

HÍDTARTÓK ELLENÁLLÁSTÉNYEZŐJE

Csécs Ákos - Dr. Lajos Tamás***

RÖVID KIVONAT

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszéke megbízta a BME Áramlástan Tanszékét az M8-as mederhíd aerodinamikai vizsgálatára. A jelen cikkben szereplő munka célja a híd változó távolságban lévő tartóira ható szélerek meghatározása volt numerikus szimulációval.

I. A VIZSGÁLAT CÉLJA ÉS MÓDSZERE

A feladat célja a két, egymástól 6 m-től 40 m-ig változó távolságban lévő tartóra ható szélerek vízszintes komponensét kifejező alaki tényező meghatározása a tartók áramlástanai kölcsönhatásának figyelembe vételével. Ez a kölcsönhatás az egymás közelében elhelyezkedő tartók esetén igen jelentős szélerek csökkenést eredményezhet: a két tartó együttes alaki tényezője kisebb lehet egy tartóénál, azaz az első tartó mögötti leválási buborékban lévő második tartó az első tartóra ható szélereket csökkentheti, ill. a rá ható áramlási erő akár a zavartalan áramlási iránnyal ellentétes is lehet. Ha a két tartó közötti távolság nagyobb (a tartó áramlásra merőleges szélességének 4-5-szöröse), akkor az első tartó alaki tényezőjét a második tartó gyakorlatilag nem csökkenti, viszont a második tartó az első által fékezett áramlásban helyezkedik el, így a rá ható szélerek lényegesen kisebb, mint az első tartóra ható erő. Ilyenkor a két tartó együttes alaki tényezőjének értéke az egy tartóénál nagyobb, ennek kétszeresénél viszont kisebb lesz.

Az áramlás 2D numerikus szimulációja Fluent általános célú véges térfogat szoftverrel történt.

2. A NUMERIKUS MODELL

A számításokhoz először fel kell bontani a vizsgált teret véges térfogatokra, melyekre a CFD alkalmazás kiszámolja a megmaradási egyenleteket. A kétdimenziós numerikus modellel (ld. 1. ábra) egy, a valóságban 100 x 100 m keresztmetszetű hasáb alakú térrészt modellezünk. A cellaszám kb. 9000, a falközeli cella vastagsága 0,007 m. Az 1. ábrán látható a fal melletti sűrítés, mely a fali határréteg helyes modellezéséhez szükséges. A számítások során a $k-\epsilon$ turbulencia-modellt alkalmaztuk [1], amely a Reynolds-feszültség átlagolás elvét alkalmazza. Ez a modell széles körben elterjedt, és megfelelő pontossággal alkalmas az ellenállástényező számításához [2]. A futtatás stacioner volt.

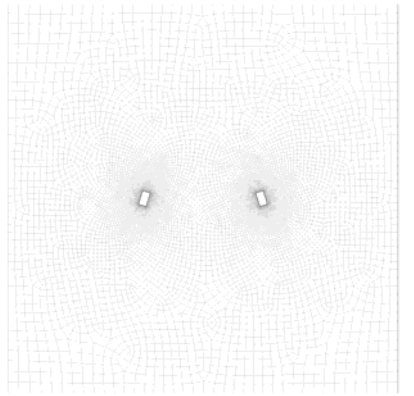
* okl. gépészmérnök, doktorandusz, BME Áramlástan Tanszék

** okl. gépészmérnök, a műsz. tud. doktora, egyetemi tanár, BME Áramlástan Tanszék

A modellezett hídtartók 3,8 x 2 m-es keresztmetszetűek és 16,5°-os szögben egymás felé befelé döntöttek. Az áramló levegő sűrűsége 1,225 kg/m³ volt.

Belépési peremfeltételek:

- áramlási sebesség: 25 m/s
- turbulencia intenzitás: 5%



1. ábra: A behálózott geometriai modell

3. EREDMÉNYEK

3.1. Alaki tényezők számítása

Elsőként a referencia alaki tényező érték meghatározása történt egy, a szélirányra merőleges 3,8 m magas és 2 m széles tartó esetén (a számítás eredményeként $c_e = 2,1$ adódott, ami megfelel a szakirodalomban szereplő $c_e = 2 - 2,2$ értéknek [3]).

Ezután következett az áramkép meghatározása 4 tartó távolságnál (30m, 21m, 11m, 6m) és távolságonként három, a tartók keresztmetszeteinek súlypontjait összekötő vízszintes egyeneshez függőleges síkban mért szögben (0°, 5°, 10°) rááramló közeg esetén.

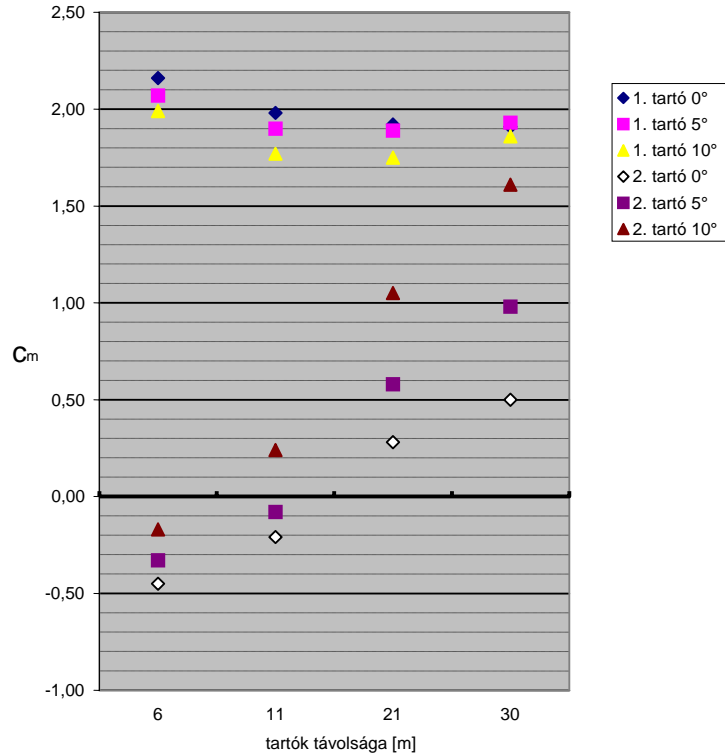
Végül meghatároztuk a tartók keresztmetszeteinek súlypontjait összekötő vízszintes egyenessel párhuzamos szélerőt jellemző alaki tényezőket (c_e értékek) (a referencia felület tartónként 3,8 m x 1 m tartó hossz = 3,8 m²).

Az 1. táblázatban foglaltuk össze a különböző esetekre kapott c_m értékeket, majd diagramban is ábrázoltuk. A számítások eredményeit a 2. ábrán mutatjuk be külön a megfúvás iránya szempontjából elől és hátul lévő tartóra. A kapott eredményekből azt a következtetést lehet levonni, hogy az első tartó alaki tényezője széliránytól csak igen kis mértékben függ (enyhén csökken a szög növekedésével). A második tartó közeledése kis mértékben növeli az első tartó alaki tényezőjét. Nagyobb szögeknél, illetve nagyobb távolságoknál a két tartó körüli áramlás egyre inkább független egymástól. A második tartó alaki tényezője a legnagyobb távolságnál és szögnél eléri az első négyötödét, nagyrészt annak köszönhetően, hogy a szögben történő megfúvás miatt az első tartó

zavaró hatása csaknem teljesen megszűnik, azaz csaknem teljesen zavartalan a hozzááramlás.

1. táblázat: Alaki tényezők

		c_a értékek
referencia tartó		2,10
30m	1. tartó	1,91
	2. tartó	0,50
30m 5°	1. tartó	1,93
	2. tartó	0,98
30m 10°	1. tartó	1,86
	2. tartó	1,61
21m	1. tartó	1,92
	2. tartó	0,28
21m 5°	1. tartó	1,89
	2. tartó	0,58
21m 10°	1. tartó	1,75
	2. tartó	1,05
11m	1. tartó	1,98
	2. tartó	-0,21
11m 5°	1. tartó	1,90
	2. tartó	-0,08
11m 10°	1. tartó	1,77
	2. tartó	0,24
6m	1. tartó	2,16
	2. tartó	-0,45
6m 5°	1. tartó	2,07
	2. tartó	-0,33



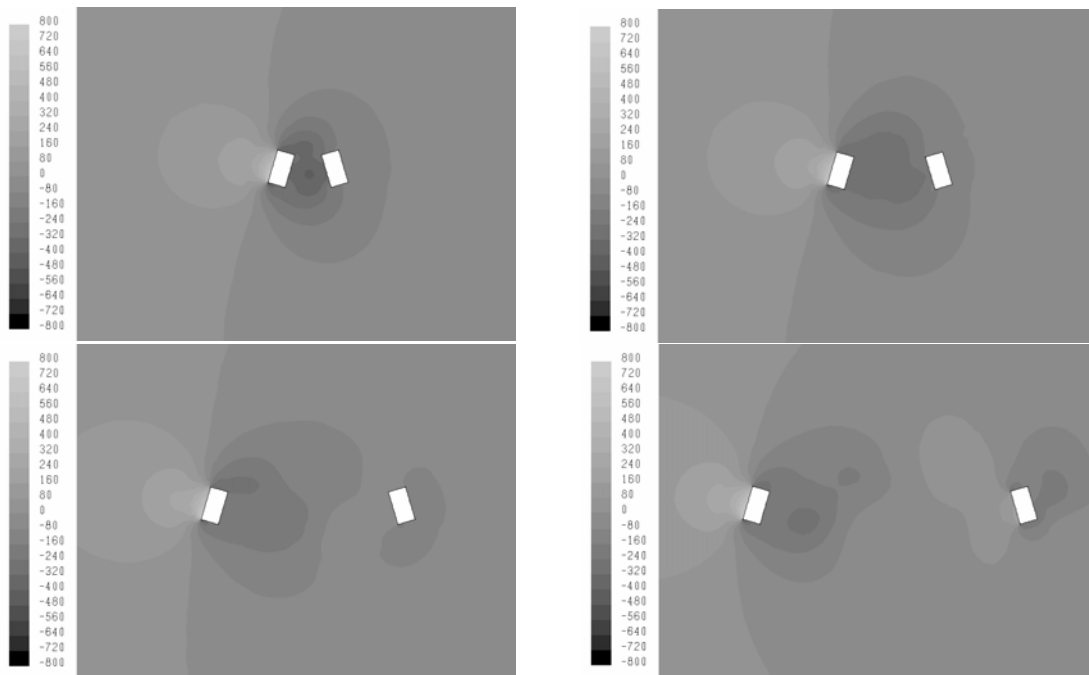
2. ábra: A számolt alaki tényezők a tartók távolsága és a megfűvási szög függvényében

3.2. Nyomáseloszlások

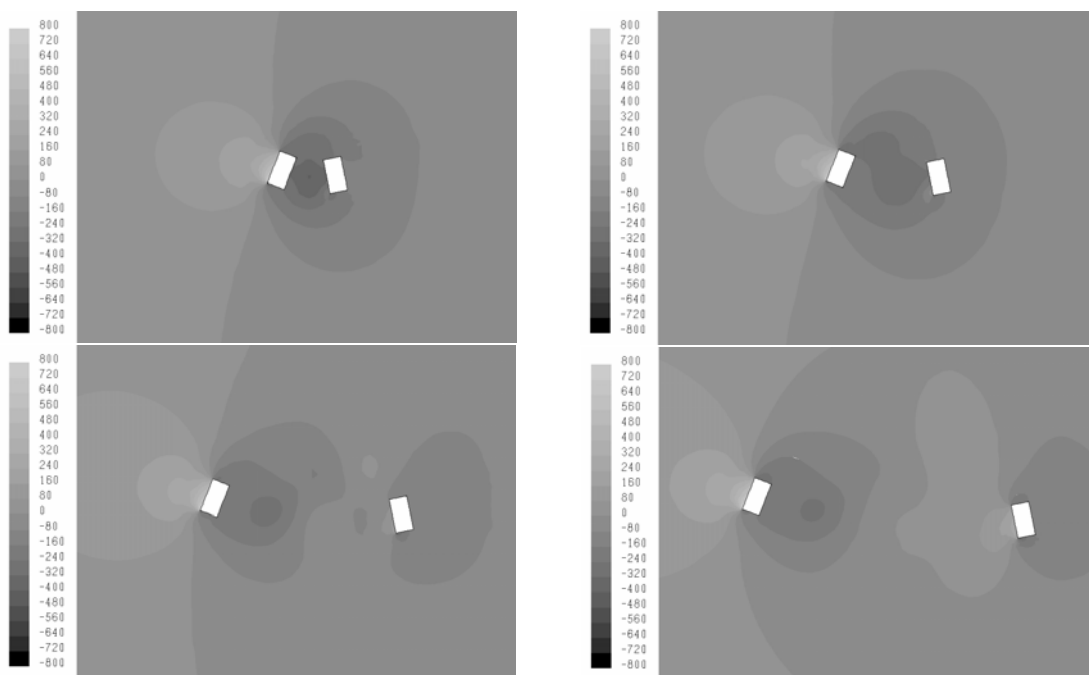
Az alábbi ábrákon a relatív statikus nyomás eloszlása látható -800 – 800 Pa tartományban. A dinamikus nyomás a számításoknál 382,8 Pa volt. A 3. ábrán a referencia esetről kapott, a 4., 5. és 6. ábrán a 0°, 5° és 10° nyomáseloszlás látható.



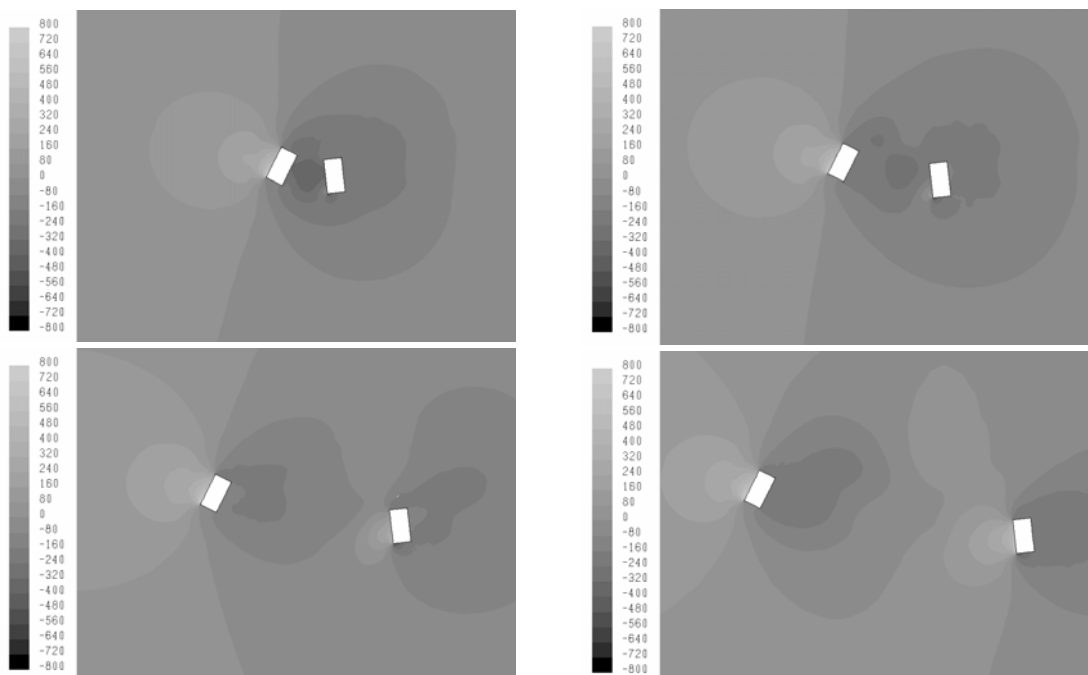
3. ábra: Referencia tartó



4. ábra: Nyomáseloszlások 0° -os megfűvésnál



5. ábra: Nyomáseloszlások 5° -os megfűvésnál



6. ábra: Nyomáseloszlások 10° -os megfűvésnél

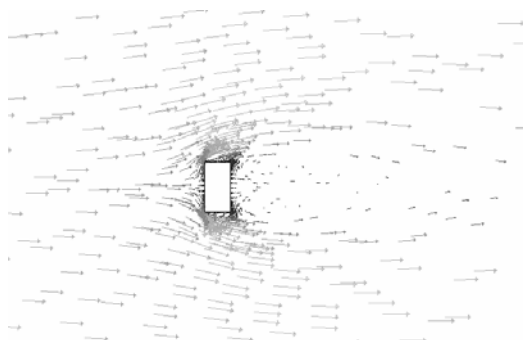
Az ábrákon jól megfigyelhető az 1. táblázat eredményeinek korábbi magyarázata, hiszen az alaki tényező az áramlásba helyezett test felületén keletkező nyomáseloszlásból lett kiszámolva. A 6. ábra bal felső képén például a két tartó körül hasonló nyomáseloszlás keletkezik, míg a 4. ábra jobb alsó képén a két tartót depresszióból adódó erő „húzza össze”. Közelségük miatt kívülről tekintve a két tartó összefüggő egységet alkot, az ellenállástényezők összege ráadásul kisebb az egyedülálló tartóénál.

3.3. Sebességeloszlás

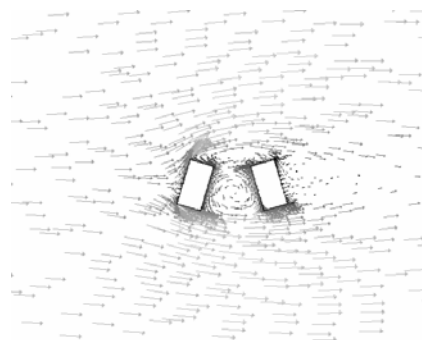
A 7., 8. és a 9. ábrán az abszolút sebesség vektorok megoszlása látható. A vektorok hossza és árnyalata a sebesség nagyságával arányos. A skála mértékegysége m/s. A háló finom felbontása miatt nem ábrázoltuk az összes vektort. A 7. ábrán a referencia tartó körül kialakuló sebességtér látható. A 8. ábrán a tartók a legközelebb vannak egymáshoz. A második, jobb oldali tartó gyakorlatilag az első tartó leválási zónájában van, kissé csökkentve annak méretét. További jelenség a két tartó egymáshoz viszonyított „V” alakú elrendezésének köszönhető: egy az óramutató járásával ellentétes örvény alakul ki a tartók között. A 9. ábrán látható elrendezésnél a két tartó körüli áramlás gyakorlatilag független egymástól: az első tartó leválási zónája csak kis mértékben befolyásolja a hátsó tartó körüli áramlást.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

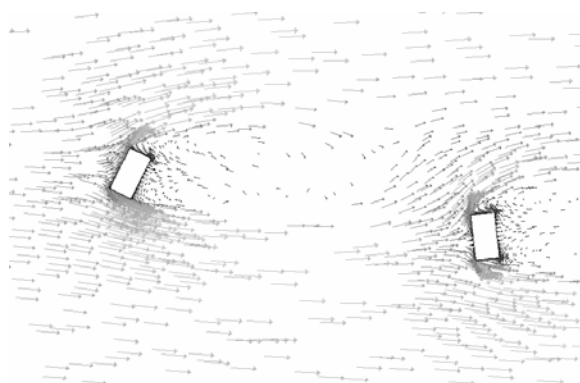
A cikkben ismertetett vizsgálat elérte célját, azaz megmutatta a hídtartók egymásra történő hatását, függően a távolságuktól és a megfúvás szögétől. Bizonyos esetekben a két tartó együttes alakú tényezője egy tartójáét sem érte el. A referencia számításokkal kapott alakú tényezője közel megegyezik a szakirodalomban szereplő értékkel, ezért a többi esetben kapott eredmények is megbízhatónak tekinthetők. Az áramlás numerikus szimulációja lehetővé tette, hogy a szilárdsági méretezést a valóságos szélerők figyelembe vételével végezzék.



7. ábra: Referencia tartó sebességtere



8. ábra: Két tartó 6 m távolságban és 0°-os szögben



9. ábra: Két tartó 30 m távolságban és 10°-os szögben

A szerzők köszönetet mondanak az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA T 037651 számú) támogatásáért.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Wilcox - David C.: Turb. Modeling for CFD, *DCW Ind. Inc.*, La Cañada (2000)
- [2] W. Rodi: Comparison of LES and RANS Calculations of the Flow around Bluff Bodies, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* (1997)
- [3] Lajos T: Az áramlástan alapjai, *Műegyetemi kiadó*, Budapest (2004) pp. 494.