

Általános adatok

IDK projekt téma címe	Tengelysúlymérő rendszer fejlesztése előregyártott feszített vasbeton hídszerkezetekhez
Témát kiíró Kar / Tanszék:	Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék
A kihívás rövid tartalmi összefoglalása	A kutatás célja egy alternatív tengelysúlymérő rendszer fejlesztése előregyártott feszített vasbeton gerendahidakhoz, amely kiválthatja a hagyományos, burkolatba ágyazott mérőrendszereket (P-WIM). Utóbbi rendszerek mérési pontossága idővel jelentősen romlik az aszfaltburkolat állapotának változása miatt, így a túlterhelt járművek azonosítása megbízhatatlanná válhat. A hídalapú tengelysúlymérő rendszerek (B-WIM) ezen problémákra nyújthatnak megoldást, mivel a tartószerkezetre installált szenzorok segítségével, numerikus szimulációkkal és mesterséges intelligencia alapú adatfeldolgozással pontosabb és robusztusabb tengelyterhelés-beclsés valósítható meg. A híd szerkezeti válaszai kevésbé érzékenyek az időjárásra vagy a pályaszerkezet állapotára, így a mérési adatok stabilabbak és megbízhatóbbak.

Referenciák (opcionális)

Egy integrált prototípus rendszer kifejlesztése, tesztelése és validálása (TRL 7) a komáromi Monostori Duna-hídon. A rendszerfejlesztés alapját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kara (BME ÉMK) és Villamosmérnöki és Informatikai Kara (BME VIK) közötti együttműködés képezte. A Hidak és Szerkezetek Tanszék, valamint az Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék K+F+I tevékenységének eredményeként kidolgozták a technológia koncepcióját, elvégeztek tesztekkel valós és szimulációs környezetben, illetve elvégezték a kritikus paraméterek mérését (TRL 3) az acélszerkezetű Monostori Duna-hídszerkezetnél. A BridgeAID leendő egyetemi spin-off csapata ezen eredmények felhasználásával prototípus rendszert épített ki, tesztelte és validálta a valós környezetben (TRL 7).

(Ipari és egyetemi) konzulens(ek)

Név	e-mail	Beosztás, intézmény / cég, szervezeti egység
Dr. Joó Attila László	joo.attila.@emk.bme.hu	egyetemi docens, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
Dr. Kóvári Bence András	kovari.bence@vik.bme.hu	egyetemi docens, BME Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
Szinyéri Bence	szinyeri.bence@edu.bme.hu	PhD hallgató, BME Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
Dr. Völgyi István	volgyi.istvan@emk.bme.hu	egyetemi docens, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
Dr. Kollár Dénes	kollar.denes@emk.bme.hu	adjunktus, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
Dr. Kenéz Ágnes	agnes.kenez@bridge-aid.com	BridgeAID COO
Bukta Péter	bukta.peter@kozut.hu	Magyar Közút Nonprofit Zrt.
Dömötör Krisztina	domotor.krisztina@kozut.hu	Magyar Közút Nonprofit Zrt.

A kihívás tartalmi összefoglalása

A kutatás célja egy megbízható, korszerű, hídon telepített tengelysúlymérő rendszer (Bridge Weigh-in-Motion, azaz B-WIM) fejlesztése és adaptálása tipikus, előregyártott feszített vasbeton gerendahidakra. A jelenleg alkalmazott, burkolatba ágyazott hagyományos tengelysúlymérő rendszerek (Pavement embedded WIM, azaz P-WIM) pontossága hosszú távon jelentős mértékben leromlik. Ez elsősorban az aszfaltburkolat hőmérsékletfüggő viselkedéséből és mechanikai állapotváltozásából ered, így ezek a rendszerek idővel alkalmatlanná válhatnak a túlterhelt járművek megbízható detektálására.

A B-WIM rendszerek új generációja e problémák kiküszöbölésére törekszik azáltal, hogy a járműterhelés hatása közvetlenül a hídszerkezet válaszából becsülhető meg. Ehhez fejlett, tartószerkezetre telepített szenzorok, háromdimenziós parametrikus végelelemes modellezés, valamint mesterséges intelligencia alapú jelfeldolgozó algoritmusok együttes alkalmazása szükséges. Mivel a hídszerkezetek rövidtávú (kvázi pillanatnyi) válaszai kevésbé érzékenyek a környezeti hatásokra (pl. időjárás, hőmérséklet, burkolatállapot), az ilyen típusú rendszerek hosszú távon stabilabb és megbízhatóbb méréseket biztosítanak.

A projekt egyik alapvető kihívása – az alapvetően magyarországi, illetve európai – gyakorlatban elterjedt, előregyártott feszített vasbeton gerendahidak részletes feltérképezése. Ennek során szükséges feltárni a tipikus geometriai kialakításokat, előregyártási és beépítési megoldásokat, valamint az ezekből fakadó szerkezeti válaszokat. Ezt követően numerikus szimulációk segítségével meghatározandók a tengelyterhelés-beclsés szempontjából optimális szenzorpozíciók, melyek lehetővé teszik a hídra telepített mérőrendszer legnagyobb érzékenységet és pontosságát. A végelelemes modellek validálásával igazolni kell a szimulált szerkezeti válaszok megfelelőségét a valós viselkedéssel szemben.

A kutatás végső célja az így nyert eredmények integrálása a meglévő, főként acélszerkezetű hidakra fejlesztett B-WIM szoftveres és hardveres keretrendszerbe, annak érdekében, hogy az újonnan fejlesztett rendszer előregyártott vasbeton gerendahidakon is alkalmazhatóvá váljon. Ez jelentős előrelépést jelentene a hazai és nemzetközi tengelyterhelés-ellenőrzési rendszerek fejlesztésében, hozzájárulva a közúti infrastruktúra fenntarthatóbb üzemeltetéséhez és a járművek túlterhelésének hatékonyabb kiszűréséhez.

Az elérendő eredmény rövid leírása

A projekt eredményeként egy validált, nagy pontosságú numerikus végelelemes szimulációkon alapuló adathalmaz, valamint egy ehhez illeszkedő szenzortechnológiai javaslati rendszer kerül kidolgozásra. Ez kifejezetten a hazai és európai gyakorlatban széles körben alkalmazott előregyártott feszített vasbeton gerendahidakra vonatkozik, melyek a közúti infrastruktúra kiemelten gyakori és stratégiai fontos híd típusait képviselik.

A várható hasznosítás jellege

Az eredmények közvetlenül beilleszthetők a korábban kifejlesztett, mesterséges intelligencia alapú, tengelysúlybecslésre specializált B-WIM keretrendszerbe. Ennek révén lehetővé válik egy olyan, TRL 7 kategóriába eső integrált megoldás kifejlesztése, amely helyszíni telepítéssel már valós körülmények között is alkalmazható, megbízható tengelysúlymérési adatokat biztosítva. Az új rendszer alkalmazása nemcsak a hazai, hanem az európai hídállomány jelentős részének lefedésére is alkalmas, így lehetőséget biztosít egy egységes, robusztus és hosszú távon fenntartható híd alapú tengelysúlymérési infrastruktúra létrehozására. A fejlesztés különös értéket képvisel az infrastruktúra-üzemeltetők és fenntartók számára, mivel pontosabb, kevésbé karbantartás-érzékeny, és az időjárási hatásokra kevésbé érzékeny megoldást kínál a túlsúlyos járművek kiszűrésére, illetve a valós forgalomösszetétel meghatározására.

Szükséges előismeretek, háttérkompetenciák (opcionális)

A projektben való részvételhez ajánlott hallgatói kompetenciák (a felsoroltak közül legalább egy szükséges):

- Előregyártott feszített vasbetonszerkezetek ismerete
- Tapasztalat parametrikus numerikus modellek fejlesztésében (pl. ANSYS)
- Mélytanuló algoritmusok elvi szintű ismerete
- Nyúlásmérő bélyeg alapú mérések elvi ismerete/gyakorlati tapasztalat
- Szakirodalom elemzéséhez, értelmezéséhez szükséges szakmai angol nyelvű szövegértés
- Prototípus szintű kidolgozásához (TRL 6-7) szükséges rendszerelvű gondolkodás