

# **MODERNIZÁCIA ŽELEZNIČNEJ TRATE ŽILINA - KOŠICE, ÚSEK TRATE KROMPACHY (MIMO) - KYSAK**

**Objednávateľ:** Železnice Slovenskej republiky, Klemensova 8, 813 61 Bratislava



## **Posúdenie odolnosti projektu voči dôsledkom zmeny klímy**

12/2019



REMI NG CONSULT a.s., Trnavská cesta č. 27, 831 04 Bratislava 3

## **OBSAH**

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ÚVOD .....</b>                                                                                     | <b>1</b>  |
| <b>1. ZMENA KLÍMY A JEJ DOPADY .....</b>                                                              | <b>3</b>  |
| 1.1 Prejavy klimatickej zmeny na Slovensku.....                                                       | 3         |
| 1.2 Prejavy zmeny klímy v sektore dopravy .....                                                       | 4         |
| 1.3 Železničná doprava .....                                                                          | 5         |
| <b>2. ADAPTÁCIA PROJEKTOV DOPRAVNEJ INFRAŠTRUKTÚRY NA DÔSLEDKY ZMENY KLÍMY.....</b>                   | <b>6</b>  |
| <b>3. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA HODNOTENÉHO PROJEKTU .....</b>                                          | <b>8</b>  |
| <b>4. POSÚDENIE RIZÍK PROJEKTU SPOJENÝCH S KLIMATICKOU ZMENOU .....</b>                               | <b>9</b>  |
| 4.1 Analýza citlivosti projektu na rizikové klimatické javy.....                                      | 10        |
| 4.2 Analýza expozície a vývoja rizikových klimatických javov .....                                    | 12        |
| 4.3 Posúdenie zraniteľnosti projektu .....                                                            | 20        |
| 4.4 Posúdenie miery rizika a návrh adaptačných opatrení .....                                         | 21        |
| <b>5. NAVRHOVANÉ ADAPTAČNÉ OPATRENIA PRE ZMIERNENIE RIZÍK VYPLÝVAJÚCICH Z KLIMATICKEJ ZMENY .....</b> | <b>25</b> |
| <b>6. NEURČITOSTI A NEDOSTATKY HODNOTENIA .....</b>                                                   | <b>26</b> |
| <b>7. SPRACOVATELIA POSÚDENIA.....</b>                                                                | <b>26</b> |
| <b>8. VYUŽITÉ ZDROJE.....</b>                                                                         | <b>26</b> |

## Úvod

Zmena klímy patrí k najväčším environmentálnym výzvam súčasnej spoločnosti. Už dnes možno badať niektoré jej prejavy, pozorované sú najmä nárasty teplôt vzduchu a extrémne prejavy počasia. Nepriaznivé dôsledky zmeny klímy priamo alebo nepriamo zasiahnu všetky sféry života a všetky hospodárske sektory vrátane dopravy. Keďže dopady klimatickej zmeny sa prejavujú už aj na Slovensku, je nevyhnutné adaptovať pripravované projekty dopravnej infraštruktúry na meniacu sa situáciu a prijať potrebné opatrenia na zvýšenie ich odolnosti voči možným negatívnym vplyvom.

Posúdenie bolo spracované pre projekt „**Modernizácia železničnej trate Žilina – Košice, úsek trate Krompachy (mimo) - Kysak**“, ktorého účelom je modernizácia technickej infraštruktúry železničnej trate pre dosiahnutie európskych parametrov podľa medzinárodných dohôd AGC (Európska dohoda o medzinárodných žel. magistrálach, 1985) a AGTC (Európska dohoda o najdôležitejších trasách medzinárodnej kombinovanej dopravy, 1993) a národného rozvojového dokumentu „Dlhodobý program rozvoja železničných ciest“ (1997). Modernizácia žel. trate spočíva v skvalitnení jej technických parametrov prostredníctvom zvýšenia jej technickej vybavenosti integráciou moderných a progresívnych prvkov a súčasne zohľadňuje zvýšenie traťovej rýchlosti do 140 km/hod vrátane.

Posúdenie odolnosti projektu voči dôsledkom zmeny klímy bolo spracované primárne podľa odporúčaní **Metodickej príručky posudzovania dopadov zmeny klímy na veľké projekty v sektore doprava** (VÚD, 2018) aktuálne odporúčanej MDV SR pre plánované a pripravované projekty dopravnej infraštruktúry v SR. Bolo realizované vo viacerých krokoch: stanovenie citlivosti projektu, stanovenie expozície a vývoja rizikových klimatických javov, analýza zraniteľnosti projektu voči možným dôsledkom zmeny klímy, identifikácia rizikových klimatických javov, stanovenie miery rizika a návrh adaptačných opatrení pre zmiernenie rizík.

Vykonané posúdenie je súčasťou dokumentácie Zámer spracovanej pre navrhovanú činnosť „Modernizácia železničnej trate Žilina – Košice, úsek trate Krompachy (mimo) - Kysak“ v zmysle zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie v znení neskorších predpisov. Nakoľko sa jedná o predprojektové štádium prípravy projektu, tzv. predinvestičnú fázu projektu, v zmysle odporúčaní vyššie uvedenej metodической príručky **bolo pre projekt vykonané generalizované posúdenie odolnosti voči dôsledkom zmeny klímy.**

## 1. Zmena klímy a jej dopady

Zmena klímy spočíva v postupnom otepľovaní zemského povrchu vyvolanom ľudskými aktivitami, pričom najvýznamnejšími sú predovšetkým zmeny krajiny pokrývky a produkcia tzv. skleníkových plynov, čo má za následok ich akumuláciu v zemskej atmosfére a zvýšené zachytávanie slnečného žiarenia (Vyskupová, 2019). Prejavuje sa zmenou dlhodobých priemerov klimatických charakteristík alebo zmenou ich distribúcie v rámci roka. Dopady klimatickej zmeny sú rôzne v závislosti od geografických a socioekonomických podmienok územia.

Na celosvetovej úrovni je pozorovaný nárast povrchovej teploty Zeme o vyše 0,8 °C od začiatku priemyselnej revolúcie. Dôsledky vyšších teplôt sú pozorovateľné najmä v severných oblastiach, dôkazom sú mnohé správy o topení polárnych a horských ľadovcov. Ďalšou zmenou je nárast teploty vôd v oceánoch až do hĺbky 3 000 m, zvýšenie vodného výparu a stúpanie morskej hladiny o 10 – 25 cm, zvyšuje sa kyslosť morskej vody a aj obsah kyslíka v nej. Uvedené zmeny vyvolajú aj zmeny v morskom prúde a predstavujú nebezpečenstvo pre obývané ostrovy a vodné rastlinné a živočíšne druhy.

Na území Európy bolo pozorované zvýšenie teploty vzduchu v priemere o 1,3 °C v porovnaní s obdobím pred priemyselnou revolúciou, čo predstavuje vyššiu hodnotu ako je celosvetový priemer. Zaznamenané boli tiež zmeny rozloženia a množstva zrážok a nárast výskytu niektorých extrémnych poveternostných javov, predovšetkým letných horúčav, období sucha, lesných požiarov a povodňových situácií.

### 1.1 Prejavy klimatickej zmeny na Slovensku

Slovensko leží v miernom klimatickom pásme, pre ktoré je typické pravidelné striedanie štyroch ročných období a premenlivé počasie s relatívne rovnomerným rozložením zrážok počas roka. Má charakteristický ročný chod teploty vzduchu s letným maximom v júli a zimným minimom v januári, priemerné ročné teploty vzduchu sú podmienené najmä nadmorskou výškou. Maximum úhrnov zrážok sa vyskytuje v letných mesiacoch a minimum v zimných mesiacoch, množstvo zrážok pribúda s nadmorskou výškou. Veterné pomery krajiny sú komplikované značnou premenlivosťou počasia v priebehu roka, zložitou orografiou terénu a tiež následkom striedania vzduchových hmôt (prevládajúce západné prúdenie vzduchu doplnené o kontinentálne vzduchové hmoty prevažne miernych šírok).

Zmena klímy sa na území Slovenska prejavila predovšetkým nárastom priemernej ročnej teploty vzduchu (za posledných cca 150 rokov o 1,7 °C), zmenami v úhrnoch zrážok (poklesom úhrnov zrážok na juhu a nárastom na severe územia) a v množstvách snehovej pokrývky (poklesom množstva takmer na celom území a jej nárastom vo vyšších nadmorských výškach), poklesom relatívnej vlhkosti vzduchu, nárastom výparu a následným poklesom priemerných ročných prietokov vodných tokov a predlžovaním vegetačného obdobia (Miňdaš et. al., 2011). Častejšie sa vyskytujú zmeny v premenlivosti klímy a extrémne prejavy počasia (vlny horúčav, obdobia sucha, náhle zmeny teplôt, extrémne úhrny zrážok, lokálne povodne, silné vetry a víchrice).

Pre budúci vývoj klímy územia Slovenska boli vypracované viaceré modelové scenáre, ktoré predpokladajú kvalitatívne rovnaké zmeny základných klimatických charakteristík, rozdiely

sú len v ich kvantitatívnom vyjadrení (Lapin et al., 2004). Predpokladá sa pokračovanie prebiehajúceho otepľovania, pričom sa očakávajú zmeny viacerých klimatických prvkov:

- o **rast priemerných ročných teplôt vzduchu** (rýchlejší nárast denných maxím a miním teplôt, výraznejšie zmeny v ročnom chode teploty vzduchu, častejší výskyt a dlhšie trvanie vln horúčav, zníženie výskytu chladných dní nárastom teplôt vzduchu v chladnom období roka),
- o **zmeny v množstve, ročnom chode a v časovom režime zrážok** (slabý pokles úhrnov v lete na juhu územia a naopak, mierny nárast úhrnov vo zvyšnej časti roka na severe územia, zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok roka - častejšie a dlhšie suché obdobia a zrážkovo výdatnejšie krátke daždivé obdobia),
- o **zmeny v množstvách snehovej pokrývky** (nepravidelný výskyt a úbytok snehovej pokrývky v nižších nadmorských výškach, skracovanie obdobia s jej výskytom),
- o **častejší výskyt silného vetra a víchric** (zosilnením búrok v teplej časti roka) bez výrazných zmien v rýchlosti a v smere vetra.

Najvýznamnejšími rizikami pre obyvateľstvo a socioekonomický sektor sú častejší výskyt poveternostných katastrof (prívalových povodní, víchric, období horúčav, období sucha), znižovanie zásob vodných zdrojov (narušenie vodného cyklu poklesom zrážok, znížením prietokom vody a znížením zásob vody), zmena biodiverzity (následkom posunu vegetačných stupňov smerom do vyšších polôh a introdukciou nových druhov) a zmena v poľnohospodárskej produkcii (negatívne ovplyvnenie predlžovaním vegetačného obdobia, nedostatkom vody, nárastom teplôt vzduchu a pôdy, častejšími obdobiami sucha a extrémnymi poveternostnými situáciami).

## 1.2 Prejavy zmeny klímy v sektore dopravy

Zmena klímy ovplyvňuje jednotlivé zložky životného prostredia vrátane socioeconomickej sféry. V sektore dopravy ovplyvňujú zmeny klimatických charakteristík samotnú dopravnú prevádzku ako aj dopravnú infraštruktúru. Významnými činiteľmi sú najmä extrémne prejavy počasia ako výrazne vysoké resp. nízke teploty vzduchu, náhle zmeny teplôt, vlny horúčav, suchá, intenzívna zrážková činnosť, záplavy, búrky alebo víchrice. Extrémne poveternostné situácie zhoršujú bezpečnosť a plynulosť dopravy, predlžujú čas prepravy, zvyšujú riziko nehôd, príp. úplne prerušia dopravnú prevádzku (EEA Report, 2017). V dôsledku dopadov klimatickej zmeny sa tiež zvyšuje únava, deformácie a poškodenia materiálov a infraštruktúry, prehrievajú sa zariadenia a poškodzuje sa technický a vozový park. Nezanedbateľný je aj hospodársky rozmer dopadov zmeny klímy, nakoľko sú nevyhnutné zvýšené intenzity údržby a opráv a v prípade limitovanej alebo nefunkčnej dopravy sa spomaľuje resp. zamedzuje pohyb tovarov a služieb a obmedzuje rozvoj služieb (EEA, 2014).

Následkom zmien klimatických charakteristík sú v sektore dopravy očakávané viaceré zmeny, ktoré možno rozlíšiť podľa typov dopravy (EC JRC, 2012; MŽP SR, 2014):

- o **Cestná doprava:** V zime budú vo vyššie položených oblastiach naďalej negatívne pôsobiť snehové zrážky, námraza, poľadovica a vietor. Zvýšené úhrny snehových zrážok možno očakávať v najvyššie položených úsekoch koridorov cestnej dopravy, v nížinách sa, naopak, predpokladá pokles snehových zrážok a počtu mrazových dní aj dní s výskytom poľadovice. Očakávané je preto zníženie intenzity zimnej údržby dopravnej infraštruktúry, zníženie rizika nehôd a zvýšenie bezpečnosti premávky. Nárastom

priemerných teplôt vzduchu sa očakáva zvýšené riziko únavy a poškodenia využitých materiálov a infraštruktúrnych prvkov.

- o **Železničná doprava:** V nížinách sa v lete môžu prejavovať negatívne vplyvy na železničnej infraštruktúre dopadmi extrémne vysokých teplôt, a v kotlinách a v horských oblastiach sa v zime predpokladá negatívne ovplyvnenie nárastom zrážok. Poklesom snehových zrážok v nížinách sa tiež zníži potreba zimnej údržby železničnej infraštruktúry a zníži sa riziko nehôd.
- o **Letecká doprava:** Leteckú dopravu negatívne ovplyvnia predovšetkým extrémne prejavy počasia, ktoré môžu ohroziť bezpečnosť prepravy alebo obmedziť, príp. zastaviť leteckú prevádzku počas trvania nepriaznivých situácií. Naopak, pozitívne bude vplývať zníženie výskytu nebezpečných klimatických javov v zimnom období (poľadovice, vysoké úhrny snehových zrážok, hmla).
- o **Vodná doprava:** Vnútrozemská vodná doprava bude v letnom období nepriaznivo ovplyvnená znížením prietokov vodných tokov a nerovnomerným rozložením zrážok.

Podľa dostupných informácií a poznatkov bola pre jednotlivé časti územia Slovenska odhadnutá miera rizika nepriaznivého vplyvu zmeny klímy na sektor dopravy (tabuľka nižšie). **Najzraniteľnejšími oblasťami dopravnej infraštruktúry na Slovensku sú oblasti kotlin a vyšších nadmorských výšok na severe, strede a na východe územia.** V našich podmienkach najcitlivejšie na prejavy zmeny klímy reaguje cestná doprava a naopak, najmenej ohrozenou je potrubná doprava, pre ktorú nie sú očakávané žiadne zmeny. Rizikovými prvkami dopravnej infraštruktúry sú predovšetkým odvodňovacie a kanalizačné systémy, mostné objekty a infraštruktúra v blízkosti vodných tokov – ohrozené sú najmä následkami intenzívnych zrážok a následným vznikom povodňových situácií (Vyskupová, 2014).

Tab: Miera rizika negatívneho vplyvu zmeny klímy na sektor dopravy pre jednotlivé samosprávne kraje SR (Miňdáš a kol., 2011)

| Druh dopravy                                                                                                          | VÚC |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                                                                                       | BA  | TT | NR | TN | BB | ZA | PO | KE |
| cestná                                                                                                                | **  | *  | *  | *  | ** | ** | ** | ** |
| železničná                                                                                                            | *   | *  | *  | *  | *  | ** | ** | ** |
| letecká                                                                                                               | *   | 0  | 0  | 0  | *  | 0  | *  | *  |
| vodná                                                                                                                 | *   | *  | *  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| potrubná                                                                                                              | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| Riziko negatívneho vplyvu klimatickej zmeny na dopravu:<br>0 – minimálne, * – mierne, ** – vysoké, *** – veľmi vysoké |     |    |    |    |    |    |    |    |

Identifikované riziko bolo aj pre jednotlivé regióny Slovenska. **Hodnotený úsek žel. trate prechádza územiami v žilinskom a Prešovskom kraji, pre ktoré bolo vyhodnotené vysoké riziko negatívneho vplyvu zmeny klímy pre železničnú dopravu.**

### 1.3 Prejavy zmeny klímy v železničnej doprave

Najvýznamnejšie dôsledky zmeny klímy v železničnej doprave sú zhrnuté v nasledujúcej tabuľke.

Tab. Najvýznamnejšie dôsledky zmeny klímy v železničnej doprave (Kamburow, 2001; EEA, 2014)

| Faktor                       | Vplyv                                               | Efekt                                               |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Nárast teplôt a vlny horúčav | Prehrievanie                                        | Poškodzovanie infraštruktúry a koľajových vozidiel  |
| Náhle zmeny teplôt           | Napätie                                             | Deformácie koľají                                   |
| Intenzívne slnečné žiarenie  | Prehrievanie                                        | Deformácie koľají, požiare, problémy signalizácie   |
| Intenzívne zrážky            | Erózia pôdy, zosuvy, záplavy                        | Poškodzovanie násypov                               |
| Predĺžené obdobia dažďov     | Spomalenie odtoku, erózia pôdy                      | Poškodzovanie infraštruktúry                        |
| Povodne                      | Erózia pôdy, zosuvy                                 | Ovplyvnenie odvodňovacích systémov, tunelov, mostov |
| Suchá                        | Vysychanie                                          | Poškodzovanie násypov                               |
| Vichrice, búrky              | Silný vietor, lámanie a vyvracanie stromov          | Poškodzovanie infraštruktúry a trakčného vedenia    |
| Blesky a hromobitie          | Prepätie                                            | Poškodzovanie trakčného vedenia a signalizácie      |
| Zmeny vegetácie              | Rýchlejší rast vegetácie a prítomnosť nových druhov | Vyššie nároky na údržbu                             |

Následkom vysokých teplôt sa deformujú koľajnice a menia sa vlastnosti trakčného vedenia, zaznamenané býva aj vybočenie koľaje (zmena polohy koľaje). Na teplotné zmeny sú náchylné predovšetkým oblasti narušenej stability koľaje po vykonaných opravných prácach. Pri extrémnych teplotách vzduchu pohybujúcich sa okolo 40 °C stúpa teplota v koľajisku aj na 60 – 80°C. Pre zníženie nepriaznivého vplyvu resp. pre jeho predchádzanie sú vykonávané viaceré preventívne opatrenia ako presun výluk do nočných hodín, zavádzanie tzv. teplotných pomalých ciest, inštalácia zariadení na meranie teploty koľajníc (napr. na Železnej Studienke) a vykonávanie prehliadok tratí pri teplotách nad 28 °C (pešie pochôdzky alebo prejazdy dráhových vozidiel).

Nezanedbateľná je tiež potreba zvýšenej údržby dopravnej infraštruktúry následkom predlžovania zimy, predlžovania vegetačného obdobia podporujúceho rast vegetácie a zmenou druhového zloženia bioty.

## 2. Adaptácia projektov dopravnej infraštruktúry na dôsledky zmeny klímy

Adaptácia na zmenu klímy patrí v súčasnosti k prioritám environmentálnej politiky. Na medzinárodnej, európskej aj národnej úrovni boli prijaté viaceré dokumenty a stratégie zaoberajúce sa touto témou. Primárnym cieľom prijatých stratégií je znížiť príspevok antropogénneho pôsobenia k prebiehajúcim zmenám klímy a zároveň zabezpečiť lepšiu pripravenosť krajiny na jej možné dôsledky a podporiť jej schopnosť reagovať na potenciálne vplyvy (Vyskupová, 2014).

Tab. Prehľad strategických dokumentov pre oblasť zmeny klímy prijatých na úrovni EÚ a SR

|                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Kľúčové strategické dokumenty pre oblasť zmeny klímy</b>     |
| o Rámcový dohovor OSN o zmene klímy, 1992                       |
| o Kjótsky protokol k rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy, 2002 |

- o Parížska dohoda, 2015
- o Biela kniha: Adaptácia na zmenu klímy: Európsky rámec opatrení, 2009
- o Európa 2020: Stratégia na zabezpečenie inteligentného, udržateľného a inkluzívneho rastu, 2010
- o Zelená kniha: Prispôsobenie sa zmene klímy v Európe – Možnosti na uskutočnenie opatrení na úrovni EÚ, 2007
- o Stratégia EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy, 2013
- o Zelená kniha: Rámec pre politiku v oblasti zmeny klímy a energetickú politiku do roku 2030, 2013
- o Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy, MŽP SR, 2014 resp. aktualizácia z r. 2018

Analogické strategické materiály sú spracovávané aj na regionálnej prípadne miestnej úrovni.

**Strategické dokumenty pre oblasť zmeny klímy v sektore dopravy**

- o Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investment climate resilient, European Commission DG Climate Action, 2009
- o Adaptation of transport to climate change in Europe (EEA Report No. 8/2014)
- o Európska stratégia pre nízkoemisnú mobilitu, 2016

V sektore zabezpečujúcom prepravu osôb a tovarov je nevyhnutné zachovať možnosť plynulej a bezpečnej prevádzky aj v prípade meniacich sa klimatických podmienok. Očakávané zmeny klimatických prvkov by preto mali byť zohľadnené už pri technických návrhoch dopravných projektov a tiež pri návrhoch ich lokalizácie v území.

Prispôsobenie projektu umožňuje jeho pružnejšiu reakciu na prípadné zmeny, uskutočňuje sa prostredníctvom aplikácie účinných mitigačných a adaptačných opatrení.

- o **Mitigačné opatrenia** zmiernujú nepriaznivé účinky zmeny klímy a znižujú vyplývajúce riziká a škody (znižovanie emisií skleníkových plynov).
- o **Adaptačné opatrenia** znižujú zraniteľnosť projektu a zvyšujú jeho odolnosť prispôobením projektu nepriaznivým účinkom zmeny klímy a využitím prípadných pozitívnych dopadov. V doprave sa rozlišujú adaptačné opatrenia zamerané na znižovanie bezpečnostných rizík vplyvom extrémov počasia a opatrenia zamerané na skvalitnenie dopravnej infraštruktúry v rizikových lokalitách.

Integrácia adaptácie na zmenu klímy do rozvojových aktivít spoločnosti vyústila do snahy začleniť posudzovanie dopadov zmeny klímy aj do procesov prípravy a realizácie projektov dopravnej infraštruktúry, kedy sú ešte otvorené možnosti zapracovania prípadných navrhovaných opatrení (Vyskupová, 2019). Cieľom je **dimenzovať pripravované projekty na predpokladanú úroveň pôsobenia možných rizikových faktorov vyplývajúcich z meniacich sa klimatických podmienok**.

Adaptácia projektov zvyšuje kvalitatívnu úroveň dopravnej infraštruktúry ako základného kameňa dopravy (moderný rozvoj diaľničnej siete a siete rýchlostných ciest, modernizácia železničných tratí, podpora verejnej osobnej dopravy, budovanie integrovaných dopravných systémov a pod.). Jej výsledkom je environmentálne prijateľnejší spôsob dopravy a súčasne silný dopravný systém odolávajúci prípadným nepriaznivým dôsledkom zmien klímy zabezpečujúci bezpečnú prepravu osôb a tovarov (Vyskupová, 2014).

### 3. Stručná charakteristika projektu

Posúdenie bolo spracované pre projekt „**Modernizácia železničnej trate Žilina – Košice, úsek trate Krompachy (mimo) - Kysak**“, ktorého účelom je modernizácia technickej infraštruktúry železničnej trate spočívajú v skvalitnení jej technických parametrov prostredníctvom zvýšenia jej technickej vybavenosti integráciou moderných a progresívnych prvkov a súčasne zohľadňuje zvýšenie traťovej rýchlosti do 140 km/hod vrátane.

Hodnotený projekt je situovaný na územie Košického kraja do okresov Spišská Nová Ves, Gelnica a Košice – okolie. Žel. trať prechádza obcami Krompachy, Richnava, Kluknava, Margecany, Malá Lodina, Veľká Lodina a Kysak.

Smerové vedenie žel. trate sa snaží v max. miere kopírovať jestvujúci stav, súčasťou modernizácie budú len krátke preložky žel. trate:

- o sžkm 119,4 – 120,9 (dĺžka preložky cca 1 500 m)
- o sžkm 121,1 – 122,0 (dĺžka preložky cca 900 m)
- o sžkm 124,6 – 125,4 (dĺžka preložky cca 800 m)
- o sžkm 126,5 – 131,1 – preložka koľaje č. 2 (dĺžka preložky cca 4 600 m)
- o sžkm 130,8 – 131,3 – preložka koľaje č. 1 (dĺžka preložky cca 500 m)
- o sžkm 131,3 – 131,8 (dĺžka preložky cca 500 m)
- o sžkm 131,8 – 132,05 (dĺžka preložky cca 300 m)
- o sžkm 132,05 – 132,35 (dĺžka preložky cca 300 m)
- o sžkm 132,4 – 133,1 (dĺžka preložky cca 700 m)
- o sžkm 138,0 – 139,0 (dĺžka preložky cca 1 000 m)
- o sžkm 140,2 – 141,1 (dĺžka preložky cca 900 m)

Z hľadiska technického riešenia rámci modernizácie trate sa prioritne navrhuje:

- o Úplná výmena resp. vybudovanie železničného spodku a zvršku a komplexné vybudovanie nového trakčného vedenia (súčasná jednosmerná trakcia bude nahradená striedavou 25 kV / 50 Hz).
- o Inštalácia nového dispečerského systému riadenia prevádzky, vybudovanie novej kabelizácie k vonkajším prvkom v koľajisku a nového moderného zabezpečovacieho zariadenia.
- o Zvýšenie bezpečnosti objektov inštaláciou systému elektrickej požiarnej signalizácie a poplachového systému narušenia.
- o Digitalizácia komunikačnej siete (nové optické káblové vedenia, digitálne prenosové a spojovacie systémy a pod.).
- o Modernizácia a zvýšenie technickej vybavenosti železničných zastávok a staníc vrátane súvisiacej dopravnej a technickej infraštruktúry (inštalácia zvukového systému automatického vyhlasovania, automatického vizuálneho informačného systému a orientačného systému).
- o Rekonštrukcia mostných objektov a priepustov vrátane nevyhnutných úprav vodných tokov z dôvodu prispôsobenia šírkovému usporiadaniu trate, výškovému usporiadaniu pod mostom a výmene potrebných konštrukčných prvkov. Vybudovanie nových mostov a priepustov z dôvodu preloženia trate do novej polohy.
- o Rekonštrukcia niektorých súvisiacich cestných komunikácií a nadjazdov za účelom zvýšenia bezpečnosti a ochrany verejnosti, výstavba nových prístupových komunikácií a nadjazdov.

- o Zrušenie všetkých úrovňových priecestí a úrovňových prechodov koľajiska a ich nahradenie mimoúrovňovými križovaniami a novými podchodmi.
- o Rekonštrukcia železničných tunelov Ružín a Bujanovský tunel vrátane súvisiaceho technologického vybavenia.
- o Výstavba nových oporných a zárubných múrov pre zabezpečenie stability žel. trate.
- o Zatrávnenie svahov žel. telesa a realizácia doplnkových vegetačných úprav na príľahlých pozemkoch.
- o Inštalácia protihlukových stien v lokalitách s prekročenými prípustnými limitnými hodnotami šírenia hluku

Súčasťou žel. trate sú dva jestvujúce tunelové objekty:

- o Bujanovský tunel (sžkm 127,175 – 130,585) s dĺžkou 3 410 m
- o tunel Ružín (sžkm 126,645 – 126,775) s dĺžkou 130 m.

Projekt je uvažovaný v dvoch variantoch, ktoré spočívajú v riešení tunelových objektov:

- o **variant červený:** vybudovanie nového jednokoľajného tunela súbežne s existujúcimi tunelmi (od západného portálu tunela Ružín až po východný portál Bujanovského tunela) v dĺžke 3 952 m; po jeho vybudovaní sa doprava odkloní do tohto tunela a umožní rekonštruovať pôvodné tunely bez prerušenia prevádzky na trati; vo výsledku bude každá koľaj vedená samostatne
- o **variant fialový:** vedenie koľají v úseku tunelov (zast. Ružín – zast. Margecany) v pôvodnej polohe s návrhom reprofilácie tunelov; v sžkm 126,5 – 130,6 bude trať vedená v pôvodnej polohe a v sžkm 130,6 – 131,25 bude vedená v preložke dĺžky 650 m (priblíženie k VN Ružín).

Nakoľko sú hodnotené varianty rozdielne len v riešení rekonštrukcie Bujanovského a Ružínského tunela a súvisiacich napojení, posúdenie projektu z hľadiska jeho odolnosti voči dopadom zmeny klímy bolo spracované jednotne a porovnanie variantného riešenia tunela je uvedené v jeho záveroch.

Bližší opis technického riešenia navrhutej modernizácie je opísaný v dokumentácii Zámer spracovanej podľa prílohy č. 9 zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie v znení neskorších predpisov (REMING CONSULT a.s., 2019).

## 4. Posúdenie rizík projektu spojených s klimatickou zmenou

Posúdenie rizík projektu v súvislosti s dopadmi zmeny klímy spočíva v identifikácii možných rizík a vyhodnotení ich významnosti. Spracované bolo podľa **Metodickej príručky posudzovania dopadov zmeny klímy na veľké projekty v sektore doprava** (VÚD, 2018), aktuálne odporúčanej MDV SR pre plánované a pripravované projekty dopravnej infraštruktúry v SR.

Predkladané hodnotenie vychádza tiež z odporúčaní ďalších metodických postupov:

- o Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient (EC DG Climate Action, 2009)
- o Climate Change and Major Projects (EC DG Climate Action, 2016)

- o The Basics of Climate Change Adaptation Vulnerability and Risk Assessment (JASPERS Guidance Note, 2017)

Vyhodnotenie odolnosti projektu bolo realizované vo viacerých krokoch:

1. Analýza citlivosti projektu na rizikové klimatické javy
2. Analýza expozície a vývoja rizikových klimatických javov
3. Analýza zraniteľnosti projektu
4. Identifikácia a stanovenie miery rizika

Záverom vykonaného hodnotenia je návrh odporúčaných adaptačných opatrení pre zmiernenie identifikovaného významného rizika.

V zmysle odporúčania VÚD (2018) boli pri komplexnom hodnotení klimatických rizík vzaté do úvahy nasledujúce rizikové klimatické javy: silný vietor, silné dažde, vysoké teploty, snehové javy, námrazové javy, búrkové javy, povodne, zosuvy, sucha a požiare a hmly.

#### 4.1 Analýza citlivosti projektu na rizikové klimatické javy

Analýza citlivosti projektu spočíva v stanovení miery citlivosti projektu na pôsobenie relevantných klimatických rizík z hľadiska stavebno-technického a prevádzkového riešenia projektu. Zvažované boli nasledujúce klimatické javy: silný vietor, silné dažde, vysoké teploty, snehové javy, námrazové javy, búrkové javy, povodne, zosuvy, sucha a hmly.

Podkladom pre analýzu boli informácie o hodnotených variantoch projektu, údaje o vplyvoch zmeny klímy na sektor dopravy (predovšetkým Miňďaš a kol., 2011; EC JRC, 2012; EEA Report, 2017).

Vzhľadom na úroveň poznania navrhovaného projektu modernizácie žel. trate bol dôraz kladený na všeobecné konštrukčné a stavebné prvky líniovej stavby (žel. zvršok a spodok, tunely, mostné objekty – mosty, priepusty, podchody, nadjazdy, technologické zariadenia, cestné komunikácie).

Využitá bola trojstupňová hodnotiaci škála citlivosti projektu:

| Miera citlivosti |                 | Popis                                                                                                                                                                                     |
|------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | žiadna až nízka | Klimatický jav nemá na projekt žiadny vplyv príp. počas jeho pôsobenia nie je projekt takmer vôbec ovplyvnený.                                                                            |
| 2                | mierna          | Projekt sa po skončení pôsobenia disturbance spôsobenej klimatickým faktorom dokáže samostatne príp. s pomocou nenáročných opatrení prinavrátiť do pôvodného stavu.                       |
| 3                | významná        | Predpokladá sa významná degradácia projektu a významné obmedzenie až zastavenie prevádzky dopravy, pričom obnovenie je možné výhradne s pomocou náročných opatrení a technických zásahov. |

Výsledná tabuľka citlivosti uvádza relevantné klimatické javy vrátane ich potenciálnych dopadov a následne identifikuje stupeň citlivosti projektu z pohľadu citlivosti železničnej infraštruktúry a citlivosti železničnej dopravy.

| Rizikový klimatický jav | Hlavné prejavy na žel. infraštruktúre                                                                                                                                                                                         | Citlivosť žel. infraštruktúry                                                                                                                                                 | Citlivosť žel. prevádzky                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Silný vietor            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lámanie vetiev a vyvracanie stromov</li> <li>Unášanie materiálu</li> <li>Veterná erózia</li> <li>Výpadky el. energie</li> <li>Dynamický tlak vetra na pohybujúce sa vozidlá</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanické poškodenia žel. infraštruktúry</li> <li>Škody na budovách a majetku</li> <li>Obmedzenie funkčnosti el. zariadení</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Škody na vozovom parku</li> <li>Zníženie rýchlosti prejazdov</li> <li>Obmedzenie až úplné znemožnenie žel. dopravy</li> <li>Zníženie bezpečnosti dopravy</li> </ul> |

| Rizikový klimatický jav | Hlavné prejavy na žel. infraštruktúre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Citlivosť žel. infraštruktúry                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Citlivosť žel. prevádzky                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Silné dažde             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Spomalenie odtoku</li> <li>Stúpanie hladín podzemnej vody</li> <li>Záplavy</li> <li>Narušenie stability svahov</li> <li>Erózia pôdy a zosuvy</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Korózia kovových častí žel. infraštruktúry vrátane stĺpov TV</li> <li>Zaplavenie žel. trate a súvisiacej infraštruktúry alebo jej podmytie</li> <li>Zníženie stability žel. násypov a svahov</li> <li>Zníženie prietokov odvodňovacích systémov</li> </ul>                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zníženie rýchlosti prejazdov</li> <li>Obmedzenie až úplné znemožnenie žel. dopravy</li> <li>Zvýšenie nákladov na údržbu</li> </ul>                                                        |
| Vysoké teploty          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Náhle zmeny teplôt</li> <li>Intenzívne slnečné žiarenie</li> <li>Zmeny kvalitatívnych vlastností niektorých materiálov</li> <li>Zmeny vlastností trakčného vedenia</li> <li>Problémy technologických zariadení</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Únava materiálov</li> <li>Prehrievanie a rozťahovanie materiálov</li> <li>Deformácie a vybočenia koľají</li> <li>Zmena vlastností TV</li> <li>Kolísanie napätia el. prúdu na TV</li> <li>Problémy signalizácie</li> <li>Problémy technologických zariadení</li> </ul>                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zníženie rýchlosti prejazdov</li> <li>Obmedzenie až úplné znemožnenie žel. dopravy</li> <li>Zvýšenie nákladov na údržbu</li> </ul>                                                        |
| Snehové javy            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zníženie dohľadnosti hustým snežením</li> <li>Usádzanie snehu na predmetoch</li> <li>Lámanie vetiev a vyvracanie stromov</li> <li>Snehové jazyky a záveje</li> <li>Výpadky el. energie</li> <li>Láviny a zosuvy</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zaťaženie stavebných konštrukcií</li> <li>Obmedzenie funkčnosti el. zariadení</li> <li>Zaťaženie príp. poškodenie odvodňovacích systémov</li> <li>Pády konárov a stromov na trať a na trakčné vedenie</li> <li>Usádzanie snehu vo výhybkách</li> </ul>                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zníženie bezpečnosti dopravy</li> <li>Zníženie rýchlosti prejazdov</li> <li>Obmedzenie až úplné znemožnenie prejazdnosti žel. trate</li> <li>Zvýšenie nákladov na zimnú údržbu</li> </ul> |
| Námrazové javy          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vznik ľadovky, poľadovice a námrazy</li> <li>Tvorba ľadu na žel. trati</li> <li>Výpadky el. energie</li> <li>Lámanie vetiev stromov</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Praskanie a lomy koľajníc</li> <li>Zamŕzanie výhybiek</li> <li>Zmeny pružnosti niektorých materiálov</li> <li>Kolísanie napätia el. prúdu na TV</li> <li>Roztrhnutie/ prepálenie TV</li> <li>Obmedzenie funkčnosti el. zariadení</li> </ul>                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zníženie rýchlosti prejazdov</li> <li>Zníženie bezpečnosti dopravy</li> <li>Obmedzenie až úplné znemožnenie prejazdnosti žel. trate</li> <li>Zvýšenie nákladov na zimnú údržbu</li> </ul> |
| Búrkové javy            | <p>Silný víťor</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lámanie vetiev a vyvracanie stromov</li> <li>Unášanie materiálov</li> <li>Dynamický tlak vetra na vozidlá</li> </ul> <p>Prívalové dažde</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prudké, krátkodobé rozvodnenie vodných tokov, záplavy</li> <li>Stúpanie hladiny podzemnej vody</li> <li>Narušenie stability svahov</li> <li>Spomalenie odtoku</li> </ul> <p>Elektrické výboje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zásahy bleskom</li> <li>Vznik prepätia</li> <li>Výpadky el. energie</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Poškodenie TV a signalizácie</li> <li>Požiare na TV</li> <li>Výpadky napájania</li> <li>Obmedzenie funkčnosti el. zariadení</li> <li>Prerušenie prenosu údajov</li> <li>Zaplavenie trate alebo jej podmytie</li> <li>Zníženie stability žel. násypov a svahov</li> <li>Zníženie prietokov odvodňovacích systémov a ich mechanické poškodenie</li> <li>Škody na budovách a majetku</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zníženie rýchlosti prejazdov</li> <li>Zníženie bezpečnosti dopravy</li> <li>Obmedzenie až úplné znemožnenie prejazdnosti žel. trate</li> </ul>                                            |
| Povodne                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Unášanie materiálu</li> <li>Rozvodnenie vodných tokov príp. ich vylatie</li> <li>Erózia pôdy a zosuvy</li> <li>Podmáčanie podložia</li> <li>Narušenie stability svahov</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zaplavenie žel. trate a súvisiacej infraštruktúry alebo jej podmytie</li> <li>Zníženie stability zemného telesa a príľahlých svahov</li> <li>Podomlieť, poškodenie pilierov mostov</li> <li>Zanesenie a zníženie prietokov odvodňovacích systémov</li> </ul>                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Obmedzenie až úplné znemožnenie prejazdnosti žel. trate</li> <li>Zníženie bezpečnosti dopravy</li> </ul>                                                                                  |

| Rizikový klimatický jav | Hlavné prejavy na žel. infraštruktúre                                                                                                                        | Citlivosť žel. infraštruktúry                                                                                                                                                                                               | Citlivosť žel. prevádzky                                                                                                                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zosuvy                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Narušenie stability svahov</li> <li>Zavalenie resp. zrútenie dopravnej cesty</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanické poškodzovanie častí žel. infraštruktúry</li> <li>Zmena geometrickej polohy koľaje vplyvom gravitačných pohybov</li> <li>Poškodenie TV a napájacieho systému</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zníženie bezpečnosti dopravy</li> <li>Obmedzenie rýchlosti prejazdov</li> <li>Úplné prerušenie žel. prevádzky</li> </ul> |
| Sucho                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deformácie a poškodenia žel. infraštruktúry</li> <li>Pokles hladiny podzemnej vody</li> <li>Vznik požiarov</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Poškodenie TV a napájacieho systému</li> <li>Zníženie stability žel. násypu</li> <li>Poškodenia niektorých častí žel. infraštruktúry</li> <li>Škody na budovách a majetku</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zníženie bezpečnosti dopravy</li> <li>Obmedzenie až úplné znemožnenie prejazdnosti žel. trate</li> </ul>                 |
| Hmly                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zníženie dohľadnosti</li> <li>Tvorba poľadovice v zimných mesiacoch</li> <li>Tvorba smogu</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nepredpokladá sa ovplyvnenie</li> </ul>                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vyššie riziko vzniku dopravných nehôd</li> <li>Obmedzenie prejazdnosti žel. trate</li> </ul>                             |

Na základe vykonanej analýzy pravdepodobných dopadov hodnotených rizikových klimatických javov možno konštatovať, že **nebola identifikovaná vysoký miera citlivosti žel. infraštruktúry na žiadny z hodnotených klimatických javov**. Stredná miera citlivosti žel. infraštruktúry bola identifikovaná pre klimatické javy silné dažde, snehové javy, povodne a zosuvy, pri ktorých môžu byť dopady na stav a funkčnosť žel. infraštruktúry najvýraznejšie. Z hľadiska žel. prevádzky bola identifikovaná mierna citlivosť pre klimatické javy snehové javy, povodne a zosuvy, ktoré môžu mať výraznejší dopad na stav a funkčnosť žel. infraštruktúry mnohokrát s následkami spomalenia či dočasného prerušenia prevádzky, avšak náprava a odstránenie porúch si štandardne nevyžaduje náročné technické zásahy, mnohé sú zvládnuteľné v rámci bežnej prevádzky.

## 4.2 Analýza expozície a vývoja rizikových klimatických javov

Pre rizikové klimatické javy bola spracovaná podrobná analýza ich stavu a trendov vývoja v riešenom území, boli identifikované úseky žel. trate vystavené ich pôsobeniu a stanovená miera expozície projektu osobitne v kontexte žel. infraštruktúry a žel. prevádzky.

Podkladom pre analýzu doterajších prejavov klimatických charakteristík v území boli dostupné údaje charakterizujúce hlavné meteorologické a hydrologické charakteristiky dotknutého územia – dáta z informačných systémov životného prostredia odborných organizácií SHMÚ ([www.shmu.sk](http://www.shmu.sk), [www.klimat.shmu.sk](http://www.klimat.shmu.sk)), VÚVH ([www.vuvh.sk](http://www.vuvh.sk)), MŽP SR ([www.minzp.sk](http://www.minzp.sk)) a ŠGÚDŠ ([www.geology.sk](http://www.geology.sk)), údaje z vykonaných IGP prieskumov (Geofos, s.r.o., 2006 a 2008) a získané dáta od ŽSR ohľadom mimoriadnych udalostí v danom traťovom úseku (2019). Pre opis budúceho vývoja klimatických charakteristík boli využité prognózy uvedené Stratégií adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy (2014 resp. akt. 2018).

Využitá bola trojstupňová hodnotiaci škála pravdepodobnosti ovplyvnenia projektu:

| Miera expozície | Popis           |
|-----------------|-----------------|
| 1               | žiadna až nízka |
| 2               | mierna          |
| 3               | významná        |

Výsledná tabuľka expozície sumarizuje výsledky vykonaného hodnotenia. V tabuľke sú uvedené relevantné klimatické javy a stručne charakterizovaný ich stav resp. očakávaný vývoj v riešenom území a následná identifikácia pravdepodobnosti ovplyvnenia lokality resp. relevantnosť faktoru pre dané územie.

| <b>Rizikové klimatické javy a expozícia projektu</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Silný vietor</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Základné charakteristiky javu                                   | <p>Žel. trať je vedená v území, ktoré je vzhľadom na svoju polohu v Hornádskej kotline a okolitý výrazne členitý reliéf len veľmi slabo prevetrávané - priemerné rýchlosti prúdenia vetra v lokalite sú všeobecne nízke..</p> <p>Dlhodobá priemerná rýchlosť vetra za obdobie rokov 1961 – 2010 (Klimatický atlas, 2015) dosahuje 1,8 - 2,3 m/s. Najsilnejšie prúdenie býva v území koncom zimy a začiatkom jari (pohybuje sa na úrovni 1,7 – 2,4 m/s s nárastom smerom na východný okraj dotknutého územia).</p> <p>Bezvetrie sa v tejto oblasti vyskytuje až v 50 % roka, rýchlosti do 2 m/s sú pozorované približne v tretine roka. Oblasť je málo veterná, a preto aj výskyt rýchlostí vetra nad 8 m/s je nulový.</p> <p>Silné nárazové vetry sa tu vyskytujú len sporadicky, avšak v posledných rokoch majú stúpajúcu tendenciu.</p> <p>Určujúcim faktorom prevládajúcich smerov vetra sú orografické pomery územia, dotknuté územie je veľmi členité s kotlinovým aj vrchovinovým charakterom. Prevládajúcim smerom prúdenia vzduchových hmôt v riešenom území je juhovýchodné prúdenie, najmenej sa vyskytujú vetry severovýchodného smeru.</p>                                                                                    |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | <p>V posledných rokoch bolo v riešenom území vyhlásených niekoľko meteorologických výstrah pred silným vetrom, výskyt mimoriadnych udalostí pôsobením silných vetrov je však len sporadický. Zaznamenané boli najmä vyvrátenia stromov: v Krompachoch silný vietor v apríli 2011 strhol na budove strechu, v oblasti Margecany – Krompachy v máji 2014 popadali stromy na cestnú komunikáciu, v Krompachoch silný vietor strhol v októbri 2018 strechu materskej škôlky, v ZŠT Margecany bol 29.7.2019 vyvrátený strom.</p> <p>Podľa evidencie ŽSR boli klimatickými vplyvmi na danom traťovom úseku zaznamenané len poruchy bežného prevádzkového charakteru (list GR ŽSR, Odb. žel. tratí stavieb zo dňa 18.10.2019). Udalosti spojené s výskytom silných vetrov sa vyskytujú sporadicky a sú primerané príslušným ročným obdobiam s minimálnym dopadom na žel. prevádzku (list GR ŽSR Odb. dopravy zo dňa 11.10.2019). Od r. 2005 boli evidované viaceré pády stromov na trakčné vedenie (list GR ŽSR Odb. oznamovacej a zabezpečovacej techniky a elektrotechniky zo dňa 29.10.2019).</p>                                                                                                                                             |
| Relevantné dopady javu                                          | lámame vetiev alebo vyvracanie stromov a ich pády na trolejové vedenie a žel. trať, pôsobenie dynamického tlaku vetra na pohybujúce sa koľajové vozidlá                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | V budúcnosti sa neočakávajú výrazné zmeny v rýchlosti prúdenia a v smere vetra. Predpokladá sa častejší výskyt silného vetra a víchric najmä zosilnením búrok v teplej časti roka. Očakáva sa mierny nárast priemernej rýchlosti vetra aj nárazovej rýchlosti vetra v území.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Stanovenie miery expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky | <p>Klimatický jav pôsobí na celú dotknutú železničnú infraštruktúru, keďže je plne vystavená poveternostným podmienkam.</p> <p><b>Exponované sú úseky vedenia žel. trate na vysokých násypoch a na vysokých mostných objektoch, naopak, silným vetrom nie je vystavený úsek žel. trate vedený v tuneli</b> (riziko poškodenia vzniká len v prípade súvisiaceho technologického vybavenia situovaného mimo tunelových rúr).</p> <p><b>Z pohľadu pôsobenia silných vetrov sú rizikovými tiež úseky pozdĺž ktorých sa nachádza vzrastlá drevinová vegetácia</b>, ktorá môže byť pôsobením vetrov poškodená a hrozí tak pád zlomených konárov alebo vyvrátených stromov na trakčné vedenie alebo iné súčasti žel. infraštruktúry príp. priamo na trať. Z tohto hľadiska je exponovaným takmer celý úsek hodnotenej žel. trate.</p> <p>V budúcnosti sa predpokladá častejší výskyt silného vetra, preto je aj predpoklad vyššieho rizika ohrozenia žel. infraštruktúry pádmi stromov na žel. trať alebo na trakčné vedenie než je v súčasnosti. Vzhľadom na vysoký podiel bezvetria a nízke priemernú rýchlosť prúdenia vzduchových hmôt v riešenom území je však miera pravdepodobnosti ovplyvnenia projektu silnými vetrami stále nízka.</p> |
|                                                                 | Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                 | Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Silné dažde</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Základné charakteristiky javu                                   | <p>Priemerné ročné úhrny zrážok v území sa na základe dlhodobých priemerov z obdobia rokov 1981 – 2010 pohybujú na úrovni 660 - 720 mm, pričom úhrny narastajú smerom na západ dotknutého územia. Najviac zrážok spadne v letnom období (cca 300 mm), najmenej v zimných mesiacoch (priemerne 87 mm, zrážky sú prevažne vo forme snehu). Len v letnom polroku v území spadne okolo 460 – 490 mm zrážok, v júni a v auguste sú zrážky častým sprievodným javom búrkovej činnosti. Priemerný ročný počet dní so zrážkami nad 1mm sa pohybuje okolo 100 dní.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | <p>Nárast priemerných zrážkových úhrnov v riešenom území v posledných rokoch kopíruje celoslovenskú situáciu - častejšie sa vyskytujú náhle, intenzívne až prívateľné dažde striedajúce sa s obdobiami sucha. Výdatné dažde, ktoré boli zaznamenané v riešenom území v posledných rokoch, boli najmä sprievodným javom búrkovej činnosti, ktorá má stúpajúci výskyt a mimoriadnych alebo dlhšie trvajúcich zrážkových úhrnov.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| <b>Rizikové klimatické javy a expozícia projektu</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | <p>Z hľadiska intenzity a úhrnu zrážok boli významnými najmä silné dažde v apríli 2010, v júni 2018 (v Krompachoch došlo k vyliatu vody z horských potokov, upchatiu kanalizačných systémov a zaplaveniu bytov, rodinných domov i nebytových priestorov) a tiež v júli 2019.</p> <p>Podľa evidencie ŽSR boli klimatickými vplyvmi na danom traťovom úseku zaznamenané len poruchy bežného prevádzkového charakteru (list GR ŽSR, Odb. žel. tratí stavieb zo dňa 18.10.2019). Udalosti spojené s výskytom silných dažďov boli evidované sporadicky a sú primerané príslušným ročným obdobiam s minimálnym dopadom na žel. prevádzku (list GR ŽSR Odb. dopravy zo dňa 11.10.2019). Od r. 2005 bolo raz evidované zaplavenie žel. infraštruktúry (list GR ŽSR Odb. oznamovacej a zabezpečovacej techniky a elektrotechniky zo dňa 29.10.2019).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Relevantné dopady javu                                          | spomalenie odtoku vody z územia a následné zníženie prietokov odvodňovacích systémov, zaplavenie žel. infraštruktúry, zníženie stability žel. násypov                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | <p>Vzhľadom na vývoj zrážkovej činnosti v posledných rokoch možno konštatovať, že výdatnosť atmosférických zrážok na Slovensku sa postupne zvyšuje. Predpokladá sa mierna zmena v ročných úhrnoch zrážok (nárastu úhrnov zrážok na severe územia okolo 10%) a výraznejšie zmeny v ročnom chode a v časovom režime zrážok (slabý pokles úhrnov v lete najmä na juhu SR a naopak, mierny nárast úhrnov vo zvyšnej časti roka najmä na severe územia a v zimnom období). Predpokladá sa tiež zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok počas roka, najmä v teplej časti roka sa častejšie vyskytnú dlhšie suché obdobia a zrážkovo výdatnejšie krátke daždivé obdobia. V súvislosti s nárastom úhrnov zrážok a častejším výskytom krátkych dažďových období sa predpokladá nárast výskytu prívalových dažďov.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Stanovenie miery expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky | <p>Predmetný klimatický jav a jeho prejavy pôsobia na žel. infraštruktúru situovanú v inundačnom území Hornádu resp. v blízkosti otvorených korýt vodných tokov.</p> <p>Silné dažde atakujúce žel. teleso môžu vyvolať zaplavenie štrkového lôžka príp. jeho zaliatie nahromadenými nánosmi blata, čím môžu vyvolať dočasne zníženú rýchlosť prejazdov a zároveň z dlhodobého hľadiska znižujú stabilitu žel. spodku. Z tohto pohľadu <b>sú exponovanými najmä úseky vedené v hlbokých zárezoch</b> (napr. v úseku od ŽST M. Lodina, pred ŽST Margecany, v úseku pri zast. Kluknava), kde potenciálne hrozí riziko splachov a sufózie.</p> <p>Silnými dažďami sú ohrozené tiež úseky pri vodných tokoch bez náležitých protipovodňových opatrení, ktoré v prípade vzostupu vodných hladín predstavujú riziko vybreženia na okolité pozemky. Exponovanými sú úseky žel. trate križujúce vodné toky s otvoreným korytom na nízkych mostných objektoch alebo mostoch s nedostatočným mostným otvorom na prevedenie povodňovej vody - v rámci modernizácie trate sa však navrhuje prebudovanie mostných objektov na prevedenie dostatočných prietokov.</p> <p>Exponovanou je tiež časť trate vedená v inundačnom území rieky Hornád, avšak potenciálne riziko pri Kluknave je minimalizované návrhom vedenia žel. trate v tejto lokalite na mostnom objekte.</p> <p><b>Exponovanými sú úseky vedené na teréne, v zárezoch alebo na nízkych násypoch v oblastiach s potenciálne významným rizikom vzniku povodní</b> (Krompachy, Richnava, Kluknava, V. Lodina, M. Lodina a Kysak).</p> <p><b>Exponovanými sú tiež objekty situované pod úrovňou terénu, ktorých priechodnosť závisí v prípade silných dažďov aj na funkčnosti odvodňovacích systémov – tunelové objekty</b> (tunel Bujanovský a tunel Ružín), <b>podjazdy</b> (cestný podjazd v žkm 135,493 v MARGECANOCH) a <b>podchody</b> pre verejnosť a pre cestujúcich v staniciach a zastávkach (zast. Kluknava žkm 138,990, ŽST Margecany žkm 133,462, zast. Ružín žkm 125,785, ŽST Malá Lodina žkm 123,715, zast. Veľká Lodina žkm 121,493, ŽST Kysak žkm 114,670). V dôsledku vysokej intenzity dažďov sa zvyšujú nároky na odvodňovacie systémy, hrozí ich zanášanie unášaným materiálom a zníženie až obmedzenie ich funkčnosti. V zast. Margecany je na prechod pre cestujúcich navrhovaná nová lávka ponad žel. trať, v tomto prípade sa preto neuvažuje s expozíciou objektu silnými dažďami.</p> <p><b>Pre možnosť pôsobenia vodnej erózie sú exponované aj úseky prechádzajúce v oblastiach zosuvných území, v ktorých hrozí destabilizácia svahov</b> (Štefanská Huta a Malá Lodina). Z hľadiska možnosti vzniku zosuvov v dôsledku vodnej erózie sú pri intenzívnych zrážkach exponované tiež výrazné násypové a zárezové svahy. Pre zabezpečenie stability týchto svahov sú do projektu zapracované potrebné opatrenia ako napr. zahumusovanie svahov s výsevom trávneho semena, inštalácia košov s kamenivom resp. využitie kamenných obkladov, využitie geomreží, zabudovanie odvodňovacích drénov, a pod.</p> <p>V posledných rokoch počet výskytov silných prívalových dažďov stúpa, do budúcnosti sa predpokladá ich častejší výskyt, preto riziko vzniku negatívnych následkov bude v porovnaní so súčasným stavom vyššie. Vzhľadom na zvolené trasovanie trate v záplavovej oblasti Hornádu, navrhované technické riešenie rekonštrukcií a výstavby žel. mostov ponad vodné toky a v inundačnom území toku s dimenzovaním na dostatočné prevedenie prípadnej záplavovej vody a doterajšie frekvencie výskytu mimoriadnych udalostí v riešenom území nie je však predpoklad mierneho ovplyvnenia projektu.</p> <p><b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 2</b></p> <p><b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 1</b></p> |
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Vysoké teploty</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Základné charakteristiky javu                                   | Podľa klimaticko-geografického členenia (Kočík a Ivanič, 2011, ŠGÚDŠ) patrí väčšia časť dotknutého územia do klimaticko-geografického typu horskej mierne teplej klímy, v krátkom úseku zasahuje do horskej mierne chladnej klímy (tunelové vedenie trate) a západný okraj trate od Štefanskej Huty leží v kotlinovej mierne teplej klíme.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Rizikové klimatické javy a expozícia projektu                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | <p>Podľa klimatického členenia Slovenska (Lapin et al., 2002, Atlas krajiny SR) prechádza dotknuté územie mierne teplým klimatickým okrskom, pričom zasahuje aj do mierne chladného okrsku. Mierne teplá klimatická oblasť je charakteristická menej ako 50 letnými dňami za rok (ide o dni s denným maximom teploty vzduchu nad 25°C) a júlovým priemerom teploty nad 16°C. Chladná klimatická oblasť sa vyznačuje priemernou teplotou vzduchu v júli pod 16 °C.</p> <p>V oblasti Kysaku prechádza trať okrskom M3 (mierne teplý, mierne vlhký, pahorkatinový s miernou zimou), pri Veľkej Lodine zasahuje do okrsku M6 (mierne teplý, vlhký vrchovinový okrsk), v oblasti Malej Lodiny, VN Ružín a Margecian prechádza okrskom M5 (mierne teplý, vlhký dolinový okrsk s chladnou až studenou zimou) pričom tunelové vedenie trate prechádza okrskom C1 (mierne chladný, veľmi vlhký okrsk) a pri Krompachoch trať prechádza okrskom M2 (mierne teplý, mierne vlhký kotlinový okrsk so studenou zimou).</p> <p>Podľa dlhodobého priemeru sledovaných mesačných a ročných teplôt vzduchu v dotknutom území za obdobie rokov 1961 – 2010 (Klimatický atlas, 2015) sa priemerná ročná teplota v území pohybuje na úrovni 7,0 – 8,2 °C, najteplejšou oblasťou dotknutého územia je Kysak.</p> <p>Priemerná teplota vzduchu v území sa v lete pohybuje na úrovni 16,2 -17,8 °C, priemerná teplota vzduchu v zime dosahuje -3,2 až -2,3 °C. Najteplejším mesiacom býva júl s priemernou teplotou vzduchu 16,5 – 18,6 °C a najchladnejším január s priemernou teplotou -3,5 až -4,6 °C.</p> <p>V území sa vyskytuje priemerne 37 – 55 letných dní s dennou teplotou vzduchu nad 25 °C a 4 – 10 tropických dní s dennou teplotou vzduchu nad 30 °C.</p> <p>Priemerná ročná suma globálneho žiarenia v území dosahuje 3950 - 4025 kW.m<sup>-2</sup> a priemerná ročná suma doby trvania slnečného svitu 1620 - 1698 hod.</p> |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | <p>Riešené územie sa vzhľadom na svoju polohu a lokálne geomorfologické podmienky vyznačuje nižšou priemernou ročnou teplotou vzduchu v porovnaní s celoslovenským priemerom.</p> <p>Z hľadiska dlhodobého vývoja teplôt vzduchu sledovaných od roku 1961 boli posledné roky tými najteplejšími (teplotne abnormálnymi boli predovšetkým roky 2000, 2014, 2015 a 2016). Pozorovaný je aj nárast počtu horúcich dní a tropických dní s teplotou nad 30 °C alebo tropických nocí s teplotou nad 20 °C. V riešenom území je vzhľadom na jeho chladnú klímu minimálny výskyt tropických dní, avšak pri porovnaní s minulými obdobiami sa aj ich výskyt zvyšuje.</p> <p>Podľa evidencie ŽSR boli klimatickými vplyvmi na danom traťovom úseku zaznamenané len poruchy bežného prevádzkového charakteru (list GR ŽSR, Odb. žel. tratí stavieb zo dňa 18.10.2019). Udalosti spojené s výskytom vysokých teplôt boli evidované sporadicky a sú primerané príslušným ročným obdobiam s minimálnym dopadom na žel. prevádzku (list GR ŽSR Odb. dopravy zo dňa 11.10.2019).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Relevantné dopady javu                                          | únava materiálov, poruchy elektronických (zabezpečovacích a oznamovacích) zariadení                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | <p>Očakáva sa postupný rast priemerných ročných teplôt vzduchu so zachovaním doterajšej medziročnej a medzisezónnej časovej premenlivosti (nárast o 2 – 4°C v porovnaní s priemerom obdobia rokov 1951 – 1980), rýchlejší nárast denných maxim a minim teplôt, častejší výskyt a dlhšie trvanie vln horúčav, zníženie výskytu chladných dní nárastom teplôt vzduchu v chladnom období roka. Nie je predpoklad výraznejších zmien v ročnom chode teploty vzduchu, avšak v jesenných mesiacoch sa očakáva rast teploty menší ako vo zvyšnej časti roka.</p> <p>Nie je predpoklad výraznejších zmien v ročnom chode teploty vzduchu, avšak v jesenných mesiacoch sa očakáva rast teploty menší ako vo zvyšnej časti roka. Očakáva sa tiež rýchlejší nárast denných maxim a minim teplôt, častejší výskyt a dlhšie trvanie vln horúčav a zníženie výskytu chladných dní nárastom teplôt vzduchu v chladnom období roka.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Stanovenie miery expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky | <p>Klimatický jav pôsobí na žel. infraštruktúru na celom území regiónu, keďže je vystavená poveternostným podmienkam.</p> <p>Pri extrémnych teplotách vzduchu pohybujúcich sa okolo 40 °C stúpa teplota v koľajisku aj na 60 – 80°C, následkom vysokých teplôt sa môžu deformovať koľajnice, menia sa vlastnosti trakčného vedenia a môže byť obmedzená funkčnosť niektorých elektronických zariadení. <b>Na teplotné zmeny sú náchylné predovšetkým oblasti narušenej stability koľaje po vykonaných opravných prácach.</b> Navrhovaný projekt uvažuje s výstavbou nového žel. spodku aj zvršku, pre ktoré je z tohto pohľadu riziko poškodení v počiatočných rokoch fungovania projektu nízke.</p> <p>Exponovanými sú tiež úseky vedené v zastavaných územiach dotknutých obcí a miest, kde dochádza k zvýšenej akumulácii tepla v dôsledku vysokého podielu nepriepustných povrchov a povrchov s veľkou tepelnou kapacitou, vykurovacích objektov a znížením výparom odvádzaním vôd z povrchového odtoku do kanalizačných systémov. Vzhľadom na prevažne vidiecky charakter dotknutého územia s nižším stupňom zastavanosti a situovanie žel. trate na okrajoch dotknutých obcí nie je žel. trať z tohto hľadiska exponovaná.</p> <p><b>Nakoľko sa projekt nachádza v mierne teplej klimatickej oblasti s nízkym výskytom tropických teplôt, expozícia žel. trate vysokými teplotami je minimálna.</b> Aj napriek očakávanému otepleniu a nárastu letných a tropických dní sa ani v budúcnosti v tomto území neočakáva vysoké riziko ohrozenia žel. infraštruktúry alebo prevádzky. <b>Vzhľadom na návrh zariadenia bezstykových koľají s vyššou odolnosťou a podvalov s vyššou stabilitou podľa aktuálnych predpisov a noriem nie je pravdepodobnosť vzniku deformácií koľajníc v dôsledku pôsobenia vysokých teplôt vysoká.</b></p>                                                                             |
|                                                                 | Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                 | Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| <b>Rizikové klimatické javy a expozícia projektu</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Snehové javy</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Základné charakteristiky javu                                   | Za sledované dlhodobé obdobie sa v území počas sezóny vyskytovalo priemerne 36 - 41 dní so snežením a cca 57 - 72 dní so snehovou pokrývkou. Obdobia s výskytom snehovej pokrývky bývajú často prerušované a nesúvislé, najvyšší počet dní so snehovou pokrývkou je viazaných na január ako najchladnejší mesiac. Priemer sezónnych maxim výšky snehovej pokrývky dosahuje cca 22 - 24 cm. Prvé dni so snežením pripadajú na november, posledná snehová pokrývka sa môže vyskytnúť ešte v marci. sa tu vyskytuje priemerne 122 - 140 mrazových dní s denným minimom teploty vzduchu nižším ako 0°C V území sa vyskytuje priemerne 122 - 140 mrazových dní s denným minimom teploty vzduchu nižším ako 0°C a približne 35 - 39 ľadových dní s denným maximom teploty vzduchu 0 °C a menej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | Riešené územie sa nachádza v chladnej oblasti Slovenska, kde je výskyt snehových javov v porovnaní s inými oblasťami vysoký. Záujmové územie kopíruje celoslovenské trendy, v posledných rokoch je pozorovaný nárast priemernej teploty vzduchu v riešenom území, nárast počtu letných a horúcich dní a naopak, pokles počtu mrazových a ľadových dní. Znižuje sa aj počet dní so snehovou pokrývkou, táto je menej stabilná a klesá aj jej priemerná výška. Zároveň však narastá výskyt kalamitných snehových situácií.<br>V území sa za posledné roky bol vydaných viacero výstrah pred hustým snežením, vznik kalamitných situácií v zimnom období nie je ojedinelý (február a marec 2013, január a február 2015, január 2019). V dôsledku nečakaného oteplenia sa vyvolal topiaci sneh tiež povodňové situácie. V dôsledku pôsobenia silného vetra v zimnom období sprevádzaného hustým snežením, vznikajú snehové jazyky a záveje.<br>Podľa evidencie ŽSR boli klimatickými vplyvmi na danom traťovom úseku zaznamenané len poruchy bežného prevádzkového charakteru (list GR ŽSR, Odb. žel. tratí stavieb zo dňa 18.10.2019). Udalosti spojené s výskytom snehových kalamít boli evidované sporadicky a sú primerané príslušnému ročnému obdobiu s minimálnym dopadom na žel. prevádzku (list GR ŽSR Odb. dopravy zo dňa 11.10.2019).                                                                                  |
| Relevantné dopady javu                                          | zasneženie výhybiek, pády stromov a konárov na trakčné vedenie alebo na trať pod váhou snehu, spomalenie jazdných časov znížením dohľadnosti hustým snežením, výpadky el. energie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | V budúcnosti sa na SR očakávajú zmeny v množstvách snehovej pokrývky v dôsledku nadschádzajúceho otepľovania. Očakáva sa nepravidelný výskyt snehovej pokrývky do výšky 900 m n. m., na väčšine územia jej úbytok a skracovanie obdobia s jej výskytom a tiež budú klesať absolútne maximá výšky snehovej pokrývky.<br>Z dôvodu zvýšených úhrnov zrážok sa zároveň predpokladá častejší výskyt epizodických snehových kalamít. Zároveň sa v dôsledku častejších zimných oteplení očakáva častejšie topenie snehu a výskyt zimných povodní.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Stanovenie miery expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky | Klimatický jav pôsobí na dotknutú žel. infraštruktúru vystavenú poveternostným podmienkam na celom území, rovnako tak na prevádzku žel. dopravy.<br><b>Exponovaným je takmer celý úsek hodnotenej trate vedený v blízkosti vzrastlých porastov</b> , kde hrozí riziko zaťaženia stromov ťažkým snehom a ich pády na trať alebo jej súčasti.<br>V budúcnosti sa očakáva nerovnomernejšie rozloženie zrážok, vrátane tých snehových, čím sa v spolupôsobení so silnými vetrami očakáva častejší výskyt snehových kalamít, jazykov a závejov. Tieto môžu ohroziť dopravu na žel. trati, aj keď prípadné obmedzenia sú štandardne zvládnutelné bežnými prevádzkovými úkonmi.<br>Očakávané častejšie topenie snehu v dôsledku náhlych oteplení vyvolá zvýšenie odtoku vody s následným zvýšením hladín vodných tokov. Pri súčasnom pôsobení intenzívnych zrážok sa tak zvyšuje riziko vylitia tokov a vzniku záplav – <b>ohrozené sú najmä úseky trate križujúce otvorené vodné toky resp. úseky vedené na násypoch alebo v zárezoch v blízkosti Hornádu</b> (viac v popise klimatického javu „povodne“).<br>Nakoľko sa očakáva pokles výskytu aj výšky snehovej pokrývky vplyvom nárastu priemerných teplôt vzduchu, avšak nárast zrážkovo výdatnejších krátkych období, je predpoklad zachovania v súčasnosti miernej expozície žel. infraštruktúry pôsobeniu snehových javov resp. nízkej expozície pôsobenia na žel. dopravu. |
|                                                                 | Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                 | Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Námrazové javy</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Základné charakteristiky javu                                   | Ročný priemer teploty vzduchu v záujmovom území dosahuje 16,2 – 17,8 °C. Najchladnejším mesiacom je január, teplota v zimných mesiacoch sa v území pohybuje okolo -3,5 až - 4,6 °C. Za obdobie rokov 1961 – 2010 sa v území vyskytovalo ročne priemerne 122 - 140 mrazových dní (s denným minimom nižším ako 0°C) a 35 - 39 ľadových dní (s denným maximom 0°C a menej).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | Tvorba námrazových javov (námraza, ľadovka, poľadovica) v zimnom období sa viaže prevažne na skoré ranné hodiny. V posledných rokoch bolo v riešenom území vydaných viacero výstrah SHMÚ pred výskytom poľadovice, pričom vznik námrazových javov podmieňuje aj čoraz častejšie krátke otepľovanie počas chladných období. Najsilnejšie mrazy bývajú v zimnom období počas skorých ranných hodín.<br>Podľa evidencie ŽSR boli klimatickými vplyvmi na danom traťovom úseku zaznamenané len poruchy bežného prevádzkového charakteru (list GR ŽSR, Odb. žel. tratí stavieb zo dňa 18.10.2019). Udalosti spojené s výskytom silných dažďov boli evidované sporadicky a sú primerané príslušným ročným obdobiam s minimálnym dopadom na žel. prevádzku (list GR ŽSR Odb. dopravy zo dňa 11.10.2019). Od                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| <b>Rizikové klimatické javy a expozícia projektu</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | r. 2005 bol evidovaný jeden prípad silnej námrazy na trakčnom vedení (list GR ŽSR Odb. oznamovacej a zabezpečovacej techniky a elektrotechniky zo dňa 29.10.2019).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Relevantné dopady javu                                          | mechanické poškodenie žel. infraštruktúry (lomý koľajníc a i.), ťaž vo výhybkách, vznik poľadovice a námrazy na trakčnom vedení, obmedzenia žel. prevádzky v dôsledku kolísania napätia na trakčnom vedení                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | V budúcnosti sa na SR nepredpokladajú výraznejšie zmeny v ročnom chode teploty vzduchu, avšak v jesenných mesiacoch sa očakáva rast teploty menší ako vo zvyšnej časti roka. Očakáva sa postupný rast priemerných ročných teplôt vzduchu (o 2 – 4 °C v porovnaní s priemerom obdobia rokov 1951 – 1980) so zachovaním doterajšej medzisezónnej a medzisezónnej časovej premenlivosti. Zároveň sa očakáva pokles počtu mrazových dní.<br>Pri predpokladanom raste teplôt vzduchu a miernom raste úhrnov zrážok najmä v zimnom období sa predpokladá častejší výskyt oteplenia v zimných mesiacoch spojeného s odmäkom a následne častejší výskyt námrazových javov (ľadovky, poľadovice, námrazy).                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Stanovenie miery expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky | Klimatický jav pôsobí na dotknutú železničnú infraštruktúru vystavenú poveternostným podmienkam na celom hodnotenom území.<br><b>Exponovanými úsekmi žel. trate z pohľadu vzniku námrazových javov sú úseky vedené nad úrovňou terénu na vysokých násypoch, úseky na mostných objektoch a estakádach a úseky vedené ponad otvorené korytá vodných tokov alebo v ich bezprostrednej blízkosti.</b><br>Aj keď modernizácia žel. trate uvažuje s vybudovaním vrstvy proti premrzaniu žel. spodku a inštaláciou el. ohrevu výhybiek, ktoré riziko námrazy znížia, v budúcnosti sa očakáva častejší výskyt námrazových javov v riešenom území, a preto zostáva miera expozície riešeného úseku žel. trate v porovnaní so súčasným stavom na strednej úrovni.<br>Pre prípadné nepriaznivé dôsledky námrazy pre žel. prevádzku sú spracované príslušné predpisy ŽSR na zvládnutie vzniknutých situácií (Op 17 Železničná prevádzka v zimných podmienkach). |
|                                                                 | <b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                 | <b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Búrkové javy</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Základné charakteristiky javu                                   | Búrka je súborom elektrických, optických a akustických javov vznikajúcich medzi oblakmi navzájom alebo medzi oblakmi a zemou. Býva sprevádzaná silnými dažďami a silnými vetrami.<br>Ročný chod zrážok v území je premenlivý, maximum zrážkových úhrnov pripadá na západný okraj dotknutého územia pričom najviac zrážok spadne v letnom období (cca 300 mm). V mesiacoch jún a august bývajú zrážky častým sprievodným prejavom búrkovej činnosti. Priemerný ročný úhrn zrážok v území dosahuje okolo 660 - 720 mm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | V riešenom území sa búrky vyskytujú čoraz častejšie, sprevádzané bývajú silnými dažďami a silným vetrom, sporadicky aj krupobitím. V posledných rokoch boli intenzívne najmä búrky z 08/2010, 07/2016, 06/2018, 05/2019, 06/2019, 07/2019 alebo 08/2019.<br>Podľa evidencie ŽSR boli klimatickými vplyvmi na danom traťovom úseku zaznamenané len poruchy bežného prevádzkového charakteru (list GR ŽSR, Odb. žel. tratí stavieb zo dňa 18.10.2019). Udalosti spojené s výskytom búrok a nim sprievodným javom boli evidované sporadicky a sú primerané príslušným ročným obdobiam s minimálnym dopadom na žel. prevádzku (list GR ŽSR Odb. dopravy zo dňa 11.10.2019). Od r. 2005 bol evidovaný jeden prípad poškodenia zariadení TNS búrkovou činnosťou (list GR ŽSR Odb. oznamovacej a zabezpečovacej techniky a elektrotechniky zo dňa 29.10.2019).                                                                                             |
| Relevantné dopady javu                                          | vysokonapäťové výboje (poškodenia oznamovacej a zabezpečovacej techniky), nárazové pôsobenie silného vetra (vyvracanie stromov a lámanie vetví a ich pády na trať a trakčné vedenie), náhle prívalové dažde (zaťaženie kanalizačných systémov a zaplavenie štrkového lôžka) a výpadky el. energie (obmedzenie funkčnosti technologických zariadení)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | V budúcnosti sa očakáva častejší výskyt a zosilnenie búrok v teplej časti roka spojené s častejším výskytom silného vetra a víchric a nárastov intenzívnych (prívalových) zrážok spojených s bleskami a krupobitím.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Stanovenie miery expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky | Klimatický jav pôsobí na celú dotknutú žel. infraštruktúru vystavenú poveternostným podmienkam, rovnako tak na prevádzku žel. dopravy na daných tratiach.<br>Búrkové javy sú sprevádzané intenzívnymi dažďami, silnými vetrami, elektrickými výbojmi príp. krupobitím. <b>Všetky uvedené javy nepriaznivo vplyvajú na žel. infraštruktúru priamo vystavenú ich pôsobeniu s častými vplyvmi na žel. dopravu.</b><br>Vzhľadom na doterajší vývoj klimatických charakteristík a čoraz častejší výskyt silných búrok v riešenom území sa v nasledujúcich rokoch predpokladá vyššia miera expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky ako v súčasnosti.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                 | <b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                 | <b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Povodne</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Základné charakteristiky javu                                   | Povodne (riečne záplavy) sú spôsobené stúpnutím vodnej hladiny nad úroveň brehov vodného toku, resp. vyliatím vody z brehov. Sú dôsledkom pôsobenia iných klimatických javov – silných dažďov. Mieru nebezpečenstva pre územie charakterizuje stupeň povodňovej aktivity. V dôsledku intenzívnych prívalových dažďov môžu vzniknúť tzv. prívalové povodne, na ne sú náchylné najmä strmé svahy, údolia vodných tokov a výraznejšie konkávne tvary reliéfu.<br>Hodnotený úsek žel. trate prechádza širokou Hornádkou kotlinou, kde najvýznamnejším tokom je rieka Hornád, popretkávaná viacerými prítokmi. Žel. trať križuje tok Hornádu mostnými objektmi v sžkm                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| <b>Rizikové klimatické javy a expozícia projektu</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | <p>117,284; 117,974 a 135,281, Dlhý potok v sžkm 126,506, potok Veščeník v sžkm 131,032, potok Bystrá v sžkm 133,011, Záhorský potok v sžkm 139,254 a viacero ďalších bezmenných a občasných vodných tokov.</p> <p>Na území obcí Malá Lodina, Veľká Lodina a Kysak má Hornád vyhlásené inundačné územie, ktorého vonkajšia hranica sa určuje záplavovou čiarou pre prietok vody <math>Q_{100}</math>.</p> <p>V bezprostrednom okolí rieky Hornád existuje potenciálne povodňové ohrozenie už pri 5-ročných prietokoch (MŽP SR, 2013 a 2015). Rozsiahlejšie vyliate vody z koryta a zaplavenie príľahlých plôch sa predpokladá na severnom okraji obce Kysak, v lokalite Lúky v Kysaku, v údolí rieky východne od Štefanskej Huty, na severozápadnom okraji Štefanskej Huty, na severozápadnom okraji obce Richnava a v priemyselnej oblasti Krompách. Rieka Hornád v týchto oblastiach v rkm 96,0 – 100,0 (Krompachy), rkm 93,2 – 95,2 (Richnava), rkm 89,5 – 93,2 (Kluknava), rkm 64,3 – 65,0 (Malá Lodina), rkm 61,0 – 62,2 (Veľká Lodina), rkm 52,8 – 54,5 (Kysak) patrí k úsekom s existujúcim potenciálne významným povodňovým rizikom. Zaplavenie súčasného telesa žel. trate vedeného v tomto úseku sa však nepredpokladá mimo vlečkových kolají trasovaných smerom na sever zo ŽST Krompachy, kde hrozí riziko zatopenia v niekde už pri výskyte 10-ročnej vody.</p> <p>V dotknutom území sa nachádzajú aj prirodzené záplavové oblasti, v lokalite medzi obcou Kluknava a VN Ružín v rkm Hornádu 91,7 – 89,4 pozdĺž jeho pravého brehu je táto oblasť ohraničená železničným násypom a prírodným terénom a v rkm 89,9 – 88,1 pozdĺž jeho ľavého brehu je ohraničené prírodným terénom.</p> <p>V zmysle aktualizácie zhodnotenia povodňového rizika v čiastkovom povodí Hornádu (MŽP SR, 2018) bolo v riešenom území identifikované existujúce potenciálne významné povodňové riziko na Hornáde v úseku Kysak – M. Lodina, Margecany – Krompachy: v Krompachoch v dĺžke 3,4 km, v Richnave v úseku 3,8 km, v Kluknave v dĺžke 6,2 km, v Malej Lodine v dĺžke 3,0 km, vo Veľkej Lodine v dĺžke 5,1 km a v Kysaku v dĺžke 7,2 km. Potenciálne významne ohrozenými obcami sú obce Kluknava, Krompachy, Richnava, Kysak, Malá Lodina, Veľká Lodina.</p> |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | <p>Povodňové aktivity na toku Hornád boli v minulosti zaznamenané vplyvom mimoriadnej zrážkovej činnosti, topením snehovej pokrývky, vplyvom vytvorenej bariéry zo sústredených ľadových kryh príp. zvýšeným vypúšťaním vody z VN Ružín.</p> <p>V riešenom území boli v posledných rokoch zaznamenané viaceré povodňové udalosti, pričom prietoky na Hornáde v dotknutom území sú ovplyvňované manipuláciou s vodou vo VN Ružín (MŽP SR, 2018). Na Hornáde na meracej stanici v Kysaku sú evidované I. alebo II. stupeň povodňovej takmer každoročne, najmä v letnom období bol na niektorých úsekoch toku evidovaný až III. stupeň povodňovej aktivity. Častou príčinou vzniku povodní sú nadnormálne, bohaté a dlhotrvajúce zrážky až privalové dažde (často ako sprievodný jav búrkovej činnosti), ale aj topenie snehových zásob pri náhlom zvýšení ranných a denných teplôt vzduchu nad bod mrazu. Extrémnym povodňovým rokom bol rok 2010 s mimoriadnymi až extrémnymi úhrnmi zrážok a najmä dlhotrvajúcimi zrážkami, čím sa povodia nasýtili a stratili svoju retenčnú schopnosť – na niektorých úsekoch (Margecany) sa vyskytli prietoky viac ako 10-ročné. Záplavy boli zaznamenané náhlým vzostupom hladín v tokoch po zrážkach a pre nedostatočnú kapacitu ochrany v rekreačnej časti Kysaku (leto 2006 a 2008), v intraviláne v Krompachoch, Richnave a Kluknave (leto 2010) a v Krompachoch, Veľkej Lodine, Malej Lodine a v Kysaku (máj 2014).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Relevantné dopady javu                                          | vybreženie vodných tokov (záplavy), zaplavenie štrkového lôžka a žel. infraštruktúry, podmáčanie podložia a zníženie stability zemného telesa, zanesenie odvodňovacích systémov                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | <p>Z hľadiska zrážkovej činnosti sa predpokladá mierna zmena v ročných úhrnoch zrážok (okolo 10 %) a výraznejšie zmeny v ročnom chode a v časovom režime zrážok (mierny nárast úhrnov zrážok v zimnom období). Predpokladá sa tiež zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok počas roka, najmä v teplej časti roka sa častejšie vyskytnú dlhšie suché obdobia a zrážkovo výdatnejšie krátke daždivé obdobia. Vzhľadom na očakávaný mierny nárast zrážok a častejši výskyt silných dažďov a búrok najmä v letných mesiacoch sa očakáva častejší výskyt povodňových situácií.</p> <p>Vo všeobecnosti sa v oblasti očakáva pokles vodnosti tokov, ale častejší výskyt privalových dažďov, ktoré môžu prispieť ku krátkodobému a nárazovému zvýšeniu vodnosti tokov s následným vznikom povodňových situácií a záplav. K častejšiemu vzniku povodňových situácií v zimnom období prispeje nárast teploty vzduchu, pokles počtu mrazových dní a výskyt tzv. zimného oteplenia s následným topením napadnutého snehu.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Stanovenie miery expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky | <p>Klimatický jav pôsobí na celú dotknutú žel. infraštruktúru vedenú v blízkosti vodných tokov s potenciálnym rizikom vzniku povodní, rovnako tak na prevádzku na žel. tratiach.</p> <p><b>Žel. trať prechádza oblasťami s potenciálnym rizikom vzniku povodní (Krompachy, Richnava, Kluknava, V. Lodina, M. Lodina, Kysak) a tiež kríži viaceré menšie i väčšie vodné toky s otvoreným korytom, t.j. môže byť exponovaná vznikom povodňových situácií.</b></p> <p>K zmierneniu možnej expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky záplavami prispievajú navrhované konštrukcie – mosty dimenzované na dostatočné prevedenie prípadnej záplavovej vody, estakády v oblasti VN a v inundačnom území Hornádu pri Kluknave, vedenie trate na vysokých násypoch a pod. Naopak, jestvujúce mostné objekty na trati väčšinou nevyhovujú požiadavke dostatočnej kapacity mostného otvoru na prevedenie 100-ročného prietoku a preto budú v rámci navrhovanej modernizácie príslušne upravené vrátane úprav koryt dotknutých vodných tokov (spevnenie ich dna a svahov).</p> <p>Vplyvom nárastu zrážkových úhrnov a výskytu intenzívnych až privalových dažďov, častejšieho výskytu búrkovej činnosti a častejšieho topenia snehu v dôsledku náhlých oteplení bude v nasledujúcich rokoch</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| <b>Rizikové klimatické javy a expozícia projektu</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | nebezpečenstvo vzniku povodní narastať. Vzhľadom na smerové a výškové vedenie žel. trate a uvažované technické riešenie mostných objektov sa však predpokladá len stredná expozícia projektu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                 | <b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                 | <b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Zosuvy</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Základné charakteristiky javu                                   | Horninové komplexy dotknutého územia sú intenzívne tektonicky porušené (Geofos, s.r.o., 2006 a 2008). Územie je z hľadiska geologického zloženia variabilné, budované je horninami staršieho paleozoika (kryštalinika), mladopaleozoicko-mezozoickým sedimentárnym obalom a horninami kvartéru (fluviálnymi, proluviálnymi a deluviálnymi sedimentmi a antropogénnymi navážkami). Z geodynamických javov sa tu vyskytujú najmä plošné zvetrávanie, svahové pohyby, akumulácia sedimentov, výmolvá erózia, krasové javy, tektonické pohyby a zemetrasenia, zamokrenie územia, rozvoľňovanie masívu a abrázia (pretváranie brehov vodných nádrží). Vzhľadom na lokálne terénne podmienky sú v dotknutom území evidované viaceré aktívne, potenciálne a stabilizované zosuvy (ŠGÚDŠ, 2019). V blízkosti žel. telesa sa nachádzajú aktívne zosuvy v Malej Lodine (aktivizačným faktorom sú najmä klimatické javy), aktívny avšak sanovaný zosuv v Štefanskej Hute (rizikovými faktormi jeho aktivizácie sú klimatické faktory, hĺbková erózia a abrázia). |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | Priamo v trase žel. trate je známy aktívny, ale sanovaný zosuv v Štefanskej Hute – suchý svah, pričom čelo deformácie zasahuje do vodného toku. Podľa evidencie ŽSR sa v dotknutom úseku vyskytol zosuv v žkm 141,570 – 141,520 a v žkm 125,000 – 125,200 z dôvodu podmáčania trate v júni 2010 následne boli vykonané opravné práce vrátane zriadenia oporného múru v lokalite prvého zosuvu (list GR ŽSR Odb. žel. tratí a stavieb zo dňa 18.10.2019). Udalosti spojené s výskytom búrok a nim sprievodným javom boli evidované sporadicky a sú primerané príslušným ročným obdobiam s minimálnym dopadom na žel. prevádzku (list GR ŽSR Odb. dopravy zo dňa 11.10.2019). Od r. 2005 boli evidované dva prípady zosuvu pôdy s poškodením prvkom žel. infraštruktúry (list GR ŽSR Odb. oznamovacej a zabezpečovacej techniky a elektrotechniky zo dňa 29.10.2019).                                                                                                                                                                                   |
| Relevantné dopady javu                                          | narušenie stability zemného telesa, zavalenie žel. trate a súvisiacich objektov                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | Vzhľadom na očakávaný vývoj klimatických charakteristík na Slovensku, ktorý sleduje nárast intenzívnych dažďov a častejší výskyt neočakávaných hustých snehových zrážok, možno pri nepriaznivom horninovom podloží a svahoch s nestabilným geologickým podložíom alebo s vyššími sklonmi očakávať častejší výskyt zosuvov.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Stanovenie miery expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky | Klimatický jav pôsobí na žel. infraštruktúru predovšetkým v oblastiach, kde sa vyskytujú svahy s vyšším sklonom, v územiach s nestabilnými horninovým zložením resp. v oblastiach, kde sú evidované aktívne zosuvy.<br><b>V riešenom území na základe verejne dostupných údajov boli identifikované dve lokality postihnuté svahovými deformáciami – v Malej Lodine a v Štefanskej Hute.</b><br><b>Vznikom lokálnych zosuvov vyvolaných vodnou alebo veternou eróziou sú exponované predovšetkým úseky s výraznými zárezovými svahmi</b> (úsek od ŽST Malá Lodina, zárez pred ŽST Margecany, zárezy za zast. Klunava). Expozícia žel. trate vznikom lokálnych zosuvov však bude minimalizovaná navrhovanými stabilizačnými opatreniami – opornými a zárubnými múrmi.<br><b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 1</b><br><b>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 1</b>                                                                                                                                               |
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Sucho</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Základné charakteristiky javu                                   | Sucho závisí od spadnutých zrážok, evapotranspirácie, pôdných charakteristík a využiteľnej vodnej kapacity územia. Zrážkové pomery riešeného územia sú ovplyvnené prúdením vzduchových hmôt v Hornádskej kotline s blízkosťou masívov Čiernej Hory. Ročný chod zrážok v území je premenlivý, úhrny zrážok narastajú smerom na západ dotknutého územia. Maximum zrážkových úhrnov pripadá na letné mesiace (cca 300 mm) a naopak, minimum na zimné mesiace (cca 87 mm), len v letnom polroku v území spadne okolo 460 – 490 mm. Priemerný ročný úhrn zrážok v dotknutom území dosahuje okolo 660 - 720 mm. Priemerný ročný úhrn potenciálnej evapotranspirácie za obdobie rokov 1961 – 2010 (Klimatický atlas, 2015) dosahuje 570 – 605 mm. Hodnoty tohto ukazovateľa v ročnom priemere kolíšu, nízke hodnoty bývajú zaznamenané v januári a naopak, najvyššie v letnom období. Priemerná relatívna vlhkosť vzduchu v riešenom území dosahuje 78 %.                                                                                                    |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | V dotknutom úseku žel. trate nebol zaznamenaný žiaden požiar v blízkosti žel. trate ani nebolo evidované žiadne poškodenie žel. infraštruktúry alebo porucha súvisiacich zariadení vyvolaný suchom. Podľa evidencie ŽSR boli klimatickými vplyvmi na danom traťovom úseku zaznamenané len poruchy bežného prevádzkového charakteru (list GR ŽSR, Odb. žel. tratí stavieb zo dňa 18.10.2019).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Relevantné dopady javu                                          | požiare porastov pozdĺž trate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | V budúcnosti sa očakáva postupný rast priemerných ročných teplôt o 2 až 4 °C, pokles úhrnov zrážok v letných mesiacoch a častejší a dlhšie trvajúci výskyt suchších období. Očakáva sa tiež veľká variabilita ročných a sezónnych hodnôt potenciálnej evapotranspirácie a jej celkový rast. Predpokladaný nárast intenzívnych konvektívnych zrážok v teplom polroku neprispieje k zavlhčeniu pôdy, keďže väčšina týchto zrážok odtečie z územia krátko po spadnutí. Uvedené faktory vyvolávajú mierne vyššie riziko vzniku požiarov v dôsledku častejších a dlhšie trvajúcich období sucha.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| Rizikové klimatické javy a expozícia projektu                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stanovenie miery expozície žel. infraštruktúry a žel. prevádzky | <p>Klimatický jav pôsobí na dotknutú žel. infraštruktúru na celom riešenom území vystavenú poveternostným podmienkam.</p> <p><b>Z hľadiska rizika vzniku požiarov sú exponovanými úseky žel. trate pozdĺž ktorých sa nachádzajú súvislé porasty vegetácie.</b></p> <p>Aj napriek očakávanému nárastu období sucha v riešenom území je miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry a žel. prevádzky požiarom minimálna.</p> <p>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 1</p> <p>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 1</p>                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Rizikový klimatický jav</b>                                  | <b>Hmly</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Základné charakteristiky javu                                   | <p>Vznik hmly je podmienený obsahom vodných pár v atmosfére resp. vysokou relatívnou vlhkosťou vzduchu, hmla vzniká pri poklese teploty vzduchu pod rosný bod (ochladzovaním vzduchu od aktívneho povrchu alebo jeho presunom nad chladnejší povrch) a to najmä v jesenných a zimných mesiacoch. Podľa uskutočnených meraní sa priemerný počet jasných dní v území pohybuje na úrovni 43 dní ročne (s oblačnosťou menšou ako 20%) a počet zamračených dní na úrovni 132 - 138 dní ročne (s oblačnosťou vyššou ako 80%). Priemerná ročná oblačnosť v území dosahuje 64 % (Klimatický atlas SR, 2015).</p> <p>Podľa evidencie ŽSR boli klimatickými vplyvmi na danom traťovom úseku zaznamenané len poruchy bežného prevádzkového charakteru (list GR ŽSR, Odb. žel. tratí stavieb zo dňa 18.10.2019).</p> |
| Doterajšie frekvencie a intenzity javu                          | Podľa evidencie ŽSR boli klimatickými vplyvmi na danom traťovom úseku zaznamenané len poruchy bežného prevádzkového charakteru (list GR ŽSR, Odb. žel. tratí stavieb zo dňa 18.10.2019).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Relevantné dopady javu                                          | zníženie dohľadnosti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu                     | V budúcnosti sa na SR nepredpokladajú sa výrazné zmeny v tvorbe a výskyte hmiel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Stanovenie miery expozície tratí a prevádzky                    | <p>Častý výskyt hmly ovplyvňuje predovšetkým prevádzku žel. dopravy v území, vplyv na súvisiacu infraštruktúru nie je identifikovaný.</p> <p>Keďže sa výrazné zmeny tohto klimatického ukazovateľa nepredpokladajú, nízka miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky v súčasnosti sa budúcim vývojom klimatických charakteristík nezmení.</p> <p>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. infraštruktúry: 1</p> <p>Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia žel. prevádzky: 1</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Na základe vykonanej analýzy expozície a vývoja hodnotených rizikových klimatických javov možno konštatovať, že **nebola identifikovaná významná expozícia žel. infraštruktúry resp. žel. prevádzky projektu žiadnym klimatickým faktorom**. Pre klimatické faktory silné dažde, snehové javy, búrkové javy a povodne bola stanovená mierna expozícia žel. infraštruktúry, keďže tieto faktory nie sú ojedinelým úkazom v riešenom území a v budúcnosti sa očakáva nárast ich prejavov. Plynulosť a bezpečnosť žel. prevádzky na trati je exponovaná predovšetkým pôsobením búrkových javov, keďže tieto v spojení so silnými dažďami a silným vetrom uvedené faktory môžu vyvolať poruchy a poškodenia dočasne obmedzujúce prevádzku na trati.

#### 4.3 Posúdenie zraniteľnosti projektu

Zraniteľnosť projektu na dopady zmeny klímy bola vyhodnotená s využitím hodnôt citlivosti projektu na jednotlivé klimatické riziká a hodnôt pravdepodobnosti ovplyvnenia projektu zohľadnenými klimatickými javmi. Vzájomná komparácia získaných hodnôt je vyobrazená v tabuľkách nižšie. Výsledkom tohto porovnania je identifikácia klimatických faktorov, ktoré sú pre hodnotený projekt najrizikovejšie z hľadiska stavebno-technického riešenia a z hľadiska dopravného-prevádzkového riešenia.

Matica zraniteľnosti pre žel. infraštruktúru (stavebno-technické riešenie):

|           |         | Expozícia                                                 |                                         |        |
|-----------|---------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
|           |         | Nízka                                                     | Stredná                                 | Vysoká |
| Citlivosť | Nízka   | Silný vietor, Vysoké teploty, Námrazové javy, Sucho, Hmly | Silné dažde, Snehové javy, Búrkové javy |        |
|           | Stredná | Zosuvy                                                    | Povodne                                 |        |
|           | Vysoká  |                                                           |                                         |        |

Vysvetlivky

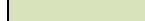
|  |                                                                                             |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | vysoká zraniteľnosť - klimatický jav môže mať významný vplyv na projekt a súvisiace procesy |
|  | stredná zraniteľnosť - klimatický jav môže mať mierny vplyv na projekt a súvisiace procesy  |

 nízka zraniteľnosť - klimatický jav nemá žiadny vplyv na projekt a súvisiace procesy

Matica zraniteľnosti pre žel. prevádzku (dopravno-prevádzkové riešenie):

|           |         | Expozícia                                                              |              |        |
|-----------|---------|------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
|           |         | Nízka                                                                  | Stredná      | Vysoká |
| Citlivosť | Nízka   | Silný vietor, Silné dažde, Vysoké teploty, Námrazové javy, Sucho, Hmla | Búrkové javy |        |
|           | Stredná | Snehové javy, Povodne, Zosuvy                                          |              |        |
|           | Vysoká  |                                                                        |              |        |

Vysvetlivky

 vysoká zraniteľnosť - klimatický jav môže mať významný vplyv na projekt a súvisiace procesy  
 stredná zraniteľnosť - klimatický jav môže mať mierny vplyv na projekt a súvisiace procesy  
 nízka zraniteľnosť - klimatický jav nemá žiadny vplyv na projekt a súvisiace procesy

Najmenšiu odolnosť zo stavebno-konštrukčného hľadiska projekt modernizácie žel. trate v úseku Krompachy (mimo) - Kysak vykazuje pre riziko vzniku povodní v dotknutom území. Prípadné záplavy môžu mať významné negatívne vplyvy na žel. infraštruktúru, pričom vzhľadom na doterajšie stúpajúce frekvencie výskytu nadnormálnych zrážkových rokov a náhlych zimných oteplení s dôsledkom topenia snehu a nasýtenia povodí sa predpokladá aj častejší vznik povodňových situácií v porovnaní so súčasným stavom. Strednú mieru zraniteľnosti vykazuje žel. infraštruktúra pre klimatické javy silné dažde, snehové javy, búrkové javy a zosuvy, ktoré môžu spôsobiť vážnejšie poškodenia prvkov žel. infraštruktúry, ktoré je potrebné odstrániť s využitím doplnkovej energie a dodatkových nákladov v porovnaní so štandardnými prevádzkovými postupmi ŽSR.

Žel. prevádzka na dotknutom úseku trate vykazuje strednú mieru zraniteľnosti pre klimatické faktory snehové javy, búrkové javy, povodne a zosuvy – vyvolané následky pôsobenia týchto faktorov môžu vyvolať obmedzenie až dočasné zastavenie žel. dopravy v zasiahnutom traťovom úseku a pravdepodobne budú vyžadovať dodatočné vstupy na ich odstránenie nad rámec bežných prevádzkových postupov.

#### 4.4 Posúdenie miery rizika a návrh adaptačných opatrení

Pre klimatické javy projektu, u ktorých bola stanovená stredná alebo vysoká zraniteľnosť bola posúdená miera rizika vzniku nepriaznivej situácie a závažnosti jej dopadu na projekt. Miera rizika bola určená na základe pravdepodobnosti, že daná udalosť nastane a veľkosti potenciálneho dopadu. Zároveň boli identifikované úseky príp. objekty rizikové z hľadiska vzniku nepriaznivej situácie.

Pokladom pre vykonanie rizikovej analýzy z hľadiska dopadov zmeny klímy na projekt boli údaje o navrhovanom technickom riešení jednotlivých variantov a údaje zozbierané v predošlých dvoch krokoch posúdenia (predovšetkým informácie o prejavoch zmeny klímy na žel. infraštruktúre a doterajších prejavoch klimatických charakteristík a ich pravdepodobnom vývoji). Identifikácia rizikových úsekov žel. trate resp. stavebných objektov bola riešená v spolupráci s odborníkmi z príslušných technických oblastí.

Pre určené rizikové klimatické javy boli na základe odborných skúseností spracovateľov a konzultantov z radov projektantov navrhnuté opatrenia pre účely prispôsobenia projektu očakávaným prejavom zmeny klímy v dotknutej lokalite a pre zmiernenie prípadných negatívnych následkov ich pôsobenia.

Využitá bola päťstupňová hodnotiaca škála pravdepodobnosti výskytu javu:

| Miera pravdepodobnosti vzniku rizika |                 | Popis                                                                         |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                    | vzácná          | Vysoko nepravdepodobné, že k výskytu javu dôjde (5% pravdepodobnosť výskytu). |
| 2                                    | nepravdepodobná | Nepravdepodobná udalosť (20% pravdepodobnosť výskytu).                        |
| 3                                    | mierna          | K výskytu javu došlo v podobnom území (50% pravdepodobnosť výskytu).          |
| 4                                    | pravdepodobná   | Výskyt javu je pravdepodobný (80% pravdepodobnosť výskytu).                   |
| 5                                    | takmer istá     | Výskyt javu je veľmi pravdepodobný (95% pravdepodobnosť výskytu).             |

Využitá bola päťstupňová hodnotiaca škála závažnosti dôsledkov javu:

| Miera závažnosti dôsledkov rizika |               | Popis                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                 | zanedbateľná  | Žiadny vplyv resp. vplyv je absorbovaný cez normálnu činnosť.                                                                                               |
| 2                                 | malá          | Nežiaduca udalosť sa dá absorbovať cez kontinuitu činnosti resp. štandardné riešenie v rámci technického návrhu alebo žel. prevádzky.                       |
| 3                                 | mierna        | Závažná udalosť, ktorá na nápravu vyžaduje dodatočné opatrenia resp. úpravu technického riešenia alebo krízové riadenie žel. prevádzky.                     |
| 4                                 | závažná       | Kritická udalosť, ktorá na nápravu vyžaduje mimoriadne opatrenia resp. zásadné zmeny technického riešenia alebo mimoriadne krízové riadenie žel. prevádzky. |
| 5                                 | katastrofická | Katastrofa s potenciálom zastavenia činnosti alebo kolapsu systému, ktoré vyvolá zničenie technickej stavby alebo trvalé uzatvorenie prevádzky.             |

Výsledná tabuľka rizík:

| Rizikový klimatický jav | Miera rizika |   | Riziko                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Popis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|--------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | P            | D |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Silné dažde             | 3            | 1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zraniteľnosť projektu je spojená predovšetkým s priamym zaplavením štrkového lôžka v dôsledku silných dažďov a záplav na priľahlých vodných tokoch, vznikom svahových deformácií pôsobením vodnej erózie a podmáčaním žel. trate následkom spomalenia odtoku vody z územia.</li> <li>Očakáva sa vyššia frekvencia a intenzita príválových a intenzívnych, dlhotrvajúcich zrážok.</li> </ul> | <p>Zvýšené riziko poškodenia žel. infraštruktúry alebo obmedzenia žel. prevádzky je najmä</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>na úsekoch vedených v hlbokých zárezoch (v úseku od ŽST M. Lodina, pred ŽST Margecany, v úseku pri zast. Kluknava),</li> <li>na úsekoch vedených na teréne, v zárezoch alebo na nízkych násypoch v oblastiach s potenciálne významným rizikom vzniku povodní (lokalita Krompachy, Richnava, Kluknava, V. Lodina, M. Lodina a Kysak),</li> <li>v prípade objektov pod úrovňou terénu, ktorých funkčnosť závisí na funkčnosti odvodňovacích systémov (Bujanovský tunel a tunel Ružín a podchody pre cestujúcich v zast. Kluknava, ŽST Margecany, zast. Ružín, ŽST M. Lodina, zast. V. Lodina a ŽST Kysak).</li> </ul> <p>Pôsobenie uvedeného rizika a jeho negatívnych vplyvov na projekt bude zmiernené opatreniami zapracovanými v projekte modernizácie žel. trate – zabezpečením odvodnenia žel. násypu, stabilizáciou telesa trate prostredníctvom vybudovania oporných a zárubných múrov, rekonštrukciou žel. mostov pre prevedenie potenciálnej záplavovej vody, dimenzovaním navrhovaných systémov odvodnenia objektov v zmysle príslušných technických noriem s dostatočnou rezervou, vybudovaním prístreškov pre cestujúcich zabezpečujúcich ich ochranu pred nepriaznivými poveternostnými vplyvmi a pod.</p> |
| Snehové javy            | 3            | 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zraniteľnosť projektu je spojená predovšetkým so zaťažením stavebných konštrukcií ťažkým snehom, pádmi konárov a stromov na trať a na súvisiacu žel. infraštruktúru v dôsledku vysokej váhy snehu, usádzaním snehu vo výhybkách, vznikom lokálnych lavín na strmých svahoch a zvýšenými nárokmi na zimnú údržbu.</li> </ul>                                                                 | <p>Riziko pôsobenia tohto klimatického javu je predovšetkým v lokálnom ovplyvnení žel. infraštruktúry, pričom vyvolané následky sú štandardne odstrániteľné bežnými prevádzkovými úkonmi správcu.</p> <p>Zvýšené riziko poškodenia žel. infraštruktúry spojenej s pádmi konárov a stromov na trať, vznikom snehových lavín a možným obmedzením žel. prevádzky je najmä</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| Rizikový klimatický jav | Miera rizika |   | Riziko                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Popis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------|--------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | P            | D |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                         |              |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Očakáva sa pokles množstva snehových zrážok a doby ich trvania a zároveň ich nerovnomerné rozloženie a častejší výskyt snehových kalamít.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>v úsekoch trate s prítomnou vzrastlou drevinovou vegetáciou (takmer celý úsek žel. trate mimo úsekov vedených na mostných objektoch),</li> <li>v úsekoch vedených v blízkosti strmých svahov (odrez pri VN Ružín),</li> <li>v úsekoch citlivých na vznik záplav (viď nižšie jav „povodne“).</li> </ul> <p>Pôsobenie uvedeného rizika a jeho negatívnych vplyvov na projekt bude zmiernené opatreniami zapracovanými v projekte modernizácie žel. trate, najmä dimenzovaním navrhovaných stavebných konštrukcií na dynamické zaťaženie snehom v zmysle platných noriem a vykonaním výrubu nelesnej drevinovej vegetácie pozdĺž žel. trate a zabezpečovaním jej následnej pravidelnej údržby.</p>                                                                                                                                                                                                                                    |
| Búrkové javy            | 3            | 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zraniteľnosť projektu je spojená predovšetkým s poškodením žel. infraštruktúry a obmedzeniami žel. prevádzky v dôsledku pôsobenia elektrických výbojov, nárazového vetra a prudkých privalových dažďov. Rizikom sú výpadky el. energie, poškodenia technologických zariadení, pády konárov a stromov na trať resp. na trakčné vedenie, zníženie stability žel. násypov a príľahlých svahov.</li> <li>Očakáva sa zosilnenie búrok v teplej časti roka s častejším výskytom silného vetra a privalových dažďov.</li> </ul>                                                                                                                                                    | <p>Klimatický jav pôsobí na celý dotknutý úsek žel. trate. Zvýšené riziko pôsobenia negatívnych dopadov týchto javov je najmä</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>v úsekoch s prítomnou vzrastlou vegetáciou popri trati (pôsobenie súvisiacich silných vetrov),</li> <li>na úsekoch vedených v hlbokých zárezoch, popri vodných tokoch, pod úrovňou terénu (v tuneloch, podjazdoch, podchodoch) alebo v blízkosti zosuvných území (zvýšené riziko pôsobenia súvisiacich silných dažďov).</li> </ul> <p>Pôsobenie uvedeného rizika a jeho negatívnych vplyvov na projekt bude zmiernené opatreniami zapracovanými v projekte modernizácie žel. trate (opatreniami uvedenými v prípade silných dažďov a povodní) vrátane zabezpečenia ochrany el. zariadení proti atmosférickým vplyvom inštaláciou bleskozvodov a prepäťových ochrán a zaistenia bezpečnosti žel. prevádzky inštalovaním záložných zdrojov el. energie pre prípad krátkodobých výpadkov a pod.</p> |
| Povodne                 | 2            | 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zraniteľnosť projektu je spojená najmä s prípadným vybrežením vodných tokov, a následným podmáčaním podlažia trate, znížením stability žel. násypu alebo príľahlých svahov a vzniku svahových deformácií, podomletím alebo poškodením opôr mostov ponad vodné toky alebo priamym zaplavením trate.</li> <li>Očakáva sa síce pokles vodnosti tokov, ale častejší výskyt výdatných až privalových dažďov a , ktoré môžu viesť k nárazovému zvýšeniu vodnosti tokov s následným vznikom povodní. Zvýšené riziko vzniku povodní je v nasledujúcich rokoch aj počas zimného obdobia v dôsledku vln oteplenia spojených s topením snehovej pokrývky a nárastom odtoku.</li> </ul> | <p>Zvýšené riziko pôsobenia negatívnych vplyvov povodní na projekt je</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>v úsekoch križujúcich otvorené korytá vodných tokov,</li> <li>v úsekoch vedených v blízkosti vodného toku Hornád a v jeho inundačnom území,</li> <li>v úsekoch v oblastiach s potenciálne významným rizikom vzniku povodní (Krompachy, Richnava, Kluknava, V. Lodina, M. Lodina, Kysak).</li> </ul> <p>Pôsobenie uvedeného rizika a jeho negatívnych vplyvov na projekt bude zmiernené dimenzovaním mostov na dostatočné prevedenie prípadnej záplavovej vody <math>Q_{100}</math>, vedením trate na estakáde v oblasti VN Ružín a v inundačnom území Hornádu pri Kluknave v žkm 139,620, spevnením brehu Hornádu v úseku priblíženia žel. trate v žkm 139,6, vedením trate na vysokých násypoch, zabezpečením drenážneho systému pre odvodnenie zemnej pláne žel. spodku, a pod.</p>                                                                    |
| Zosuvy                  | 2            | 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Zraniteľnosť projektu je spojená s prípadnými zosuvmi svahov a následnou zmenou geometrickej polohy koľaje, zrútením žel. násypu alebo zavalením žel. trate.</li> <li>Očakáva sa častejší výskyt privalových dažďov, čo môže mať pri nepriaznivom podlaží za následok častejší výskyt zosuvov.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Riziko vzniku zosuvov spočíva aj v ich vyvolaní veternou alebo vodnou eróziou na príľahlých svahoch blízky k žel. trati príp. na strmých zárezových alebo násypových svahoch. Zvýšené riziko pôsobenia negatívnych vplyvov povodní na projekt je</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>v úsekoch s aktívnymi zosuvmi (M. Lodina, Štefanská Huta),</li> <li>v úsekoch so strmými zárezmi a násypmi.</li> </ul> <p>Pôsobenie uvedeného rizika a jeho negatívnych vplyvov na projekt bude zmiernené prijatými opatreniami ako najmä voľbou vhodného spôsobu zakladania mostných</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| Rizikový klimatický jav | Miera rizika |   | Riziko | Popis                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------|--------------|---|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | P            | D |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                         |              |   |        | objektov z hľadiska lokálnych geologických podmienok (hlbinné zakladanie mostného objektu v inundačnom území Hornádu), stabilizáciou telesa trate vybudovaním zárubných a oporných múrov, spevnením svahov stabilizačnými opatreniami (vegetačné alebo protierózne opatrenia) a i. |

Matica rizík projektu:

|                 |                 | Závažnosť dôsledku klimatického javu |                              |                   |         |               |
|-----------------|-----------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------|---------------|
|                 |                 | zanedbateľný                         | malý                         | mierny            | závažný | katastrofický |
| Pravdepodobnosť | vzácná          |                                      |                              |                   |         |               |
|                 | nepravdepodobná |                                      |                              | Povodne<br>Zosuvy |         |               |
|                 | mierna          | Silné dažde                          | Snehové javy<br>Búrkové javy |                   |         |               |
|                 | pravdepodobná   |                                      |                              |                   |         |               |
|                 | takmer istá     |                                      |                              |                   |         |               |

Vysvetlivky

|  |                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | nízke riziko – prijateľné (nevýznamné) riziko, kde nie je nevyhnutné realizovať dodatočné opatrenia       |
|  | stredné riziko – mierne riziko, ktoré je možné eliminovať realizáciou vhodných opatrení                   |
|  | veľké riziko – závažné riziko, ktoré je možné prijatými opatreniami zmierniť na prijateľnú úroveň         |
|  | extrémne riziko – kritické riziko, ktoré môže spôsobiť významné poškodenie projektu a vyžaduje jeho zmenu |

Vykonaná analýza identifikovala riziká plynúce z pôsobenia vybraných klimatických javov a stanovila viaceré úsek/objekty žel. trate, ktoré boli v súčasnom štádiu poznania označené ako rizikové z pohľadu negatívneho pôsobenia niektorých klimatických javov. **Na základe výsledkov analýzy bolo stanovené stredné riziko pôsobenia pre faktory snehové javy, búrkové javy, povodne a zosuvy. Pre tieto riziká bude preto nevyhnutné zvážiť konkrétne opatrenia na ich zmiernenie a tieto dôsledne zapracovať do návrhov technického riešenia projektu.** Pre ostatné zvažované klimatické javy bolo identifikované len nízke riziko pôsobenia na projekt, ktoré je však uplatnením vhodných opatrení možné ešte zmierniť.

**Z hľadiska možného ovplyvnenia projektu rizikovými klimatickými javmi principiálne nevykazujú jednotlivé hodnotené varianty riešenia vedenia trate v úseku Bujanovského a Ružínskeho tunela rozdiely.** Súčasťou fialového variantu bude posun existujúcej cestnej komunikácie za východným portálom Bujanovského tunela bližšie smerom k VN Ružín, pričom budú vyvolané nevyhnutné zásahy do brehov nádrže. Vzhľadom na možnosť regulácie vody vo VN nie je predpoklad vzniku záplav v tejto oblasti, a preto ani priblíženie cestného telesa k brehom VN nevyvolá zvýšené riziko zaplavenie danej cestnej komunikácie. Keďže cestné teleso bude umiestnené na opornom múre, ktorý bude dimenzovaný v zmysle príslušných statických noriem a opatrení potrebnými protieróznymi úpravami, nie je predpoklad vyššej náchylnosti cestnej komunikácie na vznik zosuvov. Ostatné klimatické faktory nie sú pre rozdielnosť variantov relevantné.

**Samotná navrhovaná činnosť prispeje z hľadiska mikroklimatických podmienok k zmenšeniu výparu a infiltračnej schopnosti dotknutého územia** v dôsledku vybudovania odvodňovacích systémov, odstránenia vegetácie v miestach preložky trate a nových stavebných objektov (zníženie podielu zelene) a súvisiaceho zvýšenia podielu spevnených (nepriepustných) povrchov. **Navrhované stavebné aktivity zároveň podporia šírenie tepla a sucha.** Hlbinné

zakladanie navrhovaného mosta v inundačnom území Hornádu príp. zakladanie iných stavebných objektov môže v prostredí vysokej hladiny podzemnej vody vyvolať zmeny hydrologického režimu podzemných vôd.

## 5. Navrhované adaptačné opatrenia pre zmiernenie rizík vyplývajúcich z klimatickej zmeny

V tabuľke nižšie sú sumarizované vhodné adaptačné opatrenia pre zmiernenie negatívneho pôsobenia klimatických javov identifikovaných ako rizikových v zmysle vykonanej rizikovej analýzy v predchádzajúcich kapitolách.

| Rizikový klimatický jav | Opatrenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Snehové javy            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Navrhované stavebné konštrukcie je potrebné dimenzovať na dynamické zaťaženie snehom v zmysle platných noriem.</li> <li>Pre prechádzanie dopravných obmedzení inštalovať na vybraných úsekoch elektrický ohrev výhybiek.</li> <li>Rešpektovať počas prevádzky trate predpis ŽSR Op 17 Železničná prevádzka v zimných podmienkach.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Búrkové javy            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Keďže búrkové javy sprevádzajú silné dažde, odporúčame zvážiť všetky opatrenia navrhované pre klimatický jav silné dažde.</li> <li>Počas prevádzky zabezpečiť pravidelnú údržbu vzrastlých stromov nachádzajúcich sa v blízkosti žel. trate v zmysle predpisu Op18 Kontrola vegetácie v obvode dráhy ŽSR.</li> <li>Zvýšiť odolnosť technologických zariadení voči prepätiam rôznych druhov použitím prepäťových ochrán v zmysle odporúčaní, predpisov a nariadení výrobcu.</li> <li>Zabezpečiť ochranu elektrických zariadení proti atmosférickým vplyvom inštaláciou bleskozvodov a prepäťových ochrán v zmysle STN EN 62 305, časť 1÷4.</li> <li>Zaistiť bezpečnosť žel. prevádzky záložnými zdrojmi el. energie pre prípad krátkodobých výpadkov el. energie.</li> <li>Zabezpečiť dodávku el. energie pre zabezpečovacie zariadenia ako pre žel. zariadenia 1. kategórie dôležitosti v zmysle STN 37 6605.</li> <li>Návrhy mostných objektov podložiť statickým prepočtom podľa aktuálnych technických noriem.</li> <li>Mostné objekty dimenzovať na zaťaženie vetrom podľa príslušných noriem.</li> </ul> |
| Povodne                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pri budovaní nového žel. spodku alebo v prípade budovania jeho nových konštrukčných vrstiev zabezpečiť drenážny systém pre odvodnenie zemnej pláne.</li> <li>Pri rekonštrukcii/stavbe mostných objektov ponad vodné toky preveriť dostatočnosť nivelety koľaje pre prípadnú kolíziu s rizikovými prietokmi a mosty dimenzovať s dostatočnou kapacitou na prevedenie záplavovej vody <math>Q_{100}</math>.</li> <li>Zabezpečiť spevnenie korýt vodných tokov v úseku križovania koryta mostnými objektmi a v úsekoch priblíženia žel. trate k toku Hornádu (žkm 139,6).</li> <li>Počas prevádzky svahové kužele a riečiská preklenutých vodných tokov pravidelne čistiť od nánosov štrku a náletovej vegetácie pre umožnenie plnohodnotnej funkčnosti objektov v prípade potreby prevádzať vodu.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Zosuvy                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pri budovaní nového žel. spodku alebo v prípade budovania jeho nových konštrukčných vrstiev zabezpečiť drenážny systém pre odvodnenie zemnej pláne.</li> <li>Prípadné riziko zosuvov je potrebné v rámci technických návrhov zohľadniť, rizikové svahy resp. násypy stabilizovať vegetačnými alebo protieróznymi úpravami príp. geotechnickými konštrukciami (opornými a zárubnými múrmi).</li> <li>Na základe výsledkov podrobného inžinierskogeologického prieskumu preveriť stabilitu podložia a v prípade nepriaznivej inžinierskogeologickej a hydrogeologickej stavby zabezpečiť vhodné zakladanie mostných objektov.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Nasledujúca tabuľka uvádza vhodné adaptačné opatrenia pre zmiernenie nepriaznivého pôsobenia ostatných relevantných klimatických javov.

| Rizikový klimatický jav | Opatrenia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Silné dažde             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pri budovaní nového žel. spodku alebo v prípade budovania jeho nových konštrukčných vrstiev zabezpečiť drenážny systém pre odvodnenie zemnej pláne.</li> <li>V úsekoch vedených pri aktívnych resp. potenciálnych zosuvoch vykonať ich sanáciu a preveriť vhodnosť navrhovaného technického riešenia z hľadiska možnej aktivizácie svahových pohybov. V prípade potreby navrhnúť vhodné opatrenia.</li> <li>Počas prevádzky svahové kužele a riečiská preklenutých vodných tokov pravidelne čistiť od nánosov štrku a náletovej vegetácie pre umožnenie plnohodnotnej funkčnosti objektov v prípade potreby prevádzať vodu.</li> <li>Dbáť na dostatočnosť prietokových kapacít navrhovaných systémov odvádzania vôd z povrchového odtoku podchodov v staniách a na zastávkach.</li> <li>V prípade potreby na vybraných úsekoch zabezpečiť umiestnenie ochranných prvkov na kanalizačné vpuste pre zníženie rizika ich upchatia.</li> </ul> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Počas prevádzky žel. trate zabezpečiť pravidelnú údržbu kanalizačných systémov.</li><li>• Na nástupištia zastávok a staníc inštalovať prístrešky pre cestujúcich zabezpečujúce ochranu pred nepriaznivými poveternostnými vplyvmi.</li></ul> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 6. Neurčitosti a nedostatky hodnotenia

Vykonané generalizované hodnotenie sa opieralo predovšetkým o verejne dostupné dáta a podklady, ktoré sú uvedené pri jednotlivých krokoch hodnotenia, spracovanie sa opieralo o odborné názory projektantov z príslušných technických oblastí.

Pri hodnotení neboli dostupné špecifické údaje a dátové vrstvy od MŽP SR a jeho odborných organizácií, ktoré by poskytli dáta vo vyššej podrobnosti, rovnako tak neboli k dispozícii scenáre vývoja klímy spracované priamo pre riešené územie. Pri spracovaní klimatického posúdenia pre projekt v rámci nasledujúcich investičných fáz odporúčame v analýze expozície projektu zohľadniť aj údaje od príslušných zložiek ŽSR (GR ŽSR, Odbor dopravy) o výskyte mimoriadnych udalostí na dotknutom úseku žel. trate vplyvom počasia.

Napriek uvedenému je možné vykonané hodnotenie považovať za dostatočné a výpovedné pre daný stupeň prípravy projektu. Identifikované konštrukčné a prevádzkové riziká projektu vrátane návrhu opatrení na ich vylúčenie a zmiernenie je možné využiť ako východisko pre detailný návrh technického riešenia vybraného variantu v ďalšom stupni vývoja projektu.

## 7. Spracovatelia posúdenia

REMING CONSULT a.s.  
Trnavská cesta 27  
831 04 Bratislava

Manažér projektu:

Mgr. Michaela Seifertová (seifertova@reming.sk, 02/50 20 18 22)

Spracovateľ posúdenia odolnosti projektu voči dôsledkom zmeny klímy:

RNDr. Monika Vyskupová, PhD. (vyskupova@reming.sk, 02/50 20 18 76)

## 8. Využitie zdroje

- Kolektív, 2002: Atlas krajiny SR.
- EC DG Climate Action, 2009: Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient
- EC DG Climate Action, 2016: Climate Change and Major Projects
- EC JRC, 2012: Impacts of Climate Change on Transport: A focus on road and rail transport infrastructures
- EEA, 2014: Adaption of transport to climate change in Europe. Challenges and options across transport modes and stakeholders, 64s.
- EEA Report, 2017: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016
- Geofos s.r.o., 2006. Geologická štúdia, modernizácia železničnej trate Žilina – Košice, úsek trate Krompachy (mimo) - Kysak, I. etapa sžkm 113,400 – 133,100.

- Geofos s.r.o., 2006. Geologická štúdia, modernizácia železničnej trate Žilina – Košice, úsek trate Krompachy (mimo) - Kysak, II. etapa sžkm 133,100 – 143,092.
- Geofos, s.r.o., 2008. Orientačný inžinierskogeologický prieskum. ŽSR - Modernizácia železničnej trate Krompachy (mimo) – Margecany pre rýchlosť do 160 km/h, mostné objekty a trasa.
- JASPERS Guidance Note, 2017: The Basics of Climate Change Adaptation Vulnerability and Risk Assessment
- Kamburow, 2011: Climate Change Adaptation at European Railway Infrastructure Companies.
- Lapin, M., Melo, M., 2004. Methods of climate change scenarios projection in Slovakia and selected results. J. of Hydrol. and Hydromech. 52:4, p.224-238.
- listy GR ŽSR Odb. oznamovacej a zabezpečovacej techniky a lektrotechniky č. 29775/2019/O460-2 zo dňa 29.10.2018
- list GR ŽSR Odb. dopravy č. 129416/2019/O410-1 zo dňa 11.10.2019
- list GR ŽSR Odb. železničných tratí a stavieb zo dňa 18.10.2019
- Miňdaš a kol., 2011: Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch
- MŽP SR, 2014: Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy,
- MŽP SR, 2018: Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy – aktualizácia
- MŽP SR, 2018. Predbežné hodnotenie povodňového rizika v čiastkovom povodí Hornádu – aktualizácia 2018.
- REMING CONSULT a.s., 2019: Modernizácia železničnej trate Žilina – Košice, úsek trate Krompachy (mimo) - Kysak – Zámer pre posúdenie vplyvov na životné prostredie.
- SAŽP, 2018. Katalóg vybraných adaptačných opatrení na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy vo vzťahu k využitiu krajiny, 110s.
- VÚD, 2018: Metodická príručka posudzovania dopadov zmeny klímy na veľké projekty v sektore doprava
- Vyskupová, 2014. Prečo je pri príprave stavieb dôležité zohľadňovať zmenu klímy (In: Inžinierske stavby).
- Vyskupová, 2019. Posudzovanie projektov z hľadiska dopadov zmeny klímy. Fórum koľajovej dopravy 2019.
- [www.geology.sk](http://www.geology.sk), [www.klimat.shmu.sk](http://www.klimat.shmu.sk), [www.minzp.sk](http://www.minzp.sk), [www.shmu.sk](http://www.shmu.sk), [www.sazp.sk](http://www.sazp.sk), [www.vuvh.sk](http://www.vuvh.sk)