

**A 37. sz. főút 8+444 – 27+182 km sz.
közötti szakaszának 2x2 forgalmi
sávra való kapacitásbővítése és 11,5
tonnás burkolat megerősítése**

A klímaváltozással kapcsolatos hatások elemzése



TRENECON Tanácsadó és Tervező Kft.

2021. szeptember



Tartalomjegyzék

1	Összefoglaló.....	4
2	A fejlesztés bemutatása.....	9
2.1	A projekt háttere.....	9
2.1.1	A fejlesztés indoka	9
2.2	A beavatkozással érintett terület leírása	9
2.2.1	Természetföldrajzi adottságok.....	10
2.3	A tervezett projekt műszaki tartalma.....	14
3	Alkalmazkodás az éghajlati változásokhoz	15
3.1	Az éghajlat várható változásának becslése	15
3.1.1	Az éghajlatváltozás regionális tendenciái	15
3.1.2	Az éghajlat és időjárás változásának helyi jellemzői.....	16
3.1.3	Az éghajlatváltozás jellemzőinek összegzése	17
3.2	Az éghajlatváltozás hatásaival kapcsolatos kockázatok értékelése	18
3.2.1	A projekt érzékenysége a klímaváltozásra (SA)	18
3.2.2	A projekt kitettségének értékelése (EE).....	20
3.2.3	A projekt sérülékenységének elemzése (VA)	22
3.2.4	A kockázatok elemzése (RA)	25
3.3	Kockázatkezelési terv.....	28
4	A projekt klímaváltozásra gyakorolt hatásainak elemzése.....	31
4.1	A klímaváltozásra gyakorolt hatások az építés és fenntartás során	31
4.2	A fejlesztések közvetett hatásai.....	32

Ábrajegyzék

1. ábra 37. sz. főút érintett nyomvonala.....	5
2. ábra: Áttekintő kivágat VGT2; 2-7 Hernád-Takta tervezési alegység térképi fedvényéről.....	11
3. ábra: A fejlesztési terület és környezetében elhelyezkedő védett területek.....	13
4. ábra Magyarország földrengés-veszélyeztetettsége; forrás: GeoRisk.....	14
5. ábra: Villámárvíz veszélyeztetettség a fejlesztési területen.....	17
6. ábra: A sebesség és a CO ₂ egyenérték kibocsátás összefüggése, forrás: NAEÖ.....	33

Táblázatjegyzék

1. táblázat: A klimatikus tényezők változásainak összegzése	17
2. táblázat: A vizsgált tevékenységek, létesítmények érzékenységi mátrixa	19
3. táblázat: A vizsgált tevékenységek, létesítmények kitettségi mátrixa	22
4. a-d táblázat: A vizsgált tevékenységek, létesítmények sérülékenységi mátrixa	24
5. táblázat: A kockázatok értékelése	27
6. táblázat: A kockázatkezelés lehetséges stratégiái	28
7. táblázat: A fenntartás és üzemeltetés klímaadaptációs intézkedései	30
9. táblázat: Az építési munkák fajlagos CO ₂ egyenérték kibocsátásai; forrás: WB, 2010.	31
10. táblázat: Az építés CO ₂ egyenérték kibocsátása	32
11. táblázat: A különböző gépjárművek kibocsátásával kapcsolatos korrekciós tényezők	33
12. táblázat: jellemző sebességek járműkategóriánként	33
13. táblázat: A közlekedés CO ₂ egyenérték kibocsátásának relatív mértéke a projekt megvalósulása előtt és a projekt megvalósulását követően éves szinten, csak a 37. sz főút forgalmát tekintve	33
14. táblázat: A közlekedés CO ₂ egyenérték kibocsátásának relatív mértéke a projekt megvalósulása előtt és a projekt megvalósulását követően a CO ₂ nyelést is figyelembe véve éves szinten, csak a 37. sz főút forgalmát tekintve.....	34

1

Összefoglaló

A fejlesztés bemutatása

A beruházás a 8+444-27+310 km sz. között (18,9 km hosszú) négynyomúsításból, a 29+950-40+000 km sz. között (10,05 km hosszú) pedig burkolat-megerősítésből áll. A 8+444 és 25+795 km szelvények közötti szakaszon a négynyomúsítás a jobb oldalon, a 25+795 és 27+310 km szelvények között mindkét oldalon valósul meg. A burkolat-megerősítéses szakaszon a műszaki előírásoknak megfelelő 2x1 sávós keresztmetszet kialakításához a főút szélesítése a jobb oldalon tervezett. Ívkorrekcióval egyik szakaszon sem kell számolni, az ívek megfelelnek a tervezési sebességhez tartozó paramétereknek. A négynyomúsítás során a 10-12 m koronaszélességről 20,5 m koronaszélesség (kb. 18,9 ha terület-igénybevétel – a kapcsolódó létesítmények nélkül); a burkolat-megerősítés esetén a kb. 10 m koronaszélességről 12 m koronaszélesség (kb. 2,01 ha terület-igénybevétel – a kapcsolódó létesítmények nélkül) tervezett.

A 2x2 sávós kialakítású szakaszon kb. 200-220.000 m² nagyságban, jellemzően szántó művelésű területek kerülnek kiváltásra.

Az építés főbb munkafolyamatai:

- ingatlan kisajátítás, területfoglalás
- anyagnyerőhelyek kialakítása
- földmunkák, tereprendezés, útalapok építése
- új út és kapcsolódó műtárgyak építése
- vízelvezető, víztelenítő rendszer építése, felújítása és működése
- közlekedési csomópontok, műtárgyak építése
- növények telepítése
- környezetvédelmi létesítmények építése

Az üzemelés főbb munkafolyamatai:

- működőképesség fenntartása (pl. útkarbantartás, téli sózás, járhatóság biztosítása)
- kapcsolódó létesítmények működése

A 37. sz. főút 8+444 – 27+182 km sz. közötti szakaszának 2x2 forgalmi sávra való kapacitásbővítése és 11,5 tonnás burkolat megerősítése. (K037.02)
A klímaváltozással kapcsolatos hatások elemzése

A tervezett projekt a Miskolc és Szerencs közötti területen három kistájat érintve (Harangod, Taktaköz és Tokaji-hegy) valósul meg, a 37. sz főút fejlesztéseként.

1. ábra 37. sz. főút érintett nyomvonala



Alkalmazkodás az éghajlati változásokhoz

Az éghajlatváltozás vizsgálatának kiemelt eleme a csapadék, illetve a hőmérséklet – mint elsődleges tényezők - várható alakulása. A projekt helyszíne a klímaváltozás hatásainak tekintetében az ország déli területeihez viszonyítottnak kedvezőbbnek mondható.

A területre vonatkozó éghajlati modellek eredménye alapján a 9 - 10 °C éves átlaghőmérséklet értéke 2050-re 1-1,5 fokkal lesz magasabb, aminek részeként a korábbi évek téli -1 – 0 fokos átlaghőmérséklete 2050-re várhatóan 1-1,5 fokkal emelkedik. A jellemző hőmérsékletemelkedés emeli a forró napok számát és megemelkedik a hőségriadós napok száma is.

A fejlesztési területen az átlagos évi csapadékösszeg 525 – 550 mm közötti érték volt, amiben a rendelkezésre álló modellek szerint 2050-re jellemzően csökkenés várható, éves szinten legalább 25 mm-el kevesebb csapadékösszeg prognosztizálható. A heves esőzések gyakorisága (30 mm-t meghaladó csapadékos napok száma) a jellemzően előforduló 0,5 - 1 napról várhatóan 2050-re legalább 0,5 nappal való növekedés prognosztizálható. Az átlagos téli csapadékontenzitás a 4,5 - 5mm/nap értékhez viszonyítottnak 1 mm/nap növekedés várható. Az átlagos téli csapadékösszeg 75 – 100 mm közötti vastagságú, aminek várhatóan az értéke megmarad.

A fejlesztési területen a villámárvizek kialakulása nem jellemző, közepesen veszélyeztetett a Gilip-patak.

A változó klimatikus viszonyok miatt a következő éghajlati események bekövetkezésére kell felkészülni a projekt esetén:

Szélsőséges hőmérsékleti jelenségek, forró napok, hőhullámok növekedése:

A jelenségre vonatkozó kockázat szintje kismértékű.

Megelőzést támogatják a következő intézkedések:

- Az útpálya és a vízlevezető rendszerek állapotának felmérése, a várható hatásoknak való kitettség szerinti tervezés
- Az útpálya és a vízlevezető rendszerek rendszeres és megelőző karbantartása, a fenntartási munkák gyakoriságának növelése, az útpálya tisztaságának biztosítása
- A forgalomtechnikai eszközök állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint pótlása

A bekövetkezést követően a hatások mérsékléséhez járulnak hozzá a következő intézkedések:

- Az útpálya és a vízlevezető rendszerek eseti tisztítása

Szélsőséges csapadékjelenségek, extrém csapadékok, viharok előfordulásának gyakorisága emelkedhet

A jelenségre vonatkozó kockázat szintje közepes.

Megelőzést támogatják a következő intézkedések:

- Az útpálya, valamint a vízlevezető rendszerek állapotának rendszeres ellenőrzése, és nem várt problémák mielőbbi kezelése
- Az útpálya és a vízlevezető rendszerek rendszeres és megelőző karbantartása, a fenntartási munkák gyakoriságának növelése
- A növényzet állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint a károsodott növényzet eltávolítása, majd pótlása
- A munkavégzés, különösen a rugalmasabb fenntartási munkák csapadékszegény időszakokra történő időzítése
- A forgalomtechnikai eszközök állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint pótlása

A bekövetkezést követően a hatások mérsékléséhez járulnak hozzá a következő intézkedések:

- Fásítások, meglévő fásítások pótlása, egyéb növénytelepítések

Ár- és belvizek előfordulásának gyakorisága, mértékének változása

A jelenségre vonatkozó kockázat szintje kismértékű.

Megelőzést támogatják a következő intézkedések:

- Az útpálya és a vízlevezető rendszerek állapotának felmérése
- Az útpálya és a vízlevezető rendszerek rendszeres és megelőző karbantartása, a fenntartási munkák gyakoriságának növelése, az útpálya tisztaságának biztosítása
- A forgalomtechnikai eszközök állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint pótlása

A bekövetkezést követően a hatások mérsékléséhez járulnak hozzá a következő intézkedések:

- Az útpálya és a vízlevezető rendszerek eseti tisztítása

Aszály, jég- és szélkárok, növényzetre gyakorolt komplex hatások

A jelenségre vonatkozó kockázat szintje közepes.

Megelőzést támogatják a következő intézkedések:

- Az útpálya és a vízlevezető rendszerek rendszeres és megelőző karbantartása, a fenntartási munkák gyakoriságának növelése, az útpálya tisztaságának biztosítása
- A forgalomtechnikai eszközök állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint pótlása

A bekövetkezést követően a hatások mérsékléséhez járulnak hozzá a következő intézkedések:

- A károsodott növényzet ápolása, szükség szerint pótlása

Hóátfúvások kialakulása

A jelenségre vonatkozó kockázat szintje erős.

Megelőzést támogatják a következő intézkedések:

- Kihelyezett mobil hóvédművek alkalmazásával az út hóval való fedettségének csökkentése
- Hófogó növény-sáv telepítésével, elsősorban hófogó erdősáv alkalmazásával, vagy ahol a meglévő körülmények (pl. közművek, talajtípus stb.) ezt nem teszik lehetővé, ott hófogó cserjesáv telepítésével, illetve a szükséges hólerakó sáv füvesítésével.

A bekövetkezést követően a hatások mérsékléséhez járulnak hozzá a következő intézkedések:

- Növény-sáv telepítése és rendszeres karbantartása: A hófúvás okozta balesetveszély megszüntetésére, amit a hófúvást okozó uralkodó szélirány felőli oldalon (szelvényezés szerinti bal oldal) a főút 9+490 - 22+794 km szelvények közötti szakaszán szükséges megtenni hófogó növény-sáv telepítésével. A hófogó erdősávok kisajátítás során kialakított önálló földrészleteken kerülnek telepítésre. Az erdősávokat az utakon, csatornákon túl a közművek miatt és az esetlegesen szükségessé váló vadkárelhárító kerítés megépítése esetére – a vad átjárása céljából kialakított – 15 m széles nyiladékok szakítják meg.
- Mobil hófogó műtárgyak alkalmazása

Természetvédelmi szempontok

A tervezett fejlesztés nem érint országos jelentőségű védett természeti területet. A főút 20+805 – 22+708 km szelvényei, valamint a 35+121 – 37+827 és 38+887 – 40+000 km szelvények között érinti (határon halad el) a szelvényezés szerinti baloldalon a Zempléni-hegység a Szerencsi-dombsággal és a Hernád-völgygel Natura 2000 SPA madárvédelmi területet (HUBN10007).

A 8+444-27+310 km sz. között kb. 10-es sávban (változó oldalon, összesen); míg a 29+950-40+000 km sz. között a jobb oldalon 2 m-es sávban várható tájhasználat-változás. A környezetvédelmi engedélyezés során készített hatásbecslési dokumentáció megállapításai szerint az érintett Natura 2000 területen döntően mezőgazdasági hasznosítású területek helyezkednek el, a tervezett fejlesztés nem okoz jelentős hatást a Natura 2000 terület (különleges madárvédelmi terület) közösségi jelentőségű madárfajaira.

A hófúvás okozta balesetveszély megszüntetésére, amit a hófúvást okozó uralkodó szélirány felőli oldalon (szelvényezés szerinti bal oldal) a főút 9+490 - 22+794 km szelvények közötti szakaszán szükséges megtenni hófogó növény-sáv telepítésével, a növény-sáv a 20+805 – 22+708 km szelvények között érinti a fent említett Natura 2000 területet. A fejlesztéssel érintett útszakasz a Natura 2000 területet déli irányból határolja, a telepítendő növény-sáv csökkentheti a közút üzemelésének káros hatásait, egyrészt a zaj- és porterhelés csökkentésével, másrészt a vonalas létesítmény tájba illesztésével.

A növénytelepítés során termőhelyi adottságoknak megfelelő lehetőség szerint őshonos fajok kell alkalmazni.

A projekt klímaváltozásra gyakorolt hatásai

Az építésből származó CO₂ kibocsátás mértéke és negatív hatásai nem tekinthetők jelentősnek. A megvalósítási helyszín ismeretében ki lehet jelteni, hogy a területhasználatra, a természetes élőhelyekre, biodiverzításra a projektnek megvalósításnak nincs hatása, azok degradálódását nem eredményezi, a vegetációt érintő beavatkozások CO₂ megkötését érdemben nem befolyásolja. Összességében a tervezett fejlesztések a megvalósításhoz kapcsolódóan ilyen környezeti kárai elhanyagolhatók

Az előrejelzések szerint a gépjárművek forgalomnövekedése jelentős lesz a fejlesztés hatására, amiben a személygépjárművek forgalomnövekedése kb. 33%-kal várható, a tehergépjárművek 40-50%-os emelkedése prognosztizálható. A megemelkedett forgalom miatt az ÜHG kibocsátás is megemelkedik az érintett útszakaszon. A fentiek alapján elmondható, hogy a projekt hatása a gépjárműforgalomból adódó üvegházgáz-kibocsátás várhatóan emelkedik, ami általában a fejlesztést követő években jelent nagyobb CO₂ kibocsátási értéket, a későbbi években ennek hatása várhatóan csökkeni fog. A kibocsátás hatása csak lokálisan értelmezhető, a lakott településrésztől távol történik.

A szélsőséges időjárási körülményekre való felkészülés részeként hófogó erdősáv telepítése történik az időjárási eseménynek leginkább kitett szakaszon. Az egyik oldalon telepítésre kerülő zöld sáv a telepítést követően várhatóan 2-5 évben kezd összefüggő egységgé válni és vehető figyelembe, mint a CO₂ elnyelését hatékonyan végző erdős-cserjés sáv. A telepítésre kerülő zöld terület az aktív időszakában (tavasszal-nyáron, ültetést követően a fák esetén elérve a legalább 2 m-es magasságot) csökkentheti a kibocsátás mértékét, amivel a relatív kibocsátás nagysága a 37. sz főút mentén a csökkenhet is a projekt nélküli állapothoz viszonyítottn.

2

A fejlesztés bemutatása

2.1 A projekt háttere

2.1.1 A fejlesztés indoka

Borsod-Abaúj-Zemplén megye kiemelt útvonala a 37 sz. másodrendű főút, ami a megyeszékhelyből, Miskolcra észak-keleti irányban vezető útvonal, amely egyrészt közvetlen kapcsolatot biztosít több jelentős megyei várossal, illetve Szlovákia DK-i részével köti össze a térséget.

A 37. sz. főút burkolata a kifáradás határára jutott, nyomvályús, felületi egyenetlenségek, a beton útlap miatti keresztirányú repedések és a teherbírás hiányára utaló mozaikos repedések nagy számban fordulnak elő rajta, folyamatos a kátyúképződés. Kiemelt feladat a 37. sz. főút 8+444 – 27+182 km sz. közötti szakaszának 2x2 forgalmi sávra való kapacitásbővítése és 11,5 tonnás burkolat megerősítése.

2.2 A beavatkozással érintett terület leírása

A fejlesztéssel érintett terület Borsod-Abaúj-Zemplén megyében található, az Alföld és az Északi-középhegység nagytájak határán és az alábbi kistájakat érinti: Harangod, Taktaköz és Tokaji-hegy.

Harangod kistáj D felé enyhén lejtő, a Takta, a Sajó és a Hernád árterére meredek peremmel leszakadó hordalékkúp-síkság, melynek felszínét eróziós-deráziós folyamatok alakították ki, erősen csuszamlás veszélyes terület. A térségbe pannóniai üledékekre folyóvízi eredetű homok-iszap és ezek keverékeiből álló (hordalékkúp) üledékek települtek, melyek a kistáj É-i részén találhatók meg felszínén, D felé kivastagodó vörösiszapos takaró települt rájuk. A pleisztocén végén lösz rakódott le, amely D felé fokozatosan finomodik és iszaposodik.

A Taktaköz kistáj É-i pereme felé növekvő, de átlagosan alacsony reliefű, artéri szintű egykori hordalékkúp-síkság. Felszíne enyhén D felé lejt, amit futóhomokos foltok (jellemzően a D-i részein) és a Tisza, illetve a Bodrog által hátrahagyott morotvák tarkítanak. A pannóniai képződményekre a Szerencs-patak és a Zempléni-hegységből érkező kisebb patakok hoztak létre É-on 30-120 m, D-en 150 m vastag, gradált hordalékkúpot. Az ÉK-i szelek a hordalékkúp felső üledékes rétegeiből nagy kiterjedésű futóhomokos felszínt alakítottak ki. A pleisztocén végén lösz rakódott le, a Tisza a területet borító futóhomok nagy részét elpusztította és jelenleg nagyrészt folyóvízi finom üledékek fedik a felszínt.

Tokaji-hegy kistáj a harmadidőszaki vulkáni kúp maradványát és közvetlen előterét foglalja magába, ÉK-i határát a Bodrog képezi. A felszíne tagolt, középhegységi, alacsony domblábi hát és lejtő, valamint síksági domborzattípus is alkotja. A vulkáni kúp alacsony peremlépcsőn helyezkedik el. Talajerózió jellemzi, különösen a Tokaj és

Tarcal közötti területen. A kistáj fő tömegét a miocén mészkalkáli vulkanizmus során keletkezett andezit, illetve K-i és Ny-i felszíneit szilíciumban gazdagabb riolit és riolitufa képződmények alkotják. A hegy lejtőlábi felszíneit több 10 m vastagságban lösz borítja. A Kopasz-hegy térbelileg kisség elkülönül a Tokaji-hegységtől, de genetikailag ugyanannak a vulkanizmusnak a maradványa.

2.2.1 Természetföldrajzi adottságok

Talaj

A tervezési terület nyugati szakaszát löszös üledéken képződött csernozjom barna erdőtalajok és alföldi mészlepedékes csernozjomok fedik. Kis területi kiterjedésben réti szolonyecsek is előfordulnak. Szerencstől D-DNy-ra a Tisza egykori allúviumán kialakult réti talajok találhatóak, amelyekbe É-ről nyirokszerű agyagon képződött barna erdőtalajok nyúlnak be, amelyek a tervezési terület legelterjedtebb talajtípusát képviselik.

A tervezési terület környezete elsősorban mezőgazdasági hasznosítási terület.

Talajvíz

A fejlesztési terület nyugati szakasza a Hernád folyóhoz viszonylag közel (~ 1km-re) helyezkedik el, azonban a felszín alatti vízszint magasabban, 4-8 m-rel a felszín alatt húzódik. A víz nátrium - kalcium – magnézium - hidrogénkarbonátos kémia összetételű.

A patakok környezetében (Laposi-patak, Gilip-patak, Szerencsi-patak) emelkedik a víztükör szintje, átlagosan a felszín alatti 2-4 m magasságban húzódik. Mezőzombor településtől É-ra, egy kis kiterjedésű területen, 1m-re megközelíti a felszínt. A víz kémiai összetétele nátrium-magnézium-hidrogénkarbonátos.

A 37. számú út a Tokaji-hegytől É-ra vezet, vízhiányos területen, itt a vízszint 8 m körül alakul, majd az ÉK felé kanyarodó út a Bodrog vízfolyást elérve, azzal közel párhuzamosan halad. A felszín alatti vízszint ismét 2-4 m-re megközelíti a felszínt.

A nyomvonal vízbázis lehatárolt védőterületét nem érinti, a környezetében termálforrás nincs.

Felszíni vizek

A fejlesztéssel érintett terület Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, a Hernád és a Bodrog vízfolyások között található.

A területen található kisvízfolyások szabályozása, rendezése az 1970-es években megtörtént. A mederrendezések döntően vízkárelhárítási célból történtek biztosítva azt, hogy a vízhozamok lehetőleg kiöntés nélkül elvezethetők legyenek. A kisvízfolyások közül állandó vízfolyás a Vadász- a Szerencs-patak és a Kis-Hernád, a többi időszakos vízfolyás.

A Taktaközi belvízrendszerből a Takta-övcSATORNA, a Tiszadobi-főcsatorna, Prügyi-főcsatorna, Ively-ér, Peres-ér, Északi-övcSATORNA és a Taktaközi-főcsatorna biztosítja a belvizek összegyűjtését és elvezetését, a csatornák között vízkormányzási, vízátervezési lehetőségekkel. Gravitációs vízkivezetési lehetőség a Tiszadobi- és a Prügyi-főcsatornák torkolatánál van. A Taktaközi-főcsatorna kettős működésű, belvíz és öntöző főcsatorna.

Az Alsódobszánál eredő Laposi-patak a Harangod-patakba torkollik Megyaszótól D-re. A Szerencs-patakba folyik bele a Fennsíki-csatorna, amely a Fürdő-patak és a Mádi-patak

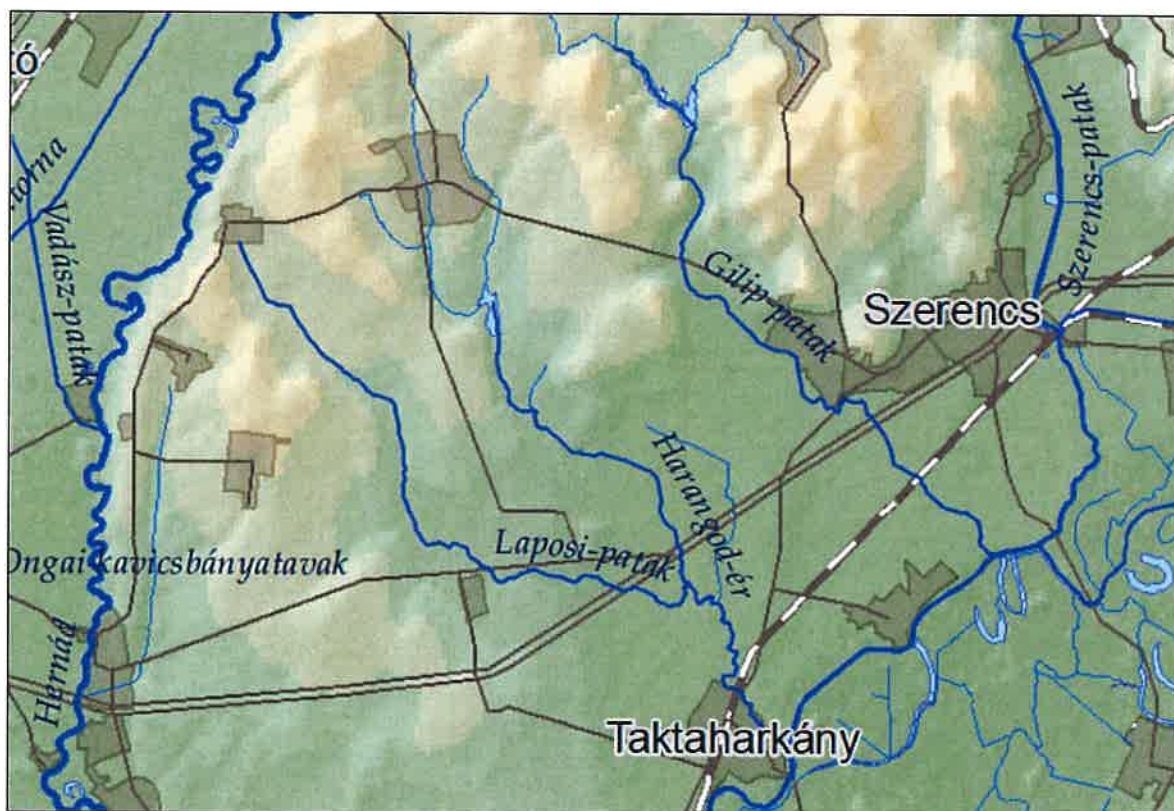
összefolyásából keletkezik. A Szerencs-patak folytatása a Takta-csatorna, amely a terület fő vízgyűjtője. A Taktába folyik a Gilip-patak és a Harangod-ér.

Árvizek kora tavasszal, kisvizek ősszel és télen vannak. A nagyobb, állandó vizek hiányának oka a kevés csapadék, enyhe lejtés, és a lösz jó vízbefogadó képessége. Forrásokban is szegény, leginkább a Hernád magaspartján bukkannak elő rétegforrások.

A fejlesztési szakaszon a következő vízfolyásoknak a keresztezése történik:

- Laposi-patak
- Harangod-patak
- Bekecsi időszakos vízfolyás
- Bekecsi-belvíz-árok
- Gilip-patak
- Fürdő-patak
- Mádi-patak mellékág
- Mádi-patak
- Fürdő-patak
- Misk-csatorna
- több időszakos vízfolyás

2. ábra: Áttekintő kivágat VGT2; 2-7 Hernád-Takta tervezési alegység térképi fedvényéről



A fejlesztéssel érintett területen a négy nyomúsítással érintett szakaszokon a meglévő hidak bontása és új „A” teherbírású hídszerkezetek építése szükséges, míg a burkolat megerősítéssel érintett szakaszokon a hidak felújítása és korszerűsítése tervezett.

A jelenlegi vízelvezetés a 37. sz. út mentén nyílt árkokkal történik, amelyek rendszeres karbantartása szükséges.

Szélsőséges időjárási események

A 37. sz. főút egyes szakaszain a Magyar Közút Zrt. kezelő tapasztalatai szerint évente többször jelentős mértékű hófúvás fordul elő, ami elleni védekezés a kihelyezett mobil hóvédművekkel nem oldható meg hatékonyan, aminek következtében több alkalommal a hófúvás okozta balesetveszély miatt teljes szélességben le kellett zárni a főút érintett szakaszát. Ezek az üzemeltetői tapasztalatok azt támasztják alá, hogy a mindinkább jellemző szélsőséges időjárási viszonyok indokoltá tesznek egy állandó, jelentősebb hófúvás esetén is működő védelem kiépítését, ami egy hóvédő erdősáv kiépítésével oldható meg. A 37. sz. főút fejlesztésének következtében az építési munkálatokhoz közel 1400 db fa kivágása történt, melynek közel negyede 60 cm törzsmérőnél nagyobb méretű faként az útszakasz hóvédelem elleni védekezésben szerepet játszott.

A fejlesztésben kiépítésre került 2x2 sáv, aminek a burkolt elválasztó sávjában az elvakítás elleni fényvédelem érdekében középső fényvédő háló kerül kihelyezésre, ami a fejlesztés előtti állapothoz viszonyítva olyan akadályt képez, ami a hóréteg lerakódását elősegíti.

A megfelelő működési és karbantartási feladatok támogatásához indokolt és szükséges a hófúvás okozta balesetveszély megszüntetésére, amit a hófúvást okozó uralkodó szélirány felőli oldalon (szelvényezés szerinti bal oldal) a főút 9+490 - 22+794 km szelvények közötti szakaszán szükséges megtenni hófogó növényssáv telepítésével, elsősorban hófogó erdősáv, vagy ahol a meglévő körülmények (pl. közművek, talajtípus stb.) ezt nem teszik lehetővé, ott hófogó cserjesáv telepítésével, illetve a szükséges hólerakó sáv füvesítésével.

Élőhelyek, flóra és fauna, Natura 2000

Nemzeti Ökológiai Hálózat

A Nemzeti Ökológiai Hálózat elemei közül a 37. sz. főút keresztezi az ökológiai folyosóként funkcionáló

- Laposi-patakot (18+924 – 19+233 km sz.),
- Harangodi-ért (20+331 – 20+390 km sz.),
- Gilip-patakot (21+620 – 21+774 km sz.), valamint a Taktaszada közelében fekvő
- Sajgó legelőt (23+578 – 25+824 km sz.),
- 37. sz. főút – Ond ö.k. út csp.-jánál található nádfoltot (29+951 – 30+047 km sz.), továbbá Mezőzombortól ÉNy-ra fekvő
- Szirmai-rész-dűlőnél lévő csatornát és nyár erdőt (31+062 – 31+302 km sz.).

Továbbá Taktaszadánál és Mád-Bodrogkeresztúrnál érint a szelvényezés szerinti baloldalon puffterületként funkcionáló területeket (35+083 – 40+000 km sz.).

Védett természeti terület

Országos, illetve helyi jelentőségű természetvédelmi területet nem érint a vizsgált útszakasz, a legközelebb fekvő ilyen jellegű területek a Bodrogkeresztúri Várhegy TT és a Tokaj-Bodrogzug TK.

Natura 2000 terület

A 37. sz. főút 20+805 – 22+708 km szelvényei, valamint a 35+121 – 37+827 és 38+887 – 40+000 km szelvények között érinti (határon halad el) a szelvényezés szerinti baloldalon a Zempléni-hegység a Szerencsi-dombsággal és a Hernád-völgygel Natura 2000 SPA

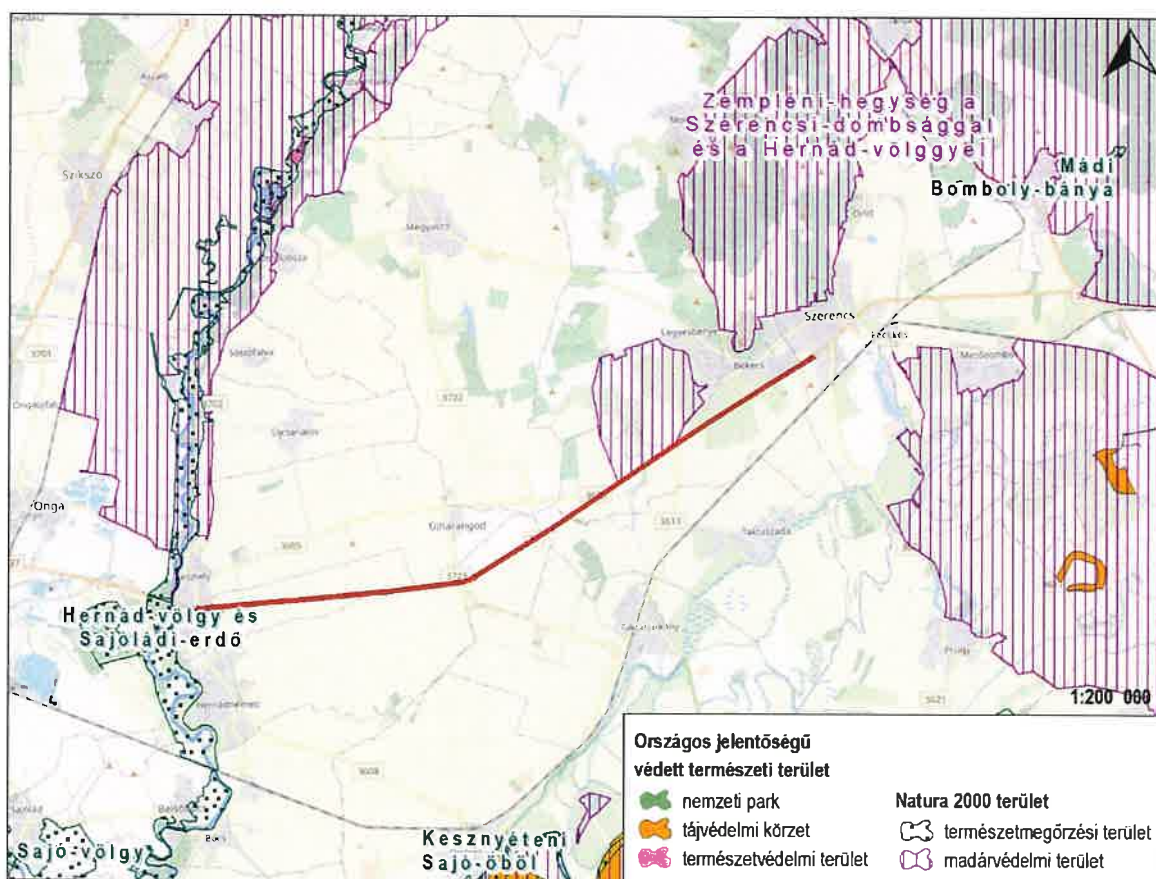
A 37. sz. főút 8+444 – 27+182 km sz. közötti szakaszának 2x2 forgalmi sávra való kapacitásbővítése és 11,5 tonnás burkolat megerősítése. (K037.02)
A klimaváltozással kapcsolatos hatások elemzése

madárvédelmi terület (HUBN10007). Az érintett Natura 2000 terület az egyik legfontosabb ragadozómadár-élőhely Magyarországon. Igen változatos madárvilággal rendelkezik, különösen az erdei fajok (harkályfélék, légykapófélék) élnek nagy számban a területen. A nagy testű ragadozómadarak és a fekete gólyák a peremterületeken és a folyóvölgyekben is rendszeresen táplálkoznak.

Ex lege védett területek

Az ex lege védett területek közül elsősorban források, lápok, illetve barlangok fordulhatnak elő a projekt által érintett tájrészletben a természeti és kultúrtörténeti adottságok figyelembevételével. Azonban a vizsgált útszakasz közvetlen és közvetett környezetében nem található olyan ex lege terület, melyre a tárgyi projekt hatást gyakorolna.

3. ábra: A fejlesztési terület és környezetében elhelyezkedő védett területek



A 8+444-27+310 km sz. között kb. 10m-es sávban (változó oldalon, összesen); míg a 29+950-40+000 km sz. között a jobb oldalon 2 m-es sávban várható tájhasználat-változás. Elsősorban szántó-és szőlőterületeket érint majd a kisajátítás.

A 20+800 – 22+700 km sz. és 35+000 – 40+000 km sz. közötti szakaszon a 2x2 sávossá bővítés, illetve a burkolat-megerősítés a szelvényezés szerinti jobb oldalon valósítható meg a bal oldalon található Natura 2000 terület (Zempléni-hegység a Szerencsi-dombsággal és a Hernád-völgygel SPA - HUBN10007) miatt.

A beruházás során a kisajátítással érintett területek használata megváltozik (meglévő tájhasználat megszűnése, korlátozása – elsősorban szántóterületek igénybevétele

A 37. sz. főút 8+444 – 27+182 km sz. közötti szakaszának 2x2 forgalmi sávra való kapacitásbővítése és 11,5 tonnás burkolat megerősítése. (K037.02)
A klímaváltozással kapcsolatos hatások elemzése

várható legnagyobb területarányban), és az út menti zöldfelületek átalakulnak, áthelyeződnek.

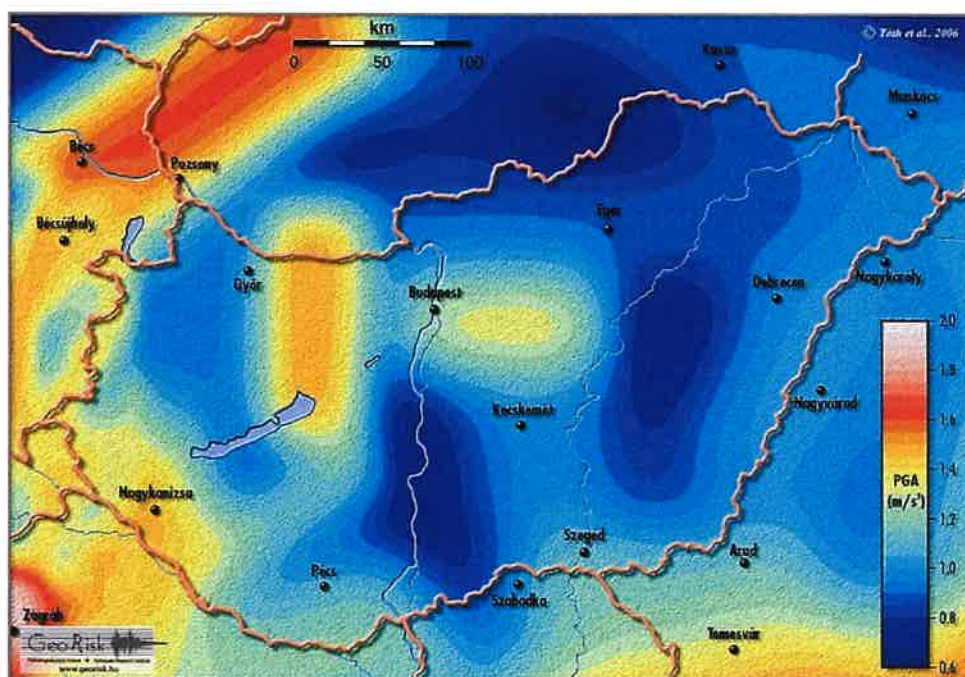
Épített környezet

Az épített környezeti értékek vizsgálata jelen fejlesztés esetén nem releváns.

Földrengések, szeizmikus aktivitásból eredő kockázatok

Magyarország szeizmikus veszélyeztetettségi térképe szerint a fejlesztéssel érintett térség a hazai viszonylatban mérsékelt veszélyeztetettségű területek közé tartozik, amely a tervezett fejlesztések szempontjából – megfelelően körültekintő tervezés és kivitelezés mellett – külön intézkedések fogantatását nem indokolja.

4. ábra Magyarország földrengés-veszélyeztetettsége; forrás: GeoRisk



2.3 A tervezett projekt műszaki tartalma

A főpálya 28,916 km hosszúságban kerül átépítése, 18,866 km hosszon 2x2 sáv kiépítésével és 10,05 km hosszon 11,5 t burkolat megerősítéssel, valamint párhuzamos utak, kerékpárút, csomópontok, hidak és egyéb műtárgyak meg- és átépítése is tervezett. A 8+444 és 25+795 km szelvények közötti szakaszon a négy nyomúsítás a jobb oldalon, a 25+795 és 27+310 km szelvények között mindkét oldalon valósul meg. A burkolt út korrekciójára a 20+805 km szelvényben, a 3605. j. út csomópontjánál van szükség, 700 m hosszón.

A megfelelő működési és karbantartási feladatok támogatásához indokolt és szükséges a hófúvás okozta balesetveszély megszüntetésére, amit a hófúvást okozó uralkodó szélirány felőli oldalon (szelvényezés szerinti bal oldal) a főút 9+490 - 22+794 km szelvények közötti szakaszán szükséges megtenni hófogó növényssáv telepítésével, elsősorban hófogó erdősáv, vagy ahol a meglévő körülmények (pl. közművek, talajtípus stb.) ezt nem teszik lehetővé, ott hófogó cserjesáv telepítésével, illetve a szükséges hólerakó sáv füvesítésével.

3

Alkalmazkodás az éghajlati változásokhoz

3.1 Az éghajlat várható változásának becslése

Az éghajlatváltozási projekciók bemutatásakor alapesetben a nemzetközi együttműködés keretében fejlesztett ALADIN-Climate klímamodell eredményeit használjuk fel¹. Amennyiben ennek eredményei gyökeresen eltérnek, más regionális éghajlati modellezés (RegCM, REMO) eredményeitől, vagy azoknak ellentmondanak, akkor ez utóbbiakra is röviden utalunk. A módszertan szerint az egyes projekciók a referencia időszaknak választott években mért adatok szimulált átlagoktól való eltérést adják meg.

3.1.1 Az éghajlatváltozás regionális tendenciái

Az éghajlatváltozás vizsgálatának kiemelt eleme a csapadék, illetve a hőmérséklet – mint elsődleges tényezők - várható alakulása. Magyarország esetében a modellek szerint az átlagos globális hőmérséklet-emelkedésnél nagyobb mértékű melegedés prognosztizálható; a NATÉR felületén található eredmények szerint a modellfuttatások 2050-ig az átlagos emelkedést 1,5 °C-ra teszik, míg a konzervatív becslések ezt 1,5-2°C közötti értékre tették nagyobb mértékű nyári és őszi felmelegedéssel. A vizsgált modellek azt jelzik, hogy az országban a forró napok gyakoribbá válnak, 2050-ig várhatóan 5-10 nappal több forró nappal számolhatunk. Ezzel összhangban a hőségriadós napok éves száma a jelenlegi 3-4-ről 20 napra is emelkedhet. Ezen adatok jól jelzik, hogy az 1-2°C -os éves átlaghőmérsékelt emelkedés elsősorban a nyári extrém meleg időszakok hosszának növekedésével, és kisebb mértékben a téli átlaghőmérsékletek csökkenésével párhuzamosan valósulhat meg.

Az éves csapadékösszeg az előrejelzések szerint lényegében változatlan, illetve kismértékben csökken, viszont időbeli eloszlást tekintve jelentős különbségek várhatók: nyáron és télen kevesebb, míg ősszel és tavasszal alapvetően több lesz a lehulló csapadék mennyisége. A REMO modell szerint viszont télen több csapadékra számíthatunk, ami az évszázad végére meghaladhatja a 30%-ot. A nyári hónapok egyértelműen szárazabbá válnak, éves szinten kevesebb csapadékos napra, az aszályosodás erősödésére lehet számítani, amit feltehetően az őszi és tavaszi időszakban több csapadék kísér. Az országon belüli eloszlást tekintve a modell délkeleten szárazodást, a nyugati területeken nedvesebb éveket jelez. A különböző klímamodellek a csapadékeloszlás, mennyiségi változások tekintetében eltérő eredményeket hoznak, azaz kevésbé tekinthetők megbízhatónak. Azonban a nyári csapadékcsökkenés minden modellben megjelenik.

¹ forrás: NATÉR illetve, OMSZ honlap

Az érintett terület kitettségéről a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR) által szolgáltatott klímamodell (ALADIN-Climate, illetve RegDem) adatok és az ebből képzett térképi rétegek alapján kaphatunk képet. A klímaváltozás elsődleges tényezői közül főként a hőmérséklet-emelkedésre, csapadékeloszlásra vonatkozó modellezett adatok bemutatása történik.

3.1.2 Az éghajlat és időjárás változásának helyi jellemzői

Az éghajlatváltozás kapcsán alapvetően a következő tényezők emelhetők ki:

- Elsődleges tényezők:
 - Növekvő éves átlaghőmérséklet
 - A pozitív hőmérsékleti szélsőségek, forró napok, hőhullámok számának növekedése
 - A fagyos napok számának csökkentése
 - Növekvő rövid ideig tartó, heves csapadékintenzitás
 - Viharos napok, szeles napok számának növekedése
- Másodlagos tényezők
 - Általában csökkenő mennyiségű felszíni vizek
 - Villámárvizek valószínűségének megnövekedése
 - Szél- és jégkárok valószínűségének megnövekedése
 - Ariditás, aszályos napok számának növekedése

Változások a területre jellemző éghajlati tényezőkben

Hőmérséklet

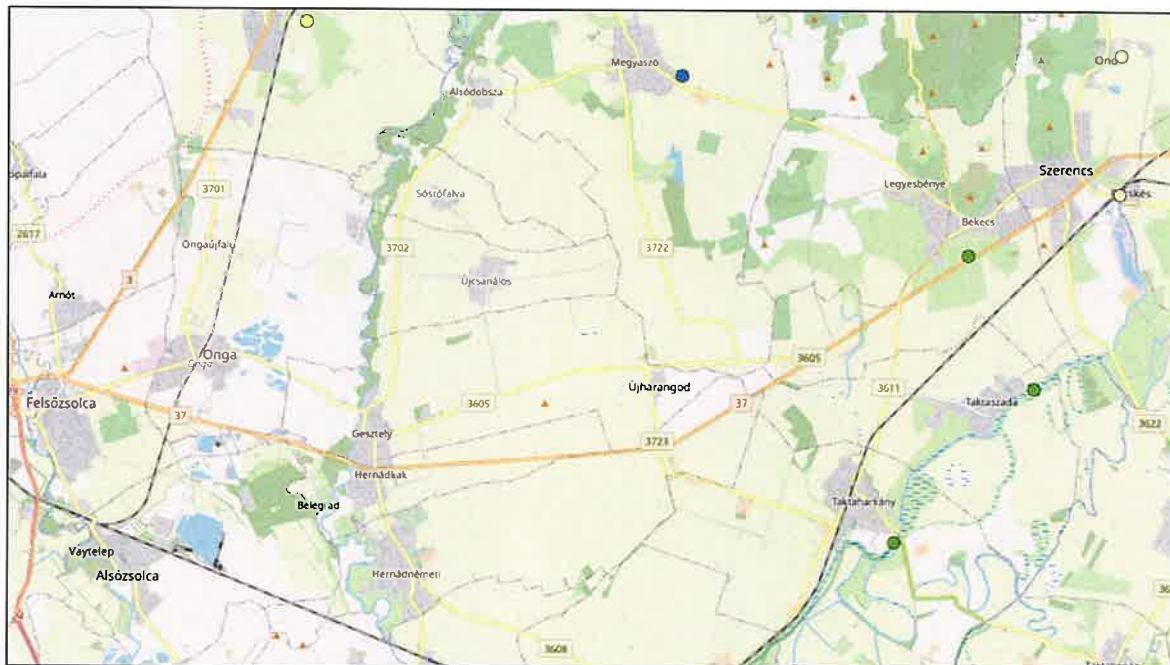
A fejlesztéssel érintett területen az átlaghőmérséklete az 1971-2000 időszakban 9 - 10 °C volt, aminek az értéke 2050-re a klímamodellek számításai szerint 1-1,5 fokkal lesz magasabb. Ezen belül a korábbi évek téli -1 – 0 fokos átlaghőmérséklete 2050-re várhatóan 1-1,5 fokkal emelkedik. A forró napok száma (amikor a napi maximum hőmérséklet eléri, vagy meghaladja a 35°C-t) az 1971–2000 időszakban évente 0,4 - 0,6 nap volt, ami 2050-re várhatóan 5 nappal emelkedik meg. Hasonlóképpen megemelkedik a hőségriadós napok száma (mikor a napi maximum hőmérséklet eléri, vagy meghaladja a 25°C-t), ami a fejlesztés területén az 1971–2000 időszakban 4-5 nap volt, míg 2050-re ez akár 10-15 nap is lehet.

Csapadékviszonyok változása

A fejlesztési területen az átlagos évi csapadékösszeg az 1971-2000 időszakban a mért adatok számított átlaga szerint 525 – 550 mm közötti érték volt. Az átlagos évi csapadékösszeg változásában a rendelkezésre álló modellek szerint 2050-re jellemzően csökkenés várható, éves szinten legalább 25 mm-el kevesebb csapadékösszeg prognosztizálható. Ugyanakkor a 30 mm-t meghaladó csapadékos napok száma az 1971–2000 időszakban a mért adatok számított átlaga alapján 0,5 - 1 nap volt évente, melynek változása 2050-re legalább 0,5 nappal való növekedést jelent. A csapadékmennyiség a téli időszakban jellemzően hó formájában fordul elő, amikor az átlagos téli csapadékintenzitás a referenciaként vizsgált időszakban 4,5 - 5mm/nap volt, aminek a növekedése várható 1 mm/nap nagyságban. Az átlagos téli csapadékösszeg 75 – 100 mm közötti vastagságú volt a 1971-2000 időszakban, aminek a változásának a mértéke a modellek előrejelzései alapján nem egyértelműen megállapítható, azonban várhatóan az elmúlt időszakok értéke megmarad.

A NATÉR² adattartalma szerint a fejlesztési területen a villámárvizek kialakulása nem jellemző, közepesen veszélyeztetett a Gilip -patak. A villámárvíz tényleges kialakulása a vízgyűjtőn előforduló csapadék intenzitásától függ. A vízgyűjtő villámárvíz szempontjából döntő tulajdonságai a lehulló csapadék összegyülekezését, a felszíni lefolyását meghatározó tényezők, mint a mérete, alakja, lejtésviszonyai, legnagyobb szintkülönbség és az erdővel való borítottság.

5. ábra: Villámárvíz veszélyeztetettség a fejlesztési területen



3.1.3 Az éghajlatváltozás jellemzőinek összegzése

A beruházás tágabb környezetében az éghajlatváltozás várható változásainak összefoglalását a következő táblázat tartalmazza. A színek a változás mértékét mutatják be. A következő időszakban (kb. 2050-ig) a térségben a mai időjárási jellemzőkhöz viszonyítottan várhatóan a szélsőséges hőmérsékleti jelenségek lesznek a legjelentősebbek.

1. táblázat: A klimatikus tényezők változásainak összegzése

Elsődleges tényezők	Változás becsült mértéke
Évi átlaghőmérséklet	enyhe növekedés
Vegetációs időszak hőösszegének változása	közepes mértékű növekedés
Szélsőséges hőmérsékleti jelenségek	valószínűségek növekedése
forró napok száma	közepes mértékű növekedés
fagyos napok száma	közepes mértékű csökkenés

² Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR)

hőhullámok száma	közepes mértékű növekedés
Csapadékatlagok változása	enyhe csökkenés
Vegetációs időszak csapadékösszegének változása	közepes mértékű csökkenés
Szélsőséges csapadék megjelenése	enyhe növekedés
nagy csapadékú napok száma	enyhe növekedés
extrém csapadékú napok száma	enyhe növekedés
csapadékkintenzitás: napi csapadékkintenzitási index (teljes csapadékösszeg/csapadékos napok száma)	enyhe növekedés
csapadékhiányos időszakok: egymást követő száraz napok száma / aszályos napok száma	közepes mértékű növekedés
Szélsébség változása	enyhe növekedés
szeles napok száma	enyhe növekedés
extrém szeles napok száma	enyhe növekedés
Viharos napok előfordulása	enyhe növekedés
Másodlagos tényezők	Változás becsült mértéke
Vízfolyások vízszint változása	általában csökkenés, kis-mértékű, időszakos növekedés
Árvizek előfordulása, gyakoriságának változása	nincs jelentős változás
Árvizek mértékeinek változása	nincs jelentős változás
Árvízi elöntési területek változása	nincs jelentős változás
Belvizek előfordulása, gyakoriságának változása	nincs jelentős változás
Belvízi elöntési területek változása	nincs jelentős változás
Talajvízszint változása	közepes mértékű csökkenés
Talajvíz minőségének változása	közepes mértékű romlás
Talajmozgások	nincs jelentős változás
Vízkészletek elérhetősége	enyhe romlás
Másodlagos jellemzők	Változás becsült mértéke
Levegőminőség változása	nincs jelentős változás
Települési hősziget előfordulása, gyakorisága, intenzitása	nincs jelentős változás
Aszályos időszakok előfordulása	enyhe növekedés
Jégkarak előfordulása	enyhe növekedés
Szélkarak előfordulása	enyhe növekedés
Növény- és állatvilágra gyakorolt másodlagos hatások	enyhe romlás

3.2 Az éghajlatváltozás hatásaival kapcsolatos kockázatok értékelése

3.2.1 A projekt érzékenysége a klímaváltozásra (SA)

A projekt érzékenységeinek értékelésekor azt vizsgáljuk, hogy az adott projekt típusra a változó klíma milyen potenciális hatással van, tehát egy adott a klímaváltozásból eredő hatás milyen mértékben veszélyezteti a projekt eredményeinek fenntarthatóságát és használhatóságát, beleértve a fenntartási folyamatokat is. Az érzékenység vizsgálata tehát a „potenciális” veszélyeztetettség egyfajta értékelése, amely függ az adott területen várható klimatikus változásoktól és projekt jellegétől, de független a projekt sajátos körülményeitől. Ezen utóbbi tényező a „kitettség” vizsgálatakor kerül górcső alá, ahol is a klímaváltozás egyes hatásaival összevetve vizsgáljuk a projekt specifikus adottságait.

Az projekttel kapcsolatos különböző tevékenységek / létesítmények klímaváltozással szembeni **érzékenységet** a különböző elsődleges és másodlagos klímaváltozási tényezőkre az alábbi mátrix összesíti.

2. táblázat: A vizsgált tevékenységek, létesítmények érzékenységi mátrixa

Klimatikus tényezők		Az érzékenység tekintetében vizsgált tevékenységek / létesítmények		
		Inputok / Építési / fenntartási folyamatok	Útszerkezet és kiegészítő elemek	Használatok
Elsődleges tényezők	Évi átlaghőmérséklet			
	Szélsőségesen magas hőmérsékleti jelenségek	-	-	-
	Szélsőségesen alacsony hőmérsékleti jelenségek	-	-	-
	Csapadékatlagok változása			
	Szélsőséges csapadék megjelenése	-	-	-
	Szélsőséges csapadék változása	-	-	-
	Viharos napok előfordulása	-	-	-
	Felszíni vizek vízszint változása	+	+	-
Másodlagos tényezők	Árvízi jelenségek (gyakoriság, mérték, elöntés)	-	-	-
	Belvízi jelenségek (gyakoriság, mérték, elöntés)	-	-	-
	Talajvízszint, -minőség változása	-	-	-
	Talajmozgások, erózió	-	-	-
	Vízkezelési elérhetősége			
	Levegőminőség változása			
	Települési hőszigetek előfordulása			
	Aszályos időszakok előfordulása		-	-
	Jéghárak előfordulása	-	-	-
	Szélkárak előfordulása	-	-	-
	Növényzettel kapcsolatos komplex jelenségek	-	-	-

Jelmagyarázat:

A színek adott tevékenység, illetve létesítmény érzékenységének mértékét szemléltetik az adott klimatikus tényezőre vonatkozóan:

Nincs	Kismértékű	Közepes	Jelentős
-------	------------	---------	----------

A + és – jel az éghajlatváltozásnak a vizsgált tevékenységekre/létesítményre gyakorolt hatás irányát jelöl, ahol (+) jelet kaptak a kedvező hatások és (–) jelet a kedvezőtlen hatások.

A beruházás érzékenységére megállapítható, hogy több klimatikus tényező változása hatással van a projekt tevékenységeire, amiből a fagyos napok számának csökkenése várhatóan kedvező hatással lesz, míg minden további vizsgált klimatikus hatás vagy nem

hat a projektekre (zöld cellák) vagy kedvezőtlenül hat a beruházásra (piros, sárga cellák - jellel). A vizsgált tényezők esetében közepes mértékű érzékenységek állapíthatók meg az építés, fenntartás esetén, valamint a használókra vonatkozóan is.

3.2.2 A projekt kitettségének értékelése (EE)

A projekt kitettségének vizsgálatakor a megvalósítás helyszínére és jellegére vonatkozó információkat értékeljük a klímaváltozás tényezőivel összevetve. A vizsgálat során a cél, hogy azonosítható legyen, hogy a különböző éghajlatváltozás okozta kitettség milyen hatással lesz a projektekre, és hol jelentkeznek a legnagyobb előnyök, melyek az alkalmazkodás eredményeként azonosíthatók.

A fejlesztés és fenntartás kapcsán az alábbi kritikus elsődleges klimatikus jellemzők emelhetők ki, azok várható hatásaival:

- szélsőségesen magas hőmérsékleti értékek, hőségnapok, hóhullámok gyakoriságának növekedése:
 - alkalmazott anyagok deformálódása, nyúlása, bitumenkeverékek megolvadása, burkolati hibák gyakoribb megjelenése
 - lassabb, potenciálisan alacsonyabb minőségű munkavégzés
 - koncentrációs készségek csökkenése, forgalombiztonság romlása
- szélsőséges csapadékeloszlás, csapadékkintenzitás növekedése, viharok:
 - vízelvezető rendszer nem elégséges kapacitása: burkolaton, padkák, felvonulási területeken megálló víz
 - közlekedésbiztonság csökkenése
- hidegebb időszakokban hó formájában hulló csapadékmennyiség okozhat nehézséget, az útszakaszon kialakuló hóátfúvások akadályozhatják a forgalmat,
- a fagyos napok számának csökkenése: a burkolat repedéseibe, útalapba, padkákba szivárgó megfagyó víz kedvezőtlen hatásainak csökkenése, útburkolati és állékonysági problémák csökkenése; a használhatóság növekedése; közlekedésbiztonság növekedése

A másodlagos klímahatások:

- Növényzetre gyakorolt kedvezőtlen hatások:
 - természetvédelmi terület, NATURA2000 területek érintettsége
 - szeles, viharos napok gyakoriságának növekedése: állékonyság-stabilitás csökkenése, gallyak, fák útra dőlése, veszélyhelyzet kialakulása, közlekedésbiztonság csökkenése
 - szélsőségesen nagy csapadékok: a gyökérlégzés gátlása, állékonyság-stabilitás csökkenése, közlekedésbiztonság csökkenése
 - fagyos napok csökkenése: jégkár, zúzmarakár, ónos eső által okozott kár csökkenése; közlekedésbiztonság javulása
 - aszályok, hóhullámok
- árvízi és belvízi jelenségek, kevésbé kell rá számítani:
 - sárfelhordás, közlekedésbiztonság csökkenése
 - talaj, útalap és a vízelvezető rendszer átázása: állékonysági problémák kialakulása, talajvíz-minőségi problémák esetén kötőanyagok hatékonyságának csökkenése
- talajmozgások, talajerózió; vízelvezető rendszer megnövekedett eróziója nagy csapadékkintenzitású időszakokban, kevésbé kell rá számítani

- földcsuszamlás: jelentősebb, hosszabb csapadékos időszakok esetében esetleg előfordulhat; de a domborzati és talajadottságok miatt kevésbé kell rá számítani

A forgalomtechnikai beavatkozások tekintetében a kitétségi érdemi változására nem kell számítani, kisebb mértékben egyes forgalomtechnikai elemek, táblák esetében a viharos szelek, a burkolaton elhelyezett jelzések esetében a sár/hordalékfelhordás jelenthet kisebb mértékű, időszakos problémát.

E szempontok alapján a kitétségi a projekthelyszínen vonatkozásában az alábbiak szerint foglалható össze:

A projekt műszaki adottságaiból (aszfalt burkolat, illetve azon megvalósuló forgalomtechnikai beavatkozások) fakadóan érzékeny a nagy hőingásra, fagyokra, hőségnapokra. A klímaváltozáshoz kapcsolódó hőmérséklet-növekedés fokozott degradálódáshoz, a közlekedésbiztonság csökkenéséhez, a karbantartási munkák iránti növekvő igényhez vezet, illetve csökkenti az infrastruktúra használhatóságát. Ezeken túlmenően a viharos kiemelkedően nagy csapadékkal jellemezhető napok kis mértékben növekvő száma az építést, a fenntartást és használhatóságot is korlátozza; elsősorban vízelvezetési, állékonysági problémákat okoz és összességében a forgalombiztonság csökkenését eredményezi.

További tényező az útszakaszon jellemző hóátfúvások kialakulása, ami az északi szélfúvások következtében a közlekedésben fennakadásokat okozhat.

A fejlesztési terület közvetlen közelében NATURA2000 terület található, melynek a beruházás és a fenntartás során az érintettségét fenn kell tartani.

A beavatkozásokkal érintett útszakaszon a vízfolyások érintettsége változó, árvízvédelmi és belvízvédelmi beavatkozások nem jellemzőek a területen, a vízelvezetés megoldott. Villámárvizek kialakulására a projekt helyszínén egy helyen közepes kockázattal jellemezhető.

Az projekttel kapcsolatos különböző tevékenységek / létesítmények a klímaváltozásnak való **kitétségi** a különböző elsődleges és másodlagos klímaváltozási tényezőkre az alábbi mátrix összesíti:

Klimatikus tényezők		A kitétségi tekintetében vizsgált tevékenységek / létesítmények		
		Inputok / Építési / fenntartási folyamatok	Útszerkezet és kiegészítő elemek	Használat
M Elsődleges tényezők	Évi átlaghőmérséklet	-	-	-
	Szélsőségesen magas hőmérsékleti jelenségek	-	-	-
	Szélsőségesen alacsony hőmérsékleti jelenségek	-	-	-
	Csapadékatlagok változása	-	-	-
	Szélsőséges csapadék megjelenése	-	-	-
	Szélsőséges változása	-	-	-
	Viharos napok előfordulása	-	-	-
	Felszíni vizek vízszint változása	+	+	+

Klimatikus tényezők		A kitettség tekintetében vizsgált tevékenységek / létesítmények		
		Inputok / Építési / fenntartási folyamatok	Útszerkezet és kiegészítő elemek	Használat
	Árvízi jelenségek (gyakoriság, mérték, elöntés)	-	-	
	Belvízi jelenségek (gyakoriság, mérték, elöntés)	-	-	
	Talajvízszint, -minőség változása	-	-	
	Talajmozgások, erózió			
	Vízvezeték elérhetősége			
	Levegőminőség változása			
	Települési hőszigetek előfordulása			
	Aszfaltos időszakok előfordulása			
	Jégkarak előfordulása	+	+	+
	Szélkarak előfordulása	-	-	-
	Növényzetre gyakorolt komplex hatások	-	-	-

3. táblázat: A vizsgált tevékenységek, létesítmények kitettségi mátrixa

Jelmagyarázat:

A színek az adott klimatikus tényezőknek való kitettség mértékét szemléltetik adott tevékenység illetve létesítmény vonatkozásában:

Nincs	Kismértékű	Közepes	Jelentős
-------	------------	---------	----------

A + és – jel az éghajlatváltozásnak a vizsgált tevékenységekre gyakorolt hatás irányát jelöl, ahol + jelet kaptak a kedvező hatások és – jelet a kedvezőtlen hatások.

A kitettségre megállapítható, hogy jelentős hatás a szélsőséges csapadék megjelenése esetén azonosítható, ami a hidegebb időszakokban kialakuló intenzív havazással együtt járó szélfúvás okozta hóátfúvások miatt azonosítható. A fejlesztés területén a 37. sz főút egyes szakaszain hófogó növényzet vagy műtárgyak nélkül a fejlesztés kitettsége magas.

További néhány klimatikus tényezőre vonatkozóan azonosítható közepes kitettség a projektterületen, ami elsősorban a hőhullámokkal és a szélsőséges eső formájában megjelenő csapadékokkal, viharokkal hozhatók összefüggésbe. A fagyos napok számának csökkenése kedvező hatással lesz a projektterületre; míg minden további vizsgált klimatikus hatásnak való kitettség vagy nem azonosítható (zöld cellák) vagy kismértékű hatást gyakorol a területre. (sárga cellák).

3.2.3 A projekt sérülékenysége elemzése (VA)

A projekt sérülékenysége mértékét az érzékenység és a kitettség szorzataként értelmezhetjük:

$$V=S \times E$$

Azon esetekben tehát, ahol mind az érzékenység, mind a kitettség jelentős mértékű, illetve ahol az egyik jelentős mérték mellett a másik közepes mértékű, az adott

projektelem fokozott sérülékenysége állapítható meg. Ilyen helyzet az előzőekben bemutatott elemzések szerint csak a szélsőséges csapadékjelenségek mint klimatikus tényező kapcsán, az építési folyamatok esetében fordul elő. Azon esetekben, ahol mind az érzékenység, mind a kitettség legalább közepes nagyságú, vagy az kismértékű, míg a másik tényező közepes, ott a sérülékenység közepes szintű. Közepes mértékű sérülékenység csak néhány klimatikus tényező, illetve vizsgált tevékenység, projektelem kapcsán azonosítható. Ahol vagy az az érzékenység, vagy a kitettség legfeljebb kismértékű ott a sérülékenység is kismértékűnek tekinthető. Ezen esetekben a felmerülő kockázatokat külön is vizsgálni kell, aszerint, hogy a tervek alapján a tervezett infrastruktúra mennyiben tekinthető ellenállónak a klímaváltozás hatásaival szemben.

A fentiek alapján a kiemelt klimatikus tényezők tekintetében a klímaadaptáció szempontjából vizsgált tevékenységek, létesítmények sérülékenysége az alábbiak szerint határozható meg:

a) Szélsőséges hőmérsékleti jelenségek, forró napok, hóhullámok:

Érzékenység	Kitettség			
	Nincs	Kismértékű	Közepes	Magas
	Nincs	Használók		
	Kismértékű			
	Közepes		Inputok / Építési / fenntartási folyamatok Útszerkezet és kiegészítő elemek	
Magas				

b) Szélsőséges csapadékjelenségek, extrém csapadékok, viharok:

Érzékenység	Kitettség			
	Nincs	Kismértékű	Közepes	Magas
	Nincs			
	Kismértékű			
	Közepes		Inputok / Építési / Útszerkezet és kiegészítő elemek	
Magas				fenntartási folyamatok Használók

c) Szélsőséges csapadékjelenségek: hóátfúvások kialakulása

Érzékenység	Kitettség			
	Nincs	Kismértékű	Közepes	Magas
	Nincs			
Kismértékű				

A 37. sz. főút 8+444 – 27+182 km sz. közötti szakaszának 2x2 forgalmi sávra való kapacitásbővítése és 11,5 tonnás burkolat megerősítése. (K037.02)
A klímaváltozással kapcsolatos hatások elemzése

Közepes			Inputok / Építési / Útszerkezet és kiegészítő elemek	
Magas				fenntartási folyamatok Használók

d) Ár- és belvizek előfordulásának gyakorisága, talajvizek, talajmozgások mértékének változása, légszennyezés:

Érzékenység	Kitettség				
		Nincs	Kismértékű	Közepes	Magas
	Nincs				
	Kismértékű	Használók			
	Közepes	Útszerkezet és kiegészítő elemek	Inputok / Építési / fenntartási folyamatok		
	Magas				

e) Aszály, jég- és szélkárok, növényzetre (NATURA2000 és útmenti fásítási elemek) gyakorolt komplex hatások:

Érzékenység	Kitettség				
		Nincs	Kismértékű	Közepes	Magas
	Nincs				
	Kismértékű		Használók		
	Közepes		Inputok / Építési / fenntartási folyamatok Útszerkezet és kiegészítő elemek		
	Magas				

4. a-d táblázat: A vizsgált tevékenységek, létesítmények sérülékenységi mátrixa

Összességében elmondható, hogy a projekthez kapcsolódó tevékenységek, a fizikai infrastruktúra és a használhatóság a klímaváltozást tekintetben kis-közepes mértékben sérülékenyek. Ez alól kivételt képeznek a téli csapadék képződés során az útszakaszon kialakuló hóátfúvások hatása. A sérülékenység ebben az esetben a fejlesztési terület adottságaiból következik. Egyéb más klimatikus tényező vizsgálata esetén megállapítható, hogy potenciálisan a fejlesztések sérülékenyek mondhatók, azonban a projekt helyszíne, környezetének adottságai és műszaki megoldásai jelentősen csökkentik a sérülékenységet.

A sérülékenység szempontjából az építés és fenntartás – annak erősen időjárásfüggő jellegéből adódóan – folyamatai érintettek. Az épített elemek esetében az építést és részben a fenntartást a szélsőséges időjárási körülmények jelentősen hátráltathatják (pl. hóhullámok esetében a beépített anyagok tulajdonságai változhatnak, a munkavégzés során rendszeres pihenőidőt kell biztosítani stb.), időszakosan akár el is lehetetleníthetik.

A fenntartási időszakot érintő sérülékenység esetén eltérő a nyári és a téli időszak. A sérülékenység, és a klímaváltozással kapcsolatos kockázatok a gondos kivitelezéssel, az infrastruktúra állapotának rendszeres monitorozásával, valamint a fenntartási és pótlási munkák a szokásosnál nagyobb gyakoriságú elvégzésével az elvárható szintre csökkenthetők.

3.2.4 A kockázatok elemzése (RA)

A kockázatelemzés a sérülékenység vizsgálatra épül és elsősorban a magas sérülékenységgel jellemezhető tényezőkhöz kapcsolódó kockázatok elemzésére koncentrál.

Kockázat megnevezése, leírása	A projektre gyakorolt hatás	Bekövetkezés		Kockázat szintje
		valószínű- sége	hatásának mértéke	
Szélsőséges hőmérsékleti jelenségek, forró napok, hőhullámok	<p>A forró, hőhullámos napok hátráltatják az élőmunka igényes feladatok elvégzését</p> <p>Az építési anyagok, különösen az emulziók és bitumen beépítési és kötési tulajdonságai megváltoznak</p> <p>Az útpálya hó hatására történő deformációja, nyúlása mikro-repedéseket hoz létre, amelyek jelentősebb csapadék, téli csapadék és fagyok során jelentősen megnövekednek, az útpálya szilárdsága, felületi tulajdonságai romlanak, kátyúsodás jelensége lép fel</p>	3	2	2
Szélsőséges csapadék- jelenségek, extrém csapadékok, viharok	<p>Az extrém csapadékos napok, viharok során munkavégzés nem lehetséges</p> <p>Az intenzív esőzések, a lefolyó csapadékok az útpálya repedéseibe behatolva jelentősen erodálják az beépített anyagokat, az útpálya szerkezete romlik</p> <p>Az alépítmények állékonysága csökken, kimosódás alámosódás veszélye lép fel, az útpálya szerkezete károsodik</p> <p>A vízlevezető rendszerek eróziója növekszik, áteresztő / levezető-képessége a hordalékok hatására csökken, amely csökkent kapacitású működést eredményez</p> <p>A talajok átázása csökkenti a nagytermetű fásszárú növényzet állékonyságát</p> <p>Az útpályára került víz és a kimosott hordalék forgalmi zavarokat okoz, a baleseti kockázat növekszik</p> <p>A növényzetet az extrém szelek, különösen jelentős csapadékkal érkező viharok esetében szél törés fenyegeti, amely növeli a balesetek kockázatát is</p> <p>A látási viszonyok romlanak, forgalmi zavarok léphetnek fel</p>	3	3	3
Ár- és belvizek előfordulásának gyakorisága, mértékének változása	<p>A nagyobb esőzésekhez kapcsolódóan levonuló vizek az útpálya repedéseibe behatolva jelentősen erodálják az beépített anyagokat, az útpálya szerkezete romlik.</p> <p>A vízelvezető rendszerek feliszapolódása, hordalékkal való feltöltődése felgyorsul, a vízelvezető kapacitás romlik, amely csökkenti a klimatikus</p>	1	2	2

A 37. sz. főút 8+444 – 27+182 km sz. közötti szakaszának 2x2 forgalmi sávra való kapacitásbővítése és 11,5 tonnás burkolat megerősítése.
(K037 02)

A klímaváltozással kapcsolatos hatások elemzése

Kockázat megnevezése, leírása	A projektre gyakorolt hatás	Bekövetkezés		Kockázat szintje
		valószínű- sége	hatásának mértéke	
	tényezők negatív hatásaival szembeni ellenálló-képességet A növényzet gyökérlégzése korlátozódik, a növények ellenálló-képessége csökken			
Aszály, jég- és szélkárok, növényzetre gyakorolt komplex hatások	A növényzetet az extrém szelek, különösen jelentős csapadékkal érkező viharok esetében széltörés fenyegeti, szélsőséges esetben fakidőlés is előfordul, amely forgalmi zavarokat okoz A széltörések és a burkolatra kerülő jég a forgalom korlátozását, szélsőséges esetben baleseteket növekvő gyakoriságát okozzák	2	2	2
Hóátfúvás hatása	A négynyomúsítással érintett útszakasz 9+475 – 22+675 km szelvények közötti szakasza rendkívül hófúvásveszélyes, mely ellen a szelvényezés szerinti bal (északi), a hófúvást okozó uralkodó szélirány felőli oldalon a téli időszakban elhelyezett mobil hóvédművek kihelyezésével próbál a közútkeszelő védekezni, melyet segítettek az út mellett található fasor (közel 1400 db) fái, cserjéi is, melyek kivágása vált szükségessé a kivitelezés során.	4	4	4

5. táblázat: A kockázatok értékelése

Jelmagyarázat:

1 - elhanyagolható	2 - kismértékű	3 - mérsékelt – közepes	4 - kritikus – erős	5 - katasztrofális
--------------------	----------------	-------------------------	---------------------	--------------------

3.3 Kockázatkezelési terv

Kockázatkezelési terv feladata, hogy a kritikusnak ítélt kockázatok esetében meghatározza azon beavatkozásokat, amelyek segítségével a kockázatok elkerülhetők vagy minimalizálhatók.

A kockázatkezelés módja, stratégiája, az alábbi mátrix segítségével, a kockázati szint ismeretében tervezhető:

Kockázat hatása/ valószínűség	Ö elhanyagolható hatású	ÖÖ kis hatású	ÖÖÖ mérsékelt hatású	ÖV kritikus hatású	V katasztrofális hatású
A Elhanyagolható valószínűségű (0-10%)	nincs	mérséklés	mérséklés	mérséklés	megelőzés és mérséklés
B Kis valószínűségű (10-33%)	megelőzés	megelőzés vagy mérséklés	megelőzés vagy mérséklés	megelőzés és mérséklés	megelőzés és mérséklés
C Közepes valószínűségű (33-66%)	megelőzés	megelőzés vagy mérséklés	megelőzés vagy mérséklés	megelőzés és mérséklés	megelőzés és mérséklés
D Nagyon valószínű (66-90%)	megelőzés	megelőzés és mérséklés	megelőzés és mérséklés	megelőzés és mérséklés	megelőzés és mérséklés
E Biztos eseménynek tekinthető (90-100%)	megelőzés és mérséklés	megelőzés és mérséklés	megelőzés és mérséklés	megelőzés és mérséklés	megelőzés és mérséklés

6. táblázat: A kockázatkezelés lehetséges stratégiái

A tervezés során az egyes projekttevékenységek és folyamatok esetében a kockázatok a az infrastrukturális és építési jellegű elemek építési anyagok helyes megválasztásával és az építési technológiai követelmények szigorú betartásával csökkenthetők.

A már ismertetett kockázati értékelést is figyelembe véve a kockázatok mérséklésére az alábbi fenntartást és kiegészítő beavatkozások illető intézkedések tervezhetők:

Kockázat megnevezése, leírása	Bekövetkezés valószínűsége	hatsá- nának mértéke	Kockázat szintje	Kockázatkezelés módja
Szélsőséges hőmérsékleti jelenségek, forró napok, hóhullámok	3	2	2	Megelőzés: Az útpálya állapotának rendszeres ellenőrzése, és nem várt problémák mielőbbi kezelése Az útpálya rendszeres és megelőző karbantartása, a fenntartási munkák gyakoriságának növelése A munkavégzés tavasz/kora nyári vagy késő nyári/óra őszi időszakra történő tervezése A forgalomtechnikai eszközök állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint pótlása Méréséklés: Fásítások, meglévő fásítások pótlása, egyéb növénytelepítések
Szélsőséges csapadékjelenségek, extrém csapadékok, viharok	3	3	3	Megelőzés: Az útpálya, valamint a vízlevezető rendszerek állapotának rendszeres ellenőrzése, és nem várt problémák mielőbbi kezelése Az útpálya és a vízlevezető rendszerek rendszeres és megelőző karbantartása, a fenntartási munkák gyakoriságának növelése A növényzet állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint a károsodott növényzet eltávolítása, majd pótlása A munkavégzés, különösen a rugalmasabb fenntartási munkák csapadékszegény időszakokra történő időzítése A forgalomtechnikai eszközök állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint pótlása Méréséklés: Fásítások, meglévő fásítások pótlása, egyéb növénytelepítések
Ár- és belvizek előfordulásának gyakorisága, mértékének változása	1	3	2	Megelőzés: Az útpálya és a vízlevezető rendszerek állapotának felmérése Az útpálya és a vízlevezető rendszerek rendszeres és megelőző karbantartása, a fenntartási munkák gyakoriságának növelése, az útpálya tisztaságának biztosítása A forgalomtechnikai eszközök állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint pótlása Méréséklés: Az útpálya és a vízlevezető rendszerek eseti tisztítása
Aszály, jég- és szélkárok, növényzetre gyakorolt komplex hatások	2	2	2	Megelőzés: Az útpálya és a vízlevezető rendszerek rendszeres és megelőző karbantartása, a fenntartási munkák gyakoriságának növelése, az útpálya tisztaságának biztosítása A forgalomtechnikai eszközök állapotának rendszeres ellenőrzése, szükség szerint pótlása Méréséklés: A károsodott növényzet ápolása, szükség szerint pótlása

A 37. sz. főút 8+444 – 27+182 km sz. közötti szakaszának 2x2 forgalmi sávra való kapacitásbővítése és 11,5 tonnás burkolat megerősítése.
(K037.02)

A klímaváltozással kapcsolatos hatások elemzése

Kockázat megnevezése, leírása	Bekövetkezés valószínűsége	Kockázat szintje	Kockázatkezelés módja
Hóátfúvás megszűntetése	4	4	A fejlesztésben kiépítésre került 2x2 sáv, aminek a burkolt elválasztó sávjában az elvakítás elleni fényvédelem érdekében középső fényvédő háló kerül kihelyezésre, ami a fejlesztés előtti állapothoz viszonyítva olyan akadályt képez, ami a hórétteg lerakódását elősegíti. A Magyar Közút NZrt. üzemeltetői tapasztalatai alapján a 37. sz. főút hófúvással érintett szakaszán (~9+475 - ~22+700 km sz. között) a hófúvás ellen védő (többszintű) növényfűv tervezése, megvalósítása szükséges. A megfelelő működési és karbantartási feladatok támogatásához indokolt és szükséges a hófúvás okozta balesetveszély megszüntetésére, amit a hófúvást okozó uralkodó szélirány felőli oldalon (szelvényezés szerinti bal oldal) a főút 9+490 - 22+794 km szelvények közötti szakaszán szükséges megtenni hófogó növényfűv telepítésével. A hófogó erdősávok kisajátítás során kialakított önálló földrészleteken kerülnek telepítésre. Az erdősávokat az utakon, csatornákon túl a közművek miatt és az esetlegesen szükségessé váló vadkárelhárító kerítés megépítése esetére – a vad átjárása céljából kialakított – 15 m széles nyiladékok szakítják meg. Az erdősáv keresztmetszeti helye úgy került meghatározásra, hogy a 37. sz. főút tervezett koronaeélétől mérten legalább ~15,0 m szélességű lerakósáv alakuljon ki, majd ezen túl került kijelölésre a jellemzően 31,0 m szélességű erdősáv.

7. táblázat: A fenntartás és üzemeltetés klímaadaptációs intézkedései

Jelmagyarázat:

1 - elhanyagolható	2 - kismértékű	3 - mérsékelt – közepes	4 - kritikus – erős	5 - katasztrofális
--------------------	----------------	-------------------------	---------------------	--------------------

4

A projekt klímaváltozásra gyakorolt hatásainak elemzése

4.1 A klímaváltozásra gyakorolt hatások az építés és fenntartás során

A projekt megvalósítása során valószínűleg jelentős üvegházgáz kibocsátások várhatók. Ezek egy része az anyagnyerő és anyagkeverő helyeken jelenik meg, más részük az anyagok szállítása során keletkezik, míg a helyben végzett földmunkák és a beépítés is viszonylag jelentős ÜHG kibocsátás jelent. Az infrastrukturális elemek fenntartása, működtetése – munkagépek működtetése, anyagszállítás stb. – a vizsgált időtávon megtakarított légszennyezéshez képest viszonylag elhanyagolható ÜHG kibocsátással, negatív klímahatással jár.

Az építés során kibocsátott CO₂ egyenérték számításához a Világbank „Üvegházgázok kibocsátása és csökkentése útépitési és -felújítási munkák során” (2010) című tanulmányban³ közölt adatok alapján került becslésre. Az itt közölt építési munkákkal kapcsolatos üvegházgáz kibocsátások fajlagos értékei az alábbi táblázat adatainak felhasználásával történt.

9. táblázat: Az építési munkák fajlagos CO₂ egyenérték kibocsátásai; forrás: WB, 2010

Emisszió, t CO ₂ eq./km	Autópálya	Főút	Mellékút	Javított földút
Földmunka	161,4	15,89	12,00	2,74
Burkolatok	1333,86	424,66	157,3	72,2
Vízvezető rendszer	238,48	51,45	16,69	11,85
Egyéb műtárgyak	1067,99	119,39	20,57	3,03
Úttartozékok	432,40	182,42	2,50*	0,50*
Összesen	3234,13	793,81	209,06	90,32

Az 37. sz főút tervezett beruházása négy nyomúsításból és egyes részeken a burkolat-megerősítésből áll. A számítások során a Főútra vonatkozó adatok figyelembevételével, korrekciós tényezők alkalmazása nem történt.

A beruházás a 8+444-27+310 km sz. között (18,9 km hosszú) négy nyomúsításból, a 29+950-40+000 km sz. között (10,05 km hosszú) pedig burkolat-megerősítésből áll. A

³ The World Bank / EGIS (2010) Greenhouse Gas Emissions Mitigation in Road Construction and Rehabilitation

8+444 és 25+795 km szelvények közötti szakaszon a négynyomúsítás a jobb oldalon, a 25+795 és 27+310 km szelvények között mindkét oldalon valósul meg.

Figyelembe véve a tervezett úthosszokat, a projekt megvalósítása során az alábbi, az építéssel összefüggő CO₂ (egyenérték) kibocsátás várható.

10. táblázat: Az építés CO₂ egyenérték kibocsátása

Emisszió	Főút építése
Össz. épített négynyomúsítás hossz, km	18,9
Össz. burkolat-megerősítés, km	10,05
Fajlagos kibocsátás, t CO ₂ eq./km	794
CO ₂ kibocsátás, t	23 020

Az építésből származó CO₂ kibocsátás mértéke és negatív hatásai nem tekinthetők jelentősnek. A megvalósítási helyszín ismeretében ki lehet jelteni, hogy a területhasználatra, a természetes élőhelyekre, biodiverzitásra a projektnek megvalósításnak nincs hatása, azok degradálódását nem eredményezi, a vegetációt érintő beavatkozások CO₂ megkötését érdemben nem befolyásolja. Összességében a tervezett fejlesztések a megvalósításhoz kapcsolódóan ilyen környezeti kárai elhanyagolhatók.

4.2 A fejlesztések közvetett hatásai

A fejlesztés egy kétszer egysávos szakasz átkiépítését és négynyomúsítását tartalmazza, valamint egy 10,05 km hosszú burkolat-megerősítést, valamint ezek kiegészítő elemeit foglalják magukba. A fejlesztések hatására átrendeződő forgalom által kibocsátott üvegházgázok mennyiségének számításához egyrészt a forgalmi adatokat, másrészt pedig a gépjárművek fogyasztása, azok sebessége, valamint az így a levegőbe kerülő üvegházgázok mennyiségére vonatkozó szakirodalmi adatokat használtuk (EMEP/EEA, 2014⁴; Barth és Boriboonsomsin, 2009⁵; NAEÖ, 2009⁶).

Az ÜHG kibocsátás számítás egyszerűsített forgalmi adatokra támaszkodva került meghatározásra, ahol a különböző típusú gépjárművek esetében a fejlesztett szakaszon futásteljesítmény kerül kiszámításra, melyre támaszkodva a szakirodalomban közölt adatokat is felhasználva került becslésre a CO₂ egyenérték kibocsátása. A kibocsátásokat a projekt nélküli esetben (P0) és a projekt megvalósulása (P1) esetén is kiszámolva, P1 és P0 különbsége a projekt az üvegház-kibocsátások CO₂ egyenértékét, a klímaváltozásra gyakorolt hatását adja.

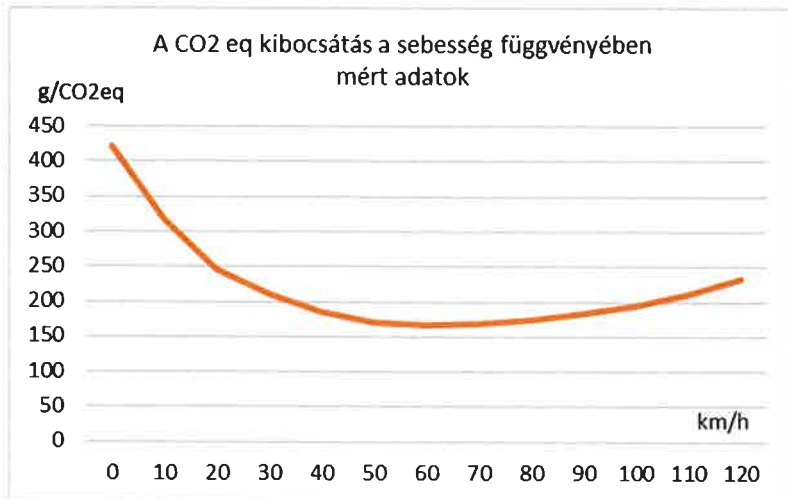
⁴ EMEP/EEA (2014): Emission inventory guidebook, 2013 – Exhaust emissions from road transport – Updated 2014

⁵ Barth, M. és Boriboonsomsin, K. (2009): Traffic congestion and greenhouse gases; in Access 35

⁶ NAEI / Barlow, T.J és Boulter, P.G. (2009): Emission factors 2009: Report 2 – a review of the average-speed approach for estimating hot exhaust emissions

A sebesség és a CO₂ egyenérték kibocsátás közötti függvény a legjellemzőbb sebességtartományokban (20-120 km/h) egy másodfokú görbével közelíthető, a mért adatok alapján az alábbiak szerint alakul (NAEÖ, 2009).

6. ábra: A sebesség és a CO₂ egyenérték kibocsátás összefüggése, forrás: NAEÖ



Az egyes gépjárműkategóriákban a kibocsátásokat az alábbi korrekciós tényezőkkel becsültük.

11. táblázat: A különböző gépjárművek kibocsátásával kapcsolatos korrekciós tényezők

Gépjármű fajta	Korrekciós tényező
Személygépjárművek – J1	1
Kistehergépjárművek – J2	1,3
Nagytehergépjárművek 1 – J3	3
Nagytehergépjárművek 2 – J4	5

A különböző járműkategóriákban és úttípusonként jellemző sebességeket az alábbi táblázat összesíti (egyszerűsített kivonat).

12. táblázat: jellemző sebességek járműkategóriánként

	J1	J2	J3	J4
autóút, 2x1 sáv, km/h	100	80	80	80
autóút, 2x2 sáv, km/h	110	90	90	90
főút, külterület, 2x1 sáv, km/h	90	80	75	75
mellékút, külterület, km/h	70	60	50	40
főút, belterület, km/h	40	40	40	40
mellékút, belterület, km/h	30	30	30	30

Az adott úttípuson a különböző járműkategóriáknál jellemző sebesség, illetve a forgalmi adatokból számolt futásteljesítmények alapján, a CO₂ egyenérték kibocsátás az útszakasz átadása utáni év egy átlagos napján az alábbiak szerint várható. Az egy évre vonatkozó CO₂ kibocsátásban várható különbség meghatározásához az országos úthálózaton előre jelzett forgalmi változások együttes vizsgálata történt, amiben a P0 és P1 közötti különbség mutatja a projekt hatására várható változást járműkategóriánként.

13. táblázat: A közlekedés CO₂ egyenérték kibocsátásának relatív mértéke a projekt megvalósulása előtt és a projekt megvalósulását követően éves szinten, csak a 37. sz főút forgalmát tekintve

A 37. sz. főút 8+444 – 27+182 km sz. közötti szakaszának 2x2 forgalmi sávra való kapacitásbővítése és 11,5 tonnás burkolat megerősítése. (K037.02)
A klímaváltozással kapcsolatos hatások elemzése

	Összesen
CO ₂ kibocsátás 2014 (P0)	20
CO ₂ kibocsátás 2029 (P1)	21
P1-P0 / P1	4,7 %

Az előrejelzések szerint a gépjárművek forgalomművekedése jelentős lesz a fejlesztés hatására, amiben a személygépjárművek forgalomművekedése kb. 33%-kal várható, a tehergépjárművek 40-50%-os emelkedése prognosztizálható. A megemelkedett forgalom miatt az ÜHG kibocsátás is megemelkedik az érintett útszakaszon.

A fentiek alapján elmondható, hogy a projekt hatása a gépjárműforgalomból adódó üvegházgáz-kibocsátás várhatóan emelkedik, ami általában a fejlesztést követő években jelent nagyobb CO₂ kibocsátási értéket, a későbbi években ennek hatása várhatóan csökkeni fog. A kibocsátás hatása csak lokálisan értelmezhető, a lakott településrésztől távol történik.

A szélsőséges időjárási körülményekre való felkészülés részeként hófogó erdősáv telepítése történik az időjárási eseménynek leginkább kitett szakaszon. A bal oldalon telepítésre kerülő zöld sáv hossza 800 m és a cserjés-fás szakasz szélessége kb. 25m. A csemeteültetési vagy magvetési technológiával történő telepítés várhatóan leghamarabb 2-5 évet követően kezd összefüggő zöld egységgé válni és vehető figyelembe, mint a CO₂ elnyelését hatékonyan végző zöld sáv. Alkalmazva a Klímabarát Települések Módszertani Útmutatóiban szereplő emissziós faktorok közül az „erdőterület” és a „zöldterület” nyelőkre vonatkozó értékek átlagát *(mivel nem összefüggő zárt erdősáv keletkezik, sem pedig települési szellős ültetésű zöldfelület)* a telepítésre kerülő kb. 20 000 m² terület az aktív időszakában (tavasszal-nyáron, ültetést követően a fák esetén elérve a legalább 2 m-es magasságot) kb. -2,38 t CO₂/év mennyiséggel csökkentheti a kibocsátás mértékét. Ezzel a relatív kibocsátás nagysága a 37. sz főút mentén a következőképpen módosulhat.

14. táblázat: A közlekedés CO₂ egyenérték kibocsátásának relatív mértéke a projekt megvalósulása előtt és a projekt megvalósulását követően a CO₂ nyelést is figyelembe véve éves szinten, csak a 37. sz főút forgalmát tekintve

	t CO ₂ eq kibocsátás mértéke	t CO ₂ nyelés mértéke	Összesen t CO ₂ eq
CO ₂ kibocsátás 2014 (P0)	20	0	20
CO ₂ kibocsátás 2029 (P1)	21	-2,38	18,62
P1-P0 / P1	4,7 %	-	-7%

A kibocsátás vizsgálata csak a 37. sz főút érintett szakaszára vonatkozik, a fejlesztés hatására történő egyéb utakon történő forgalom módosulását az elemzés nem tartalmazza.