

ZAJ- ÉS REZGÉSCSÖKKENTÉS

A DÉLI ÖSSZEKÖTŐ VASÚTI HÍDON

Bite Pálné dr. – KTI Rt
Dombi István – ÉMI Rt
PhD Augusztinovicz Fülöp – Módus FZ Kft?????????????????
Márki Ferenc – BME Híradástechnikai Tanszék
Nagy Attila – BME Híradástechnikai Tanszék
Csekk Károly – MÁV Budapesti Igazgatóság
Horváth Zoltán – CDM Hungarokork Kft

1. Bevezetés

A városokon átvezető vasúti hidak zajcsökkentési igénye az elmúlt években fokozott mértékben előtérbe került. A települések fejlődése, a városi szerkezetek átalakulása, korszerűsítése megkívánja az eddig elhanyagolt kérdéseket, így a városokon átmenő vasútvonalak és hidak zaj- és rezgéscsökkentését. Ez annál is inkább indokolt, mert a hidakon való áthaladás a töltésen való haladáskor keletkező értéket jelentős mértékben (10-15 dB-el) meghaladja.

A Déli összekötő vasúti hidat (lásd 1. ábra) is elérte Budapest fejlődésének eredményeként, a lakható város, a fenntartható közlekedési fejlődést is figyelembe vevő vasúti korszerűsítés igénye. Ezen igények egyik legfontosabb eleme a hídon való áthaladáskor keletkező többlet zajszint csökkentése.

A Lágymányosi híd pesti hídfő – Duna – Soroksári út közötti területen, a Milleniumi Városcsopontban, különböző fokozott zaj- és rezgésvédelmet igénylő kulturális épületek kerülnek elhelyezésre, így az Új Nemzeti Színház, kulturális tömb (Multifunkcionális Központ, Hagyományok Háza, Nemzeti Filharmónia), Kongresszusi központ, stb.

A fenti létesítmények megfelelő zaj- és rezgésvédelme érdekében, ill. a külső környezet igényes akusztikai komfortja miatt szükségessé vált a terület fő zajforrásának, a Déli összekötő vasúti hídnak zajcsökkentése.

A fentiek miatt a MÁV Rt Vezérigazgatóság Fejlesztési és Beruházási Főosztály Kiemelt Projekt Iroda a Közlekedéstudományi Intézet Rt Környezetvédelmi és Akusztikai tagozatát a Déli összekötő vasúti híd okozta környezeti zaj- és rezgésterhelés csökkentésre vonatkozó tanulmányának elkészítésével bízta meg.

A fenti feladat nem rendelkezik hagyományokkal, nincs általánosan alkalmazható zajcsökkentési megoldás. A KTI Rt az Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Rt és a MÓDUS FZ bevonásával egy munkabizottságot hozott létre a feladat megoldására.

A cikkben a Déli összekötő vasúti híd zaj- és rezgéscsökkentésével kapcsolatos vizsgálatokat, a betervezett zaj- és rezgéscsökkentő eszközöket, valamint az elért eredményeket ismertetjük.

2. Előzetes vizsgálatok

A híd zaj- és rezgéscsökkentés megtervezéséhez 2001. évben az alábbi vizsgálatokat hajtottuk végre:

- irodalomkutatást végeztünk a vasúti acélhidak zajcsökkentési lehetőségeivel kapcsolatban,
- felmértük a híd által okozott környezeti zaj- és rezgésterhelést
- zajtérképet készítettünk a vasúttól, valamint a további zajforrásoktól (Lágymányosi közúti híd, HÉV, Soroksági úr, stb) eredő zajterhelésről (lásd 2. ábra)
- részletes helyszíni zaj- és rezgésméréseket végeztünk a pesti parti hídon és annak környezetében
- módszert és számítógépes modellt dolgoztunk ki a híd zajkeltési mechanizmusainak feltárására és azt összehasonlítottuk a mérési adatokkal
- részletes szimulációs módszert fejlesztettünk és számításokat végeztünk a rész zajforrások eredőre gyakorolt hatására (lásd 3. ábra)
- összehasonlító helyszíni zaj- és rezgésvizsgálatokat végeztünk a Déli összekötő vasúti híd parti híd-szakasz recés lemezeinek eltávolítása előtt és után.
- a recéslemezek kiváltására alkalmas szerkezetek kialakítására javaslatokat állítottunk össze. Megvizsgáltuk és rezgéselnyelő tulajdonságúvá módosítottuk a MÁV Rt által kifejlesztett új kompozit járólemezt és elvégeztük a javasolt lemezek összehasonlító akusztikai vizsgálatát, a lesugárzott zajteljesítmények mérésére alkalmas módszer kidolgozása után
- áttekintettük, értékeltük és rangsoroltuk a zajcsökkentés lehetőségeit
- megvizsgáltuk és rezgéselnyelő tulajdonságúvá módosítottuk a MÁV Rt által kifejlesztett új kompozit járólemezt és
- összegyűjtöttük a vasúti zajcsökkentéssel kapcsolatos termékek gyártóit és termékeit.

A helyszíni vizsgálatok megerősítették, hogy a híd zaja a szerelvények elhaladásának idején 10-15 dB-el meghaladja az egyéb környezeti zajforrások eredő

zajszintjét, ami a híd 60-200 m-es környezetében telepítendő kulturális létesítmények működésére nagyon zavaró hatással van.

Az elvégzett vizsgálatok után a kutatócsoport az alábbi zajcsökkentési módok megvalósítását javasolta:

- a) rezgéscsökkentés a sínlekötésnél vagy a hídfák és a főtartók között rugalmas betétek alkalmazásával;
- b) a hídszerkezetben terjedő rezgés csökkentése rezonátoros csillapító alkalmazásával;
- c) a lesugárzás csökkentése a recéslemezek rugalmas rögzítésével és cseréjével kompozit anyagból készült tömör lemez

3. Alkalmazott zaj- és rezgéscsökkentési eszközök

Az elvégzett vizsgálatok eredményeképpen, a MÁV és a belga CDM céggel tartott konzultációk eredményeképpen az alábbi zaj- és rezgéscsökkentő elemek kerültek beépítésre: (lásd 4. ábra)

- CDM - UBP alátétlemez szigetelés a hídon (kb. 1500 alj)
- CDM – DPHI sántalványzó elem (kb. 1550 alj)
- CDM – ABSO - RAIL kb. 1550 aljköz
- Recéslemezek helyett a híd teljes szerkezetén kompozit járólemezek

Ezek az intézkedések a zaj- és rezgéscsökkentési terv első, legfontosabbnak ítélt elemei. Így nem került sor a dilatációs készülékek töltésre való kihelyezésére, valamint a főtartók rezgéscsökkentésére.

A híd zaj- és rezgéscsökkentése után ellenőrző vizsgálatokra került sor. A vizsgálatok eredményeit az alábbiakban foglaltuk össze.

4. A zaj- és rezgéscsökkentés eredményei

A Déli összekötő vasúti hídon végzett felújítási munkálatok után a következő mérésekre került sor az elért zajcsökkentés mértékének megállapításához:

- Rezgésmérés a parti híd különböző pontjaiban: geolemez, alaplemez, hossztartó övlemez, gerinclemez, járólemez
- Zajszint mérés a hídon - 1,5 m magasságában a járólemezek felett, közvetlenül a híd alatt, ill. a pálya középvonalát 45 fokban levetítve a talajra, valamint a hídtól 19 ill. 84 méter távolságban

- A fent leírt mérésekkel szinkronban sebességmérés a mérőpontok szelvényének pontjában
- Zajszint mérés a Nemzeti Színház erkélyén, valamint a HÉV felüljáróján

A híd zajcsökkentése utáni vizsgálatok eredményei alapján az alábbiak állapíthatók meg.

A legnagyobb - és előnyös - változás a járólemezeken mért rezgéseken figyelhető meg, amelynek rezgése mindenhol csökkent, az eredő zajszintet meghatározó sávban legalább 10, 1200 Hz-en azonban 40 dB-lel. Ezzel ellentétesen viselkedik a járda alatti főtartó függőleges rezgése, ami gyakorlatilag minden frekvencián növekedett. (A jelenség oka, hogy a járda tartószerkezetébe új merevítőket hegesztettek, így a járdát szorosabban kapcsolták a híd fő tartószerkezeteihez.)

A zajkeltés szempontjából fontos középső gerinclemez rezgéscsillapítása 800 Hz alatt 0-5 dB közötti mértékben, 1200 Hz-en azonban kb. 15 dB-lel javult.

A középső főtartó függőleges rezgésében 63 és 500 Hz kivételével az eredő zaj szempontjából fontos tartományban 2-8 dB közötti javulás figyelhető meg.

A mérések részletes elemzése alapján elmondható, hogy a beépített rezgéscsillapító elemek különös hatékonysággal 200 Hz alatt ill. 1 kHz felett működnek (ez megfelel a belga szakértőkkel előzetesen megállapított várható hatásnak. Minthogy a zajkeltés szempontjából fontos közepes frekvenciatartományban az alaplemezek rezgése is csökkent, a híd minden jelentősebb méretű felülete, melyek a rezgést zaj formájában lesugározni képes, kisebb mértékben bocsát ki zajt.

A recéslemezek speciális energiaelnyelő járólemezre való cseréje, ill. annak rugalmas felerősítése 1 kHz-től kezdődően több mint 15 dB rezgéscsökkenést hozott a járólemezeken, nagyfrekvenciás tartományban ez a csillapítás meghaladja a 30 dB-t. Ennek eredményeképpen most a járólemezeken által lesugárzott zaj jóval kisebb, mint a gerinclemezeké. Ez utóbbi rezgéscsillapítása azonban nem lett volna reális célkitűzés, az előzetes felmérések alapján és nemzetközi felújítási munkálatok eredményeire támaszkodva jelentősebb rezgéscsillapítás csak jelentősebb szerkezeti beavatkozással (gerinclemezek megfúrása – korróziós problémák, dübörgésgátló felvitele – súlynövekedés miatt statikai problémák) lett volna elérhető.

Bécsben a Wasserpark hídon hasonló módszerrel, azaz rezgéscsillapítással és felújítással végzett zajcsökkentés eredménye 6 dB volt. A német vasutak által végzett vizsgálatok szerint a rugalmas ágyazati szőnyeg beépítése a léghangot 4 dB-el csökkentette Koblenzben egy új vasúti hídnál.)

A jelenlegi állapotban a híd által kibocsátott zajból 3-4 dB-el kiemelkednek a dilatációk áthaladásakor lesugárzott zajcsúcsok, ezért későbbi pálya-karbantartási munkálatok során ezek töltésre való kihelyezése feltétlenül javasolt. A bécsi Wasserpark hídon, jóval rövidebb hídszakaszon (mintegy 15 m) a dilatációk

kihelyezése kb. 11 dB zajcsillapodást eredményezett. Bár ez az érték a Déli összekötő vasúti híd jóval nagyobb hossza, valamint a jelenlegi rezgéscsökkentett állapota miatt közel sem remélhető, mégis az általa elérhető eredmény feltétlenül kimutathatóra becsülhető.

A vasúti hídtól származó zaj csökkentése jó közelítéssel a tervezettnak megfelelő eredményt szolgáltatva, így

- **tehervonat hídon való áthaladásából keletkező zaj a frekvencia függvényében a távoltérben 4 - 12,2 dB-el csökkent.**
- **a 20-22 óra közötti összes vonatelhaladásra vonatkoztatva a zaj csökkenés mértéke a távoltérben A-hangnyomásszintre vonatkoztatva 8,2 dBA.**

A mérések részletes elemzése alapján elmondható, hogy a beépített rezgéscsillapító elemek különös hatékonysággal 200 Hz alatt ill. 1 kHz felett működnek (ez megfelel a belga szakértőkkel előzetesen megállapított várható hatásnak). Ezeken a tartományokon a híd rezgésterhelése 2-8 dB-el csökkent és mivel a bemeneti rezgésterhelés is csökkent, ezért a híd minden jelentősebb méretű felülete, melyek a rezgést zaj formájában lesugározni képesek, kisebb mértékben bocsátanak ki zajt.

A parti híd közelében végzett különféle összehasonlító zajvizsgálatok összhangban vannak egymással és megerősítik a távoltéri zajvizsgálatok eredményeit, azaz a zaj csökkenése a tehervonatok vonatkozásában 40 km/h sebesség környékén kb. 5 dBA mértékű, míg magasabb sebességű vonatok esetén 8 dBA.

A számszerű eredménynél talán még fontosabb az a kedvező szubjektív hatás, amit a hídra felfutó vonat zajszint-emelkedésének csökkenése jelent. Az eredeti állapotban ez a növekedés 15 dBA körüli volt, ami azzal járt, hogy a környék magas, de állandó alapszajához képest nagyon zavaró volt az időről időre hirtelen és erősen megnövekedő rövid idejű hídzaj. Ez az erősen kiemelkedő zajforrás a zajcsökkentés hatására nem szűnt meg teljesen, de olyan mértékben csökkent, hogy a híd átépítése után már alig zavaró, azaz a vonat hídon való áthaladásakor nem jelentkezik a kiemelkedő, zavaró hatású zajesemény, a vasúti zaj az egyéb közúti zajjal azonos megítélésű. (lásd 5. ábra)

Ábrák:

1. ábra - Déli összekötő vasúti híd a zaj- és rezgéscsökkentés előtt
4. ábra - Déli összekötő vasúti híd a zaj- és rezgéscsökkentés után
3. ábra - szimuláció 2.3.a és 2.3.b ábra
2. ábra – 3.8 jelentés
5. ábra – 3.9.jelentés