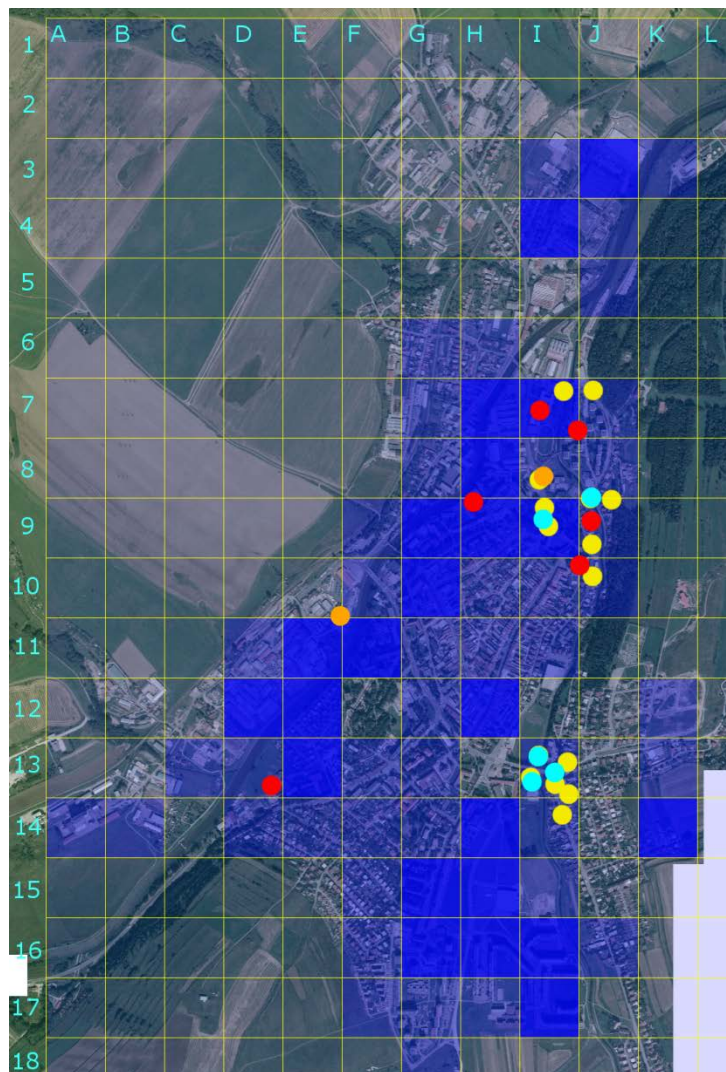


Stratégia adaptácie mesta Kežmarok na zmenu klímy so zameraním na rast častosti intenzívnych zrážok



Február 2015

Vypracoval: Karpatský rozvojový inštitút, Košice
www.kri.sk



Spolupracujúca inštitúcia: Mesto Kežmarok
www.kezmarok.sk

Hlavní autori:

Ing. Ladislav Hegyi
Mgr. Michal Schvalb
RNDr. Andrej Šteiner, PhD.

Spolupracovali:

Ing. Eva Kelbelová, vedúca oddelenia územného plánu, životného prostredia a stavebného poriadku
Ing. Ladislav Melikant, referent CO, KR, BOZP a PO
RNDr. Pavel Šťastný CSc., Slovenský hydrometeorologický ústav, Odbor Klimatologická služba
prof. RNDr. Milan Lapin CSc., Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, Bratislava
Ing. arch. Martin Jerguš, Útvar hlavného architekta mesta Košice
Ing. Dušan Mydla, Ing. Zuzana Petrová, Slovenský vodohospodársky podnik, Košice
Ing. Juraj Kulík, Okresný úrad Kežmarok, Pozemkový a lesný odbor
Ing. Anton Potaš, Štátna ochrana prírody, PIENAP
Jaroslav Novák, Podtatranská vodárenská prevádzková spoločnosť, a.s.

Tento dokument bol vytvorený v rámci projektu „LOC-CLIM-ACT: Aktivity na lokálnej úrovni v súvislosti s dopadmi klimatickej zmeny“ s podporou Európskej únie. Texty v dokumente vychádzali z podkladov, resp. boli konzultované s poprednými slovenskými odborníkmi na danú oblasť. Za obsah publikácie v plnej miere zodpovedá Karpatský rozvojový inštitút. Názory prezentované v tejto publikácii sú názory autorov a nemusia vyjadrovať názory Európskej únie.

Projekt „LOC-CLIM-ACT: Aktivity na lokálnej úrovni v súvislosti s dopadmi klimatickej zmeny“ je implementovaný v rámci programu cezhraničnej spolupráce ENPI Maďarsko-Slovensko-Rumunsko-Ukrajina 2007-2013 (www.huskroua-cbc.net) a je spolufinancovaný Európskou úniou prostredníctvom Nástroja európskeho susedstva a partnerstva /ENPI/.

Implementácia programu cezhraničnej spolupráce ENPI Maďarsko-Slovensko-Rumunsko-Ukrajina prebieha v rokoch 2007 až 2013 (+2) na vonkajšej hranici členských štátov EÚ a Ukrajiny. Globálnym cieľom programu je zintenzívniť a prehĺbiť spoluprácu v oblasti trvalo udržateľného, sociálneho, environmentálneho a ekonomického rozvoja medzi regiónmi Ukrajiny (Zakarpatská, Ivano-Frankivská a Černivetská oblasť) a oprávnenými a pridruženými územiami Maďarska, Rumunska a Slovenska. Funkciu Spoločného technického sekretariátu programu plní Národná rozvojová agentúra, Maďarsko. Webová stránka programu je dostupná na: www.huskroua-cbc.net.

Európska únia pozostáva z 28 štátov, ktoré sa rozhodli postupne prepájať svoje vedomosti, zdroje a osudy. Spoločne, počas 50 ročného obdobia rozširovania, vybudovali zónu stability, tolerancie a individuálnej slobody. Európska únia sa zaviazala, zdieľať jej úspechy a hodnoty s krajinami a ľuďmi za jej hranicou. Európska komisia je jej výkonným orgánom.

http://europa.eu/index_sk.htm

http://ec.europa.eu/index_sk.htm



Program cezhraničnej spolupráce ENPI
Maďarsko–Slovensko–Rumunsko–Ukrajina



Program je spolufinancovaný
z prostriedkov Európskej únie

Partnerstvo bez hraníc

Obsah

1	ÚVOD	5
2	SÚČASNÉ A OČAKÁVANÉ DÔSLEDKY ZMENY KLÍMY NA MESTO KEŽMAROK A OKOLIE	6
2.1	ZMENA KLÍMY A JEJ DÔSLEDKY NA SLOVENSKU OD KONCA 19. STOROČIA DOPOSIAL'	6
2.2	OČAKÁVANÉ ZMENY KLÍMY NA SLOVENSKU V BUDÚCICH DESAŤROČIACH	11
2.3	KLIMATICKÁ CHARAKTERISTIKA MESTA KEŽMAROK	17
2.4	ZMENA KLÍMY A JEJ DÔSLEDKY V KEŽMARKU A OKOLÍ OD KONCA 19. STOROČIA DOPOSIAL'	18
2.5	OČAKÁVANÉ ZMENY KLÍMY V KEŽMARKU A OKOLÍ V BUDÚCICH DESAŤROČIACH	26
3	PROFIL MESTA KEŽMAROK	30
4	HODNOTENIE ZRANITELNOSTI	31
4.1	TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ HODNOTENIA ZRANITELNOSTI	31
4.2	METODIKA HODNOTENIA ZRANITELNOSTI MESTA KEŽMAROK	33
4.3	HODNOTENIE EXPOZÍCIE	35
4.4	HODNOTENIE CITLIVOSTI	42
4.4.1	Územie ohrozené povodňou, zobrazené na mapách povodňového ohrozenia	42
4.4.2	Koncentrácia obyvateľstva	48
4.4.3	Existencia a forma hydrotechnických opatrení a stav kanalizačného systému	52
4.4.4	Rizikové budovy a infraštruktúra	54
4.4.5	Vodonepriepustné plochy	60
4.4.6	Zelená infraštruktúra v urbánnom prostredí	67
4.4.7	Diverzifikácia štruktúry krajiny pokrývky, lesné hospodárstvo a poľnohospodárska prax vo vzťahu k protipovodňovej ochrane	70
4.4.8	Územia ohrozené zosuvmi pôdy	73
4.4.9	Územia ohrozené eróziou pôdy	77
4.5	ADAPTÍVNA KAPACITA MESTA KEŽMAROK NA ZVYŠOVANIE ČASTOSTI INTENZÍVNYCH ZRÁŽOK	80
4.5.1	Mobilné protizáplavové bariéry a ľudské kapacity určené na záchranné práce	80
4.5.2	Sociálne a ekonomické podmienky mesta Kežmarok a finančné kapacity mesta na vysporiadanie sa s následkami záplav	80
4.5.3	Zabezpečenie varovania obyvateľstva, vyznamenanie osôb ohrozených povodňou a informačné aktivity	83
4.5.4	Záchranné povodňové práce	85
4.6	SÚHRNNÉ HODNOTENIE FAKTOROV CITLIVOSTI A ADAPTÍVNEJ KAPACITY	86
4.6.1	Popisné zhrnutie faktorov citlivosti a adaptívnej kapacity	86
4.6.2	Súhrnné grafické a tabuľkové znázornenie hodnotenia citlivosti	89
5	ADAPTAČNÝ PLÁN MESTA KEŽMAROK NA RAST ČASTOSTI INTENZÍVNYCH ZRÁŽOK	93
5.1	PROGRAMY PRE ZNÍŽENIE CITLIVOSTI	93
5.1.1	Program hydrotechnických opatrení	93
5.1.2	Program adaptačných opatrení v extraviláne	98
5.1.3	Program zelenej a modrej infraštruktúry v intraviláne	99
5.1.4	Program v oblasti dopravy	100
5.1.5	Program pre elimináciu zosuvov pôdy a vodnej erózie	100
5.2	OPATRENIA PRE ZVÝŠENIE ADAPTÍVNEJ KAPACITY	101
5.2.1	Program pre rozvoj správnych vzorcov správania sa počas intenzívnych zrážok	101
5.2.2	Program stimulácie obyvateľov	101
5.2.3	Program pre rizikové budovy	101
5.2.4	Program správneho rozhodovania	102
5.3	MODELOVÝ PRÍKLAD K PROGRAMU OPATRENÍ 5.1.3 ZAMERANÉHO NA ZELENÚ A MODRÚ INFRAŠTRUKTÚRU V INTRAVILÁNE	103
5.3.1	Modelová lokalita: obchodný dom Tesco na Tvarožnianskej 9.	103
5.3.2	Modelová lokalita: obchodný dom Kaufland na Tvarožnianskej ulici 18.	104
5.3.3	Modelová lokalita: Parkovisko pred Kežmarským hradom	105
5.3.4	Modelová lokalita: parkovisko na ulici Košická uprostred budovy KBV tvaru U	106
5.4	AKČNÝ PLÁN NA ROKY 2014 – 2016	107
5.4.1	Opatrenia pre zníženie citlivosti	107
5.4.2	Opatrenia pre zvýšenie adaptívnej kapacity	107
6	ZOZNAM TABULIEK	109
7	ZOZNAM OBRÁZKOV	110

1 Úvod

Vytvorenie stratégie mesta na zmenu klímy vychádza z predpokladu, že adaptácia nie je jednorazový, ale cyklický dynamický proces, ktorý musí byť systémový, medzisektorálne koordinovaný a zameraný na prioritné adaptačné opatrenie, berúc do úvahy ich nevyhnutnosť, efektívnosť a účinnosť. Takýto prístup pomôže zaistiť, že mestá investujú svoje obmedzené zdroje spôsobom, ktorý im pomôže redukovat' nežiaduce dopady zmeny klímy a súčasne prinesie aj iné benefity. Tie mestá, ktoré sú, či budú schopné integrovať adaptáciu do svojich plánovacích procesov, rozvojových cieľov a denných činností, budú lepšie odolávať skutočnostiam, ktoré prináša nová éra zmeny klímy. Aby mohli zostaviť dobrú adaptačnú stratégiu je nevyhnutné vychádzať z hodnotenia zraniteľnosti daného územia na hlavné súčasné či očakávané dopady zmeny klímy.

Analýza súčasnej zmeny klímy pre mesto Kežmarok a okolie (Lapin, Šťastný, 2014) ukázali na rastúci trend otepľovania, pričom ako najzávažnejší dopad meniaceho sa podnebia v tejto oblasti identifikovali, spolu so zástupcami samosprávy mesta Kežmarok, rast častosti intenzívnych zrážok. Intenzívne zrážky, spolu s viacerými ďalšími negatívnymi faktormi, viedli v posledných rokoch k viacerým záplavám mesta a následným finančným, majetkovým škodám, ohrozovaniu zdravia a životov obyvateľov, obmedzovaniu komfortu obyvateľov.

Vzhľadom k uvedeným skutočnostiam sa stratégia adaptácie na zmenu klímy mesta Kežmarok zameriava práve na zvyšovanie častosti intenzívnych zrážok v meste a jeho okolí. Vychádza z Programu hospodárskeho a sociálneho rozvoja mesta Kežmarok 2014 – 2020, v ktorom sa tejto téme venuje samostatná kapitola č. 14.

Pre jej vypracovanie bola vytvorená pracovná skupina pozostávajúca z kompetentných pracovníkov Mestského úradu v Kežmarku, sektorových odborníkov z rôznych inštitúcií verejnej správy, predovšetkým zo Slovenského vodohospodárskeho podniku š.p., Okresného úradu pozemkového a lesného odboru, štátnej ochrany prírody, Podtatranskej vodárenskej prevádzkovej spoločnosti a Karpatského rozvojového inštitútu. V rámci jej činnosti bola vypracovaná metodika zostavenia stratégie adaptácie na zmenu klímy, rozdeľované a koordinované pracovné úlohy a vypracované texty. Stratégia adaptácie na zmenu klímy sa venovala jednotlivým faktorom do tej miery, do akej bolo možné získať k nemu potrebné informačné podklady.

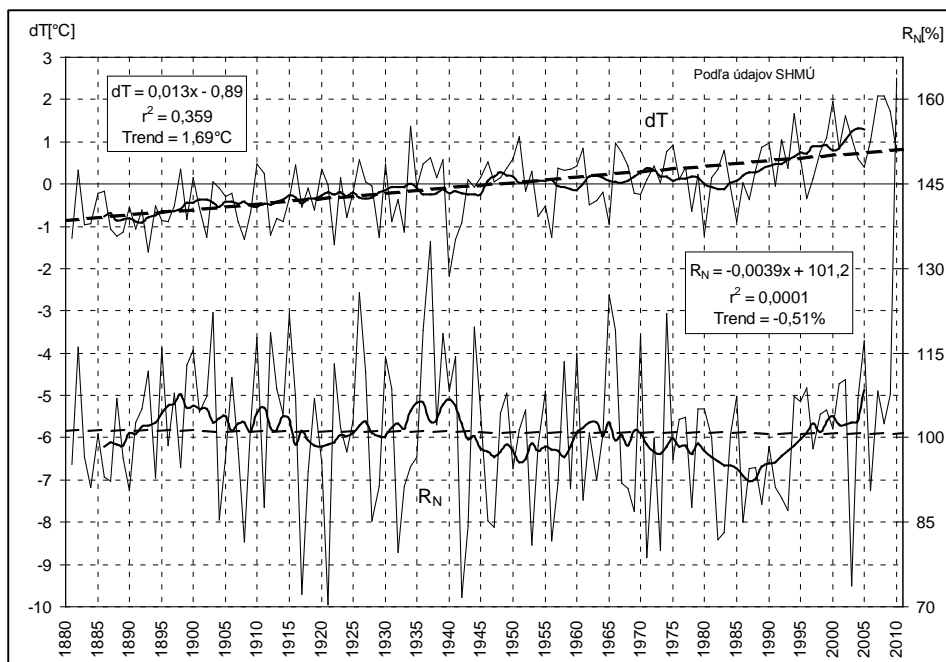
2 Súčasné a očakávané dôsledky zmeny klímy na mesto Kežmarok a okolie

2.1 Zmena klímy a jej dôsledky na Slovensku od konca 19. storočia doposiaľ

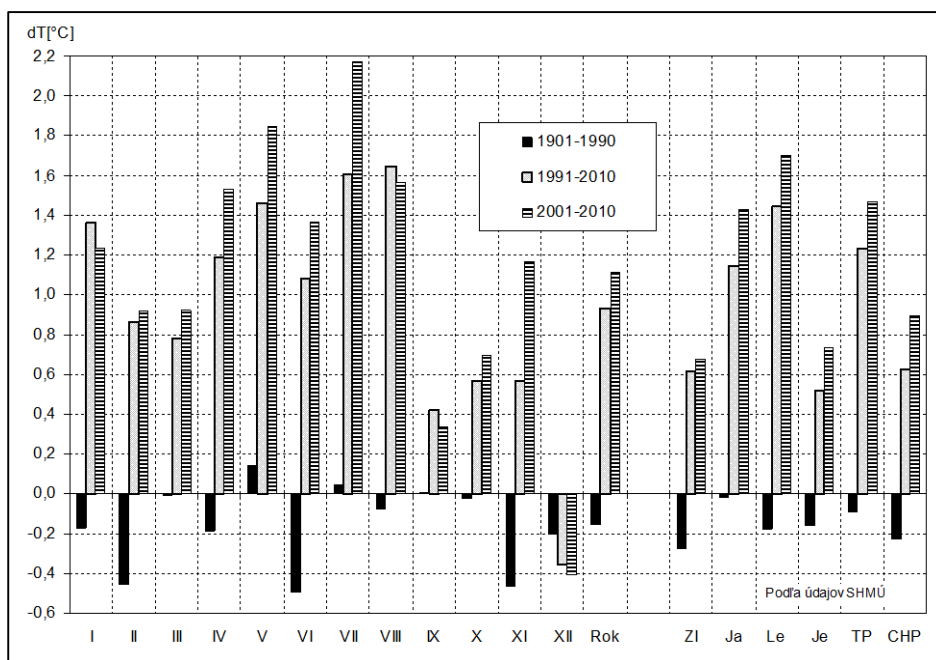
Za obdobie 1881-2010 sa na Slovensku pozoroval rast priemernej ročnej teploty vzduchu asi o 1,7°C (väčší bol nárast za obdobie od januára po august) a nevýznamný trend poklesu ročných úhrnov atmosférických zrážok asi o 0,5 % v priemere. Na juhu SR bol pokles miestami aj viac ako 10%, na severe a severovýchode ojedinele úhrn zrážok vzrástol do 3%. Trend zrážkových úhrnov značne ovplyvnil mimoriadne vlhký rok 2010, keď bol na Slovensku zaznamenaný rekordne vysoký ročný úhrn zrážok, ktorý o 64% prevýšil priemer za obdobie 1901-1990, ktorý je 751,3 mm). **Zaznamenaný bol aj výrazný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu. Na juhu Slovenska od roku 1900 doteraz o 5%**, na ostatnom území menej. Toto obdobie bolo typické aj **poklesom snehovej pokrývky do výšky 1000 m takmer na celom území**. Vo väčšej nadmorskej výške bol zaznamenaný jej nárast. Aj charakteristiky výparu vody z pôdy a rastlín, vlhkosti pôdy, slnečného žiarenia potvrdzujú, že **najmä juh Slovenska sa postupne vysušuje**, pretože vzrastá potenciálny výpar a klesá vlhkosť pôdy.

Značne zmenený režim klímy bol na Slovensku zaznamenaný najmä po roku 1990. Zvýšenú pozornosť je potrebné venovať **zmenám v premenlivosti 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. **Za posledných 15 rokov došlo k významnejšiemu rastu výskytu extrémnych denných úhrnov zrážok, čo malo za následok zvýšenie rizika lokálnych povodní** v rôznych oblastiach SR. Na druhej strane v období rokov 1989-2012 sa **oveľa častejšie ako predtým vyskytovalo lokálne alebo celoplošné sucho**, ktoré bolo zapríčinené predovšetkým dlhými periódami relatívne teplého počasia s malými úhrnmi zrážok v niektorej časti vegetačného obdobia. Zvlášť výrazné bolo sucho v rokoch 1990-1994, 2000, 2002, 2003 a 2007. Desaťročie 1991-2000, ale aj obdobie 2001-2010 sa charakteristikami teploty vzduchu, úhrnov zrážok, výparu, snehovej pokrývky, ako aj iných prvkov, priblížilo k predpokladaným podmienkam klímy okolo roku 2030, ktoré boli vyčíslené v zmysle scenárov klimatekovej zmeny pre naše územie, výnimkou sú iba nižšie úhrny zrážok v chladnom polroku a v zime v desaťročí 1991-2000.

Teplotu vzduchu na Obr. 1 charakterizujeme ako odchýlky od dlhodobého priemeru z obdobia 1951-1980 (priemer z troch reprezentatívnych staníc Hurbanovo, Košice a Liptovský Hrádok), pričom Hurbanovo patrí medzi najlepšie meteorologické stanice v strednej Európe s dostatočne dlhým a kvalitným radom pozorovaní. Trend teploty vzduchu pre teplý a chladný polrok v období 1881-2010 je podobný ako pre ročné priemery, rozdiely ale existujú medzi jednotlivými mesiacmi (Obr. 2).



Obr. 1: Trend odchýlok priemernej teploty vzduchu (dT, priemer reprezentatívnych klimatologických staníc) od normálu 1951-1980 a územných úhrnov atmosférických zrážok (R_N) v SR (vypočítaný z 203 staníc) ako % z normálu 1901-1990 za roky z obdobia 1881-2010.



Obr. 2: Odchýlky mesačných a sezónnych priemerov teploty vzduchu (dT) v Hurbanove od normálov z obdobia 1951-1980 v obdobiach 1901-1990, 1991-2010 a 2001-2010 (Zi – zima, Ja – jar, Le – leto, Je – jeseň, TP – teplý polrok (IV – IX), CHP – chladný polrok (X – III)).

Evidentne najviac sa otepľovalo v období od apríla po august, v decembri bol zaznamenaný v posledných dvoch dekádach dokonca pokles teploty vzduchu. Vo vegetačnom období (apríl až september) je napr. medzi Komárnom a Jaslovskými Bohunicami, resp. medzi Liptovským Mikulášom a Popradom rozdiel priemernej teploty vzduchu o 1 °C čo znamená, že medzi jednotlivými lokalitami ide aj o značný rozdiel v nástupe vegetačných fáz rastlín.

Teplotný režim atmosféry, zrážkový režim ako aj vlhkosťný režim vrchnej vrstvy pôdy určujú celkový ráz krajiny, vegetáciu a tým napr. aj možnosti poľnohospodárskej výroby. Atmosférické zrážky sa priamo

podieľajú na tvorbe zásob podzemnej vody a na množstve a režime odtoku z územia. Odtok je najlepšie vyjadrený na režime prietoku riek. **Ak sa zmení teplota vzduchu, atmosféra má vyššiu schopnosť prijímať vodnú paru, čiže zvyšovať výpar a tak znižovať, alebo ochudobňovať o vodu vrchné vrstvy pôdy, ale aj zásoby podzemnej vody i množstvo vody v korytách riek.** Teplota atmosféry vplýva tiež na skupenstvo zrážok a tvorbu, režim a topenie snehovej pokrývky. Ak sa popri tom zmení aj množstvo, skupenstvo, alebo rozloženie zrážok počas roka, budú vlhkostné pomery pôdy, zásoby podzemnej vody i režim stavu vody v tokoch podliehať zmenám, ktoré môžu vyústiť jednak k výskytu sucha, ale aj k povodňovým situáciám. Takto sprostredkovane sa klimatická zmena môže prejavíť napríklad v zmene zastúpenia lesných spoločenstiev, rastlinnej pokrývky, pestovaných plodínach, výskytke invázných druhov rastlín a živočíchov, zmene hydrologických a pôdných pomerov, erózii pôdy a podobne. Preto sa popri režime teploty vzduchu budeme venovať aj vodnej bilancii územia a jej zložkám.

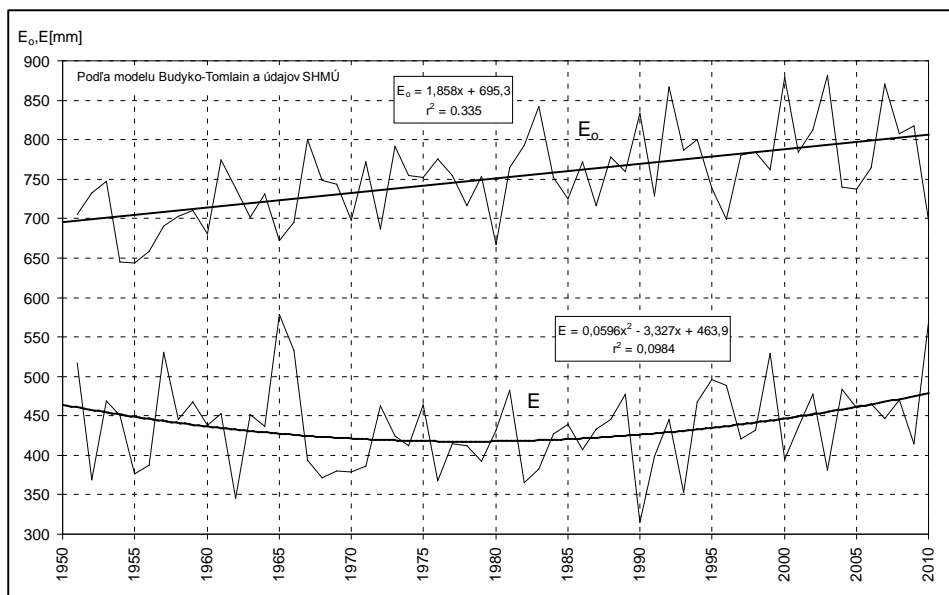
Vodná bilancia určitého územia, napríklad povodia rieky je tvorená rozdielom úhrnu atmosférických zrážok a výparu vody z pôdy a rastlín. Tento rozdiel sa realizuje v tvorbe zásob vody v pôde, v množstve podzemnej vode a najmä v odtoku. Je to vlastne súčasť kolobehu vody v prírode, ktorý môžeme opísať takto: zrážkové úhrny sa po dopade na zemský povrch rozčleňujú na vodu, ktorá sa dostáva do pôdy a zvyšuje jej vlhkosť, vodu, ktorá nasycuje zásoby podzemných vôd a vodu, tvoriacu povrchový odtok. Ďalšia, v našich podmienkach prevažujúca časť vody, sa vyparí zo zemského povrchu a rastlín do atmosféry. Pri dostatočne vlhkom až nasýtenom povrchu pôdy sa z nej ako aj rastlín vyparí najviac vody. Tento výpar sa nazýva potenciálnym výparom, alebo potenciálnou evapotranspiráciou, ktorú označujeme ďalej v texte, alebo obrázkoch symbolom E_0 . Aj keby sme naďalej na povrch pôdy dodávali vodu, nebude sa výpar už viac zvyšovať. Pri reálnych podmienkach vlhkosti pôdy, ktorá je zväčša nižšia ako nasýtená je aj skutočný výpar nižší. Tento nazývame aktuálnym výparom, alebo aktuálnou evapotranspiráciou, ktorú značíme symbolom E . Pri procese výparu sú dôležité vlastnosti vzduchu, ktorý prijíma vyparenú vodu. Jedným z ukazovateľov je relatívna vlhkosť vzduchu, ktorú môžeme chápať ako množstvo vody, ktorá je vo vzduchu v pomere k najväčšiemu množstvu, takzvanému stavu nasýtenia, ktoré vzduch môže obsahovať. Presnejší ukazovateľ, nezávislý na teplote je sýtostný doplnok, ktorý označujeme symbolom D . Tento udáva, koľko vody sa do vzduchu ešte môže vyparíť po dosiahnutí stavu nasýtenia. Sýtostný doplnok používame pri výpočte evapotranspirácie, pretože je priamo úmerný úhrnu potenciálneho výparu.

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. Aj z tohto stručného zhodnotenia je zreteľne vidieť mimoriadny vývoj teploty vzduchu a úhrnov zrážok v posledných desaťročiach na Slovensku. **Je treba pripomenúť, že normálny rozdiel ročnej teploty vzduchu medzi Komárnom a Trenčínom je 1 °C a medzi Komárnom a Popradom 4 °C.**

Ak vzrastie v teplom polroku teplota o 1 °C, tak je potrebné zvýšenie ročného úhrnu zrážok na nížinách Slovenska asi o 100 mm na to, aby zostala rovnaká vlhkosť pôdy. Táto voda bude chýbať poľnohospodárskym plodínám v dôležitých obdobiach ich vývoja, čo v praxi znamená zvýšenie potreby závlah. Pri raste teploty vzduchu o 1 °C sa zároveň zvyšuje množstvo vody, ktoré môže vzduch z vyparujúceho povrchu prijať, teda sýtostný doplnok pri rovnakej relatívnej vlhkosti vzduchu vzrastie o 6% pre teplotu nad bodom mrazu.

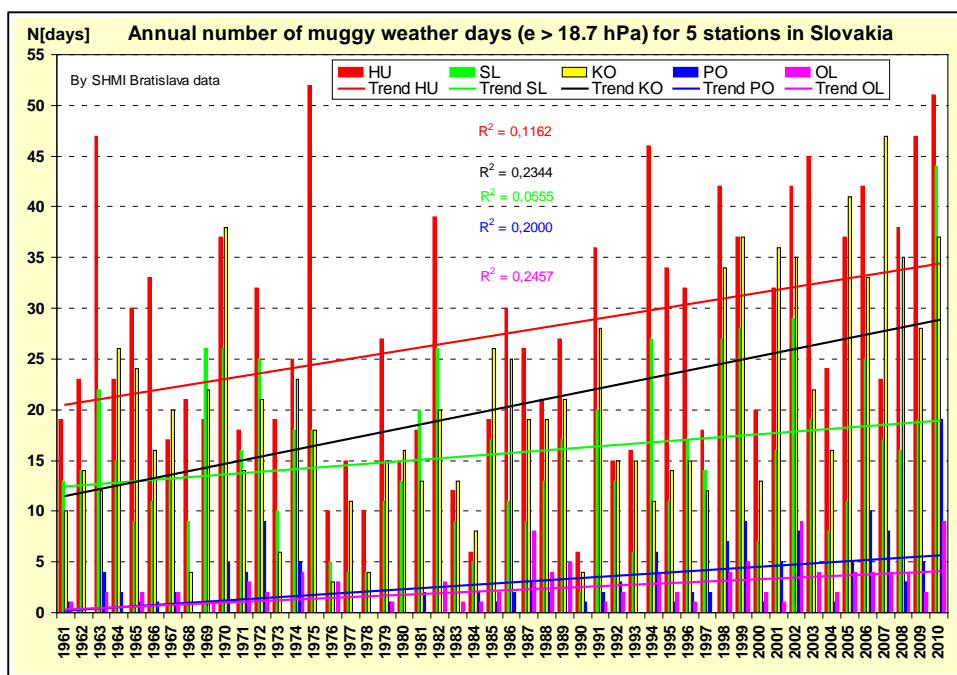
Výrazný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu bol na juhozápade Slovenska od roku 1991 do 2010 (o 5%), pričom najnižšie hodnoty boli zaznamenané v posledných dvoch desaťročiach napriek zvýšeným úhrnom zrážok. Na severe a východe Slovenska nebol pokles relatívnej vlhkosti vzduchu taký výrazný.

Dôležitou zložkou vodnej bilancie je výpar. Za posledných 60 rokov zaznamenávame významný rast potenciálnej evapotranspirácie E_0 na celom Slovensku, najviac na nížinách juhozápadného Slovenska (Obr. 3). Na severe Slovenska bol rast E_0 o trochu menší, vzhľadom na vyššie úhrny zrážok ako je potreba na evapotranspiráciu, no významne tam vzrástla aktuálna evapotranspirácia E , najmä po roku 1993.



Obr. 3: Trend ročných súm potenciálnej (E_0) a aktuálnej (E) evapotranspirácie v Hurbanove v období 1951-2010 (spracované podľa Budykovej komplexnej metódy na základe meraní iných klimatických prvkov).

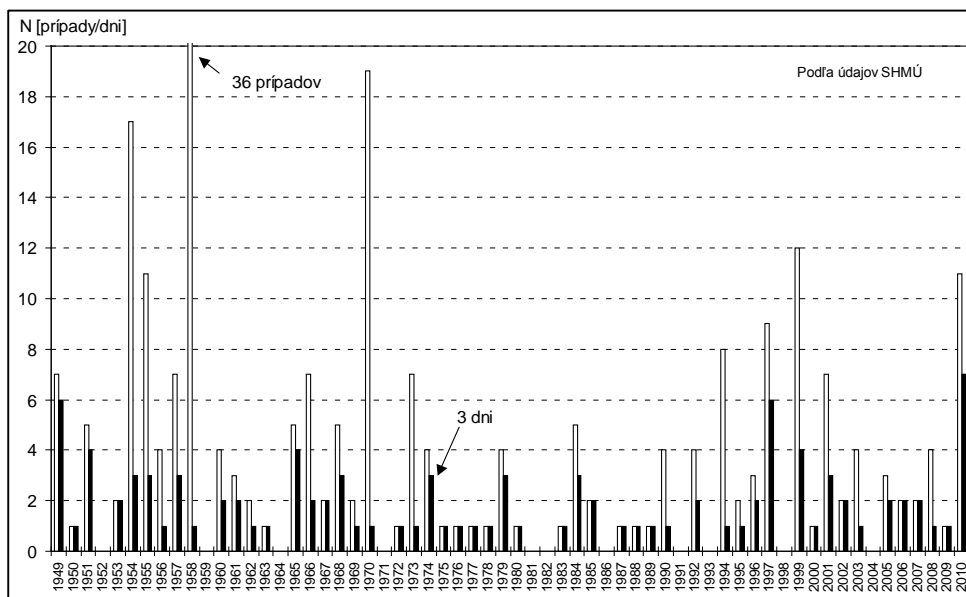
Informácie o zmenách teplotno-vlhkostných podmienok priblížime ešte zhodnotením počtu dní s dusnom na Slovensku za obdobie 1961-2010 (Obr. 4). Dusno je ukazovateľom teplotno-vlhkostného komfortu človeka a prejavuje sa od určitej hranice množstva vodnej pary v ovzduší (v meteorologickej praxi je ukazovateľom dusna tlak vodnej pary 18,8 hPa a viac). Dusno sa môže vyskytnúť aj počas malej časti dňa, najmä v neskorších popoludňajších hodinách. Zreteľne je vidieť **podstatný rast počtu dní s dusnom v období 1991-2010 v porovnaní z predchádzajúcimi obdobiami. V minulosti sa dusné dni vyskytovali sporadicky iba do nadmorskej výšky 700 m** (v Poprade bolo vždy menej ako 10 dní ročne s dusnom aspoň v jednom termíne pozorovania, pričom asi tretina rokov nemala ani jeden deň s dusnom), **v posledných rokoch sa takéto dni už vyskytujú občas aj v nadmorskej výške 1400 m.** Je to dôsledkom rastu teploty vzduchu počas vlhkého a oblačného počasia na strane jednej a celkového rastu množstva vodnej pary v atmosfére asi o 3% absolútnej vlhkosti po roku 1960 na strane druhej.



Obr. 4: Ročný počet dní s dusnom na vybraných staniách na Slovensku za obdobie 1961 -2010 (Hurbanovo – HU, Sliac – SL, Košice – KO, Poprad – PO, Oravská Lesná – OL).

Denné úhrny zrážok ≥ 100 mm na Slovensku (z cca 700 staníc) v období 1949-2010 ukazuje Obr. 5. Dňa 29.VI.1958 sa celkom výnimočne vyskytol taký úhrn zrážok na 36 stanicich, predovšetkým na severe Slovenska (hoci v tom roku bol zaznamenaný len 1 deň s úhrnom 100 mm a viac).

Denný úhrn zrážok ≥ 100 mm je **takmer vždy príčinou aspoň lokálnej náhlejšej povodne so závažnými škodami**. Na väčšine územia Slovenska predstavujú takéto úhrny zriedkavejší výskyt ako raz za 100 rokov. Zrážková činnosť podlieha v časovom rade určitým výkyvom, ktoré sú prirodzené a súvisia napríklad so zmenami cirkulačnej činnosti atmosféry, ktorá k nám striedavo smeruje „suchšie, alebo „vlhkejšie“ vzduchové hmoty. Takéto kolísanie úhrnov zrážok vidíme aj na obr. 1 a napr. **v období 1975 – 1993 spadlo na území Slovenska v priemere menej zrážok**. Podobne, na Obr. 5 je dobre vidieť **relatívne malý výskyt dní s úhrnom ≥ 100 mm v tom istom období**. Odvtedy sa počet takých dní výrazne zvýšil napriek poklesu celkového počtu dní so zrážkami a s výnimkou roka 2010 iba s malým rastom ročných úhrnov zrážok.



Obr. 5: Počet prípadov a dní s 24-hodinovými úhrnmi zrážok ≥ 100 mm na Slovensku (podľa záznamov okolo 700 zrážkomerných staníc,) v období 1949 -2010, dňa 29.VI.1958 sa vyskytol taký úhrn zrážok na 36 stanicich, predovšetkým na severe Slovenska.

Ráz klímy v posledných 130 rokoch je poznamenaný nielen rastom globálnej ale aj regionálnej teploty vzduchu (u nás o 1,7 °C), čo vedie k dynamizácii atmosférických procesov. Dotýka sa to najmä vývoja v posledných 30 rokoch, keď sme zaznamenali v strednej Európe aj významný rast množstva vodnej pary v atmosfére, zmenili sa tiež cirkulačné podmienky, prinášajúce nad naše územie vzduchové hmoty od Atlantiku alebo z Euroázijského kontinentu.

2.2 Očakávané zmeny klímy na Slovensku v budúcich desaťročiach

Scenáre klimatickej zmeny na Slovensku boli spracované z výstupov globálnych atmosférických modelov pre body blízke územiu Slovenska. Z nich sa pomocou tzv. štatistického downscalingu, vykonal prepočet stanovených charakteristík do jednotlivých zvolených bodov na území Slovenska, pri použití súborov nameraných údajov z referenčného obdobia, napr. 1961 – 1990. Správanie ľudstva v nasledujúcom období bolo simulované rôznymi emisnými scenármi IPCC (Medzivládny panel pre klimatickú zmenu). Tieto boli od roku 1990 po rok 2000 postupne zdokonaľované s cieľom čo najvýstižnejšie odhadnúť správanie ľudskej spoločnosti v budúcnosti. V našom hodnotení používame najviac IPCC SRES scenáre. Tieto boli zverejnené vo Zvláštnej správe o emisných scenároch (angl. skratka SRES) vydané v roku 2000. Podľa tejto správy rozlišujeme niekoľko „rodín“ scenárov, medzi nimi aj scenáre **A2, tzv. „pesimistický“** a **B1, tzv. „optimistický“**. Pesimistický scenár A2 je založený na významnom raste emisie skleníkových plynov do roku 2100, kým optimistický scenár B1 predpokladá prijatie rozsiahlych opatrení na redukciiu emisie skleníkových plynov. **Umiernený scenár SRES A1B (medzi A2 a B1) používajú regionálne klimatické modely pre strednú Európu. Doterajší vývoj ale naznačuje, že sa v emisii prekračuje dokonca aj scenár SRES A2.** V texte spomíname aj emisný scenár IPCC IS92a/b vyvinutý v roku 1992.

Veľká väčšina doterajších klimatických scenárov predpokladala nasledujúci očakávaný vývoj klímy do roku 2100 (za predpokladu splnenia stredne pesimistických globálnych scenárov emisie skleníkových plynov do atmosféry v intervale IPCC IS92a/b, SRES A2, A1B až B2/B1):

1) Priemery teploty vzduchu by sa mali postupne zvyšovať o 2 až 4 °C v porovnaní s priemerami obdobia 1951-1980, pričom sa zachová doterajšia medziročná a sezónna časová premenlivosť. To znamená, že sa nebudú meniť rozdiely teploty medzi ročnými obdobiami, podobne aj medzi jednotlivými rokmi. Trochu 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.

2) Ročné úhrny zrážok by sa nemali podstatne meniť, skôr sa ale predpokladá mierny nárast (okolo 10%), predovšetkým na severe Slovenska. Väčšie zmeny by mali nastať v ročnom chode a časovom režime zrážok. V lete sa všeobecne očakáva slabý pokles úhrnov zrážok (predovšetkým na juhu Slovenska) a v zvyšnej časti roka slabý až mierny rast úhrnov zrážok (predovšetkým v zime a na severe Slovenska). V teplej časti roka sa očakáva zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok, zrejme sa predĺžia a častejšie vyskytnú málozrážkové (suché) obdobia na strane jednej a budú zrážkovo výdatnejšie krátke daždivé obdobia na strane druhej. Pretože sa očakáva teplejšie počasie v zime, tak až do výšky 900 mn.m. bude snehová pokrývka nepravidelná (aj výdatné sneženia ale aj úplné roztopenie snehu a dažďové zrážky s rozdielnym vývojom v jednotlivých rokoch) a častejšie sa budú vyskytovať zimné povodne. Snehová pokrývka bude zrejme v priemere vyššia iba vo výške nad 1200 mn.m., tieto polohy ale predstavujú na Slovensku menej ako 5% rozlohy, čo nemôže podstatne ovplyvniť odtokové pomery.

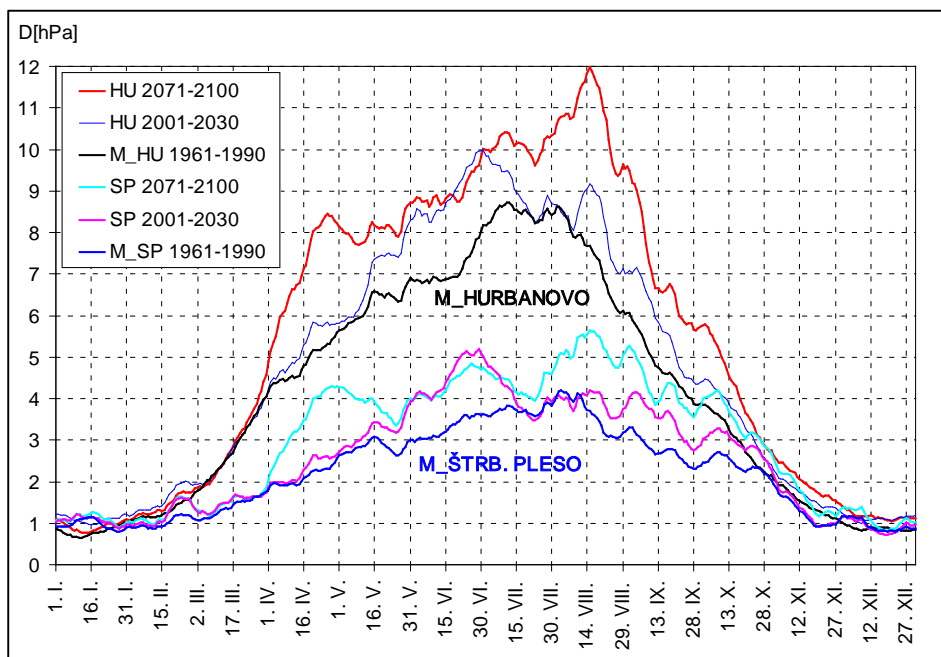
3) Doterajšie klimatické scenáre poskytujú aj údaje o možnom vývoji iných klimatických prvkov a charakteristík. Neočakávajú sa žiadne významné zmeny v priemeroch globálneho slnečného žiarenia (tvoreného súčtom priameho a rozptýleného krátkovlnného slnečného žiarenia), rýchlosti a smeru vetra.

Vzhľadom na zosilnenie búrok v teplej časti roka sa ale očakáva častejší výskyt silného vetra, víchríc a aj tornád v súvislosti s búrkami. Rovnako sa neočakávajú významné zmeny v priemeroch relatívnej vlhkosti vzduchu, zdá sa, že na juhu Slovenska zotrvá terajšia priemerná relatívna vlhkosť vzduchu vo vegetačnom období (asi o 5% nižšia v porovnaní v priemerami z obdobia 1901-1980) (Tab. 1). Pretože sa ale zvýši teplota vzduchu, tak sa musí pri nezmenenej relatívnej vlhkosti vzduchu zvýšiť tlak vodnej pary a aj sýtosťný doplnok (asi o 6% na každý 1 °C oteplenia). To zapríčini rast potenciálnej evapotranspirácie vo vegetačnom období

roka tiež asi o 6% na 1 °C oteplenia. Pretože sa na juhu Slovenska vo vegetačnom období roka úhrny zrážok podstatne nezvýšia, **bude to mať za následok pokles vlhkosti pôdy**. Navyše častejší výskyt krátkodobých intenzívnych zrážok nebude dostatočne prispievať k dopĺňaniu pôdnej vlhkosti. Na severe Slovenska bude znamenať oteplenie a zvýšenie úhrnov zrážok významné zvýšenie aktuálneho výparu a zmenu režimu odtoku (skoršie maximum odtoku na jar a zníženie odtoku v lete).

Teplotné scenáre je možné použiť pre celé Slovensko, zrážkové scenáre sa líšia pri jednotlivých staniách aj viac ako o 10 % (v zime väčší rast úhrnov na severe a v lete väčší pokles na juhu).

V tejto správe boli vypracované scenáre obohatené o nové prvky a charakteristiky, predovšetkým o extrémny jednotlivých prvkov, sýtosťný doplnok, relatívnu vlhkosť vzduchu a potenciálnu evapotranspiráciu. Uvádzame tiež vybrané scenáre očakávaných extrémov počasia do roku 2100 v podrobnejšom vyjadrení.



Obr. 6: Scenáre ročného chodu priemerného sýtosťného doplnku (D) pre Hurbanovo a Štrbské Pleso pre a emisný scenár A2 v obdobiach 2001-2030 a 2071-2100 v porovnaní s meraniami (M_HU, M_SP) v období 1961-1990.

Stanica	Prvok		1961-1990	1991-2020	2021-2050	2051-2080	2071-2100	1996-2025	2016-2045	2061-2090
Hurbanovo	T (A2-B1)	[°C]	0,0	0,2	0,0	1,1	1,7	0,2	0,2	1,0
Hurbanovo	T (A2-M)	[°C]	0,0	0,7	1,8	2,8	3,9	1,0	1,7	3,2
Hurbanovo	e (A2-B1)	[hPa]	0,0	0,0	0,1	0,8	1,5	0,0	0,0	1,0
Hurbanovo	e (A2-M)	[hPa]	0,1	0,6	1,5	2,5	3,5	0,7	1,3	2,9
Štrbské	U (A2-B1)	[%]	0,0	-0,9	0,0	-0,9	-1,0	-0,6	-0,9	0,0
Štrbské	U (A2-M)	[%]	0,6	0,4	-0,2	0,5	-0,2	0,0	-0,5	0,7
Hurbanovo	U (A2-B1)	[%]	0,0	-1,1	0,2	-0,6	-0,7	-1,2	-0,8	0,2
Hurbanovo	U (A2-M)	[%]	-1,0	-1,8	-1,5	-1,4	-1,6	-2,1	-1,9	-0,9

Tab. 1: Porovnanie scenárov zmien teploty vzduchu (T), tlaku vodnej pary (e) a relatívnej vlhkosti vzduchu (U) pre vegetačné obdobie (IV-IX) pre emisné scenáre A2 a B1 a podľa meraní v období 1961-1990 (M) v rôznych obdobiach do roku 2100.

Tab. 1 stručne naznačuje hlavné charakteristiky zmien teploty vzduchu (T), tlaku vodnej pary (e) a relatívnej vlhkosti (U) dvoch emisných scenárov SRES A2 a B1. Je vidieť, že kým pri teplote vzduchu a tlaku vodnej pary sa do roku 2100 očakáva výrazný rast, priemery relatívnej vlhkosti vzduchu sa menia iba nepatrne.

Ako sme už spomínali, sýtosťný doplnok je rozdiel medzi tlakom nasýtenej vodnej pary pri danej teplote a skutočným tlakom vodnej pary, potenciálny výpar $E_0 = k \cdot D$ vyjadruje aj potrebu zavlaženia pôdy na zabezpečenie plného výparu a transpirácie rastlín. V Tab. 2 sú scenáre zmeny sýtosťného doplnku (D) v % pre

časové horizonty so stredom v rokoch 2010, 2030 a 2075 (2010 slúži skôr na verifikáciu metódy, lebo ho už o 10 rokov bude možné predbežne porovnať so skutočnosťou). Je vidieť, že najväčší rast sýtošného doplnku sa očakáva na jar (IV-V) a v jeseni (IX-X), čo súvisí aj s vývojom cirkulačných pomerov vyplývajúcich z daného modelu. Približne o rovnakú hodnotu (v %) by sa mal zvýšiť aj potenciálny výpar (evapotranspirácia) E_0 . V grafickej podobe môžeme vidieť terajší a predpokladaný ročný chod sýtošného doplnku (úmerný výparu) v nížinných a horských podmienkach (Obr. 6).

Mes.	A2			B1			A2			B1		
	2010	2030	2075	2010	2030	2075	2010	2030	2075	2010	2030	2075
	Hurbanovo						Sliač					
I	9,7	4,9	4,4	5,7	6,9	-0,5	16,0	5,4	3,2	9,8	10,5	-2,1
II	7,6	5,8	4,4	5,8	7,5	-1,3	15,0	8,6	9,0	11,3	13,5	2,2
III	4,9	9,2	12,7	4,1	7,8	5,3	7,3	8,9	13,9	5,9	10,1	5,7
IV	6,3	15,8	25,1	5,7	12,2	15,7	4,6	12,6	21,5	4,3	10,6	12,2
V	10,7	18,7	24,5	7,2	15,3	17,1	10,0	18,0	22,7	7,4	14,8	15,1
VI	13,1	16,7	15,9	5,5	13,6	11,1	13,5	18,3	14,6	7,3	13,9	9,8
VII	9,1	13,7	17,4	4,3	10,8	8,9	7,4	13,5	13,4	4,1	8,8	6,1
VIII	9,4	15,6	28,1	5,4	10,9	13,5	6,4	14,1	23,0	3,5	7,3	10,1
IX	15,5	18,9	32,9	6,0	13,5	17,0	14,3	19,0	30,7	4,9	10,7	16,6
X	14,0	15,9	28,0	5,8	13,2	14,7	14,9	16,7	27,6	5,6	11,9	15,8
XI	7,7	8,8	19,8	4,5	9,5	10,2	9,2	7,7	17,5	4,4	8,6	7,4
XII	7,2	4,4	10,3	3,7	6,3	4,3	10,1	2,3	5,5	4,6	6,4	-1,3

Tab. 2: Scenáre zmien mesačných priemerov sýtošného doplnku (D) v % v 30-ročných časových horizontoch so stredom v rokoch 2010, 2030 a 2075 v porovnaní s priemerami z obdobia 1961-1990 podľa emisných scenárov A2 a B1 pre stanice Hurbanovo a Sliač.

Je to závažný rast E_0 v ročnej dobe s nižšími úhrnmi zrážok, čo v konečnom dôsledku môže vyvolať zvýšené riziko sucha v kritickom období pre poľnohospodárske plodiny. Rast sýtošného doplnku a malé zmeny, prípadne pokles úhrnov zrážok budú zrejme hlavnou príčinou **predlžovania a prehlbovania periód sucha predovšetkým v nižších a zrážkovo chudobných polohách**. Uvedené zmeny vlhkostných pomerov budú mať pravdepodobne aj ďalšie dôsledky. Zvýšenie teploty vzduchu v čase výskytu cyklonálneho počasia, t.j. v oblasti tlakovej níše a jej oblačných systémov, vyvolá významné zvýšenie tlaku vodnej pary (aj množstva vodnej pary pripravenej na kondenzáciu v atmosfére), čo zapríčini **dramatický rast mimoriadne vysokých úhrnov zrážok počas silných búrok v teplom polroku a aj niekoľkodenných cyklonálnych situácií celoročne**. Dá sa predpokladať, že **prípady mimoriadne vysokých úhrnov zrážok** (opakujúcich sa zriedkavejšie ako raz za 50 rokov) **budú o 25 až 50% vyššie ako v predchádzajúcich desaťročiach**. **Pravdepodobne najvyššie denné úhrny prekročia 150 mm takmer každý rok a raz za 50 rokov aj 400 mm v niektorej lokalite na Slovensku**. Tento predpoklad vyplýva priamo z fyzikálnej teórie vzniku a priebehu atmosférických zrážok.

V zime sa očakáva celkový rast úhrnov zrážok (do 30% na severe Slovenska a v horských polohách) a súčasne rast teploty vzduchu až o 4 °C. To spôsobí, že **do nadmorskej výšky 800-1000 m budú síce koncom storočia zimné zrážkové úhrny podstatne vyššie, no pôjde prevažne o zrážky tekuté, ktoré zhoršia snehové pomery**. Navyše **pribudnú počas oteplení zimné povodne**. V nadmorskej výške nad 1200 m ani oteplenie o 4 °C neohrozí príliš výskyt sneženia a snehovú pokrývku, preto tam budeme čoraz častejšie zaznamenávať rekordne vysokú novú a celkovú snehovú pokrývku. To určite **zvýši riziko lavín vo vyšších horských polohách** aj na Slovensku.

Z ďalších extrémov budú zaujímavé predovšetkým vlny letných horúčav. V podmienkach Slovenska môžeme za vlnu horúčav považovať aj sériu dní s priemernou teplotou vzduchu nad 24 °C (séria dní s priemernou teplotou nad 27°C už znamená značné riziko pre všetkých ľudí).

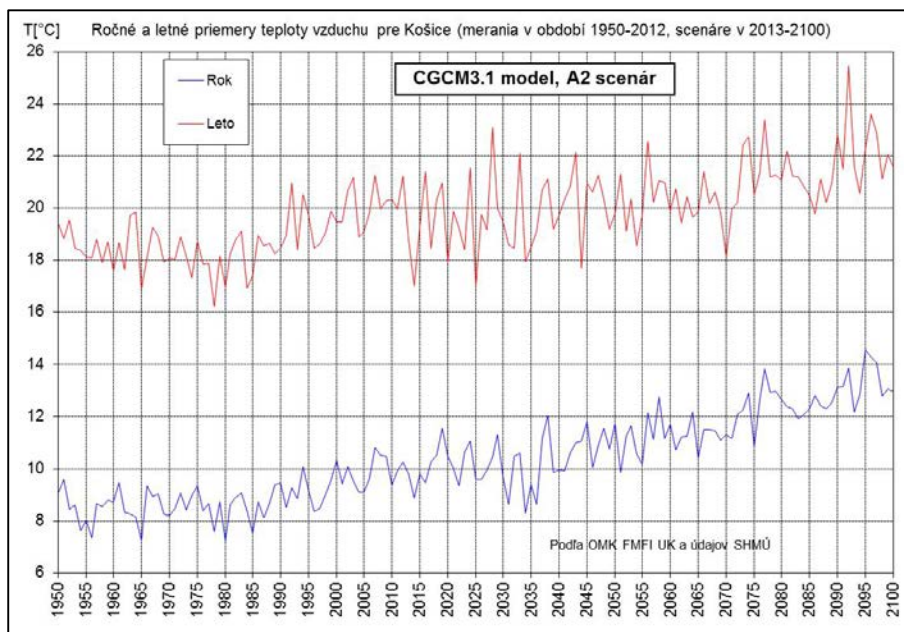
V minulých desaťročiach sme takéto dni zaznamenávali aj na juhu Slovenska iba sporadicky a ich ročný počet kolísal okolo 8 (nad 24 °C) resp. 1 (nad 27°C) dní/deň. Už **v súčasnosti narástol počet takýchto dní 2- až 3-**

násobne a je predpoklad, že koncom storočia bude na juhu Slovenska takých dní okolo 45 resp 15 za rok (podľa pesimistického scenára A2). Vlny horúčav budú spojené aj s vysokou absolútnou vlhkosťou vzduchu, čo zvýši výrazne riziko poškodenia zdravia u veľkej skupiny malých detí, starších a nemocných ľudí. Potreba klimatizácie obývaných interiérov sa stane v mesiacoch máj až september na juhu Slovenska nevyhnutnosťou.

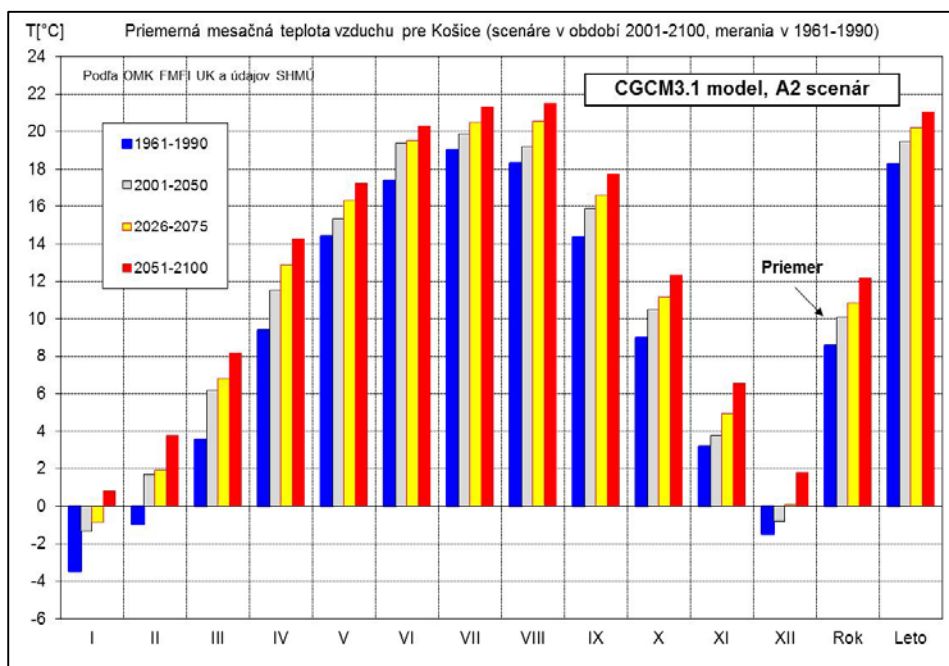
Nakoniec spomenieme ešte vývoj zimných podmienok. Okrem významnej zmeny snehových pomerov, keď v nadmorskej výške nad 1200 m bude snehu oveľa viac ako doteraz **a pod výškou 800 m oveľa menej ako v minulosti**, sa menia aj teplotné a vlhkosťné pomery. V období 1951-1980 sme mali v Hurbanove z 90 dní zimy v priemere 20 dní s priemernou teplotou $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a chladnejších a v priemere 48 dní s priemernou teplotou nad bodom mrazu. V období 2071-2100 bude (podľa pesimistického scenára A2) tých studených dní v priemere iba 2 a tých s priemerom nad bodom mrazu až 78 v priemere. To je už dramatická zmena zimných podmienok, ktorá umožní prežitie celého radu teplomilných organizmov (vrátane škodcov) predovšetkým na juhu Slovenska. Napriek tomu významne vzrastie riziko poškodenia ovocných stromov a plodín neskorými jarnými mrazmi, pretože sa posunie začiatok vegetačného obdobia do polovice februára, keď astronomické podmienky dovoľujú výrazný krátkodobý pokles teploty vzduchu (na niekoľko hodín nadránom) pri občasných vpádoch suchšieho studeného vzduchu od severovýchodu.

Na záver ešte uvádzame časový priebeh ročných a letných priemerných teplôt vzduchu ako aj mesačných scenárov teploty vzduchu a úhrnov zrážok pre lokalitu Košice podľa pesimistického scenára A2 kanadského modelu CGCM3.1 od roku 1951 do roku 2100, kde v období 1951-2012 sú v časových radoch merané údaje. Podobné modelové výstupy uvádzame aj pre ročné a letné úhrny zrážok a simulovaný priebeh mesačných úhrnov zrážok pre rôzne časové horizonty (tam sú merané údaje v období 1961-1990). Časový priebeh teploty a zrážok v budúcnosti neznázorňuje hodnoty, ktoré majú byť dosiahnuté v konkrétnych budúcich rokoch, cieľom je ukázať veľkú premenlivosť. Dôležitý je celkový trend vývoja týchto klimatických prvkov. Takéto scenáre sú k dispozícii aj pre iné lokality a obce na Slovensku, Košice uvádzame ako príklad, ktorý v priemere popisuje možný vývoj klímy na značnej časti Slovenska.

Na Obr. 7 vidíme projektovaný nárast teploty vzduchu, zhodne pre leto i rok. Pesimistický scenár je vybraný preto, aby sa znázornil pravdepodobne najvyšší možný nárast teploty vzduchu. Pri rozumnejšom správaní sa ľudstva, najmä týkajúceho sa znižovania emisií skleníkových plynov, môžeme očakávať podstatne nižší nárast teploty vzduchu, nie však v priemere nižší ako sú merané údaje pre obdobie 1990-2012.

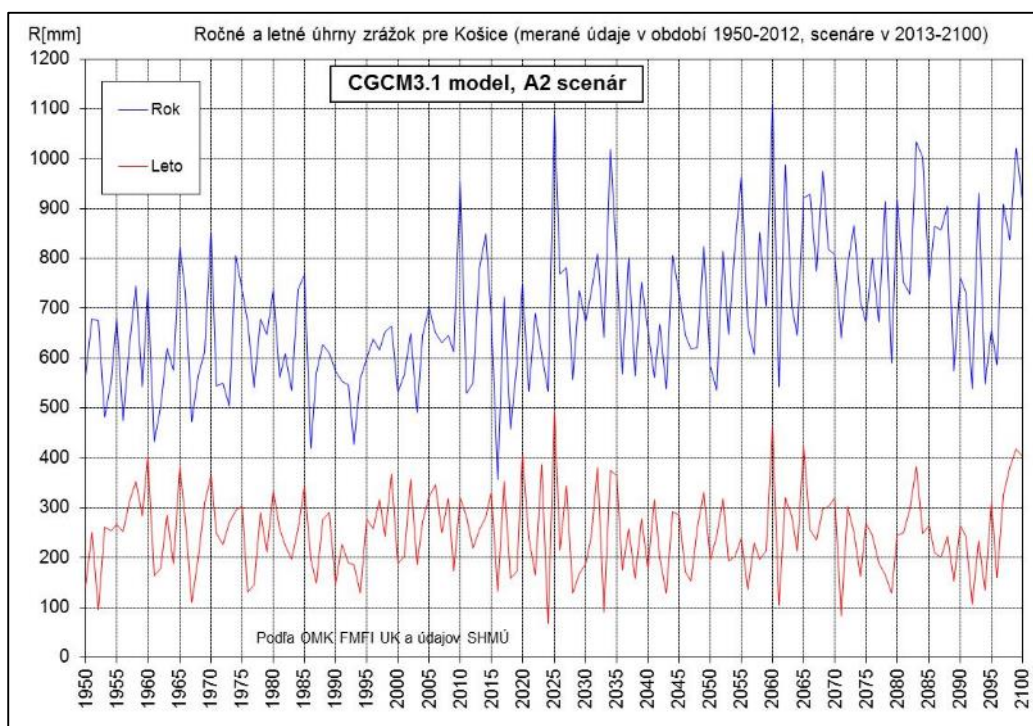


Obr. 7: Priemerná ročná a letná teplota vzduchu v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 2013 – 2100, merané údaje v období 1950-2012.



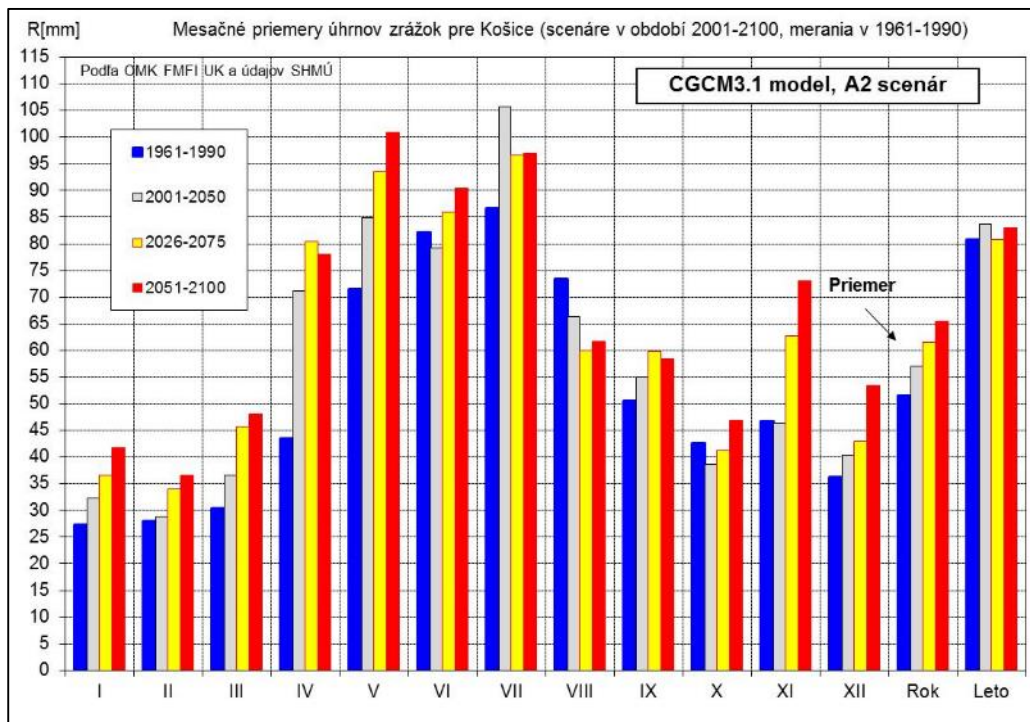
Obr. 8: Projektovaný priebeh mesačných teplôt vzduchu v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre rôzne časové horizonty obdobia 2001 – 2100 a merané údaje v období 1961-1990.

Obr. 8 znázorňuje predpokladaný nárast teploty vzduchu vo všetkých mesiacoch roka. Značný nárast indikuje najmä v mesiacoch chladného polroka, s dôsledkami na skupenstvo zrážok a parametre snehovej pokrývky najmä v nižších polohách, do výšky 800 mn.m. budú úhrny zrážok prevažne tekuté a snehová pokrývka značne nestabilná. Opäť ide o pesimistický scenár.



Obr. 9: Ročný a letný úhrn zrážok v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 2013 – 2100, merané údaje v období 1950-2012.

Obr. 9 znázorňuje predpokladaný vývoj úhrnu zrážok. Do úrovne časového horizontu 2100 modelový výstup nepredpokladá významné zvýšenie či už ročného, alebo letného úhrnu (ktorý tvorí značnú časť celoročného). Len po roku 2050 sa predpokladá určitý vzrast ročných úhrnov zrážok, najmä s ohľadom na vyššiu teplotu vzduchu a predpokladaný vyšší obsah vody v atmosfére. Treba však podotknúť, že projekcie zrážok sú zaťažené väčšou neistotou ako projekcie teploty vzduchu a rôzne modely uvádzajú mierne rozdielne scenáre časového vývoja úhrnov zrážok.



Obr. 10: Projektovaný priebeh mesačných zrážkových úhrnov v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre rôzne časové horizonty obdobia 2001 – 2100 a merané údaje v období 1961-1990.

Obr. 10 ukazuje modelovaný vývoj zrážkových úhrnov vo všetkých mesiacoch roka, podľa pesimistického scenára. Rast zrážok, spolu so zmenou ich skupenstva v zimnom období môže zmeniť režim odtoku a tým spôsobiť jeho nárast v zimných mesiacoch a pokles začiatkom jesene. Predpokladá sa, že zrážky budú vypadávať v lete v menšom počte dní, no s vyššími úhrnmi, medzi ktorými budú dlhšie epizódy sucha. Veľká medziročná premenlivosť zrážok zostane zachovaná, čo už indikoval výskyt extrémne nízkych zrážok v roku 2003 a o niekoľko rokov zas extrémne vysoký v roku 2010.

2.3 Klimatická charakteristika mesta Kežmarok

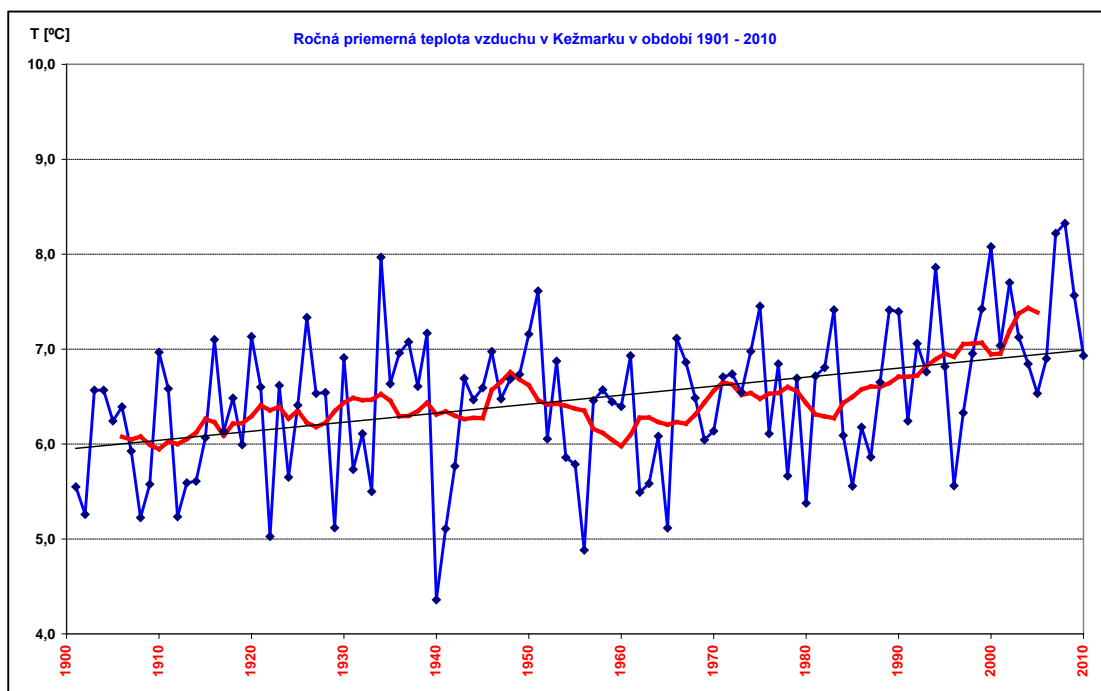
Mesto Kežmarok leží v Popradskej kotline v nadmorskej výške 618 m. Podľa Končekovej klimatickej klasifikácie patrí oblasť Kežmarku a jeho okolia do oblasti mierne teplej, ktorá má priemerný počet letných dní menej ako 50 v roku a s júlovou teplotou 16 °C v priemere. Podľa podrobnejšieho členenia, vzhľadom na vlhové zabezpečenie a charakter zimy, patrí toto územie do klimatického okrsku B₄, ktorý je mierne vlhký so studenou zimou, s priemernou januárovou teplotou pod - 5 °C. Masív Vysokých Tatier a Levočských vrchov ohraničujú úsek kotliny okolia Kežmarku a formujú jeho veterné, teplotné a zrážkové pomery. Tu sa podtatranská kotlina začína na severovýchode postupne uzatvárať do ešte pomerne širokej doliny Popradu. Masív Vysokých Tatier chráni mesto pred severným až severozápadným vetrom. Kotlinová poloha v okolí Kežmarku patrí medzi polohy s častými teplotnými inverziami. Chladný vzduch, v nočných hodinách stekajúci z príľahlých svahov Vysokých Tatier, je najdôležitejším zdrojom pri ich formovaní. Prevládajúce prúdenie vzduchu nad hrebeňom Vysokých Tatier je západné. Podobne prevažujúci smer prúdenia v okolí Popradu je tiež západný, no v oblasti Kežmarku sa mení na juhozápadný. Zároveň sa územie otvára severným vetrom, ktoré prenikajú do oblasti mesta cez zníženu za masívom Vysokých a Belianskych Tatier. Celkovo je však priemerná rýchlosť prúdenia o málo nižšia ako v okolí Popradu.

Okolité pohoria v predmetnej oblasti spôsobujú zrážkový tieň pri prúdení od severu až východu, ktorý sa prejavuje v priestore medzi Popradom a Kežmarkom na dne kotliny minimom dlhodobých priemerov úhrnov zrážok. Táto poloha na dne kotliny sa prejavuje aj celkovo nižšou oblačnosťou, ktorá má za následok dlhšie trvanie slnečného svitu oproti okolitému územiu v podobnej nadmorskej výške. Zrážkový tieň na dne kotliny sa vo všeobecnosti premieta aj v znížení hodnôt v kategórii vyšších denných a mesačných zrážkových úhrnov. Toto územie sa rozprestiera od Spišskej Belej, cez oblasti Kežmarku a Popradu a pokračuje aj ďalej na západ po hornú časť Liptovskej kotliny. Zrážkový tieň sa premieta aj do zníženia priemernej výšky snehovej pokrývky v danej oblasti a v menšej miere i do zmenšenia počtu dní so snehovou pokrývkou.

Na spracovanie klimatických charakteristík pre mesto Kežmarok boli vybrané nasledovné stanice: Stanica Kežmarok začala svoje merania a pozorovania v roku 1873, ktoré trvali do roku 1911, neskôr bola ešte v činnosti v relatívne kratších obdobiach 1920 – 1922 a 1951 – 1957. Neskôr, v 80-tych rokoch, boli robené merania vo vojenskom pásme Kežmarok – Dvorce, ktoré však nereprezentovali kotlinovú polohu. Merania z 50-tych rokov poslúžili ako podklad na spracovanie základných klimatologických charakteristík za obdobie 1931 – 1960. Zrážkomerná stanica však pokračovala v meste a jej rad pozorovaní 1901 – 2010 patrí medzi základné rady súboru 203 zrážkomerných staníc na Slovensku, na ktorých je sledovaná variabilita a zmena klímy. Ďalšími stanicami, ktoré boli brané do úvahy, bola stanica Poprad, ktorá je najbližšou ku Kežmarku nielen vzdialenosťou, ale aj spoločnými klimatickými znakmi polôh dna Popradskej kotliny. Popradská klimatická stanica začala svoje pozorovania v roku 1908 a pokračovala v rôznych polohách až doteraz. Stabilná poloha na letisku od 50-tych rokov dáva záruku kvalitných meraní a pozorovaní. Treťou stanicou, ktorá pripadala do úvahy pri utváraní si predstavy o klíme Kežmarku a jej vývoji, bola stanica Liptovský Hrádok. Táto má nepretržité pozorovania od roku 1881 na rôznych podobných miestach, ktoré bolo možné spojiť do jedného radu. Okrem toho obraz klímy Kežmarku doplnili merania zrážkomerných staníc Popradskej a Liptovskej kotliny, ležiacich v analogických polohách ako Kežmarok. Teplotný rad Kežmarku za obdobie 1901 – 2010 bol rekonštruovaný z údajov L. Hrádku a Popradu.

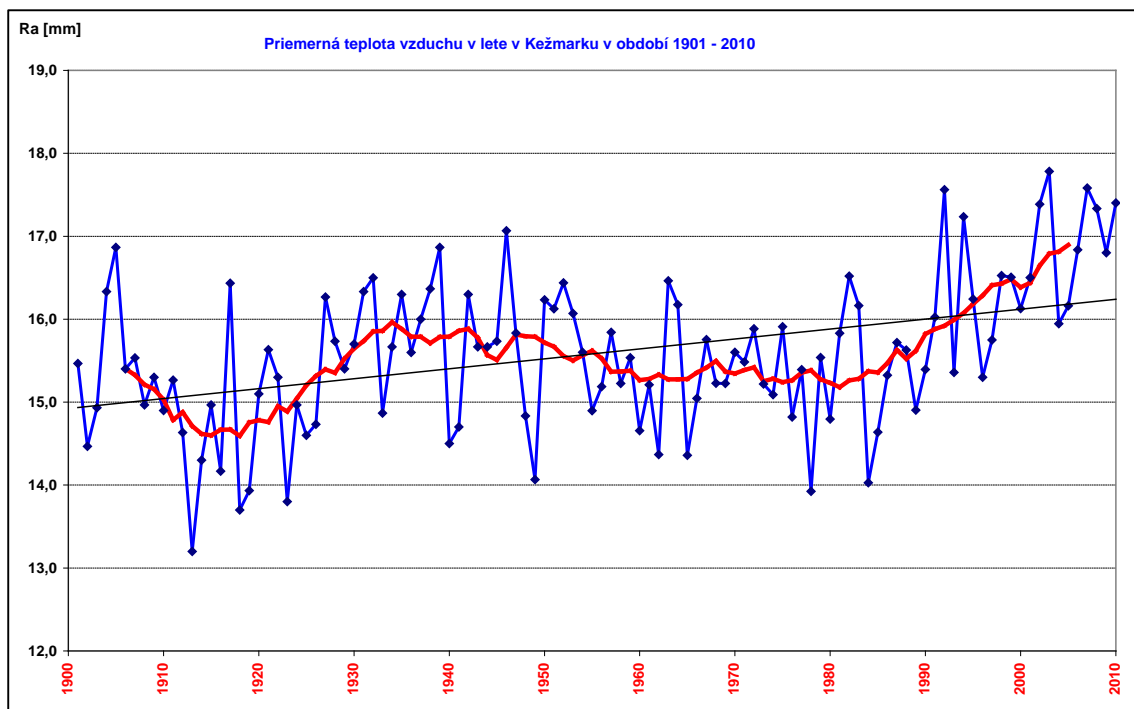
2.4 Zmena klímy a jej dôsledky v Kežmarku a okolí od konca 19. storočia doposiaľ

Teplotné pomery Kežmarku sú charakterizované kotlinovou polohou a to najmä pomerne veľkými výkyvmi teploty v dennom i ročnom chode. **Obdobie 1901 – 2010 bolo charakterizované nárastom priemerných ročných teplôt vzduchu**, ktoré sú základnými teplotnými indikátormi sledovania klimatickej zmeny (Obr. 11). **V danom teplotnom rade bolo 5 najteplejších rokov v celom období sústredených v perióde po roku 1990.** Ku chladným rokom, ktoré sa vyskytovali najmä v prvej polovici 20. storočia sa priblížili po roku 1951 len roky 1956, 1965 a 1980. Veľkú variabilitu prejavovali priemerné ročné teploty vzduchu v 30. a začiatkom 40. rokov, no variabilita sa opäť zvýšila po roku 1990.



Obr. 11: Ročná priemerná teplota vzduchu v Kežmarku v období 1901 – 2010.

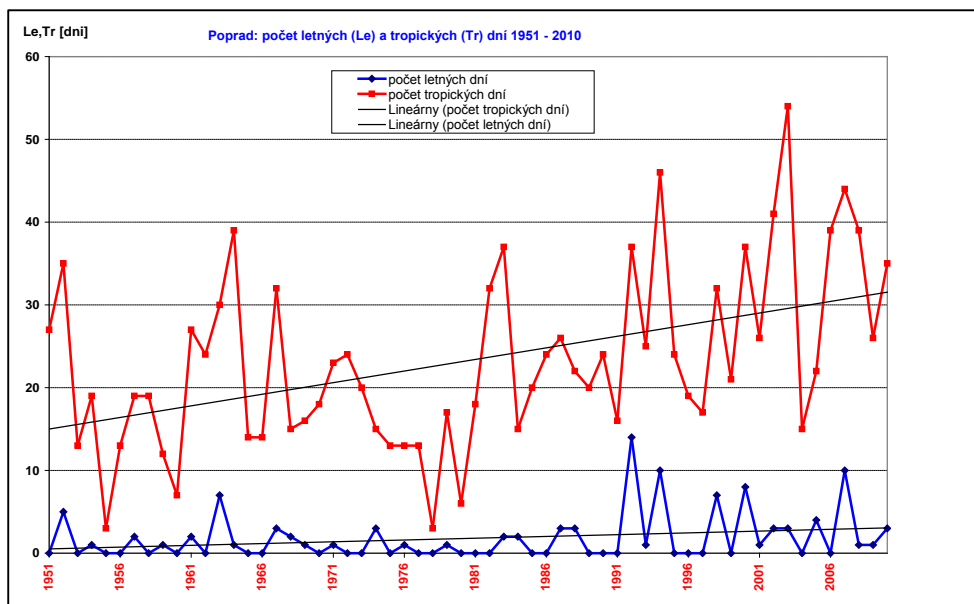
Teplý polrok, ktorý v podstate reprezentuje vegetačné obdobie má v priebehu 19. storočia niekoľko periód chladnejšej a teplejšej poveternosti. Najchladnejšími teplými polrokmi sa vyznačovalo veľmi chladné obdobie 1906 až 1916, ďalej 1952 až 1961 a 1969 až 1981. Naopak **teplé vegetačné obdobia sú 1930 až 1950, 1961 až 1969 a od roku 1992 doteraz.** Teplé polroky majú v sebe zahrnuté letné obdobie a preto teplé polroky pomerne dobre kopírujú časový priebeh letných sezón (Obr. 24).



Obr. 12: Priemerná teplota vzduchu v lete v Kežmarku v období 1901 – 2010.

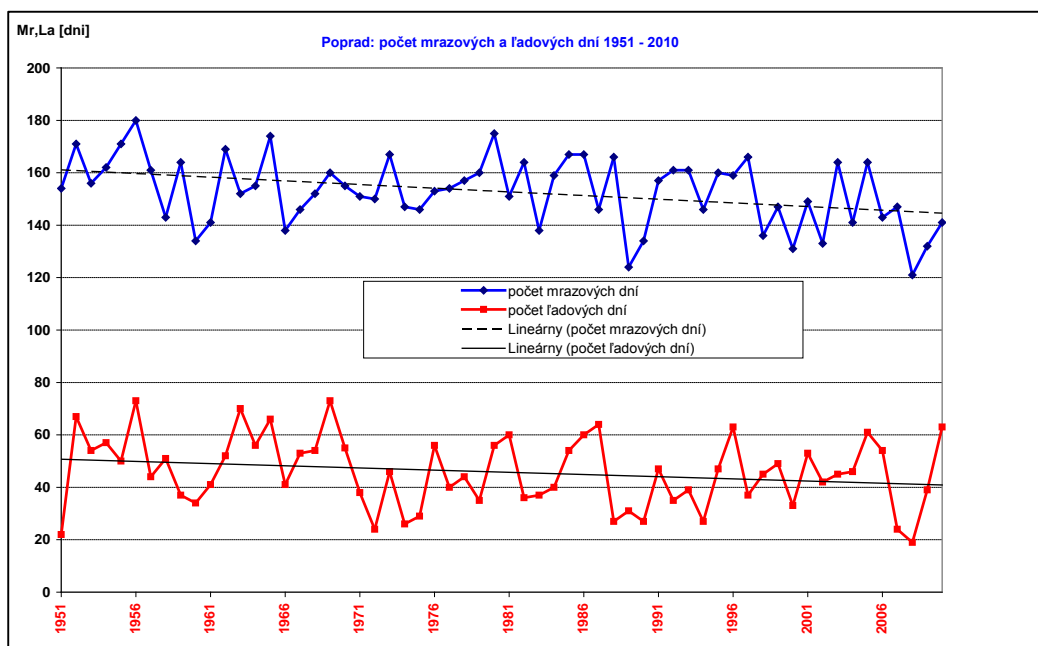
Najchladnejšie letá v celej 110-ročnej perióde sa vyskytovali v období 1908 – 1926. Ďalšie, no nie až tak výrazné obdobie chladných liet bolo 1976 až 1986. Naopak, **teplé letá sa sporadicky vyskytovali v premenlivom období 1939 až 1967 a neskôr, najmä po roku 1992**. Chladné polroky majú v sebe zahrnutú zimu – najpremenlivejšie a v časovom priebehu najrozkolísanejšie obdobie. Série teplých zím boli v rokoch 1914/15 – 1920/21, 1956/7 – 1960/61, 1970/71 – 1977/78 a od zimy 1987/88. Najchladnejšie zimy sa vyskytli v 1. polovici 20. storočia v 1928/29 a 1939/40 až 1941/42, v 2. polovici 20. storočia sa im priblížili zimy 1962/3 a 1984/5. **Po roku 1990 sa nevyskytla ani jedna veľmi studená zima, naopak, zima 2006/07 bola v histórii meraní od roku 1901 najteplejšia**. Z prechodných ročných období jar zhruba sleduje priebeh teplôt teplého polroka s rastúcim trendom, no s menšími dlhodobým výkyvmi. **V posledných dvadsiatich rokoch bol zriedkavejší výskyt chladných jarí**. Priebeh jesenných teplôt nevykazuje v poslednom období taký nárast ako v ostatných ročných obdobiach, no zvýšila sa medziročná premenlivosť.

Pre hodnotenie počtu dní s vysokými, resp. nízkymi teplotami vzduchu využijeme výsledky meraní z Popradu, pretože merania teploty vzduchu v Kežmarku skončili v roku 1957. Denné maximá teploty vzduchu v teplom polroku sú dobre opísané počtom letných dní (s maximálnou dennou teplotou 25°C a viac) a tropickými dňami s maximálnou dennou teplotou 30°C a viac, ktorých priebeh v Poprade je znázornený na Obr. 13. Takýchto dní v posledných 20-rokoch pribudlo aj v predmetnej oblasti. **Zatiaľ čo v období 1951 – 1990 počet letných dní zriedka prekročil hranicu 30 dní za rok, po roku 1990 sa počet 30 letných dní a viac stal normálnym javom a v roku 2003 dokonca prekročil 60 dní**. Podobne, **tropické dni s výskytom viac ako 5 dní boli do roku 1990 v tejto oblasti zriedkavosťou**. Po roku 1990 sa ich počet zvýšil a temer každý druhý rok dosiahol najmenej 5 dní, v rokoch 1992 a 2007 dokonca 10 dní a viac.



Obr. 13: Počet letných (Le) a tropických (Tr) dní Poprade v období 1951 – 2010.

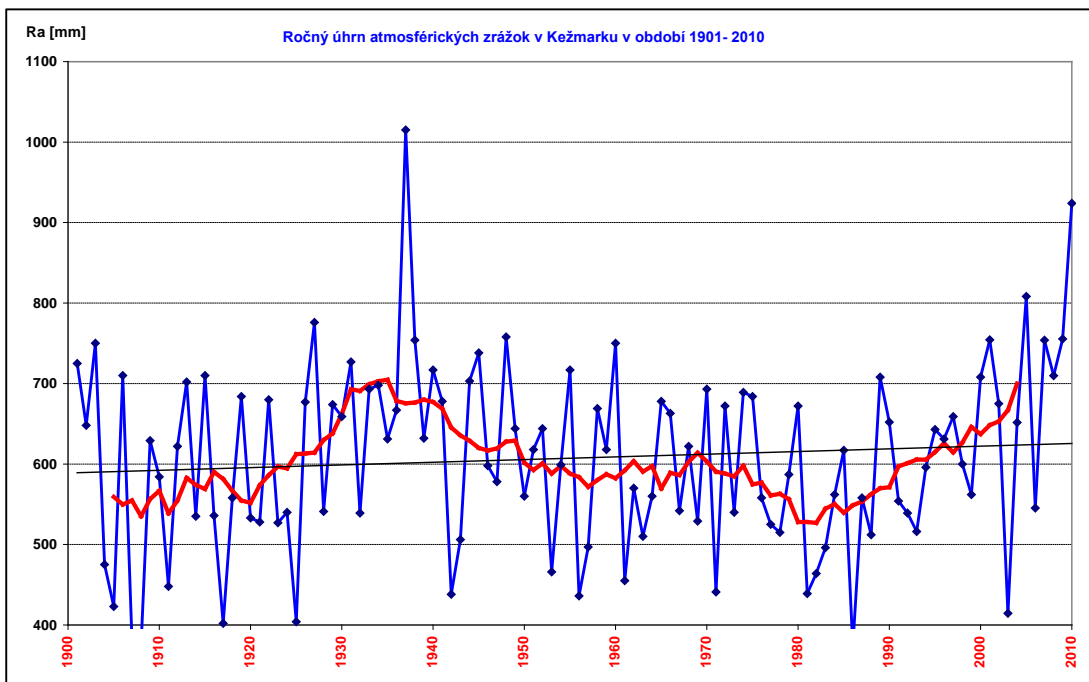
V zimnom období a prechodných ročných obdobiach sú ukazovateľom chladných epizód dni mrazové, (s minimálnou dennou teplotou vzduchu pod 0 °C) a dni ľadové (s maximálnou dennou teplotou vzduchu 0 °C a menej), ktorých ročný počet je pre Poprad na Obr. 14.



Obr. 14: Počet mrazových a ľadových dní v Poprade v období 1951 – 2010.

Počet mrazových dní sa v období po roku 1990 o niečo znížil, častejší bol ich počet pod hranicou 140 dní za rok, čo s dovedy stávalo pomerne zriedka. **Počet ľadových dní bol vyšší v hodnotenom období 1951 – 2010 na jeho začiatku, do roku 1970, neskôr sa znížil a ich počet sa ustálil v rozmedzí 20 až 60 takýchto dní ročne.** Ako je z predchádzajúcej analýzy teplotných pomerov vidieť oblasť Kežmarku je, podobne ako ostatné územie Slovenska a tiež ako stredoeurópsky región, pod vplyvom postupného otepľovania, ktoré však nie je rovnomerné, ale podlieha veľkej premenlivosti, ktorá je typická pre naše zemepisné šírky. Otepľovanie je miernejšie v jesennom období, v ostatných ročných obdobiach je trend otepľovania porovnateľný.

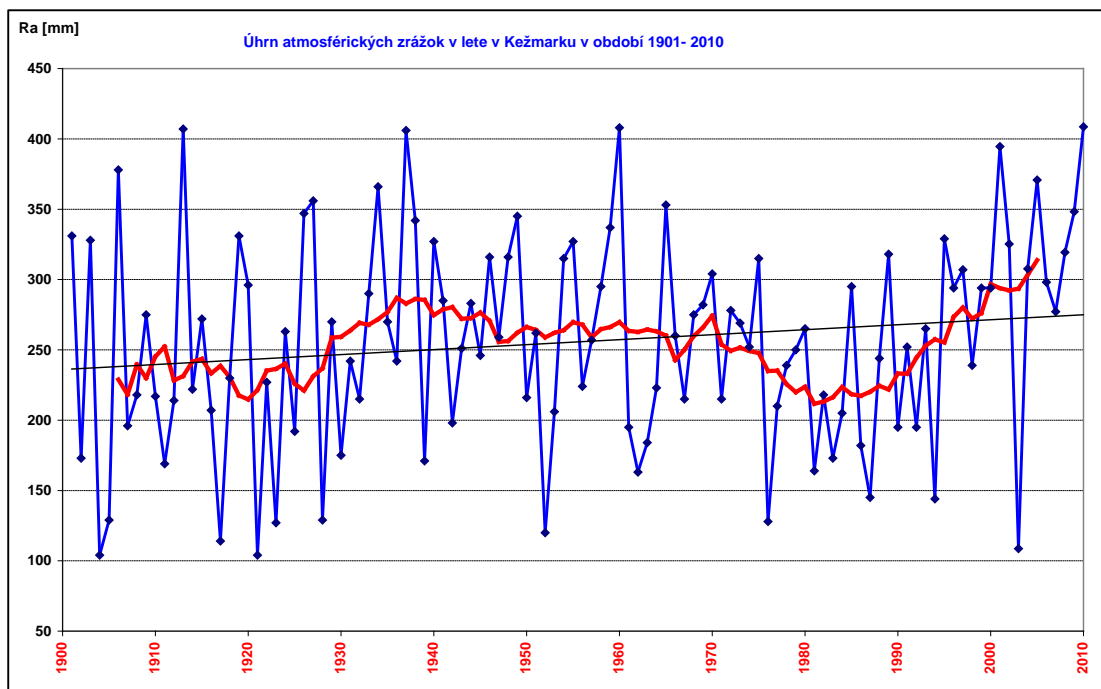
Atmosférické zrážky, ich výskyt, množstvo a rozloženie počas roka sa podstatnou mierou podieľajú na vlhkosťnom ráze krajiny. V oblasti Kežmarku za obdobie 1901 - 2010 ich ročný úhrn kolísal v širokom intervale, ako vidíme na Obr. 15.



Obr. 15: Ročný úhrn atmosférických zrážok v Kežmarku v období 1901- 2010.

Začiatkom obdobia, do roku 1930 sa často vyskytovali nízke ročné úhrny zrážok pod 500 mm. V období 1930 až 1950 sa najmä nízke ročné úhrny stali zriedkavejšími a vyskytol sa mimoriadne nadnormálny rok 1937 s úhrnom nad 1000 mm neskôr až do roku 1990 sa opäť častejšie vyskytovali nízke ročné úhrny. **Po roku 1990 sa medziročná premenlivosť zrážok zvýšila a nastal rastúci trend ročných úhrnov, ktorý vyvrcholil úhrnom 924 mm v roku 2010.**

Úhrny zrážok v teplom polroku tvoria ťažisko (spravidla asi 2/3) celoročných úhrnov. Preto aj ich celoročné kolísanie má podobný priebeh ako ročné úhrny, s veľmi premenlivým začiatkom a koncom obdobia. Zrážkové úhrny boli vyrovnanejšie od tridsiatych do 90-tych rokov s výnimkou okolo roku 1960. Najvyšší úhrn bol zaznamenaný v roku 2010 s úhrnom vyše 700 mm. Letné úhrny a ich časový chod majú podobný priebeh ako úhrny teplého polroka, sú na Obr. 16.



Obr. 16: Úhrn atmosférických zrážok v lete v Kežmarku v období 1901- 2010.

Začiatkom minulého storočia tieto úhrny vykazujú veľkú rozkolísanosť, ktorá po stabilnejších 40-tych rokoch pokračovala v 60-tych rokoch a potom koncom obdobia. Nižšie letné úhrny boli zaznamenané v 80-tych rokoch a začiatkov rokov 90-tych. Chladný polrok má časový priebeh úhrnov podobný ročnému, s maximálnymi úhrnmi v 30-tych a štyridsiatych rokoch 20. storočia a minimami začiatkom obdobia a v 80 a 90-tych rokoch, kedy ich rozkolísanosť klesla a v 21. storočí sa úhrny mierne zvýšili.

Podobný priebeh mali aj zimné úhrny zrážok, kedy veľká premenlivosť týchto úhrnov bola od 30-tych rokov do konca 70-tych, začiatok a koniec obdobia boli celkovo vyrovnanejšie nižšie úhrny, so slabým nárastom začiatkom tohto storočia. Prechodné ročné obdobia vykazujú vyrovnanejší ročný chod ako v lete a v zime, s celkovo nižším kolísaním počas sledovaného obdobia. Na jar začali sezónne úhrny po roku 1970 vykazovať vyššie medziročné rozdiely ako predtým, no minimálne úhrny sa zvýšili, čo znamenalo slabý narastajúci trend jarných úhrnov v poslednom období. Jesenné úhrny nevykazujú rastúci trend od 40-tych rokov minulého storočia, s výnimkou posledných piatich rokov.

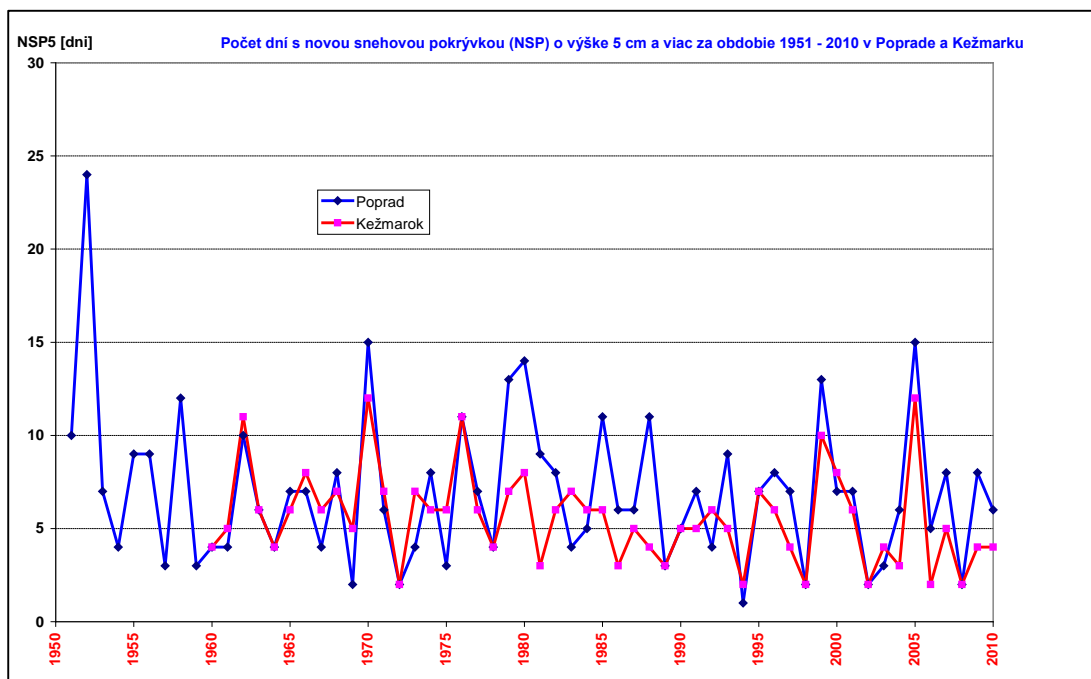
V celom priebehu sa striedali vyrovnané a rozkolísané obdobia. Ako je z predchádzajúcej analýzy zrážkových pomerov vidieť, **trend atmosférických zrážok v Kežmarku je vyrovnaný**, t.j. ročný úhrn v priemere za uvedené obdobie ani významnejšie nerastie a ani neklesá. **V chladnom polroku, ako aj v zime a na jeseň, zrážky v priemere klesajú**, naopak **v teplom polroku, na jar a v lete narastajú**. Rast úhrnov zrážok v teplej časti roka nemusí znamenať zvýšenie vlhkosti pôdy, závisí to aj od výparu, odtoku a premenlivosti zrážok.

Extrémne úhrny zrážok sme hodnotili pomocou denného a dvojdenného úhrnu zrážok a to radom ich najvyšších hodnôt za jednotlivé roky. Takéto vysoké úhrny zrážok môžu vzniknúť pri búrkových lejakoch, ktoré majú trvanie veľkou väčšinou ohraničené časom do 3 hodín ako aj trvalými výdatnými zrážkami ak sa výrazná oblasť nízkeho tlaku vzduchu nachádza dlhšie nad našim územím. Priamo, **v oblasti Kežmarku, ako to už bolo v úvode spomenuté, sú relatívne nižšie hodnoty extrémnych zrážok**, v porovnaní s horskými oblasťami, alebo územia ležiaceho severne od masívu Vysokých Tatier.

Jednodenné maximálne ročné úhrny zrážok dosahujú v oblasti Kežmarku hodnotu najčastejšie od 20 do 50 mm. Najvyšší denný úhrn, 100,0 mm, bol zaznamenaný 29.VI.1958 kedy sa vyskytol taký úhrn zrážok na 36

staniciach, predovšetkým na severe Slovenska. **Táto charakteristika intenzívnych zrážok nevykazuje vzrast za obdobie uplynulých 60 rokov.**

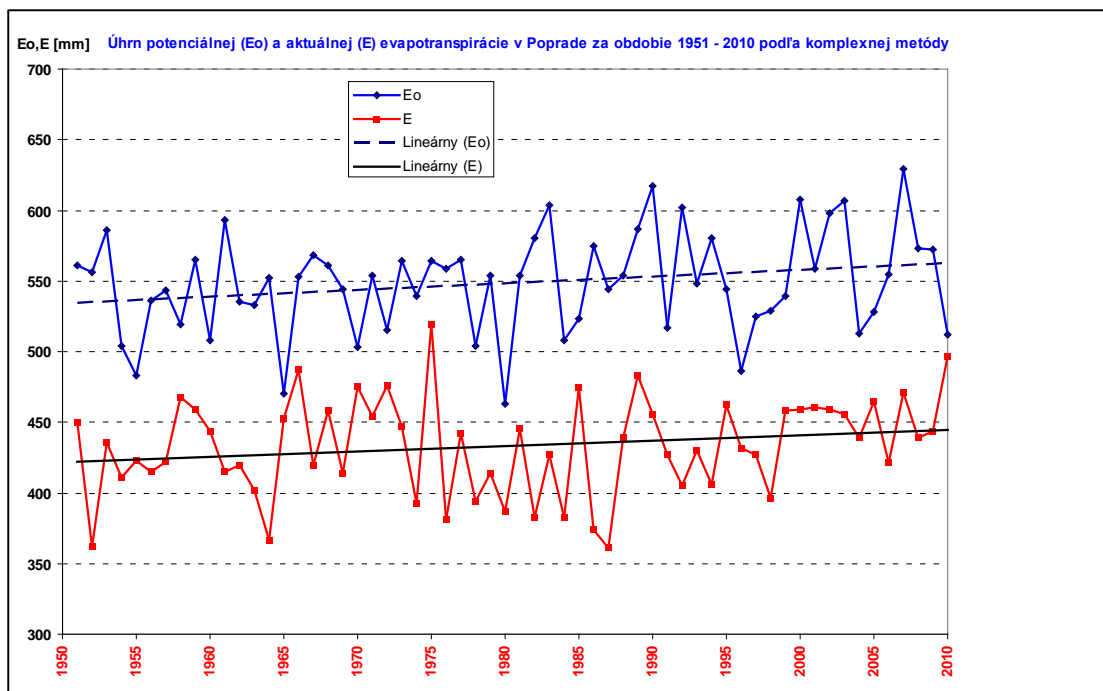
Dvojdenné maximálne ročné úhrny majú podobný priebeh ako jednodenné úhrny, pretože väčšinou tento úhrn tvorí jeden veľký jednodenný úhrn a úhrn predošlého, či nasledujúceho dňa je oveľa nižší. Údaje boli hodnotené za kratšie obdobie (1981 – 2010). **Vzrast týchto úhrnov bol vyšší len v posledných piatich rokoch obdobia.**



Obr. 17: Počet dní s novou snehovou pokrývkou (NSP) o výške 5 cm a viac za obdobie 1951 - 2010 v Poprade a Kežmarku.

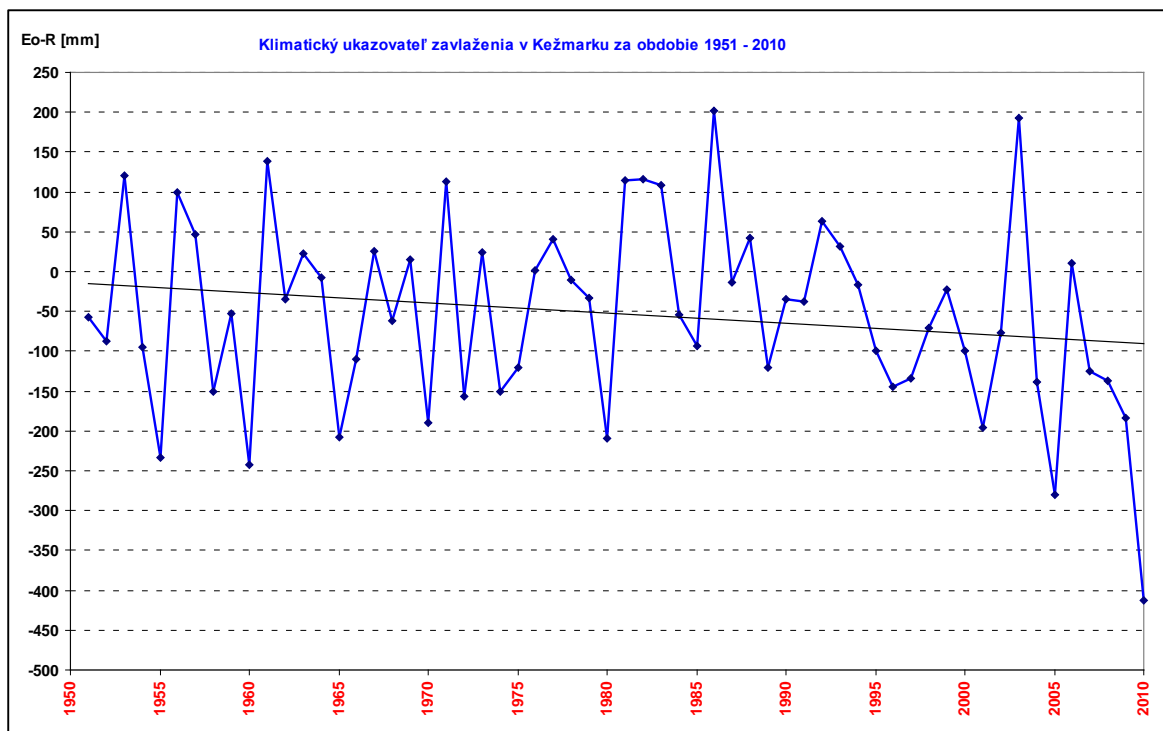
Zimný úhrn zrážok vypadáva v tejto oblasti prevažne vo forme snehu. Snehová pokrývka má dôležitý ľahko pozorovateľný ukazovateľ, ktorým je **počet dní so snehovou pokrývkou**. Počet takýchto dní dosahuje od 50 do 100 za rok a je silne ovplyvnený jednak zrážkovou aktivitou v zime ako aj teplotným rázom zimy. **Tento ukazovateľ nevykazuje v oblasti Kežmarku a jeho blízkeho okolia rastúci, či klesajúci trend. Počet dní s novou snehovou pokrývkou s výškou 5 cm a viac je ukazovateľom zjazdnosti komunikácií, možnosti tvorby závejov a pod. (Obr. 17). Takýchto dní sa vyskytne v oblasti Kežmarku väčšinou 3 až 8 ročne a len ojedinele presiahne 10 dní, naposledy v roku 2005. Táto charakteristika, podobne ako predchádzajúca, nemá časový trend poukazujúci na jej pokles alebo nárast.**

Na Obr. 18 je znázornený časový priebeh potenciálneho a aktuálneho výparu v Poprade za posledných 60 rokov. Tento výpar je v našich podmienkach podstatne nižší až takmer rovnaký ako potenciálny. Obe dva druhy výparu zaznamenali z obdobia 1951 – 2010 vzostup s trendom okolo 20 mm za 50 rokov.



Obr. 18: Úhrn potenciálnej (Eo) a aktuálnej (E) evapotranspirácie v Poprade za obdobie 1951 - 2010 podľa komplexnej metódy.

Klimatický ukazovateľ zavlaženia je rozdiel potenciálneho výparu a úhrnu zrážok za určité obdobie. Ak zvolíme za takéto obdobie kalendárny rok, môžeme hodnotiť vlhové podmienky. Kladné hodnoty znamenajú nedostatok, záporné prebytok zrážok v roku. V oblasti Kežmarku prevažovali roky s prebytkom zrážok nad rokmi s ich nedostatkom, ako je vidieť na Obr. 19. Za zmienku stoja 3 po sebe idúce roky 1981 až 1983 s nedostatkom zrážok, ako aj veľmi suché roky 1986 a 2003. V poslednom období sa vyskytli tiež veľmi vlhké roky 2005 a najmä 2010. Predchádzajúca analýza kombinácie zrážkových pomerov a podmienok výparu ukazuje, že **oblasť Kežmarku, vzhľadom na to, že sa nachádza v mierne vlhkej oblasti, nie je atakovaná sériami rokov dlhšie trvajúceho a závažne intenzívneho sucha**. Pomer potenciálneho a aktuálneho výparu poukazuje nepriamo na dostatok zrážok (keď sa aktuálny výpar približuje potenciálnemu), alebo ich deficit, keď je aktuálny výpar oveľa nižší ako potenciálny. Takéto roky boli kumulované v len 80-tych rokoch 20. storočia, podobne ako sa to ukázalo na priebehu klimatického ukazovateľa zavlaženia. Na druhej strane, Kežmarok patrí do širšej oblasti, kde sa formuje odtok dôležitej rieky Poprad. Akákoľvek zmena režimu zrážok a výparu sa môže prejaviť na závažnej zmene ročného chodu prietoku v rieke Poprad, vrátane možných náhlych zvýšení prietoku tak v zime a na jar ako aj v lete.



Obr. 19: Klimatický ukazovateľ zavláženia v Kežmarku za obdobie 1951 – 2010.

2.5 Očakávané zmeny klímy v Kežmarku a okolí v budúcich desaťročiach

V predchádzajúcej stati bol opísaný vývoj minulej klímy v oblasti Kežmarku, v širšom ponímaní Popradskej kotliny. Ukázalo sa, že má mnoho spoločných ukazovateľov s vývojom klímy na celom Slovensku, resp. celého stredoeurópskeho regiónu. Podobný bol vývoj nielen teplotných pomerov, ale aj zrážkových. Za zmienku však stoja niektoré **odlišnosti. Prvou je poloha na severe Slovenska, ktorá môže byť odlišná v zrážkových pomeroch.** Treba si uvedomiť, že naše územie je určitým prechodným pásmom, medzi vplyvom stredomorskej klímy, vnútrozemia a Atlantického oceánu. Toto pásmo nie je územne vyhranené, kolíše v severojužnom smere, mení sa od roka k roku. Preto je možné, že sever nášho územia v budúcnosti môže mať slabý nárast zrážok, naproti tomu juh Slovenska zas slabý pokles. Scenáre klimatickej zmeny majú v sebe v súčasnom období viaceré neistoty a presné číselné hodnoty zmeny určitého klimatického prvku do budúcnosti nie je možné stanoviť, preto sa vyjadrujeme skôr v intervaloch predpokladaných hodnôt.

Ďalším faktorom, ktorý modifikuje dôsledky klímy v oblasti Kežmarku je masív Vysokých Tatier. Veľká časť jeho územia je situovaná do oblasti vlhkej až veľmi vlhkej s prebytkom zrážok, preto sú vodné toky v oblasti zásobované lepšie než v iných oblastiach.

Ďalším vplyvom masívu Tatier je to, že jeho veľké plochy najmä na južne orientovaných svahoch sú miestom intenzívnych vzostupných pohybov vzduchu, ktoré často vyúsťujú v tvorbe búrkovej oblačnosti so svojimi sprievodnými javmi, napríklad intenzívnymi lejakmi. Podľa analýzy údajov staníc zo dna Popradskej kotliny sa javí, akoby tieto silné zrážkové udalosti javy na úkor tejto oblasti prevzali okolité svahy Vysokých Tatier. Zároveň však treba pripomenúť, že to nie je vo všetkých prípadoch, čoho ukážkou je úhrnu 100 mm v Kežmarku v roku 1958.

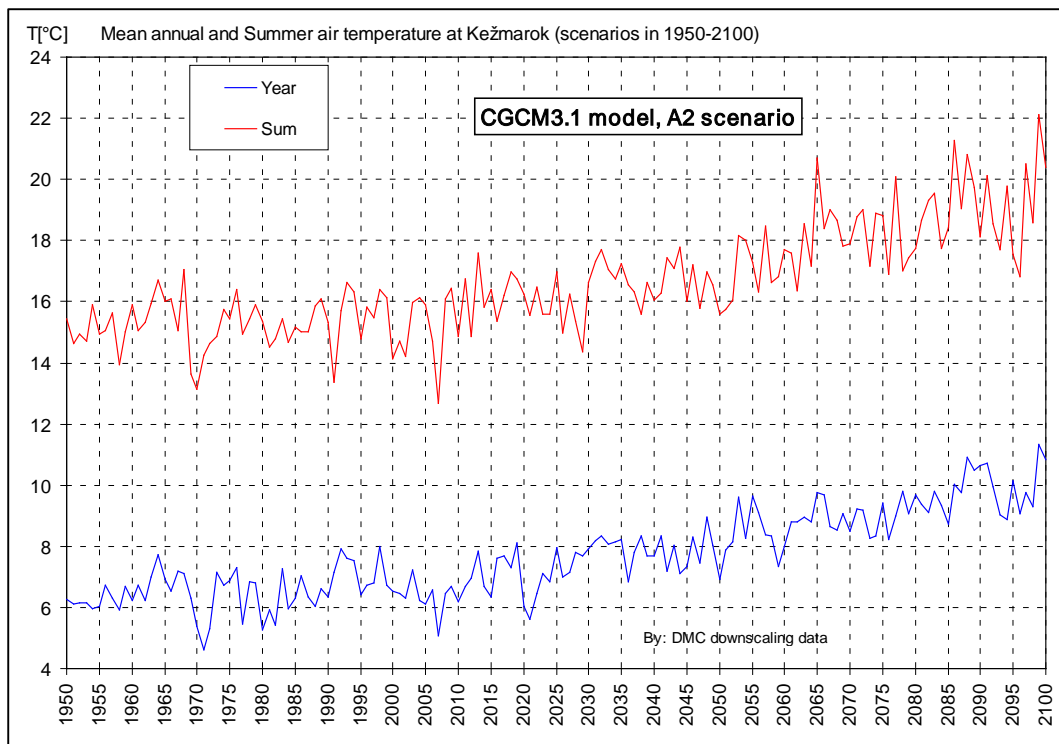
Masív Tatier pôsobí aj ako určitý faktor stability niektorých prejavov klímy, napr. jeho zasnežené svahy v jarnom období sú určitým rezervoárom chladu a vlhky, ktorý ovplyvňuje nižšie položené oblasti.

V neposlednom rade je ďalším faktorom príslušnosť oblasti k mierne vlhkej klíme, s miernym prebytkom zrážok nad výparom. Klíma sa tu podstatnejšie zmení len pri väčšom oteplení, kedy vzrastie výpar o ďalších niekoľko desiatok milimetrov za rok. To značí, že vtedy sa viac prejaví napr. výskyt sucha a jeho nepriaznivé dôsledky na vegetáciu.

Pre predmetnú oblasť mesta Kežmarok a jeho okolia v podstate platia sumárne závery, opísané v bodoch 1 až 3 v stati „Očakávané zmeny klímy na Slovensku v budúcich desaťročiach“. Aj v ďalších úvahách, vzťahnutých na oblasť mesta Kežmarok predpokladáme, že teplotné pomery v tomto storočí podstatnou mierou ovplyvní správanie sa ľudstva, inými slovami, budúci vývoj emisií skleníkových plynov a využívania krajiny na celej Zemi. **V projekciách uvažujeme pesimistický scenár správania sa ľudstva, s vyšším nárastom modelovaných výstupov teploty vzduchu.**

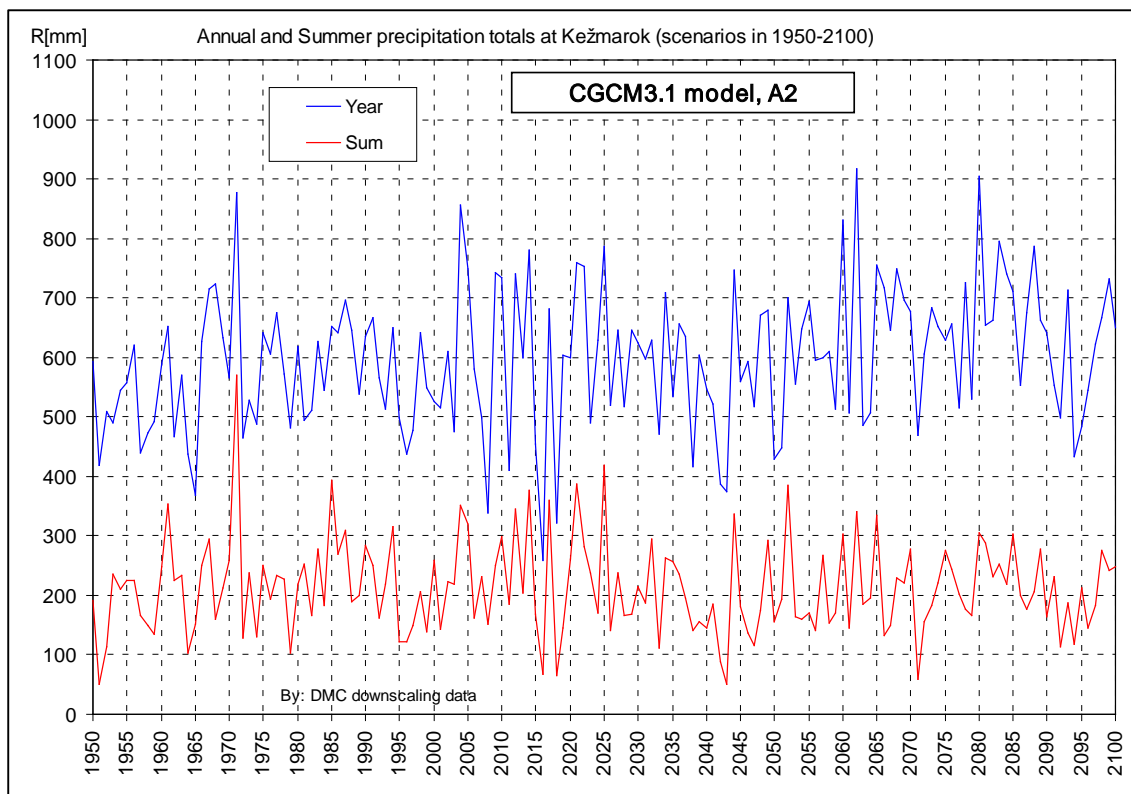
Na Obr. 20 je predpokladaný priebeh priemerných ročných teplôt vzduchu a priemerných letných teplôt v Kežmarku. Hodnoty v jednotlivých rokoch nie sú predpovedanými hodnotami, sú len vyjadrením veľkej medziročnej premenlivosti teploty vzduchu. **Treba si skôr všímať postupne narastajúci trend zvyšovania teploty, ktorého výsledok by mal byť nárast teploty vzduchu do 4°C do konca 21. storočia. Optimistickejšie scenáre uvažujú s nárastom teploty vzduchu s hodnotou iba okolo 1,5°C.** Dôsledok tohto nárastu teploty vzduchu by mal znamenať v priemere skorší nástup vegetačného obdobia ako aj jeho neskorší koniec. Teplejšie vegetačné obdobie umožňuje pestovanie teplomilnejších plodín, ale aj migráciu nových rastlinných a živočíšnych druhov do tohto regiónu. Treba však dodať, že pri predpokladanom zachovaní premenlivosti klímy budú v budúcnosti zraniteľnejšie napríklad v skorších agrotechnických termínoch zakvitnuté ovocné stromy na neskoré jarné mrazy. **Vzrast priemerných teplôt vzduchu podmieňuje aj nárast teplotných extrémov (čo sa týka maximálnych teplôt).** To znamená, že **bude pokračovať nárast počtu letných a tropických dní. Predpokladaný vzrast počtu tropických dní na počet medzi 10 a 20 ročne,** je síce oproti

juhu Slovenska pomerne málo, ale aj tak **to bude znamenať určité zníženie teplotného komfortu obyvateľstva, najmä starších ľudí**. Zároveň bude **v priemere menej mrazových a ľadových dní, no riziko ich výskytu v obdobiach citlivých pre vegetáciu sa príliš neznižuje, pretože sa posunie začiatok vegetácie do skoršieho obdobia roka**.



Obr. 20: Priemerná ročná a letná teplota vzduchu v Kežmarku podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100.

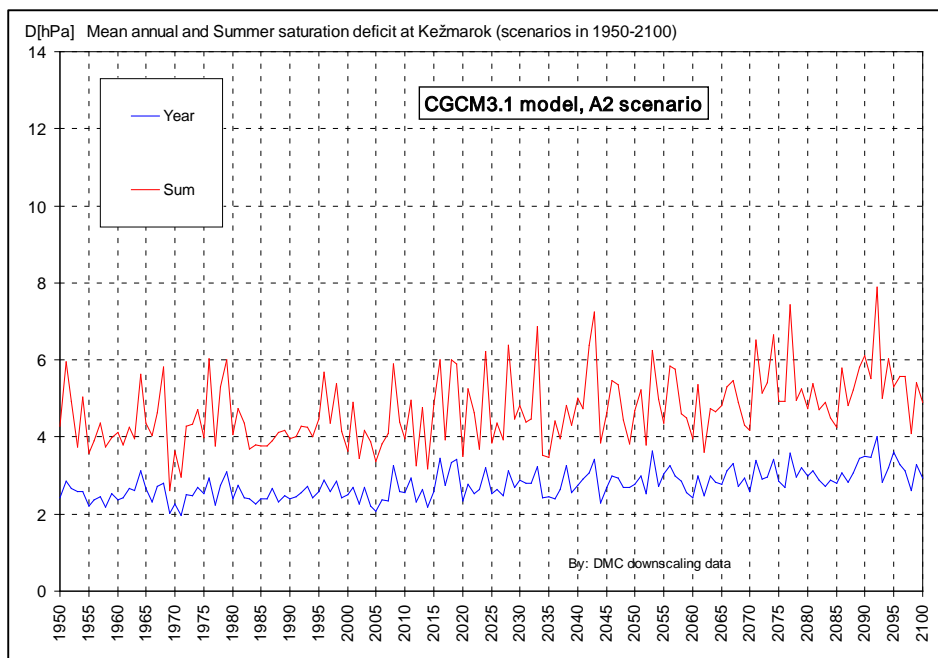
Projekcie **vývoja zrážkových úhrnov** na 21. storočie pre Kežmarok sú náplňou Obr. 21. **Ročné úhrny**, pri zachovaní ich veľkej premenlivosti, **do konca storočia aj podľa pesimistického scenára predpokladajú pomalý nárast**. Tento nárast nie je taký výrazný, ako atmosférické modely ukazujú napríklad pre teplotu vzduchu. V tom sa odzrkadľuje vysoká neistota v projekciách zrážok, ktorú sme spomínali už skôr. **Nárast zrážkových úhrnov v letnom období je v absolútnych hodnotách oveľa nižší ako v roku**. To znamená, že **predpokladaný nárast zrážok bude vyšší v ostatných ročných obdobiach, hlavne v zime**. Táto zmena rozloženia ročného chodu zrážok na úkor letných zrážok, spolu s nárastom teplôt znamená v nižšie položených povodiach zmenu režimu odtoku. Predpokladá sa občasný nárast zimného a posun jarného odtoku do skoršieho termínu ako aj zníženie letného a skorého jesenného odtoku. **V zime to znamená aj zvýšenú hrozbu zimných povodní z tekutých zrážok a topenia snehu pri občasných otepleniach**. Scenáre vývoja zrážok predpokladajú zvýšenie extrémnosti zrážkových udalostí, čo by sa malo odzrkadliť v tom, že **najmä v letnom období budú zrážky viac v podobe lejakov**. Medzi zrážkovými udalosťami **očakávame nárast dlhších bezzrážkových období**. Pravdaže, vplyvom nižších teplôt v oblasti Kežmarku (oproti nížinám Slovenska) sa predpokladajú menšie dôsledky týchto bezzrážkových – suchých období.



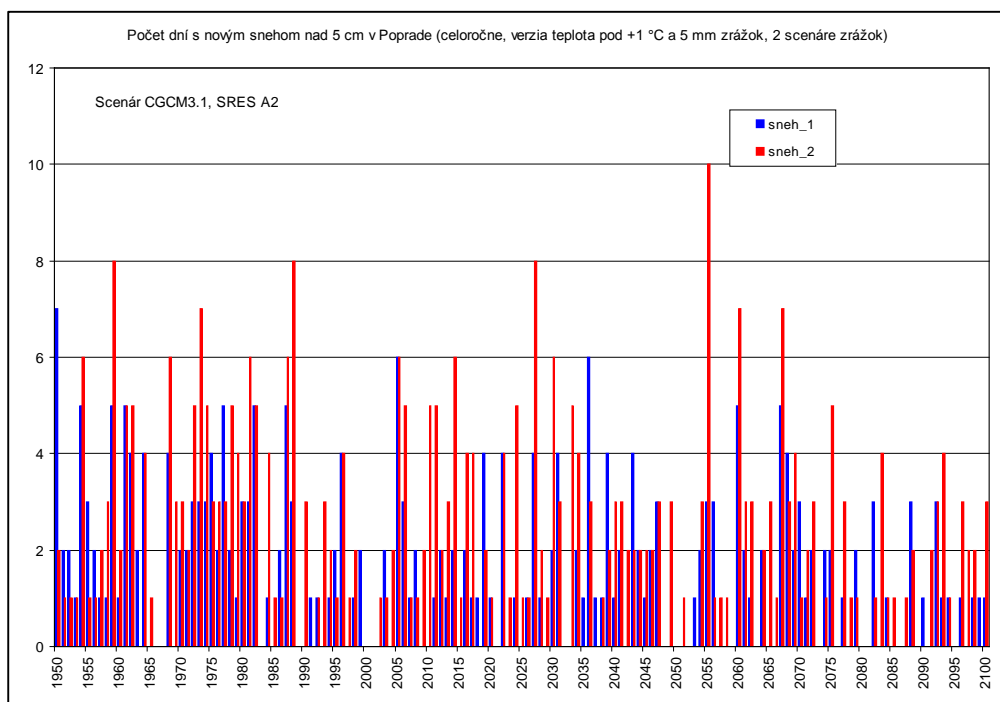
Obr. 21: Ročný a letný úhrn zrážok v Kežmarku podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100.

Zrážky v zimnom období sa budú častejšie vyskytovať aj v tekutom, alebo zmiešanom skupenstve postupne až do výšky 1000 m. Okrem dôsledkov na hydrologický režim vodných tokov to znamená **nižšiu zabezpečenosť snehovej pokrývky do nadmorskej výšky okolo 1000 m.** Novonapadnutý sneh je indikátorom zmeny skupenstva a zmien úhrnov zrážok v zimnom období. Na Obr. 23 je modelovaný scenár počtu dní s novou snehovou pokrývkou 5cm a viac pre oblasť Popradu. Do obdobia horizontu okolo roku 2030 sa predpokladajú len malé zmeny, neskôr však pokles.

Klimatické pomery krajiny sú dané najmä kombináciou teplotných a vlhkostných pomerov. Klasifikácia teplotných pomerov je pomerne jednoduchá, posúdením hodnôt priemerných teplôt ako aj teplotných extrémov, ktoré spolu úzko súvisia. Vlhkostné pomery sú zložitejším problémom. Sú výslednicou jednak zrážkových pomerov, no nielen úhrnov zrážok samotných, ale aj časového rozloženia zrážkovej činnosti. Dôležitou zložkou vodnej bilancie určitého územia je výpar a vlastne krajina má v priemere k dispozícii vodu, ktorá je rozdielom úhrnu zrážok a výparu. Túto vodu využije pre zvýšenie vlhkosti pôdy, naplnenie podzemných vodných útvarov a tvorbu odtoku. Pre budúce obdobie scenáre klimatickej zmeny ukazujú, že potenciálny výpar bude naďalej narastať, k čomu prispieva nárast teploty vzduchu, čím sa zvyšuje schopnosť atmosféry prijímať vodu. Ukazovateľom tejto schopnosti atmosféry je sýtosťný doplnok. Jeho hodnoty sú úmerné potenciálnemu výparu. Predpokladaný vývoj sýtosťného doplnku je na Obr. 22. Tento ukazuje na jeho vzostup, ktorý je vyšší v letnom období. Znamená to rovnaký percentuálny vzrast potenciálnej evapotranspirácie v tejto oblasti, teda možnosť vysušenia vrchnej vrstvy pôdy. Pri nerovnomernom rozložení zrážok by to mohlo mať nepriaznivý dopad na poľné kultúry.



Obr. 22: Ročný a letný sýtosťný doplnok v Kežmarku podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100.



Obr. 23: Počet dní s novým snehom nad 5 cm v Poprade pre obdobie 1950-2100 (celoročne, verzia s teplotou vzduchu pod +1 °C a s 5 mm zrážok, podľa 2 scenárov zrážok).

Výstup atmosférického modelu ukazuje jeho nárast v ročných i letných priemeroch. To korešponduje s predpokladaným nárastom skutočného výparu v závislosti od vlhkostných pomerov pôdy.

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, tak ako tomu bolo aj v minulosti.

3 Profil mesta Kežmarok

Rozloha mesta: 2483 ha
 Rozloha katastra: 839,5 km²
 Počet obyvateľov: 16 693 (k 31. 12. 2013)
 Hustota obyvateľstva: 672,29 obyv./km²

Geografia

Kežmarok leží v zrážkovom tieni Vysokých Tatier a Levočských vrchov. Prírodný potenciál mesta determinuje jeho poloha v nadmorskej výške 626 m n. m. v mierne teplej klimatickej oblasti so studenou zimou. Podložie tvoria prevažne spraše, štvrtohorné usadeniny nív riek Poprad a Ľubica, pieskovce. Prevažujúce pôdne typy sú stredne ťažké hlinité hnedozeme, nivné pôdy a lužné pôdy. Sú tu náleziská pieskovca pod Jeruzalemským vrchom a tehliarskej hliny v oblasti potoka Biela voda.

V katastri mesta sú zastúpené smrekové lesy (pôvodne bukové) s prevažujúcim porastom: smrek, borovica, smrekovec, borovica čierna, javor, jarabina, vrba, krovie. Nachádzajú sa tu tieto vzácne a chránené druhy rastlín: snežienka jarná, šafran spišský, veternica hájna. V blízkosti mesta leží bývalý vojenský obvod Javorina. Pôda ako zdroj prírodného potenciálu sa využíva na pestovanie zemiakov, obilovín, krmovín, ľanu a repky olejnej.

Vodné toky

Hlavným vodným tokom je rieka Poprad, jej prítoky tvoria Slavkovský jarok, Vrbovský potok, Stránsky potok a Ľubica (Ľubička, Tvarožniansky potok, Kežmarská Biela voda, Hlboká voda).

Školstvo

Materské školy	5	Špeciálne základné školy	1
Základné školy	4	Stredné školy	6
Základné umelecké školy	2		

Zdravotníctvo

Nemocnica	1
Lekárne	5

Infraštruktúra

Mestom prechádza cesta I/67 s trasou Poprad – Kežmarok – Spišská Belá – Tatranská Javorina, na ktorej je v súčasnosti budovaný diaľničný privádzkač s prípojom na diaľnicu D1 v Poprade, cesta I/77 s trasou Kežmarok – Stará Ľubovňa a železničná trať s trasou Poprad – Kežmarok – Stará Ľubovňa – Plaveč.

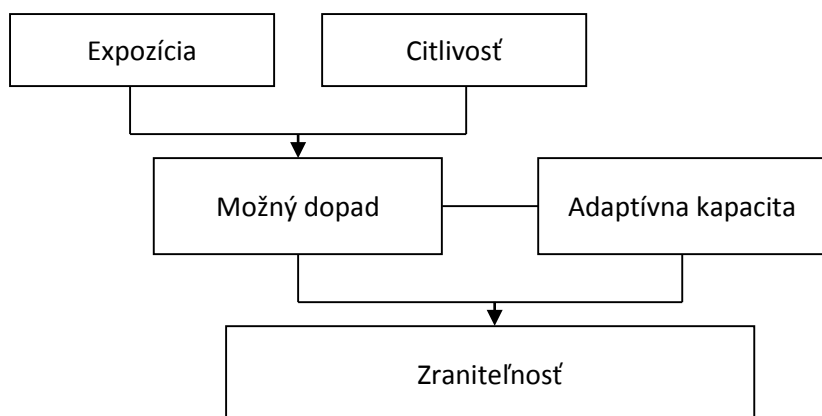
Hospodárstvo

Priemyselná zóna Kežmarok-Pradiareň ponúka zázemie pre stredne veľkú priemyselnú výrobu so zameraním na elektrotechnickú výrobu, ľahké strojárstvo a skladové hospodárstvo. Územie priemyselného parku sa nachádza severne od mesta Kežmarok na rozhraní s územím mesta Spišská Belá a nadväzuje na jestvujúci priemyselný areál Pradiareň. Priestor je ohraničený cestou I. triedy č. 67, korytom rieky Poprad a priemyselným areálom firmy Toreal s.r.o., v ktorej je umiestnená prevádzka firmy Hengstler s elektromechanickou výrobou s 330 zamestnancami. V sektore pôdohospodárstva sa orná pôda využíva na pestovanie obilnín, okopanín, krmovín, repky olejnej, časť pôdy tvoria trávnaté porasty a záhrady. Živočíšna výroba spočíva v chove dobytka, ošípaných a hydiny. V katastri mesta Kežmarok sa nachádza 532 hektárov lesa, z toho 448 hektárov sú lesy hospodárske a 84 hektárov sú lesy osobitného určenia. Prevažná časť lesov sa využíva na ťažbu dreva, menšia na rekreáciu. Mesto Kežmarok je napojené na tri zdroje pitnej vody - Kežmarská biela voda, Skupinový vodovod Liptovská Teplička – Poprad – Kežmarok, cez vodojem na Suchej hore a skupinový vodovod z vrtu BTH Tatranská kotlina a studne.

4 Hodnotenie zraniteľnosti

4.1 Teoretické východiská hodnotenia zraniteľnosti

Zraniteľnosť miest dopadmi zmeny klímy môžeme chápať aj ako funkciu sociálnych, ekonomických a politických procesov. Východiskom pre pochopenie zraniteľnosti vyvolanej zmenou klímy je definícia IPCC zo Štvrtej hodnotiacej správy (2007). V problematike zmeny klímy ide o smerodajnú, často citovanú definíciu zraniteľnosti: „Zraniteľnosť je miera, do akej je ekosystém citlivý voči nepriaznivým vplyvom zmeny klímy, vrátane jej výkyvov a extrémnych prejavov, a do akej nie je schopný sa s týmito vplyvmi vysporiadať. Zraniteľnosť je funkciou charakteru, veľkosti (rozsahu), miery zmeny a výkyvov klímy, ktorým je systém vystavený, jeho citlivosti a adaptívnej kapacity“. Táto definícia načrtáva tri hlavné pojmy: expozíciu, citlivosť a adaptívnu kapacitu:



Obr. 24: Model hodnotenia zraniteľnosti

Expozícia je charakterizovaná ako stupeň, do akého je územie vystavené významným klimatickým stresom, ktoré zahŕňajú dlhodobé zmeny klimatických podmienok, resp. zmeny variability klímy prejavujúce sa v náraste intenzity a častosti extrémnych udalostí. Pri posudzovaní expozície sa musia brať do úvahy dva hlavné elementy: 1. čo bude ovplyvnené zmenou klímy (ľudia, prírodné zdroje, majetky a pod.) a 2. ako konkrétne sa zmena klímy v danom území prejaví (napr. väčšou častotou a intenzitou zrážok, predĺžením obdobia sucha, vytváraním tepelných ostrovov a pod.).

Citlivosť znamená „stupeň, v akom je systém ovplyvnený nepriaznivým alebo priaznivým podnetom vyvolaným stavom klímy“. Citlivosť znamená, že rôzne regióny a skupiny budú na tú istú udalosť reagovať odlišne. Ak je región alebo systém vystavený zmenám v stave klímy (klimatických charakteristikách), ich citlivosť určuje, do akej miery budú rôzne receptory regiónu / alebo systému pozitívne alebo negatívne zasiahnuté. Vplyv zmeny klímy je kombináciou miery, do akej je systém vystavený zmenám parametrov klímy a do akej je na tieto zmeny (napríklad zvýšené množstvo zrážok) citlivý, a následkov týchto zmien (napríklad zvýšený výskyt povodní). Súčet expozície a citlivosti pre nás predstavuje **možný dopad**.

Adaptívna kapacita je potenciál, resp. schopnosť systému reagovať a prispôbiť sa dopadom zmeny klímy prostredníctvom vyrovnania sa s negatívnymi konsekvenciami, minimalizovania rozsahu a pravdepodobnosti výskytu možných škôd či využitia nových príležitostí, ktoré nová zmena klímy so sebou prináša. Medzivládny panel pre zmenu klímy (IPCC) v roku 2001 uviedol sedem faktorov, ktoré determinujú adaptívnu kapacitu – dostatok, resp. nedostatok finančných zdrojov, technológie, vzdelávanie, inštitúcie, informácie, infraštruktúra a sociálny kapitál. Nerozlišujú však do akej miery tieto faktory ovplyvňujú aj iné úrovne ako národnú, tzn. regionálnu a lokálnu. Preto sa začali objavovať ďalšie definície, ktoré sú vhodnejšie pre lokálnu

úroveň. Napr. ACCRA vymedzila päť samostatných, ale zároveň vzájomne prepojených charakteristík, ktoré vplývajú na adaptívnu kapacitu:

1. Správa aktív

Schopnosť komunity vyrovnať sa a reagovať na zmenu výrazne závisí od prístupu k a kontroly nad kľúčovými aktívami. Najchudobnejší sú tradične najviac zraniteľní na dopady zmeny klímy (a iné hrozby) najmä preto, že ich prístup ku kľúčovým aktívam a kapitálu je značne, niekedy až absolútne, obmedzený. Aktíva zahŕňajú tak hmotné zdroje (prírodné, materiálne či finančné) ako aj ľudské a spoločenské. Vzťah medzi aktívami a adaptívnou kapacitou je charakterizovaný svojou komplexnosťou. Nedostatok a nedostupnosť vhodných zdrojov môže významne limitovať schopnosť systému vyrovnať sa s dopadmi zmeny klímy. Rovnako efektívna základňa aktív je závislá od toho, do akej miery sú jej jednotlivé súčasti nahraditeľné v prípade, že je niektorá z nich zlyhá.

2. Inštitúcie a požiadavky

Komunity s kvalitne rozvinutým spoločensko-inštitucionálnym usporiadaním sú schopné lepšie reagovať na zmenu klímy ako spoločenstvá s nefunkčnými inštitúciami. Práve inštitúcie prostredníctvom spravovania systému požiadaviek a nárokov umožňujú kontrolu a prístup k aktívam. Prerozdeľovanie aktív však nie je jediným merítkom, podľa ktorého ich môžeme posudzovať. Dôležitú rolu hrá aj miera, do akej inštitúcie umožňujú participáciu na rozhodovacom procese, resp. ako sú oni samy flexibilné a pripravené zmeniť seba, aby sa následne mohla adaptovať aj komunita.

3. Vedomosť a informovanosť

Je oveľa viac pravdepodobné, že komunity sa budú vedieť adaptovať na zmenu, ak budú mať dostatok vedomostí o potenciálnych budúcich hrozbách, ale aj spôsoboch ako na to reagovať. Preto je spôsob akým systém generuje, zbiera, analyzuje a diseminuje informácie dôležitým determinantom adaptívnej kapacity. Relevantné informácie sa musia dostať k relevantným adresátom, aby sa zabezpečila dlhodobá efektívnosť a účinnosť adaptačných opatrení. Zároveň sa tak zabráni tzv. maladaptačným praktikám, t.j. krokom, ktorí síce môžu vo veľmi krátkom časovom horizonte priniesť ošoh, ale z dlhodobého pohľadu zraniteľnosť iba zvýšia.

4. Inovácie

Schopnosť systému prichádzať s inováciami a novými postupmi je kľúčovou charakteristikou adaptívnej kapacity. Zmena klímy, ale aj ďalšie spoločenské a environmentálne výzvy si budú vyžadovať alternáciu existujúcich postupov, zdrojov a vzorcov správania (v niektorých prípadoch ich bude dokonca nutné nahradiť úplne). Je dôležité poznamenať, že inovácie by sa nemali diať len na „high-tech“ úrovni a vo veľkom rozsahu. Väčšina adaptačných aktivít sa bude odohrávať spontánne či autonómne na lokálnej úrovni, kde je rovnako dôležitý inovatívni prístup.

5. Flexibilné rozhodovanie a spravovanie

Dôležitým aspektom adaptívnej kapacity je aj schopnosť systému očakávať zmenu a byť pripravený ju inkorporovať do budúceho plánovania a spravovania. Kvalifikované rozhodovanie, transparentnosť a prioritizácia sú kľúčovým elementom adaptívneho spravovania, ktoré vie lepšie reagovať na meniace sa prostredie.

4.2 Metodika hodnotenia zraniteľnosti mesta Kežmarok

Metodika hodnotenia zraniteľnosti vychádzala zo zahraničnej odbornej literatúry a skúseností s prvými prácami tohto druhu na Slovensku, na ktorých sa autori tejto práce spolupodieľali.

Prvým krokom hodnotenia zraniteľnosti bol **popis** a prioritizácia **dopadov zmeny klímy**, na ktoré sa bude vypracovávať hodnotenie zraniteľnosti, **a sektorov**, ktoré sú relevantné z hľadiska vybraných prioritných dopadov. Spomedzi všetkých dopadov zmeny klímy v meste Kežmarok a okolí bol (vzhľadom na polohu a špecifické podmienky mesta Kežmarok po konzultácii s klimatológmi a ďalšími odborníkmi zo samosprávy mesta) identifikovaný ako najzávažnejší dopad „zvyšovanie častosti intenzívnych zrážok“. Intenzívne zrážky sú veľmi vysoké zrážkové úhrny, ktoré sa zvyknú rozdeľovať do troch kategórií:

1. lokálne krátkodobé privalové lejaky, ktoré trvajú niekoľko desiatok minút,
2. situácie s intenzívnymi zrážkami, ktoré môžu trvať niekoľko hodín,
3. výdatné zrážky, ktoré padajú dlhé časové obdobie, napríklad počas viacerých dní na veľkom priestore.

Kým intenzívne zrážky 1. a 2. kategórie spôsobujú lokálne záplavy a povodne hlavne na menších a stredných tokoch, výdatné zrážky 3. kategórie spôsobujú rozsiahle povodne na väčších vodných tokoch a spôsobujú značné materiálne škody. V hodnotení zraniteľnosti a adaptačnej stratégii sme pod pojmom intenzívne zrážky analyzovali všetky tri druhy intenzívnych zrážok. Predmetný najzávažnejší dopad na mesto Kežmarok bol hodnotený predovšetkým v rámci sektorov ľudské zdravie, infraštruktúra a majetok.

Druhý krok spočíval v **analýze expozície** – vystavenia územia mesta Kežmarok a jeho obyvateľov intenzívnym zrážkam. Popis expozície katastrálneho územia mesta Kežmarok a jeho obyvateľov zobrazuje prejav intenzívnej zrážky na území mesta a jeho okolí a dopady intenzívnych zrážok a záplav v poslednom období. Preto sme popis prejavu intenzívnych zrážok v území, ich priebeh a dopady v podobe záplav, erózie, zosuvov a škôd z nich plynúcich (ekonomických, majetkových, zdravotných a ďalších) v posledných rokoch použili na vykreslenie expozície mesta Kežmarok na intenzívne zrážky.

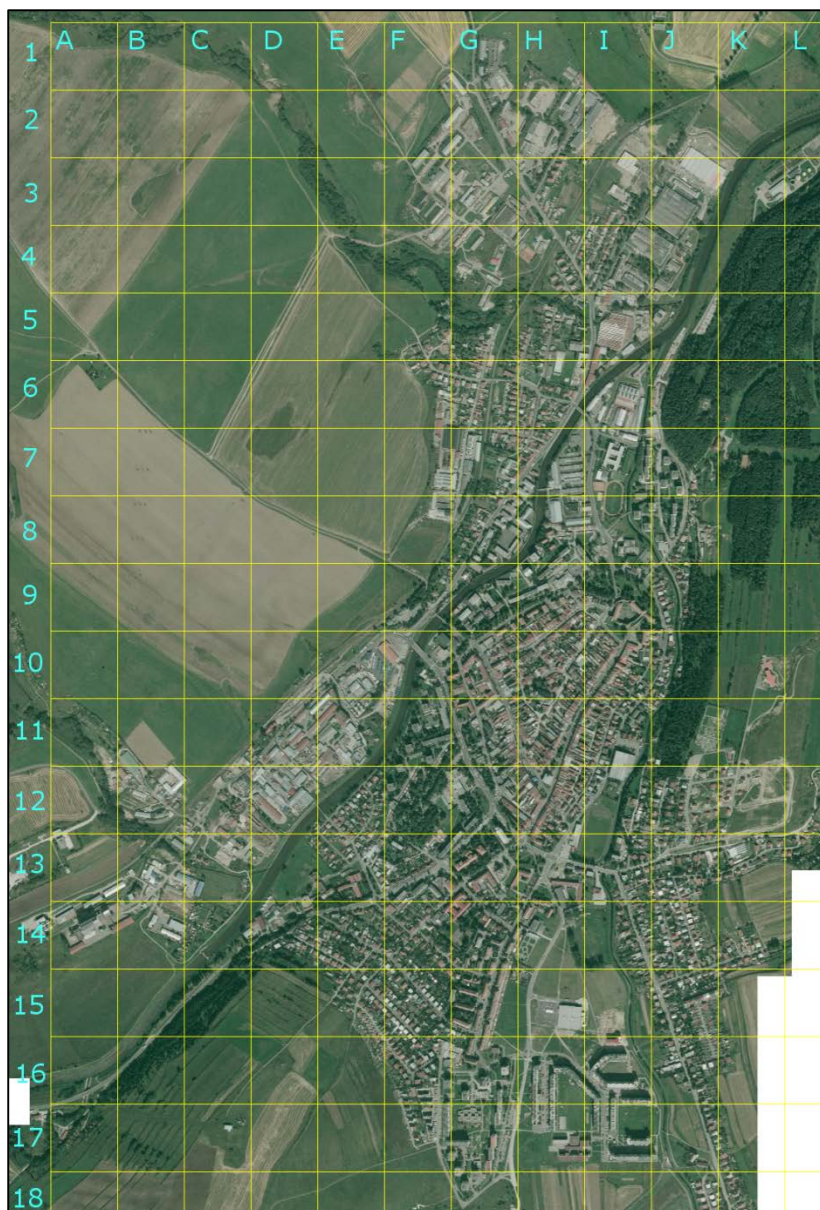
Tretí krok sme rozdelil na dve časti - **hodnotenie citlivosti** a **hodnotenie adaptívnej kapacity**. Citlivosť sme analyzovali so zameraním na biofyzikálne faktory prostredia (ktoré zhoršujú dopady intenzívnej zrážky, alebo naopak jej dopady zmierňujú) a faktory sociálne (napríklad hustotu populácie v jednotlivých oblastiach). Analyzované boli nasledovné faktory citlivosti:

- Územie ohrozené povodňou, zobrazené na mapách povodňového ohrozenia.
- Koncentrácia populácie.
- Rizikové budovy a infraštruktúra.
- Existencia a forma hydrotechnických opatrení a stav kanalizačného systému.
- Vodonepriepustné plochy.
- Zelená infraštruktúra v urbánnom prostredí.
- Oblasti ohrozené zosuvmi pôdy a eróziou pôdy.
- Diverzifikácia štruktúry krajiny pokrývky, lesné hospodárstvo a poľnohospodárska prax.

V rámci adaptívnej kapacity boli analyzované faktory:

- Mobilné protizáplavové bariéry a ľudské kapacity určené na záchranné práce.
- Sociálne a ekonomické podmienky mesta Kežmarok a finančné kapacity mesta na vysporiadanie sa s následkami záplav.
- Zabezpečenie varovania obyvateľstva, vyznenie ohrozených osôb a informačné aktivity.
- Záchranné povodňové práce.

V rámci hodnotenia citlivosti sme **územie rozdelili na štvorce o veľkosti 200 x 200 m v členení horizontálne od písmena A po L a vertikálne od čísla 1 po číslo 18.**



Obr. 25: Územie mesta Kežmarok rozdelené na štvorce

V rámci týchto štvorcových plôch sme, u tých faktorov kde to bolo možné, kvantitatívne analyzovali buď počet ľudí žijúcich v jednotlivých oblastiach mesta, alebo veľkosť plochy, ktorá zhoršuje alebo zmierňuje dopady intenzívnej zrážky v danom štvorci.

Získané počty ľudí a rozlohy plôch sme rozdelili na 3 číselné intervaly. Najnižší číselný interval znamenal najnižšiu mieru výskytu negatívneho, resp. rizikového faktora, stredný interval priemernú a interval s najvyššou hodnotou najväčší výskyt negatívneho resp. rizikového faktora. Tieto intervaly predstavovali tzv. „**kategórie závažnosti**“, ktoré sme číselne zaradili **do hodnôt 1 – 3**.

Tieto čísla nám však stále dávali pomerne výrazne nepresné výsledky, keďže niektoré faktory ovplyvňujú teploty na území, alebo zdravotné riziká omnoho menej ako iné. Preto sme zaviedli aj tzv. **váhy**. Jednalo sa o číselné hodnoty od 1 do 3, ktoré vyjadrujú mieru negativity daného faktora. Touto hodnotou sme potom násobili čísla z „**kategórie závažnosti**“ u jednotlivých faktorov. Výsledné hodnoty v jednotlivých štvorcoch (územiach) mesta Kežmarok sme pre prehľadnosť zobrazili aj graficky na mapách pre jednotlivé faktory. Viaceré faktory citlivosti a adaptívnej kapacity nebolo možné hodnotiť kvantitatívne, v takých prípadoch sme použili popisné hodnotenie.

4.3 Hodnotenie expozície

Expozícia (vystavenie) katastra mesta Kežmarok intenzívnym zrážkam je možné vykresliť aj popisom prejavu sa povodní v jednotlivých častiach územia. Druhou možnosťou je popísať priebeh povodní, faktory, ktoré k nim prispeli a škody, v členení podľa času. Z uvedeného dôvodu sme v druhej časti zostavili popis intenzívnych zrážok vedúcich k záplavám v katastri mesta Kežmarok od roku 2005.

Povodňové prietoky v povodí vodného toku Poprad sú pozorované už niekoľko desaťročí s **trendom posledného obdobia, v ktorom sa zaznamenalo zvyšovanie odtoku z Levočských vrchov**. Problémy s povodňami sa zaznamenávajú v poslednej dekáde takmer každoročne, najväčšia povodeň bola zaznamenaná v roku 2010. Okolie mesta Kežmarok má viaceré podmienky podporujúce vznik povodní, najmä z pohľadu **tvaru povodia**. Napríklad povodie Ľubice má **tvar vejára, čo pri celoplošnej zrážkovej činnosti vytvára predpoklad stretu povodňovej vlny viacerých prítokov s tokom Ľubice**. Faktorom, ktorý prispieva k vzniku povodní v predmetnej lokalite je aj **flyšové podložie**, ktoré vylučuje akumuláciu a podporuje rýchly odtok zrážkovej vody z územia. Vznik povodní podporuje aj stav povodia – niektoré **spôsoby hospodárenia v lesoch či na poľnohospodárskej pôde**. Tie vytvárajú podmienky na sústredený odtok zrážok v ryhách vytvorených lesnými mechanizmami a následný transport zeminy do údolnej nivy potoka.

Prejavenie sa povodne v jednotlivých častiach mesta

Pri povodni v júni 2010 boli zaplavené:

- do výšky približne 40 cm na 40 hodín všetky ulice na brehu toku Ľubica - od sídliska Juh ulice Košická, Bardejovská, Lanškrounska, Levočská, Weilburská,
- taktiež Ľubická cesta do výšky 0,3 m - 1 m na 40 hodín,
- začiatok Štúrovej ulice do výšky 40 cm na 20 hodín,
- Tvarožnianska ulica a ul. Generála Štefánika do výšky 0,4 m - 1 m na 30 hodín,
- ul. Jakuba Kraya do výšky 1 m na 20 hodín,
- Trhovište bolo zaplavené vo výške 0,4 m - 1 m na 40 hodín,
- Priekopa bola zaplavená od 20 cm do 0,8 m na 20 hodín,
- Hradská cesta od 0,4 m do 1 m na 40 hodín,
- Strelnica bola zaplavená do výšky 1 m na 40 hodín,
- Nižná brána, Garbiarska ulica, Starý trh, Fraňa Kráľa do 0,5 m na 20 hodín,
- ulice Severná a Pod lesom boli zaplavené do výšky 0,8 m na 40 hodín,
- Hradný vrch do výšky 0,3 m na 20 hodín,
- Ulice Kamenná baňa, Kukučínova a Rázusova do výšky 0,3 m na 10 hodín.

Záplava sa vyskytla predovšetkým v štvorcach od I17 po I5 (písmeno s číslom tu, ako aj na ďalších miestach dokumentu, označujú štvorcové územia na ktoré bolo pre potreby hodnotenia zraniteľnosti rozdelené územie mesta, viď mapa v kapitole 4.2).

Pri povodni v jún 2014 boli zaplavené:

- ulice Jakuba Kraya, Tvarožnianska, Nižná brána, Severná a Pod lesom do výšky 0,3 m na 15 hodín,
- ulice Hradská cesta, Trhovište a Strelnica od 0,5 m do 1 m na 20 hodín.

Intenzívne zrážky môžu mať za následok nielen len záplavy, ale aj zosuvy alebo eróziu pôdy:

- K zosuvom pôdy - časti svahov došlo v lokalite pod miestnym názvom „Malý jareček“ na 10 miestach, na každej lokalite bol zaznamenaný zosuv v rozsahu približne 50 m². Vo vyjadrení zvolených štvorcov boli zosuvy zaznamenané v štvorcach L – M – N 8 – 11.
- Lokálne erózie pôdy boli v súvislosti s intenzívnymi zrážkami zaznamenané v miestach nových výstavieb na uliciach Kukučínova a Štúrova v rozsahu približne 200 m². Vo vyjadrení zvolených štvorcov boli zosuvy zaznamenané v štvorcach K 12-13-14.

Priebeh, faktory a škody z povodní od roku 2005

Povodeň zo dňa 18.3.2005 v meste Kežmarok

Príčiny vzniku povodne:

Podľa informácií kompetentných pracovníkov Mestského úradu v Kežmarku bola povodeň spôsobená viacerými faktormi:

- **náhle prudké denné oteplenia trvajúce v slede 2 – 3 dni** za sebou,
- oteplenie, ktoré v priebehu noci zo štvrtku na piatok trvalo aj v noci pričom teploty v noci sa pohybovali v rozmedzí od + 3 do + 6 °C,
- **veľké množstvá roztopeného snehu z okolitých kopcov nestačili v priebehu piatku dopoludnia odtekať kanalizačným systémom, nakoľko kanály v celých profiloch neboli rozmrznuté** – konkrétne na autobusovej stanici, Štúrova ul. pri Kamennej bani, ulici Kuzmányho a Ivana Stodolu a na sídlisku Horný juh.

Popis priebehu povodňových javov a následkov povodne:

V priebehu dopoludnia začala voda z okolitých kopcov zatekať na autobusovú stanicu so stále väčšou intenzitou. Voda na ulici Štúrova začala vymieľať okraj cesty smerom od záhrad a skleník smerom dole k štátnej ceste. V priebehu dopoludnia sa roztopené ľadové kryhy začali kopíť v priestoroch sídliska Sever, kde sa začali vytvárať ľadochody a zátaras v častiach, kde sú mosty a lávky pre peších pričom hrozilo vybreženie Ľubického potoku v obytných častiach sídliska Sever. Hladina rieky Poprad a Ľubický potok stúpala až do 23:00.

Škody spôsobené povodňou:

V rámci predmetnej povodne neboli zo strany mestského úradu Kežmarok vyčíslené škody.

Povodeň zo dňa 4.-5.6. 2006 v meste Kežmarok

Príčiny vzniku povodne:

Jednou z príčin vzniku predmetnej povodňovej situácie v meste Kežmarok boli **dlhodobé zrážky vyskytujúce sa v priebehu celého 22. týždňa** striedavo v priebehu dňa aj v noci v rôznej intenzite a doby trvania. Hlavnou príčinou podľa informácií kompetentných pracovníkov MsÚ Kežmarok, ktorá zapríčinila prudké stúpnutie hladín riek v meste, hlavne Ľubického potoku, bol intenzívny nepretržitý dážď, ktorý začal padať v nočných hodinách 3.6.2006 od 21:30 do skorých ranných hodín dňa 4.6. 2006. Predmetné **intenzívne zrážky dopadali v meste samotnom, blízkom okolí, predovšetkým však v Levočských vrchoch a lesoch, v priestoroch vojenského výcvikového priestoru Javorina.**

Popis priebehu povodňových javov a udalostí a následkov povodne:

V dôsledku vyššie uvedených príčin došlo v priebehu krátkeho času k náhlemu zdvihnutiu hladín rieky Poprad a predovšetkým Ľubického potoku cca o 3,5 – 4 m. Pri prvotnej prehliadke vybraných kritických miest na Ľubickom potoku bolo zistené, že voda pri pekárni Gross v okolí mosta na Ľubickú cestu preteká tesne pod jeho spodnou časťou. Hrozilo hromadenie splavovaného dreva, konárov a iných plávajúcich predmetov, ktoré by mohli spôsobiť prekážku pre plynulý prietok a vyliatie v obývaných zónach mesta. Podobná situácia hrozila na moste v smere na hotel Štart pri uliciach Strelnica a Pod lesom a pri firme QUINTA s.r.o. Zároveň v oblasti ulice Strelnica došlo k zaplaveniu pivníc v rodinných domoch a v priestoroch Ľubickej cesty na číslach domov 22 – 30 došlo k priesakom spodnej vody z Ľubického potoka a zaplaveniu záhrad v uvedených domoch.

Škody spôsobené povodňou:

Škody na majetku mesta predstavovali **43 000 Sk.**

Povodeň zo dňa 29.6. 2009 v meste Kežmarok

Príčiny vzniku povodne:

Búrková činnosť a intenzívne privalové dažde v dopoludňajších hodinách dňa 29.6.2009 v čase od 12:05 mali intenzitu **úhrnov zrážok 90 mm - 110 mm v meste** a jeho blízkom okolí. Predmetná intenzita zrážok viedla k zaplaveniu časti územia mesta.

Opis priebehu povodňových javov a udalostí a následkov povodne:

V dôsledku povodňovej situácie súvisiacej s intenzívnou privalovou zrážkou v meste Kežmarok a jeho okolí sa nasiaknutá pôda okolitých vrchov a pahorkov nestačila zadržiavať a infiltrovať tieto zrážkové vody, čím dochádzalo k vytváraniu potokov stekajúcich prudkými prívalmi zo svahov do obytných častí a ulíc mesta. Tým došlo k zaplaveniam skromných a mestských pozemkov a stavieb, vymieľaniu miestnych komunikácií, chodníkov a verejných priestranstiev, k zaplavovaniu ulíc a ciest, verejných priestranstiev na uliciach: Pri zastávke, Michalská, Starý trh, Tehelňa, Fraňa Kráľa, Garbiarska, Poľná, Nižná brána Severná, Pod lesom, K. Kuzmányho. Na ulici Štúrovej bol na miestnej komunikácii poškodený a strhnutý asfaltový kryt vozovky a chodník. Taktiež došlo k zaplaveniu kynologického areálu na ulici Poľnej, k strhnutiu svahu pri hrádzi na rybníku Zlatná a zatopeniu časti záhradiek v lokalite Kamenná baňa.

Škody spôsobené povodňou:

Celková výška škôd bola vyčíslená MsÚ Kežmarok na **33 590 €.**

Povodeň zo dňa 4.6. 2010 v meste Kežmarok

Príčiny vzniku povodne:

Vplyvom intenzívnych **dlhodobých zrážok** v mesiacoch apríl a máj v meste Kežmarok došlo 4.6.2010 v ranných hodinách k **nakumulovaniu povrchovej vody z okolitých kopcov**. Tá so sebou **strhla časť lesnej a ornej pôdy na rôznych miestach**, čo malo za následok náhle zdvihnutie hladiny **Ľubického potoka** a okolitých prítokov.

Opis priebehu povodňových javov a udalostí a následkov povodne:

V dôsledku intenzívnych dažďov došlo k zvýšeniu hladín vodných tokov Poprad a Ľubický potok a hrozilo ich vybreženie. S ohľadom na túto situáciu vyhlásil primátor mesta Kežmarok III. stupeň povodňovej aktivity - stav ohrozenia. Neskôr, o 07:00 ráno, vyhlásil primátor mimoriadnu situáciu. Následne, v priebehu veľmi krátkeho časového intervalu, došlo k vyliatiu Ľubického potoka a zaplavovaniu suterénov a prízemných bytov, rodinných domov a všetkých objektov na pobrežných pozemkoch na uliciach Pod lesom, Trhovište, Hradný vrch, Strelnica, Priekopa, Ľubická cesta, Kamenná Baňa, Štúrova, Kukučínova, Tvarožnianska, Gen. Štefánika, Severná, Nižná brána, Rázusova, J. Kraya, Hradská cesta, Sídliisko JUH a ulice Lanškrounská, Bardejovská, Levočská, Weilburská, Košická.

Za účelom zmiernenia následkov povodne sa už počas jej priebehu vykonávalo odstraňovanie nánosov a úprava komunikácií za účelom sprehľadnenia, na štátnej ceste II/543 sa realizovala regulácia dopravy. Odstraňovanie následkov povodne pokračovalo vyvážaním a čistením nánosov na uliciach Ľubická cesta, Trhovište, Priekopa, Hr. Cesta, Sídliisko Sever, Nižná brána, staré futbalové ihrisko a nové futbalové ihrisko. Vykonala sa oprava mostu na sídlisku Sever, kde boli pristavené veľkokapacitné kontajnery pre vývoz poškodených vecí a odpadu. Práce pokračovali čistením žump a kanalizačných prípojok občanov, vývozom odpadu zo zaplavených objektov na skládku a striekaním ulíc vodou za účelom odstránenia nánosov (Ľubická

cesta, Tvarožnianska). Na Ľubickej ceste, Trhovišti a Hr. ceste sa vyvážali nánosy aj zo záhrad a dvorov domov, kde majú malé mechanizmy prístup. Vykonávala sa aj celková obnova zaplaveného územia.

V meste Kežmarok bolo zaplavených:

- 130 rodinných domov
- 157 garáží
- 30 bytových domov
- 180 pivníc
- 15 podnikateľských subjektov právnických a fyzických osôb – podnikateľov
- čiastočne 3 stredné odborné školy, 3 základné školy, 2 MŠ

Škody spôsobené povodňou (eur):

Subjekt	Škody na			Spolu v tis. €
	hnuteľnom majetku	stavbách	pozemkoch	
Fyzické osoby	250 000	630 000	38 000	918 000
Právnické osoby a fyzické osoby – podnikatelia	460 000	793 000	15 000	1 268 000
Mesto	50 000	1 233 000	60 000	1 343 000
Spolu	760 000	2 656 000	113 000	3 529 000

Tab. 3: Škody spôsobené povodňou z 4.6.2010

Povodeň zo dňa 20.7. 2011 v meste Kežmarok

Príčiny vzniku povodne:

Vplyvom intenzívnych dlhodobých dažďových zrážok v priebehu noci z 19.7. na 20.7.2011 v meste Kežmarok došlo dňa 20.7.2011 v ranných hodinách k nakumulovaniu povrchovej vody z okolitých kopcov, ktorá mala za následok náhle zdvihnutie hladiny potoka Ľubica a rieky Poprad a okolitých prítokov. V meste došlo k zatopeniu niekoľkých pivníc a garáží v rodinných domoch, stavieb v záhradkárskych osadách v okolí rieky Poprad a Ľubica. Došlo tiež k zaplaveniu kanalizačných vpustí a ich upchatiu, čo viedlo k rozlietaniu zrážkovej vody do okolitého prostredia.

Opis priebehu povodňových javov a udalostí a následkov povodne:

Z dôvodu pretrvávajúcich intenzívnych privalových dažďov došlo k zvýšeniu vodných hladín na rieke Poprad a Ľubický potok a ohrozeniu ulíc Ľubická cesta, Jakuba Kraya, Košická, Hradská cesta, Strelnica, Trhovište, Severná, Nižná brána a Pod lesom. Z titulu upchania kanalizačných vpustí na miestnych komunikáciách naplaveninami a nedostatočného odvádzania intenzívnych zrážkových vôd došlo k zaplaveniu ulíc Garbiarska, Starý trh, Štúrova, Kukučínová, Komenského, Ľubická cesta, Hradská cesta. Privalovými vodami boli poškodené ulice Štúrova a Kukučínová. Došlo k zaplaveniu pivníc v rodinných domov priesakovou vodou pozdĺž toku Ľubica, poškodeniu časti káblovej televízie privalovou vodou a čiastočnému zosuvu miestnej komunikácie Kukučínova.

V meste Kežmarok bolo zaplavených:

- 20 pivníc rodinných domov
- 10 garáží
- 40 záhradných chatiek v extraviláne mesta
- 50 kanalizačných vpustí zanesených 2 – celkom poškodené
- bola poškodená cesta na ulici Štúrova a Strelnica v dĺžke cca 45 m

Škody spôsobené povodňou (eur):

Poškodený	Druh majetku			Odhadnutá výška povodňovej škody spolu
	hnuteľný majetok	stavby	pozemky	
Mesto Kežmarok, Hlavné námestie 1		19 000		19 000
Spolu		19 000		19 000

Tab. 4: Škody spôsobené povodňou z 20.7.2011.

Povodeň zo dňa 24.8. 2011 v meste Kežmarok

Príčiny vzniku povodne:

Podľa informácií MsÚ v Kežmarku spočívali príčiny v intenzívnych zrážkach v popoludňajších hodinách, po ktorých došlo k **pretrhnutiu hrádze rybníka na Stránskom potoku a vybreženi Stránskeho potoka.**

Opis priebehu povodňových javov a udalostí a následkov povodne:

Intenzívne zrážky v popoludňajších hodinách 24.8.2011 viedli k pretrhnutiu hrádze rybníka na Stránskom potoku, vybreženi Stránskeho potoka, zaplaveniu a poškodeniu mosta na štátnej ceste III/06724 smerom na Malý Slavkov, zaplaveniu príľahlých rodinných domov na ulici Slavkovskej, areálu útulku pre psov, vybreženi toku Biela voda a zaplaveniu kynologického areálu na ulici Poľnej, zaplaveniu a poškodeniu ulice Štúrovej a Kukučínovej privalovou vodou, zaplaveniu časti cvičného futbalového ihriska a príľahlého chodníka privalovou vodou na ulici Tvarožnianskej.

V meste Kežmarok boli zaplavené:

- suterény a prízemie rodinných domov,
- objekty firmy Drevona s.r.o. a sklady materiálu,
- záhradky pri rodinných domoch Slavkovská cesta,
- bol poškodený most a cesta smerom na M. Slavkov,
- bola poškodená cesta na ulici Štúrova, Kukučínova,
- útulok pre psov - bol zaplavený celý objekt,
- poškodený most na ulici Slavkovskej pri Elkovode.

Škody spôsobené povodňou (v eur)

Poškodený	Druh majetku			Odhadnutá výška povodňovej škody spolu
	Hnuteľný majetok	stavby	pozemky	
Mesto Kežmarok, Hlavné námestie 1	2 880	120 000		122 880
Drevona KK,s.r.o., Možiarska 8	85 000	15 000		100 000
OZ Útulok, Martina Lányiho 15	1 000	10 000		11 000
Spolu	88 880	145 000		233 880

Tab. 5: Škody spôsobené povodňou z 24.8.2011.

Povodeň zo dňa 15.05.2014 v meste Kežmarok

Príčiny vzniku povodne:

Pretrvávajúce intenzívne privalové dažde spôsobili zvýšenie vodných hladín na rieke Poprad a toku Ľubica. Tok Ľubica sa vylial na uliciach Jakuba Kraya, Tvarožnianska, Strelnica, Hradská cesta, Trhovište, Severná, Nižná brána a Pod lesom. Zaplavil miestne komunikácie, futbalový štadión, záhrady a suterény rodinných domov, nezastavanú časť sídliska JUH pred futbalovým štadiónom, časť sídliska Sever. Rieka Poprad zaplavila záhradkársku osadu Pri horárni a cyklistický chodník.

Opis priebehu povodňových javov a udalostí a následkov povodne:

Z dôvodu pretrvávajúcich intenzívnych privalových dažďov došlo dňa 15.5.2014 k zvýšeniu vodných hladín na rieke Poprad a toku Ľubica. Tok Ľubica na uliciach Ľubická cesta, Jakuba Kraya, Tvarožnianska, Strelnica, Hradská cesta, Trhovište, Severná, Nižná brána, Pod lesom sa vylial v priestoroch mostu pri pekárni Gros a zaplavil miestne komunikácie, futbalový štadión, záhrady a **suterény rodinných domov a bytových domov**, nezastavanú časť sídliska JUH pred futbalovým štadiónom, časť sídliska Sever, zaplavené bolo učňovské stredisko, priestory dielni na ulici Tvarožnianska, ZŠ Nižná brána vrátane školského ihriska, **čerpacia stanica, firmy QUINTA a.s. a STS s.r.o. Slovakia Poprad**, pri rodinnom dome na ulici Ľubická cesta bolo podmyté murované oplotenie. Taktiež bola zničená kamenná opevňovacia zahádzka brehov toku Ľubica privalovou vodou ako aj **odnesené betónové opevnenie brehov. Voda zničila jedinú prístupovú komunikáciu k rodinným domom na ulici Strelnica, ohrozené boli aj pylóny mostného objektu na ulici Severná**, poškodená bola časť kamenného opevňovacieho múra v blízkosti mosta na ulici Jakuba Kraya a podmyli sa základy trafostanice. Došlo k **výpadku elektrickej energie v prevažnej časti mesta a zásobovania sídliska Sever pitnou vodou**. Poškodený bol cyklistický chodník Kežmarok- Spišská Belá- Strážky.

Rieka Poprad sa vyliala v priestore Pradiarni dňa 15.5.2014 a poškodila ochranný val pri záhradkárskej osade Pri horárni, zaplavený a zničený bol aj cyklochodník a prístupová cesta k lávke cez rieku Poprad. Vzhľadom na priebeh situácie a stupňujúce sa nebezpečenstvo ohrozenia životov, zdravia a majetku mesta a občanov vyhlásil primátor mesta o 20:00 mimoriadnu situáciu. V priebehu dopoludnia 17.5.2014 sa opäť zintenzívnili zrážky a hladina toku Ľubica stúpila o 27 cm. V priebehu noci sa vyskytli občasnú preháňky. Stav na tokoch bol celú noc monitorovaný. Na základe zmonitorovania situácie 18.5.2014 o 9:00 primátor odvolal mimoriadnu situáciu, vzhľadom na stav hladiny toku Ľubica bol ponechaný III. stupeň povodňovej aktivity. Značne poškodený bol ochranný kamenný val v záhradkárskej osade Pri horárni. Naďalej pretrvávalo nebezpečenstvo ohrozenia zdravia, životov a majetku občanov mesta, pretože vzhľadom na rozsah zaplaveného územia neboli ukončené záchranné práce. Taktiež, nevyhnutné potrebné technické opatrenia na odvrátenie nebezpečenstva, predovšetkým na toku Ľubica, boli rozsiahleho charakteru. Stav na tokoch sa v priebehu nocí monitoroval, pričom stav oboch riek klesol. V priebehu nasledujúceho dňa boli upravované poškodené časti na toku, v miestach poškodenia protipovodňovej ochrany boli ukladané vrecia, odstraňovali sa naplaveniny z rodinných domov a miestnych komunikácií, chodníkov za účelom zabezpečenia prístupu. Odstraňovali sa naplaveniny z prístupovej cesty k lávke v Pradiarni a upravoval sa priestor odplaveného oporného valu pri záhradkárskej osade „Pri horárni“.

V priebehu noci pokračovala stála hliadková služba na toku Ľubica, ktorá zaznamenala pokles hladiny toku. V priebehu nasledujúcich dní boli vykonávané záchranné práce a na základe vykonaných opatrení, ako aj na základe poklesu hladiny toku Ľubica bol primátorom mesta na návrh krízového štábu odvolaný dňa 22.5.2014 o 08:00 III. stupeň PA a vyhlásený II. stupeň PA.

Škody spôsobené povodňou (eur):

Subjekt	Škody na			Spolu €
	hnutel'nom majetku	stavbách	pozemkoch	
Fyzické osoby	6400	6500	34 500	16 350
Právnické osoby a fyzické osoby – podnikatelia	30 000	20 000	15 000	65 000
Mesto	20 000	45 000	20 000	85 000
Spolu	56 400	71 500	38 450	166 350

Tab. 6: Škody spôsobené povodňou z 15.5.2014.

Zhrnutie dopadov intenzívnych zrážok na mesto Kežmarok

Povodeň	Zaplavené objekty	Škody (eur)
18.3.2005	autobusová st., 1 komunikácia, ľad. zátarasy - mosty, lávky pre chodcov	
4.-5.6.2006	rodinné domy, záhrady, čiast. zimný št.	43 000
29.6. 2009	Poškodená komunikácia na 1 ulici, súkromné a mestské stavby a pozemky, záhrady.	33 590
4.6. 2010	130 rodinných domov, 157 garáží, 30 bytových domov, 180 pivníc, 15 pod. subjektov, 3 SOŠ, 3 ZŠ, 2 MŠ	3 529 000
20.7. 2011	20 rodinných domov, poškodená cesta na 2 uliciach, 50 kanalizačných vpustí zanesených, 40 záhrad, 10 garáží.	19 000
24.8. 2011	Poškodený most a cesta, cesta na 2 ul., rod. domy, útulok, sklady, záhr.	233 880
15.05.2014	Výpadok el. energie v prev. časti mesta a zásobovania sídl. Sever pit. vodou. Komunikácie, fut. štadión, rodinné a bytové domy, záhrady, učň. stredisko, ZŠ, čerpacia stanica, 2 firmy, jediná komunikácia k rod. dom. na 1 ul.	166 350

Tab. 7: Prehľad povodní v Kežmarku 2005-2014

4.4 Hodnotenie citlivosti

4.4.1 Územie ohrozené povodňou, zobrazené na mapách povodňového ohrozenia

Zdôvodnenie výberu faktora

K dôležitým faktorom citlivosti územia na intenzívne zrážky patrí územie, ktoré bude pri istej intenzite zrážky zaplavené. Z tohto dôvodu je dôležité identifikovať tieto územia prostredníctvom tzv. povodňových máp. Povodňové mapy je zjednodušený spoločný názov pre mapy povodňového ohrozenia a mapy povodňového rizika. Z troch komponentov zraniteľnosti – sociálnej, biofyzikálnej a topografickej, tento faktor predstavuje optimálny popis posledného menovaného.

Mapy povodňového ohrozenia sa vypracúvajú pre geografické oblasti, v ktorých bola v predbežnom hodnotení povodňového rizika identifikovaná existencia potenciálne významného povodňového rizika a oblasti, v ktorých možno predpokladať pravdepodobný výskyt významného povodňového rizika. Na mape povodňového ohrozenia je zobrazený rozsah záplav, ktoré by spôsobili povodne s rôznou priemernou dobou opakovania (od za raz 5 rokov až po raz za 1000 rokov), prípadne iná povodeň s výnimočne nebezpečným priebehom. Mapy povodňového rizika obsahujú údaje o potenciálne nepriaznivých dôsledkoch záplav spôsobených povodňami, ktoré sú zobrazené na mapách povodňového ohrozenia. Na mapách povodňového rizika sú uvedené údaje o odhadovanom počte povodňou potenciálne ohrozených obyvateľov a o druhoch hospodárskych činností na povodňou potenciálne ohrozenom území. V Slovenskej republike zabezpečuje vyhotovovanie máp povodňového ohrozenia a máp povodňového rizika správca vodohospodársky významných vodných tokov, ktorým je Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., Banská Štiavnica. V tejto stratégii sú použité mapy povodňového ohrozenia.

Metodika vyhodnotenia

Predmetom hodnotenia bol rozsah územia zaplaveného pri intenzívnej zrážke a následnom prietoku o intenzite raz za 100 rokov (Q100) a raz za 1000 rokov (Q 1000) v jednotlivých štvorcoch. V rámci vopred určených oblastí mesta Kežmarok (štvorcových plôch 200x200m) sme spôsob hodnotenia stanovili nasledovne:

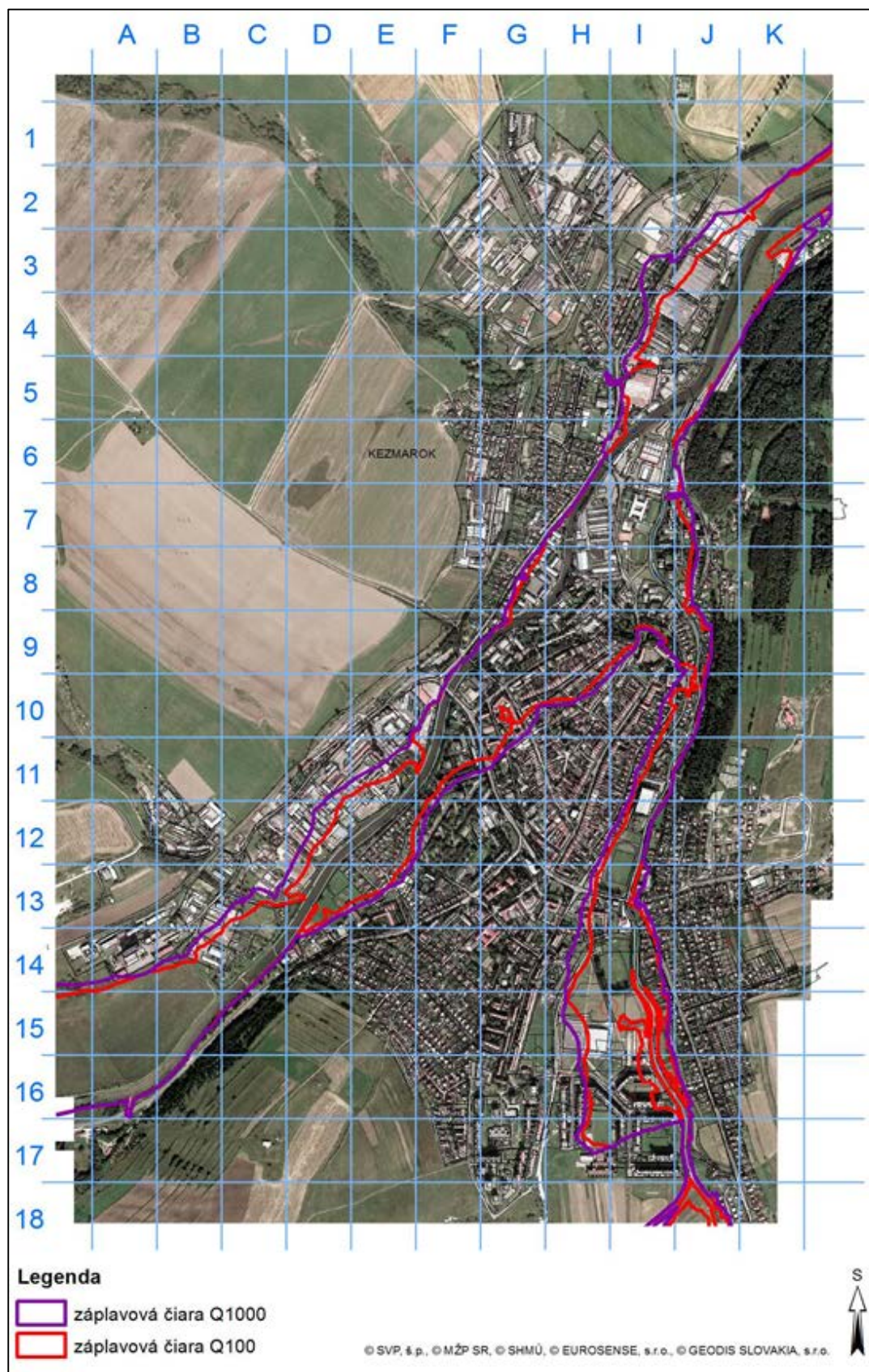
- zástupcovia Slovenského vodohospodárskeho podniku a.s. Košice identifikovali a zakreslili do mapy mesta Kežmarok územia ohrozené povodňou pri prietoku o intenzite raz za 100 rokov a raz za 1000 rokov na základe doposiaľ vypracovaných máp povodňového ohrozenia.
- Zistené informácie o rozsahu územia ohrozeného povodňou sme prekryli štvorcami 200 x 200 m a vyjadrili sme v percentuálne podiely rozlohy inundačného územia pre každý štvorec.

Získané hodnoty sme kategorizovali z hľadiska rozsahu územia ohrozeného povodňou nasledovne:

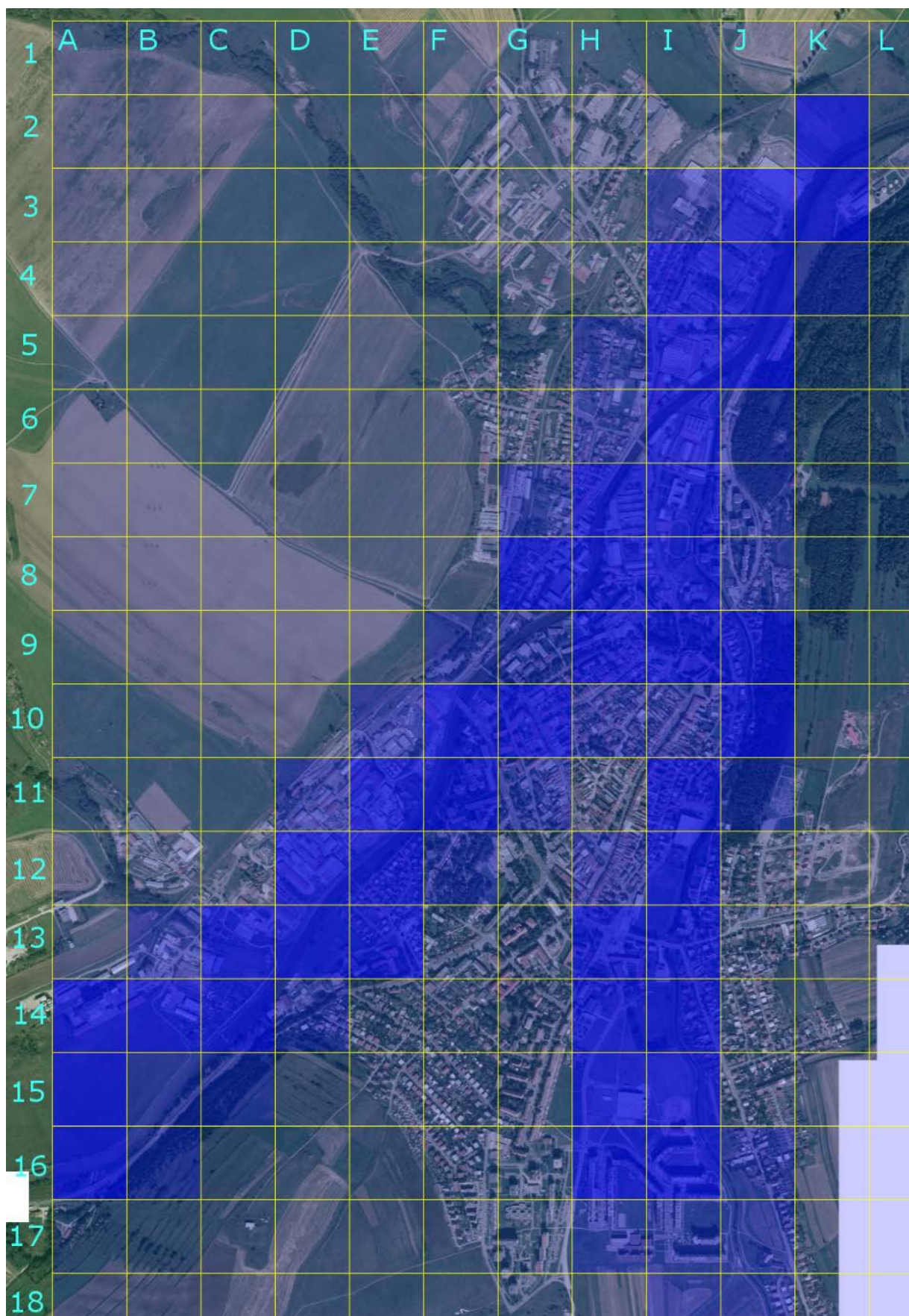
- Ak je rozsah územia ohrozeného povodňou pri 1000 ročnom prietoku rovný 0, priradí sa mu hodnota 1.
- Ak je rozsah územia ohrozeného povodňou pri 1000 ročnom prietoku nižší než 1/3 plochy štvorca, priradí sa mu hodnota 2.
- Ak je rozsah územia ohrozeného povodňou pri 1000 ročnom prietoku rovný alebo vyšší než 1/3 plochy štvorca, priradí sa mu hodnota 3.

Uvedené hodnoty, ktoré vyjadrujú rozlohu územia ohrozeného povodňou v danom štvorci, sme pre zvýšenie odbornej presnosti a objektívnosti na záver vynásobili hodnotou - váhou, ktorá poukazuje na závažnosť predmetného faktora oproti iným a to v rozsahu od 1 - najmenšia závažnosť až po 5 – znamenajúcu najväčšiu závažnosť. Hodnoty rozsahu územia ohrozeného povodňou sú násobené hodnotou 5.

Grafické a tabuľkové znázornenie hodnotenia



Obr. 26: Záplavová čiara pre prietok Q100 a Q1000.



Obr. 27: Citlivosť územia a jeho obyvateľov v rámci inundačných zón Q100 a Q1000 v členení zvolených štvorcov 200 x 200 m - čím tmavšia farba tým vyšší počet obyvateľov v predmetnom území.

Tab. 8: Percentuálny podiel štvorcových území v záplavovej zóne Q100 a Q1000.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1% Q100 15% Q1000	50% Q100 60% Q1000
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1% Q100 30% Q1000	55% Q10 75% Q1000	60% Q100 75% Q1000
4	0	0	0	0	0	0	0	0	35% Q100 60% Q1000	98% Q100 Q1000	20% Q100 Q1000
5	0	0	0	0	0	0	0	1% Q100 3% Q1000	75% Q100 90% Q1000	55% Q100 60% Q1000	0
6	0	0	0	0	0	0	0	12% Q100 15% Q1000	85% Q100 95% Q1000	5% Q100 10% Q1000	0
7	0	0	0	0	0	0	1% Q100 3% Q1000	75% Q100 Q1000	98% Q100 Q1000	15% Q100 25% Q1000	0
8	0	0	0	0	0	0	30% Q100 35% Q1000	90% Q100 Q1000	100% Q100 Q1000	20% Q100 30% Q1000	0
9	0	0	0	0	0	18% Q100 Q1000	22% Q100 27% Q1000	99% Q100 100% Q1000	50% Q100 60% Q1000	45% Q100 50% Q1000	0
10	0	0	0	0	1% Q100 3% Q1000	75% Q100 Q1000	75% Q100 90% Q100 0	25% Q100 30% Q1000	8% Q100 18% Q1000	30% Q100 40% Q1000	0
11	0	0	0	1% Q100 25% Q1000	>33% Q100 66% 75% Q1000	50% Q100 1000	13% Q100 18% Q1000	0	50% Q100 60% Q1000	10% Q100 Q1000	0
12	0	0	0	45% Q100 66% Q1000	95% Q100 99% Q1000	5% Q100 20% Q1000	0	2% Q100 5% Q1000	55% Q100 65% Q1000	0	0
13	0%	1%	30% Q100 40% Q1000	75% Q100 90% Q1000	33% Q100 40% Q1000	0	0	25% Q100 37% Q1000	45% Q100 55% Q1000	0	0
14	80% Q100 Q1000	66% Q100 75% Q1000	75% Q100 Q1000	15% Q100 25% Q1000	0	0	0	40% Q100 70% Q1000	70% Q100 75% Q1000	0	0
15	100% Q100, Q1000	33% Q100 A1000	10% Q100 Q1000	0	0	0	0	45% Q100 65% Q1000	80% Q100 95% Q1000	0	0
16	80% Q100 Q1000	25% Q100 Q1000	0	0	0	0	0	30% Q100 35% Q1000	75% Q100 90% Q1000	8% Q100 12% Q1000	0
17	0	0	0	0	0	0	0	22% Q100 28% Q1000	25% Q100 Q1000	5% Q100 Q1000	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	15% Q100 25% Q1000	20% Q100 30% Q1000	0

Tab. 9: Výpočet citlivosti jednotlivých území v rámci záplavových zón

Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk
A1	0	1	5	5	C16	0	1	5	5	F13	0	1	5	5	I10	18	2	5	10	L7	0	1	5	5
A2	0	1	5	5	C17	0	1	5	5	F14	0	1	5	5	I11	60	3	5	15	L8	0	1	5	5
A3	0	1	5	5	C18	0	1	5	5	F15	0	1	5	5	I12	65	3	5	15	L9	0	1	5	5
A4	0	1	5	5	D1	0	1	5	5	F16	0	1	5	5	I13	55	3	5	15	L10	0	1	5	5
A5	0	1	5	5	D2	0	1	5	5	F17	0	1	5	5	I14	75	3	5	15	L11	0	1	5	5
A6	0	1	5	5	D3	0	1	5	5	F18	0	1	5	5	I15	95	3	5	15	L12	0	1	5	5
A7	0	1	5	5	D4	0	1	5	5	G1	0	1	5	5	I16	90	3	5	15	L13	0	1	5	5
A8	0	1	5	5	D5	0	1	5	5	G2	0	1	5	5	I17	25	2	5	10	L14	0	1	5	5
A9	0	1	5	5	D6	0	1	5	5	G3	0	1	5	5	I18	25	2	5	10	L15	0	1	5	5
A10	0	1	5	5	D7	0	1	5	5	G4	0	1	5	5	J1	0	1	5	5	L16	0	1	5	5
A11	0	1	5	5	D8	0	1	5	5	G5	0	1	5	5	J2	15	2	5	10	L17	0	1	5	5
A12	0	1	5	5	D9	0	1	5	5	G6	0	1	5	5	J3	75	3	5	15	L18	0	1	5	5
A13	0	1	5	5	D10	0	1	5	5	G7	3	2	5	10	J4	98	3	5	15					
A14	80	3	5	15	D11	25	2	5	10	G8	35	3	5	15	J5	60	3	5	15					
A15	100	3	5	15	D12	66	3	5	15	G9	27	2	5	10	J6	10	2	5	10					
A16	80	3	5	15	D13	90	3	5	15	G10	90	3	5	15	J7	25	2	5	10					
A17	0	1	5	5	D14	25	2	5	10	G11	18	2	5	10	J8	30	2	5	10					
A18	0	1	5	5	D15	0	1	5	5	G12	0	1	5	5	J9	50	3	5	15					
B1	0	1	5	5	D16	0	1	5	5	G13	0	1	5	5	J10	40	3	5	15					
B2	0	1	5	5	D17	0	1	5	5	G14	0	1	5	5	J11	10	2	5	10					
B3	0	1	5	5	D18	0	1	5	5	G15	0	1	5	5	J12	0	1	5	5					
B4	0	1	5	5	E1	0	1	5	5	G16	0	1	5	5	J13	0	1	5	5					
B5	0	1	5	5	E2	0	1	5	5	G17	0	1	5	5	J14	0	1	5	5					
B6	0	1	5	5	E3	0	1	5	5	G18	0	1	5	5	J15	0	1	5	5					
B7	0	1	5	5	E4	0	1	5	5	H1	0	1	5	5	J16	12	2	5	10					
B8	0	1	5	5	E5	0	1	5	5	H2	0	1	5	5	J17	5	2	5	10					
B9	0	1	5	5	E6	0	1	5	5	H3	0	1	5	5	J18	30	2	5	10					
B10	0	1	5	5	E7	0	1	5	5	H4	0	1	5	5	K1	0	1	5	5					
B11	0	1	5	5	E8	0	1	5	5	H5	3	2	5	10	K2	60	3	5	15					
B12	0	1	5	5	E9	0	1	5	5	H6	15	2	5	10	K3	75	3	5	15					
B13	1	2	5	10	E10	3	2	5	10	H7	75	3	5	15	K4	20	2	5	10					
B14	75	3	5	15	E11	66	3	5	15	H8	90	3	5	15	K5	0	1	5	5					
B15	33	2	5	10	E12	99	3	5	15	H9	100	3	5	15	K6	0	1	5	5					
B16	25	2	5	10	E13	40	3	5	15	H10	30	2	5	10	K7	0	1	5	5					
B17	0	1	5	5	E14	0	1	5	5	H11	0	1	5	5	K8	0	1	5	5					
B18	0	1	5	5	E15	0	1	5	5	H12	5	2	5	10	K9	0	1	5	5					
C1	0	1	5	5	E16	0	1	5	5	H13	37	3	5	15	K10	0	1	5	5					
C2	0	1	5	5	E17	0	1	5	5	H14	70	3	5	15	K11	0	1	5	5					
C3	0	1	5	5	E18	0	1	5	5	H15	65	3	5	15	K12	0	1	5	5					
C4	0	1	5	5	F1	0	1	5	5	H16	35	3	5	15	K13	0	1	5	5					
C5	0	1	5	5	F2	0	1	5	5	H17	28	2	5	10	K14	0	1	5	5					
C6	0	1	5	5	F3	0	1	5	5	H18	0	1	5	5	K15	0	1	5	5					
C7	0	1	5	5	F4	0	1	5	5	I1	0	1	5	5	K16	0	1	5	5					
C8	0	1	5	5	F5	0	1	5	5	I2	0	1	5	5	K17	0	1	5	5					
C9	0	1	5	5	F6	0	1	5	5	I3	30	2	5	10	K18	0	1	5	5					
C10	0	1	5	5	F7	0	1	5	5	I4	60	3	5	15	L1	0	1	5	5					
C11	0	1	5	5	F8	0	1	5	5	I5	90	3	5	15	L2	0	1	5	5					
C12	0	1	5	5	F9	18	2	5	10	I6	95	3	5	15	L3	0	1	5	5					
C13	40	3	5	15	F10	75	3	5	15	I7	98	3	5	15	L4	0	1	5	5					
C14	75	3	5	15	F11	75	3	5	15	I8	100	3	5	15	L5	0	1	5	5					
C15	10	2	5	10	F12	20	2	5	10	I9	60	3	5	15	L6	0	1	5	5					

Legenda: Š – štvorec, Z – základné dáta, H – hodnota, V – váha, Vk – výsledok.

Popisné hodnotenie

Pred vstupom najväčšieho vodného toku v katastrálnom území mesta Kežmarok, rieky Poprad, v katastrálnom území Huncovce je identifikované vybreženie vodného toku Poprad už pri prietoku o intenzite vyššej než v priemere raz za 5 rokov (Q_5), pričom v rámci prirodzenej inundácie sú zalievané príľahlé pozemky.

V oblasti vstupu do mesta Kežmarok je identifikované vybreženie vodného toku Poprad pri prietoku o intenzite raz za 50 rokov (Q_{50}) na ľavej strane, ktoré môže spôsobiť záplavu príľahlých pozemkov (kategorizovaných ako pôdny fond a domy so záhradami). Pozdĺž mesta sa vodný tok vybrežuje po oboch stranách pri intenzite prietoku rieky Poprad, ktorá sa v priemere vyskytuje raz za 50 rokov (Q_{50}), zaplavuje priemyselný obvod Juh a príľahlé domy nachádzajúce sa až v centre mesta. Na konci mesta Kežmarok dochádza k vybreženiu úvodného toku predovšetkým na ľavej strane a to pri prietoku o intenzite raz za 5 rokov (Q_5), pričom sú zaplavené priemyselné budovy a príľahlý pôdny fond.

Pred vstupom do intravilánu obce Ľubica pri rómskej osade je pozorované vybreženie vodného toku Ľubica pri prietoku intenzity Q_{10} (intenzita dosahovaná v priemere raz za 10 rokov) na pravej strane a nižšie aj vybreženie obojstranne, pričom zaplavené sú v takom prípade pozemky pozdĺž vodného toku. Pri prietoku o priemernej intenzite raz za 100 rokov (Q_{100}) je identifikované vybreženie na pravej strane, až k futbalovému ihrisku. V strede obce a pozdĺž obce je identifikované vybreženie vodného toku už pri zvýšení intenzity prietoku Q_{10} (raz za 10 rokov) obojstranne, pričom povodňou sú v takom prípade postihnuté nižšie situované nehnuteľnosti a záhrady. Pri prietoku o intenzite raz za 100 rokov (Q_{100}) sa voda dostáva až k futbalovému ihrisku a škole situovaných na ľavej strane.

V k.ú. Kežmarok sa vodný tok Ľubica vybrežuje na ľavej strane už pri prietoku o intenzite raz za 100 rokov (Q_{10}) a zaplavuje príľahlé pozemky. Pri väčších prietokoch Q_{50} - Q_{100} zaplavuje sídlisko situované v tesnej blízkosti vodného toku a taktiež domovú zástavbu a cesty.

Prirodzeným záplavovým územím s retenčným potenciálom počas záplav je územie medzi mestom Kežmarok a Huncovcami (v rkm 103 000 – 105 900), kde rieka Poprad prirodzene meandruje. Pozdĺž ľavého brehu je záplavové územie ohraničené železničným násypom a pravý breh je ohraničený telesom cesty.

Mesto Kežmarok má spolu so susediacou obcou Ľubica zaplavované územie už pri prietoku Q_{100} v súčasnosti o rozlohe 425 ha, z toho v intraviláne 292 ha.

Vo vyjadrení mapy zraniteľnosti sú **najviac ohrozené riečnou povodňou** (t.j. viac ako 90% územia sa nachádza v inundačnej oblasti pre Q_{1000} a minimálne $\frac{1}{4}$ územia sú v inundačnej zóne pre Q_{100}) **oblasti:**

J-4 budovy priemyslu a služby v bývalom areáli Tatraľanu

I-5 budovy služieb, byty, občianska vybavenosť (spoločenská sála), v malej miere sa tu vyskytuje priemysel

I-6 Budovy v ktorých pôsobia priemyselné podniky – je tu areál strojárkej výroby; sú tu dielne školy a jeden bytový dom na ul. Nižná brána

I-7, I-8 budovy základnej školy a jej areálu sa nachádzajú na ulici Nižná brána 1595/8; v oblasti štvorca I-8 sú aj budovy polície a časť objektu združenej strednej odbornej školy (telocvičňa)

H-8 predmetné budovy sa nachádzajú medzi ulicami Možiarska, Nižná brána a riekou Poprad; nachádza sa tu športová hala, služby, bytové domy

H-9 oblasť medzi ulicami Možiarska, Garbiarska a Starý trh zahŕňa sídlisko s rodinnými domami aj bytovými domami, obchodným strediskom Severka

G-10 oblasť medzi ulicami Doktora Alexandra, južnou časťou ulíc Starý trh a Garbiarskou tvoria bytové domy, rodinné domy aj okrajovo aj Okresný úrad

E-12 oblasť zahŕňa rodinné domy a služby medzi ulicami Sihoť a Nábřežná

D13 predmetná oblasť zahŕňa záhrady areálu nemocnice, z druhej strany areál služieb (s pracovňou, čistiarnou a drevospracujúcim podnikom)

Plochu A15 do najzraniteľnejších území nezahŕňame, aj keď leží celá v inundačnom území, pretože sa na nej nenachádza žiadna stavba.

Viac ako $\frac{3}{4}$ územia v inundačnej zóne Q1000 majú štvorcové oblasti K-3, J-3, I-14, H-7, F-10, F-11, C-14, B-14 a A-14. Plochu A16 do najzraniteľnejších území nezahŕňame, aj keď leží celá v inundačnom území, pretože sa na nej nenachádza žiadna stavba.

Viac ako tretinu územia a menej ako $\frac{3}{4}$ územia v inundačnej zóne Q1000 majú štvorcové oblasti K-2, J-5, J-9, J-10, I-4, I-9, I-11, I-12, I-13, G-8, E-11, E-13, D-12, C-13.

4.4.2 Koncentrácia obyvateľstva

Zdôvodnenie výberu faktora

Hustota obyvateľstva, resp. počet obyvateľov v jednotlivých oblastiach zastavaného územia ohrozeného záplavami predstavuje jeden z významných faktorov zraniteľnosti mesta voči intenzívnym zrážkam. Vyšší počet obyvateľov predstavuje nielen potenciálne riziko zdravotných dopadov u väčšieho počtu obyvateľov, ale aj zvýšené problémy pri evakuácii, zvýšené nároky na kapacity dočasného ubytovania v prípade poškodenia ich obydľí a pod.

Metodika vyhodnotenia

Predmetom hodnotenia bol počet obyvateľov v jednotlivých častiach mesta, v ktorých môže dôjsť k negatívnemu dopadu intenzívnej zrážky (fluviálna, povrchová alebo iná záplava, či zosuv pôdy), ktorý by mohol ohroziť ľudí.

V rámci vopred určených oblastí (štvorcových plôch 200x200 m) sme spôsob výpočtu stanovili nasledovne:

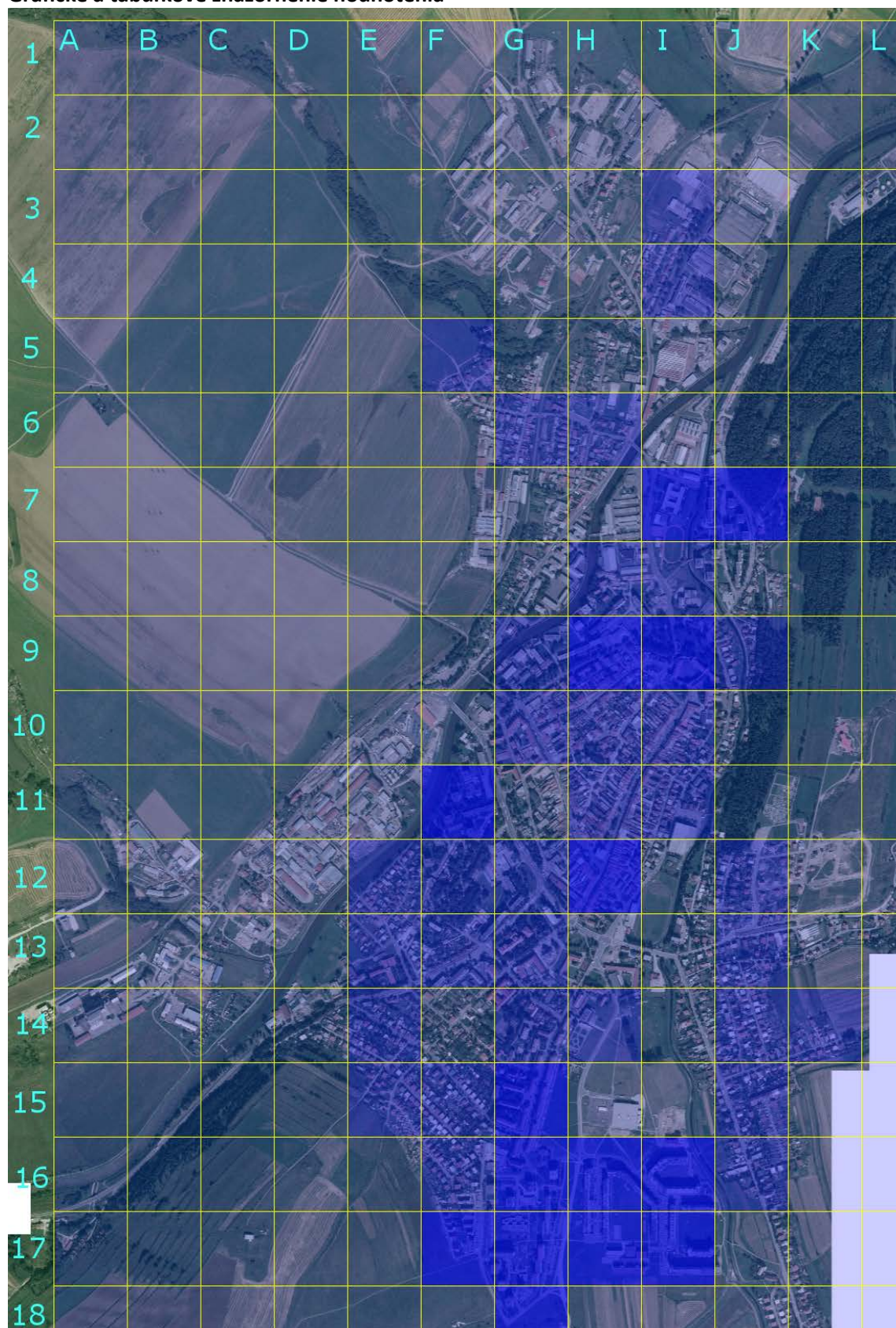
- Identifikovali sme počet ľudí žijúcich v danom štvorci, podľa údajov o evidencii obyvateľstva v jednotlivých budovách.
- Ak obytná budova prekračovala hranice daného štvorca, počet ľudí v budovách sa počítal podľa adekvátnej časti budovy ležiacej v danom štvorci.
- Zistené hodnoty o počte ľudí žijúcich v danej oblasti sme priradili danému štvorcu.

Získané hodnoty sme kategorizovali nasledovne podľa štatistického intervalu priemernej koncentrácie ľudí v meste Kežmarok:

- 1: relatívne malá koncentrácia – ak v danom štvorci žije do 78 ľudí,
- 2: stredne veľká koncentrácia – ak v danom štvorci žije 79-278 ľudí,
- 3: veľká koncentrácia – ak v danom štvorci žije viac než 278 ľudí.

Uvedené hodnoty 1,2,3, ktoré vyjadrujú koncentráciu obyvateľstva v danom štvorci, sme pre zvýšenie odbornej presnosti a objektívnosti vynásobili hodnotou - váhou, ktorá číselne vyjadruje závažnosť predmetného faktora pre citlivosť daného, v rozsahu od 1 - najmenšia závažnosť až po 5 – znamenajúcu najväčšiu závažnosť. Faktor koncentrácie obyvateľstva sme vzhľadom na jeho dôležitosť násobili váhou 4.

Grafické a tabuľkové znázornenie hodnotenia



Obr. 28: Grafické zobrazenie citlivosti v rámci koncentrácie obyvateľov v meste Kežmarok v členení zvolených štvorcov (200 x 200 m) - čím tmavšia farba tým vyšší počet obyvateľov v predmetnom území.

Tab. 10: Koncentrácia obyvateľstva v jednotlivých štvorcoch

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1													
2								31					
3								55	140				
4								63	149				
5						179	65	59					
6						46	223	102	12				
7							28	58	285	342			
8						25	30	270	272				
9						25	81	441	507	78			
10						54	106	152	125	57			
11				3		496	45	165	117	5	7		
12		15			99	161	130	737	64	124	59		
13			8		118	220	177	12	72	138	7		
14				47	155	75	276	85	70	166	94		
15					123	141	507		19	237			
16					37	213	510	1337	1647	148			
17						416	777	426	1268				
18							329						
Spolu													16134

Tab. 11: Výpočet citlivosti zvolených štvorcových území v rámci koncentrácie obyvateľstva

Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk
A1	0	1	4	4	C16	0	1	4	4	F13	220	2	4	8	I10	125	2	4	8	L7	0	1	4	4
A2	0	1	4	4	C17	0	1	4	4	F14	75	1	4	4	I11	117	2	4	8	L8	0	1	4	4
A3	0	1	4	4	C18	0	1	4	4	F15	141	2	4	8	I12	64	1	4	4	L9	0	1	4	4
A4	0	1	4	4	D1	0	1	4	4	F16	213	2	4	8	I13	72	1	4	4	L10	0	1	4	4
A5	0	1	4	4	D2	0	1	4	4	F17	416	3	4	12	I14	70	1	4	4	L11	0	1	4	4
A6	0	1	4	4	D3	0	1	4	4	F18	0	1	4	4	I15	19	1	4	4	L12	0	1	4	4
A7	0	1	4	4	D4	0	1	4	4	G1	0	1	4	4	I16	1647	3	4	12	L13	0	1	4	4
A8	0	1	4	4	D5	0	1	4	4	G2	0	1	4	4	I17	1268	3	4	12	L14	0	1	4	4
A9	0	1	4	4	D6	0	1	4	4	G3	0	1	4	4	I18	0	1	4	4	L15	0	1	4	4
A10	0	1	4	4	D7	0	1	4	4	G4	0	1	4	4	J1	0	1	4	4	L16	0	1	4	4
A11	0	1	4	4	D8	0	1	4	4	G5	65	1	4	4	J2	0	1	4	4	L17	0	1	4	4
A12	0	1	4	4	D9	0	1	4	4	G6	223	2	4	8	J3	0	1	4	4	L18	0	1	4	4
A13	0	1	4	4	D10	0	1	4	4	G7	28	1	4	4	J4	0	1	4	4					
A14	0	1	4	4	D11	3	1	4	4	G8	30	1	4	4	J5	0	1	4	4					
A15	0	1	4	4	D12	0	1	4	4	G9	81	2	4	8	J6	0	1	4	4					
A16	0	1	4	4	D13	0	1	4	4	G10	106	2	4	8	J7	342	3	4	12					
A17	0	1	4	4	D14	47	1	4	4	G11	45	1	4	4	J8	0	1	4	4					
A18	0	1	4	4	D15	0	1	4	4	G12	130	2	4	8	J9	78	2	4	8					
B1	0	1	4	4	D16	0	1	4	4	G13	177	2	4	8	J10	57	1	4	4					
B2	0	1	4	4	D17	0	1	4	4	G14	276	2	4	8	J11	5	1	4	4					
B3	0	1	4	4	D18	0	1	4	4	G15	507	3	4	12	J12	124	2	4	8					
B4	0	1	4	4	E1	0	1	4	4	G16	510	3	4	12	J13	138	2	4	8					
B5	0	1	4	4	E2	0	1	4	4	G17	777	3	4	12	J14	166	2	4	8					
B6	0	1	4	4	E3	0	1	4	4	G18	329	3	4	12	J15	237	2	4	8					
B7	0	1	4	4	E4	0	1	4	4	H1	0	1	4	4	J16	148	2	4	8					
B8	0	1	4	4	E5	0	1	4	4	H2	31	1	4	4	J17	0	1	4	4					
B9	0	1	4	4	E6	0	1	4	4	H3	55	1	4	4	J18	0	1	4	4					
B10	0	1	4	4	E7	0	1	4	4	H4	63	1	4	4	K1	0	1	4	4					
B11	0	1	4	4	E8	0	1	4	4	H5	59	1	4	4	K2	0	1	4	4					
B12	15	1	4	4	E9	0	1	4	4	H6	102	2	4	8	K3	0	1	4	4					
B13	0	1	4	4	E10	0	1	4	4	H7	58	1	4	4	K4	0	1	4	4					
B14	0	1	4	4	E11	0	1	4	4	H8	270	2	4	8	K5	0	1	4	4					
B15	0	1	4	4	E12	99	2	4	8	H9	441	3	4	12	K6	0	1	4	4					
B16	0	1	4	4	E13	118	2	4	8	H10	152	2	4	8	K7	0	1	4	4					
B17	0	1	4	4	E14	155	2	4	8	H11	165	2	4	8	K8	0	1	4	4					
B18	0	1	4	4	E15	123	2	4	8	H12	737	3	4	12	K9	0	1	4	4					
C1	0	1	4	4	E16	37	1	4	4	H13	12	1	4	4	K10	0	1	4	4					
C2	0	1	4	4	E17	0	1	4	4	H14	85	2	4	8	K11	7	1	4	4					
C3	0	1	4	4	E18	0	1	4	4	H15	0	1	4	4	K12	59	1	4	4					
C4	0	1	4	4	F1	0	1	4	4	H16	1337	3	4	12	K13	7	1	4	4					
C5	0	1	4	4	F2	0	1	4	4	H17	426	3	4	12	K14	94	2	4	8					
C6	0	1	4	4	F3	0	1	4	4	H18	0	1	4	4	K15	0	1	4	4					
C7	0	1	4	4	F4	0	1	4	4	I1	0	1	4	4	K16	0	1	4	4					
C8	0	1	4	4	F5	179	2	4	8	I2	0	1	4	4	K17	0	1	4	4					
C9	0	1	4	4	F6	46	1	4	4	I3	140	2	4	8	K18	0	1	4	4					
C10	0	1	4	4	F7	0	1	4	4	I4	149	2	4	8	L1	0	1	4	4					
C11	0	1	4	4	F8	25	1	4	4	I5	0	1	4	4	L2	0	1	4	4					
C12	0	1	4	4	F9	25	1	4	4	I6	12	1	4	4	L3	0	1	4	4					
C13	8	1	4	4	F10	54	1	4	4	I7	285	3	4	12	L4	0	1	4	4					
C14	0	1	4	4	F11	496	3	4	12	I8	272	2	4	8	L5	0	1	4	4					
C15	0	1	4	4	F12	161	2	4	8	I9	507	3	4	12	L6	0	1	4	4					

Legenda: Š – štvorec, Z – základné dáta, H – hodnota, V – váha, Vk – výsledok.

Zhrnutie a interpretácia výsledkov

Najvyššia koncentrácia obyvateľov sa nachádza v štvorci I 16 v juhovýchodnej časti mesta, v ktorej žije až 1647 obyvateľov, druhý najľudnatejší štvorec predstavuje H16 s 1337 obyvateľmi. Predmetné oblasti I16, H16 majú zároveň približne **polovicu, resp. viac než polovicu územia v záplavových zónach Q1000 aj Q100** vodného toku Ľubica.

Tretí štvorec **I17** (1268 obyvateľov) sa nachádza v juhovýchodnej časti (približne z $\frac{1}{4}$ v záplavovej zóne Q100 aj Q1000) a štvrtý G17 (777 obyvateľov, neleží v záplavovej zóne) v južnej časti mesta. Nasleduje centrálna ležiaca oblasť H12 (737 obyvateľov, s výnimkou 2-5% územia v Q100, Q1000, oblasť neleží v záplavovej zóne) a znovu južne lokalizované štvorcové oblasti G16 (510 obyv.) a G15 (507 obyv. – ani jedna z týchto dvoch oblastí nie je situovaná v zápl. zóne). Zo severnej časti mesta sa prvý krát objavuje medzi najľudnatejšími oblasťami oblasť I9 (507 obyv.), ktorá sa delí o 7. až 8. miesto s G15. Územie **I9 má v záplavovej zóne Q100 približne 50% územia a v Q1000 približne 60% územia**, aj keď prevažne menej obývaného. Deviatu najľudnatejšiu oblasť **F11** (takmer 500 obyvateľov) **má približne 60% územia v Q100 a 80% územia v Q1000** a desiatu najľudnatejšiu oblasť **H9** (441 obyvateľov) **je celá v záplavovej zóne pre prietok Q1000 aj Q100. V záplavovej zóne majú celé územie** aj priemerne zaľudnené (270 – 285 obyvateľov na štvorec) oblasti **H8, I8 a I7**.

Naopak najmenej zaľudnenými zastavanými oblasťami mesta sú okrajové časti mesta na západnej a východnej časti mesta – štvorce D11, C13, K11 a K13.

Z uvedeného vyplýva, že **viac než polovica oblastí v najvyššou koncentráciou obyvateľov sa nachádza v záplavových zónach Q100 a Q1000**, čo predstavuje zvýšenú citlivosť obyvateľov mesta na riečne záplavy. Podľa Slovenského vodohospodárskeho podniku má mesto Kežmarok spolu so susediacou obcou Ľubica 10200 obyvateľov ohrozených povodňou.

4.4.3 Existencia a forma hydrotechnických opatrení a stav kanalizačného systému

Zdôvodnenie výberu faktora

Pod pojmom hydrotechnické protizáplavové opatrenia rozumieme umelé stavby prispievajúce k zadržaniu, resp. usmerneniu a urýchleniu odtoku z povodia. Patria medzi nich ochranné protipovodňové hrádze, úpravy vodných tokov, kamenné záhozy, citlivo navrhnuté retenčné vodné nádrže, poldre, budovanie zasakovacích a odvodňovacích rigolov, údržba prietochnosti korýt, mostných otvorov atď.

Na ochranu intravilánov, hospodársky významných objektov a extravilánov pred škodlivými účinkami povodní sa využívajú okrem iných aj vodohospodárske opatrenia, ktoré je na vodných tokoch možné realizovať v povodí nad chránenou lokalitou. Nie vždy je však možné realizovať takéto opatrenia v povodí, resp. ich účinnosť v niektorých prípadoch nemusí byť dostatočná z hľadiska ochrany vymedzenej lokality. V takých prípadoch je možné dosiahnuť ochranu územia hydrotechnickými a vodohospodárskymi opatreniami v chránenej lokalite.

Cieľom vyššie uvedených retenčných vodných nádrží, poldrov je zachytiť a akumulovať určitú časť povodňovej vlny a ochrániť nižšie položené územia pred negatívnymi účinkami povodní. Retenčné nádrže sa budujú priamo na tokoch, nepretekajúce poldre na vhodnom území mimo toku. Z hľadiska šetrnosti k riečnej krajine sú vhodnejšie nepretekajúce poldre, ktoré možno relatívne nenáročne vytvoriť aj menšími terénnymi úpravami na vhodne modelovanom teréne na riečnej nive. V prípade dostatočného objemu a optimálnej lokalizácie môžu byť, osobitne nepretekajúce poldre, veľmi účinným nástrojom protipovodňovej ochrany. Najväčšou prednosťou nepretekajúceho poldra je, že na rozdiel od vodnej nádrže a pretekajúceho poldra nenarušuje dynamiku pozdĺžneho profilu toku a riečného kontinua. Hydrotechnické aktivity zahŕňajú

napríklad odstraňovanie nánosov z koryta, priebežné odstraňovanie porastov, padnutých a podmytých drevín a pod. Dobré a citlivo naplánované hydrotechnické opatrenia dokážu zachytiť, akumulovať, usmerniť veľké objemy zrážkových vôd.

Stav kanalizačného systému je dôležitý pre protizáplavovú ochranu, pretože súvisí s rizikom záplav z kanalizácie, keď nad istú intenzitu zrážky a vtekajúcich objem zrážkových vôd nepostačuje aktuálna kapacita a dochádza k spätnému vylievaniu vody späť na povrch. Ďalším rizikom je nefunkčnosť niektorých prvkov kanalizačného systému, čo spôsobuje blokovanie zrážkových vôd a ich spätné vylievanie na povrch a povrchové záplavy – s týmto problémom sa stretávajú občania aj vo viacerých častiach mesta Kežmarok. Zhoršiť dopady intenzívnej zrážky môže tiež upchatie vpustí do kanalizačného systému, s čím má Kežmarok tiež svoje negatívne skúsenosti.

Metodika vyhodnotenia

V prípade hydrotechnických sme neaplikovali kvantitatívne hodnotenie, teda stanovovanie číselných hodnôt a ich násobenie podľa jednotlivých štvorcových plôch v ktorých sú situované. Hlavným dôvodom je, že ich pozitívny vplyv nastáva ďaleko od ich lokalizácie, ktorá je navyše situovaná mimo kataster mesta. Z uvedených dôvodov hodnotíme predmetný faktor popisne.

Popisné hodnotenie

Existujúce hydrotechnické aktivity a opatrenia:

Vodný tok Poprad

Vodný tok nie je upravený na riečnych kilometroch (ďalej rkm) 95,700 - 96,600. Za účelom ochrany priemyselného parku bola vybudovaná ľavostranná ochranná hrádza v rkm 97,015 – 97,578 na intenzitu prietoku rieky Poprad Q_{100} ($480 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), ktorá je vysoká 50 cm. V úseku rkm 98,960 - 103,037 je vodný tok technicky upravený na priečny profil lichobežníkového tvaru, na intenzitu prietoku $270 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. V úsekoch rkm 99,890 - 100,333 a rkm 100,333 - 101,337 je vybudovaný oporný múr v tvare U profilu a v úseku rkm 101,337 - 103,037 je vybudovaný lichobežníkový profil.

Vo veci hydrotechnických aktivít bolo v roku 2011 vykonané odstraňovanie nánosov z koryta, ako aj priebežné odstraňovanie porastov, padnutých a podmytých drevín.

Vodný tok Ľubica

V úsekoch rkm 0,000 - 1,711 a 1,711 - 4,000 je technicky upravený vodný tok Ľubica na intenzitu prietoku $150 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Predmetná hydrotechnická úprava vodného toku bola **poškodená povodňou roku 2010 a predmetné poškodenie trvá dodnes**. Brehy sú opevnené kamenným záhozom. V úseku rkm 0,400 v miestach hustej zástavby kde zároveň **nie je dostatočná výška brehov** vzhľadom k predpokladaných prietokom pri intenzívnych zrážkach, **chýbajú na brehovej čiare betónové „L“ profily**. Odstraňovanie nánosov z koryta bolo vykonané v roku 2012.

Uvedený stav, forma a kapacity predmetných opatrení, ako aj dopady povodní na území mesta Kežmarok v posledných rokoch poukazujú na neuspokojivý stav v tejto oblasti, nedostatočnú vybavenosť územia a jeho okolia dostatočne účinnými hydrotechnickými opatreniami. **Na vodnom toku Poprad nie sú ani na jednom mieste realizované opatrenia na intenzitu prietoku raz za 100 rokov, na intenzitu raz za 100 rokov len na časti úseku**, na niektorých miestach sú však opatrenia vybudované len na nižšiu intenzitu prietoku. Najnedostatočnejší je stav hydrotechnických opatrení na vodnom toku Ľubica, **kde pretrváva poškodenie hydrotechnických opatrení a vodný tok nie je pripravený ani na intenzitu prietoku raz za 100 rokov**.

Stav kanalizácie

Verejná kanalizácia mesta Kežmarok je vybudovaná ako jednotná, s výnimkou ulíc Košická, Hlavné námestie, Mudr. Alexandra, ktoré majú vybudovanú kanalizáciu na odvádzanie zrážkových vôd. Verejnú kanalizáciu tvoria zberače A,B,C,D, ktoré sú napojené na mestskú čistiareň odpadových vôd Kežmarok. Technológia

čistiarne pracuje na báze mechanicko-biologického čistenia odpadových vôd. Zberač A odvádza splaškové vody od sídliska Juh cez ulice Tvarožnianska, Priekopa, Hradská Cesta sídl. Sever s napojením na mestskú čistiareň odpadových vôd. Zberač B odvádza splaškové vody ulice Martina Lányiho, Hviezdoslavova, Toporcerová, Garbiarska, Nižná Brána s napojením na zberač A. Zberač C odvádza splaškové vody ulice Ľubická Cesta, Komenského, Štúrova, Kamenná Baňa, Kukučínova s napojením na zberač A. Zberač D odvádza splaškové vody z priemyselnej časti mesta, z ulíc Slavkovská, Michalská, Tehelná, Poľná s napojením na zberač A.

Na všetkých zberačoch sú vybudované odľahčovacie komory na recipientoch Ľubický potok a rieke Poprad. **Spádové pomery však nedovolia kontinuálne odľahčovanie siete pri zvýšených hladinách tokov. Dochádza k zatopeniu vstupných otvorov a tieto strácajú svoju funkčnosť. Nedostatočné odľahčovanie sa preto pri zrážkach prejavuje na uliciach Ľubická Cesta, Tatranská, Gen. Štefánika, Garbiarska, Starý Trh.** Podľa vyjadrenia zástupcu Podtatranskej vodárenskej prevádzkovej spoločnosti a.s. Jaroslava Nováka je **kanalizačná sústava v meste Kežmarok vybudovaná len na priemerné zrážky.** Zástupcovia občianskej iniciatívy – petičného výboru za realizáciu protipovodňových opatrení – upozorňovali na pretrvávajúce problémy s poruchami na viacerých miestach kanalizácie, ktoré blokujú plynulé odvádzanie zrážkových vôd a dlhú dobu odstraňovania týchto nedostatkov.

Z uvedených dôvodov je potrebné vybudovať dažďovú kanalizáciu vo viacerých lokalitách mesta a zvýšiť jej kapacity pre odvádzanie zrážkových vôd aj pri intenzívnych zrážkach, zabezpečiť jej pravidelnú údržbu a rýchle odstraňovanie porúch.

V súčasnom období prebieha rekonštrukcia čistiarne odpadových vôd s predpokladaným ukončením prác v septembri 2015.

4.4.4 Rizikové budovy a infraštruktúra

Zdôvodnenie výberu faktora

Poškodenie každej stavby predstavuje potenciálne ekonomické i zdravotné škody. Niektoré druhy budov však majú z hľadiska protipovodňovej ochrany osobitný význam vzhľadom na charakter stavby, alebo funkciu budovy či prevádzky v nej. Takéto budovy delíme na tri skupiny:

- **budovy, stavby, ktoré môžu ohroziť okolie** - napríklad benzínové pumpy, sklady nebezpečného odpadu, sklady obsahujúce nebezpečné chemické látky, priestory, v ktorých sa nachádzajú výbušné látky.
- **zariadenia, ktoré sú osobitne dôležité pre zabezpečenie kľúčových funkcií mesta** - napríklad zdroje energie, zdroje pitnej a úžitkovej vody.
- **zariadenia, ktorých poškodenie môže spôsobiť väčšie škody** než poškodenie iných budov: napríklad zdravotnícke zariadenia, škôlky, školy, zariadenia pre seniorov a podobne, ktoré sa nachádzajú v inundačných zónach, či územiach kde potenciálne hrozí pri intenzívnej zrážke zosuv pôdy.

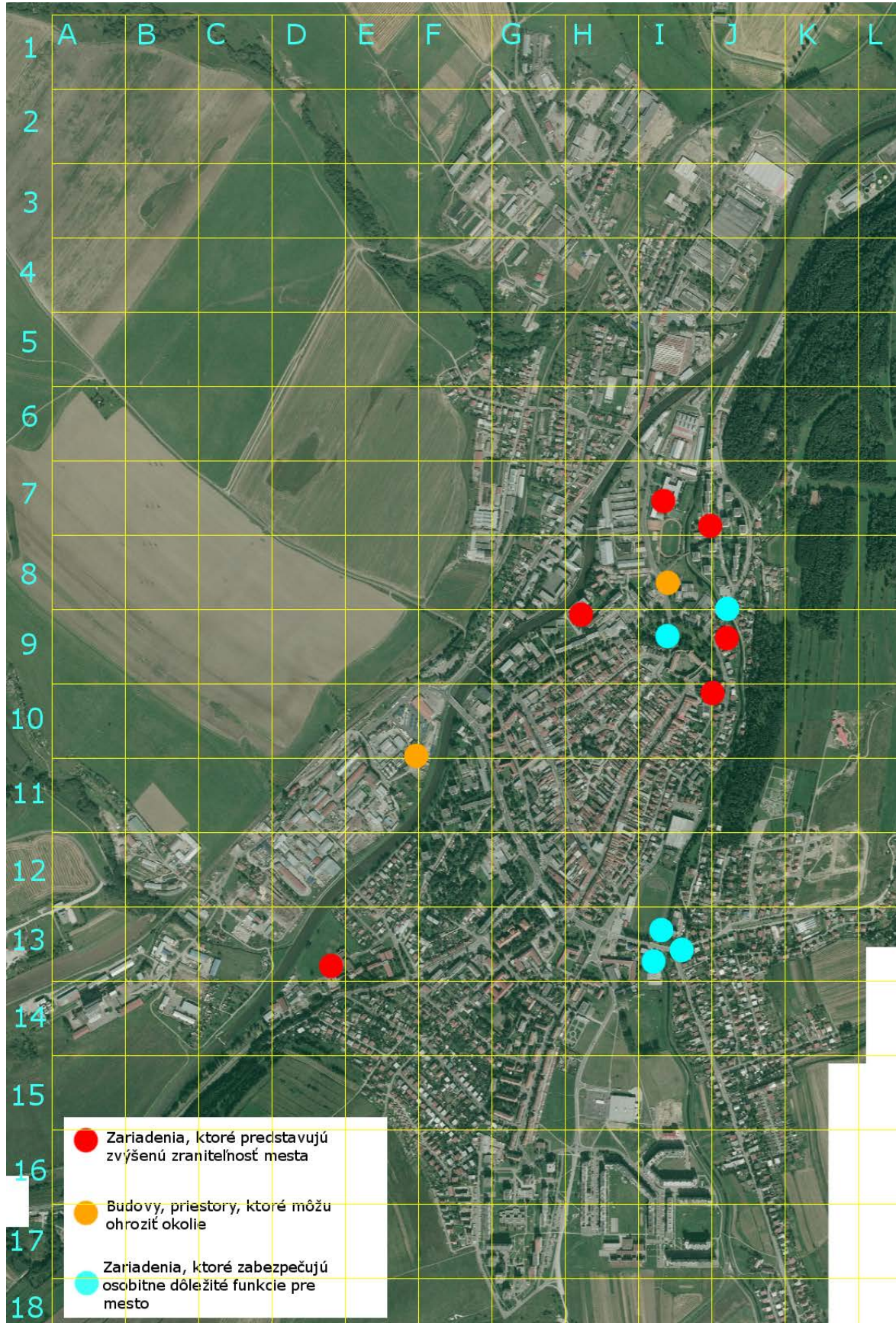
Pod pojmom zraniteľná infraštruktúra rozumie tie **časti infraštruktúry, ktoré sú významné pre fungovanie služieb a zásobovania obyvateľstva** a ktorých poškodenie spôsobí vážne problémy pre mesto, pričom sú zároveň osobitne zraniteľné intenzívnymi zrážkami a ich dopadmi, napríklad z dôvodu ich lokalizácie v inundačnej zóne, na území zosuvov pôdy a podobne.

Metodika vyhodnotenia

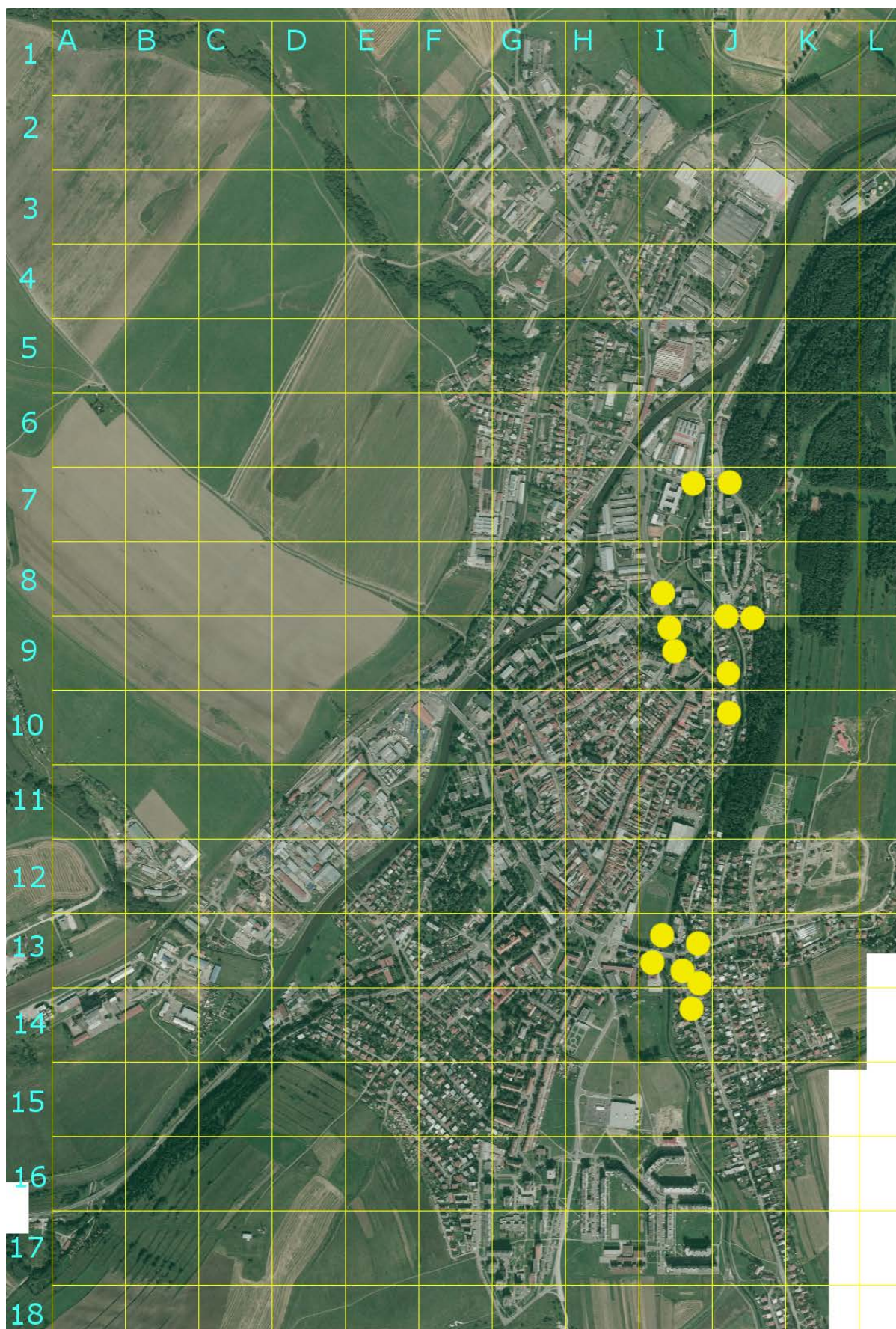
V prípade tzv. zraniteľných budov a významných prvkov infraštruktúry mesta sme sa rozhodli neaplikovať stanovovanie číselných hodnôt a ich násobenie podľa jednotlivých štvorcových plôch, v ktorých sú situované. Hlavným dôvodom je, že v prípade ich poškodenia budú zasiahnuté aj, alebo hlavne iné časti mesta než

štvorec v ktorom sa nachádzajú, čím by sme získali skreslené údaje. Z uvedených dôvodov ich hodnotíme popisne a v mape ich vyznačujeme bodovo.

Grafické a tabuľkové znázornenie hodnotenia



Obr. 29: Rizikové budovy v meste Kežmarok



Obr. 30: Významné prvky infraštruktúry v meste Kežmarok

Popisné hodnotenie

Kľúčovými infraštruktúrnymi prvkami z hľadiska povodňových rizík sú dva mosty:

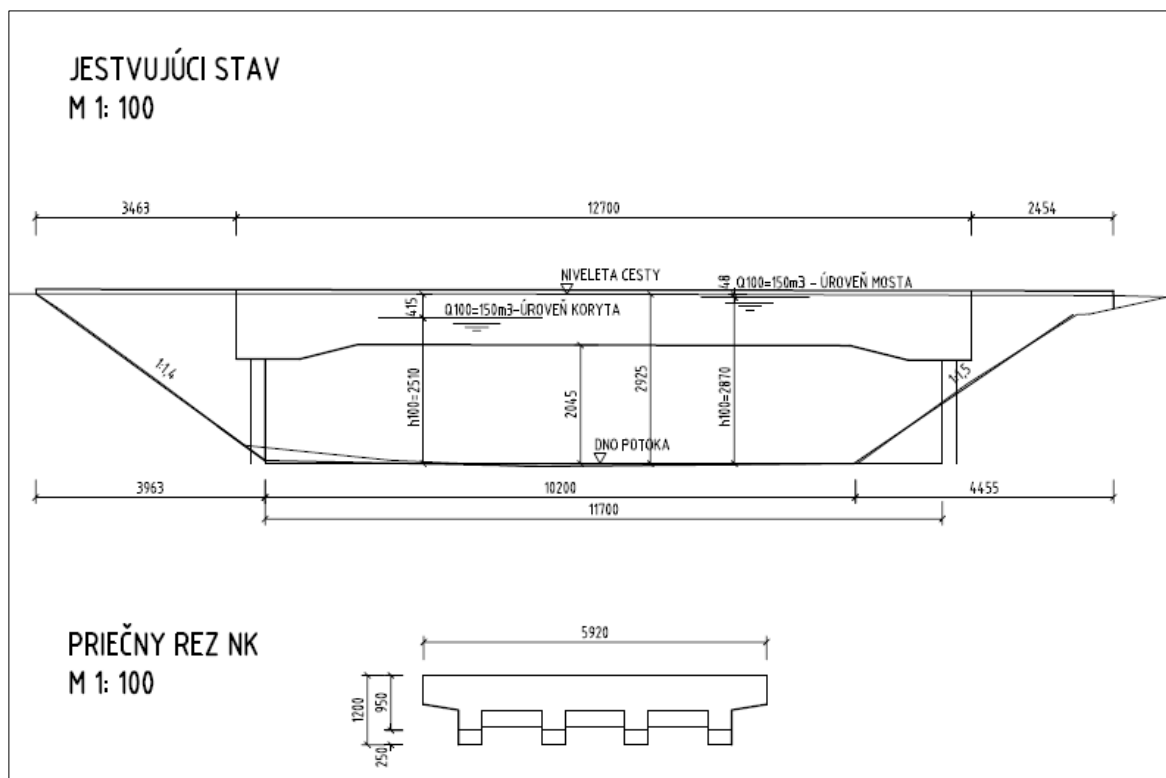
1. Mostný objekt preklenujúci jednosmernou cestnou premávkou potok Ľubica. Spája ulice Pod lesom a Hradskú cestu, pozdĺž ulice Severná (štvorec J 8-9), je vo vlastníctve mesta a má nedostatočnú prietoknosť.
2. Mostný objekt na ulici Jakuba Kraya s nedostatočnou prietoknosťou (štvorec I-13), ktorý je v správe Prešovského samosprávneho kraja.

Na rozsah škôd, problémov a priebeh vývoja povodní v meste Kežmarok má značný vplyv aj nedostatočná prietokovosť mostných objektov na toku Ľubica a ohrozenie dôležitých prvkov infraštruktúry, ktoré sú ich súčasťou. Vzhľadom na to, že most medzi ulicami Pod lesom a Hradskou cestou je vo vlastníctve mesta, venujeme osobitnú pozornosť tomuto objektu.

Predmetný mostný objekt má z hľadiska povodňových rizík niekoľko nedostatkov a problémov. Má nedostatočnú výšku resp. kapacitu len na 20 ročný prietok ($91 \text{ m}^3/\text{s}$), pričom v rámci protipovodňovej ochrany je potrebné, aby mal kapacitu minimálne na 100 ročný prietok ($150 \text{ m}^3/\text{s}$). Cez most je trasovaný vodovod zásobujúci časť sídliska Sever, telekomunikačný kábel, v lokalite sa nachádza kanalizácia a plynové potrubie. Pri intenzívnej zrážke a prietoku vyššom než Q_{20} dochádza k vzdúvaniu hladiny v koryte potoka, následne k preliatiu hrádzok na svahu potoka a zaliatiu okolitého zastavaného územia. Ďalšie riziko spočíva v tom, že most pri vyššom prietoku tvorí bariéru pre naplaveniny. Mestský úrad si dal vypracovať posudok pre analýzu problému ako aj návrh technického riešenia u spol. ISPO s.r.o. z Prešova. Spoločnosť ISPO navrhla pre Mestský úrad v Kežmarku odstránenie jestvujúceho (polohovo a výškovo) nevyhovujúceho mostného a osadenie nového mostného objektu tak, aby bol zaručený prietok potoka Ľubica na Q_{100} ($150 \text{ m}^3/\text{s}$) s rezervou min. 0,5 m, s nosnou konštrukciou umiestnenou nad jestvujúcou niveletou miestnej komunikácie s plynulým napojením na okolité ulice a väzby a to tak, aby nebola obmedzená zaťažiteľnosť mosta. Celkové náklady na realizáciu odhaduje Mestský úrad v Kežmarku na približne 350 000 eur.



Obr. 31: Fotografia jestvujúceho mostného objektu medzi ulicami Pod lesom a Hradskou cestou



Obr. 32: Náčrt priečného rezu jestvujúceho stavu mostného objektu medzi ul. Pod lesom a Hradskou cestou. Zdroj: ISPO s.r.o. Prešov, Odborný posudok - Kežmarok, most na MK cez potok Ľubica.

Druhý most na ulici Janka Kraya je v súčasnosti predmetom posudzovania vzhľadom na jeho nedostatočnú prietoknosť.

Budovy, priestory, ktoré môžu ohroziť okolie:

- Benzínové čerpadlo na ulici Nižná brána (štvorec I 8, Slovnaft a.s. Bratislava) sa nachádza v záplavovej zóne Q100 aj Q1000.
- Sklad pohonných hmôt Oktan na ulici Slavkovej č.9 (štvorec E- F 10-11) sa nenachádza v záplavovej zóne.

Významné prvky infraštruktúry a zariadenia, ktoré zabezpečujú osobitne dôležité funkcie pre mesto:

Medzi osobitne zraniteľné prvky infraštruktúry mesta Kežmarok patria dva mosty

- Mostný objekt prekleňujúci jednosmernou cestnou premávkou potok Ľubica, spája ulice Pod lesom a Hradskú cestu, pozdĺž ulice Severná (štvorec J 8-9), s nedostatočnou prietoknosťou pre prietok Q100 (v súčasnosti má maximálnu kapacitu prietoku Q20), ktorý je vo vlastníctve mesta Kežmarok. Na predmetnom moste je upevnený prívodný vodovod zavesený na moste na ulici Severnej cez tok Ľubica zásobujúci časť sídliska Sever (štvorec J 8-9) je v záplavovej zóne a má nedostatočnú prietoknosť aj na prietok Q100.
- Mostný objekt na ulici Jakuba Kraya (pri pekárni Gros), ktorý je v správe Prešovského samosprávneho kraja (štvorec I13), nemá dostatočnú prietoknosť pre prietok Q100. Na predmetnom moste sú upevnené:
 - Plynovod pre lokalitu Kamenná baňa I. a. II. (štvorec I13, vlastníč SPP a.s.).
 - Diaľkový kábel Slovak Telekom, štvorec I-13 –nachádza sa vedľa mosta s nedostatočnou prietoknosťou.

Predmetné mostné objekty, spolu s ďalšími prvkami infraštruktúry, predstavujú významne citlivé miesta z hľadiska zraniteľnosti na intenzívne zrážky.

Ďalšie významné prvky infraštruktúry a zariadenia, ktoré zabezpečujú osobitne dôležité funkcie pre mesto:

- Trafostanica na ulici J. Kraya (štvorec I13), slúžiaca približne pre 1/5 mesta sa nachádza v záplavovej zóne Q100 a Q1000, v tesnej blízkosti toku Ľubica. MsÚ plánuje jej zbúranie a presun mimo záplavovú zónu ešte v roku 2015.
- Trafostanica na ulici Nižná brána (štvorec I9) slúžiaci pre priľahlú časť mesta v okruhu približne 500 m sa v súčasnosti nachádza v záplavovej zóne Q1000 aj Q 100. V minulosti bola zaplavená do výšky približne 20 cm. MsÚ Kežmarok plánuje v blízkej dobe jej vyvýšenie.
- Miestne komunikácie a chodníky na ulici Trhovište (je v záplavovej zóne Q1000 a z veľkej časti aj Q100), Hradská cesta (je v záplavovej zóne Q1000 aj Q100), Severná (je v záplavovej zóne Q1000 aj Q100), Nižná brána (je v záplavovej zóne Q1000 a z veľkej časti aj Q100).
- Štátna cesta II. triedy v správe PSK Ľubická cesta – J. Kraya (štvorec I-13) je v záplavovej zóne Q1000 a z veľkej časti aj Q100.

Zariadenia, ktoré predstavujú zvýšenú zraniteľnosť mesta:

- NsP Dr. Alexandra Kežmarok – štvorec D-13 (pri prietoku rieky Poprad v intenzite Q100 sú zaplavované záhrady areálu nemocnice, pri prietoku Q1000 sú v záplavovej zóne aj niektoré časti budov nemocnice).
- Základná škola na Hradnom nám. – štvorec J-10 (nie je v záplavovej zóne pre prietok Q100, pri prietoku Q1000 však už sú v záplavovej zóne okrajové časti jej budovy).
- Základná škola Nižná brána - štvorec I-7 (celá situovaná v záplavovej zóne Q100 aj Q1000).
- Materská škola na ulici Severnej – štvorec J-7-8 (celá situovaná v záplavovej zóne Q100 aj Q1000).
- Materská škola na ulici Možiarskej - štvorec H 8-9 (nie je situovaná v záplavovej zóne ani pre Q1000).
- Zdravotné stredisko na ulici Hradská cesta – štvorec J- 9 (dotýka sa ho aj záplavová zóna Q100, plne je v záplavovej zóne Q1000).

4.4.5 Vodonepriepustné plochy

Zdôvodnenie výberu faktora

Vodonepriepustné zastavané, umelé povrchy prispievajú k zhoršovaniu dopadov intenzívnej zrážky, povodňovej vlny. Nepriepustné povrchy v sídlach (betón, asfalt) predstavujú bariéru znižujúcu vsakovanie vody do pôdy čím dochádza k zvyšovaniu povrchového odtoku. Znižovanie nepriepustných povrchov, a naopak budovanie priepustných povrchov, zmierni zrýchlený objem odtečenej vody a prispeje tak k redukcii povodňovej vlny.

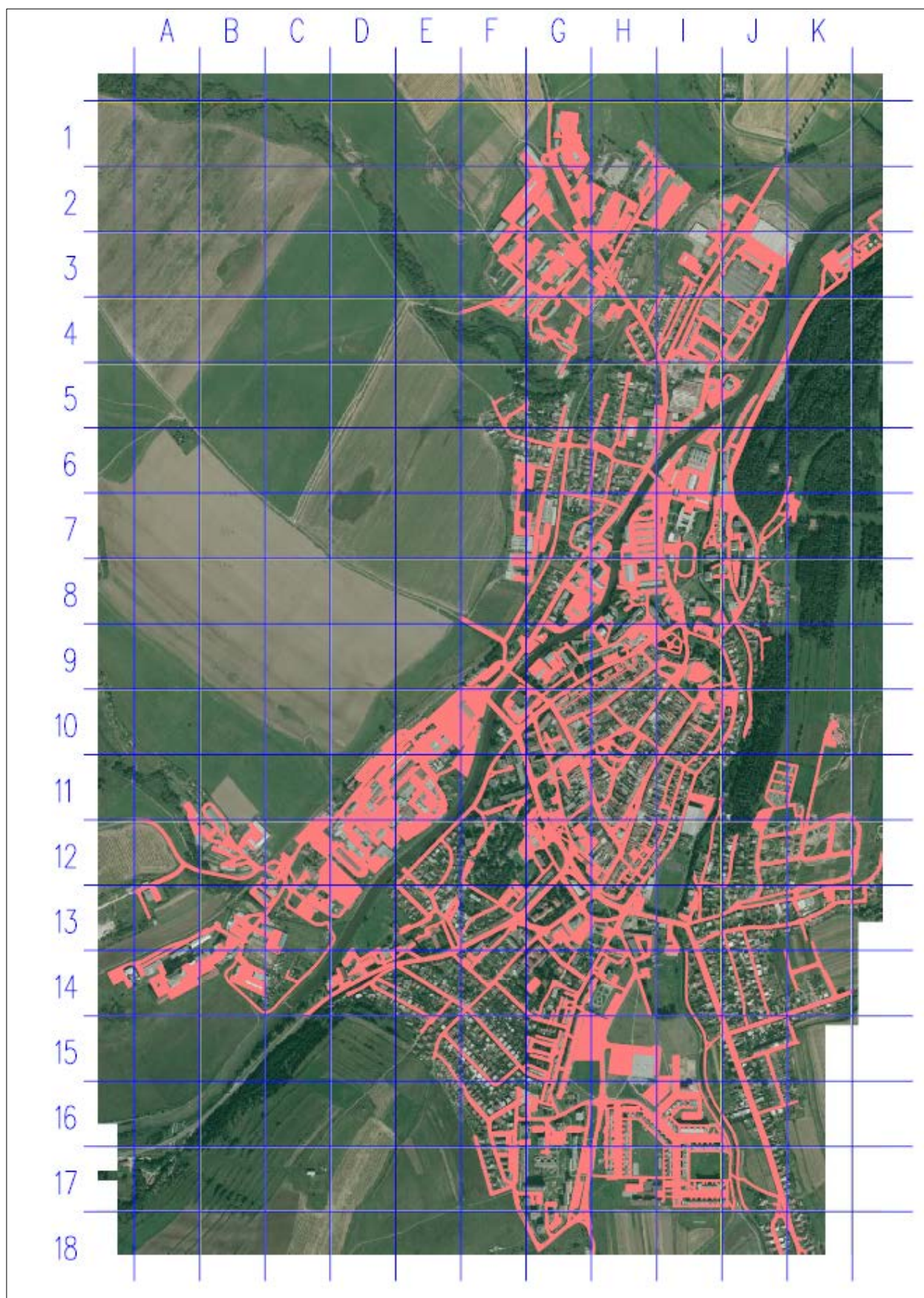
Metodika vyhodnotenia

Spôsob výpočtu do jednotlivých štvorcových plôch, ktoré vyjadrujú podiel spevnených plôch predstavujúcich bariéru pre zrážkové vody, sme stanovili nasledovne: Vypočíta sa plocha (resp. jej adekvátne časť) objektov nepriepustných, umelo spevnených plôch v m² pre každý štvorec a táto hodnota sa priradí danému štvorcu. Získané hodnoty sme kategorizovali v rámci štatistického intervalu vychádzajúceho z priemerných hodnôt vodonepriepustných plôch v meste Kežmarok a frekvencie ich výskytu nasledovne:

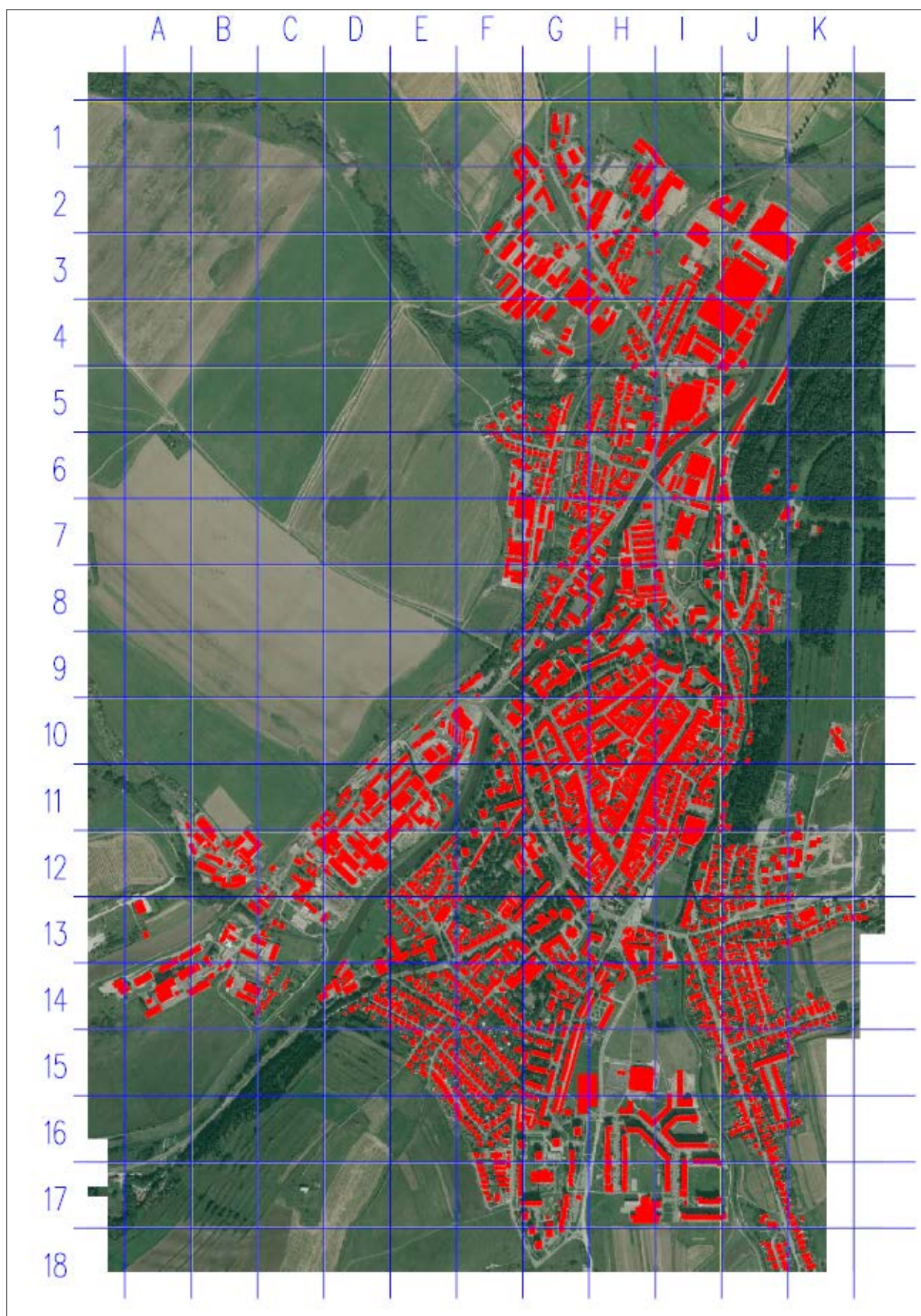
- o 1 – ak je rozloha vodonepriepustných plôch v predmetnom štvorci menšia ako 3592 m²,
- o 2 – ak je rozloha vodonepriepustných plôch menšia ako 7971 m²,
- o 3 – ak je rozloha vodonepriepustných plôch rovná alebo väčšia ako 7971 m².

Uvedené hodnoty 1,2,3, ktoré vyjadrujú rozlohu nepriepustných plôch v danom štvorci, sme pre zvýšenie odbornej presnosti a objektívnosti vynásobili hodnotou - váhou (v rozsahu od 1 – najmenšia závažnosť až po 5 označujúcu najväčšiu závažnosť) - 2. Táto váha vyjadruje odlišnú závažnosť oproti niektorým iným faktorom.

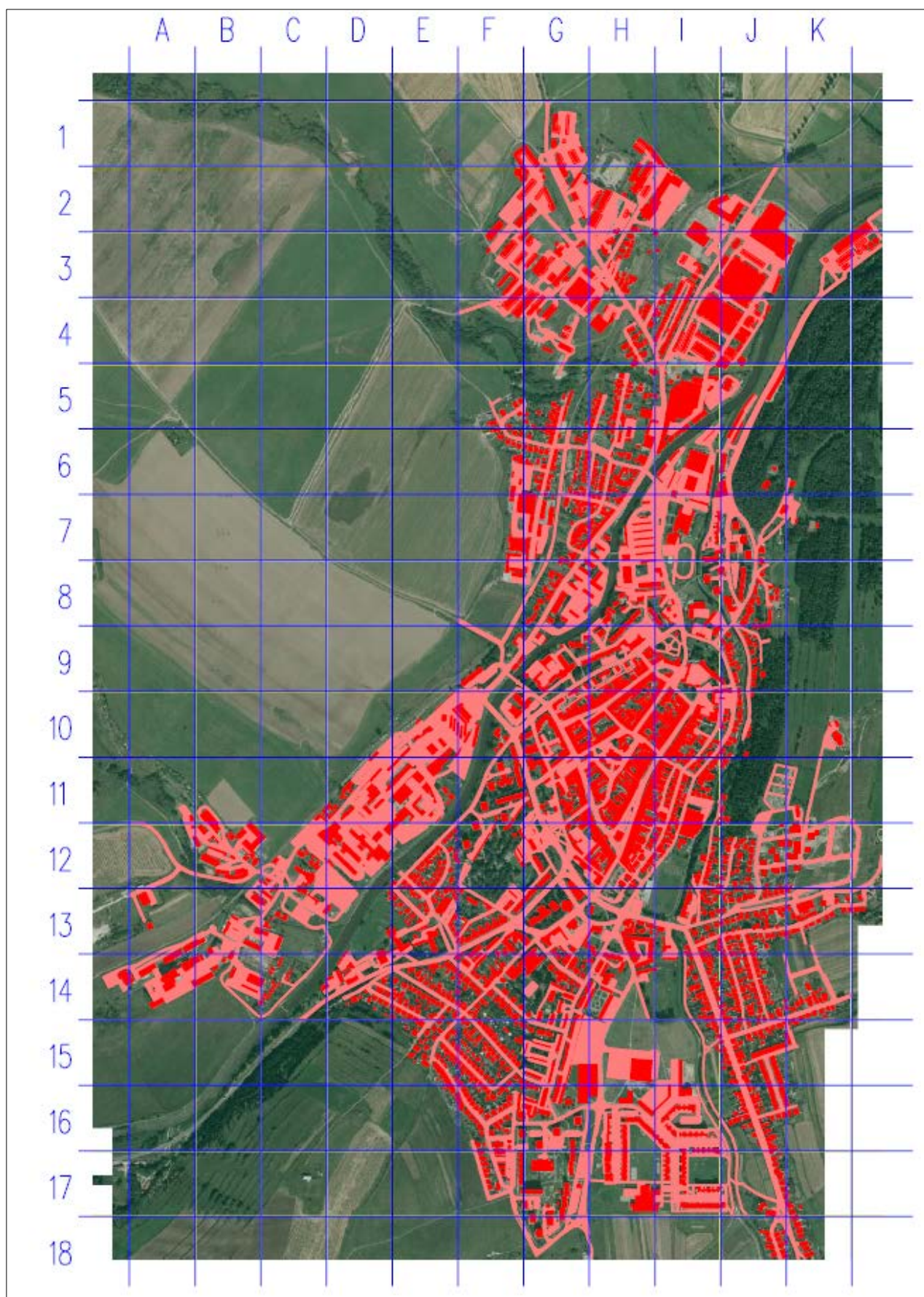
Grafické a tabuľkové znázornenie hodnotenia



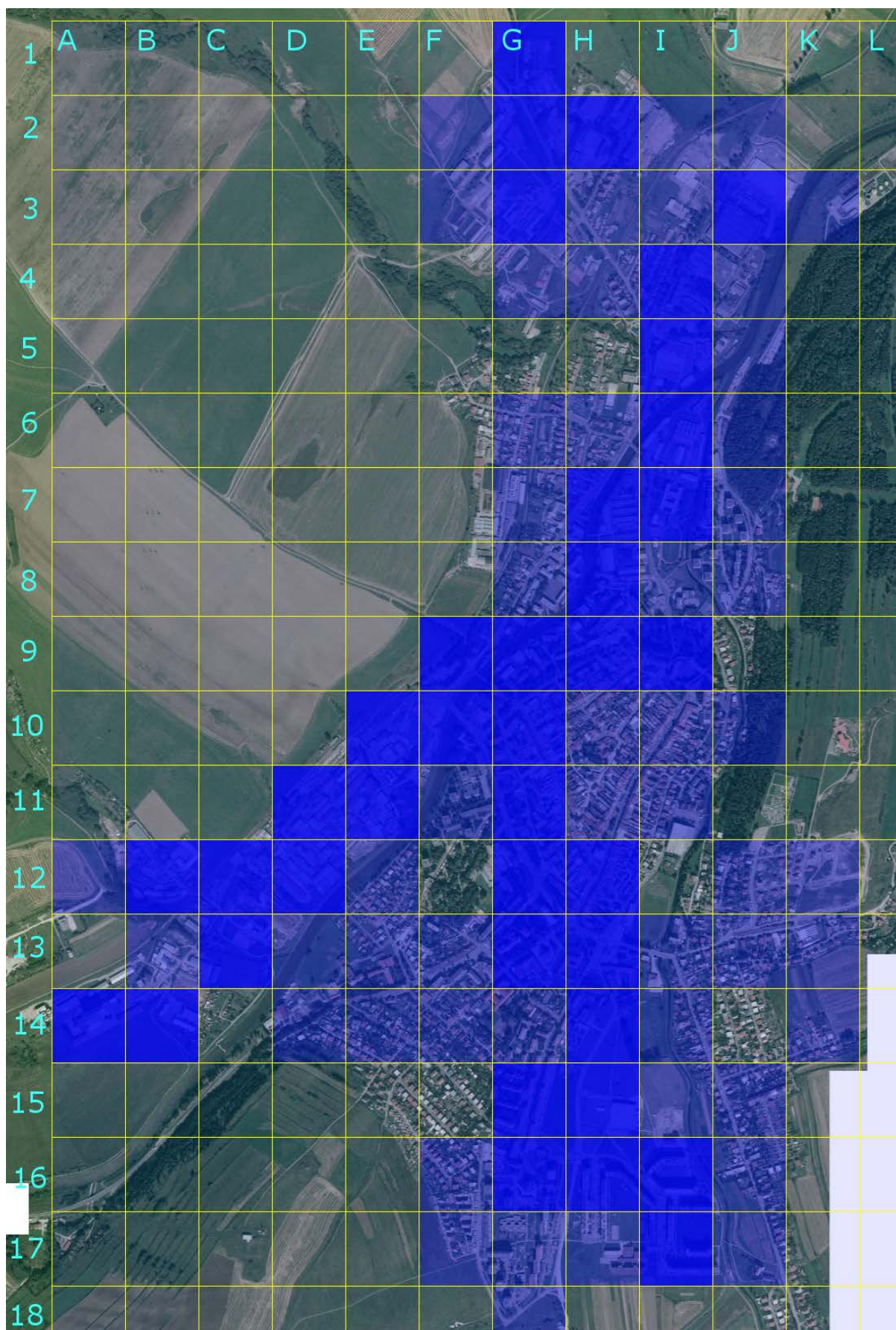
Obr. 33: Zastavané vodonepriepustné prízemné plochy v meste Kežmarok



Obr. 34: Zastavané vodonepriepustné plochy v meste Kežmarok budovami



Obr. 35: Zastavané vodonepriepustné plochy v meste Kežmarok budovami a prízemnou infraštruktúrou.



Obr. 36: Citlivosť územia mesta Kežmarok v rámci podielu vodonepriepustných prízemných plôch - čím tmavšia farba tým väčší podiel plochy je vodonepriepustný.

Tab. 12: Zástavba prízemnými vodonepriepustnými plochami v meste Kežmarok

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0	0	0	0	0	287	11613	800	80	0	0
2	0	0	0	0	0	4445	14255	11949	6744	5561	0
3	0	0	0	0	0	6630	13318	6478	6219	10009	5032
4	0	0	0	0	0	2502	5311	4851	8437	4547	2272
5	0	0	0	0	0	1294	681	2596	8786	5127	0
6	0	0	0	0	0	2364	6212	6133	12718	3659	136
7	0	0	0	0	0	2278	7393	18519	10480	6908	1756
8	0	0	0	0	0	2312	6108	9241	7895	5186	0
9	0	0	0	0	2	7975	9031	10583	11444	3173	0
10	0	0	0	1515	16549	13949	10085	6117	6240	4231	1620
11	1107	627	244	15175	12660	6189	11235	6753	5689	2593	2989
12	3802	9016	8354	16471	7032	2605	9574	9334	2636	4390	6411
13	2623	7701	8611	5125	7342	7540	10927	9855	6600	4577	5320
14	8343	8652	2040	7372	5344	4648	6302	8233	3979	1969	4661
15	0	0	0	0	2391	2518	12932	10235	3805	6544	726
16	0	0	0	0	37	6612	8965	11684	14545	5948	116
17	0	0	0	0	0	5862	7400	6745	9900	6537	46
18	0	0	0	0	0	0	5048	0	0	1504	1426

Pozn.: Červenou sú vyznačené oblasti s najväčšou plochou zastavanou vodonepriepustnými príz. povrchni.

Tab. 13: Zástavba budovami v meste Kežmarok

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	0	0	0	0	0	683	3716	1408	399	0	0
2	0	0	0	0	0	1495	5037	8477	5155	8343	0
3	0	0	0	0	0	4873	9203	4640	4455	19628	4036
4	0	0	0	0	0	1976	4714	5205	12571	8999	0
5	0	0	0	0	0	978	2266	5902	12998	3646	0
6	0	0	0	0	0	2572	6466	6763	11177	2226	173
7	0	0	0	0	0	3754	10543	9709	6318	2529	408
8	0	0	0	0	0	1285	6597	8902	5232	4723	0
9	0	0	0	0	0	1637	6547	11268	5865	3350	0
10	0	0	0	224	4676	6449	12283	16897	14878	2749	1100
11	131	1073	663	6305	11218	4687	9536	17418	11700	902	333
12	118	8920	3606	12537	3857	2971	11583	12880	6159	4767	2443
13	1787	2643	3255	1049	8025	7591	8450	5015	5452	6278	3808
14	6438	6658	1101	5125	6033	7828	8941	5379	3586	6543	2476
15	0	0	0	0	4867	6949	8796	6326	1496	7610	511
16	0	0	0	0	460	6147	6395	5763	4955	5594	440
17	0	0	0	0	0	3649	5195	6181	5811	1957	566
18	0	0	0	0	0	0	1140	0	0	1643	1437

Pozn.: Červenou farbou sú vyznačené oblasti najviac zastavané budovami.

Tab. 14: Výpočet citlivosti jednotlivých území v rámci vodonepriepustných prízemných plôch

Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk	Š	Z	H	V	Vk
A1	0	1	2	2	C16	0	1	2	2	F13	7540	2	2	4	I10	6240	2	2	4	L7	0	1	2	2
A2	0	1	2	2	C17	0	1	2	2	F14	4648	2	2	4	I11	5689	2	2	4	L8	0	1	2	2
A3	0	1	2	2	C18	0	1	2	2	F15	2518	1	2	2	I12	2636	1	2	2	L9	0	1	2	2
A4	0	1	2	2	D1	0	1	2	2	F16	6612	2	2	4	I13	6600	2	2	4	L10	0	1	2	2
A5	0	1	2	2	D2	0	1	2	2	F17	5862	2	2	4	I14	3979	2	2	4	L11	0	1	2	2
A6	0	1	2	2	D3	0	1	2	2	F18	0	1	2	2	I15	3805	2	2	4	L12	0	1	2	2
A7	0	1	2	2	D4	0	1	2	2	G1	11613	3	2	6	I16	14545	3	2	6	L13	0	1	2	2
A8	0	1	2	2	D5	0	1	2	2	G2	14255	3	2	6	I17	9900	3	2	6	L14	0	1	2	2
A9	0	1	2	2	D6	0	1	2	2	G3	13318	3	2	6	I18	0	1	2	2	L15	0	1	2	2
A10	0	1	2	2	D7	0	1	2	2	G4	5311	2	2	4	J1	0	1	2	2	L16	0	1	2	2
A11	1107	1	2	2	D8	0	1	2	2	G5	681	1	2	2	J2	5561	2	2	4	L17	0	1	2	2
A12	3802	2	2	4	D9	0	1	2	2	G6	6212	2	2	4	J3	10009	3	2	6	L18	0	1	2	2
A13	2623	1	2	2	D10	1515	1	2	2	G7	7393	2	2	4	J4	4547	2	2	4					
A14	8343	3	2	6	D11	15175	3	2	6	G8	6108	2	2	4	J5	5127	2	2	4					
A15	0	1	2	2	D12	16471	3	2	6	G9	9031	3	2	6	J6	3659	2	2	4					
A16	0	1	2	2	D13	5125	2	2	4	G10	10085	3	2	6	J7	6908	2	2	4					
A17	0	1	2	2	D14	7372	2	2	4	G11	11235	3	2	6	J8	5186	2	2	4					
A18	0	1	2	2	D15	0	1	2	2	G12	9574	3	2	6	J9	3173	1	2	2					
B1	0	1	2	2	D16	0	1	2	2	G13	10927	3	2	6	J10	4231	2	2	4					
B2	0	1	2	2	D17	0	1	2	2	G14	6302	2	2	4	J11	2593	1	2	2					
B3	0	1	2	2	D18	0	1	2	2	G15	12932	3	2	6	J12	4390	2	2	4					
B4	0	1	2	2	E1	0	1	2	2	G16	8965	3	2	6	J13	4577	2	2	4					
B5	0	1	2	2	E2	0	1	2	2	G17	7400	2	2	4	J14	1969	1	2	2					
B6	0	1	2	2	E3	0	1	2	2	G18	5048	2	2	4	J15	6544	2	2	4					
B7	0	1	2	2	E4	0	1	2	2	H1	800	1	2	2	J16	5948	2	2	4					
B8	0	1	2	2	E5	0	1	2	2	H2	11949	3	2	6	J17	6537	2	2	4					
B9	0	1	2	2	E6	0	1	2	2	H3	6478	2	2	4	J18	1504	1	2	2					
B10	0	1	2	2	E7	0	1	2	2	H4	4851	2	2	4	K1	0	1	2	2					
B11	627	1	2	2	E8	0	1	2	2	H5	2596	1	2	2	K2	0	1	2	2					
B12	9016	3	2	6	E9	2	1	2	2	H6	6133	2	2	4	K3	5032	2	2	4					
B13	7701	2	2	4	E10	16549	3	2	6	H7	18519	3	2	6	K4	2272	1	2	2					
B14	8652	3	2	6	E11	12660	3	2	6	H8	9241	3	2	6	K5	0	1	2	2					
B15	0	1	2	2	E12	7032	2	2	4	H9	10583	3	2	6	K6	136	1	2	2					
B16	0	1	2	2	E13	7342	2	2	4	H10	6117	2	2	4	K7	1756	1	2	2					
B17	0	1	2	2	E14	5344	2	2	4	H11	6753	2	2	4	K8	0	1	2	2					
B18	0	1	2	2	E15	2391	1	2	2	H12	9334	3	2	6	K9	0	1	2	2					
C1	0	1	2	2	E16	37	1	2	2	H13	9855	3	2	6	K10	1620	1	2	2					
C2	0	1	2	2	E17	0	1	2	2	H14	8233	3	2	6	K11	2989	1	2	2					
C3	0	1	2	2	E18	0	1	2	2	H15	10235	3	2	6	K12	6411	2	2	4					
C4	0	1	2	2	F1	287	1	2	2	H16	11684	3	2	6	K13	5320	2	2	4					
C5	0	1	2	2	F2	4445	2	2	4	H17	6745	2	2	4	K14	4661	2	2	4					
C6	0	1	2	2	F3	6630	2	2	4	H18	0	1	2	2	K15	726	1	2	2					
C7	0	1	2	2	F4	2502	1	2	2	I1	80	1	2	2	K16	116	1	2	2					
C8	0	1	2	2	F5	1294	1	2	2	I2	6744	2	2	4	K17	46	1	2	2					
C9	0	1	2	2	F6	2364	1	2	2	I3	6219	2	2	4	K18	1426	1	2	2					
C10	0	1	2	2	F7	2278	1	2	2	I4	8437	3	2	6	L1	0	1	2	2					
C11	244	1	2	2	F8	2312	1	2	2	I5	8786	3	2	6	L2	0	1	2	2					
C12	8354	3	2	6	F9	7975	3	2	6	I6	12718	3	2	6	L3	0	1	2	2					
C13	8611	3	2	6	F10	13949	3	2	6	I7	10480	3	2	6	L4	0	1	2	2					
C14	2040	1	2	2	F11	6189	2	2	4	I8	7895	2	2	4	L5	0	1	2	2					
C15	0	1	2	2	F12	2605	1	2	2	I9	11444	3	2	6	L6	0	1	2	2					

Legenda: Š – štvorec, Z – základné dáta, H – hodnota, V – váha, Vk – výsledok.

Zhrnutie a interpretácia výsledkov

Zo všetkých hodnotených štvorcov je oblasťou **najviac zastavanou prízemnými vodonepriepustnými plochami lokalita v štvorci H7**, ktorá má zároveň viac než polovicu plochy v záplavovom území Q100 a Q1000. Druhou oblasťou najviac zastavanou vodonepriepustnými povrchmi je oblasť v štvorci **E10**, ktorá nie je v záplavovej zóne a treťou **D12**, ktorá má v záplavovej zóne Q100 takmer 50 % územia a v záplavovej zóne Q1000 takmer 70 % územia.

Štvrtým územím s najväčšou rozlohou spevnených, vodonepriepustných plôch je oblasť **D11**, ktorá má v záplavovej zóne Q100 minimálnu časť plochy, len cca 1 %, v záplavovej zóne Q1000 má takmer štvrtinu plochy.

Na piatom mieste je oblasť **I16**, ktorá má v záplavovej zóne Q100 takmer ¼ územia a v zóne Q1000 približne 90% svojej plochy. Oblasť **G2** na šiestom mieste nie je situovaná v záplavovej zóne. Na siedmom mieste je oblasť **F10**, ktorá má približne ¼ územia v záplavovej zóne Q100 a Q1000. Ôsme miesto patrí štvorcu **G3**, ktoré nie je lokalizované v záplavovej zóne, rovnako ako deviata najviac spevnená plocha **G15**. Desiata najmenej vodopriepustná plocha sa nachádza v oblasti **I6**, ktorá je približne z viac než 80% v záplavovej zóne Q100 a z vyše 90% v záplavovej zóne Q1000.

Päť z desiatich štvorcov najviac zastavaných nepriepustnými plochami - H7, D12, I16, F10, I6 - má väčšinu územia v záplavovej zóne pre Q100 a Q1000. Oblasť D11 má v inundačnej zóne malú časť územia. **Väčšina oblastí, ktoré majú územie najviac zastavané vodonepriepustnými plochami zároveň ležia v záplavovej zóne.** Okrem vyššie uvedených majú **väčšinu územia v inundačnej zóne aj oblasti s nadpriemerným výskytom vodonepriepustných plôch J3, I9, H9, G10, E11, H15, H16**, oblasť G11 v nej má menšiu časť.

Z pozitív je potrebné vyzdvihnúť plochu F12, ktorá má vzhľadom na svoju polohu v blízkosti centra mesta vysoký podiel priepustných plôch a vegetácie (aj keď len minimum jej územia leží v záplavovej zóne, význam má hlavne ako prevencia pred iným druhom záplav), podobne ako F11, ktorej význam zvyrazňuje, že väčšina jej územia sa nachádza v záplavovej oblasti.

K povrchovým záplavám dochádzalo podľa vyjadrení zástupcov petičného výboru za realizáciu protipovodňových opatrení na Komenského ulici, Ľubickej ulici a ulici Pod lesom.

4.4.6 Zelená infraštruktúra v urbánnom prostredí

Zdôvodnenie výberu faktora

Pod pojmom zelená infraštruktúra rozumieme všetky prvky vegetácie využívanej v prostredí miest a obcí – parky a lesoparky, stromoradia, aleje, trávniky, kríky atď. Zeleň v sídlach sa podieľa na tlmení negatívneho vplyvu intenzívnych zrážok a to viacerými spôsobmi:

- Stromy účinne zachytávajú zrážky, v závislosti od veľkosti a druhu. Zachytením zrážkovej vody ešte „na zemi“ sa znižuje množstvo vody, ktorá následne vsakuje do pôdy. Zatiaľ čo mohutné stromy zachytia 80 % zrážok, mladé stromčeky len 15 %. Viac efektívne v zachytávaní zrážok sú ihličnaté stromy, nakoľko listnaté stromy v bezlistom stave zachytia len 10 % až 30 %.
- Vegetácia vďaka koreňovej sústave pomáha infiltrácii zrážkovej vody do spodných vrstiev pôdy a podzemnej vody.
- Za pomoci transpirácie (vyparovania vody povrchom rastliny) si rastliny následne vodu čerpajú prostredníctvom koreňov zo zeme. Pokiaľ sa dažďová voda zachytáva v dočasných poldroch, môže byť veľmi efektívne odčerpávaná drevinami, ktoré dobre znášajú zamokrenie. Podiel vody, ktorá sa za pomoci transpirácie dostane do ovzdušia je veľký – napríklad u dospelého listnatého stromu sa uvádza okolo 300 l za deň a výpar 65 – 140 l počas letného dňa pre dospelú jablň.

- Alternatívne druhy zelene, napríklad zelené strechy, tiež zachytávajú a spomaľujú odtok vody.

V urbanizovanom prostredí má osobitný význam v rámci zelenej infraštruktúry aj samotné ponechanie priepustnosti terénu. Štúdia z Manchestru ukazuje, že 10 % zvýšenie podielu zelene v meste by vzhľadom na priepustný povrch pomohlo k 5 % zníženiu odtoku dažďovej vody. Osobitne pozitívnu úlohu zohráva zelená infraštruktúra v tých lokalitách urbánneho prostredia, ktoré majú problémy s rôznymi druhmi záplav – riečnymi, povrchovými a pod.

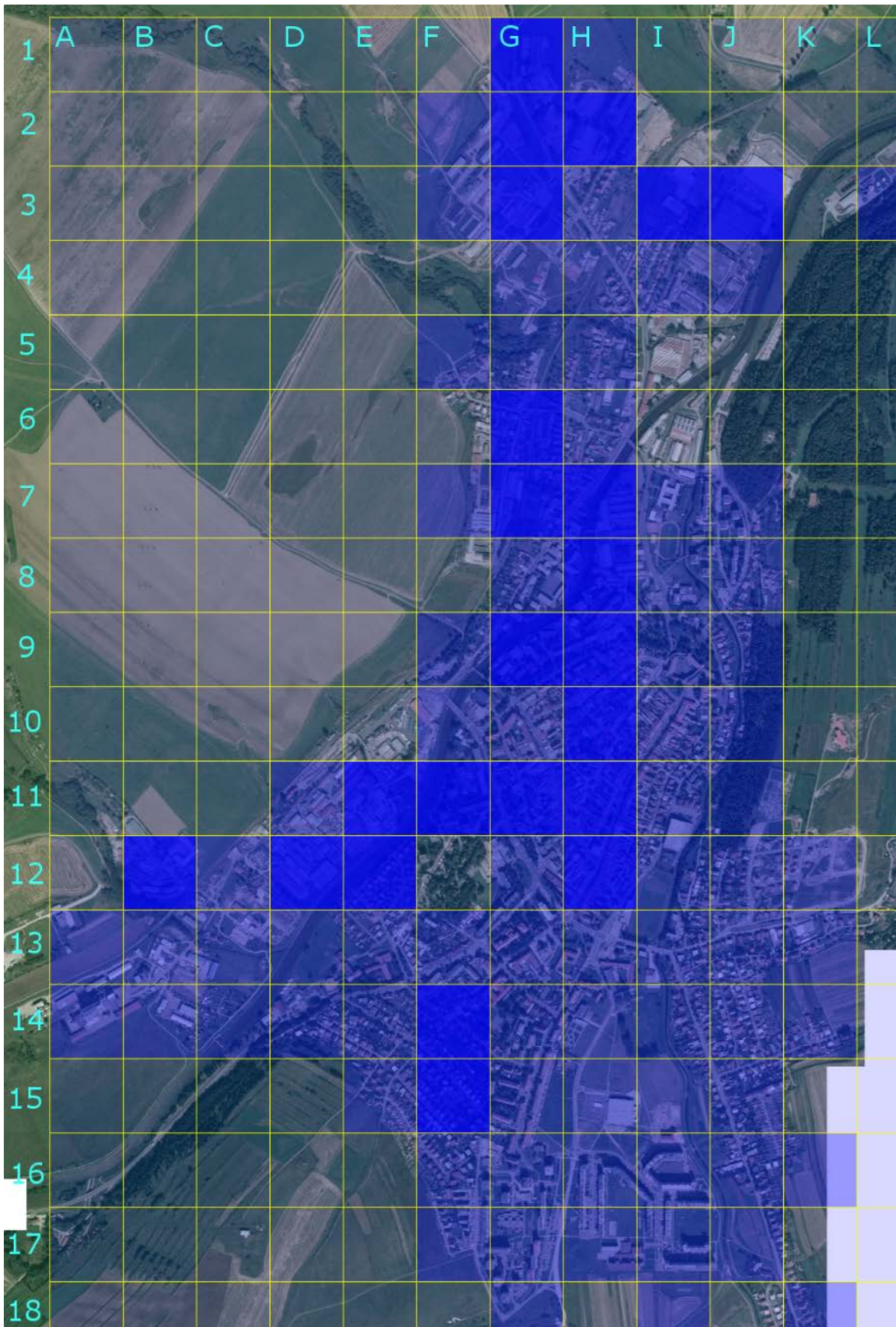
Metodika vyhodnotenia

V rámci tohto faktora sme sledovali plošnú veľkosť vegetačných plôch, ktoré sa nachádzajú v každom štvorci. Jednotlivé plochy sme zadelili do 3 kategórií a každej priradili číselnú hodnotu:

- Plochy, ktoré majú podiel zelene v rámci celkovej plochy nižší než 25% získali najhoršiu hodnotu 3.
- Plochy, ktoré majú podiel zelene rovnaký a vyšší než 25% a nižší než 75% získali hodnotu 2.
- Plochy, ktoré majú podiel zelene rovnaký a vyšší než 75% získali hodnotu 1.

Uvedené hodnoty 1,2,3 sme pre zvýšenie odbornej presnosti a objektívnosti vynásobili hodnotou - váhou (v rozsahu od 1 – najmenšia závažnosť až po 5 označujúcu najväčšiu závažnosť) a to v hodnote 2.

Grafické a tabuľkové znázornenie hodnotenia



Obr. 37: Citlivosť územia mesta Kežmarok v rámci podielu plôch zelene - čím tmavšia farba tým nižší podiel plochy zelene, ktorá plní infiltračnú a vodozadržnú funkciu.

Tab. 15: Rozloha zelene v jednotlivých oblastiach mesta Kežmarok

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	1/100	2/100	3/100	1/100	1/100	1/95	1/15	1/30	1/95	1/100	1/100
2	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/55	1/15	1/15	1/75	1/75	1/100
3	1/100	1/100	1/100	1/100	2/100	1/50	1/15	1/30	1/30	1/5	1/75
4	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	2/100	1/35	1/25	1/20	2/30	3/100
5	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/65	2/50	1/40	1/5	2/80	3/100
6	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/75	1/20	1/25	1/15	3/90	3/100
7	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/60	1/20	1/20	1/15	3/60	3/95
8	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/95	1/30	1/20	1/20	1/30	3/100
9	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/45	1/20	1/20	2/40	2/65	1/100
10	1/100	1/100	1/100	1/100	1/85	1/25	1/25	2/15	2/25	2/65	1/100
11	2/95	1/100	1/100	1/25	1/20	2/20	1/15	1/10	1/10	2/70	1/95
12	1/100	1/20	1/40	1/15	1/20	3/80	2/30	1/20	1/40	1/40	1/40
13	1/60	1/40	1/50	1/60	1/30	1/30	1/30	1/30	1/40	1/30	1/50
14	1/35	1/50	1/60	1/30	1/30	1/20	1/40	1/40	1/40	1/30	1/60
15	1/100	1/100	2/100	1/100	1/40	1/20	1/30	1/30	1/70	1/40	1/80
16	1/100	1/100	1/100	1/100	1/90	1/30	1/30	1/30	1/30	1/30	1/70
17	2/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/60	1/30	1/40	1/40	1/60	1/95
18	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/100	1/50	1/100	1/100	1/60	1/60

Pozn.: Prvá číslica označuje mieru pokryvnosti, ktorou je daná zeleň v štvorci pokrytá stromami (číslo 1 označuje pokryvnosť stromami 0-30%, číslica 2 30-60%, číslica 3 60-100%). Druhá číslica uvádza % rozlohu zelene v predmetnom štvorci.

Popisné hodnotenie

Územia s najnižšou, približne 5% rozlohou vegetácie sú lokalizované v priemyselnej oblasti v štvorcach J3 a I5, v severovýchodnej časti mesta Kežmarok. Oblasť I5 je zároveň prakticky celá v inundačnej zóne aj pre intenzitu prietoku Q100 a oblasť J3 má v tejto záplavovej oblasti viac než polovicu rozlohy.

Územie s tretou a štvrtou najnižšou rozlohou zelene sú štvorce I11 a H11 v centrálnej časti mesta, z časti zahŕňajúce historické centrum a z časti zástavbu rodinných domov. Piate až trináste zeleňou najmenej pokryté územie majú štvorce G1,2,3 a H2 v priemyselnej severnej časti mesta, priemyselná oblasť I6 a oblasť I7 so školou ležiace na rozhraní severnej a centrálnej časti mesta, keď štvorce I6, I7 sú takmer celé v záplavovej zóne Q100. O piate až trináste miesto sa delí aj oblasť G11 v centrálnej časti mesta (v záplavovej zóne má približne ¼ plochy), H10 v historickom centre (v inundačnej zóne Q100 má približne 1/3 plochy) a D12 v západnej priemyselnej časti (1/3 plochy je v Q100 a 2/3 v Q1000).

Oblasti, kde sa stretáva zvýšený podiel nepriepustných plôch s inundačnou zónou, nájdeme predovšetkým v štvorcach H a I, kde je záplavová zóna aj v miestach s len 5 – 20% podielom priepustných, vegetačných plôch.

K územiám v centrálnom zastavanom území mesta Kežmarok s najväčšou rozlohou zelene patrí starý cintorín v štvorci F12 s približne 75-80% podielom vegetácie.

4.4.7 Diverzifikácia štruktúry krajinej pokrývky, lesné hospodárstvo a poľnohospodárska prax vo vzťahu k protipovodňovej ochrane

Zdôvodnenie výberu faktora

Diverzifikovaním štruktúry krajinej pokrývky sa usilujeme zvýšiť infiltračnú i retenčnú kapacitu povodia a to prostredníctvom dosiahnutia alebo udržiavania diverzifikovanej štruktúry krajinej pokrývky, s veľkým

podielom zasakovacích prvkov, ktoré môžu byť tvorené lesmi, lesokrovinami, krovinami či trávnatými plochami. Za týmto účelom je potrebné:

- chrániť a obnovovať **vegetáciu, lesy, lesokrovinaté, krovinaté, lúky**;
- zalesňovať sklonité nevyužívané svahy;
- podporovať výsadbu zelene v extraviláne prostredníctvom výsadby **medzí, remízok** v poľnohospodárskej krajine.

Uvedené opatrenia by sme mali prednostne lokalizovať do polôh s horšie priepustným podložím. Diverzifikovaná krajinná pokrývka s mozaikou poľnohospodárskej a lesnej pôdy je vo všeobecnosti menej náchylná na vytváranie povodňového odtoku. Vytváraním bariér v podobe zasakovacích prvkov sa skraca priemerná dĺžka dráhy častice odtekajúcej vody, eliminuje sa jej deštruktívne pôsobenie na povrch (ochrana pred eróziou) a umožňuje sa jej zasakovanie do podložia (infiltrácia). Tým sa znižuje objem vody v záverečnom profile toku a teda aj veľkosť prípadnej povodne. Zadržanie, hromadenie, infiltrácia a spomaľovanie odtoku zrážkovej vody v krajine patrí medzi účinné opatrenia z hľadiska tlmenia dopadov intenzívnych zrážok. Významným faktorom, ktorý je potrebné zohľadniť, sú hydropedologické a hydrogeologické vlastnosti podložia, ktoré sú dané a nemožno ich významne ovplyvniť. Napríklad odtok z trávnatého svahu so sklonom 15° na slabo priepustnom flyši bude pri rovnakej zrážke zásadne vyšší ako odtok z takého istého svahu na dobre priepustných vápencoch alebo glacifluviálnych sedimentoch.

Vo veci sledovania účinnosti predmetného opatrenia slúži ako miera vsakovania vody do pôdy koeficient infiltrácie. Jeho analytické vyjadrenie pomocou rovníc na vyjadrenie pohybu vody v nenasýtenom pôdnom prostredí je pomerne zložité, preto sa na vyjadrenie časového priebehu infiltrácie používajú empirické vzťahy. Uvádzajú sa hodnoty vsakovacích koeficientov v rozpätí 1 – 5 mm za hodinu pre ílovité pôdy, pre ílové hliny 10 – 50 mm.h⁻¹, pre hliny 50 – 100 mm.h⁻¹, pre piesčité hliny 100 – 150 mm.h⁻¹ a pre piesky viac ako 200 mm.h⁻¹.

Metodika vyhodnotenia

V rámci tohto faktora sme sledovali podiel zasakovacích a retenčných prvkov v okolí mesta, konkrétne lesov, lesokrovin a krovin, trávnatých plôch a lúk, medzí a remízok v poľnohospodárskej krajine. Predmetný faktor nebudeme kvantitatívne, pretože vyššie uvedené vodozadržné a infiltračné prírodné prvky majú pozitívny vplyv na územia ležiace v iných lokalitách a taktiež ich vplyv závisí od veľkého množstva premenných. Z uvedených dôvodov ich hodnotíme popisne.

Popisné hodnotenie

V katastri mesta Kežmarok sa nachádza 532 ha lesov, z toho 448 ha tvoria lesy hospodárske a 84 ha tvoria lesy osobitného určenia. V okolí mesta Kežmarok prevažujú lesy nepôvodné – smrekové (namiesto pôvodných, v ktorých prevažoval buk), čo je jedným z prvkov, ktoré zhoršujú odtokové pomery v predmetnom regióne. Okrem smrekov sa v skladbe lesa vyskytujú v menšom zastúpení aj borovica, smrekovec, javor, jarabina, vrba. Lesný pôdny fond obhospodarujú Vojenské lesy, mesto Kežmarok. Lesy v lokalite potoka Zlatná a na Zlatnom vrchu sú hospodárske lesy a ich výmera je cca 447,8 ha. Prevažne sú vo vlastníctve súkromných vlastníkov. V roku 1996 bola rozhodnutím Oblastného lesného úradu v Sp.N.Vsi určená časť lesov k užívaniu Mestom Kežmarok s názvom „Lesopark Kežmarok“. Jedná sa o krajinársky cennú oblasť Zámockého kopca s Lesoparkom Sever a Zlatej dolinky s roztrúsenými borovicovými porastmi a remízami uprostred hospodársky využívaných lúk a pasienkov. Napriek týmto pozitívam má predmetná oblasť rezervy z hľadiska vodozadržnej kapacity a je žiadúce doplniť starostlivosť o lesopark aj o vodozadržné resp. protizáplavové ciele. Pri potoku Zlatná a pri vybudovanom rybníku VN Zlatná sa nachádzajú brehové porasty.

Podľa vyjadrenia zástupcov lesného a pozemkového odboru Okresného úradu v Kežmarku v liste z dňa 28.8.2014 sa výmera lesného pôdneho fondu v okrese Kežmarok zásadne nemenila. Došlo k drobnému úbytku v dôsledku stavebnej činnosti a iných antropogénnych činností, ale jedná sa o zanedbateľný úbytok

vzhľadom na rozlohu okresu (cca 0,1 % rozlohy). Tieto zmeny boli vykonané na základe rozhodnutí orgánu štátnej správy.

Veľké zmeny v pomere zalesnených a nezalesnených, prípadne nezabezpečených plôch podľa ich vyjadrení vznikali a neustále vznikajú **pre veterné kalamity**, ktoré za posledných 10 rokov postihli túto oblasť. Došlo k **výraznému úbytku dospelých porastov ako aj porastov dospievajúcich na úkor holín a zalesnených plôch. Tieto plochy nie sú schopné zadržať väčšie množstvo zrážok**, ktoré v daných lokalitách v poslednej dobe spadli a tie následne odtekajú z krajiny aj do zastavaných oblastí mesta Kežmarok.

Nemalý vplyv na zmenu vekovej štruktúry má aj **hmyzová kalamita**, ktorá sa v oblasti vyskytuje v dôsledku kalamít. Na odstraňovaní jedincov postihnutých vetrou a hmyzovou kalamitou sa neustále pracuje.

Pri poslednej vetrovej kalamite s názvom Žofia z 15.05.2014 spadlo v tejto oblasti približne 20 000 m³ drevnej hmoty, ktorá sa musí v danej oblasti spracovať a následne odvieť. **Pri spracovaní drevnej hmoty v teréne ťažkou technikou vznikajú v teréne erózne prvky, ktoré majú negatívny vplyv na odtokové pomery v danej oblasti.** Podľa zástupcov lesného a pozemkového odboru Okresného úradu v Kežmarku by preto bolo vhodné po spracovaní drevnej hmoty pristúpiť aj k úprave týchto lesných ciest a zväznic. Podľa predstaviteľov predmetnej inštitúcie je potrebné pomôcť postihnutým subjektom pri celkovom financovaní úpravy terénu, nakoľko zisk z predaja kalamitnej hmoty je výrazne nižší ako z úmyselnej ťažby a často ledva stačí na zazelenenie postihnutých plôch v zmysle platnej legislatívy. Kalamitami je postihnuté celé Levočské pohorie, intenzita je rôzna podľa lokalít. Prírode blízke lesy s rôznou vekovou a druhovou (miestu prirodzenou) skladbou drevín sú podľa odbornej literatúry odolnejšie voči kalamitám než napríklad lesy s monokultúrou, nadmerným výskytom miestu neprirodzených drevín a pod. Viaceré odborné publikácie upozorňujú na rozpor, kedy hospodársky najzaujímavejšou drevinou je síce smrek, ten je však zároveň aj hlavnou kalamitnou drevinou.

Podľa zástupcov lesného a pozemkového odboru Okresného úradu v Kežmarku v oblasti v podstate nedochádza k úmyselným ťažbám ale jedná sa o spracovanie kalamity a **zvýšené odlesnenie je spôsobené týmito činiteľmi.** Súkromní vlastníci hospodária v súlade s programom starostlivosti o les, ktorý obdržia pri prevzatí svojho majetku, podľa schváleného dokumentu. V oblastiach dochádza aj k drobným krádežiam.

Zástupcovia lesného a pozemkového odboru Okresného úradu v Kežmarku v predmetnom liste z 28.8.2014 uvádzajú, že **v súčasnej dobe sa pri zalesňovaní vzniknutých holín prechádza z monokultúr (prevažne smreka) na druhovo a vekovo rôznorodejšie** a tým aj stabilnejšie **porasty**, ktoré sú vhodné nie len pre hospodársku činnosť, ale plnia aj ekologický stabilný prvok a sú priaznivejšie aj z hľadiska protipovodňovej ochrany. Smrekové monokultúry sú nahradzované zmiešanými porastmi, kde okrem smreka ako hospodárskej dreviny sú pridávané ďalšie dreviny ako jedľa, borovica, smrekovec opadavý, buk a ďalšie listnaté dreviny.

Zástupcovia Štátnej ochrany prírody - Správy Pieninského národného parku (ďalej ŠOP) potvrdili, že **lesnatosť sa síce tabuľkovo neznižila**, ale upozornili, že sa **zmenili parametre lesa.** Z dôvodu opakovaných veterných polomov, výskytov hmyzovej kalamity, dochádzalo **na niektorých miestach k zmenám lesa podobným spôsobom ako pri holorubnom hospodárení.** Zalesnenie zo zákona vykonané bolo a je **miernym pozitívom, že namiesto smrekových monokultúr sú vysádzané druhovo a vekovo rôznorodé lesy**, ktorý časť tvoria okrem smrekov (vo výsadbách stále prevládajú smrek, keďže je to hospodársky najvýznamnejšia drevina) aj miestu prirodzené dreviny. **Predmetné lesy však stále svojim charakterom z uvedených dôvodov neplnia vodozadržné funkcie v takej miere, ako by tomu bolo v prípade prirodzeného prírode blízkeho lesa.**

Zástupcovia ŠOP upozornili, že v posledných 10 rokoch došlo k rozsiahlejším výrubom lesov z dôvodov kalamít v záveroch dolín ústiach do Ľubickej doliny, pričom ťažba pokračuje ďalej. Problémom tiež je, že niva, ktorá má slúžiť na bezpečné rozlievanie toku je nefunkčná. ŠOP vidí ako faktor mierneho odlesňovania

v kalamitnej ťažbe, ktorá sa eviduje, pričom sa neurčuje jej výška. Výrub istej rozlohy lesa, evidovaný ako náhodná ťažba v rámci hmyzej kalamity, sa podrobne neanalyzuje.

Čo sa týka diverzifikácie krajinnej štruktúry, **zastúpenia ekosystémových prvkov v krajine (napr. remízok)**, sú podľa zástupcov lesného a pozemkového odboru Okresného úradu v Kežmarku **na ústupe, pretože finančné dotácie sú poskytované na vykosené, zmulčované plochy a preto poľnohospodári v záujme pridelenia týchto prostriedkov pristupujú k výrubom remízok**. Zástupcovia miestnej ŠOP k predmetnej téme uviedli, že vznikli nové plochy ornej pôdy, ktorá bola do roku 2010 pasienkami. Týka sa to najmä terasových polí, kde boli pozemky porované z dôvodu zvýšenia dotácií EÚ na ornú pôdu.

4.4.8 Územia ohrozené zosuvmi pôdy

Zdôvodnenie výberu faktora

K potenciálnym dopadom intenzívnych zrážok patria okrem rôznych druhov záplav aj zosuvy pôdy, v zastavanom území, alebo v území, ktoré má akékoľvek dopady na kvalitu života obyvateľov analyzovaného územia.

Metodika vyhodnotenia

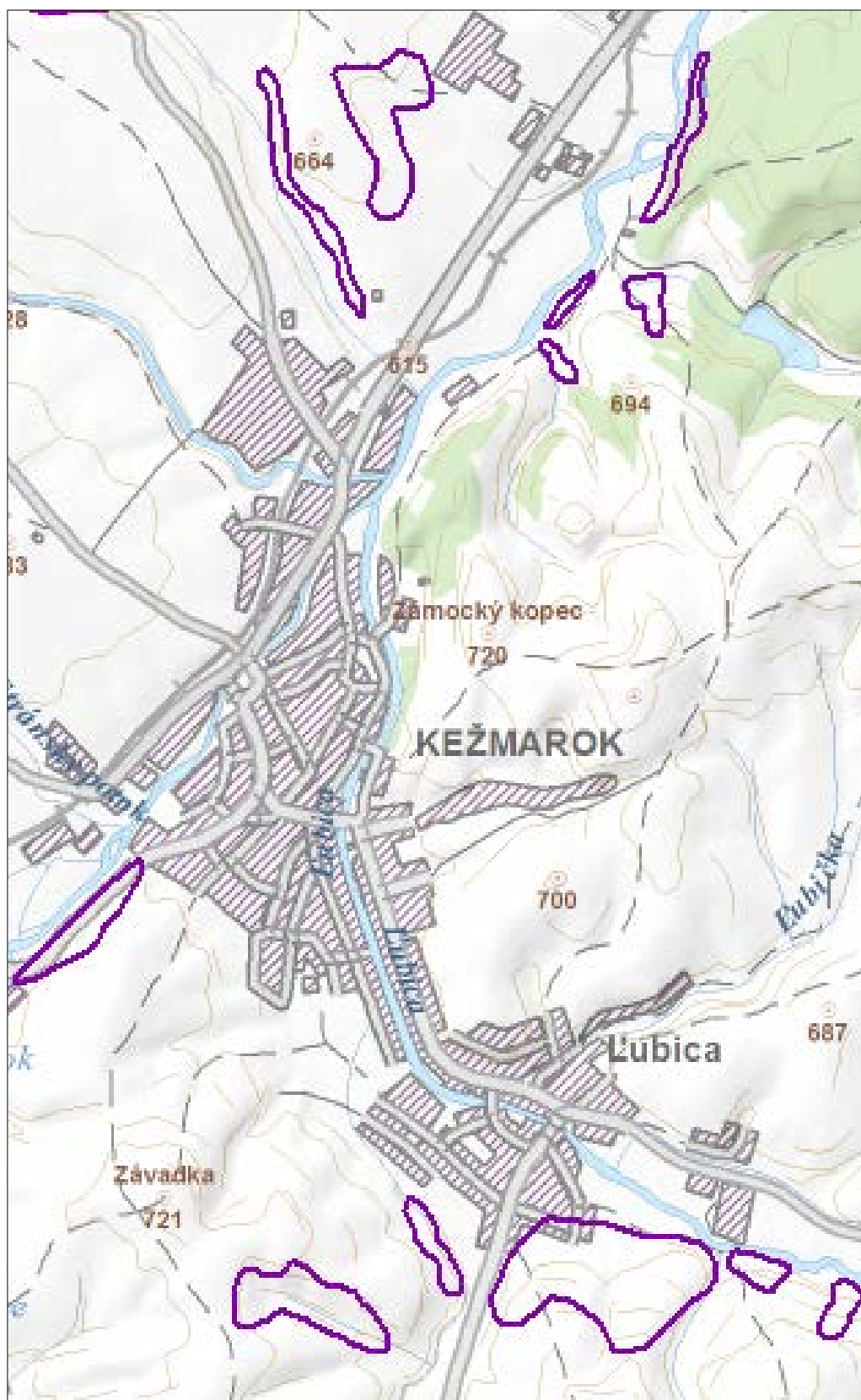
V rámci tohto faktora sme sledovali koľko m² výmery plochy sa nachádza v pásme potenciálnych zosuvov pôdy v každom štvorci.

Jednotlivé plochy sme zadelili následne do 3 kategórií a každej priradili číselnú hodnotu:

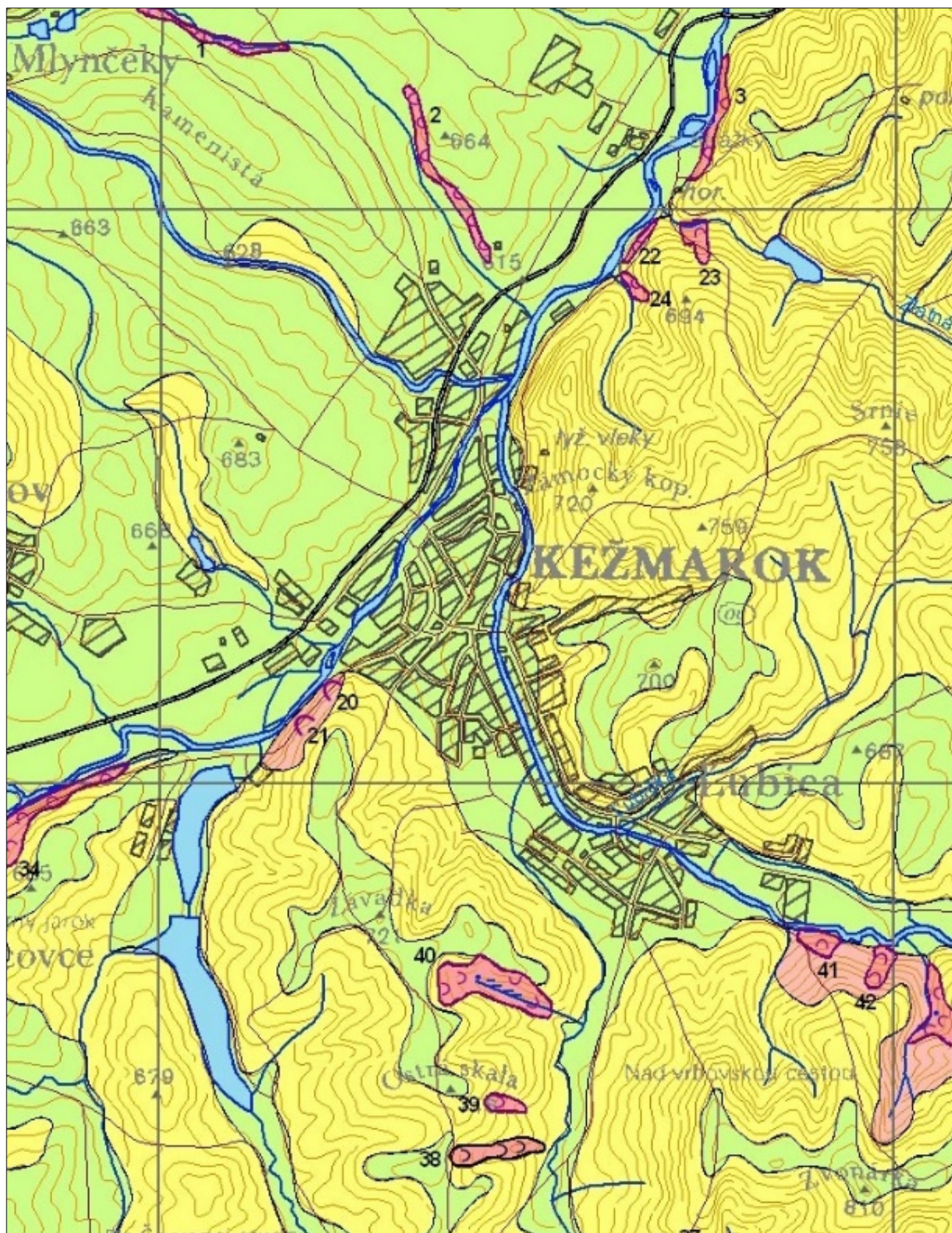
- Štvorce, ktoré nemajú žiaden podiel plôch zaregistrovaných zosuvov, ani plôch náchylných na zosuvy v rámci celkovej plochy štvorca získali najnižšiu hodnotu 1.
- Štvorce, ktorých časť tvorí územie náchylné na zosuvy získali hodnotu 2.
- Štvorce, ktorých časť tvorí územie so zaregistrovanými zosuvmi získalo hodnotu 3.

Pre vyjadrenie závažnosti faktora sme násobili predmetné hodnoty 1, 2 a 3 váhou, pre predmetný faktor sme prideliť hodnotu váhy 3.

Grafické a tabuľkové znázornenie hodnotenia

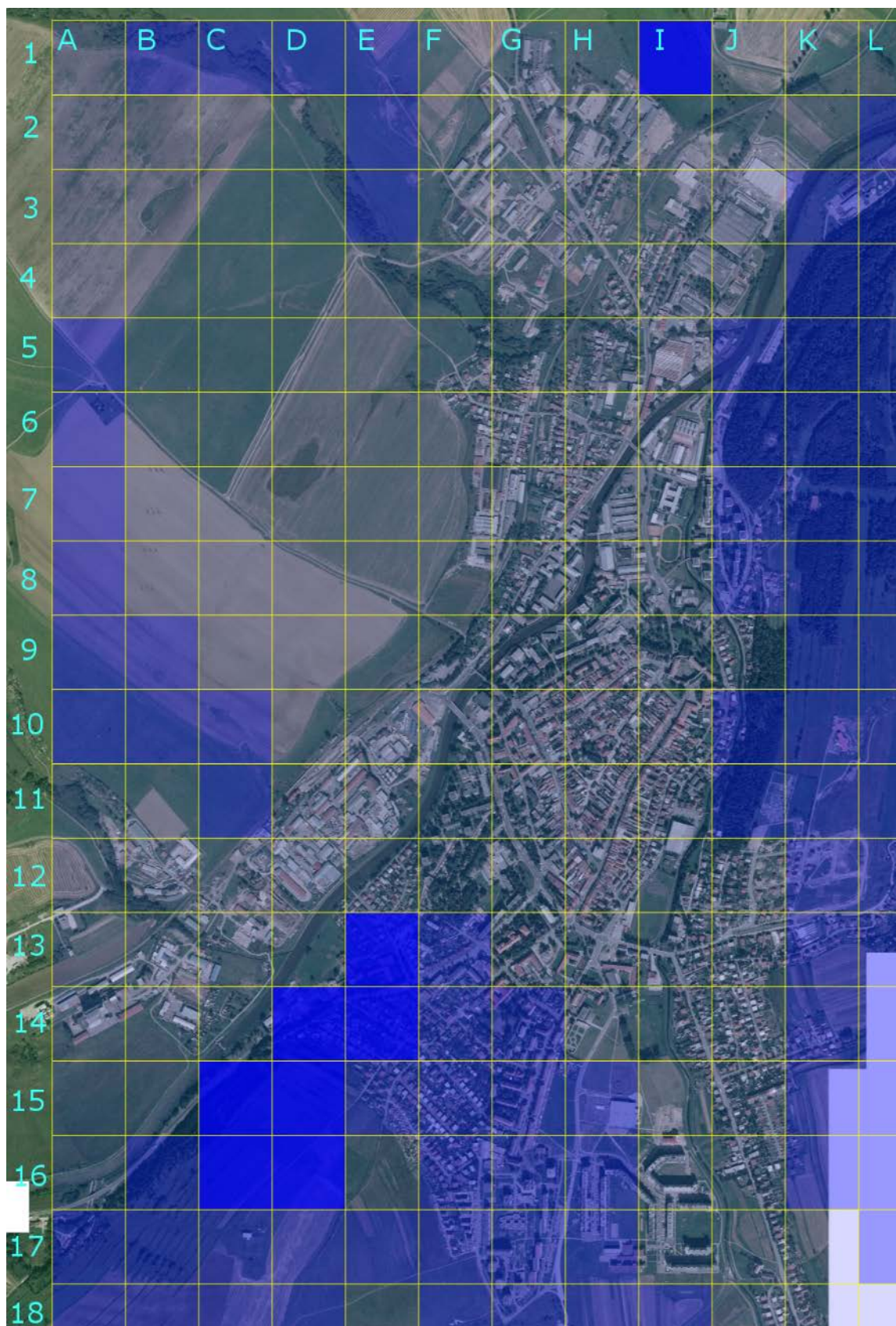


Obr. 38: Mapa zaregistrovaných zosuvov pôdy. Zdroj: GÚDŠ.



Obr. 39: Mapa náchylnosti na zosuvy. Zdroj: GÚDŠ

- Rajón nestabilných území
- Rajón potenciálne nestabilných území



Obr. 40: Citlivosť územia mesta Kežmarok v rámci faktora zosuvov pôdy. Územia so zaregistrovanými zosuvmi sú označené najtmavšou farbou, územia s plochami náchylnými na zosuvy sú označené stredne tmavou farbou a najsvetlejšou sú označené územia ktoré nie sú náchylné na zosuvy.

Popisné hodnotenie

Zosuvy pôdy - časti svahov boli v posledných 10 rokoch zaznamenané v lokalite pod miestnym názvom „Malý jareček“ - asi na 10 miestach v rozsahu 50 m² na každej lokalite. Sú to územia ležiace v štvorcoch L – M – N 8 – 11. Ide o zosuvy medzi v území, kde sa nachádzajú pasienky. To znamená, že zosuvné územia sa nachádzajú mimo zastavaného územia mesta Kežmarok, čím nepredstavujú výraznú hrozbu pre zdravie a majetky obyvateľov.

Územia náchylné na zosuvy sa nachádzajú predovšetkým vo východnej okrajovej časti mesta, pričom zasahujú aj do zastavaných častí. V menšej miere sa vyskytujú aj v južnej časti, nezasahujú však do vybudovaného prostredia.

4.4.9 Územia ohrozené eróziou pôdy

Zdôvodnenie výberu faktora

K potenciálnym dopadom intenzívnych zrážok okrem rôznych druhov záplav a zosuvov pôdy patrí aj erózia pôdy, osobitne v území, ktoré má akékoľvek ekonomické dopady na obyvateľov analyzovaného územia.

Metodika vyhodnotenia

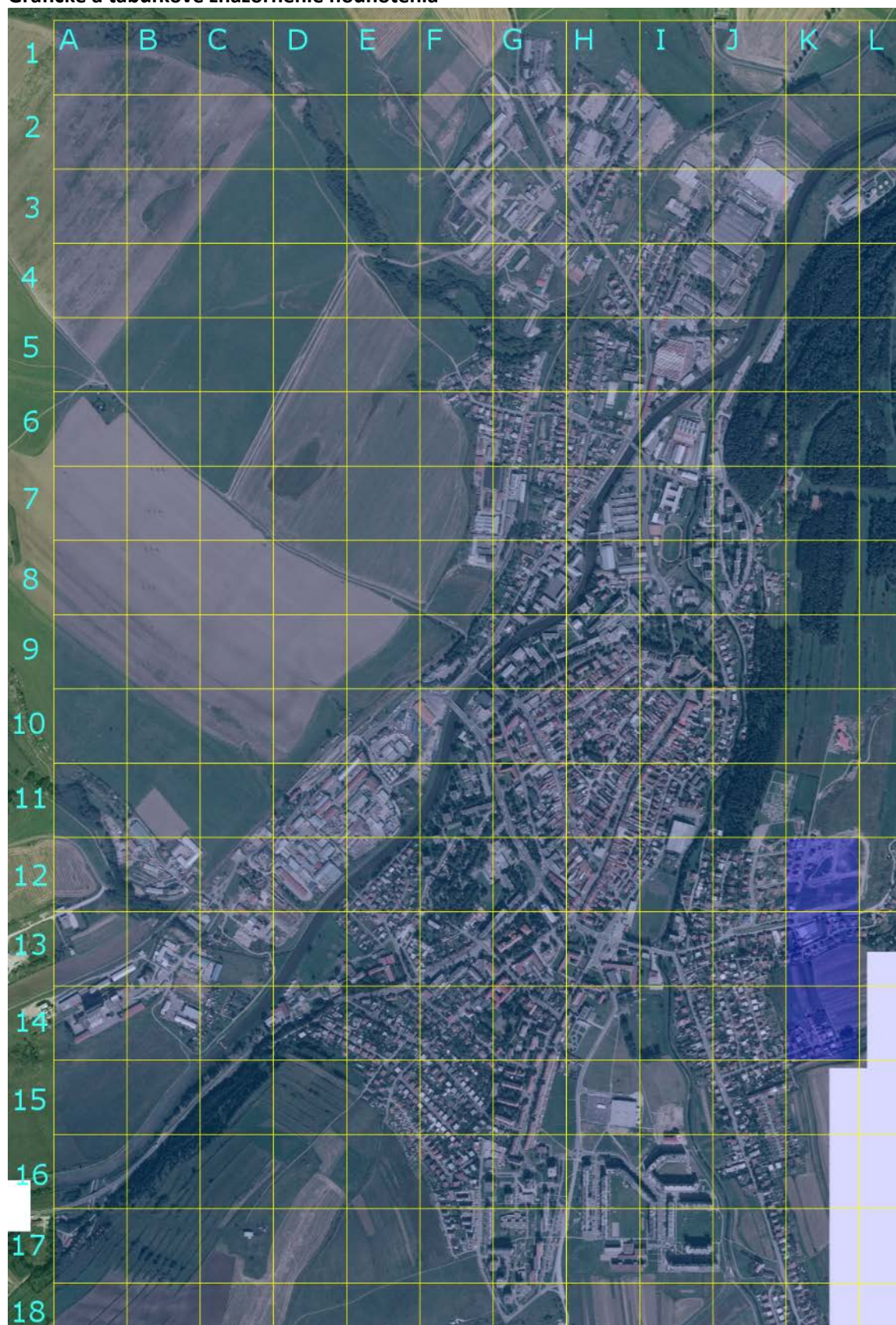
V rámci tohto faktora sme sledovali koľko m² výmery plochy sa nachádza v pásme potenciálnej erózie pôdy v každom štvorci.

Jednotlivé plochy sme zadelili následne do dvoch kategórií a každej priradili číselnú hodnotu:

- Štvorcové územia, ktoré nemajú žiaden podiel plôch zasiahnutých eróziou pôdy v dôsledku intenzívnych zrážok, získali hodnotu 1.
- Štvorcové plochy, ktoré majú časť územia zasiahnutú eróziou pôdy v dôsledku intenzívnych zrážok, získali hodnotu 2.

Pre vyjadrenie závažnosti faktora sme násobili predmetné hodnoty 1, 2 a 3 váhou, pre predmetný faktor sme pridelili hodnotu váhy 1.

Grafické a tabuľkové znázornenie hodnotenia



Obr. 41: Citlivosť územia mesta Kežmarok v rámci faktora erózie pôdy - tmavé polia na východnej strane označujú územia so zaregistrovanou eróziou pôdy.

Popisné hodnotenie

Eróziou pôdy boli v posledných 10 rokoch postihnuté počas intenzívnych zrážok v meste a jeho okolí ulice Kukučínova a Štúrova a to v rozsahu približne 200 m². Predmetné ulice sa nachádzajú vo štvorcoch K 12 - 13-14. Okrem intenzívnych zrážok prispeli k erózii aj začaté zemné práce. Uvedené informácie poukazujú na relatívne uspokojivý súčasný stav, keď faktor erózie pôdy nepredstavuje pre mesto Kežmarok výraznejší problém.

4.5 Adaptívna kapacita mesta Kežmarok na zvyšovanie častosti intenzívnych zrážok

4.5.1 Mobilné protizáplavové bariéry a ľudské kapacity určené na záchranné práce

Zdôvodnenie výberu faktora

Protipovodňová hrádza je umelo vytvorená prekážka, ktorá má za úlohu odkloniť, alebo usmerniť rozvodnenú rieku alebo iný vodný tok alebo vodnú plochu. Pozostávajú z trvalých a dočasných, mobilných bariér. Zatiaľ čo trvalé bariéry sú faktorom citlivosti, mobilné, dočasné protipovodňové bariéry predstavujú významný faktor adaptívnej kapacity. Dočasné protipovodňové bariéry môžu mať podobu mobilných stien, uzáverov, napríklad hliníkové profily v Bratislave, alebo improvizovaných mobilných hrádzí, napríklad vrecia s pieskom, gumové protipovodňové vaky a pod.

Mobilné protizáplavové bariéry dokážu byť pri včasnom umiestnení a dostatočnom počte bariérou zvýšenej hladiny rieky a zabrániť väčšine vody v rámci zvýšeného prietoku zaplaviť územie mesta a jeho budovy v inundačnej zóne. S tým sú spojené ľudské kapacity, ich koordinovanosť, početnosť a z toho vyplývajúci čas, za ktorý sú schopné mobilné protizáplavové bariéry, prípadne iné podobné aktivity, realizovať.

Popisné hodnotenie

Mobilné protizáplavové bariéry má referát Civilnej ochrany Mestského úradu Kežmarok pripravené na sklade v počte 1100 kusov plniteľných vriec, z toho 400 navrecovaných. Ich počet vie referát Civilnej ochrany zaobstaráť rýchlo, približne do 1 hodiny v potrebnom počte. Predmetné vrecia navyše dokáže samospráva mesta zabezpečiť bezplatne v rámci dobrých vzťahov s obchodnou spoločnosťou, ktorá takéto vrecia predáva. Čo sa týka plniva, k dispozícii má samospráva mesta Kežmarok 2 tony piesku. Dodávku ďalšieho materiálu - plniva vie referát Civilnej ochrany Mestského úradu Kežmarok zabezpečiť v prakticky akomkoľvek množstve do 30 minút až 1 hodiny, avšak už nie bezplatne. Vrecia sú relatívne účinnou protipovodňovou bariérou, s výnimkou území pri mostoch, kde sa rieka vybrežuje. Na týchto miestach tlak vody prekoná bariéru vriec z pieskom. V prípade povodňového ohrozenia je k dispozícii k dispozícii 156 osôb a 63 mechanizmov pre budovanie mobilných bariér a záchranné práce.

Vyššie uvedené informácie poukazujú na primerané zabezpečenie predmetného prvku adaptívnej kapacity, pri ktorom samospráva využíva sociálny kapitál na čiastočné kompenzovanie nedostatkového finančného kapitálu.

4.5.2 Sociálne a ekonomické podmienky mesta Kežmarok a finančné kapacity mesta na vysporiadanie sa s následkami záplav

Zdôvodnenie výberu faktora

K dôležitým faktorom adaptívnej kapacity mesta patria jeho ekonomické a sociálne podmienky. Kompenzácie povodňových škôd zo strany vlády sú nevyhnutné a významné, avšak v rôznych časových obdobiach môže vláda preplácať rôznu výšku povodňových škôd resp. nemusí nutne preplatiť všetky náklady v plnej výške. Ekonomicky bohatšie mestá a bohatší obyvatelia sa vedia rýchlejšie a lepšie vysporiadať s následkami povodní, dokážu vynaložiť bezprostredne po udalosti prostriedky na potrebné opatrenia, aktivity, opravy, náhradnú výstavbu. Chudobnejšie mestá a chudobní obyvatelia pri nedostatočnom kompenzovaní zo strany vlády nedokážu, alebo len pomaly a čiastočne, vynakladať prostriedky na opravy a potrebné aktivity súvisiace s vysporiadaním sa s následkami povodne.

Popisné hodnotenie

Ekonomické podmienky - podnikateľské prostredie a odvetvia hospodárstva v meste

V rokoch 2008 až 2012 sa zvyšoval počet právnických osôb v okrese Kežmarok, ktorý narástol o 283 subjektov. Kvôli výraznému poklesu fyzických osôb – podnikateľov však celkovo počet podnikateľských subjektov za posledných 5 rokov poklesol o 649 subjektov, čo predstavuje 10,71 %. Medzi najvýznamnejších zamestnávateľov v meste Kežmarok patria nasledovné spoločnosti:

- Hengstler, s.r.o., dcérska spoločnosť nadnárodného nemeckého koncernu Hengstler GMBH. Zaoberá sa výrobou priemyselných komponentov pre aplikácie počítania a riadenia.
- Tatranská mliekareň, a.s. Kežmarok, spracováva mlieko, vyrába škálu mliečnych produktov a gastronomických výrobkov. Patrí k najväčším spracovateľom mlieka na Slovensku.
- Podtatranská hydina, a.s., spoločnosť sa zaoberá chovom hydiny, výrobou a predajom výrobkov z hydiny a z bravčového mäsa. V Kežmarku sa nachádza areál podniku.
- Texilan a.s. / Tatrafan s.r.o., zaoberá sa textilnou výrobou, v súčasnej dobe je dcérskou spoločnosťou Svitap J.H.J. spol. s r.o. Svitavy, ČR.
- Pekáreň Gross s.r.o.
- Plastiflex Slovakia s.r.o., ktorá sa zaoberá výrobou plastov.
- Kávomaty s.r.o., zaoberá sa predajom, prenájom a servisom nápojových automatov.

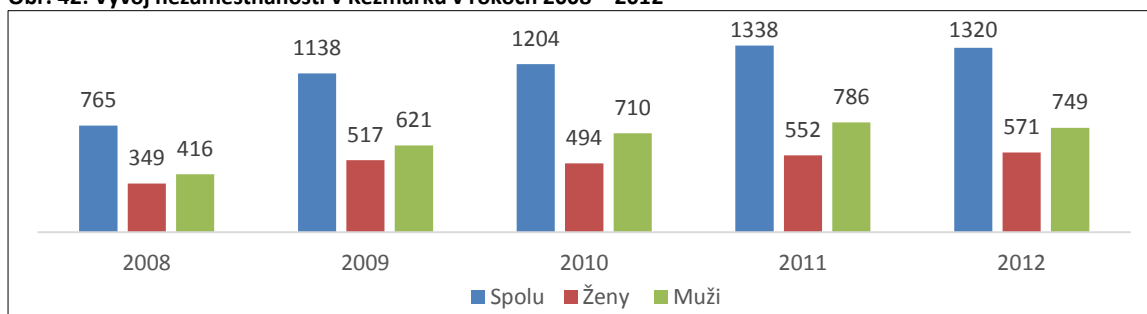
Tab. 16: Počet podnikateľských subjektov v okrese Kežmarok

Počet podnikateľských subjektov	k 31.12.2008	k 31.12.2009	k 31.12.2010	k 31.12.2011	k 31.12.2012
Fyzické osoby	5 417	4 947	4 654	4 584	4 485
Právnické osoby	641	714	770	852	924
SPOLU	6 058	5 661	5 424	5 436	5 409

Sociálne podmienky

Aktuálna **miara nezamestnanosti v meste Kežmarok je 31,05 %** (október 2013). Z grafu Obr. 42 a Tab. 17 je vidieť, že od roku 2008 do roku 2012 sa postupne zvyšoval počet uchádzačov o zamestnanie evidovaných v meste Kežmarok až v roku 2012 dosiahol hodnotu 1320 osôb. Nárast nezamestnanosti od roku 2008 ovplyvnila aj finančná kríza, ktorá vypukla v predmetnom roku a jej následky naďalej pretrvávajú.

Obr. 42: Vývoj nezamestnanosti v Kežmarku v rokoch 2008 – 2012



Zdroj: ŠÚ SR

Tab. 17: Uchádzači o zamestnanie v meste a okrese Kežmarok od r. 2008 do r. 2012

rok	celkový počet UoZ v okrese Kežmarok	celkový počet UoZ v meste Kežmarok	disponibilný počet UoZ v meste Kežmarok	celkový počet žien v meste Kežmarok
2008	6 463	765	690	349
2009	8 261	1 138	997	517
2010	8 782	1 204	1 110	494
2011	9 249	1 338	1 209	552
2012	9820	1320	1159	571

Zdroj: ŠÚ SR

Z celkového počtu uchádzačov o zamestnanie tvoria 43,26 % ženy. Pre obdobie piatich rokov (2008-2012) je to nárast počtu žien vedených na úrade práce o 222 žien, takmer 38,88 %. Najväčší nárast uchádzačov o zamestnanie zaznamenali úrad práce v meste Kežmarok v roku 2009, kedy v súvislosti so začiatkom finančnej krízy došlo k ich zvýšeniu o takmer o 32,5 % (celkovo 373 osôb). Celkový počet uchádzačov o zamestnanie v meste predstavuje 13,44 % z celkového počtu uchádzačov o zamestnanie v okrese Kežmarok.

Tab. 18: Štruktúra uchádzačov o zamestnanie podľa dĺžky evidencie

Dĺžka evidencie	2008	2009	2010	2011	2012
do 3 mesiacov	251	264	285	315	224
nad 3-6 mesiacov	163	224	236	240	234
nad 6-9 mesiacov	73	148	98	144	148
nad 9-12 mesiacov	45	142	114	122	94
nad 12-24 mesiacov	66	182	231	209	275
nad 24 mesiacov	167	178	240	308	345
Spolu	765	1 138	1 204	1 338	1 320

Zdroj: ŠÚ SR

Najväčší podiel nezamestnaných v meste Kežmarok za roky 2008 – 2012 mala skupina nezamestnaných nad 24 mesiacov (tvorili 26,14 %), druhá najpočetnejšia bola skupina nezamestnaných nad 12 do 24 mesiacov (20,83 %). Zároveň pri týchto skupinách zaznamenávame najväčší nárast počtu osôb, za obdobie rokov 2008 až 2012 je to pri skupine nad 12-24 mesiacov 209 osôb a pri skupine nad 24 mesiacov 178 osôb. Podiel osôb nezamestnaných do 3 mesiacov v priebehu sledovaných rokov klesol (z 32,81 % na 16,96 % celkového počtu nezamestnaných).

Tab. 19: Štruktúra uchádzačov o zamestnanie podľa veku v meste Kežmarok

Vek	2008	2009	2010	2011	2012
do 19 rokov	56	66	66	60	50
20-29 rokov	203	356	385	457	455
30-39 rokov	167	266	267	290	277
40-49 rokov	157	208	218	241	243
50-59 rokov	173	233	258	280	275
nad 60 rokov	9	9	10	10	20
Spolu	765	1 138	1 204	1 338	1 320

Zdroj: ŠÚ SR

Z údajov uvedených v tabuľke je vidieť, že najväčšiu skupinu nezamestnaných v meste podľa veku tvoria mladí, 20 až 29 roční ľudia, ktorí tvorili v roku 2009 až 32,30% celkového počtu nezamestnaných. Zároveň sa jedná o skupinu, ktorú čo sa týka početnosti, postihol v priebehu rokov 2006 – 2009 najvyšší nárast - o takmer 44 % oproti roku 2008. Nezamestnanosť v roku 2012 vzrástla o 555 nezamestnaných oproti roku 2008. Najvyšší podiel na náraste má skupina 20-29 ročných nezamestnaných (34,47 %), nasleduje skupina 30-39 ročných (20,98 %) a skupina 50-59 ročných (20,83 %).

Vo veci štruktúry uchádzačov o zamestnanie podľa dosiahnutého vzdelania sa najviac podieľali na náraste nezamestnanosti v rokoch 2008 – 2012 ľudia so vzdelaním stupňa SOU – vyučení (34,62 %). Druhá najpočetnejšia bola skupina so SOŠ vzdelaním (19,84 %) a nezamestnaní so základným vzdelaním (15,98 %). Nezamestnaní so vzdelaním SOU - vyučenie tvorili v priebehu rokov 2008-2012 viac ako 35% celkového počtu nezamestnaných, nezamestnaní so SOŠ vzdelaním približne 19 %. Podiel VŠ vzdelaných na celkovom počte nezamestnaných v sledovanom období vzrástol len minimálne, z 5,06% na 5,30%. Podiel skupiny so základným vzdelaním v priebehu sledovaných rokov klesol (z 18,56 % na 15,98% celkového počtu nezamestnaných), stále sa však jedná o nepriaznivú hodnotu ukazovateľa.

Socioekonomické prostredie mesta Kežmarok je charakteristické vysokou mierou nezamestnanosti, takmer trojnásobne vyššou v porovnaní s celoslovenským priemerom, ku ktorej prispela od roku 2008 aj globálna finančná kríza. Najväčší podiel nezamestnaných v Kežmarku v rokoch 2008 – 2012 majú ľudia ktorí sú nezamestnaní viac než 24 mesiacov, tvoriaci viac než štvrtinu z celkového počtu nezamestnaných. Čo je horšie, najväčší nárast počtu nezamestnaných bol počas finančnej krízy zaznamenaný v tejto skupine. Zároveň bol zaznamenaný najväčší nárast počtu práve v tejto skupine najdlhšie nezamestnaných, čo je zlé aj vzhľadom na elimináciu pracovných návykov u rastúceho počtu ľudí v pracovne aktívnom veku. V oblasti podnikateľského prostredia bol zaznamenaný pokles počtu podnikateľských subjektov v posledných piatich rokoch o 10,71 %, čo bolo dané poklesom počtu fyzických osôb - podnikateľov, na druhej strane počet právnických osôb podnikateľov v sledovanom období narástol.

Pri konzultáciách so zástupcami Mestského úradu v Kežmarku o finančných kapacitách, rezervách pre vysporiadanie sa s následkami dopadov intenzívnych zrážok (riečnej záplavy atď.) sú možnosti mesta minimálne a výrazne obmedzené.

Celkovo možno konštatovať, že **mesto Kežmarok má nízku ekonomickú adaptívnu kapacitu tak na úrovni samosprávy ako aj na osobnej a rodinnej úrovni veľkej časti obyvateľov.**

4.5.3 Zabezpečenie varovania obyvateľstva, vyzrozumie osôb ohrozených povodňou a informačné aktivity

Zdôvodnenie výberu faktora

Včasné varovanie obyvateľstva a jeho informovanie sú dôležitými prvkami adaptívnej kapacity. Mnoho škôd z povodní v minulosti vznikalo zbytočne kvôli neskorému informovaniu občanov, ktorí následne nestihli včas primerane reagovať. Ďalšou príčinou zbytočne zvýšených škôd bolo neinformovanie obyvateľov, prípadne ignorancia informácií zo strany obyvateľov. Napríklad v niektorých mestách Slovenska došlo k škodám zo zaplavených áut len preto, že časť občanov nedisciplinovane nechala zaparkované autá v inundačnej zóne napriek informovaniu – varovaniu Mestského úradu o prichádzajúcej povodňovej vlne a výzvam o ich preparkovanie.

Varovanie a vyzrozumie

Hlásna služba sa zabezpečuje varovacou a vyzrozumievacou sieťou civilnej ochrany, ktorú tvoria varovacie a vyzrozumievacie centrá civilnej ochrany (ďalej len „varovacie a vyzrozumievacie centrum“) a technické

prostriedky na území pre ktoré sú určené. Varovacím a vyzrozumievacím centrom Mesta Kežmarok je Mestský úrad Kežmarok.

Varovanie obyvateľstva je jedno z najdôležitejších opatrení civilnej ochrany. Je vykonávané varovnými signálmi uskutočňovanými prostredníctvom sirén a doplnené hovorenou informáciou. Zvuk sirény znamená vždy nejaké nebezpečenstvo. Upozorňuje obyvateľov na to, že môže dôjsť alebo už došlo k mimoriadnej udalosti, ktorá ohrozuje životy a zdravie občanov, majetok a životné prostredie. Každý občan v takejto situácii koná podľa svojich schopností, znalostí, zručností a podľa pokynov vydávaných príslušnými orgánmi.

Varovanie obyvateľstva a vyzrozumenie osôb podľa vyhlášky MV SR č. 388/2006 Z. z. o podrobnostiach na zabezpečovanie technických a prevádzkových podmienok informačného systému civilnej ochrany sa v meste Kežmarok technicky zabezpečuje sieťou sirén, ktorú tvoria **dve sirény** a systém ich ovládania. Prvá siréna v meste sa ovláda lokálne a nachádza sa na streche kostola Sv. Kríža. Druhá siréna je ovládaná cez SMS, alebo miestne a nachádza sa na sídlisku Juh, na kotolni pri základnej škole. Varovný signál pre ohrozenie vodou je (podľa § 3a ods. 1 zákona 42/1994 Z. z.) šesťminútový stály tón sirén pri ohrození ničivými účinkami vody. Koniec ohrozenia alebo koniec pôsobenia následkov mimoriadnej udalosti sa vyhlasuje dvojminútovým stálym tónom sirén bez opakovania (podľa § 3a ods. 2 zákona 42/1994 Z. z.). Varovný signál a signál indikujúci koniec ohrozenia sa následne **dopíňajú hovorenou informáciou prostredníctvom hromadných informačných prostriedkov** (podľa § 3a ods. 3 zákona 42/1994 Z. z.). Na účel varovania obyvateľstva a vyzrozumenia osôb sa taktiež pripravujú **vstupy do miestnej televízie** (KTV mesta Kežmarok).

Na obývanom území mesta neozvučenom sirénami ani miestnym informačným prostriedkom mesta sa varovanie obyvateľstva a vyzrozumenie osôb zabezpečuje vyhlasovaním varovných signálov pomocou pohyblivého prostriedku, ktorým je **vozidlo mestskej polície vybavené rozhlasovým zariadením**.

Vyzrozumenie právnických osôb a fyzických osôb – podnikateľov o ohrození alebo o vzniku povodne v povodňovom pásme sa vykonáva **telefonicky** alebo **e-mailom**. Vyzrozumenie osôb činných pri riešení následkov povodne (t.j. krízový štáb mesta alebo mestská povodňová komisia) sa vykonáva **telefonicky**.

Mesto počas povodňovej situácie podľa § 26 ods. 3 písm. b) bod 1. a 2. zákona NR SR č. 7/2010 o ochrane pred povodňami:

- pri vyhlásení a odvolaní II. stupňa a III. stupňa povodňovej aktivity pre územie mesta o tom bezodkladne informuje Okresný úrad Kežmarok, odbor životného prostredia, Okresný úrad Kežmarok, odbor krízového riadenia, alebo koordinačné stredisko IZS alebo OR HaZZ v Kežmarku, správcu vodohospodársky významných vodných tokov a Slovenský hydrometeorologický ústav.
- upozorňuje na nebezpečenstvo povodne obce a mestá smerom po prúde vodného toku.

V najbližšej dobe **bude v meste Kežmarok vybudovaná nová varovná sieť civilnej ochrany**. Bude pozostávať **zo šiestich elektronických sirén, ktoré akusticky pokryjú celé územie mesta**. Doposiaľ bol zrealizovaný projekt akustického pokrytia územia varovným signálom, taktiež realizačný projekt výstavby sirén, obhliadky vytypovaných objektov. Ukončilo sa aj správne konanie vo veci umiestnenia technického prostriedku informačného systému civilnej ochrany s majiteľmi objektov.

Sirény budú v meste Kežmarok umiestnené v lokalitách: Pradiareň 40 (HENGSTLER), Nižná brána 6 (ORPZ), Dr. Alexandra 61 (OÚ), Kamenná baňa 35 (Pekáreň GROS), Petržalská 21 (ZŠ sv. Kríža), Vyšný mlyn 12 (budova TS). Nový varovný systém je realizovaný na základe uznesenia vlády SR č. 714/2012 spoločnosťou TELEGRAFIA, a.s. a je hradený zo štátneho rozpočtu.

Informačné aktivity o správnych vzorcoch správania sa počas intenzívnych zrážok a koordinácia inštitúcií v čase záplav

Pri vydaní výstrah SHMÚ a pri vzniku mimoriadnej udalosti informuje Mestský úrad Kežmarok obyvateľov mesta aj príspevkami uverejnenými na webovej stránke mesta a na facebookovej stránke Kežmarských novín. Koordinácia s inštitúciami, ktorých kompetentnosť vychádza z vyššie uvedených zákonov, funguje v miere, ktorá doposiaľ postačovala na zvládnutie krízových situácií spojených so záplavami a mesto pri mimoriadnych udalostiach využíva ich činnosť (napr. OR HaZZ, MHZ, vodohospodárske inštitúcie, OR PZ pri záchranných a zabezpečovacích prácach).

System zabezpečenia varovania obyvateľstva pred povodňou, vyrozumie osôb ohrozených povodňou a informačné aktivity s tým spojené sú v súčasnosti na uspokojivej úrovni. Po plánovanom dobudovaní siete sirén sa situácia ďalej zlepší. Spolu s koordináciou zložiek podieľajúcich sa na týchto činnostiach, ich pripravenosťou z hľadiska jasnej delby úloh a kompetencií tvoria do istej miery už dnes a po dobudovaní budú tvoriť **dobry systém včasného varovania a informovania občanov mesta v prípade ohrozenia záplavami.**

4.5.4 Záchranné povodňové práce

Popisné hodnotenie

V čase bezprostredného ohrozenia života, zdravia, majetku vyhlasuje primátor mesta **mimoriadnu situáciu**. Uzatvára sa cestná komunikácia, konkrétne mosty pri pekárni a kávomatoch, v prípade potreby sa vykoná evakuácia, ktorú koordinuje evakuačná komisia, zabezpečí sa núdzové ubytovanie a zásobovanie a pokračuje sa v odstraňovaní naplavených materiálov v rámci mostov.

V prípade vybreženia vodného toku zabezpečujú zložky civilnej ochrany stráženie mostov v rámci tzv. povodňovej turistiky, aby sa predišlo zraneniam a stratám na životoch.

Po opadnutí záplavovej vody členovia krízového štábu vykonajú obhliadky, obnovuje sa prejazdnosť ciest (TS, VPS, ORHaZZ), čistia sa kanálové vpuste (Veolia, TS, VPS), čistia a odvážajú sa nánosy (TS, VPS), čerpá sa vody z domácností (OHZ, ORHaZZ), upravuje sa územie do pôvodného stavu (zabezpečovacie práce-vodohosp.) a zabezpečuje sa poskytovanie pomoci postihnutým osobám.

1. stupeň povodňovej aktivity sa vyhlasuje pri výške hladiny 70 cm, pričom výšku hladiny zaznamenáva vodočet pri pekárni Gros. V takomto prípade zasadá krízový štáb, alebo povodňová komisia, ktorú zvoláva predseda. Za tejto situácia sa pravidelne sleduje vývoj počasia a určí sa ďalší postup.

2. stupeň povodňovej aktivity vyhlasuje a odvoláva primátor mesta pri výške hladiny 100 cm. Následne zasadá krízový štáb, alebo povodňová komisia a vydáva sa príkaz na navyšovanie hrádze potoka vreciami s pieskom na kritických úsekoch. Zároveň sa zriadi hliadková služba za účelom monitoringu a v rámci prípravy na odstraňovanie naplavených predmetov na mostoch sa povolávajú mechanizmy.

3. stupeň povodňovej aktivity vyhlasuje a odvoláva pri výške hladiny 150 cm primátor mesta. Realizuje sa varovanie obyvateľstva stálym 6 minút trvajúcim tónom sirén, oznam do miestnej televízie, oznamom na internetovej stránke mesta a ozvučeným vozidlom mestskej polície. Zároveň sa začína s odstraňovaním naplavených materiálov v rámci mostov.

Pripravenosť zložiek zodpovedných za realizáciu záchranných prác počas ohrozenia mesta povodňou **zodpovedá legislatívnym požiadavkám a možno ju hodnotiť pozitívne.**

4.6 Súhrnné hodnotenie faktorov citlivosti a adaptívnej kapacity

Vzhľadom na skutočnosť, že niektoré faktory citlivosti a predovšetkým adaptívnej kapacity nie je možné hodnotiť kvantitatívne, len popisne hodnotiť ich kvalitatívne parametre, nie je možné presne kvantifikovať súhrnnú citlivosť a adaptívnu kapacitu mesta Kežmarok na intenzívne zrážky. Použitá metodika sa snaží priblížiť reálnym hodnotám v miere, ktorú nám umožňuje súčasná úroveň vedeckého poznania u tých faktorov, ktoré je možné hodnotiť kvantitatívne. Taktiež výsledné čísla a mapy nám poskytujú obraz len o necelých polovici faktorov a kvantitatívne hodnotenie nedokáže vždy presne vyjadriť špecifické aspekty faktorov. Preto je potrebné uvedené dáta z kvantitatívne hodnotených faktorov čítať aj s príslušným popisom k nim a s popisne hodnotenými faktormi.

Predmetný text vecne hodnotí súčasný stav faktorov citlivosti a adaptívnej kapacity mesta Kežmarok na intenzívne zrážky.

4.6.1 Popisné zhrnutie faktorov citlivosti a adaptívnej kapacity

Faktory citlivosti

Citlivosť mesta Kežmarok na riečnu záplavu v rámci **záplavovej zóny** môžeme rozdeliť na dva aspekty – na objem prietoku pri akom dochádza k zaplavovaniu istých častí územia a na miesta, ktoré sú zaplavované pri dvoch kľúčových prietokoch (legislatívou sledovaný prietok Q100 a najvyšší možný prietok Q1000). Územia, ktoré sú zaplavované v súčasnosti pri jednotlivých mierach prietoku sú:

- Q5: Rieka Poprad sa pri danom prietoku vybrežuje na konci mesta Kežmarok, predovšetkým na ľavej strane, pričom sú zaplavené priemyselné budovy a príľahlý pôdny fond.
- Q10: V katastrálnom území mesta Kežmarok sa vodný tok Ľubica vybrežuje už pri predmetnom prietoku na ľavej strane a zaplavuje príľahlé pozemky.
- Q50 - Q100: Vodný tok Ľubica zaplavuje sídlisko situované v tesnej blízkosti vodného toku, domovú zástavbu, cesty. Vodný tok Poprad sa vybrežuje pri vstupe do mesta na ľavej strane, zaplavený je príľahlý pôdny fond a domy so záhradami. Pozdĺž mesta sa vybrežuje obojstranne a zaplavuje priemyselný obvod Juh a príľahlé domy nachádzajúce sa až v centre mesta.

Oblasti najviac ohrozené riečnou povodňou pri prietokoch Q100 a Q1000 (viac ako 90% ich územia sa nachádza v inundačnej oblasti pre prietok Q1000 a minimálne ¼ územia sú v inundačnej zóne pre Q100) sú:

- J-4** priemysel, služby;
- I-5** služby, byty, občianska vybavenosť, v malej miere priemysel;
- I-6** priemyselné podniky strojárkej výroby; škola (dielne), bytový dom;
- I-7, I-8** základná škola; polícia, stredná odborná škola (telocvičňa);
- H-8** športová hala, služby, bytové domy;
- H-9** rodinné a bytové domy, obchodné stredisko;
- G-10** bytové a rodinné domy, okrajovo Okresný úrad;
- E-12** rodinné domy, služby;
- D13** záhrady areálu nemocnice, areál služieb.

Viac než polovica oblastí s najvyššou **koncentráciou obyvateľov** sa nachádza v záplavových zónach Q100 a Q100, čo predstavuje zvýšenú citlivosť obyvateľov mesta na riečne záplavy. Podľa Slovenského vodohospodárskeho podniku má Mesto Kežmarok spolu so susediacou obcou Ľubica 10200 obyvateľov ohrozených povodňou, väčšinu tvoria obyvatelia Kežmarku.

Z hľadiska jestvujúcich **hydrotechnických protizáplavových opatrení** na vodnom toku Poprad nie sú ani na jednom mieste realizované opatrenia na intenzitu prietoku raz za 1000 rokov, na intenzitu raz za 100 rokov len na časti úseku. Ešte horší je stav hydrotechnických opatrení na vodnom toku Ľubica, kde pretrváva

poškodenie hydrotechnických opatrení na niektorých úsekoch, na iných chýbajú a vodný tok nie je pripravený ani na intenzitu prietoku raz za 100 rokov.

Z **rizikových budov**, ktoré môžu ohroziť okolie sa nachádza záplavovej zóne prietoku Q100 aj Q1000 benzínové čerpadlo na ulici Nižná brána – Slovnaft a.s. Bratislava.

Z prvkov infraštruktúry, ktoré zabezpečujú osobitne dôležité funkcie pre mesto sú v záplavovej zóne (a s nedostatočnou prietoknosťou na prietok Q100) most pri Severnej ulici s vodovodom pre časť sídliska Sever a most na ulici Jakuba Kraya s plynovodom pre lokalitu Kamenná baňa I.a. II. a diaľkovým káblom spol. Telekom, trafostanica na ulici J. Kraya a trafostanica na ulici Nižná brána.

Zo zariadení, ktoré predstavujú zvýšenú zraniteľnosť mesta sú plne v záplavovej zóne pre prietok Q100 a Q1000 ZŠ na ulici Nižná brána a MŠ na Severnej ulici. Záplavová zóna Q1000 sa dotýka aj ZŠ na Hradnom námestí a zdravotného strediska na Hradskej ceste. Nemocnica s poliklinikou Dr. Alexandra má v záplavovej zóne rieky Poprad Q100 záhrady, pri Q1000 aj niektoré časti budov.

Väčšina oblastí, ktoré majú územie najviac zastavané **vodonepriepustnými plochami**, sa zároveň nachádzajú v inundačnej zóne. Päť z desiatich štvorcov najviac zastavaných nepriepustnými plochami, ktoré sa nachádzajú v centrálnej, ale i južnej a východnej časti, má väčšinu územia v záplavovej zóne pre Q100 a Q1000. Vo veci povrchových záplav doposiaľ zaznamenalo mesto Kežmarok ich menší výskyt, dochádzalo k nim na uliciach Komenského, Ľubickej a Pod lesom.

Dve oblasti s najnižšou rozlohou **vegetácie** sú lokalizované v severovýchodnej, priemyselnej oblasti mesta, pričom veľká časť ich územia sa nachádza v záplavovej zóne. Ďalšie dve územia s najnižším výskytom zelene sa vyskytujú v centrálnej časti mesta, pričom jedna z nich sa taktiež nachádza v záplavovej zóne. V miere nízkeho zastúpenia zelene nasledujú oblasti v priemyselných častiach na severe a západe a centrálne časti mesta. Oblasti, kde sa stretáva zvýšený podiel nepriepustných plôch s inundačnou zónou nájdeme predovšetkým v štvorcach H a I, ktoré ležia v záplavovej zóne, pričom majú podiel zelene s infiltráčnou a vodozadržnou funkciou len v rozsahu 5 – 20%.

V katastri mesta Kežmarok sa nachádza významná (vyše 500 ha) rozloha **lesov**, z ktorej takmer 85% tvoria lesy hospodárske s prevahou najhospodárnejšej ale aj najviac kalamitnej dreviny – smreka. Výmera lesa sa v okrese Kežmarok zásadne nemenila, významné zmeny v pomere zalesnených a nezalesnených plôch vznikajú pre veterné a hmyzové kalamity, ktoré v posledných rokoch postihujú túto oblasť a tým dochádzalo k zmenám parametrov lesa. Došlo k výraznému úbytku dospelých a dospievajúcich porastov a následne tieto plochy nie sú schopné zadržať väčšie množstvo zrážok a tie následne odtekajú aj do zastavaných oblastí mesta Kežmarok. Pri spracovaní drevnej hmoty po kalamitách navyše vzniká v lesoch erózia, ktorá zvyšuje odtokové pomery v danej oblasti. Miernym pozitívom je, že v súčasnej dobe sa pri zalesňovaní prechádza z monokultúr (prevažne smreka) na druhovo a vekovo rôznorodejšie porasty, ktoré sú odolnejšie voči kalamitám a vhodné z hľadiska ich vodozadržnej kapacity. V rámci odstraňovania kalamít dochádzalo na niektorých miestach k zásahom podobným ako pri holorubnom hospodárení, čo prispelo k zhoršeniu odtokových pomerov v predmetnej oblasti. **Niva**, ktorá má slúžiť na bezpečné rozlievanie toku je nefunkčná. **Zastúpenia ekosystémových prvkov** v krajine (napr. remízok), je na ústupe pre dotácie poskytované na vykosené plochy.

Aktuálne **zosuvy pôdy** sú zaznamenané v lokalite „Malý jareček“ s pasienkami a na 10 miestach v menšom rozsahu. Územia náchylné na zosuvy sa nachádzajú vo východnej okrajovej časti mesta, pričom zasahujú aj do zastavaných častí, v menšej miere aj v južnej časti, kde nezasahujú do vybudovaného prostredia.

Eróziou pôdy boli v posledných rokoch postihnuté počas intenzívnych zrážok len v menšom rozsahu ulice Kukučínova a Štúrova.

Faktory adaptívnej kapacity

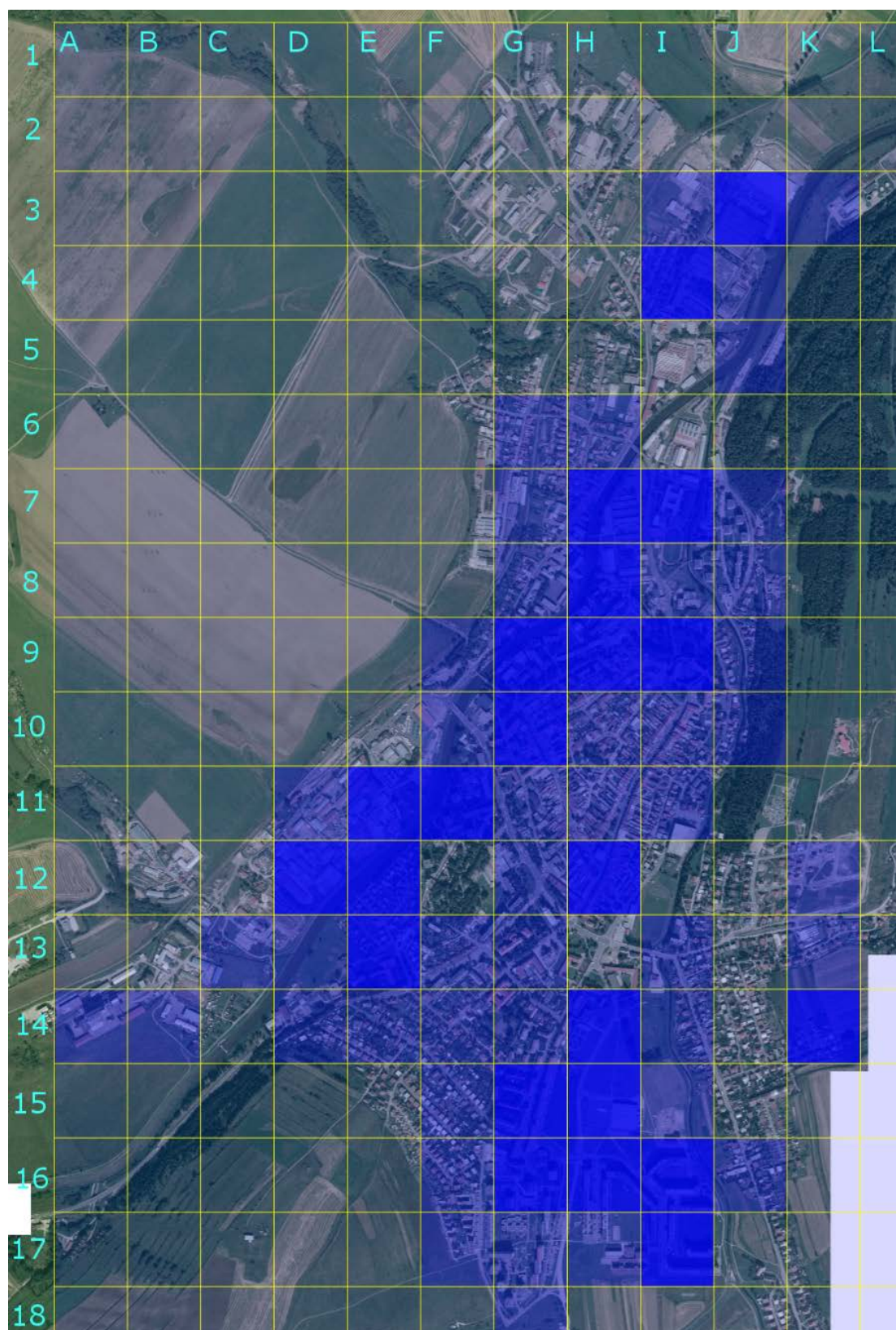
Mestský úrad v Kežmarku je z hľadiska **ľudských kapacít pre záchranné práce a mobilných protizáplavových bariér** pripravený dostatočne, čo je s výnimkou mostov relatívne účinná protipovodňová bariéra. K 1100 kusom vriec dokáže zaobstarať približne do hodiny vrecia v potrebnom počte. Pre záchranné práce je k dispozícii 156 osôb a 63 mechanizmov.

Mesto Kežmarok má v rámci **socioekonomického faktora** nízku ekonomickú adaptívnu kapacitu tak na úrovni samosprávy ako aj na úrovni veľkej časti obyvateľov. Je poznačené vysokou mierou nezamestnanosti, takmer trojnásobne vyššou v porovnaní s celoslovenským priemerom. V oblasti podnikateľského prostredia bol zaznamenaný pokles počtu podnikateľských subjektov v posledných piatich rokoch o 10,71 %, čo bolo dané poklesom počtu fyzických osôb - podnikateľov, na druhej strane počet právnických osôb podnikateľov v sledovanom období narástol. Finančné kapacity samosprávy mesta Kežmarok pre vysporiadanie sa s následkami dopadov intenzívnych zrážok sú minimálne.

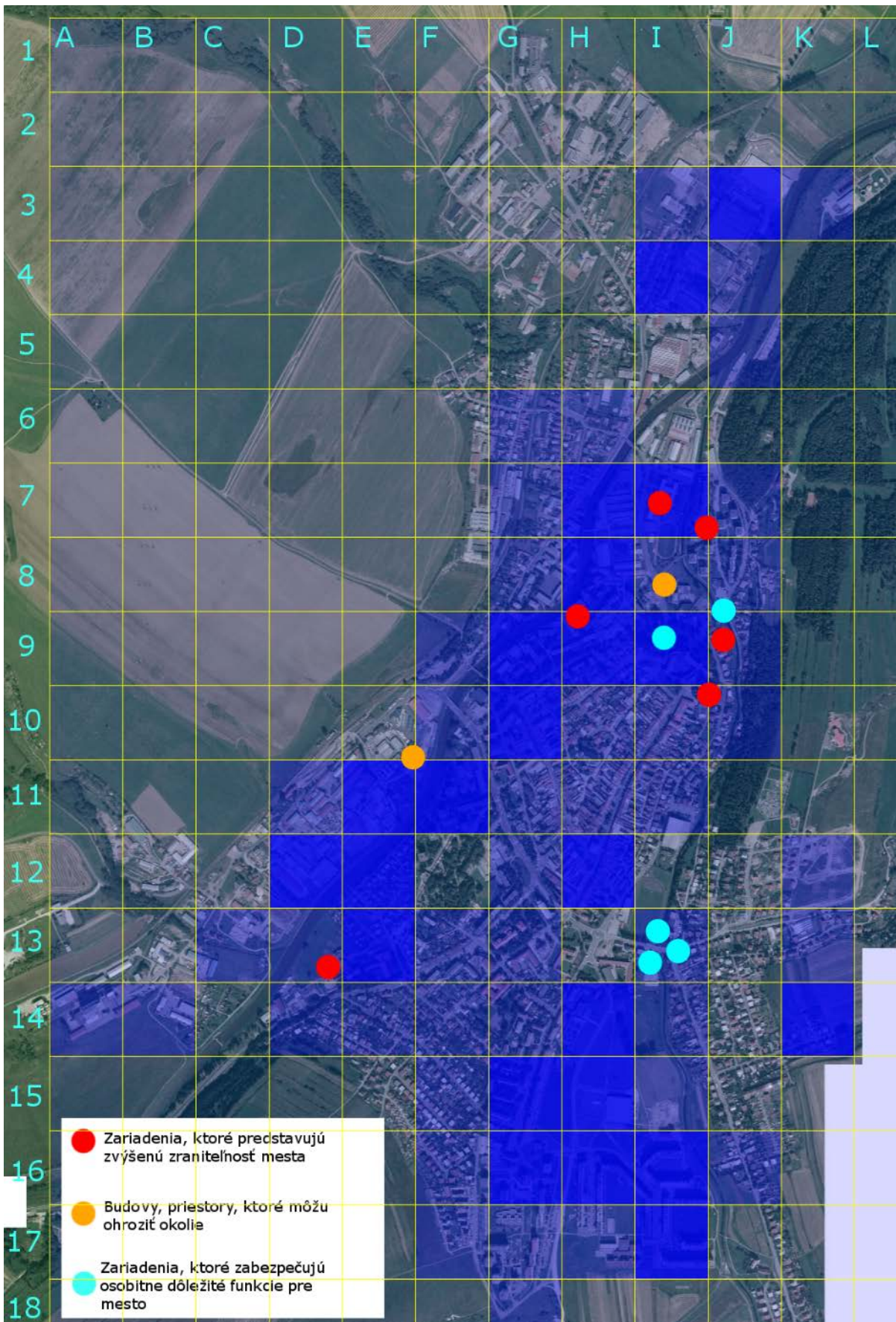
Systém varovania obyvateľstva pred povodňou a informačné aktivity s tým spojené sú na uspokojivej úrovni, po plánovanom dobudovaní siete sirén sa situácia ešte zlepší. Spolu s koordináciou zložiek podieľajúcich sa na týchto činnostiach, ich pripravenosťou z hľadiska jasnej delby úloh a kompetencií tvoria dobrý systém včasného varovania a informovania občanov mesta v prípade ohrozenia záplavami.

Pripravenosť zložiek zodpovedných za **záchranné práce** počas ohrozenia povodňou zodpovedá legislatíve a možno ju hodnotiť pozitívne.

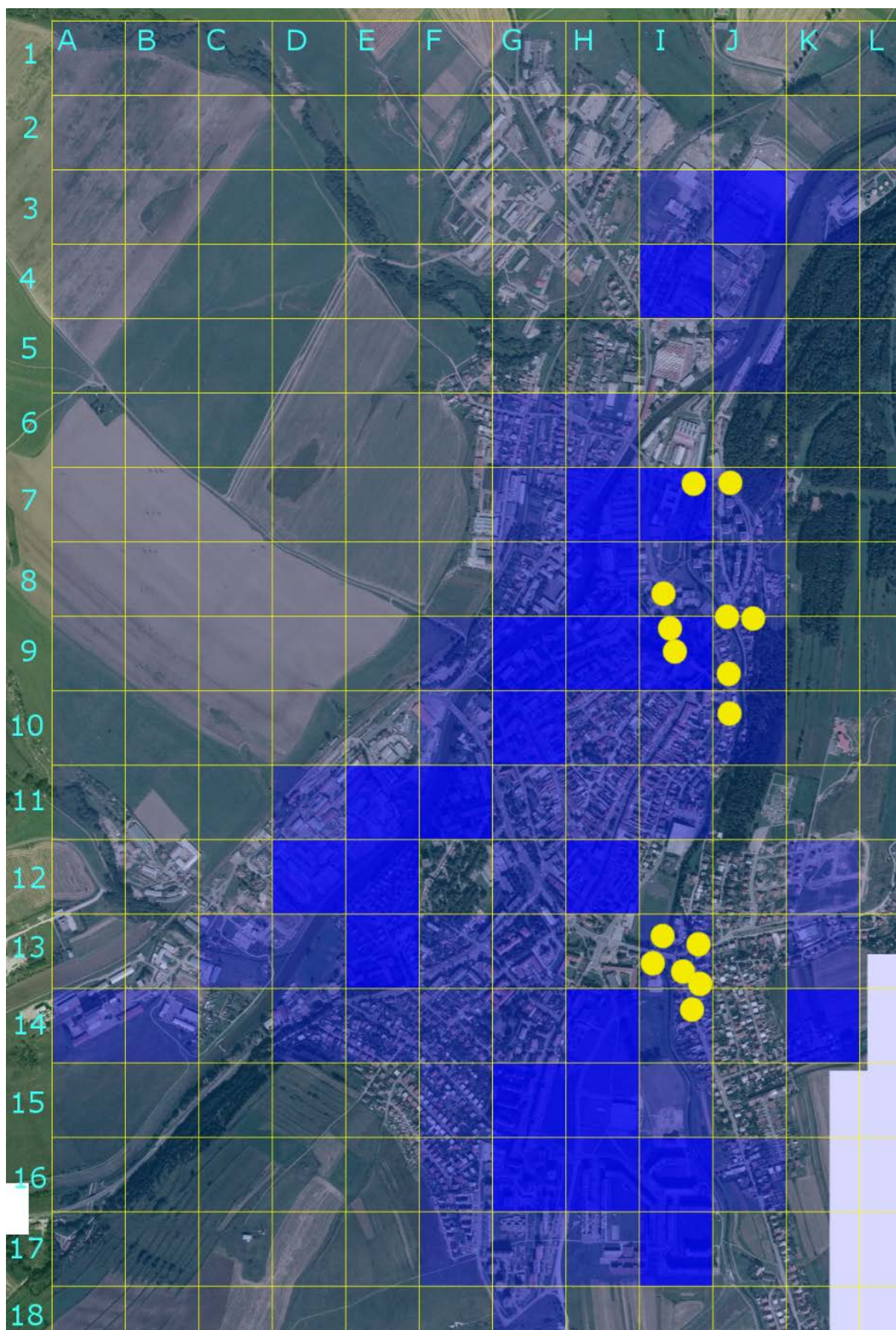
4.6.2 Súhrnné grafické a tabuľkové znázornenie hodnotenia citlivosti



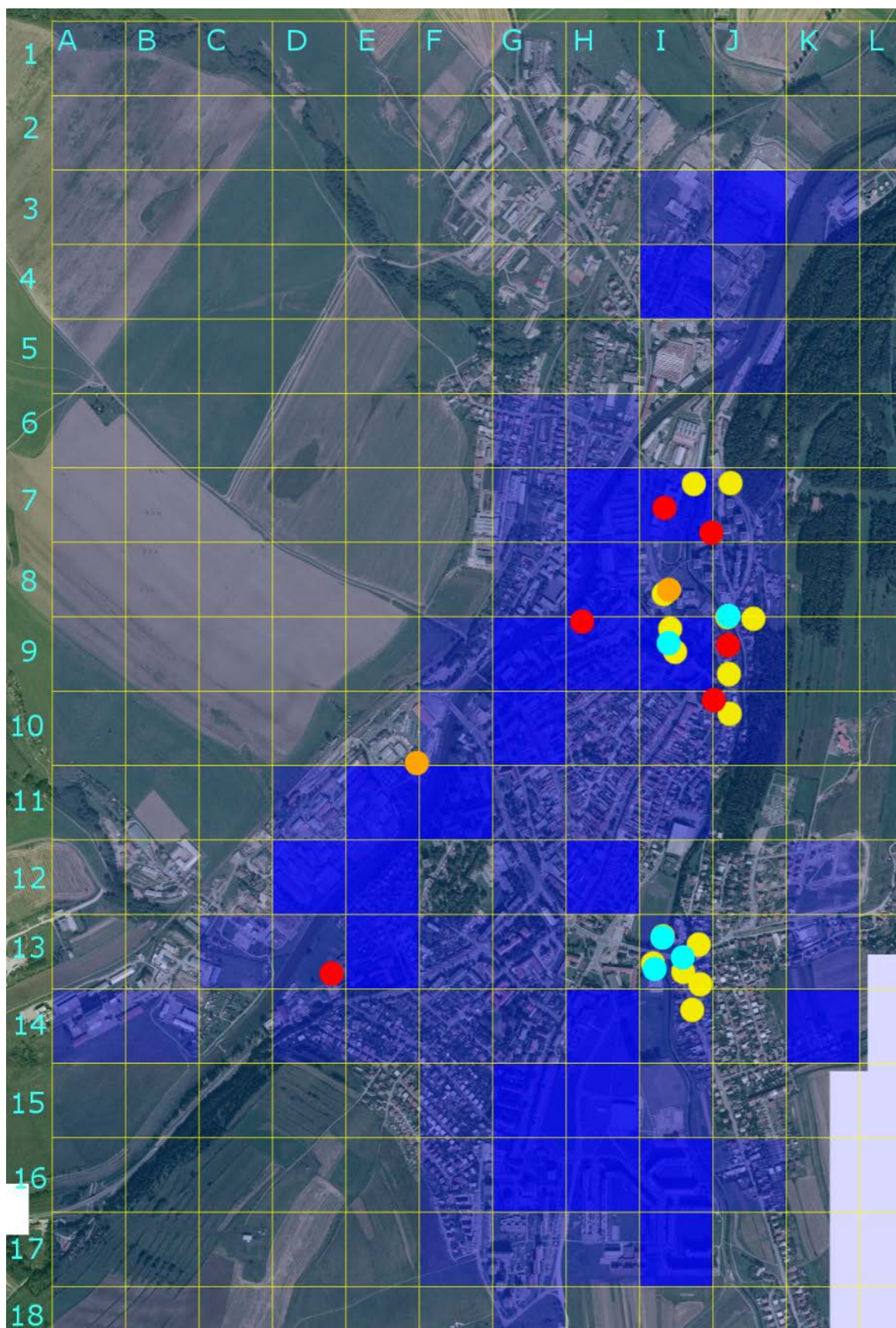
Obr. 43: Citlivosť územia mesta Kežmarok na intenzívne zrážky v rámci šiestich kvantitatívne hodnotených faktorov v meste Kežmarok – čím tmavšie farba štvorca, tým vyššia citlivosť.



Obr. 44: Citlivosť územia mesta Kežmarok na intenzívne zrážky v rámci šiestich kvantitatívne hodnotených faktorov v Kežmarku s vyznačenými rizikovými budovami – čím tmavšie farba štvorca, tým vyššia citlivosť.



Obr. 45: Citlivosť územia mesta Kežmarok na intenzívne zrážky v rámci kvantitatívne hodnotených faktorov v Kežmarku s vyznačenou rizikovou infraštruktúrou – čím tmavšie farba štvorca, tým vyššia citlivosť.



Obr. 46: Citlivosť územia mesta Kežmarok na intenzívne zrážky v rámci kvantitatívne hodnotených faktorov v Kežmarku s vyznačenou rizikovou infraštruktúrou a rizikovými budovami – čím tmavšie farba štvorca, tým vyššia citlivosť.

5 Adaptačný plán mesta Kežmarok na rast častosti intenzívnych zrážok

Stratégia adaptácie mesta Kežmarok je odpoveďou na zmenu klímy prejavujúcu sa na jej území, zameriavajúca sa na najzávažnejší dopad - zvyšovanie častosti intenzívnych zrážok. Vyjadruje ako a prostredníctvom čoho chce mesto Kežmarok dosiahnuť v najbližších rokoch stanovené ciele v danej oblasti. Špecifické ciele napĺňa stratégia prostredníctvom deviatich programov, v rámci ktorých sa stanovujú opatrenia a ich územných priemet, aktivity a akčný plán.

Cieľom stratégie je znížiť zraniteľnosť mesta Kežmarok na zvyšovanie častosti intenzívnych zrážok.

Špecifické ciele:

- A) Znížiť citlivosť obyvateľov a územia.**
- B) Zvýšiť adaptívnu kapacitu obyvateľov.**

5.1 Programy pre zníženie citlivosti

5.1.1 Program hydrotechnických opatrení

Opatrenia:

- Zvýšenie retenčnej kapacity územia – výstavba poldrov.
- Zvýšenie odtoku prostredníctvom hydrotechnických opatrení – prebudovanie mostných otvorov pre zlepšenie ich prietočnosti.
- Zlepšenie podmienok pre plynulosť odtoku z mesta aj pre prípady intenzívnych zrážok:
 - pravidelnou údržbu tokov (kosenie trávnych porastov, odstraňovanie náletových drevín, omladzovanie vegetačného opevnenia), v prietokovom profile zabezpečiť ošetrovanie podľa platnej legislatívy - odstraňované budú len dreviny prekážajúce plynulému odtoku v prietočnom profile, aby brehové porasty plnili svoje funkcie;
 - zabezpečiť pravidelné odstraňovanie nánosov z korýt vodných tokov.
- Zvýšenie kapacity prietoku kanalizačnej sústavy a zlepšenie jej manažmentu.
- Optimálnym opevnením svahov koryta toku vrátenie do pôvodného stavu úseky vodných tokov, ktorých brehové štruktúry boli narušené.
- Budovanie zasakovacích a odvodňovacích rigolov v zastavanom území mesta.

Aktivity a ich územný priemet:

- a) Úpravy vodných tokov, ochranné hrádze a protipovodňové línie** sú v jednotlivých oblastiach navrhnuté nasledovne:
Vodný tok Poprad v Kežmarku, rkm 95,700 – 102,700
V meste Kežmarok na vodnom toku Poprad sa na zníženie povodňového rizika navrhuje:
 - rekonštrukcia úpravy, zvýšenie prietokovej kapacity na Q_{100} vybudovaním ochranných hrádzí resp. oporných múrov výšky 0,5 m v rkm 99,300 – 102,500,

- prestavba lávok v rkm 100,60; 101,10; 101,802.

Vodný tok Ľubica v Kežmarku, rkm 0,000 – 2,200

V meste Kežmarok na vodnom toku Ľubica sa na zníženie povodňového rizika navrhuje:

- oprava a údržba existujúcej úpravy v rkm 0,000-2,200.

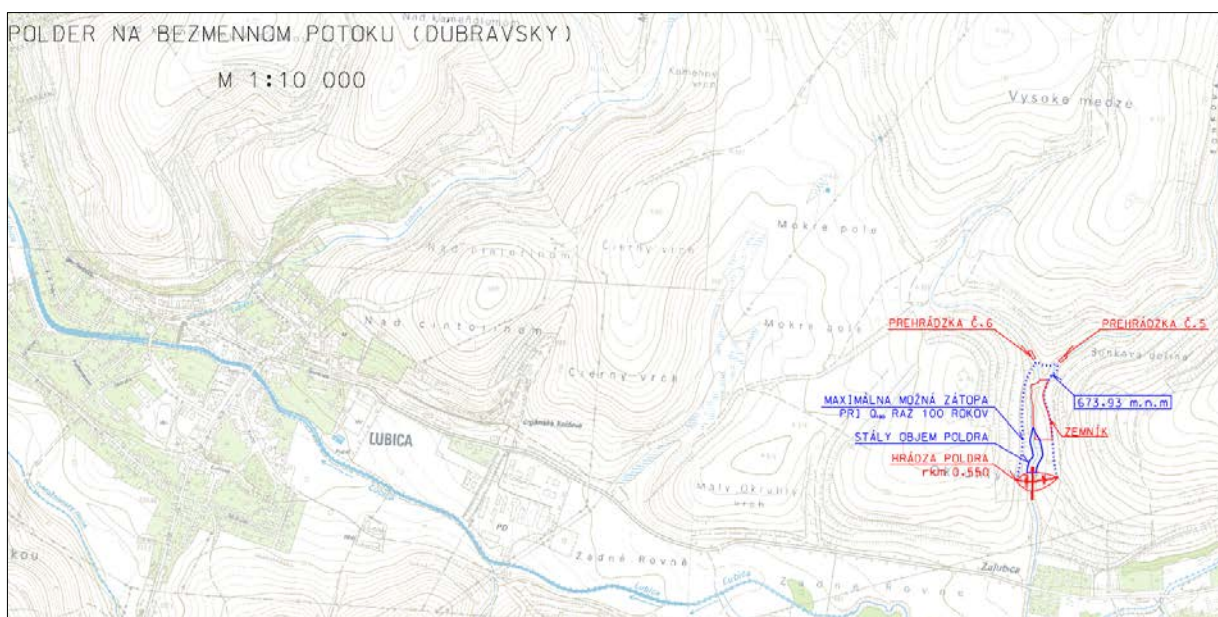
b) Výstavba poldrov

Slovenský vodohospodársky podnik š.p. zabezpečí **výstavbu štyroch poldrov z celkovou retenčnou kapacitou 6 169 054 m³**:

- **polder na Tvarožnianskom potoku** s objemom 1 467 833 m³ a prehrádzkou nad poldrom;
- **polder na potoku Ľubička** s objemom 223 194 m³ a prehrádzkou nad poldrom;
- **polder na Dúbravskom potoku** s objemom 156 027 m³ a sústavou dvoch prehrádzok nad poldrom;
- **polder na potoku Ľubica** s objemom 4 322 000 mil. m³

Polder na Dúbravskom potoku

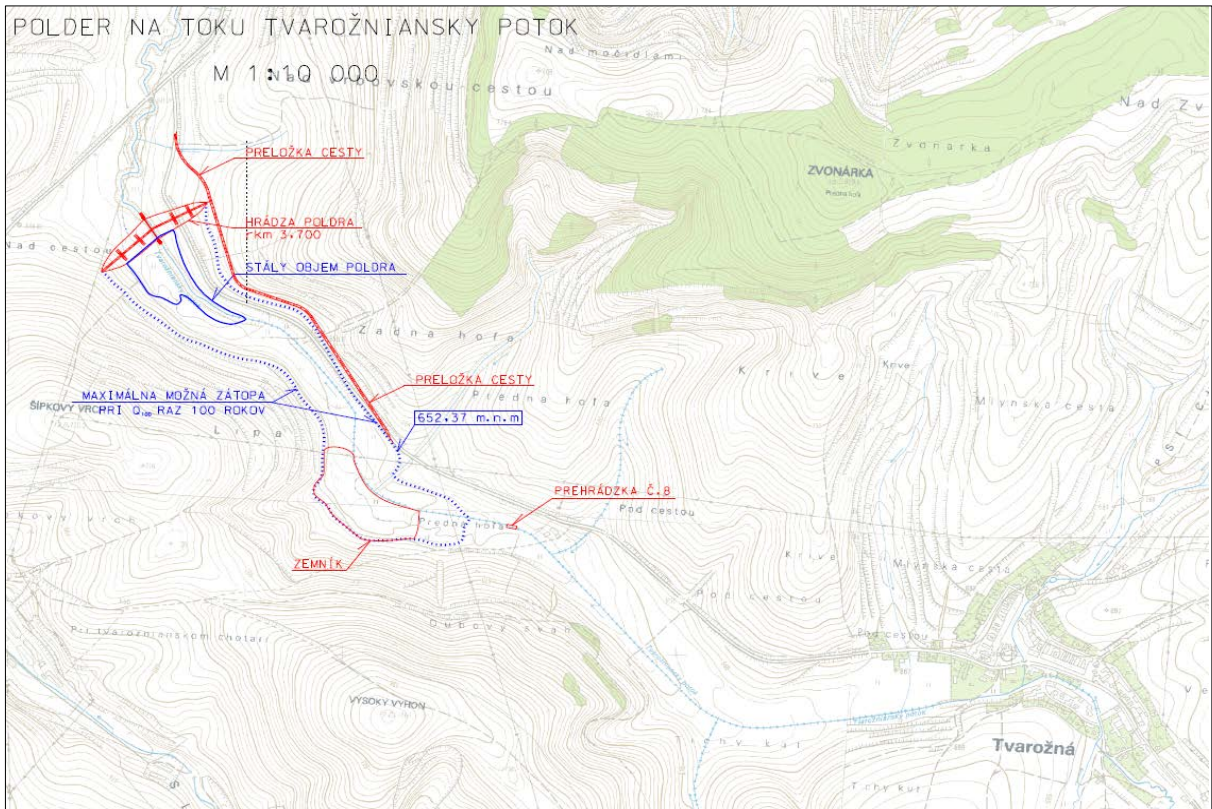
Suchá nádrž - polder na Dúbravskom potoku je plánovaný v riečnom kilometri 0,55 spolu so sústavou dvoch objektov protipovodňovej ochrany (prehrádzok) nad poldrom. Funkciou prehrádzok je zníženie pozdĺžneho sklonu koryta tokov a zachytávanie splavenín, ktoré by mohli zaniest' polder a zmenšiť jeho objem. Hrádza poldra zachytí celú povodňovú vlnu pri kulminácii Q₁₀₀. Hrádze bude konštruovaná ako zemná z miestnych materiálov. Hlavné parametre: objem poldra 156 027,00 m³, plocha poldra raz za 100 rokov 3,33 ha.



Obr. 47: Náčrt poldra na Dúbravskom potoku, SVP š.p. Košice, marec 2015

Polder na Tvarožnianskom potoku

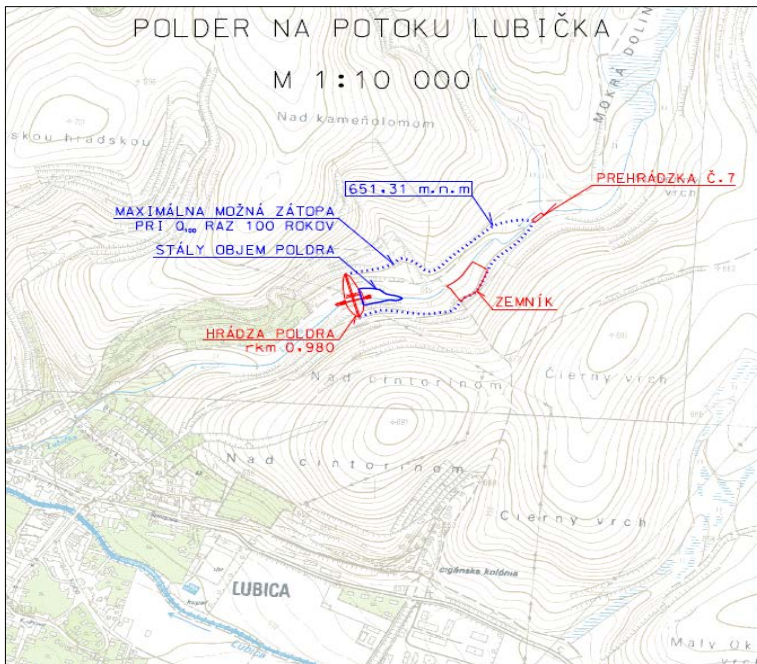
Polder na Tvarožnianskom potoku je plánovaný v riečnom kilometri 3,700 spolu s prehrádzkou nad poldrom. Hrádza poldra zachytí celú povodňovú vlnu Q₁₀₀. Hrádze bude konštruovaná ako zemná z miestnych materiálov. Hlavné parametre: objem poldra 1 467 833 m³, plocha poldra raz za 100 rokov 31,56 ha.



Obr. 48: Náčrt poldra na Tvarožňanskom potoku, SVP š.p. Košice, marec 2015

Polder na potoku Ľubička

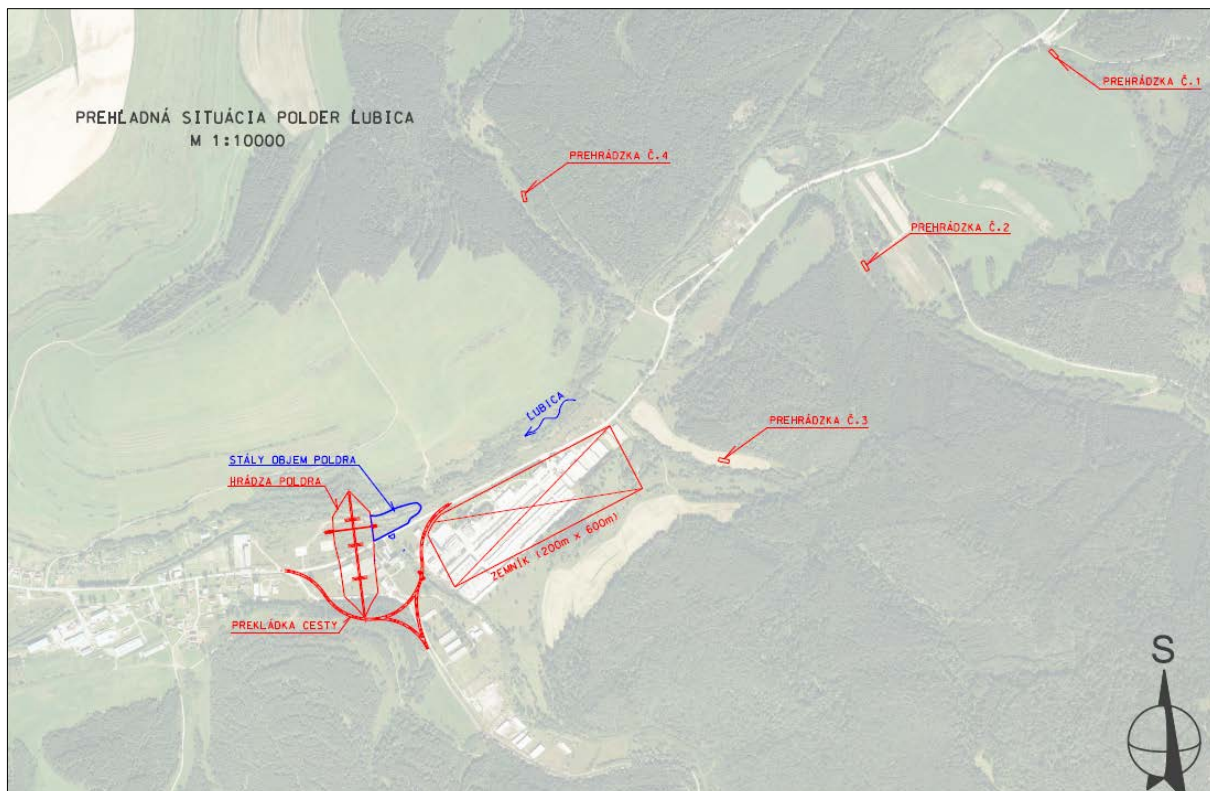
Polder na potoku Ľubička je plánovaný v rkm 0,980 spolu s prehrádzkou nad poldrom. Hrádza poldra zachytí celú povodňovú vlnu Q_{100} . Hrádze bude konštruovaná ako zemná z miestnych materiálov. Parametre: objem poldra 223 194 m³, plocha poldra raz za 100 rokov 6,74 ha.



Obr. 49: Náčrt poldra na potoku Ľubička, SVP š.p. Košice, marec 2015

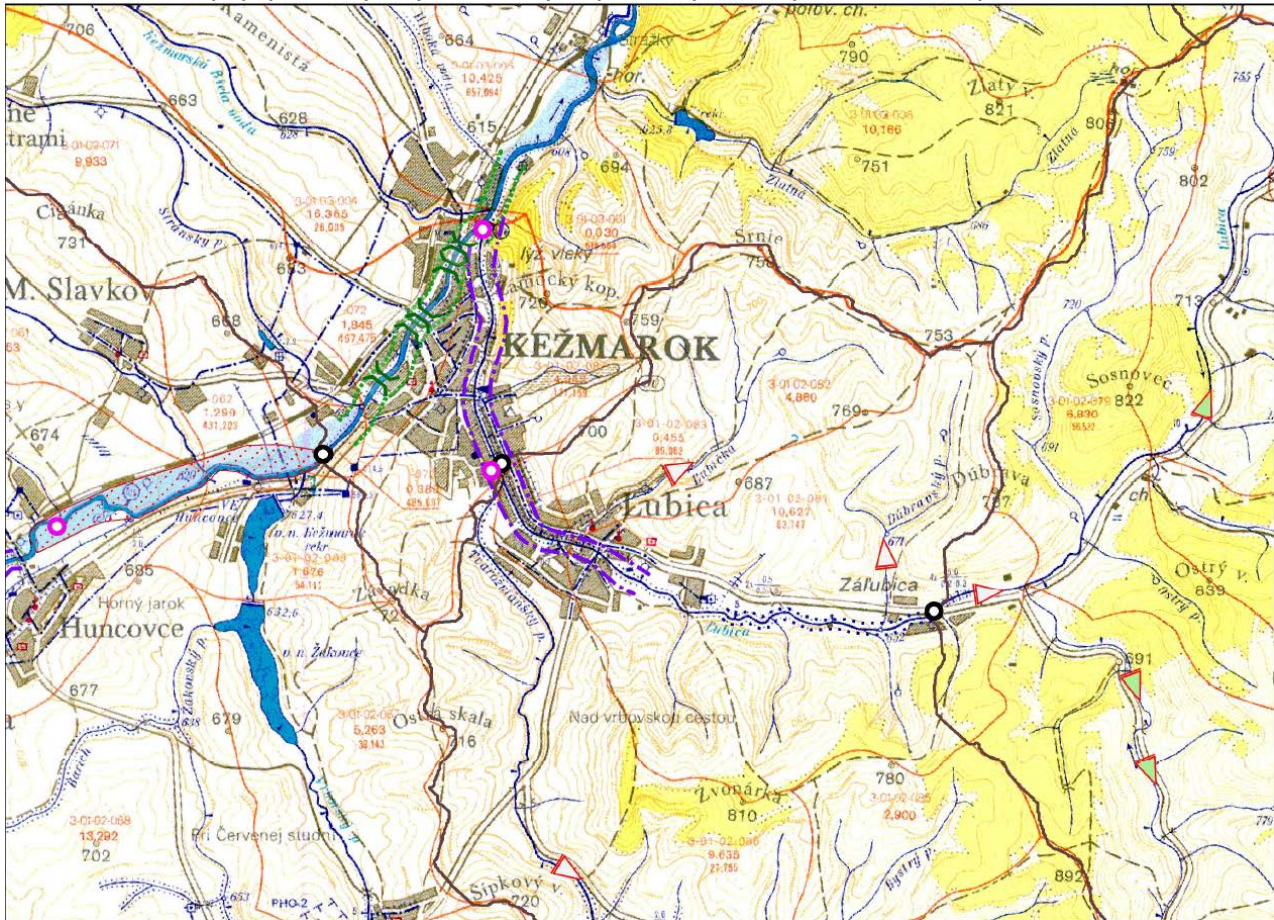
Polder na potoku Ľubica

Polder na potoku Ľubica je navrhnutý v riečnom kilometri 7,500 , pričom hrádzu má navrhnutú v profile pod sútokom potokov Ľubica a Ruskinovský. Navrhované objekty protipovodňovej ochrany spočívajú vo vybudovaní suchej nádrže – poldra vrátane sústavy sedimentačných nádrží nad poldrom. Hrádza poldra zachytí celú povodňovú vlnu pri kulminácii Q_{100} . Štyri prehrádzky na prítokoch Ľubice a na Ruskinovskom potoku sú navrhnuté za účelom zachytávania sedimentov. Zachytávaním sedimentov sa zabezpečí nemenný transformačný objem poldra. Prehrádzky sa navrhujú vybudovať z kamenných gabiónov. Hrádze bude konštruovaná ako zemná z miestnych materiálov. Hlavné parametre: objem poldra 4,322 mil. m^3 , plocha poldra raz za 100 rokov 56,5 ha.



Obr. 50: Náčrt poldra Ľubica, SVP š.p. Košice, marec 2015

Obr. 51: Súhrnná mapa pripravovaných hydrotechnických opatrení – poldrov a prehrádzok, SVP š.p., marec 2015



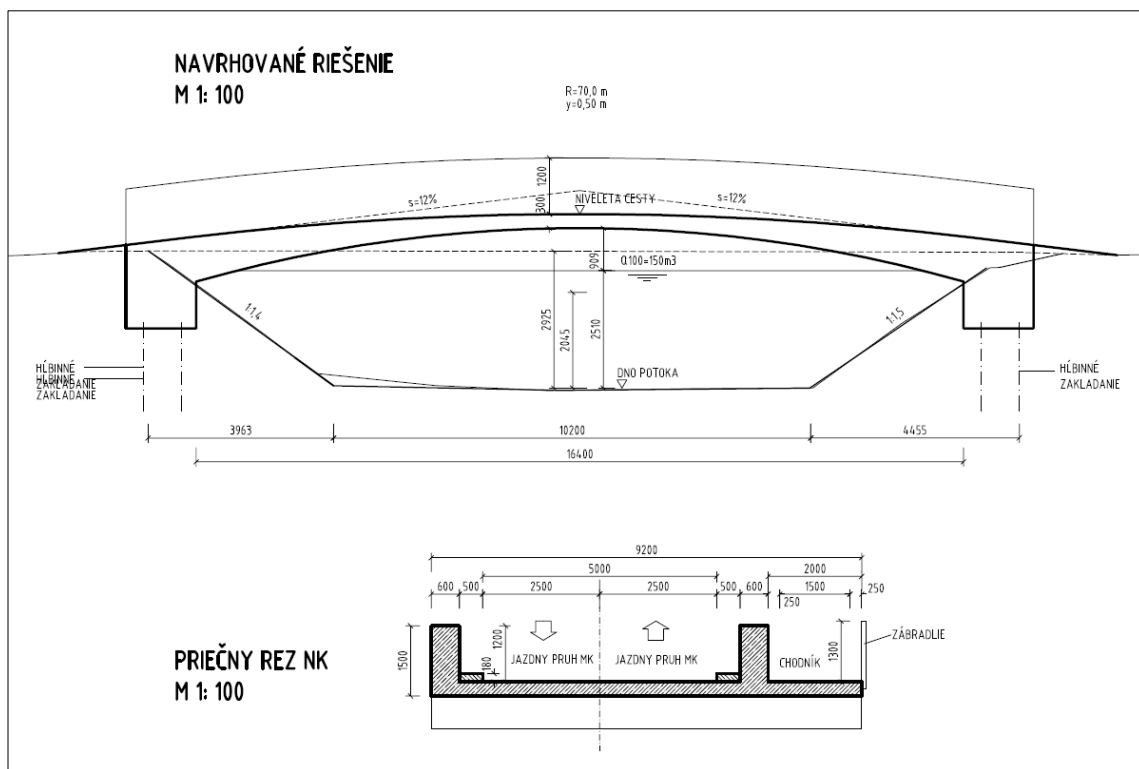
LEGENDA

- geografická oblasť - začiatok úseku toku
- geografická oblasť - koniec úseku toku
- ◁ polder SVP, š. p. - navrhovaný
- ▷ polder VLM, š. p. - navrhovaný
- ⌋ most - rekonštrukcia navrhovaná
- ⋯ úprava toku - vybudovaná
- ⋯ úprava toku - rekonštrukcia navrhovaná
- ⋯ oprava a údržba brehov a koryta toku - navrhovaná
- územie na prirodzenú transformáciu povodňovej vlny - existujúce
- územie na prirodzenú transformáciu povodňovej vlny - navrhované
- územie určené na realizáciu opatrení v lesoch a na poľnohospodárskej pôde

c) **Prebudovať mostné objekty s nedostatočnou kapacitou v rkm 100,40; 101,20:**

- Prebudovať mostný objekt preklenujúci potok Ľubica, spájajúci ulice Pod lesom a Hradskú cestu (v súčasnosti s kapacitou prietoku Q20), ktorý je vo vlastníctve mesta Kežmarok na prietok Q100 aj s rezervou: Odstrániť jestvujúci most a opory s krídlami pre eliminovanie prekážok v koryte

potoka. Nový mostný objekt umožní prietok otvoreným korytom potoka. Založiť nový most na brehovej čiare potoka, aby neovplyvňoval prietok Q100 potoka Ľubica. Nosná konštrukcia mostu bude trámová s parapetmi nad vozovkou prepojenou oblúkovou konštrukciou a konzolov chodníka pre peších. Šírkové usporiadanie na moste umožní obojsmernú cestnú premávku, chodník bude mať šírku 2 m s napojením na jestvujúce úseky. Celková šírka nosnej konštrukcie bude 9,20 m, dĺžka nosnej konštrukcie 9,40 m. Niveleta je výškovo navrhnutá vo výškovom oblúku R=70,0 m so sklonmi +12,0 % a -12,0 %, plynulo napojená na úseky jestvujúcich ulíc pred a za mostom. Jestvujúce podzemné siete, umiestnené na moste a lávke pre peších budú preložené na nosnú konštrukciu, alebo pod potok Ľubica.



Obr. 52: Náčrt priečného rezu navrhovaného riešenia prebudovania mostného objektu medzi ulicou Pod lesom a Hradskou cestou. Zdroj: ISPO s.r.o. Prešov, Odborný posudok - Kežmarok, most na MK cez potok Ľubica.

- Vykonať všetky aktivity v právomociach a možnostiach Mestského úradu v Kežmarku aby sa dosiahlo skoré prebudovanie mostného objektu na ulici Jakuba Kraya, ktorý je v správe Prešovského samosprávneho kraja, najmenej na prietoknosť Q100.

d) Aktivity v oblasti verejnej kanalizácie

- Zvýšiť kapacity verejnej kanalizácie pre odvádzanie zrážkových vôd pri intenzívnych zrážkach. Vybudovať dažďovú kanalizáciu v lokalitách mesta s najkritickejším stavom v odvádzaní zrážkových vôd.
- Zabezpečiť pravidelnú údržbu, čistenie verejnej kanalizácie vrátane vpustí a rýchle odstraňovanie porúch.

5.1.2 Program adaptačných opatrení v extraviláne

Opatrenia:

- Zabezpečenie, udržiavanie a rozširovanie plochy prírody blízkyh lesov, respektíve prirodzených lesov.

- Diverzifikovanie štruktúry krajinnej pokrývky.
- Renaturácia a ochrana tokov a mokradí, revitalizácia riečnych nív.
- Budovanie a udržiavanie siete lesných ciest s účinnou protipovodňovou ochranou, osobitne po spracovaní drevnej hmoty pristúpiť aj k úprave lesných ciest a zväžnic.

Aktivity:

- Plánovať, manažovať a realizovať hospodárenie v lesoch v okolí mesta Kežmarok v rámci možností tak, aby sa zabezpečovali, udržiavali a rozširovali plochy prírody blízkyh lesov, resp. prirodzených lesov. Pri tvorbe Programu starostlivosti o les a pri jeho aplikácii v praxi:
 - o voliť pokiaľ možno miesta prirodzené, rôznorodé druhové zloženie sadbového materiálu s ohľadom aj na protipovodňovú funkciu, nie iba hospodársku,
 - o analyzovať a pokiaľ to bude možné prispieť k vyhláseniu nových ochranných lesov, alebo lesov osobitného určenia z dôvodu protipovodňových aktivít v exponovaných lokalitách.
- Po ťažbe v lesoch bezprostredne pristúpiť k úprave použitých ciest a zväžnic. Nepotrebné komunikácie vrátiť do pôvodného stavu, predovšetkým tie, ktoré sú vedené kolmo na vrstevnice a odtok vody je v týchto takzvaných „korytách“ veľmi rýchly bez možnosti vsakovania do pôdy. Na zostávajúcich zväžniciach vybudovať odrážky na spomalenie rýchlosti odtekajúcej vody a smerovať ich do okolitého terénu na plochy, ktoré sú schopné zrážkovú vodu absorbovať. Sklady použité na skladovanie vyťaženej drevnej hmoty vhodným spôsobom upraviť a zabrániť rýchlemu odtoku povrchových vôd z týchto plôch. Mestský úrad v spolupráci s ďalšími orgánmi verejnej správy vyvinie úsilie s cieľom pomôcť lesohospodárskym subjektom postihnutým kalamiťami pri financovaní úpravy lesných ciest a zväžnic s protipovodňovou funkciou.
- Zalesňovať v exponovaných terénoch a oblastiach, z ktorých zrážkové vody priamo ovplyvňujú prítok do záujmových tokov a mesta Kežmarok. Pri zalesňovaní používať obalované sadenice a sadenice vyššieho vraztu. Predmetné holiny zalesniť ihneď po ich vzniku, pokiaľ je to možné hneď v prvom roku. V predmetných porastoch urýchľovať ich zdravý vývoj a stabilitu výchovnými zásahmi voči kalamiťným činiteľom.
- Neodlesňovať nelesné plochy za účelom získania dotácie na poľnohospodársku pôdu, ale tieto plochy prehlásiť za lesný pôdny fond a začať na nich hospodáriť v súlade s vypracovaným programom starostlivosti o les tak, aby sa naplňali aj ciele protipovodňovej ochrany.

5.1.3 Program zelenej a modrej infraštruktúry v intraviláne

Opatrenia:

- Znižovanie rozlohy nepriepustných prízemných povrchov a vytváranie nových priepustných plôch.
- Zvyšovanie podielu zelených plôch – vegetácie pre zadržiavanie a infiltráciu dažďových vôd v sídlach.
- Zachytávanie dažďových vôd (zaústenie zvodov zo striech a terás do zberných nádob, rigolov s odvedením zachytenej vody do vsaku, zberných jazierok, dažďových záhrad, poldrov).

Aktivity a ich územný priemet:

- Predmetné opatrenia realizovať v zastavanom území mesta Kežmarok, prioritne v územiach s najvyššou mierou vodonepriepustných prízemných plôch, na ktorých sa koncentruje väčší počet obyvateľov:
 - o I9 – znížiť rozlohu vodonepriepustných plôch aplikáciou plôch umožňujúcich dobrú infiltráciu zrážkových vôd na parkovisku lokalizovanom na Hradnom námestí.
 - o I16 – znížiť rozlohu vodonepriepustných plôch aplikáciou plôch umožňujúcich dobrú infiltráciu zrážkových vôd na parkovisku lokalizovanom uprostred panelovej zástavby a na parkoviskách, ktoré ju lemujú z vonkajšej časti.

- G15 – vykonať zo strany MsÚ Kežmarok aktivity v rámci právomocí a možností pre zabezpečenie zníženia rozlohy vodonepriepustných plôch aplikáciou plôch umožňujúcich dobrú infiltráciu alebo zadržanie zrážkových vôd v rámci OC Kaufland a jeho parkoviska.
- H15 - vykonať zo strany MsÚ Kežmarok aktivity v rámci právomocí a možností pre zabezpečenie zníženia rozlohy vodonepriepustných plôch aplikáciou plôch umožňujúcich dobrú infiltráciu, alebo zadržanie zrážkových vôd v rámci OC Tesco a jeho parkoviska.

5.1.4 Program v oblasti dopravy

Opatrenia:

- Zlepšenie odvodňovania dopravnej infraštruktúry.
- Zvýšenie infiltračnej kapacity parkovacích miest.

Aktivity a ich územný priemet:

- Realizovať opatrenia pre zlepšenie odvodňovania dopravnej infraštruktúry v lokalitách so zaznamenanými problémami s povrchovými záplavami - na Komenského ulici, Ľubickej ulici a ulici Pod lesom.

5.1.5 Program pre elimináciu zosuvov pôdy a vodnej erózie

Opatrenia:

- Výsadba a ochrana brehových porastov na území mesta, obce a najmä v ich okolí.
- Trvalé zabezpečenie hradenia bystrín a ich údržby.

5.2 Opatrenia pre zvýšenie adaptívnej kapacity

5.2.1 Program pre rozvoj správnych vzorcov správania sa počas intenzívnych zrážok

Opatrenia:

- Informačné aktivity pre občanov mesta Kežmarok o správnych vzorcoch správania sa pred a počas záplav.

Aktivity:

- Pred a počas výskytu intenzívnych zrážok vedúcich k záplavám sa budú realizovať nasledovné informačné aktivity:
 - Na svojej internetovej stránke,
 - vo svojich spravodajských novinách bude Mestský Úrad Kežmarok informovať o správnych vzorcoch správania sa počas pred a záplav.
- V čase výskytu pred a počas záplav sa na:
 - informačných tabuliach
 - nástenkách školských zariadení a v priestoroch Mestského úradu Kežmarok umiestnia informácie včasného varovania pred záplavami, so stručnými informujúcimi o správnych vzorcoch správania sa.
- Koordinovať informačné aktivity počas záplav s ďalšími zložkami verejnej správy.
- Pravidelne budovať kapacity výkonných a volených predstaviteľov Mesta Kežmarok v oblasti adaptácie sa na dopady zmeny klímy, so zameraním na plánovanie a rozhodovanie.

5.2.2 Program stimulácie obyvateľov

Opatrenia:

- Poradenstvo a konzultácie pre občanov a podnikateľské subjekty

Aktivity:

- Bezplatné poradenstvo pre obyvateľov mesta Kežmarok v témach:
 - možnosti zmierňovania dopadov intenzívnych zrážok v exteriéry aj interiéry v rámci využívania technickej, zelenej a modrej infraštruktúry, so zameraním na vodozádržné a infiltračné opatrenia.
 - správne vzorce správania sa počas záplav.
 - získavanie externých zdrojov pre projekty, aktivity, zámery, ktoré majú prínos aj pre adaptáciu sa na dopady intenzívnych zrážok.
- V prípade zlepšenia finančných možností samosprávy mesta Kežmarok zvážiť zavedenie grantového programu, ktorý bude podporovať realizáciu adaptačných opatrení na neverejných pozemkoch a budovách. Základnou podmienkou poskytnutia podpory musí byť súlad s touto stratégiou a realizácia takého opatrenia, ktoré prináša významný verejný prospech z hľadiska zmierňovania dopadov intenzívnych zrážok.

5.2.3 Program pre rizikové budovy

Opatrenia:

- Aplikovanie vegetačných striech.

- Aplikovanie vertikálne zelene na fasády budov a iných stavebných objektov.
- Aplikovanie technických vodozadržných prvkov na budovách a pozemkoch.
- Rozvoj infiltračnej kapacity na pozemkoch v katastri mesta Kežmarok.

Aktivity:

- Mestský úrad v Kežmarku bude v prípade posudzovania nových stavebných zámerov a rozsiahlejších rekonštrukcií doporučovať aplikáciu vegetačných striech a vertikálne zelene na fasády, pokiaľ to bude možné z hľadiska ostatných kritérií.
- Mestský úrad v Kežmarku zapracuje do záväzných regulatívov výstavby v rámci Územného plánu mesta Kežmarok aplikácia technických vodozadržných prvkov na budovách, pozemkoch a opatrenia pre rozvoj infiltračnej kapacity.

5.2.4 Program správneho rozhodovania

Opatrenie:

- Zmena plánovacieho a rozhodovacieho procesu samosprávy mesta Kežmarok tak, aby zohľadňoval a zmierňoval dopady zmeny klímy na jej územie a obyvateľov prostredníctvom využívania všetkých kompetencií, možností a prostredníctvom nastavenia interných nástrojov a využívania externých nástrojov a zdrojov.

Aktivity:

- Začleniť ciele a opatrenia tejto stratégie do strategických dokumentov:
 - o Programu hospodárskeho a sociálneho rozvoja mesta Kežmarok
 - o Návrhy regulatívov pre úpravy verejných plôch do územného plánu mesta Kežmarok tak, aby sa podporila realizácia cieľov a opatrení tejto stratégie.
- Pri povoľovaní, vyjadrovaní sa a pripomienkovaní návrhov zmien využívania územia, projektov, aktivít, zámerov, strategických a legislatívnych dokumentov zohľadňovať a zmierňovať dopady zmeny klímy na jej územie a obyvateľov a v maximálnej možnej miere napĺňať ciele a opatrenia tejto stratégie.
- Vyžadovať pri každej projektovej dokumentácii, aby už od štádia štúdie zohľadňovala aj aspekt zmierňovania dopadov rastu častosti intenzívnych zrážok a súvisiacich rizík záplav, zosuvov a erózie pôdy.
- Pri plánovaní adaptačných aktivít využívať prioritne jestvujúce prírodné prvky.
- Samospráva mesta Kežmarok bude presadzovať, aby sa počet a kapacita vodozadržných a infiltračných prvkov v katastri mesta ďalej nezmenšovala a pokiaľ to bude možné, ďalšími rozhodnutiami podporila rast ich kapacity.
- Systematická spolupráca s vysokými školami na príprave odborných podkladov pre adaptáciu na dopady zmeny klímy tak, aby sa podporila realizácia cieľov a opatrení uvedených v tejto stratégii, predovšetkým zadávaním tém pre diplomantov.

5.3 Modelový príklad k programu opatrení 5.1.3 zameraného na zelenú a modrú infraštruktúru v intraviláne

(príloha k adaptačnému plánu)

Za účelom priblíženia potenciálneho prínosu niektorých menej známych opatrení adaptácie na zmenu klímy v intraviláne mesta uvádzame nižšie modelové výpočty účinnosti zachytávania či infiltrácie zrážkovej vody vďaka implementácii dvoch opatrení zelenej a modrej infraštruktúry. Predmetné opatrenia sú vhodné pre retenciu a infiltráciu zrážkových vôd v zastavanom území mesta ako opatrenia hlavne voči povrchovým záplavám a pre odľahčenie kanalizácie, ktorá je v Kežmarku doposiaľ dimenzovaná len na priemerné zrážky. Predmetné príklady poskytujú konkrétnejší, kvantitatívne vyjadrení obraz o účinnosti predmetných adaptačných opatrení v zmiernovaní negatívnych dopadov intenzívnych zrážok. V modelových výpočtoch sú konzervatívne použité spomedzi skupiny opatrení menej účinné, lacnejšie varianty (napríklad extenzívna lacná 10 cm vegetačná strecha, pričom k dispozícii sú aj intenzívne vegetačné strechy s rádovo väčšou retenčnou kapacitou). Konkrétne lokality sú zvolené vzhľadom na aktivity v adaptačnom pláne, tieto opatrenia je však možné implementovať aj na iné lokality, budovy v meste, v závislosti od potrieb mesta. Nižšie uvedené modelové výpočty kalkulujú s intenzívnou zrážkou - 60 mm/hod., t.j. 6 cm zrážok/m² = 60 l/m².

5.3.1 Modelová lokalita: obchodný dom Tesco na Tvarožnianskej 9.

Pre účely výpočtu predpokladáme spevnené povrchy:

- Parkovisko pred OD Tesco: 5 000 m²
- Strecha OD Tesco: 4 500 m²

1. a) Parkovisko - výmena krytu spevnených plôch na vodopriepustné:

V prípade výmeny spevnených plôch na povrchu parkoviska OD Tesco o rozmere 5000 m² za vodopriepustný povrch s kapacitou infiltrácie 50 mm/hod. (dostupné sú aj vodopriepustné povrchy s väčšou infiltračnou kapacitou, pre účely modelového výpočtu uvádzame konzervatívnu variantu): 5000 m² x 0,05 m = 250 000 l = 250 m³ infiltrovaných zrážok za hodinu. Za tri hodiny intenzívnej zrážky (v tomto prípade 60 mm) za hodinu dokáže infiltrovať vodopriepustný povrch (s kapacitou 50 mm / hod.) až 750 m³ zrážkovej vody.

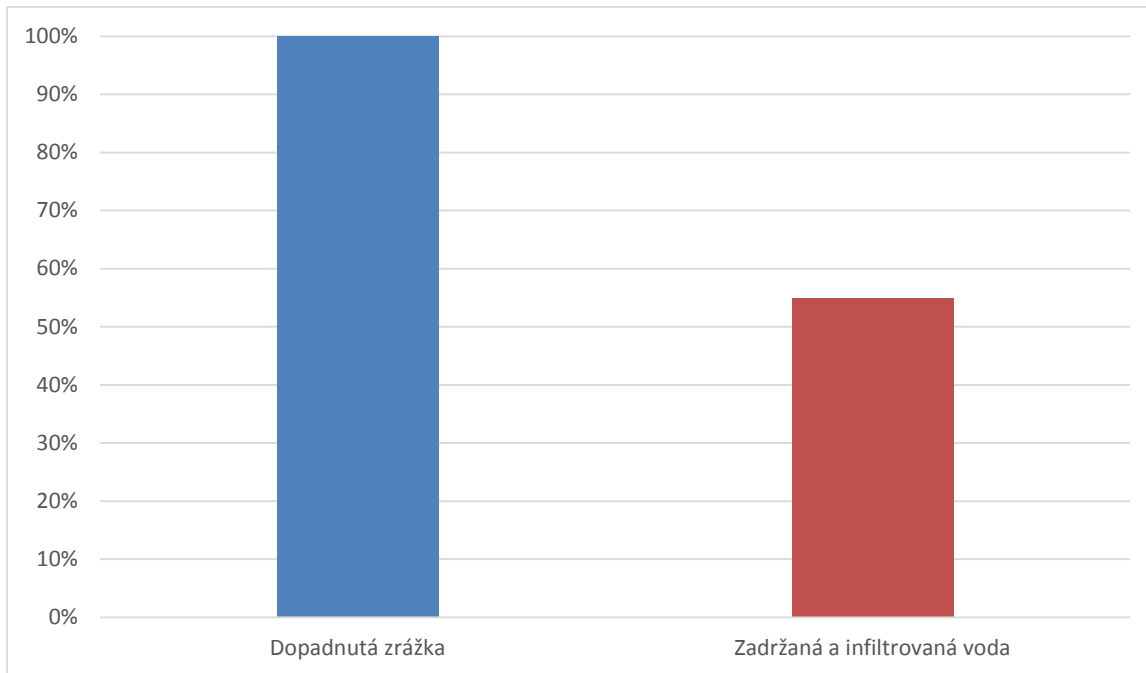
1. b) Strecha – výmena súčasnej strechy za vegetačnú extenzívnu strechu s hrúbkou 10 cm (počítame konzervatívne s nižšou účinnosťou extenzívnej – lacnejšej - vegetačnej strechy, ostatné intenzívnejšie, avšak drahšie, vegetačné strechy majú retenčnú kapacitu väčšiu): Rozloha strechy budovy OD Tesco na ktorej bude aplikovaná vegetačná strecha = 4500 m².

Objem zrážkových vôd ktoré dopadnú za 1 hodinu na strechu o rozlohe 4500 m² x 60 l/m² (0,060) = 270 000 l = 270 m³.

Retenčná kapacita 10 cm hrubej extenzívnej zelenej strechy pozostávajúcej zo 7 druhov rodu Sedum: 13,5 l/m² (0,0135 m³). 13,5 l/m² = objemu 13,5 mm zrážky = 0,0135 m³.

Schopnosť extenzívnej vegetačnej strechy o rozlohe 4500 m² zadržať vodu: 4500 m² x 0,0135 m³ = 60 750 litrov = 60,75 m³/hod.

Na parkovisko a strechu dopadne v prípade zrážky 60 mm/hod. spolu 570 000 litrov = **570 m³** zrážkovej vody. Z tohto objemu zrážkovej vody dokážu len uvedené dve opatrenia zadržať a infiltrovať 310 750 litrov = **310,75 m³** predpokladanej intenzívnej zrážky. Pri aplikácii intenzívnejšej vegetačnej strechy alebo ďalších adaptačných opatrení je možné doceliť ešte výrazne vyššie objemy zachytenej alebo infiltrovanej zrážkovej vody.



Obr. 53: Účinnosť opatrení v lokalite pri obchodnom dome Tesco

5.3.2 Modelová lokalita: obchodný dom Kaufland na Tvarožnianskej ulici 18.

1. **a) Parkovisko** - výmena krytu spevnených plôch na vodopriepustné:

V prípade výmeny spevnených plôch na povrchu parkoviska OD Kaufland o rozmere 8000 m² za vodopriepustný povrch s kapacitou infiltrácie 50 mm/hod. (dostupné sú aj vodopriepustné povrchy s väčšou infiltračnou kapacitou, pre účely modelového výpočtu uvádzame konzervatívnu variantu): 8000 m² x 0,05 m = 400 000 litrov = 400 m³ infiltrovaných zrážok za hodinu. Za tri hodiny intenzívnej zrážky (v tomto prípade 60 mm) za hodinu dokáže infiltrovať vodopriepustný povrch (s kapacitou 50 mm / hod.) až 1200 m³ zrážkovej vody.

1. **b) Strecha** – výmena súčasnej strechy za vegetačnú extenzívnu strechu s hrúbkou 10 cm (počítame konzervatívne s nižšou účinnosťou vegetačnej strechy, ostatné intenzívnejšie vegetačné strechy majú retenčnú kapacitu výrazne väčšiu):

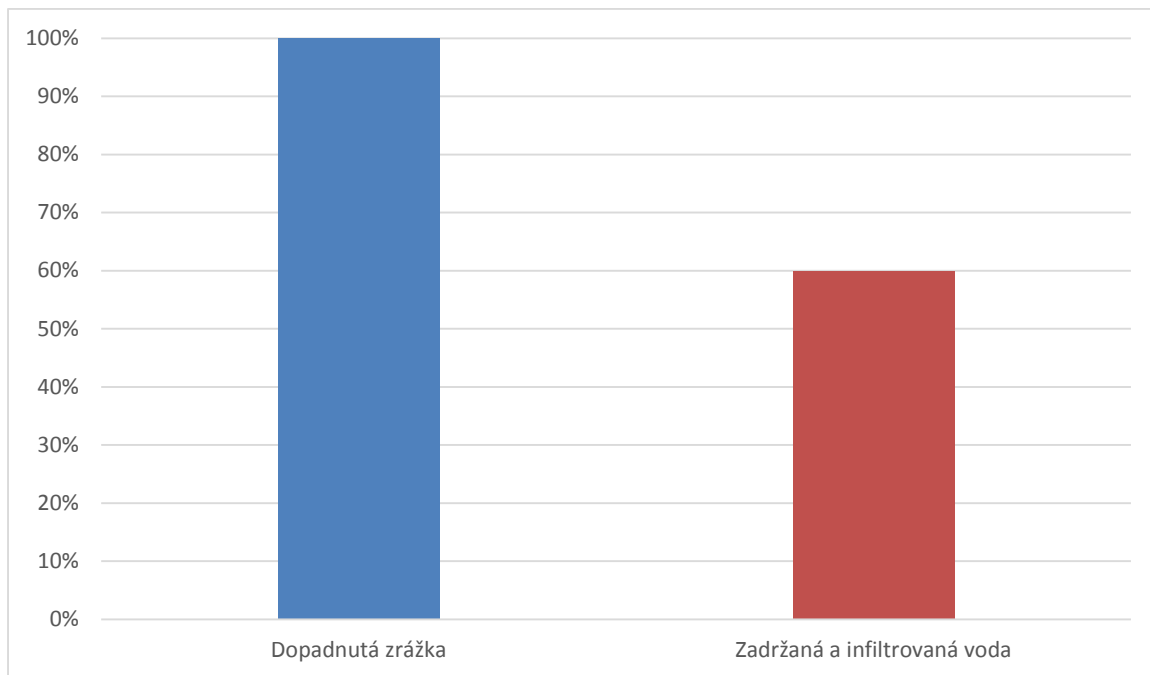
Rozloha strechy budovy OD Kaufland na ktorej bude aplikovaná vegetačná strecha = 5000 m².

Objem zrážkových vôd, ktoré dopadnú za 1 hodinu na strechu o rozlohe 5000 m² x 60 l/m² (0,060) = 300 000 l = 300 m³.

Retenčná kapacita 10 cm hrubej extenzívnej zelenej strechy pozostávajúcej z 7 druhov rodu Sedum: 13,5 l/m² (0,0135 m³). 13,5 l/m² = objemu 13,5 mm zrážky = 0,0135 m³.

Schopnosť extenzívnej vegetačnej strechy o rozlohe 5000 m² zadržať vodu: 5000 m² x 0,0135 m³ = 67 500 litrov = 67,5 m³/hod.

Na parkovisko a strechu dopadne v prípade zrážky 60 mm/hod. spolu 780 000 litrov = **780 m³** zrážkovej vody. tohto objemu zrážkovej vody dokážu len uvedené dve opatrenia zadržať a infiltrovať 467 500 litrov = **467,6 m³** predpokladanej intenzívnej zrážky. Pri aplikácii intenzívnejšej vegetačnej strechy alebo ďalších adaptačných opatrení je možné docieľiť ešte výrazne vyššie objemy zachytenej alebo infiltrovanej zrážkovej vody.



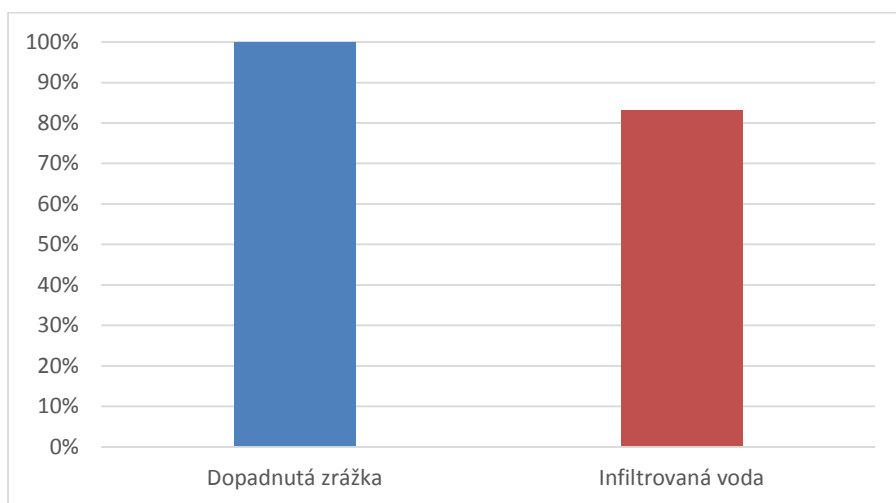
Obr. 54: Účinnosť opatrení v lokalite pri obchodnom dome Kaufland

5.3.3 Modelová lokalita: Parkovisko pred Kežmarským hradom

Pre účely výpočtu predpokladáme spevnené povrchy celkom = 500 m² väčšie parkovisko na pravo od vstupu, 200 m² menšie parkovisko za cestou, spolu 700 m². V prípade výmeny krytu spevnených plôch na vodopriepustné s kapacitou 50 mm/hod.: 700 m² x 0,05 m = 35 000 litrov = 35m³ infiltrovaných zrážok za hodinu.

Pri intenzívnej zrážke trvajúcej 3 hodiny, bolo by to 105 000 litrov = 105 m³ zrážkovej vody, ktorá nebude stáť na povrchu či zaťažovať kanalizačný systém.

Na parkovisko pred Kežmarským hradom dopadne v prípade v prípade zrážky 60 mm/hod. 42 000 litrov = **42 m³** zrážkovej vody. Z tohto objemu zrážkovej vody dokáže len uvedené jedno opatrenie infiltrovať vyše 80% zrážkovej vody, 35 000 litrov = **35 m³**.



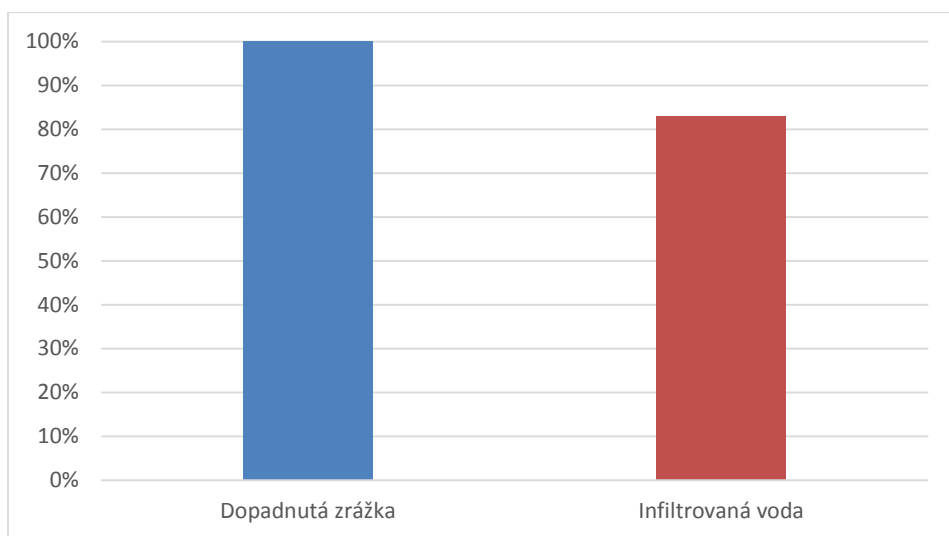
Obr. 55: Účinnosť opatrení v lokalite pred Kežmarským hradom

5.3.4 Modelová lokalita: parkovisko na ulici Košická uprostred budovy KBV tvaru U

Pre účely výpočtu predpokladáme spevnené povrchy celkom = 800 m². V prípade výmeny krytu spevnených plôch na vodopriepustné s kapacitou 50 mm/hod.: 800 m² x 0,05 m = 40 000 litrov = 40 m³ infiltrovaných zrážok za hodinu.

Pri intenzívnej zrážke trvajúcej 3 hodiny, bolo by to 120 000 litrov = 120 m³ zrážkovej vody, ktorá nebude stáť na povrchu či zaťažovať kanalizačný systém.

Na parkovisko uprostred budovy KBV na Košickej ulici dopadne v prípade v prípade zrážky 60 mm/hod. 48 000 litrov = **48 m³** zrážkovej vody. Z tohto objemu zrážkovej vody dokáže len uvedené jedno opatrenie infiltrovať 40 000 litrov = **40 m³** zrážkovej vody.



Obr. 56: Účinnosť opatrení v lokalite parkoviska na ulici Košická uprostred budovy KBV tvaru U

5.4 Akčný plán na roky 2014 – 2016

5.4.1 Opatrenia pre zníženie citlivosti

Program hydrotechnických opatrení

Názov opatrenia č.1	
Zodpovedný za realizáciu	
Úloha samosprávy	
Rok plnenia	
Odhad objemu financií (eur)	
Možné zdroje financovania	
Potenciálni partneri	

Názov opatrenia č.2	
Zodpovedný za realizáciu	
Úloha samosprávy	
Rok plnenia	
Odhad objemu financií (eur)	
Možné zdroje financovania	
Potenciálni partneri	

Program

Názov opatrenia č.1	
Zodpovedný za realizáciu	
Úloha samosprávy	
Rok plnenia	
Odhad objemu financií (eur)	
Možné zdroje financovania	
Potenciálni partneri	

Názov opatrenia č.2	
Zodpovedný za realizáciu	
Úloha samosprávy	
Rok plnenia	
Odhad objemu financií (eur)	
Možné zdroje financovania	
Potenciálni partneri	

5.4.2 Opatrenia pre zvýšenie adaptívnej kapacity

Program ...

Názov opatrenia č.1	
Zodpovedný za realizáciu	
Úloha samosprávy	
Rok plnenia	

Odhad objemu financií (eur)	
Možné zdroje financovania	
Potenciálni partneri	

Názov opatrenia č.2	
Zodpovedný za realizáciu	
Úloha samosprávy	
Rok plnenia	
Odhad objemu financií (eur)	
Možné zdroje financovania	
Potenciálni partneri	

Program ...

Názov opatrenia č.1	
Zodpovedný za realizáciu	
Úloha samosprávy	
Rok plnenia	
Odhad objemu financií (eur)	
Možné zdroje financovania	
Potenciálni partneri	

6 Zoznam tabuliek

Tab. 1: Porovnanie scenárov zmien teploty vzduchu (T), tlaku vodnej pary (e) a relatívnej vlhkosti vzduchu (U) pre vegetačné obdobie (IV-IX) pre emisné scenáre A2 a B1 a podľa meraní v období 1961-1990 (M) v rôznych obdobiach do roku 2100.	12
Tab. 2: Scenáre zmien mesačných priemerov sýtostného doplnku (D) v % v 30-ročných časových horizontoch so stredom v rokoch 2010, 2030 a 2075 v porovnaní s priemermi z obdobia 1961-1990 podľa emisných scenárov A2 a B1 pre stanice Hurbanovo a Sliač.....	13
Tab. 3: Škody spôsobené povodňou z 4.6.2010	38
Tab. 4: Škody spôsobené povodňou z 20.7.2011.	39
Tab. 5: Škody spôsobené povodňou z 24.8.2011.	39
Tab. 6: Škody spôsobené povodňou z 15.5.2014.	40
Tab. 7: Prehľad povodní v Kežmarku 2005-2014.....	41
Tab. 8: Percentuálny podiel štvorcových území v záplavovej zóne Q100 a Q1000.	45
Tab. 9: Výpočet citlivosti jednotlivých území v rámci záplavových zón	46
Tab. 10: Koncentrácia obyvateľstva v jednotlivých štvorcoch	50
Tab. 11: Výpočet citlivosti zvolených štvorcových území v rámci koncentrácie obyvateľstva	51
Tab. 12: Zástavba prízemnými vodonepriepustnými plochami v meste Kežmarok.....	65
Tab. 13: Zástavba budovami v meste Kežmarok	65
Tab. 14: Výpočet citlivosti jednotlivých území v rámci vodonepriepustných prízemných plôch.....	66
Tab. 15: Rozloha zelene v jednotlivých oblastiach mesta Kežmarok	70
Tab. 16: Počet podnikateľských subjektov v okrese Kežmarok.....	81
Tab. 17: Uchádzači o zamestnanie v meste a okrese Kežmarok od r. 2008 do r. 2012	82
Tab. 18: Štruktúra uchádzačov o zamestnanie podľa dĺžky evidencie	82
Tab. 19: Štruktúra uchádzačov o zamestnanie podľa veku v meste Kežmarok	82

7 Zoznam obrázkov

Obr. 1: Trend odchýlok priemernej teploty vzduchu (dT, priemer reprezentatívnych klimatologických staníc) od normálu 1951-1980 a územných úhrnov atmosférických zrážok (R_N) v SR (vypočítaný z 203 staníc) ako % z normálu 1901-1990 za roky z obdobia 1881-2010.	7
Obr. 2: Odchýlky mesačných a sezónnych priemerov teploty vzduchu (dT) v Hurbanove od normálov z obdobia 1951-1980 v obdobiach 1901-1990, 1991-2010 a 2001-2010 (Zi – zima, Ja – jar, Le – leto, Je – jeseň, TP – teplý polrok (IV – IX), CHP – chladný polrok (X – III)).	7
Obr. 3: Trend ročných súm potenciálnej (E_o) a aktuálnej (E) evapotranspirácie v Hurbanove v období 1951-2010 (spracované podľa Budykovej komplexnej metódy na základe meraní iných klimatických prvkov).	9
Obr. 4: Ročný počet dní s dusnom na vybraných staniciach na Slovensku za obdobie 1961 -2010 (Hurbanovo – HU, Sliač – SL, Košice – KO, Poprad – PO, Oravská Lesná – OL).....	9
Obr. 5: Počet prípadov a dní s 24-hodinovými úhrnmi zrážok ≥ 100 mm na Slovensku (podľa záznamov okolo 700 zrážkomerných staníc,) v období 1949 -2010, dňa 29.VI.1958 sa vyskytol taký úhrn zrážok na 36 staniciach, predovšetkým na severe Slovenska.	10
Obr. 6: Scenáre ročného chodu priemerného sýtostrného doplnku (D) pre Hurbanovo a Štrbské Pleso pre a emisný scenár A2 v obdobiach 2001-2030 a 2071-2100 v porovnaní s meraniami (M_{HU} , M_{SP}) v období 1961-1990.....	12
Obr. 7: Priemerná ročná a letná teplota vzduchu v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 2013 – 2100, merané údaje v období 1950-2012.	14
Obr. 8: Projektovaný priebeh mesačných teplôt vzduchu v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre rôzne časové horizonty obdobia 2001 – 2100 a merané údaje v období 1961-1990.....	15
Obr. 9: Ročný a letný úhrn zrážok v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 2013 – 2100, merané údaje v období 1950-2012.	15
Obr. 10: Projektovaný priebeh mesačných zrážkových úhrnov v Košiciach podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre rôzne časové horizonty obdobia 2001 – 2100 a merané údaje v období 1961-1990.	16
Obr. 11: Ročná priemerná teplota vzduchu v Kežmarku v období 1901 – 2010.....	18
Obr. 12: Priemerná teplota vzduchu v lete v Kežmarku v období 1901 – 2010.....	19
Obr. 13: Počet letných (Le) a tropických (Tr) dní Poprade v období 1951 – 2010.	20
Obr. 14: Počet mrazových a ľadových dní v Poprade v období 1951 – 2010.	20
Obr. 15: Ročný úhrn atmosférických zrážok v Kežmarku v období 1901- 2010.....	21
Obr. 16: Úhrn atmosférických zrážok v lete v Kežmarku v období 1901- 2010.	22
Obr. 17: Počet dní s novou snehovou pokrývkou (NSP) o výške 5 cm a viac za obdobie 1951 - 2010 v Poprade a Kežmarku.	23
Obr. 18: Úhrn potenciálnej (E_o) a aktuálnej (E) evapotranspirácie v Poprade za obdobie 1951 - 2010 podľa komplexnej metódy.....	24
Obr. 19: Klimatický ukazovateľ zavláženia v Kežmarku za obdobie 1951 – 2010.	25
Obr. 20: Priemerná ročná a letná teplota vzduchu v Kežmarku podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100.....	27
Obr. 21: Ročný a letný úhrn zrážok v Kežmarku podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100.	28
Obr. 22: Ročný a letný sýtostrný doplnok v Kežmarku podľa výstupov kanadského modelu CGCM3.1 a emisného scenára A2 pre obdobie 1951 - 2100.....	29
Obr. 23: Počet dní s novým snehom nad 5 cm v Poprade pre obdobie 1950-2100 (celoročne, verzia s teplotou vzduchu pod +1 °C a s 5 mm zrážok, podľa 2 scenárov zrážok).	29
Obr. 24: Model hodnotenia zraniteľnosti.....	31
Obr. 25: Územie mesta Kežmarok rozdelené na štvorce	34
Obr. 26: Záplavová čiara pre prietok Q100 a Q1000.....	43

Obr. 27: Citlivosť územia a jeho obyvateľov v rámci inundačných zón Q100 a Q1000 v členení zvolených štvorcov 200 x 200 m - čím tmavšia farba tým vyšší počet obyvateľov v predmetnom území.	44
Obr. 28: Grafické zobrazenie citlivosti v rámci koncentrácie obyvateľov v meste Kežmarok v členení zvolených štvorcov (200 x 200 m) - čím tmavšia farba tým vyšší počet obyvateľov v predmetnom území.	49
Obr. 29: Rizikové budovy v meste Kežmarok	56
Obr. 30: Významné prvky infraštruktúry v meste Kežmarok	57
Obr. 31: Fotografia jestvujúceho mostného objektu medzi ulicami Pod lesom a Hradskou cestou	58
Obr. 32: Náčrt priečného rezu jestvujúceho stavu mostného objektu medzi ul. Pod lesom a Hradskou cestou. Zdroj: ISPO s.r.o. Prešov, Odborný posudok - Kežmarok, most na MK cez potok Ľubica.	59
Obr. 33: Zastavané vodonepriepustné prízemné plochy v meste Kežmarok.....	61
Obr. 34: Zastavané vodonepriepustné plochy v meste Kežmarok budovami.....	62
Obr. 35: Zastavané vodonepriepustné plochy v meste Kežmarok budovami a prízemnou infraštruktúrou....	63
Obr. 36: Citlivosť územia mesta Kežmarok v rámci podielu vodonepriepustných prízemných plôch - čím tmavšia farba tým väčší podiel plochy je vodonepriepustný.	64
Obr. 37: Citlivosť územia mesta Kežmarok v rámci podielu plôch zelene - čím tmavšia farba tým nižší podiel plochy zelene, ktorá plní infiltračnú a vodozadržnú funkciu.....	69
Obr. 38: Mapa zaregistrovaných zosuvov pôdy. Zdroj: GÚDŠ.....	74
Obr. 39: Mapa náchylnosti na zosuvy. Zdroj: GÚDŠ.....	75
Obr. 40: Citlivosť územia mesta Kežmarok v rámci faktora zosuvov pôdy. Územia so zaregistrovanými zosuvmi sú označené najtmavšou farbou, územia s plochami náchylnými na zosuvy sú označené stredne tmavou farbou a najsvetlejšou sú označené územia ktoré nie sú náchylné na zosuvy.	76
Obr. 41: Citlivosť územia mesta Kežmarok v rámci faktora erózie pôdy - tmavé polia na východnej strane označujú územia so zaregistrovanou eróziou pôdy.	78
Obr. 42: Vývoj nezamestnanosti v Kežmarku v rokoch 2008 – 2012	81
Obr. 43: Citlivosť územia mesta Kežmarok na intenzívne zrážky v rámci šiestich kvantitatívne hodnotených faktorov v meste Kežmarok – čím tmavšie farba štvorca, tým vyššia citlivosť.	89
Obr. 44: Citlivosť územia mesta Kežmarok na intenzívne zrážky v rámci šiestich kvantitatívne hodnotených faktorov v Kežmarku s vyznačenými rizikovými budovami – čím tmavšie farba štvorca, tým vyššia citlivosť.	90
Obr. 45: Citlivosť územia mesta Kežmarok na intenzívne zrážky v rámci kvantitatívne hodnotených faktorov v Kežmarku s vyznačenou rizikovou infraštruktúrou – čím tmavšie farba štvorca, tým vyššia citlivosť.	91
Obr. 46: Citlivosť územia mesta Kežmarok na intenzívne zrážky v rámci kvantitatívne hodnotených faktorov v Kežmarku s vyznačenou rizikovou infraštruktúrou a rizikovými budovami – čím tmavšie farba štvorca, tým vyššia citlivosť.....	92
Obr. 47: Náčrt poldra na Dúbravskom potoku, SVP š.p. Košice, marec 2015	94
Obr. 48: Náčrt poldra na Tvarožnianskom potoku, SVP š.p. Košice, marec 2015	95
Obr. 49: Náčrt poldra na potoku Lubička, SVP š.p. Košice, marec 2015	95
Obr. 50: Náčrt poldra Ľubica, SVP š.p. Košice, marec 2015.....	96
Obr. 51: Súhrnná mapa pripravovaných hydrotechnických opatrení – poldrov a prehrádzok, SVP š.p., marec 2015	97
Obr. 52: Náčrt priečného rezu navrhovaného riešenia prebudovania mostného objektu medzi ulicou Pod lesom a Hradskou cestou. Zdroj: ISPO s.r.o. Prešov, Odborný posudok - Kežmarok, most na MK cez potok Ľubica.....	98
Obr. 53: Účinnosť opatrení v lokalite pri obchodnom dome Tesco	104
Obr. 54: Účinnosť opatrení v lokalite pri obchodnom dome Kaufland	105
Obr. 55: Účinnosť opatrení v lokalite pred Kežmarským hradom.....	105
Obr. 56: Účinnosť opatrení v lokalite parkoviska na ulici Košická uprostred budovy KBV tvaru U.....	106