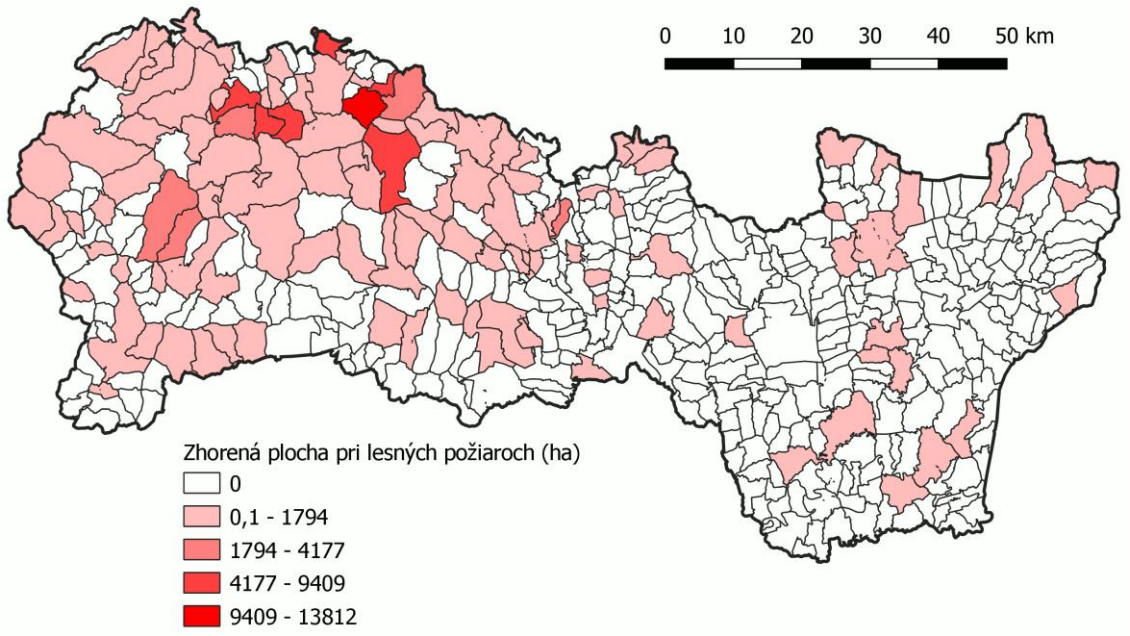
Výsledky taktiež nezohľadňujú lokálne narušenia pôdnej pokrývky v dôsledku ľudskej činnosti (napr. výstavba a využívanie lesných ciest a iných objektov na lesnej pôde), ktoré môžu na niektorých miestach signifikantne zvýšiť aktuálnu eróziu pôdy a potrebu protieróznych opatrení.

Ohrozenie lesov požiarmi

Hodnotenie ohrozenia lesov požiarmi vychádza z údajov o výskyte lesných požiarov na území KSK. Tieto sú zhromažďované Hasičským a záchranným zborom. Použité boli údaje za r. 2011 až 2018, ich analýza je zobrazená na Obr. 89 a Obr. 90.



Obr. 89: Počet lesných požiarov v obciach KSK za r. 2011 až 2018

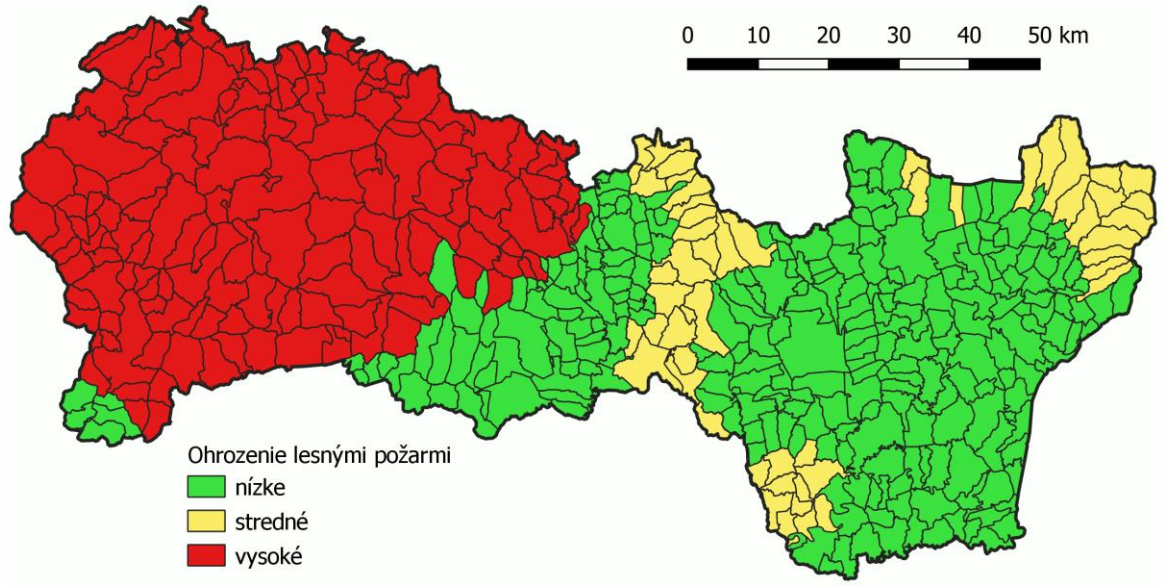


Obr. 90: Zhorená plocha pri lesných požiaroch za r. 2011 až 2018

Pre vyhodnotenie potenciálneho ohrozenia lesov v KSK požiarmi, čiže extrapoláciu analyzovaných údajov na všetky lesy KSK, bola použitá klasifikácia jednotlivých lesných oblastí z hľadiska výskytu požiarov (tab. 19). Lesné oblasti, keďže boli vytvorené na základe prírodných celkov, vyjadrujú viac-menej homogénne podmienky pre vznik požiarov z hľadiska lesných porastov a osídlenia. Následne bola klasifikácia lesných oblastí vztiahnutá späť na územie jednotlivých obcí KSK (Obr. 91).

Tabuľka 19: Klasifikácia lesných oblastí z hľadiska ohrozenia požiarmi

Lesná oblasť	**Stupeň ohrozenia požiarom**
Východoslovenská rovina; Východoslovenská pahorkatina; Košická kotlina, Abovská pahorkatina; Juhoslovenská kotlina, Gemerská pahorkatina	Nízky
Slanské vrchy; Zemplínske vrchy; Vihorlatské vrchy	Stredný
Revúcka vrchovina, Rožňavská kotlina; Slovenský kras; Volovské vrchy Čierna hora; Veporské vrchy juh, Stolické vrchy; Spišsko-gemerský kras	Vysoký



Obr. 91: Ohrozenie lesov požiarmi podľa obcí KSK

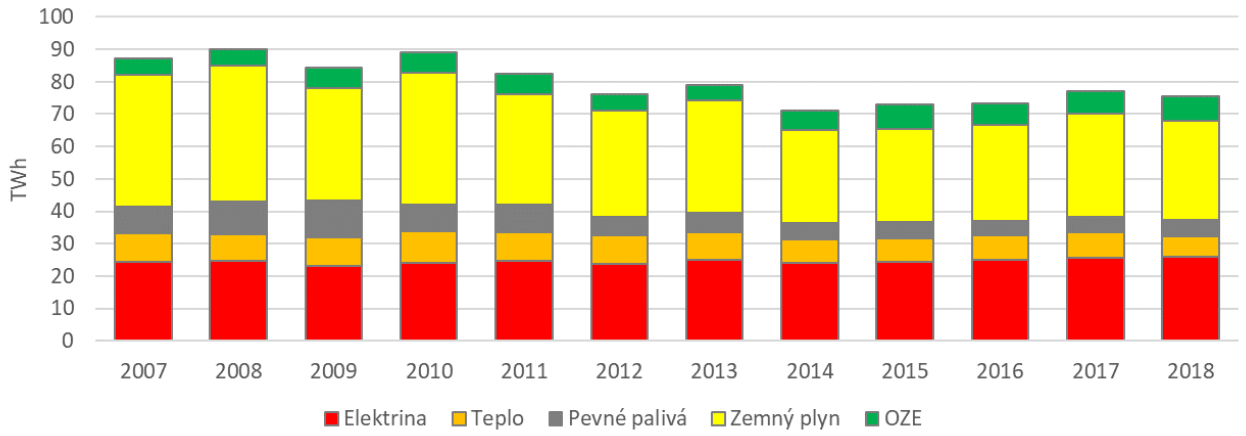
4.3.3. Energetika

Vplyv zmeny klímy v Košickom samosprávnom kraji na energetickú náročnosť

Na základe analýzy vývoja klimatických faktorov na Slovensku za obdobie 1881 – 2018 je možné konštatovať, že priemerná teplota vzrástla priemerne o 2 °C. Do nadmorskej výšky 1 000 m n.m je zdokladovaný pokles snehovej pokrývky.

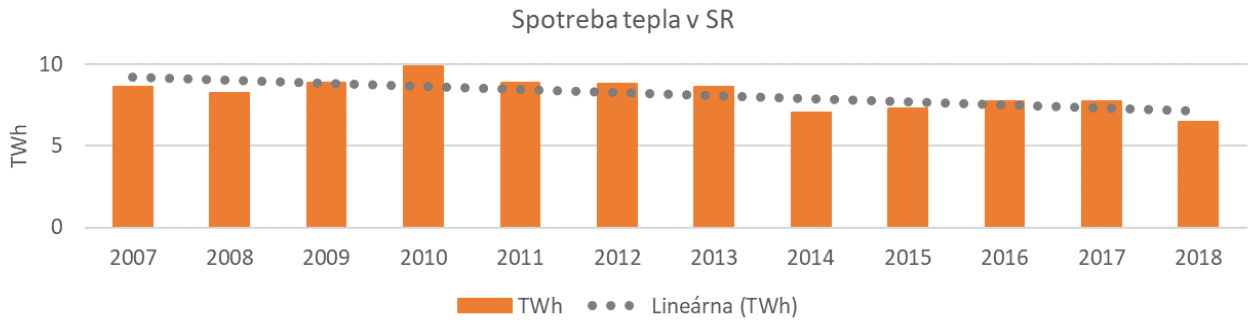
Trh s teplom z hľadiska množstva dodávaného tepla je charakterizovaný už niekoľko rokov znižovaním dodávky tepla v sústavách centralizovaného zásobovania teplom (ďalej len „CZT“). Hlavným dôvodom je najmä znižovanie spotreby tepla v obytných budovách, zatepľovanie a realizovanie racionalizačných opatrení.

Je však potrebné do analýz zahrnúť aj vplyv otepľovania klímy a znižovanie potreby tepla vo vykurovacom období. Nestačí sledovať len dĺžku vykurovacieho obdobia, ale aj priemerné vonkajšie teploty. Znížením rozdielu vonkajšej a vnútornej teploty je možné pri vykurovaní ušetriť nemalé množstvo energie. V priemere platí, že znížením vnútornej teploty o 1 °C je možné ušetriť na vykurovaní 3-6 % energie. Na nasledujúcom obrázku je znázornený vývoj energetickej spotreby na Slovensku. Je zrejmý postupný a dlhodobý pokles celkovej energetickej náročnosti.



Obr. 92: Vývoj hrubej domácej spotreby energie (zdroj: Vlastné spracovanie podľa Eurostatu , https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=ten00123, k 07.06.2020)

Pre lepšiu názornosť je na nasledujúcom grafe uvedený vývoj spotreby tepla, ktorý dokladuje, že v priebehu rokov 2007 až 2018 na Slovensku klesla spotreba tepla takmer o 25 % (Ak uvažujeme stav v roku 2007 za 100 %).



Obr. 93: Spotreba tepla v SR

Samozrejme, na uvedenom poklese má jednoznačne najväčší vplyv zvyšovanie energetickej efektívnosti budov a nové technológie výroby tepla, otepľovanie klímy však nebude možné naďalej prehliadať a dodávatelia tepla a zariadení na jeho výrobu budú musieť byť na tento trend pripravení.

Pre podrobnejšiu analýzu vplyvu zmeny klímy na potrebu a spotrebu tepla je vhodné vypracovať prieskum vývoja spotreby tepla v systéme CZT ale aj v domácnostiach s vlastným zdrojom tepla. CZT je totiž na Slovensku stále charakterizované vysokými distribučnými stratami, čo môže výsledky analýz mierne skresľovať rovnako ako množstvo tepla dodávaného pre technologické účely.

Odberatelia tepla zo systémov CZT v bytových domoch taktiež môžu predstavovať vzorku s potrebou definovania špecifickej odchýlky v dôsledku rozdielneho režimu využívania tepla. Do podrobných analýz by bolo vhodné zahrnúť len bytové domy ako celky, nie samotné bytové jednotky. Rozdiel medzi jednotlivými užívateľmi bytov v spotrebe tepla môže byť značný. Dôvodom je na jednej strane koeficient umiestnenia samotného bytu, jeho obsadenosť ale i energetické správanie užívateľa bytu.

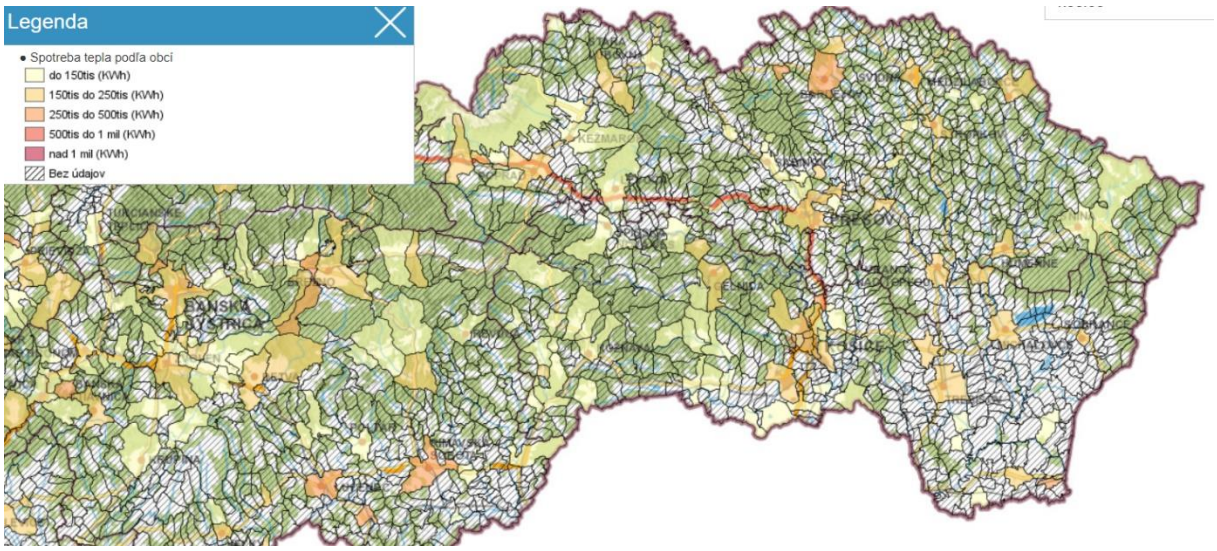
Práve energetické správanie užívateľov rodinných domov z pohľadu spotreby tepla vykazuje z dlhodobého hľadiska konštantnejšie nároky a vzťah spotreby k vonkajším teplotám.

Vo všeobecnosti je spotreba tepla na vykurovanie podľa krajov vyrovnaná, jediným vyčnievajúcim krajom je Bratislavský.

Obr. 94: Mapa spotreby tepla

Zaujímavejší pohľad na tepelnú náročnosť poskytuje mapa spotreby tepla podľa okresov. V Košickom kraji dominujú severné okresy kraja, okres Košice a paradoxne aj okres Trebišov.

Pri detailnejšom pohľade na tepelnú mapu SR je badateľná prevaha spotreby tepla v mestských aglomeráciách oproti vidieckym oblastiam. Je však potrebné zdôrazniť, že rozsah údajov tvoriacich databázu tepelnej mapy je obmedzený a nekompletný.

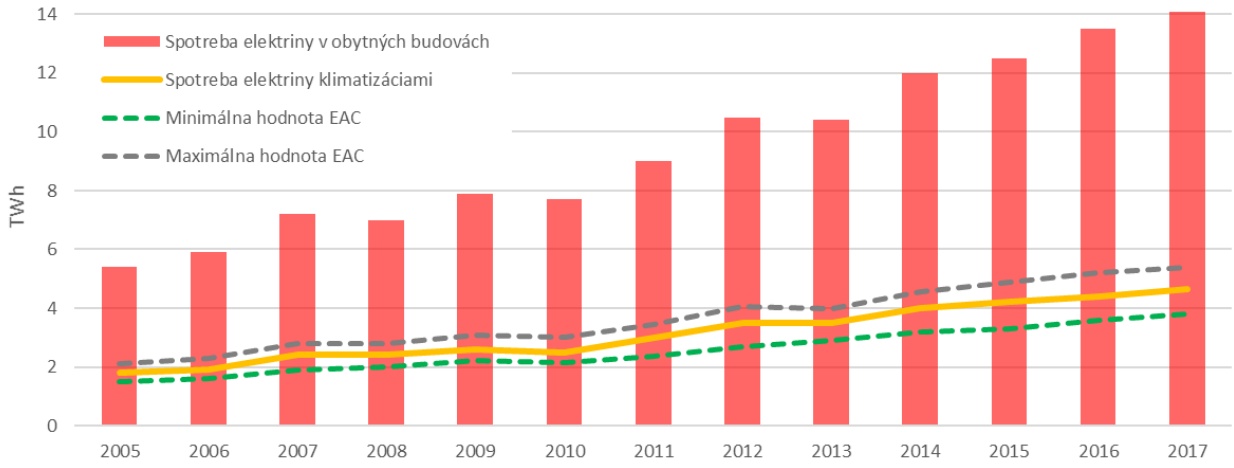


Obr. 95: Mapa spotreby tepla podľa okresov

Uvedené skutočnosti môžu naznačovať pozitívny pohľad na energetickú náročnosť Košického kraja. Toto tvrdenie je však pravdivé len z pohľadu potreby tepla na vykurovanie. Zmena klimatických podmienok predikovaná otepľovaním bude mať teda za následok zníženie negatívnych vplyvov na životné prostredie znižovaním emisií produkovaných výrobou tepla na vykurovanie. Vyššie uvedeným znížením spotreby tepla o 2,1 TWh je možné na Slovensku uvažovať o znížení produkcie emisií o 1,4 milióna ton CO_2, ak uvažujeme výrobu tepla s emisným faktorom 0,6735 kg/kWh.[65]

Klimatické zmeny popísané v tejto stratégii naznačujú vážnejší problém celej spoločnosti, nielen Košického samosprávneho kraja – potrebu chladenia v letných mesiacoch. Výskum Zhanga a kol. (2020) zameraný na analýzu spotreby elektriny v obytných budovách s akcentom na spotrebu elektriny klimatizačnými jednotkami priniesol nelichotivé výsledky. Na základe dlhodobých meraní bolo zistené, že spotreba elektriny v obytných budovách Shenzhenu stúpla za sledované roky 2005 – 2017 o neuveriteľných 8,7 TWh, pričom samotné klimatizačné jednotky sa na tomto zvýšení podieľali hodnotou takmer 2,9 TWh! Samozrejme, uvedená spotreba sa týka populácie 13 miliónov obyvateľov.

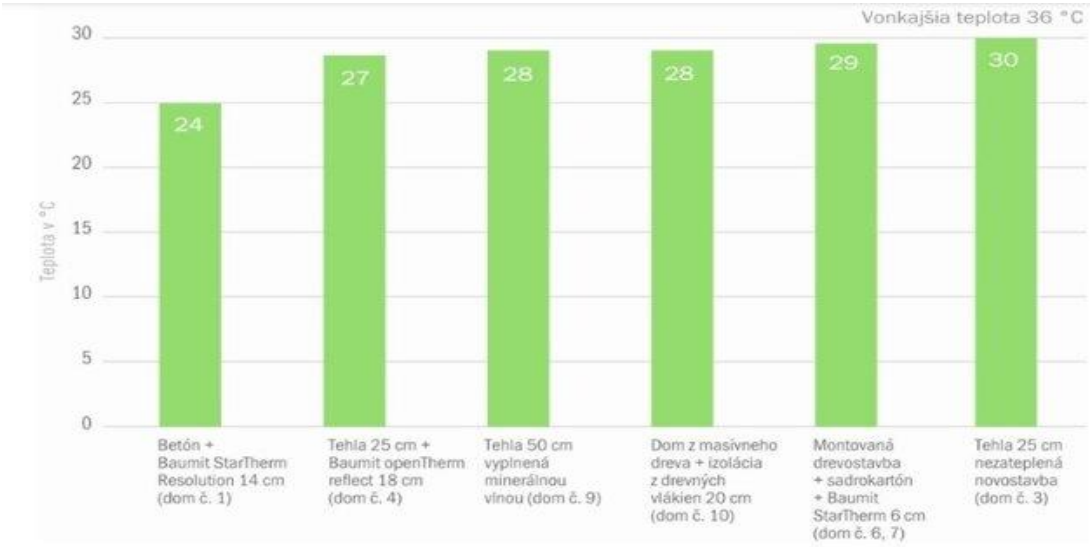
[65] Uvedené podporujú aj výsledky výskumu Isaaca a P. van Vuurena (2009)



Obr. 96: Vývoj celkovej spotreby elektriny a spotreby elektriny klimatizačnými jednotkami (EAC) v Shenzhene (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925519304408?via%3Dihub)

Ako je uvedené vyššie, na väčšine územia KSK vzrástol počet letných dní o viac ako 10 dní v roku, počet tropických dní je vyšší o viac ako 5 dní v roku.

So stúpajúcou vonkajšou teplotou narastá potreba chladenia interiéru.



Obr. 97: Vplyv stavebného materiálu na vnútornú teplotu budovy (https://zdravebyvanie.sme.sk/c/22177211/horucavy-na-slovensku-budu-castejsie-kolko-stupnov-dosiahnu.html?ref=w_neprehl)

Pri výpočtoch energetických nárokov na nárast inštalovaných klimatizačných jednotiek je možné postupovať rôznymi spôsobmi.

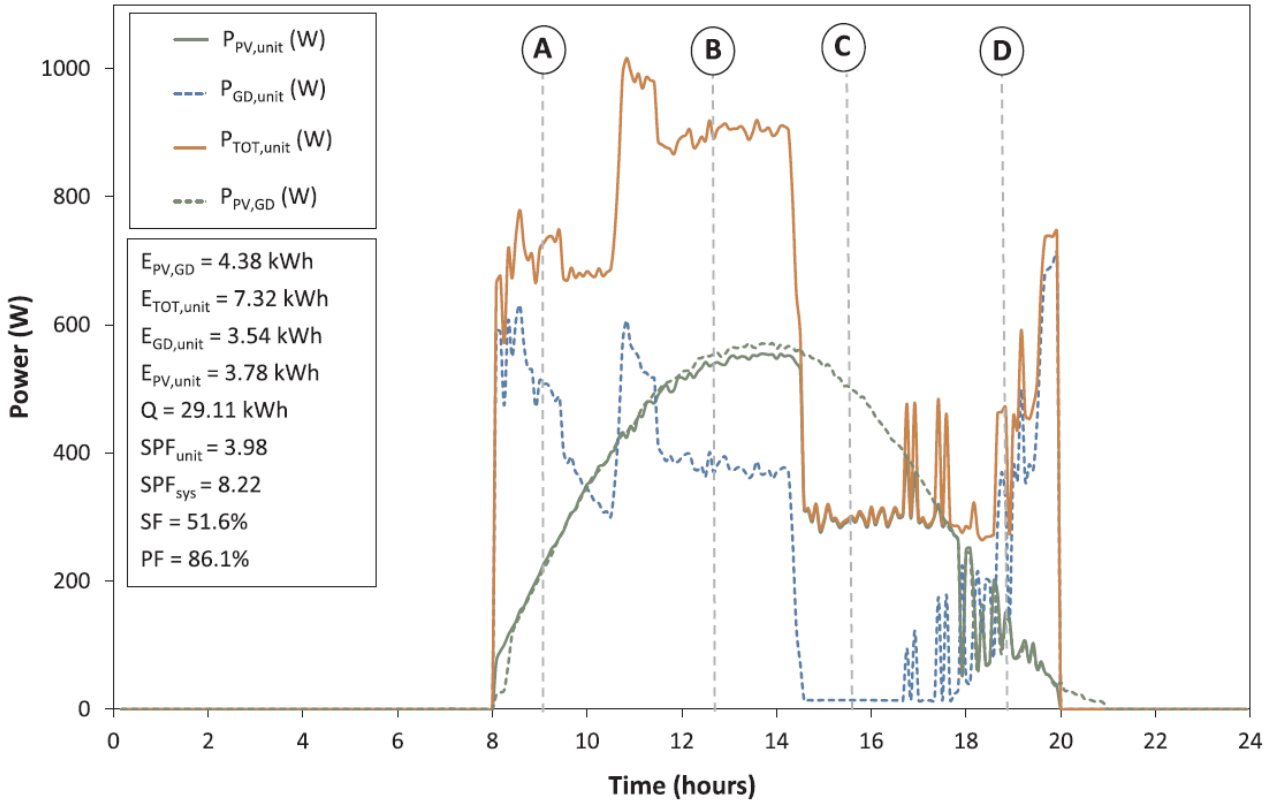
Prvý spôsob uvažuje s merným príkonom klimatizácií, kde je možné zjednodušene uvažovať s hodnotou 1 kw/10 m^2 obytnej plochy.

V tomto prípade je potrebné uvažovať s obytnou plochou bytových jednotiek v Košickom kraji.

Druhý spôsob je zjednodušený odhad výkonu klimatizačnej jednotky na jednu priemerne veľkú izbu na úrovni 2 kW. V takom prípade sa do výpočtu bude uvažovať počet bytov s priemerným počtom izieb 4.

Napriek odporúčaniam odborníkov o maximálnej dĺžke používania klimatizácie na úrovni 4 súvislých hodín denne prax ukazuje, že v extrémnych horúčavách je klimatizácia v činnosti aj 10 hodín denne. Pre nasledovné výpočty použijeme extrémnu hodnotu plného využitia klimatizácií v bytoch v intervaloch 15 minút za jednu hodinu po dobu 10 hodín. To znamená, že celkový denný čas používania klimatizácie vo výpočtoch bude 2,5 hodiny a spotreba elektriny na jednu izbu bude 5 kWh/tropický deň.[66]

Klimatizačná jednotka s chladiacim výkonom 3,5 kW bola zapojená do distribučnej siete a zároveň podporovaná FV systémom s výkonom 705 Wp. Nasledujúci graf znázorňuje priebeh spotreby elektriny klimatizačnou jednotkou v štandardný júlový deň v meste Alicanto v Španielsku s vonkajšou teplotou 30,2 °C a teplotou nastavenou na klimatizačnej jednotke na 23 °C – tieto podmienky je možné považovať za vhodné pre simuláciu tropického dňa v Košickom samosprávnom kraji.



Obr. 98: Energetické toky chladiaceho systému podporovaného FV zariadením (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X19300052?via%3Dihub)

Z obrázku je zrejmé, že celková denná spotreba elektriny daného systému skúmaného v reálnej prevádzke bola na úrovni 7,32 kWh/deň, teda 2,1 kWh elektriny bolo spotrebovaných na 1 kW výkonu chladiacej jednotky.

V našom prípade uvažujeme so spotrebou elektriny 2,5 kWh denne na 1 kW inštalovaného výkonu.

Ak uvážime spotrebu priemernej klimatizačnej jednotky (multisplit) na dom alebo byt so 4 izbami na úrovni 20 kWh na jeden tropický deň, tak zvýšenie počtu tropických dní by pri hromadnom využívaní elektrických klimatizácií prinieslo nárast potreby a spotreby elektriny o 100 kWh (5 dní) na jednu domácnosť. Uvedené číslo platí len pre zvýšený počet tropických dní! V Trebišovskom a Michalovskom okrese môžeme hovoriť o navýšení spotreby elektriny na jednu domácnosť dokonca na úrovni 200 kWh.

Ak by sme uvedené číslo uplatnili na mestské obyvateľstvo KSK s uplatnením korekčného faktora príjmovej skupiny obyvateľstva ochotnej a schopnej investovať do klimatických zariadení v byte, môžeme uvažovať

[66] Uvedené podporuje aj výskum Aguilara a kol. (2019) zameraný na analýzu spotreby elektriny klimatizačnými jednotkami a na možnosti využitia FV systému na podporu ich chodu.

o približne 100 tisíc obyvateľoch (25 % mestského obyvateľstva KSK), čo zodpovedá približne 25 tisíc domácnostiam.

To znamená potenciálny nárast spotreby elektrickej energie v dôsledku inštalácií a využitia klimatizačných jednotiek len v dňoch, o ktoré bol navýšený počet tropických dní o 1,7 GWh ročne len v Košickom kraji! Do výpočtov neboli zahrnuté mimomestské domácnosti.

Pre názornosť uvádzame výsledky výpočtu zvýšenia spotreby elektriny klimatizačnými jednotkami podľa zvolených parametrov. Vyššie uvedený výpočet je tabuľkovo znázornený nasledovne:

Tabuľka 20: Zvýšenie spotreby elektriny v tropických dňoch v Košickom kraji (kWh)

Počet izeb	Spotreba elektriny na byt		Spotreba elektriny na kraj	Počet bytov v kraji (tis.)
	Za tropický deň	Za tropické obdobie		
1	5	25	50 000	2
2	10	50	400 000	8
3	15	75	750 000	10
4	20	100	500 000	5
Za uvažované obdobie sa spotreba elektriny zvýši o			**1 700**	**MWh**

AK by sa obyvatelia rozhodli túto spotrebu pokryť výrobou z fotovoltických systémov, bolo by potrebné inštalovať na každú domácnosť systém s výkonom 2,5 kW, na čo je pri optimálnych technických podmienkach inštalácie potrebná plocha približne 15 m^2 na každú domácnosť. V Košickom kraji by tak mohlo byť inštalovaných len pre potreby podpory klimatických jednotiek približne 60 MW inštalovaného výkonu FV systémov v sume cca 160 mil. €.

Zjednodušene je možné konštatovať, že uvedenú spotrebu by bolo možné pokryť tieniacimi strieškami na fasádach bytových domov. Tie by okrem zabezpečenia potrebnej elektriny znížili ožiarenie interiéru a tým prispeli k pasívnemu ochladeniu bytov a bytových domov. FV systémy integrované do fasád budov sú vo svete už dnes bežnou technológiou.

Obr. 99: Fotovoltické systémy integrované do fasád budov [67]

Nespornou výhodou FV systémov inštalovaných s cieľom podpory klimatizácie je časový súlad dopytu po energii a jej výroba FV systémom. To by pomohlo odľahčiť distribučnú sieť a znížiť nároky na akumulačný systém, ktorý v súčasnej dobe FV zariadenia výrazne predražuje.

V prípade potreby detailnej štúdie je možné realizovať výskum zameraný na potenciálnych užívateľov klimatizačných jednotiek a FV systémov v jednotlivých obciach kraja s predikciou vývoja otepľovania daných lokalít. Výsledkom môže byť mapa predpokladaných nárokov na elektrickú energiu v dôsledku otepľovania lokálnej klímy.

Ďalšie informácie o energetike

V rámci Slovenska sú **vodné elektrárne** najdôležitejším zdrojom elektrickej energie zaradzovaným medzi obnoviteľné zdroje. V rámci Košického kraja ide, v porovnaní s ostatnými krajmi SR, o menej dôležitý zdroj.

V kraji sa nachádza 1 veľká vodná elektráreň a 36 malých vodných elektrární (MVE), z toho 2 s inštalovaným výkonom od 1 do 10 MW, 9 s inštalovaným výkonom od 0,1 do 1MW a 17 MVE s inštalovaným výkonom do 0,1 MW.

Tabuľka 21: Zoznam využívaných MVE na vodných tokoch v Košickom kraji

Tok	Profil	Rkm	Inštalovaný výkon (MW)	Výroba (GWh/rok)
Hornád	Ružín II	66,3	1,80	7,60
Vlčia - Dobšinský p.	Dobšiná II	3,1	2,00	5,10

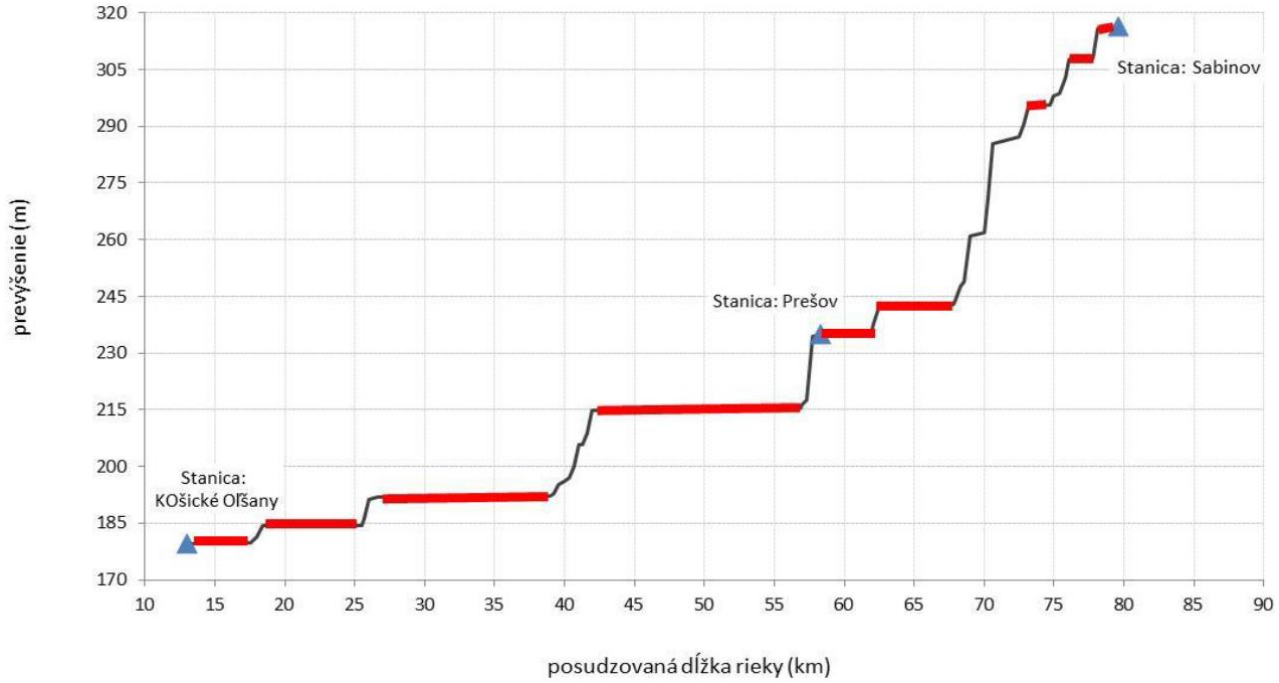
[67] Building integration of solar renewable energy systems towards zero or nearly zero energy buildings; https://www.daviddarling.info/encyclopedia/B/AE_building-integrated_PV.html, https://www.archiexpo.com/prod/soltech/product-84068-1277069.html

Slaná	Vidová	41,00	0,88	0,92
Hornád	Krompachy I	99,75	0,11	0,38
Hornád	Krompachy II	99,80	0,28	0,65
Hnilec	Mníšek nad Hnilcom	26,90	0,18	0,99
Hnilec	Prakovce I	16,30	0,27	0,40
Hornád	Družstevná pri Hornáde	45,60	0,80	1,98
Hornád	Vyšné Opátske	29,90	0,60	2,50
Slaná	Plešivec	30,10	0,14	1,15
Slaná	Betliar- Niž. Maša	57,50	0,25	0,65
Okna	Vyšná Rybnica	24	0,01	0,08
Okna	Nižná Rybnica	16,5	0,03	0,08
Okna	Ruskovce II	17	0,01	0,03
Čremošná	Drnava	15,9	0,04	0,15
Hnilec	Stará Voda	38,6	0,08	0,20
Hornád	Spišská Nová Ves	133,3	0,03	0,20
Branisko	Spišské Vlachy II	1,9	0,03	0,02
Hnilec	Nálepkovo I	43,9	0,08	0,14
Hnilec	Švedlár	35,8	0,09	0,15
Hnilec	Gelnica	7,9	0,09	0,55
Hnilec	Gelnica - Kluknava	6,05	0,09	0,20
Kojšovský p.	Jaklovce	0,3	0,01	0,02
Kojšovský p.	Veľký Folkmár	2	0,01	0,03
Myslavský p.	Košice juh	0,1	0,02	0,10
Slaná	Gočovo	70,01	0,07	0,37
Štítnik	Čierna Lehota I	23,6	0,02	0,10
Štítnik	Slavošovce	22,9	0,04	0,25

Vzhľadom k tomu, že vodné elektrárne sú závislé na vode, klimatická zmena prinášajúca zmeny z hľadiska zrážok a sucha môže mať vplyv na zmenu potenciálu výroby elektrickej energie z týchto elektrární. Určitou alternatívou môžu byť vodné mini a mikro elektrárne. Pre tieto typy je charakteristické, že ich výstavba a prevádzka nie je spojená až s takými negatívnymi dopadmi na životné prostredie, pričom pracujú vysoko efektívne na riekach s veľmi malým výškovým rozdielom. Dokážu vyrábať čistú, spoľahlivú a cenovo dostupnú energiu i v odľahlých oblastiach bez poškodenia miestnych ekosystémov. Inštalácia nespôsobuje žiadne škody na rybách a má minimálny dopad na životné prostredie. Výroba energie je vďaka nízkemu prietoku i spádu pomerne konštantná a môže tak poskytovať vyrovnanú produkciu elektriny. Majú dlhú životnosť vďaka robustnej a zväčša jednoduchej konštrukcii (až do 20 rokov nepretržitej výroby), zároveň veľmi nízke prevádzkové náklady.

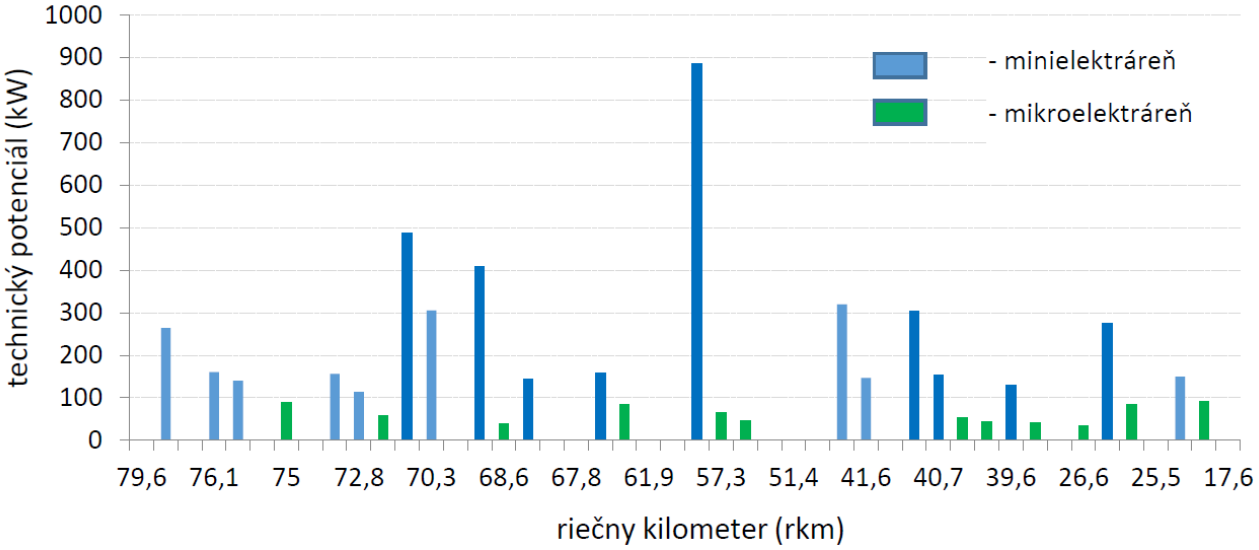
Pri cenách od 1,5 do 5,- €/W inštalovaného výkonu sa vyrovnajú investícii do FV zariadení. Ročne pritom dokážu pracovať v závislosti na vodnom toku v priemere 3400 hodín, takže vyprodukujú trikrát viac elektriny ako FV systém.

Na fakulte BERG TU v Košiciach bol realizovaný výskum potenciálu rieky Torysa pre vodné mini a mikro elektrárne. Keďže bol analyzovaný úsek rieky medzi vodomernými stanicami Sabinov – Košické Olšany, je možné výsledky použiť ako orientačný príklad i v tejto štúdii. Do úvahy boli brané faktory ako minimálny merný spád úseku väčší ako 0,6 m/100 m a ekonomicky zvládnuteľná maximálna dĺžka prítoku ku generátoru 100 m. Týmto spôsobom boli z analýzy vylúčené úseky rieky zobrazené na obrázku.



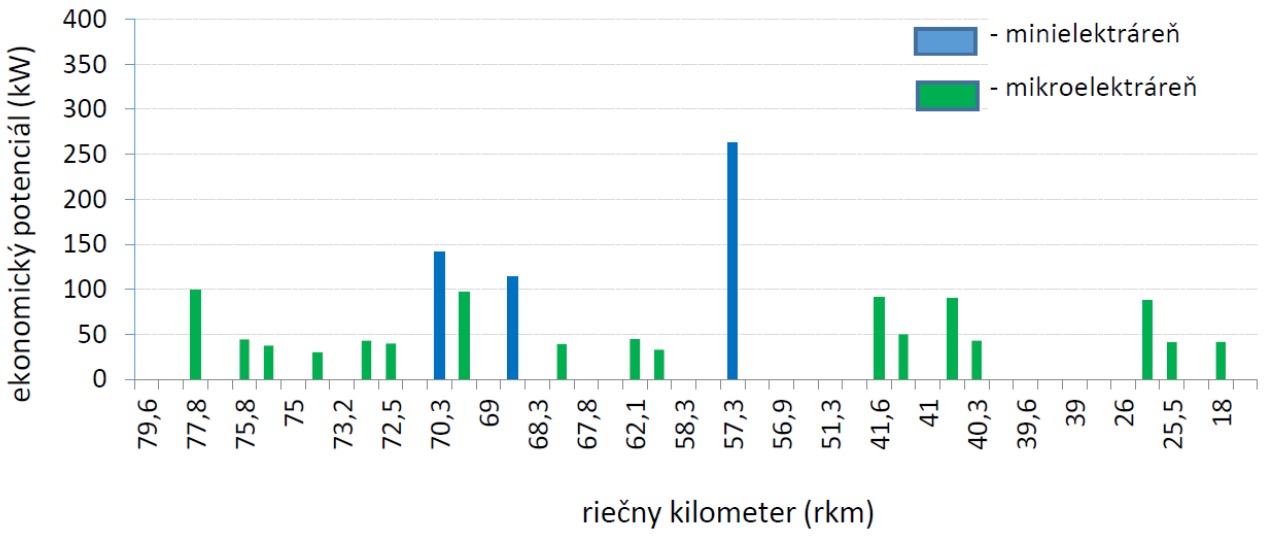
Obr. 100: Vymedzenie úsekov toku rieky Torysa vhodných pre vodné mikro a mini elektrárne (Harda, P.: Technické a ekonomické zhodnotenie energetického potenciálu rieky Torysa, dizertačná práca, Košice, 2017)

Výsledkom analýzy je možné z technického hľadiska inštalovať 12 mikroelektrární a 18 minielektrární s dosiahnuteľným výkonom 5,6 MW.



Obr. 101: Technický potenciál rieky Torysa pre mini a mikro vodné elektrárne v úseku Sabinov – Košické Olšany

Z ekonomického hľadiska pri aktuálnych podmienkach je rentabilné inštalovať 3 minielektrárne a 17 mikroelektrární s celkovým inštalovaným výkonom 1,7 MW.



Obr. 102: Ekonomický potenciál rieky Torysa pre mini a mikro vodné elektrárne v úseku Sabinov – Košické Olšany

Pri vyššie uvedenom časovom využití je tak možné predpokladať ročnú výrobu takýmito technicky a environmentálne nenáročnými energetickými zariadeniami na úrovni 5,78 GWh. Uvedená produkcia už stojí za úvahu pri predpokladanom zvyšovaní potreby elektrickej energie v dôsledku klimatických zmien. Dokonca i pri predpokladanom znížení prietokov riek bude ich potenciál veľmi zaujímavý.

Výroba elektrickej energie v rámci **tepelných elektrární** môže byť ovplyvnená dostupnosťou vody na chladenie, čo v periódach sucha a vĺn horúčav môže vyvolať problémy. V tomto prípade bude potrebné uvažovať o hľadaní spôsobov, ako znížiť potrebu vody na chladenie. V prípade teplární na území kraja ide väčšinou o uzavreté systémy, ktorých chladiaca voda v systéme cirkuluje, takže zásadné problémy sa neočakávajú. Tepelná elektráreň Vojany používa prietočný systém chladenia využívajúci vodu z rieky Laborec.

Dopyt po energii je okrem vplyvu životnej úrovne a výšky hrubého domáceho produktu závislý aj od klimatických podmienok najmä v sektore domácností, ale čiastočne aj v sektore služieb a priemyslu. Znížený dopyt v zime síce bude kompenzovaný zvýšeným dopytom v lete (EEA 2008), ale zmení sa potreba jednotlivých druhov energie, na chladenie sa využíva hlavne elektrina, kým na vykurovanie sa využívajú rôzne zdroje (plyn, pevné palivá, elektrina). Ďalším problémom súvisiacim so zmenou klímy bude miera sústredenia dopytu po energii. Potreba chladenia je a bude výraznejšia v husto zastavaných územiach a mestských aglomeráciách, nakoľko na vidieku sú vysoké teploty zmiernené vetrom a vegetáciou (Santamouris et al, 2001). V tomto prípade je prednosťou miest dostatočný počet plôch vhodných pre inštaláciu FV zariadení na strechách a fasádach budov, nevýhodou technické problémy inštalácie mini a mikro vodných elektrární priamo v mestských zónach.

V prípade priemyslu a služieb sa výrazné efekty neočakávajú.

4.3.4.Cestovný ruch

Význam cestovného ruchu pre regionálnu ekonomiku

Cestovný ruch predstavuje ekonomické odvetvie, ktoré presahuje do rôznych odvetví hospodárstva. V cieľovom území ovplyvňuje ekonomiku regiónu nielen priamou spotrebou statkov a služieb, ktoré uspokojujú dopyt návštevníkov, ale aj nepriamo ďalšími nadväznými činnosťami, ktoré sú potrebné pre zabezpečenie úplného komfortu návštevníkov, ako napr. doprava, veľko a maloobchod, služby poisťovní, technická infraštruktúra (komunikácie, zber odpadov), zdravotnícke zariadenia a pod. Vplyv cestovného ruchu na ekonomický, sociálny a kultúrny rozvoj regiónu môžeme očakávať tam, kde existuje vhodná primárna ponuka (prírodné a kultúrno – historické atraktivity) , ktorá vyvoláva návštevnosť, sekundárna ponuka (zariadenia poskytujúce služby v cestovnom ruchu) a kde sú zabezpečené nadväzné činnosti, technická a sociálna infraštruktúra.

Prínos cestovného ruchu pre región je dosahovaný v niekoľkých rovinách. Ide o prínos pre ekonomiku prostredníctvom rastu daňových a devízových príjmov a tým aj rastu HDP, zhodnocovanie prírodného a kultúrneho potenciálu, vytváranie príležitosti pre investorov a podnikateľov, zlepšenie kvality života pre miestne obyvateľstvo a tvorba pracovných miest a uspokojovanie potrieb návštevníkov. Percentuálny podiel cestovného ruchu na hrubom domácom produkte (HDP) Slovenska sa v posledných rokoch pohybuje na úrovni okolo 2,6 percenta. Avšak v štruktúre HDP sa neobjavujú všetky služby spojené s cestovným ruchom a preto je možné predpokladať, že podiel cestovného ruchu na HDP je vyšší. Vzhľadom na zavedené prorastové opatrenia na Slovensku, napr. zníženie dane na ubytovacie služby alebo tzv. rekreačné poukazy sa očakáva zvýšenie prínosu z cestovného ruchu.

Podiel cestovného ruchu na HDP na regionálnej úrovni nie je sledovaný. Relevantné dáta o celkovom počte ciest v rámci domáceho a príjazdového cestovného ruchu nie sú k dispozícii a to najmä z dôvodu nesledovania jednodňovej návštevnosti. Základné informácie o výkonnosti a prínosu cestovného ruchu na regionálnej úrovni poskytuje ubytovacia štatistika evidovaná Štatistickým úradom SR , ktorá sleduje:

- počet návštevníkov v ubytovacích zariadeniach
- počet prenocovaní návštevníkov v ubytovacích zariadeniach
- priemerná doba prenocovania návštevníkov
- vyťaženosť ubytovacích kapacít
- objem tržieb za ubytovacie služby

<u>Ubytovacie kapacity</u>

Na území SR bolo v roku 2018 evidovaných 4 007 ubytovacích zariadení. Na území Košického kraja bolo ku koncu roka 2018 evidovaných 344 ubytovacích zariadení s počtom 21 586 lôžok vrátane kempingových miest. Využitie stálych lôžok v Košickom kraji bolo na úrovni 20,1 % (na úrovni SR bolo v sledovanom období využitie stálych lôžok na úrovni 30,9 %.) Priemerná cena za ubytovanie v Košickom kraji v roku 2018 bola 27,2 Eur (na úrovni SR 27,6 Eur).

<u>Doba prenocovania</u>

Z hľadiska dĺžky pobytu, Košický kraj s priemernou dĺžkou pobytu 2,1 noci, sa dlhodobo radí ku krajom, ktoré sú vyhľadávané najmä obchodnou klientelou (mesto Košice) a na krátkodobé pobyty. Priemerná dĺžka pobytu na úrovni SR bola 2,8 noci v roku 2018.

Počet návštevníkov v ubytovacích zariadeniach

Počet návštevníkov v ubytovacích zariadeniach na úrovni SR v roku 2018 predstavoval 5 596 407. V roku 2018 sa ubytovalo v ubytovacích zariadeniach na území Košického kraja 386 088 návštevníkov. Podiel Košického kraja na počte návštevníkov SR je 6,89 %. Z celkového počtu návštevníkov Košického kraja v roku 2018 bolo 135 430 cudzincov, čo predstavuje 35 % podiel na celkovej návštevnosti kraja. Najvyšší počet zahraničných návštevníkov sa v Košickom kraji ubytoval z Česka, Maďarska a Poľska.

Počet prenocovaní návštevníkov v ubytovacích zariadeniach

Počet prenocovaní v ubytovacích zariadeniach v SR v roku 2018 dosiahol 15 515 083. V Košickom kraji počet prenocovaní v roku 2018 dosiahol 830 079. Košický kraj sa podieľal na celkovom počte prenocovaní v SR 5,3 %. Podiel prenocovaní zahraničných návštevníkov Košického kraja na celkovom počte prenocovaní v kraji predstavuje 35,6 % (295 693 prenocovaní).

Objem tržieb za ubytovacie služby na úrovní Košického kraja

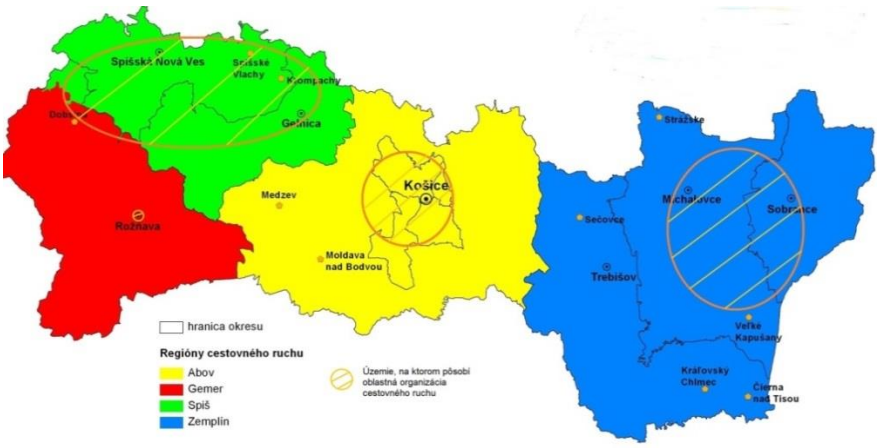
Tržby za ubytovanie návštevníkov v roku 2018 na úrovni SR predstavovali 428 556 363 Eur. Tržby za ubytovanie návštevníkov v Košickom kraji v roku 2018 dosiahli 22 558 763 Eur. Podiel tržieb Košického kraja na celkových tržbách na úrovni SR predstavoval 5,2 %.

Cestovný ruch podľa okresov Košického kraja

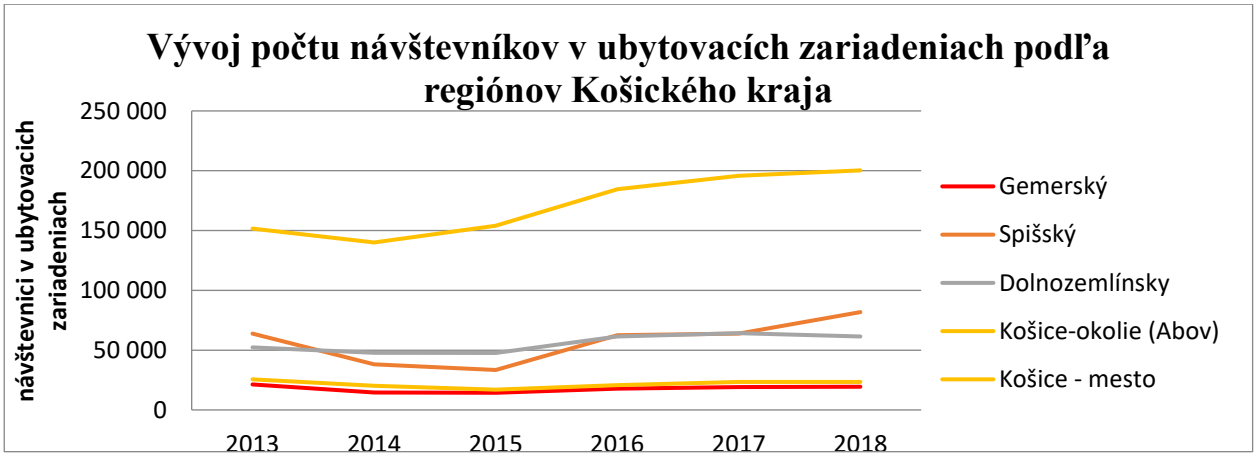
Najväčší podiel na počte návštevníkov (57 %) a počte prenocovaní (50,3 %) v roku 2018 malo Košice - mesto. Ďalšími okresmi s dobrou výkonnosťou cestovného ruchu sú okresy Spišská Nová Ves a Michalovce. K okresom s najvyšším počtom ubytovacích kapacít patria okresy Košice – mesto, Spišská Nová Ves a Rožňava.

Regióny cestovného ruchu v Košickom kraji

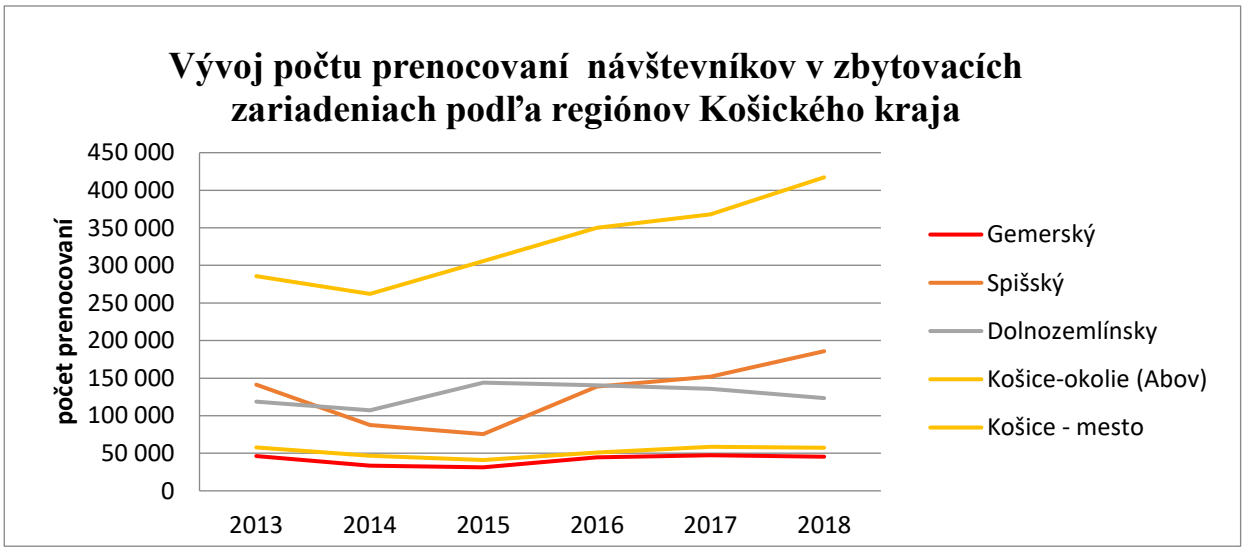
Regióny cestovného ruchu boli vymedzené v dokumente „Regionalizácia cestovného ruchu“ (2005) podľa 17 kritérií reflektujúcich napr. danosti územia, dosiahnutý stav turizmu, spoločné znaky – identita, dopravná dostupnosť turistických cieľov alebo predpoklad stotožnenia sa miestnych aktérov s regiónom. Na území Košického kraja odpovedajú územiu „historických subregiónov“. V prípade regiónov v košickom kraja najvyššiu výkonnosť vykazujú regióny, kde pôsobia oblastné organizácie cestovného ruchu založené podľa Zákona č. 91/2010 o podpore cestovného ruchu , ktoré začínajú budovať turistické destinácie. Aj napriek skutočnosti, že tieto organizácie nepokrývajú celé územia „historických regiónov“, budujú v rámci nich turisticky manažované destinácie, ktoré majú schopnosť pritiahnuť viac návštevníkov. Mesto Košice je uvedené samostatne. Vývoj počtu návštevníkov v ubytovacích zariadeniach je uvedený na Obr. 104, vývoj počtu prenocovaní je uvedený v grafe na Obr. 105.



Obr. 103: Regióny cestového ruchu v Košickom kraji



Obr. 104: Vývoj počtu návštevníkov v ubytovacích zariadeniach podľa regiónov Košického kraja 2013 – 2018. Zdroj: Štatistický úrad SR, vlastné spracovania



Obr. 105: Počet prenocovaní návštevníkov v ubytovacích zariadeniach v Košickom kraji – vývoj návštevnosti podľa regiónov. Zdroj: Štatistický úrad SR, vlastné spracovania

Strediská cestovného ruchu v Košickom kraji

<u>Popis cieľového územia</u>

Základom rozvoja cestovného ruchu v regióne je existujúci prírodný a antropogénny potenciál. Na území Košického kraja sú vyhlásené 4 veľkoplošné chránené územia (NP Slovenský raj a Slovenský kras) a chránené krajinné oblasti (Latorica a Vihorlat). Prírodnými unikátmi sú jaskyne, priepasti, plošiny, ramsarské lokality ale i unikáty ako Herliansky gejzír. Hospodársky i rekreačný význam majú vodné nádrže Zemplínska šírava, Bukovec, Ružín a Dobšiná. Až dve pätiny povrchu územia pokrývajú lesy. Na juhovýchode územia sa nachádzajú lužné lesy s biotopmi európskeho významu. V Košickom kraji sa nachádza viac ako 1900 kultúrnych pamiatok, medzi ktoré patria hrady, kaštiele, kúrie, sakrálne stavby a pod. Jedinečnosť prírodných a kultúrnych atraktivít bola potvrdená zapísaním vybraných pamiatok do zoznamov prírodného a kultúrneho dedičstva UNESCO. Medzi prevládajúce formy cestovného ruchu patrí poznávací cestovný ruch, letný a zimný pobytový cestovný ruch a vidiecky cestovný ruch.

Rozvoj cestovného ruchu sa úzko spája s konkrétnym územím. To znamená, že sa rozvíja v cieľových miestach, ktoré predstavujú geografický priestor s vhodnými podmienkami na rozvoj cestovného ruchu. Je to cieľ návštevníkov, v ktorom sa uskutočňuje ich pobyt a sústreďuje sa primárna a sekundárna ponuka. Cieľovým miestom môže byť v medzinárodnom meradle skupina štátov, štát, región cestovného ruchu, stredisko cestovného ruchu (turistické centrum), pričom ak sa stáva toto miesto strategicky manažovanou hospodárskou jednotkou, môžeme hovoriť o turistickej destinácií. Podľa niektorých zdrojov sú destinácie charakterizované ako regionálne, medzinárodne (globálne) konkurencieschopné, strategicky riadené jednotky ponuky na medzinárodnom trhu. Destinácia ponúka klientovi zodpovedajúci produkt, uspokojuje jeho očakávania a plní celý rad funkcií (marketingovú, ponukovú, plánovaciu a reprezentačnú funkciu).

V zmysle Regionalizácie cestovného ruchu (2005) boli na území Košického kraja vymedzené štyri regióny cestovného ruchu:

- Košický región (Košice – okolie)
- Spišský región (Slovenský raj, UNESCO pamiatky, Krompachy – Plejsy)
- Gemerský región (Rožňava , Domica s presahom na Maďarsko, Slovenský kras)
- Dolnozemplínsky región (Zemplínska šírava, Tokajské vrchy, Medzibodrožie).

Stredisko cestovného ruchu (rekreačné stredisko, kúpeľné miesto, mesto, areál termálneho kúpaliska, rekreačná dedina) vznikli na miestach s významnou primárnou ponukou cestovného ruchu. V súčasnosti sa stredisko cestovného ruchu najčastejšie stotožňuje s najnižšími administratívnymi územnými jednotkami – obcami. Strediskom cestovného ruchu je teda obec alebo jej časť, v ktorej je väčšia koncentrácia zariadení materiálno-technickej základne cestovného ruchu (sústredená v jednej alebo niekoľkých lokalitách cestovného ruchu).

Tabuľka 22: Vybrané strediská cestovného ruchu v Košickom kraji

Región cestovného ruchu	Turistická destinácia / subregión s potenciálom na rozvoj CR	Strediská cestovného ruchu	Prevládajúce formy cestovného ruchu
Košický región	Mesto Košice (turistická destinácia)	Mesto Košice	MICE; Obchodný; Poznávací
	Košice - okolie	Ružín – Remetské Hámre; Jahodná; Zádiel	Letný pobytový; Zimný pobytový
	Štós	Kúpele Štós	Kúpeľný
	Slanské vrchy (subregión s potenciálom na rozvoj CR)	Slanec; Izra	Letný pobytový – lesné prostredie; Vidiecky
Spišský región	Slovenský raj (turistická destinácia)	Podlesok; Čingov; Palcmanská Maša, Dedinky; Mlynky; Hnilčík; Spišská Nová Ves	Letný pobytový – lesné / horské prostredie; Zimný pobytový ; Vidiecky
		Krompachy - Plejsy	Zimný pobytový
	Hnilecká dolina	Gelnica	Poznávací

	Poráčska dolina	Poráč	Letný pobytový; Zimný pobytový
Dolnozemplínsky región	Zemplínska šírava a okolie (turistická destinácia)	Biela hora; Hôrka; Medvedia hora; Kaluža; Kamenec; Klokočov; Paľkov; Vinianske jazero; Morské oko;Michalovce	Letný pobytový – voda; Poznávací
	Tokajské vrchy (turistická destinácia)	Tokaj; Trebišov	Letný pobytový Vidiecky
	Medzibodrožie (subregión s potenciálom na rozvoj)		Letný pobytový turizmus; Vidiecky
Gemerský región	Rožňava a okolie	Rožňava	Poznávací
	Slovenský kras	Krásnohorská Podhradie; Krásnohorská Dlhá Lúka; Slavec (Gombasek)	Poznávací; Vidiecky

Citlivosť územia Košického kraja na prejavy zmeny klímy z hľadiska cestovného ruchu

Klíma v danom území určuje charakter ponuky cestovného ruchu. Turistická ponuka vrátane infraštruktúry na území kraja, ktorá vychádza z prírodných podmienok má prevažne sezónny charakter. Pre jej zachovanie a ďalší rozvoj je nutná stabilita klimatických podmienok. Zmena klímy môže výrazne ovplyvniť prírodné a socioekonomické podmienky v kraji a tým aj ponuku turistických destinácií a lokalít, ich konkurencieschopnosť, ziskovosť podnikateľského sektora a aj správanie samotných návštevníkov (motiváciu a rozhodovanie).

Predpokladané zmeny klímy v odvetví cestovného ruchu môžu priniesť pozitívne aj negatívne dopady. Z globálneho hľadiska boli zadefinované tieto hlavné kategórie dôsledkov zmeny klímy na sektor cestovného ruchu :

- priame dôsledky zmeny klímy,
- nepriame dôsledky environmentálnych zmien,
- dôsledky mitigačnej politiky na turistickú mobilitu
- nepriame dôsledky na sociálne zmeny

Tabuľka 23: Miera rizika negatívneho vplyvu zmeny klímy na sektor cestovného ruchu pre jednotlivé samosprávne kraje

Turistika	Vyšší územný celok							
	BA-SK	TT-SK	NR-SK	TN-SK	BB-SK	ZA-SK	PO-SK	KE-SK
Turistika v mestách	*	*	*	0	0	0	0	*
Letná turistika – kúpaliská	+	+	+	+	+	+	+	+
Letná turistika – hory	+	+	+	+	+	+	+	+
Zimná turistika – hory	***	***	***	**	**	*	*	**
Riziko negatívneho vplyvu KZ na turizmus + - pozitívny vplyv 0 – minimálne riziko, *mierne riziko **vysoké riziko ***veľmi vysoké riziko								

Zdroj: Záverečná správa projektu „Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch“, EFRA, 2011, str. 162

Vplyv zmeny klímy na letný cestovný ruch v Košickom kraji

Klimatologické mapy s predpoveďou do roku 2030 (?) poukazujú na skutočnosť, že územie Košického kraja ponesie všeobecné črty klimatických zmien, ktoré sektor cestovného ruchu ovplyvnia a to najmä:

- rast priemernej ročnej teploty vzduchu v rozpätí od 1,15 – 1,25° C,
- rast priemerného počtu letných dní v rozpätí od 8 -20 dní,
- rast priemerného počtu tropických dní v rozpätí od 4 - 10 dní,
- zmena priemerných atmosférických zrážok v lete, kde v nížinách môže dôjsť k poklesu až do 15 %,
- pokles priemerného počtu mrazových dní, kde najmä v oblastiach s najväčším počtom zimných stredísk môže dôjsť k poklesu až o 14 dní,
- zmena počtu dní so snehovou pokrývkou 1a viac cm, kde na väčšine územia je predpokladaný pokles v rozpätí 11 – 15 %.

Letný cestovný ruch

Zmena klímy priaznivo ovplyvňuje letné turistické aktivity, ktoré sú viazané na kúpanie, vodné športy a horskú turistiku vrátane predpokladu na predĺženie samotnej letnej turistickej sezóny.

Zároveň však môže nepriaznivo ovplyvniť kvalitu stojatej vody a pokles hladín vody (hydrologické sucho), ktoré môže ohroziť napr. splavovanie riek. K ďalším nepriaznivým vplyvom môže patriť strata biodiverzity (napr. v dôsledku neumožnenej migrácie druhov, fyziologických zmien, fenologických zmien) -zníženie odolnosti ekosystémov, šírenie škodcov, znížená estetická hodnota krajiny spôsobená suchom, lesnými požiarmi, ale napr. aj prívalovými dažďami, ktoré môžu priniesť zosuvy pôdy, zvýšenú eróziu, poškodenie turistickej infraštruktúry ale aj ohrozenie bezpečnosti turistov. Nárast teploty vzduchu môže vyvolať zvýšené náklady na zabezpečenie komfortu návštevníkov, napr. klimatizovanie ubytovacích a stravovacích zariadení, nedostatok vody. Dlhotrvajúce vysoké teploty zároveň predstavujú aj zdravotné riziko, ktoré môže mať za následok obmedzovanie aktivít turistami.

Zimný cestovný ruch

Zníženie počtu dní so snehovou pokrývkou a počtu mrazových dní môže nepriaznivo ovplyvniť zhoršovanie podmienok pre prevádzkovanie zimných športov viazaných na výskyt snehovej pokrývky, najmä v nižšie položených zimných strediskách (skrátenie turistickej sezóny, zlá kvality snehu) a zhoršovanie podmienok pre zimné turistické aktivity na horách (bežecké lyžovanie, skialpinizmus, ľadolezenie). Teplejšie zimy spôsobia nárast nákladov na prevádzkovanie lyžiarskych stredísk, napr. zvýšené náklady na produkciu technického snehu.

Poznávací a mestský cestovný ruch

V urbanizovanom prostredí sa zmeny klímy môžu prejaviť častejším výskytom vĺn horúčav a šírením smogu a tak narušiť pohodlie návštevníkov. Extrémne prejavy počasia môžu ovplyvniť zabezpečenie organizovaných podujatí.

Vidiecky cestovný ruch a agroturistika

Zmena klímy môže spôsobiť nestabilitu poľnohospodárskych a lesných ekosystémov. Vyššie teploty vzduchu, pokles objemu zrážok a dostupnosti vody ovplyvňujú rastlinnú a živočíšnu výrobu a vyvolané zmeny sa sekundárne budú odrážať aj v oblasti vidieckeho cestovného ruchu.

Kúpeľný a zdravotný cestovný ruch

Vyššie teploty môžu spôsobiť predĺženie vegetačného obdobia a tým aj peľovej sezóny, čo môže mať za následok zníženie počtu dní v roku vhodných pre tento typ rekreácie a nižšiu návštevnosť kúpeľných zariadení pre liečenie respiračných ochorení.

5. Agregované dopady klimatickej zmeny

Dopad klimatickej zmeny je definovaný ako kombinácia expozície (klimatického stimulu) a citlivosti na klimatickú zmenu[68]. V prípade Košického kraja je dobrým príkladom dopad sucha. V území, kde sa očakávajú výrazné vlny horúčav a sucha sa vyskytuje najviac pôd citlivých na sucho, kvôli čomu sa v tomto území dá očakávať výrazný dopad klimatickej zmeny. Opačný prípad nastáva, ak napriek výraznejšiemu stimulu je dopad menej výrazný, pretože citlivosť územia je nízka, napríklad najviac prívalových zrážok sa očakáva v priestore Slovenského rudohoria (pohorie Čierna hora), ale citlivosť je pomerne nízka z dôvodu vysokého podielu lesov, ktoré sú zdravé.

Identifikácia relatívneho dopadu (relatívny z pohľadu kraja - porovnávame jednotlivé časti kraja navzájom, nie je tu viditeľné porovnanie z inými časťami Slovenska, resp. Európy) je podporným argumentom pre potrebu adaptácie. Pri vysokom dopade je evidentné, že adaptačné opatrenia sú potrebnejšie a dôležitejšie.

Každý indikátor citlivosti je vztiahnutý k jednému, alebo k viacerým indikátorom expozície (klimatického stimulu). Spočítanie jednotlivých dopadových indikátorov vytvára agregovaný dopadový indikátor.

5.1. Fyzický (technický) dopad

Z hľadiska **riečnych povodní** sa najvýraznejší dopad očakáva v obciach, ktorých najväčšia časť z intravilánu leží v záplavovom území, v prípade Košického kraja ide o územie obcí Hriadky, Moldava nad Bodvou, Čaňa, Košická Polianka, Vojčice, Olšovany, Sady nad Torysou, Veľká Ida, Vyšná Hutka, Spišská Nová Ves, Betlanovce, Harichovce, Kolinovce, Krompachy, Spišské Vlachy, Košice (Staré Mesto, Krásna, Juh, Džungľa).

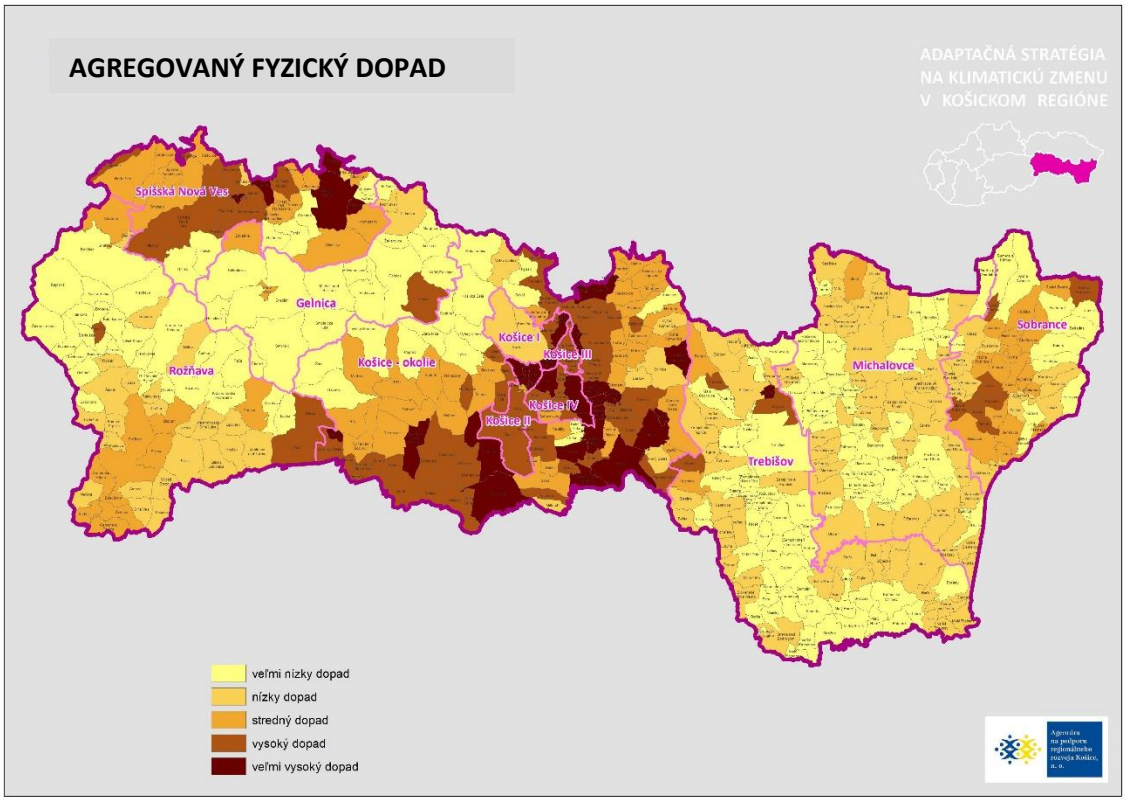
Uskutočnená bola aj analýza **dopadu klimatickej zmeny (povodní) na dopravnú infraštruktúru**, cesty a železnice sú najviac ohrozené v území obcí Hriadky, Vojčice, Gyňov, Moldava nad Bodvou, Nová Polhora, Vyšná Hutka, Kechnec, Milhosť, Košice-Staré Mesto, Košice-Džungľa, Nižná Hutka, Košická Polianka, Kráľovce, Ploské, Sady nad Torysou, Vajkovce, Veľká Ida, Harichovce a Brzotín.

Metódou CN kriviek boli analyzované odtokové pomery, t. j. podiel vody z prívalových zrážok, ktoré územie nie je schopné absorbovať, pričom zrážka sa môže transformovať do **prívalovej povodne**. Najvýraznejšie problémy sa môžu očakávať v územiach, kde je vysoký podiel poľnohospodárskej pôdy, zastavaných plôch, pričom veľký význam má nepriepustnosť pôd a podložia. V daných územiach sa očakáva vyšší nárast počtu dní so zrážkami vyššími ako 20 mm. Ide o mesto Košice (najmä MČ Západ, Sídlisko KVP, Sídlisko Ťahanovce, Juh), juhozápadnú časť okresu Košice-okolie (povodie Bodvy), severnú časť okresu Košice-okolie (povodie Torysy), väčšinu okresu Spišská Nová Ves, a podhorské obce okresu Sobrance. Citlivé je aj územie väčšiny nížinatých obcí Zemplína, tu sa však očakáva menší nárast počtu dní z prívalovými zrážkami oproti súčasnosti.

Vplyv klimatickej zmeny, súvisiaci s citlivosťou na **zosuvy** je najvýraznejší v pahorkatinnej východnej časti okresu Košice-okolie.

Z vyššie uvedených čiastkových indikátorov bola s využitím GIS spracovaná agregovaná mapa fyzického dopadu. Najvýraznejší dopad sa očakáva v okresoch Spišská Nová Ves a Košice – okolie, kde sa stretávajú viaceré nepriaznivé vlastnosti územia, kvôli ktorým je fyzická infraštruktúra ohrozená povodňami a zosuvmi.

[68] Podľa https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/Final%20Report%20Main%20Report.pdf



Obr. 106: Agregovaný fyzický dopad (na cesty, železnice a sídla) klimatickej zmeny (povodne a zosuvy) v rámci obcí KSK

5.2. Environmentálny dopad

Dopad klimatickej zmeny z hľadiska **lesných požiarov** je vypočítaný vynásobením ukazovateľa citlivosti lesov na požiare a klimatickým ukazovateľom zavlaženia s počtom tropických dní. Nepriaznivo to vychádza v Zemplínskych vrchoch, v celom okrese Rožňava, v západnej časti okresu Košice-okolie, v pohorí Popričný a v Slanských vrchoch.

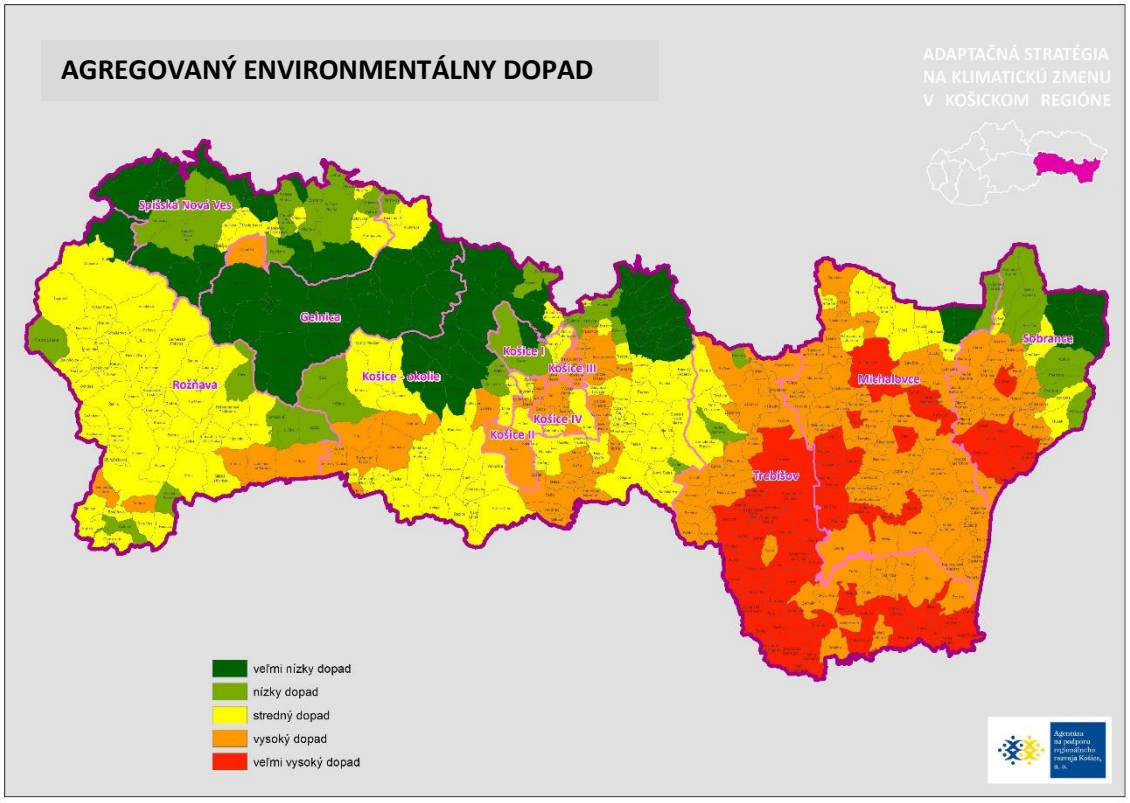
Z hľadiska potenciálnej **pôdnej erózie** sa problémy môžu vyskytnúť najmä horských častiach okresu Rožňava a Spišská Nová Ves, ale aj v južnej časti Slanských vrchov (Milič).

Degradácia pôd vyjadrená poklesom pôdnej organickej hmoty môže byť, v prípade neprijatia príslušných opatrení, najvýraznejšia na Východoslovenskej nížine. Podobné je to z hľadiska pôd citlivých na **sucho**.

Ekologická stabilita naznačuje stav územia z ekologického pohľadu (čo zahŕňa aj škody v podobe šírenia inváznych druhov rastlín, premnoženia škodcov a ďalšieho spektra javov zapríčinených chýbajúcou biodiverzitou. Už v súčasnosti je situácia najhoršia v Košickej kotline a Východoslovenskej nížine, čo zvýrazňuje potrebu intervencií v poľnohospodárskej a urbánnej krajine.

Dopad vĺn horúčav bol zisťovaný prekrytím máp podielu zastavanosti územia a zmeny počtu tropických dní. Tu je výrazný očakávaný klimatický stimul zvýraznený vysokou citlivosťou, t. j. tam kde bude najviac tropických dní (Východoslovenská nížina a Košice) je krajina v najhoršom stave (pomerne vysoký podiel zastavaných území).

Prekrytím vyššie spomenutých dopadov vzniká agregovaný environmentálny dopad, z ktorého je zrejmé, že najviac pozornosti bude nutné venovať poľnohospodárskej krajine Východoslovenskej nížiny, čo však neznamená, že ostatných častí územia sa dopady klimatickej zmeny netýkajú.



Obr. 107: Agregovaný environmentálny dopad (lesné požiare, pôdna erózia, degradácia pôd, sucho, ekologická stabilita, vlny horúčav) klimatickej zmeny na územie KSK

5.3. Sociálny dopad

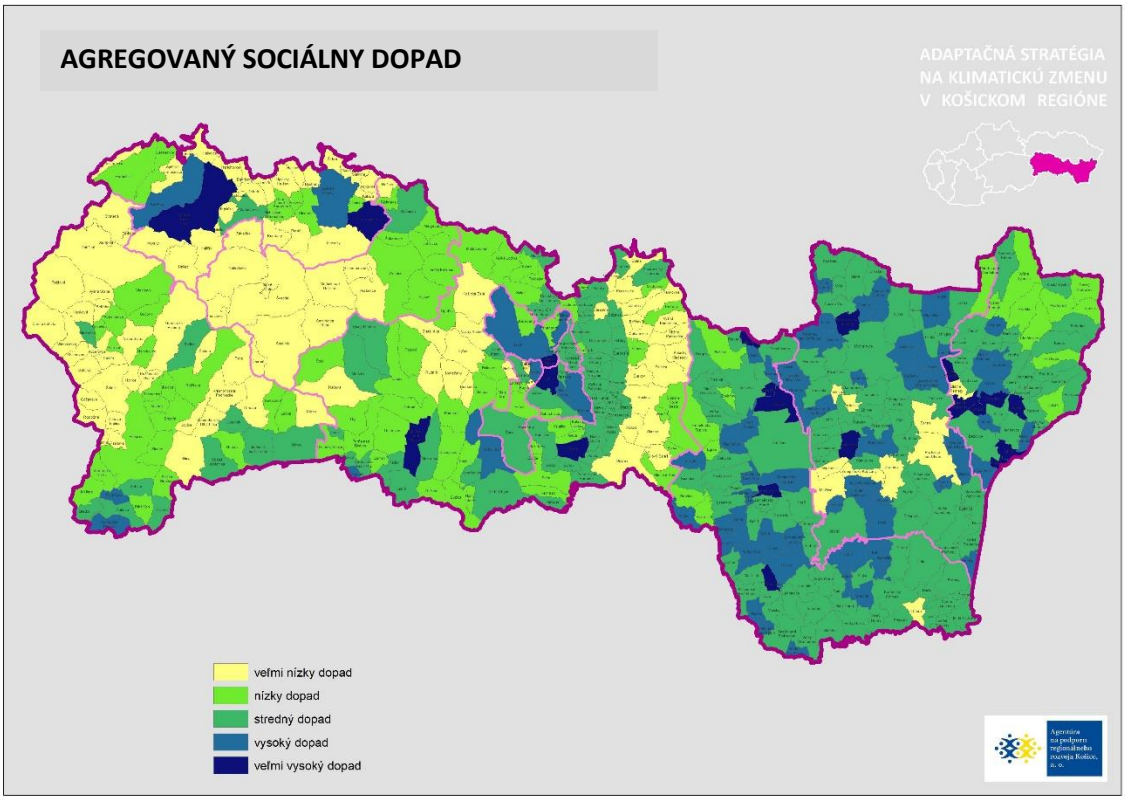
Analýza sociálneho dopadu zahŕňa citlivosť na vlny horúčav a citlivosť na povodne. Okrem toho je podstatná citlivosť zariadení sociálnych služieb, ktoré tiež môžu byť ohrozené povodňami.

Vlny horúčav sa dotýkajú najviac seniorov, malých detí a zdravotne znevýhodnených ľudí, pričom z hľadiska dopadu vĺn horúčav sa berie do úvahy podiel rizikových skupín a častosť horúčav. Takýmto prekrytím sa zistilo, že najväčší dopad sa očakáva v obciach okresu Trebišov, Michalovce a Sobrance. O niečo lepšia situácia je v meste Košice, v okrese Košice – okolie a na juhu rožňavského okresu. Najlepšia situácia je na Spiši, v severnej časti Gemera a v dedinách pod Slanskými vrchmi.

Obyvatelia citliví na **povodne** žijú v častiach obcí, ktoré spadajú do záplavových území vodných tokov, ide najmä o obyvateľov miest a obcí Moldava nad Bodvou, Spišská Nová Ves, Košice (Staré Mesto, Juh, Sídlisko Ťahanovce, Sever, Krásna, Nad jazerom, Šaca) Krompachy, Čaňa, Smižany, Vojčice, Spišské Vlachy, Veľká Ida, Hriadky, Družstevná pri Hornáde, Košická Polianka, Sady nad Torysou, Sobrance a Markušovce.

Zariadenia sociálnych služieb citlivé na povodne sa nachádzajú v Moldave n. B., v Košiciach a Vojčiciach. Zdravotnícke zariadenia citlivé na povodne sa nachádzajú v Spišskej Novej Vsi, Košiciach – Šaci a Starom meste a v Hriadkach.

Agregovaním vyššie uvedených dopadových indikátorov vznikla mapa sociálneho dopadu.



Obr. 108: Agregovaný sociálny dopad (povodne, zosuvy, vlny horúčav) klimatickej zmeny na obce a obyvateľov KSK

5.4. Ekonomický dopad

Dopad klimatickej zmeny (napr. sucha, zvýšenie počtu letných dní, horúčav, nedostatku snehu) na ekonomiku sa týka poľnohospodárstva, lesníctva, cestovného ruchu a energetiky.

Hroziace **suchá** budú mať dopad na lesy citlivé na sucho, najvýraznejší dopad sa očakáva v ostrovoch lesov na Zemplíne, v lesoch Vihorlatu, Popričného, v menšej miere Slanských vrchov a Slovenského krasu.

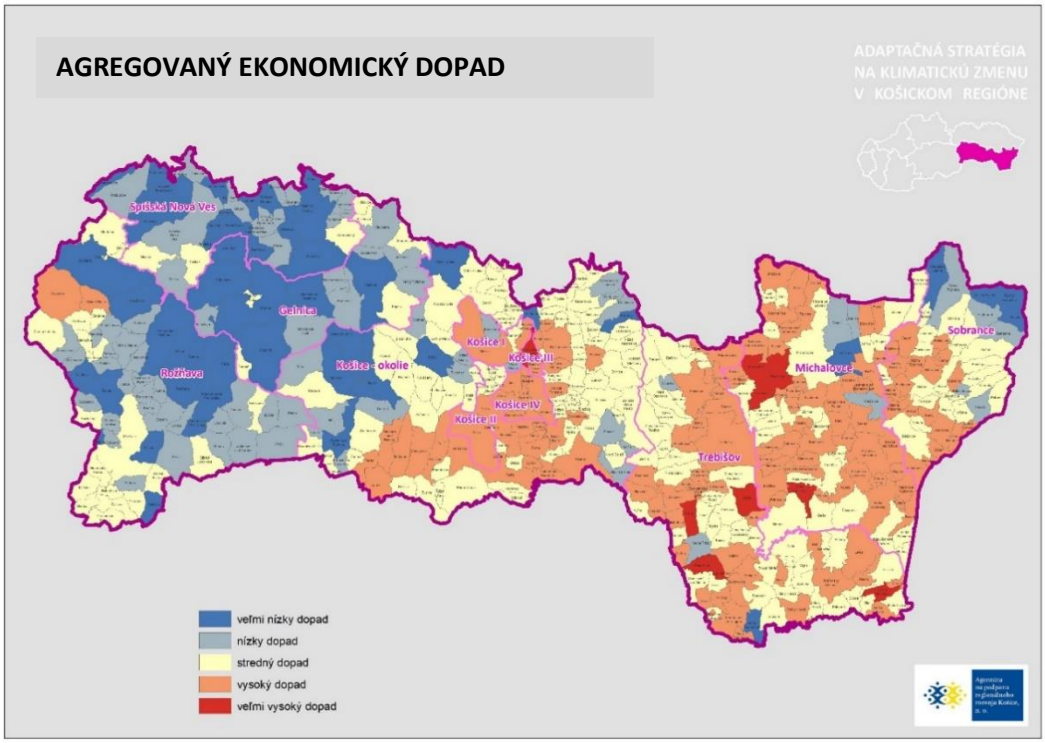
Letný turizmus môže profitovať z vyššieho počtu letných dní, týka sa to všetkých cieľov letného a poznávacieho cestovného ruchu.

Dopad klimatickej zmeny na **zimný turizmus** môže byť veľmi výrazný a bude sa týkať všetkých lyžiarskych stredísk v Košickom kraji. S problémami sa pravdepodobne stretnú lyžiarske strediská v Nižnej Slanej, Kavečanoch (už v súčasnosti nefungujú), na Jahodnej a v Spišskej Novej Vsi (Rittenberg). Naopak najlepšie vyhliadky majú vyššie položené strediská v Mlynkách, Vernári, Hnilčíku a pod Kojšovskou hoľou (momentálne mimo prevádzky).

Dopad vĺn horúčav na **energetiku** bude výraznejší v oblastiach s vysokým očakávaným nárastom počtu tropických dní (Košice a Zemplín). Dopad miernejších zím na spotrebu energie na vykurovanie bude v rámci kraja rovnomerný, pretože na celom území sa očakáva pokles priemerného počtu mrazových dní o 12 (Košice, Zemplín) až 14 (Rudohorie). Dopad súch na energetiku je možný v podobe nižšej produkcie vodných elektrární (Ružín a malé vodné elektrárne Gemera a Spiša, ale aj na nižšom toku Hornádu a Torysy) a teoreticky aj v podobe nedostatku vody na chladenie pre tepelné elektrárne vo Vojanoch a Košiciach.

Pri výpočte agregovaného ekonomického dopadu boli využité tieto indikátory citlivosti: lesy citlivé na nedostatok vody; letný turizmus citlivý na letné teploty; zimný turizmus citlivý na dostatok snehu; dopyt po energii citlivý na horúčavy; dopyt po energii citlivý na mrazy; elektrárne citlivé na nedostatok vody v kombinácii s adekvátnymi indikátormi expozície.

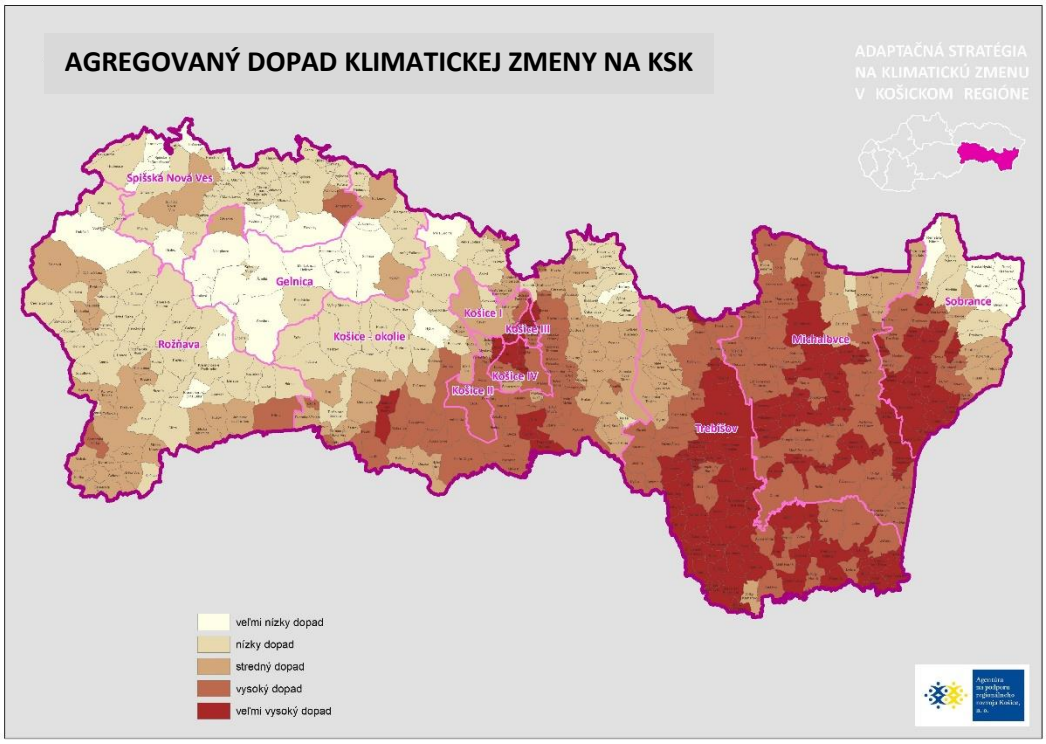
Mapa agregovaného ekonomického dopadu opäť naznačuje väčšie problémy na Východoslovenskej nížine a v Košickej kotline, čo je zapríčinené hroziacimi suchami a vlnami horúčav, ktoré budú mať ekonomický dopad na lesníctvo, poľnohospodárstvo a vyššiu spotrebu energie na prevádzku klimatizácií.



Obr. 109: Agregovaný ekonomický dopad klimatickej zmeny na KSK (na lesníctvo, poľnohospodárstvo, energetika a cestovný ruch)

5.5. Celkový dopad

Superpozíciou 4 máp dopadov vzniká agregovaná mapa dopadu, ktorá vyjadruje celkový očakávaný dopad klimatickej zmeny. V súlade s vyššie prezentovanými mapkami vychádza relatívne najnepriaznivejší dopad na Zemplíne a v Košickej kotline. Tu sa výraznejšie klimatické stimuly (napríklad suchá a vlny horúčav) multiplikujú nepriaznivými vlastnosťami krajiny, životného prostredia, ale aj socioekonomickej sféry.



Obr. 110: Mapa agregovaného dopadu klimatickej zmeny na KSK

6. Kapacita obcí Košického samosprávneho kraja na adaptovanie sa na klimatickú zmenu

Zmena klímy predstavuje vážne, rozsiahle riziká pre ekonomiky, spoločnosti a ekosystémy. Na tieto riziká je možné reagovať opatreniami, ktoré majú prispieť k zníženiu rizík (mitigácia) spolu s opatreniami zameranými na zníženie zraniteľnosti voči prejavom zmeny klímy (adaptácia).[69]

Adaptácia znamená predvídanie nepriaznivých účinkov zmeny klímy a prijímanie vhodných opatrení na prevenciu alebo minimalizáciu prípadných škôd alebo využitie príležitostí, ktoré môžu vzniknúť. Ukázalo sa, že dobre naplánovaná a včasná adaptácia šetrí peniaze a životy neskôr.[70]

Prispôsobenie sa zmene klímy pomáha jednotlivcom, komunitám, organizáciám a prírodným systémom vyrovnať sa s dôsledkami zmeny klímy, ktorým sa nedá vyhnúť. Zahŕňa to prijímanie praktických opatrení na riadenie rizík vyplývajúcich z klimatických vplyvov, ochranu spoločenstiev a posilnenie odolnosti hospodárstva. Adaptácia môže zahŕňať postupnú transformáciu s mnohými malými krokmi v priebehu času alebo veľkú transformáciu s rýchlou zmenou.

Prispôsobenie je spoločnou zodpovednosťou. Vlády na všetkých úrovniach, podniky aj domácnosti musia zohrávať doplnkové úlohy. Jednotlivci a podniky budú často mať najlepšie predpoklady na prijímanie rozhodnutí, ktoré znižujú klimatické riziká pre ich živobytie a majetok.[71]

Adaptačné stratégie sú potrebné na všetkých úrovniach správy: na miestnej, regionálnej, národnej, EÚ a tiež na medzinárodnej úrovni. Vzhľadom na rôznu povahu klimatických vplyvov medzi európskymi regiónmi sa väčšina adaptačných iniciatív uskutoční na regionálnej alebo miestnej úrovni. Schopnosť vyrovnať sa a prispôsobiť sa klimatickej zmene sa líši v rámci obyvateľstva, hospodárskych odvetví a celkovo európskych regiónov.[72]

Adaptačná kapacita

Adaptačná kapacita je definovaná ako „schopnosť systému prispôsobiť sa zmenám klímy (vrátane miernych odchýlok až extrémov), zmierniť potenciálne škody, využiť príležitosti alebo vyrovnať sa s následkami“. Adaptačná kapacita zahŕňa prispôsobenie správania, zdrojov a technológií.[73] Takto definovaná adaptačná kapacita sa odlišuje na základe miestnych špecifík. Jednou z hlavných výziev, ktoré predstavuje veľmi široká koncepcia adaptačnej kapacity, je to, že si vyžaduje jasné pochopenie sledovaného komplexného systému[74] so všetkými jeho pozitívnymi a negatívnymi spätnými väzbami.[75]

Adaptačná kapacita systému je väčšinou určovaná súborom lokálnych zdrojov a podmienok, ktoré obmedzujú alebo uľahčujú schopnosť systému úspešne sa prispôsobovať zmenám klímy.[76]

Skúmanie adaptačnej kapacity so sebou nesie identifikovanie a meranie regionálnych a lokálnych podmienok, ktoré sú predpokladom pre čo najlepšie reagovanie na prejavy klimatickej zmeny.

Vysoká adaptačná kapacita nie je jednoznačnou zárukou toho, že región, resp. obec bude efektívne reagovať na klimatickú zmenu alebo že sa bude efektívne zotavovať z niektorých jej ničivých prejavov. Mať vysokú adaptačnú kapacitu však implikuje, že región alebo obec má faktory a podmienky pre efektívnejšie prispôsobenie sa klimatickej zmene a jej rôznym prejavom. Na druhej strane nízka adaptačná kapacita neznamená, že región, resp. obec úplne zlyhá pri adaptácii na klimatickú zmenu alebo v prípade jej prejavov. Mať nízku adaptačnú kapacitu však implikuje, že región, resp. obec nemá dostatok faktorov a dobrých

[69] OECD
[70] Európska Komisia
[71] Australian Government
[72] Európska Komisia
[73] IPCC, 2007
[74] Keskitalo a kol., 2010
[75] Altvater a kol., 2011
[76] ESPON Climate, 2013 https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/Final%20Report%20Main%20Report.pdf

podmienok pre efektívne prispôsobenie sa klimatickej zmene alebo zotavenie sa po jej negatívnych prejavoch.[77]

Existuje množstvo vedeckých prístupov ku meraniu adaptačnej kapacity. V rámci tejto stratégie sa vychádza z dimenzií, determinantov a indikátorov (Tab. 24) definovaných v publikácii ESPON-Climate (2013), upravených a prispôsobených na úroveň LAU2, teda na úroveň obcí, nakoľko v publikácii ESPON-Climate bola adaptačná kapacita meraná na úrovni NUTS 3. Sledované indikátory komplexne vyjadrujú schopnosť regiónu adaptovať sa na klimatickú zmenu a reagovať na jej prejavy.

Tabuľka 24: Dimenzie, determinanty a indikátory adaptačnej kapacity kraja

INDIKÁTORY	DETERMINANTY	
Dosiahnuté vzdelanie	Vedomosti	Adaptačná kapacita
Dostupnosť do regionálneho centra	Infraštruktúra	
Napojenie na verejný vodovod		
Napojenie na kanalizáciu s ČOV		
Hospodárenie miestnych samospráv	Inštitúcie	
Občianska participácia		
Veková závislosť	Socio-ekonomické zdroje	
Nezamestnanosť		

Zdroj: vlastné spracovanie podľa ESPON-Climate, 2013

6.1. Vedomosti

Uznanie, že je nevyhnutné sa prispôsobiť, získať vedomosti o dostupných možnostiach a schopnosť posudzovať a vykonávať adaptačné opatrenia sú pre adaptačnú kapacitu rozhodujúce.[78] Kvalifikovaní, informovaní a vzdelaní ľudia zvyšujú schopnosť prispôsobenia. Je vysoko pravdepodobné, že prístup k správnym informáciám povedie k vývoju adaptačných možností, ktoré sú aktuálne a vhodné. Na druhej strane nedostatok vzdelaných a kvalifikovaných ľudí môže znížiť schopnosť komunity v obci sa prispôsobiť.

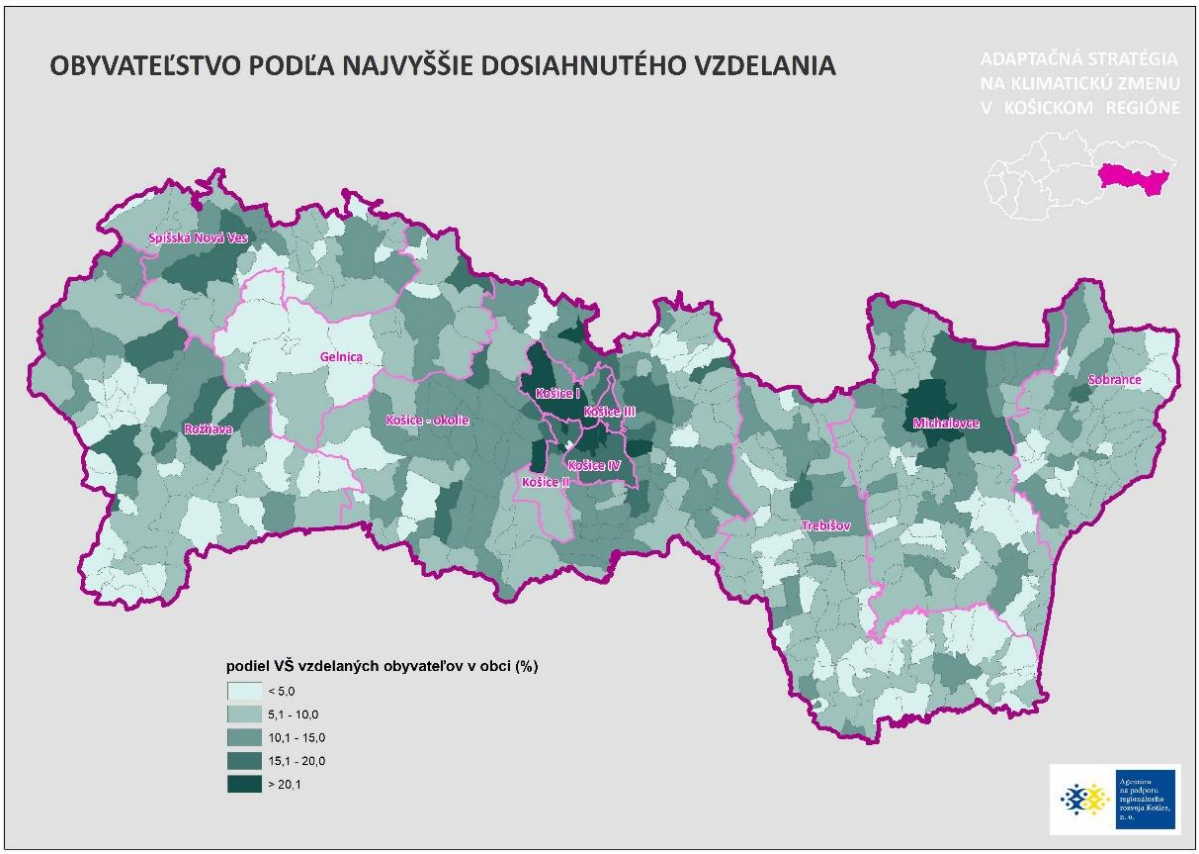
Vzdelanie obyvateľstva

Kvalifikovaní a vzdelaní obyvatelia vo všeobecnosti môžu zvýšiť schopnosť spoločnosti prispôsobiť sa z dôvodu prispenia vyškoleného personálu k hodnoteniu a vykonávaniu opatrení potrebných na prispôsobenie sa zmene klímy.

Vzdelanie obyvateľstva v tejto stratégii je reprezentované indikátorom **Najvyššie dosiahnuté vzdelanie.**

Metodika indikátora: Indikátor je vypočítaný ako percento ľudí s vysokoškolským vzdelaním (I., II., III. stupňa) z celkového počtu obyvateľov obce. Dáta sú dostupné na Štatistickom úrade SR, Sčítanie obyvateľov, domov a bytov 2011.

[77] Foster, 2007
[78] ESPON, 2013



Obr. 111: Mapa obyvateľstva podľa najvyššieho dosiahnutého vzdelania. Zdroj: Štatistický úrad SR, Sčítanie obyvateľov, domov a bytov 2011

Na mape (Obr. 111) je možné vidieť lokalizáciu vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov v porovnaní s celkovým počtom obyvateľov Košického kraja. Je možné sledovať trend koncentrovania ľudí s vysokoškolským vzdelaním v okolí okresných miest. Najsilnejší je tento trend v okolí miest Košice a Michalovce, kde zároveň býva najviac vysokoškolsky vzdelaných ľudí v pomere k celkovému počtu obyvateľov. Najnižší počet vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov je možné sledovať v okrese Gelnica a následne v okrese Trebišov.

6.2. Infraštruktúra

Existencia a rozvoj infraštruktúry môžu tvoriť základ pre rozvoj adaptačných možností a opatrení. Infraštruktúra je kľúčová aj z hľadiska schopnosti regiónu vyrovnať sa s náhlymi prejavmi zmeny klímy, ako sú extrémne výkyvy počasia. Rôzne druhy infraštruktúry môžu byť tiež citlivé na konkrétne vplyvy zmeny klímy, avšak väčšia rozmanitosť môže pomôcť tlmiť vplyvy zmeny klímy z krátkodobého aj dlhodobého hľadiska.

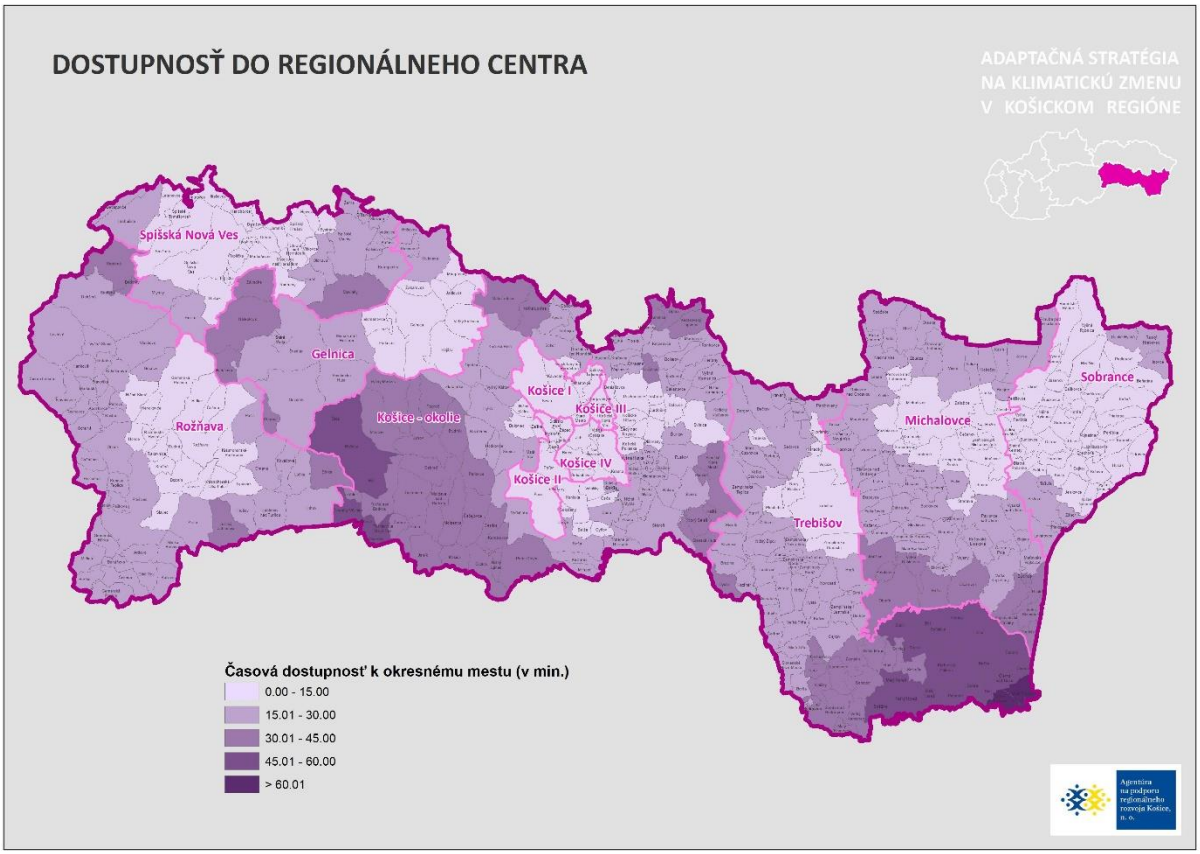
Dostupnosť

Jeden aspekt infraštruktúry, ktorý podporuje schopnosť adaptácie obce, je to, ako ľahko a rýchlo sa môže záchranná služba dostať ku obyvateľom danej obce alebo ako ľahko môžu obyvatelia obce opustiť zasiahnutú oblasť na vlastnú päsť. Platí to najmä v prípade extrémnych prejavov počasia, ktorých predpokladané zvýšenie je v Európe stále neisté, ale možné.

Dostupnosť v tejto stratégii je reprezentovaná indikátorom **Dostupnosť do regionálneho centra.**

Metodika indikátora: Indikátor je daný najkratším časom (v min.), za ktorý je možné dostať sa do okresného a krajského mesta. Tento indikátor v sebe zahŕňa vzdialenosť okresného mesta v kilometroch po najrýchlejšej trase, druh ciest

najrýchlejšej trasy (diaľnice, cesty 1., 2., 3. triedy) a hustotu premávky na tejto trase. Zdrojom pre spracovanie dát bol portál Google maps.



Obr. 112: Mapa dostupnosti do regionálneho centra

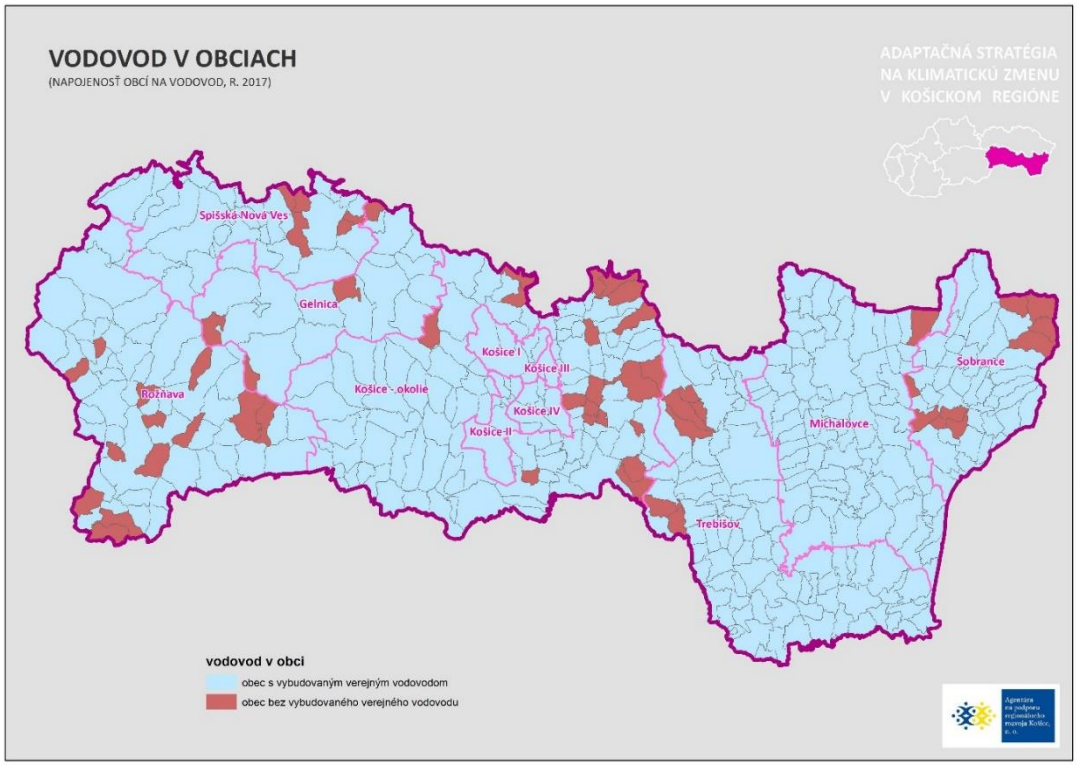
Ako sa dalo očakávať, obce v okolí okresných miest majú najlepšiu dostupnosť, pričom so zväčšujúcou sa vzdialenosťou sa zvyšuje aj čas, za ktorý je možné sa dostať z danej obce do okresného mesta. Závisí to aj od iných faktorov, ako od kvality cestnej siete, typu ciest, prítomnosti diaľnice, i keď v Košickom kraji sa nachádza iba minimálny úsek diaľnice, či ide o hornatý terén, kde na prekonanie kratšej vzdialenosti je potrebný dlhší čas v porovnaní s rovinatým terénom. Hornatým terénom sa vyznačuje prevažné územie okresov Gelnica, Spišská Nová Ves, Rožňava a severozápadná časť okresu Košice-okolie a obce v Slanských vrchoch. Na druhej strane lepšiu dostupnosť majú obce v prevažne rovinatých okresoch Sobraniec a Michaloviec. Závisí aj od rozlohy okresu. Príkladom je okres Trebišov, ktorý je síce rovinatý, no v minulosti bol zlúčený s okresom Kráľovský Chlmec, ktorý je vzdialený od okresného mesta Trebišov a tým pádom je dostupnosť horšia. Taktiež závisí aj od času počas dňa, kedy sa ľudia presúvajú za prácou do okresných miest, napríklad ide o ranné špičky a dopravné zápchy s tým spojené.

Dostupnosť pitnej vody a vodná infraštruktúra

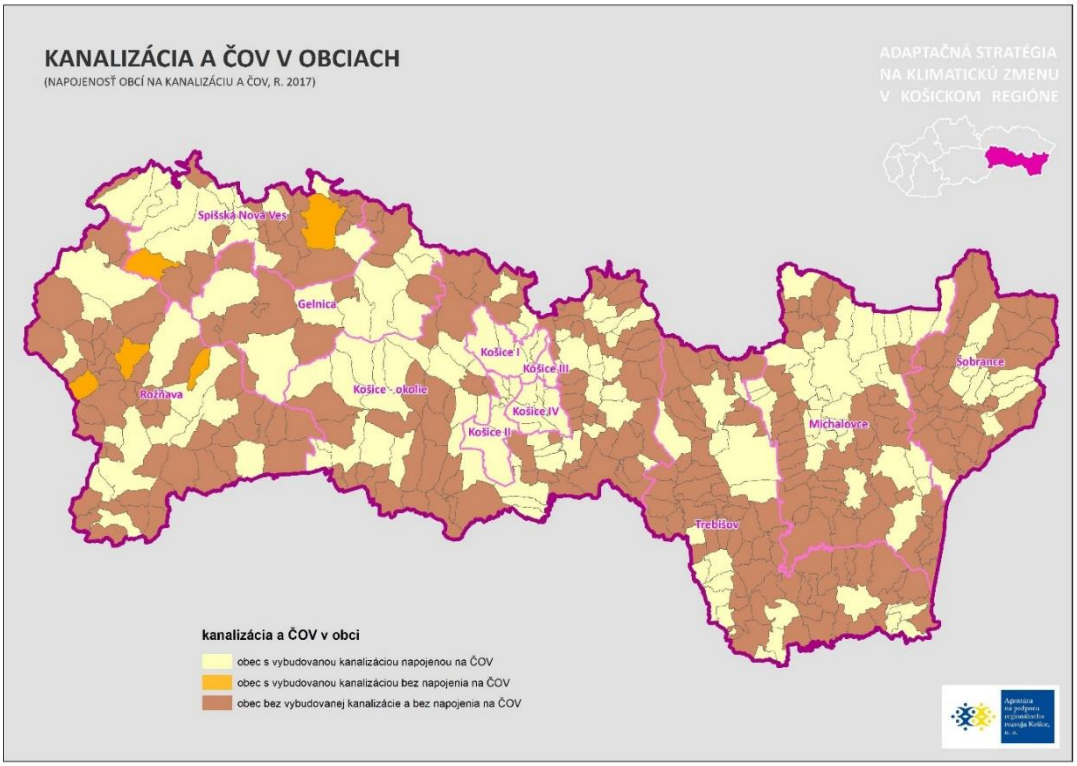
Vybudovaná a dobre fungujúca vodná infraštruktúra sú dôležitými aspektmi z hľadiska adaptácie, z dôvodu vysokej pravdepodobnosti vplyvu zmeny klímy na podmienky zásobovania vodou a čistenie odpadových vôd. Predpokladá sa, že vplyvy zmeny klímy na jednotlivé obce budú rôzne, no zlepšenie existujúcej vodnej infraštruktúry by malo viesť k zvýšeniu schopnosti adaptovať sa na klimatické zmeny.

Dostupnosť pitnej vody a vodná infraštruktúra v tejto stratégii je reprezentovaná indikátormi **Napojenie na verejný vodovod** a **Napojenie na kanalizáciu s čistiarňou odpadových vôd**.

Metodika indikátorov: Indikátory sú určené percentom domácností v obci napojených na vodovod a percentom domácností v obci napojených na kanalizáciu s čistiarňou odpadových vôd z celkového počtu domácností v obci. Dáta boli poskytnuté Výskumným ústavom vodného hospodárstva



Obr. 113: Mapa napojenia obcí na vodovod. Zdroj: VÚVH



Obr. 114: Mapa napojenia obcí na kanalizáciu a čistiareň odpadových vôd. Zdroj: VÚVH

Na mapách (Obr. 113 a Obr. 114) je znázornené napojenie obcí Košického kraja na verejný vodovod a napojenie na kanalizáciu a čistiareň odpadových vôd (ČOV). Väčšina obcí Košického kraja je napojená na

verejný vodovod, až na niektoré výnimky. Najviac obcí, ktoré ešte nemajú vybudovaný verejný vodovod je v okrese Rožňava, Košice – okolie a Sobrance. Situácia ohľadom vybudovania obecnej kanalizácie a ČOV je v porovnaní s napojením na vodovod omnoho horšia. Približne polovica obcí nemá vybudovanú kanalizáciu ani ČOV. Päť obcí má kanalizáciu, ale nemajú ČOV.

6.3. Inštitúcie

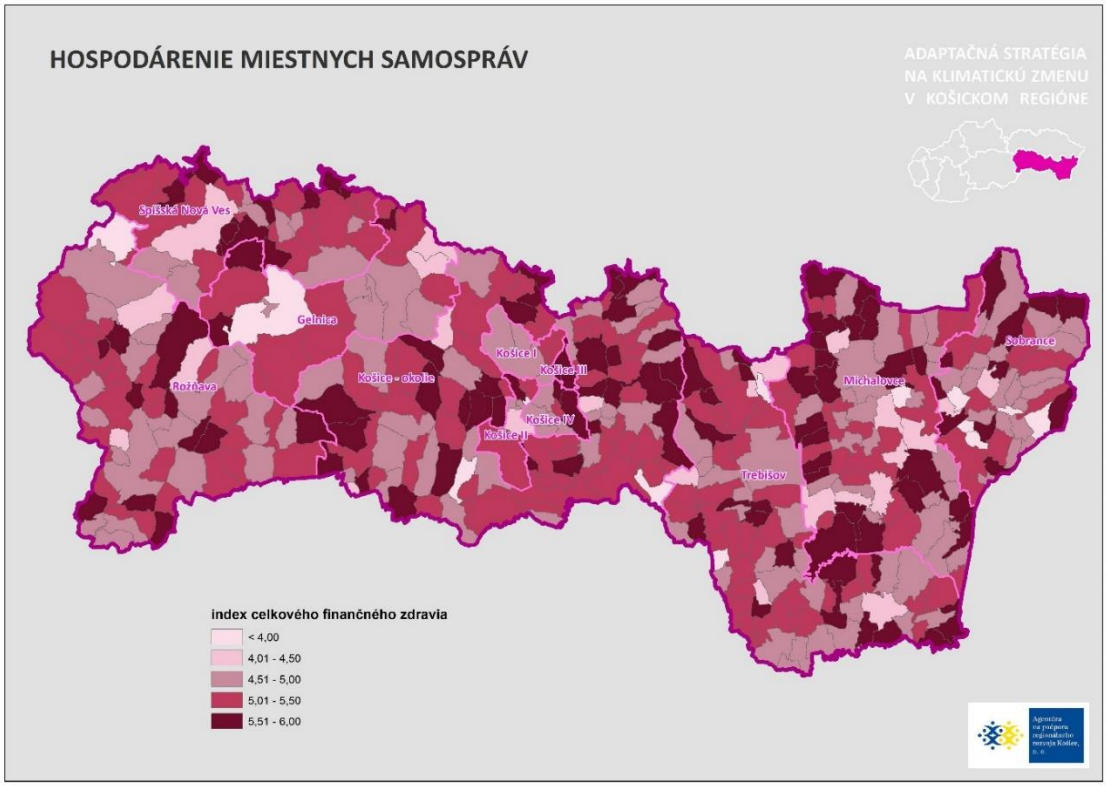
Inštitúcie predstavujú prostriedok na udržanie a prepojenie spoločnosti. Dobre rozvinuté inštitúcie a štruktúry riadenia majú nielen kapacitu na riešenie súčasných problémov, ale umožňujú aj plánovanie do budúcnosti. Zohrávajú dôležitú úlohu v rámci adaptačnej kapacity, nakoľko sa predpokladá, že dobre fungujúce inštitúcie umožňujú adaptáciu a pomáhajú znižovať dopady rizík spojených s klímou. Obce, ktoré majú dobre rozvinuté a fungujúce inštitúcie, sa považujú za obce s vyššou schopnosťou sa adaptovať.

Efektivita riadenia

Vedenie obce a jeho rozhodovanie je taktiež dôležitou súčasťou adaptačnej kapacity, pretože rozhoduje o adaptačných opatreniach ktoré budú vykonané. Jeho efektivita by mala pravdepodobne pozitívne ovplyvňovať adaptačnú schopnosť obce. Ak je rozhodovanie efektívne a vykonáva sa týmto spôsobom, je tiež pravdepodobné, že v prípade potreby budú prijaté potrebné rozhodnutia.

Efektivita riadenia v tejto stratégii je reprezentovaná indikátorom **Hospodárenie miestnych samospráv**. Pridanou hodnotou toho indikátora je, že taktiež odzrkadľuje dostupné finančné zdroje obce, ktoré môže použiť v prípade škôd spôsobených negatívnymi extrémnymi prejavmi počasia.

Metodika indikátora: Indikátor je definovaný indexom celkového finančného zdravia, ktorý je zložený z čiastkových indikátorov celkový dlh, dlhová služba, bilancia bežného účtu, záväzky po splatnosti a záväzky aspoň 60 dní po splatnosti. Čím je hodnota indikátora vyššia, tým je situácia v obci lepšia. Dáta sú dostupné na portály INEKO.



Obr. 115: Hospodárenie miestnych samospráv Košického samosprávneho kraja. Zdroj: INEKO

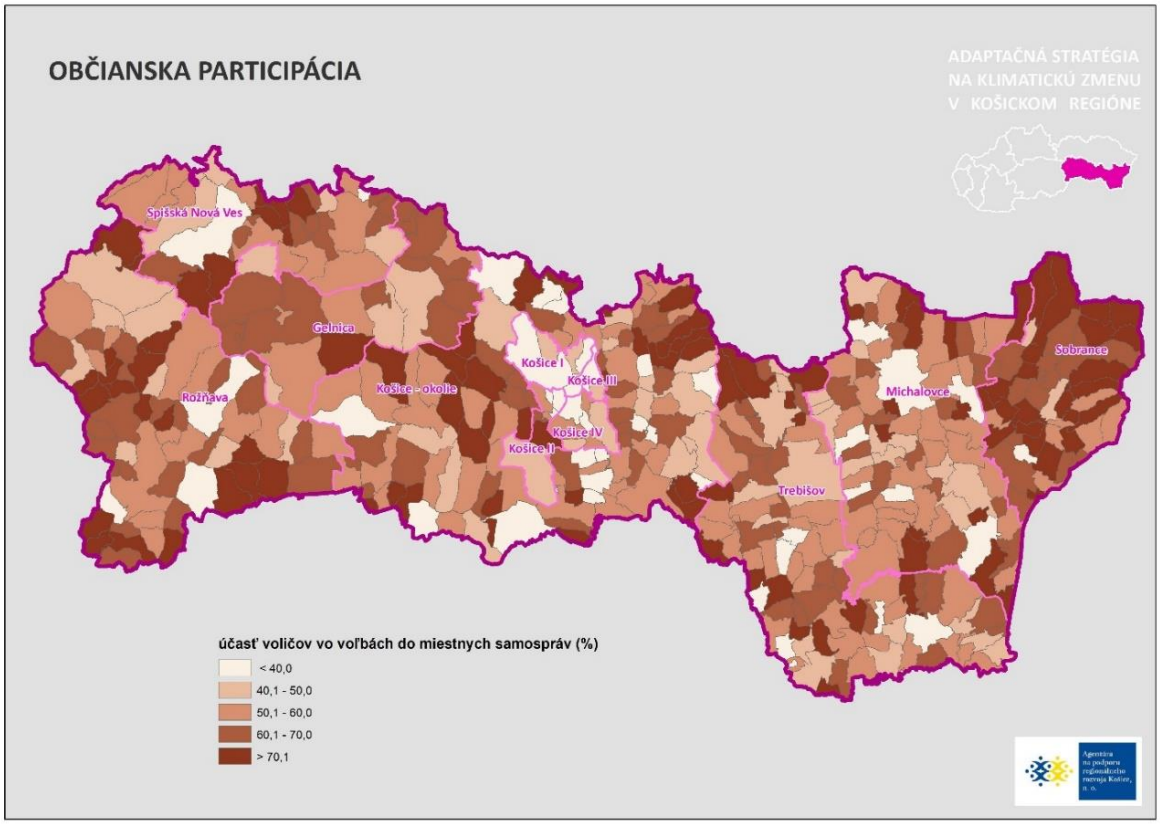
V prípade efektivity riadenia obcí nie je možné z mapy (Obr. 115) vysledovať nejaký trend, nakoľko každá obec je riadená individuálne. Z hľadiska hospodárenia obcí je na tom finančne najlepšie 6 obcí v okrese Trebišov (Bara, Kožuchov, Soľnička, Svinice, Trnávka a Zatín), 2 obce v okrese Sobrance (Blatná Polianka a Blatné Revištia), 4 obce v okrese Michalovce (Beša, Maťovské Vojkovce, Oreské a Veľké Raškovce) a 2 obce v okrese Košice – okolie (Bukovec a Opiná). Všetky tieto obce majú najvyššiu možnú hodnotu indikátora, t. j. hodnotu 6. Z pohľadu finančného zdravia obcí sú najlepšie pripravené reagovať na prípadné prejavy zmeny klímy. Na druhej strane slabé finančné zdravie možno evidovať v obciach Luhyňa v okrese Trebišov (hodnota indikátora: 1,56), Švedlár v okrese Gelnica (hodnota indikátora: 2,63) a v obci Slanská Huta v okrese Košice – okolie (hodnota indikátora: 2,74). Z finančného hľadiska nie sú pripravené reagovať na prejavy klimatickej zmeny tak dobre, ako ostatné obce Košického kraja.

Občianska participácia

Občianska a komunitná angažovanosť vyjadrená zapojením sa do volebného procesu predstavuje signál dôvery v účinnosť demokratického procesu. Je považovaná za esenciálnu súčasť adaptačnej kapacity. Predstavuje zdroj pomoci a podpory v čase krízy.

Občianska participácia v tejto stratégii je reprezentovaná rovnomenným indikátorom.

Metodika indikátora: Indikátor je definovaný percentuálnou účasťou voličov vo voľbách do miestnych samospráv. Dáta sú dostupné na Štatistickom úrade SR.



Obr. 116: Občianska participácia v obciach Košického samosprávneho kraja

Na mape (Obr. 116) je zobrazená občianska participácia v obciach Košického kraja. Nízku občiansku participáciu, ktorá je v tejto stratégii definovaná percentuálnou účasťou voličov vo voľbách do miestnych samospráv, možno sledovať vo väčšine okresných miest s výnimkou Sobraniec. Na druhej strane v obciach je možné pozorovať vyššiu volebnú účasť. Zaujímavým fenoménom je vysoká volebná účasť a teda vysoká miera občianskej angažovanosti vo väčšine obcí v okrese Sobrance.

6.4. Socio-ekonomické zdroje

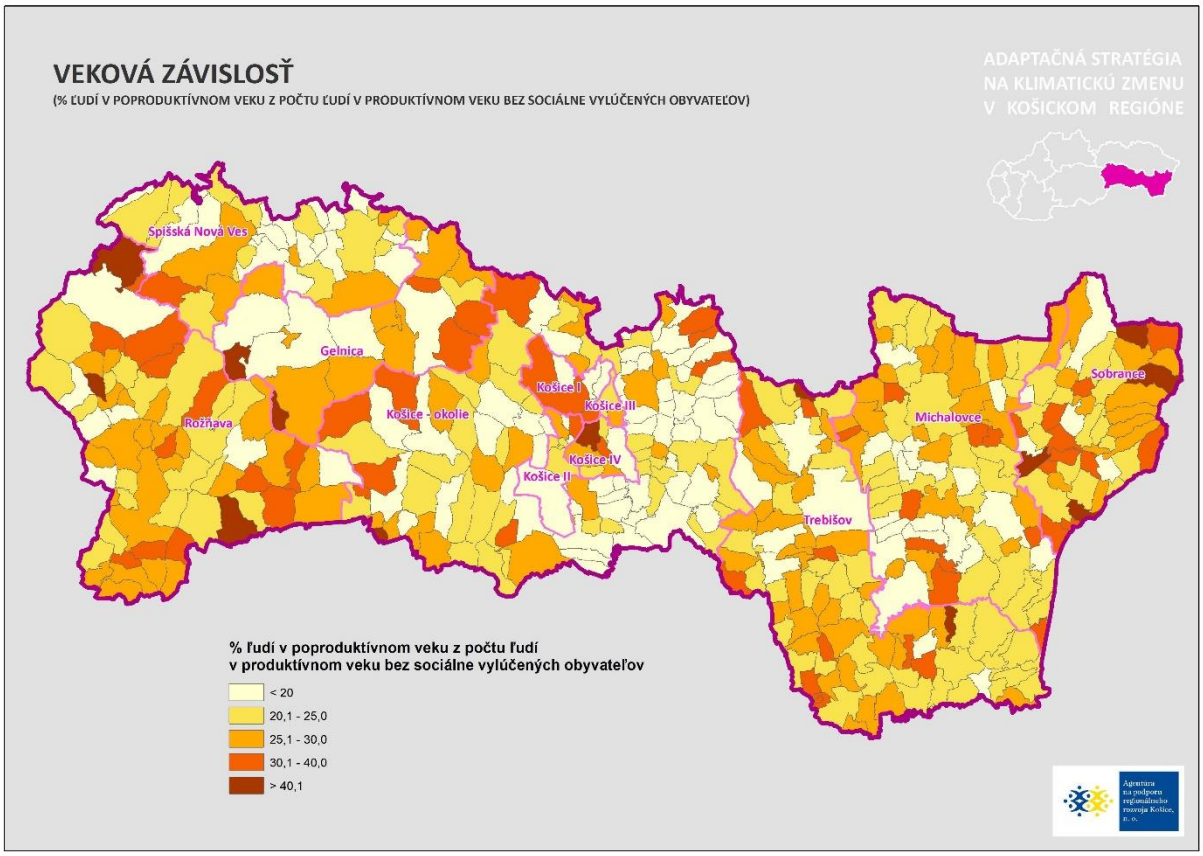
Vedecká a odborná komunita sa zhoduje na tom, že hospodársky majetok, kapitálové zdroje, finančné prostriedky a blahobyt zohrávajú dôležitú rolu v adaptačnej kapacite. Bohaté obce sa s väčšou pravdepodobnosťou budú lepšie prispôsobovať zmenám klímy tým, že budú schopné znášať náklady na adaptáciu. Je však potrebné poznamenať, že to neznamená, že oblasti s pomalším ekonomickým rozvojom sa nevedia prispôsobiť klimatickej zmene. Dôležité taktiež je, ako sa ekonomické zdroje rozdelia. Podľa IPCC (2001) adaptačná kapacita bude väčšia, ak budú zdroje a moc pri riadení zdrojov na adaptáciu spravodlivo rozdelené v rámci komunity, štátu alebo na globálnej úrovni.

Veková závislosť

Ekonomické zdroje, ako už bolo uvedené, sú dôležité pre schopnosť obcí v regióne prispôsobiť sa. Rozsah, v akom je časť obyvateľstva obce závislá od ostatných členov obce, odráža dostupnosť zdrojov na adaptáciu.

Veková závislosť v tejto stratégii je reprezentovaná rovnomenným indikátorom.

Metodika indikátora: Indikátor je vypočítaný ako počet obyvateľov v poproduktívnom veku na 100 obyvateľov v produktívnom veku po odpočítaní poberateľov dávky v hmotnej núdzi. Dáta o obyvateľoch v produktívnom a poproduktívnom veku sú dostupné na Štatistickom úrade SR. Dáta o počte poberateľov dávky v hmotnej núdzi sú dostupné v štatistike Ústredia práce, sociálnych vecí a rodiny.



Obr. 117: Veková závislosť v obciach Košického samosprávneho kraja. Zdroj: štatistika Ústredia práce, sociálnych vecí a rodiny a Štatistický úrad SR

Na mape (Obr. 117) je možné vidieť vekovú závislosť obyvateľov obcí Košického kraja, teda koľko ľudí v poproduktívnom veku pripadá na 100 ľudí v produktívnom veku po odpočítaní poberateľov dávky v hmotnej núdzi. Je možné pozorovať niekoľko skutočností. V meste Košice, konkrétne v mestských častiach Juh, Nad Jazerom, Západ, Staré Mesto, Sever je evidovaných až nad 30 obyvateľov nad 65 rokov na 100

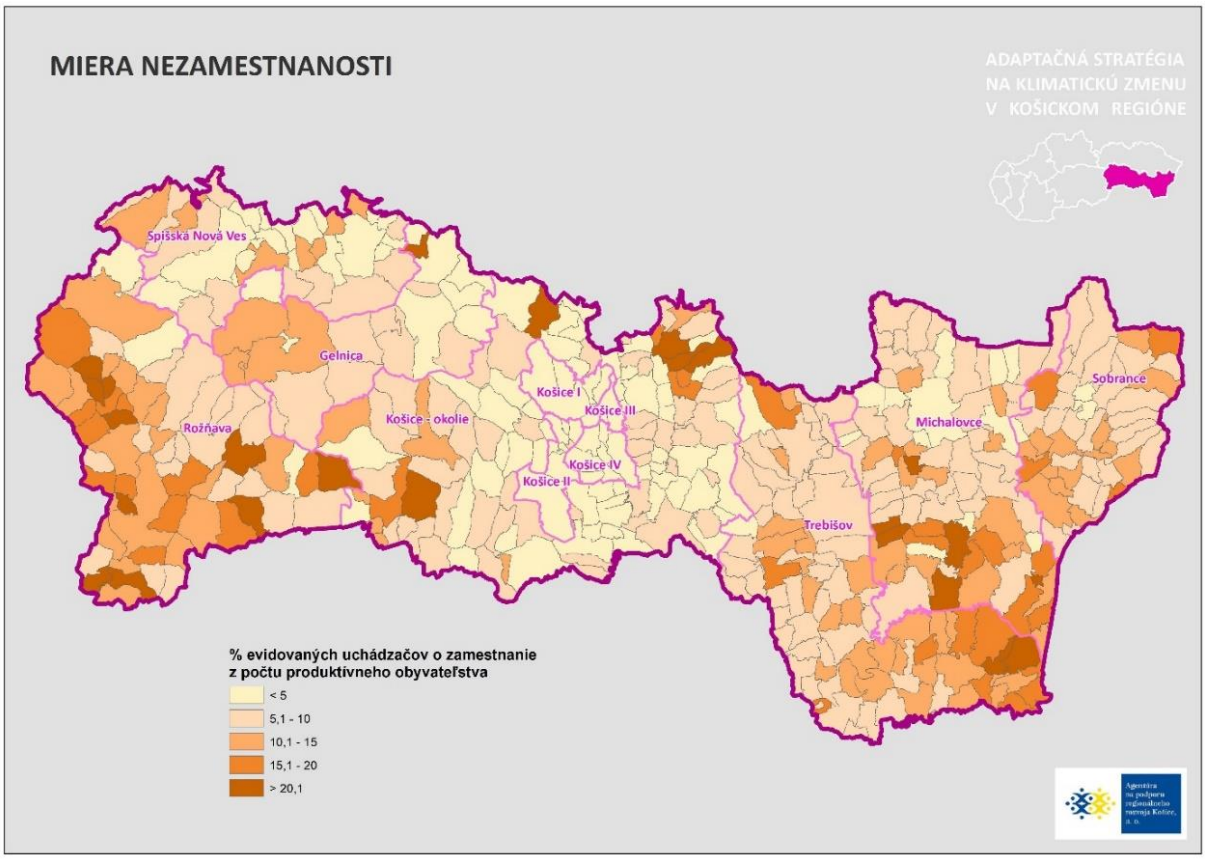
obyvateľov v produktívnom veku. Je to však pravdepodobne spôsobené tým, že veľké množstvo mladých ľudí, ktorí žijú v týchto mestských častiach, sa tu prisťahovali z iných miest a obcí bez zmeny trvalého bydliska, teda nie sú evidovaní ako obyvatelia Košíc. Ďalším pravdepodobným dôvodom je, že práve do týchto mestských častí dochádzajú ľudia za prácou z okolitých miest a obcí. Vďaka tomu je možné sledovať druhú skutočnosť, a to výrazne nízke hodnoty indikátora veková závislosť v obciach okolo mesta Košice, čo v podstate znamená, že množstvo obyvateľov v produktívnom veku býva nie priamo v meste, ale v suburbánnej oblasti okolo mesta. Taktiež je možné vidieť vyšší počet obyvateľov nad 65 rokov na 100 obyvateľov v produktívnom veku po odpočítaní sociálne vylúčených obyvateľov v okresoch Sobrance, Trebišov a Rožňava.

Nezamestnanosť

Adaptačná kapacita závisí od spravodlivosti rozdeľovania zdrojov a právomocí v riadení zdrojov určených na adaptáciu v rámci obcí, resp. regiónu. Štúdie na miestnej úrovni ukázali, že adaptačná kapacita je v rámci krajín nerovnomerná a že rozdelenie adaptačnej kapacity je výsledkom sociálnych a ekonomických procesov, ktoré ovplyvňujú nielen spoločnosť ako celok, ale aj jednotlivcov na základe napríklad ich veku, zdravotného a sociálneho stavu a podobne. Nezamestnanosť môže tiež viesť k nerovnostiam v spoločnosti.

Nezamestnanosť v tejto stratégii je reprezentovaná rovnomenným indikátorom.

Metodika indikátora: Indikátor je vypočítaný ako percento evidovaných uchádzačov o zamestnanie z celkového počtu produktívneho obyvateľstva. Dáta o evidovaných uchádzačoch o zamestnanie sú dostupné v štatistike Ústredia práce, sociálnych vecí a rodiny. Dáta o počte produktívneho obyvateľstva sú dostupné na Štatistickom úrade SR.



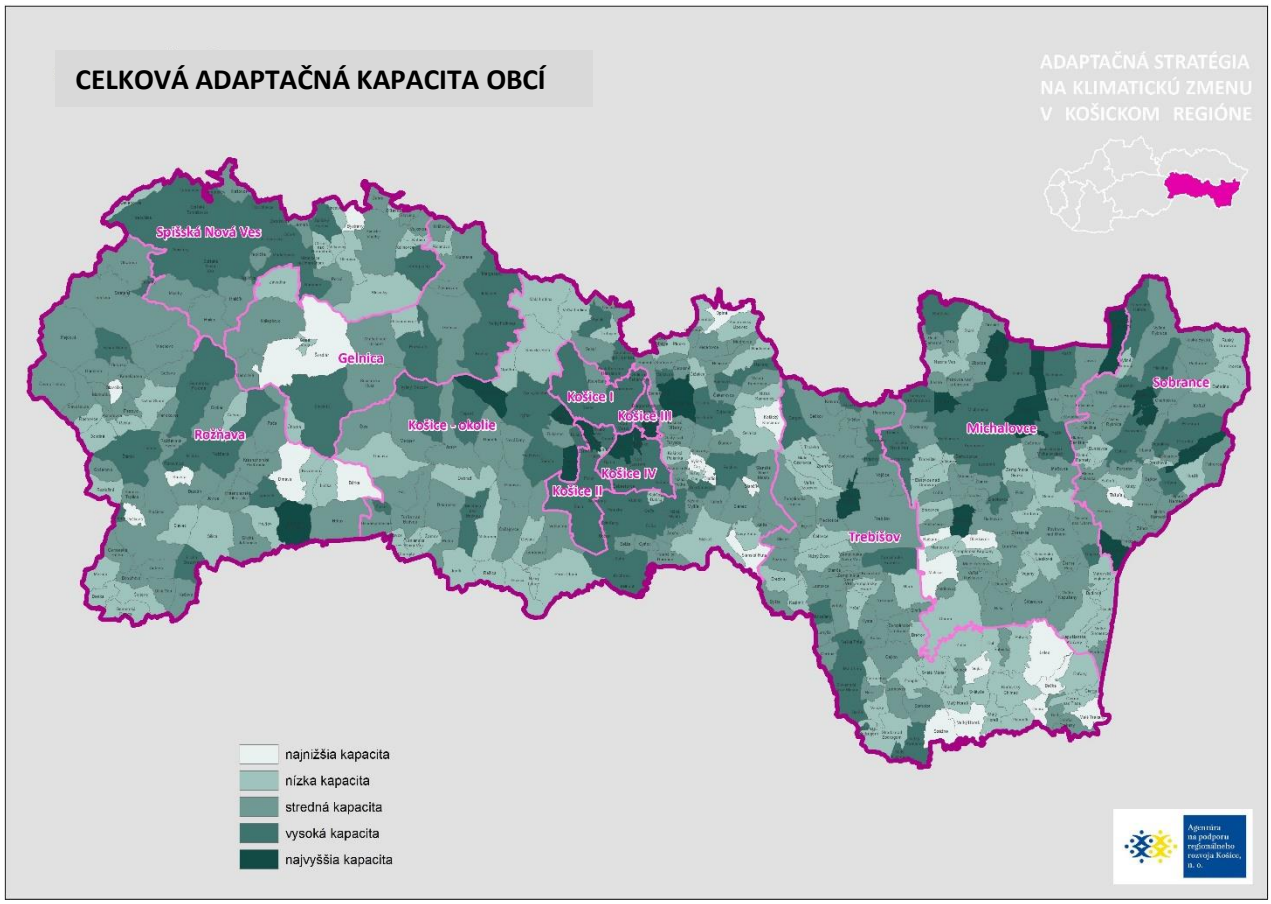
Obr. 118: Nezamestnanosť v obciach Košického samosprávneho kraja. Zdroj: štatistika Ústredia práce, sociálnych vecí a rodiny a Štatistický úrad SR

Mapa (Obr. 118) znázorňuje percento evidovaných uchádzačov o zamestnanie z počtu produktívneho obyvateľstva v obciach Košického kraja. Na mape je možné vidieť spádové oblasti s nízkou nezamestnanosťou v okolí miest Košice, Spišská Nová Ves a Michalovce a miernejšie okolo Sobraniec a Rožňavy. Vysoké percento

nezamestnaných je lokalizovaných najmä v okrajových obciach v juhovýchodnej a juhozápadnej časti Košického kraja.

6.5. Celková adaptačná kapacita kraja

Celková adaptačná kapacita vznikla prepojením jednotlivých indikátorov adaptačnej kapacity – viď nasledujúca mapa:



Obr. 119: Mapa Celková adaptačná kapacita obcí KSK

Na mape na Obr. 119 je graficky znázornená adaptačná kapacita obcí Košického samosprávneho kraja. Obce s vyššou adaptačnou kapacitou mali identifikované lepšie lokálne podmienky, ktoré sú predpokladom pre lepšie adaptovanie sa na prejavy klimatickej zmeny a naopak. Vyššiu adaptačnú kapacitu v porovnaní so zvyškom Košického kraja majú obce v okrese Spišská Nová Ves, mesto Michalovce a obce v okolí mesta Michalovce a mesto Košice aj s najbližším okolím.

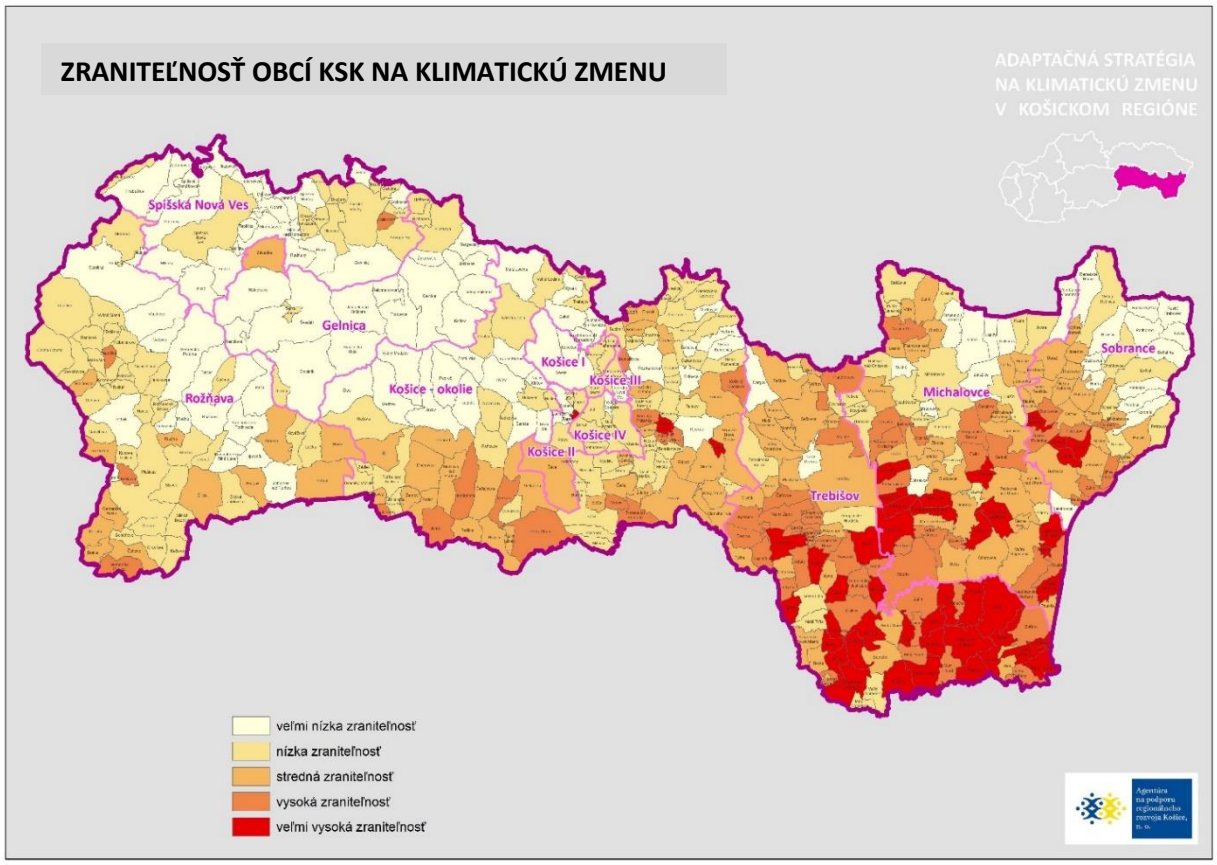
Obce s nižšou adaptačnou kapacitou v porovnaní so zvyškom Košického kraja majú obce v juhovýchodnej časti Východoslovenskej nížiny, na okrajoch okresu Košice-okolie, v obciach vo východnom cípe okresu Sobrance hraničiacich s Ukrajinou a v zopár obciach okresov Spišská Nová Ves, Gelnica a Rožňava.

7. Zraniteľnosť

Zraniteľnosť je definovaná ako stupeň, do ktorého je systém schopný zvládnuť, resp. vysporiadať sa s dôsledkami klimatickej zmeny.

Zraniteľnosť je funkciou charakteru, rozsahu a rýchlosti klimatických odchýlok, ktorým bude systém vystavený, jeho citlivosti a adaptačnej kapacity. V rámci predošlých kapitol boli prezentované mapky dopadu (kombinácia expozície a citlivosti) a po ich agregovaní bola celková mapa dopadu skombinovaná s celkovou (agregovanou) adaptačnou kapacitou.

Takisto ako pri ostatných indikátoroch, resp. mapách vypočítaných z iných zdrojových údajov (ktoré boli normalizované) bez využitia jednotky, mapa porovnáva jednotlivé obce kraja navzájom medzi sebou:



Obr. 120: Mapa zraniteľnosti obcí KSK na klimatickú zmenu

Najvyššia zraniteľnosť sa očakáva v **južnej časti Zemplína, najmä na Medzibodroží**. Dôvodom je, že vysoký dopad nie je kompenzovaný vyššou adaptačnou kapacitou, ako je to pri meste Košice a jeho okolí, resp. čiastočne v severnej časti okresu Michalovce. Ide o región, ktorý bude trpieť v dôsledku nepriaznivého stavu krajiny, v dôsledku depopulácie a starnutiu obyvateľstva obcí a zároveň stavu infraštruktúry (napr. cesty, vodovody), ale aj stavu miestnej ekonomiky, nezamestnanosti a úrovne vzdelania.

8. Monitoring legislatívnych dokumentov a analýza aktivít v oblasti zmeny klímy

Klimatická zmena v súčasnosti ovplyvňuje každú krajinu na každom kontinente. Narúša národné hospodárstva a výrazne ovplyvňuje ľudské životy dnes a ešte výraznejšie bude v budúcnosti. Počasie sa postupne mení, je stále extrémnejšie a emisie skleníkových plynov sú v súčasnosti na najvyššej úrovni v histórii. Bez zásahu by priemerná svetová teplota v tomto storočí pravdepodobne prekročila 3 stupne Celzia. Najchudobnejšie a najzraniteľnejšie skupiny sú postihnuté najviac. (United Nations – Trvalo udržateľné ciele)

Na jednej strane je potrebné zavádzať opatrenia a konať tak, aby sa klimatická zmena zmierňovala. Na druhej strane sme nútení reagovať na dopady, ktoré sú spôsobené klimatickou zmenou a adaptovať sa na nich. Téma adaptácie je vysoko aktuálna a rieši sa na všetkých úrovniach, od miestnej až po medzinárodnú. Na medzinárodnej úrovni sa opiera o

- **Parížsku dohodu** a
- **Rámcový dohovor OSN o zmene klímy**.

Medzi štátmi Európskej Únie vznikol dokument **Stratégia EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy**, ktorý zastrešuje národné stratégie. Na Slovensku za od neho odvíja **Stratégia adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy**.

Európska komisia pripravila k problematike adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy základné dokumenty:

- **Zelená kniha – prispôsobenie sa zmene klímy v Európe – možnosti na uskutočnenie opatrení na úrovni EÚ** (2007),
- **Biela kniha – Adaptácia na zmenu klímy: európsky rámec opatrení** (2009),
- **Stratégia EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy** (2013).

Analýzach cieľov verejných politík

Stratégia adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy z roku 2014

Aktualizovaná Stratégia adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy si dáva za cieľ zlepšiť pripravenosť Slovenska čeliť nepriaznivým dôsledkom zmeny klímy, priniesť čo najširšiu informáciu o súčasných adaptačných procesoch na Slovensku a na základe ich analýzy ustanoviť inštitucionálny rámec a koordinačný mechanizmus na zabezpečenie účinnej implementácie adaptačných opatrení na všetkých úrovniach a vo všetkých oblastiach, ako aj zvýšiť celkovú informovanosť o tejto problematike.

Hlavný cieľ stratégie je napĺňaný čiastkovými cieľmi a rámcovými opatreniami:

- Zabezpečenie aktívnej tvorby národnej adaptačnej politiky
- Efektívna implementácia adaptačných opatrení a monitoring účinnosti týchto opatrení v praxi
- Posilnenie premietnutia cieľov a odporúčaní národnej adaptačnej stratégie v rámci viacúrovňovej správy vecí verejných a podpory podnikania
- Zvyšovanie verejného povedomia o problematike zmeny klímy a budovanie znalostnej základne pre účinnejšiu adaptáciu.
- Podpora synergie medzi adaptačnými a mitigačnými opatreniami a využívanie ekosystémového prístupu pri realizácii adaptačných opatrení všade, kde podmienky umožnia uplatnenie tohto prístupu.
- Podpora premietnutia cieľov a odporúčaní základných medzinárodných právnych nástrojov pre hľadanie riešenia problematiky zmeny klímy, ktorými sú predovšetkým Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj, Rámcový dohovor OSN o zmene klímy a Parížska dohoda.

8.1. Analýza stratégií, koncepcií a plánov v oblasti zmeny klímy

Analýza regionálnych a miestnych stratégií, koncepcií a plánov v oblasti zmeny klímy na území Košického kraja

Program obnovy krajiny

Cieľom Programu obnovy krajiny je, aby v Košickom kraji mohli vzniknúť vodozádržné opatrenia, ktoré dokážu do 10-tich rokov zvýšiť zásoby vodných zdrojov tak, aby Košický kraj nebol v budúcnosti odkázaný na nedostatok vody, aby Košický kraj bol menej ohrozovaný povodňami, suchom, klimatickou zmenou i niektorým prejavmi náhlych zmien počasia. Aby boli zvýšené zásoby podzemných zdrojov vody a týmto zároveň posilnené pramenné oblasti v kraji, aby sa voda vrátila do studní, aby sa zvýšil výpar vody z krajiny a cez vegetáciu dochádzalo k termoregulácii krajiny.

Obsahom Programu je vytvoriť, aktivovať a dlhodobo vytvárať podmienky pre spoločensky užitočné ekonomicky efektívne fungovanie komplexného a integrovaného systému opatrení pre zabezpečenie prevencie pred povodňami, suchom a rastom extrémnych horúčav, pre znižovanie ich rizík, rizík vysušovania krajiny a ostatných rizík náhlych živelných pohrôm.

Akčný plán programu obnovy krajiny Košického kraja na rok 2019

Cieľom Akčného plánu je vytvoriť, aktivovať a systémovo pripraviť podmienky pre komplexnú realizáciu Programu obnovy krajiny v ďalších nasledujúcich rokoch.

Stratégia adaptácie Košického kraja na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy prispieva k napĺňaniu Programu obnovy krajiny Košického kraja.

Spoločná adaptačná stratégia na dopady zmeny klímy v pilotnom území (okres Michalovce, Sobrance a Užhorod)

Spoločná adaptačná stratégia obcí na slovensko-ukrajinskom pohraničí vznikla ako príklad zapracovania globálnej hrozby do plánovania na lokálnej úrovni. Stratégia je určená najmä pre jednotlivé obce v pilotnom území Slovenska a Ukrajiny, aby poznali svoj stav v rámci riešenej problematiky a možné riešenia.

Obsahom spoločnej adaptačnej stratégie sú tri hlavné komponenty:

- hodnotenie zraniteľnosti daného územia, ktoré obsahuje spracovanie klimatologického posúdenia hlavných súčasných a očakávaných dopadov zmeny klímy, identifikáciu, zber, spracovanie a vizuálne zobrazenie indikátorov zraniteľnosti,
- adaptačná politika,
- rámcový adaptačný plán, ktorý predstavuje prehľad možných adaptačných opatrení.

Cieľom stratégie je znížiť zraniteľnosť obcí v okresoch Michalovce, Sobrance a Užhorod voči dopadom zmeny klímy.

Stratégia adaptácie na dopady zmeny klímy v meste Spišská Nová Ves a okolí 2011 - 2020

Zámerom „Stratégie adaptácie na dopady zmeny klímy v meste Spišská Nová Ves a okolí“ je identifikovať a sumarizovať poznatky o možných negatívnych prejavoch zmeny klímy v meste a načrtnúť návrhy možných opatrení a aktivít, osobitne v oblasti zelenej a modrej infraštruktúry. Realizácia navrhnutých opatrení a aktivít v strategickej časti tohto dokumentu by mala napomôcť k zmierneniu predpokladaných dopadov zmeny klímy na zdravie obyvateľstva, na kvalitu obytného prostredia ako aj na technickú infraštruktúru a ochranu majetku. K splneniu tohto strategického cieľa sa stanovili jednotlivé špecifické ciele zamerané na prípravu mesta vzhľadom na zmenené klimatické charakteristiky:

1. **Špecifický cieľ**: Zabezpečenie kvality obytného a prírodného prostredia, ochrany zdravia, majetku a zabezpečenie udržateľného rozvoja mesta Spišská Nová Ves vzhľadom na zvýšenie počtu extrémne horúcich dní a zvýšenie priemernej teploty

2. **Špecifický cieľ**: Zabezpečenie kvality obytného a prírodného prostredia, ochrany zdravia, majetku a zabezpečenie udržateľného rozvoja mesta Spišská Nová Ves vzhľadom na nerovnomernosť, zmeny v časovom rozmiestnení zrážok ako aj ich intenzity a zároveň poklesu kapacity vodných zdrojov
3. **Špecifický cieľ**: Zabezpečenie kvality obytného a prírodného prostredia, ochrany zdravia, majetku a zabezpečenie udržateľného rozvoja mesta Spišská Nová Ves vzhľadom na extrémne poveternostné situácie, osobitne veterné smršte
4. **Špecifický cieľ**: Zvýšenie povedomia odbornej aj laickej verejnosti ohľadom problematiky zmeny klímy a jej dôsledkov pre život v meste. Hľadisko zmeny klímy premietnuť do rozvojových dokumentov, do rozhodovacích konaní, miestnych politík a regulatívov.

Stratégia adaptácie Mestskej časti Košice – Západ na rast častosti a intenzity horúčav

Cieľom stratégie je zníženie zraniteľnosti Mestskej časti Košice – Západ na zvyšovanie častosti a intenzity horúčav.

Špecifické ciele, ktoré napĺňajú hlavný cieľ stratégie, sú:

- **Zníženie citlivosti obyvateľov a územia**, prostredníctvom programov tienenia verejných priestranstiev, ochladzovania verejných priestranstiev a ochladzovania vnútorných priestorov budov vo vlastníctve verejnej správy.
- **Zvýšenie adaptívnej kapacity obyvateľov**, prostredníctvom programov pre rozvoj správnych vzorcov správania sa počas horúčav, pre zvýšenie a skvalitnenie ochladzovacích miest a miest pre osvieženie, správneho rozhodovania, stimulácie obyvateľov a pre rizikové budovy.

Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja Košického samosprávneho kraja na roky 2016 až 2022 - Regionálna integrovaná územná stratégia (RIÚS)

Regionálna integrovaná územná stratégia sa venuje téme zmeny klímy vo svojom špecifickom cieli č. 4.3.1. Zlepšenie environmentálnych aspektov v mestách a mestských oblastiach prostredníctvom budovania prvkov zelenej infraštruktúry a adaptáciou urbanizovaného prostredia na zmeny klímy ako aj zavádzaním systémových prvkov znižovania znečistenia ovzdušia a hluku. Daný cieľ je napĺňaný prostredníctvom regenerácie vnútroblokov sídlisk s uplatnením ekologických princípov tvorby a ochrany zelene a zavádzaním opatrení na zníženie hluku. Aktivity sú riešené prostredníctvom IROP v obciach Košického samosprávneho kraja. Obce, ktoré nie sú oprávneným prijímateľom finančnej pomoci z IROP, majú možnosť sa uchádzať o finančnú podporu v rámci OP KŽP Špecifický cieľ 1.4.1 Zníženie znečisťovania ovzdušia a zlepšenie jeho kvality a Špecifický cieľ 1.4.2 Zabezpečenie sanácie environmentálnych záťaží v mestskom prostredí, ako aj v opustených priemyselných lokalitách (vrátane oblastí, ktoré prechádzajú zmenou). Podrobnejšie informácie k uvedeným špecifickým cieľom sú dostupné v OP KŽP.

Územný plán veľkého územného celku Košický kraj - zmeny a doplnky 2017

Zmeny a doplnky 2017 ÚPN VÚC Košický kraj boli schválené Zastupiteľstvom KSK uznesením č. 509/2017 a záväzná časť vyhlásená **VZN KSK č. 18/2017**, schválené uznesením č. 510/2017, ktoré nadobudlo účinnosť dňa 10.07.2017. Toto VZN novelizuje VZN č. 2/2004.

V oblasti usporiadania územia z hľadiska ochrany kultúrneho dedičstva, ekológie, ochrany prírody, prírodných zdrojov a starostlivosti o krajinu a tvorby krajinnej štruktúry sa všeobecne záväzné nariadenie venuje predovšetkým:

- zabezpečovaniu ochrany prírodných zdrojov vhodným a racionalizovaným využívaním poľnohospodárskej a lesnej krajiny;
- zabezpečovaniu funkčnosti nadregionálnych a regionálnych biocentier a biokoridorov;

- podporovaniu výsadby plošnej a líniovej zelene, prirodzený spôsob obnovy a revitalizáciu krajiny v nadregionálnych biocentrách a biokoridoroch;
- zabezpečovaniu ekologicky optimálneho využívania územia pri rešpektovaní a skvalitňovaní územného systému ekologickej stability, biotickej integrity krajiny a biodiverzity na úrovni regionálnej a lokálnej;
- sanovaniu a revitalizovaniu oblastí, resp. ich častí na území Košického kraja, najmä s vysokým stupňom environmentálnej záťaže;
- rezervovaniu plôch vo výrobných zariadeniach na uplatňovanie moderných ekologických technológií a prechod na využívanie obnoviteľných zdrojov energie, v prospech eliminovania príčin poškodenia životného prostredia;
- podmieňovaniu usporiadania územia z hľadiska aspektov ekologických, ochrany prírody, prírodných zdrojov a tvorby krajinnej štruktúry;
- zachovaniu a ochrane všetkých typov mokradí, revitalizovaniu vodných tokov a ich brehových území s cieľom obnoviť a zvyšovať vodozádržnosť krajiny a zabezpečiť dlhodobo priaznivé existenčné podmienky pre biotu vodných ekosystémov;
- podporovaniu zmeny spôsobu využívania poľnohospodárskeho pôdneho fondu zatrávnením ornej pôdy ohrozovanej vodnou a veternou eróziou;
- riešeniu významných strategických a investičných zámerov v súlade s požiadavkami na ochranu prírody a krajiny;
- rešpektovaniu záplavových a zosuvných území pri umiestňovaní činností do územia, realizácii vhodných opatrení na dosiahnutie obmedzenia alebo zmiernenia ich prípadných negatívnych vplyvov a taktiež zachovávaniu prirodzených inundačných území vodných tokov mimo zastavaných území obcí na transformáciu povodňových prietokov počas povodní.

Územný plán hospodársko-sídelnej aglomerácie Košice

Záväzná časť územného plánu hospodárskej – sídelnej aglomerácie Košice (ÚPN HSA Košice) je vyhlásená všeobecne záväzným nariadením mesta Košice č. 39 (VZN č. 39). Súčasťou záväznej časti ÚPN HSA Košice sú regulatívy pre usporiadanie územia hospodársko-sídelnej aglomerácie Košice, ktoré obsahujú opatrenia na predchádzanie adaptáciu voči nepriaznivým dôsledkom klimatickej zmeny.

V rámci adaptácie na klimatické zmeny v súlade so Stratégiou adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky klímy (MŽP SR január 2014) sa v území realizujú nasledovné opatrenia:

1. Opatrenia proti častejším a intenzívnejším vlnám horúčav
    - zabezpečiť zvyšovanie podielu vegetácie a vodných prvkov v sídlach, osobitne v zastavaných centrách miest
    - vytvárať a podporovať vhodnú mikroklímu pre chodcov a cyklistov
    - zabezpečiť a podporovať ochranu brehových porastov
    - zabezpečiť prispôsobenie výberu drevín pre výsadbu meniacim sa klimatickým podmienkam
    - vytvárať komplexný systém plôch zelene v sídle v prepojení do priľahlej krajiny
2. Opatrenia voči častejšiemu výskytu silných vetrov
    - zabezpečiť a podporovať implementáciu opatrení proti veternej erózii krajiny, napr. výsadbou vetrolamov, živých plotov a pod.
3. Opatrenia voči častejšiemu výskytu sucha
    - podporovať a zabezpečiť opätovné využívanie dažďovej a odpadovej vody

- zabezpečiť minimalizáciu strát vody v rozvodných sieťach
- zabezpečiť opatrenia voči riziku lesných požiarov
- podporovať a zabezpečiť zvýšené využívanie lokálnych vodných plôch

4. Opatrenia voči častejšiemu výskytu intenzívnych zrážok
    - zabezpečiť udržiavanie a rozširovanie plôch s vegetáciou lesných spoločenstiev
    - zabezpečiť a podporovať zvýšenie retenčnej kapacity územia pomocou hydrotechnických opatrení navrhnutých ohľaduplne k životnému prostrediu
    - zabezpečiť a podporovať zvýšenie infiltračnej kapacity územia diverzifikovaním štruktúry krajinnej pokrývky s výrazným zastúpením vsakovacích prvkov, pokiaľ to geologická stavba podložia dovoľuje a minimalizovaním podielu vodonepriepustných povrchov
    - zabezpečiť a podporovať zvyšovanie podielu vegetácie pre zadržiavanie a infiltráciu dažďových vôd
    - zabezpečiť a podporovať renaturáciu a ochranu tokov a mokradí
    - na lesných komunikáciách aplikovať účinnú protipovodňovú ochranu a rozrušovať nepotrebné lesné cesty
    - usmerniť odtokové pomery pomocou drobných hydrotechnických opatrení
    - zabezpečiť a podporovať opatrenia proti vodnej erózii a zosuvom pôdy.

Územný plán sídelného útvaru Gelnica

Záväzná časť územného plánu sídelného útvaru Gelnica je vyhlásená všeobecne záväzným nariadením mesta Gelnica č. 33 (VZN č. 39/1999). V záväznej časti územného plánu a jej doplnkoch sa síce vyslovene nenachádzajú opatrenia na predchádzanie zmeny klímy alebo adaptačné opatrenia na následky zmeny klímy, či už pozitívne alebo negatívne, obsahuje však smernice na dodržiavanie ekologických limitov, ktoré prispievajú k adaptačným opatreniam na následky zmeny klímy.

V území sa realizujú nasledovné opatrenia:

- zrealizuje sa rozšírenie lesoparkov v dotyku so zastavaným územím,
- zabezpečuje sa realizácia zámerov obsiahnutých v Miestnom územnom systéme ekologickej stability.

Územný plán mesta Michalovce

Záväzná časť územného plánu mesta Michalovce bola prijatá uznesením mestského zastupiteľstva č. 160. posledné zmeny a doplnky záväznej časti územného plánu boli prijaté uznesením mestského zastupiteľstva č. 370. Záväzná časť taktiež nerieši priamo adaptáciu na dopady klimatických zmien, obsahuje ale smernice, ktoré prispievajú k adaptačným opatreniam na následky zmeny klímy

Patria medzi nich napríklad:

- vytvárať podmienky pre výsadbu drevinovej zelene na plochách mimo lesa v poľnohospodárskej krajine okolo diaľnice, poľných ciest, potokov a na hraniciach jednotlivých blokov poľnohospodárskej pôdy;
- v maximálne možnej miere zachovať existujúce brehové porasty vodných tokov, na regulovaných častiach tokov vytvárať výsadbou nové resp. rekonštruované brehové porasty.
- vytvárať podmienky pre zachovanie funkčnosti prvkov systému ekologickej stability;
- chrániť a zveľaďovať plochy verejnej zelene.

Územný plán mesta Rožňava

Záväzná časť územného plánu mesta Rožňava je vyhlásená všeobecne záväzným nariadením mesta č. 41 (VZN č. 41). V záväznej časti územného plánu a jej doplnkoch sa nenachádzajú opatrenia na predchádzanie dopadom zmeny klímy. Obsahuje však smernice, ktoré prispievajú k adaptačným opatreniam na následky zmeny klímy.

Patria medzi nich napríklad:

- v rámci technicko-organizačných opatrení: výsadba parkovej zelene v urbanizovanom prostredí navrhovanej bytovej výstavby;
- v rámci krajinnoekologických opatrení: zachovať a podľa potreby vhodným spôsobom revitalizovať všetky regionálne a lokálne prvky územného systému ekologickej stability; stabilizovať a rozširovať plošnú a líniovú nelesnú drevinovú vegetáciu v krajine; výstavbu nových líniových stavieb realizovať v existujúcich koridoroch infraštruktúry tak, aby sa nenarušili prvky MÚSES; zachovať ekologický prístup a trvalo udržateľný rozvoj vidieckych zón okolo mesta
- v rámci ochrany vody: riešiť úpravu odtokových pomerov v povodí Rožňavského potoka v blízkosti intravilánu mesta: sanácia strží, pôdoochranné opatrenia – zasakovacie prielohy, recipienty vôd z povrchového odtoku; realizovať opatrenia vyplývajúce z Hydroekologického plánu Slanej a Rimavy III. cyklus (Ministerstvo ŽP SR a SHMÚ Bratislava, 2003). V rámci ekologizácie koryta Slanej je navrhované vytvorenie hlbočiny v koryte lemované plytčinami, prípadne štrkovými lavicami, spriechodnenie stupňov ako migračných bariér pre ryby, dosadenie chýbajúcich pravobrežných brehových porastov a doplnenie rekreačných úprav brehov.

Územný plán mesta Spišská Nová Ves

Záväzná časť územného plánu mesta Rožňava je vyhlásená všeobecne záväzným nariadením mesta č. 5/2000 (VZN č. 5/2000). V záväznej časti územného plánu a jej doplnkoch sa nenachádzajú konkrétne adaptačné opatrenia na následky zmeny klímy, obsahuje však smernice, ktoré prispievajú k adaptačným opatreniam na následky zmeny klímy, ako napríklad:

- zvýšenie retenčnej schopnosti územia a pôdoochrannými opatreniami zníženie vodnej erózie a spomalenie odtoku dažďových vôd z územia - povodia potokov Holubnica, Hlinica, Labanec, Brusník a realizáciou malej vodnej nádrže na potokoch Hlinica a Labanec;
- revitalizácia upraveného koryta rieky Hornád a jej nivy na ekologických princípoch;
- uplatňovanie ekologických princípov pri riešení navrhovaných úprav potokov v riešenom území;
- pri územnom rozvoji akceptovať záplavové územie pre návrhový prietok Q100 vodného toku Hornád;
- v zastavanom území sídla zachovať, skvalitňovať a rozširovať plochy verejnej zelene, hlavne v obytných zónach, zónach zotavenia a výrobno-prevádzkových areáloch;
- nepripúšťať zmenu funkčného využitia plôch verejnej zelene pre iné funkčné využitie, hlavne v obytných zónach;
- rezervovať plochy medzi riekou Hornád a sídliskom Mier pre celomestský park, s jeho funkčným a priestorovým zapojením do komplexne koncipovanej vnútromestskej rekreačnej zóny „Hornád“;
- rezervovať plochy pre rozšírenie areálu Madaras parku s uplatnením vodnej plochy v alúviu rieky Hornád.

Územný plán mesta Sobrance

Mesto Sobrance schválilo všeobecne záväzné nariadenie č. 11/2019, ktorým sa vyhlasujú Zmeny a doplnky č. 4/2019 záväznej časti Územného plánu mesta Sobrance. V záväznej časti územného plánu a jej doplnkoch sa nenachádzajú konkrétne adaptačné opatrenia na následky zmeny klímy, obsahuje však smernice, ktoré prispievajú k adaptačným opatreniam na následky zmeny klímy, ako napríklad:

- chrániť kúpeľný les, navrhnúť doplnenie druhového zloženia lesných porastov o ihličnaté dreviny, na funkčné plochy navrhnúť výsadbu okrasných drevín;
- rešpektovať v grafickej časti ÚPN mesta zdokumentované prvky regionálneho a miestneho územného systému ekologickej stability;
- zachovať prírodnú brehovú vegetáciu pozdĺž vodných tokov (kanálov) pretekajúcich katastrálnym územím mesta a ich reguláciu riešiť ekologicky prijateľným spôsobom;
- riešiť v zastavanom území mesta zachovanie, udržiavanie a zvýšenie podielu drevinovej vegetácie vo verejných i súkromných priestoroch;
- doplniť protipovodňové opatrenia na realizovať protipovodňovú ochranu pred prietokom Q100 ročných veľkých vôd, úpravu vodných tokov (kanálov) na Q100 riešiť ekologicky vhodným spôsobom
- v maximálne možnej miere zachovať existujúce brehové porasty vodných tokov, na regulovaných častiach tokov vytvárať výsadbou nové, resp. rekonštruované brehové porasty;
- chrániť a zveľaďovať plochy verejnej zelene, najmä verejné parky, cintoríny.

Územný plán mesta Trebišov

Mesto Sobrance schválilo všeobecne záväzné nariadenie č. 69/2019, ktorým sa vyhlasujú Zmeny a doplnky č. 4/2019 záväznej časti Územného plánu mesta Trebišov. V záväznej časti územného plánu a jej doplnkoch sa nenachádzajú konkrétne adaptačné opatrenia na následky zmeny klímy, obsahuje však smernice, ktoré prispievajú k adaptačným opatreniam na následky zmeny klímy, ako napríklad:

- zvýšiť podiel plôch s NDV na k. ú. Trebišova Milhostova. Existujúce plochy lesov včítane lesoparku zachovať v existujúcom rozsahu a dosadiť domácimi drevinami;
- realizovať novú líniovú NOV, sprievodnú zeleň pozdĺž umelých vodných tokov (kanálov) a hydromelioračných kanálov podľa návrhu ÚPN mesta z domácich druhov drevín;
- realizovať náhradnú výsadbu za asanované dreviny na ploche lesa s topoľovou výsadbou na Družstevnej ulici;
- existujúcu parkovú zeleň v meste včítane malých parkových plôch pred budovami zachovať a nezastavovať novými funkciami;
- plochy cintorínov dosadiť solitérnou stromovou zeleňou;
- realizovať novú parkovú plochu zelene v rozvojovej lokalite obytného územia Trebišov Západ;
- realizovať nový lesopark mesta na lokalite „Čongov“.

8.2. Monitoring aktivít inštitúcií a samosprávy v oblasti zmeny klímy

<u>Monitoring aktivít celoštátnych inštitúcií, regionálnej samosprávy a miestnej samosprávy v oblasti zmeny klímy</u>

Sektorové stratégie, koncepcie a plány s podporným charakterom pre adaptačné opatrenia v oblasti zmeny klímy

Smernica o hodnotení a manažmente povodňových rizík

Za účelom znížiť nepriaznivé dôsledky povodní na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a hospodársku činnosť bola v rámci Európskeho spoločenstva vytvorená **smernica 2007/60/ES o hodnotení a manažmente povodňových rizík**. Následne bola transponovaná do právnej sústavy Slovenskej republiky **zákonom č. 7/2010 Z. z.**. Tento zákon udáva povinnosť pravidelne prehodnocovať a aktualizovať základné

koncepčné materiály o manažmente povodňových rizík, ktorými sú predbežné hodnotenie povodňového rizika, povodňové mapy a plány manažmentu povodňových rizík.

Plány manažmentu povodňového rizika z roku 2018

Vychádzajúc zo zákona **č. 7/2010 Z. z.**, pre oblasti, v ktorých bola identifikovaná existencia významného povodňového rizika a oblasti, v ktorých možno predpokladať jeho pravdepodobný výskyt, boli v decembri 2013 vyhotovené:

- **mapy povodňového ohrozenia**, ktoré zobrazia rozsah záplav územia povodňami s rôznymi dobami opakovania,
- **mapy povodňového rizika**, ktoré znázornia pravdepodobné následky povodní zobrazených na mapách povodňového ohrozenia na obyvateľstvo, hospodárske aktivity, kultúrne dedičstvo a životné prostredie.

Následne budú do decembra 2019 a každých 6 rokov prehodnocované a v prípade potreby aktualizované.

Návrh orientácie, zásad a priorít vodohospodárskej politiky Slovenskej protipovodňovej ochrany do roku 2027

Návrh orientácie, zásad a priorít vodohospodárskej politiky Slovenskej republiky do roku 2027 je základným otvoreným rámcovým dokumentom politiky vodného hospodárstva Slovenskej republiky pre plánovacie procesy a ich implementáciu do roku 2021, resp. do roku 2027.

Treťou z priorít vodohospodárskej politiky je **Ochrana pred následkami povodní, sucha a nedostatku vody a adaptácia na zmenu klímy**.

Priorita je zameraná na zníženie povodňového rizika na povodňami ohrozovanom území, na predchádzanie záplavám spôsobovanými povodňami a na zmierňovanie nepriaznivých následkov povodní na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a na hospodársku činnosť. Priorita 3 zahŕňa činnosti na ochranu pred následkami povodní, sucha a nedostatku vody a adaptáciu na zmenu klímy, medzi ktoré patrí napríklad preskúmať a realizovať opatrenia založené na integrovanom spôsobe riadenia katastrof zameraných na predchádzanie sucha a záplav; podporovať prírodné opatrenia (v súlade so stratégiou Európskej únie v oblasti biodiverzity do roku 2020) na zadržiavanie vody ako je obnova záplavových území a mokradí; vykonávať, prehodnocovať a v prípade potreby aktualizovať predbežné hodnotenie povodňového rizika v čiastkových povodiach v súlade so zákonom č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami; vypracovať a aktualizovať plány manažmentu povodňového rizika; venovať zvýšenú pozornosť ochrane pred povodňami najmä v horných častiach povodí; realizovať opatrenia umožňujúce riadenie odtoku vody z krajiny; vytvárať podmienky na riadené usmerňovanie odtokového režimu povrchových vôd; prehodnotiť územné plánovanie s cieľom zabrániť nekoordinovanej výstavbe; prehodnotiť hospodárenie v krajine na zamedzenie rýchleho odtoku zrážkových vôd a zabezpečenie obnovy krajinných štruktúr.

Akčný program trvalo udržateľnej ochrany pred povodňami v povodí Dunaja z roku 2004

Akčný program ochrany pred povodňami je dokument Medzinárodnej komisie na ochranu Dunaja zo 14. decembra 2004. Obsahuje odporúčania a všeobecné prehľady metodických postupov potrebných na zostavovanie akčných plánov ochrany pred povodňami v čiastkových povodiach Dunaja.

V akčnom programe trvalo udržateľnej ochrany pred povodňami v povodí Dunaja sú pre celé povodie Dunaja vytýčené štyri hlavné ciele, ktoré Medzinárodná komisia na ochranu Dunaja postupne rozpracováva na ďalších pravidelných zasadaniach:

1. Zdokonalenie predpovedných systémov a prostriedkov včasného varovania, účelové prepojenie národných a regionálnych prognostických systémov.
2. Príprava a koordinácia prác pri tvorbe akčných plánov čiastkových povodí Dunaja.
3. Výmena odborných poznatkov a skúseností na rôznych úrovniach.

4. Odporúčania na spoločný postup pri určovaní rozsahu území ohrozovaných povodňami, pri hodnotení rizika výskytu záplav a ich možných dôsledkov

Program prevencie a manažmentu zosuvných rizík na 2014 – 2020

Účelom programu je eliminovať negatívne vplyvy zosuvného rizika na životy a majetok obyvateľov a na životné prostredie, a tým prispieť k lepšej kvalite života a ochrane životného prostredia.

Na základe poznania súčasného stavu svahových deformácií a zosuvných rizík na území Slovenska boli pre obdobie 2014 - 2020 definované ciele programu a aktivity, ktoré ich napĺňajú:

1. Cieľ „Prevencia zosuvných rizík na území Slovenskej republiky“ – v rámci tohto cieľa sa kladie dôraz na zlepšenie prevencie zosuvných rizík a identifikáciu, registráciu a inžinierskogeologické mapovanie svahových deformácií
2. Cieľ „Manažment zosuvných rizík v najohrozenejších oblastiach Slovenskej republiky“ – v rámci cieľa je potrebné uskutočniť inžinierskogeologický prieskum svahov

Štátny program sanácie environmentálnych záťaží 2016 – 2021

Štátny program sanácie environmentálnych záťaží (2016 – 2021) predstavuje strategický dokument Ministerstva životného prostredia SR s celoštátnym dosahom pre systematické odstraňovanie environmentálnych záťaží na Slovensku, ktorý určuje rámcové úlohy a opatrenia na postupné znižovanie negatívnych vplyvov environmentálnych záťaží na zdravie človeka a životné prostredie.

Štátny program sanácie environmentálnych záťaží sa zameriava na zlepšenie manažmentu environmentálnych záťaží, na ich identifikáciu a prieskum pravdepodobných environmentálnych záťaží a podrobný prieskum, na ich sanáciu a monitoring.

Operačný program kvalita životného prostredia na obdobie 2014 – 2020

Globálnym cieľom OP KŽP je podporiť udržateľné a efektívne využívanie prírodných zdrojov, zabezpečujúce ochranu životného prostredia, aktívnu adaptáciu na zmenu klímy a podporu energeticky efektívneho nízkouhlíkového hospodárstva. S cieľom dosiahnutia uvedeného globálneho cieľa boli do investičnej stratégie OP KŽP zahrnuté tri základné tematické ciele, a to:

- Podpora prechodu na nízkouhlíkové hospodárstvo vo všetkých sektoroch (TC4);
- Podpora prispôsobovania sa zmene klímy, predchádzanie a riadenie rizika (TC5);
- Zachovanie a ochrana životného prostredia a podpora efektívneho využívania zdrojov (TC6).

Akčný plán pre životné prostredie a zdravie obyvateľov Slovenskej republiky V. z roku 2018

Akčný plán (NEHAP V.) reflektuje priority Ostravskej deklarácie v oblasti environmentálneho zdravia, ktoré sú definované členskými štátmi WHO/EURO. Pre každú z priorít sú stanovené strategické dlhodobé ciele na zlepšovanie súčasného stavu environmentálnych determinantov.

Akčný plán sa zameriava na témy, ako:

- zlepšenie kvality vnútorného a vonkajšieho ovzdušia;
- zabezpečenie všeobecného, spravodlivého a trvalo udržateľného prístupu k bezpečnej pitnej vode;
- minimalizácia nepriaznivých účinkov chemických látok na ľudské zdravie a životné prostredie;
- predchádzanie a odstraňovanie nepriaznivých vplyvov na životné prostredie a zdravie, nákladov a nerovností súvisiacich s odpadovým hospodárstvom a kontaminovanými lokalitami;
- posilnenie adaptačných schopností a odolnosti voči zdravotným rizikám súvisiacich so zmenou klímy;

- podpora úsilia európskych miest a regiónov o to, aby sa stali zdravšími, inkluzívnejšími, bezpečnejšími, odolnejšími a udržateľnejšími;
- budovanie environmentálnej udržateľnosti zdravotníckych systémov.

Národná stratégia ochrany biodiverzity do roku 2020

Hlavný cieľ národnej stratégie do roku 2020 vyplýva zo záväzku, ktorý si stanovila EÚ, a to "zastaviť stratu biodiverzity a degradáciu ekosystémov a ich služieb v SR do roku 2020, zabezpečiť obnovu biodiverzity a ekosystémov vo vhodnom rozsahu a zvýšiť náš príspevok k zamedzeniu straty biodiverzity v celosvetovom meradle". Stratégia si stanovuje ciele v nasledujúcich oblastiach, ktoré priaznivo pôsobia na znižovanie citlivosti na negatívne dopady zmeny klímy:

- Zastaviť zhoršovanie stavu všetkých druhov a biotopov;
- Zabezpečiť informovanosť laickej a odbornej verejnosti o význame biodiverzity;
- Zaistiť zachovanie a posilnenie ekosystémov a ich služieb, a to prostredníctvom zriadenia zelenej infraštruktúry a obnovy najmenej 15 % zdegradovaných ekosystémov;
- Realizovať opatrenia Spoločnej poľnohospodárskej politiky priaznivé pre biodiverzitu;
- Zabezpečiť v rámci realizácie programov starostlivosti o lesy merateľné zlepšenie stavu ochrany druhov a biotopov;
- Zabezpečiť priaznivý stav ochrany vodných a na vodu viazaných biotopov;
- Zabezpečiť, aby sa zmiernil negatívny vplyv inváznych druhov na biodiverzitu;
- Znižovať intenzitu pôsobenia negatívnych faktorov na biodiverzitu;
- Zaangažovať široké spektrum zainteresovaných strán.

Akčný plán pre implementáciu opatrení vyplývajúcich z aktualizovanej Národnej stratégie ochrany biodiverzity do roku 2020

Dosiahnutie cieľov stanovených v stratégií je podrobnejšie rozpracované v dokumente Akčný plán pre implementáciu opatrení vyplývajúcich z aktualizovanej národnej stratégie ochrany biodiverzity do roku 2020 schválenom uznesením vlády SR č. 442/2014 dňa 10.9.2014. Koncom roka 2018 bolo uskutočnené priebežné vyhodnotenie plnenia úloh. Medzi realizované úlohy, ktoré najviac prispievajú k znižovaniu vplyvov zmeny klímy, patria napríklad:

- vypracovanie strategického rámca obnovy zdegradovaných ekosystémov;
- realizácia opatrení na zvýšenie ekologickej funkčnosti prírodných a umelo vytvorených mokraďových krajinných prvkov
- príprava a realizácia projektu z OP KŽP "Spracovanie projektov Regionálnych územných systémov ekologickej stability pre potreby vytvorenia základnej východiskovej bázy pre reguláciu návrhu budovania zelenej infraštruktúry" s cieľom aktualizácie dokumentov ochrany prírody a krajiny pre 57 okresov SR;
- príprava podkladov týkajúcich sa zelenej infraštruktúry v rámci činnosti v Pracovnej skupine monitorovacieho výboru pre podporu opatrení využívajúcich zelenú infraštruktúru v rámci výziev na ochranu pred povodňami a výzvy na vodozádržné opatrenia v urbanizovanej krajine v rámci OP KŽP, implementácia zásad tvorby zelenej infraštruktúry a jej podpora v návrhoch protipovodňových opatrení (2017-2018);
- spracovávanie modelu implementácie zelenej infraštruktúry;
- realizácia grantového mechanizmu pre podporu budovania zelenej infraštruktúry na lokálnej úrovni;

- Posilňovanie zelenej infraštruktúry na lokálnej úrovni mimo obcí najmä na základe projektov ÚSES a projektových úprav.

Národný lesnícky program Slovenskej republiky a Akčný plán Národného lesníckeho programu Slovenskej republiky na obdobie 2015 – 2020

Základným princípom, z ktorého Národný lesnícky program vychádza, je obhospodarovanie lesov trvalo udržateľným spôsobom, pri motivačnom pôsobení štátnej lesníckej politiky na podporu verejných záujmov a zvyšovaní zodpovednosti vlastníkov lesov za ich majetok.

NLP SR pokrýva päť strategických cieľov:

1. Podpora ekologického obhospodarovania lesov,
2. Zlepšovanie a ochrana životného prostredia,
3. Zlepšovanie kvality života,
4. Zvyšovanie dlhodobej konkurencieschopnosti,
5. Posilňovanie kooperácie, koordinácie a komunikácie,

Na zabezpečenie jeho realizácie bol nastavený akčný plán na obdobie 2007-2013 a následne naňho nadväzujúci akčný plán na obdobie rokov 2015-2020.

Koncepcia rozvoja pôdohospodárstva SR na roky 2013 – 2020

Aj v Koncepcii rozvoja pôdohospodárstva SR je venovaná pozornosť klimatickej zmene a jej dopadom, konkrétne v časti **4.2 Ekologický aspekt trvalo udržateľného obhospodarovania lesov**:

V rámci napĺňania základných predpokladov pre zlepšovanie biologickej rozmanitosti, zdravie a odolnosť lesných ekosystémov, viazanie uhlíka a integritu boli takto zadefinované tieto prioritné úlohy:

- Zabezpečenie starostlivosti o drobné vodné toky v pôsobnosti Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, prostredníctvom zabezpečenia ochrany lesných pozemkov, priľahlých poľnohospodárskych pozemkov a intravilánov obcí pred povodňami, zlepšením zadržiavania vody v krajine, zmierňovaním dopadov klimatickej zmeny, podporovaním a zachovaním biologickej diverzity;
- Podpora ochrany a trvalého využívania genetických zdrojov lesných drevín, prostredníctvom zabezpečenia dostatočného počtu a ochrany genetických zdrojov lesných drevín, podpory zakladania nových a ochrany existujúcich zdrojov genofondu lesných drevín, a to najmä z oblastí poškodených pôsobením škodlivých činiteľov;
- Obnova funkcií lesov na plochách postihnutých kalamitou a zvýšenie stability lesných porastov.

V rámci agroenvironmentálnych operácií súvisiacich s klímou je hlavný dôraz kladený na podporu poľnohospodárom alebo skupinám poľnohospodárov, ktorí sa dobrovoľne zaviažu vykonávať na poľnohospodárskej pôde operácie pozostávajúce z jedného alebo viacerých agroenvironmentálnych záväzkov súvisiacich s klímou.

Strategický plán rozvoja dopravnej infraštruktúry do roku 2030 – Fáza II

Strategický plán je dokumentom dlhodobého charakteru s horizontom roku 2030. Hlavným zámerom strategického plánu je nastaviť efektívny smer rozvoja dopravného sektora. V Pláne bola definovaná rozvojová vízia, strategické globálne ciele, horizontálne a modálne špecifické ciele a opatrenia, ktoré vyplývajú z problémov a potenciálnych faktorov rozvoja identifikovaných v analytickej časti.

Negatívnych dopadov zmeny klímy sa týka **Strategický globálny cieľ 5**: „Zníženie negatívnych environmentálnych a negatívnych socioekonomických dopadov dopravy, vrátane zmeny klímy, v dôsledku monitoringu životného prostredia, efektívneho plánovania/realizácie infraštruktúry a znižovaním počtu konvenčne poháňaných dopravných prostriedkov, resp. využívaním alternatívnych palív."

Horizontálny špecifický cieľ dopravného sektora slovenskej republiky do roku 2030: Systematicky znižovať negatívne socioekonomické a environmentálne vplyvy dopravy - Znižovanie socioekonomických a environmentálnych vplyvov dopravy je významným cieľom zameraným hlavne na: redukciu emisií skleníkových plynov do ovzdušia, minimalizáciu počtu obyvateľov zasiahnutých hlukom, vibráciami, dopravnými nehodami a ďalšími determinantmi zdravia generovanými dopravným sektorom, znižovanie spotreby energie, zábery pôdy, prírodu a krajinu, vodné útvary, riziká spojené so zmenou klímy, minimalizáciu tvorby odpadov a zabezpečenie environmentálne priaznivého nakladania s nimi.

Koncepcia územného rozvoja Slovenska 2011 – Zmena a doplnky č. 1 smernej časti Koncepcie územného rozvoja Slovenska 2001

Koncepcia územného rozvoja Slovenska (skrátene KÚRS) predstavuje celoštátnu územnoplánovaciu dokumentáciou, ktorá vyjadruje hlavné ciele územnoplánovacej politiky štátu, priestorový rozvoj SR v celoštátnych a medzinárodných súvislostiach. KÚRS bola sformulovaná na základe požiadaviek rovnovážneho sídelného rozvoja, zabezpečenia rovnocennej dostupnosti k infraštruktúram, zachovania a rozvoja biodiverzity, prírodného a kultúrneho dedičstva, zachovania prvkov prírody, vyjadrený v princípoch trvalo udržateľného rozvoja.

Jednou z oblastí, ktorým sa venuje a ktorá by mala dopomôcť k riešeniam a predchádzaniu negatívnych dopadov klimatickej zmeny, sú Zásady usmerňovania územného rozvoja. Cieľom týchto zásad je utvárať rovnocenné životné podmienky na celom území Slovenskej republiky a vytvárať územné predpoklady na zlepšenie životného prostredia, zabezpečenie ekologickej stability, zachovanie kultúrno-historického dedičstva a pre trvalo udržateľný rozvoj.

9. Princípy tvorby strategickej časti

Adaptácia na dôsledky klimatickej zmeny musí mať udržateľný charakter, pričom nevyhnutný je integrovaný a nie izolovaný sektorový prístup. V úvode strategickej časti sú identifikované tieto integrujúce princípy:

1. Na princípe obehovej ekonomiky podporovať revitalizáciu vodných tokov a napojenie starých zaslepených mŕtvych ramien riek na riečne systémy, pri zamedzení vybrežovania povodňových vôd z korýt sa orientovať na odstraňovanie príčin vzniku povodní a nie na riešenie dôsledkov, rozširovanie a prehlbovanie korýt a navyšovanie hrádzí. Podporovať technológie čistenia odpadových vôd na princípe znižovania prevádzkovej náročnosti, energetickej spotreby prostredníctvom biokoreňového čistenia odpadových vôd, aby sa voda prostredníctvom výparu vracala do malých vodných cyklov a prispievala k odčerpávaniu tepla od zemského povrchu do vyšších vrstiev atmosféry.

2. Podporovať regeneráciu vodných zdrojov, zvyšovanie zásob vodných zdrojov v území a zlepšovanie kvality podzemných vodných zdrojov i vo vodných tokov spomalením odtoku dažďových vôd z hospodársky využívaných ekosystémov lesopoľnohospodárskej i urbanizovanej krajiny, aby sa permanentne doplňovali zásoby podzemných vôd i znížil transport erodovaných častí pôdy do vodných tokov počas intenzívnych dažďov.

3. Podporovať plošnú ekosystémovú ochranu a regeneráciu vôd prostredníctvom predlžovania odtoku povrchovo odtekajúcej dažďovej vody počas intenzívnych dažďov, aby v potokoch a riekach aj počas povodní tiekla čo najčistejšia voda, aby ichtyofauna mala čo najlepšie podmienky pre prežitie počas stresových povodňových situácií.

4. Presadzovať prevenciu v riešeniach pred odstraňovaním dôsledkov spôsobených živelnými pohromami prostredníctvom budovania verejnej zodpovednosti za svoju klímu. K dobrému stavu klímy v kraji prispieva zodpovedný prístup všetkých zainteresovaných do obnovy poškodených území, ktoré vlastnia, či spravujú svoje územia, tak aby z každého pozemku v lesopoľnohospodárskej a urbanizovanej krajiny odtekalo čo najmenej dažďovej vody, aby dažďová voda, ktorá ostane na pozemkoch vlastníkov, či správcov doplňovala zásoby podzemných a pôdnych vôd, aby dochádzalo k posilňovaniu fotosyntézy a sequestrácii uhlíka.

5. Podporovať regeneráciu kvality a kvantity vodných zdrojov na území svojho kraja prostredníctvom inovatívnych ekotechnologických riešení, aby bola v dostatočnej miere posilnená prevencia ochrany vôd pred vznikom havárií v prebiehajúcej klimatickej zmene

6. Podporovať komplexnú, ekosystémovú, integrovanú ochranu kvality a zásob vodných zdrojov pre ľudí, prírodu, potraviny a klímu v riečnych útvaroch odtokových plôch potokov a riek v celom kraji. Kraj podporuje vyváženú multisektorovú participáciu zainteresovaných subjektov pri plánovaní využívania, ochrany a regenerácie zásob vodných zdrojov v území s dodržiavaním princípu subsidiarity medzi lokálnou, regionálnou samosprávou a národnou vládou.

7. Podporovať projekty a programy, ktoré preventívne bude zabezpečovať zvýšenie vlhkosti ovzdušia, čím sa zvýši prirodzené čistenie ovzdušia, lebo vyššia vlhkosť viaže na prachové a peľové častice v ovzduší mikroskopické častice vody, čím sa vzduch zbavuje nečistôt sadaním nečistôt z ovzdušia na zemský povrch.

8. Presadzovať integrovaný manažment krajiny v súvislosti medzi vodou, energiou, pôdou, potravinami, biodiverzitou v prebiehajúcej klimatickej zmene, aby bol dostatok vody pre ľudí, potraviny, prírodu, klímu a hospodársky rast.

9. Vzhľadom na krajinnú štruktúru KSK podporovať viac diverzifikovanú krajinnú štruktúru s podporou výsadby lesov v otvorenej poľnohospodárskej krajine, aby sa zmiernil výskyt extrémov počasia, veterných smrští, aby sa regenerovali vodné zdroje, posilňovala biodiverzita a stabilizovalo počasie.

10. Nárast nepôvodných a inváznych druhov rastlín súvisí so suchom a teplom, preto najlepšia prevencia pred nástupom nepôvodných a inváznych druhov rastlín je mať viac vody v krajine. Preto KSK podporuje využívanie poľnohospodárskej pôdy v kraji tak, aby čo najviacej dažďovej vody ostávalo z intenzívnych dažďov v kraji.

Preto podporujeme budovanie mokraďných ekosystémov, vodozádržných opatrení a vodných plôch všetkých druhov s najvyššou prioritou v poľnohospodárskej krajine.

11. KSK podporuje zadržiavanie dažďovej vody v intravilánoch miest a obcí, aby nevznikali tepelné ostrovy, aby zadržaná dažďová voda vo verejnej zeleni, doplňovala zásoby podzemných vôd, podporovala lepší rast mestskej vegetácie a stromov a tiež sa zvyšovala vlhkosť vzduchu v letných horúčavách a znižovala prašnosť.

12. KSK podporuje také využívanie areálov brownfield a vnútroblokových sídlisk, aby v nich ostávala všetka dažďová voda a prispievala k vytváraniu zón plných zelene a vodných plôch s vytváraním oddychových zelených zón pre mestské obyvateľstvo. Potrebujeme, aby vo vnútornej krajine miest v krajine bolo viac zelene, aby sa obnovovalo klimatizačné zariadenie, aby nová generácia mladých ľudí, ktorá žije v mestskom prostredí netrpela astmatickými ochoreniami horných dýchacích miest.

13. KSK sa zaväzuje, že bude pri spracovaní dokumentácií a strategických dokumentov využívať metodické prístupy, ktoré budú jasne definovať dopady sektorových politík v kraji na klimatickú zmenu. Spracovanie dokumentov pri posudzovaní dopadov klimatických zmien bude KSK robiť otvoreným plánovacím procesom za aktívnej účasti zainteresovaných.

Ďalej sú definované ciele, opatrenia a aktivity. Tie sú zamerané na **znižovanie citlivosti a zraniteľnosti** územia a socioekonomickej sféry na prejavy zmeny klímy a na **zvyšovanie adaptačnej kapacity** kraja.

Cieľom adaptačnej stratégie nie je identifikovať príčiny zmeny klímy, ale pri rozdielnych názoroch je možné, že niektoré opatrenia by sa dali zaradiť medzi adaptačné z jedného pohľadu, ale z iného pohľadu by mohli byť považované za mitigačné (zmierňujúce). Rozdielne prístupy nestoja proti sebe, ale v drvivej väčšine navrhované opatrenia prispievajú k lepšej pripravenosti spoločnosti na očakávané zmeny.

10. Kategorizácia územia Košického kraja na základe zraniteľnosti

Na základe vlastností územia, štruktúry obyvateľstva a miestnej ekonomiky, ktoré boli riešené v analýze citlivosti, dopadu, adaptačnej kapacity a zraniteľnosti je možné zaradiť obce, resp. zhluky obcí do týchto kategórií:

10.1. Skupina I. – najohrozenejšie obce

Ide o obce, kde sa očakáva silnejší dopad a slabá adaptačná kapacita (= vysoká zraniteľnosť). Konkrétne ide o obce južného Zemplína, najmä Medzibodrožia. Medzi najzávažnejšie problémy tejto skupiny obcí patria suchá, zhoršovanie stavu zvyškov prirodzených biotopov a ekonomický úpadok spojený s odchodom aktívnej časti obyvateľstva. Z analýz vyplýva aj očakávaný pokles pôdneho organického uhlíka vplyvom konvenčného hospodárenia na pôde

Čo je v týchto lokalitách dôležité:

- **Ochrana pred eróziou a vysušovaním poľnohospodárskej pôdy**
  Vážne sa zaoberať spôsobmi obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy s cieľom zvyšovania jej úrodnosti, ochranou pred eróziou a vysušovaním.
- **Udržiavanie vody v krajine a ochrana lokálnych vodných zdrojov**
  Udržiavať vodu v krajine, s cieľom zabrániť jej vysušovaniu a zároveň nečakaným povodňovým situáciám. Chrániť vodné zdroje. Budovať zavlažovacie systémy.
- **Udržanie stavu biotopov**
  Udržiavať čo najlepší stav biotopov, chránených území, ktoré rozľahlým plochám poľnohospodárskej krajiny poskytujú ekosystémové služby.
- **Rozvoj ekonomických zdrojov a aktivít**
  Chrániť a rozvíjať existujúce ekonomické zdroje (poľnohospodárstvo) a rozvíjať nové miestne ekonomické aktivity s cieľom zabrzdiť depopuláciu, starnutie obyvateľstva a pod.

Čo nás čaká v prípade pokračovania negatívneho vývoja a nerealizácie adekvátnych opatrení:

- Krajina kedysi bohatá na vodu sa bude meniť na step, polopúšť a púšť.
- Pokračujúca ekonomická depresia a environmentálne problémy vyženú väčšinu potenciálne ekonomicky aktívneho obyvateľstva do iných regiónov.
- Starší ľudia a sociálne marginalizované skupiny budú bojovať so základnými problémami, akými je nedostatok pitnej vody, nemožnosť si zabezpečiť základné potreby a pod.

10.2. Skupina II.a – obce ohrozené z dôvodu výrazného dopadu klimatickej zmeny

Ide o obce, kde sa očakáva silný dopad klimatickej zmeny, ale obce sa zároveň vyznačujú vyššou adaptačnou kapacitou. Ide o mesto Košice a blízke okolie a severnú časť okresu Michalovce, Sobrance a Trebišov. Medzi najzávažnejšie problémy v týchto obciach budú patriť vlny horúčav, suchá, nedostatok pitnej vody v niektorých lokalitách, pokles pôdneho organického uhlíka vplyvom konvenčného hospodárenia na pôde, povodne, zosuvy.

Čo je v týchto lokalitách dôležité:

- **Ochladzovanie urbanizovanej krajiny**
  Vzhľadom k tomu, že väčšia časť obyvateľov v rámci tejto skupiny žije v mestách, podstatné je realizovať **opatrenia v urbanizovanej krajine** zamerané na jej **ochladzovanie** (prevencia pred vlnami horúčav) a na **udržanie vody v jej priestore**. Stále väčšiu dôležitosť bude mať vzrastlá verejná zeleň, vodné prvky, ale aj inovatívne prvky, medzi ktoré patria napr. zelené strechy.

- **Chladenie budov**
  Hľadať technické decentralizované riešenia pre **znižovanie potreby energie na chladenie** (**napr. tepelná izolácia budov**) a zároveň pre **zabezpečenie obnoviteľných zdrojov energie potrebnej pre klimatizácie** (**napr. malé fotovoltické elektrárne**).
- **Ochrana pred eróziou a vysušovaním poľnohospodárskej pôdy**
  Vážne sa zaoberať spôsobmi obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy s cieľom zvyšovania jej úrodnosti, ochranou pred eróziou a vysušovaním. Poľnohospodárska pôda Východoslovenskej nížiny a Košickej kotliny môže trpieť nedostatkom vody a poklesom úrodnosti. Okrem iného je potrebné kvôli zabezpečeniu poľnohospodárskej produkcie budovať závlahové systémy a to aj z dôvodu, že investícia do závlah sa z ekonomických dôvodov oplatí na najúrodnejších pôdach. V nížinnej krajine bol aj doteraz úhrn ročných zrážok nepostačujúci a boli rozdelené nerovnomerne počas roka a to sú dôvody, prečo na nížinách by sa mali budovať závlahové zariadenia, aby sa zabezpečila poľnohospodárska produkcia.
- **Udržiavanie vody v krajine a ochrana lokálnych vodných zdrojov**
  Udržiavať vodu v krajine, s cieľom zabrániť jej vysušovaniu a zároveň nečakaným povodňovým situáciám. Chrániť lokálne vodné zdroje pred znečisťovaním a neúmerným využívaním napríklad aj hľadaním alternatívnych zdrojov pre nepitné účely.
- **Udržanie stavu biotopov**
  Udržiavať čo najlepší stav biotopov, chránených území, ktoré urbanizovanej krajine a plochám poľnohospodárskej krajiny poskytujú ekosystémové služby.
- **Zhodnotenie a sanácia inundačných území**
  Zastavané územia a infraštruktúru ohrozenú svahovými deformáciami je potrebné zhodnotiť s cieľom pripraviť sa na potenciálne problémy, sanovať, prípadne zabezpečiť riešenia umožňujúce sa takýmto územiam vyhnúť. Na miestach v rámci inundačných území nepovoľovať novú výstavbu.

Čo nás čaká v prípade pokračovania negatívneho vývoja a nerealizácie adekvátnych opatrení:

- Obyvatelia miest budú v lete trpieť horúčavami
- Poľnohospodárstvo bude málo produktívne z dôvodu nedostatku vody a znižovania úrodnosti pôd.
- Klimatická zmena prinesie negatívny dopad na miestnu ekonomiku.
- Narastať budú aj škody spôsobené povodňami.
- Narastať budú škody spôsobení zosuvmi.

10.3. Skupina II.b – obce ohrozené z dôvodu nízkej adaptačnej kapacity

Ide o obce, kde sa síce (v porovnaní s obcami Medzibodrožia a Košickej kotliny) očakáva nižší dopad klimatickej zmeny, ale nižšia adaptačná kapacita môže spôsobiť to, že aj pri nižších stimuloch môže byť zraniteľnosť relatívne vysoká. Týka sa to najmä okresov Rožňava, Gelnica, hornatej časti okresu Košice – okolie a najsevernejších dedín okresu Sobrance. Medzi najzávažnejšie problémy budú patriť lesné požiare, pôdna erózia, nedostatok vody a suchá (dokonca aj v lesoch), lokálne povodne, zhoršovanie ekonomickej situácie. Špecificky nepriaznivý dopad pre tieto oblasti môže mať nedostatok snehu v zime a ohrozenie fungovania lyžiarskych stredísk.

Čo je v týchto lokalitách dôležité:

- **Opatrenia proti lesným požiarom**
  Uskutočňovať preventívne opatrenia proti lesným požiarom.
- **Ochrana pred eróziou a vysušovaním lesnej pôdy**
  Obhospodarovať lesy udržateľným spôsobom, aby boli menej vystavené nebezpečenstvu erózie, sucha a znižovania obsahu organickej hmoty v pôde a zhoršovaniu zdravotného stavu.
- **Udržiavanie vody v krajine a ochrana lokálnych vodných zdrojov**

Udržiavať vodu v krajine, s cieľom zachovať vodné zdroje, udržať biodiverzitu ale aj účinnosť existujúcich (najmä malých) vodných elektrární a potenciálnych nových mikro vodných elektrární.

- **Zhodnotenie a sanácia inundačných území**
  Zastavané územia a infraštruktúru ohrozenú svahovými deformáciami (najmä sever okresu Sobrance a viaceré lokality v okrese Košice okolie) je potrebné zhodnotiť s cieľom pripraviť sa na potenciálne problémy, sanovať, prípadne zabezpečiť riešenia umožňujúce sa takýmto územiam vyhnúť. Miesta spadajúce do inundačných území chrániť pred novou výstavbou.
- **Ochrana ohrozených skupín pred vlnami horúčav**
  Zabezpečiť ochranu ohrozených skupín (najmä seniorov) pred vlnami horúčav, ktoré sa aj v týchto lokalitách môžu vyskytnúť.
- **Rozvoj ekonomických zdrojov a aktivít**
  Chrániť a rozvíjať existujúce ekonomické zdroje (lesníctvo a poľnohospodárstvo) a rozvíjať nové miestne ekonomické aktivity s cieľom zabrzdiť depopuláciu, starnutie obyvateľstva a pod.

Čo nás čaká v prípade pokračovania negatívneho vývoja a nerealizácie adekvátnych opatrení:

- Pokračujúca ekonomická depresia bude naďalej vyháňať ekonomicky aktívne obyvateľstvo do iných regiónov.
- Starší ľudia a sociálne marginalizované skupiny budú bojovať s rôznymi sociálnymi, ale aj environmentálnymi problémami.
- Lyžiarske strediská budú zanikať, klimatická zmena prinesie negatívny dopad na miestnu ekonomiku.
- Narastať budú aj škody spôsobené povodňami.

10.4. Skupina III – obce najmenej ohrozené

Ide o lokality s očakávaným relatívne nízkym dopadom klimatickej zmeny a relatívne vyššou adaptačnou kapacitou (okres Spišská Nová Ves). Toto zaradenie môže pôsobiť tak, že klimatická zmena sa daného regiónu netýka, je však potrebné uviesť, že ide o vnútorné porovnanie v rámci Košického kraja, touto analýzou nebolo možné uskutočniť porovnanie s inými regiónmi Slovenska, resp. Európy. Aj tu budú hroziť napr. lokálne povodne, vlny horúčav, zosuvy, lesné požiare, ale aj vodná erózia, suchá a pokles biodiverzity. Nedostatok snehu a menej mrazových dní sa negatívne bude týkať najmä zimného cestovného ruchu.

Čo je v týchto lokalitách dôležité:

- **Udržiavanie vody v krajine a ochrana lokálnych vodných zdrojov**
  Udržiavať vodu v krajine, s cieľom zabrániť nečakaným povodňovým situáciám, prípadne suchu. Chrániť lokálne vodné zdroje pred znečisťovaním a neúmerným využívaním napríklad aj hľadaním alternatívnych zdrojov pre nepitné účely.
- **Udržanie stavu biotopov**
  Udržiavať čo najlepší stav biotopov, chránených území, ktoré rozľahlým plochám poľnohospodárskej krajiny poskytujú ekosystémové služby.
- **Rozvoj ekonomických zdrojov a aktivít**
  Chrániť a rozvíjať existujúce ekonomické zdroje (lesníctvo a poľnohospodárstvo) a rozvíjať nové miestne ekonomické aktivity s cieľom zabrzdiť depopuláciu, starnutie obyvateľstva a pod.
- **Zhodnotenie a sanácia inundačných území**
  Zastavané územia a infraštruktúru ohrozenú svahovými deformáciami je potrebné zhodnotiť s cieľom pripraviť sa na potenciálne problémy, sanovať, prípadne zabezpečiť riešenia
- **Opatrenia proti lesným požiarom**
  Uskutočňovať preventívne opatrenia proti lesným požiarom.
- **Ochrana pred eróziou a vysušovaním lesnej pôdy**
  Obhospodarovať lesy udržateľným spôsobom, aby boli menej vystavené nebezpečenstvu erózie, sucha a znižovania obsahu organickej hmoty v pôde a zhoršovaniu zdravotného stavu.

Čo nás čaká v prípade pokračovania negatívneho vývoja a nerealizácie adekvátnych opatrení:

- Lesy budú menej produktívne a vyskytovať sa budú lesné požiare.
- Narastať budú škody spôsobené povodňami.
- Ekonomická depresia bude naďalej vyháňať ekonomicky aktívne obyvateľstvo do iných regiónov.
- Starší ľudia a sociálne marginalizované skupiny budú bojovať s rôznymi sociálnymi, ale aj environmentálnymi problémami.
- Lyžiarske strediská budú zanikať, klimatická zmena prinesie negatívny dopad na miestnu ekonomiku.

11. Implementácia, evaluácia a monitoring

11.1. Adaptačné opatrenia realizované Košickým samosprávnym krajom (KSK) a organizáciami v jeho zriaďovateľskej pôsobnosti a prepojenie s Programom obnovy krajiny

Ciele Adaptačnej stratégie na dôsledky zmeny klímy v Košickom kraji (Adaptačná stratégia) je možné napĺňať len v prípade, že bude vytvorený adekvátny mechanizmus jej realizácie .

Adaptačná stratégia na dôsledky zmeny klímy v Košickom kraji je jedným z odvetvových rozvojových dokumentov Košického samosprávneho kraja. **Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja KSK** je potrebné upraviť tak, aby žiadne z jeho opatrení nebolo v protirečení s touto adaptačnou stratégiou. Po schválení adaptačnej stratégie, by mal nastať proces aktualizácie PHSR, Územného plánu VÚC, prípadne iných záväzných dokumentov. Je potrebné implementovať Adaptačnú stratégiu do týchto dokumentov a tak zabezpečiť jej záväznosť.

Za realizáciu adaptačných opatrení týkajúcich sa nehnuteľností vo vlastníctve KSK a vo vlastníctve, resp. správe organizácií v jeho zriaďovateľskej pôsobnosti a v rámci činnosti týchto organizácií (najmä škôl a kultúrnych zariadení) je zodpovedná samotná krajská samospráva.

Adaptačná stratégia na dôsledky klimatickej zmeny je úzko prepojená s Programom obnovy krajiny (POK), ktorý bol schválený zastupiteľstvom Košického samosprávneho kraja dňa 22.10.2018 a je implementovaný prostredníctvom každoročne aktualizovaného Akčného plánu POK.

Mechanizmus realizácie a monitoringu a vyhodnocovania Adaptačnej stratégie na dôsledky zmeny klímy:

- Hlavným nástrojom realizácie je Akčný plán POK. Od roku 2021 budú ciele a opatrenia navrhnuté touto adaptačnou stratégiou (vrátane názvu Akčný plán POK a AS) súčasťou Akčného plánu POK.
- Akčný plán POK a AS pre rok 2021 bude jedným z podkladov k zostaveniu programového rozpočtu KSK, aby navrhnuté aktivity a úlohy mali skutočné finančné krytie a jeho vypracovanie a schválenie musí predchádzať vypracovaniu programového rozpočtu.
- Akčný plán je rozpracovaním aktivít až na konkrétne úlohy a jeho súčasťou sú aj zadefinované projektové zámery ktoré je možné realizovať prostredníctvom projektov aj s podporou externých finančných zdrojov.
- Monitoruje sa hlavne vecné plnenie (očakávané výstupy aktivít), časové napĺňanie aktivít, finančné krytie, plnenie úloh jednotlivých subjektov zapojených do aktivít AP, ako aj neočakávané zmeny, ktoré majú vplyv na plnenie AP.
- Monitoring je v súlade s doterajšou praxou vykonávaný na týchto úrovniach:
    - **1x štvrťročne** na úrovni pracovnej skupiny zodpovednej za realizáciu Akčného plánu POK a AS
    - **1x polročne** na úrovni vedenia KSK
    - úroveň Zastupiteľstva KSK – **spravidla ročne**
- Vyhodnocovanie dosahovania cieľov Adaptačnej stratégie bude realizované na základe súboru ukazovateľov plnenia cieľov stratégie. Vyhodnocovanie bude prebiehať spravidla **1x ročne** pred spracovaním návrhov na rozpočet na nasledujúce obdobie.

Tabuľka 25: Zoznam cieľov a opatrení realizovateľných v rámci kompetencií krajskej samosprávy

Opatrenie	Aktivity	Zodpovedná organizácia
2.1.1 Zásahy vo voľnej krajine	Budovanie vsakovacích pásov a infiltračných priekop Budovanie prielohov	Vlastníci rozsiahlejších pozemkov (DSS Šemša, ...)
3.1.1. Využívanie priepustných povrchov, ktoré zabezpečia prirodzený odtok vody a jej vsakovanie do pôdy	Realizácia parkovísk a iných spevnených povrchov s využitím priepustných tvárnic (zatrávňovacej dlažby)	Správa ciest KSK, školy, kultúrne zariadenia DSS, zdravotnícke zariadenia,
3.1.2 Realizácia vsakovacích zariadení a plôch pre zrážkovú vodu v sídlach	Budovanie vertikálnych záhrad a zelených stien Budovanie zelených striech	
3.1.3 Zadržiavanie zrážkovej vody využitím vsakovacích a retenčných zariadení, mikromokradí, depresných mokradí	Budovanie dažďových záhrad Rozširovanie verejnej zelene v sídlach	
3.3.1 Technické adaptačné opatrenia proti prehrievaniu interiérov	Zlepšenie tepelno-technických vlastností budovy – realizácia kvalitnej izolácie obvodových stien a striech, výmena okien Inštalácia exteriérových tieniacich prvkov - markízy, vonkajšie žalúzie, okenice Realizácia interiérových tieniacich prvkov V prípade nevyhnutnosti inštalácie chladiaceho systému/ klimatizácie (špeciálne do čakární v zdravotníckych zariadeniach, aj do ZSS) navrhnúť systém s nízkymi energetickými nárokmi Aplikácia reflexných povrchov na slnkom ožiarené konštrukcie na odrazenie slnečnej energie Inštalácia systému riadeného vetrania s rekuperáciou (proces zmiešavania vstupujúceho vzduchu zvonka s odvádzaným odpadovým vzduchom z vnútra objektu)	Úrad KSK, všetky OvZP
3.3.3 Zelené opatrenia proti prehrievaniu budov a urbanizovaných oblastí	Realizácia prírodných tieniacich prvkov – výsadba stromov a inej zelene Integrácia vegetácie priamo na budove formou zelených striech či fasád, Vodné prvky (fontány, dažďové záhrady, apod.) Realizácia povrchov umožňujúcich prirodzené vsakovanie vody čo najbližšie k miestu jej dopadu.	Úrad KSK, všetky OvZP spravujúce budovy
3.3.4 Vytváranie infraštruktúry poskytujúcej možnosť ochladzovania pre citlivé skupiny obyvateľov	Inštalácia klimatizácii do DSS a zdravotníckych zariadení	DSS, zdravotnícke zariadenia
4.1.1 Zabezpečenie dostupností obcí aj v čase povodní a zosuvov	Zmena trasovania, zvýšenie a spevnenie násypov, iné technické opatrenia najmä v blízkosti Torysy, Hornádu, Hnilca, Bodvy, Roňavy, Ondavy, Uhu, ale aj ďalších tokov. Doplnenie infraštruktúry tak, aby väčšina obcí bola dostupná aspoň dvomi prepojeniami. (V kraji existujú viaceré obce, kde geomorfologické pomery umožňujú vyriešiť napojenie „z dvoch strán“, napriek tomu takéto prepojenie neexistuje.)	Správa ciest KSK
4.1.2 Odvodnenie ciest, zadržiavanie vody odtekajúcej z ciest a parkovísk	Odvodnenie ciest spôsobom zamedzujúcim rýchlemu odtoku vody z krajiny, technické opatrenia na zabezpečenia vsakovania vody	Správa ciest KSK
5.2.1 Inštalácia nových obnoviteľných zdrojov, ktoré pokryjú zvýšený dopyt po energii súvisiaci s vlnami horúčav.	Výstavba fotovoltických zariadení poskytnutím inštalačných plôch – strechy a fasády budov Vytvoriť systém lokálnej akumulácie elektrickej energie vyrobenej z OZE a systém zdieľania elektrickej energie zameraný na kritické situácie spôsobené vlnami horúčav.	Úrad KSK, všetky OvZP spravujúce budovy
5.3.1 Tepelná izolácia budov a inštalácia efektívnych vykurovacích systémov	Realizácia účinnej tepelnej izolácie budov Realizácia zelených striech a fasád budov Inštalovať vykurovacie systémy na princípe trigenerácie – vykurovanie, príprava TV a chladenie – kombinované s obnoviteľným zdrojom elektriny	Úrad KSK, všetky OvZP spravujúce budovy

6.1.1 Informačné aktivity pre mladých	Besedy so študentmi Informovanie učiteľov vyučujúcich ekológiu Obohacovanie mládežníckych aktivít (táborov) o aktivity súvisiace s klímou Využitie online nástrojov na šírenie relevantných informácií o zmene klímy a o adaptačných opatreniach Podpora príslušných aktivít environmentálneho vzdelávania a výchovy	Školy, RCM, osvetové strediská, múzeá, ARR
6.1.2 Informačné aktivity pre obyvateľov obcí 6.1.3 Informačné aktivity pre obyvateľov miest a vlastníkov mestských budov a objektov 6.1.4 Informačné aktivity pre poľnohospodárov, lesníkov, energetikov a aktérov v oblasti turizmu	Rôzne informačné aktivity	Úrad KSK, ARR, osvetové strediská

11.2. Finančné nástroje pre implementáciu adaptačných opatrení

Vzhľadom k tomu, že samosprávy v Košickom kraji ale aj samotný Košický samosprávny kraj majú obmedzené rozpočty je nutné hľadať aj iné zdroje financovania na realizáciu adaptačných opatrení.

Jedným zo spôsobov je využívanie finančných zdrojov nadnárodný a národných operačných programov (napríklad OP KŽP, ROP, NFM, ENI, Program cezhraničnej spolupráce SK-HU a pod). Na financovanie projektov z týchto zdrojov je však potrebná aj spoluúčasť prijímateľa. Väčšina výziev v rámci opatrení zameraných na adaptáciu za klimatickú zmenu je v rámci PO 2014-2020 ukončená, preto pre financovanie týchto aktivít bude podstatná príprava na nové sedemročné programové obdobie začínajúce v roku 2021, v ktorom sa očakávajú významné alokácie práve na aktivity súvisiace s klímou, vrátane adaptácie na klimatickú zmenu.

Ďalej je možné využiť aj dotačné programy financované zo štátneho rozpočtu SR prípadne, pre obce je relevantné aj financovanie z možných dodatočných programov Košického samosprávneho kraja.

Nie vždy je však nutné financovať adaptačné opatrenia len z verejných zdrojov. Existujú aj možnosti získať finančné prostriedky z (mikro) grantových programov súkromných spoločností respektíve nadácií a neziskových organizácii.

V prípade takých typov adaptačných opatrení ako je napríklad výsadba zelene či starostlivosť o ňu existuje celý rad spôsobov, ktoré môžu znížiť náklady samospráv na tieto opatrenia. Samosprávy môžu napríklad rozvinúť spoluprácu s neziskovým sektorom, miestnymi firmami alebo širokou verejnosťou.

Použitá literatúra

Svahové deformácie

Liščák, P., Petro, Ľ., Pauditš, P., Iglárová, Ľ., Ondrejka, P., Dananaj, I., Baráth, I., Vlačiky, M., Németh, Z., Brček, M., Záhorová, Ľ., Antalík, M., Repčiak, M., 2010: Registrácia, zhodnotenie a protihavarijné opatrenia na novovzniknutých svahových deformáciách v roku 2010 v prešovskom a košickom kraji. Manuskript, archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava, s. 1-59.

Nemčok, A., Pašek, J., Rybář, J., 1974: Dělení svahových pohybů. In: Sborník geologických Věd; Hydrogeológie a inženýrska Geológie, (Praha), s. 77-97.

Pecho, J., Faško, P., Lapin, M., Kajaba, P., Mikulová, K., Šťastný, P., 2010: Extrémne atmosférické zrážky na jar a na začiatku leta 2010 na Slovensku. Meteorol. časopis, 13, 69-80.

Petro, Ľ., Jánová, V., Žilka, A., Ondrejka, P., Liščák, P., Balík, D., 2014: Catastrophic landslide in Nižná Myšľa Village (Eastern Slovakia). In: K. Sassa, P. Canuti & Y. Yin (Eds.) „Landslide Science for a Safer Geoenvironment“, Vol. 3 Targeted Landslides, 305-311. Publ. Springer, Switzerland.

Citlivosť na povodne

Čamrová, L., Jílková, J. a kol. 2006. Povodňové škody a nástroje k její znížení. Praha: IEEP, Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku při FNH VŠE v Praze.

Drbal, a kol. 2008. Metodika stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území. Výskumný ústav vodohospodársky T.G. Masaryka, Brno, 72 s.

Gaňová, L. 2015. Hodnotenie a manažment povodňového rizika vo vybraných povodiach vodných tokov z hľadiska požiadavky implementácie smernice 2007/60/ES. Dizertačná práca. Košice: SvF 189 s.

Horský, M. 2008. Metody hodnocení potenciálních povodňových škod a jejich aplikace pomocí prostředků GIS. Dizertační práce. Praha, 2008, 124 s.

MŽP SR (Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky). 2010. Správa o priebehu a následkoch povodní na území Slovenskej republiky od 1. januára do 31. augusta 2010. http://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/povodne-2002-2012-informacie/sprava-o-priebehu-a-nasledkoch-povodni-v-sr-v-obdobi-januar-az-august-2010.pdf

UNIKA, Ústav stavebnej ekonomiky. 2012. Zborník ukazovateľov priemernej rozpočtovej ceny na mernú jednotku objektu. Budovy a inžinierske stavby podľa Klasifikácie stavieb. Bratislava.

Zeleňáková, M., Gaňová, L., Purcz, P., Hronský, M., Satrapa, L., Blišťan, P., Diaconu, D. 2017. Mitigation of the adverse consequences of floods for human life, infrastructure, and the environment. Natural Hazards Review. 18(4), p. 17002-17002.

Zeleňáková, M., Gaňová, L., Purcz, P., Hronský, M., Satrapa, L. 2018. Determination of the potential economic flood damages in Medzev, Slovakia. Journal of Flood Risk Management. 11(2), p. 1-10.

Citlivosť na vlny horúčav

CSIRO, 2007. Climate Change in Australia. Technical Report 2007. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation and Bureau of Meteorology.

EEA, 2007. Climate change: the cost of inaction and the cost of adaptation. EEA technical report.

Hatvani-Kovacs, G., Belusko, M., Skinner, N., Pockett, J., Boland, J., 2016. Heat stress risk and resilience in the urban environment. Sustainable Cities and Society 26 278–288

Hunt, A., Watkiss, P., 2011. Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. Climatic Change, 104:13–49. DOI 10.1007/s10584-010-9975-6

IPCC, 2001. Emissions Scenarios 2000. Intergovernmental Panel on Climate Change, UK.

IPCC, 2007. Climate Change 2007: the Physical Science Basis. Summary for policymakers, Switzerland.

IPCC, 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 1132.

Meyer, M.D., Weige, B., 2011.: Climate Change and Transportation Engineering: Preparing for a Sustainable Future. J. Transp. Eng., 137(6): 393-403. DOI: 10.1061/(ASCE)TE

Poórová, Z., 2017. Conception of Green Roofs in Sustainability of Water Retention in Slovakia Košice: PhD thesis. Technical University of Košice, Faculty of Civil Engineering, 2017.

Rinaudo, J.D., Neverre, N., Montginoul, M., 2012. Simulating the impact of pricing policies on residential water demand: a Southern France case study. Water Resour. Manag. 26 (7), 2057e2068.

Tan, J., Zheng, Y., Xu, T., Guo, C., Li, L., Song, G., Zhen, X., Yuan, D., Kalkstein, A.J., Li, F., Chen, H., 2010. The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. Int. J. Biometeorol. 54 (1), 75e84.

WBCSD, 2007. Energy efficiency in buildings e business realities and opportunities. World Business Council for Sustainable Development, Conches-Geneva, Switzerland.

WHO, 2004. Health and Global Environmental Change: Heat Waves: Risks and Responses. World Health Organisation.

WMO, 2011. A Snapshot of Extreme Events over the Past Decade. the World Meteorological Organization, Switzerland.

Zuo, J., Pullen, S., Palmer, J., Bennetts, H., Chileshe, N., Ma, T., 2015. Impacts of heat waves and corresponding measures: a review. Journal of Cleaner Production 92, 1–12.

Príroda a biodiverzita

Správa o stave životného prostredia na Slovensku za rok 2018, Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, ISBN 978-80-8213-007-5

Štandardy minimálnej vybavenosti obcí. Metodická príručka pre obstarávateľov a spracovateľov územnoplánovacej dokumentácie, MŽP SR, 2010

MIKLÓS, L. 1986. Stabilita krajiny v ekologickom genereli SSR. Životné prostredie, roč.20, č.2., s. 87-93.

Reháčková, T., Pauditšová, E. 2007. Metodický postup stanovenia koeficientu ekologickej stability krajiny. Acta Environmentalica Universitatis Comenianae, Vol. 15, No. 1. - ISSN 1335-0285. - Bratislava, 2007. - S. 26-38

Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na zmeny klímy, aktualizácia 2018, MŽP SR

Stratégia environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030 (Envirostratégia 2030)

Filčák, R., Považan R. 2017. Scenáre vývoja v životnom prostredí 2020+ Udržateľný rast v kontexte ochrany biodiverzity a zmeny klímy.

MINĎAŠ, J. a kol. 2011. Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch. EFRA Vedecká agentúra pre lesníctvo a ekológiu, Zvolen 2011

internetová stránka www.sopsr.sk, prehlaď chránených území k 31.12.2019, prehľad inváznych druhov na http://www.sopsr.sk/invazne-web/

Verejná infraštruktúra

Správa o činnosti odboru sociálnych vecí za rok 2018
RIUS a Priority zdravotnej politiky pre Košický kraj na obdobie 2016 – 2020
Správa o činnosti kultúrnych organizácií v zriaďovateľskej pôsobnosti KSK za rok 2018
Výročná správa KSK za rok 2018
www.pamiatky.sk

Lesy

Baritz, R., Seufert, G., Montanarella, L., van Ranst, E., 2010: Carbon concentrations and stocks in forest soils of Europe. Forest Ecology and Management 260, s. 262–277
Barka, I., Lukeš, P., Bucha, T., Hlásny, T., Strejček, R., Mlčoušek, M., Křístek, Š., 2018: Remote sensing based forest health monitoring systems – case studies from Czechia and Slovakia. Central European Forestry Journal, 64:259–275.
Bucha, T., Raši, R., Vladovič., J., 2002: Metódy monitoringu zdravotného stavu lesov prostriedkami DPZ. Záverečná správa z úlohy č. 2729-01. Zvolen: LV Ú: rkp. 91 s.
Bucha, T., Vladovič, J., Juriš, M., Barka, I., 2010: Aplikácie diaľkového prieskumu Zeme využiteľné v prácach HÚL. In: Bortel, S., Bavlšík, J. (eds.): Súčasnosť a budúcnosť hospodárskej úpravy na Slovensku. Zborník príspevkov z odborného seminára, Zvolen 27. januára 2010, Zvolen: Národné lesnícke centrum: 73 – 82.
Elkin, C., Giuggiola, A., Rigling, A. and Bugmann, H., 2015: Short- and long-term efficacy of forest thinning to mitigate drought impacts in mountain forests in the European Alps. Ecological Applications, 25: 1083-1098. doi:10.1890/14-0690.1
Frank et al., 2015: The dynamic soil organic carbon mitigation potential of European cropland. Global Environmental Change, 35, 269 – 278.
Hlásny, T., Mátyás, C., Seidl, R., Kulla, L., Merganičová, K., Trombik, J., Dobor, L., Barcza, Z., Konôpka, B., 2014: Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation? Lesn. Cas. For. J. 60:5–18
Hraško, J., Linkeš, V., Šály, R., Šurina, B. 1993: Pôdna mapa Slovenskej republiky 1:400 000. Bratislava: Výskumný ústav pôdnej úrodnosti a Slovenský úrad geodézie, kartografie a katastra. 1 list, 110x60 cm.
Janzen, H.H. 2006: The soil carbon dilemma: shall we hoard it or use it. Soil Biology and Biochemistry, 38, 419 – 424.
Lévesque, M., Saurer, M., Siegwolf, R., Eilmann, B., Brang, P., Bugmann, H. and Rigling, A., 2013: Drought response of five conifer species under contrasting water availability suggests high vulnerability of Norway spruce and European larch. Glob Change Biol, 19: 3184-3199. doi:10.1111/gcb.12268
Lévesque, M., Rigling, A., Bugmann, H., Weber, P., Brang, P., 2014: Growth response of five co-occurring conifers to drought across a wide climatic gradient in Central Europe. Agricultural and Forest Meteorology, 197:1-12. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.06.001.
Metz, J., Annighöfer, P., Schall, P., Zimmermann, J., Kahl, T., Schulze, E.D., Ammer, C., 2016: Site-adapted admixed tree species reduce drought susceptibility of mature European beech. Glob Change Biol, 22: 903-920. doi:10.1111/gcb.13113
Minasny, B., McBrandan, A.B., Malone, B.P., Lacoste, M., Walter, C., 2014: Quantitatively predicting soil carbon across landscapes. In: Soil Carbon (eds. Hartemink, A., McSweeney, K.): Heildelberg, Springer Cham, s. 45 – 57.
Pretzsch, H., Schütze, G. and Uhl, E., 2013: Resistance of European tree species to drought stress in mixed versus pure forests: evidence of stress release by inter-specific facilitation. Plant Biology, 15: 483-495. doi:10.1111/j.1438-8677.2012.00670.x
Rehschuh, R., Mette, T., Menzel, A., Buras, A., 2017: Soil properties affect the drought susceptibility of Norway spruce. Dendrochronologia, 45:81-89, ISSN 1125-7865, https://doi.org/10.1016/j.dendro.2017.07.003.
Skalský, R., Pavlenda, P., Barančíková, G., Koco, Š., Barka, I., Tarasovičová, Z., Makovníková, J., 2017: Odhad zásoby organického uhlíka v povrchovej vrstve pôd Slovenska. Vedecké práce výskumného ústavu pôdoznalectva ochrany pôdy. Bratislava. S. 87 – 94.
Smith, J., Smith, P., Wattenbach, M., Zaehle, S., Hiederer, R., Jones, R.J.A., Montanarella, L., Rounsevell, M.D.A., Reginster, I., Ewert, F. 2005: Projected changes in mineral soil carbon of European croplands and grasslands, 1990–2080, Glob. Change Biol. – 11, 2141–2152.
Stolbovoy, V., Montanarella, L., Filippi, N., Selvaradjou, S.K., Panagos, P., Gallego, J., 2005: Soil sampling protocol to certify the changes of organic soil carbon in mineral soils of European Union. EUR 2156 EN. Luxembourg: Office for Official Publications of the EC, 2005. 12 s.
Vanguelova, E. I., Bonifacio, E., de Vos, B., Hoosbeek, M.R., Berger, T.W., Vesterdal, L., Armolaitis, K., Celi, L., Dinca, L., Kjonaas, O.J., Pavlenda, P., Pumpanen, J., Puttsepp, Ü., Reidy, B., Simončič, P., Tobin, B., Zhiyanski, M. 2016: Sources of errors and uncertainties in the assessment of forest soil carbon stocks at di{erent scales—review and recommendations. Environ Monit Assess 188:630-11
Wischmeier, W.H. and D.D. Smith (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537. USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC. 58pp.
USDA website: Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) - Welcome to RUSLE 1 and RUSLE 2. http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=5971 Zang, C., Hartl-Meier, C., Dittmar, C., Rothe, A. and Menzel, A., 2014: Patterns of drought tolerance in major European temperate forest trees: climatic drivers and levels of variability. Glob Change Biol, 20: 3767-3779. doi:10.1111/gcb.12637

Energetika

Zhang, N. et al.: A dynamic analysis of the global warming potential associated with air conditioning at a city scale: an empirical study in Shenzhen, China, Environmental Impact Assessment Review, Volume 81, March 2020, doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106354
Photovoltaic-Integrated Buildings in Florence and Lucca, Italy: Case Studies
Aguilar, F. et al.: Techno-economic analysis of an air conditioning heat pump powered by photovoltaic panels and the grid, Solar Energy
Volume 180, 1 March 2019, Pages 169-179, doi.org/10.1016/j.solener.2019.01.005
Building integration of solar renewable energy systems towards zero or nearly zero energy buildings
https://www.daviddarling.info/encyclopedia/B/AE_building-integrated_PV.html
https://www.archiexpo.com/prod/soltech/product-84068-1277069.html

Cestovný ruch

ÚVOD DO DESTINAČNÉHO MANAŽMENTU, Príručka pre samosprávy, podnikateľské a iné subjekty k zakladaniu a činnosti organizácií cestovného ruchu podľa Zákona č. 91/2010 Z.Z. o podpore cestovného ruchu v znení neskorších predpisov
Štatistický úrad SR
Regionalizácia cestovného ruchu, 2005
Prípadová štúdia TURADAPT, Karpatský rozvojový inštitút
Manažment cieľového miesta cestovného ruchu, Marián Gučík a kol.
Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch Záverečná správa Doc. RNDr. Ing. Jozef Minďaš, PhD. RNDr. Viliam Páleník, PhD., host. doc. RNDr. Pavol Nejedlík, CSc.
Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy 2014 (MŽP SR)
Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy - aktualizácia 2018, MŽP SR
Stratégia hospodárskej politiky do roku 2030, Správa o hodnotení strategického dokumentu , 2018, MH SR

Adaptácia

1. Altvater, S., Van de Sandt, K., Marinova, N. a kol. (2011). Assessment of the most significant threats to the EU posed by the changing climate in the short, medium and long term – Task 1 report, Ecologic, Berlin. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/ccp_task1_en.pdf>
2. Australien Government. Adapting to climate change. Dostupné na internete: <https://www.environment.gov.au/climate-change/adaptation>
3. ESPON Climate (2013). Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies. Scientific Report. TU Dortmund University.
4. Európska komisia. Adaptation to climate change. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en>
5. Foster, K.A. (2007). A case study approach to understanding regional resilience, Working Paper 2007-08. Dostupné na: http://iurd.berkeley.edu/wp/2007-08.pdf.
6. IPCC (2007). Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of working group II to the Forth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Dostupné na internete: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf>
7. Keskitalo, E., Carina H. (2010). Developing Adaptation Policy and Practice in Europe: Multi-level Governance of Climate Change. Springer. ISBN 978-90-481-9325-7.
8. OECD (2018). Adaptation to climate change. Dostupné na internete: <http://www.oecd.org/env/cc/adaptation.htm>

Zoznam obrázkov

Obr. 1: Schéma analýzy zraniteľnosti (podľa ESPON CLIMATE) 7
Obr. 2: Odchýlky od priemernej ročnej teploty vzduchu (dT) na Slovensku od priemeru 1901-2000 a ročné územné úhrny zrážok (RN) na Slovensku ako percentuálny podiel z priemeru 1901-2000 v období 1881 – 2016 12
Obr. 3: Počet prípadov a dní s 24-hodinovými úhrnmi zrážok ≥100 mm na Slovensku (podľa záznamov okolo 700 zrážkomerných staníc,) v období 1949 -2016, dňa 29.VI.1958 sa vyskytol taký úhrn zrážok na 36 staniciach, predovšetkým na severe Slovenska 13
Obr. 4: Priemerná ročná a letná teplota vzduchu v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100 15
Obr. 5: Ročný a letný úhrn zrážok v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100 16
Obr. 6: Ročný a letný sýtostný doplnok v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 – 2100 17
Obr. 7: Mapa zmeny priemernej ročnej teploty vzduchu 19
Obr. 8: Priemerná mesačná teplota vzduchu [°C] v období 1961-1990 a 1991-2018 19
Obr. 9: Mapa zmeny priemerného ročného počtu mrazových dní 20
Obr. 10: Priemerný mesačný počet mrazových dní [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018 20
Obr. 11: Mapa zmeny priemerného ročného počtu letných dní 21
Obr. 12: Priemerný mesačný počet letných dní [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018 21
Obr. 13: Mapa zmeny priemerného ročného počtu tropických dní 22
Obr. 14: Priemerný mesačný počet tropických dní [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018 22
Obr. 15: Mapa relatívnej zmeny priemerných atmosférických zrážok v zimných mesiacoch 23
Obr. 16: Mapa relatívnej zmeny priemerných atmosférických zrážok v letných mesiacoch 24
Obr. 17: Mapa zmeny priemerného počtu dní s úhrnmi atmosférických zrážok 20 mm a viac za rok 25
Obr. 18: Mapa ročných maxím jednodenných úhrnov zrážok s pravdepodobnosťou opakovania raz za 100 rokov 27
Obr. 19: Priemerný mesačný počet dní so snehovou pokrývkou 1 cm a viac [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018 28
Obr. 20: Mapa zmeny počtu dní so snehovou pokrývkou 28
Obr. 21: Mapa zmeny potenciálnej evapotranspirácie 29
Obr. 22: Mapa zmeny klimatického ukazovateľa zavlaženia 32
Obr. 23: Mapa podielu chráneného územia so 4. a 5 stupňom ochrany z celkovej rozlohy obce (spracované na základe údajov poskytnutých ŠOP SR) 34
Obr. 24: Výskyt zmapovaných invázných bylinných druhov v Košickom kraji 35
Obr. 25: Mapa ekologickej stability katastrálneho územia podľa spôsobu využitia (vypracované na základe vlastných výpočtov z dát Štatistického úradu SR http://datacube.statistics.sk/) 37
Obr. 26: Mapa podielu vegetácie na území obce 38
Obr. 27: Podiel územia obce, ktorý je ohrozený zosuvmi (vypracované s využitím dát ŠGÚDŠ) 43
Obr. 28: Podiel dĺžky ciest ohrozených zosuvmi (vypracované s využitím dát ŠGÚDŠ a Openstreetmap) 43
Obr. 29: Podiel železníc ohrozených zosuvmi (vypracované s využitím dát ŠGÚDŠ a Openstreetmap) 44
Obr. 30: Potvrdený výskyt povodne v jednotlivých krajoch 45
Obr. 31: Celkové povodňové škody 46
Obr. 32: Kategorizácia povodňových škôd upravené podľa (Čamrová a kol., 2006) 47
Obr. 33: Mapa sídiel ohrozených povodňami (vypracované s využitím dát SVP š. p.) 48
Obr. 34: Mapa ciest ohrozených povodňami (vypracované s využitím dát SVP š. p. a Openstreetmap) 49
Obr. 35: Mapa podielu železníc ohrozených povodňami (vypracované s využitím dát SVP š. p. a Openstreetmap) 49
Obr. 36: Schéma kódu BPEJ 52
Obr. 37: Mapa ročných maxím jednodenných úhrnov zrážok s pravdepodobnosťou opakovania jeden krát na sto rokov (zdroj: SHMÚ) 53
Obr. 38: Mapa súčasného stavu lesov (zdroj: Národné lesnícke centrum) 54
Obr. 39: Mapa sklonitosti terénu 54
Obr. 40: Graf podielu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórii z hľadiska odtoku z územia 55
Obr. 41: Mapa sídel ohrozených na bleskovými povodňami 56
Obr. 42: Graf a tabuľka podielu a počtu obcí spadajúcich do jednotlivých kategórií z hľadiska odtoku vody v okrese Rožňava 56

OBR. 43: GRAF A TABUĽKA PODIELU A POČTU OBCÍ SPADAJÚCICH DO JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÍ Z HĽADISKA ODTOKU VODY V OKRESE SPIŠSKÁ NOVÁ VES 57
OBR. 44: GRAF A TABUĽKA PODIELU A POČTU OBCÍ SPADAJÚCICH DO JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÍ Z HĽADISKA ODTOKU VODY V OKRESE GELNICA 57
OBR. 45: GRAF A TABUĽKA PODIELU A POČTU OBCÍ SPADAJÚCICH DO JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÍ Z HĽADISKA ODTOKU VODY V OKRESOCH KOŠICE I AŽ IV 58
OBR. 46: GRAF A TABUĽKA PODIELU A POČTU OBCÍ SPADAJÚCICH DO JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÍ Z HĽADISKA ODTOKU VODY V OKRESE KOŠICE - OKOLIE 58
OBR. 47 - GRAF A TABUĽKA PODIELU A POČTU OBCÍ SPADAJÚCICH DO JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÍ Z HĽADISKA ODTOKU VODY V OKRESE MICHALOVCE 59
OBR. 48: GRAF A TABUĽKA PODIELU A POČTU OBCÍ SPADAJÚCICH DO JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÍ Z HĽADISKA ODTOKU VODY V OKRESE TREBIŠOV 59
OBR. 49: GRAF A TABUĽKA PODIELU A POČTU OBCÍ SPADAJÚCICH DO JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÍ Z HĽADISKA ODTOKU VODY V OKRESE SOBRANCE 60
OBR. 50: GRAF PODIELU ZÁKLADNÝCH TYPOV VYUŽITIA POZEMKOV V RÁMCI KSK 62
OBR. 51: GRAF PODIELU ODTOKU DAŽĎOVEJ VODY PODĽA TYPU VYUŽITIA ÚZEMIA 62
OBR. 52: VYUŽITEĽNÉ MNOŽSTVÁ PODZEMNÝCH VÔD (ZDROJ: SPRÁVA O STAVE ŽP KOŠICKÉHO KRAJA) 63
OBR. 53: ÚČINKY A MECHANIZMY SÚVISIACE S TEPLOTNÝMI VLNAMI (UPRAVENÉ PODĽA HUNT, A. WATKISS, P. 2011). 67
OBR. 54: PRIESTOROVÁ DISTRIBÚCIA TEPLOTNÝCH TRENDOV V JÚLI 2015 V KOŠICIACH (PÓOROVÁ, Z. 2017) 69
OBR. 55: POSUDZOVANIE DOPADOV TEPLOTNÉHO STRESU V MESTÁCH (UPRAVENÉ PODĽA HUNT, A. WATKISS, P. 2011) 72
OBR. 56: MAPA VYBRANÝCH ZARIADENÍ POSKYTUJÚCICH SOCIÁLNE SLUŽBY NA ÚZEMÍ KOŠICKÉHO SAMOSPRÁVNEHO KRAJA 76
OBR. 57: MAPA VYBRANÝCH ZDRAVOTNÍCKYCH ZARIADENÍ NA ÚZEMÍ KSK 77
OBR. 58: MAPA SOCIÁLNYCH A ZDRAVOTNÍCKYCH ZARIADENÍ NA ÚZEMÍ KSK CITLIVÝCH NA POVODNE (SPADAJÚCICH DO ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ VODNÝCH TOKOV) 79
OBR. 59: VÝVOJ POČTU ZAPÍSANÝCH ČITATEĽOV V KNIŽNICIACH KSK 80
OBR. 60: VÝVOJ CELKOVEJ NÁVŠTEVNOSTI MÚZEÍ V ZRIAĎOVATEĽSKEJ PÔSOBNOSTI KSK V ROKOCH 2007-2018 (ZDROJ: SPRÁVA O ČINNOSTI KULTÚRNYCH ORGANIZÁCIÍ V ZRIAĎOVATEĽSKEJ PÔSOBNOSTI KSK ZA ROK 2018) 81
OBR. 61: MAPA VYBRANÝCH KULTÚRNYCH ZARIADENÍ NA ÚZEMÍ KOŠICKÉHO SAMOSPRÁVNEHO KRAJA 82
OBR. 62: MAPA PODIELU POČTU OBYVATEĽOV CITLIVÝCH NA HORÚČAVY, T. J. DETI DO 3 ROKOV A SENIORI STARŠÍ AKO 65 ROKOV (VYPOČÍTANÉ PODĽA ÚDAJOV ŠÚSR) 83
OBR. 63: MAPA VYJADRUJÚCA ZASTAVANOSŤ ÚZEMIA (PODIEL ZASTAVANEJ PLOCHY Z CELKOVEJ PLOCHY OBCE) 85
OBR. 64: MAPA ŠPECIFICKEJ HUSTOTY OBYVATEĽSTVA 85
OBR. 65: MAPA POČTU OBYVATEĽOV CITLIVÝCH NA POVODNE, T. J. ŽIJÚCICH V INUNDAČNOM ÚZEMÍ (VYPOČÍTANÉ PODĽA ÚDAJOV POSKYTNUTÝCH SVP, Š. P.). 86
OBR. 66: POTENCIÁL OHROZENOSTI POĽNOHOSPODÁRSKYCH PÔD KSK VODNOU ERÓZIOU (ZDROJ: NPPC) 89
OBR. 67: SVAHOVITOSŤ POĽNOHOSPODÁRSKYCH PÔD KSK (ZDROJ: NPPC) 89
OBR. 68: OHROZENIE POĽNOHOSPODÁRSKYCH PÔD KSK SUCHOM (ZDROJ: NPPC) 92
OBR. 69: OČAKÁVANÝ DEFICIT KLIMATICKEJ VODNEJ BILANCIE (ZDROJ: NPPC) 93
OBR. 70: KLIMATOLOGICKÉ STANICE SHMU A LOKALITY ZÁKLADNEJ SIETE ČMS - P NA ÚZEMÍ KSK 95
OBR. 71: POROVNANIE PRIEMERNÝCH MODELOVÝCH A NAMERANÝCH HODNÔT POC NA POĽNOHOSPODÁRSKYCH PÔDACH KSK (1993-2018) 96
OBR. 72: POROVNANIE PRIEMERNÝCH MODELOVANÝCH ZÁSOB POC V HORSKOM REGIÓNE PRI APLIKÁCIÍ REÁLNEHO (R) A OPTIMÁLNEHO (O) MANAŽÉRSKEHO SCENÁRA 96
OBR. 73: POROVNANIE PRIEMERNÝCH MODELOVANÝCH ZÁSOB POC V KOTLINOVOM REGIÓNE PRI APLIKÁCIÍ REÁLNEHO (R) A OPTIMÁLNEHO (O) MANAŽÉRSKEHO SCENÁRA 97
OBR. 74: POROVNANIE PRIEMERNÝCH MODELOVANÝCH ZÁSOB POC V NÍŽINNOM REGIÓNE PRI APLIKÁCIÍ REÁLNEHO (R) A OPTIMÁLNEHO (O) MANAŽÉRSKEHO SCENÁRA 98
OBR. 75: POROVNANIE PRIEMERNÝCH MODELOVANÝCH ZÁSOB POC V REGIÓNE IV PRI APLIKÁCIÍ REÁLNEHO (R) A OPTIMÁLNEHO (O) MANAŽÉRSKEHO SCENÁRA 99
OBR. 76: MODELOVANÉ HODNOTY ZÁSOB POC (T/HA) NA POĽNOHOSPODÁRSKYCH PÔDACH KSK V SÚČASNOSTI (2018) 100
OBR. 77: MODELOVANÉ HODNOTY ZÁSOB POC (T/HA) NA POĽNOHOSPODÁRSKYCH PÔDACH KSK V ROKU 2035 PRI APLIKÁCIÍ REÁLNEHO HOSPODÁRENIA NA PÔDE 100
OBR. 78: MODELOVANÉ HODNOTY ZÁSOB POC (T/HA) NA POĽNOHOSPODÁRSKYCH PÔDACH KSK V ROKU 2035 PRI APLIKÁCIÍ OPTIMÁLNEHO HOSPODÁRENIA NA PÔDE 101

Obr. 79: Aktuálny stav lesov na území obcí Košického samosprávneho kraja, odvodený ako priemerný podiel signifikantne poškodených lesných porastov za roky 2015 až 2018. ... 102
Obr. 80: Aktuálny zdravotný stav lesných porastov v r. 2018 ... 103
Obr. 81: Vývoj podielu signifikantne poškodených lesných porastov na celkovej výmere lesov KSK, za roky 2000 až 2018. 103
Obr. 82: Rozmiestnenie monitorovacích plôch ČMS Lesy. Čierny kríž – plochy I. úrovne, červený trojuholník – plochy II. úrovne ... 104
Obr. 83: Zásoby pôdneho organického uhlíka v lesných pôdach v štvorcovej sieti 50x50 m. ... 105
Obr. 84: Zásoby pôdneho organického uhlíka v lesných pôdach podľa obcí KSK. ... 105
Obr. 85: Ohrozenie lesných porastov suchom ... 107
Obr. 86: Ohrozenie lesných porastov suchom podľa obcí KSK ... 107
Obr. 87: Potenciálna vodná erózia na lesnej pôde podľa obcí KSK. ... 108
Obr. 88: Aktuálna vodná erózia na lesnej pôde podľa obcí KSK ... 109
Obr. 89: Počet lesných požiarov v obciach KSK za r. 2011 až 2018 ... 109
Obr. 90: Zhorená plocha pri lesných požiaroch za r. 2011 až 2018 ... 110
Obr. 91: Ohrozenie lesov požiarmi podľa obcí KSK ... 111
Obr. 92: Vývoj hrubej domácej spotreby energie (zdroj: Vlastné spracovanie podľa Eurostatu , https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&language=en&pcode=ten00123, k 07.06.2020) ... 112
Obr. 93: Spotreba tepla v SR ... 112
Obr. 94: Mapa spotreby tepla ... 113
Obr. 95: Mapa spotreby tepla podľa okresov ... 114
Obr. 96: Vývoj celkovej spotreby elektriny a spotreby elektriny klimatizačnými jednotkami (EAC) v Shenzhene (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925519304408?via%3Dihub) ... 115
Obr. 97: Vplyv stavebného materiálu na vnútornú teplotu budovy (https://zdravebyvanie.sme.sk/c/22177211/horucavy-na-slovensku-budu-castejsie-kolko-stupnov-dosiahnu.html?ref=w_neprehl) ... 115
Obr. 98: Energetické toky chladiaceho systému podporovaného FV zariadením (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X19300052?via%3Dihub) ... 116
Obr. 99: Fotovoltické systémy integrované do fasád budov ... 118
Obr. 100: Vymedzenie úsekov toku rieky Torysa vhodných pre vodné mikro a mini elektrárne (Harda, P.: Technické a ekonomické zhodnotenie energetického potenciálu rieky Torysa, dizertačná práca, Košice, 2017) ... 120
Obr. 101: Technický potenciál rieky Torysa pre mini a mikro vodné elektrárne v úseku Sabinov – Košické Olšany ... 120
Obr. 102: Ekonomický potenciál rieky Torysa pre mini a mikro vodné elektrárne v úseku Sabinov – Košické Olšany ... 121
Obr. 103: Regióny cestového ruchu v Košickom kraji ... 124
Obr. 104: Vývoj počtu návštevníkov v ubytovacích zariadeniach podľa regiónov Košického kraja 2013 – 2018. Zdroj: Štatistický úrad SR, vlastné spracovania ... 124
Obr. 105: Počet prenocovaní návštevníkov v ubytovacích zariadeniach v Košickom kraji – vývoj návštevnosti podľa regiónov. Zdroj: Štatistický úrad SR, vlastné spracovania ... 124
Obr. 106: Agregovaný fyzický dopad (na cesty, železnice a sídla) klimatickej zmeny (povodne a zosuvy) v rámci obcí KSK ... 129
Obr. 107: Agregovaný environmentálny dopad (lesné požiare, pôdna erózia, degradácia pôd, sucho, ekologická stabilita, vlny horúčav) klimatickej zmeny na území KSK ... 130
Obr. 108: Agregovaný sociálny dopad (povodne, zosuvy, vlny horúčav) klimatickej zmeny na obce a obyvateľov KSK ... 131
Obr. 109: Agregovaný ekonomický dopad klimatickej zmeny na KSK (na lesníctvo, poľnohospodárstvo, energetika a cestovný ruch) ... 132
Obr. 110: Mapa agregovaného dopadu klimatickej zmeny na KSK ... 133
Obr. 111: Mapa obyvateľstva podľa najvyššieho dosiahnutého vzdelania. Zdroj: Štatistický úrad SR, Sčítanie obyvateľov, domov a bytov 2011 ... 136
Obr. 112: Mapa dostupnosti do regionálneho centra ... 137
Obr. 113: Mapa napojenia obcí na vodovod. Zdroj: VÚVH ... 138
Obr. 114: Mapa napojenia obcí na kanalizáciu a čistiareň odpadových vôd. Zdroj: VÚVH ... 138
Obr. 115: Hospodárenie miestnych samospráv Košického samosprávneho kraja. Zdroj: INEKO ... 139
Obr. 116: Občianska participácia v obciach Košického samosprávneho kraja ... 140
Obr. 117: Veková závislosť v obciach Košického samosprávneho kraja. Zdroj: štatistika Ústredia práce, sociálnych vecí a rodiny a Štatistický úrad SR ... 141
Obr. 118: Nezamestnanosť v obciach Košického samosprávneho kraja. Zdroj: štatistika Ústredia práce, sociálnych vecí a rodiny a Štatistický úrad SR ... 142

Obr. 119: Mapa Celková adaptačná kapacita obcí KSK 143
Obr. 120: Mapa zraniteľnosti obcí KSK na klimatickú zmenu 144

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Priemerný mesačný úhrn atmosférických zrážok [mm] v období 1961-1990 a 1991-2018 23
Tabuľka 2: Priemerný mesačný úhrn atmosférických zrážok [mm] v období 1961-1990 a 1991-2018 24
Tabuľka 3: Priemerný mesačný počet dní so zrážkami R≥20mm [dni] v období 1961-1990 a 1991-2018 25
Tabuľka 4: Priemer dvojdňových maximálnych ročných úhrnov zrážok v mm 26
Tabuľka 5: Priemer päťdňových maximálnych ročných úhrnov zrážok v mm. 26
Tabuľka 6: Priemerné mesačné a ročná suma potenciálnej evapotranspirácie (mm) v Košiciach a Telgárte za obdobie 1961-1990 a 1991-2010 29
Tabuľka 7: Priemerné mesačné a ročná suma aktuálnej evapotranspirácie (mm) v Košiciach a v Telgárte za obdobie 1961-1990 a 1991-2010 30
Tabuľka 8: Priemerné mesačné hodnoty a ročná suma klimatického ukazovateľa zavlaženia (mm) v Košiciach a v Telgárte za obdobie 1961-1990 a 1991-2010 31
Tabuľka 9: Výskyt povodne za posledných 17 rokov 45
Tabuľka 10: Hydrologické kategórie pôdy pre metódu „CN kriviek“ ako funkcia hlavných pôdnych jednotiek (HPJ) (návrh hydrologickej kategorizácie) 52
Tabuľka 11: Kategórie obcí podľa podielu odtoku z územia 55
Tabuľka 12: Odtok dažďovej vody v 1000 m^3 podľa okresov z rôzneho typu využitia územia (zdroj údajov: ŠÚSR) 61
Tabuľka 13: Hydrogeologické rajóny ležiace, resp. zasahujúce do Košického kraja 64
Tabuľka 14: Počet podujatí organizovaných knižnicami a počet návštevníkov na podujatiach knižníc v roku 2018 a 2017 80
Tabuľka 15: Prírodné a antropogénne faktory ohrozenia pôdnou eróziou 87
Tabuľka 16: Intenzita ohrozenosti poľnohospodárskych pôd KSK vodnou eróziou podľa jednotlivých okresov 88
Tabuľka 17: Podiel poľnohospodárskych pôd KSK ohrozených suchom - v % podľa okresov 91
Tabuľka 18: Priemerné modelované hodnoty zásob POC na poľnohospodárskych pôdach jednotlivých okresov KSK 99
Tabuľka 19: Klasifikácia lesných oblastí z hľadiska ohrozenia požiarmi 110
Tabuľka 20: Zvýšenie spotreby elektriny v tropických dňoch v Košickom kraji (kWh) 117
Tabuľka 21: Zoznam využívaných MVE na vodných tokoch v Košickom kraji 118
Tabuľka 22: Vybrané strediská cestovného ruchu v Košickom kraji 125
Tabuľka 23: Miera rizika negatívneho vplyvu zmeny klímy na sektor cestovného ruchu pre jednotlivé samosprávne kraje 126
Tabuľka 24: Dimenzie, determinanty a indikátory adaptačnej kapacity kraja 135
Tabuľka 25: Zoznam cieľov a opatrení realizovateľných v rámci kompetencií krajskej samosprávy 164