

LESZÁLLÓ KÖZFORGALMÚ REPÜLŐGÉPEK ZAJÁNAK MÉRÉSE

MEASURING OF LANDING AIRCRAFT NOISE

Bera Bálint¹, Pokorádi László²

¹ Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Magyarország 1081 Budapest, Népszínház u. 8.; balintbera@gmail.com

² Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Magyarország 1081 Budapest, Népszínház u. 8.; pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Nowadays, one of the most important environmental problems is noise and vibration. Their important part is the flying noise. To be able to manage, regulate and modeled, it is absolutely necessary knowing the deepest possible level accordingly. This knowledge acquired through measurements. This article presents a few examples of our measurements. The measurements were carried out in the near Budapest's Liszt Ferenc Airport.

Keywords: aviation, noise, measuring of noise.

Összefoglalás

A környezetvédelem problémáinak egyik legfontosabbika a zaj- és rezgésvédelem. Ezen a területen belül különíthető el a repülésből származó zaj. Ahhoz, hogy megfelelően tudjuk kezelni, szabályozni és modellezni, mindenképpen szükséges a lehető legmélyebb szintű ismerete. Ezt az ismeretet mérésen keresztül sajátíthatjuk el. A cikk a méréseink közül mutat néhány példát. A méréseket a budapesti Liszt Ferenc Repülőtér közelében végeztük el.

Kulcsszavak: légi közlekedés, zaj, zajmérés.

1. Bevezetés

A repülési zajnak a modernkori környezetvédelemben betöltött igen fontos szerepére több magyarázat is adódik. Elsősorban a légi közlekedés nagymértékű fejlődésében keresendő az egyik fő ok: a légitársaságok egyre több járatot közlekedtetnek, ráadásul a repülőterek számának növekedésével és forgalmuk bővülésével szélesebbé válnak a repülési zaj által érintett területek. Mivel pedig – gazdasági és kényelmi szempontok miatt – ma már a repülőterek többsége a lakott területekhez közel helyezkedik el (a

városok gyakorlatilag a repülőterek felé terebélyesedtek), a fel- és leszállások során lesugárzott hangteljesítmény sokszor komoly problémát okoz a környék lakosságának. Márpedig a repülőgépek zajkibocsátása kis magasságon, a fel- és leszállási műveletek során a legnagyobb.

Fontos tehát, hogy létrehozzunk egy olyan szabályozási rendszert, ami alkalmas ennek a problémának a kezelésére. Ezt pedig úgy kell kivitelezni, hogy kompromisszum alakuljon ki a zaj által terhelt lakosság nyugalma, a légi közlekedés töretlen fejlődésének biztosítása és a repülés

biztonság szavatolása között.

Sajnos a magyarországi szabályozási rendszer sok esetben hiányosnak, elavultnak bizonyul [1], ezért kiemelt feladatnak minősül frissítése.

Mindenképpen szükséges tehát megfelelő mérési eredmények birtokában lennünk, melyek segítségével megalapozhatunk egy szabályozási és modellezési rendszert.

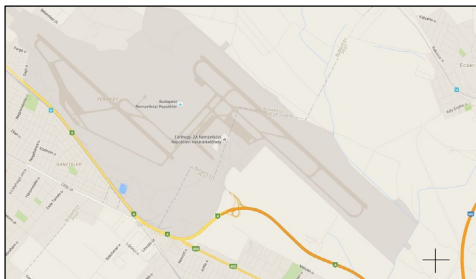
Tanulmányunk célja a leszálló közforgalmú repülőgépek által keltett zaj mérésének bemutatása, valamint azok kiértékelése.

A cikk az alábbi fejezetekből áll: A 2. fejezetben ismertetjük a mérési körülményeket és az alkalmazott műszereket. A 3. fejezetben a mérési eredményeket és azok értékelését írjuk le. Végül, a 4. fejezetben összegezzük a tanulmányt.

2. Mérési körülmények és mérőműszerek

A 2015-ös év során több esetben kerítettünk sort repülési zaj mérésére Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér környezetében. A mérési helyszín kiválasztásánál a következő fő szempontokat vettük figyelembe: átlagos repülési magasság; átlagos repülési sebesség; távolság a legközelebbi köztől és vasúttól; repülési zaj nélkül mérhető egyenértékű A-hangnyomásszint; távolság a lakott területektől; beépítettség jellege.

A választott mérési helyszínt az **1. ábra** mutatja be.



1. ábra. A zajmérések helyszíne

A mérési időpontokat előzetes felmérést követően, a járatsűrűség és az időjárási körülmények alapján, választottuk ki. Ennek két oka volt: a repülőtér forgalma a nyári és a téli hónapokban a legnagyobb, ősszel és tavasszal visszaesés tapasztalható. Ezen kívül a hét nem minden napján mutatkozik ugyanakkora járatűrűség.

Méréseinket egy Svantek SVAN-945 első osztályú zajszintmérő műszerrel végeztük. Ez egy hitelesített, joghatással járó mérések elvégzésére is alkalmas műszer. A mérési eredmények helyességét kalibrálással biztosítottuk, amit minden mérési sorozat előtt elvégeztünk.

A zaj-adatok mellett azonban szükségünk volt arra is, hogy megfelelő információkat szerezzünk az adott repülési műveletre jellemző adatokról. Elsősorban az adott mérésekkor fennálló repülési magasság és sebességadatok voltak fontosak a kiértékelés szempontjából. Mivel ezek fel- és leszállás során folyamatosan változnak, így egy időben kellett rögzítenünk ezeket a zajméréssel. A megoldást egy ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* – Automatikus légtérellenőrzés-adás) vevő jelentette volna, ami a repülőgépek transzpondereinek jeleit képes érzékelni. Egy ilyen eszköz beszerzése nehézkes, ám helyette tökéletesen megfelelt egy DVB-T (*Digital Video Broadcasting-Terrestrial* – digitális földfelszíni videó adás) vevő. Ez a megfelelő chipek megléte esetén képes a transzponderek 1090 MHz-es frekvenciáján dolgozni. Hordozható számítógépre csatlakoztatva biztosítottá vált, hogy egy időben rögzíthessük a repülési adatokat és a zajszinteket.

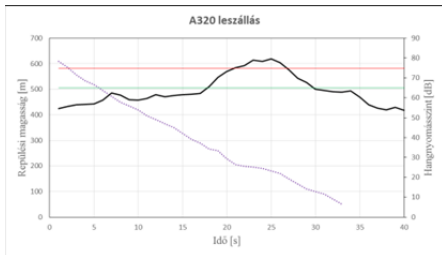
3. Mérési eredmények és kiértékelésük

A mérések egy része felszálló, más része leszálló manőver végrehajtása közben történt. Terjedelmi okokból jelen tanulmányban csak a leszállást végrehajtó köz-

forgalmú repülőgépekre vonatkozó zajmérési eredményeket mutatjuk be és értékeljük ki.

A **2. ábrán** Airbus A320-232 típusú repülőgép leszállása során mért hangnyomásszint- és repülési magasság-értékek láthatók az idő függvényében.

A mérés kezdetén a repülőgép hozzávetőlegesen 600 méteres magasságban tartózkodott, majd fokozatosan süllyedt a fel- és leszállópálya szintjéig. Eközben a mért zajszintértékek egy jól behatárolható intervallumban átlépték a megengedett határértéket, esetenként súlyos mértékben, azaz 10 [dB]-t is meghaladóan.



2. ábra. Airbus A320-232 típusú repülőgép leszállás közbeni hangnyomásszintjei a magasság vonatkozásában

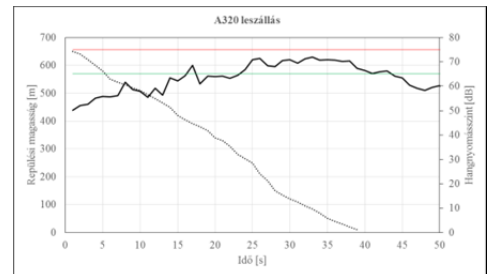
Ezzel együtt az is látható, hogy a repülőgép áthaladása előtt és után egyaránt igen magas háttérzaj értékeket mértünk ebben a pontban. A repülésből származó zajterhelés tehát megemelte ugyan a zajszintet, mégpedig jóval a határérték fölé, azonban szélesebb időintervallumban szemlélve, a tartósan magas hangnyomásszintet egyéb forrásból származó zajok okozzák. Mivel pedig ebben az esetben a légi jármű relatíve kis távolságra volt a mérőműszertől, zajki-bocsátása a lehető legnagyobb mértékben járult hozzá a mérhető zajszint megemelkedéséhez.

Az Airbus A320 típuscsaládba tartozó, de az előbbtől némileg különböző, rövidebb törzsű A319-111 típusú repülőgépnek ugyanebben a mérési pontban mért értékeit

mutatja a **3. ábra**.

Szembetűnő különbség mutatkozik a zajszintértékek eloszlásában és azok maximumaiban egyaránt. Az A319-111-es pilótája a süllyedést kevésbé meredeken hajtotta végre. Ennek két következménye egyaránt megfigyelhető a zajszintgörbén: a függvény nem mutat az 1. ábrán láthatóhoz hasonló, kiugró értéket, viszont a határérték feletti, magasabb zajszint tartósabban megmarad.

Megjegyzendő továbbá, hogy az Airbus A319-111 típusváltozat kisebb méretéből fakadóan az úgynevezett aerodinamikai zaj is alacsonyabb, ez szintén befolyásoló hatással bír a mért hangnyomásszintre.



3. ábra. Airbus A319-111 típusú repülőgép leszállás közbeni hangnyomásszintjei a magasság vonatkozásában

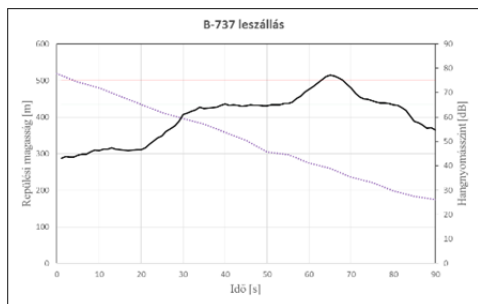
A repülési zajra jellemző karakterisztika mindkét esetben megfigyelhető. A Dopplerjelenség, a manőverek jellege és a hajtóművek elrendezése okozza, hogy a legnagyobb hangnyomásszintet nem akkor mérhettük, amikor a légi jármű közvetlenül a mérési pont fölött tartózkodott, hanem némileg később. Szintén megmutatkozik a földi visszaverődés jelensége is. Utóbbi hatását erősíti, hogy a repülőgépek ebben a vizsgált pontban relatíve közel voltak a mérőműszerhez, ami a többszörös visszaverődésnek köszönhetően némileg meg is emelte a mért hangnyomásszintet.

Ugyanebben a mérési pontban természetesen más típusú repülőgépek zajának mé-

résére is sor került. Az adott napokra jellemző forgalom, illetve az egyes légitársaságok által üzemeltetett sokféle típusú légi jármű egyrészt lehetővé tette, hogy széles legyen a típuspaletta, másrészt meg is nehezítette, hogy egy adott típusra vagy típusváltozatra vonatkoztatva hajtsunk végre méréseket.

Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér forgalmának túlnyomó többségét két repülőgéptípus bonyolítja. Ezek a már említett Airbus A320, és a Boeing B737, illetve típusváltozataik. Kialakításukat tekintve hasonlóak: keskeny törzsű, két hajtóműves, alsószárnyas utasszállítók, jellemzően Európán belüli forgalomban alkalmazva. Ez utóbbi körülmény okán a legtöbb esetben nem a maximális hasznos teherrel dolgoznak.

Összehasonlításként az A320-ra vonatkozó eredményekkel, a 4. ábrán ugyan abban a mérési pontban mért, Boeing 737 típusú repülőgépre vonatkozó diagram látható.



4. ábra. Boeing B737 típusú repülőgép leszállás közbeni hangnyomásszintjei a magasság vonatkozásában

A hasonlóság szembeötlő, még a mért értékek tekintetében is. Egyedül a sikló pályája meredeksége okozott változást, ami leginkább nem típus-specifikus. Mindkét esetben 80 [dB] alatt maradtak a maximumok, s bár így is megtörtént a határérték súlyos átlépése, csak adott, rövid időintervallumban.

4. Összegzés

A vizsgált pontban a környezeti alapállapotot a repülési zaj nem állandóan, hanem eseti jelleggel változtatja meg. Ebből következik, hogy a határértékek teljesülését vagy túllépését is ezt ismerve kell kezelnünk. Belátható, hogy az egyes zajesemények sem mindig fejtenek ki ugyanolyan hatást, ahogy számos tényező változtatásával lehet befolyásolni a mérhető hangnyomásszinteket.

Amikor tehát meg akarjuk becsülni, hogy egy adott pontban milyen hangnyomásszintet fog okozni egy repülőgép, mint zajforrás, több változó paraméterrel is számolnunk kell. A megfelelő pontosságú becsüléshez ezért olyan modellt kell alkalmaznunk, ami megfelelően kezeli ezeket a változó paramétereket. Megfelelő megoldást kínálhat a Monte Carlo-szimuláció, melyről már bebizonyosodott, hogy alkalmas repülési zaj modellezésére [3].

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bera, Bálint: *Repülési zaj hatásának elemzése a zajforrás és a környezeti alapállapot jellemzőinek összevetésével*, Tudományos Diákköri Dolgozat, Budapest, 2015. (konzulens: Pokorádi László; Bera József).
- [2] Bera, József; Pokorádi, László: *Helikopterzaj elmélete és gyakorlata*, Campus Kiadó, Debrecen, 2010. 192 p.
- [3] Bera, József: *Légi közlekedés környezetbiztonsági kapcsolatrendszerének modellezése a helikopterzaj tükrében*, doktori (PhD) értekezés, Óbudai egyetem, Budapest, 2015.

Köszönetnyilvánítás

Tanulmányunk az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar Műszaki Biztonságtudományi Szakműhely – $\mu\beta\sigma$ – keretében készült el.

