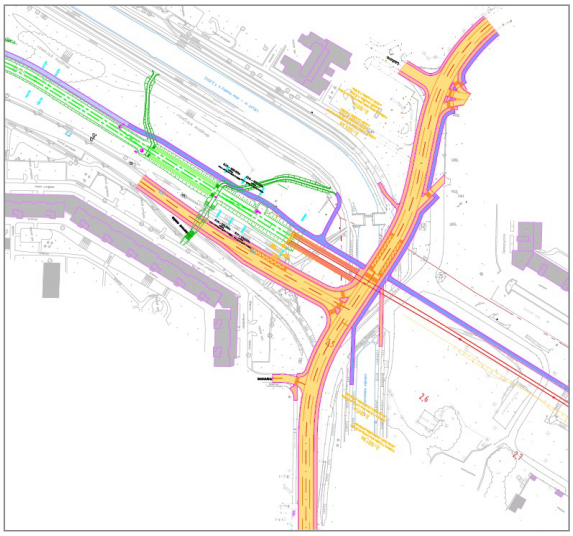
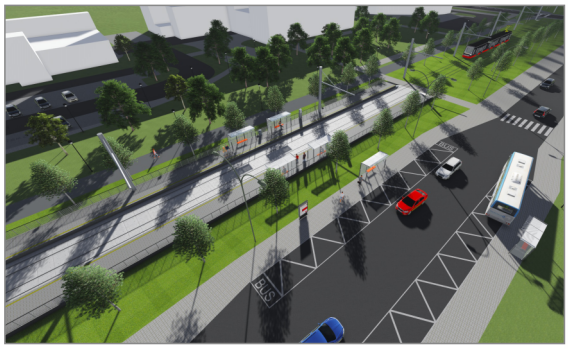
Navrhovateľ:

BRATISLAVA

Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Primaciálne námestie č.1
814 99 Bratislava





„Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor - Šafárikovo námestie v Bratislave, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor“

Vyhodnotenie rizík klimatických zmien

Správa o hodnotení

November 2016

Spracovateľ dokumentácie:

EKOJET, s.r.o.
priemyselná a krajinná ekológia

Staré Grunty 9A, 841 04 Bratislava, Slovenská republika
Tel.:(+421 2) 45 69 05 68
e-mail: info@ekojet.sk
www.ekojet.sk

TÜV CERT EN ISO 9001:2000

ekojet PRIEMYSELNÁ A KRAJINNÁ EKOLÓGIA

Obsah

1. Úvod 2
2. Metóda hodnotenia vplyvu klimatickej zmeny na dopravu 5
3. Scenár zmeny klímy pre oblasť juhozápadného Slovenska do roku 2050 6
4. Popis stavby 11
5. Kľúčové dopady zmeny klímy na územie Bratislavy a na navrhovanú činnosť 13
6. Adaptačné opatrenia 14
7. Mitigačné opatrenia 15
8. Záver 16
9. Zoznam použitej literatúry 17

1. Úvod

Predmetom štúdie je hodnotenie rizík klimatickej zmeny na činnosť „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor - Šafárikovo námestie v Bratislave, 2. časť Bosákova ulica - Janíkov dvor“, umiestnenej v Bratislavskom kraji, okrese Bratislava V., vo vyhradenom koridore v urbanizovanom území MČ Bratislava - Petržalka.

Klimatické zmeny patria medzi najvýznamnejšie výzvy súčasnosti. Intergovernmental Panel on Climate Change, Medzivládny panel pre klimatické zmeny (IPCC) definuje klimatickú zmenu ako...“akákoľvek zmena klímy v čase, vyvolaná prirodzenou variabilitou alebo ľudskou činnosťou človeka“. United Framework Convention on Climate Change, Rámcový dohovor Spojených národov o klimatických zmenách (UNFCCC) ju definuje špecificky vo vzťahu k vplyvu človeka ako „zmenu klímy vzťahujúca sa priamo alebo nepriamo na ľudskú činnosť, ktorá mení zloženie globálnej atmosféry, a ktorá je pozorovaná nad rozsah prírodnej variability klímy počas porovnateľného časové obdobia“.

Dokumenty a aktivity na národnej úrovni v oblasti adaptácie na zmenu klímy.

„Národné správy o zmene klímy“ (2001, 2005, 2009, 2013)
Sú pripravované každé 4 roky v rámci plnenia našich záväzkov podľa článku 4 a 12 Rámcového dohovoru OSN o zmene klímy (dohovor) a Kjótskeho protokolu (protokol) a aktuálneho rozhodnutia konferencie zmluvných strán dohovoru.

„Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy“
Dokument schválený uznesením vlády SR č. 148/2014, ako pôvodne iniciatívny materiál MŽP SR sa v júni 2012 stal tiež ex - ante kondicionalitou pre prípravu Operačného programu kvalita životného prostredia na roky 2014-2020, Tematický cieľ 5: Podpora prispôsobovania sa zmene klímy, predchádzanie a riadenia rizika. Počas jej prípravy sa podarilo zabezpečiť úzke prepojenie navrhovaných adaptačných opatrení na relevantné Operačné programy na obdobie 2014 – 2020, čim sa vytvorili podmienky a finančné zdroje na realizáciu adaptačných opatrení.

„Metodické usmernenie MDVR SR“
MDVR SR, odbor územného plánovania, vydalo v máji 2014 Metodické usmernenie č. 16281/2014/B630-SV/33859 o začlenení Stratégie adaptácie SR na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy do územnoplánovacej dokumentácie. V priloženej tabuľke sú uvedené navrhované adaptačné opatrenia pre samosprávy, z ktorých je potrebné pri spracovaní územného plánu premietnuť primerane tie opatrenia, ktoré sú relevantné a zodpovedajúce stupňu územného plánu. Územným plánom regiónu a územným plánom obce a zóny sa majú vytvoriť základné územnotechnické predpoklady pre realizáciu opatrení, ktoré budú smerovať k zmierneniu nepriaznivých dôsledkov zmeny klímy na sídelné aj krajinné prostredie.

„Akčný plán pre životné prostredie a zdravie obyvateľov Slovenskej republiky IV (NEHAP IV)“
V roku 2010 sa uskutočnila 5. ministerská konferencie o životnom prostredí a zdraví, kde sa okrem iného zaradila do programu Akčných plánov aj problematika klimatických zmien a ich vplyvu na zdravie ľudu. Akčný plán pre životné prostredie a zdravie obyvateľstva Slovenskej republiky – NEHAP IV obsahuje tieto časti:

- Akčný plán – 4 regionálne prioritné ciele_
- Ľudský biomonitoring.
- Klimatické zmeny a zdravie.

„ Stratégia adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hl. mesta Bratislavy, 2014“, Dokument Magistrátu hl. mesta SR Bratislavy sa zameriava na vyrovnanie sa s možnými stratami a rizikami a prevenciu dôsledkov vyplývajúcich z rizík zmeny klímy.

Aktivity EÚ v sektore dopravy
Aktivity EÚ v sektore dopravy. ktoré sa aktívne podieľajú na plnení záväzkov sektoru dopravy v oblasti klímy obsahuje najmä nasledovný dokument:

„Nariadenie európskeho parlamentu a Rady o usmerneniach Únie pre rozvoj transeurópskej dopravnej siete, COM (2011) 650 final /3 zo dňa 6.2.2012“ čl. 41, Oblasť infraštruktúry voči zmene klímy a katastrofám:
„Počas plánovania infraštruktúry členské štáty a ďalší navrhovatelia projektov náležite zohľadňujú opatrenia na hodnotenie rizík a prispôsobovanie sa rizikám, ktoré adekvátnym spôsobom zlepšujú odolnosť voči zmene klímy, najmä v súvislosti so zrážkami, záplavami, búrkami, vysokými teplotami a obdobiami horúčav, obdobiami sucha, zvyšovaním hladiny mora a pobrežnými príbojmi. A to v súlade so všetkými požiadavkami, ktoré sú stanovené v príslušných právnych predpisoch Únie.“

Adaptation of transport to climate change in Europe.
European Environment Agency, EEA Report. No.8/2014,ISSN1997-8449,

1.1. Klimatické pomery
Zložité orografické pomery na území Bratislavy sa podieľajú na špecifických klimatických pomeroch mesta a jeho okolia. Masív Malých Karpát významne modifikuje veterné pomery v oblasti Bratislavy, na ktorých sa podieľa aj cirkulácia vzduchu medzi teplejšou Podunajskou nížinou a chladnejšou Borskou nížinou. Priemerná ročná teplota 9,7 °C, radí územie Bratislavy k najteplejším lokalitám na Slovensku. Zrážkové pomery sú charakterizované ročným úhrnom 611 mm (Bratislava – letisko), keď v priemere najviac zrážok spadne v júli (73 mm) a najmenej v septembri (35 mm). Snehová pokrývka v Bratislave je v priemere 37 dní a relatívna vlhkosť vzduchu sa pohybuje od 67 % (júl) do 85 % (december), zatiaľ čo priemerná ročná vlhkosť vzduchu dosahuje hodnotu 76 %. Oblačnosť v priebehu roka má svoje maximum v decembri (78 %) a minimum v septembri (47 %). Priemerná ročná oblačnosť je 60 %, pričom priemerne 47 dní v roku je jasných (denná oblačnosť menšia ako 20 %) a 120 dní je zamračených. Ročné trvanie slnečného svitu je 2118 hodín s maximom v júli (298 h) a minimom v decembri (52 h). Priemerne 35 dní v roku je s výskytom hmly (Stratégia adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hl. mesta SR Bratislavy, Bratislava, 2014).

Podľa klimatického členenia Slovenska (Lapin, M., Faško, P., Melo, M., Šťastný, P., Tomlain, J., In: Atlas krajiny SR, 2002), patrí hodnotené územie do teplej klimatickej oblasti, okrsok T2 - teplý, suchý, s miernou zimou (január > - 3 °C, Iz = - 20 až - 40, Iz – Končekov index zavlaženia, ročný úhrn zrážok: 600 – 800 mm).

Teploty

Priemer mesačných (ročných) teplôt vzduchu z meteorologickej stanice Letisko M. R. Štefánika je uvedený v nasledujúcej tabuľke:

Tab. 1.: Priemerné mesačné (ročné) teploty vzduchu v °C (2010 – 2014)

Letisko M. R. Štefánika	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ROK
2010	-2,6	0,5	6,0	11,1	15,3	19,7	23,2	19,9	14,5	8,1	7,4	-2,4	10,0
2011	0,1	-0,2	6,7	13,4	16,4	20,4	19,9	21,4	18,5	10,4	2,9	3,2	11,1
2012	2,1	-1,9	8,6	11,6	17,3	21,3	22,8	22,5	17,7	10,6	7,0	-0,7	11,6
2013	-0,2	1,5	3,1	12,2	15,5	19,3	23,6	22,1	15,2	11,6	6,6	2,8	11,1
2014	2,4	4,0	9,6	12,7	15,3	20,3	22,1	19,1	16,5	12,2	7,7	3,4	12,1
dlhodobý priemer (1951 – 1980)	-1,5	0,7	4,6	9,9	14,7	18,4	19,8	19,1	15,2	9,7	4,8	0,7	9,7

(Zdroj: Štatistická ročenka hlavného mesta SR Bratislavy 2011 – 2015, SHMÚ)

Ročný chod teploty vzduchu vyjadrený pomocou priemerných mesačných teplôt ukazuje, že najchladnejším mesiacom je z dlhodobého hľadiska január a najteplejším júl. Ročná amplitúda mesačných teplôt sa oproti dlhodobému priemeru za posledných 5 rokov zvýšila v priemere o 1,5 °C.

Zrážky

Priemer mesačných (ročných) úhrnov zrážok z meteorologickej stanice Letisko M. R. Štefánika je uvedený v nasledujúcej tabuľke:

Tab. 2.: Priemerné mesačné (ročné) úhrny zrážok v mm (r. 2010 – 2014)

Letisko M. R. Štefánika	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	ROK
2010	60,8	16,9	9,9	78,6	139,9	62,3	92,3	139,1	83,4	25,4	48,2	38,1	794,9
2011	25,0	11,3	36,1	51,2	36,1	127,8	83,0	42,5	13,4	30,6	0,0	19,1	476,1
2012	77,1	34,5	8,8	18,2	92,5	36,6	85,9	30,9	25,3	79,6	28,4	49,5	567,3
2013	73,9	77,4	67,7	13,7	62,8	85,4	19,9	125,3	74,4	18,0	54,4	19,7	692,6
2014	12,3	34,3	13,1	58,0	67,7	39,7	125,1	118,2	154,8	37,0	36,0	49,4	745,6
dlhodobý priemer (1951 – 1980)	38	37	38	39	53	75	67	61	36	42	53	49	587

(Zdroj: Štatistická ročenka hlavného mesta SR Bratislavy 2011 – 2015, SHMÚ)

Z dlhodobého hľadiska spadne najviac zrážok v období od mája do augusta, najmenej počas zimných mesiacov od novembra po február.

Veternosť

Charakteristiky veternosti a iných klimatických charakteristík za rok 2014 (Štatistická ročenka hl. mesta SR Bratislavy, ŠÚ SR Bratislava, 2015):

– počet dní v roku so silným vetrom (>= ako 10,8 $m.s^{-1}$)..... 23 dní,
– početnosť prevládajúceho smeru vetra (SZ)..... 21,7 %,
– relatívna vlhkosť vzduchu ..... 74 %,
– priemerný ročný počet jasných / zamračených dní v roku..... 26 / 129 dní.

2. Metóda hodnotenia vplyvu klimatickej zmeny na dopravu

K riešeniu úlohy vyhodnotenia rizík klimatických zmien „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor – Šafárikovo námestie v Bratislave, 2. časť Bosákova ulica – Janíkov dvor“, bol zvolený koncepčný a metodický princíp programu *ESPON (Climate project, www.espon.com),* ktorý definuje možné dopady zmien klímy na vybrané prírodné riziká, zvlášť tie, ktoré sa prejavia v priestorovom plánovaní a v jednotlivých sektoroch hospodárskej činnosti. Metodika obsahuje nasledujúce komponenty:

Expozícia (*Exposure*) – vyjadruje povahu a stupeň, ktorými je určitý systém vystavený významným klimatickým variáciám. Analýza expozície využila existujúce projekcie klimatických zmien a klimatickej premenlivosti z modelu CCS 2000, ktorého výsledky boli použité k vytvoreniu scenára klimatickej zmeny a scenára hydrologického cyklu dotknutého územia pre obdobie do roku 2050.

Citlivosť (*Sensitivity*) – vyjadruje stupeň, ktorým je systém ovplyvnený buď negatívne alebo kladne a klímou súvisiacimi stimuly. Pre každý rozmer citlivosti (fyzikálny, environmentálny, sociálny, ekonomický a kultúrny) boli vypracované viaceré indikátory citlivosti.
Expozícia a citlivosť boli kombinované na určeniu *potenciálnych vplyvov* klimatických zmien a na určenie celkovej zraniteľnosti dotknutého územia.

Dopad (*Impact*) - vyjadruje dôsledky klimatickej zmeny na prírodné a humánne systémy. V závislosti na úvahe prispôsobenia, môžeme rozlišovať medzi potenciálnym i a zvyškovými vplyvmi.

Zraniteľnosť (*Vulnerability*) - vyjadruje stupeň, v ktorom je systém zraniteľný, alebo neschopný sa vyrovnať so zápornými dôsledkami klimatických zmien, vrátane variability klímy a extrémov. Zraniteľnosť je funkciou povahy, veľkosti a rýchlosti klimatickej variácie, ktorej je systém vystavený, jeho citlivosti a adaptívnej schopnosti.

Schopnosť adaptácie *(Adaptability)*- vyjadruje schopnosť prírodného alebo humánneho systému prispôsobiť sa klimatickým zmenám (vrátane klimatickej variability a extrémov) na zmiernenie potenciálnych škôd, využitie príležitostí, alebo na vyrovnanie sa s dôsledkami.

Zmiernenie dôsledkov *(adaptačné opatrenia)* - označuje všetky ľudské pokusy o zmiernenie dôsledkov klimatických zmien.

Priložená schéma výskumného rámca klimatických zmien popisuje jednotlivé kroky posúdenia zraniteľnosti a môže slúžiť na všeobecnú orientáciu. Údaje zobrazené v schéme sú príklady určené na to, aby boli rôzne postupy výpočtov transparentnejšie.

Výber indikátorov, podkladových klimatických scenárov a modelov je limitovaný dostupnosťou a kvalitou štatistických údajov.

Obr.1 Výskumný rámec klimatických zmien - Celoeurópske hodnotenie zraniteľnosti založené na regionálnej typológii expozície, citlivosti, dopadu a zraniteľnosti. (*Fűssel.M., Klein., 2007, IPCC 2007, 2013).*

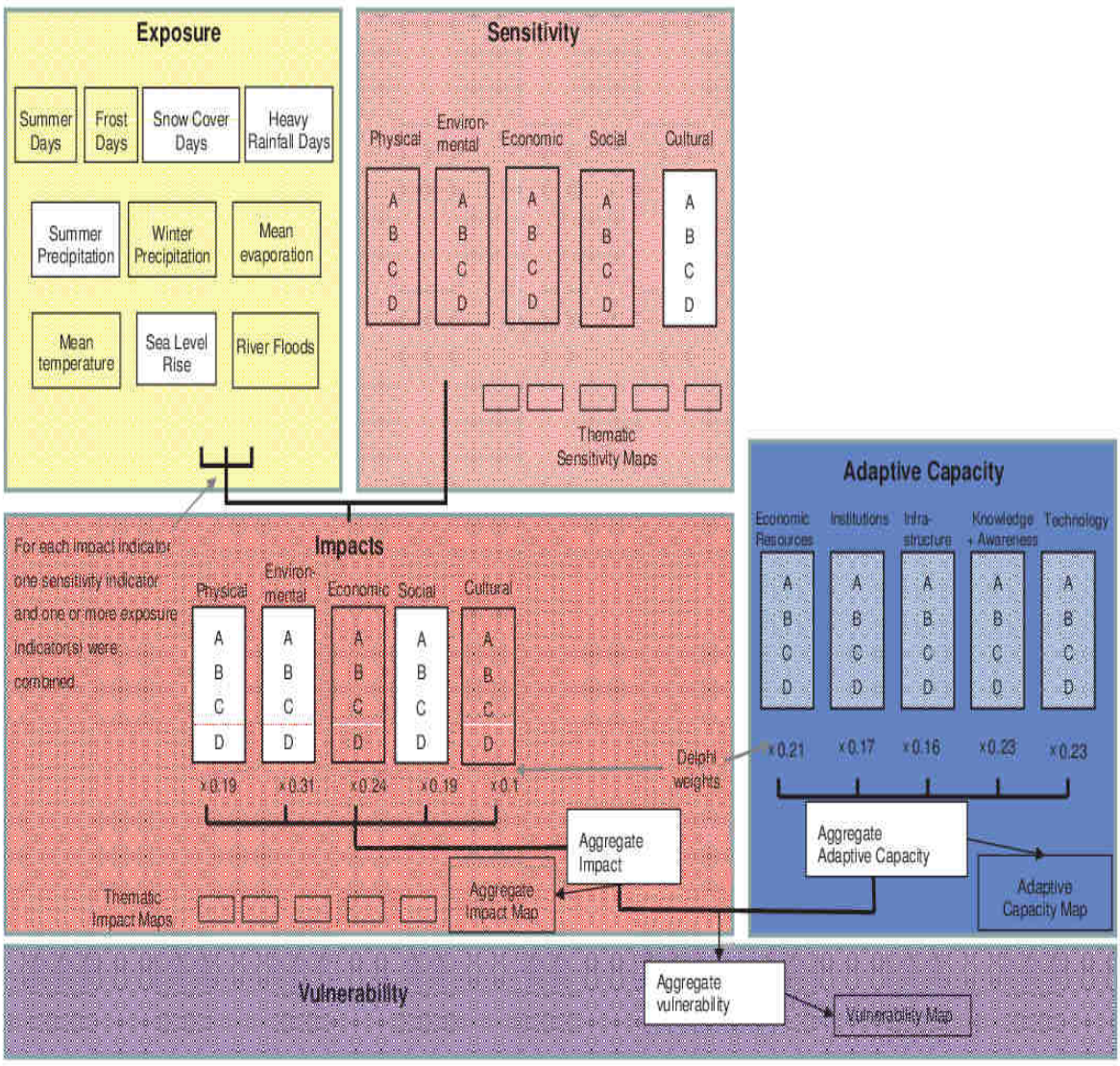


Figure 2: Overview of the ESPON Climate vulnerability assessment methodology

3. Scenár zmeny klímy pre oblasť juhozápadného Slovenska do roku 2050

Na Slovensku používame scenáre klimatickej zmeny na projektovanie základných klimatických prvkov až do roku 2100 už od roku 1993. Väčšina z nich bola publikovaná v rámci Národného klimatického programu (založeného 1.1.1991 ešte ako Československý národný klimatický program). Scenáre klimatickej zmeny sa riešili v súlade s odporúčaním Svetovej meteorologickej organizácie (WMO), Svetového klimatického programu (WCP) a Medzivládneho panelu pre klimatickú zmenu (IPCC). Posledná verzia klimatických scenárov bola spracovaná v rokoch 2011-2014 a bola publikovaná vo viacerých prácach, napríklad Lapin et al., 2012. Pod pojmom scenár klimatickej zmeny rozumieme očakávaný vývoj antropogénne podmienenej zmeny klímy v budúcich desaťročiach za predpokladanej zmeny základných klimatotvorných faktorov ovplyvnených aktivitami človeka na celej Zemi (IPCC, 2007). Už na začiatku tejto časti je potrebné uvedomiť si, že väčšinu prirodzených zmien klímy nedokážeme predvídať s požadovanou spoľahlivosťou.

Pre účely analýzy zmeny klímy bola zvolená významná meteorologická stanica v regióne južného Slovenska Hurbanovo s dlhodobými časovými radmi meraní dôležitých klimatických prvkov za obdobie 1951-2014. Základnými a kľúčovými ukazovateľmi je teplota vzduchu (denné priemery, denné maximá a denné minimá), denné úhrny zrážok a denné priemery relatívnej vlhkosti vzduchu. Z týchto zvolených atribútov sa dá spracovať rad klimatických charakteristík, ktoré je možné použiť ako indikátory pre definovanie možných zmien klímy.

- Priemery teploty vzduchu za rok a teplý polrok (vegetačné obdobie 1. 4. až 30.9.).
- Počet tzv. zimných dní s priemernou teplotou nižšou ako 0 °C.
- Počet letných a tropických dní s denným maximom teploty vzduchu 25 °C, resp. 30 °C a viac.
- Počet mrazových dní s denným minimom teploty vzduchu pod bodom mrazu.
- Počet ľadových dní s denným maximom teploty vzduchu 0 °C a menej.
- Úhrn zrážok za rok a teplý polrok.
- Počet dní bez zrážok (s nižším úhrnom ako 0,1 mm za 24 hodín).
- Počet dní so zrážkami 10 mm a viac a 40 mm a viac.

Najvýznamnejšie charakteristiky sú spracované za modelové obdobia 2001-2030 a 2020-2050, ako aj za celé obdobie 2001-2050 podľa scenárov CGCM33.1 B1 a A2 (2001-2050) v 0C. Výsledky sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách 3 až 8.
(Zdroj : Lapin, M, Bašták-Ďurán, I., Gera, M., Hrvoľ, J., Kremler, M., Melo, M., 2012: New climate change scenarios for Slovakia based on global and regional general circulation models. Acta Met. Univ. Comen., 37, 25-74).

Tab. 3: Priemerná denná teplota vzduchu v Hurbanove podľa meraní (1961 - 2010) a podľa scenára CGCM3.1 B1 a A2 (2001 - 2050) v °C

Mesiac	Priemerná denná teplota, merané a scenár CGCM3.1 B1 / (°C)			
	1961-1990	1981-2010	2001-2030	2021-2050
I	-1,46	-0,38	-0,18	0,25
II	0,78	1,10	3,61	3,31
III	5,34	5,58	6,85	7,27
IV	10,48	11,45	12,31	13,39
V	15,57	16,53	16,81	17,43
VI	18,65	19,42	19,84	20,51
VII	20,35	21,38	20,89	21,81
VIII	19,49	20,68	20,12	21,00
IX	15,44	15,82	16,24	16,94
X	10,07	10,52	11,13	11,95
XI	4,70	5,00	5,36	6,61
XII	0,34	0,71	0,89	1,57
Rok	9,98	10,65	11,16	11,84
Leto	19,49	20,49	20,28	21,11

Mesiac	Priemerná denná teplota, merané a scenár CGCM3.1 A2 / (°C)			
	1961-1990	1981-2010	2001-2030	2021-2050
I	-1,46	-0,38	0,81	0,73
II	0,78	1,10	3,74	3,58

III	5,34	5,58	7,30	7,61
IV	10,48	11,45	12,17	13,48
V	15,57	16,53	16,21	17,09
VI	18,65	19,42	20,66	20,69
VII	20,35	21,38	20,95	21,57
VIII	19,49	20,68	20,26	21,36
IX	15,44	15,82	16,74	17,23
X	10,07	10,52	11,78	11,98
XI	4,70	5,00	5,03	5,64
XII	0,34	0,71	0,88	1,36
Rok	9,98	10,65	11,38	11,86
Leto	19,49	20,49	20,62	21,21

Tab.4: Počet dní mrazových (denné minimum teploty vzduchu pod 0 °C) v Hurbanove podľa meraní a podľa scenárov CGCM3.1 B1 a A2

Mesiace	Mrazové merané	Mrazové merané	Mrazové scenáre B1	Mrazové scenáre B1
	1961-1990	1981-2010	2001-2030	2021-2050
I	24,53	22,67	21,10	20,80
II	18,50	18,63	9,57	10,10
III	12,13	11,17	6,43	4,80
IV	2,93	2,40	0,90	0,30
V	0,17	0,00	0,17	0,10
VI	0,00	0,00	0,00	0,00
VII	0,00	0,00	0,00	0,00
VIII	0,00	0,00	0,00	0,00
IX	0,23	0,00	0,20	0,13
X	3,73	3,33	3,40	2,53
XI	10,50	10,77	10,10	7,43
XII	21,43	19,67	20,40	19,47
Zima	64,59	60,83	51,17	50,23
Rok	94,17	88,63	72,27	65,67

Mesiace	Mrazové merané	Mrazové merané	Mrazové scenáre A2	Mrazové scenáre A2
	1961-1990	1981-2010	2001-2030	2021-2050
I	24,53	22,67	18,87	19,10
II	18,50	18,63	10,60	11,47
III	12,13	11,17	5,50	5,17
IV	2,93	2,40	1,20	0,87
V	0,17	0,00	0,07	0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00
VII	0,00	0,00	0,00	0,00
VIII	0,00	0,00	0,00	0,00
IX	0,23	0,00	0,17	0,00
X	3,73	3,33	2,50	1,47

XI	10,50	10,77	10,57	9,37
XII	21,43	19,67	20,33	19,17
Zima	64,59	60,83	50,13	49,97
Rok	94,17	88,63	69,80	66,60

Tab.5: Počet dní letných (s denným maximom teploty vzduchu 25 °C a viac) v Hurbanove podľa meraní a podľa scenárov CGCM3.1 B1 a A2

Mesiace	Letné merané	Letné merané	Letné scenáre B1	Letné scenáre B1
	1961-1990	1981-2010	2001-2030	2021-2050
I	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,00	0,00	0,00	0,00
III	0,13	0,00	0,03	0,00
IV	1,40	1,93	2,27	3,73
V	8,43	10,17	9,83	11,93
VI	14,93	16,03	16,53	18,97
VII	20,43	23,40	20,30	23,40
VIII	19,43	22,73	19,00	22,60
IX	8,73	8,53	9,30	12,40
X	1,10	1,07	1,77	3,03
XI	0,00	0,00	0,00	0,00
XII	0,00	0,00	0,00	0,00
Rok	74,60	83,87	79,03	96,07
Leto	54,80	62,17	55,83	64,97

Mesiace	Letné merané	Letné merané	Letné scenáre A2	Letné scenáre A2
	1961-1990	1981-2010	2001-2030	2021-2050
I	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,00	0,00	0,00	0,00
III	0,13	0,00	0,10	0,33
IV	1,40	1,93	2,40	4,83
V	8,43	10,17	9,23	10,97
VI	14,93	16,03	19,27	18,83
VII	20,43	23,40	19,97	22,40
VIII	19,43	22,73	20,73	23,67
IX	8,73	8,53	13,03	13,27
X	1,10	1,07	2,60	2,70
XI	0,00	0,00	0,00	0,00
XII	0,00	0,00	0,00	0,00
Rok	74,60	83,87	87,33	97,00
Leto	54,80	62,17	59,97	64,90

Aj z analýzy mrazových a letných dní je zreteľne vidieť celkové oteplenie klímy v regióne južného Slovenska pričom je zrejmé, že už v období 1981-2010 sa oteplenie klímy prejavilo podľa meraní viac ako predpokladajú scenáre založené na regionálnej adaptácii výstupov modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry podľa referenčného obdobia 1961-1990. Celkový pokles počtu mrazových dní a rast počtu letných dní bude zrejme v absolútnych hodnotách podobný v celom južnom regióne SR *(Zdroj : Lapin, M, Bašták-Ďurán, I., Gera, M., Hrvoľ, J.,*

Kremler, M., Melo, M., 2012: New climate change scenarios for Slovakia based on global and regional general circulation models. Acta Met. Univ. Comen., 37, 25-74).

Tab.6: Charakteristiky meraných úhrnov zrážok v mm a počtu dní so zrážkami v Hurbanove v obdobiach 1961-1990 a 1981-2010

Mesiac	Priemerné úhrny		Mesiac	10 mm a viac		Mesiac	40 mm a viac	
	1961-90	1981-10		1961-90	1981-10		1961-90	1981-10
I	33,94	31,93	I	0,67	0,57	I	0,00	0,00
II	34,03	29,36	II	0,73	0,50	II	0,03	0,00
III	26,65	32,29	III	0,30	0,67	III	0,00	0,00
IV	38,81	35,43	IV	0,97	1,00	IV	0,00	0,03
V	55,76	61,09	V	1,53	1,73	V	0,00	0,03
VI	60,79	61,95	VI	1,97	2,00	VI	0,07	0,10
VII	50,75	58,17	VII	1,57	1,73	VII	0,03	0,13
VIII	57,63	58,50	VIII	1,93	2,10	VIII	0,10	0,10
IX	38,92	47,41	IX	1,30	1,67	IX	0,03	0,07
X	32,22	38,64	X	0,83	1,20	X	0,03	0,03
XI	53,67	48,66	XI	1,80	1,50	XI	0,03	0,00
XII	39,76	43,45	XII	0,97	0,83	XII	0,00	0,00
Rok	522,93	546,86	Rok	14,57	15,50	Rok	0,33	0,50

Pri hodnotení zmien zrážkových pomerov sú uvedené iba výsledky podľa dvoch extrémnejších scenárov, ktoré naznačujú rozsah možných zmien režimu mesačných a denných úhrnov zrážok v porovnaní s meranými úhrnmi uvedenými v Tab. 7 a 8. Je vidieť, že určitá zmena režimu zrážok už prebehla aj v období 1981-2010, ide predovšetkým o zvýšenie úhrnov zrážok v Hurbanove, na čom má podiel predovšetkým zvýšený výskyt konvektívnych zrážok (z prehánok a búrkových lejakov), no aj celkové zvýšenie absolútnej vlhkosti atmosféry *(Zdroj : Lapin, M, Bašták-Ďurán, I., Gera, M., Hrvoľ, J., Kremler, M., Melo, M., 2012: New climate change scenarios for Slovakia based on global and regional general circulation models. Acta Met. Univ. Comen., 37, 25-74).*

Tab.7: Charakteristiky modelových úhrnov zrážok (scenárov) v mm a počtu dní so zrážkami v Hurbanove v obdobiach 2001-2030 a 2021-2050 podľa scenára CGCM3.1 B1

Mesiac	Priemerné úhrny		Mesiac	10 mm a viac		Mesiac	40 mm a viac	
	2001-30	2021-50		2001-30	2021-50		2001-30	2021-50
I	34,51	36,50	I	0,70	0,80	I	0,00	0,00
II	27,18	27,57	II	0,37	0,50	II	0,00	0,00
III	35,61	34,74	III	0,67	0,67	III	0,00	0,00
IV	51,15	47,65	IV	1,50	1,27	IV	0,00	0,00
V	63,79	72,95	V	1,60	2,10	V	0,03	0,07
VI	63,15	55,53	VI	1,47	1,43	VI	0,13	0,03
VII	61,79	45,86	VII	1,53	1,10	VII	0,07	0,00
VIII	60,72	46,48	VIII	1,97	1,47	VIII	0,07	0,00
IX	60,07	55,86	IX	1,93	1,87	IX	0,13	0,17
X	35,46	33,29	X	0,87	0,80	X	0,03	0,03
XI	69,44	75,05	XI	2,03	2,33	XI	0,13	0,10

XII	45,45	51,14	XII	1,17	1,40	XII	0,00	0,00
Rok	608,32	582,62	Rok	15,80	15,73	Rok	0,60	0,40

Tab.8: Charakteristiky modelových úhrnov zrážok (scenárov) v mm a počtu dní so zrážkami v Hurbanove v obdobiach 2001-2030 a 2021-2050 podľa scenára CGCM3.1 A2

Mesiac	Priemerné úhrny		Mesiac	10 mm a viac		Mesiac	40 mm a viac	
	2001-30	2021-50		2001-30	2021-50		2001-30	2021-50
I	34,83	44,91	I	0,47	0,80	I	0,00	0,00
II	33,09	35,82	II	0,53	0,70	II	0,00	0,00
III	38,94	35,13	III	0,70	0,73	III	0,00	0,00
IV	44,89	59,72	IV	1,23	1,90	IV	0,00	0,00
V	62,14	73,44	V	1,77	2,00	V	0,00	0,13
VI	59,43	72,82	VI	1,37	1,77	VI	0,20	0,23
VII	56,50	53,72	VII	1,30	1,27	VII	0,13	0,00
VIII	42,71	40,60	VIII	1,40	1,33	VIII	0,07	0,00
IX	36,67	50,92	IX	1,10	1,40	IX	0,03	0,07
X	36,32	32,65	X	1,03	0,93	X	0,00	0,00
XI	52,42	64,54	XI	1,63	1,77	XI	0,00	0,03
XII	43,11	43,99	XII	1,00	0,87	XII	0,00	0,00
Rok	541,05	608,26	Rok	13,53	15,47	Rok	0,43	0,47

4. Popis stavby „Nosný systém MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor - Šafárikovo námestie v Bratislave, 2. časť Bosákova ulica - Janíkov dvor“,

Trasa navrhovanej činnosti začína v km 2,420 (Námestie Hraničiarov) za novou zastávkou Jungmannova (koniec 1. úseku trate) a bude končiť v km 6,200 (lokalita Janíkov dvor). Rozchod novej električkovej trate bude mať hodnotu 1000 mm. Celková šírka telesa stavby bude predstavovať 19,0 m a zohľadňuje umiestnenie zastávok, sprievodnej zelene, trasy cyklochodníka, doplnkovej infraštruktúry a všetkých, pre prevádzku trate potrebných inžinierskych sietí. Vlastná električková trať bude mať šírku 7,0 m pri osovej vzdialenosti traťových koľají 3,1 m.

Navrhovaná líniová stavba je projekčne navrhovaná podľa technických noriem pre výstavbu a prevádzku električkových tratí.

Smerové pomery

Smerové pomery trasy stavby sú dané vyhradeným dopravným koridorom medzi cieľovými stanicami, existujúcou dopravnou infraštruktúrou a výhľadovo plánovanými urbanizovanými prvkami (napr. polyfunkčná zástavba Petržalka City, úsek trasy 2,6 – 3,2 km). Smerové pomery trate mimo obratiska v úseku km 2,4 – 6,2 sú nenáročné a pohybujú sa v intervaloch od 200 m po 1008,8 m. Jazda električiek bude vykonávaná po navrhovanej elektrifikovanej trati v limite max. 50 km/h, v zmysle prevádzkových predpisov DPB. Vedenie trasy a polomery oblúkov umožňujú dosiahnuť túto rýchlosť v celej dĺžke trasy, bez obmedzení.

Výškové vedenie

Výškové vedenie navrhovanej električkovej trate v predmetnom úseku je limitované obmedzeniami v sklone nivelety územia, umiestneniu a konštrukcii navrhovaných mostných objektov, nivelete súčasnej dopravnej siete, atď.

Celkovo v rámci stavby sklonové pomery električkovej trate kopírujú súčasný terén v miernych násypových formách. Sklonové pomery zodpovedajú požiadavkám projektu.

Električkový koľajový spodok

Koľajový spodok bude tvoriť nosnú konštrukciu pre koľajový zvršok a bude zabezpečovať roznesenie zaťaženia od trakčných vozidiel do podložia električkovej trate. V úsekoch mimo estakád sa predpokladá, že bude tvorený podkladovou vrstvou zo štrkodrvy s frakciiou Ø 16-32 mm, min. hrúbky 0,30 m. Zemná pláň bude spádovaná k drenážnej ryhe v sklone 3%. Separáciu podkladnej vrstvy od zeminy v podloží bude zabezpečovať separačná geotextília.
Odvodnenie konštrukcie spodku je navrhnuté buď do dažďovej kanalizácie alebo na svahy zemného telesa a odtiaľ pomocou priečnych zvodov do okolitého terénu / vsakovacej šachty. Ochranu pred atmosférickými vplyvmi a eróziou na zemnom telese bude zabezpečovať vegetačná úprava povrchu zemného telesa. Na vyhradených priestoroch pozdĺž celej električkovej trate sa počíta s výsadbou stromovej a kríkovej zelene.

Električkový koľajový zvršok

Električkový zvršok je koncepčne uvažovaný v dvoch základných konštrukčných typoch:

- zelený povrch,
- koľaj s koľajnicami uloženými na súvislej betónovej doske – pevná jazdná dráha pojazdná autobusmi - úsek od Jasovskej po obratisko,
- betónový povrch – v mieste priecestí v križovatkových uzloch,
- systém STRAIL – riešený pri prechode už zrealizovanou traťou s otvoreným zvrškom pri realizácii komunikácie pre autobusy v polohe združenej zastávky Bosákova.

Kryt zvršku

Kryt električkového zvršku sa uvažuje v troch konštrukčných typoch:

a) Vegetačný kryt zvršku električkovej trate bude pozostávať z výsadby sukulentov, napr. rozchodník (*Sedum sp.*) – vždy zelený pôdokryvný druh, nenáročný na údržbu a závlahu. Navrhovaný vegetačný pokryv je bežne používaný v krajinách EÚ, ako napr. električkové trate v Nemecku, Francúzsku, Španielsku.

b) Betónový kryt trate – počíta sa s jeho umiestnením v polohách zastávok (hlavne kvôli ľahšej údržbe - napríklad odpratávanie snehu a bezpečnému prechodu cestujúcich medzi protiľahlými nástupisťami). Taktiež sa uvažuje s jeho použitím v polohe úrovňových priecestí a prechodoch pri krížení s cestnými komunikáciami a priľahlými chodníkmi.

c) Otvorený zvršok – bude použitý tam, kde bude účelné a potrebné mať ľahký prístup ku konštrukcii zvršku z dôvodu manipulácie a údržby (napr. areál obratiska). Pre tento typ zvršku sa uvažuje s drveným štrkom (frakcia 16-32 mm), ktorý bude vypĺňať medzikoľajnicový priestor a priestor z vonkajšej strany koľaje. Drvený štrk bude slúži aj ako hlukový absorbér.

Konštrukčné typy zvršku a typy krytu trate je možné medzi sebou kombinovať, podľa aktuálnej potreby. Konštrukčné typy budú podrobnejšie riešené v ďalších stupňoch projektového riešenia stavby.

Mostné konštrukcie

Realizácia navrhovanej činnosti si vyžiada vybudovanie nasledovných mostných objektov so súvisiacimi chodníkmi pre peších a cyklistov:

- Električkový most na začiatku navrhovanej trasy v km 2,5 v dopravnom uzle Rusovská ul. – Jantárová cesta nad korytom Chorvátskeho ramena.
- Cestný most v uzle existujúcej križovatky Rusovská – Jantárová (variant 1 vyžaduje aj preložku Chorvátskeho ramena v tomto priestore, modifikovaný variant 2m nevyžaduje realizáciu preložky Chorvátskeho ramena).
- Električkový 5 – poľový most v km 3,733 nad Chorvátskym ramenom.
- Cestný most v km 4,016 v uzle križovatky Jantárová cesta – Pajštúnska ul. a súvisiaci mostný objekt nad Chorvátskym ramenom pri Technopole – realizovaný v rámci modifikovaného variantu 2m.
- Na konci trasy električky v km 5,85 v polohe zastávky Janíkov dvor – na existujúcom mostnom telese Panónskej cesty dôjde k dobudovaniu bočných lávok pre peších pre bezpečný a bezkolízny prístup chodcov medzi zastávkami BUS a TRAM.

Navrhované mostné objekty budú umiestňované mimo samotného koryta Chorvátskeho ramena (km 2,5 električkový a cestný most, km 3,733 električkový most, mostné teleso most v predĺžení Pajštúnskej ul. pri Technopole – ide o mostné konštrukcie umiestňované nad vodnou stavbou Chorvátskeho ramena). Pri premosteniach vodnej stavby budú mostné objekty nadimenzované na prevedenie požadovaného prietoku, v zmysle požiadaviek správcu toku.

Vo variante 2m – (modifikovaný) v uzle križovatky Jantárová cesta – Pajštúnska dôjde nad električkovou traťou (km 4,06 – zastávka Stred v záreze) k vybudovaniu mostného telesa, ktorého osadenie si vyžiada zdvih Pajštúnskej ul. v príslušnom stavebnom úseku/profile o cca 1,6 m s premostením Chorvátskeho ramena.

V lokalite Janíkov dvor sa uvažuje s realizáciou lávok, ktoré budú určené pre bezpečný a bezkolízny prístup chodcov na zastávku Janíkov dvor. Ide o dobudovanie bočných lávok ku existujúcemu mostu na Panónskej ceste v mieste kríženia s trasou električkovej trate.

5. Kľúčové dopady zmeny klímy na územie Bratislavy a na navrhovanú činnosť

Podľa možných vplyvov (dopadov) zmeny klímy (kapitola Scenár zmeny klímy pre oblasť juhozápadného Slovenska do roku 2050) a identifikácia ich možných predpokladaných dopadov pre navrhovanú činnosť, boli použité charakteristiky, ktorými sú: teplota, obdobie chladu a sneženie, zrážková činnosť.

Všeobecne budú klimatické zmeny podporovať zvetrávanie materiálov koľajového lôžka, jeho postupné znečisťovanie a zmenu pôvodných vlastností. Znečisťovanie lôžka spôsobujú tiež jemné prachovité častice unášané vetrom a prívalové zrážky, ktoré spôsobia krátkodobé zaplavenie električkovej trate. Vplyv zmeny klimatických podmienok sa môže prejavovať sadaním podložia zemného telesa, jeho vytláčaním alebo zosuvom.

Klimatická charakteristika: teplota.

Popis zmeny: Zvýšenie počtu extrémne horúcich dní, zvýšenie priemernej teploty vzduchu.

Dopady súčasné a očakávané: U kovových častí konštrukcie električkovej trate na zmenu dĺžky (koľajnice), zmeny kvalitatívnych vlastností pri plastových a gumových prvkoch.

Klimatická charakteristika: obdobie chladu a sneženie
Popis zmeny: Snehové pomery budú ovplyvnené jednak rastúcou teplotou vzduchu, tiež výskytom výrazných oteplení kedykoľvek v zimnom období a zvýšenými úhrnmi zrážok. Napriek tomu, že celkový počet dní so snehovou pokrývkou významne poklesne, v dôsledku zvýšených úhrnov zrážok sa budú častejšie vyskytovať epizodické snehové kalamity v dôsledku veľkého množstva nového snehu pri teplote tesne pod bodom mrazu. Očakáva sa zníženie mrazových dní počas zimy, ale oproti tomu zvýšenie zmrazovacích cyklov, tzn. mráz / topenie snehu.
Dopady súčasné a očakávané: Pri nekovových častiach konštrukcie vznik trhlín a zmeny pružnosti niektorých materiálov. Zvýšené požiadavky na zimnú údržbu. Snehové zrážky budú spôsobovať zmenšenie priechodového prierezu a znefunkčnenie konštrukcií s obmedzeným priestorom pre okolok kolesa trakčného vozidla.

Ak sa zimné obdobie stáva teplejším, konštrukcia električkovej trate bude vystavené vyššiemu počtu zmrazovacích cyklov vedúcich k predčasnému poškodeniu trhlinami najmä horných vrstiev. To bude umožňovať prienik vody do konštrukcie trate. Zníženie počtu chladných dní bude mať za následok vyššiu frekvenciu zmrazovacích cyklov, ktoré sú príčinou problémov so životnosťou a únavou, ako aj príčinou väčšieho výskytu poľadovice. To sa bude prejavovať zvýšenými požiadavkami na spotrebu rozmrazovacích prostriedkov a ich možnými nepriaznivými účinkami.

Klimatická charakteristika: zrážková činnosť.
Popis zmeny: Nerovnomernosť zrážkovej činnosti, zmeny v časovom rozmiestnení, v letnom období dlhotrvajúce dažde a intenzívne zrážky, zvýšenie ich veľkosti, najmä prívalových, zvýšenie povrchového odtoku v letnom polroku počas epizodických zrážok.
Dopady súčasné a očakávané: Korózia kovových častí konštrukcie, zhoršenie fyzikálnych vlastností podvalového podložia, pri dlhodobých zrážkach zvýšenie hladiny podzemnej vody, neschopnosť drenáže odviesť extrémne množstvo vody. Zvýšená erózia násypov a zárezov komunikácie, rýchlejšie zanášanie odvodňovacích zariadení.

6. Adaptačné opatrenia

Adaptačné opatrenia sú opatrenia na prispôsobovanie prírodného alebo antropogenného systému skutočnej alebo predpokladanej zmeny klímy a ich dopadov. Svojou podstatou sektor dopravy úzko súvisí s urbanizovanou krajinou (oblasti urbanistického rozvoja, stavebníctva, architektúry v súvisu s dopravnou infraštruktúrou, v hodnotenom území so sektorom vodného hospodárstva a ekológie krajiny), tomu odpovedajú aj adaptačné opatrenia iných dotknutých sektorov.

Podložie zemného telesa, plán električkového spodku, koľajové lôžko
Následky intenzívnych dažďových zrážok je potrebné eliminovať zvýšením vodonosnej kapacity poréznych obrusných vrstiev koľajového lôžka, prispôsobenie drenážnej kapacity s úpravou priečneho sklonu, odvod vody drenážnymi systémami mimo konštrukciu lôžka. Zabezpečovať údržbu nespevnených krajníc a priekop pre zaistenie odvedenie zrážkovej vody mimo teleso stavby električky.

Na zmiernenie zníženia únosnosti telesa el. trate je potrebné navrhnúť a používať len nenamŕzavé materiály odolné proti vlhkosti a realizovať kvalitnú drenáž spodných vrstiev.

Zatienenie trasy trate

Odstraňovanie zelene pozdĺž dopravných ciest vedie k zvýšenému tepelnému zaťaženiu komunikácie s dopadom na jej technický stav a cestujúcich. Adaptačným opatrením je nutná systematická výsadba zelene vo vhodnej vzdialenosti od trasy električky. Je potrebné stanoviť postupy výberu drevín, ktoré sú pre danú lokalitu vhodné po stránke biologickej, technickej ako aj z hľadiska minimálneho rizika pádu do dopravnej cesty následkom silného vetra, ktorého výskyt v súvislosti so zmenou klímy bude častejší. Okrem toho výsadba drevín má prirodzenú akumuláciu vody, reguluje odtok zrážkovej vody a znižuje tak riziko pôdnych zosuvov a erózie.

Je potrebné preferovať zatrávnenie koľajového zvršku, resp. obdobných environmentálne priaznivých vegetačných úprav, napríklad výsadba rozchodníkov *(Sedum sp.*).

Retenčná schopnosť okolia trasy trate

Retenčná schopnosť okolia trasy sa zvýši kombináciou retenčného a vsakovacieho systému v podobe nádrží, vybudovaním vsakovacích priekop a blokov.

Identifikácia a monitoring nevyhovujúcich technológií v oblasti dopravy, podpora výskumu a vývoje nových materiálov

Je potrebné zohľadniť pri projektovaní stavby a dopravných konštrukcií dôsledky zmeny klímy, extrémne výkyvy teplôt, odvod prívalových vôd, vyhodnotenie nezámrznej hĺbky podložia, účinky vysokého rozpálenia povrchov telesa a koľajníc, zvýšenie životnosti infraštruktúry dopravných konštrukcií a požadovanie viacročných záruk na kvalitu zhotovenej dopravnej stavby.

7. Mitigačné opatrenia

Mitigačné opatrenia je zmierňovanie príspevku človeka k zmene klímy v podobe znižovania produkcie emisií skleníkových plynov. Významným sektorom, v ktorom sa nedarí stabilizovať rast emisií, je sektor dopravy. Podiel emisií v sektore energetika, vrátane dopravy v Slovenskej republike, na celkových emisiách skleníkových plynov v roku 2012 bol 65,5% (vo vyjadrení na CO_2 ekvivalenty), emisie z dopravy v rámci sektora energetiky tvorili zhruba 22% (Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2014).

Zapojenie leteckej dopravy od roku 2010 do európskeho systému EU ETS (obchodovanie s emisnými povolenkami), rozvoj dopravy založenej na elektrickom pohone a na zemnom plyne (CNG, LNG) a pokročilých biopalivách, cyklistiky a verejnej dopravy ako spôsob dopravy, ktorá je energeticky efektívna, ekonomicky a environmentálne šetrnejšia, sú príklady vítaných mitigačných opatrení v dopravnom sektore.

8. Záver

Výstavba „Nosného systému MHD, prevádzkový úsek Janíkov dvor - Šafárikovo námestie v Bratislave, 2 časť Bosákova ul. - Janíkov dvor„ umiestnenej v Bratislavskom kraji, okrese Bratislava V., vo vyhradenom koridore v urbanizovanom území MČ Bratislava – Petržalka bude mať lokálny vplyv na klimatické pomery dotknutého územia, avšak stavba nepredstavuje regionálne riziko.

V reakci na zmenu klímy je možné prijímať dva základné typy opatrení:

1) mitigačné opatrenia, čo sú priame a nepriame opatrenia k zníženiu emisí skleníkových plynov (legislatívne opatrenia),
2) adaptačné opatrenia, čo sú opatrenia k prispôsobovaniu prírodného alebo antropogenného systému skutočnej alebo predpokladanej zmeny klímy vrátane ich dopadov (je možné ich zahrnúť do projektovej prípravy).

Hlavné otázky vo vzťahu ku klimatickým zmenám sú uvádzané ako alternatívy zmierňujúch opatrení:

Vlny horúčav: zníženie zadržiavania tepla na koľajovom lôžku (napr. použitím materiálov odolávajúcich vysokej teplote).
Suchá: zabezpečenie ochrany pred suchom.
Požiare: vytvorenie pozdĺž trate protipožiarny pás (napr. rastliny odolávajúce požiaru).
Extrémne zrážky / prívalové povodne: zmeny konštrukcie, ktoré zvládnu zvýšenie vodných hladín tokov a hladiny spodnej vody a zlepší odvodnenie stavby.
Búrky a vietor: zabezpečenie ochrany proti silnému vetru a búrkam.
Zosuvy pôdy: zabránenie povrchovej erózii (napr. rýchlo rastúcou vegetáciou, vybudovaním vhodných drenážnych potrubí a vpustí).
Obdobie chladu a sneženia: zabezpečenie ochranu pred chladom a snehom (napr. použitím stavebných materiálov, ktoré odolávajú nízkym teplotám a snehovej záťaži).
Striedania mrazu a topenia snehu: zabezpečenie ochrany pred prenikaním vlhkosti do telesa trate (napr. zmenou materiálov alebo konštrukcie).

Riešitelia : **Ing. Ivan Šembera CSc.,**
Mgr. Tomáš Šembera

Bratislava, október 2016.

9. Zoznam použitej literatúry:

Adaptation of transport to climate change in Europe 2014, EEE Report, No 8/2014.

ESPON Climate 2013 Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies, Case Study North Rhine-Westphalia (NRW), www.espon.eu

Fűssel, H,M,. Klein, R., 2006: Climate change vulnerability assessment: An evolution of conceptual thinking. In:Climatic Change vol. 75.

The Sixth National Communication of the Slovak Republic on Climate Change, 2013: MŽP SR, SHMÚ.

Stratégia adaptácie Slovenskej republiky na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy, 2014, Dokument schválený uznesením vlády SR č. 148/2014

Stratégia adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hl. mesta Bratislavy, 2014". Magistrát hl. mesta Bratislavy

Šembera, I., Šembera, T., Balajka, J., Fekete, F., Lapin, M., Šťastný, P., Tóth, T., Hrabovská, J., 2015,: Environmentálna štúdia územných dopadov klimatických zmien, Samostatne dopytovo orientovaný projekt z výzvy ROP-4.1 d-2012/01. EKOJET Bratislava, 2015. Objednávateľ Nitriansky samosprávny kraj.

Šembera, I., Šembera,T., 2015: Zmeny klímy a územné vplyvy na Nitriansky samosprávny kraj: Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2015, Praha, ISBN: 978-80-813-2567-8, Česká zemědělská univerzita v Praze.

Šembera, I., Šembera,T., Toth,T, 2015 : Medzisektorové hodnotenie zraniteľnosti Nitrianskeho samosprávneho kraja na klimatické zmeny, 2015, XX. Medzinárodná vedecká konferencia ENVIRO NITRA 2015 (SPÚ Nitra)

Šembera, I., Šembera,T., 2016: Rýchlostná cesta R3 Martin – Rakovo. Vyhodnotenie rizík klimatických zmien, in Rýchlostná cesta R3 Martin – Rakovo, máj 2016. Objednávateľ Národná diaľničná spoločnosť, a.s. Bratislava.