KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.

Fenntartható Közlekedés Kutatóközpont

Közlekedésakusztikai Osztály

Fő közlekedési létesítmények stratégiai zajtérképezése III. ciklus – Intézkedési tervek

Általános leírás

Évi 3 millió jármű áthaladásánál nagyobb forgalmat lebonyolító országos közutak

Évi 30 000 szerelvény áthaladásánál nagyobb forgalmat lebonyolító vasútvonalak

Budapest

2019

TARTALOM

1 Bevezetés 4

2 Jogszabályban előírt kötelezettségek 6

3 Az érintett közlekedési létesítmények bemutatása 8

3.1 Nagyforgalmú közúti szakaszok 8

3.2 Nagyforgalmú vasúti szakaszok 9

4 Akusztikai alapfogalmak 11

5 Közlekedési zajterhelés 14

5.1 Közlekedési zajforrások 14

5.2 A zaj terjedése 15

5.3 A közúti és vasúti zaj mérséklésének műszaki lehetőségei 16

5.3.1 Aktív zajcsökkentési lehetőségek 16

5.3.2 Passzív zajcsökkentési lehetőségek 18

6 A stratégiai zajtérképek általános jellemzői 20

7 A zajvédelmi intézkedési tervek általános jellemzői 23

7.1 A zajvédelmi intézkedési terv tartalma és a végrehajtás időintervalluma 23

7.2 Lehetséges zajcsökkentési intézkedések 24

7.2.1 Lehetséges zajcsökkentési intézkedések – közúti közlekedés 24

7.2.2 Lehetséges zajcsökkentési intézkedések – vasúti közlekedés 27

7.3 Megvalósult, folyamatban lévő és előkészítés alatt álló zajcsökkentési intézkedések 30

7.4 Javasolt zajcsökkentési intézkedések 32

7.4.1 Javasolt intézkedéstípusok - Közúti közlekedés 32

7.4.2 Javasolt intézkedéstípusok - vasúti közlekedés 35

7.4.3 A javasolt intézkedések időtávlata 35

7.4.4 A javasolt intézkedések bemutatása az intézkedési tervekben 36

7.5 Költség-haszon elemzés 37

7.5.1 Becsült költségek meghatározása 38

7.5.2 Zajterhelés-csökkentő hatás becslése 39

7.5.3 Az érintett lakosság számának meghatározása 40

7.5.4 Zajcsökkentési intézkedések rangsorolása 41

7.6 A közvélemény tájékoztatása 42

7.7 Az intézkedési terv végrehajtásának és eredményeinek értékelési módszere 43

1. melléklet: A stratégiai küszöbértékek betartásához Szükséges távolságok 45

2. melléklet: Országos szintű vasúti zajterhelés-csökkentő hatású beruházások 46

1 BEVEZETÉS

Hazánk európai uniós tagságából eredő kötelezettsége a környezeti zajterhelésnek a vonatkozó jogszabályokban előírt módon történő meghatározása és értékelése – a stratégiai zajtérképek elkészítése –, valamint a zajterhelés szinten tartása, illetve mérséklése érdekében végrehajtandó stratégiai intézkedések megfogalmazása – a zajvédelmi intézkedési tervek összeállítása.

2002. június 25-én fogadta el az Európai Parlament és Tanács *a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről szóló 2002/49/EK irányelvét (END)*. Az irányelv központi eleme a stratégiai zajtérképek elkészítése, amelyek segítségével lehetővé válik az egyes tagállamok lakossági zajhelyzetének egységes elvek szerinti feltárása. A zajtérképeknek be kell mutatniuk az aktuális helyzetet, a zajterhelési küszöbérték túllépés mértékét és a lakosság érintettségét. A zajhelyzet további értékelése és kezelésének javasolt módszere a stratégiai zajtérképekre épülő, a stratégiai zajtérképezés során meghatározott konfliktussal érintett területekre vonatkozó intézkedési tervekben kerül rögzítésre. A direktíva egységesíti a figyelembe veendő zajjellemzőket, a környezeti zajterhelés zajtérképen történő megjelenítésének követelményeit, valamint az információk közlésének módját. A stratégiai zajtérképezéssel kapcsolatos feladatok ötévenkénti ciklusokban valósulnak meg. Egy cikluson belül az előkészítő munkálatokat követően először a stratégiai zajtérképek, majd az ezeken alapuló intézkedési tervek készülnek el.

Az európai zajvédelmi irányelv hazai jogrendbe ültetése *a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről szóló 280/2004. (X. 20.) Korm. rendelettel* (a továbbiakban: *280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet*) és *a stratégiai zajtérképek, valamint az intézkedési tervek készítésének részletes szabályairól szóló 25/2004. (XII.20.) KvVM rendelettel* (a továbbiakban: *25/2004. (XII.20.) KvVM rendelet*) valósult meg.

A közúti közlekedés biztonságát és környezetvédelmét szolgáló kutatási, fejlesztési és koordinációs feladatok végrehajtására kijelölt szervezetről szóló 58/2012. (X. 31.) NFM rendelet 2. § f) pontja szerint a KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. (a továbbiakban: KTI) feladata a fő közlekedési létesítmények közül az állami kezelésben lévő nagyforgalmú közutak[1] és vasútvonalak[2] stratégiai zajtérképeinek és zajvédelmi intézkedési terveinek elkészítése, valamint azok rendszeres felülvizsgálata.

[1] *nagyforgalmú közút:* országos közút - az utolsó három év átlagából figyelembe vett mérési adatai alapján - évi hárommilliónál több gépjármű áthaladását meghaladó forgalmi szakasza (*280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 3. § k) pont)

[2] *nagyforgalmú vasút*: olyan vasútvonal, amelyen évente 30 000-nél több vonatszerelvény halad át (*280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 3. § l) pont)

A *2002/49/EK irányelvben* foglaltaknak megfelelően stratégiai zajtérképezési feladatok első ütemében a 6 millió jármű/évnél nagyobb forgalmú országos közutakra, valamint az évi 60 ezer vonat áthaladásánál nagyobb forgalmat lebonyolító vasútvonalakra vonatkozóan készültek el a stratégiai zajtérképek és zajvédelmi intézkedési tervek.

A második ciklustól kezdődően bővült a vizsgálandó létesítmények köre: a 3 millió jármű/évnél nagyobb forgalmú országos közutak, valamint a 30 000 szerelvény/évnél nagyobb forgalmú vasútvonalak stratégiai zajtérképeit és intézkedési terveit kell elkészíteni.

Jelen projekt célja a harmadik ciklus keretében a 3 millió jármű/évnél nagyobb forgalmú országos közutakra, valamint a 30 000 szerelvény/évnél nagyobb forgalmú vasútvonalakra vonatkozóan 2018-ban elkészült stratégiai zajtérképeken alapuló intézkedési tervek kidolgozása volt. A feladat mintegy 3 700 km-nyi teljes hosszúságú közlekedési létesítményt érintett.

2 JOGSZABÁLYBAN ELŐÍRT KÖTELEZETTSÉGEK

A *280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 5. számú melléklete alapján az intézkedési tervnek minimálisan a következő információkat kell tartalmaznia:

- a számításba vett zajforrások leírása,
- az intézkedési terv készítésére kötelezett megnevezése,
- a kapcsolódó jogszabályok megnevezése,
- a stratégiai küszöbértékek,
- a zajtérképezés eredményeinek összefoglalása,
- a zajterhelésnek kitett emberek becsült számának értékelése, a problémák és a fejlesztésre szoruló helyzetek feltárása,
- a közvélemény tájékoztatásáról szóló jelentés,
- a korábban végrehajtott, a folyamatban lévő és előkészítés alatt álló zajcsökkentési intézkedések,
- a zajcsökkentésre kötelezett által a következő öt év során megteendő intézkedések, beleértve a csendes övezetek és a zajvédelmi szempontból fokozottan védett területek megőrzését célzó intézkedéseket,
- hosszú távú stratégia,
- pénzügyi stratégia (költségvetések, költséghatékonysági felmérések, költség-haszon értékelések),
- az intézkedési terv végrehajtásának és eredményeinek értékelési módszere,
- a zajjal terhelt emberek számának becsült csökkenése.

A *280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 6. számú melléklete szerint az Európai Bizottság részére megküldendő adatok a nagyforgalmú közutakra és a nagyforgalmú vasútvonalakra vonatkozóan:

- a nagyforgalmú közutak, nagyforgalmú vasútvonalak általános leírása (elhelyezkedésük, méreteik és forgalmi adataik),
- a környezet jellemzése (a települések, terület felhasználási kategóriák, egyéb fontosabb zajforrások megnevezése),
- a korábban végrehajtott zajcsökkentési programok és a folyamatban lévő zajvédelmi intézkedések,
- az alkalmazott számítási és mérési módszerek,

- azon személyek becsült teljes száma (száz főben kifejezve), akik olyan lakóépületekben élnek, ahol a legzajosabb homlokzatot érő zajterhelés 4 m-rel a talajszint fölött meghatározott L_{den} értéke a következő sávok valamelyikébe esik: 55–59, 60–64, 65–69, 70–74, >75 dB,
- azon személyek becsült teljes létszáma (száz főben kifejezve), akik olyan lakóépületekben élnek, ahol a legzajosabb homlokzatot érő zajterhelés 4 m-rel a talajszint fölött meghatározott $L_{éjjel}$ értéke a következő sávok valamelyikébe esik: 50–54, 55–59, 60–64, 65–69, >70 dB,
- ahol az információk rendelkezésre állnak, meg kell adni, hogy a felsorolt zajtartományokon belül hányan laknak olyan lakóépületekben, amelyek az adott zajtípus elleni fokozott hangszigeteléssel vagy csendes homlokzattal rendelkeznek (mind az L_{den}, mind az $L_{éjjel}$ mutatóra vonatkozóan),
- az L_{den}>55, 65, illetve 75 dB zajterhelésű terület teljes (km^2-ben kifejezett) nagysága. Minden ilyen területre meg kell adni továbbá az ott lévő lakóépületek és az ezeken élő emberek becsült teljes számát (100-ra kerekítve).
- Ha a fenti zajterhelésű területen belül város, község van, akkor ezek területén az 55 dB és 65 dB szintvonalakat stratégiai zajtérképen ábrázolni kell.
- Az összes fontosabb szempontra kitérő intézkedési terv legfeljebb tízoldalas összefoglalása.

3 AZ ÉRINTETT KÖZLEKEDÉSI LÉTESÍTMÉNYEK BEMUTATÁSA

A *280/2004. (X.20.) Korm. rendelet* 14. §. (7) bekezdésének c) pontja szerint a környezetvédelemért felelős miniszter 2005. június 30-ával kezdve ötévente tájékoztatja a Bizottságot a Magyarország területén található valamennyi fő közlekedési létesítményről.

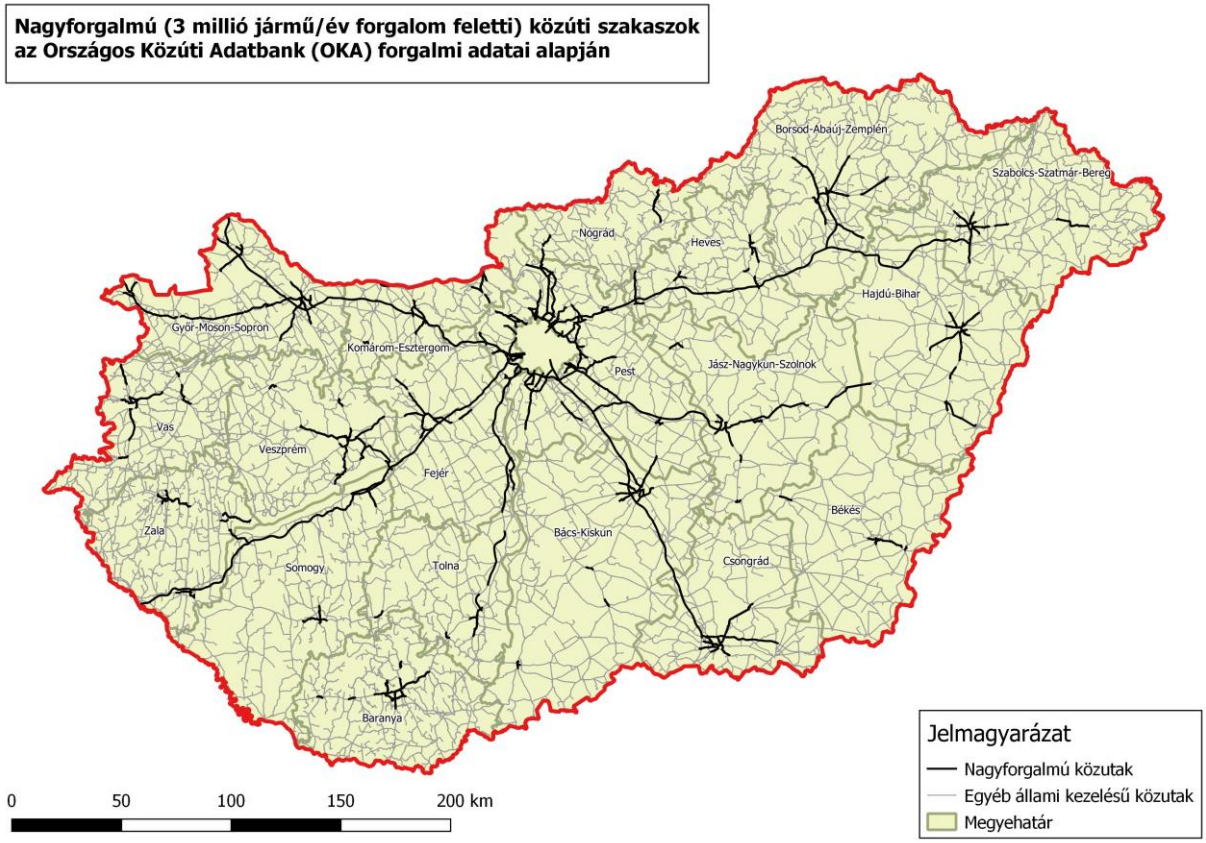
A harmadik zajtérképezési ciklus keretében a KTI 2016 májusában összeállította, majd 2017 folyamán aktualizálta a fő közlekedési létesítmények listáit. Az alábbi fejezetben a nagyforgalmú közúti és vasúti szakaszok listáival kapcsolatos információkat közöljük.

3.1 NAGYFORGALMÚ KÖZÚTI SZAKASZOK

A nagyforgalmú közúti szakaszok listájának összeállítása a Magyar Közút Zrt. által rendelkezésünkre bocsátott forgalmi adatok (Országos Közúti Adatbank: éves átlagos napi keresztmetszeti forgalomszámlálási adatok) alapján készült. A lista azokat a forgalomszámlálási szakaszokat tartalmazza, amelyek éves összesített forgalma meghaladja a 3 millió járművet. Az összesítés a *25/2004. (XII. 20.) KvVM rendelet* 2. számú mellékletének 2. táblázatában szereplő három akusztikai járműkategóriára történt.

Az érintett közúti szakaszok összesített hossza: 2677,75 km.

Az érintett útszakaszok listáját a Műszaki dokumentáció 1/A jelű melléklete tartalmazza, térképi megjelenítésük pedig az alábbi ábrán látható:



3.1.1. ábra: Nagyforgalmú közúti szakaszok

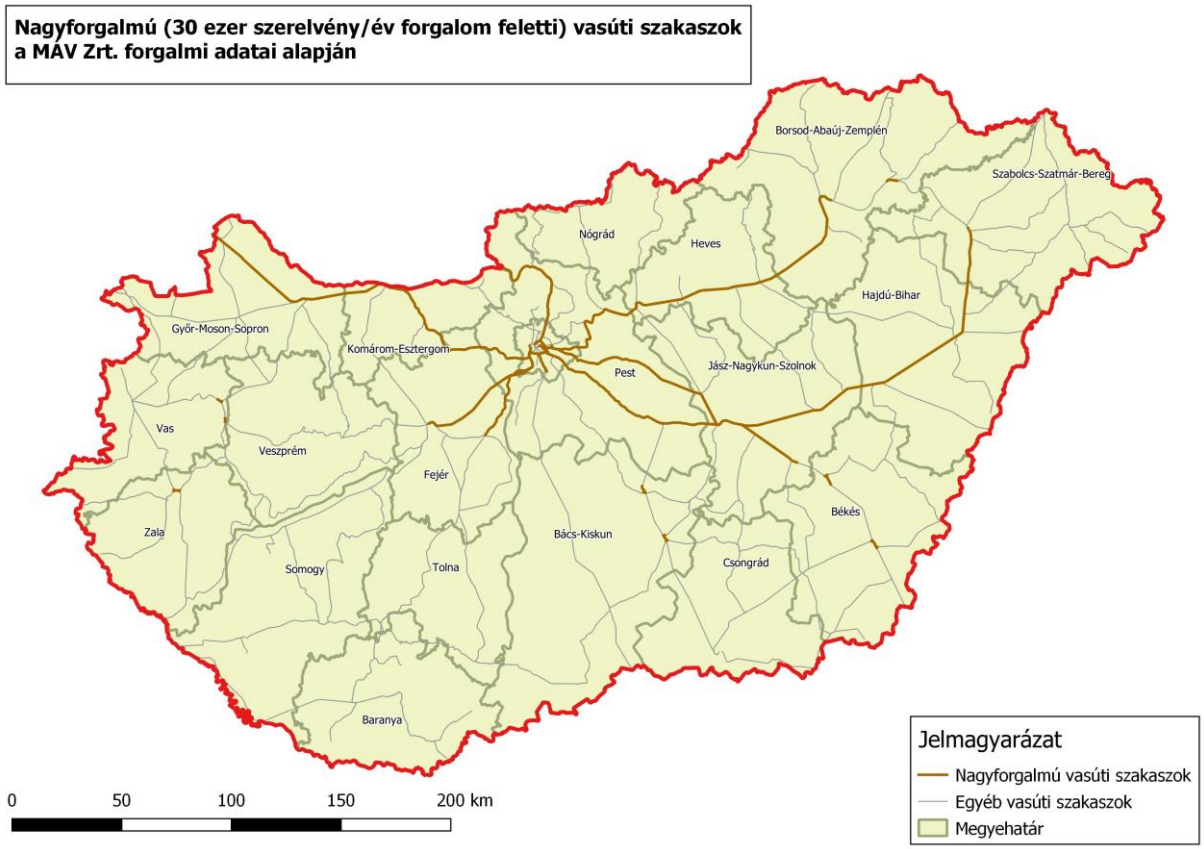
3.2 NAGYFORGALMÚ VASÚTI SZAKASZOK

A nagyforgalmú vasúti szakaszok listája a MÁV Zrt. által szolgáltatott adatok alapján készült. A lista azokat a szakaszokat tartalmazza, melyek éves forgalma meghaladja a 30 000 szerelvényt a 2016. évi forgalmi adatok alapján. Figyelembe vettük azokat az eseteket is, ahol kettő vagy több vonalszakasz részben párhuzamosan fut egymás mellett és ezek együttes forgalma haladja meg a 30 000 szerelvény/év értéket.

Az érintett vasúti szakaszok összesített hossza: 1004,77 km.
Az érintett párhuzamosan futó vasúti szakaszok összesített hossza: 14,74 km.
A vasúti szakaszok és a párhuzamosan futó vasúti szakaszok együttes összesített hossza: 1019,51 km.

Az érintett vasúti szakaszok listáját a Műszaki dokumentáció 1/B és 1/C jelű mellékletei tartalmazzák. (Az 1/C melléklet azokat a vasútállomásokat, elágazásokat tartalmazza, ahol a párhuzamosan futó vonalszakaszok együttes forgalma haladja meg a 30 000 szerelvény/év

értéket.) Az alábbi ábrán a nagyforgalmú vasúti szakaszok területi elhelyezkedését mutatjuk be:

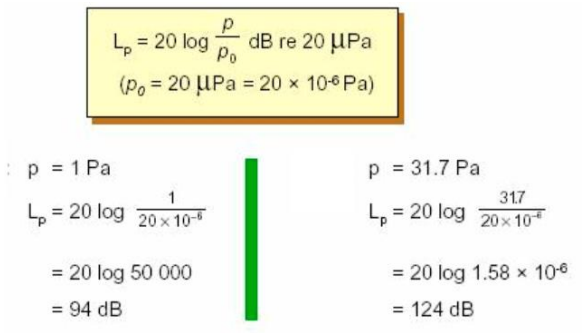


3.2.1. ábra: Nagyforgalmú vasúti szakaszok

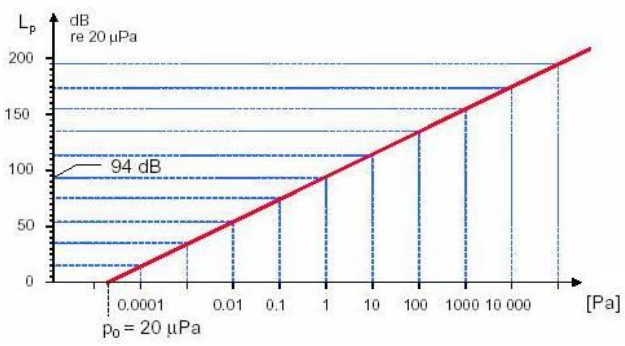
4 AKUSZTIKAI ALAPFOGALMAK

A stratégiai zajvédelmi intézkedési tervek az érintettek széles köre számára nyújthatnak hasznos információt. Célunk ezért, hogy a zajvédelem területén nem jártas érdeklődők számára is értelmezhető dokumentumok szülessenek. E célból jelen fejezetben röviden bemutatjuk az intézkedési tervek megértéshez elengedhetetlenül szükséges akusztikai alapfogalmakat.

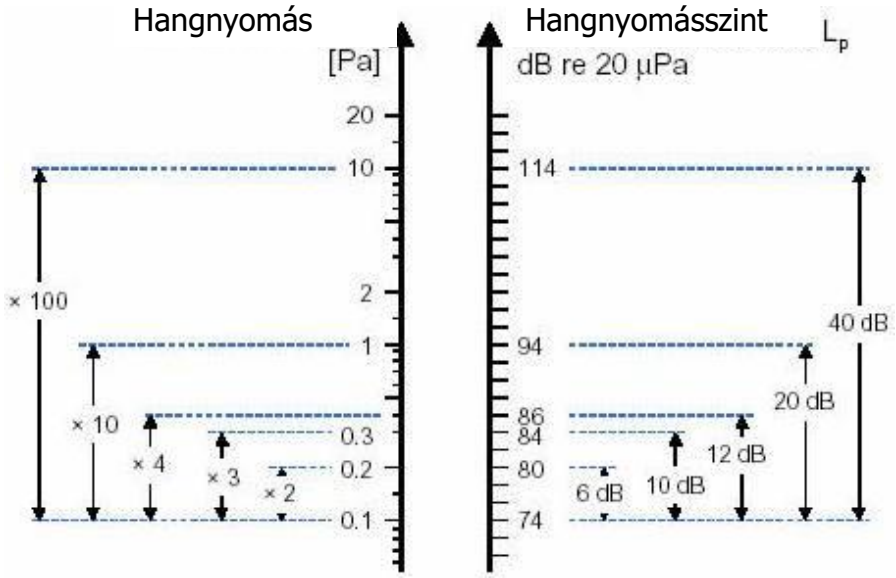
Hangnyomásnak nevezzük a hang okozta, a statikus légnyomáshoz hozzáadódó változó nyomást, Pa-ban kifejezve. A hangnyomásszint jele L, és a hangnyomás négyzetéből, valamint a p_0 = 20 µPa vonatkoztatási hangnyomás négyzetéből számított hányados 10-es alapú logaritmusa, $\log(p/p_0)^2$ dB-ben kifejezve. A Bel [B] helyett a deciBel [dB] használata 10-zel való szorzást jelent. A 2 értékű kitevőt a $10\log(p/p_0)^2$ elé kiemelve: $20\log(p/p_0)$. Ez a hangnyomásszint szokásos kifejezése (lásd 3.2.1. - 3.2.3. ábra).



3.2.1. ábra: A hangnyomás és a hangnyomásszint fogalma I.

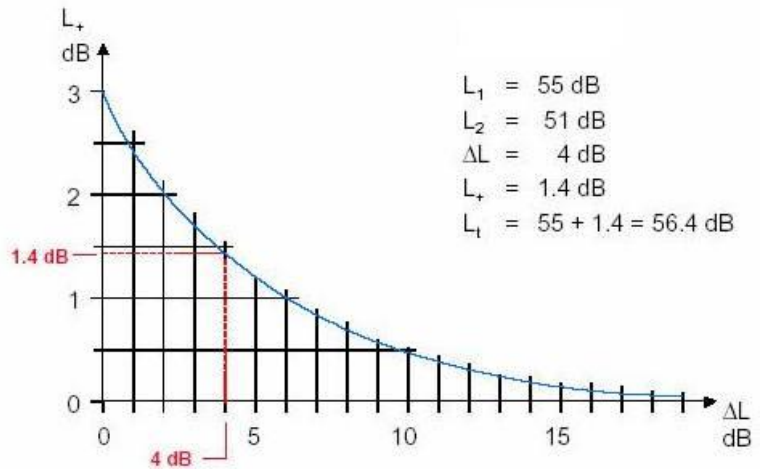


3.2.2. ábra: A hangnyomás és a hangnyomásszint fogalma II.



3.2.3. ábra: A hangnyomás és a hangnyomásszint fogalma III.

A hangnyomásszintek összeadódása a logaritmikus jelleg miatt eltér a szokásos összegezés módszerétől. Nagyon szemléletes és gyors a 3.2.4. ábra használata. A két összeadandó szint különbsége (ΔL) függvényében leolvasható a nagyobbik szinthez hozzáadandó korrekció. Amennyiben a két szint azonos, akkor a különbségük nulla, ekkor a legnagyobb értékű korrekció 3 dB (magyarázat: 10*log(10L/10+10L/10) = 10log(2*10L/10)=L+3 dB és a * a szorzás jele). Az ábra mutatja, hogy ha a különbség nagyobb, mint 10 dB, akkor a korrekció 0,5 dB érték alatt van, ez tehát azt jelenti, hogy a méréseknél a mérendő szintnél 10 dB-lel alacsonyabb környezeti zaj a mért eredményre már nincs gyakorlati befolyással.



3.2.4. ábra: A hangnyomásszintek összeadása

A zaj jellemzésének az emberi halláshoz – emberi hangosságérzetekhez – való igazítását célozza az ún. A-szűrő bevezetése. Ennek értelmében az A-hangnyomásszint, L_A a zajmérő

műszer bekapcsolt A-súlyozószűrőjével meghatározott egyszám-adatos hangnyomásszint, illetve hangteljesítmény-szint.

A zaj hangnyomásszintje az idő függvényében váltakozik, így oly módon lehetséges egy összehasonlítható zajjellemzőt meghatározni, ha az ún. megítélési időre vonatkoztatjuk a hangnyomásszintet. Ezen átlagolás eredménye az ún. egyenértékű hangnyomásszint: L_{eq} [dBA], amely az időben változó nyomásingadozásoknak, illetve hangnyomásszinteknek a megítélési időre vonatkoztatott integráltja. Ezt az értéket használjuk a környezeti zaj vizsgálatakor, megítélésekor, és ugyanilyen típusú (L_{eq}) mérőszámmal fejezhetők ki a határértékek és a küszöbértékek is.

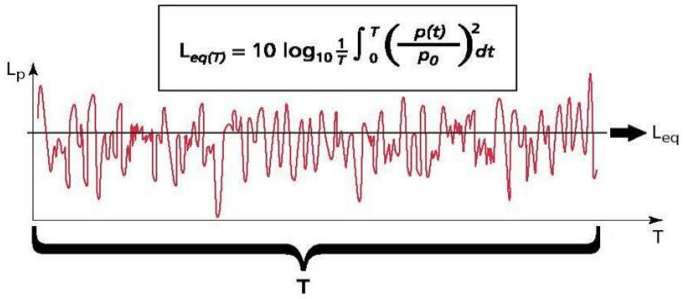
A fentiek nyomán bevezethető az egyenértékű A-hangnyomásszint, L_{Aeq} fogalma, amely annak a folyamatos, állandó A-hangnyomásszintnek az effektív értékét fejezi ki adott T időtartamra nézve (megítélési időtartam), amely azonos a vizsgált, időben változó zaj effektív értékével. Az így meghatározott mennyiséget nevezzük zajterhelésnek, amely zajjellemzőre a jogszabályban rögzített terhelési zajhatárértékek vonatkoznak. Az egyenértékű A-hangnyomásszint a következő képlettel határozható meg:

$$L_{Aeq,T} = 10\lg\left[\frac{1}{T}\int_0^T 10^{0,1L_p(t)}dt\right] = 10\lg\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2}dt\right] \text{ dB} \qquad (1)$$

ahol:

L_{AeqT}	az egyenértékű A-hangnyomásszint a t_1-től t_2-ig tartó T megítélési időtartam alatt, dB-ben;
p_o	a vonatkoztatási hangnyomás, (20 μPa);
$p_A(t)$	a hangjel pillanatnyi A-hangnyomása.

Az egyenértékű A-hangnyomásszint fogalmát a 3.2.5 ábra szemlélteti:



3.2.5. ábra: Az egyenértékű A-hangnyomásszint

Az egyenértékű szint fogalma természetesen súlyozatlan hangnyomásszintekre is értelmezhető.

5 KÖZLEKEDÉSI ZAJTERHELÉS

Városi környezetben a közlekedés az egyik legjelentősebb zajforrás; mértékét számos tényező befolyásolja a keletkezéstől a terjedésen keresztül a befogadóknál történő megjelenéséig. Jelen fejezetben ezeket a befolyásoló tényezőket tekintjük át.

5.1 KÖZLEKEDÉSI ZAJFORRÁSOK

A közlekedési zaj forrásai az egyes alágazatokban specifikusak. Jelen projekt céljának megfelelően a következőkben a közúti és a vasúti zajforrásokat tekintjük át.

A közúti gépjárművek okozta zajterhelés – azaz a közutak és környezetük zajterhelése – szempontjából az egyes járművek zajkibocsátása alapvetően az alábbi három részből tevődik össze:

- A hajtás zaja, más néven **működési vagy motorzaj**, amely több komponensből áll: a motorfelületről lesugárzott zajból, továbbá a kipufogó berendezés, a szívóberendezés, a segédberendezések, valamint az erőátvitel zajából. A működési zajteljesítményt elsősorban a motor zajteljesítménye határozza meg. A motorzaj a közúti járművek forgalma miatt kialakuló környezeti zajterhelés egyik meghatározó forrása.
- **Gördülési zaj**, amely a haladási sebesség logaritmusával arányos. A gördülési zaj a motorzaj mellett a közúti járművek másik olyan zajforrása, amely a környezeti zajterhelés alakulására döntő hatással van. A gördülés miatt kialakuló környezeti zajterhelés fontos sajátossága az említett logaritmikus sebességfüggés, aminek közvetlen következménye, hogy kb. 25 km/h haladási sebességig a gördülési zajnak a környezeti zajterheléshez adott járuléka nagyon alacsony a motorzaj járulékával összehasonlítva. Az említett sebességfüggés következtében azonban nagy haladási sebesség mellett a gördülési zaj meghatározó zajforrássá válik, így különösen a gyorsforgalmi utak esetében fontos összetevő.
- **Aerodinamikai zaj**, amelyen ebben az esetben a légáramlás által gerjesztett zajokat értjük. A légáramlás által keltett zajok csak nagyobb sebességnél mérvadóak az eredő zaj tekintetében. Az aerodinamikai zajokat az áramlásleválások és légörvények idézik elő. A pillanatnyi zajszint a haladási sebesség változásával az egyenes arányosságnál nagyobb növekményt mutat: körülbelül a sebesség négyzetével arányos.

A vasútüzem zajkibocsátásában az alábbi három fő összetevő játszik szerepet:

- a **gördülési zaj**, amely a közepes sebességek tartományában meghatározó zajforrás és egyben a hazai körülmények között a vasútüzem domináns zajforrása;

- a **gépzaj**, amely a vontatás és a segédüzem zajából tevődik össze, és amely az alacsony sebességek mellett domináns, valamint
- az **áramlási zaj**, amely nagysebességű haladáskor válik meghatározóvá.

A gördülési zajra döntő befolyással van a sín és a kerék érintkező felületének a geometriája. A kialakuló gerjesztés intenzitását és spektrumát, és ezen keresztül az akusztikai teljesítményt és az akusztikai spektrumot egyaránt befolyásolja a kerék alakjának körtől való eltérése és a sín hullámossága, de a felületek mikrostruktúrája és szilárdságtani jellemzői is szerepet kapnak. A sín gerjeszthetőségét és a rezgésbe jött sín lesugárzási jellemzőit az alépítmény rendszere és állapota egyaránt lényegesen befolyásolja.

A sínhézagok miatti impulzusos zaj kifejezett panaszforrás lehet, a korszerű hegesztett sínkötés széleskörű elterjedésével azonban ez a fajta zajforrás eltűnőben van.

A szerelvény zajszempontból helyes konstrukciós kialakítása elsősorban a fékezés miatti zajösszetevőt mérsékli, de a rezgő felületek esetében a gerjesztés és a lesugárzási hatásfok rontásával is jelentősen mérsékelhető a környezetbe jutó akusztikai teljesítmény.

5.2 A ZAJ TERJEDÉSE

A zaj terjedése során az akusztikai energia mindig egyre nagyobb felületen oszlik meg (geometriai csillapítás) és egyben a terjedés közegében fokozatosan hővé alakul (elnyelés). Amennyiben a terjedési úton akadályok is vannak (zajárnyékolást eredményező műtárgyak, épületek, terepalakulatok, növényzet), akkor ezek az akadályok további zajcsökkenést eredményeznek.

A fenti mechanizmusok a zajforrás jellegétől függetlenül mindig eredményeznek zajcsökkenést, a hatásmechanizmusok azonban frekvenciafüggőek, az atmoszférikus csillapítás esetén pedig a levegő állapotjellemzői is befolyásolják a csillapítást. Nagytávolságú terjedés esetén a zajszint csökkenése erősen frekvenciafüggő és a levegő nedvességtartalma is lényeges szerepet játszik a csillapítás mértékének az alakulásában. Figyelembe véve, hogy a hangsebesség hőmérsékletfüggő, továbbá, hogy a közeg áramlási sebessége (szél) is módosítja a terjedés irányát, nyilvánvaló, hogy nagytávolságú terjedés esetén a meteorológiai jellemzők alakulása akár döntően is befolyásolhatja a csillapítás helyfüggő alakulását.

Rövid távon a csillapítást a geometriai csillapítás, a talaj elnyelő hatása, vagy éppen ellenkezőleg, a hangot visszaverő jellege és a hangárnyékolást eredményező akadályok határozzák meg.

Az utak, vasutak mentén a növényzet zajterhelést mérséklő hatása csak több tíz méter mélységű és jelentős hosszúságú erdősáv esetében számottevő, egy fasor gyakorlatilag hatástalan.

A zajárnyékoló falak akkor hatásosak, ha megfelelő geometriai méretekkel rendelkeznek, elhelyezésük gondos elemzés alapján történt és a fal maga jelentős beiktatási csillapítással jellemezhető. A megfelelő beiktatási csillapítással rendelkező zajárnyékoló falak a jellemző működésük szerint lehetnek elnyelő és visszaverő típusúak. A felhasználás egyéb körülményitől függ, hogy melyik típus alkalmazható eredményesen.

5.3 A KÖZÚTI ÉS VASÚTI ZAJ MÉRSÉKLÉSÉNEK MŰSZAKI LEHETŐSÉGEI

Jelen fejezetben a zaj mérséklésének aktív – a kibocsátás csökkentésére irányuló –, valamint passzív – az észlelőre gyakorolt hatás mérséklését célzó – megoldásait tekintjük át a közútra, illetve a vasútra vonatkozóan. Az alábbiakban vázolt műszaki lehetőségek elvi jellegűek. Az elvek gyakorlatba történő átültetését a zajvédelmi intézkedési tervek általános jellemzőit ismertető 7. fejezetben tárgyaljuk.

5.3.1 AKTÍV ZAJCSÖKKENTÉSI LEHETŐSÉGEK

KÖZÚT

A közúti közlekedési zaj mérséklése lehetséges a gépjárművek szerkezetének vagy üzemeltetésének módosításával, forgalomszabályozási eszközökkel, valamint a gördülési zaj mérséklésével a burkolat tulajdonságainak megváltoztatása által.

A gépjárművek szerkezetét illetően elmondható, hogy esetenként azonos típusú gépjárművek között is tapasztalhatók eltérések a gyártási, illetve összeszerelési körülmények közötti különbségek nyomán. Ezért a zajkibocsátás mértéke már a gyártási szakaszban, az említett folyamatok precizitásának fejlesztésével mérsékelhető. A szerkezetet érintő beavatkozások esetében pedig a gerjesztő hatások elkerülése jelenti a leghatásosabb módot a zajcsökkentésre.

A gördülési zaj mértéke összefügg a sebességgel, ugyanakkor a gumiabroncs rezgésgerjesztésének csökkentésére a sebesség mérséklése mellett egyéb megoldások is szóba jöhetnek:

- a gumiabroncs-szélesség csökkentése,
- a kerékátmérő növelése,
- lágyabb gumikeverékek alkalmazása, valamint
- a gumiabroncs megtöltése folyékony vagy szilárd csillapító anyaggal.

A gördülési zaj tovább mérsékelhető az útburkolat felületének optimális kialakításával, például, ún. *drain* bevonatok alkalmazásával, illetve alacsonyzajú porózus útburkolatok használatával.

A közúti eredetű zaj csökkentése forgalomszervezési-szabályozási eszközökkel is lehetséges, ilyen megoldások az alábbiak:

- a közúti forgalom (bizonyos járműfajták) sebességének korlátozása,
- a közúti forgalom nagyságának, volumenének korlátozása, bizonyos gépjárművek (pl. nagy tehergépjárművek) áthaladásának megtiltása, a forgalom elterelése,
- a jelzőlámpák összehangolt szabályozása, forgalomtól függő szabályozás, a jelzőlámpák éjszakai kikapcsolása (villogó sárgára állítása),
- a különböző sebességű gépjárművek részére külön forgalmi sáv kijelölése, továbbá
- a sebességváltozást szükségessé tevő okok, forgalmi akadályok előjelzése.

A gépjárművek üzemeltetését illetően fontos kiemelni a vezetési stílust: a kisebb fordulatszámon való üzemelés – a sportos vezetési stílussal együtt járó erős gyorsítások és hirtelen fékezések mellőzése – előnyösebb a zajterhelés szempontjából. A gépjármű-vezetéshez kapcsolódó egyéb közösségi normák tiszteletben tartása – például a fölösleges kürt használat az ajtók hangos becsapásának mellőzése – szintén hozzájárul a zavaró hanghatások mérsékléséhez.

VASÚT

A vasút tekintetében az aktív zajcsökkentési megoldások a járműre és a pályaszerkezetre koncentrálódnak.

A vasúti zaj egyrészt a sín és a kerék érdességének csökkentésével mérsékelhető. Erre az alábbi – zömmel a fékeket érintő – megoldások alkalmasak:

- síncsiszolás a sín elhasználódásának függvényében,
- a gördülőállomány korszerűsítése korszerű blokk-fékek, pl. kompozit anyagú fékpofák és szerkezetek alkalmazásával,
- tárcsafékek alkalmazása a kerék futófelülete és a fékpofa közötti kölcsönhatás elkerülésére.

A kerekek árnyékolását, a felfüggesztés optimalizálását illetően az alábbi módszerek alkalmazása lehetséges:

- rezgéscsillapítás hangolt lengéscsillapítók segítségével,
- a kerékátmérő csökkentése,

- a keresztmetszet optimalizált kialakítása a kerekeknél az axiális elmozdulás csökkentésére,
- az alacsony frekvenciás zajkibocsátás mérséklése kilyuggatott keréktárcsa alkalmazásával,
- forgózsámoly-takarás az új és felújított kocsikon, illetve ennek kombinálása az alacsony profilú zajárnyékoló falakkal,
- városi közúti vasút esetében a forgózsámoly árnyékolása és elnyelő anyag használata a jármű alsó felületein,
- gumirugó alkalmazása a kerék futófelülete és a keréktárcsa között a zajkibocsátás és a kerék elhasználódásának mérséklése érdekében.

A vontatási és az aerodinamikai zaj járműfejlesztéssel mérsékelhető.

A vasúti jármű mellett a pálya kialakításának optimalizálása is megoldást jelenthet:

- lágy réteg alkalmazása a talpfáknál és az alépítmény csillapításának javítása a testhang csökkentése érdekében (a léghang a rezgő sín miatt növekszik),
- csillapítók és elnyelők alkalmazása a síntalp és a talpfa között.

Vágánytípusok tekintetében az alábbiak javasoltak:

- a táblás, paneles alépítmények elkerülése, illetve
- városi közúti vasút esetében a keresztaljas, vagy zöldnövénnyel és humusszal rendelkező vágányok alkalmazása.

További megoldást jelent a sebességkorlátozás, amely azonban a forgalom lebonyolításának hatékonyságát, illetve a szolgáltatási színvonalat is csökkenti.

5.3.2 PASSZÍV ZAJCSÖKKENTÉSI LEHETŐSÉGEK

ZAJCSÖKKENTÉS TERJEDÉS KÖZBEN

A hang terjedésének fizikai jellemzői miatt a zajterhelés mértéke a zajforrás és a védendő létesítmény közötti távolság növelésével is mérsékelhető. Erre azonban csak speciális helyszínrajzi adottságok esetén van lehetőség: sűrűn beépített városokban csak nagyon ritkán alkalmazható.

A leggyakrabban alkalmazott módszerek közé tartozik a zajárnyékoló falak használata. A szokásos zajforrás-észlelő elrendezés esetén a fal mögött levő észlelőhöz nagyrészt csak a zajárnyékoló fal felső élét és a végeit megkerülve jut el a zaj. A zajárnyékoló fal a mérhető akusztikai hatás mellett szubjektív módon is befolyásolja a zaj pszichológiai hatását azzal,

hogy eltakarja a zajforrást az észlelő számára. Ugyanakkor ezzel a pozitív hatással ellentétes a zajárnyékoló falak általános kedvezőtlen esztétikai megítélése. Utóbbin a falak tájba illesztett, illetve építészeti szempontokat figyelembe vevő kialakításával lehet segíteni.

A zajárnyékoló falak csak megfelelő műszaki tervezés esetén működnek hatásosan. A – szabványokban is rögzített – akusztikai elvárások teljesítésén túl széles körű tervezési követelményeknek kell eleget tenni, ezért figyelembe kell venni többek között statikai, állékonysági, közlekedésbiztonsági (szabad kilátás csomópontokban, kijáratok), karbantartási és tájesztétikai szempontokat is. A korábbiaktól eltérő tervezési körülményként jelentkezik a magasabb felépítésű nehéz tehergépjárművek nagy sebességű közlekedése, amely a zajárnyékoló fal feletti tartományban többlet zajhatást kelt.

Szintén elterjedt megoldás a zajárnyékoló töltések, illetve bevágások alkalmazása. A töltések a zajárnyékoló falhoz hasonlóan fejtik ki hatásukat azzal a különbséggel, hogy a földtöltések számára előírt rézsűs megvalósítás miatt a szélességi méretük igen jelentős. A kétszeres hullámelhajlás miatt a töltések akusztikai hatása ugyanolyan magassági méret esetén kedvezőbb, mint a zajárnyékoló falaké. A bevágások a zajárnyékoló falakhoz hasonlóan működnek, de az adott zajcsillapítás eléréséhez szükséges magassági méret a bevágásra jellemző geometria figyelembevételével számítható.

Zajárnyékolás céljából növényzet is alkalmazható, az ily módon elérhető csillapítás nagysága azonban függ a növényzet fajtájától, a telepítéstől, a sűrűségtől, az évszaktól, a zaj spektrumától és egyéb tényezőktől, ezért az irodalomban közzétett mérési adatok nagymértékű szórást mutatnak. A növényzettel elérhető zajcsökkentés általában kisebb a feltételezett értékeknél, és csak széles, tömör, sűrű lombozatú, aljnövényzettel is rendelkező erdősávval lehet jól kimutatható nagyságú (5–10 dBA) többletcsillapítást elérni. Az örökzöld növényzet kivételével a lombtalan állapothoz jelentős mértékben lecsökkent zajcsillapítási érték tartozik. Ugyanakkor a növényzettel történő zajárnyékolás jelentős pszichológiai hatást fejt ki: a zajforrás eltakarásán túl természetes, megnyugtató látványt nyújt.

A felsorolt általános módszereken túl egyéb lehetőségek is alkalmazhatók. A zaj terjedésének mérséklésére az épületek is felhasználhatók, ezért megoldást jelenthet a lakóépület és a zajforrás (közút, vasút) közé semleges funkciójú épületet (pl. garázst, üzletet) telepíteni.

ZAJCSÖKKENTÉS AZ ÉSZLELŐNÉL

Amennyiben a zaj mérséklésére nézve a felsoroltak nem jelentenek megoldást, lehetőség van a beltéri zaj csökkentésére irányuló passzív zajvédelmi módszer alkalmazására: az épületek homlokzati hanggátlásának jelentős mértékű növelése biztosítja a belső téri határértékek teljesítését.

6 A STRATÉGIAI ZAJTÉRKÉPEK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

Az érintett közúti és vasúti szakaszokra vonatkozó zajvédelmi intézkedési tervek az adott szakaszra korábban elkészített stratégiai zajtérképek alapján készültek el. Az alábbiakban röviden áttekintjük ezért a stratégiai zajtérképek jellemzőit.

A stratégiai zajtérképek a vonatkozó jogszabályi előírásoknak megfelelően, a *280/2004. (X. 20.) Korm. rendeletben*, valamint a *25/2004. (XII.20.) KvVM rendeletben* foglalt módszertani és tartalmi követelmények figyelembe vételével kerültek kidolgozásra.

A jogszabályi követelményeknek megfelelően a zajtérképek az alábbi forráscsoportokra vonatkozóan készültek el:

- közúti közlekedés okozta zajterhelés;
- vasúti közlekedés okozta zajterhelés.

A zajtérképek a *25/2004. (XII.20.) KvVM rendelet* 7. § (1) pontjában előírtak szerint a következő zajjellemzőkre vonatkozóan készültek el:

- az L_{den}[3] napi zajjellemző;
- az $L_{éjjel}$[4] zajjellemző.

Az L_{den} napi zajjellemző decibelben (dB) mért értékét a *280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 3. számú melléklete szerint a következő összefüggéssel kell meghatározni:

$$L_{den} = 10 * \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{napköz}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{este}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{éjjel}+10}{10}} \right)$$

ahol:

- $L_{napköz}$: az MSZ ISO 1996-2 szerinti, az egy év összes napközbeni (6:00 és 18:00 óra közötti) időszakaira meghatározott hosszú idejű átlagos A-hangnyomásszint;
- L_{este}: az MSZ ISO 1996-2 szerinti, az egy év összes esti (18:00 és 22:00 óra közötti) időszakára meghatározott hosszú idejű átlagos A-hangnyomásszint;
- $L_{éjjel}$: az MSZ ISO 1996-2 szerinti, az egy év összes éjszakai (22:00 és 6:00 óra közötti) időszakaira meghatározott hosszú idejű átlagos A-hangnyomásszint.

[3] L_{den} napi (napközben-este-éjszaka) zajjellemző: a teljes napi zajterhelésre vonatkozó zajjellemző (*280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 3. § e) pont)

[4] $L_{éjjel}$ (éjszakai, 22:00-06:00) zajjellemző: az éjszakai időszak zajterhelésére vonatkozó zajjellemző (*280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 3. § h) pont)

A *280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 9. § (3) pontja úgynevezett stratégiai küszöbértékeket definiál, amelyekhez viszonyítottan kell megítélni a jelenlegi zajállapotot. Közlekedési zajforrás esetén az alábbi küszöbértékeket kell figyelembe vennünk:

- L_{den} = *63 dB;*
- $L_{éjjel}$ = *55 dB.*

Mindezek alapján a zajterhelési zajtérképek[5] mellett zajforrás-csoportonként és zajjellemzőkként el kellett készíteni az ún. konfliktustérképeket[6] is, melyek a zajterhelés küszöbértékekhez való viszonyát mutatják be. Így mind a közúti, mind a vasúti közlekedésre vonatkozóan az alábbi négy típusú zajtérkép készült el:

- *Stratégiai zajtérképek a nagyforgalmú közutak esetében:*
  - a közúti közlekedés okozta zajterhelés bemutatása az L_{den} mutatóra;
  - a közúti közlekedés okozta zajterhelés bemutatása az $L_{éjjel}$ mutatóra;
  - a közúti közlekedés okozta konfliktushelyzetek bemutatása az L_{den} mutatóra;
  - a közúti közlekedés okozta konfliktushelyzetek bemutatása az $L_{éjjel}$ mutatóra.

- *Stratégiai zajtérképek a nagyforgalmú vasutak esetében:*
  - a vasúti közlekedés okozta zajterhelés bemutatása az L_{den} mutatóra;
  - a vasúti közlekedés okozta zajterhelés bemutatása az $L_{éjjel}$ mutatóra;
  - a vasúti közlekedés okozta konfliktushelyzetek bemutatása az L_{den} mutatóra;
  - a vasúti közlekedés okozta konfliktushelyzetek bemutatása az $L_{éjjel}$ mutatóra.

A zajszintek térképeken való megjelenítése a *280/2004. Korm. rendelet* 1. számú mellékletében előírtaknak megfelelően az alábbiak szerint történt:

- a zajjellemzők zajterhelési zajtérképen történő bemutatása különböző színű, 5 dB-es zajszintgörbék megadásával;
- a stratégiai küszöbértékek túllépése mértékének megadása a konfliktustérképen különböző színű, 5 dB-es zajszintgörbék alkalmazásával.

A zajszintgörbék által határolt sávok megjelenítésére a zajterhelési térképek esetében a *25/2004. (XII.20.) KvVM rendelet* 8. § (3) pontjában előírtak szerint az alábbi színskálát alkalmaztuk:

- **35 dB** alatt **világoszöld**;

[5] *zajterhelési zajtérkép:* a meghatározott vonatkoztatási időre, meghatározott állapotot ábrázoló stratégiai zajtérkép, amely a vizsgált terület különböző környezeti zajforrásai által okozott zajterhelést mutatja be zajszintövezetekkel, illetve zajszintgörbékkel (*280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 3. § q) pont)

[6] *konfliktustérkép:* a zajterhelés és a stratégiai küszöbértékek összehasonlításával készült stratégiai zajtérkép (*280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 3. § r) pont)

- **35-40 dB** között **zöld**;
- **40-45 dB** között **sötétzöld**;
- **45-50 dB** között **sárga**;
- **50-55 dB** között **okkersárga**;
- **55-60 dB** között **narancssárga**;
- **60-65 dB** között **cinóber**;
- **65-70 dB** között **kármin**;
- **70-75 dB** között **lila**;
- **75-80 dB** között **kék**;
- **80-85 dB** között **sötétkék**.

A konfliktustérképeken alkalmazott színskála:

- **nincs konfliktus** (a terhelés nem éri el a küszöbértéket): **fehér**;
- túllépés **0-5 dB:** **sárga**;
- túllépés **5-10 dB:** **narancssárga**;
- túllépés **> 10 dB**: **piros**.

A zajterhelési- és konfliktustérképeken a jelmagyarázatban feltüntetett színkód szerint megkülönböztettük a védendő intézményeket (külön színnel jelölve az iskolákat, óvodákat, bölcsődéket és egészségügyi intézményeket), a lakóépületeket, továbbá az egyéb (nem védendő) épületeket.

7 A ZAJVÉDELMI INTÉZKEDÉSI TERVEK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

7.1 A ZAJVÉDELMI INTÉZKEDÉSI TERV TARTALMA ÉS A VÉGREHAJTÁS IDŐINTERVALLUMA

A zajvédelmi intézkedési tervben a stratégiai zajtérkép által mutatott zajterhelésnek a stratégiai küszöbértékekhez való viszonya alapján szükséges intézkedéseket meghatározni. A továbbiakban a stratégiai küszöbérték túllépését konfliktusnak, a túllépéssel jellemezhető területet pedig konfliktussal terhelt területnek nevezzük.

Az intézkedések szükségességét és az egyes javasolt intézkedések realizálásának időintervallumát a zajterhelés stratégiai küszöbértékekhez való viszonya, azaz a konfliktus mértéke határozza meg. A *280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 9. § (3)-(5) bekezdései alapján az intézkedési terv és a stratégiai küszöbérték viszonya a 7.1.1. táblázat szerint foglalható össze.

7.1.1. táblázat: Az intézkedési tervek tartalma és végrehajtásának időintervalluma a konfliktus mértéke szerint

Konfliktus mértéke	Intézkedési terv tartalma, a végrehajtás időintervalluma
nincs túllépés: **L_{den} <= 63 dB** **$L_{éjjel}$ <= 55 dB**	Az intézkedési tervben meg kell határozni azokat a zajcsökkentési vagy más, a zaj elleni védelmet célzó műszaki, szervezési, településrendezési megoldásokat és egyéb intézkedéseket (például hatósági eljárás kezdeményezése), amelyekkel megakadályozható a zaj növekedése az önkormányzat által kijelölt csendes területeken, a zajtól védendő vagy védelemre szánt területeken.
<10 dB túllépés: **63dB <L_{den} <= 73 dB** **55 dB <$L_{éjjel}$ <= 65 dB**	Az intézkedési tervben 10 évnél nem hosszabb határidőt tartalmazó és zajcsökkentési vagy más, a zaj elleni védelmet célzó műszaki, szervezési, településrendezési megoldásokat és egyéb intézkedéseket rangsorolva kell meghatározni a zajtól védendő vagy védelemre szánt területeken.
>10 dB túllépés **L_{den} > 73 dB** **$L_{éjjel}$ > 65 dB**	Az intézkedési tervben 5 évnél nem hosszabb határidőt tartalmazó zajcsökkentési vagy más, a zaj elleni védelmet célzó műszaki, szervezési, településrendezési megoldásokat és egyéb intézkedéseket kell rangsorolva meghatározni a zajtól védendő vagy védelemre szánt területeken.

7.2 LEHETSÉGES ZAJCSÖKKENTÉSI INTÉZKEDÉSEK

Az intézkedési tervek készítésének *25/2004. (XII. 20.) KvVM rendelet*ben meghatározott szabályai szerint a lehetséges zajcsökkentési intézkedések az alábbi hat csoportba sorolhatók (10. § (2) bekezdés):

- forgalomtervezés,
- területhasználat-tervezés,
- műszaki intézkedések a zajforrásoknál,
- csendesebb zajforrások kiválasztása,
- a zaj csökkentése terjedés közben,
- szabályozási vagy gazdasági intézkedések, ösztönzők.

7.2.1 LEHETSÉGES ZAJCSÖKKENTÉSI INTÉZKEDÉSEK – KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS

A *25/2004. (XII. 20.) KvVM rendelet* 10. § (4) a) pontja szerint a közúti közlekedés esetén különösen az alábbi intézkedések javasolhatóak:

- a forgalomsűrűség csökkentése,
- a nehézgépjárművek részarányának csökkentése,
- sebességkorlátozás, forgalomcsillapítás,
- a járműpark felújítása,
- az útburkolat cseréje.

Az alábbiakban áttekintjük, hogy fenti zajcsökkentési intézkedések milyen formában adaptálhatók a nagyforgalmú közutak stratégiai zajvédelmi intézkedési terveihez, figyelembe véve a vonalas létesítmények stratégiai zajtérképezési sajátosságait. Az így megfogalmazott alapelvekből kiindulva, az adott közúti szakasz sajátosságait is figyelembe véve választhatjuk meg a rövid- és hosszú távon javasolt zajvédelmi intézkedéseket.

- **Forgalomtervezés**
  - *Forgalomsűrűség csökkentése*

    A forgalomsűrűség csökkentése megvalósítható az átmenő forgalom csökkentésével (elkerülő út létesítésével) vagy a (helyi, illetve a helyközi) közösségi közlekedési hálózat újraszervezésével.

    Az elkerülő út létrehozásával megvalósuló zajterhelés-csökkenés a település belső forgalma és a korábbi áthaladó forgalom arányától függ. Jellemző, hogy a

megyeszékhelyeken lévő utak átkelési szakaszain az elkerülő út forgalomba helyezését követően is megmarad egy nagyobb arányú belső forgalom, ezért a forgalom, és egyben a zajterhelés is csak mérsékelten csökken. Ilyen esetekben a magas költségek miatt nem indokolt a zajcsökkentés céljával létesített elkerülő út (a települést elkerülő út lényegesen hosszabb, mint a konfliktust eredményező átkelési szakasz). Ezzel szemben a kis belső forgalommal jellemezhető kisebb települések esetén, ahol nagy az átmenő forgalom (és ezen belül magas a nehézjárművek részaránya), az elkerülő út forgalomba állítása jelentősen csökkentheti a települési forgalmat, így a zajterhelést is. Gyorsforgalmi utak esetében elkerülő út létesítése nem merül fel zajcsökkentési megoldásként, mivel ezen utak alapvetően a települések elkerülésével valósultak meg.

A helyi vagy helyközi közösségi közlekedési hálózat újraszervezése esetében fontos a valós utazási igényekhez igazodó hálózat és menetrend kialakítása és fenntartása, hogy az intézkedés valóban elérje hatását, azaz a zajterhelés csökkenését.

- *Nehézjárművek arányának csökkentése*

  A nehézgépjárművek részarányának csökkentése megvalósítható a nehézjárművek forgalomátterelésével vagy időszakos kitiltásával, korlátozásával.

- *Sebességkorlátozás, forgalomcsillapítás*

  Egyedileg javasolt forgalomcsillapított vagy sebességkorlátozott (pl. 30 km/h-s) zónák kijelölésével, vagy az út vonalvezetésének áttervezésével szintén csökkenthető a zajterhelés.

A fő közlekedési létesítményekre vonatkozó stratégiai zajvédelmi intézkedési tervek esetében figyelembe kell vennünk, hogy azok az egyes települések átkelési szakaszait foglalják magukban, és nem hálózatcentrikus jellegűek. Ezen okból kifolyólag – megalapozott hatásbecslés lehetőségének hiányában – a forgalomsűrűség csökkentése, valamint a nehézgépjárművek részarányának csökkentése mint lehetséges javasolt intézkedések jelen feladat keretei között nem kerültek figyelembevételre. A sebességkorlátozás mint intézkedés hatásainak feltárása szintén településszintű részletes vizsgálatot igényelne, ami nem képezte jelen feladat tárgyát.

- **Területhasználat-tervezés**

Általában javasolható, hogy a kül- és belterületi nagyforgalmú utak környezetében zajtól védendő területek (lakó-, üdülő-, zöld-, vagy vegyes terület, oktatási létesítmény vagy egészségügyi intézmény elhelyezésére szolgáló különleges terület) a közúttól olyan távolságra kerüljenek kijelölésre, ahol a közúttól származó zaj nem okoz stratégiai küszöbértéket meghaladó mértékű terhelést. Ezen kívül a domborzat és az épületek

árnyékoló hatásának kihasználása, az épületek védendő homlokzatának megfelelő tájolása, valamint a városközpontok decentralizálása is megvalósítható.

A fő közlekedési létesítményekre vonatkozó stratégiai szintű intézkedési tervek keretében fenti intézkedések közül a stratégiai küszöbértékek betartásához szükséges távolságot határoztuk meg. Az utóbbi távolságot a közút, illetve a vasút esetében az 1. melléklet tartalmazza.

- **Műszaki intézkedések a zajforrásoknál**
  - *Az útburkolat cseréje*

    Az útburkolat cseréjétől belterületen akusztikai szempontból csak az út teljes keresztmetszetére kiterjedő folytonossági hiányok esetében várható értékelhető mértékű zajterhelés-csökkenés, egyéb esetekben a zajterhelés változás a stratégiai zajtérképezés eszközeivel nem mutatható ki. Ez alól kivételt képez a kifejezetten hangelnyelő típusú útburkolat, amelynek az alkalmazása az alacsony belterületi megengedett haladási sebesség mellett csak kismértékű zajszintcsökkenést eredményez a költségek jelentős megnövekedése árán, ezért az alkalmazása nem javasolható.

    Hosszú távon, ha a burkolatcsere közlekedésbiztonsági megfontolások, illetve a közlekedési infrastruktúra állagmegóvása érdekében indokolt, akkor a zajhatás a fentiek szerint ugyan nem fog jelentősen javulni, azonban várható, hogy a burkolat leromlási folyamatának az időtartama meghaladja az intézkedési terv időtávlatát, amelynek során a kopóréteg akusztikai tulajdonságai végig kedvezőek maradnak.

    Gyorsforgalmi utak esetében a burkolat közbiztonsági szempontok miatt kiváló állapotban van, a kopóréteg akusztikai tulajdonságai reálisan megvalósítható beavatkozással érdemben nem javíthatóak.

- **Csendesebb zajforrások kiválasztása és előnyben részesítése**
  - *A járműpark felújítása*

    A járműpark összetételének meghatározása a nagyforgalmú közutakon nem helyi, önkormányzati döntés kérdése. A korszerű tömegközlekedési járművek beszerzése elsősorban nem a kis zajhatásuk miatt történik, a zajterhelés-csökkentéshez való hozzájárulásuk igen kicsi. A járműpark felújításának zajhatása a stratégiai zajtérképezés eszközeivel közvetlenül nem becsülhető, mivel a becslés a számítási módszer állandóinak a megváltoztatását igényli. A járműpark összetételének a zajemisszió csökkenésére kifejtett hatása az intézkedési terv időtartamán túlnyúló időtávlatban jut csak érvényre.

Mindezekből következően, a települési intézkedési tervek kidolgozása során a járműpark összetételének megváltoztatásával mint lehetséges intézkedéssel nem számoltunk.

- **A zaj csökkentése terjedés közben, illetve az észlelőnél**
  - *Zajárnyékoló létesítmények építése*

    A zajárnyékoló létesítmények alkalmazhatósága belterületen igen korlátozott a létesítmény területszétválasztó, a normális életvitelt akadályozó hatása miatt, továbbá a létesítmény a településképet általában negatívan befolyásolja, így alkalmazásának lehetősége egyedileg vizsgálandó.

    Gyorsforgalmi utak mentén a zajárnyékoló létesítmények alkalmazhatósága hatékony, javasolható zajcsökkentési megoldás.

  - *Zajcsökkentés az észlelőnél*

    Az észlelőnél alkalmazott, másodlagos védelemként a beltéri zaj csökkentésére irányuló passzív védelem megvalósítására vonatkozóan elvi korlátozás nincs. Ugyanakkor a jogszabályban meghatározott stratégiai küszöbértékek kültéri zajszintre vonatkoznak – azaz a stratégiai tervezés a beltéri zajszinteket közvetlenül nem veszi számításba –, továbbá a *25/2004. (XII.20.) KvVM rendelet* 10. §-a sem említi a javasolandó intézkedések között ezt a lehetőséget. Mindezek alapján, valamint a beavatkozás egyedi jellege miatt az infrastrukturális megközelítéssel készült intézkedési tervek keretében a passzív zajcsökkentés e formáját nem vettük számításba.

- **Szabályozási vagy gazdasági intézkedések, ösztönzők**

  A zajcsökkentés érdekében kialakított, a település egészét érintő, átfogó koncepció a fragmentált úthálózatra (kiragadott útszakaszokra) vonatkozó stratégiai zajtérképekre alapozva nem dolgozható ki.

7.2.2 LEHETSÉGES ZAJCSÖKKENTÉSI INTÉZKEDÉSEK – VASÚTI KÖZLEKEDÉS

A vasúti közlekedésre vonatkozóan a *25/2004. (XII. 20.) KvVM rendelet* 10. § (4) b) pontja szerint különösen az alábbi intézkedések alkalmazandók:

- a sín és a kerék érdességének csökkentése,
- sebességkorlátozás,
- a kerekek árnyékolása, a felfüggesztés optimalizálása,

- a pálya optimalizálása és csillapítása,
- a vágányok alépítményeinek megválasztása,
- a járművek fejlesztése,
- az aerodinamikai zaj csökkentése.

A következőkben fenti zajcsökkentési intézkedéseknek a nagyforgalmú vasútvonalak stratégiai zajvédelmi intézkedési terveihez való adaptálhatóságát elemezzük, figyelembe véve a vonalas létesítmények stratégiai zajtérképezési sajátosságait. Az így megfogalmazott alapelvekből kiindulva, az adott vasúti szakasz sajátosságait is figyelembe véve kerülhetnek kiválasztásra a rövid- és hosszú távon javasolt zajvédelmi intézkedések.

- **Forgalomtervezés**
  - *Forgalomátirányítás*

    Alternatív útvonal hiányában forgalomátirányítás általában nem tervezhető. Figyelembe kell venni továbbá, hogy a fő közlekedési létesítményekre vonatkozó intézkedési tervek nem hálózatcentrikus jellegűek, így megalapozott hatásbecslés elvégzésére nincs lehetőség. Ezen okokból kifolyólag a forgalomátirányítás mint lehetséges intézkedés jelen feladat keretei között nem került figyelembevételre.
  - *Sebességkorlátozás*

    A vasúti forgalomban csak egészen kivételes esetben fogadható el a zajcsökkentési célú sebességkorlátozás. A szolgáltatási színvonal ugyanis nagymértékben összefügg (több más elem mellett) az eljutási idővel. A beruházások jelentős hányada éppen annak érdekében valósul meg, hogy az eljutási idő az adott viszonylaton csökkenjen. A sebességkorlátozás emellett pályakapacitás-csökkenést is okozna. A fenti szempontok átbocsátási kapacitáshiányos vonalakon így még nagyobb hangsúlyt kapnak. A sebességkorlátozás mint intézkedés mindezek miatt nem került figyelembevételre jelen projekt keretében.
- **Területhasználat-tervezés**

  Általában javasolható, hogy a kül- és belterületi nagyforgalmú vasutak környezetében zajtól védendő területek a vasúttól olyan távolságra kerüljenek kijelölésre, ahol a vasúti közlekedési zaj nem okoz stratégiai küszöbértéket meghaladó mértékű terhelést. Ezen kívül a domborzat és az épületek árnyékoló hatásának kihasználása, az épületek védendő homlokzatának megfelelő tájolása, valamint a városközpontok decentralizálása is megvalósítható.

A fő közlekedési létesítményekre vonatkozó stratégiai szintű intézkedési tervek keretében fenti intézkedések közül a zajforrás és a zajtól védendő terület közti távolságra tettünk javaslatot. Az előbbi távolságnagyságát az 1. Melléklet tartalmazza.

- **Műszaki intézkedések a zajforrásoknál**
  - *A sín és a kerék érdességének csökkentése*
  - *A kerekek árnyékolása, a felfüggesztés optimalizálása*
  - *A pálya optimalizálása és csillapítása*
  - *A vágányok alépítményeinek megválasztása*
  - *Műanyag féktuskók alkalmazása*
  - *Az acél hídszerkezeteken hangelnyelők, beágyazott sínek alkalmazása, ill. burkolt hidak kialakítása*

  A vasútüzemben a pályafenntartás / karbantartás elsődleges célja a biztonságos és folyamatos üzemvitel biztosítása és a szolgáltatási színvonal fenntartása / javítása, aminek járulékos hatása egyebek között a kisebb zajemisszió. A műszaki intézkedések zajemisszió csökkentő hatása a stratégiai zajtérképezés eszközeivel közvetlenül nem becsülhető, mivel a becslés a számítási módszer állandóinak megváltoztatását igényli.

  A kategóriába sorolható intézkedéseket a MÁV Zrt. adatszolgáltatása alapján, az országos szintű vasúti zajterhelés-csökkentő hatású beruházások keretében adtuk meg a 2. Mellékletben.

- **Csendesebb zajforrások kiválasztása és előnyben részesítése**
  - *Járműállomány fejlesztése*
  - *Az aerodinamikai zaj csökkentése*

  A vasúti közlekedési beruházások egyik fő célja a szolgáltatási színvonal javítása. Számos vasúti beruházás esetében a szolgáltatási színvonal javítása a technológiai színvonal emelésével történik, aminek járulékos hatása egyebek között a kisebb zajemisszió. Fordított eset (zajcsökkentési célú gördülőállomány fejlesztés, aminek járulékos hatása a szolgáltatási színvonal javulása) jellemzően nem fordul elő. A járműpark felújításának zajhatása a stratégiai zajtérképezés eszközeivel közvetlenül nem becsülhető, mivel a becslés a számítási módszer állandóinak a megváltoztatását igényli.

  A kategóriába sorolható intézkedéseket a MÁV Zrt. adatszolgáltatása alapján, az országos szintű vasúti zajterhelés-csökkentő hatású beruházások keretében adtuk meg a 2. Mellékletben.

- **A zaj csökkentése terjedés közben, illetve az észlelőnél**
  - *Zajárnyékoló létesítmények építése*

    A zajárnyékoló létesítmények alkalmazására elvi korlátozás nincs.
  - *Zajcsökkentés az észlelőnél*
  - Az észlelőnél alkalmazott, másodlagos védelemként a beltéri zaj csökkentésére irányuló passzív védelem megvalósítására vonatkozóan elvi korlátozás nincs. Ugyanakkor a jogszabályban meghatározott stratégiai küszöbértékek kültéri zajszintre vonatkoznak – azaz a stratégiai tervezés a beltéri zajszinteket közvetlenül nem veszi számításba –, továbbá a *25/2004. (XII.20.) KvVM rendelet* 10. §-a sem említi a javasolandó intézkedések között ezt a lehetőséget. Mindezek alapján, valamint a beavatkozás egyedi jellege miatt az infrastrukturális megközelítéssel készült intézkedési tervek keretében a passzív zajcsökkentés e formáját nem vettük számításba.
- **Szabályozási vagy gazdasági intézkedések, ösztönzők**

  A zajcsökkentés érdekében kialakított, a település egészét érintő, átfogó koncepció a fragmentált úthálózatra (kiragadott útszakaszokra) vonatkozó stratégiai zajtérképekre alapozva nem dolgozható ki.

7.3 MEGVALÓSULT, FOLYAMATBAN LÉVŐ ÉS ELŐKÉSZÍTÉS ALATT ÁLLÓ ZAJCSÖKKENTÉSI INTÉZKEDÉSEK

A *280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 5. számú mellékletében előírtaknak megfelelően az intézkedési tervekben feltüntetésre kerültek „a korábban végrehajtott, a folyamatban lévő és előkészítés alatt álló zajcsökkentési intézkedések". A megvalósult, folyamatban lévő és előkészítés alatt álló zajcsökkentési intézkedéseket tartalmazó, az intézkedési tervek 8. fejezetében található a táblázatok összeállítása az érintett szakmai szervezetek (NIF Zrt., Magyar Közút Nonprofit Zrt., MÁV Zrt., autópálya üzemeltetők) 2018. III. negyedévi adatszolgáltatása alapján történt. Az adatszolgáltatás keretében fenti szervezetek a KTI rendelkezésére bocsátották az érintett közlekedési infrastruktúrára vonatkozó, az előző zajtérképezési ciklusban történt adatszolgáltatás (2015. I. negyedév) óta megvalósult, folyamatban lévő, illetve tervezett, zajvédelmi szempontból releváns beavatkozásokkal kapcsolatos információkat.

A beérkező adatszolgáltatás alapján azonosítható megvalósult, folyamatban lévő, illetve előkészítés alatt álló intézkedéseket az alábbi **fő kategóriákba**, illetve *alkategóriákba* soroltuk:

- **Műszaki intézkedések a zajforrásoknál**
  - *Útburkolat cseréje*

    Ebbe a kategóriába került besorolásra az útburkolat minőségének javításával kapcsolatos összes intézkedés (pl. útburkolat cseréje, kopóréteg cseréje, kötő- és kopóréteg cseréje, kopóréteg lokális cseréje, nagyfelületű javítás, nagyfelületű kátyúzás, útburkolat megerősítése).
- **A zaj csökkentése terjedés közben**
  - *Zajárnyékoló fal*

    Az új zajárnyékoló falak építése mellett feltüntettük a meglévő zajárnyékoló fal magasítására, illetve áthelyezésére vonatkozó intézkedéseket is.
  - *Zajárnyékoló domb*
- **Forgalomtervezés**
  - *Sebességkorlátozás, forgalomcsillapítás*

    Ezen alkategóriába az alábbi intézkedéseket soroltuk: sebességkorlátozás bevezetése, emelt sebességű szakasz megszüntetése, forgalomcsillapító sziget építése, körforgalmú csomópont építése.
  - *Nehézjárművek részarányának csökkentése*

    Az alkategóriába sorolt intézkedéstípusok: tehergépkocsi össztömeg-korlátozás bevezetése, tehergépjárművek tiltása.
  - *Forgalomsűrűség csökkentése*

    Pl. elkerülő út építése.

A táblázatokban nem kerültek feltüntetésre azon intézkedések, melyek esetében zajcsökkentő hatás nem várható, vagy nem egyértelműen megítélhető (pl. négysávosítás, jelzőlámpás csomópont építés, legkisebb követési távolság táblák kihelyezése).

A táblázatokban az egyes intézkedésekre vonatkozóan az alábbi információkat tüntettük fel:

- Intézkedés típusa
  Az adott intézkedés besorolása fenti fő, illetve alkategóriáknak megfelelően.

- Intézkedés műszaki tartalma
  A beavatkozás megnevezése és – amennyiben ez értelmezhető – az irány/oldal (szelvényezés szerint bal/jobb/mindkettő), illetve a tervezett létesítmény méreteinek megadása (pl. zajárnyékoló fal magassága).

- Érintett útszakasz / vasúti szakasz
  Az intézkedéssel érintett közút száma és rangja / vasútvonal száma, valamint az érintett közúti, illetve vasúti szakasz kezdő- és végszelvénye km+m (közút), illetve hm+m (vasút) formátumban megadva.

- Átadás dátuma / tervezett dátuma
  A megvalósult intézkedések esetén a beruházás átadásának tényleges időpontja, a folyamatban lévő, illetve előkészítés alatt álló intézkedések esetében a megvalósulás tervezett időpontja az adatszolgáltatás szerint.

- Zajcsökkenéssel érintett becsült lakosszám
  Az adott intézkedéssel elérhető zajcsökkenés által érintett lakosság száma. A becslés módszerét a 7.5.3 fejezetben mutatjuk be.

- Költség / becsült költség
  Azon intézkedéseknél, melyekre vonatkozóan az adatszolgáltatás tartalmazott tényleges (megvalósult intézkedések), illetve becsült (előkészítés alatt álló, illetve folyamatban lévő intézkedések) költséget, az adott táblázatban feltüntettük azt nettó millió Ft egységben. Amely intézkedésekre vonatkozóan nem állt rendelkezésünkre költségadat, a táblázat vonatkozó oszlopában a „Nincs adat" megjegyzés szerepel.

7.4 JAVASOLT ZAJCSÖKKENTÉSI INTÉZKEDÉSEK

Az alábbiakban a közúti, majd a vasúti közlekedésre vonatkozóan áttekintjük azon intézkedéstípusokat, melyekből – a 7.2 fejezetben ismertetett alapelvek alapján – az intézkedési tervek keretében javasolt zajcsökkentési intézkedéseket választottuk, figyelembe véve az egyes intézkedések alkalmazásának főbb szempontjait, esetleges korlátait. Ezt követően bemutatjuk a javasolt intézkedések megvalósítási időtáv szerinti csoportosítását, valamint ismertetjük, hogy az egyes intézkedési tervekben a javasolt intézkedésekre vonatkozóan milyen információk kerültek feltüntetésre.

7.4.1 JAVASOLT INTÉZKEDÉSTÍPUSOK - KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS

- **Területhasználat-tervezés**

  - *A stratégiai küszöbértékek betartásához szükséges távolság biztosítása*

  Az érintett közúti szakaszok mentén a még beépítetlen részeken javasoljuk mindkét oldalon olyan nagyságú távolság kijelölését, amelyen belül nem kerül sor

a terület zajtól védendő területté (zöld-, lakó-, üdülő-, vagy vegyes terület, oktatási létesítmény vagy egészségügyi intézmény elhelyezése céljára kijelölt különleges terület) történő átminősítésére. A szükséges távolság útkategóriánkénti nagyságát az 1. Melléklet tartalmazza.

Megjegyezzük, hogy az intézkedési tervek 9. fejezetében szereplő, a javasolt intézkedéseket tartalmazó táblázatokban, valamint az intézkedések rangsorát tartalmazó 10. fejezetben ezt az intézkedéstípust – mivel konkrét útszakaszt, érintett lakosszámot és költséget nem tudunk hozzárendelni – külön nem tüntettük fel, azonban minden olyan esetben javasoljuk az intézkedés megvalósítását, ahol ez lehetséges.

- **Műszaki intézkedések a zajforrásoknál**

  - *Útburkolat cseréje*

  A nagyforgalmú közúti szakaszokon az útburkolat felújításának szükségességét helyszíni bejárás alapján határoztuk meg. A 2018. év során az összes érintett útszakaszt bejárva kijelöltük azokat a szakaszokat, melyek esetében a repedezettség foka és jellege miatt zajvédelmi szempontból indokolt a kopóréteg cseréje. Amennyiben ezeken a szakaszokon a stratégiai zajtérkép alapján konfliktus állt fenn, kopóréteg cserét javasoltunk. Kivételt képeztek azon esetek, ahol a túllépés mértéke 5 dB-nél kisebb és zajárnyékoló fal létesítése, illetve meglévő fal magasítása lehetséges. Ilyen esetekben ugyanis a zajárnyékoló fal zajterhelés-csökkentő hatása várhatóan elegendő a konfliktus megszüntetéséhez, a kisebb hatékonyságú útburkolat-csere önmagában nem oldaná meg a helyzetet, a fallal történő együttes alkalmazása pedig felesleges lenne. (Az egyes intézkedések becsült zajterelés-csökkentő hatását a 7.5.2 fejezetben mutatjuk be.)

  Az előkészítés alatt álló, illetve a folyamatban lévő intézkedések között szerepelő „útburkolat cseréje" típusú intézkedéseket összehangoltuk a javasolt intézkedésekkel. 2018. december 31. előtti átadási dátum esetén a beruházást megvalósultnak tekintettük, a javasolt intézkedések közé az adatszolgáltatás szerint 2019. január 1. után átadásra kerülő intézkedések kerültek.

- **A zaj csökkentése terjedés közben**

  - *Zajárnyékoló fal létesítése*

  Zajárnyékoló fal mint javasolt intézkedés megválasztásánál a feladat stratégiai léptékéhez mérten lehetőség szerint vizsgáltuk a területszétválasztó, a normális életvitelt akadályozó hatást, illetve a fal településképre való hatását is. Olyan

esetekben, ahol a védendő lakóházaknak az érintett úttal jellemzően direkt kapcsolatuk van, nem javasoltuk zajárnyékoló fal létesítését, mivel annak megszakítása erősen rontja a hatékonyságot.

A javasolt zajárnyékoló falak esetében – mivel a beavatkozások konkrét műszaki tervezése jelen projektben nem képezte feladatunk részét – egységesen 3 m magassággal számoltunk. Ez alól kivételt képeznek azok a zajárnyékoló falak, melyek megvalósítása már folyamatban van, illetve előkészítés alatt áll. Ezek esetében az adatszolgáltatás eredményeként rendelkezésre álló, tervezett magassági adatokat vettük figyelembe.

A falak szükséges szélességének becslésére zajterjedés számító szoftver segítségével a 7.4.1. táblázatban feltüntetett alapeseteket modelleztük. Az így számított értékek megmutatják, hogy a közvetlenül az út mellett elhelyezett, különböző szélességű, 3 m magas zajárnyékoló falak a zajterhelés milyen mértékű csökkenését eredményezik, a védendő épület úttengelytől való távolsága függvényében. Az érdemi zajcsökkentő hatás elérése érdekében minimálisan 30 m szélességű zajárnyékoló falak létesítését javasoltuk.

7.4.1. táblázat: Zajárnyékoló falak hatékonyságának számítása

Épület távolsága az úttengelytől [m]	Zajterhelés [dBA]									
	3m magas zajárnyékoló fal hossza az épület középpontjától mindkét irányban [m]									
	nincs fal	10-10m	15-15m	20-20m	25-25m	30-30m	35-35m	40-40m	45-45m	50-50m
10	66,0	60,3	59,0	58,3	57,9	58,8	57,60	57,6	57,5	57,5
30	59,0	57,1	56,1	55,2	54,4	53,7	53,00	52,5	52,0	51,6
75	52,2	51,7	51,4	51,2	50,9	56,6	50,30	50,0	49,7	49,4
100	50,4	50,0	49,8	49,6	49,4	49,2	49,00	48,8	48,5	48,3

Azokban az esetekben, ahol meglévő zajárnyékoló fal hatása ellenére is konfliktust detektáltunk a stratégiai zajtérképek alapján, magasabb fal létesítésére tettünk javaslatot. A javasolt magasítás mértéke általánosságban 1 m volt, figyelembe véve egy tapasztalati értékek alapján meghatározott maximális magassági értéket (autópályák, autóutak esetében 5,5 m, egyéb közutak esetében 4,5 m). Megjegyezzük, hogy az intézkedési tervekben az

ilyen típusú intézkedések is „zajárnyékoló fal létesítése" elnevezéssel szerepelnek, a javasolt új falmagasságot feltüntetve.

Az előkészítés alatt álló, illetve a folyamatban lévő intézkedések között szerepelő „zajárnyékoló fal" típusú intézkedéseket összehangoltuk a javasolt intézkedésekkel. 2018. december 31. előtti átadási dátum esetén a beruházást megvalósultnak tekintettük, a javasolt intézkedések közé azok a zajárnyékoló falak kerültek, melyek az adatszolgáltatás szerint 2019. január 1. után kerülnek átadásra.

7.4.2 JAVASOLT INTÉZKEDÉSTÍPUSOK - VASÚTI KÖZLEKEDÉS

- **Területhasználat-tervezés**
    - *A stratégiai küszöbértékek betartásához szükséges távolság biztosítása*

Az érintett vasúti szakaszok mentén a még beépítetlen részeken javasoljuk, hogy a vasúti szakasz mindkét oldalán 150-150 m távolságon belül ne kerüljön sor a terület zajtól védendő területté (zöld-, lakó-, üdülő-, vagy vegyes terület, oktatási létesítmény vagy egészségügyi intézmény elhelyezése céljára kijelölt különleges terület) történő átminősítésére.

Megjegyezzük, hogy az intézkedési tervek 9. fejezetében szereplő, a javasolt intézkedéseket tartalmazó táblázatokban, valamint az intézkedések rangsorát tartalmazó 10 fejezetben ezt az intézkedéstípust – mivel konkrét vonalszakaszt, érintett lakosszámot és költséget nem tudunk hozzárendelni – külön nem tüntettük fel, azonban minden olyan esetben javasoljuk az intézkedés megvalósítását, ahol ez lehetséges.

- **A zaj csökkentése terjedés közben**
    - *Zajárnyékoló fal létesítése*

Lásd a közúti közlekedésnél leírtakat.

7.4.3 A JAVASOLT INTÉZKEDÉSEK IDŐTÁVLATA

A javasolt intézkedéseket a vonatkozó jogszabályi előírásoknak megfelelően (bővebben lásd a 7.1 fejezetben) a végrehajtás időintervalluma szerint két csoportba soroltuk:

- a következő 5 éves időszakra vonatkozóan javasolt intézkedések;
- a hosszú távú stratégia keretében (10 éven belül) megvalósítandó intézkedések.

Előbbi kategóriába kerültek azon intézkedések, melyeket olyan konfliktussal terhelt területen javasoltunk, ahol a stratégiai küszöbérték túllépése 10 dB értéknél nagyobb. 10 dB értéknél kisebb túllépés esetén a hosszú távú stratégiában szerepeltettük a javasolt intézkedéseket.

A területhasználat-tervezési intézkedést minden esetben a rövid távú stratégiába javasoljuk beépíteni, mivel ez a szabályozás jellegű intézkedés nem igényel jelentős beruházást, alkalmazásával viszont megelőzhető az újabb konfliktussal terhelt területek kialakulása.

7.4.4 A JAVASOLT INTÉZKEDÉSEK BEMUTATÁSA AZ INTÉZKEDÉSI TERVEKBEN

A javasolt intézkedéseket az intézkedési tervek 9. fejezete tartalmazza az alábbiak szerint:

- 9.1 táblázat: A következő 5 éves időszakra vonatkozóan javasolt intézkedések;
- 9.2 táblázat: A hosszú távú stratégia keretében javasolt intézkedések.

A táblázatokban az egyes intézkedésekre vonatkozóan az alábbi információkat tüntettük fel:

- Intézkedés típusa
  Az adott intézkedés besorolása a 7.4.1, illetve 7.4.2 fejezetekben szereplő fő, illetve alkategóriák szerint.

- Intézkedés műszaki tartalma
  A beavatkozás megnevezése, az oldal (szelvényezés szerint bal/jobb/mindkettő) megadása, illetve zajárnyékoló fal esetén a magasság rögzítése.

- Érintett útszakasz / vasúti szakasz
  Az intézkedéssel érintett közút száma és rangja / vasútvonal száma, valamint az érintett közúti, illetve vasúti szakasz kezdő- és végszelvénye km+m (közút), illetve hm+m (vasút) formátumban megadva.

- Zajcsökkenéssel érintett becsült lakosszám
  Az adott intézkedéssel elérhető zajcsökkenés által érintett lakosság száma. A becslés módszerét a 7.5.3 fejezetben mutatjuk be.

- Becsült költség
  Az adott intézkedés becsült költsége nettó millió Ft egységben. A becslés módszerét a 7.5.1 fejezetben ismertetjük. (Megjegyezzük, hogy azon esetekben, amikor a javasolt intézkedés megegyezett egy már előkészítés alatt álló, illetve folyamatban lévő

intézkedéssel, melyhez a beérkező adatszolgáltatás szerint költség adat is tartozott, az adatszolgáltatásban szereplő költség adatot vettük alapul.)

- Becsült zajemisszió csökkenés
  Az adott intézkedés becsült zajcsökkentő hatása dB egységben. Az egyes intézkedéstípusokra vonatkozóan megállapított átlagos zajcsökkentő hatás mértékét a 7.5.2 fejezetben mutatjuk be.

- Becsült költség-haszon index
  A zajvédelmi hatékonyságot jellemző mutató, mely az intézkedések rangsorolásának alapjául szolgál. A költség-haszon index számításának módszerét a 7.5 fejezetben mutatjuk be.

7.5 KÖLTSÉG-HASZON ELEMZÉS

Amennyiben egy adott település esetében egy adott zajforrásra (közúti/vasúti zajforrás) vonatkozóan több zajvédelmi intézkedést is javasoltunk, az intézkedések rangsorolása az alábbiakban bemutatott költség-haszon elemzés alapján történt.

A költség-haszon elemzés keretében a stratégiai zajtérképezés eredményeként rendelkezésre álló, illetve az intézkedési tervek készítése során meghatározott adatok felhasználásával egy olyan mutatószámot („becsült költség-haszon index") képeztünk, amelyben a keletkezett „haszon" arányos a zajhelyzet javulásával érintett lakosszámmal, valamint a becsült zajcsökkentő hatással. Az egyes intézkedések hatékonyságát az adott költséggel elérhető becsült zajterhelés-csökkenés és az érintett lakosszám jellemzi. A becsült költség-haszon index magasabb értékéhez kedvezőbb költség-haszon arány tartozik, azaz ugyanakkora költséggel több ember részesül zajcsökkentésben és/vagy nagyobb a zajcsökkentés mértéke. A becsült költség-haszon index az alábbi összefüggéssel írható fel:

$KH = \frac{l*\Delta L}{k}$, ahol

l: becsült érintett lakosszám [fő]

ΔL: becsült zajcsökkentő hatás [dB]

k: becsült költség [nettó millió Ft]

A stratégiai zajtérképezés keretei között vizsgált szakaszhosszak és érintettség mellett az externáliák internalizására vonatkozó becslés egyrészt bizonytalan, másrészt a közvetlen költségekhez képest kevés járulékot képviselnek, ezért ezek alakulását nem elemeztük.

Az egyes javasolt intézkedések költség-haszon indexének meghatározásához fenti összefüggésnek megfelelően szükség volt a költség, a zajcsökkentő-hatás és az érintett

lakosszám ismeretére. Ezek meghatározásának módszerét a 7.5.1 - 7.5.3 fejezetekben mutatjuk be, a 7.5.4 fejezetben pedig a javasolt intézkedések rangsorolására vonatkozó információkat foglaljuk össze.

7.5.1 BECSÜLT KÖLTSÉGEK MEGHATÁROZÁSA

A költség-haszon elemzés keretében az egyes intézkedéstípusokhoz becsült fajlagos költségeket rendeltünk, ami alapján számítható volt egy adott intézkedés megvalósításának becsült költsége. A 7.4.1 és 7.4.2 fejezetek alapján az alábbi intézkedéstípusokhoz definiáltunk fajlagos költségeket:

- műszaki intézkedések a zajforrásoknál: útburkolat cseréje (közút);
- a zaj csökkentése terjedés közben: zajárnyékoló fal létesítése (közút, illetve vasút).

A fajlagos költségek becsléséhez a Magyar Közút Nonprofit Zrt., valamint a NIF Zrt. által rendelkezésünkre bocsátott, a stratégiai zajtérképek alapadatainak felvétele (2015. I. negyedév) óta megvalósult, zajvédelmi szempontból hatással bíró beruházásokra vonatkozó adatokból indultunk ki, melyek rendelkezésünkre álltak mind a nagyforgalmú közutakra, mind a nagyforgalmú vasutakra vonatkozóan. A költségekre vonatkozóan nagyszámú beruházás esetében nem érkezett információ, azonban elegendő adat állt rendelkezésünkre a közelítő fajlagos költségértékek meghatározásához. Hangsúlyozzuk, hogy a feladat jelen projekt keretében nem a pontos költségek meghatározása, hanem egy tájékoztató érték becslése volt, ami alapját képezheti az egyes intézkedések rangsorolásának.

A rendelkezésre álló adatbázisból első lépésben leválogattuk a fenti két intézkedéstípusba tartozó azon megvalósult beruházásokat, melyekhez költségadat is rendelkezésre állt. A költségadatokból a szintén rendelkezésünkre álló mennyiségi információk (burkolatcserével érintett útszakasz hossza, épített zajárnyékoló fal magassága és hossza) alapján az intézkedés típusának megfelelő fajlagos költségértékeket képeztünk (millió Ft/km; millió Ft/m^2). A fajlagos költségekből – a nagyságrendileg kiugró értékeket kiszűrve – átlagot számoltunk, ami a becsült fajlagos költségértékek alapját jelentette. Mivel csupán tájékoztató értékek meghatározása volt a cél, így a költségek időbeli változásával nem számoltunk.

Fenti módszerrel meghatározott becsült fajlagos költségek az egyes intézkedéstípusokra vonatkozóan a következők:

- kopóréteg cseréje (teljes keresztmetszetre vonatkozóan):
    - I. és II. rendű főutak, egyéb közutak: 35 millió Ft/km,
    - autópályák és autóutak: 75 millió Ft/km,
- zajárnyékoló fal létesítése: 40 ezer Ft/m^2

Az egyes javasolt intézkedések becsült költsége a becsült fajlagos költségek és a mennyiségi információk (javasolt burkolatcserével érintett útszakasz hossza, zajárnyékoló fal magassága és hossza) alapján került számításra.

7.5.2 ZAJTERHELÉS-CSÖKKENTŐ HATÁS BECSLÉSE

Az elérhető zajterhelés-csökkenés mértéke szempontjából az egyes beavatkozásokat az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- A csökkentés mértéke $\Delta L_A < 4$ dB (kicsi):
  - hangelnyelő útburkolat,
  - a vasúti jármű kerekének és a sín érdességének csökkentése, a vasúti pálya optimalizálása,
  - a kerekek árnyékolása,
  - forgalomszervezési intézkedések,
  - jelzőlámpa éjszakai kikapcsolása,
  - (éjszakai) sebességcsökkentés,
  - (éjszakai) nehézjármű forgalom korlátozása,
  - erdősáv telepítése.
- A csökkentés mértéke 4 dB $\leq \Delta LA <$ 10 dB (közepes):
  - a vasúti gördülőállomány fejlesztése,
  - 100 m-nél szélesebb erdősáv telepítése,
  - alacsony ($H < 4$ m) töltés építése,
  - alacsony ($H < 4$ m) zajárnyékoló fal építése,
  - az út bevágásban való vezetése.
- A csökkentés mértéke 10 dB $\leq \Delta LA <$ 13 dB (nagy):
  - magas ($H > 4$ m) töltés építése,
  - magas ($H > 4$ m) zajárnyékoló fal építése,
  - az út mélyebb bevágásban való vezetése + zajárnyékoló fal építése,
  - az előző megoldások kombinációja.
- A csökkentés mértéke $\Delta LA >$ 13 dB (extrém):
  - a közút részleges vagy teljes lefedése (zöld galéria),
  - közút alagútban való vezetése,
  - passzív védelem különböző eszközei.

Esetünkben az alábbi két intézkedéstípusra vonatkozóan volt szükség egy átlagos becsült zajcsökkentő hatás meghatározására:

- műszaki intézkedések a zajforrásoknál: útburkolat cseréje;
- a zaj csökkentése terjedés közben: zajárnyékoló fal létesítése.

Az útburkolat felújítása esetében az általunk javasolt beavatkozás nem kifejezetten hangelnyelő burkolat alkalmazása, hanem a rossz állapotban lévő, repedezett útburkolat kopórétegének cseréje a folytonosság helyreállítása érdekében (lásd 7.4.1 fejezet). Tapasztalati értékek alapján hatékonysági számításainkban az ilyen jellegű beavatkozások zajcsökkentő hatását egységesen 0,5 dB közelítő értékkel jellemeztük.

A zajárnyékoló fal létesítésére vonatkozóan – mivel a beavatkozások konkrét műszaki tervezése jelen feladatunknak nem képezte részét – egységesen 3 m magasságot feltételeztünk. A zajcsökkentő hatás a magasságon kívül számos egyéb tényezőtől (zajforrástól való távolság, szélesség, stb.) függ. Mivel jelen projektben stratégiai szintű tervek készítése volt a cél, az egyéb tényezőktől függetlenül – tapasztalati eredmények alapján – egységesen 7 dB értékkel közelítettük a zajárnyékoló falak zajcsökkentő hatását.

7.5.3 AZ ÉRINTETT LAKOSSÁG SZÁMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Az egyes zajvédelmi intézkedések hatékonyságának megítéléséhez fontos szempont, hogy mekkora lakosságot érint az intézkedéssel elérhető zajcsökkenés. Az érintett lakosság számát mind a megvalósult, folyamatban lévő, előkészítés alatt álló, mind a javasolt intézkedések esetében feltüntettük. Az érintett lakosságszám becslése „pontszerű" intézkedéstípusok (pl. körforgalmú csomópont létesítése) esetében nem volt lehetséges, a vonatkozó oszlopban ezen intézkedéseknél a „Nincs adat" megjegyzés szerepel. (Megjegyezzük, hogy a beérkező adatszolgáltatásban szereplő „körforgalmú csomópont létesítése" típusú intézkedések egy részénél feltüntetésre került az általában néhány tíz, illetve száz méter hosszúságú érintett útszakasz is, melyen értelemszerűen egyúttal „útburkolat cseréje" típusú intézkedés is megvalósul. Ezeket az intézkedéseket azonban – mivel az érintett lakosszám megalapozott becslése nem volt lehetséges – minden esetben „pontszerű" típusú intézkedésnek tekintettük.) A „vonalas" intézkedéstípusok (pl. zajárnyékoló fal létesítése, útburkolat cseréje, sebességkorlátozás bevezetése, nehézgépjárművek részarányának csökkentése) esetében az érintett lakosságszám becslése az alábbiak szerint történt:

- az adott közúti, illetve vasúti szakasz kezdő- és végszelvényében az úttengelyre állított merőlegesekkel, valamint az $L_{éjjel}$ = 50 dB-es, illetve az L_{den} = 55 dB-es zajszintgörbével lehatároltuk a vonatkozó stratégiai zajtérképen az adott intézkedéssel érintett

területet (az $L_{éjjel}$ = 50 dB, illetve az L_{den} = 55 dB-es zajszintgörbe által meghatározott területek közül a nagyobbat vettük figyelembe),
- meghatároztuk az adott intézkedéssel érintett területen található épületekben lakók számát (az épületek lakosszámának becslése a Fő közlekedési létesítmények stratégiai zajtérképezése III. ciklus - Műszaki dokumentáció c. dokumentum 3.3 pontjában bemutatott érintettség modell szerint történt),
- az érintett lakosság számának meghatározásánál az adott intézkedés típusától függően vettük figyelembe az út/vasút egyik oldalán, illetve mindkét oldalán található területet (útburkolat cseréje, sebességkorlátozás bevezetése, nehézgépjárművek részarányának csökkentése esetén mindkét oldali lakossággal számoltunk, míg zajárnyékoló fal esetében értelemszerűen csak a „védett" oldali terület lakossága került figyelembevételre).

7.5.4 ZAJCSÖKKENTÉSI INTÉZKEDÉSEK RANGSOROLÁSA

A javasolt zajcsökkentési intézkedések rangsorolása a zajvédelmi hatékonyságot jellemző becsült költség-haszon index alapján történt. A zajvédelmi szempontból leghatékonyabb, azaz a legmagasabb költség-haszon indexszel rendelkező intézkedés került az első helyre, ezt a további intézkedések a csökkenő költség-haszon index értékeknek megfelelően követték. Külön rangsoroltuk az ötéves időtávra vonatkozó és a hosszú távú stratégia keretében javasolt intézkedéseket. A rangsorokat az intézkedési tervek 10. fejezete tartalmazza az alábbiak szerint:

- 10.1 táblázat: A következő 5 éves időszakra vonatkozóan javasolt zajcsökkentési intézkedések ragsora;
- 10.2 táblázat: A hosszú távú stratégia keretében javasolt zajcsökkentési intézkedések rangsora.

A táblázatokban az egyes intézkedésekre vonatkozóan az alábbi információkat tüntettük fel:

- Sorszám
  Az adott intézkedés helyezése a rangsorban.

- Intézkedés típusa, műszaki tartalma
  Az adott intézkedés besorolása a 7.4.1, illetve 7.4.2 fejezetekben szereplő fő, illetve alkategóriák szerint, továbbá a beavatkozás megnevezése, az oldal (szelvényezés szerint bal/jobb/mindkettő) megadása, illetve zajárnyékoló fal esetén a magasság rögzítése.

- Érintett útszakasz / vasúti szakasz

Az intézkedéssel érintett közút száma és rangja / vasútvonal száma, valamint az érintett közúti, illetve vasúti szakasz kezdő- és végszelvénye km+m (közút), illetve hm+m (vasút) formátumban megadva.

- Becsült költség-haszon index
  A zajvédelmi hatékonyságot jellemző mutató, mely az intézkedések rangsorolásának alapjául szolgál.

- Becsült költség
  Az adott intézkedés becsült költsége nettó millió Ft egységben. A becslés módszerét a 7.5.1 fejezetben ismertettük.

Amint azt a 7.4.1, illetve a 7.4.2 fejezetben jeleztük, a területhasználat-tervezést mint javasolt intézkedést – mivel konkrét útszakaszt / vasúti vonalszakaszt, illetve érintett lakosszámot és költséget nem tudunk hozzárendelni – külön nem tüntettük fel az intézkedési tervek 9., illetve 10. fejezetében. Megvalósítását minden olyan esetben javasoljuk azonban, ahol ez lehetséges.

7.6 A KÖZVÉLEMÉNY TÁJÉKOZTATÁSA

Az intézkedési tervjavaslatok szakmai egyeztetését követően a vonatkozó jogszabályi előírásoknak megfelelően sor kerül a közvélemény tájékoztatására.

A *280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet* 11. § (7) bekezdése szerint: „A közvélemény (5) bekezdésnek megfelelő tartalmú tájékoztatása érdekében a fő közlekedési létesítmény kötelezettje tájékoztatja az érintett önkormányzatot, amely 8 napon belül tájékoztatja a közvéleményt."

A hivatkozott (5) bekezdés szerint a közvélemény tájékoztatása az alábbiakra terjed ki:

a) az intézkedési tervet megalapozó, elfogadott, az adott területre vonatkozó stratégiai zajtérképek megtekintésének lehetősége (helye, ideje),

b) az intézkedési tervjavaslat tartalma, valamint az abban foglalt célok.

A 11. § (6) bekezdése értelmében „Az intézkedési tervjavaslattal kapcsolatos észrevételek megtételére a közzététel időpontjától számított 30 napot kell biztosítani.

Az intézkedési tervek véglegesítését a 11. § (10) bekezdésében foglaltak szerint a vélemények figyelembevételével kell elvégezni.

7.7 AZ INTÉZKEDÉSI TERV VÉGREHAJTÁSÁNAK ÉS EREDMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSI MÓDSZERE

Az intézkedési tervek végrehajtásának nyomon követése a következő zajtérképezési ciklus(ok)ban megvalósítandó feladat. Az első és második zajtérképezési ciklus keretében elkészült intézkedési tervekben szereplő javaslatok megvalósulásának elemzésére 2016. I. félévben, illetve 2018. év II. félévben került sor. A javasolt intézkedések végrehajtásának felmérése az érintett szakmai szervezetektől (NIF Zrt., Magyar Közút Zrt., MÁV Zrt., autópálya üzemeltetők) beérkezett adatok alapján történt. Rögzítésre került az egyes javasolt intézkedésekre vonatkozó megvalósulási fázis (megvalósult/továbbfejlesztés alatt álló/folyamatban lévő/előkészítés alatt álló), feltüntetve az esetlegesen módosult műszaki tartalmat is. Összefoglaló értékelés készült a nagyforgalmú közúti (gyorsforgalmi, illetve egyéb közúti), valamint a nagyforgalmú vasúti intézkedési tervekben szereplő intézkedések megvalósulására vonatkozóan.

A jelenlegi (harmadik) zajtérképezési ciklus keretében készült intézkedési tervekben szereplő javaslatok megvalósulásának elemzésére várhatóan a negyedik ciklus során kerül sor.

MELLÉKLETEK

1. MELLÉKLET: A STRATÉGIAI KÜSZÖBÉRTÉKEK BETARTÁSÁHOZ SZÜKSÉGES TÁVOLSÁGOK

A stratégiai küszöbértékek betartásához szükséges távolságok – közúti közlekedés

Nagyforgalmú közút	Forgalom				$L_{Aeq7,5m}$		Szükséges távolság	
	ÉÁNF	$v_{I.}$	$v_{II.}$	$v_{III.}$	L_{den}	$L_{éjjel}$	Küszöbérték 63 dB	Küszöbérték 55 dB
	jármű/nap	km/h			dB		m	
Autópálya és M0 autóút	101888 – 8236	130 - 80	80 - 60	80 - 60	87,2 - 73,3	79,9 - 64,6	306	**340**
Egyéb autóút, I. és II. rendű főút	32955 – 8233	110 - 70	70 - 60	70 - 60	81,3 - 69,2	72,5 - 60,6	**120**	105
Egyéb közút	25445 – 8229	90 - 40	70 - 40	70 - 40	77,5 - 65,4	68,5 - 56,6	**60**	55

A stratégiai küszöbértékek betartásához szükséges távolságok – vasúti közlekedés

Nagyforgalmú vasútvonal	Forgalom		L_{Aeq25m}		Szükséges távolság	
	személy	teher	L_{den}	$L_{éjjel}$	Küszöbérték 63 dB	Küszöbérték 55 dB
	szerelvény/nap		dB		m	
	161 – 114	62 - 0	73,2 - 57,1	66,8 - 48,6	115	**150**

2. MELLÉKLET: ORSZÁGOS SZINTŰ VASÚTI ZAJTERHELÉS-CSÖKKENTŐ HATÁSÚ BERUHÁZÁSOK

Megvalósult zajcsökkentési intézkedések		
	Intézkedések	***Megvalósulás időpontja***
Műszaki intézkedések a zajforrásoknál – a sín és a kerék érdességének csökkentése – a pálya optimalizálása, alépítmények megválasztása	Budapest-Esztergom (2 sz.) vonal korszerűsítése és villamosítása. 2018-tól kezdve Flirt motorvonatok szolgálják ki a vonalat, amelyek zajkibocsátása jelentősen alacsonyabb, mint a korábbi dízel motorvonatoké. Az átcsoportosítással a 142 sz. vonalon szintén csökken a zajszint, mivel itt dízelmozdonyok és tuskós fékezésű szerelvények kerülnek kiváltásra a korszerű dízel motorvonatokkal.	2018
Csendesebb zajforrások kiválasztása és előnyben részesítése – járműállomány fejlesztése, aerodinamikai, fékezési, gördülési, meghajtásból származó zaj csökkentése	25 db Traxx villamos mozdony beszerzése.	2010-2011
	2 db IC+ prototípus kocsi forgalomba állítása.	2014
	Új villamos motorvonatok (Flirt) beszerzése: 63 db állt forgalomba az 1, 2, 30a, 40a, 70-71, 80 és 150 sz. vonalakon.	2014-2016
	55 db használt személykocsi beszerzése az ÖBB-től.	2015

Folyamatban lévő zajcsökkentési intézkedések		
	Intézkedések	***Megvalósulás időpontja***
Műszaki intézkedések a zajforrásoknál – a sín és a kerék érdességének csökkentése – a pálya optimalizálása, alépítmények megválasztása	Vontató és személyszállító járművek futófelületeinek karbantartása.	folyamatosan
	A futófelületi hibák javításához szükséges kerékesztergák beszerzése.	2020
	A BME-vel közös kutatási projekt keretében hazai gyártású, sínkamrába helyezhető zaj- és rezgéscsökkentő elem hatásának vizsgálata.	folyamatban
Csendesebb zajforrások kiválasztása és előnyben részesítése – járműállomány fejlesztése, aerodinamikai, fékezési, gördülési, meghajtásból származó zaj csökkentése	11+8 db emeletes motorvonat beszerzése a 70, 100a vonalak budapesti elővárosi forgalmára, tuskófékes járművek kiváltására.	2019-2020
	20 db nemzetközi és 70 db belföldi IC+ kocsi gyártása	2019-2021
	127 db német kocsi korszerűsítése tárcsafékessé alakítással	2016-2021

Előkészítés alatt álló/tervezett zajcsökkentési intézkedések		
	Intézkedések	***Megvalósulás időpontja***
Csendesebb zajforrások kiválasztása és előnyben részesítése – járműállomány fejlesztése, aerodinamikai, fékezési, gördülési, meghajtásból származó zaj csökkentése	Általánosságban a járművek körültekintő beszerzése: korszerű, tárcsafékes, a zaj TSI-nek megfelelő járművek beszerzése, a legelavultabb, tuskós fékezésű személykocsik leselejtezése. Villamos motorvonatok esetében visszatápláló fék, dízel motorvonatoknál retarder alkalmazása.	n.a.
	Legalább 100 db vonali villamos mozdony beszerzése.	2020-2025
	Legalább 100 db további IC+ kocsi forgalomba állítása.	2020-2025
	Kb. 150 db regionális dízel motorvonat beszerzése.	2020-2030
Szabályozási intézkedések	Csendes folyosók kijelölése*	2019

* A 2019/774/EU végrehajtási rendelettel módosított 1304/2014/EU rendelet értelmében 2024. december 8-tól a 321/2013/EU rendelet hatálya alá tartozó teherkocsik (az ún. „zajos" kocsik) nem üzemeltethetők az úgynevezett csendesebb útvonalakon. A végrehajtási rendeletben foglalt specifikus szabályok alapján Magyarországon az alábbi csendes folyosók kijelölésére kerül sor:

Csendes folyosó	*Csendes folyosó szakaszai*	*Vonalszám*
Hegyeshalom – Kőbánya felső	Hegyeshalom oh. – Hegyeshalom	1U
	Hegyeshalom – Kelenföld	1
	Kelenföld – Ferencváros	
	Ferencváros – Kőbánya felső	1AK
Soroksár – Szolnok	Soroksár – Ferencváros	150
	Ferencváros – Kőbánya-Kispest	1AL
	Kőbánya-Kispest – Szolnok	100
Kelenföld – Dunai Finomító	Kelenföld – Dunai Finomító	40
Nagyút – Mezőkeresztes-Mezőnyárád	Nagyút – Mezőkeresztes-Mezőnyárád	80