



## 9/16 Analiza tveganja za podnebne spremembe

<b>INVESTITOR</b>	DARS d.d. Ulica XIV. divizije 4 3000 Celje
<b>OBJEKT</b>	AC Koseze Kozarje
<b>VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE</b>	PGD-po recenziji
<b>ŠTEVILKA PROJEKTA</b>	16_565
<b>ZA GRADNJO</b>	nova gradnja
<b>PROJEKTANT</b>	EPI SPEKTRUM d.o.o. Strossmayerjeva ulica 11 2000 Maribor
<b>ODGOVORNA OSEBA PROJEKTANTA</b>	Boštjan PERŠAK, univ. dipl. fiz.
<b>žig in podpis</b>	  <small>Varstvo okolja, informacijski sistemi in storitve d.o.o. Strossmayerjeva ulica 11, 2000 Maribor, Slovenija</small>
<b>ODGOVORNI PROJEKTANT</b>	Boštjan PERŠAK, univ. dipl. fiz.
<b>žig in podpis</b>	  <small>Varstvo okolja, informacijski sistemi in storitve d.o.o. Strossmayerjeva ulica 11, 2000 Maribor, Slovenija</small>
<b>ODGOVORNI VODJA PROJEKTA</b>	Marko JELENC, univ. dipl. inž. grad., G-2845
<b>žig in podpis</b>	
<b>ŠTEVILKA NAČRTA</b>	2016-040e/PVO
<b>KRAJ IN DATUM</b>	Ljubljana, januar 2018, dopolnjeno februar 2019

0014, 0015 0614, 0615	0014 0290 00	002.2160	S.1	
--------------------------	--------------	----------	-----	--

**S.2 PODATKI O IZVAJALCU**

Izdelovalec:

**EPI SPEKTRUM**

Varstvo okolja, informacijski sistemi in storitve d.o.o.

Strossmayerjeva ulica 11, 2000 Maribor

Tel.: +386 2 234 3060, Fax: +386 2 234 3066

e-mail: info@epi-spektrum.si

Identifikacijska številka:

SI 91816777

Matična številka:

1300342000

Številka transakcijskega računa:

SI56 0228 0005 0942 291 (NLB d.d.)

Delovna skupina:

Odgovorni izdelovalec:

**Boštjan Peršak**, univ.dipl.fiz.

Podpis:

  
Varstvo okolja, informacijski sistemi  
in storitve d.o.o.  
Strossmayerjeva ulica 11, 2000 Maribor, Slovenija

Podatki o sodelavcih:

**Janez Drev**, univ.dipl.fiz., Epi Spektrum d.o.o.**Rado Marhold**, dipl.inž.fiz., Epi Spektrum d.o.o.

Strokovna mnenja projektantov:

**Andrej Bogataj**, univ.dipl.inž.grad., PNZ d.o.o.**Aleš Zupan**, univ.dipl.inž.grad., PNZ d.o.o.**Rok Cunder**, univ.dipl.inž.grad., PNZ d.o.o.**Milan Štern**, univ.dipl.inž.grad., Ponting d.o.o.**Matej Jan**, univ.dipl.inž.grad., Elea IC d.o.o.

Kraj in datum:

**Maribor, 12.2.2019**

Direktor:

**Boštjan Peršak**, univ.dipl.fiz.

Podpis:

  
Varstvo okolja, informacijski sistemi  
in storitve d.o.o.  
Strossmayerjeva ulica 11, 2000 Maribor, Slovenija

**S.3 KAZALO VSEBINE****SPLOŠNI DEL**

- S.1 NASLOVNA STRAN
- S.2 PODATKI O IZVAJALCU
- S.3 KAZALO VSEBINE

**TEKSTUALNI DEL**

<b>1</b>	<b>SPLOŠNO .....</b>	<b>5</b>
1.1	UVOD .....	5
1.2	ZAKONSKA IZHODIŠČA .....	6
1.3	INVESTITOR POSEGA.....	6
1.4	LOKACIJA POSEGA .....	6
1.5	CILJI IZVEDBE POSEGA .....	7
1.6	PROJEKTNE REŠITVE.....	7
<b>2</b>	<b>BLAŽENJE PODNEBNIH SPREMEMB.....</b>	<b>8</b>
2.1	UVOD .....	8
2.2	OCENA EMISIJ TGP ZARADI CESTNEGA PROMETA .....	9
<b>3</b>	<b>OCENA TVEGANJA NA PODNEBNE SPREMEMBE .....</b>	<b>12</b>
3.1	UVOD .....	12
3.2	METODOLOGIJA IZDELAVE .....	13
3.3	MODUL 1: ANALIZA OBČUTLJIVOSTI.....	13
3.4	MODUL 2A: OCENA IZPOSTAVLJENOSTI – OBSTOJEČE STANJE.....	16
3.5	EKSTREMNI VREMENSKI DOGODKI .....	21
3.6	MODUL 2B: ANALIZA IZPOSTAVLJENOSTI – PRIHODNJE STANJE .....	29
3.7	MODUL 3: ANALIZA RANLJIVOSTI .....	37
3.8	MODUL 4: OCENA TVEGANJA .....	45
3.9	MODUL 5: PRILAGODITVENI UKREPI .....	49
<b>4</b>	<b>SKLEPNA OCENA .....</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>VIRI.....</b>	<b>52</b>
<b>P. PRILOGE .....</b>	<b>.....</b>	<b>53</b>
P.1	OCENA PODNEBNIH SPREMEMB DO SREDINE 21. STOLETJA ZA AC ODSEK KOSEZE - KOZARJE, ARSO 2017 .....	53
P.2	STROKOVNA MNENJA PROJEKTANTOV O OBČUTLJIVOSTI POSEGA NA PODNEBNE SPREMEMBE .....	54

## **T. TEHNIČNO POROČILO**

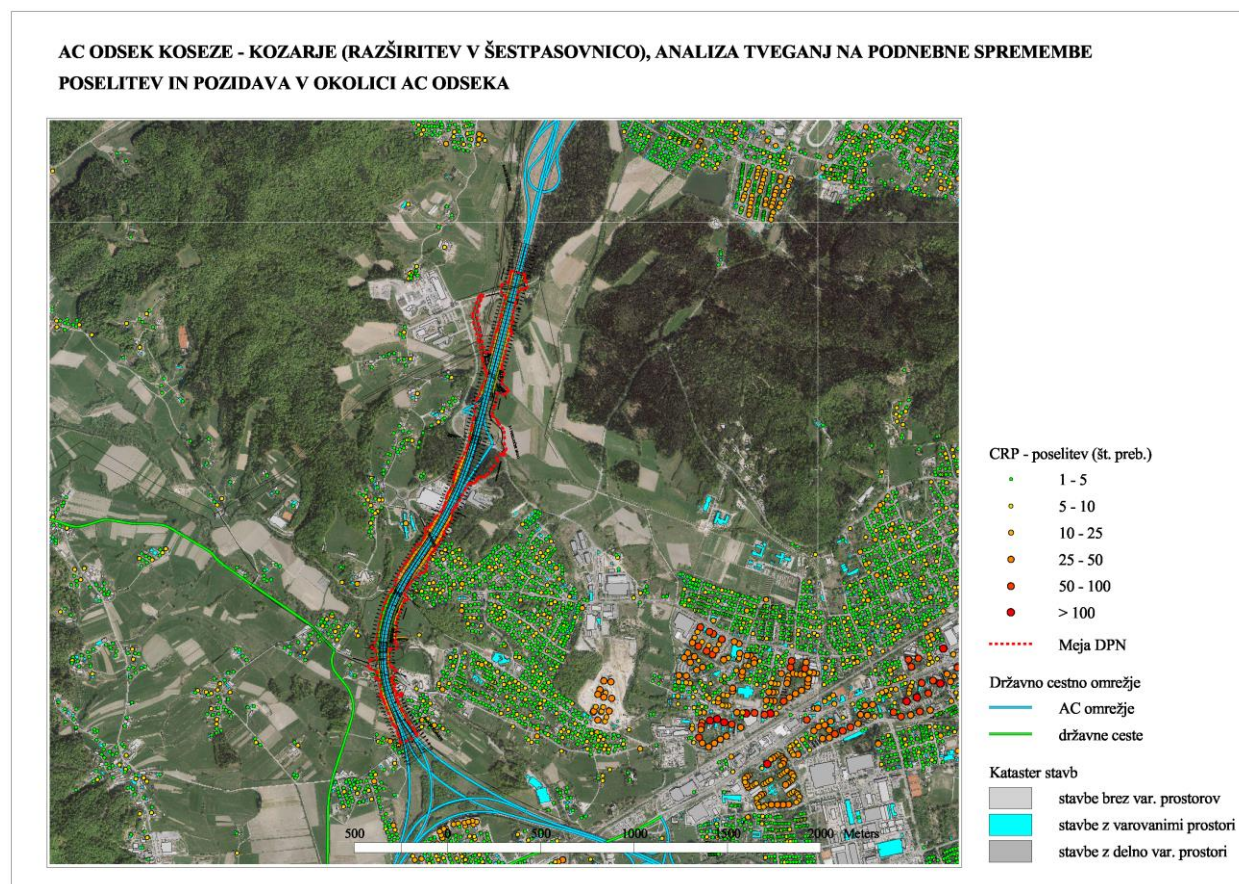
## 1 SPLOŠNO

### 1.1 UVOD

V izdelavi je projektna dokumentacija PGD/PZI za razširitev AC odseka Koseze – Kozarje v šestpasovnico. AC odsek Koseze – Kozarje v skupni dolžini 2,670 km je sestavni del avtoceste A2 (AC odseka A2/0014 in A2/0015) in predstavlja del slovenskih cestnih povezav mednarodnega pomena, hkrati pa je odsek tudi del cestnega obroča mesta Ljubljane, kar mu daje funkcijo mestne obvozne ceste. Osnovni cilj razširitve AC iz 4 pasovne v 6 pasovno je razbremenitev močno prometno obremenjenega odseka AC in s tem zagotovitev višjega nivoja uslug ter večje prometne varnosti.

Sestavni del projektne dokumentacije PGD/PZI je izdelava strokovnih podlag za podnebne spremembe z namenom priprave vseh potrebnih ukrepov za zagotovitev odpornosti posega na podnebne spremembe.

Skladno s Strategijo razvoja prometa v Republiki Sloveniji je treba ukrepe prometne politike načrtovati na način, ki je gospodaren z viri, kar med drugim pomeni, da se zagotovi ustrezno obravnavanje občutljivosti prometne infrastrukture na podnebne spremembe ter naravne nesreče in nesreče, ki jih povzroči človek.



**Slika 1:** Lega AC odsek Koseze – Kozarje v prostoru in poselitev ob novogradnji

Za ureditve nove prometne infrastrukture je treba v skladu s Strategijo zaradi prilagajanja podnebnim spremembam:

- za prometno infrastrukturo v Sloveniji zagotoviti, da je dolgoročno manj občutljiva na posledice ekstremnih padavin zaradi poplav ali nenadne zasneženosti cestnih površin,
- pri načrtovanju vsake nove gradnje ali razširitve obstoječega prometnega omrežja izdelati analizo občutljivosti prometne infrastrukture na navedene ekstremne vremenske pojave ter na podlagi rezultatov analize izdelati načrt ukrepov za trajno zmanjšanje posledic teh pojavov,

- zagotoviti, da izvajanje ukrepov za zmanjšanje občutljivosti prometnega omrežja na ekstremne vremenske pojave postane ena od osrednjih nalog upravljanja s prometnim omrežjem, pri čemer mora namen izvajanja teh ukrepov temeljiti predvsem na zmanjšanju škode, ki jo zaradi nezmožnosti uporabe na podnebne spremembe občutljivega prometnega omrežja utrpijo uporabniki tega omrežja.

Novogradnje prometne infrastrukture morajo vsebovati vse potrebne ukrepe za zmanjševanje ali preprečevanje posledic podnebnih sprememb, predvsem tistih, ki jih povzročajo ekstremni vremenski dogodki (poplave, izraziti nalivi, visoke temperature, orkanski veter, plazenje tal, ...).

Osrednjeslovenska regija spada zaradi večje poplavne ogroženosti med zelo izpostavljena območja na podnebne spremembe, medtem ko je zaradi večje prilagoditvene sposobnosti za širše območje Ljubljane ocenjena srednja ranljivost regije na podnebne spremembe.

V okviru projektne dokumentacije za izvedbo projekta bodo predvidene vse potrebne geološko-geomehanske in vodnogospodarske ureditve, s katerimi bo zagotovljena ustrezna protipoplavna zaščita, stabilnost tal in odpornost projekta na ekstremne vremenske dogodke.

## 1.2 ZAKONSKA IZHODIŠČA

Analiza tveganj izvedbe posega na podnebne spremembe je izdelana na podlagi naslednji zakonskih aktov in strateških dokumentov:

- Strategija Evropske unije za prilagajanje podnebnim spremembam (COM(2013))
- Strateški okvir prilagajanja podnebnim spremembam, Vlada Republike Slovenije, december 2016
- Strategiji razvoja prometa v Republiki Sloveniji, Vlada Republike Slovenije, sklep št.: 37000-3/2015/8, 29.07.2015
- Non-paper - Guidelines for Project Managers: Making vulnerable investments climate resilient (European Commission, Directorate General, Climate action)
- Adaptation of transport to climate change in Europe - Challenges and options across transport modes and stakeholders (European Environment Agency Report No. 8/2014)
- Adapting infrastructure to climate change (SWD (2013) 137 final) – 6. Annex, 6.1. Annex 1: Climate risk and impacts on transport infrastructure

## 1.3 INVESTITOR POSEGA

*Investitor in Upravljalac posega* razširitev AC odseka Koseze – Kozarje je *Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji* (DARS d.d.).

**Tabela 1:** Podatki o investitorju in predstavniku investitorja

Podatek	Investitor
Naziv:	<b>Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji</b>
Sedež (naslov):	Ulica XIV. divizije 4, 3000 Celje
Odgovorna oseba:	dr. Tomaž Vidic, predsednik uprave
Tel. št.:	+386 (0)1 518-8-364
Elektronski naslov:	gp@dars.si

## 1.4 LOKACIJA POSEGA

AC odsek Koseze – Kozarje v skupni dolžini 2,670 km je sestavni del avtoceste A2 (AC odseka A2/0014 in A2/0015). Odsek avtoceste Koseze-Kozarje je del sistema ljubljanskih obvoznih cest, ki obkrožajo mesto Ljubljana in hkrati navezujejo posamezne avtocestne krake v avtocestni sistem, zgrajen je bil leta 1981. Območje posega se nahaja v Mestni občini Ljubljana (slika 1) in leži zahodno od hriba Rožnik. Poteka med predeli mesta Koseze, Brdo in Kozarje, deloma poteka tudi po kmetijskih in gozdnih površinah. Obstojča

avtocesta je štiripasovnica z odstavnim pasom NPP 25.2 m, vključuje priključek Brdo, ter osem objektov, od tega tri nadvoze in tri podvoze, ter dva mostova čez potoka Glinščica in Gradaščica.

## 1.5 CILJI IZVEDBE POSEGA

Avtocestni odsek Koseze - Kozarje je del avtocestne smeri sever – jug, Karavanke – Obrežje. Hkrati je zadnji še nezgrajeni odsek »U« sistema ljubljanskih obvoznic. Z izgradnjo AC odseka Šentvid – Koseze se bo promet iz Gorenjske preusmeril mimo Celovške ceste direktno na zahodno obvozno cesto Ljubljane pri Kosezah.

Prometne analize kažejo bistveno povečanje prometa na odseku Koseze - Kozarje, zaradi česar je potrebna razširitev tega odseka iz štiripasovne v šestpasovno avtocesto. Osnovni cilj razširitve avtocestnega odseka Koseze - Kozarje je zagotoviti tekoče odvijanje prometa na obravnavanem odseku po izgradnji avtocestnega odseka Šentvid – Koseze. Z razširitvijo v šestpasovnico se bo izboljšala prometna pretočnost na tem odseku in omogočilo varno prepletanje prometnih tokov iz AC Šentvid - Koseze in severne obvoznice.

## 1.6 PROJEKTNE REŠITVE

Uredba o državnem lokacijskem načrtu za avtocesto na odseku Koseze - Kozarje (Uradni list RS, št. 71/09) vključujejo naslednje prostorske ureditve:

- ob dograditvi AC Šentvid – Koseze, ki se bo pri Kosezah tekoče nadaljevala v zahodno obvozno avtocesto Ljubljane oz. v odsek Koseze – Kozarje, se bo hitra cesta H3 (severna obvoznica) podrejeno priključila na avtocestni sistem tako, da se bo njen prehitevalni prometni pas nadaljeval v 5. oz. 6. pas avtoceste, vozni prometni pas pa se bo na avtocesto navezal preko ca 500 m dolgega dodatnega vključevalnega oz. izključevalnega pasu,
- razcep Kozarje ostaja ob navezavi 6-pasovne AC Koseze – Kozarje v osnovi nespremenjen, to pomeni, da ima vseh 6 krakov dva prometna pasova in odstavni pas, razširitev cestišča bo potrebna le na severnem delu, kjer se bosta desna pasova 6-pasovnice (v smeri vožnje) nadaljevala v prehitevalna pasova razcepnih ramp, dodatna vključevalna pasova bodoče 6-pasovnice pa se bosta navezala z voznima pasovoma razcepnih ramp,
- zaradi rekonstrukcije AC odseka Koseze – Kozarje v 6-pasovnico bo potrebno izvesti oz. rekonstruirati več objektov (priključek Brdo, nov plato za bencinski servis BS Brdo, podvozi, nadvozi, mostovi...).

Obravnavani odsek AC se začne na južni strani avtocestnega odseka Šentvid – Koseze, kjer se trasa spušča, prehaja pod nadvoz, do najnižje točke v km 0 + 405 in prečka z mostom potok Glinščico. V nadaljevanju se vzpenja, mimo priključka Brdo, preko podvoza, mimo motela Mons in Lesnine ter doseže v km 1 + 371 najvišjo točko, nato se prične spuščati proti razcepu Kozarje, s potekom pod nadvozom Ceste na Bokalce, preko podvoza ceste na Vrhovce, mosta čez potok Gradaščico in pod nadvozom Ceste Dolomitskega odreda, do km 2 + 670. Niveleta trase sledi niveleti obstoječe ceste.

Predvidena razširitev obstoječe avtoceste Koseze – Kozarje v šestpasovnico bo zagotavljala naslednji prečni prerez ceste:

vozni pasovi	6 x 3,50 m	21,00 m
robni pasovi	2 x 0,50 m	1,00 m
odstavni pas	2 x 2,70 m	5,40 m
srednji ločilni pas	1 x 4,00 m	4,00 m
<u>pospeševalni – zaviralni pas</u>	<u>1 x 3,00 m</u>	<u>3,00 m</u>
<b>Skupaj (minimalno)</b>		<b>31,40 m</b>

Od zunanjega roba obstoječega odstavnega pasu do zunanjega roba novega odstavnega pasu bo AC razširjena za 6,75 m. Vzдолžni nagibi vozišča bodo ostali enaki, niveleta vozišča pa se bo spremenila samo

toliko, kolikor bo potrebno za preplastitev obstoječih asfaltnih površin. Prečni nagibi vozišča bodo enaki obstoječim, dodatni pas se bo izvedel v konkretnem nagibu z razširitvijo navzven.

Trasa šestpasovne avtoceste bo nespremenjena, odsek šestpasovne avtoceste med bodočim priključkom Koseze in razcepom Kozarje pa se širi na vsako stran za en vozni pas, kar pomeni, da bo imela AC 6 voznih pasov in dva odstavna, na območju priključka Brdo, ter bencinskih servisov bosta odstavna pasova nadomeščena z zaviralnima oz. pospeševalnima pasovoma.

Priključek Brdo se deloma spreminja. Zahodna stran priključka ostaja nespremenjena, na vzhodni strani pa prihaja zaradi umestitve BS Brdo do bistvenega premika proti severu. Za priključkom Brdo se na levi strani v smeri stacionaže izvede nov bencinski servis Brdo, ki vključuje tudi rekreacijsko površino. Dostop na BS Brdo bo možen preko krožišča, na katerega se dostopa preko servisne ceste priključka Brdo.

AC prečka potok Glinščico v km 0,5+64. Dodatna ureditev ni potrebna, ker je ureditev vodotoka v zadostni dolžini že predvidena v okviru projekta AC Šentvid – Koseze. AC prečka Gradaščico v km 2.1+50. V sklopu razširjenega mostu se izvede utrditev brežin in zaščita mostu na enak način in v enakih širinah, kot je zavarovan obstoječi most.

## **2 BLAŽENJE PODNEBNIH SPREMEMB**

### **2.1 UVOD**

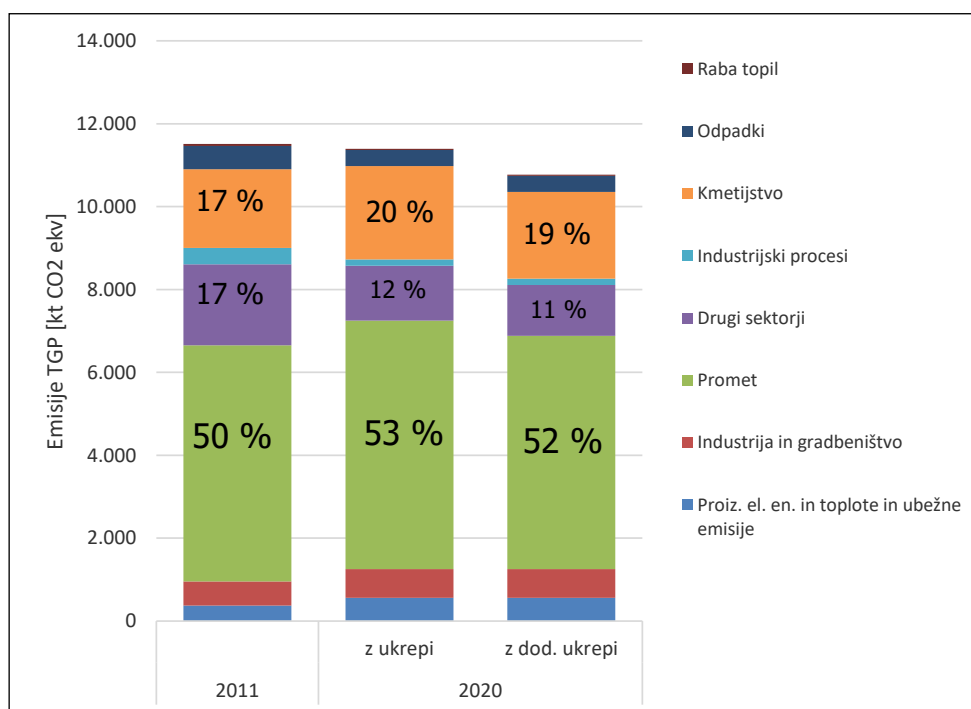
V okviru podnebno-energetskega zakonodajnega paketa, ki je bil sprejet konec leta 2008, je Slovenija sprejela nove pravno obvezujoče cilje za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov do leta 2020. V skladu z Odločbo 406/2009/ES se obveznost zmanjšanja (omejevanja) emisij toplogrednih plinov nanaša samo na emisije sektorjev, ki niso vključeni v shemo trgovanja s pravicami do emisije toplogrednih plinov v skladu z Direktivo 2009/29/ES.

Skladno z obveznostjo zmanjšanja emisij toplogrednih plinov iz Odločbe 406/2009/ES je cilj Slovenije, da se do leta 2020 emisije toplogrednih plinov ne bodo povečale za več kakor 4 % glede na leto 2005 oziroma da bodo leta 2020 manjše od vrednosti 12.117 kt CO<sub>2</sub> ekv. V okviru cilja do leta 2020 se emisije toplogrednih plinov iz prometa povečajo za največ 27 % glede na emisije v letu 2005.

Skupni izpusti toplogrednih plinov v Sloveniji so leta 2014 dosegli 16.582 kiloton ekvivalenta CO<sub>2</sub>. To je 18,4 % pod vrednostjo v izhodiščnem letu 1986 in 9,5 % manj kot v letu 2013. K znižanju izpustov sta najbolj prispevala sektor energetika (-23,0 %) in sektor raba goriv v gospodinjstvih in komercialnem sektorju (-17,0 %). Nekoliko višji izpusti, kot v letu 2013 so bili v industriji in kmetijstvu. V skupnem deležu izpustov TGP ima v Sloveniji največji prispevek CO<sub>2</sub> (v letu 2014 kar 81,4 %). CO<sub>2</sub> nastaja predvsem pri zgorevanju goriv in iz industrijskih procesov. Sledi metan (11,9 %), ki večinoma izvira iz odpadkov in kmetijstva, ter didušikov oksid (4,6 %).

Med sektorji izven ETS je najpomembnejši promet, ki je v letu 2014 prispeval 51,5 % vseh izpustov. Znotraj prometnega sektorja večino izpustov prispeva cestni promet, v letu 2014 kar 99,1 %. Izpusti iz prometa so močno naraščali do leta 2008, ko so bili že 39% višji kot v 2005. Z nastopom gospodarske krize so v letu 2009 močno upadli in nato znova narasli v letih 2011 in 2012. V letih 2013 in 2014 so se izpusti iz prometa ponovno nekoliko zmanjšali, kar je možno pripisati večji okoljski ozaveščenosti ter rabi trajne mobilnosti, kljub temu pa so bili izpusti v letu 2014 še vedno za 21,6 % višji, kot leta 2005.





**Slika 2:** Struktura emisij v sektorjih, za katere velja obveznost iz Odločbe 406/2009/ES leta 2011 in 2020 po projekciji z ukrepi ter z dodatnimi ukrepi (vir: IJS-CEU, KIS)

Najbolj zaskrbljujoč je porast izpustov zaradi tranzitnega prometa preko Slovenije, ki se je izrazito povečal po vstopu Slovenije v EU. V letu 2004 so na podlagi ocene prodanega goriva tujcem izpusti CO<sub>2</sub> v tranzitu znašali že 490.000 ton, kar predstavlja 12 % celotnih izpustov iz prometa v tem letu. Na podlagi prodaje goriv ocenjen delež letne emisije izpusta CO<sub>2</sub> v prometu sicer niha in je močno odvisen od razmerij med cenami goriv na slovenskih cestah in cenami goriv za cestna vozila v sosednjih državah.

Skladno z Operativnim programom ukrepov zmanjšanja emisij toplogrednih plinov v obdobju do leta 2020 (Vlada RS št. 35405-1/2014/8, december 2014) so indikativni sektorski cilji zmanjšanja emisij toplogrednih plinov za promet naslednji:

- hitro rast emisij je treba zaustaviti in zagotoviti zmanjšanje emisij toplogrednih plinov za 9 % do leta 2020 glede na leto 2008 z uveljavljanjem ukrepov trajnostne mobilnosti,
- trend naraščanja emisij toplogrednih plinov iz prometa je treba obrniti tako, da se emisije toplogrednih plinov nadalje ne bodo povečale za več kot 18 % do leta 2030 glede na leto 2005, kar pomeni zmanjšanje za 15 % do leta 2030 glede na leto 2008,
- v ukrepe za doseganje ciljev iz Strategije je treba vgraditi vizijo nadaljnjega zmanjšanja emisij do leta 2050 za 90 %.

Zmanjševanje emisij toplogrednih plinov (TGP) iz prometa se uvršča med prednostne naloge Strategije razvoja prometa v Republiki Sloveniji, Vlada RS, 2015. Dolgoročni cilj je zmanjšanje emisij TGP iz sektorja prometa do leta 2050 najmanj za polovico. Za to bodo aktivnosti usmerjene v uveljavljanje nizkoogljčnih tehnologij in trajnostnega prevoza. Ukrepi do leta 2020 bodo zlasti usmerjeni v izboljšanje učinkovitosti vozil, spodbujanje tehnologij in goriv z nižjimi emisijami CO<sub>2</sub>, izboljšanje kakovosti in dostopnosti javnega prometa za povečanje njegove uporabe in optimiranje prevoza.

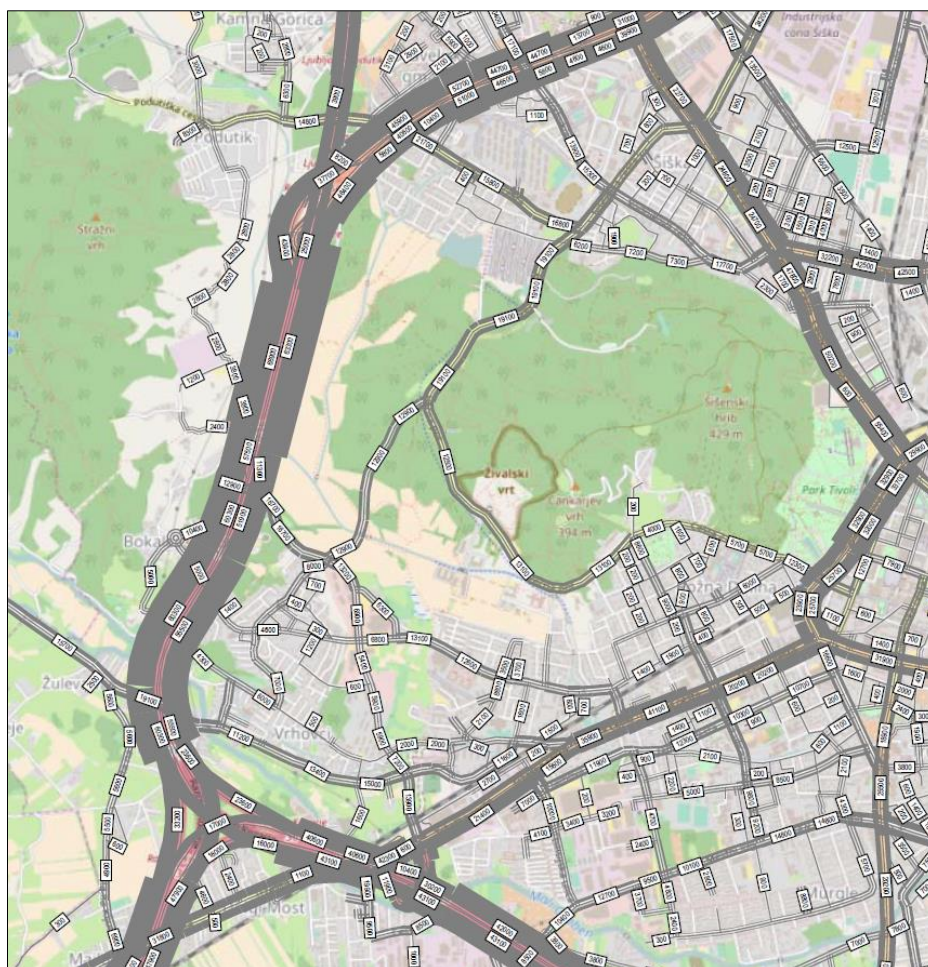
## 2.2 OCENA EMISIJ TGP ZARADI CESTNEGA PROMETA

Emisija toplogrednih plinov zaradi prometa po AC odsek Koseze – Kozarje je ocenjena računsko na podlagi prometnih podatkov za obstoječe stanje (leto 2015) in za dve planski obdobji (leto 2030 in leto 2040). Prometni podatki so povzeti po dokumentaciji Prometna študija za AC odsek Koseze – Kozarje, (razširitev v šestpasovnico), faza PGD, PNZ d.o.o., 2017 /3/.

Podatki o gostoti prometa na obeh AC odsekih so v tabeli 2, predvidena gostota prometa na širšem prometnem omrežju v planskem obdobju leta 2040 je prikazana na sliki 3.

**Tabela 2:** Prometne obremenitve AC odsek Koseze – Kozarje v letu 2040

Št.	Odsek	Hitrost	PLDP	Voz. <3,5t	Voz. <3,5t
<i>Obstoječe stanje leta 2015</i>					
1	A2/0014 Lj (Koseze – Brdo)	100-130	75.288	69.712	5.576
2	A2/0015 Lj (Brdo – Kozarje)	80-130	67.679	62.274	5.405
<i>Plansko obdobje leta 2030</i>					
1	A2/0014 Lj (Koseze – Brdo)	100	90.437	82.892	7.545
2	A2/0015 Lj (Brdo – Kozarje)	80-100	80.860	73.503	7.357
<i>Plansko obdobje leta 2040</i>					
1	A2/0014 Lj (Koseze – Brdo)	100	100.460	91.895	8.565
2	A2/0015 Lj (Brdo – Kozarje)	80-100	89.007	80.654	8.353



**Slika 3:** Gostota prometa na širšem prometnem omrežju ob AC odseku Koseze – Kozarje v letu 2040, PLDP (vir: PNZ d.o.o., 2017)

V obstoječem stanju (leto 2015) je AC obremenjena med 67.700 in 75.300 vozil/dan, pri čemer dosega dnevno število vozil z maso nad 3,5t med 5.400 in 5.600.

Do leta 2030 se bo gostota prometa na AC odseku Koseze – Brdo povečala do 90,400 vozil/dan (7.550 vozil z maso >3,5t na dan) in na AC odseku Brdo – Kozarje do 80.860 vozil/dan (7.360 vozil z maso >3,5t na dan). V letu 2040 bo po oceni gostota prometa na prvem odseku dosegala do 100.460 vozil/dan, na drugem odseku do 89.000 vozil/dan, gostota vozil z maso nad 3,5t pa bo dosegala med 8.350 in 8.570 na dan.

Emisija toplogrednih plinov je ocenjena računsko na podlagi ocene prometnih obremenitev AC v obstoječem in planskem obdobju po metodologiji HBEFA 3.3 (Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, 2017).

Pri izračunu emisij toplogrednih plinov so bila upoštevana naslednja izhodišča:

- lega AC je povzeta po projektni dokumentaciji /1/,
- upoštewane so prometne obremenitve v letih 2015, 2030 in 2040 po prometni študiji /3/,
- upoštewane so administrativne omejitve hitrosti vožnje (AC 80 - 130 km/h v obstoječem stanju in do 100 km/h po izvedbi posega),
- emisijski faktorji so povzeti po HBEFA 3.3 /12/ ob upoštevanju predvidenega zmanjševanja emisij motornih vozil v prihodnosti.

V obstoječem stanju je hitrost vožnje na AC omejena na 130 km/h za osebna vozila, na območju razcepa Koseze na 100 km/h in na območju razcepa Kozarje na 80 km/h. Po izvedbi šestpasovnice bo hitrost vožnje na AC odseku omejena na celotnem odseku na 100 km/h, izjema je razcep Kozarje, kjer bo omejitev hitrosti kot v obstoječem stanju 80 km/h. Emisijski faktorji za osebna in tovorna vozila v obstoječem stanju leta 2015 in leta 2030 pri različnih hitrostih vožnje po /12/ so v tabeli 3.

**Tabela 3:** Emisijski faktorji toplogrednih plinov za cestni promet, g/km, HBEFA 3.3

Vozilo	Hitrost vožnje (km/h)	Toplogredni plini, kg/tono goriva		
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<i>Obstoječe stanje leta 2015</i>				
Osebna vozila	80	144,9	0,0007	0,0023
	100	118,9	0,0005	0,0023
	130	112,9	0,0004	0,0025
Tovorna vozila	80	600,7	0,0010	0,0456
	100	600,7	0,0010	0,0456
	130	593,3	0,0010	0,0565
<i>Referenčno leto 2030</i>				
Osebna vozila	80	86,2	0,0002	0,0025
	100	81,9	0,0002	0,0025
Tovorna vozila	80	593,9	0,0006	0,0439
	100	587,6	0,0006	0,0585

V planskem obdobju se bo zaradi predvidenega izboljšanja tehničnih lastnosti vozil in večjega števila električnih avtomobilov emisija TGP osebnih vozil zmanjšala za približno 27 %, emisija tovornih vozil pa o oceni za dober odstotek.

Ocenjene emisije toplogrednih plinov zaradi prometa AC odseku Koseze – Kozarje na območju posega so v tabeli 4. Ocenjene emisije na AC odseku Koseze – Kozarje dosejajo:

- v obstoječem stanju leta 2015 11.992 ton/leto ekvivalenta CO<sub>2</sub>,
- v planskem obdobju leta 2030 10.680 ton ekvivalenta CO<sub>2</sub>,
- v planskem obdobju leta 2040 11.911 ton ekvivalenta CO<sub>2</sub>,

Skupna emisija CO<sub>2</sub> se bo v letu 2030 glede na izhodiščno leto 2015 zaradi pričakovane posodobitve voznega parka ne glede na predviden porast prometa zmanjšala za 11%, do leta 2040 pa glede na obstoječe stanje za približno 1%.

**Tabela 4:** Skupna emisija toplogrednih plinov AC odsek Koseze – Kozarje v letih 2015 in 2040

Obdobje	Dolžina (km)	Toplogredni plini (ton/leto)			
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> , ekv.
Leto 2015 (obstoječe omrežje)	5,6	11.874	0,05	0,39	11.992
Leto 2030 (bodoče omrežje)	5,6	10.528	0,02	0,51	10.680
Leto 2040 (bodoče omrežje)	5,6	11.740	0,02	0,57	11.911

### 3 OCENA TVEGANJA NA PODNEBNE SPREMEMBE

#### 3.1 UVOD

Uredba (EU) 1315/2013 o smernicah Unije za razvoj vseevropskega prometnega omrežja opredeljuje, da je potrebno pri projektnih skupnega interesa, ki se potegujejo za sredstva evropske unije, med drugim upoštevati analizo podnebnih in okoljskih stroškov in koristi, ki bi morala temeljiti na presoji vplivov na okolje, izvedeni v skladu z direktivo 2011/92/EU Evropskega parlamenta in Sveta. Države članice in drugi spodbujevalci projektov bi morali pri načrtovanju infrastrukture ustrezno upoštevati ukrepe za oceno tveganja in prilagoditve, ki bi ustrezno izboljšali odpornost na podnebne spremembe in okoljske nesreče.

Vlada Republike Slovenije je julija 2015 sprejela Strategijo razvoja prometa v Republiki Sloveniji (Strategija) in Okoljsko poročilo za celovito presojo vplivov na okolje za Strategijo razvoja prometa v Republiki Sloveniji (OP). V OP so skladno z Uredbo o okoljskem poročilu in podrobnejšem postopku celovite presoje vplivov izvedbe planov na okolje (Uradni list RS, št. 73/05) opredeljeni, opisani in ovrednoteni vplivi izvedbe strategije na okolje, med drugim tudi na podnebne dejavnike. Strategija vključuje med drugim tudi Okoljsko sprejemljivost in obravnava blaženje podnebnih sprememb in prilagajanje podnebnim spremembam.

Analiza tveganja na podnebne spremembe je izdelana skladno z Guidelines for Project Managers: Marking vulnerable investments climate resilient (Smernice):

- [https://www.acclimatise.uk.com/login/uploaded/resources/non\\_paper\\_guidelines\\_project\\_managers\\_en.pdf](https://www.acclimatise.uk.com/login/uploaded/resources/non_paper_guidelines_project_managers_en.pdf)

pri čemer so uporabljena izhodišča, navedena v »Background report to the IA, Part II«:

- [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/background\\_report\\_part1\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/background_report_part1_en.pdf)

Strokovna analiza vključuje oceno občutljivosti, izpostavljenosti, ranljivosti in tveganja projekta na podnebne spremembe upoštevajoč razpoložljive podatke glede na predstavljene in pričakovane scenarije podnebnih sprememb v Sloveniji in na območju projekta.

### 3.2 METODOLOGIJA IZDELAVE

Metodologija izdelave analize tveganja projekta na podnebne spremembe v največji možni meri sledi metodologiji kot jo določajo Smernice. Ocena tveganja na podnebne spremembe vključuje naslednje module:

- Modul 1: Analiza občutljivosti projekta
- Modul 2: Ocena izpostavljenosti projekta
  - o Modul 2a: Ocena izpostavljenosti za obstoječe stanje
  - o Modul 2b: Ocena izpostavljenosti za prihodnje stanje
- Modul 3 Analiza ranljivosti projekta
  - o Modul 3a: Analiza ranljivosti za obstoječe stanje
  - o Modul 3b: Analiza ranljivosti za prihodnje stanje
- Modul 4: Ocena tveganja
- Modul 5: Prilagoditveni ukrepi

V Modulu 1 je skladno s Smernicami analizirana občutljivost projekta. V Modulu 2 je ocenjena izpostavljenost projekta za obstoječe stanje ter izpostavljenost projekta za prihodnje stanje.

V Modulu 3 je analizirana ranljivost projekta za obstoječe in za prihodnje stanje na podlagi razpoložljivih podatkov ter ponovljena analiza ranljivosti projekta glede na podrobnejšo preučitev projekta in predvidenih prilagoditvenih ukrepov. V Modulu 4 je za poseg izvedena ocena tveganja za najbolj kritične podnebne dejavnike, vključno z oceno predvidenih prilagoditvenih ukrepov, ki so podrobneje opredeljeni v Modulu 5. V zaključnem delu je podana splošna ocena posega glede odpornosti na podnebne spremembe.

Podatki za analizo tveganja na podnebne spremembe so povzeti iz državnih baz podatkov o klimatskih dejavnikih in stanju okolja, dostopnih na spletni strani Agencije RS za okolje, podatki o možni izpostavljenosti projekta iz projektne dokumentacije PGD.

Napoved pričakovanih sprememb podnebja je povzeta iz dokumentov:

- Ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja za AC odsek Koseze – Kozarje, ARSO 2017,
- ARSO podatkovna baza ([www.arso.si](http://www.arso.si)),
- <http://www.eea.europa.eu/themes/climate/european-climate-adaptation-platform-climate-adapt>.

Metodologija analiz in vrednotenja po posameznih modulih je opisana podrobneje v ustreznih poglavjih v nadaljevanju.

### 3.3 MODUL 1: ANALIZA OBČUTLJIVOSTI

Tveganja pričakovanih podnebnih sprememb za cestno infrastrukturo so povzeta po dokumentu Adaptation of transport to climate change in Europe, Challenges and Options across transport modes and stakeholders (EEA Report, no. 8/2014):

- <http://www.eea.europa.eu/publications/adaptation-of-transport-to-climate>

V dokumentu so opredeljene možne posledice podnebnih sprememb na cestno infrastrukturo, dodatno je opredeljen časovni okvir pričakovanih vplivov ter regije, ki bodo najbolj izpostavljene posameznemu podnebnemu dejavniku. Podatki o prevladujočih podnebnih dejavnikih, ki lahko vplivajo na prometno infrastrukturo, so v tabeli 5.

Cestna infrastruktura je občutljiva predvsem na ekstremne nevihte in z njimi povezane intenzivne padavine, v manjši meri tudi na močne sunke vetra, ekstremne temperature in zmrzovanje. Po oceni bodo vplivi zaradi ekstremnih padavin in vročine na območju Južne in Srednje Evrope srednje negativni do leta 2025 in visoko negativni do leta 2080.

Pričakovana sprememba podnebnih dejavnikov na območju Ljubljane v prihodnjem obdobju je naslednja:

- ekstremne padavine: srednje negativna do leta 2025 in visoko negativna do leta 2070,

- poletna vročina: srednje negativna do leta 2070,
- zmrzovanje: nevtralna do leta 2050 oz. do leta 2070.

Metodologija analize občutljivosti projekta je povzeta po Smernicah v kombinaciji s potencialnimi vplivi podnebnih sprememb na cestno infrastrukturo in opredeljuje občutljivost področij, za katera bi opredeljene spremenljivke lahko predstavljale tveganje.

Občutljivost je opredeljena po naslednjih stopnjah:

- velika občutljivost: podnebna spremenljivka / nevarnost ima lahko velik vpliv (rdeče),
- srednje občutljivost: podnebna spremenljivka / nevarnost lahko nekoliko vpliva (oranžno),
- neobčutljivost: podnebna spremenljivka / nevarnost nima nobenega učinka (zeleno).

Ocena občutljivosti projekta na podnebne spremenljivke, ki bi lahko vplivale na obravnavano investicijo glede na opredeljeno izpostavljenost širše srednjeevropske regije je v tabeli 6. Skladno s Smernicami so bili za vsako spremenljivko ocenjeni sekundarni učinki oziroma nevarnosti, ki lahko predstavljajo tveganje in so lahko povezani z občutljivostjo projekta na podnebne spremembe. Presoja nabora sekundarnih učinkov iz Smernic obsega oceno vpliva na:

- »on site«, na mestu projekta (cestna infrastruktura),
- »outputs«, na izhodu (varnost prometa, koristi uporabnikov,...),
- »transport links«, prometne povezave.

**Tabela 5:** Potencialni vplivi podnebnih sprememb na cestno infrastrukturo

Podnebni dejavnik	Tveganja	Časovni okvir pričakovanih vplivov	Izpostavljeno območje
<b>Ekstremne temperature, požari in suša (poletna vročina)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zmanjšanja življenjska doba asfaltnih vozišč</li> <li>- nastanek kolesnic na asfaltni površini</li> <li>- raztezanje/uklon mostov</li> <li>- povečana nestabilnost nasipov</li> <li>- pregrevanje opreme (npr. prezračevanje motorja, klima)</li> <li>- povečanje možnosti nastanka požarov</li> <li>- neustrezne mikroklimatske razmere v voznih sredstvih</li> </ul>	Srednje negativni (2025; 2080) do visoko negativni (2080)	Južna Evropa srednje negativni do leta 2025 in visoko negativni do leta 2080.  Zahodna, vzhodna in srednja Evropa srednje negativni do leta 2080.  Območje projekta srednje negativno do leta 2070.
<b>Zimski mraz in žled (zmrzovanje)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poledica na voznih površinah in pločnikih</li> <li>- povečanje zmrzljinske globine povzroča zmanjšanje stabilnosti spodnjega ustroja cest</li> <li>- poškodbe na opremi zaradi žledu</li> </ul>	Srednje negativni (2025; 2080);	Severna in srednja Evropa.  Območje projekta nevtralno do leta 2050 oz. 2070.
<b>Ekstremne padavine, poplave, erozija in plazenje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poplavljanje cestnih površin in podvozov</li> <li>- preobremenjenost odvodnega sistema</li> <li>- škoda na infrastrukturi zaradi poplav in/ali zemeljskih plazov</li> <li>- zastoji prometa pri poplavah</li> <li>- erozija in posledično plazenje</li> <li>- porušenje (nestabilnost) nasipov pri spiranju materiala</li> </ul>	Srednje negativni (2025) do visoko negativni (2080).	Celotno območje Evrope.  Območje projekta srednje negativno do leta 2050 in visoko negativno do leta 2070.
<b>Ekstremne nevihte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- škoda na infrastrukturi in prometni opremi</li> <li>- zmanjšana varnost</li> <li>- povečani stroški obnove in vzdrževanja</li> <li>- motnje v pravočasni dobavi blaga in potnikov</li> </ul>	Ni informacij.	Ni informacij.

Podnebni dejavnik	Tveganja	Časovni okvir pričakovanih vplivov	Izpostavljeno območje
Veter (povprečni in ekstremni)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– škoda na infrastrukturi in prometni opremi</li> <li>– zmanjšana varnost</li> <li>– motnje v pravočasni dobavi blaga in potnikov</li> </ul>	Ni natančnih modelov za vetrne razmere.	Ni informacij.

Glede na stanje na širšem makro regionalnem nivoju je občutljivost cestne infrastrukture na podnebne spremembe ocenjena z:

- a) **Veliko občutljivostjo na ekstremne padavine:** Ekstremne padavine so pričakovane na območje celotne Evrope, vplivi pa opredeljeni kot srednje negativni do 2025 do visoko negativni do leta 2080. Ekstremne padavine lahko vplivajo na povečan obseg poplav, erozijo, zemeljske plazove, nestabilnosti npr. nasipov in s tem možnost povečanja povzročitve škode na infrastrukturi. Velika občutljivost projekta je pričakovana na:

- ekstremne padavine,
- poplave,
- nestabilnost tal,
- erozijo tal.

- b) **Srednjo občutljivostjo na ekstremne temperature (poletna vročina in zimski mraz):** Poletna vročina lahko povzroči poškodbe na voziščih cest, utrujenost materiala, povečano nestabilnost nasipov, pregrevanje opreme in povečanje možnosti nastanka požarov, ki lahko poškodujejo infrastrukturo. Zimski mraz (zmrzovanje) lahko povzroči poledico na cestah. Srednja občutljivost projekta je pričakovana na naslednje podnebne spremenljivke:

- ekstremne temperature,
- požari,
- zmrzovanje,
- žled.

**Srednja občutljivost je opredeljena tudi za podnebne spremenljivke, ki so povezane z ekstremnimi nevihtami in sunki vetra.** Ekstremne nevihte lahko povzročijo škodo na infrastrukturi, kot so prometna oprema ter splošno zmanjšano varnost ter povečane stroške obnove in vzdrževanja, motnje v pravočasni dobavi blaga in potnikov. Skladno z oceno je projekt srednje občutljiv tudi za:

- nevihte,
- erozijo,
- ekstremne sunke vetra.

- c) projekt ni občutljiv na:
- povprečno hitrost vetra,
  - sušo.

Matrika ocene občutljivosti cestne infrastrukture na podnebne spremembe je v tabeli 6.

**Tabela 6:** Matrika analize občutljivosti AC odseka Koseze – Kozarje na podnebne spremembe

OBČUTLJIVOST	EKSTREMNE TEMPERATURE	POVPREČNA HITROST VETRA	EKSTREMNI SUNKI VETRA	EKSTREMNE PADAVINE	NEVIHTE	POPLAVE	EROZIJA TAL	POŽARI	NESTABILNOST TAL / PLAZOVI	SUŠA	ZMRZOVANJE	ŽLED
Lokacija projekta - obstoječe stanje (On-site)	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow
Koristi infrastrukture (uporabniki, prihodki)	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow
Prometne povezave	Yellow	Green	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow

Legenda:

<i>Občutljivost</i>	<i>Ni občutljivosti</i>	<i>Srednja</i>	<i>Velika</i>
---------------------	-------------------------	----------------	---------------

Pomembne podnebne spremenljivke in z njimi povezane nevarnosti so tiste, ki štejejo za veliko ali srednjo občutljivost. Cestna infrastruktura, ki je predvidena v okviru projekta, je občutljiva predvsem na naslednje podnebne dejavnike:

- velika občutljivost: ekstremne padavine in z njimi povezane poplave, zemeljske plazove in erozijo tal,
- srednja občutljivost: nevihte in z njimi povezanimi sunki vetra ter ekstremne temperature ter z njimi povezanimi požari, zmrzal in žled.

### 3.4 MODUL 2A: OCENA IZPOSTAVLJENOSTI – OBSTOJEČE STANJE

#### 3.4.1 UVOD

Podnebni dejavniki, za katere je bil projekt v analizi občutljivosti ocenjen kot visoko in/ali srednje občutljiv so:

- ekstremne padavine,
- poplave,
- erozija tal,
- zemeljski plazovi,
- nevihte,
- ekstremni sunki vetra.
- ekstremne temperature,
- požari,
- zmrzovanje,
- žled.

Za oceno izpostavljenosti so bile v prvi fazi preučene razmere na obstoječem AC odseku, na podlagi opredeljene občutljivosti po posameznem dejavniku pa je bila skladno s Smernicami ocenjena izpostavljenost posega glede na razmere v obstoječem stanju.



### 3.4.2 KLIMATSKE RAZMERE NA OBMOČJU POSEGA

Območje Ljubljanske kotline sodi v klimatskem smislu v območje s tipičnimi kontinentalnimi klimatskimi potezami, za kar je značilna relativno velika letna temperaturna amplituda, oz. topla poletja in mrzle zime. Zlasti na vlažnejših tleh in v bližini vodnih površin se v jesenskem in zimskem času pogosteje pojavlja megla. Letni režim padavin pozna dva viška: primarnega v juniju, ki je posledica konvektivnih padavin in sekundarnega septembra in oktobra, ki je posledica pogostejših frontalnih padavin.

Pri analizi klimatskih razmer so bili uporabljeni dolgoletni povprečni klimatski podatki ARSO – Urada za meteorologijo RS za obdobje med letoma 1981 in 2010 za klimatološko postajo Ljubljana Bežigrad, podatki o vetru so za obdobje med letoma 1981 in 2015 za klimatološko postajo Ljubljana /16/. V analizo so vključeni naslednji klimatski parametri:

- temperaturne razmere,
- vlažnost zraka,
- oblačnost in pogostost megle,
- padavinske razmere,
- vetrovne razmere.

### 3.4.3 TEMPERATURNE RAZMERE

Povprečna letna temperatura v opazovanem obdobju znaša 10,9°C. Najtoplejši je julij, ko znaša srednja mesečna temperatura 21°C, najhladnejši pa januar z 0,3°C. Povprečne mesečne maksimalne temperature se nikoli ne spustijo pod 0,0°C, še najnižje so v januarju (3,4°C), povprečne maksimalne mesečne temperature so najvišje v juliju (27,3°C) in avgustu (26,7°C). Povprečna mesečna minimalna temperatura, ki je praviloma izmerjena v jutranjem času, je najnižja v januarju (-2,5°C) in februarju (-2,0°C), v najtoplejšem mesecu juliju pa je 15,5°C. Srednje ekstremne temperature letno nihajo za 29,8°C, kar je značilnost kontinentalnega podnebja.

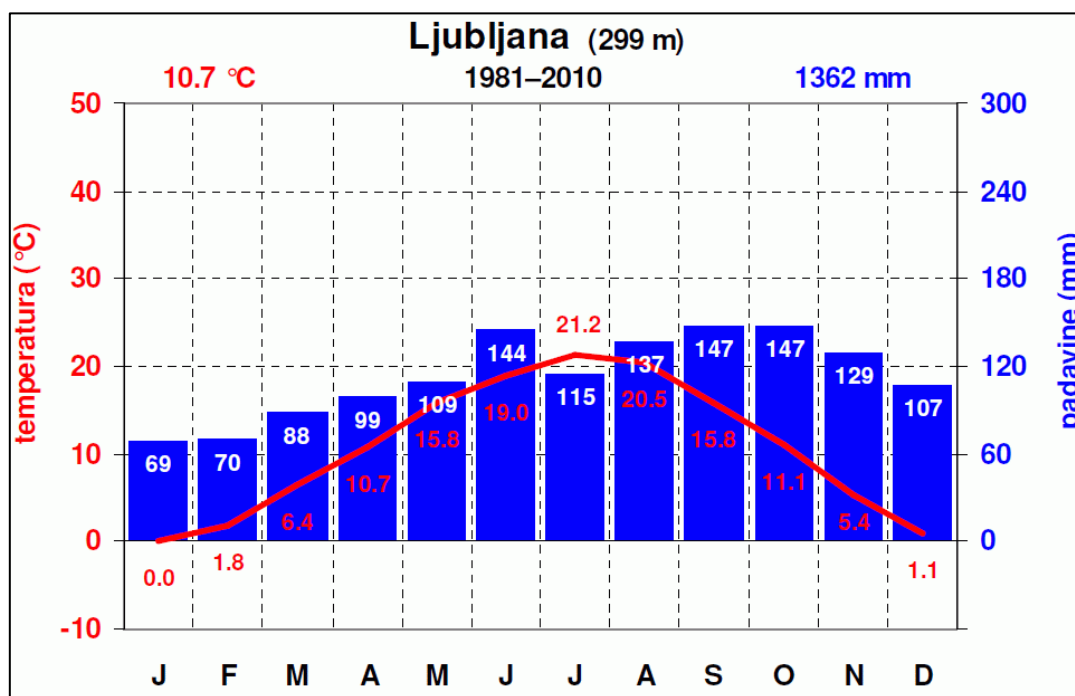
O kontinentalnih temperaturnih značilnostih priča tudi podatek o številu mrzlih dni, ko najnižja temperatura ne preseže 0,0°C. Takih dni je letno kar 83, največ pa v januarju (23) in decembru (21). Mrzli dnevi se lahko pojavljajo tudi v februarju, marcu in novembru. Zato se zlasti pozimi, pa tudi v spomladanskih in jesenskih jutrih na obravnavanem območju zaradi nizkih temperatur in dolinske lege lahko pojavljata megla in poledica. Podatki o temperaturnih razmerah v obdobju 1981 – 2010 so v tabeli 7.

**Tabela 7:** Temperaturne razmere na klimatološki postaji Ljubljana Bežigrad (1981 - 2010)

Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Pov. temperatura (° C)	0,3	1,9	6,5	10,8	15,8	19,1	21,3	20,6	16	11,2	5,6	1,2	10,9
Pov. najvišja temperatura (° C)	3,4	6,4	11,4	16,1	21,4	24,6	27,3	26,7	21,6	15,9	8,8	3,8	15,6
Pov. najnižja temperatura (° C)	-2,5	-2,0	1,7	5,8	10,3	13,7	15,5	15,2	11,5	7,7	2,8	-1,1	6,6
Abs. najvišja temperatura (° C)	15,8	19,7	24,3	27,8	32,4	35,6	37,1	37,3	30,3	25,8	20,9	16,7	37,3
Abs. najnižja temperatura (° C)	-20,3	-18,0	-14,1	-3,2	0,2	3,8	7,4	5,8	3,1	-5,2	-14,5	-14,5	-20,3
Št. dni z najnižjo temp. ≤ 0 °C	23	19	10	1	0	0	0	0	0	1	9	20	83
Št. dni z najvišjo temp. ≥ 25 °C	0	0	0	0	8	15	23	21	6	0	0	0	73

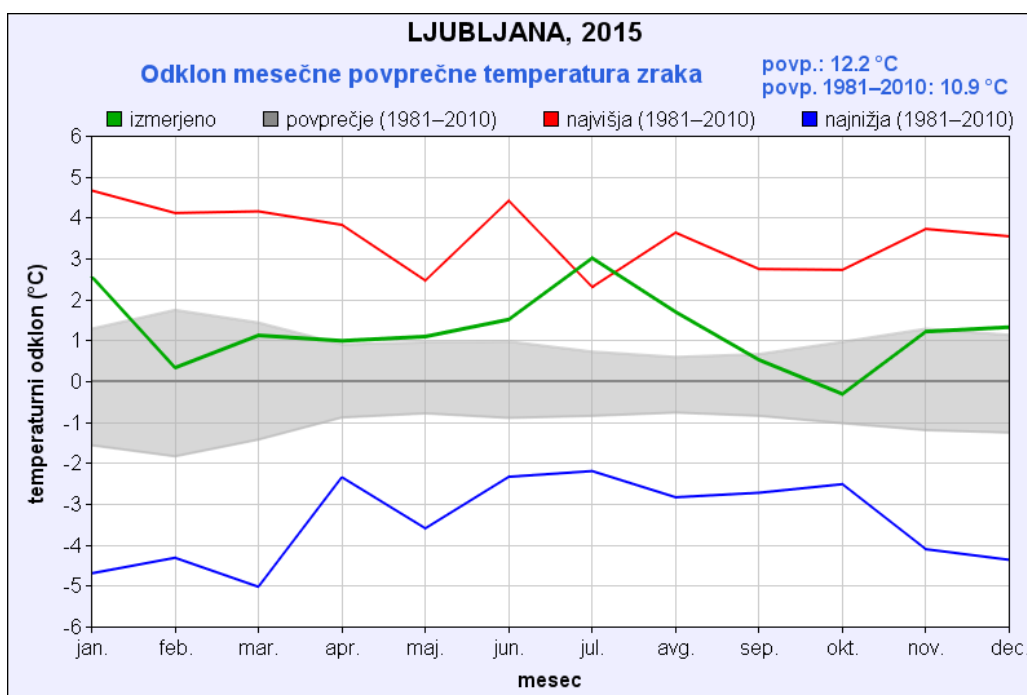
Vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS

Povprečne mesečne temperature v obdobju 1981 – 2010 za klimatološko postajo Ljubljana Bežigrad je prikazana na sliki 4, primerjava povprečnih temperatur za leto 2015 z dolgoletnim povprečjem (1981 – 2010) na sliki 5.



Slika 4: Povprečne mesečne temperature zraka in količina padavin v obdobju 1981 – 2010 za klimatološko postajo Ljubljana Bežigrad (vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS)

Na Klimatološki postaji Ljubljana povprečna letna temperatura v obdobju 1981 - 2010 znaša 10,9°C, v letu 2015 pa je bila povprečna temperatura 1,3 °C višja. Največji odklon povprečne mesečne temperature od dolgoletnega povprečja je bil v letu 2015 v mesecih januar in julij.



Slika 5: Primerjava mesečne povprečne temperature zraka za leto 2015 z dolgoletnim povprečjem (1981 – 2010) za klimatološko postajo Ljubljana Bežigrad (vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS)

### 3.4.4 VLAŽNOST ZRAKA

Srednja letna relativna vlažnost je najvišja zjutraj (89%), najnižja pa ob 14. uri (60%). Jutranja relativna vlažnost ob 7. uri je med avgustom in marcem vselej okrog 90 %. Zato sta pojava megle in zamegljenosti v teh mesecih v jutranjem času pogost pojav, vendar pa se zlasti v poznem poletju in zgodnji jeseni jutranja megla dopoldne hitro razkroji, pozimi pa pogosto vztraja tudi ves dan. Zlasti v anticiklonalnih vremenskih situacijah se megla lahko zadržuje ves dan. Podatki o vlažnosti so v tabeli 8.

**Tabela 8:** Relativna vlažnost zraka na klimatološki postaji Ljubljana Bežigrad (1981 - 2010)

Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Pov. relativna vlaga ob 7. uri (%)	90	89	88	87	85	84	84	90	94	93	92	91	89
Pov. relativna vlaga ob 14. uri (%)	74	62	55	51	50	52	48	50	57	65	73	79	60

Vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS

### 3.4.5 OBLAČNOST

Letno je samo 37 jasnih dni (z oblačnostjo pod 2.0 desetina), od tega največ v avgustu (6). Najmanj jasnih dni je v hladni polovici leta: oktobra 1 ter novembra 1. Majhno število jasnih dni gre ne le na račun nizke oblačnosti ali oblačnosti ob prehodih front, pač pa tudi na račun megle zaradi kotlinske lege. Letno se pojavi kar 130 oblačnih dni (z oblačnostjo nad 8.0 desetina), kar pomeni, da je več kot vsak tretji dan v letu stopnja oblačnosti večja od 8,0 desetina. Največ oblačnih dni je v novembru, decembru in januarju (vsak drugi dan), vendar ta oblačnost ni samo posledica pogostega pojava megle, pač pa tudi nizke oblačnosti, ki se v anticiklonalnih vremenskih situacijah lahko zadrži tudi po več dni skupaj.

### 3.4.6 PADAVINSKE RAZMERE

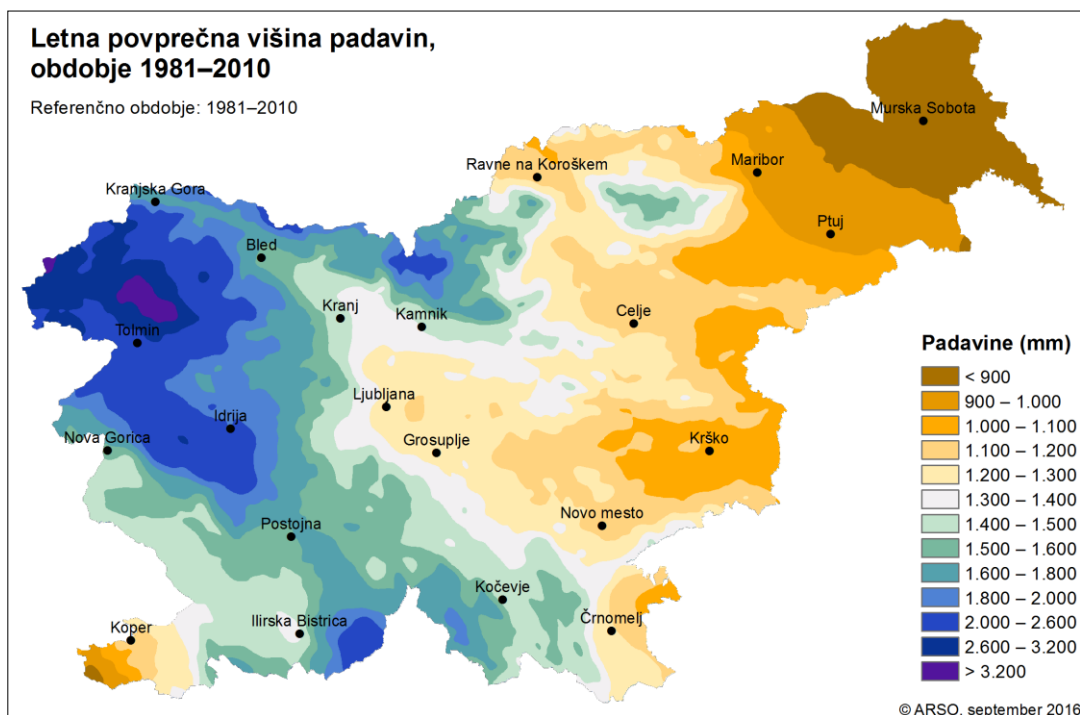
Za širše območje je značilen kontinentalni padavinski režim. Obravnavano območje prejme letno 1.363 mm padavin. Srednja mesečna količina padavin doseže sekundarni maksimum v septembru in oktobru (147 mm) kar je posledica pogostih prehodov front v teh mesecih. Med sušnejše mesece sodijo zimski meseci, saj januarja pade 69, februarja pa 70 mm padavin. Število dni s padavinami nad 1,0 mm je letno okoli 110, kar pomeni, da se le-te pojavljajo skoraj vsak tretji dan. Največ padavinskih dni je med aprilom in junijem ter oktobra in novembra. Letno je povprečno 50 dni s snežno odejo, največ v januarju (15) in februarju (14). Podatki o količini padavin v obdobju 1981 – 2010 so v tabeli 9.

**Tabela 9:** Mesečna količina padavin (v mm) in število dni s padavinami na klimatološki postaji Ljubljana Bežigrad (1981 - 2010)

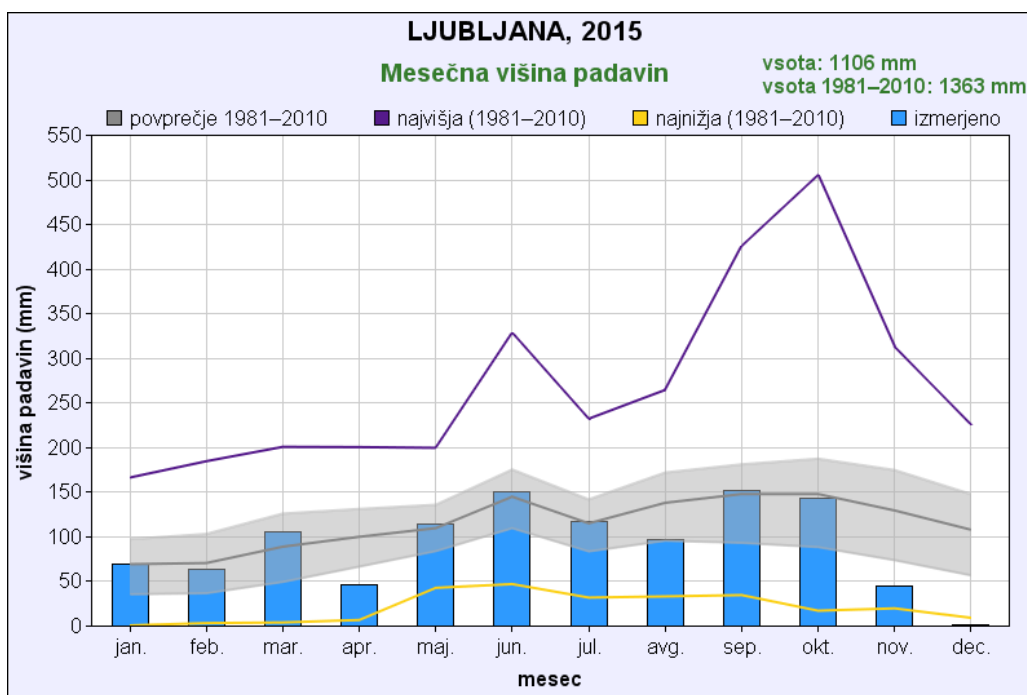
Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Količina padavin (mm)	69	70	88	99	109	144	115	137	147	147	129	107	1363
Št. dni s padavinami =>1.0 mm	8	7	8	10	10	11	9	9	9	10	10	9	110
povprečno število dni s snežno odejo ob 7. uri	15	14	6	1	0	0	0	0	0	0	3	11	50

Vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS

Prikaz letne povprečne višine padavin v Sloveniji je na sliki 6, primerjava povprečnih mesečnih količin padavin za leto 2015 z dolgoletnim povprečjem (1981 – 2010) je prikazana na sliki 7. Na Klimatološki postaji Ljubljana znaša povprečna letna višina padavin v obdobju 1981 - 2010 1.363 mm, v letu 2015 pa je bila količina padavin nižja, le 1.106 mm. Največji odklon povprečne količine padavin od dolgoletnega povprečja je bil v letu 2015 v mesecih april, avgust ter november in december.



Slika 6: Letna povprečna višina padavin v Sloveniji (1981 – 2010)



Slika 7: Primerjava povprečnih mesečnih količin padavin za leto 2015 z dolgoletnim povprečjem (1981 – 2010) klimatološko postajo Ljubljana Bežigrad (vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS)

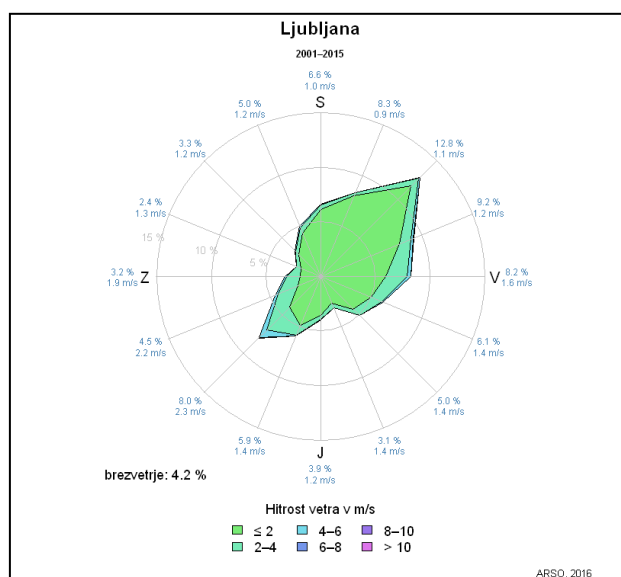
### 3.4.7 VETROVNE RAZMERE

Za Ljubljano je zaradi kotlinske lege značilna slaba prevetrenost, povprečne mesečne hitrosti vetra ne presegajo 2 m/s; prevladujejo JZ in SV smeri vetrov, brezvetrja je skoraj 5%. Vetrno roža je prikazana na sliki 8, povprečne hitrosti vetra na klimatološki postaji Ljubljana so prikazane v tabeli 10.

**Tabela 10:** Povprečna hitrost vetra (m/s) na klimatološki postaji Ljubljana (2001 - 2015)

Parameter	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Povprečna hitrost vetra v m/s*	1,2	1,3	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,3

Vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS



**Slika 8:** Vetrna roža na klimatološki postaji Ljubljana (2001 - 2015)

## 3.5 EKSTREMNI VREMENSKI DOGODKI

### 3.5.1 EKSTREMNE VREDNOSTI METEOROLOŠKIH SPREMENLJIVK

Najvišje in najnižje letne, mesečne in dnevne vrednosti izbranih meteoroloških spremenljivk v obdobju 1948–2014 za klimatološko postajo Ljubljana so v tabeli 11. Na podlagi podatkov o ekstremnih vrednostih je razvidno, da so bili ekstremni dogodki glede najvišjih temperatur in količine padavin zabeleženi po letu 2003. Absolutno najvišja temperatura je bila izmerjena avgusta 2013 (40,2 °C), število vročih dni je bilo največje v letu 2003, najvišja dnevna količina padavin je bila v letu 2010, v letu 2011 pa je bilo najmanj dni z zabeleženimi padavinami.

Ekstremni dogodki glede najvišjih temperatur pa segajo že v 50. in 60. leta prejšnjega stoletja, najnižje temperature so bile izmerjene v letu 1956, največje število mrzlih dni je bilo leta 1963, največ snega pa so izmerili leta 1952 (146 cm).

**Tabela 11:** Ekstremne vrednosti izbranih meteoroloških spremenljivk za klimatološki postajo Ljubljana v obdobju 1948 - 2014

Parameter	Največja vrednost		Najmanjša vrednost	
	Vrednost	Leto, datum	Vrednost	Leto, datum
povprečna letna temperatura zraka (°C)	12,6	2014	8,6	1956
absolutna ekstremna temperatura zraka (°C)	40,2	8.8.2013	-23,3	16.2.1956

Parameter	Največja vrednost		Najmanjša vrednost	
	Vrednost	Leto, datum	Vrednost	Leto, datum
letno število mrzlih dni (dni z najnižjo dnevno temperaturo $\leq -10$ °C)	34	1963	0	10 let od 67-ih
letno število ledenih dni (dni z najvišjo dnevno temperaturo $\leq 0$ °C)	49	1963	1	1974
letno število hladnih dni (dni z najnižjo dnevno temperaturo $\leq 0$ °C)	123	1952	27	2014
letno število vročih dni (dni z najvišjo dnevno temperaturo $\geq 30$ °C)	54	2003	0	1978
letno število toplih ali tropskih noči (dni z najnižjo dnevno temperaturo $\geq 20$ °C)	8	2003	0	45 let od 67-ih
letna višina padavin (mm)	1.848	1965	954	1949
mesečna višina padavin (mm)	505	okt. 1992	0	jan. 1964
dnevna višina padavin (mm)	140	18.9.2010	/	/
letno število dni brez padavin	209	1983, 2011	130	1960
letno število dni s padavinami (vsaj z 1 mm)	149	1960	79	2011
letno število dni s snežno odejo	110	1996	2	1989
višina skupne snežne odeje (cm)	146	15.2.1952	1	26.11.1989

Vir: Arhiv ARSO – Urad za meteorologijo RS

### 3.5.2 POVRATNE DOBE ZA EKSTREMNE PADAVINE

Povratne dobe za ekstremne padavine za postajo Ljubljana Bežigrad za obdobje 1948 – 2012 so prikazane v tabelah 12 (višina padavin) in 13 (količina padavin). V 25 letni povratni dobi dosega v 15 minutnem intervalu trajanja višina padavin 32 mm in količina padavin 351 l/(sec \* ha).

V 50 letni povratni dobi dosega količina padavin v 15 minutnem intervalu 393 l/(sec \* ha), v 100 letni povratni dobi 435 l/(sec \* ha).

**Tabela 12:** Povratne dobe za ekstremne padavine za postajo Ljubljana Bežigrad za obdobje 1948 – 2012, višina padavin (mm)

Trajanje (min)	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5	9	12	14	16	18	20	23
10	13	18	21	24	27	30	34
15	16	22	26	32	35	39	44
20	19	25	30	36	40	44	49
30	22	30	36	43	48	53	60
45	25	35	41	49	55	61	69
60	27	38	44	53	59	66	74
90	31	43	51	60	67	75	84
120	34	47	55	65	73	81	91
180	38	51	60	71	79	87	98
240	42	55	64	75	84	92	103

Trajanje (min)	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
300	45	59	68	79	88	96	107
360	48	61	70	82	90	99	110
540	54	68	78	89	98	106	118
720	59	74	84	97	106	115	127
900	64	80	90	103	113	123	135
1080	68	85	97	111	122	133	147
1440	76	95	108	125	137	149	164

**Tabela 13:** Povratne dobe za ekstremne padavine za postajo Ljubljana Bežigrad za obdobje 1948 – 2012, količina padavin (l/(sec \* ha))

Trajanje (min)	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5	288	393	462	550	615	680	765
10	214	292	343	408	457	504	567
15	180	249	294	351	393	435	491
20	156	212	249	296	331	365	411
30	122	168	199	237	266	294	331
45	93	128	152	182	204	226	255
60	76	104	123	147	165	182	205
90	58	79	94	112	125	138	156
120	47	65	76	91	101	112	126
180	35	47	55	66	73	80	90
240	29	38	45	52	58	64	71
300	25	33	38	44	49	53	59
360	22	28	33	38	42	46	51
540	17	21	24	28	30	33	36
720	14	17	19	22	25	27	29
900	12	15	17	19	21	23	25
1080	10	13	15	17	19	20	23
1440	9	11	13	14	16	17	19

### 3.5.3 OCENA IZPOSTAVLJENOSTI POSEGA

#### Uvod

Smernice določajo, da se podnebni dejavniki, ki povzročajo veliko ranljivost projekta, presojujejo podrobneje, nadaljnja obravnava podnebnih dejavnikov srednje ranljivosti pa po presoji. Podrobnejša analiza izpostavljenosti in ranljivosti je izvedena za podnebne dejavnike, za katere je projekt ocenjen kot srednje in visoko občutljiv:

- ekstremne padavine,
- ekstremne temperature,
- nevihte,
- ekstremni sunki vetra,
- poplave,
- nestabilnost in erozija tal,
- žled,

- gozdni požari,
- zmrzovanje.

Pri presoji je opredeljeno, ali je ranljivost opredeljena za infrastrukturo (vozišče, premostitveni objekti, priključki...), ali za pomožno infrastrukturo (prometna signalizacija...). Pri oceni ranljivosti so upoštevane predvidene projektne rešitve.

### **Ekstremne padavine**

Obravnavano območje prejme povprečno letno do 1.363 mm padavin. Srednja mesečna količina padavin doseže sekundarni maksimum v septembru in oktobru (147 mm) kar je posledica pogostih prehodov front v teh mesecih, v teh obdobjih pade tudi višek padavin (do 351 l/(sec\*ha) v 15 min intervalu v 25 letni povratni dobi), toča pa povprečno pada dva dni v letu. Ob predpostavki, da je zagotovljena ustrezna odvodnja s cestnega telesa, je neposredna izpostavljenost cestne infrastrukture na ekstremne padavine majhna, posredno so pa večji vplivi na poplave ter nestabilnost in erozijo tal.

***Skupna ocenjena izpostavljenost projekta na ekstremne padavine je srednja.***

### **Ekstremno povečanje/znižanje temperature**

Na območju Ljubljane je bila absolutno najvišja temperatura izmerjena avgusta 2013 (40.2 °C), najnižja leta 1956 (-23.3 °C). Območje projekta ni izpostavljeno ekstremnim temperaturam. Temperaturne razmere na območju projekta v obstoječem stanju ne presegajo maksimalnih vrednosti določenih s standardi upoštevanimi pri projektiranju in izvedbi, zato bo tudi ob ekstremnem povečanju temperature ob predpostavki, da se bo cestna infrastruktura redno vzdrževala, izpostavljenost projekta majhna.

***Ocenjena izpostavljenost projekta na ekstremne temperature je majhna.***

### **Nevihite**

Močnejše nevihte lahko vplivajo na povzročitev škode na infrastrukturi in na zmanjšanje prometne varnosti. V primeru močnejših neurij (intenzivne padavine, sunki vetra, toča...) se lahko pojavi večja izpostavljenost infrastrukture, predvsem zaradi zagotavljanja odvodnjavanja ter vplivov na objekte in prometno opremo.

V Ljubljani je bilo v obdobju med leti 1961 in 2004 letno povprečno 38 dni z nevihto in grmenjem, od tega največ v med majem in avgustom, toča pa povprečno pada dva dni v letu. Povprečna hitrost sunkov vetra (višina 10 m) je v Ljubljani v obdobju 1995-2004 dosegala 3,4 m/s, največji izmerjeni sunek bil 22,0 m/s. Na širšem območju Ljubljane so v obdobju poletnih neviht pogosto prisotni tudi izraziti sunki severnega vetra z veliko verjetnostjo toče.

***Ocenjena izpostavljenost projekta na ekstremne nevihte je srednja.***

### **Ekstremni sunki vetra**

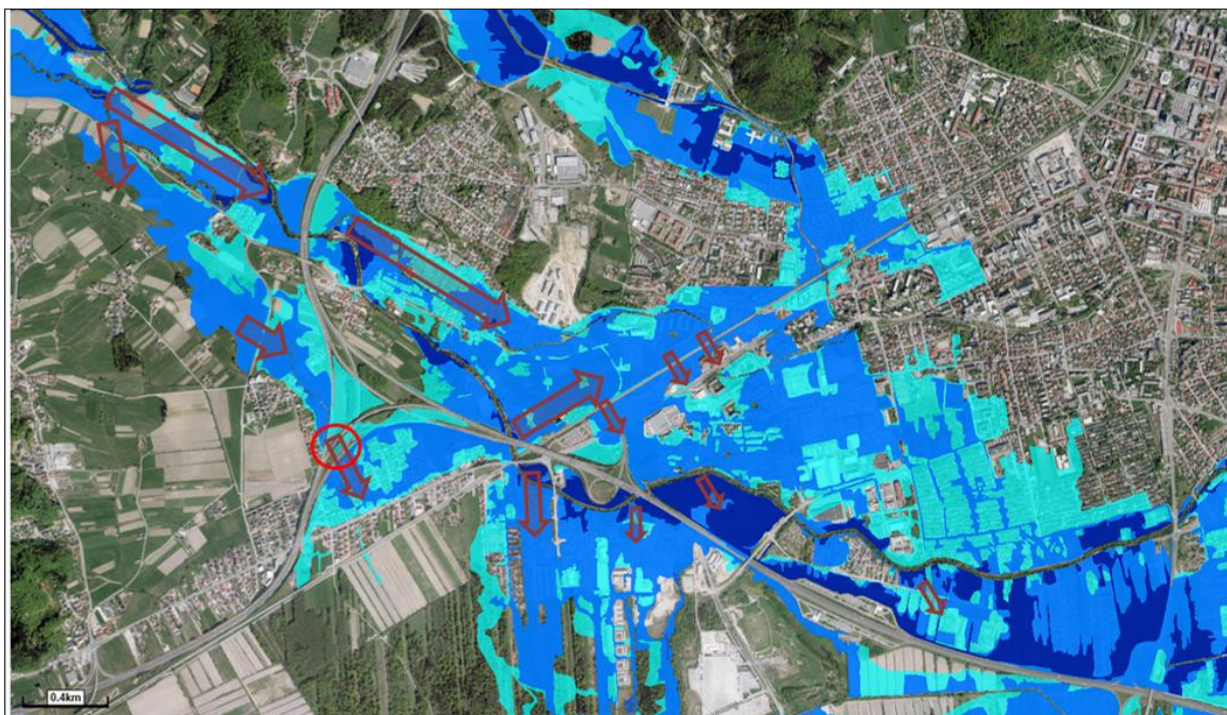
Za Ljubljano je zaradi kotlinske lege značilna slaba prevetrenost, povprečne mesečne hitrosti vetra ne presegajo 2 m/s; prevladujejo JZ in SV smeri vetrov, brezvetrja je skoraj 5%. Povprečna hitrost sunkov vetra (višina 10 m) je v Ljubljani v obdobju 1995-2004 dosegala 3,4 m/s, največji izmerjeni sunek je bil 22,0 m/s. Ekstremni sunki vetra so najizrazitejši v poletnih nevihtah. Za veter občutljiv del cestne infrastrukture je predvsem potek avtoceste v nadvozu. Na širšem obravnavanem območju do sedaj ni bilo zabeleženih poškodb, ki bi bile posledica orkanskih vetrov.

***Ocenjena izpostavljenost projekta na maksimalne hitrosti vetra je srednja.***

### **Poplave**

Poplavna območja se nahajajo ob vodotokih Glinščica, Gradaščica in Mali graben. Vplivno območje ob Gradaščici oziroma Malem grabnu predstavlja po izbranih kriterijih metodologije za določitev območij pomembnega vpliva poplav najbolj poplavno ogroženo urbano območje v Republiki Sloveniji. Za celotni dolinski del Gradaščice in Horjulke ter območje Viča (MOL) so izdelane poplavne karte (karte poplavne nevarnosti in karte razredov poplavne nevarnosti) Na spodnji sliki je predstavljena poplavnost tega dela Ljubljane in podane smeri poplavnih tokov Gradaščice oziroma Malega grabna /6/.





**Slika 9:** Prikaz delitve in smeri poplavnih vod Gradašnice oz. Malega grabna na območju MOL /6/

V okviru Hidrološko-hidravlične analize ter poplavnih kart za Pržanec in Glinščico (št. V-48/10, julij 2010, VODAR s.p. /5/) sta za zmanjšanje poplavne ogroženosti dolvodno ležečih urbaniziranih območij na Glinščici predvidena dva zadrževalnika za visoke vode, manjši nad Kozakovo ulico in glavni v prerezu gorvodno od Brdnikove ulice.

Glinščica gorvodno od AC poteka pretežno po kmetijskih površinah. Ceste premošča s poddimenzioniranimi odprtinami, kar pozitivno prispeva k večji poplavni varnosti dolvodno ležečih naselij. V sedanjem stanju je AC pri nastopu stoletnih voda preplavljena na dolžini 30 m zaradi premajhnega prepusta 180 m gorvodno od AC mostu. V sklopu ureditve Glinščice za zmanjšanje poplavne ogroženosti dolvodno ležečih urbaniziranih območij je predvidena zamenjava prepusta. S tem je niveleta AC višja kot kota vode s stoletno povratno dobo.

Predvidene ureditve skupaj z izgradnjo zadrževalnika Brdnikova celostno rešujejo problematiko poplavljanja urbanih površin na celotnem povodju Glinščice. Poplavne površine doline Glinščice med Podutiško cesto in mostom pod AC predstavljajo naravno retencijo za visoke vode, zato se mora dimenzija obstoječe mostne odprtine pod AC ohraniti. Če bi se le ta povečala, načrtovane ureditve dolvodno ne bi zagotavljale predvidene poplavne varnosti.

Zaradi predvidene širitve AC bo cestni nasip med cestnimi profili P2-P28 segal v območje retencije. Vpliv na retencijski volumen je zanemarljiv, saj se bo prostornina cestnega nasipa kompenzirala z novo izkopanim avtocestnim jarkom.

***Ocenjena izpostavljenost projekta na poplave je velika.***

### **Nestabilnost tal**

Področje, po katerem poteka trasa AC Koseze – Kozarje, pripada na severnem delu Ljubljanski kotlini in obrobju Žirovsko – Škofjeloškega gričevja, južni del pa spada k Ljubljanskemu barju. V ravninskem delu poteka trasa po kvartarnih naplavinah. Le-te so razčlenjene na holocenske doline Glinščice in Gradašnice ter pleistocenske terase zahodnega vznožja Rožnika in vzhodnega vznožja griča Draveljsko brdo pred Bokalcami. Barjansko ozemlje gradijo holocenski in pleistocenski sedimenti. V obrobjem delu Barja se kažejo vplivi Gradašnice in Malega grabna, ki so občasno odlagali gruščnato prodne in gruščnato peščene zemljine. V holocenskih zemljinah je nivo podtalnice 3 do 8 m pod površino terena, ob Gradašnici je nivo

plitvejši: 2,5 do 3 m pod površjem. V pleistocenskih terasah (vkop na Brdu) so bili registrirani manjši dotoki vode ter izcejanje iz prodno gruščnatih zemljin na različnih globinah.

Trasa v začetnem poteka v nasipu višine 1,5 do 4,5 m po jezerskih in delno močvirskih usedlinah: lahko gnetnih do srednje gnetnih meljnih in mastnih glinah, peščenih in zelo stisljivih meljih, do globine 9 m. Prekriva jih v debelini 1,0 m do 2,0 m debela plast pretežno težko gnetne deluvialne glin. Pod močvirskimi usedlinami so prodno gruščni nanosi hudournikov in nanosov zameljenih drobnih prodov in peskov, v globini 15 m pa se nahaja starejši savski zasip zaglinjenih prodov v zelo gostem stanju. Podtalnica je v globini 1 do 3 m pod površino. Začetni del posega leži na močvirnatem območju SZ roba Ljubljanskega barja (Glinščica), zato so tla lahko delno tudi nestabilna.

Pododsek od podvoza za Brdo do podvoza za Bokalce trasa poteka v vkopu višine do 12 m, na krajših odsekih na levi strani AC tudi v nižjih nasipih, ko prečka obstoječe grape. Teren gradijo stare pleistocenske terase, zgrajene iz gruščno prodno peščenih zemljin v rahlem do srednje gostem stanju in glin, pretežno v težko gnetnem konsistenčnem stanju. Viseča podtalnica se pojavlja v različnih globinah, tudi nad niveleto obstoječe AC. Za odvod podzemne vode so bila med izgradnjo AC poleg obojestranskih vzdolžnih drenaž izvedena prečna drenažna rebra na razstoj 10 m, globini 1,5 m in širini 0,5m. Drenažna rebra so uspešno znižala podtalnico, tako da na območju širitve glavne trase takšni ukrepi predvidoma več ne bodo potrebni.

Trasa se v končnem postopoma spušča po do 7 m visokem nasipu v ravninski del ob Gradaščici. Dolino zapolnjujejo zgoraj prodni peščeni nanosi Gradaščice do 5 m globoko. Prekriti so z do 2 m debelo glinasto skorjo težko gnetnih do poltrdnih glin. Pod prodnatimi nanosi se nahajajo še glinasto meljno peščeni sloji z vložki organske glin v rahlem gostotnem stanju. Do razcepa Kozarje je trasa speljana v nasipu višine 1 do 3 m, po široki dolini, prekriti z nanosi Gradaščice in Malega grabna. Nanose sestavljajo drobni prodi z vložki peska in melja. Prekriti so z 2,0 m debelo glinasto skorjo težko gnetnih do poltrdnih glin. Podtalnica se nahaja od 2 m do 6 m pod površjem.

Na območju bencinskega servisa Brdo se pod površjem do globine 1,3 do 6,5 m nahaja zaglinjen prod, grušč in pesek peščenjaka, mestoma tudi s sloji glin srednje do težko gnetne konsistence, svetlo rjave in rumeno rjave barve. V večjih globinah (vse do maksimalne globine vrtanja 22 m) se nahaja zaglinjen in zameljen apnen prod.

***Ocenjena izpostavljenost projekta na nestabilnost tal je srednja.***

### **Erozija tal**

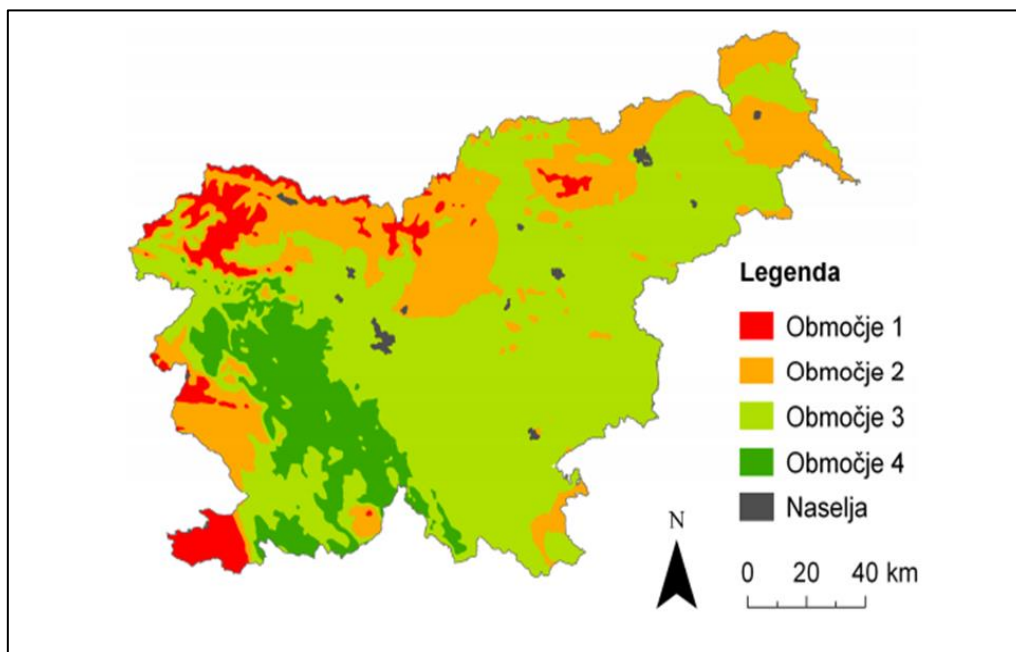
Po oceni so predvidene hitrosti pri visokih vodah v območju premostitve pri Glinščici okoli 2 m/s, kar lahko povzroči erozijsko nevarnost srednjega razreda. Pri Gradaščici so te hitrosti večje, kar v ekstremni primerih lahko povzroči erozijsko nevarnost visokega razreda (območje premostitve), glede na predvidene protipoplavne ukrepe na Malem gradnu in Gradaščici pa je za to območje ocenjena srednja izpostavljenost posega na erozijo tal.

***Ocenjena izpostavljenost projekta na erozijo je srednja.***

### **Žled**

Za žled sta najbolj kritična dela cestne infrastrukture kakovost vozišča in prometna oprema, saj je v primeru močnega žledu s poledico na cesti lahko resneje ogrožena varnost prometa. Srednje močan žled se v Sloveniji pojavlja vsakih nekaj let, močan žled, ki povzroča veliko gospodarsko škodo, pa približno na 10 do 20 let, značilen je predvsem za jugozahodno Slovenijo. Verjetnost pojavljanja žleda na območju Ljubljane (slika 10) je povzeta po dokumentu:

- <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/nesrece.pdf>



**Slika 10:** Karta območij ogroženih zaradi žleda. Obdobje 1961-2006 (vir: MOP-ARSO)

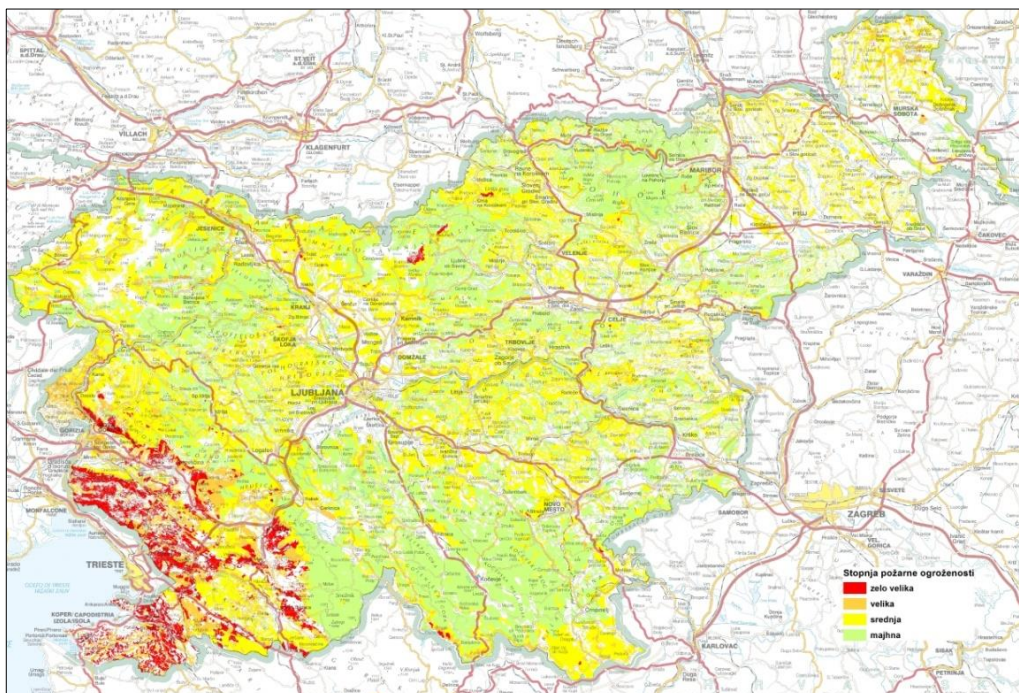
Legenda:

- Območje 1: območje, kjer se žled ne pojavlja, ali se pojavlja zelo redko in v tanjših plasteh, tako da ne povzroča škode.
- Območje 2: območje, kjer se žled sicer pojavlja, vendar zelo redko povzroči manjšo škodo (enkrat na 10 let)
- Območje 3: območje, kjer se žled pojavlja pogosto in v povprečju na 3 leta povzroči škodo.
- Območje 4: območje, kjer se žled, ki povzroča škodo, v povprečju pojavlja na 1-2 leti, razmeroma pogosto pa povzroči tudi večjo škodo.

Območje projekta leži na Območju 3, kjer se žled pogosto pojavlja in v povprečju na vsake 3 leta povzroči škodo. ***Ocenjena izpostavljenost projekta na žled je srednja.***

### **Gozdni požari**

Gozdni požari vplivajo na osnovno cestno infrastrukturo in posledično tudi na pomožno infrastrukturo, predvsem pa lahko povzročijo zastoje in prekinitev prometa. Zavod za gozdove Slovenije v skladu s 12. členom Pravilnika o varstvu gozdov (Uradni list RS, št. 114/2009) v okviru izdelave gozdnogospodarskih načrtov opravlja razvrstitev gozdov po stopnjah požarne ogroženosti v skladu z metodo iz Priloge 2 Pravilnika. Območje posega leži na območju majhne požarne ogroženosti. Razvrstitev gozdov po stopnjah požarne ogroženosti v Sloveniji je prikazana na sliki 11.



**Slika 11:** Razvrstitev gozdov po stopnjah požarne ogroženosti /14/

Na območju priključka Brdo ležijo gozdne površine (mešani, mestoma prevladujoči iglasti gozd) v neposredni bližini posega. **Ocenjena izpostavljenost projekta na požare je majhna.**

### Zmrzovanje

Glede na podatke o najnižji izmerjeni temperaturi (-23,0 °C leta 1950) projekt ni izpostavljen ekstremno nizkim temperaturam. **Ocenjena izpostavljenost projekta z vidika zmrzovanja je majhna.**

### Ocena izpostavljenosti projekta za obstoječe stanje

Na podlagi analize izpostavljenosti projekta je ocenjeno, da je projekt v obstoječem stanju:

- zelo izpostavljen poplavam,
- srednje izpostavljen ekstremnim padavinam, nevihtam, sunkom vetra, eroziji in nestabilnosti tal in žledu,
- ni izpostavljen ekstremnim temperaturam, gozdnim požarom ter zmrzovanju.

Rezultati ocene izpostavljenosti AC odsek Koseze - Kozarje na podnebne spremembe v obstoječem stanju so v tabeli 14.

**Tabela 14:** Matrika izpostavljenosti za obstoječe stanje za AC odsek Koseze - Kozarje

<i>Podnebni dejavnik</i>	<i>Izpostavljenost za obstoječe stanje</i>
Ekstremne padavine	
Ekstremne temperature	
Sunki vetra	
Nevihte	
Poplave	
Erozija tal	
Nestabilnost tal	
Gozdni požari	
Zmrzovanje	
Žled	

Legenda:

	ni izpostavljenosti
	srednja izpostavljenost
	velika izpostavljenost

### 3.6 MODUL 2B: ANALIZA IZPOSTAVLJENOSTI – PRIHODNJE STANJE

#### 3.6.1 UVOD

AC odsek Koseze – Kozarje je bila v Modulu 1 ocenjena kot na podnebne spremembe občutljiv infrastrukturni poseg. V Modulu 2a je za obstoječe stanje opredeljena velika izpostavljenost posega na poplave, srednja izpostavljenost pa na nevihte s sunki vetra, erozijo in nestabilnost tal ter žled. Glede na to, da gre za občutljiv poseg z veliko stopnjo izpostavljenosti, je skladno s Smernicami ocenjena tudi izpostavljenost posega v prihodnjem stanju, upoštevajoč pričakovane podnebne spremembe do sredine 21. stoletja.

V nadaljevanju so opisane pričakovane spremembe podnebja na območju posega, na podlagi teh podatkov in opredeljene izpostavljenosti za obstoječe stanje je bila ocenjena izpostavljenost posega za prihodnje stanje.

Ocena pričakovanih sprememb podnebja je povzeta iz dokumentov:

- Ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja za AC odsek Koseze – Kozarje, ARSO 2017 /2/
- <http://www.eea.europa.eu/themes/climate/european-climate-adaptation-platform-climate-adapt>.

#### 3.6.2 PRIČAKOVANE SPREMEMBE PODNEBJA

Dejavniki, ki vplivajo na podnebje, se delijo na naravne in človekove, pri čemer so slednji prispevali večji delež k trenutnim podnebnim spremembam in zelo verjetno bo tako tudi v prihodnje. S pomočjo določenih predpostavk o gibanju prebivalstva in ekonomsko-gospodarskem razvoju družbe lahko prek izpustov toplogrednih plinov in drugih posegov v okolje ocenimo človekov vpliv na podnebje v prihodnosti. Na tej podlagi lahko določimo možne scenarije podnebnih sprememb.

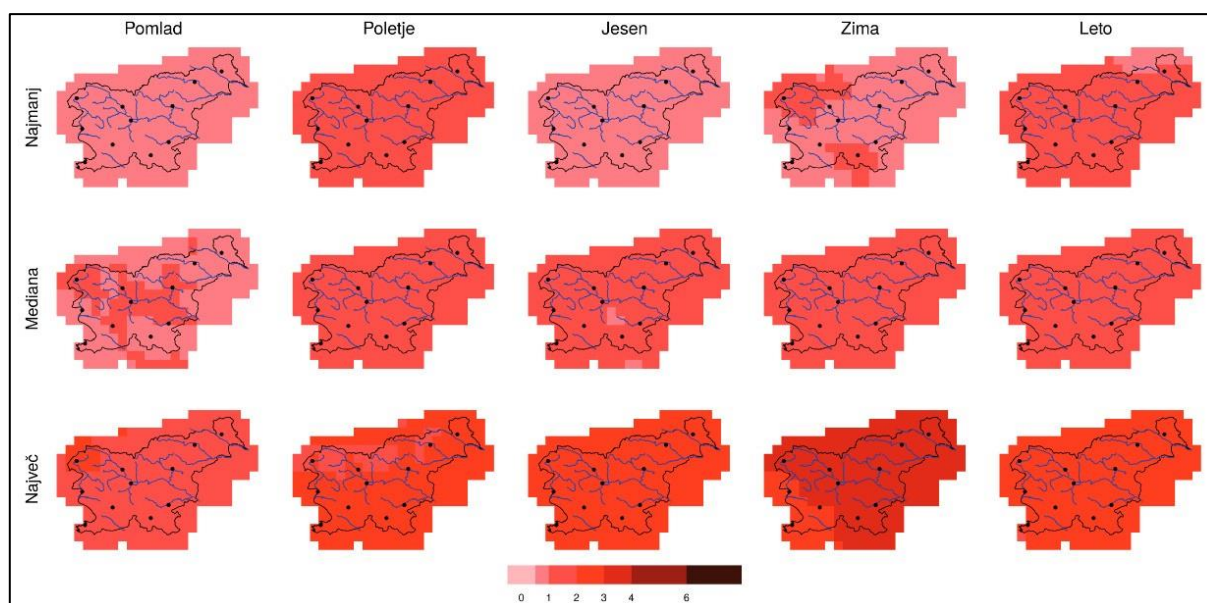
Podnebni scenarij je definiran kot verjeten in pogosto poenostavljen opis prihodnjega podnebja, ki temelji na razumljivih in smiselnih predpostavkah o povezavah med dejavniki podnebja in omogoča ocenjevanje

predvidenih posledic človeško pogojenih sprememb podnebja. Pričakovana sprememba temperatur, padavin in vetrovnih razmer za sredino 21. stoletja za Slovenijo temelji na rezultatih regionalnih podnebnih modelov projekta EuroCordex. Vodoravna ločljivost regionalnih modelov je približno 14 km, obdobje modeliranja je za večino modelov 1951–2100. Povprečne vrednosti se v klimatologiji običajno podajajo za tridesetletno obdobje. Tako so za sredino stoletja povprečne vrednosti podane za obdobje 2041–2070, ekstremne vrednosti pa so ocenjene za leto 2050.

Ocena pričakovanih podnebnih sprememb je izdelana za zmerno optimističen scenarij RCP4.5, ki predpostavlja znatne blažilne ukrepe glede izpustov toplogrednih plinov. Na ta način se upošteva tudi tveganje, da države ne bodo zmožne v celoti izpolniti zavez glede izpustov toplogrednih plinov. V primeru vseh izpolnjenih zavez bi namreč potek izpustov toplogrednih plinov sledil optimističnemu scenariju RCP2.6.

### Temperaturne razmere

Podnebni scenariji kažejo, da se bo Slovenija v prihodnosti še naprej ogrevala. V prihodnjem tridesetletnem obdobju (obdobje 2011–2040) se bo letna povprečna temperatura v primerjavi z obdobjem 1981–2010 dvignila za 1°C. Do sredine 21. stoletja (obdobje 2041–2070) se bo Slovenija na letni ravni ogrela za 2°C, pri čemer je negotovost spremembe ocenjena na 0.5°C.



**Slika 13:** Ocenjene spremembe povprečne temperature (v °C) v obdobju 2041–2070 v primerjavi z obdobjem 1981–2010, vir: MOP-ARSO /2/

Podobno kot v predhodnih treh desetletjih se tudi za prihodnje tridesetletno obdobje kaže dokaj enakomeren dvig temperature poleti, jeseni in pozimi ter nekoliko manj izražen dvig temperature spomladi (slika 13).

Najvišja in najnižja dnevna temperatura sta ocenjeni z metodo GEV. To je klasična metoda pri analizi ekstremov, ki kot podatke uporablja ekstreme izbranega dovolj dolgega časovnega obdobja.

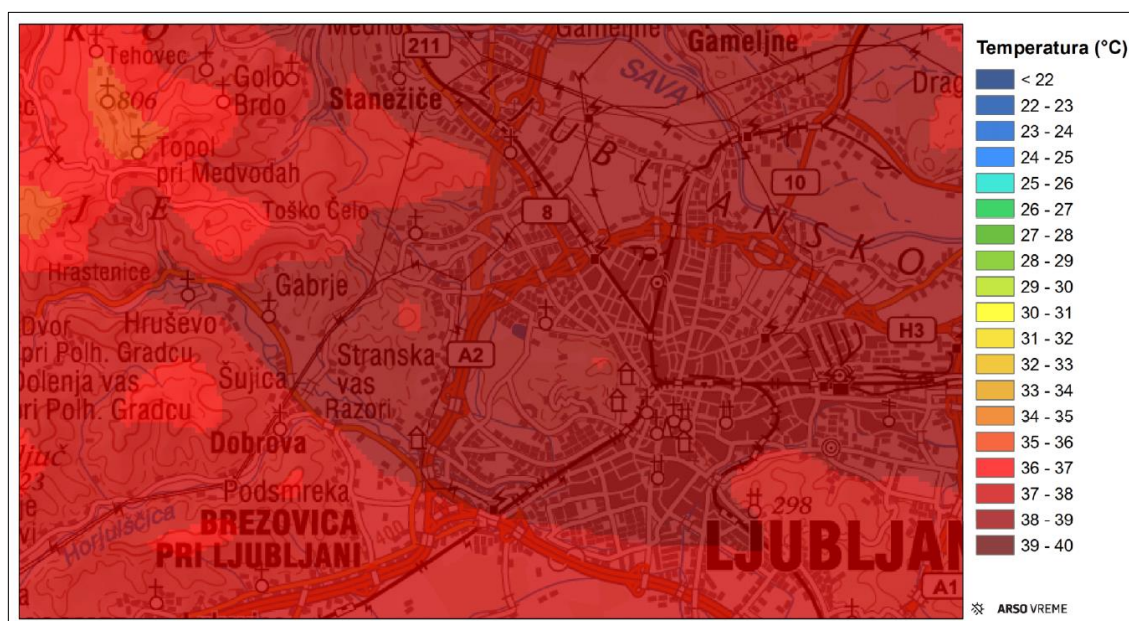
Najvišja temperatura zraka s povratno dobo 50 let na območju AC odseka Koseze – Kozarje v današnjem podnebnju (obdobje 1961–2005) znaša 37–39 °C (slika 14). Večina AC odseka poteka po coni z najvišjo temperaturo zraka s povratno dobo 50 let v intervalu 38–39 °C, medtem ko je na območju razcepa Kozarje najvišja temperatura zraka s povratno dobo 50 let za približno eno stopinjo nižja.

Na območju AC odseka Koseze – Kozarje je za najvišjo temperaturo zraka ocenjen trend 0.26 °C/desetletje, s 95-odstotnim intervalom zaupanja med 0,07 in 0,47 °C/desetletje. Za 0,26 °C na desetletje se po modelskih rezultatih povečajo vsi povratni nivoji za najvišjo temperaturo. V tabeli 15 sta podana 95-

odstotni interval zaupanja in srednja vrednost vseh modelskih ocen za najvišjo temperaturo zraka s povratno dobo 50 let leta 2050.

**Tabela 15:** Ocene za najvišjo temperaturo zraka s povratno dobo 50 let po scenariju RCP4.5 leta 2050 glede na vrednosti najvišje temperature v današnjem podnebju

Tdanes (°C)	Ocena T2050 (°C)	Srednja vrednost ocene T2050 (°C)
37–38	37,4–40,4	38,3–39,3
38–39	38,4–41,4	39,3–40,3



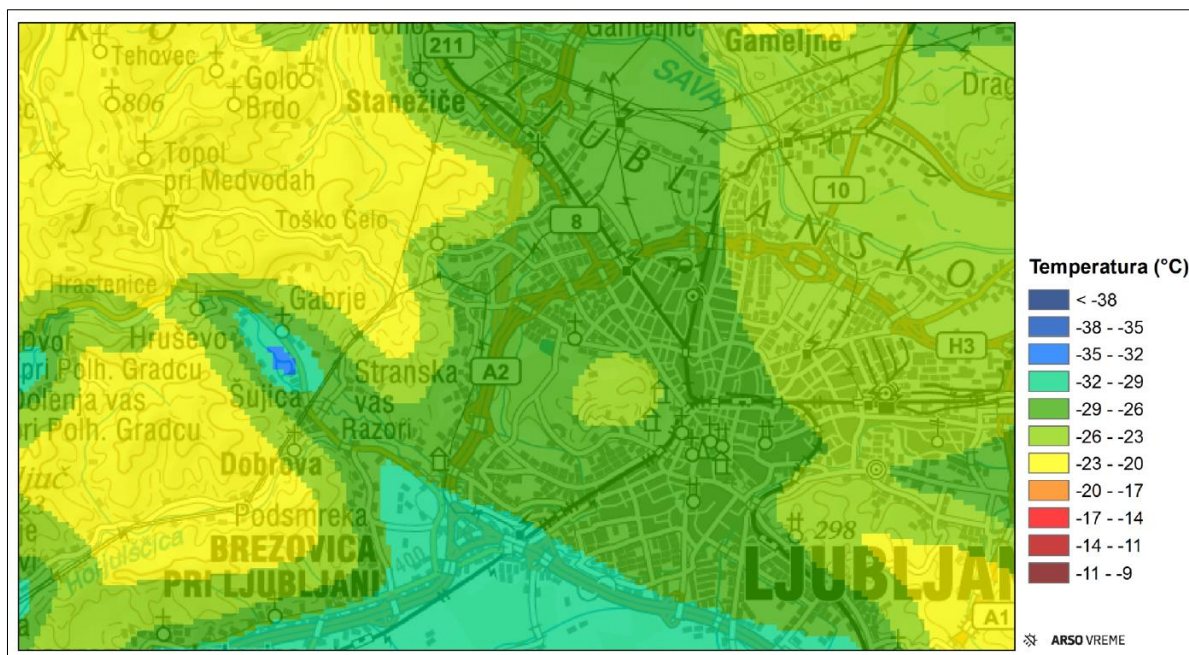
**Slika 14:** Najvišja temperatura zraka s povratno dobo 50 let (obdobje 1961–2005), vir: MOP-ARSO /2/

Najnižja temperatura zraka s povratno dobo 50 let na območju AC odseka Koseze – Kozarje je v današnjem podnebju (obdobje 1961–2005) med -32 in -26 °C (slika 15). Najnižja temperatura zraka je zelo odvisna od lokalnih značilnosti v zelo majhnem območju (oblika in pokritost terena, poseljenost, prevetrenost, ...), zato je razpon najnižje temperature na prostorsko omejenem območju relativno velik.

Za najnižjo temperaturo zraka je ocenjen trend povišanja za 0,38 °C/desetletje, s 95-odstotnim intervalom zaupanja med 0,10 in 0,67 °C/desetletje. Za 0,38 °C na desetletje se po modelskih rezultatih povečajo vsi povratni nivoji za najnižjo temperaturo, torej za več, kot najvišja temperatura. Podatki o oceni najnižje temperature zraka s povratno dobo 50 let po scenariju RCP4.5 leta 2050 glede na vrednosti najnižje temperature v današnjem podnebju so v tabeli 16.

**Tabela 16:** Ocene za najnižjo temperaturo zraka s povratno dobo 50 let po scenariju RCP4.5 leta 2050 glede na vrednosti najnižje temperature v današnjem podnebju

Tdanes (°C)	Ocena T2050 (°C)	Srednja vrednost ocene T2050 (°C)
-32 – -29	-31,5 – -25,7	-30,1 – -27,1
-29 – -26	-28,5 – -22,7	-27,1 – -24,1



**Slika 15:** Najnižja temperatura zraka s povratno dobo 50 let (obdobje 1951–2005), vir: MOP-ARSO /2/

### Padavine

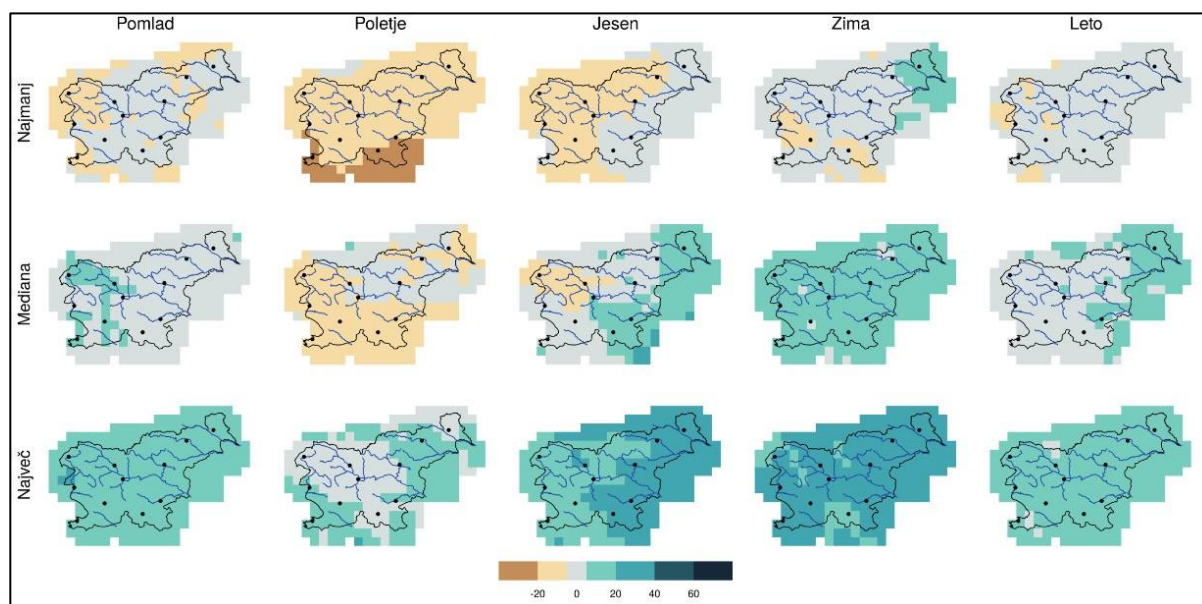
Za padavine podnebni scenariji kažejo veliko negotovost, se pa signali z odklikom v prihodnost stopnjujejo. Na letni ravni se spremembe kažejo šele v drugem tridesetletnem obdobju (2041–2070), ko se bo količina padavin povečala v vzhodni polovici Slovenije. Večje spremembe je zaznati na sezonski ravni. V zimskem času kaže, da se bo količina padavin povečala, poleti pa zmanjšala (slika 16).

Modelski rezultati regionalnih podnebnih modelov projekta EuroCordex podajajo samo dnevne vrednosti vremenskih spremenljivk, zato napovedi nalivov s krajšim trajanjem ni možno izdelati. Spremembe kratkih (15-minutnih) nalivov so ocenjene iz referenčnih študij. Trendi opazovane relativne vlažnosti kažejo, da bo relativna vlažnost v prihodnje ostala približno enaka v celotni troposferi, zato bo ozračje ob povečani temperaturi vsebovalo več absolutne vlage.

Za 20. stoletje je na osnovi spremenjene temperature zraka pri tleh ocenjeno, da se je absolutna vlažnost nad oceani povečala za 5 %. Ker padavine prihajajo večinoma iz vremenskih sistemov, ki jih poganja vsebnost vlage v ozračju, je v splošnem intenzivnost padavin narasla. S tem se je povečala verjetnost močnejših padavinskih in snežnih dogodkov. Toplejše podnebje zaradi povečane vsebnosti vlage v ozračju vodi k intenzivnejšim padavinskim dogodkom, tudi če se letna količina padavin nekoliko zmanjša. Pri povečani letni količini padavin pa je verjetnost za močnejše padavinske dogodke še večja.

Modelni rezultati regionalnih podnebnih modelov za Slovenijo kažejo, da povprečen trend v največji dnevni količini padavin znaša 0,6 mm/desetletje (z 95-odstotnim intervalom zaupanja med –0,5 in 1,6 mm/desetletje). Pri trendu povprečne temperature 0,2 °C/desetletje (modelska ocena) je ocenjena sprememba približno 2 %/°C. Za oceno sprememb količin 12-urnih padavin so ocenjene podobne spremembe kot pri enodnevnih padavinah.





**Slika 16:** Ocenjene spremembe povprečnih padavin (v %) v obdobju 2041–2070 v primerjavi z obdobjem 1981–2010, vir: MOP-ARSO /2/

Ocenjene največje 24 in 12 urne padavine s 100-letno povratno dobo za povirni (Polhograjsko hribovje) in ravninske del (Ljubljanska kotlina) Glinščice in Gradaščice v današnjem in prihodnjem obdobju so v tabeli 17. Glede na oceno se v prihodnjem obdobju količine 12 in 24 urnih padavin glede na obstoječe stanje ne bodo bistveno spremenile (povečanje za približno 3 mm).

**Tabela 17:** Ocenjene količine 12 in 24 urnih padavin s povratno dobo 100 let za povirni in ravninski del Glinščice in Gradaščice v mm

Območje	Trajanje padavin (ura)	P <sub>DANES</sub> (mm)	Ocena P <sub>2050</sub> (mm)	Srednja vrednost ocene P <sub>2050</sub> (mm)
Povirni del (Polhograjsko hribovje)	12 ur	123 mm	120-131 mm	126 mm
	24 ur	174 mm	171-182 mm	177 mm
Ravninski del (Ljubljanska kotlina)	12 ur	119 mm	116-127 mm	122 mm
	24 ur	149 mm	146-157 mm	152 mm

Analize odvisnosti 15-minutnih nalivov s povratno dobo 50 let od povprečne dnevne temperature zraka na postajah z dolgimi nizi (Ljubljana, Maribor in Kočevje) kažejo od 0 do 18 °C naraščanje višine ekstremnih padavin s stopnjo od 12 do 15 % za vsako stopinjo toplejšega ozračja.

Za analizo podnebne razmere sta za območje projekta najbolj reprezentativni postaji z meritvami jakosti nalivov:

- za povirni del Glinščice in Gradaščice (Polhograjsko hribovje) meteorološka postaja Črni vrh nad Polhovim Gradcem),
- za ravninski del Glinščice in Gradaščice (Ljubljanska kotlina) meteorološka postaja Ljubljana Kleče.

Pričakovana največja rast 15-minutnih ekstremnih padavin je do 7 %, obstaja pa velika verjetnost, da je ta stopnja dvakrat večja, torej 14 % na vsako stopinjo ogrevanja ozračja. Stopnja naraščanja povprečne temperature zraka iz modelskih rezultatov regionalnih podnebnih modelov na območju AC odseka Koseze – Kozarje znaša okrog  $0,20 \pm 0,05$  °C/desetletje. Na podlagi tega je pričakovano naraščanje v ekstremnih padavinah od 1,4 %/desetletje (po stopnji 7 %/°C) oz. 2.8 %/desetletje (po stopnji 14 %/°C).

V tabeli 18 so podane vrednosti za kratkotrajne nalive pri izbrani povratni dobi v današnjem in prihodnjem podnebnju na povirnem in ravninskem delu Glinščice in Gradaščice.

**Tabela 18:** Količina padavin (v mm), ki pade med ekstremnimi nalivi z različno povratno dobo za povirni in ravninski del Glinščice in Gradaščice za obstoječe in prihodnje podnebne

Območje	Trajanje naliva (min)	Obdobje	Povratna doba (leta)			
			2	5	25	100
Povirni del (Polhograjsko hribovje)	15	danés	15	19	25	30
		2050	16-17	20-22	27-29	32-34
	20	danés	17	22	29	35
		2050	18-19	24-25	31-33	37-40
	30	danés	20	26	35	42
		2050	21-23	28-30	37-40	45-48
	120	danés	34	43	57	68
		2050	36-39	46-49	61-65	73-78
Ravninski del (Ljubljanska kotlina)	15	danés	16	23	34	42
		2050	17-18	25-26	36-39	45-48
	20	danés	19	27	40	550
		2050	20-22	29-31	43-46	54-57
	30	danés	23	33	49	62
		2050	25-26	35-38	52-56	66-71
	120	danés	36	49	67	83
		2050	39-41	52-56	72-76	89-95

### Vetrovne razmere

Zaradi hitrejšega ogrevanja polarnih od ekvatorialnih območij in posledično manjšega gradienta temperature in tlaka, je za svetovno raven ocenjeno, da se bo povprečna hitrost vetra v celotni troposferi do konca 21. stoletja znižala do 15 %. Na nivoju Evrope relevantnih študij o spremembi povprečne hitrosti vetra ni.

Ekstremne hitrosti vetra so večinoma povezani s procesi v lokalni skali. Rezultati študij kažejo na povečanje ekstremnih hitrosti vetra v severni Evropi in njihovo zmanjšanje v južnem Sredozemlju. Za območje Slovenije sprememb ni zaznati. Ekstremni vetrovi v Sloveniji so povezani s prostorsko omejenimi vremenskimi situacijami, pri čemer najmočnejši sunki vetra zapihajo med poletnimi neurji, ki so izrazito lokalne narave. Simulacije kažejo, da v s prihodnosti lahko tudi na območju Slovenije pričakujemo večjo pogostost neurij z močnim vetrom, kljub temu bo izpostavljenost v prihodnje še vedno srednje stopnje.

### Nevihte

Negotovost scenarijev sprememb ekstremnih vremenskih dogodkov je še nekoliko večja kot pri spremembah povprečij. Na podlagi razpoložljivih podatkov je ocenjeno, da leži Slovenija v območju, kjer bodo lahko nevihte zaradi podnebnih sprememb predstavljale srednje pomemben vpliv za izpostavljenost železniške infrastrukture.

### **Poplave, erozija in plazovi**

Poplave, erozija tal in plazovi so odvisni predvsem od količine in intenzivnosti padavin. Ekstremne padavine lahko vplivajo na povečan obseg poplav, erozijo, zemeljske plazove, nestabilnosti npr. nasipov in s tem možnost povečanja povzročitve škode na infrastrukturi. Hidrološke analize in študije kažejo na porast visokih voda v zadnjih dveh desetletjih. V skladu s to opaženo spremembo je pričakovati, da so se spremenili tudi padavinski ekstremi. Najbolj očitne spremembe v teh padavinskih ekstremih so opazne poleti, ko se po vsej državi, z izjemo severozahodne Slovenije, višina teh ekstremov zmanjšuje, na velikem deležu postaj osrednje in vzhodne Slovenije tudi statistično značilno.

Na nekaterih postajah je hitrost zmanjševanja dvodnevni ekstremnih padavin zelo velika, tudi do 10 % na desetletje. Spomladi in pozimi je prostorska slika sprememb dvodnevni ekstremov bolj pestra. Spomladi je ravno obratno kot poleti, najmočnejši signal zmanjševanja dvodnevni ekstremnih padavin je na severozahodu Slovenije, proti jugu in vzhodu pa se na številnih postajah celo obrne v rahlo pozitivnega – naraščanje dvodnevni ekstremnih padavin. Jeseni je v večjem delu države opazno rahlo povečevanje dvodnevni ekstremnih padavin, pozimi sprememb ni.

Podobno sliko kaže tudi analiza padavinskih dogodkov, ko v enem dnevu pade vsaj 20 mm padavin. Spomladi in poleti se število takih dni zmanjšuje povsod po državi, vendar te spremembe niso statistično značilne. Spomladi je signal zmanjševanja manjši (le do pol dneva na desetletje) in ni statistično značilen. Poleti je signal zmanjševanja dni z vsaj 20 mm padavin večji, na nekaterih postajah je viden upad za en do dva dneva na desetletje.

Jeseni je na zahodu države še vedno zaznati signal zmanjševanja števila dni z vsaj 20 mm padavin, vendar ta signal ni statistično značilen. Nasprotno v vzhodni polovici države ni zaznati trenda zmanjševanja takšnih dni, na nekaterih postajah ima celo nasproten predznak. Pozimi je signal na severozahodu države spet negativen (zmanjševanje števila dni z vsaj 20 mm padavin), medtem ko se drugod po Sloveniji pozimi število dni z vsaj 20 mm padavin ne spreminja.

### **3.6.3 MATRIKA IZPOSTAVLJENOSTI POSEGA NA PRIHODNJE STANJE**

Izpostavljenost posega na prihodnje stanje je bila ocenjena ob upoštevanju razpoložljivih podatkov in predhodno opredeljeni izpostavljenosti v obstoječem stanju. Izpostavljenost posega na prihodnje stanje je prikazana v tabeli 19.

Glede na to, da se v prihodnosti zaradi podnebnih sprememb pričakuje predvsem več ekstremnih vremenskih pojavov, na katere je poseg izpostavljen že sedaj, je ocenjeno, da bo poseg v prihodnosti izpostavljen enakim podnebnim dejavnikom kot v obstoječem stanju:

- zelo izpostavljen poplavam,
- srednje izpostavljen nevihtam, sunkom vetra, eroziji in nestabilnosti tal in žledu,
- ni izpostavljen ekstremnim padavinam in temperaturam, gozdnim požarom ter zmrzovanju.

**Tabela 19:** Matrika izpostavljenosti za prihodnje stanje z razširitvijo AC odseka Koseze Kozarje

<i>Podnebni dejavnik</i>	<i>Izpostavljenost za obstoječe stanje</i>
Ekstremne padavine	Orange
Ekstremne temperature	Green
Sunki vetra	Orange
Nevihte	Orange
Poplave	Red
Erozija tal	Orange
Nestabilnost tal	Orange
Gozdni požari	Green
Zmrzovanje	Green
Žled	Orange

Legenda:

Green	ni izpostavljenosti
Orange	srednja izpostavljenost
Red	velika izpostavljenost

### 3.7 MODUL 3: ANALIZA RANLJIVOSTI

#### 3.7.1 MODUL 3A: ANALIZA RANLJIVOSTI – OBSTOJEČE STANJE

Ranljivost je opredeljena z matrikami glede na stopnjo občutljivosti in izpostavljenosti izhodiščnim podnebnim pogojem / sekundarnim učinkom. Izhodiščna matrika za oceno ranljivosti posega na podnebne dejavnike je v tabeli 20.

**Tabela 20:** Metodološka matrika ranljivosti

Stopnja ranljivosti		Ni	Srednja	Velika
		IZPOSTAVLJENOST		
OBČUTLJIVOST		Ni	Srednja	Velika
	Ni			
	Srednja			
	Velika			

Pri oceni ranljivosti se upošteva, da je stopnja ranljivosti srednja ali velika, če poseg vsaj deloma posega na območje z veliko ali srednjo občutljivostjo in je vsaj v delu območja posega ocenjena srednja ali velika izpostavljenost.

Ranljivost (R) se izračuna kot:

$$R = O \times I$$

kjer je [O] stopnja občutljivosti posega in [I] izpostavljenosti podnebnim dejavnikom.

Analiza ranljivosti je izdelana za vse dejavnike, na katere je poseg pomembnejše občutljiv:

- velika občutljivost:
  - o ekstremne padavine in poplave,
  - o erozija in nestabilnost tal.
- srednja občutljivost:
  - o ekstremne temperature,
  - o sunki vetra,
  - o nevihte,
  - o gozdni požari,
  - o zmrzovanje,
  - o žled.

Pri oceni ranljivosti posega za obstoječe stanje je upoštevano obstoječe stanje obravnavanega AC odseka, obstoječe naravne danosti in obstoječe klimatske razmere brez dodatnih prilagoditvenih ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti posega. Podatki o analizi ranljivosti posega na podnebne dejavnike so v tabeli 21.

***Razširitev AC odseka Koseze Kozarje je s stališča podnebnih sprememb opredeljena kot zelo ranljiva na poplave, ekstremne padavine, nestabilnost tal in erozijo, na ostale obravnavane podnebne dejavnike je ocenjena srednja ranljivost posega.***

**Tabela 21:** Matrike ranljivosti posega za obstoječe in prihodnje stanje

Ekstremne temperature	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Ekstremni sunki vetra	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Nevihte	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Poplave	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Erozija tal	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Nestabilnost tal	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Gozdni požari	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Ekstremne padavine	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Zmrzovanje	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Žed	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

### **3.7.2 MODUL 3B/1: ANALIZA RANLJIVOSTI – PRIHODNJE STANJE**

Podobno kot v pri analizi ranljivosti za obstoječe stanje je ocenjena tudi ranljivost posega z upoštevanjem podatkov o pričakovanih podnebnih spremembah v dolgoročnem obdobju. Ranljivost je opredeljena z matrikami glede na stopnjo občutljivosti in ocenjeno izpostavljenostjo za pričakovani podnebni scenarij v prihodnjem obdobju.

V prvem koraku je ovrednotena ranljivost posega brez upoštevanja prilagoditvenih ukrepov («Worst-Case» scenarij).

Skladno z ugotovitvijo, da se izpostavljenost posega z upoštevanjem pričakovanih podnebnih sprememb ne bo bistveno povečala oziroma spremenila (Modulu 2b), so matrike ranljivosti identične matrikam za obstoječe stanje. Podatki o analizi ranljivosti posega na pričakovane podnebne dejavnike v prihodnjem obdobju so v tabeli 21.

V prihodnjem obdobju je brez upoštevanja projektnih rešitev za izboljšanje prilagoditve posega na podnebne spremembe kot v obstoječem stanju ocenjena velika ranljivost posega za naslednja dejavnika:

- ekstremne padavine in poplave,
- erozija in nestabilnost tal.

Med dejavnike z opredeljeno srednjo ranljivostjo, ki lahko pomembneje vplivajo na cestno infrastrukturo, prometne povezave, koristi uporabnikov in varnost, sodijo predvsem:

- ekstremne temperature,
- sunki vetra,
- nevihte,
- gozdni požari,
- zmrzovanje, žled.

### **3.7.3 MODUL 3B/2: ANALIZA RANLJIVOSTI – PRIHODNJE STANJE Z OMILITVENIMI UKREPI**

#### **1.1.1.1 UVOD**

Območje posega je izpostavljeno poplavam, ki so predvsem posledica poteka po poplavnem območju vodotokov Glinščica, Gradaščica in Mali graben. Glede na predviden podnebni scenarij se bo intenzivnost padavin zaradi ogrevanja ozračja v prihodnjem obdobju povečala, prav tako je pričakovana večja količina padavin v dolgotrajnejših padavinskih obdobjih. Posledično se bo dolgoročno verjetnost za nastanek poplav povečala.

Osnovna analiza ranljivosti je vključevala presojo izpostavljenosti posega glede na obstoječe klimatske značilnosti?, brez upoštevanja konkretnih rešitev iz projekta (npr. predvidenih vodnogospodarskih ukrepov za zmanjšanje poplavne izpostavljenosti AC odseka in brez geotehničnih ukrepov za stabilizacijo zemljine v okolici cestnih ureditev).

V tem poglavju je na podlagi projektnih rešitev PGD /1/ ocenjena ranljivost posega glede na ocenjeno izpostavljenost posega z upoštevanjem predvidenih prilagoditvenih ukrepov, ki bodo po oceni občutno zmanjšali njegovo izpostavljenost na prevladujoče podnebne dejavnike.

### 1.1.1.2 OMILITVENI UKREPI UPOŠTEVANI V PROJEKTNIH REŠITVAH

#### Cestne ureditve

Med načrtovanjem cestnih ureditev so bili upoštevani omilitveni ukrepi, ki so navedena v tabeli 22.

**Tabela 22:** Priporočila za prilagoditev cestnih ureditev na podnebne spremembe

Vpliv	Tveganja	Ukrep
<i>Ekstremne padavine</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poplavljanje cest</li> <li>- izpodjedanje nasipov</li> <li>- posedanje tal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ povečanje kapacitete vtočnih jaškov, koritnic in linijskih kanalet ter kanalizacije zaradi pričakovanih intenzivnejših padavin</li> <li>○ ukrepi v planumu temeljnih tal</li> <li>○ potrebna je utrditev in preverjanje stabilnosti temeljnih tal</li> </ul>
<i>Veter, nevihte</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- izpostavljenost nadvozov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ uporabljajo se strožji kriteriji za obtežbo vetra glede na izkušnje in navodila upravljavca</li> <li>○ upoštevajo se aktualne podnebne podlage (SIST EN 1991-1-4:2005) z upoštevanjem ustreznih varnostnih faktorjev</li> </ul>
<i>Sprememba temperature</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zmanjšanja življenjska doba asfalta</li> <li>- nastanek kolesnic na asfaltni površini</li> <li>- raztezanje/uklon mostov</li> <li>- poškodbe materialov</li> <li>- posedanje tal</li> <li>- poškodbe temeljev</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ spodnji ustroj ceste, nasipi, oporni in podporni zidovi se izvedejo z ustreznimi materiali</li> <li>○ zgornja obrabna plast vozišča se ustrezno uredi z materiali, ki so odporni na pričakovan dvig maksimalnih temperatur</li> </ul>

Glede na projektne rešitve in pričakovane podnebne spremembe je ocenjeno, da bo vpliv pomembnih podnebnih dejavnikov na cestne ureditve naslednji:

#### Ekstremne padavine:

- Območje posega leži poplavnih in erozijskih območij, v projektni dokumentaciji so predvideni ustrezni protipoplavni ukrepi.
- Celovitejša protipoplavna zaščita bo dodatno zagotovljena s predvidenimi vodnogospodarskimi ureditvami Malega grabna in Glinščice, ki se bodo izvedla v okviru državnega in občinskega prostorskega načrta. Na podlagi projektnih rešitev je ocenjeno, da bo povišanje ekstremnih padavin povzročilo srednjo ranljivost ceste.
- Pri načrtovanju odvodnje je zaradi pričakovanih intenzivnejših padavin v prihodnosti upoštevano povečanje kapacitete vtočnih jaškov, koritnic in linijskih kanalet ter kanalizacije (za 14%).

#### Veter, nevihte:

- Glede na veliko negotovost sprememb najmočnejših vetrov je ustrezno, da se pri oceni vpliva vetra na konstrukcije izvenivojskih prehodov upoštevajo aktualne podnebne podlage (SIST EN 1991-1-4:2005) in se pri tem dodajo ustrezni varnostni faktorji.

#### Sprememba temperature:

- Načrtovana izvedba spodnjega ustroja cest in voziščne konstrukcije ter predvideni materiali in konstrukcije objektov so ustrezni. Povišanje maksimalnih temperatur ne bo imelo zaznavnih vplivov na cestne ureditve.



**Prometna in signalizacijska oprema, varnostne in protihrupne ograje**

Med načrtovanjem opreme so bili upoštevani omilitveni ukrepi, ki so navedena v tabeli 23.

**Tabela 23:** Priporočila za prilagoditev opreme na podnebne spremembe

Vpliv	Tveganja	Ukrep
<i>Ekstremne padavine</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- poplavljanje cestišča</li><li>- izpodjedanje nasipov</li><li>- posedanje tal</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o povečanje kapacitete vtočnih jaškov, koritnic in linijskih kanalet ter kanalizacije zaradi pričakovanih intenzivnejših padavin</li><li>o ukrepi v temeljenju</li><li>o potrebna je utrditev in preverjanje stabilnosti temeljnih tal</li></ul>
<i>Veter, nevihte</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- stabilnost,</li><li>- povečanje ranljivosti prometne signalizacije</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o upoštevajo se aktualne podnebne podlage (SIST EN 1991-1-4:2005) z upoštevanjem ustreznih varnostnih faktorjev</li><li>o členitev ograjnih segmentov in izogibanje daljšim, gladkim, cevastim postavitvam</li></ul>
<i>Sprememba temperature</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- poškodbe materialov</li><li>- posedanje tal</li><li>- poškodbe temeljev</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>o uporabijo se ustrezni materiali signalne in opreme</li><li>o izvede se ustrezno temeljenje</li></ul>

Glede na projektne rešitve in pričakovane podnebne spremembe je ocenjeno, da bo vpliv pomembnih podnebnih dejavnikov na opremo naslednji:

**Ekstremne padavine:**

- Določeni odseki AC so na poplavnih območjih, zato so v projektni dokumentaciji predvideni vsi potrebni ukrepi za povečanje protipoplavne zaščite. Ocenjeno je, da bo povišanje ekstremnih padavin ob upoštevanju omilitvenih ukrepov povzročilo srednjo ranljivost opreme.

**Veter, nevihte:**

- Glede na veliko negotovost sprememb najmočnejših vetrov je ustrezno, da se pri oceni vpliva vetra na naprave upoštevajo aktualne podnebne podlage (SIST EN 1991-1-4:2005) in se pri tem dodajo ustrezni varnostni faktorji.

**Sprememba temperature:**

- Uporabljeni materiali naprav imajo življenjsko dobo < 20 let. Povišanje maksimalnih temperatur ne bo imelo vplivov na opremo. Pričakovano povečanje zimskih temperatur bo imelo pozitiven učinek na stabilnost temeljev.

Oprema ima sorazmerno kratko življenjsko dobo (< 20 let), zato kljub poteku po poplavnem in erozijskem območju same prilagoditve prometne signalizacije niso potrebne. Ustrezno temeljenje prometne opreme bo zagotovljeno z geomehanskimi ukrepi.

**1.1.1.3 PODROBNEJŠA OCENA RANLJIVOSTI ZARADI EKSTREMNIH PADAVIN IN POPLAV**

Glinščica gorvodno od AC poteka pretežno po kmetijskih površinah. Ceste premošča s poddimenzioniranimi odprtinami, kar pozitivno prispeva k večji poplavni varnosti dolvodno ležečih naselij. V sedanjem stanju je AC pri nastopu stoletnih voda preplavljena na dolžini 30 m zaradi premajhnega prepusta 180 m gorvodno od AC mostu. V sklopu ureditve Glinščice je predvidena zamenjava tega poddimenzioniranega prepusta. S tem ukrepom bo kota vode s stoletno povratno dobo že nižja od nivelete AC (vendar s premajhno varnostno višino).

Predvidene ureditve skupaj z izgradnjo zadrževalnika Brdnikova celostno rešujejo problematiko poplavljanja urbanih površin na celotnem povodju Glinščice. Poplavne površine doline Glinščice med Podutiško cesto in mostom pod AC predstavljajo naravno retencijo za visoke vode, zato se mora dimenzija

obstoječe mostne odprtine pod AC ohranjati. Če bi se le ta povečala, načrtovane ureditve dolvodno ne bi zagotavljale predvidene poplavne varnosti.

Zaradi predvidene širitve AC bo cestni nasip med cestnimi profili P2-P28 segal v območje retencije. Vpliv na retencijski volumen je zanemarljiv, saj se bo prostornina cestnega nasipa kompenzirala z novo izkopanim avtocestnim jarkom.

Pričakovati je, da se bo intenziteta kratkotrajnih padavin povečevala, kar bo vplivalo na pogostejši pojav visokih voda večjih povratnih dob. Zaradi zagotavljanja prepisane protipoplavne varnosti in zaradi ustrežnejše odvodnje, je niveleta AC na kritičnem odseku dvignjena za do 30 cm. Tako je najnižja kota roba vozišča na 301,597 m n.v. in tako 1,00 m nad gladino stoletnih voda.

Tudi v primeru nastopa poplav s petstoletno povratno dobo cestišče AC ne bo preplavljeno.

Voda s cestišča se zbira v vodotesnem avtocestnem jarku, ki poteka vzdolžno z AC ali ob nižje ležečem robniku in se odvaja v kanalet z linijsko rego ter naprej s kanalizacijo.

Pri povratnih dobah večjih od 5 let se voda s cestišča preliva preko robnikov po bankini. Glede na podnebne spremembe je pričakovati, da bo pogosteje prišlo do preliivanja. Kratkotrajne padavine s povratno dobo večjo od 5 let v vsakem primeru (ne glede na trend) odtečejo z delnim zadrževanjem na vozišču oz. z delnim (v časovnem smislu) preliivanjem preko robničenega roba na nižji teren.

Zaradi povečanih padavin bo potrebno v zadrževalnikih zadržati več vode, kar je v okviru rešitev že upoštevano z dvigom nivelete AC in dvigom brežin jarkov, kar posredno pomeni tudi povečanje volumna jarkov, ki služi za zadrževanja padavin. V primeru oviranega iztoka padavinskih voda v odvodnik Glinščico se bo lastna padavinska voda, preden bo odtekla, začasno zadržala v AC jarkih.

Zaradi pričakovanih podnebnih sprememb v prihodnjem obdobju je pri načrtovanju odvodnje skladno s strokovno podlago Ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja za AC odsek Koseze - Kozarje, ARSO, maj 2017, upoštevana količina kratkotrajnih 5 letnih 5 minutnih padavin povečana za 14 % na 448 l/(s ha). Te padavine so merodajne za dimenzioniranje vtočnih jaškov, koritnic in linijskih kanalet z rego.

Podobno so za 14 % povečane tudi 10-30 min padavine, ki so merodajne za dimenzioniranje kanalizacije.

**Posledično je bil na trasi AC, kjer je odvodnja zasnovana s kanalizacijo, ustrezno povečan premer cevi za eno stopnjo, kar npr. pomeni iz DN 500 mm na DN 600 mm in podobno. Vtočni elementi - koritnice in kanalet ostajajo nespremenjene.**

**S tem bo odvodnja AC zagotavljala normalno prevoznost s predpisano varnostjo pred preplavljanjem.**

**Z upoštevanjem predvidenih ukrepov je izpostavljenost posega na ekstremne padavine in poplave ocenjena kot majhna.**

#### 1.1.1.4 PODROBNEJŠA OCENA RANLJIVOSTI ZARADI EROZIJE IN NESTABILNOSTI TAL

Področje, po katerem poteka trasa AC Koseze – Kozarje, pripada na severnem delu Ljubljanski kotlini in obrobju Žirovsko – Škofjeloškega gričevja, južni del pa spada k Ljubljanskemu barju. V ravninskem delu poteka trasa po kvartarnih naplavinah, te pa so razčlenjene na holocenske doline Glinščice in Gradaščice ter pleistocenske terase zahodnega vznožja Rožnika in vzhodnega vznožja griča Draveljsko brdo pred Bokalcami. Barjansko ozemlje gradijo holocenski in pleistocenski sedimenti. V obrobnem delu Barja se kažejo vplivi Gradaščice in Malega grabna, ki so občasno odlagali gruščnato prodne in gruščnato peščene zemljine.

Po podatkih Geološko-geotehničnega elaborata (Elea IC, št. 9.02a) na območju trase v projektu PGD ni predvidenih večjih dodatnih ukrepov glede erozijske zaščite, vse predvidene širitve nasipov in vkopov bodo izvedene v enakem naklonu kot obstoječi, kar se na terenu izkazuje za stabilno. Vse nasipe in vkope pa bo potrebno v času izvedbe sprotno humusirati in zatraviti. Ustrezno erozijsko bodo zaščiteni tudi temelji in oporniki premostitvenih objektov.

Na območju bencinskega servisa Brdo je predvidena izvedba brežine s tehnologijo armirane brežine. Na območju med prečnima prerezoma ACA2 64 in ACA2 67 je predviden ali podporni zid PZ-1 višine 3,5 m in dolžine 32 m, ki bo opiral nasip na tem območju ali tlakovanju brežine.

**Z upoštevanjem predvidenih geološko-geomehanskih ukrepov je izpostavljenost posega na nestabilnost in erozijo tal ocenjena kot majhna.**

#### 1.1.1.5 MATRIKE PONOVLJENE OCENE RANLJIVOSTI ZA PRIHODNJE STANJE

V okviru projektne dokumentacije PGD bodo po oceni predvidene vse potrebne vodnogospodarske ureditve, zaradi katerih se poplavna ogroženost bližnjih poselitvenih območij ter cestne infrastrukture ne bo poslabšala. V projektni dokumentaciji bodo predvideni tudi vsi potrebni geološko-geomehanski ukrepi, ki bodo izboljšali stabilnost na območju posega, s predvidenimi ukrepi pa se bo zagotovila tudi večja odpornost posega na erozijo.

Podobno kot v Modulu 3b je ocenjena ranljivosti posega za prihodnje stanje z upoštevanjem predvidenih prilagoditvenih ukrepov. Pri tem je ocenjeno, da bo ***izpostavljenost posega na ekstremne padavine, poplave in nestabilnosti tal ter posredno na erozijo z upoštevanjem predvidenih projektnih rešitev majhna.*** Podatki o ponovljeni analizi ranljivosti posega na pričakovane podnebne dejavnike v prihodnjem obdobju z upoštevanjem projektnih rešitev so v tabeli 24.

Z upoštevanjem prilagoditvenih ukrepov predvidenih v projektu PGD za AC odsek Koseze – Kozarje je ocenjeno, da bo izpostavljenost projekta na poplave majhna, posledično pa je v splošnem ocenjena srednja ranljivost projekta. Srednja ranljivost je z upoštevanjem projektnih rešitev ocenjena za naslednje dejavnike:

- ekstremne padavine,
- poplave,
- erozija in nestabilnost tal,
- ekstremne temperature,
- sunki vetra,
- nevihte,
- gozdni požari,
- zmrzovanje,
- žled.

Projekt je izpostavljen tudi gozdnim požarom, žledu in zmrzovanju, vendar glede na to, da je izpostavljenost projekta tem dejavnikom srednja ali majhna, nadaljnja analiza za te dejavnike ni potrebna.

***Z upoštevanjem ukrepov, predvidenih v projektu PGD za AC odsek Koseze – Kozarje, je v splošnem ocenjena srednja ranljivost projekta.***

**Tabela 24:** Matrike ponovljene ocene ranljivosti posega za prihodnje stanje z upoštevanjem ukrepov

Ekstremne temperature	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Ekstremni sunki vetra	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Nevihte	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Poplave	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Erozija tal	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Nestabilnost tal	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Gozdni požari	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Ekstremne padavine	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Zmrzovanje	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

Žled	IZPOSTAVLJENOST			
OBČUTLJIVOST		Ni/Majhna	Srednja	Velika
	Ni/Majhna			
	Srednja			
	Velika			

### 3.8 MODUL 4: OCENA TVEGANJA

#### 3.8.1 UVOD

Ocena tveganja je izvedena preko ocenjevanja verjetnosti pojavov in ocenjenih posledic pojavov, povezanih z nevarnostmi, opredeljenimi v analizi izpostavljenosti (Modul 2) in analizi ranljivosti (Modul 3), s poudarkom na prepoznavanju tveganj, ki so povezana z ocenjeno pomembnejšo ranljivostjo posega v Modulu 3b.

Glede na rezultate analize ranljivosti projekta so obravnavana naslednja področja:

- ekstremne padavine in poplave,
- erozija in nestabilnost tal,
- nevihte povezane z ekstremni sunki vetra,
- ekstremne temperature.

#### 3.8.2 METODOLOGIJA OCENE TVEGANJA

Metodologija ocene tveganja sledi Smernicam in opredeljuje oceno posledic kot:

- 1- nepomembne (insignificant)
- 2- majhne (minor)
- 3- srednje (moderate)
- 4- velike (major)
- 5- uničujoče (catastrophic)

**Tabela 25:** Matrika ocene posledic pojava

	1	2	3	4	5
	nepomembne	majhne	srednje	velike	uničujoče
Opis	Minimalen vpliv, ki se izniči skozi normalno delovanje.	Dogodek, ki vpliva na projektno delovanje in ima lokalni vpliv z začasnim trajanjem.	Resen dogodek, ki zahteva dodatne ukrepe za uravnavanje delovanja in se kaže v zmernem vplivu.	Kritičen dogodek, ki zahteva izvenserijsko prilagoditev, ki se odraža v prostorsko večjem obsegu ali časovno daljšem vplivu.	Nesreča s potencialom, da se delovanje ustavi ali poškoduje infrastruktura in ustvari večjo in dolgotrajno škodo.

Verjetnost posameznega pojava je ocenjena po naslednji lestvici:

- 1- redko (rare)
- 2- malo verjetno (unlikely)
- 3- možno (possible)
- 4- verjetno (likely)
- 5- zagotovo (almost certain)

**Tabela 26:** Matrika ocene verjetnosti pojava

	1	2	3	4	5
	redko	malo verjetno	možno	verjetno	zagotovo
Opis	Velika verjetnost, da se dogodek ne zgodi.	V okviru sedanjih informacij in postopkov se pojav verjetno ne bo zgodil.	Dogodek se dogaja v podobnih okoljih in razmerah.	Dogodek se bo zgodil z večjo verjetnostjo kot neverjetnostjo.	Dogodek se bo skoraj zagotovo zgodil, možno tudi večkrat.

Podrobnejša metodologija določanja posledic in verjetnosti je navedena v nadaljevanju za vsako področje posebej. Tveganje je opredeljeno skladno z matriko, kot jo opredeljujejo Smernice v Annex VI: Example risk matrix.

**Tabela 27:** Matrika ocene tveganja

	Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Zagotovo
Posledica		1	2	3	4	5
Neznatno	1	1	2	3	4	5
Majhno	2	2	4	6	8	10
Srednje	3	3	6	9	12	15
Veliko	4	4	8	12	16	20
Uničujoče	5	5	10	15	20	25

**Legenda:**

1-3	Zanemarljivo tveganje
4-6	Majhno tveganje
7-10	Zmerno tveganje
11-17	Veliko tveganje
18-25	Izjemno tveganje

Pri oceni tveganja zaradi povečanja intenzivnih padavin, hitrosti vetra in maksimalnih temperatur so bili uporabljeni podatki o obstoječi izpostavljenosti in pričakovanih podnebnih scenarijih. Ocena tveganja je opisana za vsak segment ločeno.

### 3.8.3 OCENA TVEGANJA ZARADI EKSTREMNIH PADAVIN IN POPLAV IN PADAVIN

Verjetnost pojavljanja povečanih kratkotrajnih in dolgotrajnih nalivov je v podnebnem scenariju ocenjen kot **verjeten** (pričakovano naraščanje v ekstremnih padavinah je med 1.4 in 2.8% na desetletje).

Ocena posledic na cestno konstrukcijo je **majhna**, saj načrtovane vodnogospodarske ureditve v okviru projekta PGD ter državnih in občinskih prostorskih načrtih za zagotovitev večje poplavne varnosti Malega grabna in Glinščice skoraj v celoti izboljšujejo poplavne razmere obravnavanega območja, pri tem pa ne povzročajo bistvenega negativnega vpliva na odtočne razmere. Dodatni prilagoditveni ukrep je zagotavljanje večje kapacitete odvodnje in kanalizacije, pri čemer je glede na pričakovane podnebne spremembe upoštevana 14% večja intenziteta kratkotrajnih padavin.

Ocena posledic na prometno signalizacijo in protihrupno zaščito je **majhna**. Prometna signalizacija in protihrupne ograje so načrtovani za odpornost na predvidene padavinske razmere. Poplavna območja lahko v manjši meri ali posredno vplivajo na stabilnost zemljine in temeljenje.

### 3.8.4 OCENA TVEGANJA ZARADI EROZIJE IN NESTABILNOSTI TAL

Verjetnost erozijskih in plazovitih tveganj je glede na model ocenjen kot **možen**. Ocena posledic na cestno konstrukcijo je glede na izpostavljenost eroziji v kombinaciji s pričakovanim naraščanjem intenzivnih padavin in temperatur **srednja**.

Ocena posledic na prometno signalizacijo in protihrupne ukrepe je **majhna**. Tovrstna infrastruktura je načrtovana za odpornost na tovrstne zunanje vplive. Zaradi nestabilnih tal in erozije lahko mestoma pride do posrednega vpliva na stabilnost zemljine in temeljev prometne signalizacije in protihrupnih ograj.

### 3.8.5 OCENA TVEGANJA ZARADI HITROSTI/SUNKOV VETRA

Napovedi za podnebne spremembe predvidevajo v prihodnosti več ekstremnih dogodkov. Pogostejše pojavljanje maksimalnih hitrosti vetra glede na obstoječe razmere (ob upoštevanju pomanjkljivih podatkov za maksimalne hitrosti vetra in načela previdnosti) je ocenjeno s *srednjo stopnjo verjetnosti*.

Ocena posledic na cestno konstrukcijo je *neznatna*, saj so rešitve v projektu prilagojene na tovrstna tveganja že v obstoječem stanju maksimalne hitrosti vetra ob upoštevanju vseh varnostnih faktorjev. Poleg tega je bilo ugotovljeno že v predhodnih poglavjih, da maksimalna hitrost vetra lahko vpliva na pomožno infrastrukturo, zato so posledice maksimalne hitrosti vetra dogodek, ki vpliva na normalno obratovanje AC, majhne, vplivi pa so lokalni in začasne narave.

Ocena posledic na prometno signalizacijo in protihrupne ograje je *majhna*. Tovrstna infrastruktura je načrtovana za odpornost na veter, a zaradi možnih situacij utrujenosti materiala lahko izjemoma pride do lokalnega in začasnega škodnega dogodka.

### 3.8.6 OCENA TVEGANJA ZARADI EKSTREMNIH TEMPERATUR

Verjetnost pojavljanja povečanih maksimalnih temperatur (od +0,4 do +1,4 °C s povratno dobo 50 let za obdobje 2050) na območju posega je ocenjena kot *zagotovo* (95% interval zaupanja). Z enako stopnjo verjetnosti model napoveduje dvig minimalnih temperatur (od +0,5 do +3,3 °C s povratno dobo 50 let za obdobje 2050).

Ocena posledic na cestno konstrukcijo je *majhna*, saj predvideno povečanje maksimalne temperature skladno s sedanjimi tehničnimi normativi in po dostopnih podatkih bistveno ne vpliva na lastnosti materiala in konstrukcij. Obenem povišanje minimalnih temperatur ugodno vpliva na stabilnost temeljenja in erozijske lastnosti tal.

Ocena posledic na prometno signalizacijo in protihrupne ograje je *majhna*. Določeni materiali in premazi so dovzetni na visoke temperature in temperaturna nihanja, a je obratovalni cikel dovolj pogost za normalno delovanje signalizacije.

### 3.8.7 SKUPNA OCENA TVEGANJA

Skupna ocena tveganj je vrednotena za naslednje okoljske prvine:

- ekstremne padavine in poplave,
- erozija in nestabilnost tal,
- nevihte povezane z ekstremni sunki vetra in intenzivnimi padavinami,
- ekstremne temperature.

Skupna ocena tveganja je izvedena ločeno za vsak infrastrukturni sklop:

- cestne ureditve,
- prometna oprema in protihrupna zaščita.

Skupna ocena tveganja razširitve AC odseka Koseze Kozarje na podnebne spremembe je z upoštevanjem predvidenih prilagoditvenih ukrepov, ki so vključeni v projektno dokumentacijo, naslednja:

- povečanje intenzivnosti padavin in z njimi povezanih poplavnih območij ter povečanja maksimalnih poletnih temperatur na izpostavljenost posega je ocenjeno z zmernim tveganjem,
- vpliv pričakovanih vetrnih razmer, erozije in nestabilnosti tal na izpostavljenost projekta je ocenjeno z majhnim tveganjem.

Ob upoštevanju predpisanih standardov in veljavne zakonodaje s področja projektiranja je bilo ugotovljeno, da so potrebni ukrepi zaradi predpisanih standardov in zakonodaje že del projektne dokumentacije PGD. Na podlagi opredelitve tveganj na podnebne spremembe pa so bila med načrtovanjem cestnih ureditev upoštevana dodatna priporočila, ki so podana v modulu 5 (Prilagoditveni ukrepi).

**Tabela 28:** Skupna ocena tveganja – cestne ureditve

	Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Zagotovo
Posledica		1	2	3	4	5
Neznatno	1			Sunki vetra		
Majhno	2			Erozija/nest. tal	Padav./poplave	Temperatura
Srednje	3					
Veliko	4					
Uničujoče	5					

**Tabela 29:** Skupna ocena tveganja –prometna signalizacija in protihrupne ograje

	Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Zagotovo
Posledica		1	2	3	4	5
Neznatno	1					
Majhno	2			Veter / erozija / nestabilnost tal	Padav./poplave	Temperatura
Srednje	3					
Veliko	4					
Uničujoče	5					

**Tabela 30:** Skupna ocena tveganja razširitve AC odseka Koseze – Kozarje na podnebne spremembe

	Verjetnost	Redko	Malo verjetno	Možno	Verjetno	Zagotovo
Posledica		1	2	3	4	5
Neznatno	1					
Majhno	2			Veter / erozija / nestabilnost tal	Padav./poplave	Temperatura
Srednje	3					
Veliko	4					
Uničujoče	5					



### 3.9 MODUL 5: PRILAGODITVENI UKREPI

Ocena tveganja izhaja iz projektnih rešitev razširitve AC odseka Koseze – Kozarje ter obstoječih in pričakovanih podnebnih sprememb. V projektni dokumentaciji PGD so upoštevani predpisani standardi in vsa veljavna zakonodaja za načrtovanje cestne infrastrukture. Ob poznavanju obstoječih razmer je že med načrtovanjem posega bila posebna pozornost namenjena potencialno problematičnim vplivom okolja kot so poplave in z njimi povezana nestabilnost tal in erozija, intenzivne padavine zaradi zagotavljanja ustrezne odvodnje ter ekstremni vetrovi in temperature.

V modulu 5 so navedeni prilagoditveni ukrepi za podnebne dejavnike, za katere se je izkazalo, da predstavljajo srednje podnebno tveganje za poseg. Mnenja projektantov o izhodiščnih za načrtovanje odpornosti posega na podnebne spremembe so v prilogi (poglavje P.2).

***Ob upoštevanju predpisanih standardov in veljavne zakonodaje s področja projektiranja je bilo ugotovljeno, da posebni prilagoditveni ukrepi z izjemo povečanja kapacitete odvodnje in kanalizacije zaradi podnebnih sprememb pri projektu niso potrebni.***

Zaradi pričakovanih podnebnih sprememb je pričakovati, da se bo intenziteta kratkotrajnih padavin povečevala, kar bo vplivalo na pogostejši pojav visokih voda večjih povratnih dob. Zaradi zagotavljanja prepisane protipoplavne varnosti in zaradi ustrežnejše odvodnje, je niveleta AC na kritičnem odseku dvignjena za do 30 cm. Tako je najnižja kota roba vozišča na 301,597 m n.v. in tako 1,00 m nad gladino stoletnih voda.

Voda s cestišča se zbira v vodotesnem avtocestnem jarku, ki poteka vzdolžno z AC ali ob nižje ležečem robniku in se odvaja v kanalet z linijsko rego ter naprej s kanalizacijo. Pri povratnih dobah večjih od 5 let se voda s cestišča preliva preko robnikov po bankini. Glede na podnebne spremembe je pričakovati, da bo pogosteje prišlo do preliivanja. Zaradi povečanih padavin bo potrebno v zadrževalnikih zadržati več vode, kar je v okviru rešitev že upoštevano z dvigom nivelete AC in dvigom brežin jarkov, kar posredno pomeni tudi povečanje volumna jarkov, ki služi za zadrževanja padavin. V primeru oviranega iztoka padavinskih voda v odvodnik Glinščico se bo lastna padavinska voda, preden bo odtekla, začasno zadržala v AC jarkih.

***Zaradi pričakovanih podnebnih sprememb v prihodnjem obdobju je pri načrtovanju odvodnje upoštevana količina kratkotrajnih 5 letnih 5 minutnih padavin povečana za 14 % na 448 l/(s ha). Te padavine so merodajne za dimenzioniranje vtočnih jaškov, koritnic in linijskih kanalet z rego. Podobno so za 14 % povečane tudi 10-30 min padavine, ki so merodajne za dimenzioniranje kanalizacije.***

Posledično je potrebno na trasi AC, kjer je odvodnja zasnovana s kanalizacijo, ustrezno povečati premer cevi za eno stopnjo, kar npr. pomeni iz DN 500 mm na DN 600 mm in podobno. Vtočni elementi - koritnice in kanalet ostajajo nespremenjene. S tem bo odvodnja AC zagotavljala normalno prevoznost s predpisano varnostjo pred preplavljanjem.

## 4 SKLEPNA OCENA

V okviru izdelave projektne dokumentacije za razširitev AC odseka Koseze – Kozarje je izdelana ocena tveganja z namenom priprave vseh potrebnih ukrepov za zagotovitev odpornosti posega na pričakovane podnebne spremembe. Ocena tveganja vključuje analizo občutljivosti, izpostavljenosti, ranljivosti in tveganja posega na podnebne spremembe upoštevajoč razpoložljive podatke glede na predstavljene in pričakovane scenarije podnebnih sprememb v Sloveniji in na območju posega.

Zmanjševanje emisij toplogrednih plinov iz prometa se uvršča med prednostne naloge Strategije razvoja prometa v Republiki Sloveniji. Dolgoročni cilj je zmanjšanje emisij toplogrednih plinov iz sektorja prometa do leta 2050 najmanj za polovico. Za to bodo aktivnosti usmerjene v uveljavljanje nizkoogljičnih tehnologij in trajnostnega prevoza.

V obstoječem stanju leta 2015 je AC obremenjena med 67.700 in 75.300 vozil/dan, pri čemer dosega dnevno število vozil z maso nad 3,5t med 5.400 in 5.600. Do leta 2030 se bo gostota prometa na AC odseku Koseze – Brdo povečala do 90.400 vozil/dan in na AC odseku Brdo – Kozarje do 80.860 vozil/dan, pri čemer bo prevladoval osebni promet (92%). Ocenjene emisije na AC odseku Koseze – Kozarje dosegajo v obstoječem stanju 11.992 ton/leto ekvivalenta CO<sub>2</sub>, v planskem obdobju leta 2030 pa bodo po oceni dosegale 10.680 ton ekvivalenta CO<sub>2</sub>. Skupna emisija CO<sub>2</sub> se bo v letu 2030 glede na izhodiščno leto 2015 zaradi pričakovane posodobitve voznega parka v prihodnje ne glede na predviden porast prometa zmanjšala za 11%.

Skladno s Strategijo razvoja prometa v Republiki Sloveniji je treba ukrepe prometne politike načrtovati na način, ki je gospodaren z viri, kar med drugim pomeni, da zagotavlja ustrezno obravnavo občutljivosti prometne infrastrukture na podnebne spremembe ter naravne nesreče in nesreče, ki jih povzroči človek. Novogradnje prometne infrastrukture morajo skladno s Strategijo vsebovati vse potrebne ukrepe za zmanjševanje ali preprečevanje posledic podnebnih sprememb, predvsem tistih, ki jih povzročajo ekstremni vremenski dogodki (poplave, izraziti nalivi, visoke temperature, orkanski veter, plazenje tal, ...).

Osrednjeslovenska regija spada zaradi večje poplavne ogroženosti med zelo izpostavljena območja na podnebne spremembe, medtem ko je zaradi večje prilagoditvene sposobnosti za širše območje Ljubljane ocenjena srednja ranljivost regije na podnebne spremembe.

Cestna infrastruktura je občutljiva predvsem na ekstremne nevihte in z njimi povezane intenzivne padavine ter posledično poplave, nestabilnosti tal in erozijo, v manjši meri tudi na močne sunke vetra, ekstremne temperature in zmrzovanje. Po oceni bodo vplivi zaradi ekstremnih padavin in vročine na območju Južne in Srednje Evrope srednje negativni do leta 2025 in visoko negativni do leta 2080. Cestna infrastruktura, ki je vključena v poseg, je občutljiva predvsem na naslednje podnebne dejavnike:

- velika občutljivost: ekstremne padavine in z njimi povezane poplave, zemeljske plazove in erozijo tal,
- srednja občutljivost: nevihte in z njimi povezanimi sunki vetra ter ekstremne temperature ter z njimi povezanimi požari, zmrzal in žled.

Ocena izpostavljenosti posega temelji na podatkih o razmerah na obstoječem odseku AC Koseze – Kozarje, na podlagi opredeljene občutljivosti po posameznem dejavniku pa je bila ocenjena izpostavljenost posega glede na razmere v obstoječem stanju ter glede na pričakovane podnebne spremembe v prihodnosti. Podrobnejša analiza izpostavljenosti je izvedena za podnebne dejavnike, za katere je bil poseg ocenjen kot srednje in visoko občutljiv (poplave, nestabilnost in erozijo tal, nevihte s sunki vetra in intenzivnimi padavinami, ekstremne temperature, odpornost proti zmrzovanju, žled).

Na podlagi analize izpostavljenosti posega je ocenjeno, da je poseg v obstoječem stanju:

- zelo izpostavljen poplavam,
- srednje izpostavljen ekstremnim padavinam, nevihtam, sunkom vetra, eroziji in nestabilnosti tal, suši in žledu,
- ni izpostavljen ekstremnim temperaturam, gozdnim požarom ter zmrzovanju.

Glede na to, da se v prihodnosti zaradi podnebnih sprememb pričakuje predvsem več ekstremnih vremenskih pojavov, na katere je poseg izpostavljen že sedaj, je ocenjeno, da bo poseg v prihodnosti izpostavljen enakim podnebnim dejavnikom kot v obstoječem stanju.

Pri oceni ranljivosti posega za obstoječe stanje je upoštevano obstoječe stanje obravnavanega AC odseka, obstoječe naravne danosti in obstoječe klimatske razmere, za prihodnje stanje pa je ranljivost posega ocenjena glede na /ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja (ARSO 2017). Skladno z ugotovitvijo, da se izpostavljenost posega z upoštevanjem pričakovanih podnebnih sprememb ne bo bistveno povečala oziroma spremenila, je ocena ranljivosti za prihodnje stanje identična oceni ranljivosti za obstoječe stanje.

Pri presoji je opredeljeno, ali je ranljivost opredeljena za infrastrukturo (cesta, premostitveni objekti, nadvozi ...), ali za pomožno infrastrukturo (prometna signalizacija...). Pri končni oceni ranljivosti so upoštevani prilagoditveni in omilitveni ukrepi za izboljšanje poplavne in erozijske varnosti ter zagotavljanja stabilnosti tal na celotnem območju posega, ki so predvideni v projektni dokumentaciji.

V prihodnjem obdobju je brez upoštevanja prilagoditvenih ukrepov kot v obstoječem stanju ocenjena velika ranljivost posega za poplave, intenzivne padavine, nestabilnost tal in erozijo. Med dejavnike z opredeljeno srednjo ranljivostjo, ki lahko pomembneje vplivajo na cestno infrastrukturo, prometne povezave, koristi uporabnikov in varnost sodijo predvsem nevihte povezane z ekstremni sunki vetra in ekstremne temperature.

V okviru projektne dokumentacije PGD so predvidene vse potrebne vodnogospodarske ureditve, zaradi katerih se poplavna ogroženost bližnjih poselitvenih območij ter cestne infrastrukture ne bo poslabšala, zagotovljeni so tudi vsi potrebni ukrepi za ustreznost odvodnje s cestišča. Pri načrtovanju odvodnje je zaradi pričakovanih intenzivnejših padavin v prihodnosti upoštevano povečanje kapacitete vtočnih jaškov, koritnic in linijskih kanalet ter kanalizacije (za 14%). V projektni dokumentaciji so predvideni tudi vsi potrebni geološko-geomehanski ukrepi, ki bodo izboljšali stabilnost na območju posega, s predvidenimi ukrepi pa se bo zagotovila tudi večja odpornost posega na erozijo.

Z upoštevanjem predvidenih prilagoditvenih ukrepov predvidenih v projektni dokumentaciji PGD je ocenjeno, da bo izpostavljenost posega na ekstremne padavine in posledično na poplave, nestabilnost tal ter na erozijo majhna, zato je ranljivost posega ocenjena kot srednja.

Skupna ocena tveganja razširitve AC odseka Koseze Kozarje na podnebne spremembe je z upoštevanjem predvidenih omilitvenih ukrepov, ki so vključeni v projektno dokumentacijo, naslednja:

- povečanje intenzivnosti padavin in z njimi povezanih poplavnih območij in prelivanj ter povečanja maksimalnih poletnih temperatur na izpostavljenost posega je ocenjeno z zmernim tveganjem,
- vpliv pričakovanih vetrnih razmer, erozije in nestabilnosti tal na izpostavljenost projekta je ocenjeno z majhnim tveganjem.

**Ob upoštevanju predpisanih standardov in veljavne zakonodaje s področja projektiranja je bilo ugotovljeno, da posebni prilagoditveni ukrepi z izjemo povečanja kapacitete odvodnje in kanalizacije zaradi podnebnih sprememb pri projektu niso potrebni. Vsi prilagoditveni ukrepi, ki so upoštevani pri analizi tveganja, so zaradi predpisanih standardov in zakonodaje že upoštevani pri pripravi projektne dokumentacije PGD za gradnjo in izvedbo posega.**

Datum:

**februar 2019**

Odgovorni izdelovalec:

**Boštjan Peršak, univ.dipl.fiz.**

Podpis:



**EPI SPEKTRUM**   
Varstvo okolja, informacijski sistemi  
in storitve d.o.o.  
Strossmayerjeva ulica 11, 2000 Maribor, Slovenija

## 5 VIRI

- /1/ PGD za AC odsek Koseze – Kozarje, delovno gradivo, PNZ d.o.o., junij 2017
- /2/ Ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja za AC odsek Koseze - Kozarje, ARSO, maj 2017
- /3/ Prometna študija za AC odsek Koseze – Kozarje, (razširitev v šestpasovnico), faza PGD, PNZ d.o.o., 2017
- /4/ Okoljsko poročilo za AC odsek Koseze – Kozarje, Geateh d.o.o., november 2008
- /5/ Hidrološko-hidravlična analiza za Pržanec in Glinščico, VODAR s.p, št. V-48/10, julij 2010
- /6/ Poročilo o vplivih na okolje za zagotavljanje poplavne varnosti jugozahodnega dela Ljubljane in naselij v občini Dobrova – Polhov Gradec za 1A etapo, Aquarius d.o.o., št. 1338-15 PVO, julij 2016
- /7/ Strategija razvoja prometa v Republiki Sloveniji, Vlada RS, sklep št.: 37000-3/2015/8, 29.07.2015
- /8/ Podnebne spremembe v Sloveniji – Podnebne podlage za pripravo ocene tveganj in priložnosti, ki jih podnebne spremembe prinašajo za Sloveniji – 1. Poročilo (različica 2) (ARSO, Ljubljana, december 2014)
- /9/ Guidelines for Project Managers: Marking vulnerable investments climate resilient, European Commission, Directorate General, Climate action:  
[https://www.acclimatise.uk.com/login/uploaded/resources/non\\_paper\\_guidelines\\_project\\_managers\\_en.pdf](https://www.acclimatise.uk.com/login/uploaded/resources/non_paper_guidelines_project_managers_en.pdf)
- /10/ Adaptation of transport to climate change in Europe, EEA Report No 8/2014:  
<http://www.eea.europa.eu/publications/adaptation-of-transport-to-climate>
- /11/ Climate change Adaption, Background report to IA Part I, februar 2013:  
[https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/background\\_report\\_part1\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/background_report_part1_en.pdf)
- /12/ HBEFA 3.3, Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, 2017
- /13/ Atlas okolja, <http://www.arso.gov.si/>, junij 2017
- /14/ Zavod za gozdove Slovenije, Požarno ogroženi gozdovi:  
[http://www.zgs.si/slo/gozdovi\\_slovenije/o\\_gozdovih\\_slovenije/pozarno\\_ogrozeni\\_gozdovi/index.html](http://www.zgs.si/slo/gozdovi_slovenije/o_gozdovih_slovenije/pozarno_ogrozeni_gozdovi/index.html)
- /15/ Poročilo o stanja okolja v Sloveniji za leto 2002, MOP-ARSO:  
<http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/nesrece.pdf>
- /16/ Klimatološki podatki RS, MOP-ARSO, Urad za meteorologijo:  
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/>
- /17/ Spremenljivost pogostosti neviht in toče v obdobju 1961–2004, Ujma, št. 19, 2005
- /18/ Vetrovnost v Sloveniji leta 2006, Ujma, št. 21, 2007
- /19/ Analiza pojavljanja plazov v Sloveniji in izdelava karte verjetnosti plazenj, Geološki zavod Slovenije, 2005
- /20/ Obravnava meteorološke suše z različnimi indikatorji, Andrej Ceglar, Lučka Kajfež-Bogataj, 2008

## **P. PRILOGE**

### **P.1 OCENA PODNEBNIH SPREMEMB DO SREDINE 21. STOLETJA ZA AC ODSEK KOSEZE - KOZARJE, ARSO 2017**

## **P.2 STROKOVNA MNENJA PROJEKTANTOV O OBČUTLJIVOSTI POSEGA NA PODNEBNE SPREMEMBE**

### **P.2.1 UVOD**

Predmet presoje so bili naslednji sklopi projekta:

- Vodnogospodarske ureditve in kontrolirana odvodnja (PNZ d.o.o.)
- Voziščna konstrukcija (PNZ d.o.o.)
- Prometna oprema (PNZ d.o.o.)
- Premostitveni objekti: Most 5-2 in Nadvoz 4-3 (Ponting d.o.o.)
- Konstrukcije: Podvoza 3.1 in 3.2, Armirana brežina (Elea IC d.o.o.)

### **P.2.2 VODNOGOSPODARSKE UREDITVE, KONTROLIRANA ODVODNJA**

*(pripravil Andrej Bogataj, univ.dipl.inž.grad., PNZ d.o.o., november 2016, dopolnitev november 2017)*

#### **Uvod**

Najnovejši podatki o podnebnih spremembah dokazujejo, da se je povprečna temperatura povečala za 0,6°C. Trend segrevanja se nadaljuje, kar vpliva na pogostejše pojavljanje ekstremnih dogodkov. Med njih spadajo tudi padavine z večjo intenziteto.

#### **Vodnogospodarske ureditve**

Pri vrednotenju podnebnih sprememb je potrebno upoštevati vplive na bistvene zahteve, ki jih mora zagotavljati objekt.

Vode lahko v primeru poplavljanja objekta (AC) povzročijo veliko škodo in poškodbe na objektih predvsem takrat, ko pride vzdolž cestišča do vzpostavitve aktivnega toka in posledično velikih strižnih sil (primer AC Domžale–Krtina, september 2010). V primeru, da območje deluje kot retencijska površina, je hitrost vode zanemarljiva. Strižne sile so majhne in ne povzročajo poškodb na voziščni konstrukciji AC oziroma pripadajočih objektih (primer Krška vas–Čatež, september 2010).

Pomembno pri določeni ekstremni povratni dobi je, da pravilno ocenimo škodo in določimo sorazmerne ukrepe.

V okviru Hidrološko-hidravlične analize ter poplavnih kart za Pržanec in Glinščico (št. V-48/10, julij 2010, VODAR s.p) sta za zmanjšanje poplavne ogroženosti dolvodno ležečih urbaniziranih območij na Glinščici predvidena dva zadrževalnika za visoke vode, manjši nad Kozakovo ulico in glavni v prerezu gorvodno od Brdnikove ulice.

Glinščica gorvodno od AC poteka pretežno po kmetijskih površinah. Ceste premošča s poddimenzioniranimi odprtinami, kar pozitivno prispeva k večji poplavni varnosti dolvodno ležečih naselij. V sedanjem stanju je AC pri nastopu stoletnih voda preplavljena na dolžini 30 m zaradi premajhnega prepusta 180 m gorvodno od AC mostu. V sklopu ureditve Glinščice je predvidena zamenjava tega prepusta.

Predvidene ureditve skupaj z izgradnjo zadrževalnika Brdnikova celostno rešujejo problematiko poplavljanja urbanih površin na celotnem povodju Glinščice. Poplavne površine doline Glinščice med Podutiško cesto in mostom pod AC predstavljajo naravno retencijo za visoke vode, zato se mora dimenzija obstoječe mostne odprtine pod AC ohranjati. Če bi se le ta povečala, načrtovane ureditve dolvodno ne bi zagotavljale predvidene poplavne varnosti.

Zaradi predvidene širitve AC bo cestni nasip med cestnimi profili P2-P28 segal v območje retencije. Vpliv na retencijski volumen je zanemarljiv, saj se bo prostornina cestnega nasipa kompenzirala z novo izkopanim avtocestnim jarkom.

## **Predlagani ukrepi**

Pričakovati je, da se bo intenziteta padavin povečevala, kar bo vplivalo na pogostejši pojav visokih voda večjih povratnih dob. Predlagamo, da se AC na kritičnem odseku (med PP18-PP23) dvigne na maksimalno možno koto, ki jo je mogoče zagotoviti s sorazmernimi stroški. Vozišče avtoceste bo tako 1,00 m nad gladino stoletnih voda. S tem na kritičnem delu AC povečujemo poplavno varnost za cca 30 cm.

Tudi v primeru nastopa poplav s petstoletno povratno dobo cestišče AC ne bo preplavljeno.

Skladno s strokovno podlago Ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja za AC odsek Koseze - Kozarje, ARSO, maj 2017 so 12 urne (Gradaščica) in 3 urne (Pržanjec) padavine povečane za 2 % (. Te padavine so manjše od padavin, ki so bile že upoštevane pri VGU ureditvah v okviru zadrževalnika Brdnikova in zadrževalnika Razori z ureditvami Gradaščice.

Posebnih dodatnih ukrepov zaradi pričakovanih podnebnih sprememb ni potrebno izvajati.

Izvedejo se običajni ukrepi za varovanje pred preplavitvijo AC in erozijo. Prav tako se izvedejo dodatni ukrepi zaradi robnih pogojev, ki jih narekuje zadrževalnik Brdnikova.

## **Odvodnjavanje**

Predvidena je odvodnja vozišča bodisi disperzno v vodotesne jarke bodisi pri robničenem cestišču z vodotesno kanalizacijo.

### Odvodnja vozišča disperzno v vodotesne jarke

Voda s cestišča se zbira v vodotesnem avtocestnem jarku, ki poteka vzdolžno z AC. Voda iz jarka se pred izpustom v odvodnik očisti v čistilnem objektu, ki iz vode izloči usedljive snovi in snovi lažje od vode (predvsem ogljikovodike). Lastnosti vode, ki izteče iz čistilnega objekta morajo zadostiti kriterijem iz Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju padavinske odpadne vode z javnih cest.

### Odvodnja vozišča z vodotesno kanalizacijo

Voda s cestišča se zbira ob nižje ležečem robniku in se odvaja v kanalete z rego. Iz kanalet se na določenih razdaljah voda odvede v cestno kanalizacijo, ki poteka na bankini za linijo JVO.

Kanalizacija je dimenzionirana na 5 letno povratno dobo. Pri kratkotrajnih padavinah z večjo povratno dobah se voda s cestišča delno preliva preko robnikov na berme in bankine.

## Ukrep

### Odvodnja vozišča disperzno v vodotesne jarke

Pri jarkih je potrebno zagotoviti rezervno globino jarkov, tako da bodo sposobni prevajati do 15 % večje količine od tistih, ki so izračunane na podlagi sedanjih podatkov o padavinah. Ta zahteva je že izpolnjena zaradi drugih tehničnih zahtev pri načrtovanju avtoceste.

### Odvodnja vozišča z vodotesno kanalizacijo

Kanalizacijske cevi svojo maksimalno kapaciteto odvodnje s prosto gladino dosežejo pri cca 90 - 92 % polnitvi. Pri dimenzioniranju kanalizacije so upoštevane zaradi podnebnih povečane intenzitete padavin.

S tem bo odvodnja AC zagotavljala normalno prevoznost s predpisano varnostjo pred preplavljanjem.

## **Ocenjeni vplivi glede na pričakovane podnebne spremembe**

Zaradi pričakovanih podnebnih sprememb v prihodnjem obdobju je pri načrtovanju odvodnje skladno s strokovno podlago Ocena podnebnih sprememb do sredine 21. stoletja za AC odsek Koseze - Kozarje, ARSO, maj 2017, upoštevana količina kratkotrajne 5 letne 5 min padavine povečana za 14 % na 448 l/(s ha). Te padavine so merodajne za dimenzioniranje vtočnih linijskih kanalet z rego in koritnic.

Podobno so za 14 % povečane tudi 10-30 min padavine, ki so merodajne za dimenzioniranje kanalizacije.

Posledično je potrebno na trasi AC, kjer je odvodnja zasnovana s kanalizacijo, ustrezno povečati premer cevi za eno stopnjo, kar npr. pomeni iz DN 500 mm na DN 600 mm in podobno. Vtočni elementi - koritnice in kanalete ostajajo nespremenjene.

Ocena dodatnih stroškov za 1,500 m povečanega premera kanalizacije znaša 95.000 EUR (z DDV).

### **P.2.3 VOZIŠČNA KONSTRUKCIJA**

*(pripravil Aleš Zupan, univ.dipl.inž.grad., PNZ d.o.o., november 2016)*

#### **Uvod**

Podnebne spremembe, ki jih v življenjski dobi načrtovane voziščne konstrukcije (20 let) lahko pričakujemo, in so povezane z voziščno konstrukcijo so:

- sprememba temperaturnega območja (zvišanje ekstremnih visokih in nizkih temperatur),
- hidrološke spremembe (sprememba vodnega režima, porazdelitve padavin in intenzitete padavin).

Dimenzioniranje voziščne konstrukcije se izvaja na podlagi slovenskih tehničnih specifikacij za ceste. V teh specifikacijah so določene lastnosti in dimenzije voziščne konstrukcije tudi v odvisnosti od klimatskih in hidroloških razmer na območju kjer se le-ta načrtuje.

#### **Vpliv podnebnih sprememb na nevezane plasti v voziščni konstrukciji**

Na nevezane plasti spremembe temperaturnega območja vplivajo, če se poveča globina zmrzovanja oz. prodiranja mraza in bi se posledično zmrzlinško neodporni materiali nahajali v območju zmrzovanja. To bi neugodno vplivalo na voziščno konstrukcijo. Zato bi ob predvidevanju povečanja globine prodiranja mraza potrebno temu primerno povečati debelino plasti zmrzlinško odpornega materiala.

Odvodnjavanje cestnega telesa mora biti urejeno načrtovano in dimenzionirano na način, da onemogoča pritekanje in zastajanje vode v voziščni konstrukciji. **Pri načrtovanju odvodnje je smiselno upoštevati predvidene spremembe hidroloških sprememb.**

#### **Vpliv podnebnih sprememb na vezane plasti v voziščni konstrukciji**

Na asfaltne zmesi sprememba hidroloških razmer nima vpliva.

Sprememba temperaturnega območja vpliva na elasto-plastične deformacije. Na celotnem območju Slovenije se na avtocestah v asfaltnih plasteh uporablja polimerni bitumen, torej tudi na območjih bolj ekstremnih temperatur (tako nizkih kot visokih) kot so na območju Ljubljane. **Zato lahko predvidemo, da sprememba temperaturnega območja ne bo vplivala na kvaliteto asfaltnih plasti ob primerni izbiri bitumna.**

#### **Prometna oprema**

*(pripravil Rok Cunder, univ.dipl.inž.grad., PNZ d.o.o., november 2016)*

#### **Uvod**

Prometna signalizacija in prometna oprema so sredstva in naprave, ki udeležence cestnega prometa opozarjajo na nevarnosti, jim naznanjajo omejitve, prepovedi in obveznosti, dajejo potrebna obvestila za varen in neoviran promet ter jih vodijo v promet. Prometna signalizacija se načrtuje skladno z veljavno zakonodajo, ki predpisuje minimalne zahteve glede mehanske odpornosti in druge tehnične zahteve (barvo, velikost, material...).

Doba trajanja prometne signalizacije ni posebej opredeljena. Podrobno so predpisane potrebne lastnosti opreme po preteku garancijske dobe. V kolikor prometna oprema teh lastnosti ne izpolnjuje, je potrebno pristopiti k obnovi (redno vzdrževanje). Doba trajanja prometne opreme je krajša kot doba trajanja načrtovanega objekta (cestno telo in cestni objekti) in je v tem pogledu tudi manj podvržena podnebnim spremembam, ki se praviloma pojavljajo v daljšem časovnem obdobju.



### **Prometni znaki**

Konstrukcija prometnega znaka mora dosegati vsaj minimalne zahteve glede mehanske odpornosti skladno s standardom SIST EN 12899-1. Upravljalavec prometne površine lahko zahteva drugačne zahteve, vendar v mejah, ki jih dopušča standard.

Konstrukcija prometnega znaka mora biti skladno s standardom dimenzionirana na pritisk vetra – razred W5. Upravljalavec prometne površine lahko zahteva drugačne zahteve glede učinkovitosti konstrukcije prometnega znaka, vendar le v mejah, ki jih dopušča standard. **V kolikor se glede na opazovanja klimatskih razmer izkazuje, da so obremenitve z vetrom na območju AC v zadnjem času povečane, je to smiselno upoštevati pri dimenzioniranju prometne opreme.**

### **Označbe na prometnih površinah**

Lastnosti materialov za označbe morajo ustrezati določbam standarda SIST EN 1436+A1, Materiali za označevanje vozišča, Lastnosti označb, in določbam pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na cestah (Uradni list RS 99/2015). **Označbe na vozišču niso problematične z vidika podnebnih sprememb.**

### **Varnostne ograje**

Varnostne ograje morajo ustrezati določbam standarda SIST EN 1317-1, 2, 4 in 5 in določilom pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na cestah (Uradni list RS 99/2015). **Varnostne ograje niso problematične z vidika podnebnih sprememb.**

## **P.2.4 NAČRTOVANJE ODPORNOSTI PREMOSITVENIH OBJEKTOV**

*(pripravil Milan Štern, univ.dipl.inž.grad., Ponting d.o.o., november 2016)*

### **Splošno**

Avtocestni odsek Koseze - Kozarje v skupni dolžini 2,670 km je sestavni del avtoceste A2 v smeri sever - jug, ki predstavlja del cestnih povezav mednarodnega pomena, hkrati pa je odsek tudi del cestnega mestnega obročja Ljubljane, kar mu daje funkcijo mestne obvozne ceste.

V skladu z Uredbo o državnem lokacijskem načrtu za avtocesto na odseku Koseze - Kozarje (Ur.l.RS, št. 71/09 z dne 11.9.2009), strokovnimi podlagami za DLN (PNZ d.o.o. Ljubljana, št. C-277, oktober 2005, dopolnjeno oktober 2008) in Državnim lokacijskim načrtom (Pa Prostor d.o.o. Ljubljana, št. 1265/05, junij 2009) se izdela projektna dokumentacija PGD/PZI za razširitev AC odseka Koseze - Kozarje v šestpasovno avtocesto.

### **Lokacija objektov**

Premositvena objekta sta locirana pred razcepom Kozarje gledano v smeri stacionaže avtoceste:

- Most 5-2 čez Gradaščico v km 2,1 + 47,86 avtoceste
- Nadvoz 4-3 za cesto Dolomitskega odreda v km 2,2 + 63,10 avtoceste

### **Projektna življenjska doba objekta**

Projektna življenjska doba skladno s standardom SIST EN 1990 § 2.3 je prikazana v spodnji tabeli.

**Tabela P.1:** Projektna življenjska doba skladno s standardom SIST EN 1990 § 2.3

Kategorija	Projektna življenjska doba (leta)	Primer konstrukcije
1	10	Začasne konstrukcije
2	10 – 25	Zamenljivi konstrukcijski deli (ležišča, dilatacije)
3	15 – 30	Kmetijske in podobne konstrukcije
4	50	Stavbe in druge običajne konstrukcije
5	100	<b>Monumentalne stavbe, mostovi in druge inženirske konstrukcije</b>

### Toplotni vplivi

Toplotni vplivi se določijo skladno z veljavnim standardom SIST EN 1991-1-5 in nacionalnega dodatka k referenčnemu standardu. Osnovna podatka za določanje toplotnih vplivov sta najvišja in najnižja temperatura zraka, ki se določita s pomočjo temperaturnih kart v nacionalnem dodatku.

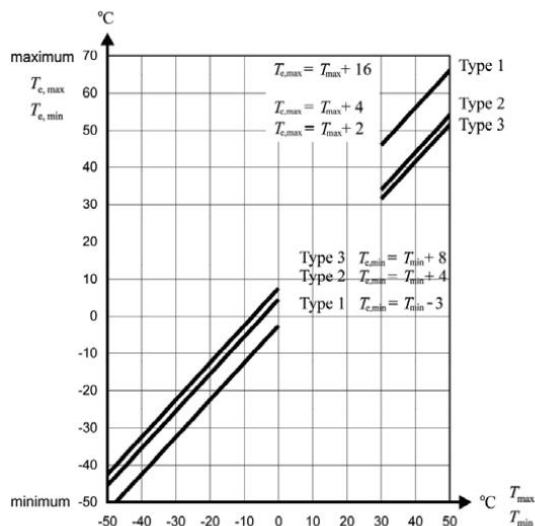
Temperaturni karti z vrisanimi izotermami najvišjih temperatur [ $T_{\max,50}$ ] in najnižjih temperatur [ $T_{\min,50}$ ] določata maksimalne in minimalne dnevne temperature zraka s povratno dobo 50 let.

Za lokacijo tangiranih premostitvenih objektov (Kozarje, LJ) znaša:

- najvišja temperatura zraka –  $T_{\max,50} = 36$  do  $38^{\circ}\text{C}$  [oziroma v neposredni bližini  $38$  do  $40^{\circ}\text{C}$ ]
- najnižja temperatura zraka –  $T_{\min,50} = -27$  do  $-24^{\circ}\text{C}$

Zaradi trenda povečanja temperaturnih obremenitev v naslednjih desetletjih konzervativno upoštevamo ekstremne vrednosti temperaturnih obremenitev.

Temperaturno nihanje konstrukcije določimo na osnovi korelacijskega odnosa med temperaturo zraka in temperaturo mosta – SIST EN 1991-1-5:2004/AC:2009 (slika P.1).



Temperaturno nihanje konstrukcije

Tip 2 - sovprežna konstrukcija

- $T_{e,\max} = T_{\max} + 4 = +44^{\circ}\text{C}$
- $T_{e,\min} = T_{\min} + 4 = -23^{\circ}\text{C}$

Tip 3 - betonska konstrukcija

- $T_{e,\max} = T_{\max} + 2 = +42^{\circ}\text{C}$
- $T_{e,\min} = T_{\min} + 8 = -19^{\circ}\text{C}$

**Slika P.1:** Korelacija med temperaturo zraka v senci in temperature mosta

Ob upoštevanju referenčne temperature  $T_o = +10^{\circ}\text{C}$  znaša vrednost maksimalnega nihanja negativnega in pozitivnega temperaturnega deleža v primeru sovprežne konstrukcije – Tip 2:

- $\Delta T_{N,neg} = T_{e,min} - T_o = -23 - 10 = -33^{\circ}\text{C}$
- $\Delta T_{N,poz} = T_{e,max} - T_o = +44 - 10 = +34^{\circ}\text{C}$

in v primeru betonske konstrukcije – Tip 3:

- $\Delta T_{N,neg} = T_{e,min} - T_o = -19 - 10 = -29^{\circ}\text{C}$
- $\Delta T_{N,poz} = T_{e,max} - T_o = +42 - 10 = +32^{\circ}\text{C}$

Pri dimenzioniranju ležišč in dilatacijskih naprav na mostu je potrebno nihanje temperaturnih deležev povečati za dodatnih  $20^{\circ}\text{C}$  oziroma  $10^{\circ}\text{C}$  v primeru znane temperature v času vgradnje ležišč in dilatacijskih naprav.

V nacionalnem dodatku SIST EN 1991-1-5:2004/A101: 2009 so podane ekstremne vrednosti temperatur s povratno dobo 50 let. **Glede na pričakovani trend podnebnih sprememb je pričakovati povečanje letne povprečne temperature.**

## Vpliv vetra

Vpliv vetra na mostno konstrukcijo se določi skladno z veljavnim standardom SIST EN 1991-1-4 in nacionalnega dodatka k referenčnemu standardu.

Vplivi vetra, ki jih izračunamo v skladu z evropskimi standardi, so karakteristične vrednosti. Tako kot za vse vremenske vplive tudi za karakteristične vrednosti vplivov vetra velja, da temeljijo na verjetnosti 0,02, da njihov spremenljivi del ne bo presežen v referenčnem obdobju enega leta. To je enakovredno srednji povratni dobi 50 let.

Odziv konstrukcije na vplive vetra je odvisen od velikosti, oblike in dinamičnih lastnosti konstrukcije. V računu po zgoraj navedenem standardu je zajet dinamični odziv konstrukcije zaradi turbulence v smeri vetra v resonanci z osnovno upogibno nihajno obliko. Odziv konstrukcije se izračuna iz tlaka [qp] pri največji hitrosti pri sunkih vetra na določeni višini, koeficientov sile in tlaka ter konstrukcijskega faktorja.

Hitrost in tlak vetra sta določena z dvema komponentama - srednjo in nestalno:

- srednjo hitrost vetra [vm] določimo iz osnovne hitrosti vetra [vb], ki je odvisna od vetrne klime in sprememb vetra po višini,
- nestalna komponenta hitrosti vetra je določena z intenziteto turbulence.

Skladno z evropskimi standardi vsi izračuni hitrosti in pritiska vetra izhajajo iz projektne hitrosti [ $v_{b,0}$ ] (angl. fundamental value of the basic wind velocity), ki je po definiciji 10-minutna srednja hitrost vetra s povratno dobo 50 let na višini 10 m nad ravnim odprtim terenom z nizkim rastlinjem, dovolj daleč od vetrnih ovir, neodvisna od smeri in letne dobe.

Za obravnavano lokacijo bodočih premostitvenih objektov (Kozarje, LJ) znaša 10-minutna srednja hitrost vetra 20 m/s (72 km/h), določena po karti v nacionalnem dodatku SIST EN 1991-1-4/A 101.

## Sklep

Za izpolnitev temeljnih zahtev glede varnosti in uporabnosti konstrukcije v projektirani življenjski dobi ter zagotavljanju zahtevane odpornosti na vplive iz okolja se pri projektiranju upoštevajo projektna (računska) stanja, ki so lahko trajna, začasna, nezgodna ali potresna.

Posamezne obtežbe so v projektnih kombinacijah posameznih vplivov kombinirane s kombinacijskimi faktorji [ $\gamma$ ] in povečane z delnimi faktorji [ $\gamma$ ] glede na vrsto mejnega stanja nosilnosti.

Skladno s standardom SIST EN 1990 – dodatek A2 (tabela A2.1) sta toplotni vpliv in vpliv vetra pri kombinaciji s polno prometno obtežbo kombinirana s kombinacijskim faktorjem  $\psi = 0,6$ .

Ker znaša projektni pospešek tal [ag] za dano lokacijo premostitvenih objektov  $0,25\text{ g}$  ( $a_g = 2,5\text{ m/sec}^2$ ), bo za dimenzioniranje mostne konstrukcije najverjetneje merodajna kombinacija potresnega vpliva; skladno s SIST EN 1998-2 (mostovi) se potresni vpliv ne kombinira s vplivom vetra in toplotnimi vplivi.

**Glede na trend podnebnih sprememb in podnebnih scenarijev za Slovenijo v naslednjih desetletjih, lahko pričakujemo povečanje letne povprečne temperature za 1,0 - 2,5°C do leta 2050 (vir: ARSO, 2014).**

Dodatno upoštevanje klimatskih sprememb pri načrtovanju odpornosti objektov na vplive iz okolja v projektirani življenjski dobi (100 let) je možno le v primeru, da se s strani pooblaščenih meroslovcev izvede ekstrapolacija merjenih podatkov ter novelacija obstoječih klimatskih kart, ki služijo projektantu kot vhodni podatek pri projektiranju skladno s pravili in zahtevami veljavnih Evrokod standardov.

**P.2.5 NAČRTOVANJE ODPORNOSTI KONSTRUKCIJ**

*(pripravil Matej Jan, univ.dipl.inž.grad., Elea IC d.o.o., november 2016)*

**Podvoza 3.1 in 3.2**

Za podvoza 3.1 in 3.2 je bil preverjen vpliv:

- enakomerne spremembe temperature (poletje – zima),
- diferenčne temperature elementa (dan – noč),
- vetra,
- padavin,
- višine podtalne vode.

Ocenjeni vplivi in priporočila za zagotavljanje odpornosti konstrukcij podvozov 3.1 in 3.2 na podnebne spremembe so v tabeli P.2.

**Tabela P.2:** Priporočila za zagotavljanje odpornosti konstrukcij podvozov na podnebne spremembe

Vpliv	Tveganja	Priporočilo
Enakomerna sprememba temperature (poletje – zima),	- Konstrukcija	Pojav višjih temperatur poleti, in seveda tudi nižjih v zimskem času, ki bo posledica podnebnih sprememb, bo vplival na temperaturno obtežbo (enakomerna sprememba temperature) konstrukcije  V nacionalnem dodatku SIST EN 1991-1-1-5:2004/A101 : 2009 so merodajne temperature podane. Preveriti je potrebno, če je potrebno po najnovjših podatki te vrednosti zaradi upoštevanja podnebnih sprememb v naslednjih desetletjih kaj povečati. Merodajne so ekstremne temperature s srednjo povratno dobo 50 let (letna verjetnost prekoračitve $p = 0.02 \rightarrow 2\%$ ).
Diferenčna temperatura elementa (dan – noč)	- Konstrukcija	Zaključiti se da, da se diferenčna temperatura v bistvu s povečanjem ekstremnih temperatur zraka v senci ne poveča in zaradi tega podnebne spremembe nimajo vpliva na to vrsto obtežbe (pri višjih temperaturah osončenih površin bodo tudi spodnje neosončene površine imele višje temperature zaradi termičnih lastnosti konstrukcijskega materiala, ki definira hitrost pretoka toplote.
Veter	- Konstrukcija	V smislu načrtovanja odpornosti glede podnebnih sprememb vpliva vetra od vpliva podnebnih sprememb je tako potrebno preveriti nacionalno karto vrednosti osnovne hitrosti vetra ( $v_{b,0}$ ), ki je v pristojnosti meroslovcev in ustrezne statistične obdelave. Osnovna 10 minutna srednja hitrost vetra je določena s statistično obdelavo merjenih hitrosti tako, da te karakteristične vrednosti nato predstavljajo določeno dogovorno zanesljivost o njihovi morebitni prekoračitvi. Z Evrokodom je ta zanesljivost, da projektna velikost vetra v določenem časovnem obdobju ne bo

Vpliv	Tveganja	Priporočilo
		prekoračena, določena s tako imenovano srednjo povratno dobo 50 let oz. $p = 0.02$ . Vetna obtežba sicer v primeru podvoza ni tako pomemben vpliv.
Hidrološke spremembe	- Odvodnja - Podtalna voda	<b>Preveriti morebitno povečanje količine padavin</b> (pogostost naliva, jakost naliva, ekstremne količine padavin).

## Armirana brežina

Ocenjeni vplivi in priporočila za zagotavljanje odpornosti konstrukcij podvozov 3.1 in 3.2 na podnebne spremembe so v tabeli P.3.

**Tabela P.3:** Priporočila za zagotavljanje odpornosti armirane brežine na podnebne spremembe

Vpliv	Tveganja	Priporočilo
Hidrološke spremembe	- Stabilnost pete brežine	Visoka voda lahko sega do pete brežine. Glede na to, da je vpliv visoke vode kratkotrajen, le ta ne vpliva na znižanje geotehničnih karakteristik vgrajenega materiala. Z izbiro zaščitnega materiala na območju pete, bo gradnja pričakovane vplive sposobna prevzeti.
Menjavanje sušnih in mokrih obdobj	- Površinska erozija	Voda ima precejšen vpliv na nosilnost materiala, ki se vgrajuje na lokacijo. Z izbiro določenega izkopenega materiala za vgradnjo na točno določeno mesto v nasipu lokacije zagotovimo, da je gradnja pričakovane vplive sposobna prevzeti.