Národná diaľničná spoločnosť, a.s., Dúbravská cesta 14,
841 04 Bratislava

RÝCHLOSTNÁ CESTA R2 KRIVÁŇ – LOVINOBAŇA, TOMÁŠOVCE,

I. úsek Kriváň – Mýtna

Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy

Banská Bystrica, jún 2018

Obsah

1. Úvod 3
2. Stručný opis technického riešenia 3
3. Stručná charakteristika prírodných pomerov dotknutého územia 4
3.1 Geomorfologické pomery 4
3.2 Geologické pomery 5
3.3 Hydrogeologické pomery 7
3.4 Povrchové vody 7
3.5 Podzemné vody 8
3.6 Pôdne typy 9
3.7 Flóra a vegetácia 9
3.8 Fauna 10
3.9 Chránené územia 10
3.10 Územný systém ekologickej stability 10
3.11 Klimatické pomery 10
4. Odhad vývoja klímy na Slovensku a relevantné klimatické riziká pre dopravnú infraštruktúru 16
5. Hodnotenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre stavbu „Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna“ 23
5.1 Modul 1: Posúdenie citlivosti navrhovaného zámeru na zmenu klímy 23
5.2 Modul 2: Posúdenie expozície a vývoja rizikových klimatických javov 27
5.3 Modul 3: Posúdenie zraniteľnosti a miery rizika 30
5.4 Modul 4: Identifikácia a výber možností na prispôsobenie zámeru zmenám klímy 32
5.5 Modul 5: Návrh varovných a monitorovacích systémov 33
6. Záver 36
7. Použitá literatúra 36
9. Spracovatelia dokumentácie 38

Zoznam použitých skratiek:

MŽP SR – Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky

SHMÚ – Slovenský hydrometeorologický ústav

DSP - projektová dokumentácia pre stavebné povolenie

DÚR - projektová dokumentácia pre územné rozhodnutie

MÚK – mimoúrovňová križovatka

R2 – rýchlostná cesta R2

1. Úvod

Predkladané posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre stavbu „Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna“ je spracované za účelom vyhodnotenia adaptácie projektu na riziká vyplývajúce z budúcich možných klimatických zmien. Vyhodnotenie je spracované v zmysle Stratégie adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy, ktorá vychádza zo Stratégie Európy 2020.

Pri vypracovaní sme vychádzali z metodického usmernenia vypracovaného Výskumným ústavom dopravným „Posúdenie klimatických zmien – tvorba metodiky a zakomponovanie posudzovaní dopadov na zmeny klímy infraštruktúrnych plánov / projektov do existujúcich procesov na národnej úrovni“ (Palčák, Kaparová et al., 2015).

2. Stručný opis technického riešenia

Základnými materiálmi, ktoré definujú rámec rozvoja cestnej infraštruktúry v Slovenskej republike sú Koncepcia územného rozvoja Slovenska 2001, Nový projekt výstavby diaľnic a rýchlostných ciest a Operačný program Integrovaná infraštruktúra 2014-2020.

Rýchlostná cesta R2 bola definovaná Novým projektom výstavby diaľnic a rýchlostných ciest, schváleného uznesením vlády SR č. 162 zo dňa 21.2.2001 a zároveň vyplýva z nariadenia vlády SR č. 263/1998 Z.z., ktorým sa vyhlasuje záväzná časť veľkého územného celku Banskobystrický kraj, s potrebou riešenia kvalitného a rýchleho prepojenia tzv. južného ťahu, vedeného v trase „R2 Trenčín-Prievidza-Žiar nad Hronom-Zvolen-Lučenec-Rimavská Sobota-Rožňava-Košice“.

V súčasnosti je v danom úseku v prevádzke cesta I/16 ako súčasť medzinárodného cestného ťahu E 571, (zároveň E 58), ktorého funkciu preberie nová trasa rýchlostnej cesty „R2 Trenčín-Prievidza-Žiar nad Hronom-Zvolen-Lučenec-Rimavská Sobota-Rožňava-Košice“.

Navrhovaný úsek rýchlostnej komunikácie R2 bude predstavovať významné predĺženie súvislej siete rýchlostných komunikácií v novom smere na východ od Zvolena v polohe južného rýchlostného cestného ťahu na východné Slovensko. Úsek R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce je kľúčový pre dobudovanie celistvého ťahu R2, ktorý tvorí hlavnú cestnú os v smere západ - východ. Výstavbou predmetného úseku sa prepoja regióny Slovenskej republiky s koncentráciou sídelných štruktúr, obyvateľstva a jeho aktivít.

Začiatok úseku trasy rýchlostnej cesty R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna nadväzuje na koniec stavby R2 Pstruša – Kriváň (v prevádzke) v dočasne upravenej mimoúrovňovej križovatke Kriváň. Koniec predmetného I. úseku je na konci dočasného napojenia II. úseku R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce pred križovatkou Mýtna.

Koridor rýchlostnej cesty R2 prechádza dvomi okresmi Detva a Lučenec, je vedený v časti pahorkovitým územím, ktoré sa v údolí Krivánskeho potoka mení na horské územie. Na začiatku sa v mimoúrovňovej križovatke Kriváň napojí na prevádzkovaný úsek rýchlostnej cesty R2 Pstruša – Kriváň. V obci Kriváň prechádza cez Lipinský vŕšok a ďalej úzkym koridorom Pílianskej doliny medzi jej ľavostrannými svahmi a železničnou traťou Zvolen – Fiľakovo. V závere doliny obchádza z pravej strany vodnú nádrž Mýtna a samotnú obec. Pri obci Mýtna sa napojí trasa na II. úsek R2 Mýtna – Lovinobaňa (v časovej súslednosti by sa mal realizovať skôr ako I. úsek R2 Kriváň - Mýtna). Na oba úseky stavby R2 Kriváň - Lovinobaňa, Tomášovce nadväzuje ďalší úsek rýchlostnej cesty R2 Tomášovce – Ožďany.

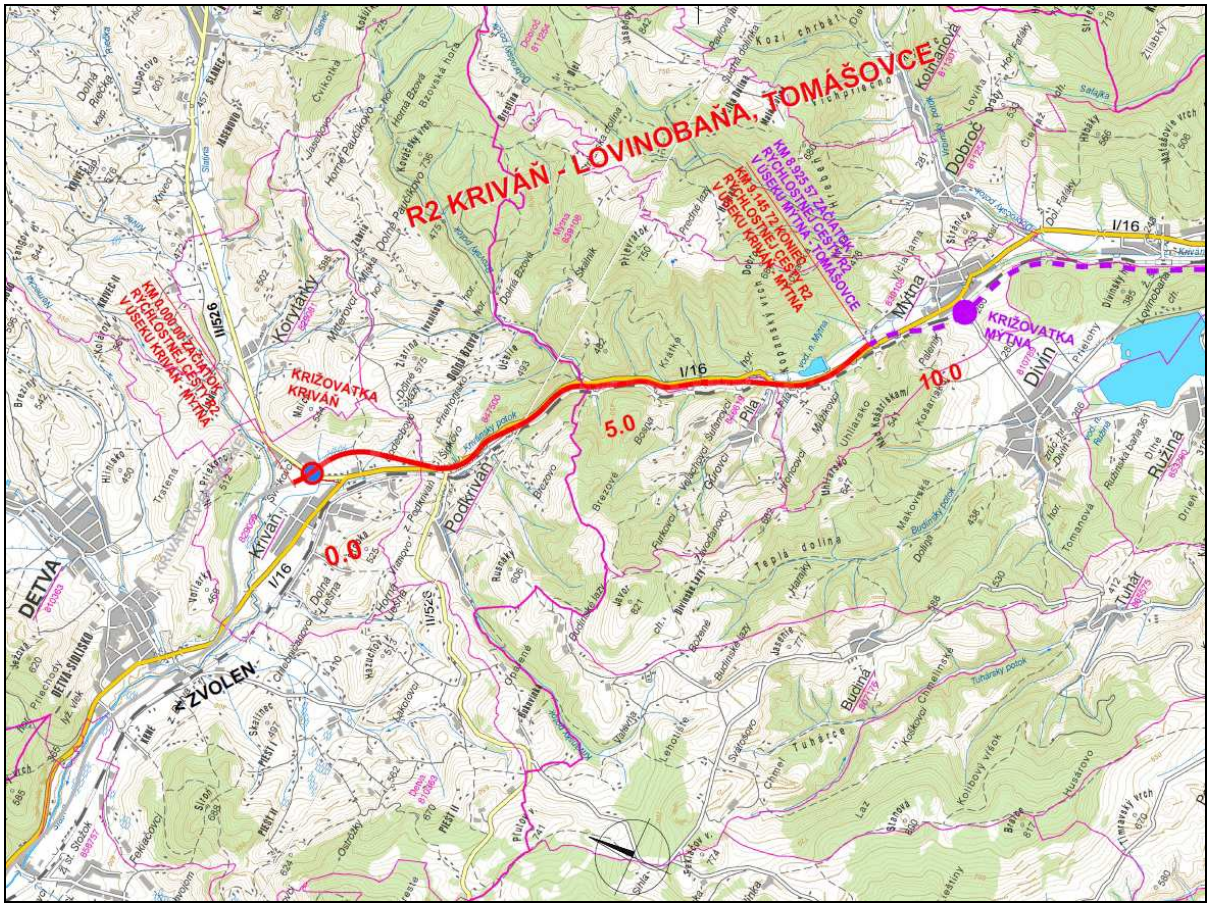
Technické riešenie

- celková dĺžka úseku 9,15 km
- šírkové usporiadanie (kategória rýchlostnej cesty) R 24,5/100
- počet mimoúrovňových križovatiek 1 (dobudovanie MÚK Kriváň)

- počet mostov 9+2**
- protihlukové steny 3 820 m
- dĺžka oporných múrov 105 m
- dĺžka zárubných múrov 750 m (+465 m na LC)
- počet objektov ORL 10

** mosty na R2 + mosty na I/16

Obrázok 1 *Situácia stavby (s použitím podkladov z projektovej dokumentácie stavby Dopravoprojekt, a.s., 2017)*



3. Stručná charakteristika prírodných pomerov dotknutého územia

3.1 Geomorfologické pomery

Územie, ktorým prechádza trasa rýchlostnej cesty R2 Kriváň – Lovinobaňa - Tomášovce je tvorené viacerými geomorfologickými celkami. Podľa geomorfologického členenia (MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. IN MIKLÓS ET AL., 2002) posudzované územie patrí do subprovincie Vnútorné Západné Karpaty a do jej nasledujúcich oblastí:

- *Stredoslovenské stredohorie*: celky Zvolenská kotlina (podcelok Detvianska kotlina) a Ostrôžky v začiatku daného úseku R2
- *Slovenské rudohorie*: celky Veporské vrchy (podcelok Sihlianská planina) a Revúcka vrchovina (podcelok Cinobanské predhorie) v strednej a spodnej (južnej) časti hodnoteného úseku R2

Začiatok hodnoteného úseku rýchlostnej cesty R2 v nultom kilometri (Kriváň) až 2,0 km (Podkriváň) prechádza juhovýchodnou časťou Zvolenskej kotliny tzv. Detvianskou kotlinou, ktorá je z východnej

strany lemovaná Veporskými vrchmi a južnej strany horským masívom Ostrôžky. Dané územie sa vyznačuje reliéfom pedimentovaných podvrchovín a pahorkatín.

Smerom na juh pokračuje rýchlostná cesta v celku Veporských vrchov, ktoré sa vyznačujú vrchovinovým reliéfom. Na geomorfologickom charaktere Veporských vrchov sa podpísali najmä posledné tektonické udalosti. V najmladšom treťohornom a kvartérnom období sa odohrával najmä výzdvih a peneplenizácia územia budovaného prevažne horninami kryštalinika (mezozoické komplexy boli už vtedy z veľkej časti oderodované), v závere došlo k rozlámaniu územia, s vertikálnymi pohybmi blokov a s vulkanickou činnosťou. Tento trend pokračoval aj po skončení vulkanickej činnosti a trvá až do súčasnosti. Výsledkom je zarovnaný reliéf na vyzdvihnutých kryhách (Sihlianská planina) a vznik hlbokých údolí na okrajoch blokov a na rozhraniach, ktorými sú väčšinou významné zlomy. V úseku medzi Podkriváňom a Pílou vedie rýchlostná cesta v úzkej Píľanskej doline, ktorá bola vyformovaná eróznou činnosťou Krivánskeho potoka.

V hraničnej časti hodnoteného úseku R2 Kriváň – Mýtna ako aj v nadväzujúcom úseku R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, II. úsek Mýtna – Lovinobaňa, Tomášovce prechádza trasa do Lučeneckej kotliny, ktorú v uvedenej oblasti reprezentujú Novohradské terasy. Tie tvoria ploché pahorkatiny pozdĺž väčších vodných tokov, pretekajúcich daným územím. Chrbty pahorkov sú ploché a v prevažnej miere tvorené deluviálnymi, resp. deluviálno-eolickými sedimentmi (polygenetickými a sprašovými hlinami). Svahy pahorkov sú mierne a pozdĺž vodných tokov sa stávajú strmšími (MAZÚR, LUKNIŠ, IN MIKLÓS ET AL., 2002).

Z hľadiska typologického členenia reliéfu trasa rýchlostnej cesty začína pedimentovo rezanou pahorkatinou a fluviálne rezanou vrchovinou zastupujúcou erózno – denudačný reliéf. V oblasti Mýtnej prechádza reliéf do proluviálno – fluviálnej pahorkatiny.

V úseku Kriváň – Mýtna sa nadmorské výšky pohybujú od približne 430 m n.m. v začiatočnej časti úseku v časti Lipinský vršok po 280 m n.m. pri Mýtnej v konečnom úseku

3.2 Geologické pomery

Na geologickej stavbe hodnoteného územia a jeho širšieho okolia sa podieľajú horninové komplexy: kryštalinika, mladšieho paleozoika, mezozoika, terciéru a kvartéru.

Kryštalinikum veporika

Horniny veporického kryštalinika vystupujú na povrch v oblasti medzi Podkriváňom až po Lovinobaňu. Na stavbe kryštalinika sa podieľa hybridný komplex, ktorý pozostáva z metamorfovaného plášťa (biotitické pararuly, menej ortoruly, migmatitizované ruly až migmatity, amfibolity), do ktorého intrudovali masy tonalitov a granodioritov (tzv. hybridné granitoidy). Hybridné granitoidy sú buď výrazne usmernené alebo masívne. Pri ďalších tektonických procesoch do hybridného komplexu intrudovali menšie magmatické telesá prevažne porfyrického typu a granitoidy typu Sihla.

Mladšie paleozoikum

Mladšie paleozoikum je v hodnotenom území a v jeho okolí zastúpené revúckou skupinou, ktorú reprezentuje slatvinské súvrstie (vrchný karbón – stefan) a rimavské súvrstvie (perm).

Rimavské súvrstvie tvoria metamorfované arkózové pieskovce a zlepence. Metapieskovce, ktoré sú prevládajúcim horninovým typom rimavského súvrstvia, svojím petrografickým zložením zodpovedajú arkózovým metadrobám.

Hlavnými litologickými členmi slatvinského súvrstvia sú metapieskovce a fylity (vrchný karbón - stefan).

Mezozoikum

Horniny mezozoika reprezentuje v rámci hodnoteného územia federátska skupina (tuhársky vývoj), ktoré tvoria obal kryštalinika.

Súvrstvie spodnotriasových (spodný skýt) kvarcitov tvoria metamorfované jemnozrnné kremenné pieskovce svetlých farieb, v bazálnych častiach aj drobnozrnné kremenné a arkózové zlepence. Niekedy v nich možno pozorovať zachované gradačné a šikmé zvrstvenie. Sú výrazne deformované a metamorfované, s penetračnou foliáciou a lineáciou.

Terciér

Terciér je v hodnotenom území zastúpený neogénnymi horninami pontského veku, ktoré pozostávajú z dvoch súvrství: zo sedimentárneho – poltárske súvrstvie a vulkanogénneho – podrečianska bazaltová formácia.

Poltárske súvrstvie je rozšírené v severnej časti Lučeneckej kotliny a je tvorené pestrými ílmi, pieskami, štrkmi. Štrky majú spravidla polymiktné zloženie, pozostávajú z obliakov najmä kremeňa, kremencov, fylitov, bridlíc, granitov, čadičov a andezitov. Íly a piesky väčšinou netvoria prirodzené odkryvy. Íly sú pestrofarabné, nevápnité, plastické. Piesky tvoria polohy hrubé 1m až niekoľko metrov. Sú to piesky kremité, s prímesou zŕn živca a sľudy. Niektoré polohy sú ílovité, miestami obsahujú obliaky kremeňa.

Podrečianska bazaltová formácia zahrňuje relikty lávových prúdov v severozápadnej časti Lučeneckej kotliny, ktoré sa v hodnotenom území vyskytujú najmä v okolí Mýtnej. Bazalty sú reprezentované lávovými prúdmi, sú prevažne celistvé, v bazálnej a spodnej časti zbrekciovatené. Lávové prúdy tvoria jazykovité telesá, ktorých mocnosť dosahuje 25 – 35 m a vyplňujú tzv. paleodoliny (napr. pri Podrečanoch).

Kvartér

V hodnotenom území sú zastúpené viaceré genetické typy kvartérnych sedimentov: fluviálne, proluviálne a deluviálne sedimenty.

Tabuľka 1 *Stručné zhodnotenie geologických pomerov v trase rýchlostnej cesty R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna*

Staničenie (km)	***Genetické a litologické typy hornín***
0,0 – 4,5	proluviálne nivné hliny a hliny so štrkmi až poloopracovanými blokmi, polygenetické hliny sčasti piesčité až kamenité, nivné hliny a piesčité hliny sporadicky štrkovitohlinité (nivná dnová akumulácia), biotitické tonality až granodiority, hybridné granitoidy
4,5 – 7,5	fluviálne nivné sedimenty (piesčité hliny, íly a hlinité štrky nív riek a potokov), hlinito-kamenité a piesčito-kamenité svahoviny (deluviálne sedimenty), migmatity, ortoruly, hybridné granitoidy, polohy pararúl, biotitické granodiority až tonality
7,5 -9,1	fluviálne nivné sedimenty (piesčité hliny, íly a hlinité štrky nív riek a potokov), proluviálne náplavové sedimenty, hlinito-kamenité a piesčito-kamenité svahoviny

Fluviálne sedimenty sú reprezentované piesčitými hlinami, ílmi a hlinitými štrkmi nív riek a väčších tokov (holocén) a tvoria nadložie štrkovej dnovej akumulácie. Nivné hliny a piesčité hliny sa vyznačujú malou hrúbkou (do 2 m), vcelku sú siltovité (prachovité), miestami až jemnozrnné piesčité, žltkastosivohnedé a hrdzavo šmuhované, s občasným výskytom obliakov. Materiál obliakov je tvorený prevažne vulkanickými horninami – andezitmi.

Na povodňové sedimenty nív tokov vyúsťujú drobné náplavové a ronové kužele potokov a výmoľov, ktoré prekrývajú povodňové hliny, piesky a štrky nív, alebo do nich prstovite vkliňujú. Proluviálne sedimenty (holocénu) sú litofaciálne zastúpené hlinitými a hlinito – piesčitými sedimentmi

s výrazným podielom preplavených hlinitých a piesčitých sedimentov neogénu a staršieho pleistocénu. Ich hrúbka sa pohybuje od 2 – 4 m.

Deluviálne hlinito-kamenité a piesčito-kamenité svahoviny (pleistocén – holocén) lemujú prevažne strmé svahy pohorí kryštalinika, resp. sa nachádzajú na úpätí reliktov vulkanoklastík. Zastupujú ich gravitačné svahoviny, ktoré sa nachádzajú v rôznych štádiách deštrukcie a materiál je tvorený chaoticky uloženými ostrohrannými úlomkami, na báze aj blokov granitoidov a hlinitej drviny. Na styku s pahorkatinami a zarovnanými plošinami terás prechádzajú do hlinito – piesčitých svahovín. Viac piesčité hlinito – kamenité svahoviny lemujú svahy budované granitoidmi.

Podľa mapy Svahové deformácie ([online]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2014. [15.2.2016]. Dostupné na internete: http://mapserver.geology.sk/zosuvy) sa v území stavby nenachádzajú svahové deformácie a územie je charakterizované ako stabilné.

3.3 Hydrogeologické pomery

Hydrogeologické pomery územia sú podmienené jeho geologickou stavbou, tektonikou, morfologickými, klimatickými a hydrologickými podmienkami. Tieto základné faktory podmieňujú vznik podzemných vôd, ich obeh, akumuláciu v hydrogeologických štruktúrach a formujú ich fyzikálno – chemické vlastnosti.

Podľa hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (ŠUBA, 1981) prechádza trasa rýchlostnej cesty R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna nasledujúcimi hydrogeologickými rajónmi:

- V083 Neovulkanity Poľany a časti Zvolenskej kotliny,
- GN089 Kryštalinikum Revúckej vrchoviny a Stolických vrchov v povodí Ipľa.

3.4 Povrchové vody

Hydrograficky patrí hodnotené územie do povodia dvoch riek: Hron a Ipeľ.

Severná časť územia je odvodňovaná Slatinou a jej pravo a ľavostrannými prítokmi, ktoré patria do povodia rieky Hron. Hydrologický režim Slatiny je na hornom úseku ovplyvňovaný akumulačnou vodárenskou nádržou Hriňová.

Do povodia rieky Ipeľ patrí Krivánsky potok a jeho pravo a ľavostranné prítoky, ktorými je odvodňovaná prevažná časť územia dotknutého rýchlostnou komunikáciou R2.

Z hľadiska typu režimu patrí hodnotené územie do vrchovinovo - nížinnej oblasti s dažďovo - snehovým odtokom (ŠIMO, ZAŤKO, IN MIKLÓS ET AL., 2001).

Na vodnom toku Krivánsky potok sa nachádzajú v dotknutom a širšom okolí 3 vodomerné stanice: Mýtna nad VN, Mýtna pod VN a Lučenec, kde sú sledované prietoky Krivánskeho potoka. Údaje o maximálnych, minimálnych a priemerných prietokoch, ktoré boli namerané v uvedených staniciach v rokoch 2005 - 2007 uvádzame v nasledujúcich tabuľkách.

Tabuľka 2 *Priemerné, maximálne a minimálne prietoky Krivánskeho potoka namerané v rokoch 2005, 2006, 2007*

Sledovaný ukazovateľ	**Priemerný prietok** ($m^3.s^{-1}$)			**Maximálny prietok** ($m^3.s^{-1}$)			**Minimálny prietok** ($m^3.s^{-1}$)		
Rok	*2005*	*2006*	*2007*	*2005*	*2006*	*2007*	*2005*	*2006*	*2007*
Mýtna nad VN	0,39	0,387	0,145	12,05	6,09	0,792	0,031	0,044	0,018

Mýtna pod VN	0,178	0,157	0,049	10,50	4,83	1,420	0,023	0,007	0,009
Lučenec	1,015	1,171	0,355	23,77	12,52	2,923	0,223	0,181	0,093

Zdroj: www.shmu.sk

Tabuľka 3 *Maximálne a minimálne dlhodobé prietoky Krivánskeho potoka*

Vodomerná stanica	**Sledované obdobie**	**Maximálny prietok** ($m^3.s^{-1}$)	**Minimálny prietok** ($m^3.s^{-1}$)
Mýtna nad VN	1994 - 2006	18,54	0,015
Mýtna pod VN	1994 - 2006	14,01	0,020
Lučenec	1931 - 2006	103,0	0,040

Zdroj: www.shmu.sk

Režim prietokov vo vodomernej stanici Mýtna pod VN je ovplyvňovaný vodnou nádržou Mýtna, ktorá je vybudovaná na Krivánskom potoku.

V širšom okolí hodnoteného územia sa nachádzajú ďalšie dve vodné nádrže, konkrétne v povodí rieky Hron - vodná nádrž Hriňová a v povodí rieky Ipeľ vodná nádrž Ružiná.

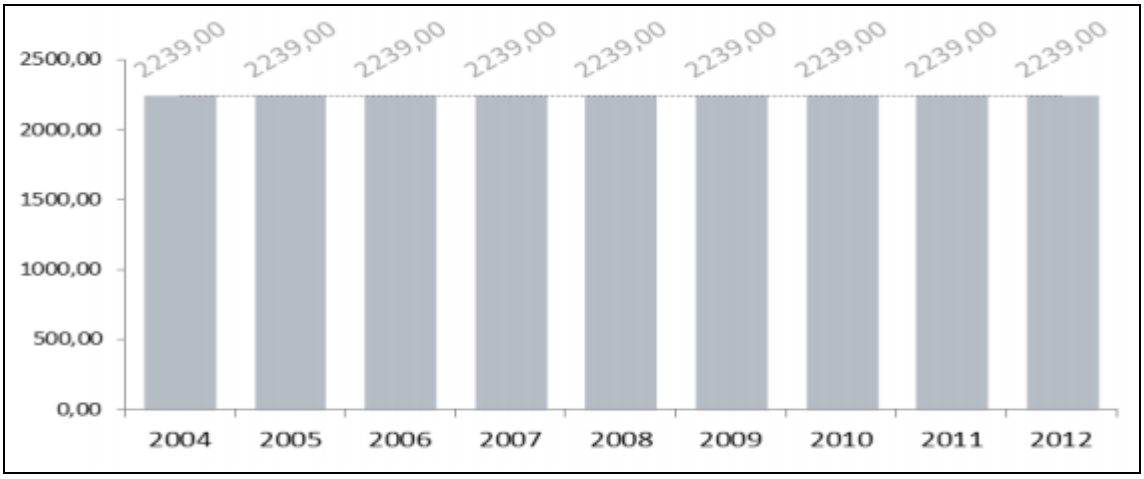
3.5 Podzemné vody

Na základe vymedzenia útvarov podzemných vôd na Slovensku podľa rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES patria podzemné vody predkvartérnych hornín dotknutého územia k útvaru:

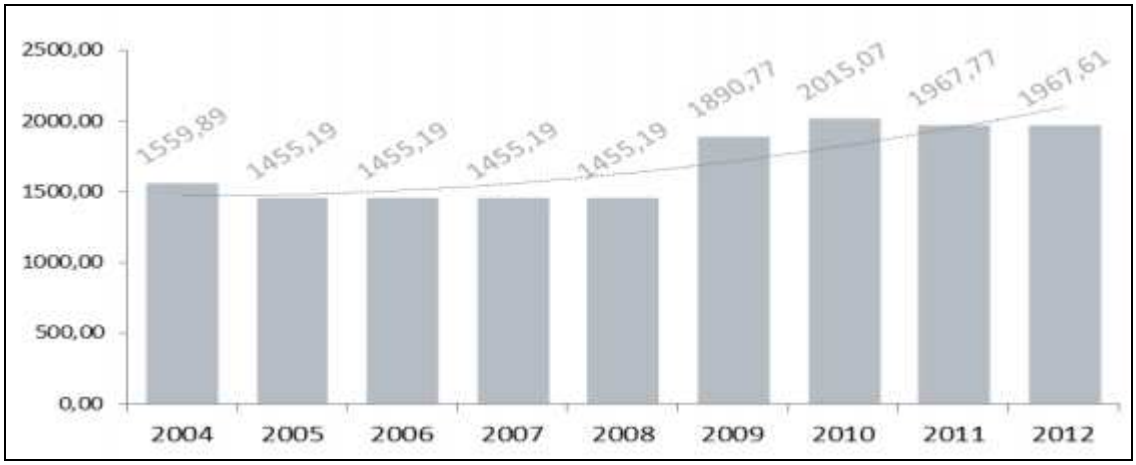
- SK200280FK Útvar puklinových a krasovovo-puklinových podzemných vôd Nízkych Tatier a Slovenského Rudohoria oblasti povodí Hron,
- SK200220FP Puklinové a medzizrnové podzemné vody S časti Stredoslovenských neovulkanitov oblasti povodia Hron.

V zmysle vykonaného bilančného hodnotenia útvarov podzemných vôd za obdobie 2004 - 2012 (SAH, 2014) je kvantitatívny stav útvaru podzemných vôd SK200280FK Útvar puklinových a krasovovo-puklinových podzemných vôd Nízkych Tatier a Slovenského Rudohoria oblasti povodí Hron v roku 2010 vyhodnotený ako dobrý a pre SK200220FP Puklinové a medzizrnové podzemné vody S časti Stredoslovenských neovulkanitov oblasti povodia Hron ako zlý.

Graf 1 *Využiteľné množstvá podzemných vôd v $l.s^{-1}$ v SK200280FK Útvar puklinových a krasovovo-puklinových podzemných vôd Nízkych Tatier a Slovenského Rudohoria oblasti povodí Hron (SAH, 2014)*



Graf 2 *Využiteľné množstvá podzemných vôd v $l.s^{-1}$ v SK200220FP Puklinové a medzizrnové podzemné vody S časti Stredoslovenských neovulkanitov oblasti povodia Hron (SAH, 2014)*



3.6 Pôdne typy

Pôdne typy vyjadrujú súhrn významných fyzikálnych a chemických vlastností, ktoré vznikli v pôde dlhodobým pretváraním horniny na pôdu rastlinami, teplom, vodou a mikroorganizmami. V záujmovom území sa vyskytujú nasledovné dominantné pôdne typy:

- fluvizeme glejové, sprievodne gleje; z karbonátových a nekarbonátových aluviálnych sedimentov,

- rendziny modálne, kultizemné, litozemné a rubifikované, lokálne litozeme modálne karbonátové; z vápencov, miestami s plytkými substrátmi typu terrae calcis,

- kambizeme modálne kyslé, sprievodne kultizemné a rankre zo zvetralín kyslých až neutrálnych hornín,

- podzoly modálne, sprievodne litozeme a rankre; zo zvetralín kremencov a z terciálnych sedimentov s výrazným zastúpením kremenného skeletu.

3.7 Flóra a vegetácia

Z hľadiska fytogeograficko-vegetačného členenia územia Slovenska (Plesník in Miklos et al., 2002) patrí začiatočná časť hodnoteného úseku rýchlostnej komunikácie do bukovej zóny (rozhranie okresov Javorie a Veporské vrchy), južná časť úseku patrí do dubovej zóny, okresu Revúcka vrchovina, podokresu Železnické predhorie.

Podľa mapy Potenciálnej prirodzenej vegetácie (Maglocký in Miklós et al., 2002) predstavujú prirodzenú vegetáciu širšej nivy Krivánskeho potoka jelšové lesy na nivách podhorských a horských vodných tokov. Pre priľahlé pahorkatiny sú prirodzenou vegetáciou dubové a cerovo-dubové lesy, vo vyšších polohách karpatské dubovo-hrabové lesy.

Z pôvodnej vegetácie v súčasnosti evidujeme len fragmetny, čo je spôsobené antropogénnym vplyvom na krajinu v danej lokalite. Za zachovalé možno považovať fragmenty lužných lesov v okolí povodí Slatiny, Krivánskeho a Budínskeho potoka, alebo v okolí VN Mýtna a VN Ružiná a tiež fragmenty bukových a dubovo-hrabových lesov v katastrálnych územiach Mýtna, Píla a Podkriváň

prevažne na pravej strane od cesty I. triedy číslo I/16 smerom na Zvolen. Vo veľkej miere je však súčasná krajina značne pozmenená a vegetačný porast ma ruderálny charakter.

3.8 Fauna

Podľa zoogeografického členenia: terestrický biocyklus (Jedlička, Kalivodová in Miklós et al., 2002) patrí dotknuté územie a jeho okolie do provincie listnatých lesov, podkarpatský úsek.

Vzhľadom na konfiguráciu terénu, výškovú rôznorodosť a expozíciu, je fauna dotknutého územia a jeho širšieho okolia výrazne rôznorodá. V území sa uplatňujú druhy od typicky nížinných až po horské.

3.9 Chránené územia

Prevažná časť hodnoteného úseku rýchlostnej komunikácie sa v zmysle zákona č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny nachádza v území s prvým (všeobecným) stupňom ochrany prírody a krajiny.

V dotknutom území sa nachádza prírodná pamiatka Krivánsky potok. Predmetom ochrany je horný tok Krivánskeho potoka v dĺžke cca 2,65 km s pobrežnou vegetáciou, s výskytom chráneného a ohrozeného druhu flóry - Perovníka pštrosieho. Pozornosť si zasluhuje výskyt nezábudky močiarnej a zubačky žľaznatej. Stupeň ochrany je č. 4.

Dotknuté územie nezasahuje do prvkov siete NATURA 2000 (chránených vtáčích území a území európskeho významu).

V dotknutom území boli v trase navrhovaného úseku rýchlostnej komunikácie identifikované biotopy národného a európskeho významu.

Biotopy národného významu:	Lk 7 Psiarkové aluviálne lúky
	Ls 2.1 Dubovo-hrabové lesy karpatské
Biotopy európskeho významu:	Lk 1 Nížinné a podhorské kosné lúky 6510
	Ls 1.3 Jaseňovo-jelšové podhorské lužné lesy *91EO (prioritný biotop)

3.10 Územný systém ekologickej stability

V súvislosti s kostrou územného systému ekologickej stability definovanou na regionálnej a nadregionálnej úrovni je navrhovaná trasa rýchlostnej komunikácie v kontakte s biokoridorom nadregionálneho významu 6/20 Tisovník – Bralce – Krtiny, ktorý pretína v záverečnej časti úseku a biokoridorom regionálneho významu 6/21 vodný tok Krivánsky potok.

3.11 Klimatické pomery

Dotknuté územie zasahuje do mierne teplej klimatickej oblasti, okrsku M6, ktorý sa vyznačuje mierne teplým, vlhkým, vrchovinovým podnebím (cesta daným okrskom prechádza v oblasti obce Kriváň) a okrsku M3, ktorý sa vyznačuje mierne teplým, mierne vlhkým, pahorkatinovým až vrchovinovým podbnebím (tento okrsok začína juhovýchodne od obce Kriváň a siaha až po obec Mýtna). (Lapin, Faško, Melo, Šťastný, Tomlain in Miklós et al., 2002).

Klimatické pomery dotknutého územia si v nasledujúcom texte charakterizujeme pomocou údajov vzťahujúcich sa k najbližšie situovaným klimatologickým staniciam siete SHMÚ Vígľaš - Pstruša a Boľkovce.

Klimatologická stanica Vígľaš Pstruša sa nachádza v nadmorskej výške 368 m n.m. približne 10 km západne od začiatku hodnoteného úseku rýchlostnej komunikácie (od MÚK Kriváň). Klimatologická stanica Boľkovce sa nachádza v nadmorskej výške 214 m n.m. približne 20 km juhovýchodne od Mýtna.

Staršie údaje z obdobia rokov 1951 – 1980 pochádzajú z uvedených klimatologických staníc. Súčasný stav charakterizujú modely uvádzané pre lokality Vígľaš – Pstruša a Boľkovce na internetovej stránke www.meteoblue.com[1] vychádzajúce z údajov za obdobie rokov 1985 až po súčasnosť.

- *Teplota vzduchu*

Vzhľadom na kotlinový charakter územia je pre danú oblasť významný pomerne značný rozptyl teplotných charakteristík. Pre oblasť je charakteristický výskyt počtu letných dní (T_{max} ≥ 25°C) priemerne 20 až 30 za rok, v južných častiach dotknutého územia až 40 dní za rok. Počet mrazových dní (T_{min} < 0 °C) je v priemere 100 až 120 za rok, v severných častiach dotknutého územia až do 140 dní za rok.

Tabuľka 4 *Priemerné teploty vzduchu v °C v staniciach Vígľaš – Pstruša a Boľkovce za obdobie 1951 – 1980 (Zborník prác SHMÚ, Zväzok 33/I)*

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Vígľaš-Pstruša	-4,2	-1,6	2,7	8,2	12,8	16,3	17,7	17,0	13,1	8,0	3,4	-1,4	7,7
Boľkovce	-2,9	-0,3	4,4	10,2	15,1	18,6	20,2	19,3	15,1	9,4	4,4	-0,2	9,5

Tabuľka 5 *Absolútne maximá teploty vzduchu v °C v stanici Vígľaš – Pstruša za obdobie 1951 – 1980 (Zborník prác SHMÚ, Zväzok 33/I)*

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vígľaš-Pstruša	9,2	15,1	25,3	27,0	31,0	32,4	34,2	37,0	32,0	27,0	18,5	13,5

Tabuľka 6 *Absolútne minimá teploty vzduchu v °C v stanici Vígľaš – Pstruša za obdobie 1951 – 1980 (Zborník prác SHMÚ, Zväzok 33/I)*

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vígľaš-Pstruša	-32,0	-32,1	-29,9	-8,0	-5,1	-1,7	1,5	-0,5	-4,5	-10,0	-23,5	-27,6

Tabuľka 7 *Priemerné denné maximum teploty vzduchu v °C v staniciach Vígľaš – Pstruša a Boľkovce za obdobie 1985 – 2017 (spracované podľa údajov z www.meteoblue.com)*

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vígľaš-Pstruša	2	3	8	14	19	22	24	24	20	15	8	3
Boľkovce	2	4	9	16	21	23	26	26	21	16	9	3

Tabuľka 8 *Priemerné denné minimum teploty vzduchu v °C v staniciach Vígľaš – Pstruša a Boľkovce za obdobie 1985 – 2017 (spracované podľa údajov z www.meteoblue.com)*

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Vígľaš-Pstruša	-3	-3	1	6	10	13	15	16	11	7	3	-2
Boľkovce	-3	-2	1	6	10	13	15	15	11	7	3	-1

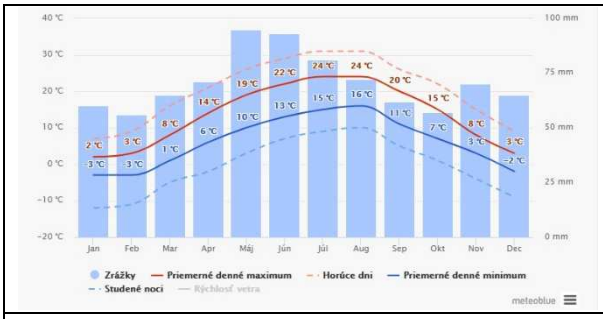
Nasledujúce grafy zobrazujú na základe výpočtového modelu za obdobie 1985 – 2018 „Priemerné denné maximum“ (plná červená čiara), teda maximálnu teplotu priemerného dňa v každom mesiaci

[1] Od roku 2007 archivuje portál meteoblue údaje modelov počasia. V 2014 sa začali počítať modely počasia s historickými údajmi od roku 1985 po súčasnosť, čím sa vytvorila pokračujúca 30-ročná história s hodinovými údajmi počasia.

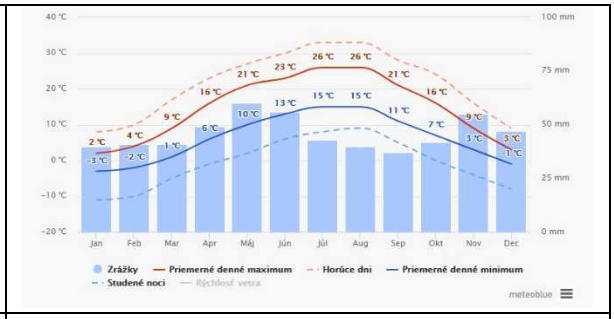
Meteorologické diagramy na meteoblue vychádzajú z hodinových simulácií modelov počasia za ostatných 30 rokov a sú dostupné pre každé miesto na Zemi. Vytvárajú dobrú predstavu o typickom priebehu a zmenách podnebia a poveternostných podmienok (teplota, úhrn zrážok, slnečný svit a vietor). Simulované údaje počasia majú priestorové rozlíšenie približne 30 km a nemusia kopírovať všetky miestne meteorologické javy, ako napríklad búrky, lokálne vetry alebo tornáda.

pre lokality Vígľaš – Pstruša a Boľkovce a „priemerné denné minimum“ (plná modrá čiara), teda priemernú minimálnu teplotu. Horúce dni a studené noci (prerušovaná červená a modrá čiara) ukazujú priemer najhorúcejších dní a najstudenejších nocí v každom mesiaci za posledných 30 rokov. Mesačné úhrny zrážok nad 150 mm väčšinou indikujú prevažne vlhký a pod 30 mm prevažne suchý mesiac.

Graf 3 *Priemerné teploty a úhrn zrážok (www.meteoblue.com, 2018)*

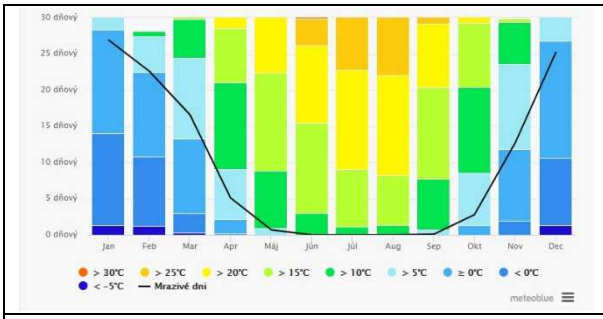


Vígľaš - Pstruša

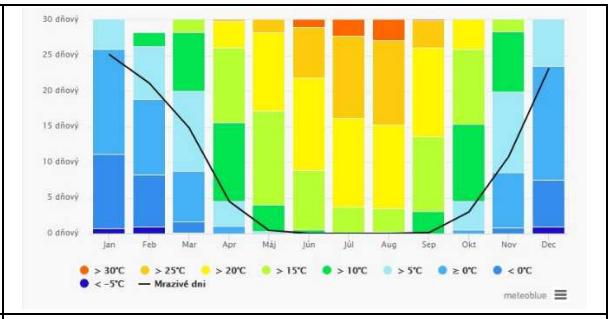


Boľkovce

Graf 4 *Najvyššie teploty (www.meteoblue.com, 2018)*



Vígľaš - Pstruša



Boľkovce

Uvedený diagram najvyššej teploty pre zvolené lokality zobrazuje na základe výpočtového modelu za obdobie 1985 – 2018, koľko dní v mesiaci dosiahne určitú teplotu.

- *<u>Zrážky</u>*

Podľa dlhodobých sledovaní (1951 – 1980) sa priemerný ročný úhrn zrážok v širšom dotknutom území pohybuje v rozmedzí 600 – 700 mm. V zmysle výpočtového modelu na stránke www.meteoblue.com spracovaného z údajov za obdobie rokov 1985 – 2018 je v lokalite Vígľaš-Pstruša pozorovateľný v danom období nárast sumárneho ročného úhrnu zrážok. Naopak, v lokalite Boľkovce môžeme pozorovať pokles celoročného úhrnu zrážok.

Priemerný ročný počet dní so zrážkami 1 mm a viac, dôležitý hlavne v období s výskytom teplôt 0 ^{0}C je pre dotknuté územie v intervale 80 – 100 dní.

Sneženie sa v lokalite Vígľaš-Pstruša vyskytuje spravidla v rozmedzí mesiacov október – apríl, v priemere 35,6 dní v roku. V lokalite Boľkovce sa vyskytuje spravidla v rovnakom období, v priemere 20,2 dní v roku. Priemerný sezónny počet dní so snehovou pokrývkou sa v južných častiach hodnoteného úseku rýchlostnej komunikácie pohybuje v rozmedzí 30 – 45 dní, v severných častiach do 60 dní.

Tabuľka 9 *Priemerné úhrny zrážok v mm v staniciach Vígľaš – Pstruša a Boľkovce za obdobie 1951 – 1980 (Zborník prác SHMÚ, Zväzok 33/I) a za obdobie 1985 – 2017 (www.meteoblue.com)*

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Vígľaš-Pstruša*	34	35	34	43	56	80	74	60	48	44	53	47	609
1985-2017**	60	56	65	71	95	93	81	72	62	57	70	65	847
Boľkovce*	41	42	39	49	63	85	70	63	47	46	64	55	662

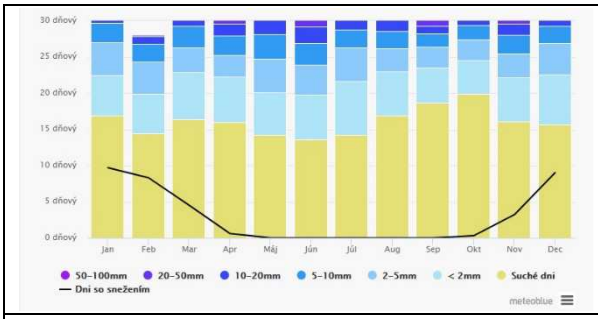
1985-2017**	40	41	41	49	60	56	43	40	37	42	55	47	551

* - zdroj SHMÚ, ** - zdroj www.meteoblue.com

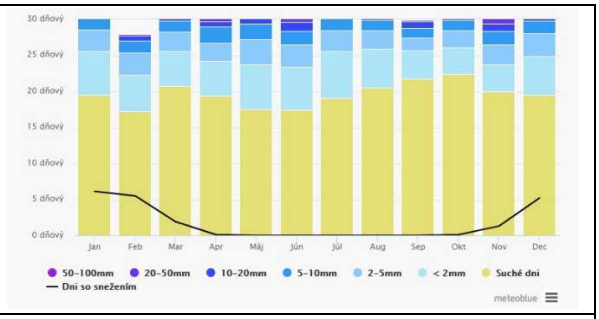
Z dlhodobého úhrnu zrážok je zrejmé, že najvýdatnejšie zrážky sa v dotknutom území vyskytujú v období máj až august, pričom maximá pripadajú na jún resp. júl.

Diagramy zrážok pre lokality Vígľaš-Pstruša a Boľkovce na základe výpočtového modelu zobrazujú za obdobie 1985 – 2018 počet dní v mesiaci, v ktorých spadne isté množstvo zrážok.

Graf 5 *Množstvo zrážok (www.meteoblue.com, 2018)*



Vígľaš - Pstruša



Boľkovce

V nasledovných častiach textu si charakterizujeme klimatické pomery hodnoteného územia úseku rýchlostnej komunikácie aj z hľadiska vlhkosti vzduchu a hmly, nakoľko pri vysokej relatívnej vlhkosti vzduchu a silnej hmle môže dôjsť k ovlhnutiu vozoviek a hmla môže byť sprevádzaná i mrholením, v zime aj mrznúcim mrholením s následnou tvorbou poľadovice.

V oblasti predmetného úseku je vzduch najviac nasýtený vodnou parou v zimnom období v dôsledku častého výskytu hmiel a nízkej oblačnosti. Priemerná ročná relatívna vlhkosť vzduchu v hodnotenom území dosahuje 75 – 80 %. Maximálne mesačné hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu sú pri prevládajúcom hmlistom a chladnom počasí najmä v decembri a presahujú občasne 90 %. Najnižšie hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu sa vyskytujú v apríli a v máji. Trasa rýchlostnej cesty prechádza prevažne údolnou oblasťou, ktorá je v dôsledku hromadenia vlhkého vzduchu stekajúceho z okolitých pohorí značne nasýtená vodnou parou prevažne vo večernej až rannej dobe a v dôsledku toho dochádza i k častému výskytu rosy, ovlhnutia a šedého mrazu.

Hmly sa v oblasti predmetného úseku vytvárajú predovšetkým v jesennom a zimnom období. K tvorbe hmiel dochádza najčastejšie v priebehu noci a k ich rozrušovaniu zväčša v skorých dopoludňajších hodinách. Priemerný ročný počet dní s hmlou v dotknutom území sa pohybuje v rozmedzí 70 – 90 dní (Boľkovce 73,3; Sliač 88,0). Najviac dní s hmlou pripadá na mesiace október až január.

Bezpečnosť dopravy je ohrozená najmä výskytom srieňov (niekedy označovaných ako „sivý alebo šedý mráz“). Jedná sa o usadené zrážky, ktoré vznikajú analogicky ako rosa, avšak sublimáciou vodnej pary na povrchu so zápornou teplotou. Odhadujeme, že v dotknutom území je možné očakávať ich výskyt v priemere v 10-20 dňoch v roku.

Tabuľka 10 *Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu v %, stanica Vígľaš-Pstruša*

Obdobie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
1951-1980*	84	81	76	68	70	72	70	73	76	78	83	85	76

* - zdroj SHMÚ

- *Veternosť*

Dolinné oblasti usmerňujú prúdenie vzduchu v smere ich orientácie. V oblasti navrhovanej trasy rýchlostnej komunikácie prevláda prúdenie vzduchu od severu, severozápadu a západu. V priľahlých dolinách sa uplatňuje podružné prevládajúce prúdenie vzduchu.

Veternosť je v údolných polohách pomerne malá. Za rok sa v priemere v predmetnom území vyskytuje 40-45 % situácií s bezvetrím až veľmi slabým prúdením vzduchu o priemerných rýchlostiach do 1 m/s. Táto veľmi slabá veternosť sa najviac podieľa na zhoršenom rozptyle emisií z dopravy.

Tabuľka 11 *Priemerná rýchlosť vetra v m.s^{-1} za obdobie 1961-1980*

Stanica/smer	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	bezvetrie
Vígľaš-Pstruša*	2,5	2,1	3,0	3,0	2,6	3,0	3,4	4,0	3,2
Boľkovce*	1,5	1,6	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,1	2,0

* - zdroj SHMÚ

Tabuľka 12 *Priemerná častosť smerov vetrov v % za obdobie 1961-1980*

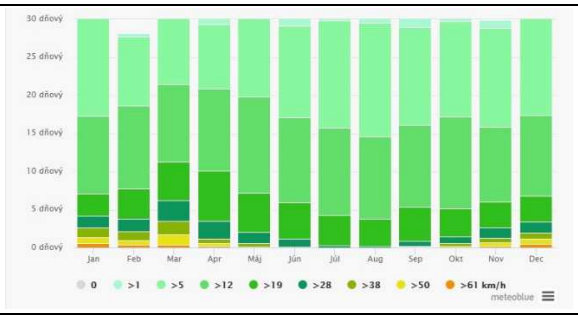
Obdobie/smer	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	bezvetrie
Vígľaš-Pstruša*	3,1	2,0	7,6	14,6	3,2	3,1	10,3	13,3	42,8
Boľkovce*	6,4	7,7	4,6	2,3	2,6	6,7	11,4	12,9	45,4

* - zdroj SHMÚ

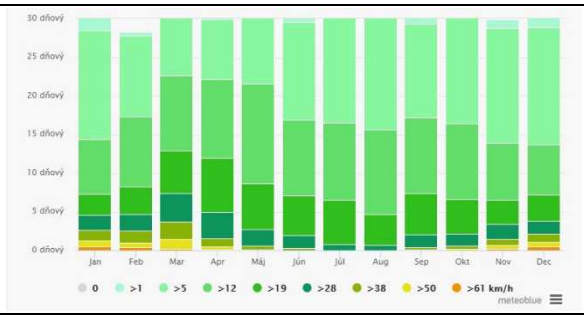
Diagramy pre lokality Vígľaš-Pstruša a Boľkovce zobrazujú počet dní v mesiaci, kedy sa očakáva dosiahnutie istej rýchlosti vetra.

Veterné ružice pre lokality Vígľaš-Pstruša a Boľkovce zobrazujú na základe výpočtového modelu za obdobie 1985 – 2018 počet hodín v roku, kedy vietor fúka z určitého smeru. Napríklad JZ: Vietor fúka z juhozápadu (JZ) na severovýchod (SV).

Graf 6 *Rýchlosť vetra (www.meteoblue.com, 2018)*

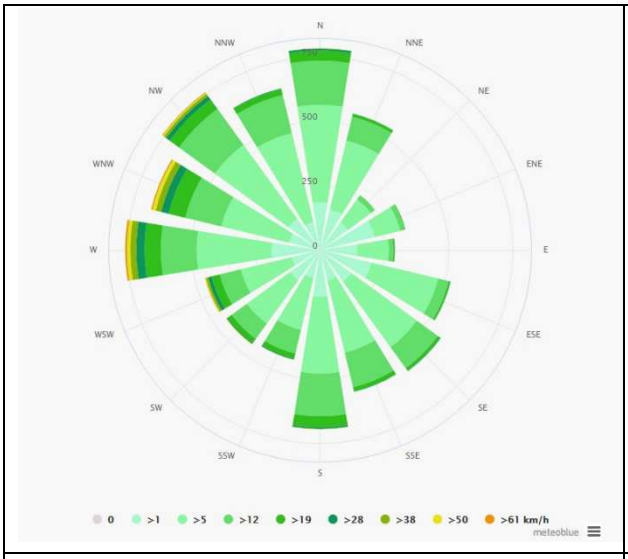
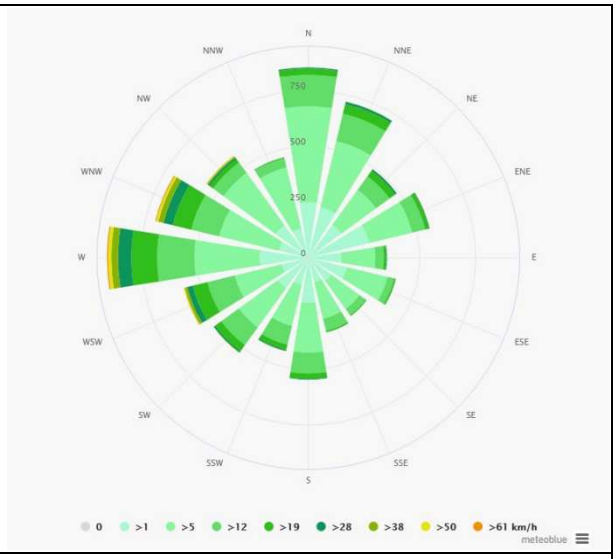


Vígľaš - Pstruša



Boľkovce

Obrázok 2 *Veterná ružica (www.meteoblue.com, 2018)*

	
Vígľaš - Pstruša	*Boľkovce*

- *<u>Oblačnosť a slnečný svit</u>*

Pri oblačnom počasí je režim meteorologických prvkov vyrovnanejší, pri slnečnom počasí dochádza často k výskytu extrémov, najmä v teplotnom a vlhkostnom režime a tým sa prevažne v jesennom a zimnom období môžu na rýchlostnej ceste striedať suché a vyhriate úseky s tienistými a vlhkými úsekmi, ktoré sú buď ovlhnuté, zarosené, alebo pokryté bielou kryštalickou usadeninou – šedým mrazom.

Tabuľka 13 *Priemerný počet zamračených dní, stanica Vígľaš-Pstruša a Boľkovce*

Obdobie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
1951-1980*	15,5	12,0	11,7	8,5	8,3	7,4	6,4	6,2	6,6	6,8	16,4	18,3	126,1
1985-2017**	18,1	14,5	11,6	8,2	6,5	5,2	3,4	4,0	6,2	8,7	13,6	16,5	116,5

* - zdroj SHMÚ, ** - zdroj www.meteoblue.com

Tabuľka 14 *Priemerná oblačnosť v %, stanica Vígľaš-Pstruša*

Obdobie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
1951-1980*	88	66	63	57	57	59	51	50	52	56	72	73	60

* - zdroj SHMÚ

Tabuľka 15 *Priemerné trvanie slnečného svitu v hodinách, stanica Vígľaš-Pstruša*

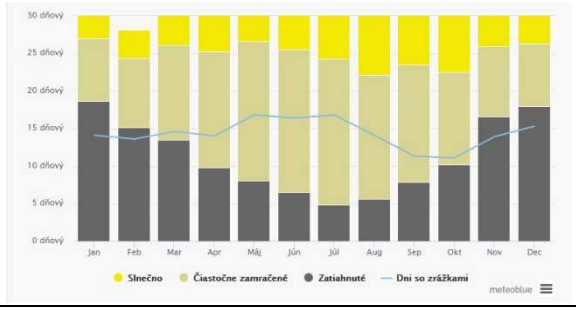
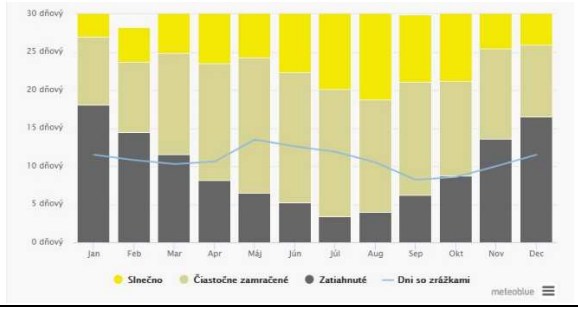
Obdobie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
1951-1980*	44	76	129	167	200	212	227	211	163	120	49	33	1631

* - zdroj SHMÚ

Najviac zamračených dní sa v dotknutom území vyskytuje v novembri až januári. Priemerné pokrytie oblohy oblačnosťou je v týchto mesiacoch 70-80 %-tné a tým je trvanie slnečného svitu nízke. v priemere 30-50 hodinové. V letných mesiacoch sa v predmetnom území vyskytujú zamračené dni vo výrazne nižšej častosti (20-30%) a tým je trvanie slnečného svitu pomerne dlhé v priemere 200-220 hodinové.

Nasledujúce grafy zobrazujú na základe výpočtového modelu za obdobie 1985 – 2017 počet slnečných, polooblačných, zamračených a daždivých dní v mesiaci. Dni s menej než 20% výskytom oblakov sa považujú za slnečné, s 20-80% výskytom oblakov za polooblačné a s viac než 80% výskytom za zamračené.

Graf 7 *Oblačné, slnečné a daždivé dni (www.meteoblue.com, 2018)*

	
Vígľaš - Pstruša	*Boľkovce*

4. Odhad vývoja klímy na Slovensku a relevantné klimatické riziká pre dopravnú infraštruktúru

Región strednej Európy a zároveň aj Slovenska nesie všeobecné črty klimatickej zmeny. Oteplenie sa v nej prejavuje vo všetkých polohách a klimatických oblastiach. Trendy v atmosférických zrážkach nie sú síce také jednoznačné, ale tento fakt je spôsobený ich väčšou premenlivosťou, ako aj modifikovaním úhrnov náveternými a záveternými vplyvmi.

Za obdobie 1881 – 2010 sa na Slovensku pozoroval:

• rast priemernej ročnej teploty vzduchu asi o 1,7 °C;

• pokles ročných úhrnov atmosférických zrážok v priemere asi o 0,5 % (na juhu SR bol pokles miestami aj viac ako 10 %, na severu a severovýchode ojedinele úhrn zrážok vzrástol do 3 %);

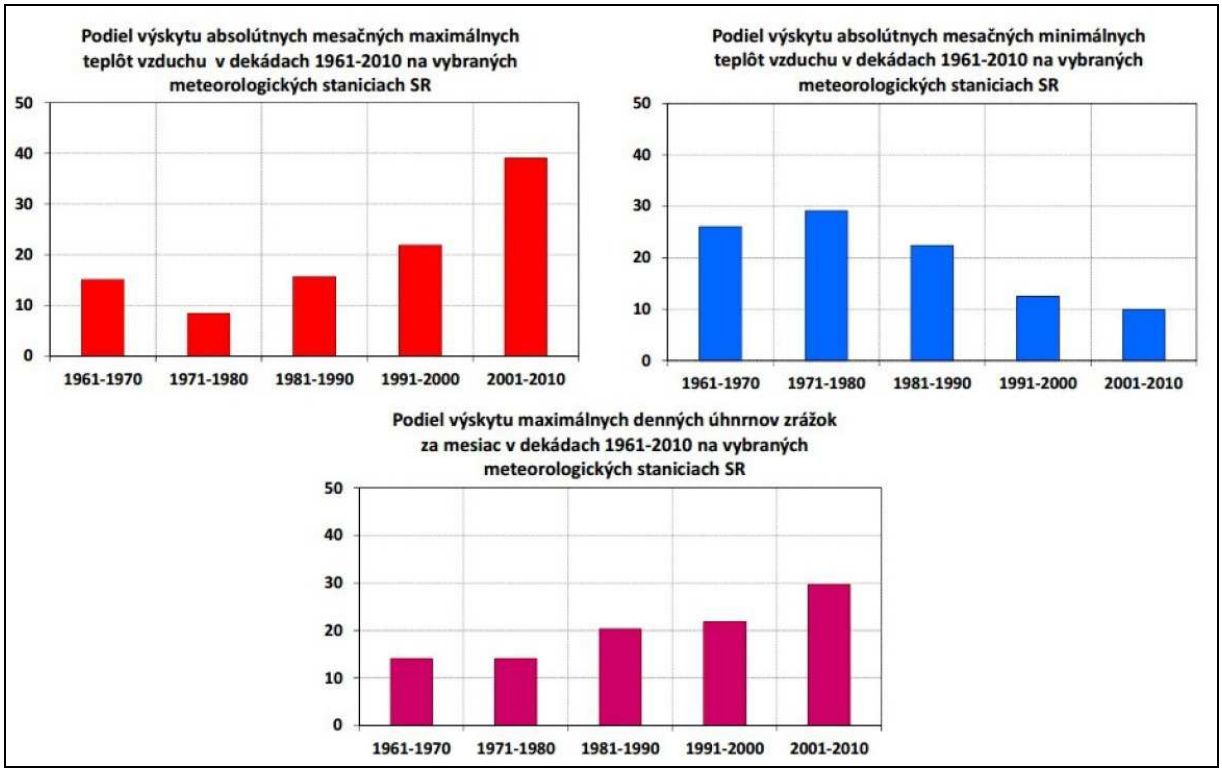
• pokles relatívnej vlhkosti vzduchu (na juhu Slovenska od roku 1900 doteraz o 5 %, na ostatnom území menej);

• pokles všetkých charakteristík snehovej pokrývky do výšky 1000 m takmer na celom území SR (vo väčšej nadmorskej výške bol zaznamenaný jej nárast);

• vzrast potenciálneho výparu a pokles vlhkosti pôdy – charakteristiky výparu vody z pôdy a rastlín, vlhkosti pôdy, slnečného žiarenia potvrdzujú, že najmä juh Slovenska sa postupne vysušuje;

• zmeny v premenlivosti klímy (najmä zrážkových úhrnov) – príkladom sú za sebou v krátkom časovom intervale idúce extrémne suchý rok 2003 a čiastočne aj 2007, extrémne vlhký rok 2010 a mimoriadne suchý rok 2011 a čiastočne aj 2012. Za posledných 15 rokov došlo k významnejšiemu rastu výskytu extrémnych denných a niekoľkodenných úhrnov zrážok, čo malo za následok zvýšenie rizika lokálnych povodní v rôznych oblastiach SR. Na druhej strane v období rokov 1989 – 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. (Palčák, Kaparová et al., 2014)

Obrázok 3 *Podiel výskytu extrémnych teplôt a úhrnom zrážok v jednotlivých dekádach obdobia 1961 – 2010, Zdroj: SHMÚ, prevzaté z MŽP SR, 2014*



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 klimatickej zmeny pre naše územie, výnimkou sú iba nižšie úhrny zrážok v chladnom polroku a v zime v desaťročí 1991 – 2000.

Ukazuje sa, že počasie sa v posledných dekádach stalo viac extrémnym. Štatistické spracovania mesačných teplotných extrémov poukazujú na výkyvy vo výskyte extrémnych teplôt a zrážok počas jednotlivých dekád od roku 1961 doteraz, avšak trendy daných charakteristík sú pomerne jednoznačné. (Palčák, Kaparová et al., 2014)

Sucho ako nedostatok atmosférických zrážok dopadajúcich na zemský povrch alebo deficit využiteľnej pôdnej vlahy predstavuje jeden z extrémnych prejavov počasia. Hodnoteniu sucha na území Slovenskej republiky podľa Palmerovho indexu závažnosti sucha (PDSI)2 sa venovali autori Zuzulová, Šiška, Vavrovič v práci „Hodnotenie sucha na Slovensku podľa Palmerovho indexu závažnosti sucha (PDSI) v podmienkach meniacej sa klímy“ (Zuzulová, Šiška, Vavrovič, 2014). Z hodnotených lokalít sú k dotknutému územiu (predmetnému úseku R2) najbližšie situované lokality Sliač a Boľkovce.

Autori uvádzajú, že v lokalite Sliač boli pozorované v období 1951 – 1980 štyri suché obdobia, trvajúce viac ako jeden súvislý rok. Okrem jedného prípadu (január 1970) sú všetky extrémne suché mesiace súčasťou predposledného zo spomínaných období sucha, ktoré trvalo od decembra 1972 po apríl 1974. Kratších období sucha bolo pozorovaných celkom 23.

V období 1981 – 2010 bolo pozorovaných šesť období sucha, trvajúcich 11 súvislých mesiacov alebo viac. V troch z nich boli pozorované extrémne suché mesiace, v počtoch 1 (január 1984), 3 (január až marec 1990) a 1 (február 2008). Suchých období kratších ako jeden rok bolo v tejto oblasti za obdobie

[2] Jednou z metód hodnotenia sucha je Palmerov index závažnosti sucha (Palmer drought severity index – PDSI). Je štandardizovaný pre rozdielne regióny a časové obdobia, takže je použiteľný pre hodnotenie sucha na rôznych územiach s rozdielnou klímou (Dunkel, 2009). Výpočet tohto indexu zohľadňuje nielen klimatické pomery, ale aj pedologické. Bol vyvinutý v druhej polovici 60. rokov. Jeho využitie sa postupne rozšírilo do oblastí meteorológie, hydrológie, lesného hospodárstva, ekonómie a poľnohospodárstva, kde sa využívajú dodnes. PDSI využíva úhrny potenciálnej evapotranspirácie a vlahovo-odtokových parametrov prostredia. Pre rozmanitosť prírodných podmienok Slovenska je PDSI vhodným spôsobom hodnotenia sucha.

1981 – 2010 pozorovaných 20. Trend za obdobie 1951 – 1980 je takmer nepozorovateľný, zatiaľ čo trend za obdobie 1981 – 2010 je už mierne rastúci.

V Boľkovciach bolo pozorovaných v období 1951 – 1980 päť suchých období trvajúcich viac ako jeden súvislý rok. Kratších období sucha bolo pozorovaných celkom 15. Výskyt extrémne suchých mesiacov bol pozorovaný v júli 1964, od júna po október 1968 a od marca po apríl 1974.

V období 1981 – 2010 boli pozorované štyri obdobia sucha, trvajúce viac ako jeden súvislý rok. Najdlhšie bolo pozorované od mája 2001 po marec 2005 a jeho súčasťou bolo celkom 6 extrémne suchých mesiacov. Zvyšné dva extrémne suché mesiace boli pozorované v suchom období od mája 1992 po august 1993 a v suchom období od septembra 2006 po máj 2008. Suchých období kratších ako jeden rok bolo pozorovaných 10. Lineárny trend za obdobie 1951 – 1980 je veľmi mierne klesajúci, zatiaľ čo trend za obdobie 1981 – 2010 je už mierne rastúci.

Uvedené trendy vo vývoji klímy môžeme v lokálnych podmienkach hodnoteného úseku rýchlostnej cesty R2 potvrdiť na základe meteorologických charakteristík vzťahujúcich sa k tomuto územiu uvádzaných v „Agrometeorologických a fenologických informáciách“ vydávaných SHMÚ. Z hľadiska výskytu extrémnych priemerných mesačných teplôt v lokalitách Boľkovce a Vígľaš – Pstruša (najbližšie situované meteorologické stanice siete SHMÚ) za obdobie 2009 – apríl 2018 môžeme konštatovať zvýšenú variabilitu klímy s pomerne častým výskytom extrémnych teplotných situácií. V nasledujúcej tabuľke uvádzame teplotne silne nadnormálne resp. podnormálne mesiace vo vzťahu k dlhodobému priemeru z rokov 1951 – 1980 v sledovanom období.

Tabuľka 16 *Mesiace so silne teplotne nadnormálnymi resp. podnormálnymi priemernými mesačnými teplotami vo vzťahu k dlhodobému priemeru z rokov 1951 – 1980 (spracované podľa údajov SHMÚ)*

mesiac/rok	Boľkovce		Vígľaš - Pstruša	
	PMT (°C)	O (°C)	PMT (°C)	O (°C)
04/2009	13,8	+4,2	11,6	+3,4
07/2009	21,7	+2,5	19,5	+2,5
09/2009	16,9	+2,5	15,3	+2,2
07/2010	22,2	+3,0	20,5	+2,8
11/2010	7,2	+3,3	6,6	+3,2
12/2010	-2,4	-2,2	-5,0	-3,6
04/2011	12,5	+2,9	10,8	+2,6
08/2011	20,9	+2,5	19,5	+2,5
09/2011	17,8	+3,4	16,5	+3,3
11/2011	1,5	-2,4	0,7	-2,7
02/2012	-4,1	-3,5	-5,4	-3,8
03/2012	6,4	+2,5	5,2	+2,5
05/2012	17	+2,7	14,7	+1,9
06/2012	20,4	+2,6	18,4	+2,1
07/2012	21,9	+2,7	20,0	+2,3
08/2012	21,4	+3,0	19,0	+2,0
09/2012	17,1	+2,7	15,3	+2,2
12/2012	-3,2	-2,3	-4,6	-3,2
08/2013	21,6	+3,2	20,0	+3,0
01/2014	1,8	+5,1	1,6	+5,8
02/2014	3,9	+4,5	3,4	+5,0
03/2014	8,4	+4,5	6,2	+3,8
11/2014	6,6	+2,7	6,6	+3,2
12/2014	2,4	+3,3	1,8	+3,2

mesiac/rok	Boľkovce		Vígľaš - Pstruša	
	PMT (°C)	O (°C)	PMT (°C)	O (°C)
01/2015	1,1	+4,4	0,6	+4,8
07/2015	22,5	+3,3	20,9	+3,2
08/2015	22,5	+4,1	20,9	+3,9
12/2015	2,1	+3,0	1,6	+3,0
02/2016	4,7	+5,3	4,0	+5,6
03/2016	6,1	+2,2	5,3	+2,6
06/2016	20,2	+2,4	18,9	+2,6
09/2016	17,0	+2,6	15,4	+2,3
01/2017	-7,7	-4,4	-9,7	-5,5
02/2017	1,4	+2,0	1,6	+3,2
03/2017	8,1	+4,2	6,9	+4,2
06/2017	21,0	+3,2	19,8	+3,5
08/2017	21,8	+3,4	19,9	+2,9
01/2018	1,1	+4,4	0,6	+4,8
04/2018	14,8	+5,2	13,6	+5,4

PMT – priemerná mesačná teplota (°C), O – odchýlka od dlhodobého priemeru z rokov 1951 – 1980 (°C)

Z meteorologických charakteristík uvádzaných v „Agrometeorologických a fenologických informáciách“ vydávaných SHMÚ môžeme z hľadiska výskytu extrémnych mesačných úhrnov zrážok v lokalitách Boľkovce a Vígľaš Pstruša za obdobie 2009 – apríl 2018 konštatovať, že v sledovanom období boli vo vzťahu k dlhodobému priemeru z rokov 1951 – 1980 zrážkovo silne nadnormálnymi resp. podnormálnymi mesiacmi – viď nasledujúca tabuľka.

Tabuľka 17 *Mesiace s výskytom silne nadnormálnych resp. podnormálnych atmosférických zrážok vo vzťahu k dlhodobému priemeru z rokov 1951 – 1980 (spracované podľa údajov SHMÚ)*

mesiac/rok	Boľkovce		Vígľaš - Pstruša	
	MÚZ (mm)	N (%)	MÚZ (mm)	N (%)
04/2009	13	27	11	26
10/2009	53	115	115	261
05/2010	191	303	133	238
06/2010	133	156	207	259
07/2010	167	239	100	135
09/2010	128	272	111	231
01/2011	22	54	10	29
02/2011	11	26	13	37
04/2011	16	33	8	19
09/2011	1	2	5	10
11/2011	0	0	0	0
03/2012	0	0	0	0
08/2012	3	5	12	20
10/2012	97	211	119	270
01/2013	83	202	71	209
02/2013	81	269	93	266
03/2013	88	226	91	268
05/2013	102	162	167	298

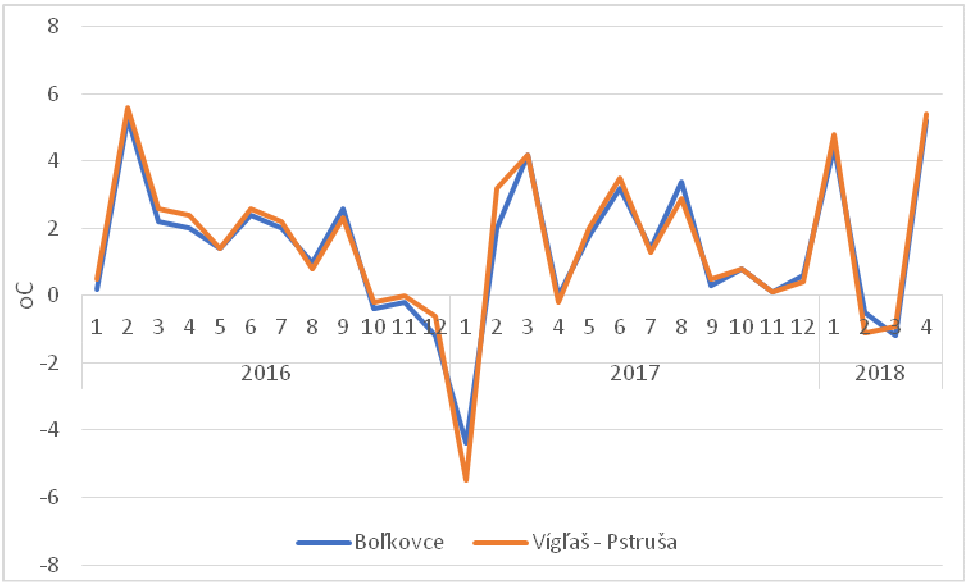
mesiac/rok	Boľkovce		Vígľaš - Pstruša	
	MÚZ (mm)	N (%)	MÚZ (mm)	N (%)
07/2013	11	16	48	65
12/2013	9	16	8	17
03/2014	6	15	21	62
08/2014	118	187	127	212
05/2015	82	130	135	241
06/2015	19	22	7	9
10/2015	104	226	82	186
12/2015	11	20	8	17
02/2016	128	305	105	300
12/2016	2	4	3	6
06/2017	34	40	27	34

MÚZ – mesačný úhrn zrážok (mm), N (%) - percento dlhodobého priemeru z rokov 1951 – 1980

Z dostupných údajov o základných klimatických ukazovateľoch v meteorologických staniciach Boľkovce a Vígľaš Pstruša môžeme vo forme grafov pre porovnanie dlhodobých priemerov z rokov 1951 – 1980 s hodnotami priemerných mesačných teplôt a mesačných úhrnov zrážok za obdobie január 2016 – apríl 2018 potvrdiť tézy o značnej premenlivosti počasia s výskytom extrémnych hodnôt.

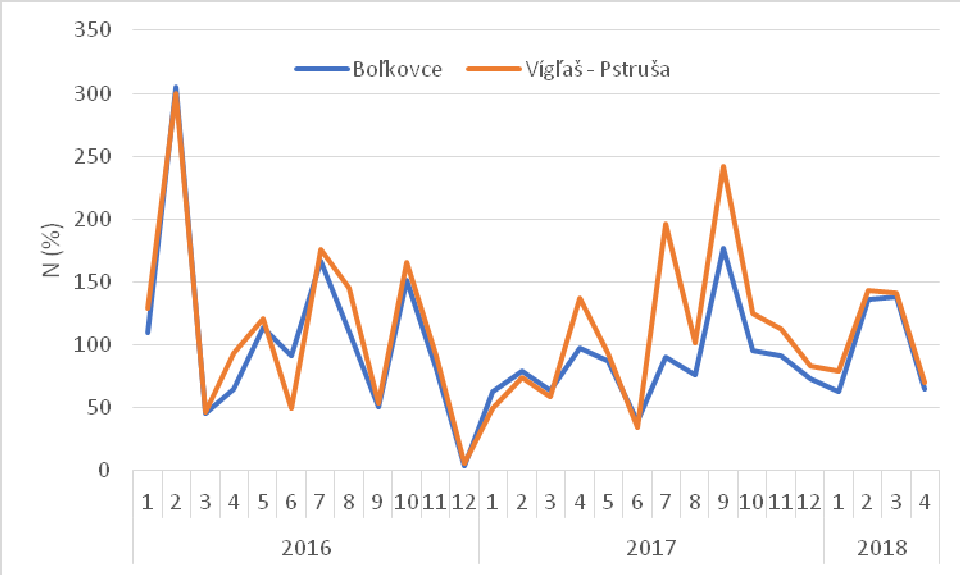
Pre ukazovateľ priemerných mesačných teplôt si ako príklad môžeme uviesť obdobie január až marec 2017, keď v januári 2017 bola priemerná mesačná teplota Boľkovce -7,7 °C (t.j. -4,4 °C pod dlhodobým priemerom 1951-1980) a Vígľaš – Pstruša -9,7 °C (t.j. -5,5 °C pod dlhodobým priemerom 1951-1980). Hneď nasledujúci mesiac – február 2017 prichádza extrémna zmena s priemernými mesačnými hodnotami Boľkovce +1,4 °C (t.j. +2,0 °C nad dlhodobým priemerom 1951-1980) a Vígľaš – Pstruša +1,6 °C (t.j. 3,2 °C nad dlhodobým priemerom 1951-1980) s pokračovaním v marci 2017 Boľkovce +8,1 °C (t.j. +4,2 °C nad dlhodobým priemerom 1951-1980) a Vígľaš – Pstruša +6,9 °C (t.j. 4,2 °C nad dlhodobým priemerom 1951-1980).

Graf 8 *Priemerná mesačná teplota vzduchu – odchýlka od dlhodobého priemeru z rokov 1951 – 1980 v období január 2016 – apríl 2018 (podľa údajov SHMÚ)*



Obdobný trend v premenlivosti klímy môžeme sledovať aj na grafe mesačných úhrnov zrážok v percentách z dlhodobého priemeru z rokov 1951 – 1980 v období január 2016 – apríl 2018.

Graf 9 *Mesačné úhrny atmosférických zrážok v percentách z dlhodobého priemeru z rokov 1951 – 1980 v období január 2016 – apríl 2018 (podľa údajov SHMÚ)*



Všeobecné závery ďalšieho vývoja klímy na Slovensku možno formulovať nasledovne (Palčák, Kaparová et al., 2015):

Teplota vzduchu

• priemerné teploty vzduchu by sa mali postupne zvyšovať o 2 až 4 °C v porovnaní s priemermi obdobia 1951 – 1980, pričom sa zachová doterajšia medziročná a medzisezónna časová premenlivosť;

• 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 menšie ako v zvyšnej časti roka;

Úhrn zrážok

• 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 málo zrážkové (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 m n. m. bude snehová pokrývka nepravidelná a častejšie sa budú vyskytovať zimné povodne – snehová pokrývka bude zrejme v priemere vyššia iba vo výške nad 1200 m n. m., tieto polohy ale predstavujú na Slovensku menej ako 5 % rozlohy, čo nemôže podstatne ovplyvniť odtokové pomery.

Iné klimatické prvky a charakteristiky

• neočakávajú sa žiadne významné zmeny v priemeroch globálneho žiarenia, rýchlosti a smeru vetra;

• vzhľadom na zosilnenie búrok v teplej časti roka sa očakáva častejší výskyt silného vetra, víchric a tornád v súvislosti s búrkami;

• pokles vlhkosti pôdy na juhu Slovenska (rast potenciálnej evapotranspirácie vo vegetačnom období roka asi o 6 % na 1 °C oteplenia, úhrny zrážok sa vo vegetačnom období roka podstatne nezvýšia).

Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy vydaná Ministerstvom životného prostredia SR v januári 2014 predpokladá pre sektor dopravy nasledovné vplyvy klimatických zmien.

Extrémne poveternostné javy sa v sektore dopravy prejavia okamžite, intenzívne a s výraznými negatívnymi dôsledkami: vedú k zvýšeniu dopravného času na prepravu tovarov, predĺženiu času cestovania a zvýšeniu pravdepodobnosti nehôd. Vysoké a nízke teploty, intenzívne búrky a snehové kalamity, ktorých frekvencia a intenzita sa v dôsledku zmeny zvyšuje, spôsobujú vážne komplikácie pre takmer všetky druhy dopravy. Komplexná analýza možných dôsledkov zmeny klímy jednotlivých sektorov, vrátane dopravy, bola vypracovaná vo Vedeckej agentúre pre lesníctvo a ekológiu (EFRA). Jej výsledky sú pre sektor dopravy, špecificky pre cestnú dopravu súhrnne uvedené v nasledovnej tabuľke.

Tabuľka 18 *Dôsledky zmeny klímy v cestnej doprave (podľa Palčák, Kaparová et al., 2014)*

Vplyvy	*Dôsledky*
Extrémy počasia – búrky, záplavy	Odstávky cestných komunikácií, obchádzky, poškodenie cestnej infraštruktúry
Zhoršené meteorologické podmienky – dážď, sneh, poľadovica, hmla...	Zníženie bezpečnosti a plynulosti dopravy, dopravné kongescie
Zhoršené zimné podmienky – časté sneženie, vietor, dlhé trvanie zimy	Zvýšené požiadavky na zimnú údržbu, možnosť poškodzovania krytu vozovky, vyššie nároky na kvalitu krytu vozovky

Pre návrh adaptačných opatrení sú významné ako postupné zmeny meteorologických a hydrologických pomerov, tak aj extrémne meteorologické udalosti, ktoré spôsobujú možné škody, príp. i ohrozenie životov. Z tohto hľadiska sa odporúča pri komplexnom hodnotení klimatických rizík v rámci výstavby a údržby základnej infraštruktúry brať do úvahy nasledujúce javy:

- Silný vietor,
- Snehové javy,
- Námrazové javy,
- Silné dažde,
- Povodne,
- Búrkové javy,
- Vysoké teploty,
- Sucho a požiare.

5. Hodnotenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre stavbu „Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna“

Pre potrebu posúdenia rizík súvisiacich zo zmenou klímy pre stavbu Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna použijeme návrh metodického postupu vypracovaného Výskumným ústavom dopravným (Palčák, Kaparová et al., 2014).
Predmetný metodický postupu pre hodnotenie klimatických rizík sa skladá z nasledujúceho postupu hodnotenia:

- Modul 1: Posúdenie citlivosti navrhovaného zámeru na zmenu klímy
- Modul 2: Posúdenie expozície a vývoja rizikových klimatických javov
- Modul 3: Posúdenie zraniteľnosti a miery rizika
- Modul 4: Identifikácia a výber možností na prispôsobenie zámeru zmenám klímy
- Modul 5: Návrh varovných a monitorovacích systémov

5.1 Modul 1: Posúdenie citlivosti navrhovaného zámeru na zmenu klímy

V tomto kroku hodnotenia sa zameriame na zistenie, či a v akej miere je daný projekt (Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna) citlivý na zmenu klímy.

V nasledovnej tabuľke uvádzame základný zoznam rizikových javov, ich možných účinkov súvisiacich so zmenou klímy a stanovenie citlivosti projektu na daný klimatický jav.

Tabuľka 19 *Posúdenie citlivosti stavby Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna na zmenu klímy*

Rizikové klimatické javy	Hlavné typy možných vedľajších účinkov v súvislosti so zmenami klímy	Citlivosť vlastného zámeru	Citlivosť súvisiacich procesov	Poznámky
Silný vietor	vyvrátenie stromov alebo lámanie veľkých vetví a následné pády do priestoru cesty			V trase úseku rýchlostnej cesty sa nachádzajú aj lesné pozemky s výskytom stromovej a krovitej vegetácie. V rámci prípravy územia pre stavbu sa uvažuje s výrubom, ktorého rozsah nebol do obdobia spracovania predkladaného posúdenia presne definovaný. Najväčší rozsah výrubov je možné očakávať v rozmedzí km 2,8 – 7,7 hodnoteného úseku R2. Ochrana investičného zámeru pred prejavmi tohto rizikového klimatického javu vychádza z legislatívnej úpravy (§11 zákona č. 135/1961 Zb. v znení neskorších zmien a doplnkov), ktorá má za následok vyhlásenie ochranného pásma rýchlostnej komunikácie. Príslušný cestný správny orgán môže nariadiť vlastníkovi, správcovi alebo užívateľovi nehnuteľností alebo zariadenia, aby v cestnom ochrannom pásme odstránil alebo upravil stavbu alebo zariadenie, stromy, kry alebo iné porasty.
	bočné nárazy vetra			Rýchlostná cesta je orientovaná v smere SZ-JV, teda prevažne v smere prevládajúceho prúdenia vzduchu. Nárazy silného bočného vetra je možné očakávať len ojedinelo z podružných smerov miestnej cirkulácie ovzdušia od bočných dolín prítokov Krivánskeho

Rizikové klimatické javy	Hlavné typy možných vedľajších účinkov v súvislosti so zmenami klímy	Citlivosť vlastného zámeru	Citlivosť súvisiacich procesov	Poznámky
				potoka. Určité riziká ohľadom bezpečnosti premávky predstavuje najmä severný nárazový vietor v zimných mesiacoch.
Snehové javy	snehové jazyky a záveje obmedzujúce prejazdnosť			V intenciách očakávaných klimatických zmien je pravdepodobné, že v hodnotenom území s nadmorskou výškou 430 - 280 m n.m. dôjde k poklesu všetkých charakteristík snehovej pokrývky. Môžeme očakávať, že z hľadiska výskytu bude nepravidelná a častejšie sa budú vyskytovať zimné povodne. Predpoklad vzniku snehových závejov a jazykov je aj s ohľadom na prevládajúce prúdenia vzduchu (v smere trasy rýchlostnej cesty) nízky.
	snehové búrky, kedy dochádza k výraznému zníženiu dohľadnosti			Pravdepodobnosť výskytu extrémnych prejavov počasia, medzi ktoré radíme aj snehové búrky sa zvýši. Napriek skutočnosti, že uvedený jav môže dočasne významne ovplyvniť bezpečnosť a plynulosť premávky na hodnotenom úseku, stavbu nepovažujeme za významne citlivú na uvedený prejav rizikového klimatického javu.
	lavíny			V trase hodnoteného úseku rýchlostnej cesty R2 nie je pravdepodobnosť výskytu lavín.
	iné zosuvy (napr. pôdy, bahna, kamenia a pod.) v dôsledku snehu, rozmŕzania pôdy a pod.			Riziko vzniku, resp. aktivovania geodynamických javov (svahových pohybov, erózno-akumulačných javov, ...) v trase navrhovaného úseku rýchlostnej cesty je primárne podmienené existujúcimi geologickými podmienkami v území. Na základe doterajších poznatkov o geologickej stavbe dotknutého územia a o výskyte geodynamických javov môžeme územie stavby charakterizovať ako stabilné. Realizáciou stavby (antropogénny zásah) v zložitých morfologických pomeroch (vysoká sklonitosť terénu) v spojitosti s očakávaným výskytom mimoriadnych klimatických udalostí (topenie snehu pri výraznom oteplení sprevádzané zrážkami, výdatné (extrémne) zrážky, a pod.) existujú určité reálne riziká vzniku geodynamických javov v území stavby. Z tohto pohľadu predstavuje rizikové územie najmä úsek rýchlostnej cesty R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna približne v km 2,5 – 6,9 vedený v doline Krivánskeho potoka. Jedná sa o úsek v ktorom je teleso rýchlostnej komunikácie situované na estakádach. V prípade zvýšenej dotácie horninového prostredia vodou v dôsledku rýchleho topenia sa snehu alebo extrémnych zrážok vzniká riziko aktivácie geodynamických javov v území. Ochranu stavby pred uvedenými prejavmi rizikového klimatického javu je potrebné zabezpečiť realizáciou sanačných opatrení ktoré budú súčasťou navrhovaného projektového riešenia stavby.
Námrazové javy	ľadovka (ľadová vrstva, ktorá vzniká postupným mrznutím vody alebo kvapiek dažďa alebo mrholenia na povrchu zeme), poľadovica (dážď			Trasa rýchlostnej cesty R2 je vedená v blízkosti vodného toku Krivánsky potok a jeho prítokov. Z hľadiska výskytu námrazových javov sú v tomto území rizikové úseky situované na mostných objektoch, ktoré budú realizované nad bočnými dolinami a pre

Rizikové klimatické javy	Hlavné typy možných vedľajších účinkov v súvislosti so zmenami klímy	Citlivosť vlastného zámeru	Citlivosť súvisiacich procesov	Poznámky
	padá na prechladený zemský povrch alebo na predmety – sťažuje pohyb vozidiel i chôdzu chodcov), námraza (zmrznutie drobných kvapiek na stožiaroch, dopravnom značení, anténnych systémoch, ...)			ktoré je charakteristické stekanie chladného vzduchu v nočných a ranných hodinách. Tým dochádza k podchladzovaniu konštrukcií mostov a tvorbe rôznych druhov námraz. Jedná sa najmä o nasledovné stavebné objekty: 201-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087; 203-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000; 204-00 Most na R2 nad PC a bezmenným potokom v km 1,100; 207-00 Most na R2 nad údolím v km 1,921; 208-00 Most na R2 nad PC v km 2,150, 209-01 Estakáda v km 2,700-5,310; 209-02 Estakáda v km 5,310 – 7,062; 210-00 Estakáda v km 7,155 – 8,798.
Silné dažde	nebezpečenstvo tzv. aquaplaningu			Povrchové vody zo spevnených plôch vozoviek rýchlostnej cesty a križovatiek budú odvedené jej priečnym sklonom do rigolov či pozdĺžnych štrbinových žľabov a z nich potom prostredníctvom uličných vpustov do cestnej kanalizácie.
	prietoky vody cez komunikácie, ich zatopenie alebo podomletie			Trasa rýchlostnej cesty je chránená pred pretekaním dažďových vôd z okolitého prostredia úseku rýchlostnej komunikácie systémom pozdĺžnych rigolov a priepustov.
Povodne	zanesenie priepustov a malých mostov unášaným materiálom (vetvy, ľadové kry atď.) a ich prípadné mechanické poškodenie			Uvedené riziko existuje pri stavebných objektoch 201 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087; 203 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000.
	podomletie alebo poškodenie pilierov mostných objektov kinetickou energiou vody alebo unášaným materiálom			Zakladanie pilierov mostov je navrhované ako hĺbkové. Piliere mostných objektov sú dostatočne chránené pred prípadnými povodňovými vlnami na súvisiacich vodných tokoch.
	podmáčanie podložia a zníženie stability zemného telesa			Podmáčanie podložia a zníženie stability svahov a násypov je rizikové najmä v oblastiach, ktoré boli identifikované ako rizikové z hľadiska výskytu, resp, vzniku geodynamických javov – úsek rýchlostnej cesty R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna približne v km 2,5 – 6,9 vedený v doline Krivánskeho potoka. Jedná sa o úsek v ktorom je teleso rýchlostnej cesty vedené estakádou. Ochrana stavby pred uvedenými prejavmi rizikového klimatického javu je zabezpečená spôsobom zakladania a realizáciou technických opatrení v príslušnom úseku.
	narušenie stability svahov			Ako už bolo uvedené v predchádzajúcej časti tabuľky, riziko vzniku, resp. aktivovania geodynamických javov (svahových pohybov, erózno-akumulačných javov, ...) v trase navrhovaného úseku rýchlostnej cesty je primárne podmienené existujúcimi geologickými podmienkami v území. Na základe doterajších poznatkov o geologickej stavbe dotknutého územia a o výskyte geodynamických javov môžeme územie stavby charakterizovať ako stabilné. Realizáciou stavby (antropogénny zásah) v zložitých morfologických pomeroch (vysoká sklonitosť terénu) v spojitosti s očakávaným výskytom mimoriadnych klimatických udalostí (topenie snehu pri výraznom oteplení sprevádzané zrážkami, výdatné (extrémne) zrážky, a pod.) existujú určité reálne riziká vzniku geodynamických javov v území stavby.

Rizikové klimatické javy	Hlavné typy možných vedľajších účinkov v súvislosti so zmenami klímy	Citlivosť vlastného zámeru	Citlivosť súvisiacich procesov	Poznámky
				Z tohto pohľadu predstavuje rizikové územie najmä úsek rýchlostnej cesty R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna približne v km 2,5 – 6,9 vedený v doline Krivánskeho potoka. V prípade zvýšenej dotácie horninového prostredia vodou v dôsledku rýchleho topenia sa snehu alebo extrémnych zrážok vzniká riziko aktivácie geodynamických javov v území. Ochranu stavby pred uvedenými prejavmi rizikového klimatického javu je potrebné zabezpečiť návrhom vhodného technického riešenia stavby a prípadne realizáciou sanačných opatrení, ktoré zabezpečia stabilitu územia.
	zaplavenie vozovky a zníženie jej prejazdnosti			Povrchové vody z rýchlostnej cesty budú odvedené jej priečnym sklonom do rigolov či pozdĺžnych štrbinových žľabov a z nich potom prostredníctvom uličných vpustov do cestnej kanalizácie. Rýchlostná cesta je chránená pred pretekaním dažďových vôd z okolitého prostredia systémom pozdĺžnych rigolov a priepustov.
Búrkové javy	náhle prívalové dažde, ktoré môžu spôsobiť prudké, krátkodobé rozvodnenie malých potokov, alebo inak suchých korýt			Ochrana stavby pred uvedenými prejavmi rizikového klimatického javu je zabezpečená realizáciou stavebných objektov – úprav vodných tokov: 301-00 Úprava bezmenného potoka v km 0,100; 302-00 Úprava bezmenného potoka v km 1,000; 304-00 Úprava bezmenného potoka v km 2,130; 305-00 Preložka Krivánskeho potoka v km 3,850; 305-01 Dočasná preložka Krivánskeho potoka v km 3.850; 306-00 Preložka Krivánskeho potoka v km 4,400; 307-00 Preložka Krivánskeho potoka v km 5,200; 307-01 Dočasná preložka Krivánskeho potoka v km 5,200; 308-00 Preložka Krivánskeho potoka v km 5,450; 311-00 Preložka Uhliarskeho jarku v km 8,100; 316-00 Preložka Pílianskeho potoka v km 7,375.
	nárazový vietor a nebezpečné pôsobenie dynamického tlaku na predmety a objekty			Rýchlostná cesta je orientovaná zväčša v smere prevládajúceho prúdenia vzduchu. Nárazy silného bočného vetra je možné očakávať len ojedinelo z podružných smerov miestnej cirkulácie ovzdušia od bočných dolín prítokov Krivánskeho potoka. Určité riziká ohľadom bezpečnosti premávky predstavuje najmä severný a západný nárazový vietor zimných mesiacoch.
	prípadný výskyt tornád			Výskyt tornád v dotknutom území nie je pravdepodobný.
	krupobitie			Môže dočasne (krátkodobo) ohroziť plynulosť a bezpečnosť premávky na ceste. Samotná stavba nie je významne citlivá na uvedený prejav rizikového klimatického javu.
Vysoké teploty	deformácie na povrchu vozovky, vychádzanie koľají na cestách			S ohľadom na rastúci trend teploty vzduchu a prognózy klimatických zmien je možné v území očakávať nárast teplôt. Zaťaženie cestných úsekov (predovšetkým nákladnou automobilovou dopravou), ktoré majú v prípade extrémnych teplôt predpoklad prehrievania sa (najmä mostné úseky nad cestami, nezatienené úseky vystavené dlhodobo priamemu slnečnému žiareniu a pod.) môže mať za následok deformácie povrchových vrstiev vozovky.

Rizikové klimatické javy	Hlavné typy možných vedľajších účinkov v súvislosti so zmenami klímy	Citlivosť vlastného zámeru	Citlivosť súvisiacich procesov	Poznámky
Sucho a požiare	ovplyvnenie bezpečnosti a plynulosti prevozu na dopravnej ceste z dôvodu požiaru			K vzniku požiaru môže dôjsť následkom havarijnej situácie na rýchlostnej ceste. Uvedená situácia nemá priamu súvislosť s popisovaným rizikovým klimatickým javom (sucho). V predmetnom úseku rýchlostnej cesty sa nenavrhuje zariadenie požiarnej ochrany.

Farba	Vysvetlivky:
	Významná citlivosť: klimatický jav môže mať významný vplyv na predmetný zámer a súvisiace procesy
	Mierna citlivosť: klimatický jav môže mať mierny vplyv na predmetný zámer a súvisiace procesy
	Žiadna citlivosť: klimatický jav nemá žiadny vplyv na predmetný zámer a súvisiace procesy

Z uvedenej tabuľky vyplýva, že úsek rýchlostnej komunikácie R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna vykazuje v súvislosti s očakávanými klimatickými zmenami významnú citlivosť na nasledovné rizikové klimatické javy, ich prejavy a účinky:

- snehové javy (iné zosuvy (napr. pôdy, bahna, kamenia a pod.) v dôsledku snehu, rozmŕzania pôdy a pod.),

- námrazové javy (ľadovka (ľadová vrstva, ktorá vzniká postupným mrznutím vody alebo kvapiek dažďa alebo mrholenia na povrchu zeme), poľadovica (dážď padá na prechladený zemský povrch alebo na predmety – sťažuje pohyb vozidiel i chôdzu chodcov), námraza (zmrznutie drobných kvapiek na stožiaroch, dopravnom značení, anténnych systémoch, ...)),

- povodne (zanesenie priepustov a malých mostov unášaným materiálom (vetvy, ľadové kry atď.) a ich prípadné mechanické poškodenie, podmáčanie podložia a zníženie stability zemného telesa, narušenie stability svahov),

- vysoké teploty (deformácie na povrchu vozovky, vychádzanie koľají na cestách).

Týmito aspektami zmeny klímy sa budeme zaoberať v ďalších krokoch hodnotenia klimatických rizík.

5.2 Modul 2: Posúdenie expozície a vývoja rizikových klimatických javov

Cieľom tejto kapitoly je vyhodnotiť ako sa jednotlivé klimatické javy v dotknutom území vyvíjajú a či a ako sa môžu do budúcna meniť. V rámci hodnotenia sa budeme zaoberať predovšetkým rizikovými klimatickými javmi, ktoré môžu mať významný vplyv na predmetný zámer a súvisiace procesy a ktoré boli určené v rámci posúdenia citlivosti stavby rýchlostnej komunikácie R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna.

Rizikový klimatický jav	Snehové javy
Doterajšie frekvencie a intenzity daného klimatického javu	Predmetný klimatický jav je možné vo vzťahu k jeho očakávaným vedľajším účinkom (iné zosuvy (napr. pôdy, bahna, kamenia a pod.) v dôsledku snehu, rozmŕzania pôdy a pod.) z dostupných databáz SHMÚ pomerne ťažké identifikovať. Koreláciou medzi teplotou vzduchu, výškou snehovej pokrývky a atmosférickými zrážkami však môžeme v danom území vymedziť obdobia, v ktorých mohlo dôjsť k danému klimatickému javu. Spravidla sa jedná o obdobie v mesiacoch február – marec, v celkovej dĺžke trvania 5 až 15 dní v kalendárnom roku. Okrem tohto „štatisticky" identifikovateľného obdobia výskytu rizikového klimatického javu je však pravdepodobné, že následkom výskytu extrémnych prejavov počasia v krátkych časových horizontoch (niekoľkých dní) je možné očakávať jeho výskyt prakticky počas celého zimného obdobia.
Relevantné dopady, ktoré v predmetnom území daný klimatický jav spôsobuje	V prípade uvedeného rizikového javu ide o jeho špecifický účinok, kedy sa naakumulovaná snehová pokrývka vplyvom náhleho oteplenia často spojeného s dažďom topí, povrchová voda prestupuje do horninového prostredia a vytvára riziko aktivácie geodynamických javov. Ako územie s potenciálom výskytu uvedených prejavov rizikového klimatického javu sme vymedzili úsek rýchlostnej cesty R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna približne v km 2,5 – 6,9 vedený v doline Krivánskeho potoka. Jedná sa o úsek v ktorom je teleso rýchlostnej cesty vedené estakádami 209-01 Estakáda v km 2,700-5,310; 209-02 Estakáda v km 5,310 – 7,062; 210-00 Estakáda v km 7,155 – 8,798.
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity daného klimatického javu	Vo všeobecnosti je pravdepodobné, že následkom klimatických zmien dôjde v hodnotenom území s nadmorskou výškou od 280 do 430 m n.m. k poklesu všetkých charakteristík snehovej pokrývky. Môžeme očakávať, že z hľadiska výskytu bude nepravidelná a častejšie sa budú vyskytovať zimné povodne. Predikcia výskytu tohto rizikového javu vo vzťahu k ročnému obdobiu je prakticky na celé zimné obdobie, resp. obdobie so snehovou pokrývkou.
Hlavné neistoty a odporúčania pre koncipovanie navrhovaného zámeru	Neistota spočíva v spôsobe stanovenia výskytu rizikového klimatického javu z dostupných klimatických údajov. Ochrana stavby pred uvedenými prejavmi rizikového klimatického javu je zabezpečená realizáciou stavebných a sanačných opatrení v príslušnom úseku.

Rizikový klimatický jav	Námrazové javy
Doterajšie frekvencie a intenzity daného klimatického javu	Námrazové javy sa väčšinou vyskytujú pri teplotách vzduchu od +3 do -12 °C. Voda mrzne len pri teplote pod bodom mrazu, ale povrch zeme a predmety na ňom môžu byť chladnejšie než vzduch. Pri teplotách vzduchu pod -12 °C sa spravidla sa kvapalná fáza vody vo vzduchu ani na predmetoch už nevyskytuje. Výskyt námrazových javov je v zimných mesiacoch pomerne bežným klimatickým javom v širšom dotknutom území.
Relevantné dopady, ktoré v predmetnom území daný klimatický jav spôsobuje	Trasa rýchlostnej cesty R2 je vedená v blízkosti vodného toku Krivánsky potok a jeho prítokov. Z hľadiska výskytu námrazových javov sú v tomto území rizikové úseky situované na mostných objektoch a estakádach, ktoré budú realizované nad bočnými dolinami a pre ktoré je charakteristické stekanie chladného vzduchu v nočných a ranných hodinách. Tým dochádza k podchladzovaniu konštrukcií mostov a tvorbe rôznych druhov námraz. Jedná sa najmä o nasledovné stavebné objekty: 201-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087; 203-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000; 204-00 Most na R2 nad PC a bezmenným potokom v km 1,100; 207-00 Most na R2 nad údolím v km 1,921; 208-00 Most na R2 nad PC v km 2,150, 209-01 Estakáda v km 2,700-5,310; 209-02 Estakáda v km 5,310 – 7,062; 210-00 Estakáda v km 7,155 – 8,798. Výskyt predmetného klimatického javu má za následok zníženie bezpečnosti cestnej premávky na komunikáciách v dotknutom území.
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity daného klimatického javu	Predpokladáme, že následkom nárastu teploty vzduchu v dotknutom území môžeme z hľadiska očakávanej frekvencie a intenzity výskytu daného klimatického javu očakávať mierny pokles.
Hlavné neistoty a odporúčania pre koncipovanie navrhovaného zámeru	Neistota spočíva v stanovení výskytu rizikového klimatického javu z dostupných klimatických údajov.

Rizikový klimatický jav	Povodne
Doterajšie frekvencie a intenzity daného klimatického javu	Povodňové stavy, pri ktorých dosiahla hladina vody vo vodných tokoch v území nebezpečnú hranicu v dôsledku ktorej došlo k vyhláseniu jedného z troch stupňov povodňovej aktivity sa v území nevyskytujú systematicky. Ich príčinou sú spravidla náhle alebo intenzívne dažďové zrážky, dlhotrvajúce dažďové zrážky (2-5 dní) alebo topenie snehu a ľadu. Podľa údajov Slovenského vodohospodárskeho podniku, štátny podnik patrili v období 1997 – 2010 k najvýznamnejším povodniam v dotknutom území a v jeho okolí povodne, ktoré zasiahli obce Mýtna (na Bzovskom potoku v roku 2009) a Lovinobaňa (na Krivánskom potoku v roku 2010).
Relevantné dopady, ktoré v predmetnom území daný klimatický jav spôsobuje	Následkom zvýšených hladín vodných tokov môže dôjsť k zaneseniu priepustov a malých mostov unášaným materiálom (vetvy, ľadové kry atď.) a ich prípadnému mechanickému poškodeniu (201 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087; 203 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000). Ďalšími potenciálnymi vplyvmi, ktoré môžu negatívne ovplyvniť stavbu sú podmáčanie podložia a zníženie stability zemného telesa (násypov) a narušenie stability svahov okolitého terénu.
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity daného klimatického javu	Dlhodobý režim zrážok vykazuje vo vzťahu k dotknutému územiu lokálne odlišnosti. Kým v prípade klimatologickej stanice Vígľaš-Pstruša môžeme za posledné obdobie (1985-2017) pozorovať oproti údajom z rokov 1951-1980 nárast množstva zrážok v priebehu roka, v prípade klimatologickej stanice Boľkovce je to opačne. Očakáva sa teplejšie počasie v zime, pričom snehová pokrývka bude nepravidelná a častejšie sa budú vyskytovať zimné povodne. Väčšie zmeny by mali nastať v ročnom chode a časovom režime zrážok.
Hlavné neistoty a odporúčania pre koncipovanie navrhovaného zámeru	Výhľadovo očakávame nárast intenzity výskytu tohto rizikového klimatického javu.

Rizikový klimatický jav	Vysoké teploty
Doterajšie frekvencie a intenzity daného klimatického javu	Tabuľka 16 prehľadne uvádza mesiace od roku 2009 so silne teplotne nadnormálnymi priemernými mesačnými teplotami vo vzťahu k dlhodobému priemeru z rokov 1951 – 1980 (spracované podľa údajov SHMÚ). V roku 2017 sa vyskytla významná vlna horúčav začiatkom augusta, čo dokumentujú aj meteorologické výstrahy SHMÚ pred vysokými teplotami pre okres Lučenec (1., 2., 3. 8. 2017 – II. stupeň, 4. 8. 2017 – III. stupeň, 5., 6. 8. 2017 – II. stupeň, 7. 8. 2017 – III. stupeň, 9. 8. 2017 – I. stupeň, 10. 8 – II. stupeň).
Relevantné dopady, ktoré v predmetnom území daný klimatický jav spôsobuje	Vysoké teploty negatívne pôsobia na povrch komunikácií, dochádza k prehriatiu a tým mäknutiu živičných vrstiev, vytváraniu tzv. koľají, čo má za následok zhoršenie jazdných vlastností.
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity daného klimatického javu	Dlhodobý režim teploty vzduchu vykazuje rastúci trend na celom území Slovenskej republiky.
Hlavné neistoty a odporúčania pre koncipovanie navrhovaného zámeru	Výhľadovo očakávame nárast intenzity výskytu tohto rizikového klimatického javu. V rámci predmetného investičného zámeru sa odporúča zvážiť vo vybraných úsekoch využitie živičných zmesí resp. konštrukcie vozovky so zvýšenou odolnosťou voči vysokým teplotám.

5.3 Modul 3: Posúdenie zraniteľnosti a miery rizika

V ďalšom kroku stanovíme tie časti projektového zámeru, ktoré sú zraniteľné na očakávaný vývoj rizikových klimatických javov a následne posúdime mieru rizika na základe dvoch základných faktorov: veľkosti potenciálneho dopadu a pravdepodobnosti, že daná udalosť nastane.

Tabuľka 20 *Stupnica závažnosti dôsledkov naprieč rôznymi rizikovými oblasťami*

	Veľkosť dôsledku				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
	bezvýznamný	**menší**	**mierny**	**silný**	**katastrofálny**
Poškodenie technické / prevádzkové	Dopad môže byť absorbovaný cez bežnú činnosť	Nežiadúce javy môžu byť absorbované cez obchodné kontinuitné akcie	Závažná udalosť, ktorá vyžaduje ďalšie mimoriadne opatrenia	Kritická udalosť, ktorá vyžaduje mimoriadne / núdzové akcie	Pohroma s potenciálom viesť k vypnutiu alebo zrúteniu aktivít
Bezpečnosť a zdravie	Kufrík prvej pomoci	Menšie zranenia, skrinka pre lekárske ošetrenia	Vážne zranenia	Hlavné či mnohopočetné poranenia, trvalé zranenia	Úmrtie
Životné prostredie	Žiadny vplyv na životné prostredie. Lokalizovaný bodový zdroj. Nevyžaduje zotavenie.	Umiestnený v rámci hraníc. Obnova do mesiaca.	Stredné poškodenie s možným širším účinkom. Zotavenie 1 rok.	Významné poškodenie s lokálnym účinkom. Obnova dlhšia ako rok. Nedodržanie podmienok život. prostredia.	Významné poškodenie s rozšíreným účinkom. Obnova dlhšia ako 1 rok. Neistota úplného zotavenia.
Spoločnosť	Žiadny vplyv na spoločnosť	Lokalizované, dočasné vplyvy	Lokalizované dlhodobé vplyvy	Neschopnosť chrániť chudobné alebo zraniteľné skupiny.	Strata sociálneho povolenia na prevádzku. Protesty spoločenstva
Financie (pre jednotlivé extrémne udalosti alebo ročný priemerný dopad)	Príklady ukazovateľa: x % IRR < 2% obrat	Príklady ukazovateľa: x % IRR 2- 10% obrat	Príklady ukazovateľa: x % IRR 10 - 25% obrat	Príklady ukazovateľa: x % IRR 25 - 50% obrat	Príklady ukazovateľa: x % IRR > 50% obra
Reputácia	Lokalizovaný dočasný vplyv na verejnú mienku	Lokálne krátkodobý vplyv na verejnú mienku	Miestny, dlhodobý dopad na verejnú mienku s nepriaznivým mediálnym pokrytím	Národný, krátkodobý vplyv na verejnú mienku. Negatívne celoštátne mediálne pokrytie.	Národné dlhodobé vplyvy s potenciálom ovplyvniť stabilitu vlády

Tabuľka 21 *Stupnica pre posúdenie pravdepodobnosti*

1	**2**	**3**	**4**	**5**
Vzácny	**Nepravdepodobný**	**Mierny**	**Pravdepodobný**	**Takmer istý**
Vysoko nepravdepodobné, že k tomu dôjde	Vzhľadom k existujúcim metódam a postupom je táto udalosť nepravdepodobná	K incidentu došlo v podobnej krajine	Incident je pravdepodobný	Je veľmi pravdepodobné, že dôjde k incidentu, prípadne aj niekoľkokrát
ALEBO				

5% pravdepodobnosť, že sa vyskytne za rok	20% pravdepodobnosť, že sa vyskytne za rok	50% pravdepodobnosť, že sa vyskytne za rok	80% pravdepodobnosť, že sa vyskytne za rok	95% pravdepodobnosť, že sa vyskytne za rok

Tabuľka 22 *Stanovenie zraniteľnosti a miery rizika*

Rizikové klimatické javy	Zraniteľnosť	Závažnosť	Pravdepo-dobnosť
Snehové javy			
km 2,5 – 6,9	zvýšené riziko vzniku geodynamických javov (svahových pohybov, erózno-akumulačných javov, ...), najmä v okolí pilierov estakád		
Námrazové javy			
201-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087	zvýšené riziko vzniku námrazových javov		
203-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000	zvýšené riziko vzniku námrazových javov		
204-00 Most na R2 nad PC a bezmenným potokom v km 1,100	zvýšené riziko vzniku námrazových javov		
207-00 Most na R2 nad údolím v km 1,921	zvýšené riziko vzniku námrazových javov		
208-00 Most na R2 nad PC v km 2,150	zvýšené riziko vzniku námrazových javov		
209-01 Estakáda v km 2,700-5,310	zvýšené riziko vzniku námrazových javov		
209-02 Estakáda v km 5,310 – 7,062	zvýšené riziko vzniku námrazových javov		
210-00 Estakáda v km 7,155 – 8,798	zvýšené riziko vzniku námrazových javov		
Povodne			
201 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087	riziko zanesenia mostov unášaným materiálom (vetvy, ľadové kry atď.) a ich prípadné mechanické poškodenie		
203 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000	riziko zanesenia mostov unášaným materiálom (vetvy, ľadové kry atď.) a ich prípadné mechanické poškodenie		
km 2,5 – 6,9	podmáčanie podložia a zníženie stability zemného telesa, narušenie stability svahov (najmä v okolí pilierov estakád)		
km 2,5 – 6,9	narušenie stability svahov (najmä v okolí pilierov estakád)		
Vysoké teploty			
celý úsek R2 Kriváň - Mýtna	prehriatie a následné poškodenie povrchu komunikácie, zhoršenie jazdných vlastností a bezpečnosti premávky		

5.4 Modul 4: Identifikácia a výber možností na prispôsobenie zámeru zmenám klímy

Cieľom tohto kroku je vybrať optimálne možnosti na prispôsobenie navrhovaného zámeru predpokladaným zmenám klímy.

Tento krok vychádza z rizík, ktoré boli identifikované v rámci Modulu 3 a zo zvažovaní ekonomicky, sociálne a ekologicky prijateľných možností na vylúčenie týchto rizík alebo ich obmedzenie na akceptovateľnú mieru.

Tabuľka 23 *Zraniteľnosť, miery rizika, nahraditeľnosť a navrhované opatrenia*

Rizikové klimatické javy	Zraniteľnosť	Závažnosť	Pravdepo-dobnosť	Nahradi-teľnosť	Navrhované opatrenia
Snehové javy					
km 2,5 – 6,9	zvýšené riziko vzniku geodynamických javov (svahových pohybov, erózno-akumulačných javov, ...), najmä v okolí pilierov estakád				projektové riešenie, sanácia územia
Námrazové javy					
201-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087	zvýšené riziko vzniku námrazových javov				varovný systém a obmedzenie
203-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000	zvýšené riziko vzniku námrazových javov				varovný systém a obmedzenie
204-00 Most na R2 nad PC a bezmenným potokom v km 1,100	zvýšené riziko vzniku námrazových javov				varovný systém a obmedzenie
207-00 Most na R2 nad údolím v km 1,921	zvýšené riziko vzniku námrazových javov				varovný systém a obmedzenie
208-00 Most na R2 nad PC v km 2,150	zvýšené riziko vzniku námrazových javov				varovný systém a obmedzenie
209-01 Estakáda v km 2,700-5,310	zvýšené riziko vzniku námrazových javov				varovný systém a obmedzenie
209-02 Estakáda v km 5,310 – 7,062	zvýšené riziko vzniku námrazových javov				varovný systém a obmedzenie
210-00 Estakáda v km 7,155 – 8,798	zvýšené riziko vzniku námrazových javov				varovný systém a obmedzenie
Povodne					
201 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087	riziko zanesenia mostov unášaným materiálom (vetvy, ľadové kry atď.) a ich prípadné mechanické poškodenie				technické riešenie mosta vytvára podmienky pre bezpečný prechod Q_{500} a dostatočnú voľnú a svetlú šírku, ktoré umožnia voľný prechod materiálu unášaného povodňovou

Rizikové klimatické javy	Zraniteľnosť	Závažnosť	Pravdepo-dobnosť	Nahradi-teľnosť	Navrhované opatrenia
					vlnou
203 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000	riziko zanesenia mostov unášaným materiálom (vetvy, ľadové kry atď.) a ich prípadné mechanické poškodenie				technické riešenie mosta vytvára podmienky pre bezpečný prechod Q_{500} a dostatočnú voľnú a svetlú šírku, ktoré umožnia voľný prechod materiálu unášaného povodňovou vlnou
km 2,5 – 6,9	podmáčanie podložia a zníženie stability zemného telesa, narušenie stability svahov (najmä v okolí pilierov estakád)				projektové riešenie, sanácia územia
km 2,5 – 6,9	narušenie stability svahov (najmä v okolí pilierov estakád)				projektové riešenie, sanácia územia
Vysoké teploty					
celý úsek R2 Kriváň - Mýtna	prehriatie a následné poškodenie povrchu komunikácie, zhoršenie jazdných vlastností a bezpečnosti premávky				varovný systém a obmedzenie

Farba	Vysvetlivky (stupne nahraditeľnosti):
	kritické (Kritické časti sú tie súčasti prevádzky, ktoré nie je možné zaistiť inak (napr. nahradenie spojenia iným spojením) alebo ktorých poškodenie či náprava po krízovej situácií by bola príliš drahá alebo časovo náročná (napr. kolaps mostného objektu).)
	významné (Významné časti sú tie súčasti návrhu, ich prevencia vyvolá väčšie náklady než riešenia vzniknutej krízovej situácie – no jednako dôjde k významným komplikáciám v prevádzke.)
	nahraditeľné (Nahraditeľné časti sú tie súčasti prevádzky, ktoré môžu byť nahradené iným spôsobom alebo ktorých oprava je lacnejšia než robustný návrh.)

5.5 Modul 5: Návrh varovných a monitorovacích systémov

Cieľom tohoto kroku je návrh systémov pre sledovanie hlavných identifikovaných klimatických rizík a ich dopadu na daný investičný zámer alebo jeho prevádzku. V praxi možno rozlišovať dva základné typy informačných systémov:

- Varovné systémy, ktoré podávajú varovanie o výskyte alebo predpokladanom bezprostrednom výskyte niektorého z nebezpečných javov, ktoré môžu ohroziť predmetný zámer alebo jeho prevádzku. Tieto informácie možno využívať pre riadenie prevádzky (alebo krízové riadenie prevádzky) po dobu trvania rizikovej situácie.
- Monitorovacie systémy, ktoré systematicky sledujú vývoj klimatických rizík a súvisiacich (existujúcich či predpokladaných) škôd. Tieto informácie podávajú podnety pre nutné úpravy navrhovaného zámeru v rámci jeho údržby a rekonštrukcií.

Hoci možno oba systémy čiastočne kombinovať, zvyčajne sa jedná o dva rozdielne informačné nástroje, ktoré sú viazané na rozdielne nadväzujúce rozhodovacie procesy. Keďže prevádzka týchto systémov môže byť finančne a organizačne náročná, je nutné najskôr zvážiť, či a aké javy je vhodné sledovať a ako budú tieto informácie využívané pre reálne rozhodovanie.

Tabuľka 24 *Návrh varovných a monitorovacích systémov*

Rizikové klimatické javy	Zraniteľnosť	Závažnosť	Pravdepo-dobnosť	Nahradi-teľnosť	Navrhované opatrenia	Varovný systém alebo monitoring
Snehové javy						
km 2,5 – 6,9	zvýšené riziko vzniku geodynamických javov (svahových pohybov, erózno-akumulačných javov, ...), najmä v okolí pilierov estakád				projektové riešenie, sanácia územia	monitoring stability svahu
Námrazové javy						
201-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087	zvýšené riziko vzniku námrazových javov				varovný systém a obmedzenie	varovný systém pre poľadovicu
203-00 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000	zvýšené riziko vzniku námrazových javov					
204-00 Most na R2 nad PC a bezmenným potokom v km 1,100	zvýšené riziko vzniku námrazových javov					
207-00 Most na R2 nad údolím v km 1,921	zvýšené riziko vzniku námrazových javov					
208-00 Most na R2 nad PC v km 2,150	zvýšené riziko vzniku námrazových javov					
209-01 Estakáda v km 2,700-5,310	zvýšené riziko vzniku námrazových javov					
209-02 Estakáda v km 5,310 – 7,062	zvýšené riziko vzniku námrazových javov					
210-00 Estakáda v km 7,155 – 8,798	zvýšené riziko vzniku námrazových javov					
Povodne						
201 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 0,087	riziko zanesenia mostov unášaným materiálom (vetvy, ľadové kry atď.) a ich prípadné mechanické poškodenie				technické riešenie mostov vytvára podmienky pre bezpečný prechod Q_{500} a dostatočnú voľnú a svetlú šírku, ktoré umožnia voľný prechod materiálu unášaného povodňovou vlnou	nie je nutný
203 Most na R2 nad bezmenným potokom v km 1,000	riziko zanesenia mostov unášaným materiálom (vetvy, ľadové kry atď.) a ich					

Rizikové klimatické javy	Zraniteľnosť	Závažnosť	Pravdepo-dobnosť	Nahradi-teľnosť	Navrhované opatrenia	Varovný systém alebo monitoring
	prípadné mechanické poškodenie					
km 2,5 – 6,9	podmáčanie podložia a zníženie stability zemného telesa, narušenie stability svahov (najmä v okolí pilierov estakád)				projektové riešenie, sanácia územia	monitoring stability svahu
km 2,5 – 6,9	narušenie stability svahov (najmä v okolí pilierov estakád)					
Vysoké teploty						
celý úsek R2 Kriváň - Mýtna	prehriatie a následné poškodenie povrchu komunikácie, zhoršenie jazdných vlastností a bezpečnosti premávky				varovný systém a obmedzenie	monitoring povrchu vozovky

6. Záver

V rámci predkladaného posúdenia sme v zmysle metodického postupu vypracovaného Výskumným ústavom dopravným (Palčák, Kaparová et al., 2015) vyhodnotili riziká vyplývajúce zo zmeny klimatických pomerov na stavbu Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň - Mýtna.

Ako už bolo v texte spomenuté, vo všeobecnosti sa extrémne poveternostné javy v sektore dopravy prejavujú okamžite, intenzívne a s výraznými negatívnymi dôsledkami: vedú k zvýšeniu dopravného času na prepravu tovarov, predĺženiu času cestovania a zvýšeniu pravdepodobnosti nehôd. Vysoké a nízke teploty, intenzívne búrky a snehové kalamity, ktorých frekvencia a intenzita sa v dôsledku zmeny klimatických pomerov na globálnej ale i lokálnej úrovni zvyšuje, spôsobujú vážne komplikácie dopravy.

V uvedenom hodnotení pre úsek rýchlostnej cesty R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna sme ako rizikové klimatické javy, ktoré je možné v území očakávať následkom klimatických zmien vyhodnotili snehové javy, námrazové javy, povodne a vysoké teploty. Ich prejavy v kombinácii s prírodnými pomermi územia vytvárajú riziká, ktoré sú v maximálnej možnej miere minimalizované resp. eliminované zvoleným projektovým riešením stavby a návrhom varovného systému a monitoringu.

Vybavenosť rýchlostnej cesty R2 tvoria podľa spracovanej projektovej dokumentácie (Gramblička et al., 2010) okrem iných aj telekomunikačné zariadenia (informačný systém rýchlostnej cesty), vodiace bezpečnostné zariadenia, zvislé a vodorovné dopravné značenia, ktoré vo významnej miere pozitívne ovplyvňujú bezpečnosť premávky. V trase stavby bol realizovaný orientačný inžinierskogeologický prieskum, ktorého úlohou bolo vyšetrenie inžinierskogeologických pomerov v trase a v priľahlom území spolu s ich geotechnickou interpretáciou ako aj návrh zakladania objektov. Súčasťou prieskumu bolo taktiež vykonanie orientačného výpočtu stability svahov zárezov a posúdenie vplyvu geotechnických pomerov a poveternostných podmienok na vykonávanie výkopových prác. Rizikové miesta a rizikové faktory budú podrobnejšie posúdené a vyhodnotené v rámci podrobného inžinierskogeologického prieskumu.

Z posúdenia nevyplýva potreba realizácie opatrení nad rámec opatrení obsiahnutých projektovou dokumentáciou stavby.

7. Použitá literatúra

- Bekeč et al., 2017: Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce (úsek Kriváň – Mýtna) Sprievodná správa Dokumentácie na stavebné povolenie. Dopravoprojekt, a.s., Bratislava, Divízia Zvolen.
- EKOJET, spol. s r.o., 2004: Rýchlostná cesta R2 Zvolen - Lovinobaňa. Správa o hodnotení vplyvov na životné prostredie. EKOJET, spol. s r.o., Bratislava.
- Gramblička et al., 2010: Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce. Dopravoprojekt, a.s., Bratislava.
- Kolektív, 2011: Výskum dopadu klimatickej zmeny na dostupné množstvá podzemných vôd v SR a vytvorenie expertného GIS. Zborník vedeckých príspevkov z konferencie o výsledkoch riešenia projektu ASFEU OP Výskum a vývoj. ŠGÚDŠ Bratislava.
- Krautschneider J., 2016: Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce. Oznámenie o zmene navrhovanej činnosti podľa zákona č. 24/2006 Z.z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. AGROCONS Banská Bystrica, s.r.o..
- Krautschneider J., 2017: Rýchlostná cesta R2 Kriváň – Lovinobaňa, Tomášovce, I. úsek Kriváň – Mýtna. Oznámenie o zmene navrhovanej činnosti podľa zákona č. 24/2006 Z.z. o posudzovaní

vplyvov na životné prostredie a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. AGROCONS Banská Bystrica, s.r.o..
- Miklós et al., 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia SR, Slovenská agentúra životného prostredia.
- Minďaš J., Nejedlík P., Páleník V. et al., 2011: Dôsledky klimatickej zmeny a možné opatrenia v jednotlivých sektoroch. EFRA – Vedecká agentúra pre lesníctvo a ekológiu. Zvolen.
- Minďaš J., Nejedlík P. et al., 2011: Dôsledky klimatickej zmeny a možné opatrenia v jednotlivých sektoroch. SHMÚ Bratislava.
- MŽP SR, 2014: Stratégie adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy Ministerstvo životného prostredia SR.
- MŽP SR, Slovenský vodohospodársky podnik, š.p., 2011: Predbežné hodnotenie povodňového rizika v čiastkovom povodí Ipľa.
- Palčák Ľ., Kaparová Z. et al., 2015: Posúdenie klimatických zmien – Tvorba metodiky a zakomponovanie posudzovaní dopadov na zmeny klímy infraštruktúrnych plánov / projektov do existujúcich procesov na národnej úrovni. Výskumný ústav dopravný. Žilina.
- Princová H., Ostradická L., Szemesová j. et al., 2013: The Sixth National Communication Of The Slovak Republic On Climate Change. Ministry of Environment of the Slovak Republic. Slovak Hydrometeorological Institute. Bratislava.
- Slovenský hydrometeorologický ústav, 2015: Klimatický atlas Slovenska. SHMÚ, Bratislava.
- Zuzulová V., Šiška B., Vavrovič J., 2014: Hodnotenie sucha na Slovensku podľa Palmerovho indexu závažnosti sucha (PDSI) v podmienkach meniacej sa klímy.

Medzinárodné dohovory v oblasti zmeny klímy a emisií skleníkových plynov

- Rámcový dohovor OSN o zmene klímy
- Kjótsky Protokol
- Parížska dohoda
- Kigalský dodatok k Montrealskému protokolu

Iné zdroje informácií:

www.shmu.sk – internetová stránka Slovenského hydrometeorologického ústavu

www.enviro.gov.sk – internetová stránka Ministerstva životného prostredia SR

www.unfccc.int – Rámcový dohovor OSN o zmene klímy

www.ec.europa.eu/clima – Európska komisia - riaditeľstvo pre zmenu klímy

www.air.sk/neis.php - Národný emisný informačný systém

www.meteoblue.com – internetová stránka o počasí

9. Spracovatelia dokumentácie

ENVIGEO, a.s.
Kynceľová 2
974 11 BANSKÁ BYSTRICA
tel. +421 48 471 24 30
e-mail: envigeo@envigeo.sk

Štatutárny zástupca spracovateľa a riešiteľský kolektív:

RNDr. Pavol TUPÝ
predseda predstavenstva ENVIGEO, a.s. .....

Ing. Milan PONIŠT
spracovateľ posúdenia .....

V Banskej Bystrici, 11. júna 2018