



# **Az éghajlatváltozással kapcsolatos kockázatértékelés összefoglalása**

2025.11.21.

## Tartalomjegyzék

1. A dokumentum célja .....	1
2. Bevezetés .....	1
3. A projekt leírása és összefoglalása .....	2
4. A projekt üvegházhatású gázainak kibocsátása .....	3
4.1. Közvetlen üvegházhatású gázok kibocsátásának elemzése .....	3
4.2. Közvetett üvegházhatású gázok kibocsátásának elemzése.....	3
5. Fizikai éghajlatváltozási kockázatértékelés (CCRA) .....	4
5.1. Módszertan .....	4
5.2. A fizikai éghajlati kockázatok szűrése .....	5
5.3. A fizikai éghajlati kockázatok értékelése.....	6
5.4. A fizikai éghajlati kockázatok kezelése .....	11

## Táblázatok listája

1. Táblázat: Az építési szakasz során várható CO <sub>2</sub> -tonna ekvivalens kibocsátás .....	3
2. Táblázat: A forgalom t CO <sub>2</sub> eq kibocsátás változása évente .....	4
3. Táblázat: A bővítés eredményeként a közlekedésből származó éves t CO <sub>2</sub> eq kibocsátás.....	4
4. Táblázat: Kockázatértékelés, 2050-ig és 2070-ig várható változások.....	10
5. Táblázat: Klímaadaptációs intézkedések a tervezés, építés, karbantartás és üzemeltetés során....	16

## **1. A dokumentum célja**

Az Equator Principles (EP) előírja a pénzintézetek és az általuk finanszírozott projektek számára a nemzetközi és nemzeti környezetvédelmi irányelvek betartását.

Az éghajlatváltozással kapcsolatos kockázatértékelés (Climate Change Risk Assessment, továbbiakban CCRA) célja annak biztosítása, hogy a projektek finanszírozása társadalmilag felelősségteljesen és a helyes környezetgazdálkodási gyakorlatot tükröző módon kerüljön kialakításra, miközben lehetőség szerint elkerülhetőek legyenek a projekt által érintett ökoszisztémákra, közösségekre és az éghajlatra gyakorolt negatív hatások.

Az átfogó környezeti és társadalmi hatásvizsgálat (Environmental and Social Impact Assessment, továbbiakban ESIA) kulcsfontosságú elemeként és szerves részeként a CCRA kidolgozására az EP 2. elve alapján került sor.

A projekt CCRA-ja megfelel a TCFD és az EP szabványok követelményeinek. (A TCFD előírja az éghajlati kockázatok azonosítását és az alternatívák elemzését; a PS1 szabvány előírja az üvegházhatású gázok kibocsátásának és a vonatkozó kockázatoknak az azonosítását; a PS3 szabvány előírja az alternatívák elemzését és az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérését).

## **2. Bevezetés**

Egy autópálya-bővítési projekt keretében a CCRA alapvető fontosságú az éghajlattal kapcsolatos olyan kockázatok azonosításához és értékeléséhez, amelyek befolyásolhatják az infrastruktúra hosszú távú fenntarthatóságát, ellenállóképességét és működési teljesítményét. E kockázatok közé tartoznak a fizikai éghajlati kockázatok, például a szélsőséges időjárási események, a hőmérséklet-ingadozások és a változó csapadékminták. Ezek a tényezők befolyásolhatják a tervezési követelményeket, a karbantartást, és a pénzügyi életképességet az autópálya életciklusa során. Azáltal, hogy az éghajlati kockázatokkal kapcsolatos megfontolások beépülnek a korai tervezésbe és döntéshozatalba, a projekt támogatja az adaptív és ellenálló infrastrukturális megoldások megvalósítását, biztosítja a nemzetközi szabványokkal való összhangot, és hozzájárul a fenntartható fejlődés és az éghajlati kockázatok csökkentésének tágabb értelemben vett céljaihoz.

A következő alfejezetek az üvegházhatású gázok kibocsátásának és a fizikai kockázatok CCRA-jának számításait részletezik. Egy külön dokumentum (ESIA) mutatja be a projekt megfelelését mind a nemzetközi, mind a nemzeti környezetvédelmi és éghajlati szabályozásokkal, beleértve a nemzeti éghajlatváltozási kötelezettségvállalásokat (National Climate Commitments, NCC), a nemzeti szinten meghatározott hozzájárulásokat (Nationally Determined Contributions, NDC), a hosszú távú

stratégiákat (Long-Term Strategies, LTS) és a párizsi megállapodás céljait. Az elemzés megerősíti, hogy a projekt teljes mértékben megfelel az összes vonatkozó követelménynek. A jogszabályi megfelelés elemzése, az üvegházhatású gázkibocsátási becslések és a fizikai kockázatok CCRA-ja együttesen teljesítik az EP-nek az éghajlatváltozással kapcsolatos kockázatértékelésre vonatkozó kritériumait.

### **3. A projekt leírása és összefoglalása**

A projekt egy nagyobb autópálya-fejlesztési projekt része, amelynek célja az M1-es autópálya Budapest és a Concó pihenőhely közötti szakaszának korszerűsítése. A beruházás megáiban foglalja a forgalmi kapacitás növelését, valamint a biztonsági feltételek javítása érdekében 2x3 sáv plusz teljesértékű forgalmi sávként használható, a forgalom számára baleset vagy torlódás esetén megnyitható intelligens leállósávok konfigurációjává alakítja át a jelenlegi 2x2 plusz leállósávok autópályát. A jelenlegi projekt a "K szakasz" elnevezésű, a Budapest (M0) és a bicskei csomópontok közötti szakaszra (16+224 km és 39+200 km hossz) terjed ki.

A bővítés célja a főváros és Magyarország egyik legfontosabb regionális központja közötti hatékonyabb összeköttetés biztosítása, valamint az ország Nyugat-Európa felé irányuló stratégiai közlekedési kapcsolatának erősítése. Mivel ez a szakasz a transeurópai közlekedési hálózat (TEN-T) részét képezi, és jelentős nemzetközi tranzitforgalmat bonyolít, fejlesztése nemcsak Magyarország, hanem a tágabb értelemben vett európai közlekedési infrastruktúra szempontjából is stratégiai jelentőségű.

A projekt életciklusa három fázisból áll: tervezési és előkészítési, építési- valamint üzemeltetési fázisokból. A tervezési és előkészítési fázisban elkészült a projekt részletes dokumentációja.

Az építési szakasz egy összetett, rendszerszintű fejlesztés, amely az autópálya kiszélesítése mellett magában foglalja számos alul- és felüljáró átépítését, a meglévő csomópontok korszerűsítését és újak kialakítását, pihenőhelyek átépítését és bővítését, mérnökségek modernizációját és bővítését, valamint a zajvédő falak hosszának és magasságának növelését. A tevékenységek közé tartozik az érintett ingatlanok tisztítása, a növényzet kezelése, és az előzetes régészeti felmérések elvégzése.

Az építési munkálatok befejezését követően az autópályát a műszaki, környezetvédelmi és biztonsági előírásoknak megfelelően kerülnek üzemeltetésre és karbantartásra, rutinszerű és megelőző intézkedésekkel, amelyek biztosítják a hatékony és fenntartható forgalomáramlást, miközben minimalizálják a környezeti hatásokat és biztosítják a vonatkozó előírások betartását.

A projekt társadalmi szempontból várhatóan számos pozitív hatást vált ki, míg környezetvédelmi szempontból nem jár jelentős vagy visszafordíthatatlan negatív hatásokkal. A legjelentősebb

társadalmi haszon az, hogy az M1-es autópálya összeköti Magyarország legfejlettebb régióit, és biztosítja az ország egészének a létfontosságú hozzáférést Nyugat-Európa, Bécs és Pozsony felé.

#### 4. A projekt üvegházhatású gázainak kibocsátása

Az üvegházhatású gáz kibocsátás számítása a projekt Scope 1-2 kibocsátására terjed ki, így megfelel a GHG Protocolnak, mint a nemzetközileg legelterjedtebb karbonlábnyom kalkulációs sztenderdnek. Ez alapján ÜHG-kibocsátás számítása során különbség van a közvetlen és a közvetett ÜHG-kibocsátás között. Míg a közvetlen ÜHG-kibocsátás a projekt építési szakaszában merül fel, addig a közvetett ÜHG-kibocsátás főként az üzemeltetési szakaszhoz köthető. A közvetett üvegházhatású gáz kibocsátás alapvetően az autópályán közlekedő járművek forgalmi kibocsátását jelenti.

##### 4.1. Közvetlen üvegházhatású gázok kibocsátásának elemzése

A közvetlen kibocsátás a projekt építési szakaszában jelentkezik. Fontos kiemelni, hogy az üvegházhatású gáz kibocsátás értékelését két fejlesztési projektre együttesen került elvégzésre (az M1 autópálya részét képező A és K szakasz), mivel ezek kibocsátása összekapcsolódik, és nem lehet külön-külön értékelni.

	A fejlesztésben érintett M1 autópálya szakasz hossza	Az építési fázis teljes ÜHG-kibocsátása (t CO <sub>2</sub> eq)	A projekt várható időtartama (év)	Az építési fázis éves ÜHG-kibocsátása (t CO <sub>2</sub> eq/év)
"K" szakasz (16+224-39+200 km sz.)	22 km	83 500	2	41 750
"A" szakasz (39+200-95+025 km sz.)	57 km	216 300	3	72 100
<b>Összesen</b>	79 km	299 800	5	59 960

1. Táblázat: Az építési szakasz során várható CO<sub>2</sub>-tonna ekvivalens kibocsátás

A projektet több szakaszban valósítják meg. Az építési fázisban várható ÜHG-kibocsátás (az ÜHG-kibocsátás egy része a bontás során, más része az anyagkitermelés és a keverés helyszínein, míg további kibocsátások az anyagok szállításából származnak) a fejlesztési projektek során fog jelentkezni, ezért ajánlott ezt az értéket az évek között elosztani. Ennek megfelelően az építési szakasz alatti éves kibocsátás nem haladja meg a K szakasz esetében az évi 41 750 tonna CO<sub>2</sub>eq értékét.

##### 4.2. Közvetett üvegházhatású gázok kibocsátásának elemzése

A közvetett üvegházhatású gáz kibocsátás az üzemeltetési fázis során keletkező kibocsátásokat foglalja magában.

A fejlesztési projektek által okozott forgalmi átrendeződés miatt kibocsátott üvegházhatású gázok mennyiségének kiszámításához a forgalmi modellből származó, a jövőbeni változásokat figyelembe vevő forgalmi adatok kerültek felhasználásra. A számítás a beruházás megvalósításából (P1 forgatókönyv: a projekt megvalósul) eredő (CO<sub>2</sub>eq-ben kifejezett) kibocsátásváltozást vizsgálja, és amely kibocsátásváltozás a projekt nélkül nem következett volna be (P0 forgatókönyv: a projekt nem valósul meg).

## Forgalmi modell

A forgalmi modellezésen alapuló ÜHG-számítás nagyobb elektromos járműhasználatot és szélesebb üzemi sávok (ITS) használatát, valamint digitális táblák (VMDB) megvalósítását feltételezi. Ez a projekt forgatókönyvében (P1) kevesebb forgalmi torlódást eredményez a projekt nélküli forgatókönyvhöz (P0) képest.

Az eredmények azt mutatják, hogy a projekt befejezését követően várható forgalomnövekedés miatt az M1 autópálya szakaszán nagyobb forgalom várható, ami a projekt megvalósítását követő időszakban az üvegházhatású gázok kibocsátásának növekedéséhez vezet (2. táblázat).

	2030	2040	2050
<b>CO<sub>2</sub>-kibocsátás különbsége P1-P0 (t/év)</b>	81 100	69 300	57 100
<b>CO<sub>2</sub>-kibocsátás különbsége P1-P0 (%)</b>	8,6%	9,7%	10,3%

2. Táblázat: A forgalom t CO<sub>2</sub>eq kibocsátás változása évente

A korábban említett feltételezéseknek (elektromos járművek fogyasztása, kiszélesített üzemi sáv és VMDB) köszönhetően azonban az ÜHG-kibocsátás az üzemeltetési szakaszban várhatóan csökkenni fog (3. táblázat).

	2030	2040	2050
<b>A "K" szakasz projekt befejezésekor (P1) (CO<sub>2</sub> tonna ekvivalens/év)</b>	<b>268 790</b>	<b>203 980</b>	<b>158 880</b>

3. Táblázat: A bővítés eredményeként a közlekedésből származó éves t CO<sub>2</sub>eq kibocsátás

## 5. Fizikai éghajlatváltozási kockázatértékelés (CCRA)

### 5.1. Módszertan

A fizikai CCRA három fő lépésre oszlik: 1) a fizikai éghajlati kockázatok szűrése, átvilágítása, 2) a fizikai éghajlati kockázatok értékelése és 3) a fizikai éghajlati kockázatok kezelése, amelyeket a következő fejezetek tárgyalnak.

Az EP a kockázatokat három dimenzió mentén értékeli:

- A veszély (hazard) *"olyan természeti vagy ember okozta fizikai esemény vagy tendencia lehetséges bekövetkezésére utal, amely életek elvesztését, sérülést vagy más egészségügyi hatást, valamint a vagyont, az infrastruktúrát, a megélhetést, a szolgáltatásnyújtást és a környezeti erőforrások károsodását és veszteségét okozhatja"*.
- A sebezhetőség (vulnerability) *"a hátrányos érintettségre való hajlamot jelenti. Számos tényezőt foglal magában, beleértve a károokra való érzékenységet vagy fogékonyságot, valamint a túlélési és alkalmazkodási képesség hiányát. Például egy aszályveszélynek kitett közösség sebezhetőbb lenne, ha nem rendelkezne azzal a képességgel, hogy vizet importáljon, vagy alkalmazkodni tudjon olyan körülményekhez, amelyekben a víz korlátozott áll rendelkezésre"*.
- A kitettséget (exposure) úgy határozzák meg, mint *"emberek, megélhetési források, fajok vagy ökoszisztémák, környezeti funkciók, szolgáltatások és erőforrások, infrastruktúra vagy gazdasági, társadalmi vagy kulturális javak jelenlétét olyan helyeken és környezetben, amelyek hátrányosan érintettek lehetnek"*.

A veszélyekre, a sebezhetőségre és a kitettségre vonatkozó értékeléseket a következő részek szintén bemutatják.

## **5.2. A fizikai éghajlati kockázatok szűrése**

A kockázatszűrés folyamat során az éghajlatváltozással kapcsolatos fizikai kockázatok lettek azonosítva és két kategóriába sorolva: a fizikai kockázatok lehetnek eseményvezéreltek (akut), vagy az éghajlati minták hosszabb távú változásai (krónikus) miatt léphetnek fel. Az akut fizikai kockázatok olyan intenzívebb és gyakoribb eseményekkel járnak, mint az aszályok, viharok, árvizek, hóhullámok és erdőtüzek. A krónikus fizikai kockázatok olyan fokozatos változásokra utalnak, mint a tengerszint emelkedése és a hőmérséklet, a csapadék vagy a széljárás hosszú távú változása.

A fizikai éghajlati kockázatok átvilágításának célja a magyar autópálya-építési és útkomponensek ágazatában releváns veszélyek meghatározása az általános ágazati sebezhetőségi átvilágítás alapján.

Összességében 18 hatás, és ezekhez kapcsolódó éghajlati tényező került azonosításra, amelyek akut vagy krónikus kockázatként besorolásra is kerültek (a hatások részletes tárgyalására később kerül sor).

Az ágazati sebezhetőségi szűrés során azonosított veszélyek potenciálisan változhatnak és hatással lehetnek a projektre, ezért második lépésben, az korábban azonosított éghajlati tényezők mélyebb és átfogó vizsgálatát a következő fejezetben bemutatott fizikai éghajlati kockázateértékelés végzi el.

### 5.3. A fizikai éghajlati kockázatok értékelése

Az ágazati sebezhetőségi szűrés eredményei és az azonosított veszélyek alapján a veszély, a sebezhetőség és a kitettség szintjének meghatározására kerül sor az éghajlati tényezők végső értékelése érdekében, valamint annak felmérése érdekében, hogy a projekt helyszínén milyen éghajlatváltozás okozta változások és éghajlati hatások következhetnek be.

A veszély- és kitettségértékelések során minden egyes éghajlati tényező 1-5-ig terjedő skálán lett pontozva a veszély becsült nagysága alapján az elhanyagolhatótól a katasztrófálisig (1 - elhanyagolható, 2 - csekély, 3 - mérsékelt/közepes, 4 - erős, 5 - katasztrófális). A sebezhetőségi elemzés során a tényezők a következő kategóriákba lettek sorolva: nincs jelentős változás, enyhe növekedés/csökkenés, mérsékelt növekedés/csökkenés és jelentős növekedés/csökkenés.

Az értékelések legfontosabb megállapításai a következők:

- **A veszély szintje.** A veszélyekhez kötődő hatások besorolása a közúti projektekre vonatkozó ágazati útmutató szerint történt, a magyar éghajlat megfelelőbb leképezése érdekében történő kiigazítással. Mivel Magyarország Közép-Európában fekszik, ahol az éghajlat kontinentális, és olyan szélsőséges időjárási jelenségek, mint a hurrikánok, monszunok, extrém meleg vagy hideg hőmérsékletek nem fordulnak elő a világ más tájaihoz képest, az értékelés során a legmagasabb pontszám a 3 (mérsékelt/közepes) volt. Ezek a következő éghajlati tényezőkhöz köthető hatásoknál mutatkoztak: Éves csapadék, A vegetációs időszak csapadékösszege, 20 mm feletti csapadékos napok száma (éves átlag), A viharos napok előfordulásának változása, és A szélsőséges szélnapok számának változása.
- **A sebezhetőség szintje.** Az értékelés három területhez kapcsolódóan vizsgálja a sérülékenységet: tervezés és előkészítés, kivitelezés és üzemeltetés. A kivitelezéshez és üzemeltetéshez kapcsolódó tevékenységek jobban ki vannak téve az éghajlatváltozásnak, mint tervezés és előkészítés. Megállapítható, hogy a következő éghajlati tényezők okozta hatások a legszignifikánsabbak a projekt szempontjából: Éves átlaghőmérséklet, Éves átlagos maximumhőmérséklet, Éves átlagos másodlagos hóhullámos napok száma, 20 mm feletti csapadékos napok száma (éves átlag), A viharos napok előfordulásának változása, és (Villám)árvizek előfordulása.
- **A kitettség szintje.** Az értékelés bemutatja a projekterület és környéke éghajlatának várható változásait a kiindulási értékekhez képest középtávon, 2050-ig és hosszú távon, 2070-ig. Az elemzés során a leginkább érintett földrajzi helyszíneket (Bicske / Budapest) megkülönböztetésre kerültek. A projekt kitettsége egy „reális” (RCP4.5 klímamodellezési forgatókönyv alapján készült) és egy „pesszimista” (RCP8.5 klímamodellezési forgatókönyv

alapján készült) szcenárió mentén is elemzésre került 2050-re és 2070-re egyaránt. Az eredmények azt mutatják, hogy mind 2050-re, mind 2070-re jelentős változás (növekedés/csökkenés) várható a következő éghajlati tényezők által okozott hatásokban: Éves átlaghőmérséklet, Éves átlagos maximumhőmérséklet, Éves átlagos fagyos napok száma, Éves átlagos szélsőséges napok száma, Éves átlagos másodlagos hóhullámok napok száma, Éves átlagos vegetációs időszak hossza.

Az átfogó kockázatértékelés külön-külön került elvégzésre a 2050-es és a 2070-es évre, elismerve, hogy a projektre gyakorolt hatások a különböző időhorizontokon belül eltérőek lehetnek. Az általános kockázati szint a korábban ismertetett pontozási módszertan alapján lett meghatározva (1-5-ig), ahol az elemzések során azonosított és egyes hatásokhoz rendelt pontszámok együttesen határozzák meg a végső kockázati besorolást.

Az általános kockázati szintet a három fő kritérium (veszély, kitettség és sebezhetőség) átlagpontszámának kiszámításával került kialakításra. Az elővigyázatosság jegyében ez az átlag a legközelebbi egész számra fel- vagy lekerékítve került meghatározásra, amely aztán magában hordozza a végső kockázati besorolást.

Ahogy a 4. táblázat is kiemeli, mindkét időhorizontot tekintve csupán egyetlen, az éghajlati tényezőkhöz – az éves átlaghőmérséklethez és az éves átlagos maximumhőmérséklethez – kapcsolódó hatás kapott 4-es pontszámot, ez jelenti a legnagyobb kockázatot a projektre nézve („Az építőanyagok – különös tekintettel az emulziókra és a bitumenre – beépíthetőségi és kötési tulajdonságai jelentősen megváltoznak”). Bár több hatás 2-es és 3-as pontszámot kapott (ezek kisebb vagy mérsékelt kockázatot jelentenek a projektre), mindössze két hatás részesült 1-es, elhanyagolható kockázatúnak: a belvízzel érintett területek klimatikus tényezőhöz kapcsolódó hatások (csak a 2050-es előrejelzésben jelenik meg 1-es értékkel) és a levegőminőséggel kapcsolatos hatások (2050-ben és 2070-ben is 1-es értéket kapott).

Kockázat (hatás a projektre)	Releváns fázisok	Éghajlati tényezők	Veszély	Sebezhetőség	Kitettség (2050)	Kitettség (2070)	Kockázat (2050)	Kockázat (2070)
<b>A szélsőséges hőmérsékleti jelenségekhez, forró napokhoz, hóhullámokhoz kapcsolódó hatások</b>								
Az építőanyagok – különös tekintettel az emulziókra és a bitumenre – beépíthetőségi és kötési tulajdonságai jelentősen megváltoznak	Tervezés és előkészítés, üzemeltetés	Éves átlaghőmérséklet Éves átlagos maximumhőmérséklet	2	4	4	4	4	4
A hőterhelés okozta hőtágulás és deformáció mikrorepedéseket idéz elő a burkolatban. A repedésekbe szivárgó csapadékvíz, valamint a téli fagy-olvadási ciklusok hatására ezek a sérülések kiterjednek, ami a pályaszerkezet teherbírásának csökkenéséhez és felületi hibák, például kátyúk kialakulásához vezet	Üzemeltetés	Éves átlagos fagyos napok száma	2	4	4	4	3	3
A szélsőségesebb időjárás megzavarja az építési ütemtervet és növeli a biztonsági kockázatokat a helyszínen	Építés, üzemeltetés	Éves átlagos szélsőséges napok száma	2	3	4	4	3	3
A forró, hóhullámos napok megnehezítik a fizikai munkát igénylő feladatok elvégzését és veszélyeztetik az úthasználók jólétét	Építés, üzemeltetés	Évi átlagos másodlagos hóhullámok száma	2	4	4	4	3	3
A hosszabb vegetációs időszak elősegíti az invazív növények növekedését az infrastruktúra közelében, ami növeli a karbantartás és a további ültetés szükségességét az ökológiai egyensúly megőrzése és az invazív fajok megelőzése érdekében	Építés, üzemeltetés	Éves átlagos vegetációs időszak hossza	2	2	4	4	3	3
<b>A szélsőséges csapadékjelenségekhez, szélsőséges esőzésekhez, viharokhoz kapcsolódó hatások</b>								
A vízelvezető rendszerek eróziója fokozódik, és az üledék miatt csökken a vízáteresztő képességük/vízvezető kapacitásuk, ami kapacitáscsökkenéshez vezet	Üzemeltetés	Éves csapadék	3	1	1	1	2	2

Kockázat (hatás a projektekre)	Releváns fázisok	Éghajlati tényezők	Veszély	Sebezhetőség	Kitettség (2050)	Kitettség (2070)	Kockázat (2050)	Kockázat (2070)
A talaj víztelítettsége csökkenti a nagy méretű fás szárú növényzet stabilitását	Tervezés és előkészítés, építés, üzemeltetés	A vegetációs időszak csapadékosszege	3	2	3	3	3	3
Az intenzív esőzések és a lefolyó víz behatolnak az útburkolat repedéseibe, jelentősen erodálva a beépített anyagokat és rontva az út szerkezetét, csökken az alépítmények stabilitása, ami kimosódás és alápusztulás kockázatát jelenti, ami károsítja az út szerkezetét	Tervezés és előkészítés, építés, üzemeltetés	20 mm feletti csapadékos napok száma (éves átlag)	3	4	1	2	3	3
Extrém csapadék és viharok esetén a munkavégzés nem lehetséges, továbbá romlik a látótávolság, az útburkolaton lévő víz és kimosódott üledék forgalmi zavarokat okoz és növeli a balesetek kockázatát	Tervezés és előkészítés, építés, üzemeltetés	A viharos napok előfordulásának változása	3	4	2	2	3	3
<b>A hirtelen árvizek és a vízszint-jelenségek veszélyével kapcsolatos hatások</b>								
A villámárvizek elvizenyősödést és az alépítmények károsodását okozhatják, ami stabilitás csökkenéshez vezethet, ez pedig a pályaszerkezet károsodását eredményezheti, továbbá a villámárvizek károsíthatják a növényzetet; a nagy mennyiségű víz miatt a gyökérlégzés korlátozott, és a növények ellenálló képessége csökken	Építés, üzemeltetés	(Villám)árvizek előfordulása	1	4	3	3	3	3
Lefolyás esetén a vízvezető rendszerek jelentősebb erózióknak lehetnek kitéve	Építés, üzemeltetés	A belvízi árterületek változása	1	2	1	2	1	2
A vízvezető rendszerek feltöltődése és az üledékkel való megtöltődése felgyorsul, a vízvezető képesség romlik, ami csökkenti az éghajlati tényezők negatív hatásaival szembeni ellenállóképességet	Üzemeltetés	Talajvízszint	1	2	3	3	2	2

Kockázat (hatás a projektre)	Releváns fázisok	Éghajlati tényezők	Veszély	Sebezhetőség	Kitettség (2050)	Kitettség (2070)	Kockázat (2050)	Kockázat (2070)
<b>Az aszály, a jég és a szél okozta károk, valamint ezek komplex hatása a növényzetre</b>								
Az aszály miatt keletkező és felgyülemelő szennyeződés erős szél vagy intenzív csapadékvíz-lefolyás következtében nagyobb mértékben rakódik le az útburkolaton, és ez a jelenség torlódásokhoz és balesetekhez vezethet	Üzemeltetés	Szárazság időszakai: egymást követő szárazság napok száma Talajmozgások	2	3	2	2	2	2
A szélkárok és az úttest jegesedése forgalmi korlátozásokat okoznak, és szélsőséges esetekben a balesetek gyakoriságának növekedését eredményezhetik	Tervezés és előkészítés, üzemeltetés	A szélsőséges szél napok számának változása	3	3	2	3	3	3
A megnövekedett légszennyezés felgyorsíthatja az anyagok lebomlását és csökkentheti a látótávolságot, ami biztonsági kockázatokat és magasabb karbantartási költségeket eredményezhet	Építés, üzemeltetés	Légminőség	1	1	1	1	1	1
A növényzetet szélkárok fenyegetik szélsőséges szélviszonyok, különösen jelentős csapadékmennyiséggel járó viharok esetén, és szélsőséges esetekben fák dőlhetnek ki, ami közlekedési zavarokat okoz (valamint ezek az események a vadon élő állatok halálzásának növekedéséhez is vezethetnek)	Tervezés és előkészítés, üzemeltetés	Másodlagos hatások a növény- és állatvilágra	2	2	1	2	2	2

4. Táblázat: Fizikai éghajlati kockázatértékelés eredménye (2050-ig és 2070-ig)

#### **5.4. A fizikai éghajlati kockázatok kezelése**

Az átfogó kockázatértékelés eredménye rávilágít a kockázatkezelés szempontjából kulcsfontosságú kockázati területekre.

Az 5. táblázat az éghajlati kockázatkezelési intézkedések sorát vázolja fel, a projekt életciklusának három fő fázisa szerint rendszerezve: tervezés és előkészítés, építés és üzemeltetés. Ezen túlmenően a táblázat tartalmazza a mitigációs hierarchiát - nevezetesen a kockázelkerülési és minimalizálási stratégiákat -, hogy tükrözze a kockázatkezelésre vonatkozó proaktív és megelőző intézkedéseket.

Érdemes hangsúlyozni, hogy számos kockázelkerülés típusú intézkedés került azonosításra, ami a kockázatmegelőzés proaktív megközelítését mutatja, rengeteg minimalizálási stratégia mellett (olyan esetekben, amikor is a megelőzés nem volt teljesen megvalósítható). Ennek eredményeképpen az ezen beavatkozások végrehajtása után fennmaradó reziduális (maradvány) kockázatok a lehető legalacsonyabb szintre csökkentek.

##### ***A Fizikai Klímaváltozási Kockázatkezelési Terv részletei***

A Klímaváltozási Kockázatkezelési Terv részletezi a kockázatcsökkentő intézkedések megvalósításának végrehajtási módját, a kijelölt szerepeket és felelősségeket, valamint a monitoring mechanizmusokat.

Minden intézkedést a kijelölt projektfázis (tervezési és előkészítési, kivitelezési és üzemeltetési fázisok) időintervalluma alatt hajtanak végre. A Műszaki terület felel a klímával kapcsolatos szempontok projektbe való integrálásáért és az intézkedések végrehajtásáért. Ugyanakkor az alvállalkozók is kulcsszerepet játszanak a mitigációs intézkedések megvalósításában. Azokban az esetekben, amikor az alvállalkozók a felelősek, ellenőrzésre kerül, hogy az ő kockázatkezelési terveik összhangban legyenek az Undecima megközelítésével.

Az MKIF Undecima elkötelezett a klímaváltozás területén a kulcs teljesítménymutatók nyomon követése iránt, így figyelemmel kíséri Scope 1 és Scope 2 CO<sub>2</sub>e kibocsátásait (tonnában mérve). A vállalat rendszeres és szisztematikus auditokat és ellenőrzéseket is végez. Egyrészt rendszeresen vizsgálják az alvállalkozók megfelelőségét, másrészt az auditok és ellenőrzések biztosítják az MKIF Undecima számára a projekt környezetvédelmi előírásainak való megfelelést és a potenciális hatások nyomon követését.

Kockázat (hatás a projekte)	Éghajlati tényezők	Mitigációs hierarchia	A tervezési és előkészítési fázis kockázatkezelési intézkedései	A kivitelezési fázis kockázatkezelési intézkedései	Az üzemeltetési fázis kockázatkezelési intézkedései	A megvalósításért felelős szakterület
<b>A szélsőséges hőmérsékleti jelenségekhez, forró napokhoz, hőhullámokhoz kapcsolódó hatások</b>						
Az építőanyagok – különös tekintettel az emulziókra és a bitumenre – beépíthetőségi és kötési tulajdonságai jelentősen megváltoznak	Éves átlaghőmérséklet Éves átlagos maximumhőmérséklet	Elkerülés	Az építkezési anyagok keveréktervét a magyar szabályozásnak megfelelően állapították meg	-	Az útburkolat rendszeres és preventív-jellegű karbantartása, a karbantartási munkák gyakoriságának növelése	Műszaki szakterület
A hőterhelés okozta hőtágulás és deformáció mikrorepedéseket idéz elő a burkolatban. A repedésekbe szivárgó csapadékvíz, valamint a téli fagyási-olvasási ciklusok hatására ezek a sérülések kiterjednek, ami a pályaszerkezet teherbírásának csökkenéséhez és felületi hibák, például kátyúk kialakulásához vezet	Fagyos napok éves átlaga	Elkerülés	-	-	A közlekedésbiztonsági berendezések állapotának rendszeres ellenőrzése és szükség szerinti cseréje	Műszaki szakterület
A szélsőségesebb időjárás megzavarja az építési ütemtervet és növeli a biztonsági kockázatokat a helyszínen	Szélsőséges időjárási napok éves átlaga	Elkerülés	-	A napi építkezési ütemterv finomhangolása a pihenőidő növelésével és ivóvíz biztosítása a munkások számára	Az útburkolat rendszeres és preventív-jellegű karbantartása, a karbantartási munkák gyakoriságának növelése	Műszaki szakterület
A forró, hőhullámos napok megnehezítik a fizikai munkát igénylő feladatok elvégzését és veszélyeztetik az úthasználók jólétét	Másodlagos hőhullámos napok éves átlaga	Minimalizálás	-	A lehető legtöbb árnyékoló megoldás megvalósítása az út mentén található pihenőhelyek parkolóiban, ezzel hozzájárulva a hő okozta rosszullet csökkentéséhez	A rendelkezésre álló információs táblák, kamerák és VMS-eszközök használata az utazók tájékoztatására forró napokon	Műszaki szakterület, Kommunikációs szakterület
A hosszabb vegetációs időszak elősegíti az invazív növények növekedését az infrastruktúra közelében, ami növeli a karbantartás és a további ültetés szükségességét az ökológiai egyensúly megőrzése és az invazív fajok megelőzése érdekében	Vegetációs időszak hosszának éves átlaga	Minimalizálás	-	Erdőtelepítés, kivágott fák helyettesítése őshonos növényfajokkal az építési területek közelében, fák ültetése a pihenőhelyeken	A károsodott növényzet gondozása és szükség szerint ellenállóbb fajokkal való pótlása	Műszaki szakterület
<b>A szélsőséges csapadékjelenségekhez, szélsőséges esőzésekhez, viharokhoz kapcsolódó hatások</b>						

Kockázat (hatás a projekte)	Éghajlati tényezők	Mitigációs hierarchia	A tervezési és előkészítési fázis kockázatkezelési intézkedései	A kivitelezési fázis kockázatkezelési intézkedései	Az üzemeltetési fázis kockázatkezelési intézkedései	A megvalósításért felelős szakterület
A vízelvezető rendszerek eróziója fokozódik, és az üledék miatt csökken a vízáteresztő képességük/vízelvezető kapacitásuk, ami kapacitáscsökkenéshez vezet	Éves csapadék	Elkerülés	-	-	Az útburkolat és a vízelvezető rendszerek rendszeres és preventív-jellegű karbantartása, a karbantartási munkák gyakoriságának növelése	Műszaki szakterület
A talaj víztelítettsége csökkenti a nagy méretű fás szárú növényzet stabilitását	A vegetációs időszak csapadékösszege	Elkerülés	A klímaváltozás várható hatásainak integrálása érdekében az 1 órás és a származtatott 10 perces csapadékként értékeltek az OMSZ által megadott intenzitási adatok felhasználásával számították, figyelembe véve a tervezési időtávot és a prognosztizált változásokat	Az építési fázisban szükséges a rövid távú meteorológiai előrejelzések rendszeres figyelemmel kísérése	Az útburkolat és a vízelvezető rendszerek állapotának rendszeres ellenőrzése, a váratlan problémák azonnali kezelése, a növényzet állapotának rendszeres ellenőrzése, a sérült növényzet szükség szerinti eltávolítása és későbbi pótlása	Műszaki szakterület
		Minimalizálás	-	Erdőtelepítés, a kivágott fák helyettesítése őshonos növényfajokkal az építési területek közelében, fák ültetése pihenőhelyeken	A károsodott növényzet gondozása és szükség szerint ellenállóbb fajokkal való pótlása	Műszaki szakterület
Az intenzív csapadékvíz behatol az útburkolat repedéseibe, jelentősen erodálva a beépített anyagokat és rontva az út szerkezetét. Ez a folyamat gyengíti az alépítmények stabilitását, valamint kimosódáshoz és alámosáshoz vezet, ami súlyosan károsítja a teljes pályaszerkezetet	Évi átlagos csapadékmennyiség 20 mm felett	Elkerülés	A tervezés alapjául az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) várható klímahatásokra vonatkozó előrejelzései szolgáltak, melyek alapján végeztek el a méretezési szerkezetek és a vízelvezető kapacitás számítását, és választották ki a várható éghajlati hatásokra ellenállóbb növényfajokat	Az építési fázisban szükséges a rövid távú meteorológiai előrejelzések rendszeres figyelemmel kísérése	A csapadékjelenségekhez kapcsolódó várható éghajlati hatások folyamatos figyelemmel kísérése, valamint az útburkolat és a vízelvezető rendszerek rendszeres és preventív-jellegű karbantartása, a karbantartási munkák gyakoriságának növelése	Műszaki szakterület

Kockázat (hatás a projekte)	Éghajlati tényezők	Mitigációs hierarchia	A tervezési és előkészítési fázis kockázatkezelési intézkedései	A kivitelezési fázis kockázatkezelési intézkedései	Az üzemeltetési fázis kockázatkezelési intézkedései	A megvalósításért felelős szakterület
Extrém csapadék és viharok esetén a munkavégzés nem lehetséges, továbbá romlik a látótávolság, az útburkolaton lévő víz és kimosódott üledék forgalmi zavarokat okoz és növeli a balesetek kockázatát	A viharos napok előfordulásának változása	Elkerülés	A klímaváltozás várható hatásainak integrálása érdekében az 1 órás és a származtatott 10 perces csapadékintenzitási értékeket az OMSZ által megadott intenzitási adatok felhasználásával számították, figyelembe véve a tervezési időtávot és a prognosztizált változásokat	Az építési fázisban szükséges a rövid távú meteorológiai előrejelzések rendszeres figyelemmel kísérése	A karbantartási feladatok száraz időszakokra történő ütemezése, valamint a közlekedéstechnikai eszközök állapotának rendszeres ellenőrzése és szükség szerinti cseréje	Műszaki szakterület
<b>A hirtelen árvizekhez és a vízszint-jelenséghez kapcsolódó hatások</b>						
A villámárvizek elvizenyősödést és az alépítmények károsodását okozhatják, ami stabilitás csökkenéshez vezethet, ez pedig a pályaszerkezet károsodását eredményezheti, továbbá a villámárvizek károsíthatják a növényzetet; a nagy mennyiségű víz miatt a gyökérlégzés korlátozott, és a növények ellenálló képessége csökken	(Villám)árvizek előfordulása	Elkerülés	-	Az építési fázisban a szerkezetek károsodásának megelőzése érdekében szükséges a rövid távú időjárás-előrejelzések rendszeres figyelemmel kísérése	Az útburkolat és a vízvezető rendszerek rendszeres és preventív-jellegű karbantartása, a karbantartási munkák gyakoriságának növelése, az útburkolat tisztaságának biztosítása, valamint a közlekedésbiztonsági berendezések állapotának rendszeres ellenőrzése és szükség szerinti cseréje	Műszaki szakterület
Lefolyás esetén a vízvezető rendszerek jelentősebb erózióknak lehetnek kitéve	A belvízi árterületek változása	Elkerülés	-	Az építési fázisban szükséges a rövid távú meteorológiai előrejelzések rendszeres figyelemmel kísérése	Az útburkolat és a vízvezető rendszerek állapotának értékelése a csapadékintenzív időszakokat követően	Műszaki szakterület

Kockázat (hatás a projektre)	Éghajlati tényezők	Mitigációs hierarchia	A tervezési és előkészítési fázis kockázatkezelési intézkedései	A kivitelezési fázis kockázatkezelési intézkedései	Az üzemeltetési fázis kockázatkezelési intézkedései	A megvalósításért felelős szakterület
A vízelvezető rendszerek feltöltődése és az üledékkel való megtöltődése felgyorsul, a vízelvezető képesség romlik, ami csökkenti az éghajlati tényezők negatív hatásaival szembeni ellenállóképességet	Talajvízszint	Minimalizálás	-	-	Az útburkolat és a vízelvezető rendszerek ad hoc tisztítása a belvízi és árvízi időszakok alatt és után	Műszaki szakterület
<b>Az aszályhoz, a jég és a szél okozta károkhoz, valamint növényzetre gyakorolt komplex hatásával kapcsolatos hatások</b>						
Az aszály miatt keletkező és felgyülemelő szennyeződés erős szél vagy intenzív csapadékvíz-lefolyás következtében nagyobb mértékben rakódik le az útburkolaton, és ez a jelenség torlódásokhoz és balesetekhez vezethet	Aszályos időszak: egymást követő aszályos napok száma Talajmozgások	Elkerülés	-	-	Az útburkolat és a vízelvezető rendszerek rendszeres és preventív-jellegű karbantartása, a karbantartási munkák gyakoriságának növelése, valamint az útburkolat tisztaságának biztosítása	Műszaki szakterület
A szélkárok és az úttest jegesedése forgalmi korlátozásokat okoznak, és szélsőséges esetekben a balesetek gyakoriságának növekedését eredményezhetik	Az extrém szeles napok számának változása	Elkerülés	A kiegészítő elemek, például az irányjelző táblák és a portáltáblák is úgy lettek tervezve, hogy ellenálljanak a szélterhelésnek	-	A közlekedésbiztonsági berendezések állapotának rendszeres ellenőrzése és szükség szerinti cseréje	Műszaki szakterület
A megnövekedett légszennyezés felgyorsíthatja az anyagok bomlását és csökkentheti a látótávolságot, ami biztonsági kockázatokhoz és magasabb karbantartási költségekhez vezethet	Levegőminőség	Elkerülés	-	Szállítási útvonalak gondos tervezése és öntözése, szükséges intézkedések meghozatala az anyagkitermelő helyszíneken, Közutakon történő iszap- és porlerakódás megelőzése, aszfalt szállítása a közeli keverőüzemekből	Az építőanyagok származási helyének kiválasztása az építési helyszínhez való közelségük figyelembevételével történik a szállítási távolságok minimalizálása érdekében	Műszaki szakterület

Kockázat (hatás a projekte)	Éghajlati tényezők	Mitigációs hierarchia	A tervezési és előkészítési fázis kockázatkezelési intézkedései	A kivitelezési fázis kockázatkezelési intézkedései	Az üzemeltetési fázis kockázatkezelési intézkedései	A megvalósításért felelős szakterület
		Minimalizálás	-	Jól karbantartott munkagépek használata (mivel ezek kevesebb szennyező anyagot bocsátanak ki), valamint az építkezés közelében lévő anyagkitermelő helyek kiválasztása	Légszennyező anyagok mérésének rendszeres elvégzése	Műszaki szakterület
A növényzetet szélkárok fenyegetik szélsőséges szélviszonyok, különösen jelentős csapadékmennyiséggel járó viharok esetén, és szélsőséges esetekben fák dőlhetnek ki, ami közlekedési zavarokat okoz (valamint ezek az események a vadon élő állatok halálzásának növekedéséhez is vezethetnek)	Másodlagos hatások a növény- és állatvilágra	Elkerülés	A vegetációs tervekben a fajok kiválasztásakor figyelembe vették a várható éghajlati hatásokat	-	-	Műszaki szakterület
		Minimalizálás	-	-	A károsodott növényzet gondozása és szükség szerint ellenállóbb fajokkal való pótlása (vegetációs tervek végrehajtása)	Műszaki szakterület

5. Táblázat: Klímaadaptációs intézkedések a tervezés, építés és üzemeltetés során