

HÁROMPONT-FÜGGESZTŐ BERENDEZÉS VIZSGÁLATA

STUDY OF THREE-POINT LINKAGE OF POWER MACHINE

Pásztor Judit,¹ Popa-Müller Izolda²

¹ Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Marosvásárhely, Románia, ppjudit@ms.sapientia.ro

² Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Marosvásárhely, Románia, ipmuller@ms.sapientia.ro

Abstract

The three-point linkage serves to interconnect the power machine and the suspended or semi-suspended work machine. It has a role in the operation of the machine group, in towing and in the setup of the machines. Part of the weight of the suspended machine is loaded on the driven wheels, thus increasing the adhesion weight which results in an increase in the tractive force. Understanding the operation of this equipment it is necessary for horticulture, agronomy and landscape architecture future engineers. In this thesis we model the effect of connection points of the three-point linkage on the tractive force in a specific case: that of the suspended plow.

Keywords: *three-point linkage, adhesion weight force.*

Összefoglalás

A hárompont-függesztő berendezés a traktor vázához rögzített, rudakból álló karrendszer, amely három pontban rögzíti és függeszti a csatolt munkagépet. Szerepe van az erőgép-munkagép gépcsoport üzemeltetésében. A vontatás során egytengelyesíti a gépcsoportot, növeli a vonóerőt, és általa a csatolt munkagép néhány fontos beállítása is megtörténik. Ezen berendezés működésének megértése szükségszerű, emiatt nagyon fontos mozzanata a leendő kertészmérnök, agrármérnök, tájépítész műszaki képzésének. A dolgozatban modellezzük a hárompont-függesztő berendezés bekötési pontjainak hatását a vonóerőre egy sajátos esetben, a függesztett ágyeke esetében.

Kulcsszavak: *hárompont-függesztő berendezés, adhéziós súlyerő.*

1. Bevezetés

1.1. A mezőgazdasági erőgép vonóereje

A mezőgazdasági erőgépek vonóerő-kifejtésére, valamint a munkagépek működtetésére alkalmas energia szolgáltatására képesek. Mindenkor üzemeltetési cél a traktor vonóerejének növelése. A vonóerő maximális értékét a talaj és a hajtott kerekek közti tapadás határozza meg:

$$F_{vmax} = \mu \cdot G_{adh} [N], \quad (1)$$

ahol: μ tapadási tényező;

G_{adh} adhéziós súlyerő [N].

Az adhéziós súlyerő a traktor hajtott kerekeire nehezedő súlyerő. Univerzális traktoroknál a

súlyerő 2/3-át, a nagy teljesítményű erőgépek esetében a súlyerő 1/3-át tekintik adhéziós súlyerőnek [1].

A maximális vonóerő növelhető a tapadási tényező, illetve az adhéziós súlyerő növelésével.

Az adhéziós súlyerő növelésének lehetőségei:

- a hajtott kerekre póttömegek rögzíthetők;
- a 4 × 4-es hajtással az erőgép teljes tömege adhéziós súlyerővé alakítható;
- a láncalpak alkalmazásával szintén a teljes tömeg megnyerhető adhéziós súlyerőnek;
- az erőgépre függesztett munkagép tömegének egy része a hajtott kerekeket fogja terhelni, megnyerve azt adhéziós tömegnek.

Jelen cikkben a függesztett munkagép tömegének ráterhelődését tanulmányozzuk a hajtott kekrekre, amely növeli az adhéziós súlyerőt, így vontatásnál vonóerő-növelést vált ki. A munkagép függesztése az erőgépre a hárompont-függesztő szerkezettel történik.

1.2. Erőgép hárompont-függesztő berendezése

A hárompont-függesztő berendezés egy térbeli káros mechanizmus (1. ábra). Részei a karrendszer és az emelőszerkezet.

A karrendszert az 1-es vonókarok, a 2-es függesztőrudak és a 3-as emelőkarok alkotják. Az emelőkarokat a 4-es emelőtengely köti össze. A karrendszer részét képezi egy 5-ös támasztókar is. A vonókarok rögzítését a 6-os feszítőelemek végzik. A függesztőkarok és a felső támasztókar hossza csavarorsóval változtatható.

Az emelőszerkezet a 7-es hidraulikus munkahengerből, egy hidraulikaszivattyúból és vezérlőszelepből áll. A hidraulikus munkahenger közbeiktatásával elfordítható az emelőtengely, ezáltal a csatolt munkagép emelhető, illetve súlylíyszterhető.

A két alsó vonókar és a felső támasztókar erőgéphez való kötése két-három pontban történhet (2. ábra).

A függesztő berendezés egytengelyesíti az erőgép-munkagép gépcsoportot [2]. A hárompont-függesztő berendezés segítségével a munkagépet vízszintesre lehet állítani. A függesztett munkagép tömegének egy része növeli az adhéziós súlyerőt, így szerepe van a vontatásban.

2. Hárompont-függesztő berendezés dinamikai modellezése

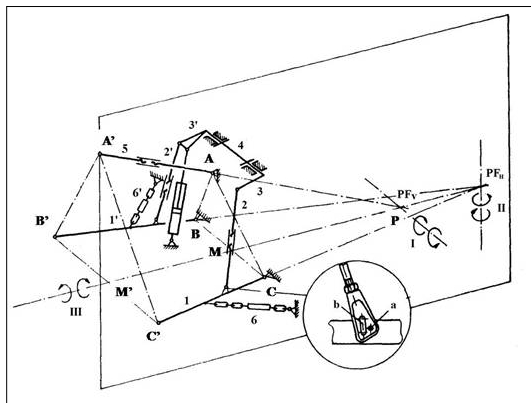
A hárompont-függesztő berendezés vontatásban való szerepét az erőgép és függesztett ágyeke gépcsoportnál, a szántásnál tanulmányozzuk. Dinamikai modellezést végzünk.

A dinamikai modell figyelembe veszi a gépcsoportra ható erőket (3. ábra). A vizsgált erőgép és függesztett munkagép rendszer nem írható le a maga teljességében az összes kölcsönhatást figyelembe véve, így tulajdonképpen lényegkiemelés történik [3]. A szántás során feltételezhető, hogy az erőgép vezetője a 4×4-es hajtást részesíti előnyben.

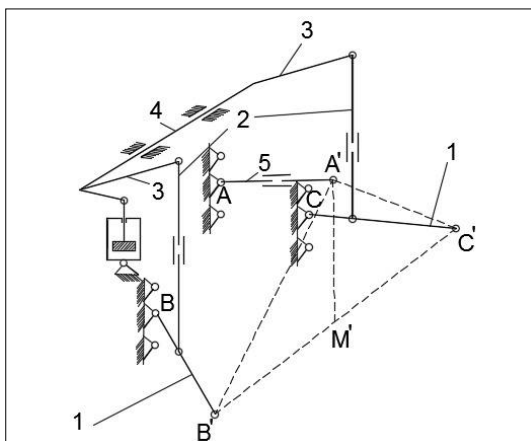
Az adhéziós súlyerő a 4×4-es hajtás során az alábbi összefüggéssel értelmezhető:

$$G_{adh} = R_E + R_H \text{ [N].}$$

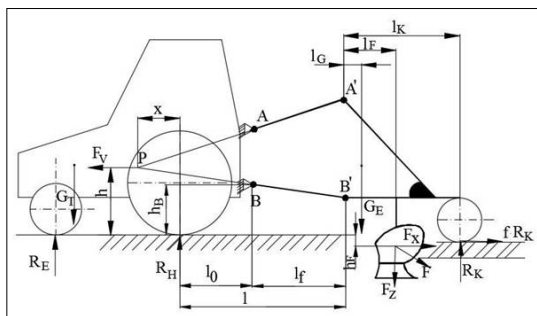
(2)



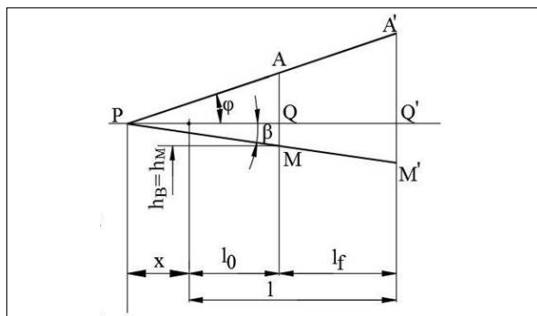
1. ábra. Hárompont-függesztő berendezés vázlata [2]



2. ábra. Hárompont-függesztő berendezés karjainak bekötési lehetőségei



3. ábra. Erőgépen és függesztett ekén vontatás közben jelentkező erők



4. ábra. A hárompont-függesztő berendezés hossz-metszete

1. táblázat. A hárompont-függesztő berendezés bekötési pontjainak jelölése

Támasztókar bekötése		Vonókar bekötése	
Jelölés	φ [°]	Jelölés	β [°]
T_alsó	15	V_alsó	0
T_középső	10	V_középső	5
T_felső	5	V_felső	10

A rendszerre ható erők egyensúlya a függőleges síkban az alábbi:

$$R_E + R_H - G_T - G_E - F_z + R_K = 0 \text{ [N]}, \quad (3)$$

ahol:

- R_E és R_H a traktor kerekei alatt ébredő talajellenállások [N];
- G_T a traktor súlya [N];
- G_E az eke súlya [N];
- F_z a szántás során ébredő talajellenállás függőleges komponense [N];
- R_K a mélységhatároló kerék alatt ébredő talajellenállás [N].

A függesztett munkagép súlyának az erőgép hajtotta kerekeire való átszármaztatása azt eredményezi, hogy a mélységhatároló kerék alatt ébredő R_K talajellenállás nagysága változik. Ezt az erőt

fogjuk kiszámolni. Felhasználjuk, hogy a P függőleges pillanatnyi forgáspontban a munkagépre ható erők nyomatékai egyensúlyban vannak [3]:

$$-R_K \cdot (x + l_K + l) - f R_K \cdot h + G_E \cdot (x + l + l_G) + F_z \cdot (x + l + l_f) - F_x (h_f + h) = 0. \quad (4)$$

A mélységhatároló kerék alatt ébredő R_K erő a (4)-es egyenletből kiszámolható:

$$R_K = \frac{G_E \cdot (x + l + l_G) + F_z \cdot (x + l + l_f) - F_x (h_f + h)}{x + l_K + l + f \cdot h}. \text{ [N]} \quad (5)$$

A (4)-es és (5)-ös összefüggések jelölései: x a pillanatnyi függőleges forgáspont távolsága a hajtott-hátsó tengelytől [m]; h a pillanatnyi forgáspont talajtól mért szintkülönbsége [m]; l , l_P , l_G , l_K a 3. ábrán követhető hosszúságok [m]; l_f és h_f a munkagépen jelentkező talajellenállás támadópontját meghatározó távolságok [m]; f a gördülési együttható [2].

Az (5) összefüggés rámutat az R_K erőt befolyásoló tényezőkre. A dolgozatban a felső támasztókar és az alsó vonókar bekötési pontjainak hatását tanulmányozzuk, amelyek az x , h adatokban tükröződnek.

Az x és h összefüggéseit a hárompont-függesztő berendezés hossz-metszetének (2. ábra) vázlata alapján határoztuk meg (4. ábra).

$$x = \frac{A'M'}{\tan \varphi + \tan \beta} - l_0 - l_f \text{ [m]} \quad (6)$$

$$h = h_B + (x + l_0) \tan \beta \text{ [m]}, \quad (7)$$

ahol:

- φ a felső támasztórud különböző bekötéseit jellemző szög [°];
- β az alsó vonókar bekötéséből származó szög [°];
- h_B és l_0 a 3. ábrán követhető hosszúságok [m];
- $A'M'$ a hárompont-függesztő berendezés $A'B'C'$ munkasíkjának magassága [m]. Ez a magasságméret szabványosított [4].

A rudak rögzítése változtatható (2. ábra). A dolgozatban a támasztókar bekötési pontjait és az alsó vonókarok bekötési pontjait is változtatjuk. Az 1. táblázat összefoglalja a bekötési pontok jelöléseit és az azokhoz rendelt szögek mértékeit.

A támasztókar bekötési pontjai megváltoztatják a φ szög mértékét. A támasztókart az alsó, középső és felső bekötési pontokban rögzítjük, ennek megfelelően a φ szög mértékét 15°, 10° és 5°-osnak tekintjük.

A vonókar bekötési pontjai megváltoztatják a β szög mértékét. Alsó, középső és felső bekötési pontokat vizsgálunk, ennek megfelelően a β szög értékeit 0°, 5° és 10°-osnak tekintjük (1. táblázat).

Ábrázoltuk a P pillanatnyi forgásponthelyzetét a támasztókar három bekötési helyzetének és a vonókarok három bekötési helyzetének függvényében (5. ábra).

A karok bekötési pontjai befolyásolják a P függőleges pillanatnyi forgásponthelyzetét. Minél magasabban rögzülnek a karok, a P pont egyre magasabbra és az erőgép hátsó tengelye felé fog kerülni (5. ábra).

Vizsgáltuk a mélységhatároló kerék alatt jelentkező támadóerő alakulását a felső támasztókar és az alsó vonókarok három bekötési pontjának függvényében. A használt adatok: a PP3-30 eke méretei, a II. kategóriájú függesztő berendezés, ISO 730-1 szabvány szerinti méretei [4] és az U650-es erőgép méretei.

A vonókar alsó bekötési pontja és támasztókar emelése a mélységhatároló kerék alatt jelentkező R_K erő növekedését váltja ki (6. ábra). Ez a munkagép talajra való nagyobb támaszkodását jelenti. Az R_K erő növekedése azt jelenti, hogy a traktor hajtott kerekeire kisebb pótsúlyerő jut, vagyis a munkagép adhéziós súlyerő-növelő hatása kisebb (7. ábra).

A G_{adh} erő a (2-es), illetve a (3)-as összefüggések alapján számolható:

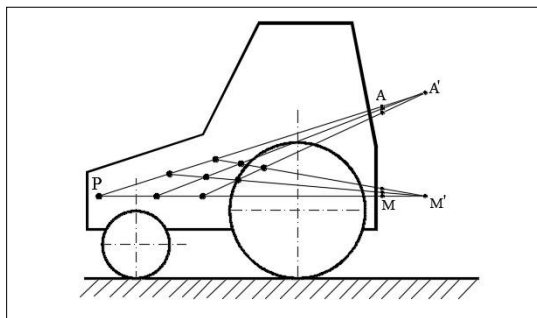
$$G_{adh} = G_T + G_E + F_z - R_K \quad [N]. \quad (8)$$

A (8)-as összefüggés jelölései megegyeznek a (3)-as összefüggés jelöléseivel.

A G_{adh} adhéziós súlyerő változása a függesztő berendezés bekötésének hatására a 7. ábrán látható.

Az adhéziós súlyerő befolyásolja a vonóerőt. A maximális vonóerőt az (1)-es összefüggéssel számoltuk, ahol a $\mu = 0,4$ értéket használtuk [1]. A vonóerő változása a karok bekötésének függvényében a 8. ábrán látható.

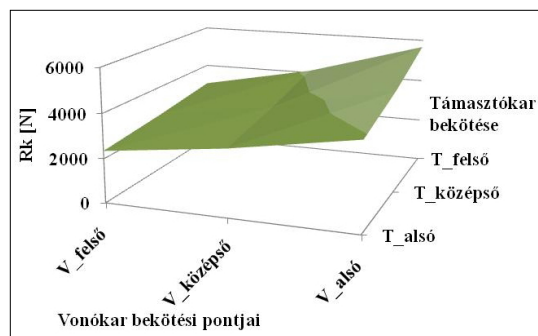
A maximális vonóerő %-os változását a karok bekötésének függvényében a 2. táblázat és a 9. ábra jeleníti meg.



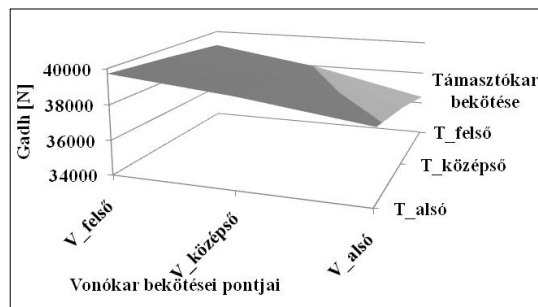
5. ábra. A pillanatnyi függőleges forgásponthelyzetét a hárompont-függesztő berendezés bekötésének függvényében

2. táblázat. Hárompont-függesztő berendezés bekötésének %-os hatása az adhéziós súlyerőre és vonóerőre

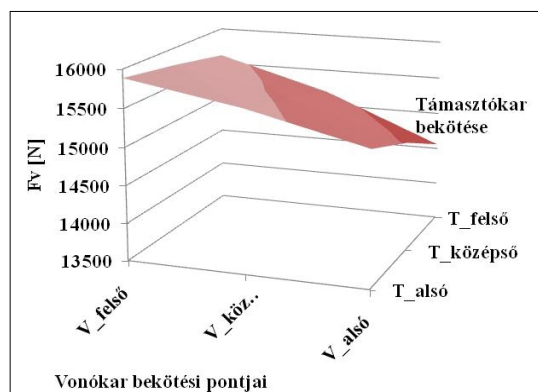
Bekötések hatása	V_felső %	V_középső %	V_alsó %
T_alsó	13,81	11,97	9,41
T_középső	12,93	10,59	7,22
T_felső	11,85	8,81	4,28



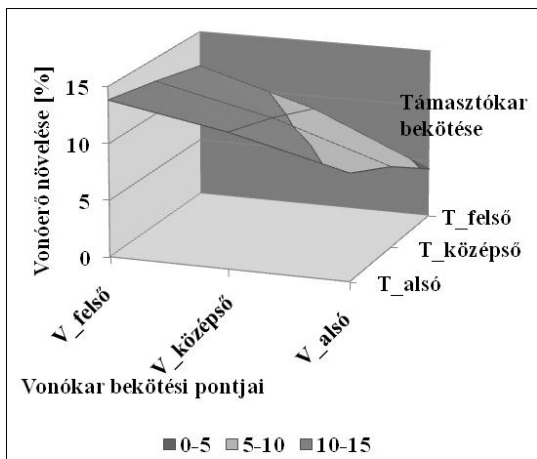
6. ábra. A hárompont-függesztő berendezés bekötési pontjainak hatása a R_K erőre



7. ábra. A hárompont-függesztő berendezés bekötési pontjainak hatása az adhéziós súlyerőre



8. ábra. A hárompont-függesztő berendezés bekötési pontjainak hatása a vonóerőre



9. ábra. A vonóerő-növekedés mértéke

A legnagyobb vonóerő-növekedést az a bekötés okozza, ahol legnagyobb a karok közti szög mértéke, jelen esetben a támasztókar alsó bekötése és a vonókar felső pontba való bekötése.

3. Következtetések

A hárompont-függesztő berendezés karjainak bekötése hatással van a P pillanatnyi függőleges forgásponthelyzetére.

A függesztett munkagép mélységhatároló kereke alatt jelentkező talajellenállás nagysága a hárompont-függesztő berendezés karjainak különböző pontokban való bekötésének köszönhetően változik. A legkisebb talajellenállás a legnagyobb pótsúlyzó hatást váltja ki. Ez a támasztókar alsó

bekötésével és a vonókar felső pontba való bekötésével érhető el. Tehát minél közelebb található a P pillanatnyi függőleges forgáspont a hátsó tengelyhez, annál nagyobb a függesztett munkagép pótsúlyzó hatása. Az adhéziós súlyerő és a vonóerő is itt a legnagyobb a függesztett munkagép esetében.

A hárompont-függesztő berendezés karjainak különböző bekötésével a függesztett munkagép, a tanulmányozott körülmények között, 4,28–13,81%-os vonóerő-növekedést vált ki.

A matematikai modellek szemléltetik, magyarázzák a jelenséget, alkalmasak további kutatásokra, az erőgép vonóhorog-teljesítményének és a tüzelőanyag-fogyasztás alakulásának vizsgálatára a hárompont-függesztő karrendszer bekötésének hatására.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Szendrő P.: *Géptan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2003. 96–191.
- [2] Ormenisan A. N.: *Theoretical and experimental research concerning the influence of automatic control systems of the tractor linkage mechanisms on the dynamics and energetics of ploughing units*. Summary of PhD Thesis, UTBV, Brassó, 2014. 20–25.
- [3] Máté M.: *Műszaki mechanika – kinematika*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010.
<https://doi.org/10.36242/mtf-10>
- [4] Varga V.: *Az univerzális traktorok vonószerkezete és hárompont-függesztő szerkezete*. Agrofórum, 19/7. (2008) 88–91.