

Erőgép-függesztett ágyeke dinamikai egyensúlyának vizsgálata

Study of the dynamic equilibrium of the tractor-suspended plough

dr. PÁSZTOR Judit¹, dr. ILYÉS Szilárd¹, dr. POPA-MÜLLER Izolda¹,
dr. EGYED-FALUVÉGI Erzsébet¹, FARMOS Rudolf László¹

¹Sapientia EMTE, Műszaki és Humántudományok Kar / Sapientia University, Faculty of Technical and Humanities Science / Marosvásárhely / Târgu Mureș, 540485, O.p. 9, C.p. 4, Șoseaua Sighișoarei 1C., Tel.: +40 265 208 170, Fax: +40 265 206 21, E-mail: pjudit@ms.sapientia.ro

Abstract

Ploughing is basic tillage; its machine is the plough. During ploughing, the plough rotates the soil, while shredding, loosening and mixing the cultivated soil layer. Accurate knowledge of the operation of the plough is very important from the point of view of the soil and the favorable energy consumption, and thus also indirectly from the point of view of the environment. Understanding the equilibrium conditions of the plough is a necessary, important aspect of the technical training of a future horticultural engineer, agricultural engineer, landscape architect. The paper plans to help with this.

Keywords: plough, adjustment, stability, mathematical model.

Kivonat

A szántás alapvető talajmunka, munkagépe az eke. A szántás során az eke forgatja, miközben aprítja, lazítja, keveri a megmunkált talajréteget. Az eke működésének pontos ismerete nagyon fontos a talaj, a kedvező energiafelhasználás, így közvetve a környezet szempontjából is. Az eke egyensúlyi feltételeinek megértése szükséges, fontos mozzanata a leendő kertészmérnök, agrármérnök, tájépítész műszaki képzésének, rávilágít az eke beállításának fontosságára, hozzájárul a beállítások jobb megértéséhez. A dolgozat ehhez kíván segítséget nyújtani.

Kulcsszavak: eke, beállítás, egyensúly, súlypont.

1. Bevezetés

Az eke a talajművelés egyik fontos gépe. A talajművelés mechanikai beavatkozás, amely során megváltoztatják a talaj fizikai állapotát, méretösszetételét, víz és levegőáteresztő képességét, gyomosságát, tápanyagtartalmát. Az eke a talaj forgatását biztosító munkagép. A barázda átfordítása történhet csak jobbra, ez ágyekével valósul meg, és az átfordítás történhet jobbra és balra is, ezt a váltva forgató ekék végzik. Az eke traktorhoz való kapcsolása alapján lehet vontatott, függesztett vagy félig függesztett eke [1]. Jelen dolgozat a függesztett ágyekét tanulmányozza. Egy függesztett ágyeke felépítése az 1. ábrán látható.



1. ábra

Két eketestes ágyeke felépítése

Az 1-es ekevas kivágja a talajszeletet és a 2-es kormánylemezre vezeti, emeli. A kormánylemez oldalra tereli és átfordítja a talajszeletet. A 3-as ekenádnak támasztó szerepe van. Az ekevasat, kormánylemezt és az ekenádat a 4-es eketörzs köti össze, és együtt alkotják az eketestet. Az ekenád az eketestet a sima barázdafalon megtámasztja. Az ekenád végén levő 5-ös csúszótalp csökkenti a súrlódásokat és az ekenád kopását. A 6-os gerendely rögzíti az eketesteket és a 7-es mélységátaroló kereket. A 8-as függesztőkeret az erőgéphez való kapcsolásra szolgál, [1]. A kapcsolat a hárompont-függesztő berendezéssel történik. A függesztő berendezés karjain adódik át a traktor vonóereje a munkagépnek, és a munkagép beállításában is fontos szerepe van, [4].

Az eke munkája iránti elvárások: a szántási mélység és fogásszélesség legyen állítható és állandó a munkálat során; a kiemelt és átfordított barázdaszeletet aprítsa, lazítsa, a növényi maradványokat és trágyát jól borítsa be talajjal; a barázda alja legyen vízszintes, sima, hogy az esővíz ne álljon meg az esetleges mélyedésekben; a barázdafal legyen függőleges és sima, hogy az erőgép-eke gépcsoport egyenes mozgása biztosítva legyen a szántás közben; ne maradjon szántatlan terület a fogások között. Az ekemunka követelményei az eke tervezésének, beállításának és üzemeltetésének alapjául is szolgálnak [6].

Az eke beállítása során munkamélységet, hossz- és keresztirányban vízszinteséget, és munkaszélességet állítanak.

A terepen való szántás során megfigyelhető, hogy gyakran a traktor jobboldali kerekei az előző fogásból származó barázda alján járnak.

A dolgozatban annak járunk utána, hogy a traktor ezen helyzete hogyan befolyásolja az eke üzem közbeni egyensúlyát.

2. Kidolgozás

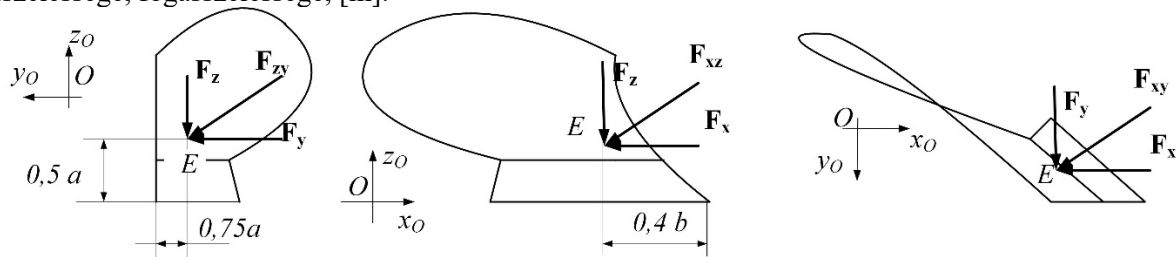
Meghatározzuk: a jelenség szempontjából fontos erőket [1], [2], [3], [4], [7]; az erőgép-eke üzemeltetése során alkalmazandó modellt a jelenség szempontjából megfelelő síkokban, tengelyek mentén; a barázda alján való járás eredményeként az erőgép-eke gépcsoporton jelentkező nyomatókváltozásokat.

Erők meghatározása

Az eketesteken a talaj részéről ellenállások jelennek meg, amelyek az eketest egy pontjába koncentrálnak [1], 2.ábra. Az $xOyz$ mozgó koordináta rendszerben az ekestre ható erő komponensei F_x , F_y és F_z . Az F_x a vágóerőt jelenti, az F_y az oldalirányú talajelmozdítás miatt jelenik meg, és az F_z a kivágott talaj emeléséért felel. A közöttük lévő összefüggéseket az (1) egyenletek jelenítik meg, [1].

$$F = \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -n k_0 a b \\ 0,33 F_x \\ -0,2 F_x \end{bmatrix}, \quad (1)$$

ahol: n az eketestek száma; k_0 a fajlagos talajellenállás, $[N/m^2]$; a a szántás mélysége, $[m]$; b az eketest munkaszélessége, fogásszélessége, $[m]$.



2. ábra

Ekén megjelenő talajellenállási erők

Erőgép üzemi helyzetének meghatározása

A traktor tengelyének helyzetét a τ szöggel jellemezzük, 3-a.ábra:

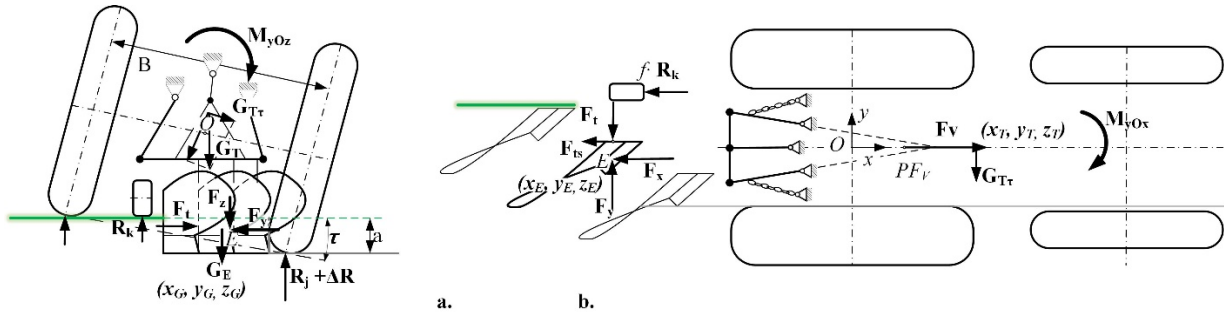
$$\sin \tau = \frac{a}{B}, \quad (2)$$

ahol: a a munkamélység, $[m]$; B a hátsó nyomtáv, $[m]$.

Gépcsoport dinamikai vizsgálata

A szántás során az erőgép-eke gépcsoporton megjelenő erőket a keresztirányban az Ox tengely mentén és a hosszirányban az Oz tengely mentén figyeljük meg, 3.ábra, [7]. A modelleken látható erők: a traktor hosszitengelye mentén, a PV_V pontban hat az F_V vonóerő; a traktor G_T súlyerő és a $G_{T\tau}$ súlyerő komponense az (x_T, y_T, z_T) koordinátájú pontban hat, amely a traktor hosszanti középvonalában található; a traktor bal oldali kerekei alatt megjelenő talajellenállás R_b és a jobb oldalon megjelenő talajellenállás R_j , nagyságuk $\pm \Delta R$ -rel

változik a barázda alján való járás hatására; az eken megjelenő az F_y , F_z talajjellenállások, amelyeket egyezményesen a középső eketesten, az $E(x_E, y_E, z_E)$ koordinátájú pontban ábrázoljuk; az ekenádon hat az F_t nyomóerő és F_{ts} az súrlódási erő; a mélységhatároló kerék alatt megjelenik az R_k talajjellenállás és az fR_k gördülési ellenállás; az eke G_E súlyereje a súlypontban hat, amely koordinátái (x_G, y_G, z_G) .



3. ábra

Erőgép-ágyeke gépcsoport dinamikai modellje: a-keresztirányú függőleges síkban; b- hosszirányú vízszintes síkban

Keresztirányú vizsgálat: Erőgép-ágyeke gépcsoporton a hátsó tengely középpontjában, az O pontban tapasztalható, Ox tengely menti, nyomaték a 3-a.ábra alapján számolható:

$$-M_{yOz} = -z_T G_T \sin \tau - F_z y_E - F_y z_E - G_E y_G + F_t z_E - R_k y_k - (R_b - \Delta R) \frac{B}{2} + (R_j + \Delta R) \frac{B}{2}. \quad (3)$$

Csak az erőgépet figyelve és tudva, hogy az erőgép vízszintes mozgása során a jobboldali és baloldali kerekek alatt azonos talajjellenállás ébred, különösen a szántás során alkalmazott 4x4-es hajtás esetén, így kiszámítható a barázdában járás következtében kialakuló ΔR talajjellenállás-különbség:

$$-(R_b - \Delta R) \frac{B}{2} + (R_j + \Delta R) \frac{B}{2} - z_T G_T \sin \tau = 0 \quad (4)$$

$$R_b = R_j = G_T / 2, \quad (5)$$

$$\Delta R = \frac{z_T G_T \sin \tau}{B}. \quad (6)$$

Az ekenádon megjelenő erő megtámasztja az eketestet, tehát:

$$-F_t + F_y = 0 \quad (7)$$

Az (6) és (7) összefüggések segítségével kiszámítható az M_{yOz} :

$$M_{yOz} = F_z y_E + G_E y_G + R_k y_k. \quad (8)$$

A (8)-es összefüggés rámutat arra, hogy a keresztirányú függőleges síkban jelentkező nyomatékváltozás független a traktor súlyerejének keresztirányú komponensétől.

A hosszirányú vizsgálat, 3-b.ábra: Az eke vízszintesen mozog, beállítása akkor szakszerű, ha a hárompontfüggesztő-berendezés felső támasztó karjának képzeletbeli meghosszabbítása és az alsó vonókarok síkja egy pontban, a PF_V függőleges pillanatnyi forgáspontban találkoznak. Itt érvényesül az erőgép F_v vonóereje, [4], [5]. Javasolt, hogy ez a pont vontatáskor a traktor hosszanti középvonalában legyen. A vonókarok meghosszabbításai a PF_H vízszintes pillanatnyi forgáspontban találkoznak, amely javasolt, hogy a traktor középvonalában legyen. A traktor súlypontjában megjelenik a G_T súlyerő keresztirányú komponense.

Erőgép-ágyeke gépcsoporton a hátsó tengely középpontjában, az O pontban tapasztalható nyomaték, az Oz tengely mentén a 3-b.ábra alapján számolható:

$$-M_{yOx} = -G_T \sin \tau x_T - F_x y_E - F_y x_E + F_t x_E - F_{ts} y_E + f R_k y_k \quad (9)$$

Felhasználva a (7)-es összefüggést, (9)-es összefüggés új alakja:

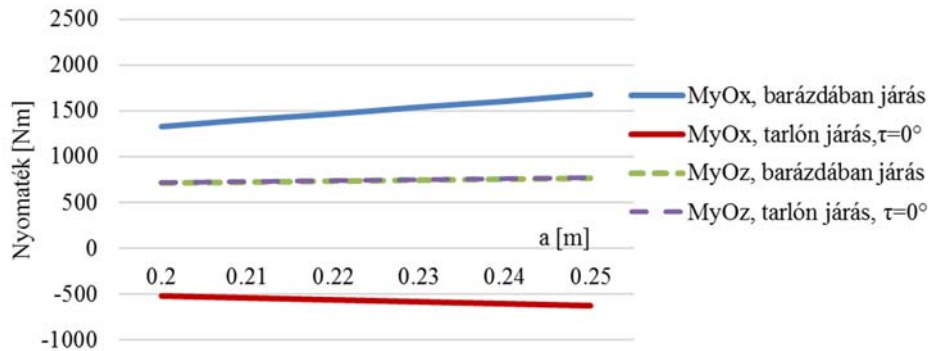
$$M_{yOx} = G_T \sin \tau x_T + F_x y_E + F_{ts} y_E - f R_k y_k, \quad (10)$$

ahol: x_E és y_E az E pont koordinátái, [m]; x_T az erőgép súlypontjának koordinátája [m]; y_k a mélységhatároló kerék helyzetét jellemző koordináta [m]; f a gördülési együttható [-]; μ az ekenád és talaj közti súrlódási együttható [-].

Az (10)-es összefüggés rámutat arra, hogy a hosszirányú vízszintes síkban jelentkező nyomatókváltozásban a traktor súlyerejének keresztirányú komponense is részt vesz.

Az (1), (3), (8), (10) összefüggések feltárják a nyomatókváltozást kiváltó tényezőket. A munkamélység függvényében meghatározott és ábrázolt nyomatók a 4. ábrán láthatók.

A használt adatok a PP3-30 eke méretei, adatai: $b=0,30$ m, $n=3$, $y_G=-0,1$ m, $y_E=0,05$ m, $z_E=a/2$ m, $y_K=0,2$ m, $G_{eke}=5000$ N. A traktor adatai: $x_T=0,4$ m, $B=1,5$ m, $G_T=35000$ N. A talaj ellenállását vályogos talajra választottuk, ebben az esetben $k_0=40000$ N/m², $f=0,1$, $\mu=0,25$ [8]. A diagramon a $\tau=0^\circ$ érték esetén traktor kerekei a tarlón járnak.



4. ábra

Erőgép jobboldali kerekeinek a barázda alján való járás miatt kialakuló nyomatókváltozásai

3. Következtetések

A munkamélység az erőgépen nyomatéknövekedést vált ki és növeli a kerekek alatti talajellenállás-különbséget.

A matematikai modellek rámutatnak arra, hogy a keresztirányú függőleges síkban jelentkező nyomatókváltozást nem befolyásolja a jobboldali traktorkerekek barázda alján való járása. A hosszirányú vízszintes síkban a traktor súlyerejének keresztirányú komponense viszont olyan nyomatókot hoz létre, amely az erőgépet jobbra fordítja. Emiatt az eke a barázdafalnak feszül, nő az ekenád és barázdafal közti súrlódás. A nagyobb nyomaték ugyanakkor terheli a kormány szerkezetet, és az erőgép nyugodt egyenesvonalú mozgása elmarad.

Az eke pontos beállítása elengedhetetlen a kedvező üzemeltetéshez.

Az eke súlypontjának helyzete befolyásolja az erőgép-eke stabil üzemeltetését. Nagyon fontos az eke súlyponti helyzetének pontos ismerete, meghatározása.

Irodalmi hivatkozások

- [1] Szendrő, P. *Mezőgazdasági gépszerkezetek*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 2000.
- [2] Máté, M. *Műszaki mechanika – kinematika*, EME Kiadó, Kolozsvár, 2010.
- [3] Bulgakov, V., Adamchuk, V., Nadykto, V., Kistechok, O., Olt, J. Theoretical research into the stability of motion of the ploughing tractor-implement unit operating on the „push-pull” principle, *Agronomy Research* 15(4), 2017, p.1517- 1529, <https://doi.org/10.15159/AR.17.069>.
- [4] Ormenișan, 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, UTBv Kiadó, 2014, p.19-37, <http://old.unitbv.ro/Portals/31/Sustineri%20de%20doctorat/Rezumat2014/OrmenisanAlexe.pdf>. (2019.01.24.)
- [5] Pásztor, J., Ilyés, Sz., Popa-Müller, I., Egyed-Faluvégi, E.: *Eke beállítás és stabilitás vizsgálat, Study of Plough Setting and Stability*. EMT, XXX. OGÉT 2022, p.88-91. <https://ojs.emt.ro/oget/article/view/795/764>.
- [6] Tudor, A., Glodeanu, M., *Exploitation of agricultural machines*, Sitech Publishing House, Craiova, 2009.
- [7] Nutescu, C., David, L., Matache, M., Gageanu, I., *Research on the Draft Force Estimation of Variable Width Ploughs*, U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 83, 2021, p.285-296. https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full82a_173378.pdf. (2022.02.11).