



Projekt

„Zdvojkolaženie trate Devínska Nová Ves – štátna hranica SK/AT (Marchegg)“

Príloha 5

POSÚDENIE ODOLNOSTI PROJEKTU VOČI DÔSLEDKOM ZMENY KLÍMY

Materiál spracoval:

O 210 GR ŽSR na základe podkladov spoločnosti
REMING CONSULT, a. s.

Materiál obsahuje:

- Posúdenie odolnosti projektu voči dôsledkom zmeny klímy

ZOZNAM TABULIEK A OBRÁZKOV

Tabuľka 1: Vyhodnotenie citlivosti projektu na zmeny klímy	4
Tabuľka 2: Hodnotenie vývoja klimatických javov – silný vietor	7
Tabuľka 3: Hodnotenie vývoja klimatických javov – silné dažde	8
Tabuľka 4: Hodnotenie vývoja klimatických javov – vysoké teploty	9
Tabuľka 5: Hodnotenie vývoja klimatických javov – snehové javy	11
Tabuľka 6: Hodnotenie vývoja klimatických javov – námrazové javy	12
Tabuľka 7: Hodnotenie vývoja klimatických javov – búrkové javy	13
Tabuľka 8: Hodnotenie vývoja klimatických javov – povodne	15
Tabuľka 9: Hodnotenie vývoja klimatických javov – zosuvy	16
Tabuľka 10: Hodnotenie vývoja klimatických javov - sucho	17
Tabuľka 11: Hodnotenie vývoja klimatických javov – hmly	18
Tabuľka 12: Popis a hodnotenie rizík súvisiacich so zmenou klímy	21
Tabuľka 13: Navrhované adaptačné opatrenia	24

Obrázok 1: Hodnotiaci škála citlivosti projektu	4
Obrázok 2: Hodnotiaci škála pravdepodobnosti ovplyvnenia	7
Obrázok 3: Matica zraniteľnosti pre stavebno-technické riešenie	19
Obrázok 4: Matica zraniteľnosti pre dopravno-prevádzkové riešenie	19
Obrázok 5: Využitá bola päťstupňová hodnotiaci škála pravdepodobnosti výskytu javu	20
Obrázok 6: Škála pre hodnotenie závažnosti dôsledkov klimatických javov	20
Obrázok 7: Výsledná matica rizík	23

Posúdenie odolnosti projektu voči dôsledkom zmeny klímy

Klimatická zmena predstavuje v dnešnej dobe naliehavý globálny problém, ktorý okrem iných sektorov zasahuje významne aj železničnú dopravu. Najväčším problémom je stále výraznejšia premenlivosť klímy v krátkom časovom horizonte. Štatistické spracovania za posledných 15 rokov poukazujú na výrazný nárast extrémov ako je počet tropických dní a zmeny v rozložení atmosférických zrážok. Predpoklad vývoja klímy na Slovensku naznačuje postupné zvyšovanie priemerných teplôt vzduchu, väčšie zmeny by mali nastať v ročnom chode a časovom režime zrážok. V teplej časti roka sa očakáva zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok, zrejme sa predĺžia a častejšie vyskytnú suché obdobia, no tie vystriedajú výdatné až extrémne daždivé obdobia. Očakávané je aj zosilnenie búrok s častejším výskytom silného vetra, víchric a tornád. Vysoké a nízke teploty, intenzívne búrky a snehové kalamity, ktorých frekvencia a intenzita sa v dôsledku zmeny zvyšuje, spôsobujú vážne komplikácie.

Posúdenie odolnosti projektu voči dôsledkom zmeny klímy bolo spracované podľa odporúčaní Metodickéj príručky posudzovania dopadov zmeny klímy na veľké projekty v sektore doprava (VÚD, 2018). Rovnako bol využitý dokument Climate Change and Major (EC DG Climate Action 2016) a Projects Non-paper Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient (EC DG Climate Action 2009).

Posúdenie odolnosti projektu sa vyhodnotilo na základe týchto krokov:

- analýza citlivosti projektu na klimatické rizikové javy
- analýza expozície a vývoja rizikových klimatických javov
- analýza zraniteľnosti projektu
- posúdenie miery rizika
- návrh adaptačných opatrení

Hodnotené alternatívy ŠU

Variant pre scenár „bez projektu“: údržba a nevyhnutná rekonštrukcia ($V=80$ km/h)

Variant pre scenár 1:

- ponechanie jednokoľajnej trate, jej elektrifikácia, rekonštrukcia železničného mosta cez rieku Morava, úprava ostatných 4 železničných mostov, komplexná rekonštrukcia železničného zvršku s úpravou geometrickej polohy koľaje na rýchlosť 120 km/h,

Variant pre scenár 2:

- reprezentuje zdvojkoleňovanie trate na rýchlosť 120 km/h s realizáciou konštrukčných vrstiev železničného spodku a rozšírením existujúceho telesa trate o cca 8 m pre 2. traťovú koľaj, elektrifikáciu 2. koľajnej trate a nevyhnutné úpravy TV v stanici, stavbu nového železničného mosta cez rieku Moravu, stavbu 4 nových železničných mostov a, nevyhnutnú úpravu kútskeho zhlavia stanice, nové staničné i traťové zabezpečovacie zariadenie 3. kategórie, odstránenie starých nevyužitých pilierov a nové oznamovacie zariadenia,

Variety pre scenár 3:

- buď modernizáciu existujúcej (1 variant) alebo dostavbu (3 varianty) stavbu druhej traťovej koľaje na rýchlosť 120 km/h, s realizáciou železničného zvršku a konštrukčných vrstiev železničného spodku a rozšírením existujúceho telesa trate o cca 8 m pre 2. traťovú koľaj medzi Marcheggom a Devínskou Novou Vsou, veľké úpravy koľajiska stanice v celej párnej skupine a v časti nepárnej skupiny koľají, s realizáciou konštrukčných vrstiev železničného spodku a odvodnenia, elektrifikáciu jednokoľajnej (1 variant) trate alebo dvojkolejnej (3 varianty) trate a rekonštrukciu trakčného vedenia v stanici, rekonštrukciu existujúceho (1 variant) alebo stavbu nového železničného mosta (3 varianty) cez rieku Morava, stavbu 4 nových, krátkych železničných mostov (3 varianty) a úpravu 5 existujúcich železničných mostov (1 variant), nové

staničné i traťové zabezpečovacie zariadenie 3. kategórie, nové oznamovacie zariadenie a novú BUS zastávku vedľa staničnej budovy aj s obrátkom pre autobusy.

Vzhľadom na to, že jednotlivé hodnotené varianty vykazujú len malé rozdiely s ohľadom na klimatické javy a vzhľadom na úroveň poznania technického riešenia bolo vykonané **generalizované posúdenie odolnosti projektu voči dôsledkom zmeny klímy**. Posúdenie bolo spracované pre 10 najrizikovejších klimatických javov (silný vietor, silné dažde, vysoké teploty, snehové javy, námrazové javy, búrkové javy, povodne, zosuvy, sucha a požiare, hmly) na základe dostupných údajov o vývoji zmeny klímy a jej vplyvov na sektor dopravy.

Analýza citlivosti projektu na klimatické rizikové javy

Na vyhodnotenie miery citlivosti bola použitá trojstupňová škála citlivosti projektu (viď tabuľka nižšie), ktorá stanovila mieru citlivosti projektu na pôsobenie relevantných klimatických rizík z hľadiska stavebno-technického (konštrukčná integrita stavby) a prevádzkového (spôsobilosť dopravnej stavby a bezpečnosť dopravy).

Podkladom pre tento krok sú informácie o technickom riešení a zosumarizované informácie o vplyvoch zmeny klímy na sektor dopravy. Pri vyhodnotení analýzy bol dôraz kladený na všeobecné konštrukčné a stavebné prvky stavby – železničný zvršok a spodok, mostné objekty a technologické zariadenia.

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 <u>disturbancie</u> 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.

Obrázok 1: Hodnotiacia škála citlivosti projektu

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Výsledky hodnotenia sumarizuje tabuľka uvedená nižšie, ktorá uvádza ako javy, tak aj ich potenciálne riziká s následnou identifikáciou stupňa citlivosti projektu.

Tabuľka 1: Vyhodnotenie citlivosti projektu na zmeny klímy

Rizikový klimatický jav	Hlavné prejavy	Citlivosť infraštruktúry		Citlivosť prevádzky	
Silný vietor	<ul style="list-style-type: none"> lámanie vetiev a vyvracanie stromov unášanie materiálu veterná erózia dynamický tlak vetra na pohybujúce sa vozidlá 	<ul style="list-style-type: none"> mechanické poškodenia železničnej infraštruktúry škody na majetku výpadky el. energie a obmedzenie funkčnosti el. zariadení 	2	<ul style="list-style-type: none"> škody na vozovom parku zníženie rýchlosti prejazdov koľajových vozidiel obmedzenie dopravy až neprejazdnosť železničnej trate 	2
Silné dažde	<ul style="list-style-type: none"> narušenie stability svahov erózia pôdy a zosuvy stúpanie hladiny podzemnej vody spomalenie odtoku 	<ul style="list-style-type: none"> podmytie železničnej trate zníženie stability železničného násypu a svahov 	1	<ul style="list-style-type: none"> zníženie rýchlosti prejazdov obmedzenie až úplné znemožnenie dopravy zvýšenie nákladov na údržbu 	1

	<ul style="list-style-type: none"> záplavy 	<ul style="list-style-type: none"> korózia kovových častí železničnej infraštruktúry zvýšenie nákladov na údržbu 			
Vysoké teploty	<ul style="list-style-type: none"> únava materiálov zmeny kvalitatívnych vlastností niektorých materiálov 	<ul style="list-style-type: none"> deformácie a vybočenia koľají zvýšené nároky na údržbu problémy signalizácie problémy technologických zariadení 	1	<ul style="list-style-type: none"> zvýšené nároky na údržbu obmedzenie až úplné znemožnenie dopravy 	1
Snehové javy	<ul style="list-style-type: none"> zníženie dohľadnosti hustým snežením zasypanie snehom snehové jazyky a záveje lámanie vetiev v dôsledku usádzania snehu vyvracanie stromov počas snehových búrok výpadky el. energie 	<ul style="list-style-type: none"> zaťaženie stavebných konštrukcií usádzanie snehu vo výhybkách pády stromov a konárov na trať zvýšené náklady na zimnú údržbu obmedzenie funkčnosti el. zariadení 	1	<ul style="list-style-type: none"> obmedzenie prejazdnosti železničnej trate zasypaním snehom, pádmi stromov a konárov zníženie plynulosti dopravy spomalenie jazdných časov znížením dohľadnosti vyššie riziko vzniku dopravných nehôd zvýšené náklady na zimnú údržbu 	1
Námrazové javy	<ul style="list-style-type: none"> vznik ľadovky, poľadovice a námrazy tvorba ľadu zmeny pružnosti a kvality niektorých materiálov lámanie vetiev stromov výpadky el. energie 	<ul style="list-style-type: none"> praskanie a lomy koľajníc možný zdvih nivelety koľaje a pokles deformačnej odolnosti zemnej pláne v dobe jarného odmäku zamŕzanie výhybiek prítomnosť ľadu na železničnej trati strata napájania a obmedzenie funkčnosti el. zariadení mech. poškodenie infraštruktúry zvýšenie nákladov na zimnú údržbu 	1	<ul style="list-style-type: none"> obmedzenie dopravy zníženie rýchlosti prejazdov vyššie riziko vzniku dopravných nehôd zvýšenie nákladov na zimnú údržbu 	1
Búrkové javy	<ul style="list-style-type: none"> vysokonapätové výboje náhle privalové dažde a prudké, krátkodobé rozvodnenie vodných tokov, záplavy nárazové pôsobenie silného vetra, vyvracanie stromov, lámanie vetví, unášanie materiálu krupobitie narušenie stability svahov 	<ul style="list-style-type: none"> zaplavenie alebo podmytie trate zaplavenie koľajiska zníženie stability železničných násypov a svahov poškodenie zariadení oznamovacej a zabezpečovacej techniky strata možnosti diaľkového ovládania prerušenie prenosu údajov pády stromov a konárov na trať 	2	<ul style="list-style-type: none"> bezpečnostné riziká obmedzenie železničnej prevádzky zníženie rýchlosti prejazdov vyššie riziko vzniku dopravných nehôd 	2

Povodne	<ul style="list-style-type: none"> • unášanie materiálu • rozvodnenie vodných tokov, príp. ich vyliatie • narušenie stability svahov • erózia pôdy a zosuvy • podmáčané podložia 	<ul style="list-style-type: none"> • poškodenie železničnej infraštruktúry podmytím trate alebo unášaným materiálom • podmáčanie podložia a zníženie stability zemného telesa • narušenie stability svahov • podomletie pilierov mostov kinetickou silou vody alebo unášaným materiálom • zvýšené náklady na údržbu 	1	<ul style="list-style-type: none"> • obmedzenie až úplné prerušenie železničnej prevádzky • zníženie prietokov odvodňovacích systémov • zvýšenie nákladov na údržbu 	1
Zosuvy	<ul style="list-style-type: none"> • narušenie stability svahov • vznik zosuvov • zrútenie, resp. zavalenie dopravnej cesty 	<ul style="list-style-type: none"> • zosuv časti železničnej trate • mechanické poškodzovanie časti železničnej infraštruktúry • zmena geometrickej polohy koľaje vplyvom gravitačných pohybov 	1	<ul style="list-style-type: none"> • zníženie bezpečnosti dopravy • obmedzenie rýchlosti prejazdov, resp. úplné prerušenie železničnej prevádzky 	1
Sucho a požiare	<ul style="list-style-type: none"> • pokles hladiny podzemnej vody • vznik požiarov 	<ul style="list-style-type: none"> • deformácie a poškodenia niektorých častí železničnej infraštruktúry a niektorých materiálov • zníženie stability železničného násypu 	1	<ul style="list-style-type: none"> • ovplyvnenie bezpečnosti železničnej dopravy • ovplyvnenie plynulosti železničnej dopravy 	1
Hmly	<ul style="list-style-type: none"> • zníženie dohľadnosti • tvorba poľadovice v zimných mesiacoch • tvorba smogu 	<ul style="list-style-type: none"> • bez ovplyvnenia 	1	<ul style="list-style-type: none"> • ovplyvnenie bezpečnosti a plynulosti dopravy • vyššie riziko vzniku dopravných nehôd 	1

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Na základe vykonanej analýzy citlivosti projektu na pôsobenie hodnotených rizikových klimatických javov možno konštatovať, že **nebola identifikovaná vysoká miera citlivosti** železničnej infraštruktúry na žiaden z uvedených klimatických javov. Identifikovaná bola **stredná miera citlivosti** pre klimatické javy „silný vietor“ a „búrkové javy“. Pre ostatné hodnotené klimatické javy (viď tab. vyššie) bola citlivosť projektu vyhodnotená ako nízka až žiadna.

Analýza expozície a vývoja rizikových klimatických javov

Pre rizikové klimatické javy bola následne spracovaná podrobná analýza ich stavu a trendov vývoja a na základe nej boli identifikované hlavné riziká relevantné pre dotknuté územie. Na hodnotenie sa použila trojstupňová hodnotiaca škála pravdepodobnosti ovplyvnenia (viď tabuľka nižšie). Podkladom hodnotenia boli použité údaje z informačných systémov ako je MŽP SR, SHMÚ, ŠGÚDŠ a i. Dostupnosť jednotlivých dát bola obmedzená a ich mierka a parametre sú častokrát rozdielne, výsledkom je prevažne kvantitatívne vyhodnotenie expozície a vývoja rizikových klimatických javov.

Pre opis budúceho vývoja klimatických charakteristík boli rámcovo využité prognózy vývoja základných klimatických ukazovateľov do roku 2100 uvedené v Stratégii adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy a Národnej správe SR o zmene klímy. Spresnené boli podľa dostupných predikčných scenárov spracovaných priamo pre dotknutú oblasť.

Na zhodnotenie bola použitá trojstupňová hodnotiaci škála pravdepodobnosti ovplyvnenia (viď tabuľka nižšie).

Miera pravdepodobnosti ovplyvnenia		Popis
1	žiadna až nízka	Nepredpokladá sa expozícia dotknutého územia daným klimatickým javom resp. v prípade jeho výskytu je minimálny alebo bude územie nie je takmer vôbec ovplyvnené.
2	mierna	Predpokladá sa len občasný výskyt javu príp. mierna <u>disturbancia</u> dotknutého územia spôsobená daným klimatickým faktorom.
3	významná	Predpokladá sa častý výskyt javu resp. významná degradácia dotknutého územia vplyvom daného klimatického javu.

Obrázok 2: Hodnotiaci škála pravdepodobnosti ovplyvnenia

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Nasledujúce tabuľky zobrazujú výsledky hodnotenia expozície a vývoja klimatických javov, pričom okrem identifikácie pravdepodobnosti ovplyvnenia lokality je v tabuľke aj stručne charakterizovaný ich očakávaný stav v riešenom území.

Tabuľka 2: Hodnotenie vývoja klimatických javov – silný vietor

Rizikový klimatický jav	Silný vietor
Základná charakteristika javu	V riešenom území prevláda s priemernou početnosťou výskytu 24,74% [1] severozápadné prúdenie vzduchových hmôt. Priemerná rýchlosť vetra na stanici Bratislava-Mlynská dolina dosahuje 3,4 – 4,0 m/s, ojedinele až 4,2 m/s. Bezvetrie sa vyskytuje len cca 46 dní v roku [2]. Maximálne nárazy vetra môžu dosahovať aj vyše 100 km/hod, typické sú najmä pri búrkach alebo prechodoch studených frontov.
Doterajšie frekvencie a intenzity javu	<p>V posledných rokoch bol zaznamenaný stúpajúci trend silných nárazových vetrov v dotknutom území pričom silné vetra s následkom vyvrátených stromov a poškodením majetkom boli zaznamenané napr. 22.10.2014, 2.11.2014, 10.1.2015, 29.10.2018, 9.2.2020.</p> <p>Podľa evidencie ŽSR [3] boli v sledovaných rokoch v dôsledku silných vetrov zaznamenané viaceré prerušenia železničnej prevádzky, resp. poškodenia súvisiacej infraštruktúry spojené najmä s pádmi stromov do koľajiska alebo na trakčné vedenie, spomalením jazdných časov zníženou rýchlosťou vlakov v dôsledku silného nárazového vetra a prešmykovaním kolies pre popadané lístie na koľajach:</p> <ul style="list-style-type: none"> pád stromov do koľajiska, resp. na trakčné vedenie v úseku ŽST Bratislava-Lamač – ŽST Devínska Nová Ves: 14.11.2012, 24.12.2012, 30.1.2015, 24.8.2015, 30.1.2015, 24.8.2015, 29.12.2017, popadané lístie na koľaji v úseku ŽST Bratislava-Lamač – ŽST Devínska Nová Ves: 3.11.2011, popadané konáre na koľaji alebo trakčnom vedení v úseku Zohor – Devínska Nová Ves: 16.11.1999, 4.7.2000, 24.10.2002, 21.6.2007, 29.10.2017, spomalenie dopravy 24.1.2001 <p>V priamo riešenom úseku je v evidencii ŽSR pre jav silný vietor evidovaná mimoriadna udalosť zo dňa 12.8.2017, kedy vplyvom dlhotrvajúceho silného vetra došlo k nahnutiu stromu, ktorý následne zasahoval do prechodového prierezu traťovej koľaje v žkm 39,340. Udalosť nemala vplyv na dopravu, profil bol pohotovostnou časťou upravený.</p>
Relevantné dopady javu	<ul style="list-style-type: none"> lamanie vetiev alebo vyvrátenie stromov a ich pády na železničnú trať pôsobenie dynamického tlaku vetra na pohybujúce sa koľajové vozidlá
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu	Do roku 2100 sa očakáva mierny nárast rýchlostí vetra i počtu veterných dní. Predpokladá sa častejší výskyt silného vetra a víchric najmä zosilnením búrok v teplej časti roka. Neočakáva sa výrazný nárast priemernej rýchlosti vetra a v smere vetra. Návrhová hodnota priemeru max. mesačných nárazov vetra pre riešenú oblasť [4] je 24 m/s pre rok 2050 a 25 m/s pre rok 2100. V zmysle

		platných technických noriem patrí riešené územie do oblasti so stanovenou hodnotou vetra pre dimenzovanie stavebných objektov 26 m/s.
Exponované časti a objekty stavby		Expozícia dotknutého traťového úseku je vyššia z dôvodu jej vedenia na vysokých násypoch a mostných objektov výrazne nad úrovňou terénu. Naopak, prevedenie mostov ako masívnych klenbových konštrukcií výrazne znižuje účinok dynamického zaťaženia vetrom. Najrizikovejšia je expozícia zariadení a objektov pri búrkach, kedy môže vietor v nárazoch dosahovať vyššie rýchlosti. Prevádzkové obmedzenia technologických zariadení a prípadné poškodenia stavebných objektov môžu nastať pri výskyte vetra s rýchlosťou nad min. dimenzovanie objektov. Rizikovými sú z hľadiska možnosti pádu konárov na trať tiež tie úseky, ktoré sú vo vrchných častiach násypového telesa porastené vzrastlou drevinovou vegetáciou. V budúcnosti sa predpokladá častejší výskyt silného vetra a víchríc najmä zosilnením búrok v letnom období, preto je predpoklad vyššieho rizika ohrozenia železničnej infraštruktúry pádom stromov na železničnú trať alebo na trakčné vedenie. Možné obmedzenia alebo poškodenia môžu nastať pri výskyte vetra s rýchlosťou nad minimálnu dimenzovanú úroveň odolnosti dotknutých mostných objektov.
Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	1	Frekvencie a intenzity javu sú v súčasnosti relatívne nízke až priemerné, výskyt silných a mohutných víchríc v území je ojedinelý.
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	2	Vzhľadom na očakávaný nárast búrkovej činnosti a s ňou spojený nárast rýchlosti vetra možno v budúcnosti očakávať mierne zvýšenú expozíciu stavby voči silnému vetru.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Tabuľka 3: Hodnotenie vývoja klimatických javov – silné dažde

Rizikový klimatický jav	Silné dažde
Základná charakteristika javu	Dotknuté územie je charakterizované veľkou variabilitou atmosférických zrážok, úhrny zrážok bývajú v jednotlivých rokoch veľmi rozdielne. Priemerný ročný úhrn zrážok v Bratislave v období rokov 1980 – 2019 dosiahol priemerne 563,5 mm s postupným poklesom úhrnov smerom k jeho východnému okraju. Za posledných desať rokov (2010 - 2019) na klimatologickej stanici Bratislava-Mlynská dolina bol zaznamenaný, priemerný ročný úhrn zrážok vo výške 683 mm [1, 5]. Zrážky sú v dotknutom území najvýdatnejšie v letných mesiacoch (máj – júl), najnižšie úhrny zrážok sú v zimnom a skorom jarnom období (január – marec). Najviac zrážok spadne v letnom polroku (apríl - september), v priemere za posledných 9 rokov v tomto období spadlo približne 328 mm zrážok. Pri porovnaní normálových období rokov 1951 - 1980 a 1981 – 2010 vzrástol ročný úhrn atmosférických zrážok v priemere o 6 - 12 mm, čo je nárast o takmer 2 % [6] .
Doterajšie frekvencie a intenzity javu	Nárast priemerných zrážkových úhrnov v riešenom území v posledných rokoch kopíruje celoslovenskú situáciu - častejšie sa vyskytujú náhle, intenzívne až príválové dažde striedajúce sa s obdobiami sucha. Zaznamenané boli na území mesta viaceré extrémne zrážky aj s následkami vzniku zosuvov, spadnutím stromov či zatopením plôch a priestorov. Silné príválové dažde sú v posledných rokoch evidované najmä v letných mesiacoch a mnohokrát sú spojené s búrkovými javmi (napr. udalosti z 30.7.2014, 2.8.2014, 22.10.2014, 15.8.2015, 1.3.2016, 4.6.2016, 22.7.2017, 9.8.2017, 19.9.2017, 30.11.2017, 18.5.2018, 6.6.2018, 23.8.2018, 1.9.2018, 28.7.2019, 16.6.2020, 29.7.2020, 17.8.2020, 30.8.2020). Podľa evidencie ŽSR [3, 7] neboli na riešenom traťovom úseku zaznamenané žiadne poruchy a poškodenia spojené s pôsobením silných dažďov. Len sporadicky bolo v nadväzujúcich úsekoch železničnej trate v železničnom uzlí Bratislava evidované zaplavenie koľajiska v dôsledku silných dažďov.
Relevantné dopady javu	<ul style="list-style-type: none"> korózia kovových častí železničnej infraštruktúry zníženie stability železničných násypov a svahov
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu	V budúcnosti sa predpokladá pokles úhrnov zrážok, ich nerovnomerný výskyt a zmena v ich časovom rozmiestnení. Do roku 2100 [8,9] sa na Slovensku očakáva vzrast úhrnov zrážok, zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok v teplej časti roka,

	<p>častejší výskyt a dlhšie trvania období sucha a súčasne častejší výskyt krátkych, zrážkovo výdatnejších období a pokles dlhotrvajúcich zrážok. Pri predikcii pre regionálnu úroveň [10] sa v riešenej oblasti očakáva vzrast úhrnov zrážok k roku 2025 o 6%, k roku 2050 o 7 % a k roku 2075 o 10 %, resp. mierny pokles ročných úhrnov zrážok na juhu kraja. Súčasne sa očakáva nárast podielu konvektívnych zrážok v teplom polroku na úkor dlhotrvajúcich frontálnych zrážok. Pre mesto Bratislava [11, 12] je predpoklad postupného poklesu zrážkových úhrnov s výrazným znížením ročného úhrnu zrážok k roku 2100. Očakáva sa tiež nárast podielu výskytu max. denných úhrnov zrážok a zvýšenie premenlivosti úhrnov zrážok v letnom období. Predpoklad je tiež výskytu intenzívnejšej búrkovej činnosti s extrémnym množstvom zrážok za deň.</p>	
Exponované časti a objekty stavby	<p>Predmetný klimatický jav a jeho prejavy pôsobia na celú železničnú infraštruktúru a rovnako aj na železničnú prevádzku. Vzhľadom na výškové vedenie trate a zastabilizovanie a konsolidáciu násypového telesa sa jej zaplavenie, príp. podmytie svahov nepredpokladá. 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.</p>	
Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	1	Výskyt intenzívnych, prívalových dažďov nie je v súčasnosti častý.
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	1	Očakávaný vzrast úhrnov zrážok nebude mať zásadný vplyv na stavbu.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Tabuľka 4: Hodnotenie vývoja klimatických javov – vysoké teploty

Rizikový klimatický jav	Vysoké teploty
Základná charakteristika javu	<p>Podľa údajov nameraných na meteorologických stanicach na území mesta Bratislava [1] sa priemerná ročná teplota v tejto oblasti pohybuje na úrovni 12,04 °C pričom priestorové rozloženie teplôt na území mesta sa mení v závislosti od hustoty a typu zástavby.</p> <p>Podľa údajov klimatického atlasu Slovenskej republiky za roky 1961 – 2010 sa priemerná ročná teplota v riešenom území pohybovala na úrovni 9,8 °C [2]. Za posledných desať rokov (2010 - 2019) na klimatologickej stanici Bratislava-Mlynská dolina bola zaznamenaná priemerná ročná teplota vzduchu 11,4 °C [1,5]. Z nameraných údajov z posledných rokov je zrejme, že priemerná ročná teplota stúpa, čo je v porovnaní s obdobím 1961 – 2010 rast o 1,6 °C, pričom rast priemernej ročnej teploty vzduchu sa na území mesta najvýraznejšie prejavil za posledných tridsať rokov.</p> <p>Podľa dlhodobých meraní za roky 1961 – 2010 [10] dosiahli priemerne namerané teploty v Bratislave v letnej sezóne (apríl – september) 16 °C, resp. v letných mesiacoch (jún – august) 19,4 °C. Tieto hodnoty však postupne vzrastajú, za posledných 10 rokov [1, 5] dosiahli priemerné teploty v letnej sezóne 17,98 °C a v letných mesiacoch 21,25 °C. V zimných mesiacoch (december – február) sa dlhodobo teploty pohybovali na úrovni 0,02 °C a v posledných rokoch vzrástli na úroveň 1,76 °C, pričom sa pohybovali v širokom rozmedzí od - 4,2 °C po 6,2 °C. Najchladnejším mesiacom na území mesta je január s priemernou teplotou vzduchu - 0,68 °C a najteplejším mesiacom je júl s priemernou teplotou vzduchu 22,81 °C. Z hľadiska rozloženia teplôt je najteplejšia zastavaná časť mesta a naopak, o niečo nižšie teploty sú pozorované na okrajoch územia mesta smerom k Malým Karpatom, resp. smerom k rieke Morava.</p> <p>Z hľadiska teplotných pomerov za ostatných 5 rokov [1] sa vyskytuje v lokalite približne 97 letných dní (max. teplota vzduchu min. 25 °C) a 38 tropických dní (max. teplota vzduchu min. 30 °C). Z hľadiska pozorovaných zmien, počet letných dní stúpol o 14 dní a počet tropických dní stúpol priemerne o deväť dní [6].</p>

Doterajšie frekvencie a intenzity javu	<p>V posledných rokoch bol v oblasti zaznamenaný častejší výskyt nadpriemerných teplôt vzduchu v letných mesiacoch, rovnako ako na územiach ostatných mestských prostredí Slovenska. Na území mesta Bratislava boli horúčavy s teplotou vzduchu 35 °C zaznamenané najmä počas letných mesiacov (najmä na prelome mesiacov júl a august), pričom nasledované boli často búrkami a krátkodobými silnými lejakmi a nárazovým vetrom.</p> <p>Podľa údajov SHMÚ [13] sa za roky 1991 – 2020 priemerný počet dní s max. dennou teplotou vzduchu 30 °C a viac pohybuje na úrovni 24,1 dňa a s teplotou 35 °C a viac na úrovni 4,3 dňa.</p> <p>Podľa štatistických údajov ŽSR sa v letných obdobiach v riešenom území pohybuje teplota ovzdušia priemerne v rozmedzí 25 – 32°C, kedy je teplota koľajníc 35 – 42°C. Zaznamenané však boli aj horúce dni s teplotou vzduchu 36 – 38°C, kedy teplota koľajníc dosahovala hodnotu 48 – 52°C a na koľajach dochádzalo k smerovým závadám. Podľa evidencie ŽSR [3] bolo v sledovaných rokoch zaznamenaných v nadväzujúcich traťových úsekoch zopár poškodení železničnej infraštruktúry následkom vysokých teplôt v kombinácii s dynamikou jazdy dráhových vozidiel (vybočenie koľaje a ťažký chod výhybký).</p>
Relevantné dopady javu	<ul style="list-style-type: none"> • deformácie a vybočenia koľají • poruchy technologických zariadení (zabezpečovacích a oznamovacích zariadení)
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu	<p>Do roku 2100 [8,9] sa na Slovensku očakáva nárast priemernej teploty vzduchu, rýchlejší nárast denných maxim a minim teplôt, nárast počtu letných dní v teplom polroku a pokles počtu mrazových dní v chladnom polroku. Častejšie sa budú vyskytovať vlny horúčav (série tropických dní za sebou) a obdobia sucha budú častejšie a dlhšie trvajúce.</p> <p>V dotknutom regióne sa očakáva [10] rast priemernej teploty vzduchu k roku 2050 o 1,8 °C a k roku 2075 o 2,8 °C oproti obdobiu 1960 – 1990, resp. do roku 2100 o 2 - 4 °C oproti obdobiu 1951 – 1980. Očakáva sa nárast počtu letných dní v teplom polroku k roku 2050 o 25 dní a k roku 2075 o 38 dní a nárast počtu tropických dní k roku 2050 o 13 dní a k roku 2075 o 25 dní. Očakáva sa tiež pokles počtu mrazových dní v chladnom polroku k roku 2050 o 36 dní a k roku 2075 o 40 dní. Zachovaná zostane doterajšia medziročná a medzisezónna premenlivosť. Súčasne sa očakáva rýchlejší rast denných minim ako denných maxim teploty vzduchu, t.j. pokles priemernej dennej amplitúdy teplôt vzduchu. Predikovaný je tiež častejší výskyt a dlhšie trvanie vln horúčav s dennými priemerami teplôt vzduchu nad 24 °C.</p> <p>Na mestskej úrovni [11, 12] sa očakáva ďalší nárast priemernej teploty vzduchu na 11,8 °C pre rok 2030 a na 12,6 – 13,5 °C pre rok 2075. Ďalej sa predpokladá nárast podielu dní s max. teplotami vzduchu, nárast počtu letných a tropických dní, častejší výskyt vln horúčav (s nástupom už v máji a s trvaním až do septembra) a pokles počtu chladných a mrazových dní. Je predpoklad zvýšenia počtu dní s teplotou nad 20 °C (pre rok 2030 na cca 74 dní a pre rok 2075 na cca 96 dní) aj počtu extrémne horúcich dní (na cca 45 dní pre rok 2100). Zvyšovať sa budú teplotné rozdiely medzi zastavanou časťou mesta a okrajovými časťami, ku ktorým patrí aj predmetný traťový úsek.</p>
Exponované časti a objekty stavby	<p>Klimatický jav pôsobí na železničnú infraštruktúru na celom riešenom území, keďže je plne vystavená poveternostným podmienkam. V minimálnej miere jav pôsobí na samotnú prevádzku na železničnej trati.</p> <p>Pri extrémnych teplotách vzduchu stúpa aj teplota v koľajisku, následkom čoho sa deformujú koľajnice. Na teplotné zmeny sú náchylné predovšetkým miesta narušenej stability koľaje po vykonaných opravných prácach. Projekt uvažuje s výstavbou nového železničného spodku a rekonštrukciou železničného zvršku, pre ktoré je z tohto pohľadu riziko poškodení v počiatočných rokoch fungovania projektu nízke.</p> <p>Vplyvom pôsobenia vysokých teplôt sa predlžuje vegetačné obdobie, čo o. i. podnecuje rast a šírenie rastlín pozdĺž trate vrátane burinných a inváznych druhov. Následkom sú zvýšené nároky na údržbu v okolí trate, najmä na samotnom železničnom násype. Vyššia intenzita šírenia náletových drevín na strmých svahoch tiež môže vyvolať narušenie štruktúry násypov.</p> <p>Nakoľko sa projekt nachádza v teplej klimatickej oblasti s častým výskytom horúcich a tropických teplôt, kde sa očakáva nárast priemerných aj maximálnych teplôt vzduchu, expozícia železničnej trate vysokými teplotami je vyhodnotená ako stredne významná. K zmierneniu nepriaznivých vplyvov pôsobenia vysokých teplôt prispieva návrh zariadenia bezstykových koľají s vyššou odolnosťou a podvalov s vyššou stabilitou podľa aktuálnych predpisov a noriem.</p>

		Expozícia technologických zariadení, ktoré sú súčasťou prevádzky železničnej trate, je minimálna až žiadna, nakoľko tieto sú štandardne osadené vo vnútorných priestoroch vybavených klimatizačnými zariadeniami, ktoré zabezpečujú, aby nedošlo k prekročeniu najvyššej pracovnej teploty, na ktorú sú zariadenia konštruované.
Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	1	Výskyt extrémnych teplôt v riešenom území je priemerný až nadpriemerný. Frekvencie a intenzity vzniku extrémnych teplôt majú za posledné normálové obdobie stúpajúcu tendenciu.
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	2	Vzhľadom na očakávaný nárast počtu tropických dní i max. dosiahnutých denných teplôt vzduchu bude expozícia stavby narastať.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Tabuľka 5: Hodnotenie vývoja klimatických javov – snehové javy

Rizikový klimatický jav	Snehové javy
Základná charakteristika javu	<p>Snehové zrážky sa v záujmovom území vyskytujú v priemere 22 - 37 dní v roku [2]. Obdobím snehu sú mesiace november až marec, súvislá snehová pokrývka sa vyskytuje v priemere 17 dní [1]. Priemer sezónnych maxim výšky snehovej pokrývky je max. 20 - 26 cm.</p> <p>V území sa z dlhodobého hľadiska [1] vyskytuje priemerne 73 mrazových dní s denným minimom teploty vzduchu nižším ako 0°C a približne 11 ľadových dní s denným maximom teploty vzduchu 0 °C a menej [2].</p> <p>Z hľadiska pozorovaných zmien, počet mrazových dní medzi normálovými obdobiami 1951 - 1980 a 1981 - 2010 poklesol o 13 dní, počet letných dní naopak stúpol o 14 dní a počet tropických dní stúpol priemerne o deväť dní [6].</p>
Doterajšie frekvencie a intenzity javu	<p>V predchádzajúcich rokoch neboli na území mesta zaznamenané časté výrazné studené extrémy. Vzhľadom na nížinný charakter územia, nízke množstvo snehových zrážok a absenciu strmých svahov nie je vysoká pravdepodobnosť vzniku lavín a zosuvov v dôsledku topenia snehu.</p> <p>V území sa priemerne vyskytuje 36,2 dňa ročne s výskytom snehovej pokrývky výšky 1 cm a viac a 17 dní s výskytom snehovej pokrývky výšky 10 cm a viac [13]. V dotknutom okrese bolo zaznamenaných priemerne 9,6 dňa ročne s výstrahou na záveje a snehové jazyky za roky 2012 – 2020.</p> <p>Veľmi chladné zimné obdobie zaznamenal SHMÚ na území mesta v rokoch 1961, 1986 a 1996, s výraznými snehovými kalamiťami v rokoch 1956, 1963, 1967, 1987. Historicky najvyššiu snehovú pokrývku na území Bratislavy evidoval v roku 1981 (výška súvislej snehovej pokrývky na Kolibe 53 cm).</p> <p>V posledných rokoch boli významnejšie problémy spojené s výskytom snehu zaznamenané len ojedinele, napr. 30.12.2005, 14.3.2006, 29.1.2007, 21.1.2010, 17.1.2013, 23.2.2013, 30.1.2015, 9.2.2015, 30.11.2017, 7.2.-9.2.2018, 5.1.2019, 25.1.2019, 3.12.2019, 29.1.2020, 3.12.2020. Evidované boli najmä neupravené cestné komunikácie a snehové jazyky na cestách mimo zastavaného územia, resp. v okrajových častiach mesta.</p> <p>V dôsledku snehových javov boli v evidencii ŽSR [3,7] zaznamenané predovšetkým zanášanie výhybiek snehom a spomalenie jazdných časov hustým snežením, ojedinele boli evidované tvorba závejov a snehové kalamiťy. V priamo riešenom traťovom úseku nebola evidovaná žiadna mimoriadnosť spojená s pôsobením snehových zrážok.</p>
Relevantné dopady javu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zasneženie výhybiek ▪ zaťaženie stavebných konštrukcií a blízkych postranných drevín nánosmi snehu ▪ pády stromov a konárov na trať pod váhou snehu ▪ spomalenie jazdných časov znížením dohľadnosti hustým snežením
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu	<p>V budúcnosti [8,9] sa na Slovensku očakávajú zmeny v množstvách snehovej pokrývky, ktoré sa prejavia v zmene počtu dní so snehovou pokrývkou a tiež zmenou jej celkovej výšky a v skracovaní obdobia s jej výskytom.</p> <p>Na území regiónu [10] sa v dôsledku očakávaného nárastu zrážok v zime predpokladá občasné výdatné sneženie, snehová pokrývka sa ale bude rýchlo topiť. Postupne sa stane viac epizodickou, čo ovplyvní zimnú a jarú hydrologickú bilanciu povodia.</p>

	Na území mesta Bratislava [11,12] je očakávaný nepravidelný výskyt snehovej pokrývky, nárast množstva zrážok v zimnom období, pokles množstva a maximálnych výšok snehovej pokrývky, zníženie počtu mrazových dní a tiež neočakávanejší výskyt snehových javov s častejším výskytom epizodických snehových kalamít.	
Exponované časti a objekty stavby	Klimatický jav pôsobí na dotknutú železničnú infraštruktúru vystavenú poveternostným podmienkam na celom území, rovnako tak na prevádzku železničnej dopravy. Ohrozenými sú všetky prvky a objekty vo vonkajších priestoroch, ktoré môžu byť zaťažené snehom. Prevádzkové obmedzenia technologických zariadení a prípadné poškodenia stavebných objektov môžu nastať pri výskyte snehovej pokrývky nad min. dimenzovanie objektov. Početnosť zaznamenaných významných udalostí na železničnej trati spojených s výskytom snehových kalamít v riešenom území je minimálna. Výdatné snehové zrážky nepredstavujú riziko pre železničnú prevádzku, kladú však zvýšené nároky na údržbu železničnej infraštruktúry. Keďže sa očakáva pokles snehovej pokrývky vplyvom nárastu priemerných teplôt, nie je predpoklad zhoršenia expozície železničnej trate a železničnej prevádzky voči tomuto klimatickému faktoru v porovnaní so súčasným stavom. Aj napriek očakávaným častejším epizodickým snehovým kalamitám vzhľadom na výškové vedenie trate nie je predpoklad významnej expozície. Prípadné obmedzenia sú štandardne zvládnuteľné bežnými prevádzkovými úkonmi.	
Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	1	Ide o oblasť s minimálnym trvaním snehovej pokrývky a minimálnymi frekvenciami vzniku extrémnych snehových prejavov.
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	1	Keďže sa očakáva pokles výskytu a intenzity snehovej pokrývky v území, nenastane zvýšenie expozície infraštruktúrnej stavby týmto javom.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Tabuľka 6: Hodnotenie vývoja klimatických javov – námrazové javy

Rizikový klimatický jav	Námrazové javy
Základná charakteristika javu	<p>Tvorba námrazových javov (námraza, ľadovka, poľadovica) v zimnom období sa viaže prevažne na skoré ranné hodiny. Prízemné mrazy sa v území vyskytujú od októbra do mája, najnižšie teploty sa vyskytujú v januári. V posledných rokoch vznik námrazových javov podmieňuje aj čoraz častejšie krátke otepľovanie počas chladných období.</p> <p>Za posledných desať rokov (2010 - 2019) na klimatologickej stanici Bratislava-Mlynská dolina bola zaznamenaná priemerná ročná teplota vzduchu 11,4 °C [1,5]. Najchladnejším mesiacom na území mesta je január s priemernou teplotou vzduchu - 0,68 °C a najteplejším mesiacom je júl s priemernou teplotou vzduchu 22,81 °C. V zimných mesiacoch (december – február) sa dlhodobo teploty pohybovali na úrovni 0,02 °C a v posledných rokoch vzrástli na úroveň 1,76 °C, pričom sa pohybovali v širokom rozmedzí od - 4,2 °C po 6,2 °C.</p> <p>V území sa vyskytuje priemerne 73 mrazových dní s denným minimom teploty vzduchu nižším ako 0°C a približne 11 ľadových dní s denným maximom teploty vzduchu 0 °C a menej [2,1].</p>
Doterajšie frekvencie a intenzity javu	<p>Extrémne nízke teploty sa na území mesta vyskytujú ojedinele. Mrazové dni boli najčastejšie evidované počas januára a februára.</p> <p>Podľa údajov SHMÚ [13] sa priemerný počet dní s min. dennou teplotou vzduchu 0 °C a viac pohybuje na úrovni 80 dní ročne a s min. dennou teplotou -5°C a viac na úrovni 24 dní ročne a s min. dennou teplotou - 10 °C a viac na úrovni 1,2 dňa ročne. Priemerný ročný počet dní s priemernou dennou teplotou vzduchu ≤ 0 °C za roky 1991 – 2020 dosiahol 44 dní, s teplotou vzduchu ≤ -5 °C 9,5 dní a s teplotou vzduchu ≤ -10 °C 1,2 dňa. V území sa priemerne ročne vyskytuje 7,5 dňa s poľadovicou, v dotknutom okrese bolo v rokoch 2012 – 2020 vyhlásených ročne priemerne 24,7 dňa s výstrahou na poľadovicu.</p> <p>Podľa evidencie ŽSR [3,7] bolo v železničnom uzle Bratislava v sledovanom období zaznamenaných viacero udalostí spojených s námrazovými javmi, predovšetkým ľad vo výhybkách, primrznutie výhybiek, prekĺzavanie kolies koľajových vozidiel, zamrznutie niektorých prvkov infraštruktúry vrátane TV a výskyt poľadovice na nástupiskách. V priamo dotknutom traťovom úseku ŽST</p>

	Devínska Nová Ves – št. hranica SR/RR však nebola evidovaná žiadna mimoriadnosť spojená s pôsobením námrazy. V ŽST Devínska Nová Ves (16.11.2018) bolo evidované preklzavanie kolies a silná poľadovica na nástupištiach v tejto ŽST (23.12.2012).		
Relevantné dopady javu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ľad vo výhybkách ▪ poškodenia železničnej infraštruktúry 		
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu	<p>V dotknutej oblasti očakáva [8,9] nárast priemernej teploty vzduchu k roku 2050 o 1,8 °C a k roku 2075 o 2,8 °C oproti obdobiu 1961 – 1990, resp. do roku 2100 o 2 - 4 °C oproti obdobiu 1951 – 1980. Ďalej sa očakáva pokles počtu mrazových dní v chladnom polroku k roku 2050 o 36 dní a k roku 2075 o 40 dní. Očakáva sa tiež pokles výskytu chladných dní s nárastom teplôt vzduchu v chladnom období roka.</p> <p>Pri predpokladanom raste teplôt vzduchu a miernom raste úhrnov zrážok najmä v zimnom období sa predpokladá častejší výskyt oteplenia v zimných mesiacoch spojený s odmákom a následne častejší výskyt námrazových javov (ľadovky, poľadovice, námrazy).</p>		
Exponované časti a objekty stavby	<p>Predmetný klimatický jav a jeho prejavy pôsobia na celú infraštruktúru exponovanú vonkajším poveternostným podmienkam. Nakoľko je celý riešený úsek vedený nad úrovňou terénu na vysokých násypoch a mostných objektoch, v prípade zvýšeného výskytu námrazových javov v oblasti je predpoklad zvýšených požiadaviek na údržbu železničnej infraštruktúry. Pre zmiernenie rizika pôsobenia námrazy na železničnú infraštruktúru sa v rámci rekonštrukcie trate uvažuje s vybudovaním vrstvy proti premŕzaniu železničného spodku a inštaláciou el. ohrevu výhybiek. Pre prípadné nepriaznivé dôsledky námrazy pre železničnú prevádzku sú spracované príslušné predpisy ŽSR na zvládnutie vzniknutých situácií.</p>		
Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>V riešenom území sa extrémne nízke teploty vyskytujú ojedinele, rovnako tak je nízka početnosť tvorby námrazy.</td> </tr> </table>	1	V riešenom území sa extrémne nízke teploty vyskytujú ojedinele, rovnako tak je nízka početnosť tvorby námrazy.
1	V riešenom území sa extrémne nízke teploty vyskytujú ojedinele, rovnako tak je nízka početnosť tvorby námrazy.		
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	<table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>Vzhľadom na očakávaný nárast teplôt vzduchu a pokles počtu chladných a mrazových dní bude mať expozícia stavby voči mrazom klesajúcu tendenciu. Predpokladá sa však nárast expozície stavby voči námrazovým javom, keďže vznik poľadovice môže narastať v dôsledku nárastu úhrnov zrážok v zimnom období a opakujúcim sa odmákom.</td> </tr> </table>	2	Vzhľadom na očakávaný nárast teplôt vzduchu a pokles počtu chladných a mrazových dní bude mať expozícia stavby voči mrazom klesajúcu tendenciu. Predpokladá sa však nárast expozície stavby voči námrazovým javom, keďže vznik poľadovice môže narastať v dôsledku nárastu úhrnov zrážok v zimnom období a opakujúcim sa odmákom.
2	Vzhľadom na očakávaný nárast teplôt vzduchu a pokles počtu chladných a mrazových dní bude mať expozícia stavby voči mrazom klesajúcu tendenciu. Predpokladá sa však nárast expozície stavby voči námrazovým javom, keďže vznik poľadovice môže narastať v dôsledku nárastu úhrnov zrážok v zimnom období a opakujúcim sa odmákom.		

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Tabuľka 7: Hodnotenie vývoja klimatických javov – búrkové javy

Rizikový klimatický jav	Búrkové javy
Základná charakteristika javu	<p>Búrka je súborom elektrických, optických a akustických javov vznikajúcich medzi oblakmi navzájom alebo medzi oblakmi a zemou. Búrky sú sprevádzané silnými dažďami a silnými vetrami. Pri búrkach je možný aj prechodný vzostup vodných hladín na tokoch a taktiež môže dôjsť k stekaniu vody zo svahov, rovnako tak častejšie dochádza k nárazovým vetrom. Sprievodným javom búrok sú elektrické výboje. Zásah bleskom predstavuje riziko vzniku požiaru, poškodenia až zničenia zasiahnutého objektu, prerušenie dodávky el. energie, prenosu údajov, znefunkčnenia prístrojov, ale aj poškodenie zdravia, prípadne smrť zasiahnutých osôb.</p> <p>Ročný chod zrážok v území je veľmi premenlivý, maximum zrážkových úhrnov pripadá na mesiace máj – júl, v letných mesiacoch máj – august bývajú búrkové prejavy častejšie. Priemerne sa v území vyskytuje cca 11 dní s búrkou, výskyt búrok má v posledných rokoch stúpajúcu tendenciu [6].</p>

Doterajšie frekvencie a intenzity javu	<p>V riešenom území sa búrky vyskytujú čoraz častejšie, sprevádzané bývajú silnými dažďami a silným vetrom, sporadicky aj krupobitím.</p> <p>V Bratislave boli v poslednom období zaznamenané viaceré intenzívne búrky, výrazné dopady mali napr. búrkové javy zo 15.8.2015, 5.6.2016, 5.7.2017, 22.7.2017, 10.-11.8.2017, 5.-6.7.2018, 31.7.2014, 8.5.2018, 21.7.2018, 29.7.2018, 17.8.2018, 1.9.2018, 28.7.2019, 16.6.2020, 29.7.2020, 30.8.2020 spojené s intenzívnymi dažďovými prehánkami, krupobitiami alebo prívalovými dažďami. Podľa evidencie ŽSR [3,7] boli v sledovaných rokoch v dôsledku búrok sprevádzaných silnými dažďami a vetrami zaznamenané viaceré poškodenia železničnej infraštruktúry s častým následkom prerušenia železničnej prevádzky predovšetkým pády konárov a stromov na trať, poruchy technologických zariadení (zabezpečovacích zariadení) a výpadky napájania z verejnej siete. Zaznamenané boli tiež požiar trakčnej stanice spôsobený guľovým bleskom, podmytie koľaje a zatopenie priestorov pri trati. V priamo riešenom úseku Devínska Nová Ves – Marchegg (AT) bol evidovaný pád konárov a stromov na trať 12.8.2017. V nadväzujúcich traťových úsekoch boli evidované pád konárov a stromov na trať pre silný vietor počas búrky v úseku ŽST Devínska Nová Ves – ŽST Bratislava-Lamač (10.8.2017) a zatopenie priestorov suterénu výpravnej budovy v ŽST Devínska Nová Ves (6.7.2018).</p>	
Relevantné dopady javu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ poškodenia oznamovacej a zabezpečovacej techniky (vysokonapäťové výboje) ▪ vyvracanie stromov a lámanie vetví (nárazové pôsobenie silného vetra) ▪ obmedzenie funkčnosti technologických zariadení (výpadky el. energie) ▪ dopravné obmedzenia (meškanie vlakov, výluky) 	
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu	<p>V budúcnosti [8,9] sa očakáva častejší výskyt a zosilnenie búrok v teplej časti roka o 50 % spojené s častejším výskytom silného vetra a víchric a nárazov intenzívnych (prívalových) zrážok spojených s bleskami a krupobitím. Nepredpokladá sa významná zmena počtu dní s búrkou [10,11], avšak vzhľadom na nárast vodnej pary v ovzduší sa predpokladajú výraznejšie sprievodné javy – vyššie úhmy intenzívnych lejakov a silnejšie pôsobenie vetra. Návrhová hodnota priemeru max. mesačných nárazov vetra pre riešenú oblasť [4] je 24 m/s pre rok 2050 a 25 m/s pre rok 2100. Návrhová hodnota pre max. ročný náraz vetra s periodicitou raz za 50 rokov v riešenom území je 37 m/s pre rok 2050 a 39 m/s pre rok 2100.</p>	
Exponované časti a objekty stavby	<p>Predmetný klimatický jav a jeho prejavy pôsobia na celú infraštruktúru exponovanú vonkajším poveternostným podmienkam. Sprievodné silný vietor a silný dažď sprevádzajúce pôsobenie búrok sú bližšie riešené samostatne. Z pohľadu pôsobenia elektrických výbojov je exponovaným najmä technologické vybavenie trate – oznamovacie a zabezpečovacie zariadenia.</p> <p>Búrkové javy sprevádzané intenzívnymi dažďami a silnými vetrami budú pôsobiť v nasledujúcich rokoch častejšie a budú ovplyvňovať predovšetkým prevádzku železničnej dopravy zhoršením podmienok prepravy s následkom zníženia alebo obmedzenia prepravnej rýchlosti.</p>	
Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	1	Frekvencia a intenzita búrkových javov v území v posledných rokoch narastá, zaznamenané sú tiež viaceré dopady týchto javov na železničnú infraštruktúru.
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	3	V budúcnosti sa očakáva nárast frekvencie búrkových javov s vyššími intenzitami nárazov vetra a zrážkovej činnosti ako aj rozmerom krúp a silnejšou aktivitou výbojov.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Tabuľka 8: Hodnotenie vývoja klimatických javov – povodne

Rizikový klimatický jav	Povodne
Základná charakteristika javu	<p>Povodeň je prírodný jav počas, ktorého dôjde k zaplaveniu územia popri vodných tokoch. Povodne sú spôsobené nárastom vodnej hladiny nad úroveň brehov vodného toku, resp. vyliatím vody z brehov. Sú dôsledkom pôsobenia iných klimatických javov – silných dažďov, resp. topenia snehu. Mieru nebezpečenstva pre územie charakterizuje stupeň povodňovej aktivity.</p> <p>Riešené územie patrí do povodia rieky Dunaj a do čiastkového povodia rieky Morava, ktorá zároveň tvorí južnú hranicu územia dotknutého stavbou. Z hľadiska odtoku patrí do vrchovinnno-nízinnej oblasti s dažďovo-snehovým typom odtoku, pre ktorý je charakteristická akumulácia vôd v mesiacoch december až január a vysoká vodnosť vo februári až apríli. Výrazné zvýšenie vodnosti tokov je koncom jesene a začiatok zimy, max. priemerné mesačné prietoky sú v jarnom období. Podzemné vody riešeného územia sú napojené na rieku Morava, v menšej miere sú zásobované zo zrážok.</p> <p>Vodný tok Morava preteká územím v severojužnom smere a tvorí štátnu hranicu medzi SR a RR. Dotknutý traťový úsek ju preklenuje na mostnom objekte v žkm 37,910. Tok je v rkm 0,0 – 76,313 a rkm 76,313 – 106,827 upravený (v hornej časti toku na návrhový prietok Q_{100}), jeho súčasťou sú ochranné hrádze.</p> <p>Určené vodné stavy toku vo vodomernej stanici Devínska Nová Ves v rkm 1,0 pre stupne povodňovej aktivity [14] sú pre I. stupeň 480 cm (139,45 m n. m.), pre II. stupeň 570 cm (140,35 m n. m.) a pre III. stupeň 670 cm (141,35 m n. m.).</p> <p>Dotknutý úsek je vedený v nive rieky Moravy, kde sa nachádza viacero menších vodných plôch – mokradí a mokrých lúk, ktoré sú vyživované vodou z rieky presakujúcou cez náplavy. Tieto mokradné plochy postupne zarastajú a zaplňajú sa hnilokom vznikajúcim pri rozklade rastlinných a živočíšnych zvyškov. Najväčšie mokradné plochy sa nachádzajú v okolí mostného objektu v žkm 38,406 a klenbovej časti hraničného mosta v žkm 37,910.</p> <p>Priamo dotknuté územie patrí ku geografickým oblastiam s potenciálne významným povodňovým rizikom [15] – konkrétne ide o geografickú oblasť SKD001FD, v ktorej je Devínska Nová Ves potenciálne významne ohrozenou obcou. Tok Moravy (ID 4-17-02-1) v MČ Bratislava – Devínska Nová Ves v dĺžke 11,1 km súčasne patrí k úsekom s pravdepodobným výskytom potenciálne významného povodňového rizika.</p>
Doterajšie frekvencie a intenzity javu	<p>Povodňové aktivity na toku Morava boli zaznamenané len ojedinele [14], významnými boli najmä povodne v rokoch 1997 a 2006:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Na území MČ Devínska Nová Ves nastalo vybreženie toku a zaplavenie záhrad a objektov v jeho inundácii v júli a auguste 1997 (intenzívne dlhotrvajúce zrážky) a v marci a auguste 2002 (spätne vzdutie, nárast vodnej hladiny Dunaja z dôvodu topenia snehu spojeného so zrážkovou činnosťou). Rovnaká situácia bola zaznamenaná na úseku toku v MČ Bratislava – Devín. • V severných častiach toku boli evidované povodňové situácie v 07 a 08/1997 formou vystúpenia podzemných vôd v miestnych chránených územiach obcí Vysoká pri Morave, Malé Leváre, Veľké Leváre, Záhorská Ves, Závod, Zohor, Moravský Sv. Ján, Brodské, Gajary, Gbely, Sekule, Skalica, Suchohrad, Holíč, Unín a Kátov. Podobná situácia nastala aj v 03 - 05/2006. Zaznamenaná bola i ľadová povodeň, ktorá poškodila trávny porast ochrannej hrádze v Brodskom a Gbeloch v 01/2203 a v Gbeloch aj v 01/2002. <p>Hlavnými príčinami povodňových udalostí boli dlhotrvajúce zrážky, resp. spätne vzdutie vodnej hladiny Moravy pri vysokom vodnom stave na Dunaji. Mimo uvedené udalosti neboli v dotknutom úseku toku Moravy zaznamenané v rokoch 1997 – 2020 iné významné povodňové udalosti. V priamo dotknutom území dochádza počas vysokých vodných stavov v toku k vylietaniu toku z brehov a k zaplavovaniu inundačného územia v okolí. Najvýraznejšie sa toto prejavuje v západnej časti riešeného územia bezprostredne nadväzujúcej na koryto toku.</p> <p>V rokoch 1997 – 2017 bol na toku viac krát vyhlásený II. alebo III. stupeň povodňovej aktivity [14, 15] z dôvodu vysokého vodného stavu a hrozby preliatia hrádze. V MČ Bratislava – Devínska Nová Ves sa tak udialo 13.8.2002 – 18.8.2002, 31.3.2006 – 16.4.2006 a 2.6.2013 – 12.7.2013 (II. stupeň), resp. 14.8.2002 – 18.8.2002 a 4.6.2013 – 10.6.2013 (III. stupeň). Kulminácie vodného toku v stanici Devínska Nová Ves boli evidované 16.1.2011 vzdutím hladiny Dunaja (657 m, II. stupeň PA), 6.6.2013 (837 m, III. stupeň PA), 17.5.2014 (486</p>

	cm, I. stupeň PA), 24.10.2014 (505 cm, I. stupeň PA), 15.7.2016 (499 cm, I. stupeň PA). Podľa evidencie ŽSR [3,7] neboli v rokoch 1999 – 2019 zaznamenané problémy na železničnej trati v riešenom úseku vyvolané v dôsledku povodňovej aktivity vodných tokov.
Relevantné dopady javu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ podmáčanie podložia a zníženie stability zemného telesa
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu	<p>V budúcnosti sa na Slovensku očakáva pokles vodnosti tokov, ale častejší výskyt prívalových dažďov, ktoré môžu prispieť ku krátkodobému a nárazovému zvýšeniu vodnosti tokov s následným vznikom bleskových lokálnych povodní a záplav. Riziko vzniku povodní v letnom a jesennom období bude nižšie v dôsledku dlhotrvajúcich období sucha. 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> <p>V dôsledku častejšieho výskytu zrážkovo výdatnejších období sa očakáva [14] pokles dlhodobých priemerných mesačných prietokov od februára (marca) do novembra (decembra), s najvýraznejšími poklesmi v mesiacoch máj až júl (v niektorých povodiach sa v horizonte roku 2075 očakáva pokles o 70 %). Možný je nárast zimného a jarného odtoku o 30 - 60 % v dôsledku nárastu zrážok a teplôt a naopak pokles letného a jesenného odtoku od 30 do 40 % v dôsledku dlhotrvajúcich období sucha.</p>
Exponované časti a objekty stavby	<p>Dotknutý traťový úsek je takmer celý trasovaný v inundačnom území rieky Morava, t.j. je celý exponovaný pôsobeniu tohto rizikového klimatického javu. Predmetom projektu nie je úprava spodných stavieb dotknutých mostných objektov, nie je preto ani riešená dostatočnosť mosta v žkm 37,910 ponad rieku Morava pre prevedenie prietokov úrovne Q₁₀₀.</p> <p>Aj napriek občasnému vylievaniu vody z koryta toku na prilahlé lúčne plochy nie je predpoklad priameho ohrozenia železničnej trate povodňovými udalosťami, vzhľadom na výškové vedenie trate na mostných objektoch dimenzovaných pre potreby zabezpečenia voľného prechodu vody.</p>
Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	1 Frekvencia vzniku povodní v riešenom území je minimálna, expozícia stavby týmto javom je vzhľadom na výškové vedenie trate a jej technické prevedenie minimálna.
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	2 V budúcnosti bude zvýšené riziko vzniku povodní na dotknutých tokoch vzhľadom na očakávaný nárast zrážkovo výdatných krátkych daždivých období, topenie snehu počas zimných oteplení a častejší výskyt búrok. Expozícia stavby týmto javom bude výraznejšia v porovnaní so súčasnosťou.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Tabuľka 9: Hodnotenie vývoja klimatických javov – zosuvy

Rizikový klimatický jav	Zosuvy
Základná charakteristika javu	Riešené územie leží v rovinatom území južného okraja Borskej nížiny, ktorá je najjužnejšou časťou Záhorskej nížiny. Borská nížina je budovaná najmä kvartérnymi fluvialnými a deluviálnymi sedimentmi doplnenými na úpätí Malých Karpát pleistocénymi proluviálnymi sedimentmi. Z hľadiska náchylnosti na svahové pohyby vedie trasa železničnej trate stabilným územím bez prítomnosti svahových deformácií [16].
Doterajšie frekvencie a intenzity javu	<p>Svahové deformácie boli na území Bratislavy dokumentované ojedinele, len ako odvaly na bratislavskej hradnej skale a v skalných zárezoch Devínskej cesty. Aktívne zosuvné plochy sú evidované v širšom okolí dotknutého traťového úseku v MČ Bratislava - Devínska Nová Ves v lokalite bývalej tehelne [16].</p> <p>V dotknutom traťovom úseku neboli zo strany manažéra železničnej infraštruktúry evidované žiadne mimoriadne udalosti spojené s výskytom svahových deformácií [3,7].</p>
Relevantné dopady javu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ neboli identifikované
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 podloží alebo s vyššími sklonmi očakávať častejší výskyt zosuvov.

	Avšak v riešenom území sa uvedený jav nepredpokladá vzhľadom na pomernú stabilitu riešeného územia, absenciu svahových deformácií a dlhodobú územnú konsolidáciu železničného násypu.	
Exponované časti a objekty stavby	Nakoľko je dotknutý traťový úsek vedený v stabilnom území z pohľadu rizika vzniku svahových deformácií, v trase trate ani v jej blízkosti nie sú evidované žiadne aktívne zosuvy a násyp trate je v území dlhodobo zastabilizovaný a konsolidovaný, so zrelou humusovou vrstvou a vegetačným pokryvom previazanými s násypovým telesom, nepredpokladá sa expozícia trate týmto javom.	
Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	1	V súčasnosti v riešenom území nie sú zosuvy prítomné.
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	1	V budúcnosti sa v území prirodzené svahové deformácie neočakávajú.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Tabuľka 10: Hodnotenie vývoja klimatických javov - sucho

Rizikový klimatický jav	Sucho
Základná charakteristika javu	<p>Sucho závisí od spadnutých zrážok, evapotranspirácie, pôdných charakteristík a využiteľnej vodnej kapacity územia.</p> <p>Ročný chod zrážok v území je premenlivý, zrážky sú najvýdatnejšie v letných mesiacoch (máj – júl), najnižšie úhrny zrážok sú v zimnom a skorom jarnom období (január – marec). Najviac zrážok spadne v letnom polroku (apríl - september), v priemere za posledných 9 rokov v tomto období spadlo približne 328 mm zrážok. Pri porovnaní normálových období rokov 1951 - 1980 a 1981 – 2010 vzrástol ročný úhrn atmosférických zrážok v priemere o 6 - 12 mm, čo je nárast o takmer 2 % [6].</p> <p>Priemerný ročný úhrn potenciálnej evapotranspirácie za obdobie rokov 1961 – 2010 dosahuje 700 – 735 mm, pričom hodnoty tohto ukazovateľa v ročnom priemere kolíšu [2]. Priemerná ročná relatívna vlhkosť vzduchu dosahuje 69 %.</p> <p>Podľa stupňa ohrozenia požiarom patrí dotknuté územie do kategórie C – lesy s nízkym stupňom ohrozenia požiarom [17], konkrétne do oblasti 1C Dyjsko-moravská niva, Dolnomoravská niva.</p>
Doterajšie frekvencie a intenzity javu	<p>Na území mesta Bratislava boli zaznamenané viaceré významné obdobia sucha, najmä v lokalitách vzdialenejších vodným tokom a plochám. Séria dlhotrvajúcich tropických dní bez atmosférických zrážok bolo zaznamenané v roku 1981, v období decembra 2016 – júla 2017, augusta – septembra 2017 a augusta 2018, v rámci ktorých tiež výrazne poklesla hladina Dunaja. Obdobie sucha sa v posledných rokoch vyskytuje čoraz častejšie.</p> <p>Podľa evidencie ŽSR [3,7] boli v spojení so suchom evidované prevažne požiare suchého trávneho porastu pri trati, príp. v koľajisku. V nadväzujúcom traťovom úseku ŽST Bratislava-Lamač – ŽST Devínska Nová Ves došlo k požiaru suchého trávneho porastu 23.8.2013, 18.6.2015, 18.6.2016 a 19.7.2017.</p>
Relevantné dopady javu	<ul style="list-style-type: none"> požiare porastov pozdĺž trate poškodenie železničnej infraštruktúry, dopravné obmedzenia
Očakávaný vývoj frekvencie a intenzity javu	<p>Do roku 2100 [10] sa očakáva sa rast priemerných ročných teplôt vzduchu a v letnom polroku nárast počtu letných dní (k roku 2050 o 25 dní a k roku 2075 o 38 dní) a nárast počtu tropických dní (k roku 2050 o 13 dní a k roku 2075 o 25 dní). Predpokladaný je tiež pokles úhrnov zrážok v letných mesiacoch a veľká variabilita ročných a sezónnych hodnôt potenciálnej evapotranspirácie a jej celkový rast. Vo výsledku sa očakáva častejší výskyt a dlhšie trvanie vln horúčav a častejší výskyt a dlhšie trvanie období sucha. Kombinácia vyšších teplôt a suchého obdobia vyvolá zvýšené riziko vzniku požiarov.</p>
Exponované časti a objekty stavby	Klimatický jav pôsobí na dotknutú železničnú infraštruktúru na celom riešenom území, nakoľko trať je vedená na vysokých násypoch husto porastených vegetáciou. V rámci rekonštrukčných prác však dôjde pre potrebu výkonu prác na železničnom spodku k odstráneniu vzrastlej vegetácie vo vrchných častiach násypového telesa

Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	1	Jav sa sporadicky vyskytuje v letných mesiacoch.
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	2	Vzhľadom na predpokladaný nárast teplôt a období sucha je predpoklad nárastu expozície trate voči suchu a sním súvisiacich požiarov.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Tabuľka 11: Hodnotenie vývoja klimatických javov – hmly

Rizikový klimatický jav	Hmly
Základná charakteristika javu	Hmla je atmosférický aerosól pozostávajúci z veľmi malých kvapôčok vody, prípadne ľadu, znižuje viditeľnosť pri zemi. 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. Priemerná ročná relatívna vlhkosť vzduchu dosahuje 69 %. Priemerná oblačnosť je 60 % [2], cca 26 dní v roku je na území mesta jasných s dennou oblačnosťou pod 20 % a približne a 126 dní je zamračených [1]. Hmly sú v riešenom území typické najmä pre zimné a jesenné obdobie, k ich tvorbe dochádza prevažne v noci a k ich rozrušovaniu v ranných hodinách. Priemerne sa v území vyskytuje 35 dní s hmlou do roka, ide o oblasť so zníženým výskytom hmiel [18].
Doterajšie frekvencie a intenzity javu	Najčastejšie bol výskyt hmly v riešenom území zaznamenaný počas zimných mesiacov. Podľa evidencie ŽSR [3,7] neboli v dotknutom úseku zaevidované spomalenia jazdných časov spojené s výskytom hustej hmly, tieto boli ojedinele evidované v iných častiach železničného uzla Bratislava.
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.
Exponované časti a objekty stavby	Výskyt hmly môže ovplyvniť predovšetkým prevádzku železničnej dopravy v území, vplyv na železničnú infraštruktúru nebol identifikovaný.
Stanovenie miery expozície projektu - súčasnosť	1 Miera expozície železničnej prevádzky voči tomuto faktoru je v súčasnosti nízka.
Stanovenie miery expozície projektu - budúcnosť	1 Keďže sa výrazné zmeny tohto klimatického ukazovateľa nepredpokladajú, nízka miera pravdepodobnosti ovplyvnenia železničnej prevádzky v súčasnosti sa budúcim vývojom klimatických charakteristík nezmení.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Výsledky analýzy expozície a vývoja hodnotených rizikových klimatických javov stanovili **významnú mieru očakávanej expozície železničnej infraštruktúry na klimatický jav „búrkové javy“**. Mierna budúca expozícia železničnej infraštruktúry bola stanovená pre klimatické faktory „silný vietor“, „vysoké teploty“, „námrazové javy“, „povodne“ a „sucho a požiare“. Tieto faktory nie sú ojedinelým úkazom v riešenom území a očakáva sa nárast ich početnosti a pravdepodobne aj zintenzívnenie ich prejavov. Extrémne hodnoty predovšetkým klimatických javov „silný vietor, „búrkové javy“ a vysoké teploty môžu ohrozovať plynulosť a bezpečnosť prevádzky spôsobením neprejazdnosti trate alebo vyvolaním poruchy a poškodením infraštruktúrneho zázemia.

Posúdenie zraniteľnosti projektu

Zraniteľnosť projektu bola vyhodnotená s využitím hodnôt citlivosti projektu na jednotlivé klimatické riziká a hodnôt pravdepodobnosti ovplyvnenia projektu klimatickými javmi. Región strednej Európy nesie všeobecné črty zmeny klímy. Oteplenie sa v nej prejavuje vo všetkých polohách a klimatických oblastiach.

		Expozícia		
		Nízka	Stredná	Vysoká
Citlivosť	Nízka	silné dažde snehové javy zosuvy hmla	vysoké teploty námrazové javy povodne sucho a požiare	
	Stredná		silný vietor	búrkové javy
	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

Obrázok 3: Matica zraniteľnosti pre stavebno-technické riešenie

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

		Expozícia		
		Nízka	Stredná	Vysoká
Citlivosť	Nízka	silné dažde snehové javy zosuvy hmla	vysoké teploty námrazové javy povodne sucho a požiare	
	Stredná		silný vietor	búrkové javy
	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

Obrázok 4: Matica zraniteľnosti pre dopravno-prevádzkové riešenie

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Zo stavebno-konštrukčného aj prevádzkového hľadiska posúdenie preukázalo **vysokú zraniteľnosť voči pôsobeniu klimatických javov „silný vietor“ a „búrkové javy“**. Z hľadiska pôsobenia silných vetrov spočíva zraniteľnosť projektu predovšetkým v možnom poškodení železničnej infraštruktúry pádom polámaných konárov stromov nachádzajúcich sa vo vrchných častiach železničného násypu priamo do koľajiska. Pri búrkových javoch spojených so sprievodnými silnými dažďami a vetrami spočíva zraniteľnosť úseku predovšetkým v možnom poškodení železničných prvkov pádom konárov a v ohrození funkčnosti technologických zariadení, resp. v zhoršení podmienok železničnej prepravy.

Strednú mieru zraniteľnosti vykazuje hodnotenie pre klimatické javy „vysoké teploty“, „námrazové javy“, „povodne“ a „sucho a požiare“. Uvedené javy môžu spôsobiť poškodenia prvkov železničnej infraštruktúry, ktoré je potrebné odstrániť s využitím doplnkovej energie a dodatkových nákladov v porovnaní so štandardnými prevádzkovými postupmi ŽSR.

Pre zvyšné klimatické javy („silné dažde“, „snehové javy“, „zosuvy“ a „hmla“) nebola zraniteľnosť projektu identifikovaná, pričom bolo zohľadnené navrhované technické riešenie

dotknutého traťového úseku, aj klimatické charakteristiky dotknutého územia, vrátane zváženia ich predpokladaného budúceho vývoja.

Vyššia miera zraniteľnosti projektu na pôsobenie uvedených klimatických javov je v prípade ich kombinácie s ďalšími javmi, napr. snehovými javmi, krupobitím, privalovými dažďami alebo námrazovými javmi. Zraniteľnosť konkrétnych stavebných objektov a prvkov je spojená s prekročením min. hodnôt ich dimenzovanej odolnosti na daný klimatický jav.

Posúdenie miery rizika

Pre rizikové klimatické javy, u ktorých bola stanovená stredná alebo vysoká zraniteľnosť, bola posúdená miera rizika vzniku nepriaznivej situácie a závažnosť jej dopadu na projekt. Miera rizika bola určená na základe pravdepodobnosti, že daná udalosť nastane, a veľkosti (závažnosti) jej potenciálneho dopadu. Pre všetky aspekty bola použitá samostatne hodnotiacia škála.

Podkladom pre vykonanie rizikovej analýzy boli údaje o navrhovanom technickom riešení a údaje zozbierané v predošlých dvoch krokoch posúdenia (predovšetkým informácie o prejavoch zmeny klímy na železničnej infraštruktúre a doterajších prejavoch klimatických charakteristík a ich pravdepodobnom vývoji).

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).

Obrázok 5: Využitá bola päťstupňová hodnotiacia škála pravdepodobnosti výskytu javu

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

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.

Obrázok 6: Škála pre hodnotenie závažnosti dôsledkov klimatických javov

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Nasledujúca tabuľka identifikovaných rizík definuje pre každý rizikový klimatický jav potenciálne riziká negatívnych prejavov na infraštruktúru posudzovanej stavby. Pre každé z identifikovaných rizík je vyhodnotená pravdepodobnosť jeho vzniku a závažnosť jeho dôsledku:

Tabuľka 12: Popis a hodnotenie rizík súvisiacich so zmenou klímy

Klimatický jav	Miera rizika		Riziko	Popis
	P	D		
Silný vietor	4	3	<ul style="list-style-type: none"> Riziko predstavujú najmä pády zlomených konárov a stromov na trať, na technologické zázemie, príp. dlhodobé výpadky el. energie. V prípade extrémnej udalosti je rizikom poškodenie objektov pôsobením silného vetra nad hodnoty. Dopravné obmedzenie (meškanie vlakov, zníženie rýchlosti...) 	<ul style="list-style-type: none"> Celý riešený úsek vedený na železničnom násype je vystavený riziku pádu stromov a konárov na trať, nakoľko je železničný násyp hojne porastený vegetáciou s prítomnosťou náletových drevín. Vyššia zraniteľnosť je v úsekoch s prítomnosťou vzrastlých drevín v hornej časti násypového telesa. Zvýšené riziko obmedzenia železničnej prevádzky vplyvom dynamického pôsobenia na koľajové vozidlá je v celom riešenom úseku vedenom na vysokom násype, resp. na mostných objektoch nad úrovňou terénu. Očakáva sa častejší výskyt silného vetra najmä v spojení s búrkovými javmi. Obnova prevádzky štandardne možná do niekoľkých hodín.
Silné dažde	3	1	<ul style="list-style-type: none"> Špecifické riziko nebolo identifikované. 	<ul style="list-style-type: none"> Riziko pôsobenia silných dažďov pre dotknutý traťový úsek nebolo identifikované, nakoľko trať je v celom úseku vedená na mostných objektoch alebo na vysokom, zastabilizovanom násype spevnenom vegetáciou. Očakáva sa vyššia frekvencia a intenzita krátkodobých intenzívnych zrážok.
Vysoké teploty	3	2	<ul style="list-style-type: none"> Zmeny smerovej alebo výškovej polohy koľajníc. Namáhanie mostných ložísk. Obmedzenie funkčnosti technických zariadení. Zvýšenie nákladov na údržbu železničného násypu. 	<ul style="list-style-type: none"> Riziko pôsobenia tohto klimatického javu je predovšetkým v bodovom ovplyvnení železničnej infraštruktúry s možnými dopadmi na plynulosť železničnej prevádzky. Zvýšené riziko ovplyvnenia železničného zvršku je v miestach narušenej stability koľaje po vykonaných opravách, citlivými sú tiež niektoré prvky oznamovacích a zabezpečovacích zariadení. Pôsobenie vysokých teplôt podnecuje rast a šírenie rastlín pozdĺž trate, čím sa zvyšujú nároky na údržbu železničného násypu aj bezprostredného okolia trate. Vyššia intenzita šírenia náletových drevín na strmých svahoch tiež môže vyvolať narušenie štruktúry svahov a zvýšiť riziko erózie. Očakáva sa zvýšenie priemernej teploty vzduchu, nárast počtu horúcich a tropických dní a častejšie a dlhšie trvajúce vlny horúčav.
Snehové javy	2	1	<ul style="list-style-type: none"> Špecifické riziko nebolo identifikované. Prevádzkové obmedzenia technologických zariadení a prípadné poškodenia stavebných objektov môžu nastať pri výskyte extrémnej snehovej pokrývky nad min. dimenzovanie objektov. 	<ul style="list-style-type: none"> Riziko pôsobenia snehových javov pre dotknutý traťový úsek nebolo identifikované vzhľadom na výškové vedenie trate a jej polohu v teplej klimatickej oblasti s ojedinelým výskytom intenzívnych snehových zrážok. Očakáva sa pokles snehovej pokrývky a častejší výskyt náhlych, epizodických snehových zrážok. Prípadné obmedzenia sú štandardne zvládnuteľné bežnými prevádzkovými úkonmi.
Námrazové javy	2	2	<ul style="list-style-type: none"> Nefunkčnosť výhybiek počas pôsobenia javu. Potreba zvýšenej údržby železničnej infraštruktúry. 	<ul style="list-style-type: none"> Pre zmiernenie rizika pôsobenia námrazy na železničnú infraštruktúru bude v rámci rekonštrukcie trate vybudovaná vrstva proti premrzaniu železničného spodku a inštalácia el. ohrevu výhybiek.

				<ul style="list-style-type: none"> • Očakáva sa nárast expozície trate námrazovým javom. • Pre prípadné nepriaznivé dôsledky námrazy pre železničnú prevádzku sú spracované príslušné predpisy ŽSR na zvládnutie vzniknutých situácií
Búrkové javy	4	3	<ul style="list-style-type: none"> • Poškodenie objektu al. zariadenia úderom blesku. • Strate elektrického napájania zariadení. • Poškodenie objektov pôsobením silného vetra nad normové hodnoty. • Poškodenie objektov pádmí konárov a stromov na trať. • Dopravné obmedzenia (meškanie vlakov, zníženie rýchlosti, výluky,...). 	<ul style="list-style-type: none"> • Búrkové javy pôsobia na celý dotknutý úsek železničnej trate. • Frekvencia a intenzita búrkových javov v území v posledných rokoch narastá. • Očakáva sa zosilnenie búrok v teplej časti roka s častejším výskytom silného vetra a privalových dažďov ako aj s nárastom rozmerov krúp a silnejšou aktivitou výbojov.
Povodne	3	1	<ul style="list-style-type: none"> • Obmedzenie výkonu stavebných prác v dôsledku zaplavenia územia vybrežením toku Morava. • Špecifické riziko pre projekte nebolo identifikované. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dotknutý traťový úsek je vedený v inundačnom území rieky Moravy v oblasti, kde vybreženie toku nie je ojedinelé. Vedenie trate v tejto lokalite uvedené javy zohľadňuje, trať je vedená na vysokom násype a v inundačnom území na mostných objektoch. Navrhované riešenia neriešia len rekonštrukciu nevyhovujúcich prvkov trate a preto zásah do spodných stavieb nie je vylúčený. • Zníženie stability železničného násypu sa vzhľadom na jeho dlhoročnú konsolidáciu a zastabilizovanie v území nepredpokladá. • Zaplavenie koľajiska v dôsledku vzniku povodňovej udalosti sa nepredpokladá vzhľadom na výškové vedenie trate na mostných objektoch v celom rizikovom úseku. • Rizikom je vyliatie rieky počas výkonu stavebných prác a ich dočasné prerušenie.
Zosuvy	2	3	<ul style="list-style-type: none"> • Špecifické riziko nebolo identifikované. 	<ul style="list-style-type: none"> • V budúcnosti sa v území prirodzené svahové deformácie neočakávajú. • Rizikom pre projekt sú svahové deformácie ako dôsledok extrémneho pôsobenia iného klimatického činiteľa (napr. pôsobením eróznej činnosti) spojené s následnou zmenou geometrickej polohy koľaje alebo zrútením železničného násypu. • Zníženie stability železničného násypu sa vzhľadom na jeho dlhoročnú konsolidáciu a zastabilizovanie v území nepredpokladá. • Očakáva sa častejší výskyt privalových dažďov, čo môže mať za následok častejším výskyt erózie pôdy a zosuvov.
Sucho a požiare	2	2	<ul style="list-style-type: none"> • Špecifické riziko nebolo identifikované. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zraniteľnosť projektu je spojená s poškodeniami infraštruktúry v dôsledku vzniku požiarov suchých porastov pozdĺž trate. • Očakáva sa nárast priemernej teploty vzduchu a častejší a dlhšie trvajúci výskyt suchých období. • Hasičskú reakciu je možné operatívne zabezpečiť.

Hmly	2	1	<ul style="list-style-type: none"> Špecifické riziko nebolo identifikované. 	<ul style="list-style-type: none"> Zraniteľnosť projektu sa týka prevádzky na železničnej trati, ktorú môže ovplyvňovať zníženie dohľadnosti. Neočakávajú sa významné zmeny vo frekvencii výskytu javu.
------	---	---	--------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Výsledná miera identifikovaného rizika bola určená komparáciou získaných hodnôt pravdepodobnosti výskytu rizikovej udalosti a závažnosti jej dopadu.

		Závažnosť dôsledku klimatického javu				
		zanedbateľný	malý	mierny	závažný	katastrofický
Pravdepodobnosť	vzácná		Hmly			
	nepravdepodobná	Snehové javy	Námrazové javy Sucho a požiare	Zosuvy		
	mierna	Silné dažde Povodne	Vysoké teploty			
	pravdepodobná			Silné vetry Búrkové javy		
	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				

Obrázok 7: Výsledná matica rizík

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Riziková analýza identifikovala **veľké riziko pre pôsobenie klimatického javu „silný vietor“ a „búrkové javy“**. Stredné riziko bolo identifikované pre javy „vysoké teploty“ a „zosuvy“. V dôsledku zmeny klímy bude vyššia frekvencia vzniku týchto prírodných rizík a očakávajú sa tiež vyššie intenzity pôsobenia rizikových faktorov ovplyvňujúcich stavebno-technické riešenie i dopravnú prevádzku.

Uvedené klimatické javy môžu priamo poškodiť niektoré prvky železničnej infraštruktúry alebo nepriaznivo ovplyvniť železničnú prevádzku na dotknutom traťovom úseku. Predikované dopady a obmedzenia je možné zmierniť zapracovaním vhodných adaptačných opatrení priamo do technického návrhu, prípadne štandardnými procesmi alebo krízovým riadením železničnej prevádzky. Nie je ich však možné úplne eliminovať, nakoľko nie je vylúčené ich extrémne pôsobenie mimo predikovaných hodnôt.

Pre ostatné zvažované klimatické javy bolo identifikované len nízke riziko pôsobenia na projekt. Ich prejavy a dôsledky si štandardne vyžadujú len krátkodobé prevádzkové obmedzenia, resp. opatrenia spojené s výkonom štandardnej prevádzky a bežnej údržby.

Návrh adaptačných opatrení

Už v rámci technických riešení sa uvažujú viaceré štandardné opatrenia, ako napríklad obnova železničného zvršku a spodku, zriadenie odvodnenia železničného spodku, ktoré prispejú k zvýšeniu odolnosti dotknutého traťového úseku voči rizikovým klimatickým javom.

Najvýraznejší rozdiel variantu „bez projektu“ a variantov 1, 2 a 3 spočíva v návrhu samotnej elektrifikácie trate, ktorý je významný z pohľadu mitigácie klimatickej zmeny v riešenom území.

V dôsledku elektrifikácie železničnej trate sa lokálne zníži podiel vypúšťaných emisií skleníkových plynov v úseku vedenia železničnej trate náhradou motorových vlakových súprav elektrickými (avšak v prípade globálneho pohľadu treba brať do úvahy aj potrebu výroby samotnej el. energie využívanéj pre elektrickú trakciu). Skvalitnením železničnej dopravy sa zvýši jej atraktivita s následným možným zvýšením podielu cestujúcej verejnosti, čím sa podporí verejná hromadná doprava voči individuálnej automobilovej doprave a znížia sa nepriaznivé vplyvy dopravy na životné prostredie vrátane podielu vypúšťaných výfukových plynov do ovzdušia.

Pre klimatické javy „silné dažde“, „snehové javy“, „námrazové javy“, „povodne“, „sucho a požiare“ a „hmla“ nie sú navrhované žiadne adaptačné opatrenia technického charakteru nad rámec aktuálneho rozsahu projektu. Pre klimatický jav „povodne“ sú vzhľadom na polohu trate v inundačnom území rieky Morava navrhované opatrenia pre fázu výkonu stavebných prác.

V tabuľke nižšie sú sumarizované doplnujúce navrhované opatrenia pre klimatické javy „silné vetry“, „búrkové javy“, „vysoké teploty“ a „zosuvy“, ktoré boli vyhodnotené ako javy s vysokým, príp. stredným rizikom pôsobenia na projekt.

Tabuľka 13: Navrhované adaptačné opatrenia

Rizikový klimatický jav	Navrhované adaptačné opatrenia
Silné vetry	<ul style="list-style-type: none"> • Zabezpečiť spracovanie stavebnotechnických posúdení dotknutých mostných objektov vrátane statických zaťažovacích skúšok pre poznanie ich aktuálneho stavu a návrh rekonštrukcie prispôbiť ich požiadavkám na zabezpečenie dostatočnej stability a odolnosti mostov. • Počas prevádzky zabezpečiť pravidelnú údržbu vzrastlých stromov nachádzajúcich sa v bezprostrednej blízkosti železničnej trate v hornej časti násypu.
Búrkové javy	<ul style="list-style-type: none"> • Odolnosť prípadných inštalovaných technologických zariadení voči prepätiam rôznych druhov zvýšiť použitím prepäťových ochrán v zmysle odporúčaní, predpisov a nariadení výrobcu. • Ochranu elektrických zariadení proti atmosférickým vplyvom zabezpečiť inštaláciou bleskozvodov a prepäťových ochrán v zmysle platných noriem. • Bezpečnosť železničnej prevádzky zaistiť záložnými zdrojmi el. energie pre prípad krátkodobých výpadkov el. energie.
Vysoké teploty	<ul style="list-style-type: none"> • Preveriť odolnosť dotknutých mostných objektov z hľadiska ich zaťaženia účinkami teploty v zmysle platných noriem. • Pri osádzaní bezstykovej koľaje postupovať podľa odporúčaných postupov. • V prípade potreby pri vysokých teplotách vykonávať prehliadky trate.
Zosuvy	<ul style="list-style-type: none"> • V rámci projektovej prípravy zabezpečiť spracovanie inžinierskogeologického a hydrogeologického posúdenia a potrebné rekonštrukčné práce navrhnuť v súlade s ich závermi zohľadňujúc špecifiká dotknutého územia.
Povodne	<ul style="list-style-type: none"> • Zabezpečiť spracovanie povodňového plánu zabezpečovacích prác zhotoviteľa stavby podľa zákona č. 7/2010 Z. z. a vyhlášky MŽP SR č. 261/2010 Z. z., ktorý bude obsahovať povinnosti zhotoviteľa stavby pri ochrane pred povodňami a pri predchádzaní nepriaznivým účinkom stavby na vodný tok alebo na inundačné územie v čase povodní. • Počas realizácie stavebných prác vykonávať pravidelnú kontrolu vodného stavu rieky Morava v dotknutom rkm.

Zdroj: REMING CONSULT, a. s., 2021. Posúdenie rizík súvisiacich so zmenou klímy pre projekt „Komplexná rekonštrukcia mostného objektu v žkm 37,910 trate št. hr. (Marchegg) – Devínska Nová Ves, TÚ 2805, DÚ 02, št. hr. OBB Devínska Nová Ves“.

Záver

Predmetom klimatického posúdenia je posúdenie rizík riešeného traťového úseku ŽST Devínska Nová Ves – Marchegg, št. hr. v súvislosti s dopadmi zmeny klímy. Posúdenie bolo vykonané v predprojektovom štádiu uvažovanej rekonštrukcie vo forme generalizovaného posúdenia. Zvážená bola citlivosť projektu na pôsobenie rizikových klimatických javov, expozícia projektu ich pôsobeniu a tiež jeho celková zraniteľnosť. Identifikované boli potenciálne riziká, ktoré môžu spôsobiť zmeny alebo poškodenia stavebno-technického riešenia projektu a vyvolať obmedzenia železničnej prevádzky na danom traťovom úseku. Záverom boli stanovené viaceré doplňujúce požiadavky a odporúčania pre jeho ďalšiu prípravu, resp. opatrenia, ktoré je možné do návrhu projektu zapracovať.

Vykonaným posúdením boli identifikované ako vysoko rizikové klimatické javy „silný vietor“ a „búrkové javy“. Vzhľadom na narastajúcu frekvenciu ich výskytu a intenzitu ich pôsobenia boli zvážené riziká poškodenia železničnej infraštruktúry (pádmi konárov a stromov na trať, priamymi zásahmi elektrickými výbojmi, výpadkami napájania elektrických zariadení a pod.) a tiež prevádzkové obmedzenia (zníženie rýchlosti prejazdov, dopravné výluky), ktoré sa môžu vyskytnúť nad rámec bežných udalostí. Navrhovanými adaptačnými opatreniami sú ich negatívne dôsledky možné čiastočne obmedziť, nie je ich však možné úplne eliminovať, nakoľko pôsobia na celú infraštruktúru vystavenú poveternostným podmienkam a nie je vylúčené ich extrémne pôsobenie mimo predikovaných hodnôt.

Neurčitosti a nedostatky hodnotenia

Predložené klimatické posúdenie sa opiera o získané dáta a dostupné podklady, ktoré sú bližšie uvedené pri jednotlivých krokoch posúdenia v jednotlivých kapitolách. Očakávaný vývoj klimatických charakteristík vychádzal predovšetkým z modelových scenárov pre Slovenskú republiku (Stratégii adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy, 2018 a Národnej správe SR o zmene klímy, 2017), pre dotknutý región (Katalóg adaptačných opatrení miest a obcí Bratislavského samosprávneho kraja na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy, 2016) a pre mesto Bratislava (Stratégia adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hlavného mesta SR Bratislavy, 2014). Vykonané hodnotenie je možné považovať za dostatočné a výpovedné pre aktuálny stupeň prípravy projektu. Identifikované stavebno-technické a prevádzkové riziká projektu vrátane odporúčaní doplňujúcich informácií a opatrení pre ďalší stupeň projektovej prípravy je možné využiť ako východisko pre detailný návrh technického riešenia stavby v ďalšom stupni jej prípravy.

Použité zdroje

- [1] Štatistická ročenka hlavného mesta SR Bratislavy, ŠÚ SR, 2016 – 2020.
- [2] Klimatický atlas SR, SHMÚ, 2015
- [3] ŽSR, 1999 – 2018. Prehľady o situácii na sieti ŽSR, Mimoriadne udalosti a poruchy na trati. Hlásenia mimoriadnych udalostí. GR ŽSR.
- [4] SHMÚ, 2021. Údaje pre posúdenie rizík pre oblasť Devínska Nová Ves – štátna hranica SR/ČR – časť 1. Bratislava: SHMÚ, 19.02.2021.
- [5] www.shmu.sk, 2021
- [6] Atlas hodnotenia zraniteľnosti a rizík nepriaznivých dôsledkov zmeny klímy na území hlavného mesta SR Bratislavy, 2020.
- [7] Mimoriadne klimatické udalosti zaznamenané pre oblasť pôsobnosti EE, OZT v úseku IV. koridoru Bratislava hl. st. – Kúty – Lanžhot CZ, úseku trate Devínska Nová Ves (mimo) – Kúty – Lanžhot CZ, ŽSR, 2016
- [8] MŽP SR, 2018: Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy – aktualizácia. Bratislava: MŽP SR.
- [9] MŽP SR, 2017. The Seventh National Communication of the Slovak Republic on Climate Change. Bratislava, 228s.
- [10] Karpatský rozvojový inštitút, 2016. Katalóg adaptačných opatrení miest a obcí Bratislavského samosprávneho kraja na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy
- [11] Bratislava, 2014: Stratégia adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hlavného mesta SR Bratislavy.
- [12] Bratislava, 2017: Akčný plán adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy na roky 2017 – 2020.
- [13] SHMÚ, 2021. Údaje pre posúdenie rizík pre oblasť Devínska Nová Ves – štátna hranica SR/ČR – časť 2. Bratislava: SHMÚ, 25.02.2021.
- [14] MŽP SR, 2015. Plán manažmentu povodňového rizika čiastkového povodia Moravy.
- [15] MŽP SR, 2018. Predbežné hodnotenie povodňového rizika v čiastkovom povodí Moravy – aktualizácia 2018.
- [16] Register svahových deformácií, ŠGÚDŠ, 2021
- [17] ForestPortal, Lesy SR, 2021
- [18] MŽP SR, 2014: Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy. Bratislava: MŽP SR.