

Doplňující údaje:

1	11/2025	2. vydání	Mgr. Kubánková v.r.	Ing. Pospíšilová v.r.	Mgr. Bc. Povýšilová v.r.	Mgr. Gabriel v.r.
Rev.	Datum	Popis	Vypracovala	Vypracovala	Kontroloval	Schválil

Objednatel:

Společnost „MP+Valbek+MOTT+EGIS – RS 4 VRT Balabenka – Lovosice“

Korespondenční adresa:

METROPROJEKT Praha a.s.

Argentinská 1621/36

170 00 Praha 7-Holešovice

Souprava:

Zhotovitel:

Ecological Consulting a.s.

Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc

tel: 585 203 166

e-mail: ecological@ecological.cz



Projekt:

„Přestavba odbočky Balabenka“

Číslo projektu:	22102
VP (HIP):	Mgr. Bc. Povýšilová
Stupeň:	EIA

KÚ: Hl. m. Praha

Datum: 11/2025

Obsah:

Archiv:	
Formát:	
Měřítko:	

Vyhodnocení odolnosti stavebního záměru vůči klimatickým změnám dle Směrnice č. 2014/52/EU

Část:	Příloha:
-	

Objednatel: Společnost „MP+Valbek+MOTT+EGIS – RS 4 VRT Balabenka – Lovosice“

Korespondenční adresa: METROPROJEKT Praha a.s.,
Argentinská 1621/36, 170 00 Praha 7, Holešovice

Zpracovatel: Ecological Consulting a.s.

Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc, tel. 720 856 269
e-mail: ecological@ecological.cz; www.ecological.cz

Řešitel: Mgr. Alena Kubánková – vyhodnocení vlivů na klima, obecná ochrana přírody

Ecological Consulting a.s., Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc

Ing. Kristýna Pospíšilová - vyhodnocení vlivů na klima, odpadové
hospodářství, obecná ochrana přírody, PUPFL

Ecological Consulting a.s., Legionářská 1085/8, 779 00 Olomouc,

Oddělení Brno, Kounicova 271/13, tel. 513 034 173

Ecological Consulting a.s.
Legionářská 1085/8
779 00 Olomouc ①
IČ 25873962 DIČ CZ25873962



Listopad 2025

Mgr. Alena Kubánková

Prvotní dokumentace je uložena v archivu objednatele.

Rozdělovník:

1x digitální verze: Společnost „MP+Valbek+MOTT+EGIS – RS 4 VRT Balabenka –
Lovosice“

1x digitální verze: Ecological Consulting a.s.

OBSAH

1. STRATEGICKÝ RÁMEC POSUZOVÁNÍ VLIVŮ NA KLIMA	6
1.1. Řešení klimatické změny na mezinárodní úrovni.....	6
1.2. Strategie na úrovni ČR.....	6
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	16
2.3. Meteorologické jevy doprovázející klimatickou změnu	21
2.4. Klima zájmové oblasti	28
3. VYHODNOCENÍ VLIVŮ NA KLIMA – ADAPTACE.....	32
3.1. Analýza expozice oblasti	32
3.2. Analýza citlivosti železniční stavby.....	38
3.3. Analýza zranitelnosti	41
3.4. Hodnocení rizik vyplývajících z klimatické změny.....	43
3.5. Adaptační opatření.....	49
3.6. Vyhodnocení souladu se strategickými dokumenty v oblasti přizpůsobení se změně klimatu	51
4. VYHODNOCENÍ VLIVŮ NA KLIMA - MITIGACE	57
4.1. Uhlíková stopa	58
4.2. Zmírňující opatření	63
4.3 Vyhodnocení souladu se strategickými dokumenty z hlediska klimatické neutrality	64
5. OPATŘENÍ	66
6. ZÁVĚR	67
SEZNAM ZKRATEK	69
SEZNAM VYBRANÝCH PODKLADOVÝCH MATERIÁLŮ	69

ÚVOD

Předkládaný dokument „*Vyhodnocení odolnosti stavebního záměru vůči klimatickým změnám dle Směrnice č. 2014/52/E*“ (dále také jen „Vyhodnocení“) a jeho závěry jsou platné k datu jejího zpracování, čímž je myšlen listopad 2025. Případné změny limitů, změny v legislativě apod. nejsou a nemohou být brány jako vada díla. Tento dokument je určen výhradně k připomínkovému řízení organizačních složek a útvarů zadavatele a není určen k projednání s orgány státní správy nebo samosprávnými celky. Obsah tohoto dokumentu bude podléhat dalším úpravám na základě připomínek organizačních složek a útvarů zadavatele k tomuto dokumentu nebo k jiným částem dokumentace, se kterými bude tento dokument koordinován.

Předkládané vyhodnocení bylo zpracováno jako podklad (příloha Oznámení dle § 6 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí; v rozsahu přílohy č. 3 zákona č. 100/2001 Sb.) pro stavební záměr „Přestavba odbočky Balabenka“. Rozsah záměru, umístění a technické parametry jsou stručně popsány v úvodních částech. Studie vychází z podkladových materiálů odpovídajících danému stupni rozpracovanosti.

Detailnější popis záměru je součástí samostatné dokumentace (Oznámení dle § 6 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí; v rozsahu přílohy č. 3 zákona č. 100/2001 Sb.).

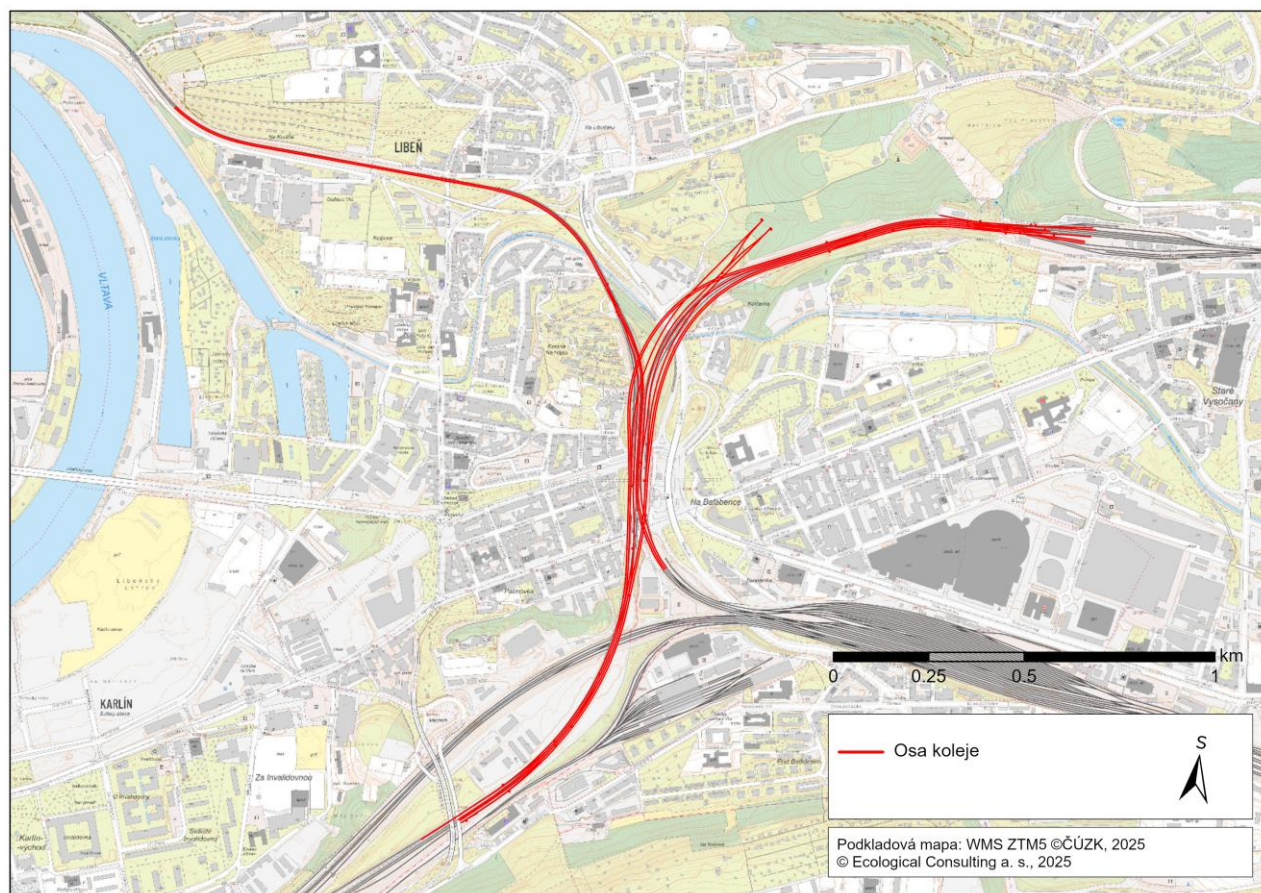
Předmětem záměru je modernizace odb. Balabenka, při níž dojde ke kompletní přestavbě významného železničního uzlu, který propojuje několik nádraží: Praha hl. nádraží, Praha-Vysočany, Praha-Libeň a Praha-Holešovice. Do odb. Balabenka bude také od severu nově zapojena také RS 4 VRT Praha-Balabenka – sjezd Lovosice. Kolejiště odb. bude kompletně přestavěno tak, aby výsledná kapacita tohoto uzlu odpovídala potřebám realizace nejen VRT, ale i budoucí podoby žel. uzlu Praha. Budoucí kolejiště bude propleteno ve třech výškových úrovních, rozsah bude o jednu úroveň zvětšený.

Taťová rychlost v uzlu Balabenka bude 80 až 100, respektive 115 km/h.

Součástí stavby bude řada umělých staveb, situovaných na malém území odbočky. Půjde zejména o mosty a estakády, kterých je celkem 25 (současně dochází k demolici 12 stávajících mostů). Mosty jsou doplněny třemi lávkami pro pěší a cyklisty a 27 opěrnými a zárubními zdmi.

Řešený úsek bude napájen trakční soustavou stejnosměrné napětí 3 kV.

Rozsah kolejového řešení záměru je znázorněn na obr. 1.



Obr. 1: Rozsah a umístění záměru

1. Strategický rámec posuzování vlivů na klima

1.1. Řešení klimatické změny na mezinárodní úrovni

Změna klimatu je globálním problémem, kterému se mezinárodní společenství věnuje od 80. let. Klíčovým dokumentem je Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (1992), jejímž cílem je stabilizace koncentrace skleníkových plynů (GHG) v atmosféře. Na ni navazují další významné dohody, zejména Kjótský protokol (1997) a Pařížská dohoda (2015), která usiluje o udržení globálního oteplení pod 2 °C, ideálně do 1,5 °C oproti předindustriálním hodnotám.

Vědeckým základem pro klimatickou politiku je činnost Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC), který pravidelně zveřejňuje hodnotící zprávy o dopadech, příčinách a možnostech řešení změny klimatu. Poslední je tzv. Šestá hodnotící zpráva (2021–2023). Materiál poskytuje nejnovější informace o vědeckých, technických a sociálně-ekonomických aspektech změny klimatu.

Evropská unie reagovala přijetím klimaticko-energetického rámce do roku 2030 a Zelené dohody pro Evropu (2019), jejímž cílem je dosažení uhlíkové neutrality do roku 2050. Adaptaci podporuje strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu, aktualizovaná v roce 2021.

Pro praxi posuzování vlivů je klíčové Doporučení Komise (EU) 2021/1749, které stanovuje metodické postupy pro hodnocení emisí skleníkových plynů a klimatické odolnosti v rámci řízení EIA. Významným rámcem udržitelnosti je i Nařízení (EU) 2020/852 o taxonomii udržitelných činností, které stanovuje kritéria pro aktivity přispívající ke zmírnění a přizpůsobení se změně klimatu.

1.2. Strategie na úrovni ČR

Hlavním národním dokumentem je Politika ochrany klimatu v ČR, jejíž aktualizace z roku 2024 stanovuje cíl snížení emisí o 55 % do roku 2030 (oproti 1990) a klimatickou neutralitu do roku 2050. K snížení emisí má dojít díky rozvoji obnovitelných zdrojů energie, úsporám energie a útlumu využívání fosilních zdrojů v energetice (včetně úplného ukončení těžby a spalování uhlí pro výrobu elektřiny a tepla do roku 2033). Součástí je i zaměření pozornosti na zvýšené ukládání uhlíku v půdě a lesích nebo jejich zachytávání v průmyslu.

Zhodnocení pravděpodobných dopadů změny klimatu a návrhy konkrétních adaptačních opatření pro sektory, ve kterých se očekávají zásadní dopady změny klimatu zpracovává Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, aktualizovaná pro období 2021 – 2030. Implementačním dokumentem je Národní akční plán adaptace na změnu klimatu pro období 2021 – 2025. Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky na období 2023–2027 (2017) doplňuje adaptační rámec pro vodní hospodářství.

Opatření reflektující změnu klimatu jsou součástí dalších strategií – např. Státní politiky životního prostředí 2030 s výhledem do roku 2050, Koncepce environmentální bezpečnosti a Bezpečnostní strategie České republiky 2021 – 2030 s výhledem do roku 2050.

Od novely směrnice EIA (2014/52/EU) a její transpozice do zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, je hodnocení emisí skleníkových plynů a klimatické odolnosti povinnou součástí posuzování záměrů.

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.

Na základě poslední významné revize směrnice EIA z roku 2014 (2014/52/EU) byla zavedena povinnost zabývat se při posuzování vlivů záměru na životní prostředí problematikou změny klimatu, ve smyslu hodnocení rizik (vyhodnocení odolnosti stavebního záměru vůči

klimatickým změnám), které změnu klimatu přináší. S tím souvisí i návrhy a možnosti řešení možných adaptačních opatření a návrhy zmírňujících opatření.

Problematika změny klimatu je rovněž zohledněna a zapracována v novele zákona č. 100/2001 Sb., ze dne 5.9.2017 (zákon č. 326/2017 Sb.), ve kterém je stanovena nutnost implementovat posouzení klimatických rizik do procesu posuzování vlivů na životní prostředí, ve smyslu vypracování posouzení aktuálního stavu rizik pro posuzovaný projekt (vyhodnocení odolnosti stavebního záměru vůči klimatickým změnám), identifikace a návrh možných opatření, případně vytvoření adaptačního plánu a jeho zapracování do projektu.

2. Změna klimatu v ČR

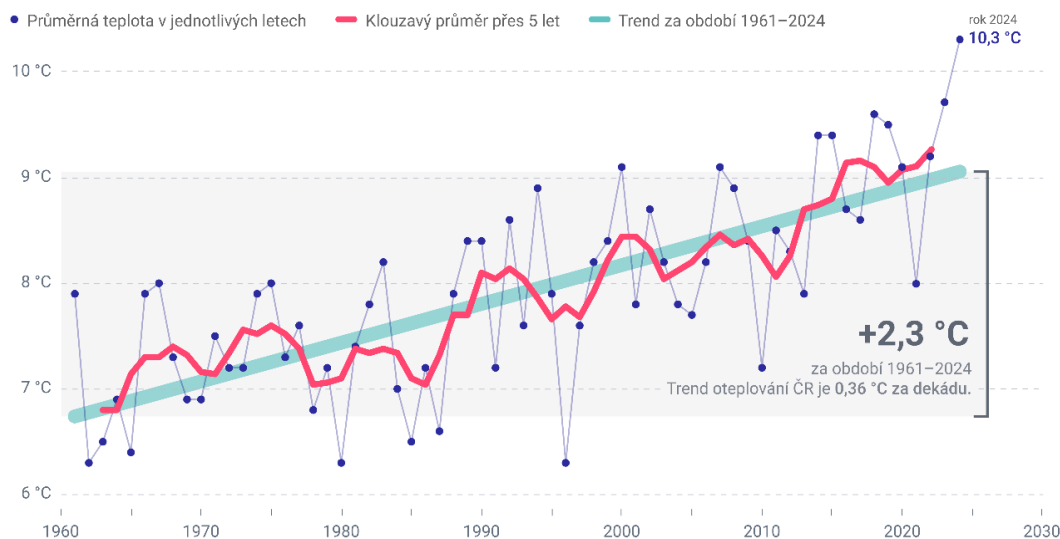
Variabilita klimatu je definována jako odchylka od průměrného stavu popsaného statistickými charakteristikami (četnost výskytu extrémních projevů počasí, směrodatná odchylka atd.) klimatického systému v prostorovém i časovém měřítku. Změna se může projevovat jako výsledek vnitřních procesů klimatického systému nebo jako výsledek změn způsobených přírodními nebo antropogenními vlivy.

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. Standardní klimatické normály jsou počítány jako 30leté průměry z homogenizovaných a doplněných řad klimatických prvků. Pro pozorovanou současnou změnu klimatu je nejčastěji používán normál 1961–1990, který se donedávna používal široce. S ohledem na rychlost probíhající klimatické změny se normály od roku 2015 aktualizují k nejbližšímu třicetiletí.

Teploty

U průměrných ročních teplot dochází na území ČR k výrazným meziročním změnám, což dokládá Obr. 2. Průměrná roční teplota se od roku 1961 zvýšila o 2,2 °C (www.faktaoklimatu.cz). V normálovém období 1961–1990 dosahovala průměrná roční teplota v ČR jen 7,3 °C, pro normálové období 1981 – 2010 je 7,9 °C a pro aktuální normálové období 1991 – 2020 je 8,3 °C.



VERZE 2025-01-06 LICENCE CC BY 4.0
více info na faktaoklimatu.cz/teplota-cr

zdroj dat: ČHMÚ

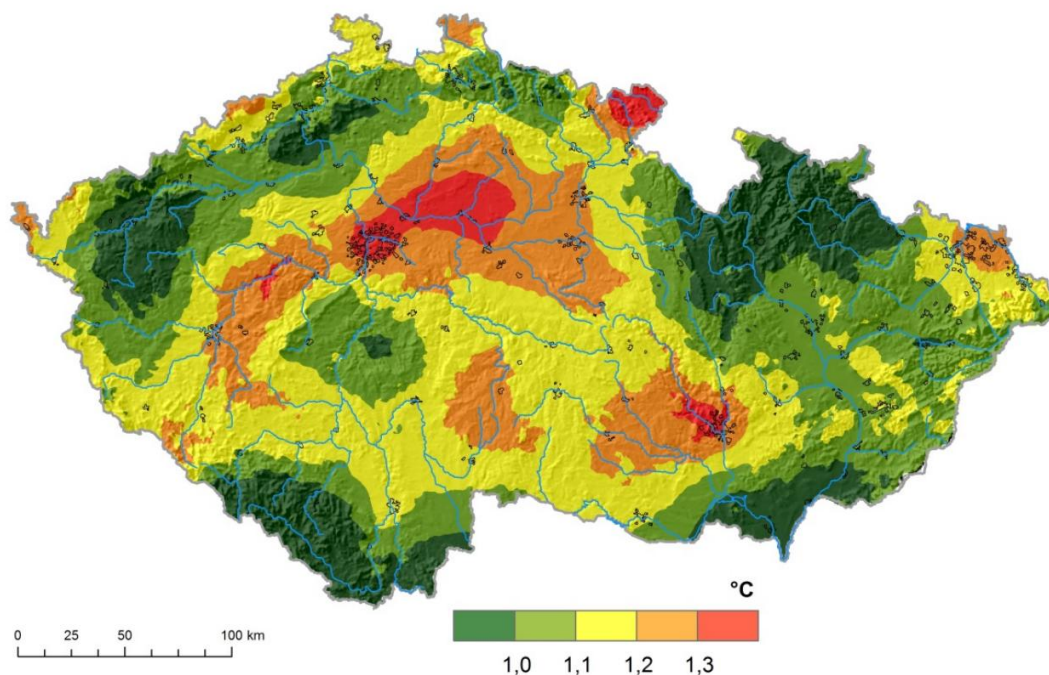
Obr. 2: Průběh průměrných ročních teplot (°C) v ČR v období 1961 – 2024 (Zdroj: www.faktaoklimatu.cz na základě dat ČHMÚ, 2024)

Růst teplot vzduchu je v období 1961 – 2016 statisticky významný ve všech sezónách. S výjimkou podzimu nejsou rozdíly mezi ostatními částmi roku výrazné – vyšší trend nárůstu je patrný v zimě a v létě ($0,4\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ let}$). Nejvýraznější změny byly zaznamenány v létě v červenci a srpnu a v zimním období prosinci a lednu. Nejnižší trend je pozorován v září a říjnu.

Tabulka 1 Změny průměrných teplot ($^{\circ}\text{C}$) mezi obdobími 1961 – 1990 a 1991 – 2010 (Zdroj: ČHMÚ)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Teplota ($^{\circ}\text{C}$)	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 létě se rychleji otepluje Morava, v zimě a na jaře naopak Čechy (rozdíly mezi Čechami a Moravou nepřesahují změny teploty o více než $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ let}$ a téměř se vyrovnávají na podzim). Nejrychleji oteplující se oblasti na území ČR představují lokality v intravilánech a okolí velkých měst (zejm. Praha, Brno), Broumovsko, Ostravsko, Dolnomoravský a Dyjsko-Svratecký úval, Polabí, Berounsko a Plzeňská pánev. V těchto lokalitách je odchylka průměrné roční teploty vzduchu v letech 2001–2016, které představují nejteplejší 15leté období ze všech zvolených, od normálu 1961–1990 větší než $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. V případě území velkých měst lze původ takto vysokých průměrných ročních teplot hledat v jevu, který bývá označován jako tzv. tepelný ostrov města.

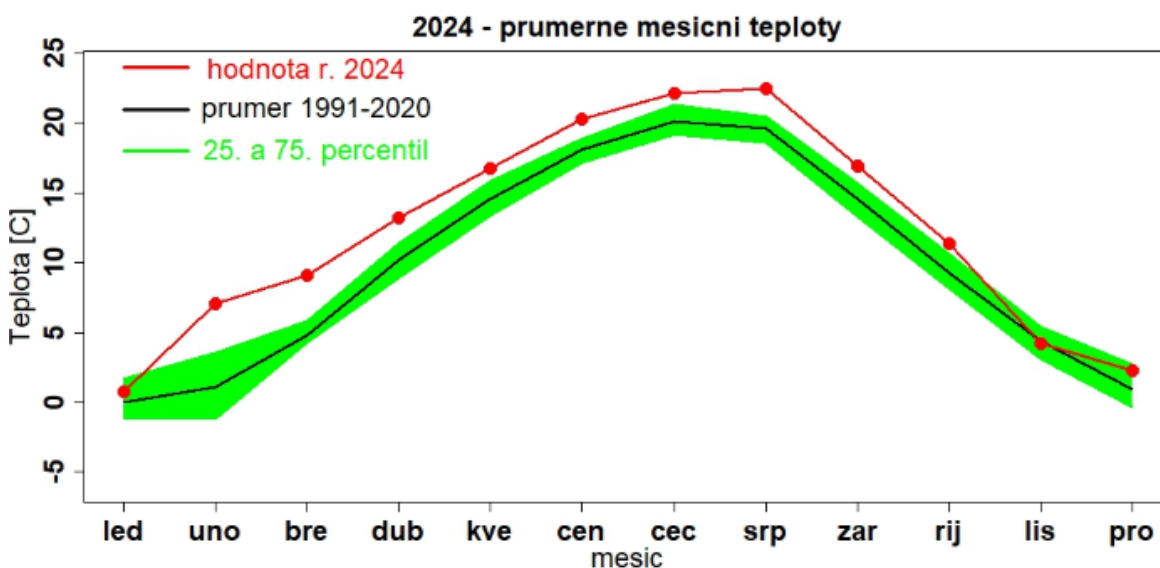


Obr. 3: Odchylka průměrné roční teploty vzduchu v letech 2001–2016 od normálu 1961–1990 (Zdroj: ČHMÚ, 2019)

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 tropických dní¹ ($T_{\text{MAX}} \geq 25^\circ\text{C}$) během roku na celém území ČR se v období 1981 – 2010 oproti období 1961 – 1990 zvýšil o 3,2 dní za rok (o 70%); naopak došlo k poklesu průměrného počtu mrazových dní ($T_{\text{MIN}} < 0^\circ\text{C}$) o 6 a ledových dní ($T_{\text{MAX}} < 0^\circ\text{C}$) 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.

Rok 2024

Dle hodnocení ČHMÚ byl rok 2024 na území ČR rekordně teplý. Průměrná roční teplota vzduchu $10,3^\circ\text{C}$ byla o $2,0^\circ\text{C}$ vyšší než normál 1991–2020. Rok 2024 je tak hodnocen jako teplotně mimořádně nadnormální a stal se vůbec nejteplejším rokem na území ČR v řadě od roku 1961. Průměrná teplota vzduchu doposud nejteplejšího roku 2023 ($9,7^\circ\text{C}$) byla překonána velmi výrazně, následují roky 2018 ($9,6^\circ\text{C}$), 2019 ($9,5^\circ\text{C}$), 2014 a 2015 ($9,4^\circ\text{C}$).



Obr. 4: Průměrná měsíční teplota vzduchu na území ČR v roce 2024 ve srovnání s normálem za období 1991–2020 (zdroj: klimaweb.cz)

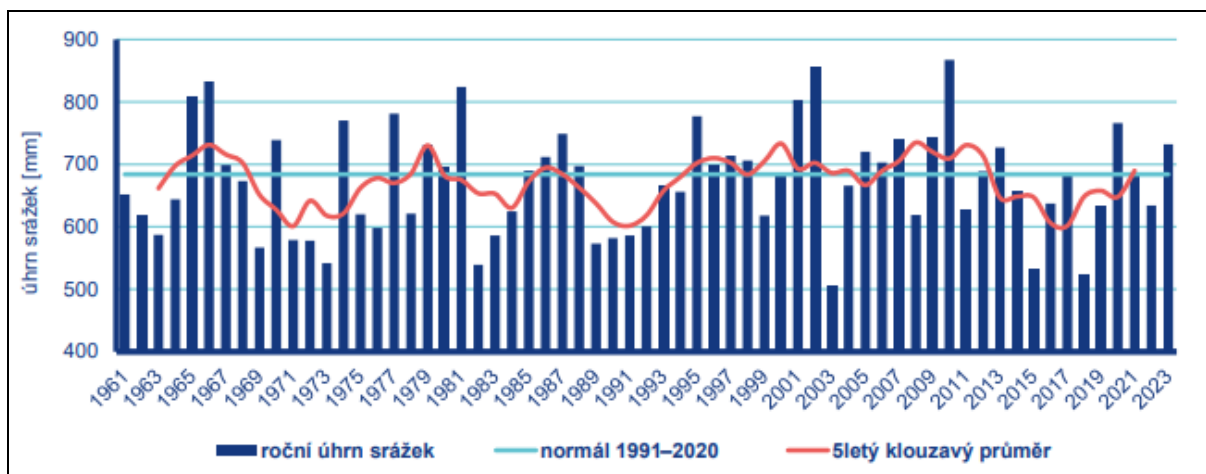
¹ Pozn. Jako letní den se popisuje takový, kdy maximální teplota vzduchu vystoupá nad 25°C , během tropického dne přesáhne maximální teploty vzduchu 30°C nebo tropická noc, kdy teplota vzduchu neklesne pod 20°C . V zimním období se popisuje jako arktický den, kdy maximální teplota vzduchu nestoupne nad -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 .

V roce 2024 byla u všech měsíců, kromě listopadu, zaznamenána kladná odchylka průměrné měsíční teploty vzduchu na území ČR od normálu 1991–2020. Mimořádně teplé byly měsíce únor (odchylka +6,1 °C) a březen (odchylka +3,8 °C). Tyto měsíce byly vůbec nejteplejším únorem a březnem zaznamenaným na území ČR v období od roku 1961, v únoru se jednalo o rekordně vysokou odchylku průměrné měsíční teploty od normálu 1991–2020. Následující měsíce duben až říjen byly hodnoceny jako teplotně nadnormální až silně nadnormální (odchylka +1,4 až 2,3 °C). Závěrečné měsíce roku listopad a prosinec byly hodnoceny jako teplotně normální (Obr. 4). (ČHMÚ, 2025)

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, jak je charakteristické pro klima střední Evropy. Nelze se proto 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 jeden z nejvyšších ročních úhrnů srážek v hodnoceném období, ale již v následujícím roce 2003 byl roční úhrn srážek zcela nejnižší viz Obr. 5.



Obr. 5: Průběh průměrných ročních srážkových úhrnů (mm) v ČR v období 1961 - 2020

(Zdroj: ČHMÚ, 2023)

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

Dochází ale ke změně charakteru srážek. Statisticky významně nám roste počet dní s vyššími úhrny srážek, které jsou způsobeny většinou bouřkovou činností v letních měsících. Oproti tomu roste počet a délka epizod, kdy prší jen velmi málo či vůbec. (ČHMÚ, 2019)

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

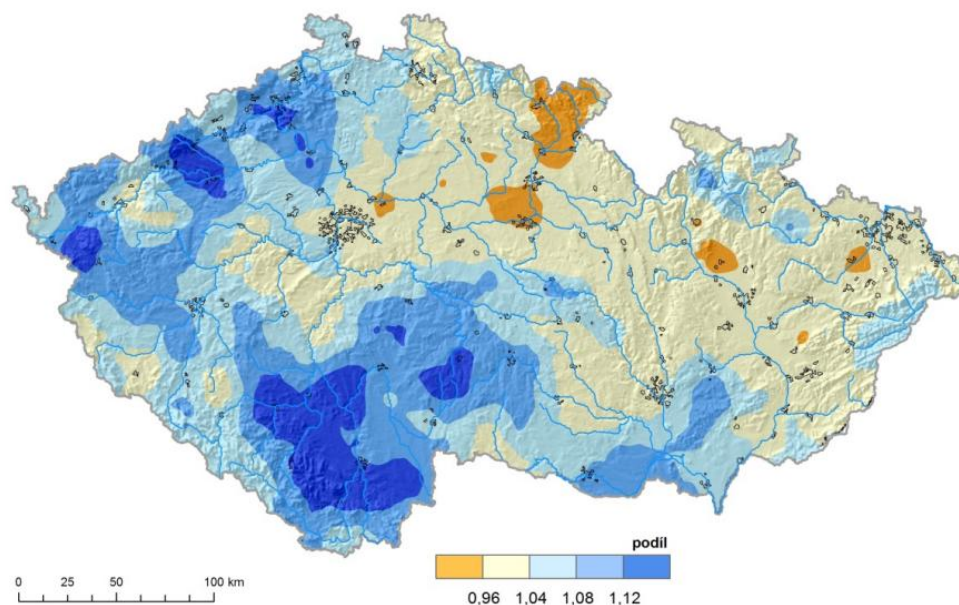
Na našem území nedochází ke statisticky významným změnám v průměrných počtech dní se srážkovými úhrny nad určitou hranicí. Srážkové dny s úhrny srážek ≥ 5 mm a ≥ 10 mm se vyskytují v ČR v průběhu celého roku a jejich měsíční počty odpovídají ročnímu chodu srážek – nejčastější výskyty jsou zaznamenány v létě, nejnižší v zimě. U úhrnu srážek nad 10 mm byla prokázána závislost na nadmořské výšce a orografii, 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 Tabulka 2) vyplývá, že v jejich vývoji nedošlo během uvedených padesáti let k žádným statisticky významným změnám. Prvotní příčinou je, že výrazné srážkové situace doprovázené silnými (často přivalovými) 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 přivalových srážek v posledních desetiletích zvyšuje. (MŽP 2015).

Z hlediska geografického rozložení došlo k největší změně srážek na území jižních Čech, kde je zaznamenán nárůst i přes 10 %. K nárůstu srážek došlo i na západě republiky. Na zbytku území republiky jsou většinou změny do 4 % (ČHMÚ, 2019).

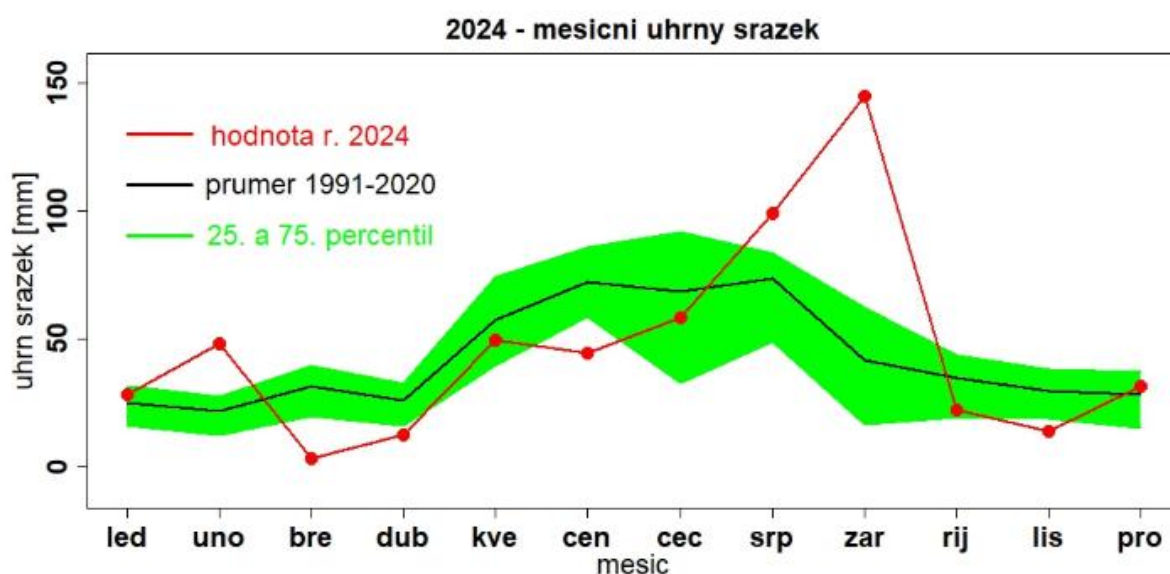


Obr. 6: Rozdíl roční sumy srážek v letech 2001 – 2016 od normálu 1961 – 2016
(Zdroj: ČHMÚ, 2019)

Rok 2024

Dle hodnocení ČHMÚ byl rok 2024 na území ČR srážkově nadnormální. Průměrný roční úhrn srážek na našem území 776 mm představuje 113 % normálu 1991–2020. Jedná se tak o 9. nejvyšší roční úhrn zaznamenaný v období od roku 1961.

V průběhu roku se střídaly na srážky bohatší a chudší měsíce. Srážkově mimořádně nadnormální bylo září, kdy byl na našem území zaznamenán rekordně vysoký srážkový úhrn (179 mm, 298 % normálu) spojený s extrémní srážkovou situací z 11.–16. září vedoucí ničivé povodni. Srážkově nadnormální byly dále měsíce leden, únor a květen s úhrnem 55 mm (125 % normálu), 57 mm (154 % normálu) a 92 mm (131 % normálu). Naopak srážkově podnormální byl březen, kdy na území ČR spadlo v průměru 27 mm srážek (59 % normálu). Prosinec hodnotíme jako srážkově normální (35 mm, 76 % normálu). (ČHMÚ, 2025)



Obr. 7: Roční chod srážek (mm) v roce 2024 ve srovnání s dlouhodobými průměry za období 1991–2020 (plošné úhrny srážek pro území Česka, zdroj: ČHMÚ)

Rychlost větru

Rychlost větru je prostorově a geograficky velice proměnlivá charakteristika. Měření rychlosti větru a následné zpracování dat na území ČR připadá pod činnosti 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 proudění představuje orografie našeho území. Nejvyšší 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 využívají zejména regionální klimatické modely (RCM) vycházející z nejaktuálnější iniciativ v oblasti modelování klimatu. Rozlišení RCM je zhruba 12 km, což je dostačující pro dopadové a adaptační studie. Pro některé výstupy se používají globální klimatické modely (GCM) s rozlišením 100 km. GCM lépe poukazují na možný rozptyl budoucího vývoje. Je třeba upozornit, že se nejedná o predikci, ale možný odhad, který pracuje s možnými scénáři budoucího vývoje, které model zatěžují určitou mírou nejistoty. Modely zpracovávají simulace až do roku 2100 (ČHMÚ, 2019)

Modely jsou vytvářeny pro různé emisní scénáře (RCP). Scénář emisí RCP představuje reprezentativní směry vývoje emisí, přičemž jednotlivé RCP jsou označeny číslicí, která popisuje předpokládané radiační působení v roce 2100 v porovnání s obdobím před průmyslovou revolucí.

RCP2,6 – nízké emise – scénář předpokládající razantní omezení vývoje koncentrace skleníkového plynu oxidu uhličitého v nadcházejících letech.

RCP4,5 – střední emise – značí tzv. přechodný scénář budoucího vývoje, kdy emise nebudou striktně omezeny, ale zároveň bude regulován jejich růst. Předpokládá se mírný nárůst emisí do poloviny 21. století a následný pomalý předpokládaný pokles.

RCP8,5 – vysoké emise – značí scénář s velmi vysokými emisemi oxidu uhličitého v budoucích letech, které nebudou nijak omezeny v budoucích letech. Z důvodu dalších zásahů člověka do klimatického systému se předpokládá rychlý růst emisí skleníkových plynů v průběhu celého 21. století.

Pro 6. hodnotící zprávu IPCC byly využity scénáře označené SSP (Shared Socio-economic Pathways – scénáře socio-ekonomického vývoje), které zahrnují komplexnější pohled na možné vývoje lidské společnosti se zahrnutím některých zpětných vazeb, a teprve v kombinaci s nimi je odvozena míra emisí skleníkových plynů.

SSP1: Udržitelný vývoj (zelená cesta) – snižují se materiální a energetické nároky i nerovnosti mezi jednotlivými zeměmi i uvnitř nich, zlepšuje se správa globálních společných statků;

SSP2: Střední cesta - sociální, ekonomické a technologické trendy se výrazně neodchylují od historických vzorců, k dosažení cílů udržitelného rozvoje se postupuje, ale pomalu, přičemž některé země dosahují relativně velkého pokroku, zatímco jiné zaostávají za očekáváním, environmentální systémy se zhoršují, i když dochází k určitému zlepšení a celkově se snižuje intenzita využívání zdrojů a energie;

SSP3: Regionální rivalita (kamenitá cesta) – oživující se nacionalismus, obavy o konkurenceschopnost a bezpečnost a regionální konflikty nutí státy, aby se stále více soustředily na domácí nebo nanejvýš regionální problémy, politiky se postupem času mění a stále více se orientují na národní a regionální bezpečnostní otázky, větší zaměření na dosažení cílů v oblasti energetické a potravinové bezpečnosti v rámci svých regionů na úkor rozvoje v širším měřítku, nízká mezinárodní priorita při řešení problémů životního prostředí;

SSP4: Nerovnosti (rozdělená cesta) - nerovné investice do lidského kapitálu i ekonomické příležitosti vedou k velkým rozdílům mezi jednotlivými státy i uvnitř nich, zhoršuje se sociální soudržnost, technologický rozvoj je vysoký v technologicky vyspělém hospodářství a odvětvích, globálně propojený energetický sektor se diverzifikuje s využitím všech typů zdrojů, lokální zaměření environmentální politiky;

SSP5: Rozvoj založený na fosilních palivech (cesta po dálnici) - konkurenční trhy, inovace a participativní společnost má přinést rychlý technologický pokrok a rozvoj lidského kapitálu jako cestu k udržitelnému rozvoji, tlak na hospodářský a sociální rozvoj spojen s využíváním hojných zdrojů fosilních paliv a zaváděním životního stylu náročného na zdroje a energii po celém světě, rychlý růst ekonomiky, víra ve schopnost účinně řídit sociální a ekologické systémy.

Zpráva ČHMÚ (2019) pracuje s koncentračními scénáři a nejvíce výstupů zpracovává pro RCP4.5 a RCP8.5, přičemž za nejrealističtější lze očekávat vývoj emisí podle scénáře RCP4.5, z krátkodobého pohledu nelze vyloučit ani vývoj emisí podle RCP8.5.

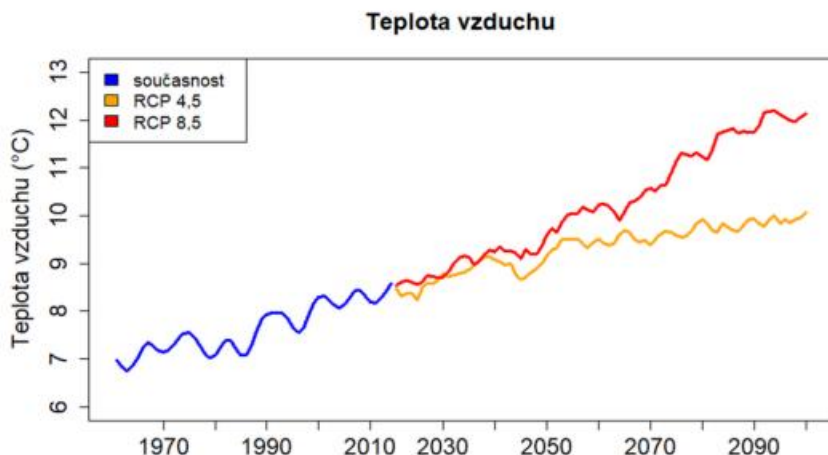
Pro vyhodnocení stavu budoucího klimatu se jako vhodnější využívalo porovnání s hodnotami naměřenými za aktuální sledované období v době sestavení studií k vývoji budoucího klimatu, tj. 1981–2010. (ČHMÚ, 2019)

Průměrné roční teploty

Do konce 21. století se průměrná roční teplota vzduchu na našem území zvýší o 2,0 °C (RCP4,5) nebo až o 4,1 °C (RCP8,5), a to ve srovnání s referenčním obdobím 1981 – 2010.

Do roku 2050 se teploty bude zvyšovat podobným tempem v případě obou scénářů, po roce 2050 je pro RCP8,5 simulováno rychlejší zvýšení teploty. Viz Obr. 8.

Vzhledem ke skutečnosti, že předpokládaná životnost stavby je více než 30 let, je vhodné uvažovat oba scénáře.



Obr. 8: Vývoj roční teploty vzduchu pro ČR (dle ČHMÚ, 2019)

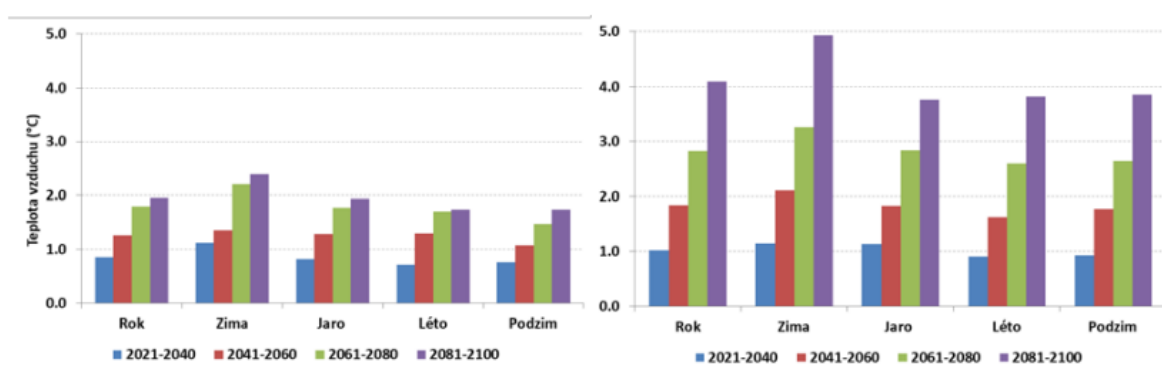
K nejintenzivnějšímu nárůstu průměrné teploty vzduchu bude docházet v zimě. Na konci 21. století by průměrná zimní teplota měla být vyšší o 2,4 – 4,9 °C v závislosti na použitém RCP scénáři. U dalších sezón je pozorovaný nárůst teplot vzduchu mezi 1,7 – 3,8 °C. (Tabulka 3)

Ke změnám bude docházet i v maximech a minimech teplot vzduchu, kdy modely předpokládají, že k nejvyššímu nárůstu maximálních teplot vzduchu dojde v zimě (3,4 – 6,0 °C dle RCP) a k nejmenšímu na jaře. Zvýšení minimálních teplot se očekává především v zimě (o 4,5 °C pro RCP4,5, resp. 8,3 °C pro RCP8,5).

Je očekáván nárůst počtu tropických dní na dvojnásobek (RCP4,5) do konce 21. století z průměrných 8 dní za rok za období 1980 – 2010. Pro RCP8,5 na 30 tropických dní za rok. Rychlejší tempo narůstání počtu tropických dnů je predikováno ve středních Čechách a na jižní Moravě. (Štěpánek at al., 2019)

Tabulka 3 Změny průměrné sezónní teploty v porovnání s referenčním obdobím 1981 – 2010 (dle ČHMÚ, 2019)

Emisní scénář	Období	Rok	Zima	Jaro	Léto	Podzim
RCP4.5	2021–2040	0,9	1,1	0,8	0,7	0,8
	2041–2060	1,3	1,4	1,3	1,3	1,1
	2061–2080	1,8	2,2	1,8	1,7	1,5
	2081–2100	2,0	2,4	1,9	1,7	1,7
RCP8.5	2021–2040	1,0	1,1	1,1	0,9	0,9
	2041–2060	1,8	2,1	1,8	1,6	1,8
	2061–2080	2,8	3,3	2,8	2,6	2,6
	2081–2100	4,1	4,9	3,8	3,8	3,9



Obr. 9: Průměrná roční a sezónní teplota vzduchu (°C) na území ČR v porovnání s referenčním obdobím 1981 – 2010 pro RCP4,5 (vlevo) a RCP8,5 (vpravo). (Zdroj: ČHMÚ, 2019)

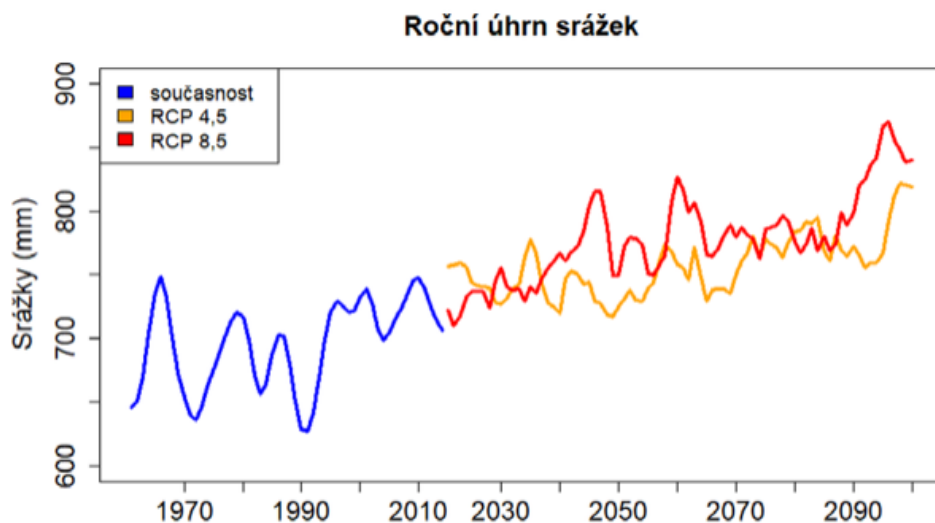
Patrné je systematické zvýšení teplot na celém území ČR relativně málo proměnlivé v prostoru.

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. V zimním období bude mít nárůst teploty vliv na charakter srážek a počet dnů se sněhovou pokrývkou. Pokles mrazových dnů se předpovídá až o dvě třetiny. Z toho vyplývá více dešťových srážek namísto sněhových a rychlejší odtávání sněhu. (ČHMÚ, 2019)

Srážkové úhrny

Celkově je predikován mírný nárůst pro oba scénáře (RCP4,5 o 7 – 13 %, resp. RCP8,5 o 6 – 16 %). Vyšší množství srážek je pozorováno do konce 21. století, nicméně pro celé zkoumané

období 1961–2100 není pro většinu měsíců a sezón predikovaný statisticky významný trend změny úhrnu srážek.

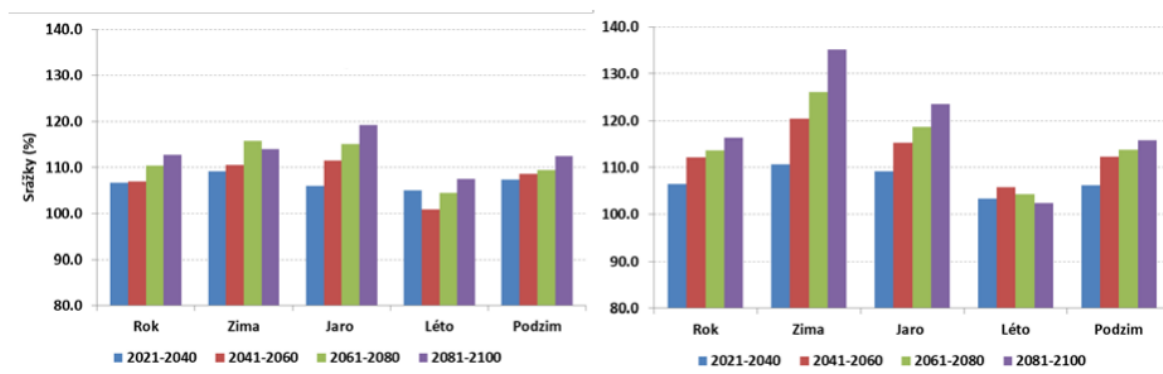


Obr. 10: Vývoj průměrných ročních úhrnů srážek (mm) na území ČR (dle ČHMÚ 2019)

Největší rozdíl se projevuje u zimních srážek, jejichž nárůst může být do konce 21. století až 35% (Tabulka 4). Naopak v letních srážkách lze očekávat nejmenší změnu. To bude mít společně s předpokladem zvyšující se teploty významný vliv na výskyt sucha.

Tabulka 4 Procento srážkových úhrnů pro ČR pro jednotlivé období a sezóny v porovnání s referenčním obdobím 1981–2010 (dle ČHMÚ, 2019)

Emisní scénář	Období	Rok	Zima	Jaro	Léto	Podzim
RCP4.5	2021–2040	106,6	109,3	105,9	105,0	107,4
	2041–2060	107,0	110,5	111,5	100,9	108,7
	2061–2080	110,3	115,9	115,1	104,4	109,5
	2081–2100	112,7	114,0	119,3	107,5	112,4
RCP8.5	2021–2040	106,5	110,6	109,3	103,4	106,2
	2041–2060	112,2	120,4	115,4	105,8	112,3
	2061–2080	113,7	126,1	118,7	104,3	113,8
	2081–2100	116,3	135,1	123,5	102,4	115,9



Obr. 11: Procento srážkových úhrnů pro ČR pro jednotlivá období a sezóny v porovnání s referenčním obdobím 1981–2010 (dle ČHMÚ, 2019)

Prostorové rozložení změn srážek již není tak prostorově konzistentní. Ze simulací vyplývá, že k nejmenší nárůstu srážek bude docházet na jižní Moravě pro všechna modelovaná období i scénáře. Jinak jsou rozdíly mezi modelovanými období i scénáři výrazné a nelze je jednoznačně interpretovat.

Během posledního desetiletí pozorujeme v ČR změny charakteru srážek, avšak bez toho, aby došlo ke změně celkových úhrnů. Na základě analýzy počtu dnů se srážkou nad 1, 10, 20 a 50 mm lze shrnout, že pro počet dnů se srážkami 1 mm a vyššími nebyly pozorovány žádné statisticky významné trendy, ale pro 10 mm, 20 mm nebo 50 mm byl zaznamenán pozitivní statisticky významný lineární trend do budoucnosti. Zvýšení těchto intenzivních srážek je predikováno především emisním scénářem RCP8.5. Například počet dní se srážkami nad 10 mm se v RCP8.5 zvýší o cca 0,6 dne/10 let v období 2021–2060 a o 0,5 dne/10 let v období 2061–2100. (ČHMÚ, 2019)

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. Nicméně v tuzemských odborných podkladech jsou uváděny údaje pro horkou vlnu charakterizovanou 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 Plzně a Prahy. 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 v řadě).

Tropické dny

Během tropického dne je teplota vzduchu vyšší než 30 °C. Jde o teplotní extrém, který se většinou již negativně odráží jak na krajině (zvýšená evapotranspirace rostlin, vysušování krajiny), tak i na zdraví člověka, zejména při opakovaném výskytu. Studie ČHMÚ (2019) využívá pro popis aktuálního i predikovaného vývoj indikátor počtu tropických dnů. V případě opakování tropických dnů ve více dnech za sebou, popisuje tento jev jako tzv. horkou vlnu. V období 1961 – 2016 došlo k nárůstu průměrného počtu tropických dní za rok na území České republiky. V normálovém období 1961 – 1990 bylo zaznamenáno v průměru 4,4 tropických dní za rok, v období 1981 – 2010 v průměru 7,6 dní za rok a v období 2001 – 2016 vystoupal průměrný počet tropických dní na 10,7 za rok, tj. více než dvojnásobek oproti normálovému období. (ČHMÚ, 2019)

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).

Podle šesté hodnotící zprávy IPCC (2021) nyní všude na světě platí, že intenzita srážek, která by se dříve vyskytla jednou za deset let, se v současnosti za stejné období vyskytne 1,3krát a

obsahuje o 6,7 % více vody. Při globálním oteplení o 2 °C se bude vyskytovat 1,7krát za deset let a bude obsahovat o 14 % více vody. (www.faktoklimatu.cz)

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 (trakčního 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 mrholení 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. zmrázky. 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.

Sucho

Stagnace srážek, resp. zvýšený výskyt přívalových dešťů, které v důsledku způsobují spíše zvýšení odtoku vody z krajiny, v kombinaci se zvyšování teploty přinášejí značné riziko častějších a delších epizod sucha. Z dostupných údajů je popisována tendence ke zvýšené suchosti jara a v případě dlouhodobého sucha, i léta a celého roku. Déletrvající a intenzivnější epizody sucha jsou očekávána v měsících duben až září. (ČHMÚ, 2019)

Výskyt sucha je považován jako přirozený jev, tedy představuje dočasný pokles dostupnosti vody. Pro sucho je charakteristický jeho pozvolný začátek, značný plošný rozsah a dlouhé trvání. Přirozeně dochází k výskytu sucha, pokud se nad daným územím vyskytne anomálie v atmosférických cirkulačních procesech v podobě vysokého tlaku vzduchu beze srážek, která setrvává po dlouhou dobu nad určitým územím.

Meteorologické sucho je přirozený jev, kdy pozorujeme negativní a výraznou odchylku od průměrné hodnoty srážek, která trvá značné časové období a postihuje velké oblasti. Meteorologické sucho může být prohloubeno spolupůsobením ostatních meteorologických prvků, zejména vyšší teplotou vzduchu, vyšším úhrnem slunečního záření, intenzivnějším prouděním vzduchu či jeho nízkou relativní vlhkostí. Meteorologické sucho může být vyvoláno různými přírodními jevy. Dlouhodobý výskyt tlakových výší a absence tlakových níží a s nimi spojených front vedou k nedostatku srážek, často kombinovaných s vysokou teplotou a velkým výparem. Příčiny sucha jsou ovšem komplexnější, dalšími faktory jsou např. interakce mezi teplotou a vlhkostí vzduchu, podmínky v krajině a v půdě před samotným nástupem sucha aj.

Kromě dopadů na složky životního prostředí a na ně navázané antropogenní činnosti může sucho v kombinaci s extrémně vysokými teplotami, větrem a nízkou vlhkostí představovat zvýšené riziko vzniku požáru.

Sucho se dělí na meteorologické, agronomické, hydrologické a socioekonomické. Z různých oborových přístupů tak vyplývá i více indexů, resp. kvantifikovaných charakteristik sucha, např. standardizovaný srážkový index (SPI), standardizovaný evapotranspirační index (SPEI) nebo hodnoty půdní vlhkosti atd. V tomto hodnocení je použit SPEI, který je definován jako normovaná hodnota rozdílu úhrnu srážek a potenciální evapotranspirace. Pro hodnocení sucha využívá stupnici, identifikující suché či vlhké periody. (ČHMÚ, 2017)

Projevy dlouhodobého sucha mohou vést k nedostatku vody, který je definován jako situace, kdy vodní zdroj není dostatečný pro uspokojení dlouhodobých průměrných požadavků na vodu.

Ze Studie ČHMÚ (2019) vyplývá, že dlouhodobým suchem jsou a mohou být do budoucna ohrožovány zejména kraje Jihomoravský, Olomoucký a hlavní město Praha. Zčásti pak Zlínský kraj, Moravskoslezský kraj, Vysočina, Pardubický kraj, Královéhradecký kraj, Středočeský kraj, Plzeňský i Ústecký kraj.

Přírodní požáry vegetace

S projevy klimatické změny v podobě zvyšování teploty, výskyt teplotních extrémů a s tím související sucho se i v České republice v posledních dekádách zvyšuje riziko přírodních požárů. Na území ČR jsou přírodními požáry obecně ohroženy lesní společenstva a travní porosty na zemědělské půdě.

Analýza ukazatelů požárního počasí dokládá nárůst rizika přírodních požárů. Kromě území jižní Moravy se v posledních desetiletích objevily nové regiony s obecně vysokým počtem pro přírodní požáry příznivých podmínek. Mezi ohrožené regiony patří jižní a střední Morava, okolí Prahy a území severozápadně od ní.

Scénáře vývoje klimatu

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 RCP4.5 a RCP8.5 v porovnání s daty sesbíranými za období 1986 – 2015.

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 dnů, 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 vlnou² 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;

² Pro zpracování podkladu byla horká vlna definována jako souvislé období, kdy denní maximum teploty vzduchu neklesne pod 25 °C a je vyšší než 30 °C alespoň ve třech dnech. Dále musí být splněna podmínka, že průměr denních maxim teploty vzduchu pro dny v období horké vlny je vyšší než 30 °C. Tyto prahové hodnoty maximální denní teploty byly vybrány speciálně pro klimatické podmínky ČR a s ohledem na často užívanou definici letních a tropických dní

- 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. Jednotlivé charakteristiky jsou zachyceny pro období pozorování tzv. referenční období, což je v tomto případě rozmezí let 1986 – 2015 a dále pro jednotlivé emisní scénáře tzv. modely projekce RCP4.5 a RCP8.5 v období 2021 – 2050.

Tabulka 5 Vývoj sledovaných meteorologických parametrů v období 2021–2050 pro scénáře RCP4.5 a RCP8.5 v posuzované lokalitě

	Stávající stav	RCP4.5	RCP8.5
Horké vlny (Heat waves)	12 – 16 dní	Nárůst o 4,74 dní	Nárůst o 3,72 dní
Přítalové povodně (srážky nad 30 mm)	0,1 – 0,2 dní	Nárůst o 0,08 dnů	Nárůst o 0,02 dnů
Fázové přechody vody (dny)	60 – 70	Pokles o 6,85 dnů	Pokles o 8,17 dnů
Dny s teplotou nad 34°C	2 – 3 dny	Nárůst o 1,81	Nárůst o 1,50
Dny s teplotou pod -20°C	0 – 0,5	Pokles o 0,07	Pokles o 0,11
Silný vítr (nad 20,8 m/s)	5 – 10	Neuvádí se	Neuvádí se

Jak je patrné z výše uvedené tabulky, lze významnější rozdíly přepokládat ve změně teploty, resp. prodloužení období s tropickými dny a horkými vlnami, a naopak snížení počtu dnů pro fázové přechody vody. Nárůst dnů s teplotou >34;°C téměř o dvojnásobek lze pravděpodobně přičítat i efektu tepelného ostrova města.

Následující tabulka uvádí doplňující meteorologické charakteristiky, které jsou vztaženy k lokalitě hodnoceného stavebního záměru. Jednotlivé charakteristiky jsou zachyceny pro období pozorování tzv. referenční období, což je v tomto případě rozmezí let 1986 – 2015 a dále pro jednotlivé emisní scénáře tzv. modely projekce RCP4.5 a RCP8.5 v období 2021 – 2050. Mezi doplňující meteorologické charakteristiky byla zahrnuta např. průměrná roční teplota vzduchu, průměrný roční počet jasných dní, průměrný roční úhrn srážek apod. Mezi uvedenými parametry nejsou zřetelné výrazné rozdíly. V souladu s předpokládaným trendem

se bude zvyšovat průměrná roční teplota a předpokládá se větší podíl výskytu suchých měsíců v průběhu roku.

Tabulka 6 Doplnující meteorologické charakteristiky související se zájmovou lokalitou

	Referenční období	Model projekce RCP4.5	Model projekce RCP8.5
Průměrná roční teplota vzduchu	>9 °C	Nárůst o 0,95 °C	Nárůst o 1,11 °C
Průměrný roční počet jasných dní	40-50	Pokles o 2,06 dnů	Pokles o 6,03 dnů
Průměrný roční úhrn srážek (mm)	500 – 550	Nárůst o 1,04	Nárůst o 1,06
Průměrný podíl měsíců zasažených epizodami sucha podle hodnocení 12-měsíčního SPEI (leden – prosinec)	40 – 45	45 – 50	45 – 50
Průměrný podíl měsíců zasažených epizodami sucha podle hodnocení 6-měsíčního SPEI (duben – září)	>50	>50	>50
Průměrná roční rychlost větru (m/s)	3 – 4	Pokles o 0,03	Pokles o 0,02
Průměrný sezónní počet dní s výškou nového sněhu 5 cm a více	< 5	Pokles o 0,50 dnů	Pokles o 0,30 dnů

2.4. Klima zájmové oblasti

V Atlasu podnebí Česka (Tolasz et al., 2007) byla celá oblast, kterou prochází navrhovaná trať zahrnuta, na základě mírně upravené metodiky klasifikace dle klasické práce Quitta (1971), použité k interpretaci řad klimatických dat z let 1961–2000, do klimatické oblasti teplé W2.

Pro tuto oblast je charakteristické dlouhé léto, které je teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem, suchá až velmi suchá, krátká, mírně teplá zima s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Bližší charakteristiky teplé oblasti W2 udává následující tabulka.

Tabulka 7 Klimatické charakteristiky oblasti W2 (Tolasz et al., 2007)

Klimatická oblast	W2
Počet letních dnů	50–60
Počet dnů s průměrnou teplotou 10° C a více	160–170
Počet mrazových dnů	100–120
Počet ledových dnů	30–40
Průměrná teplota v lednu [°C]	–2––4
Průměrná teplota v červenci [°C]	19–20

Průměrná teplota v dubnu [°C]	8–10
Průměrná teplota v říjnu [°C]	8–9
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90–100
Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]	350–400
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	200–300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40–50
Počet dnů zamračených	110–120
Počet dnů jasných	50–60

Územní teploty v období let 1961 – 2020 v Praze a Středočeském kraji

Na základě oficiálních podkladů od ČHMÚ lze zhodnotit vývoj průměrných teplot v Praze a Středočeském kraji pro období let 1961 – 2020 (historická data). Z těchto dat vyplývá, že za uplynulých více než 60 let došlo ke změnám z hlediska vývoje dlouhodobých průměrných teplot v zájmovém území. Kdy v roce 1961 byla průměrná teplota vzduchu v Praze a Středočeském kraji 8,6 °C, přičemž odchylka od normálu činila 0,4 °C, s tím, že dlouhodobý normál teploty vzduchu je udáván pro období 1961 – 1990. V roce 2020 byla průměrná teplota vzduchu 9,9 °C a odchylka od normálu činila 1,7 °C. Na základě těchto výsledků lze konstatovat, že v hodnoceném období (1961 – 2020) došlo na území Prahy a Středočeského kraje k nárůstu průměrné roční teploty vzduchu. S tímto nárůstem průměrné roční teploty vzduchu souvisí i odchylka teploty od dlouhodobého normálu.

Územní teploty v roce 2024 a 2025 v Praze a Středočeském kraji

Podrobný přehled průměrných měsíčních, ale i průměrnou roční teplotu vzduchu udává tabulka 8, která rovněž zachycuje odchylku teploty od dlouhodobého normálu, jenž je udávána pro období let 1991 – 2020. Dle dat ČHMÚ pro rok 2024 je průměrná roční teplota za minulý rok v Praze a Středočeském kraji uváděna 10,9 °C a odchylka od normálu tedy činila 1,9 °C.

Pro rok 2025 jsou uvedena operativní data.

Tabulka 8 Přehled územních teplot v roce 2024 a 2025 v Praze a Středočeském kraji

Kraj		Měsíc												Rok 2024
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Praha a Středočeský	T	0,2	6,2	7,6	10,8	15,1	18,6	20,4	20,8	15,7	10,3	3,4	1,5	10,9
	N	-0,6	0,4	4,0	9,2	13,8	17,2	19,0	18,6	13,7	8,7	4,0	0,4	9,0
	O	0,8	5,8	3,6	1,6	1,3	1,4	1,4	2,2	2,0	1,6	-0,6	1,1	1,9

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	2025
Praha a Středočeský	T	1,0	-0,4	5,5	11,0	12,1	18,7	18,7	18,3	14,5				
	N	-0,6	0,4	4,0	9,2	13,8	17,2	19,0	18,6	13,7				
	O	1,6	-0,8	1,5	1,8	-1,7	1,5	-0,3	-0,3	0,8				

Vysvětlivky:

T = teplota vzduchu [°C]; N = dlouhodobý normál teploty vzduchu 1991 – 2020 [°C]; O = odchylka od normálu [°C]

Poznámka: S nově zveřejněnými tabulkami územních teplot a srážek ve srovnání s normálem 1991-2020 byly upraveny i původní tabulky s normálem 1961-1990 a 1981-2010. Hodnoty územních teplot a srážek byly pro celé období od roku 1961 nově přepočteny za účelem získání časové řady napočeté jednotnou metodou interpolace, která je shodná i s metodou výpočtu normálů 1991-2020

Územní srážky v období let 1961 – 2020 v Praze a Středočeském kraji

Dle oficiálních podkladů od ČHMÚ lze zhodnotit vývoj průměrných srážek v Praze a Středočeském kraji pro období let 1961 – 2020 (historická data). Z těchto dat vyplývá, že za uplynulých 60 let došlo v Praze a Středočeském kraji ke změnám z hlediska vývoje dlouhodobých úhrnů srážek v zájmovém území. Pro Prahu a Středočeský kraj byl v normálovém období 1961–1990 průměrný roční úhrn srážek 590 mm. V normálovém období 1981 – 2010 se pro Prahu a Středočeský kraj uvažuje hodnota průměrných ročních srážek 587 mm, dále pro normálové období 1991 – 2020 pro Prahu a Středočeský kraj 583 mm.

Nicméně při sledování dlouhodobých dat srážkových úhrnů není prokazatelný trend, naopak lze konstatovat, že v ročních srážkových úhrnech se potvrzuje značná nekonzistentnost a nehomogenita, která může značně kolísat. Příkladem lze uvést průměrné roční úhrny za některé poslední roky, kdy např. v roce 2010 pro Prahu a Středočeský kraj činil průměrný roční úhrn srážek 752 mm, což je 128 % oproti normálu (1981 – 2010), v roce 2013 představoval průměrný roční úhrn srážek 712 mm, což je 121 % oproti normálu. Naopak v roce 2015 činil průměrný roční úhrn srážek v Praze a Středočeském kraji pouze 459 mm, což je 78 % normálu (1981 – 2010). Podobně v roce 2018 byl průměrný roční úhrn srážek 423 mm, což představovalo pouze 72 % oproti normálu (1981 – 2010).

Na základě těchto výsledků se potvrzuje naše předchozí tvrzení, že průměrný roční úhrn srážek v Praze a Středočeském kraji je značně proměnlivý a nelze jednoznačně stanovit, jaký bude jeho budoucí průběh v následujících letech, zda bude následující rok bohatý na srážkové úhrny, či naopak podprůměrný.

Územní srážky v roce 2024 a 2025 v Praze a Středočeském kraji

Podrobný přehled průměrných měsíčních, ale i průměrný roční úhrn srážek udává tabulka níže, která rovněž zachycuje úhrn srážek v % oproti normálu, čímž je myšleno sledované období let 1991 – 2020. Dle dat ČHMÚ pro rok 2024 byl za minulý rok průměrný roční úhrn srážek v Praze a Středočeském kraji 627 mm, což představuje 108 % normálu. V roce 2024 je patrné i nerovnoměrné rozložení v průběhu roku, kdy v září spadl téměř trojnásobek normálového úhrnu, zatímco některé jarní (zejm. březen) a podzimní (zejm. listopad) měsíce vykazují silně podprůměrné srážky.

Pro rok 2025 jsou uvedena dostupná operativní data.

Tabulka 9 Přehled územních srážek v roce 2024 a 2025 v Praze a Středočeském kraji

Kraj		Měsíc												Rok 2024
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Praha a Středočeský	S	38	52	12	23	79	54	62	76	141	33	20	34	628
	N	33	28	38	31	64	77	79	72	48	41	36	36	583
	%	115	186	32	74	123	70	78	106	294	80	56	94	108

Kraj		Měsíc												Rok 2025
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Praha a Středočeský	S	23	13	26	31	64	77	79	62	148				
	N	33	28	38	106	67	69	90	72	83				
	%	70	46	68	34	57	68	91	86	48				

Vysvětlivky:

S = úhrn srážek [mm], N = dlouhodobý srážkový normál 1991 – 2020 [mm], % = úhrn srážek v % normálu 1991 – 2020

3. Vyhodnocení vlivů na klima – adaptace

Z hlediska adaptace je pro možné vyhodnocení vlivu záměru na klima (dle Sdělení Komise – Technické pokyny k prověřování infrastruktury z hlediska klimatického dopadu v období 2021–2027 (2021/C 373/01)) provést analýzu expozice dotčené oblasti, dále analýza citlivosti posuzované stavby a následně analýzu zranitelnosti, na základě výsledků uvedených analýz (expozice oblasti, citlivost stavby).

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.

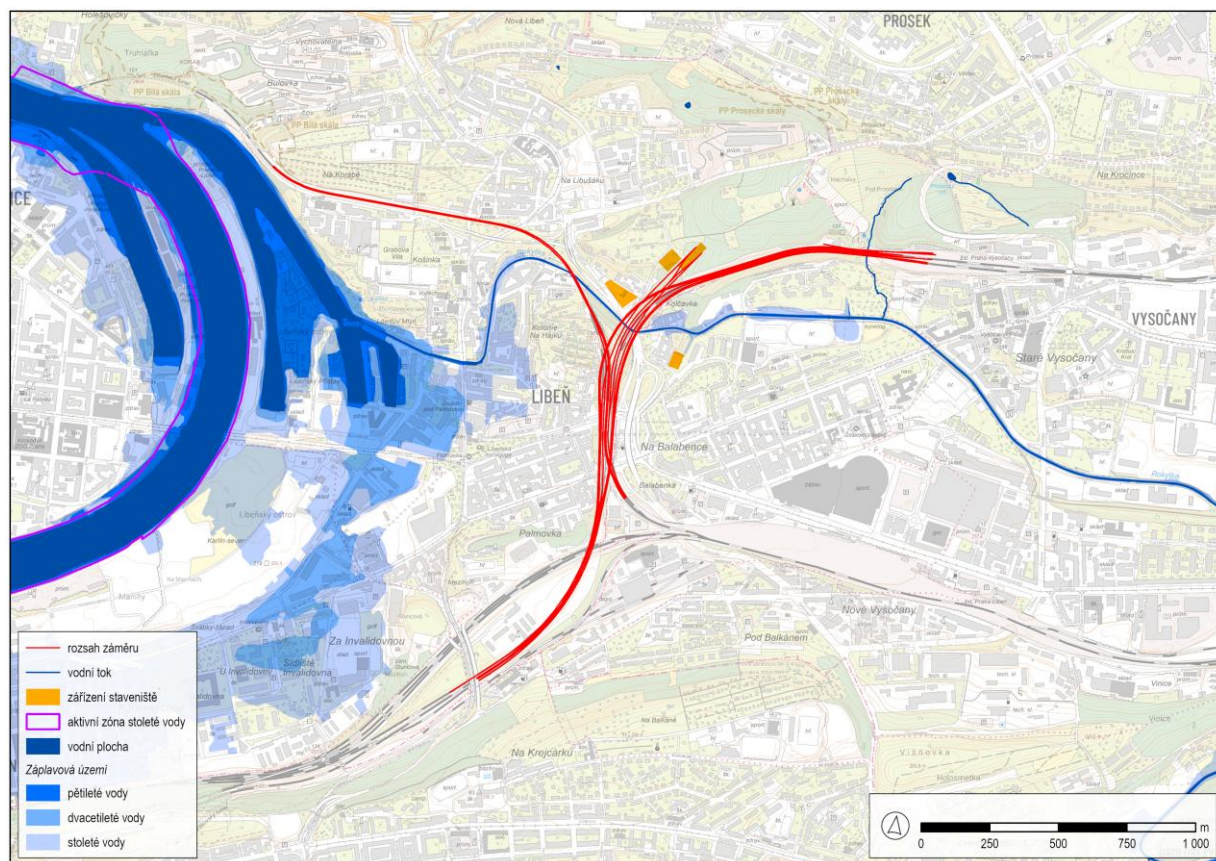
Předpokládaný stavební záměr prochází územím, které patří spíše k srážkově mírně podprůměrným oblastem, měsíční počty srážek odpovídají ročnímu chodu srážek. Z hlediska teplot zde dochází ke zvyšování průměrné roční teploty v souladu s celorepublikovým trendem (ČHMÚ). Extremita srážek není pro tuto oblast typická (Tolasz R. et. al. 2007), nicméně je třeba brát v úvahu nepřesnou zachytitelnost extrémních srážek v síti měřících stanic vzhledem k topografii terénu, jelikož množství srážek je 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 zcela minimálně (Tolasz R. et. al. 2007).

Riziková území při přívalových srážkách

Záměr není dotčen žádným z kritických bodů rizikových z pohledu přívalových srážek.

Záplavová území

Záměr zasahuje do záplavového území pro Q5, Q20, Q100 vodního toku Rokytka (IDVT (CEVT) 10100106), který křížuje na dvou místech.

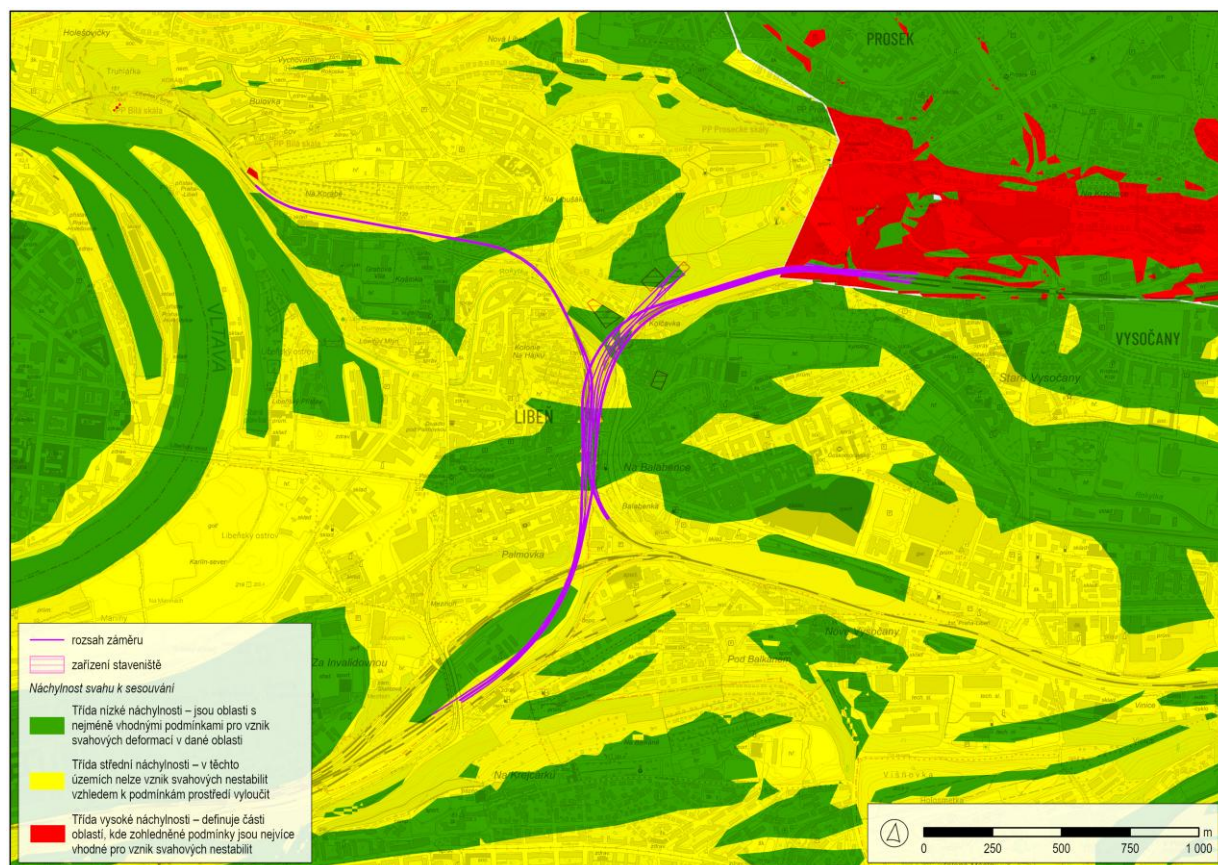


Obr. 12: Rozsah vymezených záplavových území a křížení s vodním tokem Rokytka (Zdroj: HEIS VÚV, 2025)

Sesuvy

Na základě podkladů České geologické služby, jmenovitě se jedná o mapový výstup zachycující náchylnost svahů k sesouvání, byla na území hodnoceného stavebního záměru vymezena místa zejména se střední a nízkou náchylností k sesuvům (viz obrázek níže).

Rozvětvení směr Vysočany prochází územím vysoké náchylnosti svahů k sesouvání.



Obr. 13: Přehled lokality dle náchylnosti svahů k sesouvání v jižním úseku navrhované VRT (zdroj: <http://mapy.geology.cz>)

Sucho

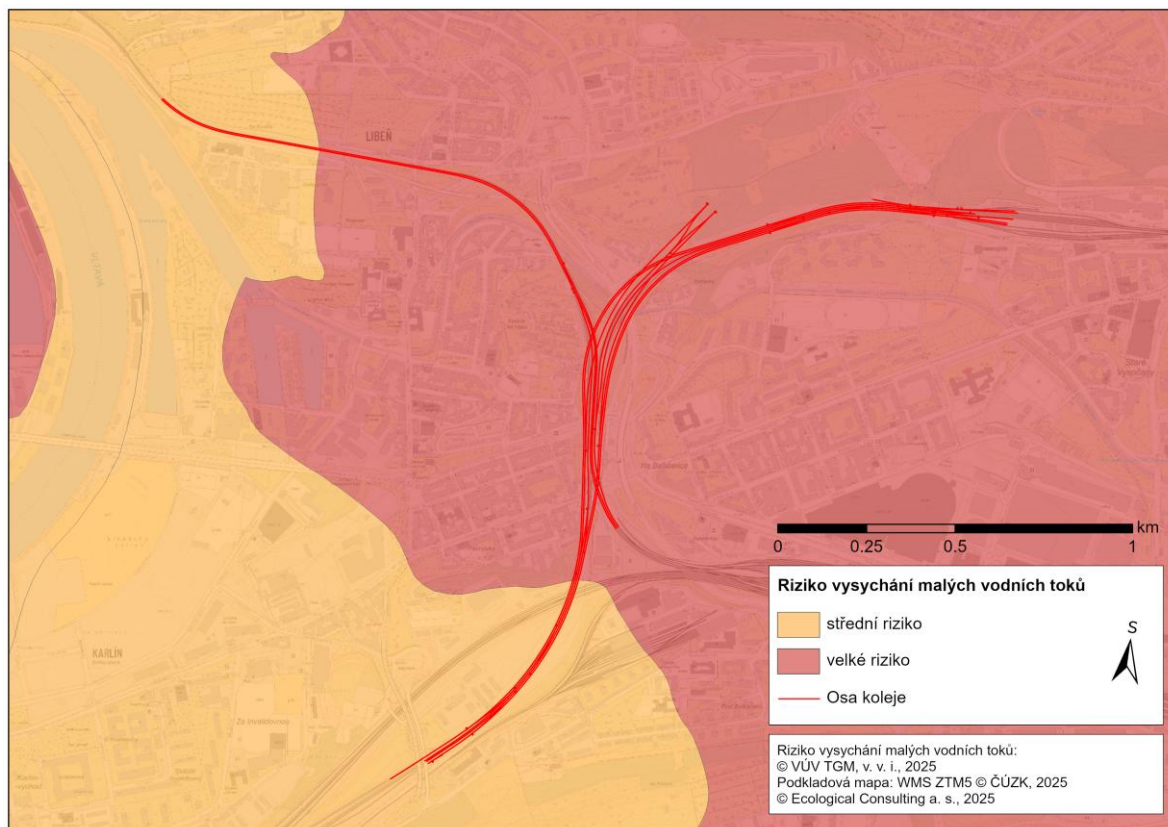
Vzhledem k probíhající klimatické změně se problém sucha a s ním související vysychání vodních toků nevyhýbá ani území České republiky, na kterém nebyl v minulosti tento problém běžný. Ukazatel vysychání vodních toků nám reprezentuje, jak je daná oblast České republiky dotčena problémem sucha a nedostatkem vody. Dle hydroekologického informačního systému lze v dotčeném území kombinaci faktorů podmiňující stupeň rizika vysychání drobných vodních toků charakterizovat následně:

Velké riziko v povodí s vyšším podílem nepříznivých povrchů, především orné půdy (57 % a více) je dáno kombinací s vyšším podílem ploch stojatých vod (více než 1 ‰, tj. 10 ha ploch v povodí 10 km²).

Střední riziko v povodí s vyšším podílem nepříznivých povrchů, především orné půdy (57 % a více) je dáno kombinací s nižším podílem ploch stojatých vod (méně než 1 ‰, tj. 10 ha ploch v povodí 10 km²).

Malé riziko v povodí s nižším podílem nepříznivých povrchů, především orné půdy (méně než 57 %) a středně častými deficity srážek (20 až 45 % let) je podmíněno nevýraznými dalšími negativními vlivy.

Dle mapy vysychání drobných vodních toků prochází navrhovaný záměr územím, které je hodnoceno stupněm velké nebo střední riziko vysychání.



Obr. 14: Riziková území z hlediska vysychání drobných vodních toků (zdroj: <http://heis.vuv.cz>)

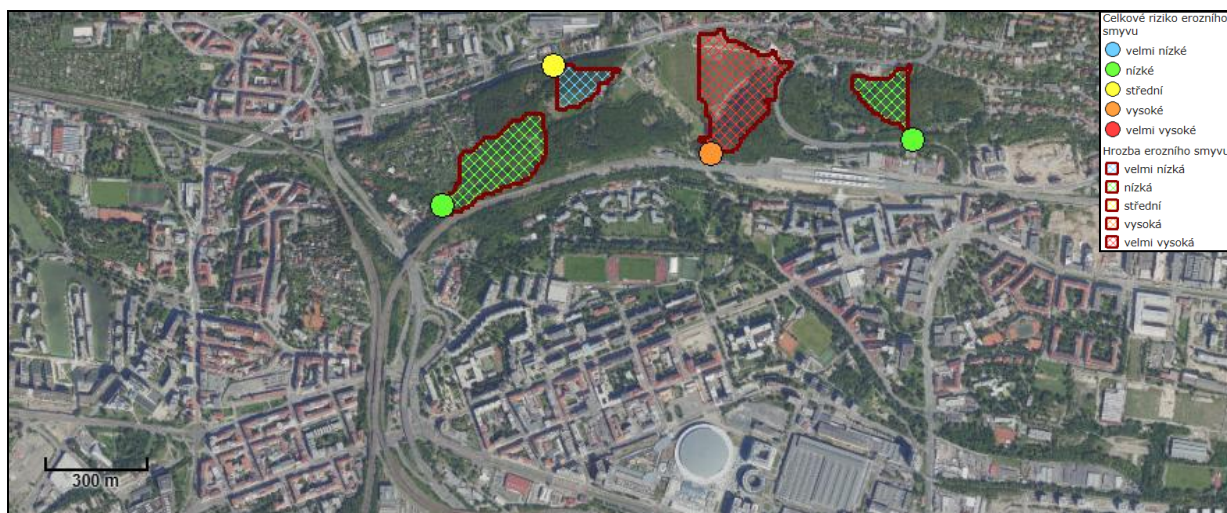
Celá oblast vedení záměru dle mapy regionalizace ČR podle míry ohrožení suchem (v členění dle správního území okresů), tj. Praha, spadá do oblasti ohrožené suchem. Z důvodu stagnace srážek, resp. zvýšené frekvence přívalových dešťů, které v důsledku způsobují větší odtok vody z krajiny, v kombinaci se zvyšování teploty přinášejí značné riziko častějších a delších epizod sucha.

Půdní eroze

Na základě budoucího vývoje klimatu představují půdní eroze z dlouhodobého pohledu rizikový faktor, který může nepříznivě ovlivnit rozvoj sídel a narušovat funkci místní infrastruktury (vliv na železniční a silniční dopravu). Půdní eroze souvisí s dalším rizikem, které je spojeno se změnou klimatu, jedná se o zvýšenou četnost a extremitu přívalových

srážek. Tyto extrémní projevy srážek mohou v řadě míst České republiky zvýšit ohrožení již dnes erozně náchylných pozemků. To může v konečném důsledku vést k výskytu nových rizik na místech, kde tato rizika dříve nebyla zcela běžná. Jelikož je v posledních dvou desetiletích výskyt těchto extrémních situací častější, je tato hrozba reálná, a měli bychom se na ni s předstihem připravit.

Extrémní přívalové srážky doprovázené erozí půdy a transportem splavenin představují rizikový faktor ohrožující nejen dopravní infrastrukturu (železniční a silniční dopravu), ale i obyvatelstvo, zdroje povrchové vody apod. Množství přívalových srážek, které přímo ovlivňují půdní erozi, se změnou klimatu roste, a proto v budoucnu mohou rizika spojená s těmito extrémními jevy ohrožovat významné části území České republiky, což se může dotknout i železničních dopravních staveb.



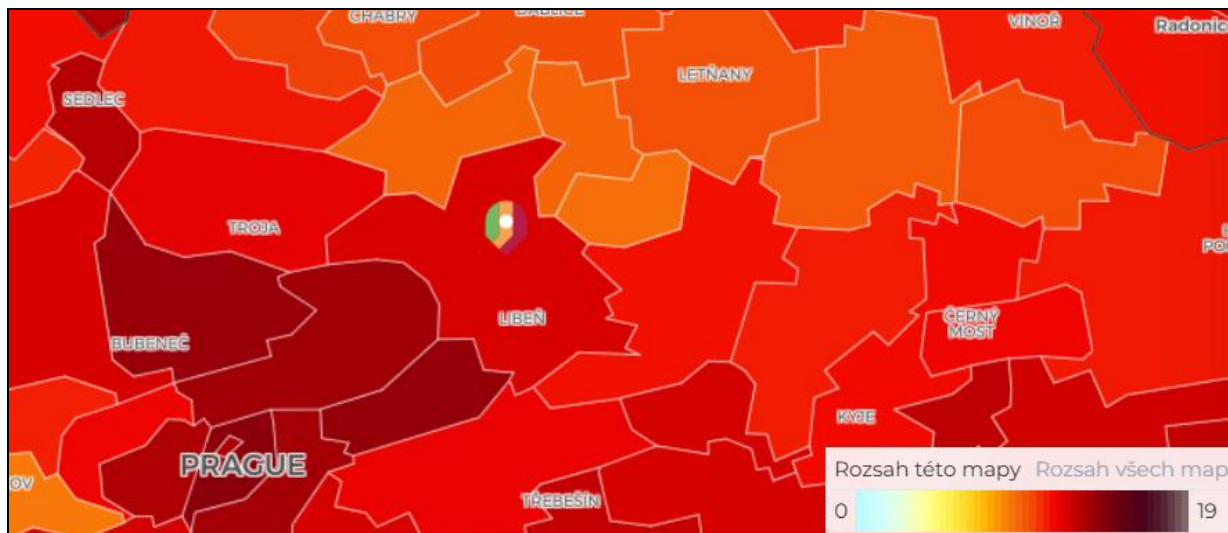
Obr. 15: Lokality s rizikem erozního smyvu (zdroj: <http://heis.vuv.cz>)

V dotčeném traťovém úseku jsou identifikována 2 místa povodí rizikových bodů:

- V místě podjezdu ul. U Vinných sklepů, pod kterou je sveden bezejmenný přítok Rokytky, ústí mikropovodí ze severně ležícího svahu. Hrozba erozního smyvu je kategorizována jako velmi vysoká, protože velkou část (cca 84 %) povodí tvoří orná půda (vinice). Hrozbu erozního smyvu je v daném mikropovodí možné snížit jedině trvalým zatravněním.
- V zalesněném svahu severně nad kolejemi je identifikováno mikropovodí s velmi nízkým celkovým rizikem erozního smyvu.

Extrémně vysoké teploty

Odbočka Balabenka (Praha-Libeň) leží v území, ve kterém je pozorován počet tropických dnů 11,7 za rok, což je více než celorepublikový průměr, který představuje 7,6 tropických dní za rok pro normálové období 1981 – 2010. Odpovídá to také umístění ve velkém sídelním útvaru.



Obr. 16: Počet tropických dní za rok pro normálové období 1981 – 2010 (Zdroj: www.climrisk.cz)

V krátkodobém výhledu do roku 2035 se předpokládá navýšení tropických dnů na 18 – 32 za rok. Ve střednědobém výhledu do roku 2055 se předpokládá navýšení na 21 – 48 tropických dnů za rok.

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. Vzhledem ke skutečnosti, že většina jevů má extrémní charakter, jejichž výskyt je obecně očekáván se zvýšenou frekvencí, nelze vyloučit ani epizody jevů spojené např. s nízkými teplotami, přestože jsou pro tuto oblast typické převážně zimy mírné.

Tabulka 10 Analýza expozice oblasti z hlediska rizikových meteorologických jevů doprovázejících klimatickou změnu (dle Technických pokynů k prověřování infrastruktury z hlediska klimatického dopadu v období 2021– 2027)

Analýza expozice							
Skóre expozice (N - Nizké / S - Střední / V - Vysoké)		Klimatická nebezpečí					
		Povodně a přítalové povodně	Vydatné srážky	Extrémně vysoké teploty	Silný a nárazový vítr	Sucho a požáry	Námrazové jevy
Současné a budoucí klima	Současné (a minulé) klima	S	N	N	N	S	N
	Budoucí klima (prognóza , model)	S	S	S	N	S	N
Nejvyšší skóre z výše uvedených		S	S	S	N	S	N

3.2. Analýza citlivosti železniční stavby

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

Tabulka 11 uvádí základní přehled o tom, zda a v jaké míře je předpokládaný stavební záměr citlivý na vybrané rizikové meteorologické jevy, které je nutné zohlednit v souvislosti s klimatickou změnou.

Tabulka 11 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 (krut kolejí) - poškození mostních konstrukcí - vybočení špatně udržovaných kolejí - deformace povrchu železničního svršku - přehřívání vozidel bez klimatizace 	mírná citlivost	Problém vysokých teplot je na železnici vyřešen, nicméně je potřeba důsledně dodržovat předpis k bezstykové 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 	nízká až mírná citlivost	Ohrožení by bylo možné pouze v případě požáru samotného vozidla. Závisí na dostatečné požární vzdálenosti od zástavby.
Silný vítr	<ul style="list-style-type: none"> - možnost výpadku elektrické energie - zatarasení kolejiště spadlou překážkou 	mírná citlivost	Riziko omezení dopravy a případná neprůjezdnost trasy spojené s ulámaním velkých větví nebo vyvrácením stromů je možné eliminovat řádnou údržbou rostoucích dřevin v blízkém okolí železnice.
Povodně	<ul style="list-style-type: none"> - poškození kolejí, výhybek, trakčního vedení - zatarasení cesty - zaplavení železniční trati - zanesení propustků a malých mostů, v některých případech i jejich mechanické poškození - podemletí či podmáčení mostních pilířů a železničního náspu 	významná citlivost	V současné době je standardem dimenzování mostních objektů na Q ₁₀₀ , což je dodrženo i u předmětného záměru. Tím by se mělo do značné míry předejít nepříznivým vlivům na železniční trať.
Bouřkové jevy	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - sněhové závěje a především sněhové jazyky mohou omezovat plynulý chod a průjezd trati - v extrémních případech může dojít k lavinám a sesuvům, které 	mírná citlivost	V případě extrémních sněhových projevů může docházet k problémům na železnici, nicméně problematika sněhových kalamit bývá spíše

Rizikové meteorologické jevy	Předpokládané riziko pro železniční stavbu	Míra citlivosti	Poznámky
	mohou být způsobeny sněhem - v důsledku sněhové pokrývky může docházet k promrzání, což představuje riziko pro elektrorozvody		významná u silniční dopravy.
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 - zhoršení adheze vozidel	významná citlivost	Ledovka na trakčním vedení představuje riziko, které může vzniknout velmi rychle. Může dojít k dočasnému nebo úplnému zastavení provozu. K odstranění sněhu a námrazy z výhybek se využívá systému elektrického ohřevu výhybek.

Skóre citlivosti je hodnoceno následovně:

Vysoká citlivost: klimatické nebezpečí může mít významný dopad na hodnocená témata

Střední citlivost: klimatické nebezpečí může mít menší dopad na hodnocená témata

Nízká citlivost: klimatické nebezpečí nemá žádný (nebo má jen nevýznamný) dopad

Analýza citlivosti se vztahuje na aktiva a procesy na místě, což představuje samotná infrastruktura, vstupy – voda, energie pro provoz a údržbu infrastruktury, a přístup a dopravní spoje. Hodnocení výstupů v podobě výrobků a služeb není pro tuto analýzu relevantní.

Železniční stavby jsou mírně citlivé na extrémní zvýšení teplot, avšak v ojedinělých případech může vlivem extrémního zvýšení teplot dojít až k poškození železničního svršku, což může ovlivnit 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 vichřice či sněhové epizody, které ovlivňují především plynulost provozu na železnici. V extrémních případech mohou mít zásadní vliv na provoz železniční trati námrazové jevy jako je ledovka, námraza, mrazové dny apod. Ledovka na trakčním vedení, která může vzniknout velmi rychle, může v ojedinělých případech způsobit úplné zastavení provozu. V případě moderních vlakových souprav, resp. lokomotiv, je tento jev možné vnímat ještě výrazně, vzhledem k tomu, že moderní soupravy jsou citlivější na kolísání el. napětí.

Tabulka 12 Analýza citlivosti železniční stavby na rizikové meteorologické jevy doprovázející klimatickou změnu

Analýza citlivosti							
Skóre citlivosti (N - Nízké / S - Střední / V- Vysoké)		Klimatická nebezpečí					
		Povodně a přívalové povodně	Vydatné srážky	Extrémně vysoké teploty	Silný a nárazový vítr	Sucho a požáry	Námrazové jevy
Témata	Aktiva na místě (železniční infrastruktura)	V	S	S	S	S	V
	Vstupy (energie pro provoz a údržbu infrastruktury)	S	N	N	N	N	S
	Výstupy – není relevantní	-	-	-	-	-	-
	Dopravní spoje (železniční doprava)	S	S	S	S	N	S
Nejvyšší skóre z výše uvedených		V	S	S	S	S	V

3.3. 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 (*primary climate drivers*):

- Vysoká 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
- Námrazové jevy

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

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 v kapitole 3.1. Analýza expozice oblasti, jmenovitě analýzu citlivosti železniční stavby, kde je popsána pravděpodobná míra citlivosti záměru na vybrané meteorologické jevy.

Tabulka 13 Potenciální rizikové klimatické faktory vhodné ke zvážení v souvislosti se změnou klimatu

Klimatické nebezpečí	Potenciální rizikové klimatické faktory	Trend klimatických faktorů
Extrémně vysoké teploty	Značný nárůst teplot a vln veder	Probíhající změny ve frekvenci a intenzitě období s vysokými teplotami, včetně vln veder
Námrazové jevy	Ledovka	Probíhající změny ve frekvenci a intenzitě období s nízkými teplotami (pokles) s ohledem na oteplování, nicméně námrazové jevy probíhají již od 3 do -12
	Náledí	
	Námraza	
Požár vegetace	Sucho	Vyšší četnost období s nedostatkem srážkových úhrnů, které vede k nedostatku vody
	Zvyšující se průměrná teplota vzduchu	Každoroční nárůst průměrných teplot
Vydáté srážky	Půdní eroze	Zvyšující se proces odnášení a transportace zeminy v důsledku povětrnostních vlivů, extrémních srážkových úhrnů na malé ploše apod.
	Sesuvy půdy, laviny, nestabilita půdy	Častější sesuvy způsobené kombinací několika faktorů (gravitace, voda, nasycení masy vodou, extrémní srážkové úhrny na sklonitých obnažených plochách apod.)
Povodně, přívalové povodně	Povodně	Výskyt extrémních povodní
	Změny extrémního množství dešťových srážek	Nárůst ve frekvenci a intenzitě dešťových srážek
Extrémní vítr	Průměrná rychlost větru	Změny v průměrné rychlosti větru (občasné extrémní projevy rychlosti větru)

Analýza zranitelnosti oblasti záměru vůči jevům doprovázející klimatickou změnu vychází z hodnocení expozice dotčené oblasti a hodnocení citlivosti železniční stavby (viz tabulky výše).

Tabulka 14 Analýza zranitelnosti navrhovaného záměru

Analýza zranitelnosti						
Jednotlivá klimatická nebezpečí dle kombinace		Expozice (nejvyšší skóre)			Úroveň zranitelnosti:	
		Vysoké	Střední	Nízké		
Citlivost (nejvyšší skóre)	Vysoké		<i>povodně a přívalové povodně</i>	<i>námrazové jevy</i>	Vysoká	
	Střední		<i>vydatné srážky; extrémně vysoké teploty; sucho a požáry</i>	<i>silný vítr</i>	Střední	
	Nízké				Nízká	

Dalšímu hodnocení rizik jsou podrobeny jevy s vysokou nebo střední úrovní zranitelnosti.

Na základě analýzy zranitelnosti projektu jsou k podrobnější analýze klimatických rizik identifikována klimatická nebezpečí v podobě povodní a přívalových povodní, vydatných srážek, extrémně vysokých teplot a námrazových jevů.

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. Záměr prochází územím částečně spadajícím do oblasti ohrožené suchem, nicméně z hlediska požárů vegetace nebyly z území nalezeny významné případy.

3.4. Hodnocení rizik vyplývajících z klimatické změny

Záměr byl vyhodnocen s vysokou úrovní zranitelností pro výskyt povodní a přívalových povodní a námrazových jevů, střední úrovní zranitelnosti pak u extrémně vysokých teplot,

vydatných srážek a sucha a požárů vegetace. Vzhledem k tomu je třeba provést hodnocení rizik, které sestává ze tří kroků:

- analýza pravděpodobnosti
- analýza dopadu
- analýza rizik.

Analýza pravděpodobnosti

Při hodnocení rizik vyplývajících z klimatické změny byla zvažena 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 15 Stupnice pro hodnocení pravděpodobnosti výskytu nebezpečí související s ovlivněním záměru

Název	Pravděpodobnost výskytu	
	Kvalitativní	Kvantitativní (%)
(1) Vzácné	Výskyt je vysoce nepravděpodobný	5
(2) Nepravděpodobné	Výskyt je nepravděpodobný	20
(3) Nevelké	Pravděpodobnost výskytu je stejná jako pravděpodobnost, že se nevyskytne	50
(4) Pravděpodobné	Pravděpodobný výskyt	80
(5) Téměř jisté	Velmi pravděpodobný výskyt	95

Tabulka 16 Identifikace výskytu rizika a určení jeho pravděpodobnosti nebezpečí

Klimatické nebezpečí	Potenciální rizikové klimatické faktory	Pravděpodobnost výskytu	Převažující pravděpodobnost výskytu
Povodně a přívalové povodně	Povodně	(2) Malý	(3) Nevelké
	Změny extrémního množství dešťových srážek	(3) Nevelké	
Extrémně vysoké teploty	Značný nárůst teplot a vln veder	(4) Pravděpodobné	(4) Pravděpodobné
Vydatné srážky	Půdní eroze	(3) Nevelké	(3) Nevelké
	Sesuvy půdy, laviny, nestabilita půdy	(2) Nepravděpodobné	
Námrazové jevy	Ledovka	(3) Nevelké	(3) Nevelké
	Náledí	(3) Nevelké	
	Námraza	(3) Nevelké	

Požár vegetace	Sucho	(3) Nevelké	(4) Pravděpodobné
	Zvyšující se průměrná teplota vzduchu	(4) Pravděpodobné	

Analýza dopadu

Důsledky se obvykle týkají hmotných aktiv a operací, zdraví a bezpečnosti, dopadů na životní prostředí, sociálních dopadů, dopadu na přístupnost pro osoby se zdravotním postižením, finančních dopadů a rizika poškození dobré pověsti.

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 17 Stupnice pro hodnocení míry závažnosti dopadů

Rizikové oblasti	Velikost důsledku				
	1 Nevýznamný	2 Malý	3 Nevelký	4 Velký	5 Katastrofický
Poškození aktiv / Technické / Provozní	Dopad může být vstřebán běžnou činností.	Nežádoucí událost, která může být vstřebána přijetím opatření zajišťujících kontinuitu činnosti	Závažná událost, která vyžaduje další nouzová opatření zajišťující kontinuitu činnosti	Kritická událost, která vyžaduje mimořádná/nouzová opatření zajišťující kontinuitu činnosti	Katastrofa, která může vést k uzavření nebo zhroutení či ztrátě aktiva/sítě
Bezpečnost a zdraví	Poskytnutí první pomoci	Menší zranění, lékařské ošetření	Vážné zranění nebo ztráta pracovní schopnosti	Větší nebo vícečetná zranění nebo zranění více osob, trvalé následky nebo invalidita	Jeden nebo více smrtelných úrazů
Životní prostředí	Žádný dopad na výchozí stav životního prostředí. Lokalizováno v oblasti zdroje. Není nutná obnova.	Lokalizováno v hranicích lokality. Obnova měřitelná do jednoho měsíce od dopadu.	Nevelké poškození s možným širším vlivem. Obnova do jednoho roku.	Významné poškození s místním účinkem. Obnova delší než jeden rok. Nedodržování environmentálních předpisů / povolení	Významné poškození s dalekosáhlým účinkem. Obnova delší než jeden rok. Omezená perspektiva úplné obnovy.
Sociální	Žádný negativní sociální dopad	Lokální sociální dopady dočasného charakteru	Lokální sociální dopady dlouhodobého charakteru	Neochránění chudých nebo zranitelných skupin (93). Vnitrostátní sociální dopady dlouhodobého charakteru	Ztráta sociálního oprávnění k činnosti Protesty komunity
Finanční (u jednotlivé extrémní události nebo průměrný)	x % IRR (*3) < 2 % obratu	x % IRR 2–10 % obratu	x % IRR 10–25 % obratu	x % IRR 25–50 % obratu	x % IRR > 50 % obratu

Rizikové oblasti	Velikost důsledku				
	1 Nevýznamný	2 Malý	3 Nevelký	4 Velký	5 Katastrofický
roční dopad)					
Dobrá pověst	Lokální dopad dočasného charakteru na veřejné mínění	Lokální dopad krátkodobého charakteru na veřejné mínění	Lokální dopad dlouhodobého charakteru na veřejné mínění s negativním informováním v místních médiích	Vnitrostátní dopad krátkodobého charakteru na veřejné mínění; negativní informování ve vnitrostátních médiích	Vnitrostátní dopad dlouhodobého charakteru, který může ovlivnit stabilitu vlády

Tabulka 18 Identifikace výskytu rizika a určení jeho závažnosti dopadů

Dopady:					
Povodně a přívalové povodně					
Rizikové oblasti:	Nevýznamné	Malé	Střední	Velké	Katastrofické
Poškození majetku, technické a provozní škody			X		
Bezpečnost a zdraví	X				
Životní prostředí, kulturní dědictví		X			
Sociální	X				
Finanční		X			
Dobrá pověst	X				
Celkem za výše uvedené rizikové oblasti			X		
Dopady:					
Extrémně vysoké teploty					
Rizikové oblasti:	Nevýznamné	Malé	Střední	Velké	Katastrofické
Poškození majetku, technické a provozní škody		X			
Bezpečnost a zdraví	X				
Životní prostředí, kulturní dědictví		X			
Sociální	X				
Finanční	X				
Dobrá pověst		X			
Celkem za výše uvedené rizikové oblasti		X			

Dopady:					
Námrazové jevy	Nevýznamné	Malé	Střední	Velké	Katastrofické
Rizikové oblasti:					
Poškození majetku, technické a provozní škody			X		
Bezpečnost a zdraví	X				
Životní prostředí, kulturní dědictví	X				
Sociální	X				
Finanční	X				
Dobrá pověst		X			
Celkem za výše uvedené rizikové oblasti			X		
Dopady:					
Vydatní srážky	Nevýznamné	Malé	Střední	Velké	Katastrofické
Rizikové oblasti:					
Poškození majetku, technické a provozní škody		X			
Bezpečnost a zdraví	X				
Životní prostředí, kulturní dědictví		X			
Sociální	X				
Finanční	X				
Dobrá pověst		X			
Celkem za výše uvedené rizikové oblasti		X			
Dopady:					
Sucho a požáry vegetace	Nevýznamné	Malé	Střední	Velké	Katastrofické
Rizikové oblasti:					
Poškození majetku, technické a provozní škody			X		
Bezpečnost a zdraví		X			
Životní prostředí, kulturní dědictví			X		
Sociální	X				
Finanční		X			
Dobrá pověst			X		
Celkem za výše uvedené rizikové oblasti			X		

Analýza rizik

Analýza rizik vychází z velikosti důsledků u různých oblastí rizik a pravděpodobnosti nebezpečí jednotlivých rizikových meteorologických jevů, které mohou ovlivnit předpokládaný záměr (viz tabulky výše).

Tabulka 19 Analýza rizik vyplývajících z klimatických změn

Analýza rizik							
Určená klimatická nebezpečí dle kombinace		Dopad (velikost)					Úroveň rizika:
		Nevýznamný	Malý	Nevelký	Velký	Katastrofický	
Pravděpodobnost (výskytu)	Vzácný						Nízká
	Nepravděpodobný						Střední
	Nevelký		Vydatné srážky	Námrazové jevy Povodně a přívalové povodně			Vysoká
	Pravděpodobný		Extrémně vysoké teploty	Sucho a požáry			Extremní
	Téměř jistý						

Za jevy se středním rizikem byly vyhodnoceny vydatné srážky, s velkým rizikem povodně a přívalové povodně, sucho a požáry vegetace, extrémně vysoké teploty a námrazové jevy. Předmětná stavba prochází záplavovým územím menšího vodního toku Rokytka. V lokalitách, kde je těleso železniční trati v kontaktu s rozlivem záplavového území stanoveného pro průtoky na úrovni Q100, je niveleta kolejí vedena s dostatečnou rezervou nad úrovní záplavového území při průtocích na úrovni Q100. Novostavby mostů a propustků přes vodní toky, zajišťují normový průchod hladiny Q100, resp. kontrolní návrhové hladiny dle ČSN 73 6201.

3.5. Adaptační opatření

Na základě analýzy rizik byla vyhodnocena klimatická nebezpečí s vysokým rizikem (extrémně vysoké teploty, požár vegetace, námrazové jevy) a extrémním rizikem (povodně a přívalové povodně) pro které byla navržena 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 (těžký mokrý sníh).

Z obecného hlediska lze některá z uvedených rizik poměrně dobře řešit pomocí stavebně technických opatření (např. řádná údržba přilehlých pozemků za účelem udržení adekvátní výšky a mohutnosti porostů a dřevin v dopadové vzdálenosti, výsadba dřevin pro zadržení vody v krajině, dostatečně kapacitní systém odvodnění, použití stavebních materiálů odolných vysokým teplotám i mrazům, zajištění stability tělesa železnice proti sesuvům, aj.).

Navrhovaná adaptační opatření v rámci projektu

Povodně a přívalové povodně

V místě křížení s tokem Rokytka je trať vedena na mostech.

Obecně jsou propustky konstruovány tak, aby byly schopny pojmout větší množství vody, aby nevytvářely při krizových (přívalových srážkách) situacích bariéry při odtoku vody z území.

Vydatné srážky

Lokalita není náchylná k sesuvům či erozi půdy, která by představovala větší ohrožení železničního úseku při přívalových deštích.

U všech svahů je navržena vegetační ochrana., v erozně exponovaných místech je vždy počítáno s vytvořením trvalého travního pokryvu.

Extrémní teploty

Vlivem možnosti působení extrémních výkyvů teplot je předpokládáno vyšší zatížení např. železničního svršku, nebo trakčního vedení. S těmito podmínkami je nutno již uvažovat v návrhu používaných materiálů (použití bezstykové koleje). Pro odbočku Balabenka jako

součástí velkého železničního uzlu (Železniční uzel Praha) platí, že 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 lokomotiv v nezávislé trakci pro tratě, na kterých musí být po dobu trvání mimořádných meteorologických podmínek provoz zachován.

Ve všech řešených dopravních s kolejovým rozvětvením bude zřízen systém elektrického ohřevu výhybek (EOV). EOV slouží k odstranění sněhu a námrazy z výhybek, hlavně pak k odstranění sněhu a námrazy z prostoru pohyblivých částí výhybky a táhel výhybky. Zařízení EOV je v běžném provozu ovládáno automaticky pomocí programovatelného automatu, na který jsou připojena čidla venkovní teploty, teploty koleje, srážek (sníh-mrznoucí déšť) atd.

Vyjma již uvedeného lze zmínit výsadbu dřevinné vegetace v okolí, která je součástí záměru. Vegetace má schopnost snižovat a tlumit výkyvy teploty. V zimě stromy zmírňují proudění studeného vzduchu. V létě naopak vegetace ochlazuje své okolí díky evapotranspiraci a rovněž stíní nejbližší okolí.

Sucho

V městském prostředí je většina srážkové vody odváděna do dešťové kanalizace. Zásady pro odvodnění trati jsou následující – vyústění odvodňovacího zařízení je prioritně situováno do stávajících míst – příčných svodů, propustků a dešťové kanalizace, případně volně na terén. K opatřením ke zmírnění projevů sucha patří i výsadba vegetace.

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. Bezpečnost provozu bude zohledněna i při výběru a plánování vegetačních výsadeb.

Součástí projektu jsou adaptační opatření, která odpovídají úrovni vyhodnocených rizik klimatických nebezpečí.

3.6. Vyhodnocení souladu se strategickými dokumenty v oblasti přizpůsobení se změně klimatu

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

Níže jsou uvedena adaptační opatření v dopravě, v souvislosti s hodnoceným záměrem. V tabulkách pod nimi je uvedeno vyhodnocení souladu/nesouladu jejich začlenění do projektu záměru.

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.

Tabulka 20 Soulad projektu s adaptačními opatřeními v sektoru dopravy (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR)

Adaptační opatření v dopravě	Vyhodnocení
Posoudit plánovaná opatření pro zajištění spolehlivosti vodních cest z hlediska dopadů změny klimatu a předpokládaných častějších extrémů, dlouhodobějšího nedostatku vody, a zvážit, zda je v těchto souvislostech jejich realizace ekonomicky a ekologicky vhodná.	0
Zvýšení spolehlivosti dopravního sektoru odstraňováním „bottlenecks“ s cílem optimálního zajištění dopravní obslužnosti (segregované trasy městské a příměstské dopravy, vysokorychlostní železnice, příměstská železnice, zkvalitnění, nemotorové dopravy, inteligentní dopravní prvky, zvyšování bezpečnosti).	+
Napojení územního plánování a řízení rizik při tvorbě koncepcí dopravní infrastruktury, prevenci možných škod a včasnou likvidaci následků způsobených extrémními projevy počasí, implementace inženýrských opatření zabezpečují dopravní infrastrukturu (vyvýšení, odstínění apod.).	+
Výstavba nových a zvyšování kapacity existujících objízdných tras především na železnici.	+
Zajistit systém prevence možných škod a včasnou likvidaci následků extrémních projevů počasí a lokalizace mimo záplavové území.	+
Zajistit kvalitní a rychlé napojení ČR na evropské námořní přístavy s dopravou námořních kontejnerů a podpořit fungování veřejných logistických center na železnici.	0
Využití telematických a inteligentních dopravních systémů, například pro řízení dopravy při mimořádných a krizových událostech – informace o stavu a sjízdnosti, řízení plynulosti atd.	+
Železnice, silnice 1. tříd a dálnice konstruovat s ohledem na 100letou vodu.	+

Vysvětlivky: + záměr je v souladu s opatřeními; 0 záměr je v neutrálním postavení vůči opatření; - záměr je nesouladu s opatřeními

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. Přizpůsobit zejména stavební zákony, normy týkající se stavebních konstrukcí, v souvislosti s předpokládanou změnou klimatu (extrémní projevy meteorologických jevů), jako jsou silné nárazové větry, extrémní srážkové úhrny, dlouho trvající vlny veder apod.

Tabulka 21 Soulad projektu s adaptačními opatřeními v sektoru dopravy (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR

Adaptační opatření v dopravě	Vyhodnocení
Zohlednit při projektování staveb a dopravních konstrukcí důsledky změny klimatu, extrémní výkyvy teplot, odvod přívalových vod, vyhodnotit nezámrznou hloubku, účinky vysokého rozpálení povrchů, požární bezpečnost atd.	+
V návaznosti na adaptační opatření 3.4.3.5 Opatření v oblasti urbanistického rozvoje, stavebnictví a architektury podpořit výzkum a vývoj nových materiálů a technologií, které sníží riziko negativních technických, ekonomických a zdravotních vlivů.	0
Zvýšit životnost prováděné infrastruktury dopravních konstrukcí a požadovat mnohaleté záruky na kvalitu zhotoveného díla.	+
Přizpůsobit zejména stavební zákony, normy týkající se stavebních konstrukcí, v souvislosti s předpokládanou změnou klimatu (extrémní projevy meteorologických jevů), jako jsou silné nárazové větry, extrémní srážkové úhrny, dlouho trvající vlny veder apod.	0

Vysvětlivky: + záměr je v souladu s opatřením; 0 záměr je v neutrálním postavení vůči opatření; - záměr je nesouladu s opatřením

3.8.3.3 *Optimalizace teplot v dopravních prostředcích* (zejm. veřejné dopravě) řešit s ohledem na předpokládané teplotní změny a zvýšenou extremalitu počasí systémově, a to jak z hlediska zvýšených letních teplot (vč. tzv. „heat-waves“), tak i z hlediska změn teplot zimních.

Tabulka 22 Soulad projektu s adaptačními opatřeními v sektoru dopravy (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR)

Adaptační opatření v dopravě	Vyhodnocení
K zajištění atraktivity veřejné dopravy je nezbytné, aby objednatelé veřejné dopravy jako zadávací podmínku pro vozidla veřejné dopravy požadovali od dopravců nasazování klimatizovaných vozidel alespoň u vozidel s předpokládanou delší dobou jízdy.	0
Vybírat klimatizaci a vytápění ve vozidlech se zřetelem na vysokou účinnost a hospodárnost vzhledem ke spotřebě energie, minimalizaci produkce rizikových emisí a finančních nákladů.	0
Využít potenciál moderních technologií a inovací ve vývoji a výrobě. V případě veřejné dopravy skýtá objem a velikost vozidel dobré podmínky pro zesílení jejich tepelné izolace, pohonné jednotky vozidel nabízejí zdroj tepla pro tepelný výměník zajišťující chlazení i ohřívání interiéru vozidla.	0

Vysvětlivky: + záměr je v souladu s opatřením; 0 záměr je v neutrálním postavení vůči opatření; - záměr je nesouladu s opatřením

3.8.3.4 Opatření v oblasti zastínění 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 či na samotné drážní těleso, což může ve výjimečných případech vést až k úplnému ochromení železniční dopravy.

Tabulka 23 Soulad projektu s adaptačními opatřeními v sektoru dopravy (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR)

Adaptační opatření v dopravě	Vyhodnocení
Systematická výsadba dřevin a křovin ve vhodné vzdálenosti podél železnice.	+
Stanovit 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 či na samotné drážní těleso, což může ve výjimečných případech vést až k úplnému ochromení železniční dopravy.	+

Vysvětlivky: + záměr je v souladu s opatřením; 0 záměr je v neutrálním postavení vůči opatření; - záměr je v nesouladu s opatřením

Záměr je v souladu s relevantními adaptačními opatřeními Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR týkajících se sektoru dopravy, případně k nim má projekt neutrální vztah. Soulad záměru vychází zejména z toho, že se jedná o modernizaci stávající trati, která

zohlední požadavky modernizace Železničního uzlu Praha a bude sloužit také k přivedení vysokorychlostní trati do centra Prahy, která je projektována v souladu s novými technologiemi, a také se zřetelem na předcházení možných rizik.

Vazba na akční plán adaptace na změnu klimatu

Níže v tabulce jsou uvedeny specifické cíle Národního plánu adaptace na změnu klimatu a dále pak jejich posouzení souladu, případně nesouladu s hodnoceným záměrem.

Tabulka 24 Specifické cíle Národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu a jejich vazba na záměr

Specifické cíle (SC)	Vyhodnocení
Podpora přirozených adaptačních schopností lesů a posilování jejich odolnosti proti změně klimatu (SC1)	0
Ochrana a obnova přirozeného vodního režimu v lesích (SC2)	0
Zvýšení efektivity pozemkových úprav s ohledem na změnu klimatu (SC3)	0
Zajištění a zachování genetických zdrojů v oblasti zemědělství (SC4)	0
Zastavení degradace půdy nadměrnou erozí, vyčerpáním živin, ztrátou organické hmoty a utužením (SC5)	0
Omezení vzniku a dopadů zemědělského sucha (SC6)	0
Posílení stability a biologické rozmanitosti agroekosystémů (SC7)	0
Zajištění udržitelnosti a produkční funkce zemědělského hospodaření v krajině za účelem snížení negativních dopadů změny klimatu (SC8)	0
Zlepšení řízení rizik v zemědělství (SC9)	0
Zlepšení hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích jejich využíváním (SC10)	0/+
Zvýšení přirozené retenční schopnosti vodních toků a niv (SC11)	0
Efektivní ochrana a využívání vodních zdrojů (SC12)	0
Zmírňování následků povodní v urbanizovaném území (SC13)	0/+
Posílení ekologické stability a snížení rizik spojených s teplotou a kvalitou ovzduší v urbanizované krajině (SC14)	0/+/-
Adaptace staveb na změnu klimatu (SC15)	+
Podpora adaptability sídel snižováním stopy urbanizovaných území (SC16)	0
Zvýšení ekologicko stabilizačních funkcí a prostupnosti krajiny (SC17)	0
Koncepční rozšíření ochrany přírody o perspektivu změny klimatu (SC18)	0
Omezení šíření invazních druhů (SC19)	0
Zajištění výzkumu, prevence, zdravotní péče a eliminace infekčních a neinfekčních chorob (SC20)	0
Řízení a rozvoj šetrného a udržitelného cestovního ruchu s ohledem na změnu klimatu (SC21)	+
Posílení znalostní základny vzájemných vztahů a dopadů změny klimatu na cestovní ruch (SC22)	0

Zajištění bezpečnosti průmyslových zařízení vzhledem k očekávaným dopadům změny klimatu (SC24)	0
Zajištění strategických zásob ČR (SC25)	0
Zajištění možnosti ostrovního provozu (SC26)	0
Zajištění vysoké odolnosti přenosové sítě ČR, diverzifikace přepravních tras a zdrojových teritorií (SC27)	+
Obnovitelné zdroje energie odolávající dopadům změny klimatu (SC28)	0
Ochrana obyvatelstva, systém včasného varování před mimořádnými událostmi (SC29)	0
Rozvoj a posílení integrovaného záchranného systému (SC30)	0
Zvýšení ochrany kritické infrastruktury (SC31)	0/+
Zvyšování environmentální bezpečnosti (SC32)	0
Rozvoj bezpečnostního výzkumu a vývoje (SC33)	0
Výchova, vzdělávání, osvěta s ohledem na změnu klimatu (SC34)	0

Vysvětlivky: + záměr je v souladu s opatřením; 0 záměr je v neutrálním postavení vůči opatření; - záměr je v nesouladu s opatřením

Na základě výše uvedeného lze konstatovat, že ve většině případů je záměr v neutrálním postavení vůči uvedeným specifickým cílům Národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu.

Soulad záměru lze očekávat u cílů, které bude záměr respektovat již v samotném návrhu, tzn. návrh rekonstrukce moderního železničního uzlu, za použití moderních technologií a materiálů, posílení jeho bezpečnosti a schopnosti reagovat na mimořádné události. Dále pak u cílů, které souvisejí s cestovním ruchem, vzhledem k tomu, že se jedná o dopravní stavbu. Stavba se nachází v silně zastavěném území, neočekáváme proto vlivy na další složky příroda a krajiny.

Vazba na Adaptační strategii EU

Tabulka 25 Specifické cíle Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu

Specifické cíle (SC)	Vyhodnocení
Zvýšit odolnost členských států EU, jejich regionálních uskupení, regionů a měst	0/+
Zlepšit informovanost pro rozhodování o problematice adaptace na změnu klimatu	0
Zvýšit odolnost klíčových zranitelných sektorů vůči negativním dopadům změny klimatu	+

Vysvětlivky: + záměr je v souladu s opatřením; 0 záměr je v neutrálním postavení vůči opatření; - záměr je v nesouladu s opatřením

Záměr v souladu s Adaptační strategií EU podporuje začleňování hledisek odolnosti vůči změně klimatu do kritérií pro výstavbu a renovaci (budov a) kritické infrastruktury a zlepšení bezemisní mobility v hlavním městě.

Díky plánovaným stavebním a technickým pracím, které jsou navrženy v rámci tohoto záměru, dojde ke zvýšení odolnosti železniční dopravy na dotčené nové železniční trati vůči dlouhodobým klimatickým změnám, tak i vůči extrémním výkyvům počasí těmito změnami způsobenými. Tím tento záměr koresponduje s národními i unijními cíli v problematice klimatických změn.

4. Vyhodnocení vlivů na klima - mitigace

Mitigace je chápána jako předcházení ve smyslu zmírnění či zpomalení změny klimatu. Nejčastěji jsou mitigační opatření spojena s redukcí vypouštění skleníkových plynů do atmosféry, energetickou účinností, úsporou energie nebo zvyšování podílu výroby energie z obnovitelných zdrojů, patří sem i zvýšení schopnosti ekosystémů pohlcovat uhlík. Příkladem mitigačního opatření může být technologická změna či náhrada, pro kterou je typické snižování vstupů u zdrojů a snížení emise nebo např. zvýšení zastoupení přírodních stanovišť (mokřadů, lesů) či ukládání CO₂ do biomasy apod.

Snižování emisí skleníkových plynů je nedílnou součástí řešení problematiky změny klimatu a jejich negativních dopadů v mezinárodní spolupráci, jak je popsáno v kapitole 1.

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 %. Nejvýznamnějším tvůrcem skleníkových plynů je sektor energetiky, který produkuje 84 % z celkového množství skleníkových plynů, jedná se převážně o CO₂. Samotné koncentrace skleníkových plynů jsou v současné době vysoko nad předindustriální úroveň (koncentrace kolem roku 1750) a stále narůstají. Koncentrace CO₂ vzrostla od poloviny 18. století (předindustriální období) z hodnot kolem 280 ppm na hodnotu 379 ppm v roce 2005, v současné době (rok 2025) dosahují koncentrace CO₂ hodnot vyšších než 425 ppm (Copernicus, 2025). Jedná se tak pravděpodobně o nejvyšší hodnotu, které bylo za uplynulých 650 tisíc let dosaženo, jelikož hodnoty se v minulosti pohybovaly v rozpětí přibližně od 180 do 300 ppm.

Tabulka 26 Současné a historické hodnoty koncentrací vybraných skleníkových plynů. (Zdroj: IPCC, NOAA)

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC-11	HCFC-22	CF ₄
Předindustriální koncentrace (do r. 1750)	~278 ppm	~729 ppb	~270 ppb	0 ppt	0 ppt	34 ppt
Současná koncentrace (r. 2025)	~425 ppm	~1930 ppb	~388 ppb	~221,7 ppt	~248 ppt	~84 ppt
Přibližný nárůst	51,78 %	175,71 %	43,7 %	-	-	-
Doba setrvání v atmosféře ³	100 – 1000 let	12 let	109 let	52 let	12 let	~50 000 let

³ Pozn. Hodnota pro dobu setrvání vybraného skleníkového plynu v atmosféře je vztažena pro roky, tedy doba setrvání CO₂ v atmosféře je přibližně 50 – 200 let.

K roku 2023 produkuje v ČR doprava 20,2 % z celkových emisí CO₂. Většina pochází ze silniční dopravy – 18,8 % z celkových emisí (www.faktaoklimatu.cz). Podíl dopravy na celkových emisích CO₂ v ČR od roku 1990 narůstá. Odpovídá to i nárůstu registrovaných automobilů. Od roku 1995 se počet registrovaných automobilů více jak zdvojnásobil na 6 512 774 aut ke konci roku 2023. Za období 2000 – 2018 se emise CO₂ z dopravy zvýšily o 66 %. Roste i spotřeba energie pro dopravu, která v 2016 činila téměř 30 % veškeré spotřeby energie v ČR, aniž by docházelo k poklesu podílu fosilních paliv na této spotřebě.

Emise skleníkových plynů se dělí do tří oblastí (dle protokolu o skleníkových plynech):

- 1) Emise přímé – jsou fyzicky uvolňovány z daného projektu nebo činnosti (spalováním fosilních paliv, průmyslovými procesy a fugitivními emisemi jako je únik chladiv nebo metanu). Zahrnují také dopady činností působící změny přírodních stanovišť, ve kterých jsou skleníkové plyny přirozeně akumulovány a v důsledku realizace záměru se mohou uvolňovat (mokřady, půdy, lesy aj.)
- 2) Emise nepřímé – nejsou přímo produkovány projektem nebo provozem, souvisejí se spotřebou energie a jejich množství je projektem ovlivnitelné např. účinnějším využíváním energie nebo přechodem na spotřebu energie z obnovitelných zdrojů. Zahrnují i dopady na přírodní stanoviště, které pomáhají množství skleníkových plynů v atmosféře snižovat.
- 3) Emise nepřímé jiné - nepřímé emise skleníkových plynů, které vznikají v souvislosti s projektem, ale mimo přímou kontrolu a vliv projektu (např. ukládání odpadu na skládku, nákup a doprava materiálu třetí stranou, povýsadbová péče atp.).

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. Z hlediska posuzování zmírňování změny klimatu je dle Technických pokynů EK (2021) a metodiky Evropské investiční banky (2023) zvláštní pozornost věnována projektům využívající fosilní paliva. Technické pokyny EK (2021) uvádí seznam kategorií projektů, u kterých se posouzení uhlíkové stopy obecně vyžaduje. Mezi ně je zařazena i železniční infrastruktura. Jako podklad bylo použito ekonomického hodnocení **Studie proveditelnosti železničního uzlu Praha včetně Rychlých spojení** z dubna 2025.

Ekonomické hodnocení, ze kterých jsou použity kvantifikované údaje, je zpracováno pomocí nákladovo-výnosové analýzy (Cost Benefit Analysis – CBA). CBA byla provedena v souladu s materiálem „Rezortní metodika pro hodnocení ekonomické efektivnosti projektů dopravních staveb“ (MD ČR, 2017, aktualizace 2023).

Ohraničení projektu

Cílem projektu modernizace železničního uzlu Praha je zvýšit kapacitu uzlu, umožnit zlepšení zapojení železnice do Pražské integrované dopravy, zvýšit spolehlivost provozu a umožnit budoucí zvýšený rozsah osobní dálkové a nákladní dopravy plynoucí z rozvoje okolní infrastruktury. Je proto nezbytné zvýšit kapacitu a propustnost celého uzlu.

Realizací projektu dojde k umožnění navýšení rozsahu osobní dopravy i zlepšení propustnosti uzlu pro nákladní železniční dopravu. Dojde tak ke zlepšení pravidelné a kapacitní dopravy s dostatečnou spolehlivostí a podpoře využívání pravidelných nejen příměstských spojů, které mohou převzít část osobní přepravy ze silniční dopravy a sníží tak negativní dopady silniční dopravy na obyvatelstvo.

Na základě výše uvedeného vychází posouzení uhlíkové stopy z emisních údajů CBA analýzy pro celkový záměr „**Železniční uzel Praha včetně Rychlých spojení**“.

Období hodnocení:

Hodnocené období – 30 let (2035 – 2064)

Zahájení stavebních prací – 2035

Zahájení provozu celkově modernizovaného uzlu – 2049

Emise, které jsou zahrnuty:

Pod pojmem uhlíková stopa si lze představit sumu vypouštěných skleníkových plynů. V případě dopravy je nejvýznamnějším skleníkovým plynem CO₂, který tvoří 95,5% z celkových emisí skleníkových plynů z dopravy. (Ročenka dopravy, 2020)

Samotná železniční doprava v elektrické trakci neprodukuje žádné přímé emise. Při provozu na trati bude samozřejmě docházet k vytváření nepřímých emisí formou spotřeby elektrické energie, kterou budou využívat pro svůj provoz vlaky a příslušné železniční stanice. Tím vznikají nepřímé emise z provozu železniční infrastruktury. Tuto část nepřímých emisí lze ovlivnit energetickou účinností používaných technologií, případně výběrem zdroje energie z obnovitelných zdrojů nebo s vyšším podílem obnovitelných zdrojů (což není možné v rámci konkrétního záměru).

Realizace projektu výrazným způsobem zvyšuje potenciál příměstské a městské železniční dopravy a zároveň uvolňuje kapacitu na přetížené silniční síti přesunem cestujících na železnici.

V případě tranzitní nákladní dopravy realizací projektu bude částečně odstraněno významné kapacitní hrdlo na železniční síti a dojde ke zvýšení propustnosti a zajištění pravidelnosti nákladní železniční dopravy.

Realizací projektu dojde k převodu dopravy z individuální automobilové dopravy, autobusové dopravy a jiných tras železniční dopravy. Vzhledem k významu a zásadním kvalitativním změnám v dopravní nabídce lze očekávat i výrazný podíl nově vzniklé, indukované dopravy.

Nepřímé 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 zejména v rámci využití materiálu na stavbu.

Emise CO₂ u motorů spalující naftu představují 2 644 g CO₂/ litr nafty. Spotřeba nákladních a stavebních strojů se liší dle jejich velikosti/výkonu, dále nákladu a jakým prostředím a rychlostí se pohybují. V neposlední řadě hraje významnou roli údržba a stáří vozidla. Pro nákladní vozidla uvádí technické parametry spotřebu 30 – 40l nafty/ 100 km. Velká nákladní vozidla s hmotností okolo 23 tun mají spotřebu až 38 l/100 km, menší vozidla s hmotností okolo 16 tun spotřebují cca 25l/100 km.

Tj. např. pro nákladní vůz se spotřebou 30l/100km - 2644 g CO₂/litr nafty x spotřeba (l/100 km) / 100 = 26,44 g CO₂ x 30 l = 793,20 g CO₂/km

Pro kolové nakladače se spotřeba může lišit opět dle výše uvedených parametrů. Hodinová spotřeba paliva je uváděna v rozmezí 9 – 30 l nafty.

Tj. např. pro nakladač se spotřebou 20 l nafty/ hodina provozu - 2644 g CO₂/litr nafty x spotřeba (l/1 hod) = 2644 g CO₂ x 20 = 52 880 g CO₂/hodinu provozu.

V části realizace je možné ovlivnit zejména snížení jízdních kilometrů, a tedy i spotřeby paliva, které lze dosáhnout zejména v rámci využití materiálu na stavbu. Emise CO₂ ve stavební části stavby tak budou pocházet zejm. z recyklační linky a nakladače a ostatních přesunů stavebních materiálů, pro které nejsou použité stroje a jejich pohyb předem známy. Do přehledu tak nelze zahrnout přesné výpočty emisí z fáze výstavby.

Přírodní stanoviště, která by měla vliv na uvolnění, resp. zadržení významného množství CO₂, nebudou dotčena.

Bilance CO₂

Porovnání emisí vychází z kvantifikace⁴ emisí pro scénář „se záměrem“ a „bez záměru“.

Výpočty bilance CO₂ jsou velmi sofistikované a pro jejich interpretaci je nezbytné uvést všechny souvislosti a popsat použitou metodiku. V předkládaném dokumentu byla bilance CO₂ provedena s využitím „Rezortní metodiky pro hodnocení ekonomické efektivnosti projektů dopravních staveb“, Ministerstvo dopravy ČR 2017, aktualizace 2023, ve které je bilance CO₂ hodnocena jako jedna z externalit záměru. Výhodou využití této metodiky je konzistence metodologie s výpočtem bilance znečišťujících látek v ovzduší, dalších externalit a, v neposlední řadě, ekonomické rentability projektu. Další předností je získání dat srovnatelných s daty z jiných projektů výstavby dopravní infrastruktury v České republice.

U všech hodnot dopravních výkonů platí, že byly vypočteny na základě přepravní prognózy, která byla součástí Studie proveditelnosti železničního uzlu Praha včetně Rychlých spojení.

Varianta „**Bez projektu**“ reprezentuje výchozí technický stav jednotlivých prvků infrastruktury řešeného úseku stávající tratě a udržení výchozích technických parametrů po dobu hodnocení projektu. Řeší zejména nutnou údržbu, opravy a obnovu stávajících drážních zařízení a objektů pro zajištění provozu v požadované kvalitě a rozsahu a zajištění bezpečného pohybu osob. Varianta Bez projektu představuje odhad budoucích nároků technického a provozního vybavení infrastruktury za předpokladu zachování současných technických parametrů, infrastruktury, tj. stav po realizaci staveb dokončených dle stávajících předpokladů do roku 2035. Jsou zde také zakomponovány plánované investiční akce, které by se uskutečnily i v případě, že by se projekt nerealizoval, tj. investice, u nichž se předpokládá zprovoznění nejpozději do roku 2045.

Varianta „**S projektem**“ zahrnuje předkládanou modernizaci železničního uzlu Praha. Součástí jsou návrhové varianty, které mají stejný koncepční základ, ale liší se technickým řešením zejména v centrální části uzlu. Odbočka Balabenka je navržena v jednom technickém řešení tak, aby zcela oddělila provoz regionálních vlaků Karlín – Vysočany od ostatní dopravy, umožnila dálkovým vlakům bezkolizně odbočit do Vysočan a zachovala propojení z hlavního nádraží do Holešovic, stejně jako všechna spojení z Libně, doplněná o traťovou spojkou do

⁴ Stanovení uhlíkové stopy zahrnuje mnoho forem nejistoty týkající se určení sekundárních vlivů, výchozích scénářů a odhadu výchozích emisí. Odhady skleníkových plynů jsou tedy z definice jen přibližné. (Technické pokyny Evropské komise, 2021)

vysokorychlostní tratě. Přes odbočku Balabenka bude do uzlu zaústěna vysokorychlostní trať RS4.

Varianty technického řešení se na emisích CO₂ řádově neprojeví, jsou tedy použity hodnoty z varianty N1.

Absolutní emise záměru (A_b) – představují celkové odhadované emise za hodnocené období (30 let) a jsou převzaty z analýzy výnosů a nákladů pro záměr „**Železniční uzel Praha včetně Rychlých spojení**“. Vychází z předpokládaného navýšení vlakokilometrů díky modernizaci uzlu, tj. včetně realizace odb. Balabenka, a emisního faktoru pro ČR pro každý provozní rok.

Výchozí emise záměru (B_e) – představují celkové odhadované emise (za hodnocené období (30 let) předpokládaného alternativního scénáře, který by nastal, pokud by záměr nebyl realizován. Údaje jsou převzaty z analýzy výnosů a nákladů.

Výpočet je proveden jako součin dopravního výkonu jednotlivých dopravních módů a jejich emisního faktoru. K výpočtům byly v rámci Studie proveditelnosti použity CBA tabulky verze 1.11. Výsledkem výpočtů je stanovení množství emitovaného CO₂ ve stavu bez realizace záměru a s realizací záměru.

Tabulka 27 Balance emisí CO₂ za hodnotící období 2035 – 2064 [t CO₂]

A_b - s projektem	ŽELEZNIČNÍ osobní doprava	4 333 572	Praha
	ŽELEZNIČNÍ osobní doprava	2 025 427	Okolní síť
	ŽELEZNIČNÍ nákladní doprava	318 505	Praha
	ŽELEZNIČNÍ nákladní doprava	6 920 239	Okolní síť
	SILNIČNÍ osobní doprava (vč. MHD)	57 093 684	Praha
	SILNIČNÍ osobní doprava (vč. MHD)	15 754 884	Okolní síť
	SILNIČNÍ nákladní doprava	2 908	Praha
	SILNIČNÍ nákladní doprava	66 332	Okolní síť
B_e – bez projektu	ŽELEZNIČNÍ osobní doprava	4 220 328	Praha
	ŽELEZNIČNÍ osobní doprava	2 014 710	Okolní síť
	ŽELEZNIČNÍ nákladní doprava	312 134	Praha
	ŽELEZNIČNÍ nákladní doprava	6 781 818	Okolní síť
	SILNIČNÍ osobní doprava (vč. MHD)	57 341 906	Praha
	SILNIČNÍ osobní doprava (vč. MHD)	15 797 762	Okolní síť
	SILNIČNÍ nákladní doprava	17 273	Praha
	SILNIČNÍ nákladní doprava	393 983	Okolní síť

Relativní emise (R_e) – vyjadřují rozdíl mezi absolutními a výchozími emisemi. Výpočet uvádí následující tabulka.

Tabulka 28 Výpočet relativních emisí Železničního uzlu Praha včetně Rychlých spojení

Emise tCO ₂ za období 2023 - 2052	A_b	B_e	$R_e = A_b - B_e$
silniční doprava	72 917 808	73 550 925	-633 117
železniční doprava	13 597 741	13 328 989	268 752
celkové	86 515 549	86 879 914	-364 365

Na základě výše uvedených údajů lze předpokládat, že záměr bude mít pozitivní vliv na množství vyprodukovaných emisí, jelikož dojde ke jejich snížení (o **364 365 tCO₂**), a to zejména z důvodů převedení silniční dopravy na železniční dopravu. Realizace záměru bude mít pozitivní vliv na snižování emisí škodlivin CO₂.

4.2. Zmírňující opatření

Mitigační opatření mohou také být přímá a nepřímá. V rámci záměru může dojít k přímému snížení emisí skleníkových plynů přechodem na jiné formy dopravy bez spalovacích motorů, efektivnějším využití zdrojů, maximální zachování stávajících ploch zeleně nebo snížení prostřednictvím zvýšení ploch přírodních stanovišť (lesů, mokřadů apod.) či ukládání CO₂ do biomasy.

Část nepřímých emisí lze ovlivnit výběrem používaných technologií, zejména v železničních stanicích (např. světlené zdroje, vytápění, resp. tepelná izolace), s lepší energetickou účinností, případně výběrem zdroje energie z obnovitelných zdrojů nebo s vyšším podílem obnovitelných zdrojů (což se neděje v rámci konkrétního záměru).

Realizací železničního uzlu Praha dojde ke zvýšení kapacity a propustnosti železniční infrastruktury. To umožní rozvoj městské a příměstské železniční dopravy a následné zvýšení její atraktivity. Zvýšení podílu železniční dopravy na obsluze hodnoceného území (Praha a okolí) podpoří snížení negativních vlivů dopravy na životní prostředí a úsporu cestovního času cestujících. V nákladní dopravě bude realizací projektu eliminováno kapacitní hrdlo na železniční síti a dojde ke zlepšení průjezdnosti skrze uzel. Modernizovaná železniční doprava má tak potenciál převzít část objemů silniční dopravy a podpořit přechod na typ dopravy s nižšími emisemi.

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 zejména v rámci využití materiálu na stavbu.

Realizací záměru nebudou dotčena přírodní stanoviště významná z hlediska pohlcování uhlíku. Záměr vyvolá potřebu kácení stromů a keřových porostů. Součástí projektu budou odpovídající náhradní výsadby, kterou ukládá orgán ochrany přírody.

4.3 Vyhodnocení souladu se strategickými dokumenty z hlediska klimatické neutrality

Politika 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 stavební záměr v souladu, jelikož železniční doprava je mnohem šetrnější na množství vypouštění emisí škodlivých látek (emise skleníkových plynů), než například letecká, automobilová nákladní a osobní doprava.

Záměr tak přímo přispívá k naplnění uvedených cílů Politiky.

Dle Národního akčního plánu čisté mobility (MPO, 2021) je železniční doprava v porovnání se silniční dopravou již za současných podmínek ekologičtější druhem dopravy, především díky výrazně nižšímu jízdnímu odporu a zajištění elektrického pohonu vozidel za pomoci liniové elektrizace tratí s vysokou účinností přenosu elektrické energie mezi vozidlem a trakčním vedením. V dlouhodobé perspektivě je žádoucí především dosáhnout jejího maximálního přechodu ze spalovacích na elektrické motory na tratích, které dosud nejsou elektrizovány. Zajištění elektrizace pomocí trakčního vedení v systému 25 kV, 50 Hz je považováno za nejúčinnější řešení. Vzhledem k vysokým investičním nákladům je vhodné především pro tratě s dostatečným provozním zatížením.

Záměr je tak v souladu s cíli NAP čisté mobility.

Zelená dohoda pro Evropu

V oblasti dopravy je cílem snížit do roku 2050 emise z dopravy o 90 %. Jedním z hlavních opatření je zlepšení správy železnice a přesun nákladní dopravy ze silnic na železnici.

Výstavba podporuje cíle Zelené dohody pro Evropu.

Záměr je v souladu s cíli klimatické neutrality v Unii do roku 2050.

5. Opatření

Z výše uvedených skutečností vyplývají následující doporučení pro realizaci stavby:

1. Mostní objekty, které kříží vodní toky v zájmovém území, budou v souladu s ČSN 73 6201, jenž se týká projektování mostních konstrukcí, konstruovány na průtok minimálně Q100. V případech, kdy je to možné doporučujeme z důvodu opatrnosti zvážit návrh na Q500.
2. Tam kde to bude technicky možné, resp. kde to geologické a hydrogeologické podmínky v území umožní, upřednostňovat vsakování dešťových vod do terénu před jejich odváděním do vodních toků dle požadavku ustanovení § 5 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů.
3. Při projektování dopravních konstrukcí je nutno zohlednit důsledky plynoucí ze změny klimatu, zejména extrémní výkyvy teplot, odvod přívalových vod, povodňové situace, vyhodnotit nezámraznou hloubku, účinky vysokého rozpálení povrchů apod.
4. Je nutné klást zvýšený důraz nejen na technickou připravenost samotného drážního tělesa, ale i na technickou připravenost dalších navazujících objektů v dané oblasti např. železniční mosty, propustky apod., které budou dostatečně odolné při mimořádných vodních stavech a případných přívalových srážkách.
5. Zavést opatření technicko-organizačního charakteru, která spočívají v monitoringu a častějších kontrolách traťového úseku při nastalých extrémních jevech počasí. Zabezpečit dostatečnou připravenost v případě výpadku elektrické energie, (poškození trakčního vedení).
6. Riziku ohrožení drážního provozu požárem vegetace či extrémním větrem a následným zatarasením popadanými stromy (přetrhání trakčního vedení) lze předcházet řádnou a pravidelnou údržbou tratě a přilehlých drážních pozemků za účelem udržení akceptovatelné výšky a mohutnosti porostů dřevin nacházejících se v dopadové vzdálenosti.
7. V případě, že nastanou mimořádné a krizové situace, doporučuje se využít telematických a inteligentních dopravních systémů poskytujících informace o stavu a sjízdnosti, řízení plynulosti apod.
8. Při realizaci výsadeb je nezbytné věnovat pozornost výběru vhodných druhů dle podmínek prostředí a zajistit následnou péči, zejména při jarních výsadbách, jejichž úspěšnost je více ohrožena suchem.

6. Závěr

Pro předmětný záměr byla (dle Sdělení Komise – Technické pokyny k prověřování infrastruktury z hlediska klimatického dopadu v období 2021–2027 (2021/C 373/01)) provedena analýza zranitelnosti na základě analýzy expozice dotčené oblasti (jejíž výsledky jsou shrnuty výše) a analýzy citlivosti posuzované železniční stavby. Následně byla do vyhodnocení rizik zahrnuta klimatická nebezpečí s vysokou úrovní zranitelností v podobě povodní a přívalových povodní a námrazových jevů, střední úrovní zranitelnosti pak u extrémně vysokých teplot, vydatných srážek a sucha a požárů vegetace.

Na základě zhodnocení pravděpodobnosti výskytu a závažnosti negativního ovlivnění těchto rizikových meteorologických jevů byly jako jevy se středním rizikem vyhodnoceny vydatné srážky, s velkým rizikem povodně a přívalové povodně, sucho a požáry vegetace, extrémně vysoké teploty a námrazové jevy. Z hlediska vlivů klimatických změn ve vztahu k záměru jsou předpokládány hlavní dopady zejm. na plynulost a provoz dopravy, které mohou být omezeny v důsledku extrémních projevů počasí. Závažnost dopadů se bude lišit dle aktuální intenzity meteorologického jevu.

Součástí projektové dokumentace jsou stavební a technická řešení reagující na uvedené rizikové projevy počasí v důsledku klimatické změny. Záměr **„Přestavba odbočky Balabenka“** zahrnuje adaptační opatření ke zvýšení odolnosti vůči klimatickým změnám.

Traťový úsek překračuje vodní tok Rokyta a jeho záplavová území. Trať je v dotčených místech převedena mosty. Obecně jsou mostní objekty, které kříží vodní toky, navrženy v souladu s ČSN 73 6201, jenž se týká projektování mostních konstrukcí a jsou konstruovány na průtok minimálně Q100.

Zájmová lokalita se dle České geologické služby nachází převážně v území náležejícím do třídy s nízkou a střední náchylností ke vzniku svahových nestabilit. Pouze v části je trasa vedena přes území s vysokou třídou náchylnosti ke vzniku svahových nestabilit. Kolejové vedení zde zůstává ve stejné stopě.

Z hlediska sucha se území záměru nachází v oblasti ohrožené suchem. Dle mapy vysychání drobných vodních toků prochází navrhovaný záměr územím, které je hodnoceno stupněm velké nebo střední riziko vysychání. Pro stavbu jsou zpracovány zásady požárně bezpečnostního řešení stavby.

Podjezd ul. U Vinných sklepů, pod kterou je sveden bezejmenný přítok Rokytky, je označen jako zranitelný bod z hlediska rizika erozního smyvu. Hrozba erozního smyvu je kategorizována jako velmi vysoká, protože velkou část (cca 84 %) povodí tvoří orná půda (vinice). Nicméně z hlediska rizikových bodů z pohledu přívalových srážek není v území dotčeném záměrem identifikován žádný bod.

Modernizací železničního uzlu, jehož je záměr přestavby odbočky Balabenka součástí, dojde k rozšíření a zkvalitnění nabídky v železniční dopravě. Předpokládá se proto snížení emisí zejména ze silniční dopravy, a to z důvodů částečného převedení tohoto druhu dopravy na železniční dopravu. Realizace záměru tak bude mít pozitivní vliv na snižování emisí škodlivin CO₂ (snížení emisí o **364 365 tCO₂**). Samotný záměr vedoucí ke zlepšování nabídky pro osobní a nákladní železniční dopravu představuje mitigační opatření v oblasti dopravy. Další opatření mohou být zahrnuta z hlediska energetických úspor a zvýšení podílu energie získaného z obnovitelných zdrojů.

Závěrem lze shrnout, že díky plánovaným stavebním a technickým opatřením v rámci záměru dojde ke zvýšení odolnosti stavby vůči dlouhodobým klimatickým změnám, tak i vůči extrémním výkyvům počasí těmito změnami způsobenými. Realizací záměru bude podpořeno celkové snížení emisí CO₂ z dopravy.

Tento záměr koresponduje s národními i unijními cíli v problematice klimatických změn.

Seznam zkratk

CH ₄	metan
CO ₂	oxid uhličitý
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DG CLIMA	Generální ředitelství pro oblast klimatu (Evropské komise)
EU	Evropská unie
F- plyny	fluorované skleníkové plyny
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu
IRR	Internal Rate of Return (vnitřní výnosová míra)
JZ	jihozápad
k.ú.	katastrální území
N ₂ O	oxid dusný
OPD	Operační program doprava
OSN	Organizace spojených národů
ppm	Parts per million, jedna miliontinu (celku), tj. 10 ⁻⁴
Q100	záplavové území pro 100letou vodu
RCP	Representative concentration pathways
SPEI	Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (Standardizovaný srážkový evapotranspirační index)
UNEP	Environmentální program organizace spojených národů
VRT	vysokorychlostní trať
WMO	Světová meteorologická organizace
ŽST	železniční stanice

Seznam vybraných podkladových materiálů

- Souhrnná technická zpráva (část B.2) pro RS 4 VRT Praha-Balabenka – sjezd Lovosice. METROPROJEKT Praha a.s. 12/2024
- **Studie proveditelnosti železničního uzlu Praha včetně Rychlých spojení.** E.3 Hodnotící část, E.3.1 Hodnocení ekonomické efektivnosti. Zhotovitel: SP ŽUP: MMD+AFRY+EKOLA+SAGASTA+SMA. Duben, 2025.

Zákony a jiné právní normy, strategie, metodické pokyny

- ❑ 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.
- ❑ Dopravní politika České republiky pro období 2021 – 2027 s výhledem do roku 2050. MD, 2021.
- ❑ EIB Project Carbon Footprint Methodologies. European investment bank 2023.
- ❑ Guidance on integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment, European Commission 2013.
- ❑ Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient. DG Climate Action 2011, Brusel.
- ❑ Odborný podklad k zohlednění dopadů změny klimatu při přípravě projektů dopravní infrastruktury, 2017. ČHMÚ a MMF UK.
- ❑ Národní akční plán adaptace na změnu klimatu – 1. aktualizace pro období 2021 – 2025, MŽP 2021, Praha.
- ❑ Operační program Doprava 2021-2027, MD 2020, Praha.
- ❑ Politika ochrany klimatu v ČR, MŽP 2016, Praha.
- ❑ Rámcová úmluva OSN o změně klimatu, 80/2005 Sb. m. s.
- ❑ Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů. Vytvoření Unie odolné vůči změně klimatu – nová strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu, 2021.
- ❑ Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR – 1. aktualizace pro období 2021 – 2030, MŽP 2021, Praha.
- ❑ Technické pokyny k prověřování infrastruktury z hlediska klimatického dopadu v období 2021– 2027. Evropská Komise 2021.
- ❑ The EU Strategy on adaptation to climate change, European Commission 2013.

Publikace

- ❑ ČHMÚ (2019). Aktualizace Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR z roku 2015. MŽP, Praha.
- ❑ 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

SHRNUTÍ 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. (1971): Klimatické oblasti ČSR. 1:500 000, Geografický ústav ČSAV, Brno.
- Štěpánek, p. a kol. (2019). Očekávané klimatické podmínky v České republice; část I. Změna základních parametrů. Ústav výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, Brno.
- Tolasz R. et. al. (2007). Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia. Praha: Český hydrometeorologický ústav; 255 pp.
- Tolasz R. et. al. (2022). Meteorologické zprávy (ročník 75-2022) – Rok 2021 v Česku, ČHMÚ, Praha. Dostupné z https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2022/MZ_01_2022.pdf
- Závěrečná zpráva; Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ); Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta (MFF UK) 2017. Praha

Internetové zdroje

<http://climate-adapt.eea.europa.eu>

<https://climate.copernicus.eu/climate-indicators/greenhouse-gas-concentrations>

<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html> (Centrální evidence vodních toků)

http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation_en.htm

<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>

<https://faktaoklimatu.cz/>

<https://www.firerisk.cz/> - rizika požárů v České republice

<https://heis.vuv.cz/> (HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM)

<https://www.klimatickazmena.cz/cs/>

<http://mapy.geology.cz> – Geohazardy – Svahová deformace

<http://portal.chmi.cz/> (Český hydrometeorologický ústav)

<http://suchovkrajine.cz>

<https://webmap.dppcr.cz/> - Digitální povodňový plán ČR