

Rakományrögzítő heveder felügyeleti rendszerének fejlesztése a közlekedésbiztonság javítása érdekében

Dr. Köfalvi Gyula¹ - Szeli Zoltán² – Szakállas Gábor³ – Polák József⁴ – Székely János Ádám⁵ – Szauter Ferenc⁶

*egyetemi docens¹ - PhD hallgató² - PhD hallgató³ - egyetemi tanársegéd⁴ – BSc hallgató⁵ - egyetemi tanársegéd⁶
Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar, Közúti és Vasúti Járművek Tanszék*

Abstract: A közúti teherszállítási igény és a forgalom növekedésének hatására az áruszállítás biztonsági kérdései kiemelt fontosságúvá váltak. A tanulmány áruszállításkor használatos rögzítő heveder feszességét ellenőrző rendszer fejlesztésének és kísérleti megvalósításának a menetét foglalja össze, beleértve az eszközzel szemben támasztott követelményeket, a mechanikai rendszer alkalmazhatóságát, valamint az elektronikai modul működését és kezelhetőségét.

Bevezetés:

A közúti teherszállításban nemcsak az ellenőrző hatóságok és a vizsgálatokat végző intézmények, hanem a közúti szállítás résztvevői is fokozott figyelmet szentelnek a teher biztonságos rögzítésére. A járművek rakományának megfelelő rögzítése megakadályozza a személyi sérülések létrejöttét, a járművek károsodását és egyéb vagyoni kár bekövetkezését, illetve a rakományvesztés által előidézett forgalmi torlódások kialakulását. A nem megfelelően rögzített rakomány leeshet, kibillentheti egyensúlyából a járművet, sőt, akár borulást, balesetet is előidézhethet [1].

A rakomány elszabadulásának megállapítása a szállítás közben nagyon fontos, de nehezen kivitelezhető feladat, mely az áru folyamatos figyelésével lenne, megoldható. A rakomány figyelésekor különböző fizikai jellemzőket lehetne vizsgálni, melyeknek a változása mutatná, hogy a rakomány rögzítése milyen állapotban van, és a szállítás a továbbiakban is biztonságosan folytatható. Ilyen fizikai jellemzők lehetnek például:

- A rakomány által gyakorolt terhelő erő változása a rakodófelületre, mely erőzáró rögzítés esetén a rakomány saját tömegéből és a leszorító erő összegéből tevődik össze.

- A rakomány elmozdulásának figyelése mozgás érzékelő szenzorokkal.
- A leszorító hevederek feszességének mérése.

A felsorolt lehetőségek közül az első két variáció kizárható, részben a kivitelezés bonyolultsága, részben pedig a baleset elkerülése szempontjából később kialakuló jelzés miatt.

A rögzítő heveder feszességének folyamatos mérése és az adatok rögzítése viszonylag egyszerűen és kis költséggel megvalósítható.

A feszesség mérés megvalósítása egy erőmérő szenzorral ellátott feszesség mérővel történik, mely adott mintavételezési frekvenciával folyamatosan monitorozza a heveder feszességét a szállítás folyamán, és a mért értékek alapján jelet küld a vezetőfülkébe a sofőr számára. A járművezető nem számszerű adatokat kap, hanem egy minősített, logikai jelet, amely tartalma alapján a heveder feszesség megfelelő és folytathatja az útját, vagy nem megfelelő és ezért minél hamarabb óvatos vezetéssel ki kell állnia a forgalomból és ellenőrizni kell a rakományt. Ennek a módszernek a szerepe, hogy ne terelje el a vezető figyelmét a vezetésről.

A felügyeleti rendszerrel szemben támasztott követelmények:

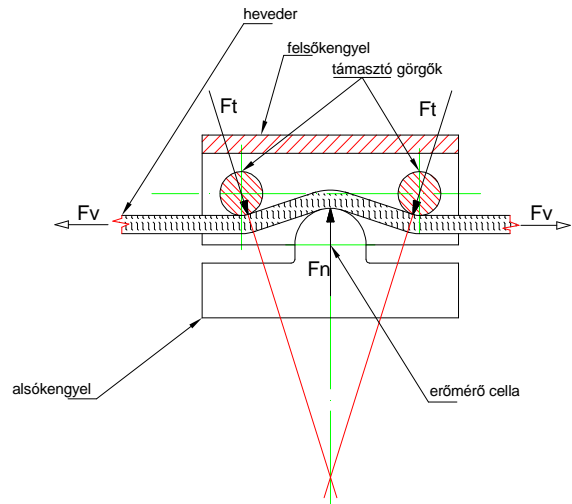
- A feszesség mérőt könnyen, gyorsan és egyszerűen kell tudni csatlakoztatni a hevederhez.
- A feszesség mérő a fel- és leszerelés, és a szállítás folyamán nem rongálhatja sem a hevedert, sem az árut.
- A mérőkészüléknek a hevederen, a helyén kell maradnia, nem csúszhat el.
- A mérőkészülék és az vezetőfülkében lévő jelzőkészülék közötti kapcsolatnak, folyamatosnak, és üzembiztosnak kell lennie a szállítás folyamán.
- Ha valamilyen oknál fogva a mérőkészülék és a jelzőkészülék közt megszakad a kapcsolat, akkor a jelzőkészüléknek a hiba elhárításáig ezt folyamatosan jeleznie kell vezető felé.
- A mérőkészülék bármely típusú és méretű hevederhez csatlakoztathatónak kell lennie egy egyszerű adapter segítségével.
- Heveder méretenként és típusonként a figyelmeztető jelet meg kell határozni, és a műszernek ez alapján jelezni a vezetőnek a rakományrögzítés állapotától függően.
- A vezető számára küldött jeleknek egyértelműnek kell lenniük, és nem terelhetik el a vezető figyelmét a közlekedésről.
- A rendszerben felmerülő egyszerűbb beavatkozásokat pl. akkumulátor csere, gyorsteszt, stb. a vezető számára is elvégezhetővé kell tenni.
- Ha nincs áruszállítás, akkor a rendszer kikapcsolható, és elrakható.

Mechanikai modell:

A feszítőben kialakuló erők:

- Fv: előfeszítő erő,
Ft: támasztó erő,
Fn: az erőmérő cellán kialakuló nyomóerő,
Fh: előfeszítő erő a feszesség mérőben.

A feszesség mérőben kialakuló erők egyensúlyából az F_n támasztó erő a vektorsokszög segítségével meghatározható. Az F_n erő folyamatos mérésével tudjuk ellenőrizni a heveder



1. ábra Mechanikai modell

feszességét, ez által a vezetőhöz küldött jelekhez az erőmérő cellán kialakuló F_n erő által létrehozott jelet rendeljük.

Mérési elvek:

A heveder erő méréséhez többféle mérési elv került kidolgozásra, illetve tesztelésre. A mérések során az adatrögzítést egy Spider 8 nevű adatrögzítő és jelfeldolgozó eszközzel végeztük. A heveder húzóerejét az adatrögzítőhöz illesztett HBM-U9B 20 kN erőmérő cella mérte.

A kidolgozott elvek közül gyakorlati mérésre került sor potenciométeres illetve nyúlásmérő bélyeges elvek esetében.

A **potenciométeres mérés** elve, hogy a görgők között átbuktatott heveder a megfeszítés során egy kilincsmű segítségével elforgatja egy potenciométer tengelyét.

A mérési elv előnyei:

- egyszerű elektronikai kapcsolás
- jó linearitás
- egyszerű beszerezhetőség
- legolcsóbb mérőeszköz

A mérési elv hátrányai:

- bonyolult szerkezetet igényel
- kopásból adódó élettartam és megbízhatóság csökkenés



2. ábra Potenciométeres mérés

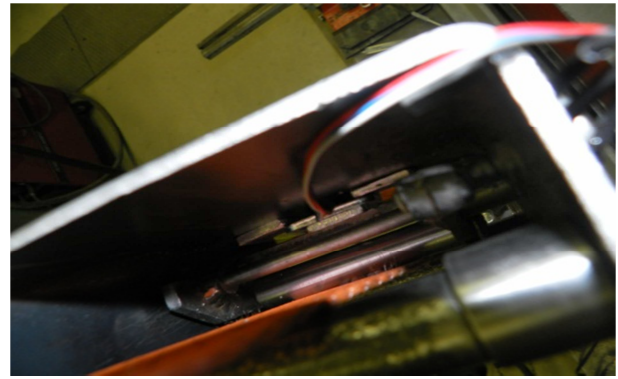
A nyúlásmérő bélyeges mérési elv egy fél-hidas mérésen alapul. A mérés során a fél-híd 2 db fix ellenállás segítségével egész-hídra van kiegészítve, amely így teljesen hőmérséklet kompenzált. A nyúlásmérő bélyeg kimeneti jeleit egy differenciál-erősítő segítségével mérhető tartományba erősítjük a feldolgozó elektronika számára[2].

A mérési elv előnyei:

- egyszerűbb szerkezet, mechanika
- ebből adódóan olcsóbb, gyorsabban legyártható az eszköz
- nagyobb érzékenység
- kisebb méret

A mérési elv hátrányai:

- bonyolultabb elektronika a méréshez
- a folyamatos alkatrészbeszerzés még nem megoldott (gyártó / beszállító keresés folyamatban)



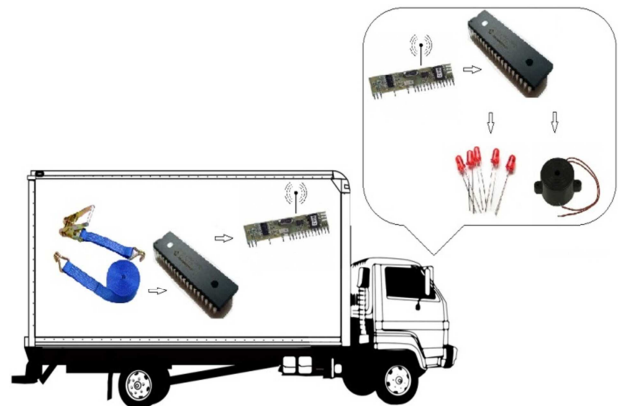
4. ábra Nyúlásmérő bélyeges mérés

Kommunikációs rendszerterv:

A főbb elektronikus komponensek:

- Szenzor + RF adóegység + vezérlő
- RF vevőegység + vezérlő + kijelző

A rakodótérben elhelyezett potenciométeres, vagy nyúlásmérő bélyeges mérésen alapuló rendszer egy mikrovezérlő segítségével megállapítja a rögzítő hevederek feszességét,



3. ábra Kommunikációs rendszer felépítése

valamint az adóegység tápfeszültségének az értékét. Ezeket az információkat 433,92 MHz frekvenciatartományban, GFSK kódolás szerint, RF modulokon keresztül a vezetői fülkében elhelyezett mikrovezérlőnek továbbítja, amely csatornánként 3 LED és 1db csipogó segítségével a vezetőt tájékoztatja a mért, kiértékelt információkról.

Lehetőségünk van az adóegységek számának bővítésére, melyek azonos frekvencián kommunikálnak, de más-más azonosítóval rendelkeznek, emiatt minden bekapcsolás alkalmával szükségessé válik az adó- és vevőmodulok párosítása.

A rakodótérben elhelyezett modulok fogyasztásának csökkentése érdekében a kommunikációt ezek az egységek kezdeményezik, és a validáló üzenet fogadása után alvó állapotba kerülnek a következő mérés elvégzéséig. A mérési időpontok periódusa ≈ 500 ms (állítható).

Megvalósítás lépései:

A deszkamodell megépítése után a tesztelésnél problémát jelentett a rádiófrekvenciás jelek zavaró hatása az analóg jelek mérése során. A tesztek elvégezhetőségéhez csökkenteni kellett a RF modulok teljesítményét, valamint szoftveres korrigációra is szükség volt. További problémát jelentett, hogy az első megvalósított rendszer csak egyirányú kommunikációra volt képes, így az esetlegesen felmerülő adatvesztések automatikus kiküszöbölésére nem volt lehetőség, ezért a modellen hardveres változtatásokat kellett végrehajtani.

A végleges modell tervezésekor, figyelembe véve a deszkamoddellel szerzett tapasztalatokat, négyrétegű nyomtatott áramkörü lapon, SMD alkatrészek felhasználásával került kialakításra a rendszer, minimalizálva ezzel a rádiófrekvenciás kommunikáció okozta zajokat.

Összefoglalás:

Az erőmérőcellás mérés nagy biztonsággal volt képes pontos adatokat szolgáltatni a rendszernek, viszont érzékeny volt a zavarokra, melyeket szinte teljesen sikerült kiküszöbölnünk. Az eszköz fogyasztását sikerült a jelenlegi alkatrészekkel

minimalizálnunk, így az adóegység 2db AA ceruzaelemmel akár 480 órát is képes üzemelni, a vevőegység esetében ez az érték nem számít, mivel a jármű akkumulátoráról üzemel. Az egység megfelelően nagy hatótávolsággal képes adatot továbbítani, az adó-vevő modulok hatótávolsága több lépcsőben állítható a jármű felépítésétől függően.

Az eddigi eredmények alapján elmondható, hogy egy megfelelően nagy biztonsággal működő prototípust hoztunk létre, amelynek természetesen további fejlesztésre és tesztelésre van még szüksége ahhoz, hogy valós körülmények között is bevethető termék legyen belőle.

Jövőbeni fejlesztési lehetőségek:

- energiafelhasználás, üzemidő további optimalizálása
- mechanikai felépítés módosítása
- hatótávolság növelése hosszabb szerelvények esetére
- 8-nál több heveder egyidejű kezelése
- grafikus központi visszajelző rendszer, esetleg integrálás a járművek műszerfalába
- más frekvencia alkalmazása

Felhasznált irodalom:

- [1] Barna Györgyné: Rakománybiztonság a közúti fuvarozásban (BME OMIKK Logisztika)
- [2] Jerry Horn, Gordon Gleason: Weigh Scale Applications for the MCP3551

Ruan Lourens, Curtis Kell: Tire Pressure Monitoring (TPM) System
HopeRF Electronic: RFM 22 Data Sheet
Microchip: PIC16F690 Data Sheet