

Tárgy:		26 sz. főút Kazincbarcika (kamionparkoló, BorsodChem IV. kapu) - országhatár közötti szakasza 11,5 tonnára történő burkolatmegerősítésének, valamint párhuzamos kerékpárút megvalósításának kiviteli terv szintig előkészítése, ennek keretében Putnok új elkerülő út tanulmányterv szintű tervezése a környezetvédelmi engedély megszerzésével	
Megrendelő:		PST kód:	
 ÉPÍTÉSI ÉS KÖZLEKEDÉSI MINISZTERIUM		1054 Budapest, Alkotmány utca 5. Levelezési cím: 1054 Budapest, Alkotmány u. 5. E-mail: info@ekm.gov.hu K026.08	
A terv adatai EOVS rendszerben vannak és EOMA alapszintre vonatkoznak.			
Tervező:		Tervszám:	
 Cím: 1024, Budapest Lövégház u. 37. Tel.: +36-1-345-9500, Telefax: +36-1-345-9550 E-mail: fomterv@fomterv.hu		11.22.040	
Elnök-vezérigazgató:	Közlekedéstervezési igazgató:	Projektvezető:	
Keszthelyi Tibor	Takács Miklós	Hevesi Gábor	
Szakági tervező:		Szakági tervszám:	
 Mott MacDonald Magyarország Kft. Váci Greens F1/2 1139 Budapest, Fiastyúk utca 4-8. Tel: +36 1 288 2020 mottmac.com		427854	
Jóváhagyó:	Szakértő:	Rajzolta:	Ellenőrizte:
Várkonyi Zoltán	Ivány Ágnes 02-01412	Péter András 01-12798	Várkonyi Zoltán 01-8337
Terv tárgya:			
26. sz. főút Putnok települést elkerülő útja			
Tervfázis:		Szállítási ütem jele:	
TANULMÁNYTERV		V03	
Szakág:		Szakág jele:	
KHT. KÖRNYEZETI HATÁSTANULMÁNY		KHT.	
Megnevezés:			
Klímakockázati értékelés			
Dátum:	Méretarány:	Rajzszám:	
2023. december 8.	A4	01.02	
Fájl elnevezés:			
T_00_KHT_01.02_V03			



26. sz. főút Putnok elkerülő létesítése

Környezeti hatástanulmány
Klímakockázati értékelés

2023. december

Ez az oldal szerkesztési célból szándékosan üres.

Mott MacDonald
Fiastyuk utca 4-8
Vaci Greens F/1 floor 2
1139
Budapest
Magyarország

T +36 1 288 2020
mottmac.com




Főmterv Zrt.
1024 Budapest,
Lövőház u. 37.

26. sz. főút Putnok elkerülő létesítése

Környezeti hatástanulmány
Klímakockázati értékelés

2023. december

Verziókövetés

Verzió	Dátum	Szerző	Ellenőrizte	Jóváhagyta	Leírás
A	2023.04.24	Ivány Ágnes	Várkonyi Zoltán	Várkonyi Zoltán	Belső ellenőrzésre
B	2023.04.27	Ivány Ágnes	Várkonyi Zoltán	Várkonyi Zoltán	Megbízói jóváhagyásra
C	2023.11.24	Ivány Ágnes	Várkonyi Zoltán	Várkonyi Zoltán	Belső ellenőrzésre
D	2023.11.27	Ivány Ágnes	Várkonyi Zoltán	Várkonyi Zoltán	Megbízói jóváhagyásra
E	2023.12.07	Ivány Ágnes	Várkonyi Zoltán	Várkonyi Zoltán	Belső ellenőrzésre
F	2023.12.08	Ivány Ágnes	Várkonyi Zoltán	Várkonyi Zoltán	Megbízói jóváhagyásra
					

Hivatkozás: 427854 | B | 05 | F

Információs besorolás:Normál

A jelen dokumentum az azt elrendelő fél részére, és kizárólag a fent jelzett projekttel kapcsolatos célokra készült. Semmilyen másik fél semmilyen más célra nem használhatja fel.

Nem vállalunk felelősséget, amennyiben a jelen dokumentumot bármilyen másik fél, bármilyen más céllal összefüggésben használja fel, vagy amennyiben a dokumentum olyan hibát vagy hiányosságot tartalmaz, amely más felek hibás vagy hiányos adatszolgáltatásából ered.

A jelen dokumentum bizalmas információkat és saját fejlesztésű szellemi tulajdont tartalmaz. A dokumentumot tilos üzleti céllal, valamint a hatóság által a hivatalos eljáráson kívül más felek rendelkezésére bocsátani a dokumentumot készítő és a dokumentumot elrendelő fél beleegyezése nélkül.

Tartalom

Vezetői összefoglaló	1
1 Állapotértékelés	3
1.1 Érzékenységelemzés	3
1.2 Kitettség elemzés	4
1.2.1 Átlagos felszíni hőmérséklet lassú növekedése	5
1.2.2 Hőhullámos napok számának gyakorisága	5
1.2.3 Csapadékesemények intenzitásának növekedése	5
1.2.4 Viharos időjárási események intenzitásának, pl. szellőkésesség növekedése	5
1.2.5 Megnövekedő UV sugárzás	5
1.2.6 Árvíz, villámárvíz és belvizek	5
1.2.7 Talajmozgás, tömegmozgás	6
1.2.8 A kitettség összefoglaló értékelése	6
2 Sérülékenység elemzés, a potenciális hatások értékelése	7
2.1 Kockázatelemzés	7
3 Adaptációs intézkedések	10
3.1 Árvíz és belvíz hatásai az infrastruktúrára	10
3.2 Intenzív csapadékesemények következményei	10
3.3 Hőhullámos napok számának emelkedése miatti hősokk és növekvő átlaghőmérséklet	10
4 Üvegházhatású gázok kibocsátása	11

Táblázatok

Táblázat 1.1: Időjárási paraméterek és változásai	3
Táblázat 1.2: Érzékenységi mátrix	4
Táblázat 1.3: Kitettség összefoglaló értékelése	6
Táblázat 2.1: Sérülékenység, a potenciális hatások vizsgálata	7
Táblázat 2.2: Kockázatok és következményeik	7
Táblázat 2.3: Kockázatok besorolása (extrém, magas, közepes, alacsony, nincs)	8

Ábrák

Ábra 1: KHT-ban vizsgált változat	1
-----------------------------------	---

Vezetői összefoglaló

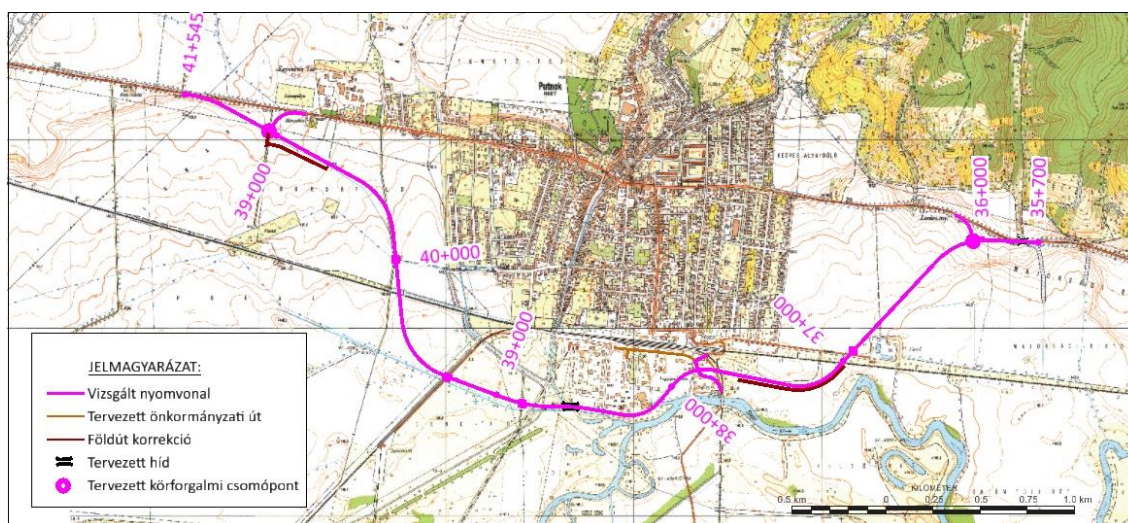
A Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt. (NIF Zrt.) ajánlati felhívást tett közzé nyílt közbeszerzési eljárás megindítására a „26. sz. főút Kazincbarcika (kamionparkoló, Borsodchem IV. kapu) – országhatár közötti szakasz a 11,5 tonnára történő burkolatmegerősítésének, valamint párhuzamos kerékpárút megvalósításának kiviteli terv szintig előkészítése, ennek keretében Putnok új elkerülő út tanulmányterv szintű tervezése a környezetvédelmi engedély megszerzésével” tárgyban. A felhívás három tervezési szakaszt jelölt meg:

- 1. rész: Putnok új elkerülő út tanulmányterv összeállítása és környezetvédelmi engedély megszerzése;
- 2. rész: 26. sz. főút Kazincbarcika (kamionparkoló, BorsodChem IV. kapu) – országhatár közötti szakasz 11,5 tonnára történő burkolatmegerősítés és párhuzamos kerékpárút építésére vonatkozó engedélyezési terv elkészítése;
- 3. rész: 26. sz. főút Kazincbarcika (kamionparkoló, BorsodChem IV. kapu) – országhatár közötti szakasz 11,5 tonnára történő burkolatmegerősítés és párhuzamos kerékpárút építésére vonatkozó kiviteli terv elkészítése.

A NIF Zrt., mint Megrendelő a teljes projektre vonatkozóan generálszerződést kötött a FÖMTERV Zrt.-vel, mint Tervezővel a tervezési feladatok elvégzésére (projektszám PST: A026.08). Tervező a Mott MacDonald Magyarország Kft.-t, mint szakértőt bízta meg a projekthez kapcsolódó környezeti hatásvizsgálat elvégzésével. **2023. január 1-től a NIF Zrt. állami feladatait az Építési és Közlekedési Minisztérium vette át.**

A hatásvizsgálat tárgya az 1. rész keretében a 26. sz. főút Putnok települést elkerülő út megvalósítása. A projekt keretében a tanulmánytervi fázisban elvégzett közlekedési, forgalmi, műszaki és környezetvédelmi szempontú vizsgálatok eredményei alapján és a megrendelői oldallal folytatott egyeztetéseket figyelembe véve a továbbtervezésre, valamint a környezeti hatásvizsgálatra a település déli oldalán 2. (bíbor) változat került kiválasztásra.

Ábra 1: KHT-ban vizsgált változat



Forrás: FÖMTERV Zrt. 26. sz. főút Putnok települést elkerülő útja, Tanulmányterv, 2023.01.

A 26. sz. másodrendű főút új Putnok települést elkerülő szakasza kb. 5,9 km hosszú, a K.IV. tervezési osztálynak megfelelő műszaki paraméterekkel 2x1 sávval tervezett, a terület-felhasználás minimalizálása érdekében 11,0 m-es csökkentett koronaszélesség kialakításával.

Éghajlat szempontjából az építés elviselhető lesz: az építés során a nagy teljesítményű, robbanómotoros munkagépek használata üvegház hatású gáz (ÜHG) kibocsátással jár, illetve a megszűnő termőföldek révén és a fák kivágásával nyelők tűnnek el. Ezt részben ellentételezi a tervezett növénytelepítés (fásítás), valamint az, hogy a bontásból származó anyagok (aszfalt, beton, föld) nagy része helyszínen felhasználásra kerül (pl. töltésépítésre, padkába). Az út forgalma a projekttől függetlenül ÜHG-t bocsát ki, így az, ha nem is jelentős mértékben, de hozzájárul a klímaváltozáshoz.

A klímaváltozás kockázatait tekintve az árvizek extrémnek értékelt klímakockázatot jelentenek, míg a növekvő átlaghőmérséklet miatti károk az útpályában, esetleges megnövekedett fenntartási költségek, illetve az intenzív csapadékesemény után kialakult lefolyástalan területek, útalap nem megfelelő vízteleníthetősége, káros mértékű elnedvesedése, további kimosások és állékonyságban okozott károk magas sérülékenységi kockázattal járnak. Ezekre a tervezés során megfelelően fel kell készíteni a műszaki infrastruktúrát, illetve a szolgáltatást. A beruházási területen tervezett beavatkozás érdemben nem gyakorol hatást a térség klímaadaptációs képességére.

1 Állapotértékelés

Jelen klímakockázati értékelés a 26. sz. főút Putnok elkerülő út megvalósításának környezeti hatásvizsgálati tanulmányához készült.

A beruházás klímakockázati elemzését egy, a Miniszterelnökség által publikált „Klímakockázati útmutató” c. dokumentum segítségével végeztük el, amely alapvetően a Környezeti hatástanulmány klímavédelmi fejezetéhez ad iránymutatást. A melléklet célja, hogy rávilágítson a projekt már jelen tervezési állapotban is felismerhető éghajlatvédelmi kockázataira. Az említett útmutatón kívül az éghajlati tendenciák azonosításánál az OMSZ és a Nemzeti Alkalmazkodási Központ NATéR adatbázisait alkalmaztuk fő információforrásként.

Az alábbi fejezetekben egyaránt vizsgáljuk a klímaváltozás hatását a tárgyi beruházásra, valamint a beruházás hatását a klímaváltozásra. Kitérünk továbbá a kockázatok kezelésére, szükség szerint a mitigációs, adaptációs és kompenzációs intézkedésekre.

A melléklet végén a rendelkezésre álló információk és adatok alapján becslést adunk a projekt klímakockázatára üvegházhatású-gáz kibocsátási alapon. A számszerűsítést a Mott MacDonald nemzetközi, auditált MOATA adatbázis és a rendelkezésünkre bocsátott tervezői adatok, illetve infrastrukturális beruházási tapasztalatok alapján állítottuk össze.

1.1 Érzékenységelemzés

A projekt klímakockázata meghatározásának első lépése a beruházás érzékenységvizsgálata, azaz annak meghatározása, hogy milyen és mekkora az éghajlatváltozás hatása az infrastruktúra fejlesztésre és „szolgáltatásaira”, de kitérünk a létesítmény környezetére is mint hatásviselőre. A hivatkozott útmutatót követve a vizsgált beruházás adott éghajlati tényezővel szembeni érzékenységét az „alacsony”, „közepes”, és „magas” kategóriákkal minősítettük.

Az érzékenységvizsgálat szempontjából releváns időjárási paramétereket (vagyis azokat a paramétereket, amelyek befolyásolják a projekt egyes elemeit) az alábbi táblázatban bemutatottak szerint határoztuk meg, majd ezt követően értékeltük.

Táblázat 1.1: Időjárási paraméterek és változásai

Éghajlati paraméter változása	Relevancia
Felszíni levegő átlaghőmérsékletének lassú növekedése	releváns
Nyári napok számának növekedése (napi max. > 25 °C)	nem releváns
Fagyos napok számának csökkenése (napi min. <0 °C)	nem releváns
Hősejtnapok számának növekedése (napi maximum > 30 °C)	releváns
Trópusi éjszakák számának növekedése (napi minimum > 20 °C)	nem releváns
Hőhullámos napok számának növekedése (napi középhőmérséklet > 25 °C)	releváns
Éves csapadékmennyiség csökkenése	nem releváns
Csapadékos napok számának csökkenése (napi csapadékösszeg > 1 mm, %)	nem releváns
Átlagos napi csapadékos napok növekedése (csapadékos napok átlagos csapadéka, mm/nap)	releváns
Max. száraz időszak hosszának növekedése (leghosszabb időszak, amikor a napi csapadékösszeg <1 mm, nap)	nem releváns
Max. nedves időszak hosszának változása (leghosszabb időszak, amikor a napi csapadékösszeg >1 mm, nap)	nem releváns
20 mm-t elérő csapadékos napok számának növekedése (napok száma, amikor a napi csapadékösszeg >20 mm, nap)	releváns
Felszíni vizek átlaghőmérsékletének lassú növekedése	nem releváns

Éghajlati paraméter változása	Relevancia
Csapadék évszakos eloszlásának változása	nem releváns
Megnövekedett UV sugárzás, csökkent felhőképződés	releváns
Felhőszakadási (viharos időjárási) események számának és intenzitásának növekedése	releváns
Villámárvíz előfordulási gyakoriságának és intenzitásának növekedése	releváns
Árhullámok gyakoriságának és intenzitásának növekedése	releváns
Belvíz kialakulási gyakoriságának növekedése	releváns
Vízkészletek csökkenése (vízfolyások nyári kisvízi készletének csökkenése, tavak alacsony vízállású időszakainak gyakoribb válása, felszín alatti vízkészletek csökkenése)	nem releváns
Aszály gyakoribb előfordulása	nem releváns
Talajmozgás gyakoribb előfordulása	releváns
Erdőtüzek gyakoriságának növekedése	nem releváns
Szélerózió	nem releváns

Forrás: Miniszterelnökség (2017): Klímakockázati útmutató alapján saját értékelés.

A hőmérséklet növekedésével kapcsolatos éghajlati paraméterek szorosan összefüggenek, a beruházásra gyakorolt hatásaik pedig nagyjából megegyeznek. Ezért az érzékenységi mátrixban a két legfontosabb, a hőmérséklet növekedésével összefüggő időjárási paraméter változását együtt vizsgáltuk.

Táblázat 1.2: Érzékenységi mátrix

Éghajlati jellemző / érzékenységi szempont	Projekt érzékenysége az éghajlati tényezőre		A projekt (közlekedési létesítmény) hatása az éghajlati tényezőre
	Fizikai infrastruktúra	Közlekedési szolgáltatás	
Átlagos felszíni hőmérséklet lassú növekedése	magas	közepes	közepes
Hőhullámos napok számának növekedése	magas	magas	nem releváns
Csapadékesemények intenzitásának növekedése	magas	közepes	nem releváns
Viharos időjárási események intenzitásának, pl. szállókészség növekedése	alacsony	alacsony	nem releváns
Megnövekedő UV sugárzás	magas	alacsony	nem releváns
Árhullámok gyakoriságának és intenzitásának növekedése	magas	magas	nem releváns
Villámárvíz gyakoribb előfordulása	magas	magas	közepes
Belvíz gyakoribb előfordulása	közepes	közepes	nem releváns
Talajmozgás gyakoribb előfordulása	magas	magas	alacsony

Forrás: Miniszterelnökség (2017): Klímakockázati útmutató alapján saját értékelés.

1.2 Kitétségelemzés

A kitétségelemzés során azt vizsgáltuk, hogy a beruházás helyszíne (és vélt hatásterülete) a releváns időjárási paramétereknek, amelyekre a létesítmény vagy annak működése érzékeny kitétt-e, és ha igen, milyen mértékben. A kitétségvizsgálatot azon éghajlati tényezőkre javasolt elvégezni, amelyekre a beruházás érzékenysége „magas” vagy „közepes”. A kitétséget a jelenlegi („kontroll”) és jövőbeni („szcenárió”) időszakra célszerű vizsgálni.

Az alábbiakban bemutatjuk azon paramétereket, amelyekre a beruházás érzékenysége legalább közepes.

1.2.1 Átlagos felszíni hőmérséklet lassú növekedése

A NaTÉR adatbázis alapján megállapítható, hogy a tervezési területen – az ország jelentős részéhez hasonlóan – 1,5–2,0°C közötti átlagos hőmérsékletnövekedéssel lehet számolni az 2021-2050 közötti időszakban. (Ennél kisebb – 1,0–1,5°C – átlagos hőmérséklet-emelkedés csak az Alpoknálja közelében várható; de azt leszámítva az ország teljes területére a fent említett nagyobb növekmény érvényes, az alapul vett klímamodell és vonatkoztatási időszak esetében.)

1.2.2 Hőhullámos napok számának gyakorisága

A hőhullámos napok definíció szerint a következő hőmérsékleti paraméterekkel terhelt időszakokat jelentik:

- Elsőfokú hőhullám - $T_{\text{átlag}} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 1 napig
- Másodfokú hőhullám - $T_{\text{átlag}} \geq 25^{\circ}\text{C}$ 3 napig vagy $\geq 27^{\circ}\text{C}$ 1 napig
- Harmadfokú hőhullám - $T_{\text{átlag}} \geq 27^{\circ}\text{C}$ 3 napig

A NaTÉR adatbázisa alapján a beruházási terület a hőhullámos napok számának növekedésének kis mértékben van kitéve.

1.2.3 Csapadékesemények intenzitásának növekedése

A tervezési területen a 30 mm-t meghaladó csapadékos napok száma várhatóan közepes mértékben (0,5 nappal) növekedni fog.

Az országos meteorológiai szolgálat jelentése alapján a bázis időszakhoz képest (1961-1990) a csapadék egyre inkább rövid ideig tartó, intenzív záporok formájában hullik, melyek a nyári évszakban jellemzőek. A nyári csapadékontenzitás 2050-ig további 1 mm-rel növekszik.

1.2.4 Viharos időjárási események intenzitásának, pl. szélökésesség növekedése

A Klímakockázati Útmutató részletes módszertani kiadványának melléklete alapján az 1981-2010 időszakra a régióban a 90 km/h feletti napi szélsébség maximumok éves átlagos előfordulási gyakorisága 0,5 nap/év. Viharos szélsébségre és szélökésességre a NaTÉR a Szélvész, heves szélvész, orkán (85 km/h-t meghaladó szélökések) jelenséggel érintett napok éves átlagos számának változását határozza meg hosszú távon 2071-2100 időszakra. A klímamodellek közül a legpesszimistábbat vettük számításba, amely 0,3 nap növekedést mutat ezen klímamodellre.

1.2.5 Megnövekedő UV sugárzás

Kistérségi szintű kitettség adat nem érhető el, de a klímaváltozás hatásai között országos szinten várható – a Klímakockázati útmutató alapján – az UV sugárzás növekedése. Mértéke igen bizonytalan; konkrét adat nem található rá. (Ennek hatása a kapcsolódó létesítmények esetében: az aszfaltban a bitumen öregedésének felgyorsulása, illetve festések, felületi bevonatok öregedésének gyorsulása, ez által a korrózió sebességének növekedése, illetve karbantartási ciklusok lerövidülése, általános amortizáció lerövidülése, felületi repedések megjelenése.)

1.2.6 Árvíz, villámárvíz és belvizek

A Sajó és környezetére jellemző belvízi paramétereket, illetve árvízi jellemzőket a Környezeti Hatástanulmány Felszíni vízvédellel foglalkozó 4.4.2 fejezetében részletesen bemutattuk. A beruházási terület környezete nem belvizes, de a felszín alatti víz a Sajó folyó völgyében a felszín közelében található.

Árvízvédelmi szempontból a Sajóra jellemzőek a gyorsan levonuló, nagy mennyiségű, intenzív csapadékeseményekhez köthető árhullámok, zöldárak. A beruházási terület így mind árvízi, mind belvízi szempontból erősen kitett. Jeges árvíz azonban ritka a folyó ezen szakaszán.

1.2.7 Talajmozgás, tömegmozgás

A NaTÉR adatbázisa szerint a felszínmozgással érintett földtani képződmények, a lejtésviszonyok és a települések közigazgatási határán belüli, 2005 és 2010 között történt felszínmozgásból adódó káresemények számának kapcsolata alapján a 26. sz. főút Putnok elkerülőút környezete közepesen érzékeny, tehát a projekt a talajmozgásoknak kis mértékben kitett.

1.2.8 A kitettség összefoglaló értékelése

Az alábbi táblázatban értékeljük a kitettség szempontjából a beruházást.

Táblázat 1.3: Kitettség összefoglaló értékelése

Éghajlati jellemző / érzékenységi szempont	A beruházási terület kitettsége
Átlagos felszíni hőmérséklet lassú növekedése	közepes
Hőhullámos napok számának növekedése	közepes
Csapadékesemények intenzitásának növekedése	közepes
Viharos időjárási események intenzitásának, pl. széllökésesség növekedése	közepes
Megnövekedő UV sugárzás	alacsony
Árvíz	magas
Városi villám árvíz vagy „urban flood” gyakoribb előfordulása	alacsony
Belvíz gyakoribb előfordulása	magas
Talajmozgás gyakoribb előfordulása	alacsony

Forrás: Miniszterelnökség (2017): Klímakockázati útmutató alapján saját értékelés.

2 Sérülékenység elemzés, a potenciális hatások értékelése

Főként az előzőekben meghatározott, klímaváltozással szembeni érzékenységből és az időjárási paramétereknek való kitettségéből (illetve egyéb kiegészítő tényezőkből) származtatható egy adott beruházás sérülékenysége. A nagyobb érzékenység és/vagy kitettség – főleg, ha a rendszer alacsony adaptációs képességével társul – okozza a beruházás klímaváltozással szembeni sérülékenységét. Ennek meghatározása érdekében – továbbra is a vonatkozó útmutatót követve – mátrixba (táblázatba) rendeztük az érzékenység és kitettség vizsgálatánál relevánsnak bizonyuló éghajlati jellemzőket, érzékenységi szempontokat. (A potenciális hatások meghatározása során még nem vesszük figyelembe az alkalmazkodási képességet. A potenciális hatások ezért alkalmazkodási intézkedések nélkül értendők.)

Táblázat 2.1: Sérülékenység, a potenciális hatások vizsgálata

		Kitettség		
		alacsony	közepes	magas
Érzékenység	alacsony			
	közepes			Belvíz gyakoribb előfordulása
	magas		Átlagos felszíni hőmérséklet és a hóhullámos napok számának növekedése; Csapadékesemények intenzitásának növekedése	Árvíz hatásai az infrastruktúrára, és az utat használókra

Forrás: Miniszterelnökség (2017): Klímakockázati útmutató alapján saját értékelés.

2.1 Kockázatelemzés

A beruházás sérülékenységének fenti vizsgálatát követően kell elkészíteni a beruházás klíma-kitettségének kockázatelemzését. A sérülés, kár, veszteség, funkciók ellátásában bekövetkező negatív változások és a negatív környezeti hatások lehetősége mind kockázati tényezőt jelent. Így például a fizikai hatás (pl. árvíz), és az általa okozott hatás (következmény) között különbséget kell tenni. A kockázatelemzés ez utóbbira, a fizikai hatások által okozott károkra összpontosít. A kockázat a potenciális kár nagyságának és a kár bekövetkezési valószínűségének szorzata.

A következő táblázatban szereplő bekövetkezési valószínűséget és a következmény nagyságát a már többször hivatkozott Klímakockázati Útmutató 4. moduljának iránymutatásai alapján határoztuk meg.

Táblázat 2.2: Kockázatok és következményeik

	következmény csoport	bekövetkezés valószínűsége ^[1]	következmény nagysága ^[1]
Növekvő átlaghőmérséklet miatt: károk az útpályában, esetleges megnövekedett fenntartási költségek	Eszközökben keletkezett kár (műszaki, üzemeltetési), gazdasági kár	közepes valószínűségű	közepes
Intenzív csapadékesemény után kialakult lefolyástalan területek, útalap nem megfelelő vízteleníthetősége, káros mértékű elnedvesedése		közepes valószínűségű	közepes
Árvíz hatásai az infrastruktúrára		közepes valószínűség	jelentős

	következmény csoport	bekövetkezés valószínűsége ^[i]	következmény nagysága ^[ii]
Csapadékesemények intenzitásának növekedése miatt kimosások, állékonyságban okozott károk		közepes valószínűség	közepes
Hőhullámos napok számának emelkedése miatti hősokk, infrastruktúrát használó autósok rosszulléte	Biztonság és egészség	nem valószínű	közepes
Csapadékesemények intenzitásának növekedése az útpálya vízzel történő borítottság, amely az utazók számára balesetveszélyes lehet		nem valószínű	közepes

Forrás: Miniszterelnökség (2017): Klímakockázati útmutató alapján saját értékelés.
[i] Bekövetkezés valószínűségének kategóriái (Útmutató szerint): ritka (5% esély évente); nem valószínű (20%); közepes valószínűségű (50%); valószínű (80%); majdnem biztos (95%).
[ii] Következmény kategóriák (Útmutató szerint): jelentéktelen; kicsi; közepes; jelentős; katasztrofális.

Táblázat 2.3: Kockázatok besorolása (extrém, magas, közepes, alacsony, nincs)

		Következmény vagy hatás				
		jelentéktelen	kicsi	közepes	jelentős	katasztrofális
Bekövetkezés valószínűsége	ritka					
	nem valószínű			Csapadékesemények intenzitásának növekedése az útpálya vízzel történő borítottság, amely az utazók számára balesetveszélyes lehet Hőhullámos napok számának emelkedése miatti hősokk, infrastruktúrát használó autósok rosszulléte		
	közepesen valószínű			Növekvő átlaghőmérséklet miatt: károk az útpályában, esetleges megnövekedett fenntartási költségek Intenzív csapadékesemény után kialakult lefolyástalan területek, útalap nem megfelelő vízteleníthetősége, káros mértékű elnedvesedése, további kimosások és állékonyságban okozott károk	Árvíz hatásai az infrastruktúrára	
	valószínű					
	majdnem bizonyos					

Forrás: Miniszterelnökség (2017): Klímakockázati útmutató alapján saját értékelés.
Kódmagyarázat: a kockázat kategóriái:

nincs	alacsony	közepes	magas	extrém
-------	----------	---------	-------	--------

Ahogy látható, extrémnek értékelt klímakockázatot az árvizek jelentenek. Magas kockázatot jelent a „növekvő átlaghőmérséklet miatt: károk az útpályában, esetleges megnövekedett fenntartási költségek”, illetve az „intenzív csapadékesemény után kialakult lefolyástalan területek, útalap nem megfelelő vízteleníthetősége, káros mértékű elnedvesedése, további kimosások és állékonyságban okozott károk” esemény.

Az Útmutató az „extrém” és a „magas” kockázatok további vizsgálatát és kezelését javasolja; a „közepes” kockázatok további elemzése opcionális lehetőség.

Extrém klímakockázatú eseményt jelent a beruházásra az árvíz és hatásai az infrastruktúrára. A beruházás a Sajó völgyében húzódik, a Sajó vízszintingadozása jelentős, a változások hirtelen következnek be és nagy mértékűek. A klíma megváltozásával Magyarországon a szélsőséges időjárási események, jellemzően a magas csapadékként intenzitású viharok előfordulási valószínűsége megnövekszik, melynek köszönhetően intenzív árhullámok vonulhatnak le a Sajón. A hidak tervezésénél fontos a megfelelő mértékadó vízhozam figyelembevétele, illetve az árvizek kezelésében fontos szerepet kapó létesítmények, műtárgyak megfelelő méretezése, későbbi karbantartása.

Magas kockázatú esemény az átlagos felszíni hőmérséklet lassú növekedése. Magasabb környezeti léghőmérsékleten – főként a nagy nehézforgalmi terheléssel igénybe vett utak esetén – a burkolat felületének jellegzetes romlási formája a keréknyomvályúk kialakulása, amelyet elsősorban a pályaszerkezet aszfalt rétegének maradó alakváltozása vált ki, de kialakulásában a burkolat kopása, a pályaszerkezeti rétegek forgalmi hatásra bekövetkező utótömörödése is közrejátszik. Következménye a rövidebb élettartam, gyakoribb karbantartási igény.

Magas kockázatúnak értékelt hatás és következmény továbbá az „intenzív csapadékesemény után kialakult lefolyástalan területek, útalap nem megfelelő vízteleníthetősége, káros mértékű elnedvesedése, további kimosások és állékonyságban okozott károk”. Az útalapot képező talajfajták legtöbbje megemelkedett – az optimális értéket jelentősen meghaladó – nedvességtartalom mellett eredeti szilárdságának jelentős részét elveszti, és így a rajta készített pályaszerkezet alátámasztására többé már nem alkalmas, a burkolat forgalmi terhelés alatti gyors tönkremeneteléhez vezetve, ezzel megnövekedett karbantartási költségeket okozva. A heves esőzés rézsűkimosódást, padkabomlást, víz felhalmozódását okozhatja az útpályán; továbbá vízbehatolást a pályaszerkezetbe, árkok és/vagy csőátereszek eltömődését. A tervezés további szakaszában a heves esőzés okozta esetlegesen kialakuló problémák kezelése kiemelt fontosságú.

3 Adaptációs intézkedések

3.1 Árvíz és belvíz hatásai az infrastruktúrára

Az útpálya és a hidak tervezésénél a mértékadó árvízszintet kell figyelembe venni. Az árvízvédelmi területek és árapasztó műtárgyak jó karban tartása kiemelt jelentőségű. Fontos, hogy a felszíni és felszín alatti víz jelenlegi áramlási rendszereibe a lehető legkisebb mértékben avatkozzon be a beruházás, ne alakuljanak ki további lefolyástalan, feldarabolt területek, ahol a víz felgyűlhet az út környezetében, és annak állékonyságát ronthatná.

3.2 Intenzív csapadékesemények következményei

Az út vízelvezetési rendszerének méretezésekor legalább a 10 éves gyakoriságú záporintenzitás mértéke veendő figyelembe, így az út vízelvezető rendszere megfelelő lesz a jövőben várható intenzívebb csapadékesemények esetén is. A lejtési és egyéb viszonyok kialakítása a vonatkozó szabványok alapján kell történjen, a megfelelő biztonsági tartalékkal.

A hidakra vonatkozóan fontos, hogy a műtárgyak ne okozzanak visszaduzzasztást, ne okozzák a vízszállító képesség romlását az érintett vízfolyások esetén. A megfelelő biztonsági magasság megválasztása kiemelt fontosságú a hídszerkezetek alsó éleinek tervezésekor.

3.3 Hőhullámos napok számának emelkedése miatti hősokk és növekvő átlaghőmérséklet

A hőhullámos napok számának és az átlagos felszíni hőmérséklet növekedése nemcsak a fizikai infrastruktúrára, hanem az azt használó autósok egészségére is hatást gyakorolhat. A hőmérséklet növekedése az útburkolat tartósságát, állóképességét teszi próbára: a meleg hatására a burkolat nyomvályúsodhat, süllyedhet, esetleg bitumenkiválás jelenhet rajta meg, mely úthibák költségekkel, forgalmi fennakadásokkal járnak. Ennek kivédésére vagy a hatás csökkentésére alkalmas létesítési és üzemeltetési intézkedések (pl. aszfalterősítő termékek alkalmazása) mérlegelendők a következő tervezési fázisban a költséghatékonyság figyelembevételével. Az útállapot fokozott és rendszeres karbantartása kiemelten fontos.

4 Üvegházhatású gázok kibocsátása

A 314/2005. (XII.25.) Kormányrendelet 6. mellékletének 4. ak) pontja alapján a várható környezeti hatások becslése során be kell mutatni az üvegházhatású gázok (éves és tonnában meghatározott) várható kibocsátását, számításokkal alátámasztva.

Az üvegházhatású gázok várható kibocsátásának számításal alátámasztott előrejelzését a rendelkezésre álló adatok, illetve közelítő becslések alapján, a Mott MacDonald Ltd. által fejlesztett és nemzetközileg akkreditált „MOATA Carbon Portal” rendszer segítségével készítjük. A számítások során a bontás, az építés és az üzemelés időszakában azokat a tevékenységeket, elbontott és beépített anyagokat azonosítjuk, illetve azok karbonlábnyomát számszerűsítjük, amelyek a légköri üvegházhatású gázok egyensúlyát valamelyik irányban megbontják. Az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátását és elnyelését alapvetően négyféleképpen módosítja a projekt:

- nyelők megszüntetésével (pl. termőföld megszüntetése, vagy fakivágás – ezek nettó kibocsátásként jelentkeznek),
- nyelők telepítésével (pl. növénytelepítéssel – ezek nettó kibocsátáscsökkenést eredményeznek),
- kibocsátás növelésével (pl. anyagmozgatással, vagy magas CO₂ kibocsátással – vas, beton – előállított anyagok beépítésével – ezzel az ÜHG kibocsátást növelve),
- kibocsátás-elkerüléssel járó hatások (pl. elkerült kibocsátás a hatékonyabb, vagy alacsonyabb kibocsátással járó sebességű utazás, vagy kedvezőbb közlekedési módváltás elősegítésével – ezzel összességében csökkentve az ÜHG kibocsátást).

A számítások során CO₂-egyenértéket használunk, azaz minden tevékenységet és anyagot (illetve ezek mozgatásához és előállításához szükséges tevékenységet és kibocsátásukat) CO₂-ekvivalensre számítjuk át. Ez általánosan elfogadott módszer annak egyszerűsítésére, hogy ne kelljen a teljes ÜHG spektrummal foglalkozni. Az egyes üvegházhatással járó gázokhoz a szén-dioxid üvegházhatásának egyenértékében meghatározott fajlagost rendelhetünk.

Egy összetett tevékenység ÜHG kibocsátásának meghatározása a résztvékenységeinek fajlagos kibocsátásából és azok mennyiségének szorzatából tevődik össze. Az egyes résztvékenységekhez emissziós faktorokat (EF) rendelhetünk. Ezeket az emissziós faktorokat jellemzően számításokon, illetve összetett vizsgálatokon alapuló adatbázisokból származtathatjuk. A jelen tanulmányhoz a Mott MacDonald Ltd által fejlesztett, az Egyesült Királyság-beli *Institution of Civil Engineers* (ICE) által jóváhagyott PAS2080 szabványnak megfelelő Moata Carbon Portal emissziós faktorait használtuk fel.

A *MOATA Carbon Portal* által meghatározott mappa rendszer megfelel a PAS2080 szabvány egy-egy kategóriájának. A PAS2080 a *Word Trade Organisation* elvárásainak megfelelő nemzetközi szabvány, a beruházások szén-dioxid kibocsátásának és megkötésének számszerűsítésére. A szabvány a teljes értékláncot figyelembe véve a széndioxid-kibocsátás csökkentését célozza tervezési, kivitelezési és felhasználási gyakorlatok megfelelő megválasztásával.

A MOATA adatbázisát egy nemzetközi szakértőkből álló csapat fejleszti és tartja karban. A portál ország-, illetve földrész-specifikus fajlagosok adatbázisa. Az emissziós faktorok témacsoportokra bontva, magas szervezetszerű tevékenységek komplex karbon-lábnyomát határozzák meg, ami hatékony ugyanakkor rugalmas projekt szintű számítási feladatokat tesz lehetővé. Ilyen tevékenység például egy konkrét adatokkal jellemezhető épület bontása (ami

magában foglalja az épület bontását, a munkagépek felvonulását, a bontott anyag elszállítását stb.).

Az emissziós faktorok a tevékenység során felhasznált / beépült anyagokra is vonatkoznak, mint pl. felhasznált aszfalt vagy felhasznált acél mennyisége. Az átváltás során a rendszer számításba veszi az anyag beépítéséhez kapcsolódó teljes tevékenység CO₂-egyenértékét, mint például a munkagép által egységnyi idő alatt elhasznált üzemanyagot, vagy felhasznált energiát és ennek egyenértékével számol. Végeredményül CO₂-egyenértéket kapunk kilogrammban, illetve tonnában kifejezve. Az adatbázis tehát azon kívül, hogy képes összeadni a felhasznált anyagok által beépített becsült CO₂-egyenértéket, illetve a beépítéshez szükséges munkafolyamatok CO₂-egyenértékét, a különböző anyagok, technikák, munkafolyamatok összehasonlítására is alkalmas.

A projekt ennek megfelelően a bontás, az építés, majd az üzemelés során használt anyagokra és számszerűsíthető folyamatokra bontható.

A bontás során az üvegházhatású-gáz kibocsátással járó munkafolyamatok közül az alábbiakat azonosítottuk:

- épületek és infrastruktúra bontása;
- meglévő út és útalap bontása;
- a bontott anyagok elszállítása, deponálása, majd depóból végleges befogadóba szállítása;
- nyelők elvesztése (területfoglalás miatti termőföld kiesés, fakivágás, bozótos terület megtisztítása).

Az építés során az alábbi munkarészek járnak ÜHG kibocsátással:

- közút alépítményének és felépítményének létesítése (anyag, szállítás, munkagépek);
- hidak és átkelők, zajgátló fal építése (beépített szerkezeti anyagok, úgymint beton, acél, szállítás, munkagépek kibocsátása);
- közműkiváltás (beépített anyagok, munkagépek kibocsátása);
- dugók, terelés és ideiglenes forgalmi lezárások miatti többlet üzemanyag felhasználás;
- munkások utaztatása.

Az üzemeléssel járó ÜHG kibocsátás növekmény:

- az elkerülő létesítéséből származó forgalmi növekmény miatti többletkibocsátás

Fontos itt kiemelni, hogy olyan elemet nem találtunk, ami az ÜHG kibocsátás csökkenését eredményezi.

A vizsgálat keretei között nem számszerűsítettük az elektromos gépjárművek térnyerését, mert a régió hátrányos szocio-ökonómiai helyzete miatt ezen gépjárművek érdemi térnyerése az országos átlag alatt várható. Ezzel a közelítéssel konzervatív irányba tértünk el, a valódi kibocsátás ennél valamivel kedvezőbb lesz, a projekt várható ÜHG kibocsátását ezzel valamelyest túlbecsüljük.

A projekt vizsgált elemei között a legjelentősebb üvegházhatású gáz kibocsátásával járók a következők (a hozzájárulás mértéke szerinti csökkenő sorrendben):

- a forgalom növekedése miatti többlet kibocsátás;
- megszűnő nyelők (területfoglalás és a megszűnő termőföldekkel együtt járó nyelők – részlegesen vagy teljes – elvesztése);
- a beépítésre kerülő anyagok (fémek, beton és cement alapú építőanyagok);
- töltés építéséhez szükséges föld és töltésalapanyag (zúzott kő, kavics) szállítása;

- bontás során keletkező föld és talaj ideiglenes depóba szállítása és onnan való végleges elszállítása.

A fenti öt tétel a projekt teljes kibocsátásának 93%-át adja, ezek közül is a várható forgalomnövekedés jelenti a növekmény 51%-át.

Tételesen megvizsgálva a forgalom gyarapodásának kibocsátását, a forgalmi előrejelzések alapján, az elkerülőút fejlesztése miatti növekmény új elkerülő útvonalszakaszon való végig haladásával és az ezzel járó kibocsátásával vettük figyelembe. Ezt évente 300 nappal számolva (ezzel korrigálva a hétvégi és ünnepnapokra eső várhatóan kisebb forgalmat), az út 30 éves tervezhető élettartamára vetítve 8.500 tonna CO_{2ekv} kibocsátásával számolhatunk a tervezett út megvalósítása esetén.

Az építéssel együtt járó területfoglalás a ma zöld felületként számolható fás, cserjés, bozótos vagy mezőgazdasági termőterület megszűnésével jár. Ezek a területek a projekt miatt megszűnnek természetes karbonmegkötőként és/vagy nyelőként működni, elvesztésük tehát nettó kibocsátásnövekedéssel (negatív megkötéspotenciál-változással) jár. A vizsgált nyomvonal esetén 14,7 ha a megszűnő termőterület, mely megközelítőleg 30.000 m³ talaj eltávolítását jelenti. Ezt a projekt kibocsátáscsökkentési oldalán számszerűsítjük (nem számolva a termőtalaj részleges, másutt történő felhasználása esetén megjelenő megkötési potenciáljával). Ennek karbonlábnyoma 1.870 tonna CO_{2ekv}.

A teljes kibocsátás kb. 15%-ért felelős tétel az építéskor beépített, a kábelcserék, kiváltások és megépítendő közművek során felhasznált fém kábelek, vezetékek és csövek anyagában beépítésre kerülő karbon mennyisége. A tervezett közműkiváltások és építések becsült adatai alapján réz, alumínium, acél és beton vezetékek kerülnek kiváltásra, ezek összesített karbon ekvivalensben meghatározott kibocsátása mintegy 2.500 tonna CO_{2ekv}.

Az adatszolgáltatásként kapott adatok alapján a töltés és útalap építéséhez szükséges föld mennyiségének szállítása és beépítése kb. 115.000 m³ anyagot jelent. Az ezzel járó többlet kibocsátás pedig 1.400 tonna CO_{2ekv}, amely az építés idején jelentkezik.

A sorban következő számszerűsített kibocsátási tényező az építkezés során keletkező hulladékok, föld és bontott útalap szállításából és elszállításával együtt járó kibocsátás. Kiviteli tervek és szervezési tervek híján a keletkezett teljes szállítandó mennyiséget egy fiktív, a projekttől átlagosan 15 km-re lévő depóba/hulladéklerakóra való szállítással vettük figyelembe. A számítások alapján a megmozgatott 75.000 m³ föld kibocsátásnövekménye 650 tonna CO_{2ekv}.

A fenti öt, a projekt karbonlábnyomát érdemben meghatározó tételen túl a fennmaradó 7%-nyi kibocsátásban szerepelnek

- az építkezés során kialakuló forgalmi helyzet megváltozásával,
- az épületek és infrastrukturális elemek bontásával,
- fák és növényzet kivágásával,
- utak, átereszek és hidak építésével és felújításával,
- közműkiváltás munkálataival,
- útépítés kiegészítő munkálataival, és az
- szervezéssel, többek között munkások utaztatásával

járó tételek.

Fontos hangsúlyozni, hogy bár minden olyan művelet figyelmet érdemel, ami közvetlen vagy közvetett ÜHG kibocsátással, vagy nyelők elvesztésével jár, a projekt teljes kibocsátásának meghatározó hat tételére érdemes kiemelt hangsúlyt fektetni. Ezek racionalizálása, illetve

csökkentése ugyanis érdemben és meghatározóan képes csökkenteni a projekt karbonlábnyomát.

A számításaink során a projekt nélküli, illetve a megvalósításával járó eset különbségét vettük figyelembe. Nem számszerűsítettük a 26. sz. főút üzemelésének jelenlegi kibocsátását, azt ugyanis a projekt csak módosítja. A 26. sz. másodrendű főközlekedési út forgalmának, fenntartásának és üzemének jelenlegi szinten számítható ÜHG kibocsátása így a fenti kibocsátás alapesetét jelentette, az ehhez képest számszerűsíthető, a bontásból és építésből, valamint a megváltozott üzemelésből (forgalom áterelődésből) eredő kibocsátást határoztuk meg a fentiekben.

Az elvégzett számítások alapján a projekt teljes élettartamára vetített ÜHG lábnyoma **összesen 16.563 tonna CO_{2ekv}**.

A **vizsgált nyomvonalat tekintve** pedig az út 30 éves élettartamából következően a teljes útszakaszra évente megközelítőleg 552 tonna CO_{2ekv} kibocsátás várható, az **út 1 km-ére eső éves kibocsátástöbblet kb. 92 tonna CO_{2ekv}**.

