

Doplňující údaje:

0	2/2019	1.vydání	Mgr. Reichlová	Mgr. Polášek	Mgr. Veselá	RNDr.Bosák, MBA
			v.r.	v.r.	v.r.	v.r.
Rev.	Datum	Popis	Vypracoval	Kreslil/psal	Kontroloval	Schválil

Objednatel:

MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
Legionářská 1085/8
Olomouc 779 00

Souprava:

Zhotovitel:

Ecological Consulting a.s.
Na Střelnici 48, 779 00 Olomouc
tel: 585 203 166, fax: 585 203 169
e-mail: ecological@ecological.cz



Projekt:

**„Studie proveditelnosti Modernizace trati Olomouc
- Prostějov - Nezamyslice“**

KÚ: Olomoucký kraj

ORP: Olomouc, Prostějov

Číslo

projektu:

310/17143

VP (HIP):

Mgr. Reichlová

Stupeň:

SP

Datum:

2/2019

Obsah:

Archiv:

Formát:

Měřítko:

Studie vyhodnocení vlivů na klima

Část:

-

Příloha:

-

Objednatel: MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.

Legionářská 1085/8

Olomouc 779 00

IČ: 646 10 357

DIČ: CZ64610357

Zpracovatel: Ecological Consulting a.s.

Na Střelnici 48, 779 00 Olomouc, tel. 585 203 166

e-mail: ecological@ecological.cz; www.ecological.cz

únor 2019

Mgr. Petra Reichlová

prvotní dokumentace je uložena v archivu objednatele.

Rozdělovník:

1x digitální verze:

MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.

Legionářská 1085/8

Olomouc 779 00

1. digitální verze:

Ecological Consulting a.s.,

Na Střelnici 48, 779 00 Olomouc

Řešitelský kolektiv:

Mgr. Petra Reichlová - vyhodnocení vlivů na klima

Ecological Consulting a.s., Na Střelnici 48, 779 00 Olomouc, tel. 585 203 166

Mgr. Rudolf Polášek - vyhodnocení vlivů na klima

Ecological Consulting a.s., Na Střelnici 48, 779 00 Olomouc, tel. 585 203 166

OBSAH

1. STRATEGICKÝ RÁMEC POSUZOVÁNÍ VLIVŮ NA KLIMA	6
1.1. Řešení klimatické změny na mezinárodní úrovni.....	6
1.2. Strategie na úrovni ČR.....	7
1.3. Zohlednění klimatických změn při plánování infrastrukturních projektů	7
2. ZMĚNA KLIMATU V ČR.....	9
2.1. Vývoj.....	9
2.2. Předpokládaný budoucí vývoj	13
2.3. Meteorologické jevy doprovázející klimatickou změnu	16
2.5. Klima zájmové oblasti	21
3. VYHODNOCENÍ VLIVŮ NA KLIMA - ADAPTACE.....	22
3.1. Analýza expozice oblasti.....	22
3.2. Analýza zranitelnosti	29
3.3. Hodnocení rizik vyplývajících z klimatické změny.....	31
3.4. Adaptační opatření.....	34
4. VYHODNOCENÍ VLIVŮ NA KLIMA - MITIGACE	37
4.1. Uhlíková stopa	38
4.2. Zmírňující opatření	39
5. POROVNÁNÍ VARIANT ŘEŠENÍ ZÁMĚRU	40
6. OPATŘENÍ	42
7. ZÁVĚR	43
SEZNAM ZKRATEK	45
SEZNAM VYBRANÝCH PODKLADOVÝCH MATERIÁLŮ	45

ÚVOD

Předkládané vyhodnocení bylo zpracováno jako podklad pro studii proveditelnosti. Rozsah záměru, umístění a technické parametry jsou stručně popsány v úvodních částech. Podrobněji jsou uvedeny v textové části zmíněné studie proveditelnosti.

Předmětem studie proveditelnosti „Modernizace trati Olomouc – Prostějov – Nezamyslice“ je porovnání celkem sedmi variant:

- **Varianta 0 Bez projektu** - Na trati nebudou v hodnoceném období provedeny žádné investice mimo drobné investice vyvolané dožitím zařízení, které nebude možné nahradit formou oprav a údržby.
- **Varianta 2 Optimalizace** - Investiční opatření pro maximalizaci traťové rychlosti převážně na stávajícím tělese dráhy až do hodnoty 160 km/h, odstranění většiny propadů traťové rychlosti na méně než 100 km/h, zdvoukolejnění částí trati dle potřeb doložených dopravní technologií.
- **Varianta 3 Modernizace** - Investiční opatření pro dosažení souvisle využitelné traťové rychlosti 120-160 km/h, zdvoukolejnění tratě nebo její převážné části.

Posuzované varianty na základě požadavku dopracování a prověření kombinace variant Optimalizace a nových spojek:

- **Varianta 5 Optimalizace + G** - vychází z varianty Optimalizace a doplňuje nové propojení tzv. „grygovskou spojkou“ ze stanice Blatec na trať III. TŽK. Ve směru Olomouc mimoúrovňové napojení, ve směru Přerov úrovňové napojení do stanice Grygov
- **Varianta 6 Optimalizace + N** - vychází z varianty Optimalizace a doplňuje nové propojení tzv. „němčickou spojkou“ na trať Brno - Přerov, napojení úrovňové.

1. Strategický rámec posuzování vlivů na klima

1.1. Řešení klimatické změny na mezinárodní úrovni

Problematicke změně klimatu v širším měřítku a nutnosti jeho ochrany se věnuje pozornost přibližně od 80. let. Na základě dalších jednání byla v roce 1992 přijata Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (dále jen „Úmluva“). Jednalo se o první celosvětovou dohodu směřující ke stabilizaci koncentrací skleníkových plynů v atmosféře na takové úrovni, která by zabránila nebezpečné interferenci antropogenních vlivů s klimatickým systémem. Úmluva vyzývá smluvní strany k předběžnému zajištění opatření k předvídání, prevenci či minimalizaci příčin vedoucích ke změně klimatu a tím zmírnění jejich nepříznivých účinků. Prvopočáteční jednání smluvních stran Úmluvy směřovala zejména k redukci skleníkových plynů - v roce 1997 byl přijat tzv. Kjótský protokol s cílem snížení celkových globálních skleníkových emisí. Společná formulace cílů k zajištění zmírňujících opatření a podpory výzkumu v oblasti klimatických změn a jejich dopadů byla jasněji předložena v roce 2006 a vyústila ke schválení tzv. Cancúnského adaptačního rámce v roce 2010.

Jedním z nejdůležitějších mezinárodních orgánů věnujících se problematice změny klimatu je Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC). Jedná se o seskupení vědců z celého světa zabývající se zejména poznáním podstaty změny klimatu a hodnocením jejich environmentálních a sociálních důsledků. Panel byl založen v roce 1988 z iniciativy Generálního shromáždění OSN ve spolupráci se Světovou meteorologickou organizací (WMO) a Environmentálním programem spojených národů (UNEP) z důvodu potřeby objektivního hodnocení problému změny klimatu. IPCC pravidelně připravuje hodnotící zprávy, technické a speciální zprávy, které se věnují jednotlivým klíčovým problémům z oblasti změny klimatu. V letech 2013 a 2014 byly postupně zveřejněny jednotlivé části Páté hodnotící zprávy. Materiál poskytuje nejnovější informace o vědeckých, technických a sociálně-ekonomických aspektech změny klimatu.

Odpovídajícím způsobem v reakci na mezinárodní jednání byly přijaty politiky a strategie na úrovni EU. Z hlediska snižování emisí skleníkových plynů byl v návaznosti na klimaticko-energetický balíček z roku 2008 přijat v roce 2014 nový Rámec politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030, který stanovuje především cíl domácího snížení emisí skleníkových plynů EU do roku 2030 o 40 % oproti roku 1990. V reakci na řešení dopadů klimatu, zranitelnosti systémů a z toho vyplývajících nezbytných adaptačních opatření byla nejprve

vytvořena internetová informační databáze (tzv. Climate-ADAPT - <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>) a v roce 2013 byla zveřejněna strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu společně s rozsáhlou dopadovou studií a několika průvodními dokumenty. Strategie stanoví rámec a mechanismy ke zlepšení připravenosti EU a koordinace adaptačních opatření reagující na současné a předpokládané klimatické změny. Cíle strategie podpořené 8 akčními body směřují k implementaci adaptačních opatření do strategií a politik od úrovně lokální po národní s cílem koordinace aktivit napříč dotčenými sektory, k vhodnému nastavení finančního sektoru (jak oblast dotačních programů, tak bankovní produkty) a zlepšení a doplnění znalostní základny od výzkumných aktivit po přípravu metodik a technických standardů.

1.2. Strategie na úrovni ČR

V souladu s mezinárodními závazky je v České republice v současnosti hlavním výchozím dokumentem Národní program na zmírnění dopadů změny klimatu v České republice, který byl přijat v roce 2004. Na národní úrovni byla dne 22. března 2017 přijata Politika ochrany klimatu v České republice, která obsahuje cíle a opatření na snižování emisí skleníkových plynů. Politika reaguje na odborné poznatky v oblasti vývoje klimatu a představuje dlouhodobou strategii ke snižování emisí skleníkových plynů, jejíž součástí je analýza a návrh možností dostatečné a nákladově efektivní redukce emisí skleníkových plynů v podmínkách ČR.

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR byla přijata v roce 2015 a zpracovává strategický rámec zaměřený na jednotlivé socio-ekonomické sektory a jejich účinné vyrovnaní se s následky dopadů klimatické změny. Jako implementační dokument Strategie byl dne 16. ledna 2017 schválen Národní akční plán adaptace na změnu klimatu.

1.3. Zohlednění klimatických změn při plánování infrastrukturních projektů

Při plánování velkých infrastrukturních projektů je nezbytné zohlednit klimatické změny, jak z hlediska příčin klimatických změn, tj. zvyšování koncentrace skleníkových plynů, tak z pohledu dopadů klimatických změn, které způsobují větší zranitelnost a menší odolnost infrastruktury, čímž se zvyšují celkové náklady o náklady na odstranění a řešení způsobených škod.

Adaptační opatření

Opatření přizpůsobení se změně klimatu reagují na negativní dopady klimatické změny (např. zvýšené riziko povodní) na prvky infrastruktury a jejich cílem je zajištění jejich vyšší odolnosti

vůči těmto negativním jevům. Jejich návrh vychází z vyhodnocení zranitelnosti a analýzy rizika.

Preventivní činnost má jasné hospodářské, environmentální a sociální přínosy díky předvídání potenciálních dopadů a minimalizaci hrozeb pro ekosystémy, lidské zdraví, ekonomiku a infrastrukturu. Při návrhu adaptačních opatření je třeba jednoznačně vyhodnotit jejich skutečný přínos. Některé činnosti v oblasti přizpůsobení mohou naopak zranitelnost zvýšit, místo aby ji snížily. Mezi příklady takového „nesprávného přizpůsobení“ patří např. infrastruktura na ochranu před povodněmi, která může narušit přirozenou dynamickou povahu říčních systémů, nebo technologie chlazení nebo zásobování vodou, které mohou zvýšit spotřebu energie.

Zmírňující (mitigační) opatření

Cílem zmírňujících opatření je přispět k utlumení průběhu klimatické změny a jejich předmětem je proto hledání možností ke snížení emisí skleníkových plynů. K tomu se obvykle využívá kvantifikace emisí skleníkových plynů a integrace do analýzy nákladů a přínosů.

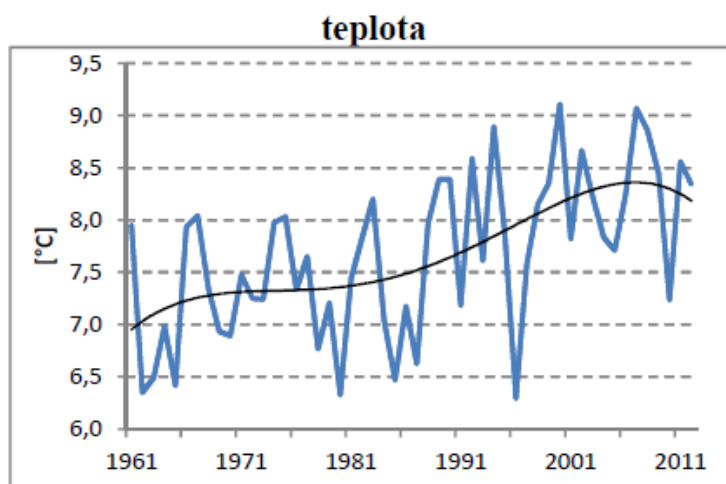
2. Změna klimatu v ČR

2.1. Vývoj

K popisu trendu teplotního a srážkového režimu na území ČR se využívají časové řady, které jsou k dispozici od roku 1961 a reflektují měření z celé staniční sítě ČR. Měření a vyhodnocování výsledků z měřicích stanic na území ČR se zabývá Český hydrometeorologický úřad (dále jen ČHMÚ).

Teploty

U průměrných ročních teplot dochází na území ČR k výrazným meziročním změnám, což dokládá Obr. 1, ze kterého je rovněž patrný trend postupného nárůstu průměrné roční teploty o přibližně 0,3 °C/10 let. S výjimkou podzimu nejsou rozdíly mezi ostatními částmi roku výrazné – vyšší trend nárůstu je patrný v létě; na podzim je však trend zvyšování průměrné teploty v porovnání s ostatními částmi roku přibližně třetinový. V létě se rychleji otepluje Morava, v zimě a na jaře naopak Čechy (rozdíly mezi Čechami a Moravou nepřesahují změny teploty o více než 0,05 °C/10 let a téměř se vyrovnávají na podzim). Nejteplejšími oblastmi na území ČR s průměrnou roční teplotou představují lokality Dolnomoravský, Hornomoravský a Dyjsko-Svratecký úval, Polabí, Poohří a území hlavního města Prahy. V těchto oblastech se průměrná roční teplota pohybuje nad hodnotou 9 °C. V případě území hlavního města Prahy lze původ takto vysokých průměrných ročních teplot hledat v jevu, který bývá označován jako tzv. tepelný ostrov města. Nejnížší průměrné roční teploty jsou zpravidla zaznamenávány v horských oblastech např. Jeseníky, Krkonoše, Jizerské hory apod. Z hlediska ročního chodu teplot se z dlouhodobého hlediska jeví jako nejchladnější měsíc leden a jako nejteplejší měsíc červenec.



Obr. 1: Průběh průměrných ročních teplot (°C) v ČR v období 1961 – 2012 (Zdroj: ČHMÚ)

Průměrná roční teplota se v posledních dvou desetiletích zvýšila o 0,8 °C, největší změny byly zaznamenány v červenci a srpnu, nejnižší v období září až listopad, průměrné prosincové teploty v období 1991 – 2010 dokonce poklesly o 0,3 °C. V zimních měsících jsou výkyvy průměrných teplot výraznější, v letních měsících nižší.

Tabulka 1 Změny průměrných teplot (°C) mezi obdobími 1961 – 1990 a 1991 – 2010 (Zdroj: ČHMÚ)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Teplota (°C)	1,1	0,7	0,5	1,2	1,4	1,3	1,6	1,7	0,3	0,0	0,2	-0,3	0,8

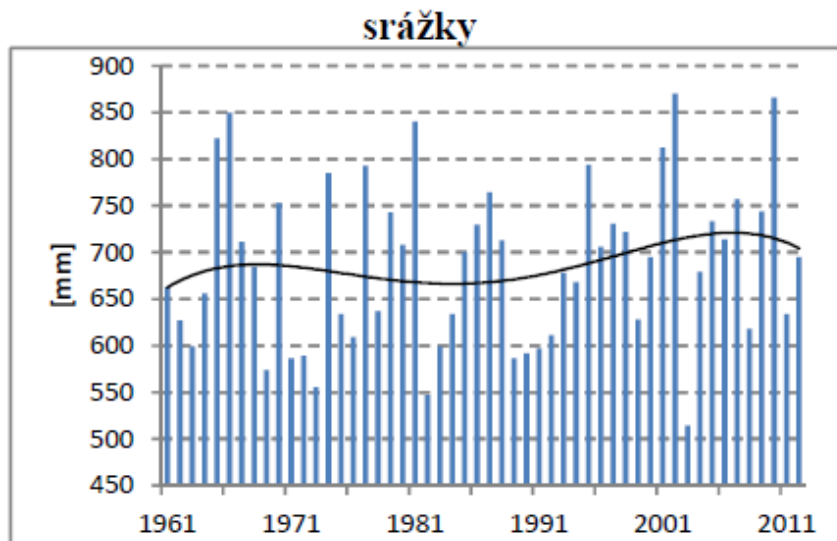
V souvislosti se změnou teplotního režimu dochází rovněž k postupnému zvyšování průměrného počtu dní s vysokými teplotami a ke snižování průměrného počtu dní s nízkými teplotami. Průměrný počet letních dní ($T_{\text{MAX}} \geq 25$ °C) během roku na celém území ČR se v období 1991 – 2010 oproti období 1961 – 1990 zvýšil o 12, tropických dní ($T_{\text{MAX}} \geq 30$ °C) o 6; naopak došlo k poklesu průměrného počtu mrazových dní ($T_{\text{MIN}} < 0$ °C) o 6 a ledových dní ($T_{\text{MAX}} < 0$ °C) o 1 den (MŽP, 2015). Změny maximálních denních teplot, počtů dní s extrémními teplotami a střídání extrémně teplých, resp. chladných období jsou zejména v letním období statisticky významná.

Srážky

Průměrný roční úhrn srážek se na většině území ČR pohybuje okolo hodnoty 700 mm. Nicméně na řadě míst dochází k rozdílným průměrným ročním úhrnům srážek oproti zbytku území ČR. Těmito oblastmi jsou nejsušší místa a naopak nejchladnější místa na našem území. Místa, na kterých dochází k srážkovému deficitu, jsou oblasti pánví např. Žatecká a také oblast Jižní Moravy, kde se průměrný roční úhrn srážek pohybuje okolo 500 mm. Na druhou stranu srážkově nejbohatší oblasti v ČR představují hřebeny nejvyšších hor, kde hodnota průměrného ročního úhrnu srážek činí na řadě míst i více než 1200 mm. Pro roční chod srážek hraje nejvýznamnější roli poloha lokality, na základě které se roční chod srážek liší. V nižších nadmořských výškách převládá roční chod srážek s maximem srážek v období léta a naopak s minimem srážek v období zimy. Naopak v oblastech s vyšší nadmořskou výškou (horské oblasti) dochází k nárůstu srážek v období podzimu a zimy.

Průběh průměrných ročních srážek je na území ČR značně proměnlivý, proto se nelze zcela spoléhat na výsledky z předchozích let, jelikož mezi jednotlivými roky neexistuje žádná

souvislost a nelze předem odhadnout, jaké množství srážek připadne na následující rok. Vzhledem k výrazné meziroční proměnlivosti srážkových úhrnů jsou jejich podobné změny statisticky zcela nevýznamné. Typickým příkladem demonstrující meziroční proměnlivost v rámci srážkových úhrnů představuje období mezi lety 2002 až 2003, kdy v roce 2002 byl zaznamenán nejvyšší roční úhrn srážek v hodnoceném období, ale již v následujícím roce 2003 byl roční úhrn srážek zcela nejnižší viz Obr. 2 (MŽP, 2015).



Obr. 2: Průběh průměrných ročních srážkových úhrnů (mm) v ČR v období 1961 - 2012 (Zdroj: ČHMÚ)

V posledních dvou desetiletích lze pozorovat nevýrazný nárůst ročních srážkových úhrnů. Jarní úbytky srážek jsou vyrovnávány nárůstem úhrnů v letním období, převážně z přívalemých srážek. Průměrný roční srážkový úhrn v období 1991 – 2010 je o přibližně 5 % vyšší než v normálovém období 1961 – 1990.

Tabulka 2 Změny průměrných srážkových úhrnů (mm) mezi obdobími 1961 – 1990 a 1991 – 2010 (Zdroj: ČHMÚ)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Srážky (podíl)	1,03	1,02	1,31	0,87	0,94	0,97	1,19	1,02	1,14	1,09	1,03	1,04	1,05
Srážky (%)	+3	+2	+31	-13	-6	-3	+19	+2	+14	+9	+3	+4	+5

Na našem území nedochází ke statisticky významným změnám v průměrných počtech dní se srážkovými úhrny nad určitou hranicí. Srážkové dny s úhrny srážek ≥ 5 mm a ≥ 10 mm se vyskytují v ČR v průběhu celého roku a jejich měsíční počty odpovídají ročnímu chodu srážek

– nejčastější výskyty jsou zaznamenány v létě, nejnižší v zimě. U úhrnu srážek nad 10 mm byla prokázána závislost na nadmořské výšce, přičemž nejmenší počet těchto dní byl zaznamenán v oblasti dolní Ohře, kde bylo v průměru zaznamenáno méně než 12 takových dní, naopak největší počet dní cca 32 připadá na oblast hřebenů Krkonoš a Šumavy.

Dny se srážkovým úhrnem ≥ 20 mm se vyskytují převážně v teplé polovině roku, jejich výskyt v chladném období je méně četný. Lokality s nejnižším počtem dnů se srážkovým úhrnem nad 20 mm je opět oblast Ohře a také Plzeňsko, naopak nejvíce dnů lze identifikovat na hřebenech Krkonoš a Šumavy s počtem okolo 12 dní v roce.

Dny se srážkovým úhrnem ≥ 30 mm se vyskytuje převážně v teplé polovině roku, přičemž výskyt v zimních měsících je možný, ale spíše velice ojedinělý. Geografické rozložení těchto srážkových úhrnů nad 30 mm je obdobné s předchozími výše uvedenými příklady. Avšak četnost je nižší, pro oblasti s nejnižším výskytem je to méně než 1 den za rok a pro oblasti s nejvyšším výskytem přibližně 4 dny v roce (MŽP, 2015).

Z porovnání hodnot průměrného počtu dní se srážkovými úhrny nad určitou hranicí a jejich změny mezi oběma obdobími viz Tab. 2 vyplývá, že v jejich vývoji nedošlo během posledních padesáti let k žádným statisticky významným změnám. Prvotní příčinou je, že výrazné srážkové situace doprovázené silnými (často přívalovými) srážkami jsou vzhledem k topografii terénu časově i plošně značně nehomogenní a ne vždy mohou být podchyceny měřeními v síti měřících stanic. Přesto však radarové odrazy potvrzují, že se četnost výskytu přívalových srážek v posledních dvou desetiletích zvyšuje. V posledních letech se rovněž zvýšila četnost projevů extrémního počasí (MŽP, 2015).

Rychlost větru

Rychlost větru je prostorově a geograficky velice proměnlivá charakteristika. Měření rychlosti větru a následné zpracování dat na území ČR připadá pod činnost ČHMÚ. Čidla na měření rychlosti větru jsou standardně umístěna ve výšce 10 metrů nad zemským povrchem. Průměrná roční rychlost větru se pohybuje na území ČR v rozmezí 2 až 4 m/s, kde významnou roli a vliv na sílu prodělení představuje orografie našeho území. Nejnižší rychlosti větru bývají zpravidla zaznamenávány v údolních oblastech vodních toků a v pánevních oblastech jižních a jihozápadních Čech. Oproti tomu největší hodnoty rychlosti větru byly zaznamenány ve vyšších polohách nad 1000 m n. m. např. Jeseníky, Krkonoše a také při nadmořských výškách nad 850 metrů, což jsou pro představu Krušné hory a Středohoří (Tolasz a kol., 2007).

2.2. Předpokládaný budoucí vývoj

Pro vyhodnocení vlivů změn klimatu na plánovaný projekt je třeba pracovat i s předpokládaným budoucím vývojem klimatu. K odhadu vývoje klimatu v ČR se využívá regionální klimatický model ALADIN-CLIMATE/CZ (ČHMÚ). Je třeba upozornit, že se nejedná o predikci, ale možný odhad, který pracuje s možnými scénáři budoucího vývoje, které model zatěžují určitou mírou nejistoty. Model pracuje s krátkodobým obdobím pro vývoj klimatu v ČR - 2010 – 2039, a dlouhodobým obdobím pro roky 2040 – 2069. Vzhledem ke skutečnosti, že předpokládaná životnost stavby je více než 30 let, je vhodné uvažovat oba scénáře.

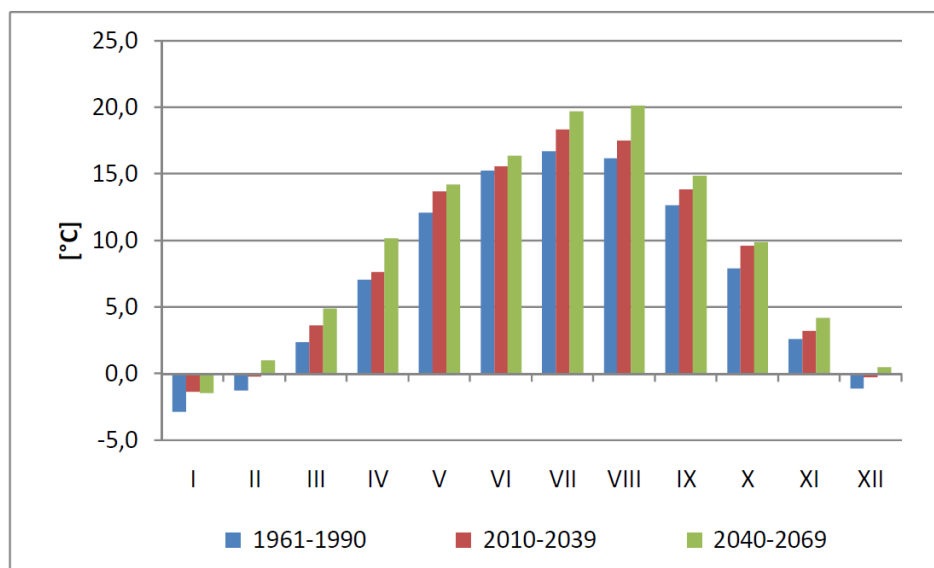
Průměrné roční teploty

V krátkodobém časovém výhledu se průměrná roční teplota vzduchu na našem území zvýší cca o 1,1 °C, oteplení v létě a zimě je jen o něco menší než na jaře a na podzim viz tabulka 3.

Tabulka 3 Změny průměrné sezónní teploty v krátkodobém období (2010-2039) v porovnání s referenčním obdobím 1961 – 1990 dle simulace regionálního klimatického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ (Zdroj: ČHMÚ)

	jaro	léto	podzim	zima	rok
Teplota [°C]	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1

Patrné je systematické zvýšení teplot na celém území ČR relativně málo proměnlivé v prostoru, přičemž Olomoucký kraj leží v oblasti, pro kterou se předpokládá zvýšení průměrné roční teploty o 1,2 – 1,3 °C. Podobně jako změny průměrných teplot se budou zřejmě měnit i maximální a minimální teploty. Maxima teplot budou mít tendenci ke zřetelnějšímu zvyšování v zimě a v létě, minima zejména v létě, částečně i na podzim a v zimě.



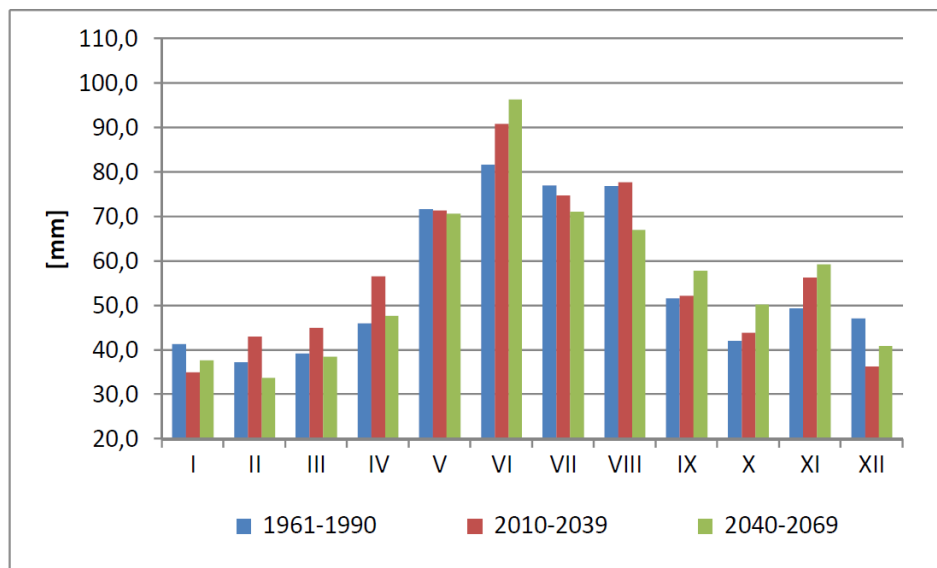
Obr. 3: Průměrná měsíční teplota vzduchu (°C) na území ČR v referenčním období 1961 – 1990 a ve scénářových obdobích 2010 – 2039 a 2040 – 2069 (Zdroj: ČHMÚ)

V období 2040 – 2069 je simulované oteplení již výraznější, nejvíce se zvýší teploty vzduchu v létě (o 2,7 °C), nejméně v zimě (o 1,8 °C). Za zmínku stojí zvýšení teplot v srpnu o téměř 3,9 °C. V jednotlivých gridových bodech ČR se oteplení může na jaře a v létě pohybovat od 2,3 °C po 3,2 °C, na podzim od 1,7 °C po 2,1 °C a v zimě od 1,5 °C po 2,0 °C. Pro toto období je již zřetelnější prostorové rozrůznění změn, pro Olomoucký kraj se zvýšení průměrné roční teploty dá předpokládat v rozmezí 1,8 – 2,7 °C.

Simulace dále naznačují, že se změnou teploty se změní i některé související teplotní charakteristiky. V letním období tak lze očekávat mírný nárůst četnosti výskytu letních a tropických dní či tropických nocí, v zimě naopak pokles četnosti výskytu mrazových, ledových i arktických dní. Změna počtu mrazových (pokles o 17, resp. až o 30 dní) a tropických dní (nárůst o 4, resp. až o 14 dní) odpovídá postupnému zvyšování průměrné teploty vzduchu v uvedených budoucích obdobích (Pretel, 2011).

Srážkové úhrny

V krátkodobém horizontu se předpokládá mírný nárůst ročních srážkových úhrnů, zatímco v dlouhodobém horizontu lze očekávat naopak jejich pokles.



Obr. 4: Průměrné měsíční úhrny srážek (mm) na území ČR v referenčním období 1961 – 1990 a ve scénářových obdobích 2010 – 2039 a 2040 – 2069 (Zdroj: ČHMÚ)

Pro srážkové úhrny je ve většině uzlových bodů modelu v zimě simulován pokles budoucích srážek (v závislosti na konkrétní lokalitě do 20 %), na jaře jejich zvýšení (od 2 do cca 16 %), v létě a zejména na podzim se situace na různých částech našeho území liší – na podzim najdeme na několika místech slabý pokles o několik procent, jinde zvýšení až o 20 – 26 %, v létě převládá slabý pokles, místy (např. západní Čechy) naopak zvýšení až o 10 %. Zároveň je patrná poměrně výrazná prostorová proměnlivost změn, je tudíž možné, že případný klimatický signál může být v tomto blízkém období překryt projevy přirozených (meziročních) fluktuací srážkových úhrnů. Modelové simulace pro toto období neposkytují jednoznačné výsledky pro následné změny související se změnami srážkového režimu (četnosti povodní a výskyt sucha). Získané signály jsou nejednoznačné a v hodnocených profilech se objevují jak nárůsty, tak i poklesy velikosti modelovaných povodní. Tato nejednoznačnost je způsobena protikladným působením vlivu méně častých, ale extrémnějších srážek, a menšího průměrného počátečního nasycení půdy (v důsledku vyšší potenciální evapotranspirace a delšího období výskytu suchých epizod v letním půlroce). Změny odtoku v období leden – květen jsou určeny hlavně odlišnou dynamikou sněhové zásoby, změny v letním období zejména úbytkem srážek.

Ve střednědobém horizontu jsou již patrné zimní poklesy srážkových úhrnů (např. Krkonoše, Českomoravská Vysočina, Beskydy až o 20 %) a jejich navýšení na podzim. V létě začíná na našem území dominovat pokles srážek, který v dlouhodobém horizontu bude ještě výraznější, zatímco pokles zimních úhrnů srážek bude oproti předchozímu období menší (MŽP, 2015).

V souladu s přepokládaným zvýšením teploty vzduchu a snížením srážkových úhrnů je očekáván i pokles relativní vlhkosti. Změny globálního záření dopadajícího na zemský povrch (ve srovnání s chybami modelu) jsou malé, pro oba časové horizonty jsou simulované změny sezónních průměrů denních sum globálního záření největší v zimě (až o více než 10 %), v ostatních sezónách se na většině míst pohybují do 4 % (Pretel, 2011).

Počet dní se srážkami ≥ 20 mm nevykazuje v průměrných hodnotách žádný jednoznačný trend (nárůst o 1 den), (Pretel, 2011).

2.3. Meteorologické jevy doprovázející klimatickou změnu

Horké vlny (Heat waves)

Tento termín se používá v souvislosti se změnou průměrných teplot vzduchu a výskytem extrémních meteorologických jevů. Dle WMO jsou horké vlny (heat waves) definovány jako souvislé pětidenní období, kdy je maximální teplota vzduchu vyšší nejméně o 5 °C než průměrná maximální teplota pro daný den. Tato definice přihlíží k místním podmínkám (srovnává v dané lokalitě aktuální teplotní maxima s dlouhodobým průměrem) a je proto vhodnější, než jen často používané období s teplotou nad 30 °C. Počet dní s horkou vlnou je časově značně variabilní, proto nelze předem predikovat exaktní počet dní s horkou vlnou. Nicméně existují místa, kde tzv. horkou vlnu lze identifikovat poměrně pravidelně. Lokality s nejvyšším průměrným počtem dní jsou v Polabské nížině, na jihu Moravy, v okolí Prahy a Plzně. V posledních letech se trend horkých vln začíná projevovat intenzivněji, než v letech předešlých, což dokládají i data z řady měřících stanic po celé ČR. Nejedná se pouze o častější výskyt tohoto jevu, ale i o jeho kontinuálnější trvání, příkladem může být stanice ve Strážnici, kde byl v roce 2015 tento jev naměřen v délce 53 dní v řadě. Podobných výsledků bylo naměřeno i v Brodu nad Dyjí (51 dní).

Pozn. Za letní den se označuje den, kdy maximální teplota vzduchu vystoupá nad 25 °C, za tropický den, kdy je maximální teplota vzduchu vyšší než 30 °C, během tropické noci teplota vzduchu neklesne pod 20 °C.

V zimním období se jako arktický den označuje den, kdy maximální teplota vzduchu nestoupne nad -10 °C, ledový den, pokud maximální teplota vzduchu nestoupne nad 0 °C a mrazový den, během kterého musí minimální teplota vzduchu klesnout pod 0 °C.

Přívalové povodně

Přívalové povodně (nebo také bleskové povodně) způsobují přívalové deště, které jsou velmi intenzivní s celkovým úhrnem srážek zpravidla vyšším než 30 mm/h, které spadnou během krátké doby na relativně malé ploše. Jejich doba trvání se pohybuje od několika málo minut až po několik hodin v ojedinělých případech. Vedle intenzity srážek zde sehrává velmi důležitou úlohu schopnost půdního povrchu vsakovat srážkovou vodu. Tato schopnost infiltrace je primárně ovlivněna jak způsobem využívání území, tak i jeho morfologickými charakteristikami, zejména sklonitostí svahů. Podstatný je rovněž aktuální stav nasycení půdního povrchu předchozími srážkami, kdy se zvyšujícím se stupněm nasycení nad retenční vodní kapacitu půdy schopnost absorpce dalších srážek půdou rychle klesá. Je však důležité zdůraznit, že přívalová povodeň se může vyskytnout i za stavu sucha, kdy na povrchu půd se silnou jílovitou příměsí, příp. na některých polních pozemcích dochází k tvorbě krusty, která je svým složením téměř nepropustná. Přívalová povodeň je pak doprovázena i velmi silnou erozí, což znásobuje škody na majetku. Na trvale nepropustném půdním povrchu, vyskytujícím se hojně v areálech městské či průmyslové zástavby, je riziko přívalových povodní samozřejmě stálé a neměnné (ČHMÚ).

Námrazové jevy

Do kategorie námrazových jevů lze řadit ledovku, náledí a námrazu. Námrazové jevy se většinou vyskytují při teplotách vzduchu od +3 do -12 °C. Voda mrzne jen při teplotě pod bodem mrazu, ale povrch země a předměty na něm mohou být chladnější než vzduch. Při teplotách vzduchu pod -12 °C se zpravidla kapalná fáze vody ve vzduchu ani na předmětech již nevyskytuje (ČHMÚ).

Ledovka vzniká při mrznoucím dešti nebo mrholení. Při mrznoucích srážkách dopadají na zemský povrch kapičky přechlazené vody anebo kapičky vody dopadají na povrch o teplotě pod nulou. V takovém případě voda při dopadu kapičky na zemský povrch, větve stromů, elektrické vedení apod. okamžitě zmrzne a vytváří se ledovka, která bývá na rozdíl od náledí

čirá a především bývá mnohdy naprosto hladká. Díky své extrémní hladkosti a kluzkosti výrazně komplikuje pohyb vozidel i chodců. V případech delšího a intenzivnějšího mrznoucího deště může docházet k tomu, že se vytvoří až několika centimetrová vrstva ledovky způsobující lámání větví a ničení stromů, což může v některých případech vést až k strhávání elektrického vedení.

Náledí představuje ledovou vrstvu, která vzniká na zemském povrchu. Vytváří se výhradně při poklesu teploty vzduchu pod 0 °C, kdy dochází k postupnému mrznutí neprochlazených kapek deště nebo při mrhnutí na zemský povrch. Tento efekt náledí může vznikat i při situaci, kdy dochází k mrznutí vody, která nemá svůj původ ve srážkách, ale vzniká z chladících věží, komínů a jiných zdrojů, což ve výsledku může představovat výskyt náledí v místech, ne zcela očekávaných. Náledí vzniká i při situaci, kdy dochází k opětovnému mrznutí již dříve roztátého sněhu, což je dobře patrné na krajnicích pozemních komunikací, kde se nacházejí tzv. zmrazky. Náledí může vznikat i za předpokladu, že kola aut ujíždějí souvislou sněhovou pokrývkou, která se postupem času začne měnit na náledí.

Námraza vzniká při mrznoucí mlze, větru a teplotě mírně pod nulou tak, že přechlazené kapičky mrznoucí mlhy ve větru narážejí do předmětů a přimrzají k nim. Námraza může vznikat i tzv. sublimací, což je proces, kdy dochází ke srážení vzdušné vlhkosti na dostatečně prochlazeném zemském povrchu a nejrůznějších předmětech, tedy i bez přítomnosti mlhy či oblačnosti. Námraza se většinou neprojevuje na pozemních komunikacích, ale je více a častěji patrná na karoseriích automobilů a na sklech. Na tvorbu námrazy mají značný vliv lokální podmínky. Jako příklad lze uvést rychlejší ochlazování mostních konstrukcí, přetrvávání námrazy v chladných místech, která jsou kryta před větrem. Zejména se jedná o místa, která jsou ve větrem chráněných lesních úsecích, důležitou roli z hlediska lokálních podmínek má blízkost vodních ploch.

Na základě dostupných mapových podkladů http://web.opd.cz/doc_folder/studie-a-analyzy/, které jsou přílohou pro dokument „Závěrečná zpráva – Odborný podklad k zohlednění dopadů změny klimatu při přípravě projektů dopravní infrastruktury“ jsou hodnoceny scénáře vývoje klimatu RCP 4,5 a RCP 8,5 v porovnání s daty sesbíranými za období 1986 – 2015. Tyto scénáře vychází z budoucího vývoje emisí CO₂.

- Střední emise (RCP 4,5) - značí tzv. přechodný scénář budoucího vývoje, kdy emise nebudou striktně omezeny, ale zároveň bude regulován jejich růst;

- Vysoké emise (RCP 8,5) - značí scénář s velmi vysokými emisemi oxidu uhličitého v budoucích letech, které nebudou nijak omezeny.
- Materiál obsahuje nejen kvantifikaci skutečných naměřených a pozorovaných dat relevantních meteorologických prvků a jevů v referenčním období 1986 – 2015 (tj. v období předchozích 30 letech) v staniční síti ČHMÚ pro území celé České republiky, ale zejména kvantifikaci odhadu změn relevantních meteorologických prvků a jevů pro blízkou budoucnost období 2021 – 2050 (tj. pro období příštích 30 let), a to pro emisní scénáře RCP4.5 a RCP8.5.
- Shrnutí základních výsledků týkajících se očekávaných změn relevantních meteorologických prvků na území České republiky pro blízkou budoucnost (období 2021–2050) je následující:
 - změny průměrné roční teploty vzduchu se pohybují mezi 0,8 – 1,4 °C. Vyšší změny teploty vzduchu modely předpokládají ve vyšších nadmořských výškách;
 - je očekáván mírný pokles průměrného ročního počtu jasných dní, pro oba emisní scénáře jsou ale očekávané změny výrazně menší než nejistota modelového odhadu;
 - je očekáván nárůst průměrného počtu dní s maximální denní teplotou vzduchu nad 34°C o 1 – 2 dny. Vzhledem k relativně nízkému počtu dní s maximální teplotou nad 34°C v referenčním období se jedná o poměrně výraznou změnu;
 - u průměrného ročního počtu dní s minimální denní teplotou vzduchu pod -20°C modely dávají prakticky nulovou změnu, s výjimkou některých horských oblastí;
 - je očekáván mírný nárůst průměrného ročního počtu dní s horkou vlnou od 1 do 6 dnů. Vyšší nárůst (4 – 6 dní) je očekáván v nižších nadmořských výškách, v horských oblastech pouze 1 – 2 dny;
 - je očekáván nárůst průměrného ročního srážkového úhrnu o 2 – 10 %; pro emisní scénář RCP4.5 dávají modely na jaře a v zimě mírný nárůst srážek, v létě a na podzim je v některých oblastech (zejména na Z a JZ ČR) očekáván velmi mírný pokles srážek, na ostatním území velmi mírný nárůst; pro scénář emisí RCP8.5 se jedná o nárůst srážek ve všech sezónách na většině území ČR; očekávané sezónní změny nejsou mezi jednotlivými měsíci rozloženy zcela rovnoměrně;
 - není očekávána výrazná změna v průměrném ročním počtu dní se srážkovým úhrnem nad 10 mm, 20 mm ani 30 mm;

- je očekáván nárůst četnosti episod sucha a růst celkové expozice nejen v letní polovině roku;
- očekávané změny průměrné roční i sezónní rychlosti větru jsou pro oba emisní scénáře velmi malé;
- u průměrného počtu dní s novým sněhem za zimní sezónu (listopad-březen) je pro scénář RCP4.5 očekáván pokles o 8 až 13 dnů v nižších polohách, o 12 až 17 dnů ve středních a vyšších polohách, na horách pak většinou o 15 až 25 dnů (nejvíce na hřebenech Jeseníků). Pro scénář RCP8.5 je očekávaný pokles dnů s novým sněhem o něco málo vyšší;
- u průměrného počtu dní s novým sněhem 5 cm a více za zimní sezónu (listopad-březen) je pro oba emisní scénáře očekáván velmi mírný pokles, pro většinu území ale interval nejistoty zahrnuje i nulovou změnu;
- u průměrného sezónního úhrnu výšky nového sněhu za zimní sezónu (listopad-březen) se očekává jen malá změna s výjimkou horských oblastí, kde modely dávají pokles od 4 do 24 cm. Interval nejistoty ale často zahrnuje i možnost nulových změn;
- pro oba emisní scénáře je očekáván mírný pokles průměrného sezónního počtu dní s přechodem teploty přes 0 °C (říjen až duben);
- na SV ČR je očekáván mírný pokles průměrného sezónního počtu dní se zhoršenými rozptylovými podmínkami (listopad až březen), na JZ ČR je naopak očekáván nepatrný nárůst.

Co se týče posuzované lokality ve vztahu ke sledovaným jevům a jejich změnám ve vztahu k jednotlivým scénářům, uvádí výstup z programu následující tabulka.

Tabulka 4 Vývoj sledovaných meteorologických parametrů v období 2021–2050 pro scénáře RCP 4,5 a RCP 8,5 v posuzované lokalitě

	Stávající stav	RCP4.5	RCP8.5
Horké vlny (Heat waves)	12 – 16 dní	Nárůst o 3,1 – 3,8 dní	Nárůst o 2,9 – 3,4 dní
Přítalové povodně (srážky nad 30 mm)	0 dní	Nárůst o 0,18 – 0,33 dnů	Nárůst o 0,18 – 0,28 dnů
Fázové přechody vody (dny)	70 - 80	Pokles o 8,8 – 10,2 dnů	Pokles o 12,2 – 13,4 dnů
Dny s teplotou nad 34°C	1,5 – 2 dny	Nárůst o 1,3 – 1,6	Nárůst o 1,0 – 1,1
Dny s teplotou pod -20°C	0,5 – 1	Pokles o 0,2 – 0,3	Pokles o 0,2 – 0,3
Silný vítr (nad 20,8 m/s)	0 – 5	Pokles o 0,01 – 0,03	Pokles o 0,01 – 0,02

Jak je patrné, z výše uvedené tabulky nejsou mezi jednotlivými scénáři v posuzované lokalitě významné rozdíly mezi sledovanými meteorologickými jevy.

2.5. Klima zájmové oblasti

Zájmové území leží podle Mapy klimatických oblastí Československa (Quitt, 1971) v klimatické oblasti T2 – teplá oblast. Pro tuto oblast je charakteristické dlouhé léto, teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem, krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.

Tabulka 5 Klimatické charakteristiky oblastí T2 (Quitt, 1971)

Klimatické charakteristiky	T2
Počet letních dnů	50 – 60
Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	160 – 170
Počet mrazových dnů	100 – 110
Počet ledových dnů	30 – 40
Průměrná teplota v lednu	-2 - -3
Průměrná teplota v červenci	18 – 19
Průměrná teplota v dubnu	8 – 9
Průměrná teplota v říjnu	7 – 9
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90 – 100
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 – 400
Srážkový úhrn v zimním období	200 – 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 – 50
Počet dnů zamračených	120 – 140
Počet dnů jasných	40 – 50

Realizací jedné z nově navrhovaných variant lze předpokládat, že dojde ke snížení emisí z automobilové dopravy, díky převedení části dopravovaných materiálů a osob na dopravu železniční. V rámci záměru dojde k využití moderních materiálů a postupů, díky čemuž dojde ke zlepšení bezpečnosti na trati a ke zvýšení odolnosti železniční dopravy vůči prudkým výkyvům v počasí (extrémní teploty, nárazové mohutné srážky, ledovka...).

3. Vyhodnocení vlivů na klima - adaptace

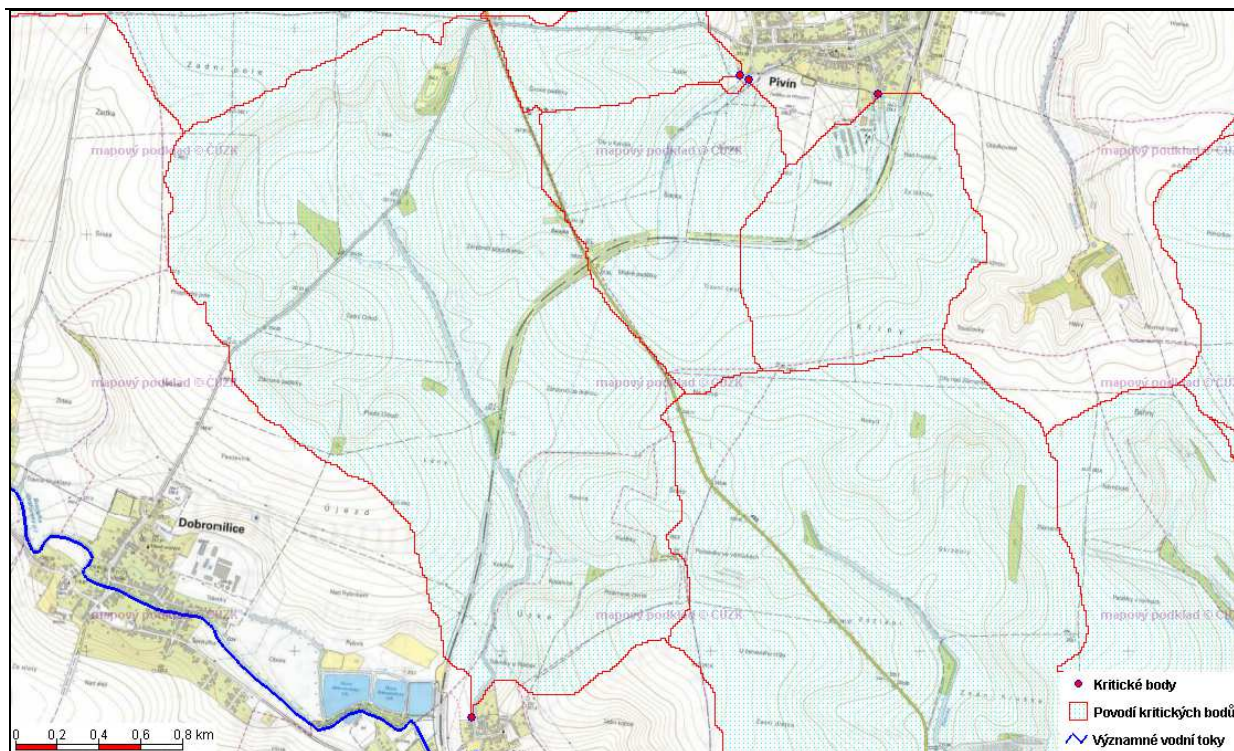
3.1. Analýza expozice oblasti

Cílem analýzy expozice oblasti je získat přehled, jakým typům jevů a v jaké míře je zájmová oblast vystavena sama o sobě bez ohledu na charakter záměru, který je zde plánován. Uvažován je současný vývoj klimatu a předpokládaný budoucí vývoj. Pro analýzu zranitelnosti se používá nejvyšší míra stanovená pro dané riziko. Vyhodnocení bylo zpracováno s přihlédnutím k metodice DG Climate Action - *Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient*.

Lokalita předpokládaného stavebního záměru patří spíše k srážkově podprůměrným oblastem, měsíční počty srážek odpovídají ročnímu chodu srážek. Z hlediska teplot zde dochází ke zvyšování průměrné roční teploty v souladu s celorepublikovým trendem (ČHMÚ). Extremita srážek není pro tuto oblast typická (Tolasz R. et. al., 2007), nicméně je třeba brát v úvahu nepřesnou zachytitelnost extrémních srážek v síti měřících stanic vzhledem k topografii terénu časově i plošně značně nehomogenní. Frekvence nebezpečných srážek, zahrnující přívalové deště, se na území ČR zvyšuje. Nejčastější výskyt přívalových srážek připadá na měsíce červen až srpen. Existuje také mnoho trvalých srážek, které v sobě obsahují jádra s přívalovými dešti. Sněhová pokrývka nad 20 cm se v dotčené oblasti v zimní sezóně vyskytuje minimálně (Tolasz R. et. al. 2007).

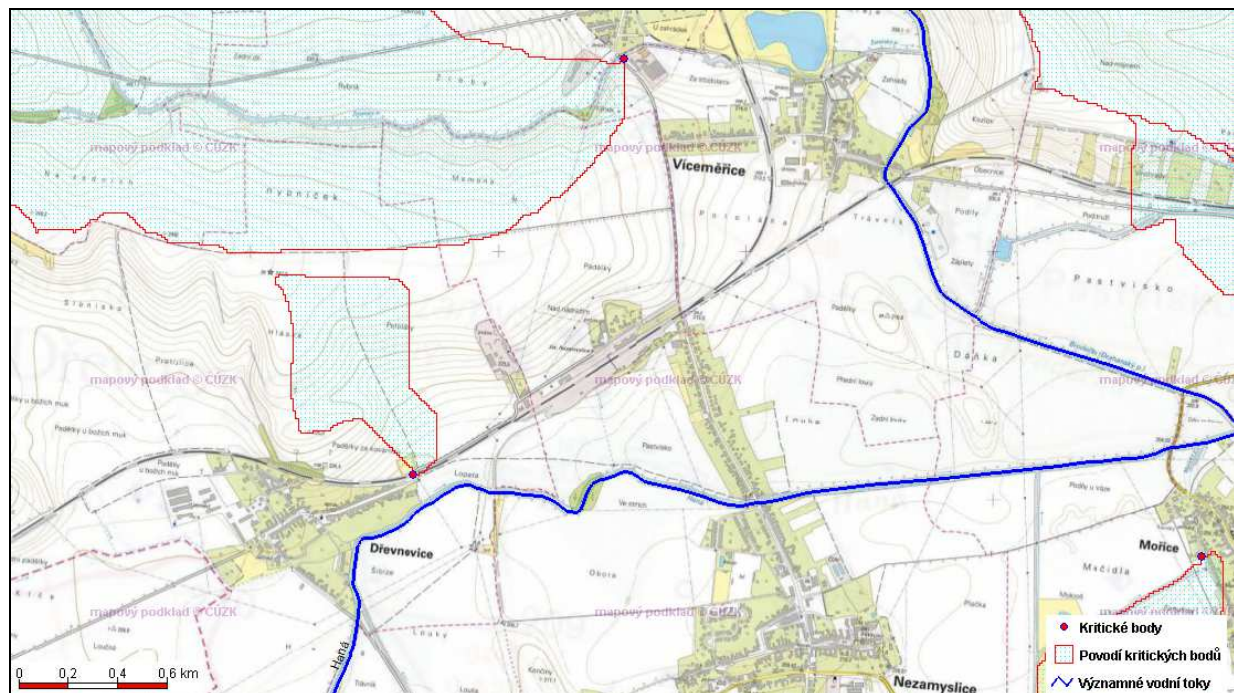
Riziková území při přívalových srážkách

Předpokládaná stavba prochází územím, které bylo klasifikováno jako rizikové z hlediska přívalových srážek. Místa klasifikována jako riziková jsou zachycena na Obr. 5 – 6.



Obr. 5: Riziková území při přívalových srážkách v lokalitě Pivín, Dobromilice

Zdroj: Digitální povodňový plán ČR



Obr. 6: Riziková území při přívalových srážkách v lokalitě Nezamyslice, Dřevnice

Zdroj: Digitální povodňový plán ČR

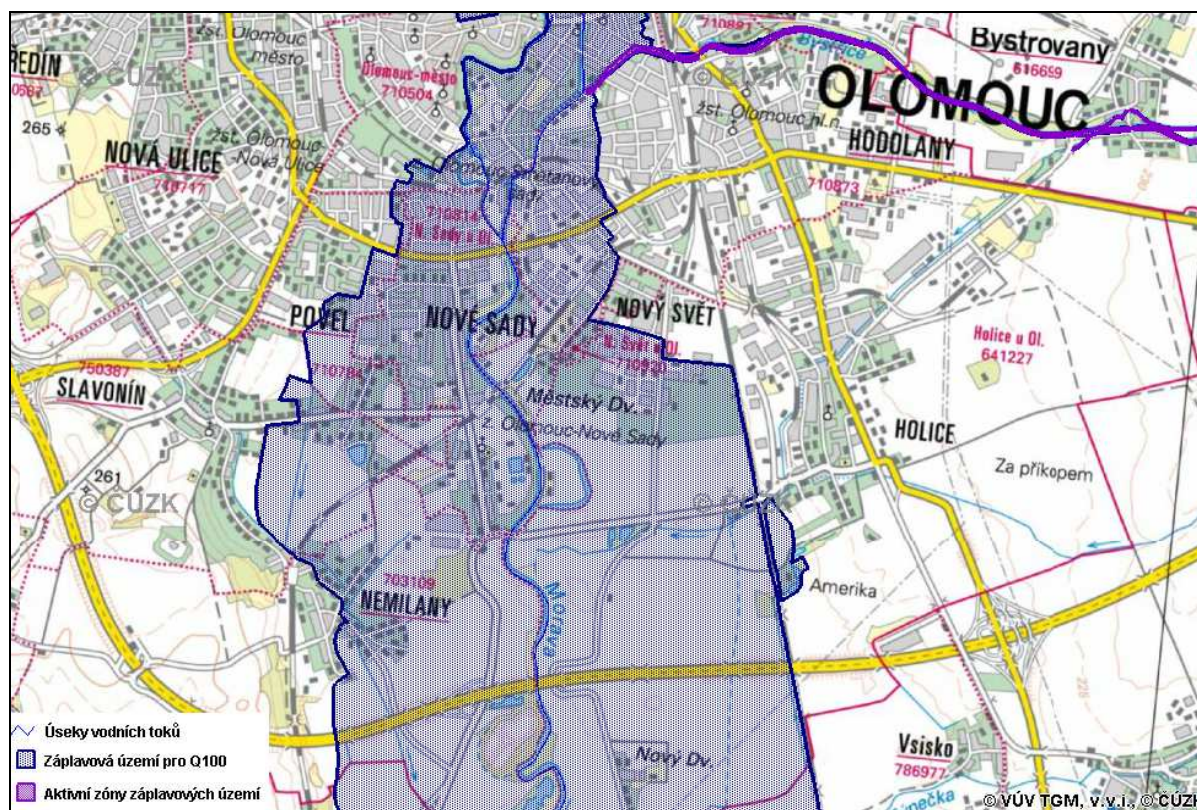
Posuzovaný záměr prochází místy, která byla klasifikovaná jako riziková z pohledu přívalových srážek v lokalitách Pivín, Dobromilice, Nezamyslice a Dřevnice.

Tabulka 6 Katastrální území dotčená záměrem, kde se vyskytují riziková území při přívalových srážkách (http://dpp.hydrosoft.cz/servis.dll?MAP=4850&TMPL=AJAX_MAIN)

Varianta	Drážní km cca	Dotčená katastrální území
2 – optimalizace 5 – optimalizace + Grygovská spojka 6 – optimalizace + Němčická spojka	65 – 67	Dobromilice, Pivín
3 – modernizace	63 – 67 (úsek přeložky trati od počátku tunelu)	Němčice, Pivín

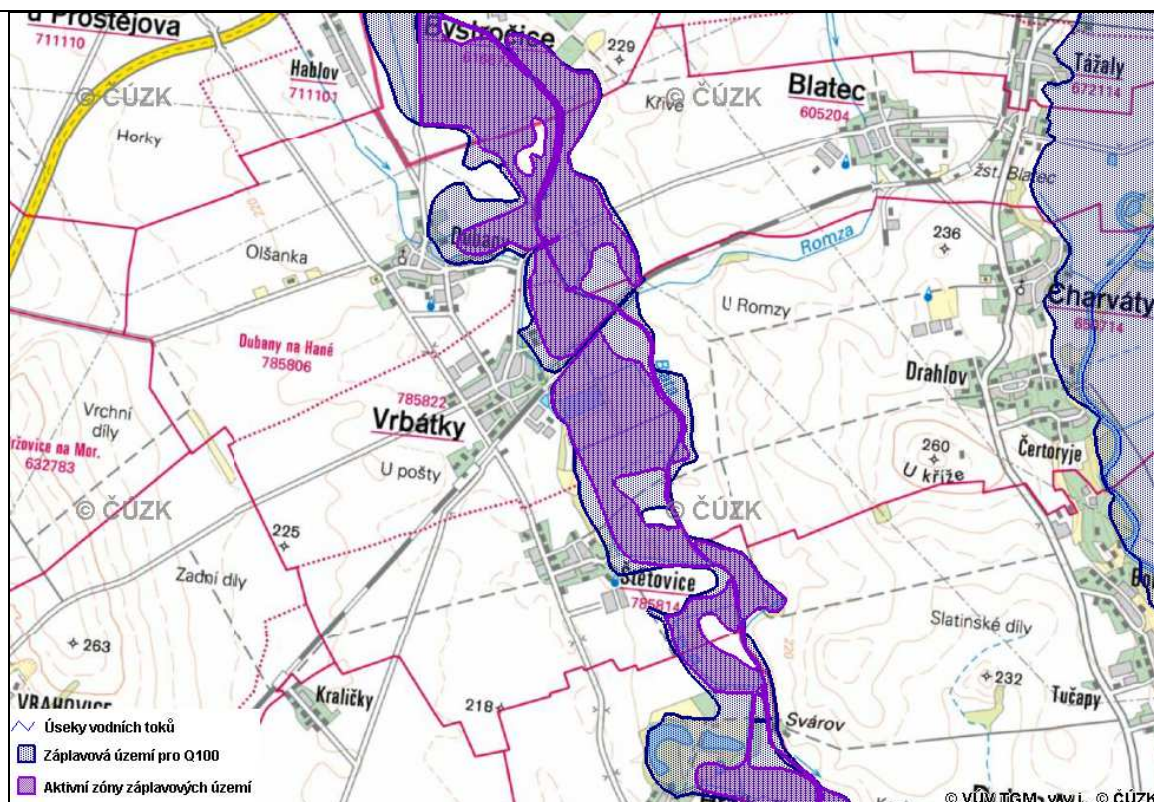
Záplavová území

Navrhované varianty trati Nezamyslice - Olomouc prochází záplavovými územím vodních toků Morava, Romže, Hloučela, Blata, Brodečka (Drahanský potok) a Haná a aktivní zónou vodních toků Romže, Hloučela, Blata, Brodečka (Drahanský potok) a Haná.



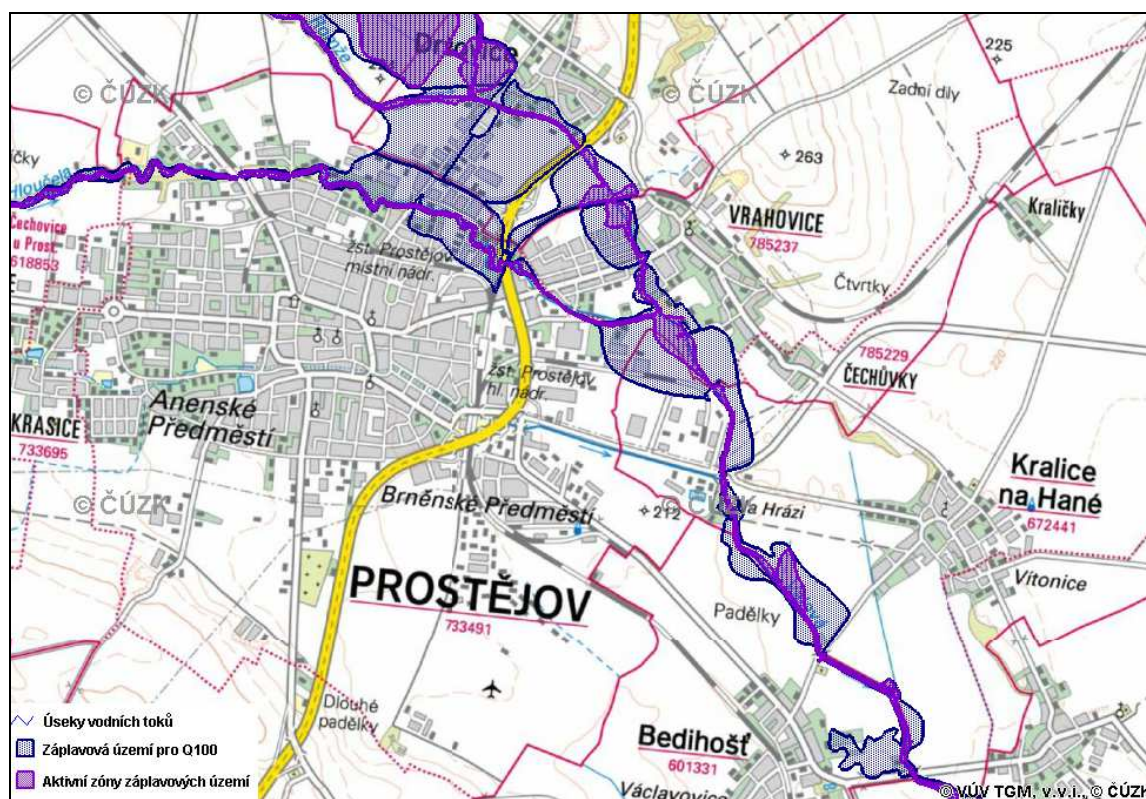
Obr. 7: Záplavové území řeky Moravy v lokalitě Nemilany

Zdroj: <http://heis.vuv.cz>



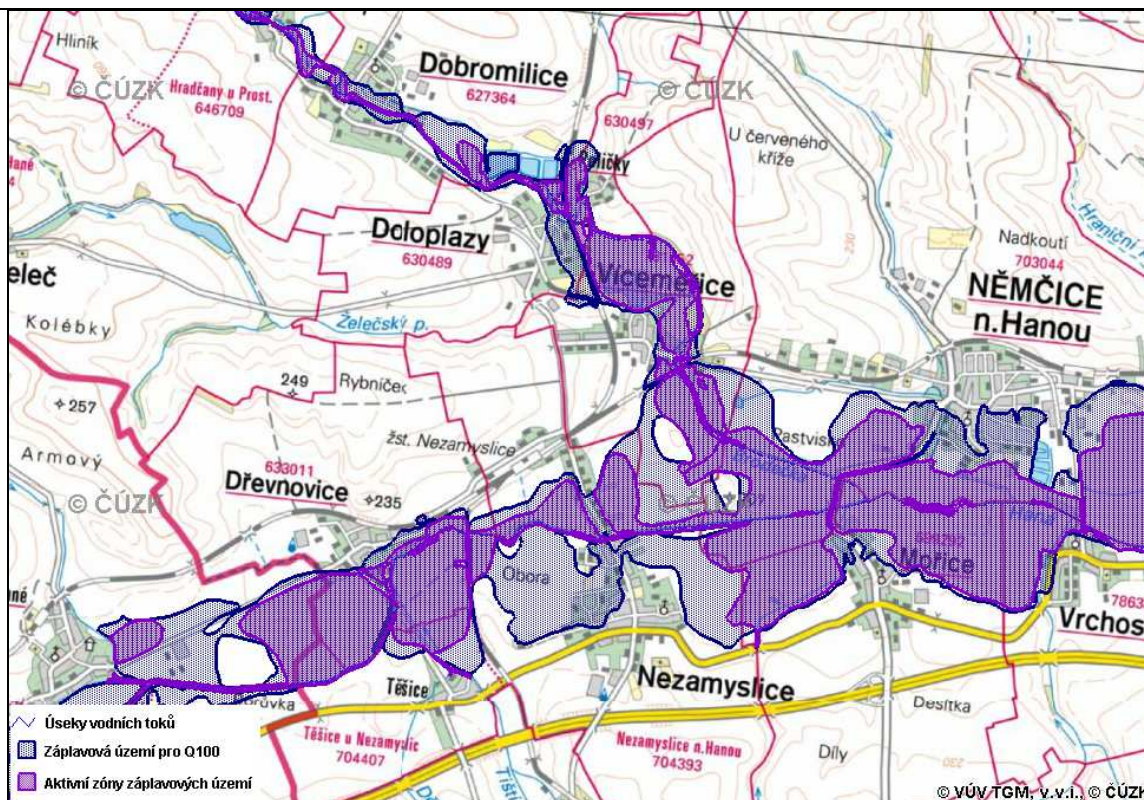
Obr. 8: Záplavové území Blaty v lokalitě Vrbátky

Zdroj: <http://heis.vuv.cz>



Obr. 9: Záplavové území Valové v lokalitě Prostějov

Zdroj: <http://heis.vuv.cz>



Obr. 10: Záplavové území Brodečky a Hané v lokalitě Víceměřice, Nezamyslice

Zdroj: <http://heis.vuv.cz>

Analýza expozice dotčené oblasti z hlediska rizikových meteorologických jevů v rámci klimatické změny vychází z pravděpodobnosti výskytu daných jevů dle současné situace a předpokládaného budoucího vývoje.

Tabulka 7 Analýza expozice oblasti z hlediska rizikových meteorologických jevů doprovázejících klimatickou změnu (dle metodiky DG Climate Action)

EXPOZICE	zvyšování teploty		extrémní srážky		vichřice	extrémně nízké teploty	námrazové jevy (ledovka apod.)
	vlny veder	sucho	přívalové deště	povodně			
současné klima	green	red	green	green	yellow	yellow	green
budoucí vývoj	yellow	red	yellow	yellow	yellow	green	yellow

Legenda:

EXPOZICE

green	nízká
yellow	střední
red	vysoká

Analýza citlivosti železniční stavby

Analýza citlivosti záměru má za úkol shrnout, jakým rizikům může daný typ projektu, v tomto případě železniční trasa, podléhat v různých fázích realizace bez ohledu na lokalizaci.

Tabulka 8 nacházející se níže pod textem uvádí základní přehled o tom, zda a v jaké míře je předpokládán stavební záměr citlivý na vybrané rizikové meteorologické jevy, které je nutné zohlednit v souvislosti s klimatickou změnou.

Tabulka 8 Výčet rizikových meteorologických jevů s předpokládaným rizikem pro železniční stavbu a mírou citlivosti pro předpokládaný stavební záměr s ohledem na související změnu klimatu

Rizikové meteorologické jevy	Předpokládané riziko pro železniční stavbu	Míra citlivosti	Poznámky
Vysoké teploty	<ul style="list-style-type: none"> - nadměrné rozpínání kolejí (kroucení kolejí) - vybočení špatně udržovaných kolejí - deformace povrchu železničního svršku 	mírná citlivost	Problém vysokých teplot je na železnici vyřešen, nicméně je potřeba důsledně dodržovat předpis k bezстыkové koleji. Jedná se především o geometrii koleje a upínací teplotu.
Sucho a požáry	<ul style="list-style-type: none"> - možnost poškození trakčního vedení a napájecího systému požárem - ovlivnění plynulosti provozu a bezpečnosti na dopravní cestě z důvodu požáru 	žádná citlivost	Ohrožení by bylo možné pouze v případě požáru samotného vozidla. Železnice se nachází v dotčeném území v dostatečné požární vzdálenosti od zástavby.
Silný vítr	<ul style="list-style-type: none"> - možnost výpadku elektrické energie - omezení dopravy či dokonce neprůjezdnost komunikací z důvodu ulámání velkých větví, potažmo vyvrácení větších stromů (přetrhání trakčního vedení) 	mírná citlivost	Omezení dopravy a případná neprůjezdnost trasy spojené s ulámáním velkých větví nebo vyvrácením stromů není příliš velké. Z hlediska elektrické energie by nemělo docházet k žádným komplikacím, pokud bude trakční vedení napojeno samostatně včetně přilehlých traťových úseků.
Povodně	<ul style="list-style-type: none"> - zaplavení železniční trati a snížení její průjezdnosti - nadměrný odnos materiálu (větve, ledové kry, bahno, apod.) z okolních ploch, což může způsobovat zanesení propustků a 	významná citlivost	V současné době je standardem, dimenzování mostních objektů na Q_{100} , což by mělo být dodrženo i u předmětného záměru.

Rizikové meteorologické jevy	Předpokládané riziko pro železniční stavbu	Míra citlivosti	Poznámky
	malých mostů, v některých případech i jejich mechanické poškození - podemletí nebo poškození mostních pilířů způsobené kinetickou energií vody - podmáčení či podemletí železničního náspu		
Bouřkové jevy	- blesky - silný nárazový vítr - výskyt tornád - krupobití	mírná citlivost	V extrémních případech při silném krupobití může docházet k tomu, že velké kroupy znemožní stavění pohyblivých částí výhybek (výměn), z důvodu nefunkčnosti automatického ohřevu. Blesky mohou být velkým problémem, neboť se ukázalo, že moderní zabezpečovací zařízení je mnohem citlivější, což může mít vliv na četnost poruch během bouřek. V ojedinělých případech to může vést až k zastavení provozu.
Sněhové jevy	- sněhové závěje a především sněhové jazyky mohou omezovat plynulý chod a průjezd trati - v extrémních případech může dojít k lavinám a sesuvům, které mohou být způsobeny sněhem - v důsledku sněhové pokrývky může docházet k promrzání, což představuje riziko pro elektrorozvody	žádná citlivost	V případě extrémních sněhových projevů může docházet k problémům na železnici, nicméně problematika sněhových kalamit bývá spíše významná u silniční dopravy. Rovněž je nutné brát do úvahy místo výskytu trati, kde se extrémní sněhové projevy neočekávají.
Námrazové jevy	- významný problém pro železnici představuje ledovka na trakčním vedení - silná ledová krusta na trakčním vedení, která byla způsobena silnou ledovkou, může v některých případech vést až ke stržení trakčního vedení	významná citlivost	Ledovka na trakčním vedení představuje riziko, které může vzniknout velmi rychle. Moderní lokomotivy jsou více citlivé na kolísání napětí a tak může dojít k dočasnému nebo úplnému zastavení provozu. V případě stržení trakčního vedení lze využít alternativu v podobě dieselových lokomotiv.

Míra citlivosti je v tabulce 8 uváděna ve třech kategoriích:

Významná citlivost: rizikové meteorologické jevy mohou mít významný vliv na předmětný záměr

Mírná citlivost: rizikové meteorologické jevy mohou mít mírný vliv na předmětný záměr

Žádná citlivost: rizikové meteorologické jevy nemají významný vliv na předmětný záměr

Železniční stavby jsou mírně citlivé na extrémní zvýšení teplot, které může vést jak k poškození svršku železničního tělesa, tak na bezpečnost provozu v důsledku extrémních meteorologických projevů. Zásadní dopady mohou mít povodně, které mohou způsobit značnou škodu na železničním tělese, společně s přívalovými dešti. Jako mírné dopady lze hodnotit důsledky extrémních jevů jako ledovky, námraza, mrazové dny, vichřice či sněhové epizody, které ovlivňují především plynulost provozu na železnici.

Tabulka 9 Analýza citlivosti železniční stavby na rizikové meteorologické jevy doprovázející klimatickou změnu

CITLIVOST	zvyšování teploty		extrémní srážky		vichřice	extrémně nízké teploty	námrazové jevy (ledovka apod.)
	vlny veder	sucho	přívalové deště	povodně			
výstavba							
konstrukce (železniční těleso)							
provoz							

3.2. Analýza zranitelnosti

K identifikaci vhodných adaptačních opatření, resp. k určení jejich správné integrace v záměru, je nutné vyhodnotit zranitelnost plánovaného záměru v zájmovém území a dále analyzovat rizika, se kterými se může dotčený záměr potýkat.

Analýza zranitelnosti si klade za cíl porozumět, vůči kterým klimatickým faktorům může být daný záměr zranitelný. Při hodnocení a posuzování změn klimatu se za klíčové změny, které mohou ovlivňovat stavební záměr, považují tzv. primární klimatické faktory:

- Teplota (změna ve frekvenci a rozsahu extrémních teplot, zvyšující se průměrná teplota)
- Srážky dešťové, sněhové atp. (změna ve frekvenci a síle extrémních srážkových jevů, nekonzistentnost v průměrném množství srážek)
- Vlhkost
- Sluneční záření

- Rychlost větru

Tyto primární klimatické faktory mohou představovat značnou míru nebezpečí pro předpokládaný stavební záměr. Mezi klimatické faktory, které by se měli při hodnocení zranitelnosti z hlediska klimatických změn zohlednit, jsou uvedeny v tabulce 6.

Podrobnějším popisem a vývojem jednotlivých klimatických faktorů, které je třeba zohlednit z hlediska klimatických změn, se zabývá kapitola 2. Změna klimatu v ČR. Z hlediska zranitelnosti stavebního záměru vzhledem k jednotlivým klimatickým faktorům lze využít tabulky 8 v kapitole 3.1. Míra citlivosti předpokládaného záměru na meteorologické jevy, kde je popsána pravděpodobná míra citlivosti záměru na vybrané meteorologické jevy.

Tabulka 10 Potenciální rizikové klimatické faktory vhodné ke zvážení v souvislosti se změnou klimatu

Potenciální rizikové klimatické faktory	Trend klimatických faktorů
Zvyšující se průměrná teplota vzduchu	Každoroční nárůst průměrných teplot
Nekonzistentnost v průměrném množství dešťových srážek	Nelze předem určit průběžný trend v množství srážek, jelikož existuje značná nekonzistentnost (zvýšení X snížení) v množství srážek
Značný nárůst teplot a vln veder	Probíhající změny ve frekvenci a intenzitě období s vysokými teplotami, včetně vln veder
Změny extrémního množství dešťových srážek	Nárůst ve frekvenci a intenzitě dešťových srážek.
Sucho	Vyšší četnost období s nedostatkem srážkových úhrnů, které vede k nedostatku vody
Půdní eroze	Zvyšující se proces odnášení a transportace zeminy v důsledku povětrnostních vlivů, extrémních srážkových úhrnů na malé ploše apod.
Povodně	Výskyt extrémních povodní
Mrazy	Déle trvající období s extrémně nízkými teplotami
Problémy související s mrznutím a táním	Střídání těchto extrémů (mrznutí X tání) způsobuje nadměrné napínání materiálů, což může způsobovat jeho poškození
Průměrná rychlost větru	Změny v průměrné rychlosti větru (občasné extrémní projevy rychlosti větru)
Sesuvy půdy, laviny, nestabilita půdy	Častější sesuvy způsobené kombinací několika faktorů (gravitace, voda, nasycení masou vodou, extrémní srážkové úhrny na sklonitých obnažených plochách apod.)

Analýza zranitelnosti oblasti záměru vůči jevům doprovázející klimatickou změnu vychází z hodnocení expozice dotčené oblasti (Tab. 7) a hodnocení citlivosti železniční stavby (Tab. 9).

Tabulka 11 Analýza zranitelnosti navrhovaného záměru

ZRANITELNOST		EXPOZICE		
		nízká	střední	vysoká
CITLIVOST	nízká			sucho
	střední	extrémně nízké teploty	vlny veder, vichřice, námrazové jevy	
	vysoká		přívalové deště povodně	

Legenda:

	nízká
	střední
	vysoká

Frekventovanější výskyt extrémních projevů počasí bude způsobovat potenciálně častější riziko pro železniční dopravu a pro železniční těleso jako takové. Častější a intenzivnější srážkové úhrny mohou vést až k závažným povodním, které mohou ovlivnit železniční dopravu. Vlny veder v letních měsících mohou způsobovat rozpínání materiálů na železničním tělese, v extrémních případech může dojít i k poškození drážního tělesa. Naopak v zimních měsících představuje pro železnici riziko hlavně výskyt ledovky a jiných námrazových jevů.

3.3. Hodnocení rizik vyplývajících z klimatické změny

Při hodnocení rizik vyplývajících z klimatické změny byla zvážena pravděpodobnost výskytu a závažnost negativního ovlivnění těchto rizikových meteorologických jevů, které by mohly mít vliv na úspěch projektu.

Pro tento případ byla vytvořena tabulka s hodnocením pravděpodobnosti výskytu rizikových meteorologických jevů, které souvisejí se změnou klimatu. Předpokladem byl výskyt těchto jevů v průběhu životnosti daného projektu.

Tabulka 12 Stupnice pro hodnocení pravděpodobnosti výskytu nebezpečí související s ovlivněním záměru

Název	Pravděpodobnost výskytu	
	Kvalitativní	Kvantitativní (%)
(1) Zřídka	Velmi nepravděpodobný výskyt	5
(2) Nepravděpodobné	Nepravděpodobný výskyt	20
(3) Možné	Možný výskyt	50
(4) Pravděpodobné	Pravděpodobný výskyt	80
(5) Téměř jisté	Velmi pravděpodobný výskyt	95

Tabulka 13 Identifikace výskytu rizika a určení jeho pravděpodobnosti nebezpečí

Předpokládané riziko	Pravděpodobnost nebezpečí pro posuzovaný záměr
Zvyšující se průměrná teplota vzduchu	(3) Možné
Nekonzistentnost v průměrném množství dešťových srážek	(3) Možné
Značný nárůst teplot a vln veder	(3) Možné
Změny extrémního množství dešťových srážek	(2) Nepravděpodobné
Sucho	(2) Nepravděpodobné
Půdní eroze	(1) Zřídka
Povodně	(3) Možné
Mrazy	(2) Nepravděpodobné
Problémy související s mrznutím a táním	(2) Nepravděpodobné
Průměrná rychlost větru	(2) Nepravděpodobné
Sesuvy půdy, laviny, nestabilita půdy	(1) Zřídka

V následujících tabulkách je hodnoceno, jaké by byly důsledky, kdyby nastala daná potenciální negativní událost. Potenciální důsledky jsou hodnoceny s použitím stupnice závažnosti negativního vlivu každého předpokládaného rizika.

Tabulka 14 Stupnice pro hodnocení míry závažnosti dopadů

Název	Míra závažnosti dopadů
(1) Nevýznamné	Minimální dopad
(2) Malé	Nízký dopad
(3) Mírné	Střední dopad
(4) Významné	Vysoký dopad
(5) Katastrofické	Extrémní dopad

Tabulka 15 Identifikace výskytu rizika a určení jeho závažnosti dopadů

Předpokládané riziko	Pravděpodobnost závažnosti dopadů pro posuzovaný záměr
Zvyšující se průměrná teplota vzduchu	(1) Nevýznamné
Nekonzistentnost v průměrném množství dešťových srážek	(1) Nevýznamné
Značný nárůst teplot a vln veder	(2) Malé
Změny extrémního množství dešťových srážek	(2) Malé
Sucho	(1) Nevýznamné
Půdní eroze	(1) Nevýznamné
Povodně	(3) Mírné
Mrazy	(2) Malé
Problémy související s mrznutím a táním	(2) Malé
Průměrná rychlost větru	(2) Malé
Sesuvy půdy, laviny, nestabilita půdy	(1) Nevýznamné

Analýza rizik vychází z identifikace možných závažných dopadů (Tab. 15) a pravděpodobnosti nebezpečí (Tab. 13) jednotlivých rizikových meteorologických jevů, které mohou ovlivnit předpokládaný záměr.

Tabulka 16 Hodnocení rizik vyplývajících z klimatických změn

Analýza rizik			DOPADY				
			1	2	3	4	5
			Nevýznamné	Malé	Mírné	Významné	Katastrofické
PRAVDĚPODOBNOST JEVU	5	Téměř jisté					
	4	Pravděpodobné					
	3	Možné	I, II	III	VII		
	2	Nepravděpodobné	V	IV, VIII, IX, X			
	1	Zřídka	VI, XI				

Legenda:

RIZIKO:

EXTRÉMNÍ



VYSOKÉ

MÍRNÉ

I Zvyšující se průměrná teplota vzduchu

II Nekonzistentnost v průměrném množství dešťových srážek

III Značný nárůst teplot a vln veder

NÍZKÉ		IV	Změny extrémního množství dešťových srážek
		V	Sucho
		VI	Půdní eroze
		VII	Povodně
		VIII	Mrazy
		IX	Problémy související s mrznutím a táním
		X	Průměrná rychlost větru
		XI	Sesuvy půdy, laviny, nestabilita půdy

3.4. Adaptační opatření

Identifikovaná rizika kladou zvýšené nároky na jedné straně na organizaci železniční dopravy a schopnost pružného zajištění náhradních spojů, na druhé straně na schopnost správců železnice dostatečně rychle reagovat na vzniklé mimořádné události.

Důležitá je také prevence v ochraně drážního tělesa a samotné železnice, jelikož v rámci změny klimatu lze očekávat častější výskyt rizikových meteorologických jevů, které mohou negativně ovlivňovat železniční dopravu. Problémem může být i neudržovaná vegetace v blízkosti železniční trati, u které hrozí riziko pádu do železnice a na trakční vedení v důsledku silného větru, námrazy, ledovky, případně vysoké sněhové pokrývky.

Stavba bude v dotčené oblasti představovat zpevněné plochy, které způsobí zvýšený odtok dešťové vody z území. Proto by se v rámci stavby mělo uvažovat o adekvátních konstrukcích propustků, které budou schopny pojmout větší množství vody, aby nevytvářely při krizových situacích bariéry při odtoku vody z území.

Vazba na adaptační opatření Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR

Opatření začleněná do projektu jsou v souladu s adaptačními opatřeními v dopravě:

3.8.3.1 Zajistit flexibilitu a spolehlivost dopravního sektoru, zajištění provozu po extrémních projevech počasí, a to zejm. opatřeními zvýšené spolehlivosti dopravního sektoru odstraňováním tzv. bottlenecks s cílem optimálního zajištění dopravní obslužnosti. Výstavba nových a zvyšování kapacity existujících objízdných tras především na železnici. Zajištění systému prevence možných škod a včasnou likvidaci následků extrémních projevů počasí a lokalizace mimo záplavové území.

3.8.3.2 *Identifikovat a monitorovat nevyhovující technologie v oblasti dopravní infrastruktury, podpořit výzkum a vývoj nových materiálů v oblasti týkající se projektování staveb a dopravních konstrukcí s ohledem na důsledky klimatických změn, a to opatřením zohledňující extrémní přívalové vody, extrémní výkyvy teplot apod. Zvýšit životnost prováděné infrastruktury dopravních konstrukcí a požadovat mnohaleté záruky na kvalitu zhotoveného díla.*

3.8.3.4 *Opatření v oblasti zastínění komunikací doporučuje systematickou výsadbu dřevin a křovin ve vhodné vzdálenosti podél železnice. Nízká vegetace může být účinná při ochraně infrastruktury v zimních měsících. Měl by být stanoven vhodný postup pro výsadbu dřevin a křovin, které jsou pro danou lokalitu vhodné jak z biologického hlediska, tak technických hledisek, aby nedocházelo při extrémních meteorologických situacích k pádu vegetace na trakční vedení.*

Navrhovaná adaptační opatření v rámci projektu

Povodně

Při provozu záměru byla identifikována místa, kde může dojít k jeho ohrožení vlivem zvýšeného rizika povodní. Předmětný záměr přichází do styku se čtyřmi záplavovými územími. Záměr, včetně mostních objektů, je projektově připravován na průtok Q_{100} . Případné požadavky na dimenzování jiného průtoku jsou v souladu s požadavky příslušného orgánu státní správy pověřeného plánováním v oblasti vod. Nejkritičtější místem je přechod přes řeku Moravu. Na území města Olomouce se realizuje dlouhodobý projekt „Protipovodňová opatření Olomouc“, který je projektován pro průtok Q_{380} ($650 \text{ m}^3/\text{s}$). Na úroveň Q_{380} bude území města Olomouce dotčené záměrem připraveno v rámci investic řešených městem Olomouc. Záměr bude projektově připraven tak, aby s těmito investicemi nebyl v konfliktu.

Součástí projektové dokumentace v následujících stupních bude povodňový plán stavby, který bude platný pro období realizace stavby.

Přívalové povodně

Posuzovaný záměr prochází rizikovými územími při přívalových srážkách. Doporučuje se, aby v rizikových územích přizpůsobit kapacity a způsob provedení příčných objektů za účelem zmírnění dopadů rizik přívalových srážek, zejména přizpůsobit vtokové objekty a přichystat rozlivná území za účelem zmírnění dopadů na obyvatelstvo a hmotné statky.

V souvislosti se stanovenými záplavovými územími, místy omezujícími odtokové poměry a nově navrhovanými úseky trati bude součástí navazujících stupňů projektové dokumentace zpracování studie odtokových poměrů.

Teploty

Vlivem možnosti působení extrémních výkyvů teplot je předpokládáno vyšší zatížení např. železničního svršku, nebo trakčního vedení. S těmito podmínkami je již uvažováno v návrhu používaných materiálů. V případě mimořádných meteorologických jevů jako je námraza na trakčním vedení, kdy dochází k ochromení dopravy elektrifikovaných tratí, musí být využívány telematické a inteligentní dopravní systémy pro řízení dopravy, záložní zdroje elektrické energie pro provoz zabezpečovacího zařízení, musí být také k dispozici dostatek dieselových pohonů pro tratě, na kterých musí být po dobu trvání mimořádných meteorologických podmínek provoz zachován.

Extrémní vítr

Riziko ohrožení drážního provozu extrémním větrem a následným zatarasením popadanými stromy lze snížit řádnou údržbou tratě a přilehlých drážních pozemků za účelem udržení akceptovatelné výšky a mohutnosti porostů dřevin nacházejících se v dopadové vzdálenosti. Záměr prochází územím, které je z části ohroženo srážkovou a povodňovou činností. Jedná se zejména o k. ú. Němčice, Víceměřice, Doloplazy, Pivín, Slavonín, Povel, Nové Sady, Hodolany, Tážaly, Kožušany, Grygov, Vsisko, Holice u Olomouce. V těchto územích je nutno klást zvýšený důraz na technickou připravenost drážního spodku na zvládání mimořádných vodních stavů a přívalových srážek, a dále na příspěvek drážního tělesa k omezení škod v zasaženém území. U ostatních extrémních klimatických jevů je vliv drážního tělesa omezený. Při důsledné navazující projektové přípravě záměru, a při jeho kvalitním provedení nebude v dotčeném území snížena schopnost přizpůsobení se extrémním jevům v území.

Díky plánovaným stavebním a technickým pracím provedených v rámci tohoto záměru dojde ke zvýšení odolnosti železniční dopravy na dotčených železničních tratích vůči dlouhodobým klimatickým změnám, tak i vůči extrémním výkyvům počasí těmito změnami způsobenými. Tím tento záměr koresponduje s národními cíli v problematice klimatických změn.

4. Vyhodnocení vlivů na klima - mitigace

Mitigace je chápána jako předcházení ve smyslu zmírnění či zpomalení změny klimatu. Nejčastěji bývá s mitigací spojována redukce vypouštění skleníkových plynů do atmosféry nebo úspora energie či výroba tzv. zelené energie. Příkladem mitigačního opatření může být technologická změna či náhrada, pro kterou je typické snižování vstupů u zdrojů a snížení emise.

Snižování emisí skleníkových plynů je nedílnou součástí řešení problematiky změny klimatu a jejich negativních dopadů. Emise hlavních skleníkových plynů jsou pravidelně kontrolovány Rámcovou úmluvou OSN o změně klimatu formou inventarizace. Tato inventarizace probíhá v souladu s metodikou IPPC. V prostředí ČR nese zodpovědnost za správné fungování Národní Inventarizační Systém (NIS), přičemž Ministerstvo ŽP pověřilo CHMÚ jako zodpovědný úřad za koordinaci inventarizace a požadovaných datových i textových výstupů.

Za nejvýznamnější skleníkové plyny bývají považovány plyny jako CO₂ s podílem na celkových emisích 83,4 %, dále je to CH₄ 9,8 %, N₂O 4,7 % a F- plyny 2,2 % (stav k roku 2013). Za nejvýznamnějšího tvůrce skleníkových plynů bývá považován sektor energetiky, který produkuje 84 % z celkového množství skleníkových plynů, jedná se převážně o CO₂.

V České republice má ochrana klimatu svou oporu v řadě důležitých dokumentů, za zmínku stojí nová Politika ochrany klimatu, zahájení procesu posuzování této koncepce na životní prostředí (SEA), strategie ochrany klimatu do roku 2030, s výhledem do roku 2050. Všechny tyto dokumenty a strategie by měly vést k efektivnímu snižování emisí skleníkových plynů.

Na Evropské scéně je pozornost zaměřena převážně na zajištění plynulosti provozu za pomoci tzv. telematiky ve všech druzích dopravy. Dále na šetrnější a energeticky efektivnější využívání druhů dopravy, se snahou v osobní dopravě využívat převážně hromadnou dopravu napojenou na elektrickou trakci. Náhradu pro nešetrnou leteckou dopravu by měla představovat železniční doprava. Současná silniční nákladní doprava by se do roku 2030 měla přesunout v rozsahu 30 % na železniční a vodní dopravu.

V operačním programu doprava 2014-2020 jsou zahrnuta opatření na úsporu emisí skleníkových plynů ve všech prioritních osách, které mají souvislost s rozvojem a modernizací železniční infrastruktury (budování hlavních sítí TEN-T). Z dokumentu Integrované hlavní směry strategie Evropa 2020 vyplývají cíle v oblasti dopravy, které jsou zahrnuty v IHS 5

Zlepšit účinnost zdrojů a snížit emise skleníkových plynů. V našem případě budou k plnění IHS 5 přispívat zejména specifické cíle 1.1. a 1.6.

1.1. Zlepšení infrastruktury pro vyšší konkurenceschopnost a větší využití železniční dopravy.

1.6. Vytvoření podmínek pro širší využití železniční a vodní dopravy prostřednictvím modernizace dopravního parku.

4.1. Uhlíková stopa

Pod pojmem uhlíková stopa si lze představit sumu vypouštěných skleníkových plynů. Jedná se o pomyslné měřítko dopadů lidské činnosti na životní prostředí, ale především na klimatické změny.

Cílem předkládaného záměru je modernizace železniční trati mez Olomoucí – Prostějovem – Nezamyslicemi. Jedná se o plně elektrifikovanou trať, která při svém provozu nevytváří další emise znečišťujících látek. Ovšem při provozu na trati bude docházet ke spotřebě elektrické energie, kterou budou využívat pro svůj provoz vlaky. Jelikož při výrobě elektrické energie, která bude spotřebovávána na provoz trati, dochází k uvolňování mimo jiné i skleníkových plynů je nutné toto zatížení uvést. Při výrobě elektrické energie dochází ke vzniku skleníkových plynů např. vodní páry a oxid uhličitý. V konečném důsledku se tak jedná o nepřímé emise skleníkových plynů, které souvisejí s provozem železniční trati (záměrem).

Tabulka 17 Emise CO₂

	varianta 0	varianta 2	varianta 3	varianta 5	varianta 6
ŽELEZNIČNÍ osobní doprava (celkové emise CO₂)	70 799	71 654	71 215	71 875	71 651
SILNIČNÍ osobní doprava (celkové emise CO₂)	25 284 558	25 225 800	25 226 307	25 226 062	25 234 556
ŽELEZNIČNÍ osobní doprava (průměrné t CO₂/rok)	2 359,976	2 388,467	2 373,836	2 395,839	2 388,359
SILNIČNÍ osobní doprava (průměrné t CO₂/rok)	842 818,6	840 860	840 876,9	840 868,7	841 151,9
Celkem (průměrné t CO₂/rok)	845 178,576	843 248,467	843 250,736	843 264,539	843 540,259

Vzhledem k tomu, že nedochází ke změně v železniční nákladní dopravě, nebyla tato předmětem výpočtu emise CO₂. U všech posuzovaných variant dochází ke snížení celkových emisí CO₂ ze silniční dopravy ve srovnání se stávajícím stavem (s variantou 0 – bez projektu) K nejvyššímu snížení emisí CO₂ ze silniční dopravy dochází v případě realizace varianty 2.

Vzhledem k tomu, že ve všech variantách dochází k nárůstu intenzit železniční dopravy, pak tedy dochází i k nárůstu nepřímých emisí CO₂.

Další sledovanou skupinou látek, která by mohla mít vliv na klima je NO_x. Jedná se o skupinu sloučenin oxidu a dusíku, z nichž oxid dusný (N₂O) je významným skleníkovým plynem (představuje až 200 násobek ekvivalentu CO₂). Podíl N₂O ve směsi NO_x ze spalovacích motorů je variabilní v závislosti na typu paliva a počtu ujetých km. Pokud vezmeme v úvahu, že obsah N₂O je roven emisím NO_x pak přepočten na ekvivalent CO₂ je následující tab. č.18.

Tabulka 18 Emise NO_x v přepočtu na t CO₂

	varianta 0	varianta 2	varianta 3	varianta 5	varianta 6
ŽELEZNIČNÍ osobní doprava (celkové emise CO₂)	5 533,611	5 600,417	5 566,11	5 617,701	5 600,164
SILNIČNÍ osobní doprava (celkové emise CO₂)	15 361 802,52	15329168,22	15330073,86	15329940,59	15334567,29
ŽELEZNIČNÍ osobní doprava (průměrné t CO₂/rok)	184,454	186,681	185,537	187,257	186,672
SILNIČNÍ osobní doprava (průměrné t CO₂/rok)	512 060,1	510 972,3	511 002,5	510 998	511 152,2
Celkem (průměrné t CO₂/rok)	512 244,554	511 158,981	511 188,037	511 185,257	511 338,872

Z hlediska snížení emisí CO₂ se jeví jako nejvýhodnější varianta 2.

4.2. Zmírňující opatření

Emise skleníkových plynů v rámci realizace záměru je možné ovlivnit minimálně. Spotřeba paliv a energie během výstavby bude obdobná jako u jiného typu výstavby. Snížení jízdních kilometrů a tedy i spotřeby paliva lze dosáhnout zejm. v rámci využití materiálu na stavbu.

Vazba zmírňujících opatření na Politiku ochrany klimatu v ČR

Opatření navrhovaná Politikou vycházejí z hlavního cíle v oblasti dopravy, a to snížení závislosti na ropě a snížení množství emitovaných skleníkových plynů. Hlavní opatření se proto dotýkají oblastí rozvoje využívání alternativních paliv (technologický vývoj motorů, paliv, rozvoj čerpací sítě pro alternativní paliva atd.), rozvoje ekologicky šetrné dopravy a veřejné dopravy, zajištění vyšší bezpečnosti a plynulosti provozu (inteligentní systémy řízení dopravy).

V souladu s cílem rozvoje ekologicky šetrné dopravy je předpokládán záměr v souladu, jelikož železniční doprava je mnohem šetrnější na množství vypouštění emisí škodlivých látek

(emise skleníkových plynů), než například letecká, silniční kamionová nákladní a osobní doprava.

5. Porovnání variant řešení záměru

Studie proveditelnosti porovnává celkem 5 variant.

Varianta 0

Na trati nebudou v hodnoceném období provedeny žádné investice mimo drobné investice vyvolané dožitím zařízení, které nebude možné nahradit formou oprav a údržby.

Varianta 2

Investiční opatření pro maximalizaci traťové rychlosti převážně na stávajícím tělese dráhy až do hodnoty 160 km/h, odstranění většiny propadů traťové rychlosti na méně než 100 km/h, zdvojkolejnění částí trati dle potřeb doložených dopravní technologií.

Varianta 3

Investiční opatření pro dosažení souvisle využitelné traťové rychlosti 120-160 km/h, zdvojkolejnění tratě nebo její převážné části, severní přeložka Blatce, přeložka v úseku Nezamyslice – Pivín.

Varianta 5

Vychází z varianty 2 a doplňuje nové propojení tzv. „grygovskou spojku“ ze stanice Blatec na trať III. TŽK. Ve směru Olomouc mimoúrovňové napojení, ve směru Přerov úrovňové napojení do stanice Grygov.

Varianta 6

Vychází z varianty 2 a doplňuje nové propojení tzv. „němčickou spojku“ na trať Brno – Přerov, napojení úrovňové

Záměr je projektově připravován s ohledem na průtok Q_{100} . Na území města Olomouce se realizuje dlouhodobý projekt „Protipovodňová opatření Olomouc“, který je projektován pro průtok Q_{380} (650 m³/s). Toto je třeba zohlednit při rekonstrukci stávajícího mostu přes Moravu. V jeho blízkosti je navržena výstavba inundačního mostu, který je však součástí jiného investičního záměru. Varianty 2,3, 6 budou překonávat stanovená záplavová území ve

srovnatelném rozsahu. V případě varianty 5 bude postavena nová železniční estakáda přes řeku Moravu o délce 395 m, v jejíž blízkosti (v km 95,947) bude rovněž postaven inundační most.

V lokalitách hodnocených jako rizikové v případě přívalových povodní (Dobromilice – Pivín) se jeví jako nejproblematictější varianta 0, kdy vzhledem rozsahu prací bude tato podmínka dodržena minimálně. Ostatní varianty jsou z hlediska jejich odolnosti vůči přívalovým povodním srovnatelnými.

Při projektování dopravních konstrukcí je nutno zohlednit důsledky změny klimatu, zejména extrémní výkyvy teplot, odvod přívalových vod, vyhodnotit nezámrznou hloubku, účinky vysokého rozpálení povrchů.

Kvalita vozů, způsob jejich klimatizace a vytápění je součástí investic do provozu železnice, v dlouhodobém měřítku tak dochází ke zkvalitňování drážních vozidel. Nákup nových jednotek nebude předmětem tohoto záměru. Zastínění železnice je předmětem trvalého rozporu požadavků na bezpečnost trati, z hlediska dobrého rozhledu a minimalizace rizika pádu dřevin na trať, a zároveň požadavku na zastínění. Bude předmětem průběžné údržby trati.

Z hlediska emisí CO₂ byly jednotlivé varianty 2, 3, 5 a 6 porovnávány s variantou bez projektu. Všechny varianty vedou k celkovému snížení emisí v porovnání s variantou 0. Nejvýraznější snížení emisí je zřejmé u varianty 2.

U variant 2, 3 a 6 dojde k navýšení nepřímých emisí CO₂, avšak ve všech variantách bude toto navýšení, vzhledem k intenzitám dopravy, srovnatelné.

V případě varianty 5 bude emise CO₂ nejvyšší ze všech posuzovaný variant vzhledem k tomu, že dojde k navýšení dopravy na grygovské spojení.

Záměr, s výjimkou varianty 0, představuje adaptační opatření. Varianta 5 je z hlediska naplnění kapacity trati Přerov – Olomouc méně vhodná.

Předmětem realizace záměru je zvýšení kapacity stávající železniční tratě, zlepšení jízdních vlastností a zvýšení propustnosti trati. Výjimkou je varianta 0, kdy by oproti stávajícímu stavu nedošlo k žádné změně. Řešenou trať lze využít jako alternativu pro trať Přerov – Nezamyslice. V případě opatření požadujícího zvýšení flexibility je málo vhodná varianta 5,

která vyčerpává volné kapacity trati Olomouc – Přerov. Záměr, s výjimkou varianty 0, představuje mitigační opatření.

Vliv záměru na zmírňování změny klimatu a jeho přizpůsobení se změně klimatu v nadmístním měřítku je řešen na základě celostátních koncepčních dokumentů. Zranitelnost záměru samotného vůči dopadům jednotlivých průvodních jevů změny klimatu byla zhodnocena v předešlé kapitole.

Záměr je v souladu s politikou ochrany klimatu v ČR.

Z hlediska doporučených variant k realizaci se jeví jako nejméně vhodné varianty 0 a 5.

6. Opatření

Z výše uvedených skutečností vyplývají následující doporučení pro realizaci stavby:

1. V místech hrozících přívalových povodní dostatečně dimenzovat rekonstruované a navrhované mostní objekty a propustky. Jedná se především o úsek Dobromilice – Pivín.
2. Mostní objekty přes řeku Moravu (stávající most ve všech variantách, nový most ve variantě 5) dimenzovat v souladu s projektem „Protipovodňová opatření Olomouc“, který je projektován pro průtok Q_{380} (650 m³/s). Na úroveň Q_{380} bude území města Olomouce dotčené záměrem připraveno v rámci investic řešených městem Olomouc. Záměr bude projektově připraven tak, aby s těmito investicemi nebyl v konfliktu.
3. Zpracovat povodňový plán pro realizaci záměru.
4. V navazujících stupních projektové dokumentace zpracovat studii odtokových poměrů pro nově navrhované úseky trati v záplavových území a pro místa, které jsou v současnosti identifikována jako místa omezující odtokové poměry.
5. Zavést opatření technicko-organizačního charakteru, která spočívají v častějších kontrolách traťového úseku při nastalých extrémních jevech počasí. Zabezpečit dostatečnou připravenost v případě výpadku elektrické energie, (poškození trakčního vedení) zajištěním dostatečného počtu diesellových lokomotiv.

7. Závěr

Z hlediska vlivů klimatických změn ve vztahu k záměru „Modernizace trati Olomouc – Prostějov – Nezamyslice“ jsou předpokládány hlavní dopady zejména na plynulost a provoz dopravy. V důsledku extrémních projevů počasí může dojít ke zhoršení plynulosti a provozu dopravy. Závažnost dopadů se bude lišit dle aktuální intenzity meteorologického jevu. Mezi hlavní rizikové faktory patří přívalové deště, vichřice a námrazové jevy. Součástí záměru jsou odpovídající adaptační opatření.

Posuzovaná železniční trať kříží vodní toky Moravy, Blaty, Valové, Brodečky a Hané, pro které byla stanovena záplavová území. Mostní objekty, které kříží vodní toky v zájmovém území, budou v souladu s ČSN 73 6201, jenž se týká projektování mostních konstrukcí, konstruovány na Q_{100} .

V zájmové lokalitě se dle České geologické služby nenacházejí místa nebezpečná z hlediska sesuvů půdy ani erozního smyvu.

Z výsledků analýzy pravděpodobnosti výskytu nebezpečí vyplývá, že z hlediska klimatických změn existuje možné riziko pro záměr související se změnou klimatu. V rámci této analýzy byla identifikována tato rizika: povodně, zvyšující se průměrná teplota vzduchu, nekonzistentnost v průměrném množství dešťových srážek, značný nárůst teplot a vln veder.

Další rizika pravděpodobnosti výskytu nebezpečí související se změnou klimatu např. změny extrémního množství dešťových srážek, sucho, mrazy, problémy související s mrznutím a táním, sesuvy půdy, laviny, nestabilita půdy, průměrná rychlost větru, byla vyhodnocena jako nepravděpodobná.

Pro rizikový jev půdní eroze byla pravděpodobnost výskytu nebezpečí vyhodnocena jako zřídka.

Z hlediska závažnosti dopadů pro posuzovaný záměr byla pouze povodeň klasifikována jako mírná. Závažnost dopadů byla vyhodnocena jako malá pro rizika značný nárůst teplot a vln veder, změny extrémního množství dešťových srážek, mrazy, problémy související s mrznutím a táním a průměrná rychlost větru. Jako nevýznamné riziko z hlediska závažnosti dopadů bylo

vyhodnoceno nekonzistentnost v průměrném množství dešťových srážek, zvyšující se průměrná teplota vzduchu, sucho, půdní eroze a sesuvy půdy, laviny, nestabilita půdy.

Z hodnocení rizik vyplývajících z klimatických změn bylo zjištěno, že do kategorie vysokého rizika spadá pouze jeden meteorologický jev povodně. Do kategorie mírného rizika byl zahrnut pouze jev značného nárůstu teplot a vln veder. Zbývající meteorologické jevy jako zvyšující se průměrná teplota vzduchu, nekonzistentnost v průměrném množství dešťových srážek, změny extrémního množství dešťových srážek, sucho, půdní eroze, mrazy, problémy související s mrznutím a táním, průměrná rychlost větru, sesuvy půdy, laviny, nestabilita půdy, byly zařazeny do kategorie nízkého rizika.

Seznam zkratk

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
EU	Evropská unie
IPCC	mezivládní panel pro změnu klimatu
OSN	Organizace spojených národů
UNEP	environmentální program organizace spojených národů
WMO	světová meteorologická organizace

Seznam vybraných podkladových materiálů

Projektová dokumentace, studie, ...

- ❑ Studie proveditelnosti „Modernizace trati Olomouc – Prostějov – Nezamyslice“, 2018 v rozpracovanosti

Zákony a jiné právní normy, strategie, metodické pokyny

- ❑ Zákon č.100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, v platném znění
- ❑ Rámcová úmluva OSN o změně klimatu, 80/2005 Sb. m. s.
- ❑ Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, MŽP 2015, Praha.
- ❑ Politika ochrany klimatu v ČR, MŽP 2016, Praha.
- ❑ The EU Strategy on adaptation to climate change, European Commission 2013.
- ❑ Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient. DG Climate Action 2011, Brusel.
- ❑ Guidance on integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment, European Commission 2013.
- ❑ Climate Change and Major Project - Outline of the climate change related requirements and guidance for major projects in the 2014 - 2020 programming period, European Commission, 2016.
- ❑ „Odborný podklad k zohlednění dopadů změny klimatu při přípravě projektů dopravní infrastruktury“, Závěrečná zpráva; Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ); Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta (MFF UK) 2017. Praha

Publikace

- Ekotoxa s r.o. (2015): Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR. MŽP, Praha
- Pretel, J., Metelka, L., Novický, O., Daňhelka, J., Rožnovský, J., Janouš, D., others. (2011). Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. TECHNICKÉ SHRNUÍ VÝSLEDKŮ PROJEKTU VaV SP/1a6/108/07 v letech 2007–2011, ČHMÚ, Praha. Dostupné z http://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/vav_TECHNICKE_SHRNU TI_2011.pdf
- Quitt E. (1975): Klimatické oblasti ČSR. 1:500 000, Geografický ústav ČSAV, Brno.
- Tolasz R. et. al. (2007) Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia. Praha: Český hydrometeorologický ústav; 255 pp.

Internetové zdroje

- <http://portal.chmi.cz/> (Český hydrometeorologický ústav)
- <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace>
- <http://climate-adapt.eea.europa.eu>
- <http://vitejtenazemi.cz/cenia>
- http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation_en.htm