

ALTALAJLAZÍTÓ MUNKAESZKÖZ KINEMATIKAI ÉS DINAMIKAI VIZSGÁLATA

RESEARCH ABOUT THE KINEMATICS AND THE DYNAMICS OF THE SUBSOILER'S WORKING TOOL

Pásztor Judit¹, Forgó Zoltán²

¹Sapientia EMTE, Műszaki és Humántudományok Kar, Cím: 540485, Románia, Marosvásárhely/Koronkai Segesvári út 1C, postacím: O.p. 9, C.p. 4, tel: +40 265 206 210, fax: +40 265 206 211, levelezési cím: pjudit@ms.sapientia.ro

²Sapientia EMTE, Műszaki és Humántudományok Kar, Románia, Cím: 540485, Románia, Marosvásárhely/Koronkai Segesvári út 1C, postacím: O.p. 9, C.p. 4, , tel: +40 265 206 210, fax: +40 265 206 211, levelezési cím: zforgo@ms.sapientia.ro

Abstract

The preparation of the seedbed represents an essential work for the growth and development of plants. It is an important consumer of energy. The subsoiler is meant to carry out the basic works in the cultivated land. In this paper we study the kinematics and the dynamics of subsoiler's tillage tools.

Keywords: subsoiler, kinematics, dynamics

Összefoglalás

A talaj előkészítése nagyon fontos a termesztett növények számára. A gépek munkája hatással van a talaj fizikai-mechanikai tulajdonságaira, közvetve a növényekre, ezért megválasztásuk és üzemeltetésük nagy körültekintést igényel. Az altalajlazító a talajművelés alapgépe. Dolgozatunkban az altalajlazító munkaeszköz kinematikai egyenleteit határozzuk meg, amelyek segítségével dinamikai vizsgálatokat végzünk.

Kulcsszavak: altalajlazító, kinematika, dinamika

1. Bevezetés

A talajművelés mechanikai beavatkozás. Célja a termesztendő növény számára kedvező talajállapot kialakítása.

A talajművelés alpműveletekre, magány-előkészítésre és tarlómunkákra osztható. Az alpműveletek a legmélyebb beavatkozások, amelyek forgatással vagy forgatás nélkül történhetnek [1].

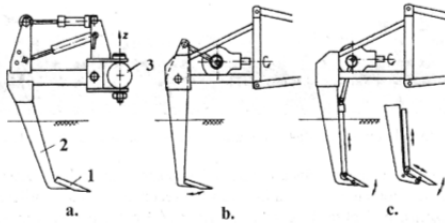
Az altalajlazító az a munkagép, amely a mélyebb talajrétegek lazítását forgatás nélkül valósítja meg. Így a talaj művelt rétegét mélyíti, az alsó réteget lazítja, javítva a víz-

és levegőháztartást. Elősegíti a mély gyökérzetű növények jobb fejlődését. Az eke-talpbetegség megelőzésére és megszüntetésére is alkalmas.

Az altalajlazító munkagépeket a talajművelő eszközeik mozgásviszonyai, munkavégzésük jellegzetessége alapján két fő csoportba lehet sorolni. Passzív és aktív művelőeszközökkel felszerelt altalajlazítókat különböztethetünk meg.

Passzívnak tekintjük azt az eszközt, amely a munkagépre mereven van rögzítve, a kerethez képest önállóan nem mozdul el, csak a traktor által meghatározott főmoz-

gást végzi (1a. ábra). Aktív talajművelő eszköznek tekintjük azt a művelőelemet, amely a gép főmozgása, a haladó mozgás mellett kényszerhajtás következtében mellélműködést végez (1b-c. ábra). E két mozgás együttes hatására jön létre az elérni kívánt talajmunka [3].



1. ábra. Altalajlazító szerszámok:
 a - passzív művelőszerszám,
 b - rezgő művelőszerszám,
 c - lengő művelőszerszám [4]

Dolgozatunkban a lengőmozgást végző altalajlazító eszközt vizsgáljuk.

A gépüzemeltetés mindenkori célja a növény által igényelt magágy lehető legkevesebb menetszámmal és kedvező energiafelhasználással való biztosítása. A mozgáspályák matematikai modellezése alapján tanulmányozható a munkaeszköz mozgása. A kinematikai egyenletek alapján felírhatók a munkaeszköz dinamikai egyenletei. A kinematikai és dinamikai egyenletek segítségével számolható a munkagép energiaigénye.

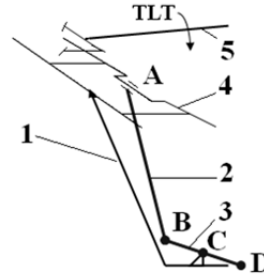
2. Kidolgozás

2.1. Az altalajlazító munkaeszköz kinematikai egyenletei

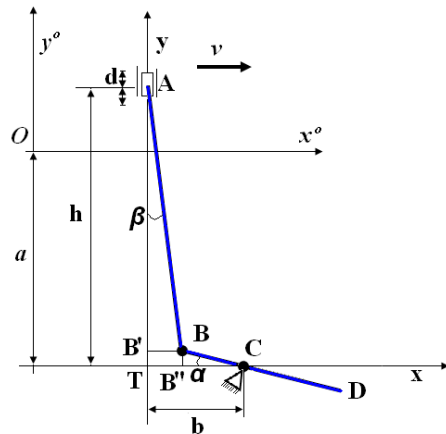
Az altalajlazító felépítését az 2. ábra szemlélteti.

Az 1-es szerszámszár előtt mozog a 2-es függesztőkar. Hajtása a 4-es térben kitérő tengelyről történik, amely az erőgép teljesítményleadó tengelyéről kapja a hajtását lassító áttételen keresztül. Az 5-ös TLT

tengely fordulatszámát egyezményes, 540 ford/min. Az AB függesztőkar a 3-as BD szerszámszámot mozgatja, amely a C pont körül lengő mozgást végez [7].



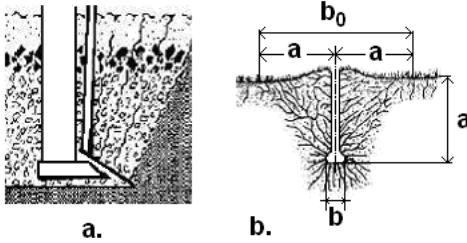
2. ábra. Altalajlazító munkaeszköze



3. ábra. Altalajlazító mechanizmusa

$D(x_D, y_D)$ pont a lazítószerszám hegyét jelképezi. A vontatás hatására a lazítószerszám és szerszámszár elvágja, hasítja a talajt. Az elhasított talajban a szerszám ék-ként halad előre, a talaj megemelkedik a szerszám felületén, majd lemaradva az ék után szétaprózik. Ezáltal megnő a fajlagos térfogata, javul a talaj levegő- és víz-háztartása. A lengőmozgás hatására a hasítás előtt szétöredezik, lazítódik a talaj. Ebben a lazított talajban könnyebb a szer-

számszár és szerszám előrehaladása, így csökken a munkagép vonóerőigénye **4. ábra**. A **4. ábrán** követhető, hogy az átmunkált talajkeresztmetszet az a munkamélységtől függ. A talaj belső surlódásának hatására a lazítás $b_0=2a$ szélességben érzékelhető [1], [2].



4. ábra. Lazítószerszám munkája:
 a - az előrehaladással párhuzamos síkban,
 b - az előrehaladásra merőleges síkban

Az lazítóhegy, $D(x_D, y_D)$ pont, kinematikai egyenletei az xTy mozgó koordináta rendszerben a következő összefüggésekkel adhatók meg, [5], [6]:

$$A \begin{cases} x_A = 0 \\ y_A = h + d \sin \varphi \\ \varphi = \omega \cdot t \end{cases} \quad (1)$$

$$B \begin{cases} x_B = b - BC \cdot \cos \alpha \\ y_B = BC \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (2)$$

$$D \begin{cases} x_D = b + CD \cdot \cos \alpha \\ y_D = -CD \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (3)$$

ahol ω a hajtótengely szögsebessége, rad/s; t az idő, s; b, h, d [8]konstrukciós adatok, mm, α és β működést jellemző adatok, **3. ábra**.

Az ABB' és CBB'' derékszögű háromszögek szögfüggvényei segítségével elvégezzük a megfelelő behelyettesítéseket, és az alábbi összefüggésekhez jutunk:

$$\begin{cases} y_A - BC \cdot \sin \alpha = AB \cdot \cos \beta \\ b - BC \cdot \cos \alpha = AB \cdot \sin \beta \end{cases} \quad (4)$$

A (4) összefüggéseket összevonjuk:

$$y_A^2 + b^2 + BC^2 - 2y_A \cdot BC \sin \alpha - 2 \cdot b \cdot BC \cdot \cos \alpha = AB^2 \quad (5)$$

Az (5) egyenlet megoldásához trigonometriai azonosságokat használunk, amelyek az alábbi másodfokú egyenlethez vezetnek [6], [9]:

$$(n + p) \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2} - 2m \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + p - n = 0 \quad (6)$$

ahol:

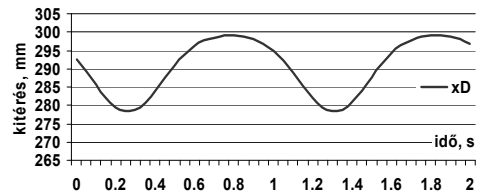
$$\begin{aligned} m &= -2y_A BC \\ n &= -2b \cdot BC \end{aligned} \quad (7)$$

$$p = AB^2 - y_A^2 - b^2 - BC^2.$$

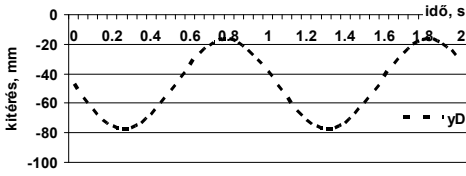
A (6) egyenlet megoldásai közül az α hegyesszög értékeit választjuk.

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{m \pm \sqrt{m^2 + n^2 - p^2}}{n + p} \quad (8)$$

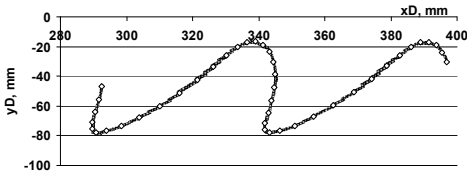
Az α szög ismeretében meghatározhatók a lengőmozgást végző $D(x_D, y_D)$ pont kitérései és pályagörbéje, amelyek az **5., 6., 7. ábrán** követhetők.



5. ábra. Aktív talajlazító vízszintes kitérése



6. ábra. Aktív talajlazító függőleges kitérése



7. ábra. Aktív talajlazító szerszám pályája

A $D(x_D, y_D)$ pont pályagörbéje az $^o x O^o y$ álló koordináta-rendszerben a következő transzformációs matrixszal határozható meg:

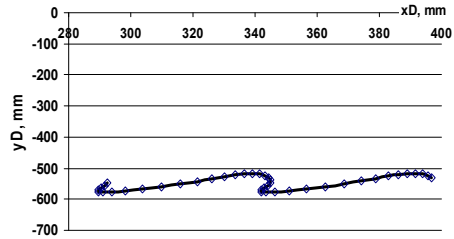
$$D_{xOy} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & v \cdot t \\ 0 & 1 & 0 & -a \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (9)$$

ahol v a munkagép sebessége, mm/s; a a munkamélység, mm. A jelölések a 3. ábrán követhetők.

A D pont kinematikai egyenletei az álló koordináta-rendszerben az alábbiak:

$$D_{xOy} \begin{cases} {}^0 x_D = b + CD \cdot \cos \alpha + v \cdot t \\ {}^0 y_D = -CD \cdot \sin \alpha - a \end{cases} \quad (10)$$

Az aktív talajlazító szerszám pályája mélylazítás közben a 12. ábrán követhető. Megállapítható, hogy a mozgásegyenletek leírják a várt, a szakirodalomban fellelhető ábrát, így a kinematikai egyenletek helyeseknek tekinthetők, és alkalmasak a további vizsgálatok elvégzéséhez.



8. ábra. Aktív talajlazító szerszám pályája munka közben

2.2. Az általajlazító munkaeszközének dinamikai egyenletei

A dinamikai modellek megalkotásához felhasználjuk az $D(x_D, y_D)$ lazítószerszám csúcsának mozgásegyenleteit.

A dinamikai modellek a következők:

- sebességmodellek (11);
- gyorsulásmodellek (12).

$${}^o \dot{x}_D = v_{x_D} = -CD \sin \alpha \cdot \dot{\alpha} + v \quad (11)$$

$${}^o \dot{y}_D = v_{y_D} = -CD \cos \alpha \cdot \dot{\alpha}$$

$$a_{x_D} = -CD \cos \alpha \cdot (\dot{\alpha})^2 - CD \sin \alpha \cdot \ddot{\alpha}$$

$$a_{y_D} = CD \sin \alpha \cdot (\dot{\alpha})^2 - CD \cos \alpha \cdot \ddot{\alpha} \quad (12)$$

A (11) és (12) összefüggésekben szereplő $\ddot{\alpha}$ meghatározása az (1) és (5) összefüggések deriválásával történik:

$$\dot{y}_A = d \cdot \omega \cdot \cos \varphi \quad (13)$$

$$y_A \dot{y}_A - BC \cdot \dot{y}_A \sin \alpha -$$

$$- BC \cdot y_A \dot{\alpha} \cdot \cos \alpha + BC \cdot b \cdot \dot{\alpha} \sin \alpha = 0 \quad (14)$$

A (13) és (14) egyenletekből kifejezhető az $\dot{\alpha}$, az α és φ szögek függvényében:

$$\dot{\alpha} = \frac{d \omega \cdot \cos \varphi \cdot [BC \sin \alpha - (h + d \sin \varphi)]}{[(h + d \sin \varphi) \cdot \cos \alpha - b \cdot \sin \alpha] \cdot BC} = \frac{M}{N} \quad (15)$$

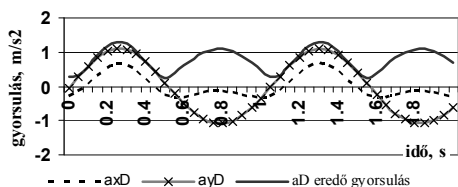
A (15) kifejezés deriválásával kiszámítható az $\ddot{\alpha}$ összefüggése:

$$\ddot{\alpha} = \frac{\dot{M} \cdot N - M \cdot \dot{N}}{N^2} \quad (16)$$

ahol M a (15) kifejezés számlálója és N a kifejezés nevezője. M és N idő szerinti deriváltjai:

$$\begin{aligned} \dot{M} &= -d\varpi^2 \sin \varphi (BC \sin \alpha - y_A) + \\ &+ d\varpi \cos \varphi (BC \cdot \dot{\alpha} \cdot \cos \alpha - \dot{y}_A) \quad (17) \\ \dot{N} &= BC(b \cdot \dot{\alpha} \cdot \cos \alpha - \dot{y}_A \cos \alpha + \\ &+ y_A \cdot \dot{\alpha} \cdot \sin \alpha) \end{aligned}$$

Az altalajlazító-szerszám gyorsulásai a (12) összefüggésekkel számolhatók és a 9.ábrán figyelhetők meg.



9. ábra. Altalajlazítószerszám gyorsulása

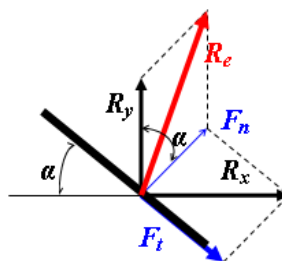
Az altalajlazító pályáján két szakasz különíthető el. Az a_{yD} grafikonját követve:

- új helyzetbe vonulás-lassítás, (0,5 s-1s),
- gyorsulás-emelés, (1s-1,5 s).

A szerszám tömegének és gyorsulásának ismeretében számolható a szerszámra ható erők nagysága, (18).

$$\begin{aligned} \vec{R}_x &= m \cdot a_{xD} \\ \vec{R}_y &= m \cdot a_{yD} \end{aligned} \quad (18)$$

Az erők ismeretében vizsgálható a lazítószerszámra ható erők feladata, 10.ábra. F_t vágóerő a szerszám mentén jelentkezik, az R_x erőkomponens a szerszám ékfelületével párhuzamos összetevője.



10.ábra. A lazítószerszámra ható erők

A függőleges R_y erő az ékfelületre merőleges F_n összetevővel együtt az emelést biztosítja. Eredőjük az R_e erő, amely a (19) egyenlet harmadik tagjával számítható.

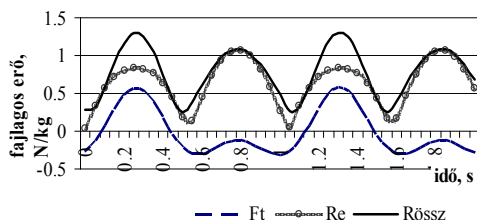
$$\begin{aligned} F_t &= R_x \cos \alpha \\ F_n &= R_x \sin \alpha \quad (19) \end{aligned}$$

$$R_e = \sqrt{R_y^2 + F_n^2 - 2R_y F_n \cos \alpha}$$

Az $R_{össz}$ az R_x és R_y erők eredője:

$$R_{össz} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (20)$$

Az erők fajlagos értékei a 11.ábrán láthatók.



11. ábra. Talajlazító szerszámra ható erők fajlagos értékei

3. Következtetések

- R_x , vízszintes komponens a talaj vágására és a talaj emelésére fordítódik.
- R_y , függőleges komponens a kivágott talajszeletet emeli, a lazítást végzi.

- A fajlagos erők és az alkotórészek tömegének ismeretében számítható a munkagép hajtóerő- és teljesítményigénye.
- Az aktív munkaeszközök erőteljesen előlazítják a talajt, így kevesebb a munkagép vonóerőigénye, kisebb a vontatásnál jelentkező csúszási veszteség, ezért nedvesebb talajviszonyok közt is alkalmazható.
- A talajlazítók az energiatakarékos talajművelés gépei, a talaj lazítását forgatás nélkül végzik, így a vonóerőigény lényegesen kisebb, mint az azonos talajkeresztmetszetet át-munkáló ekéké.
- A kinematikai és dinamikai egyenle-tek további kutatások alapjául szolgál-nak.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Brătucu Gh.: *Tehnologie agricolă*. Universitatea Transilvania, Braşov, 1999.
- [2] Căpăţână I.: *Aspecte teoretice privind dinamica sistemului tractor-subsolier*. INMATEH III, Bucureşti, 2007. 183–191.
- [3] Láng Z.: *A zöldség-, dísznövény- és szaporítóanyag – termesztés berendezései és gépei*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1999, 53–54;
- [4] Naghiu Al.: *Maşini şi instalaţii agricole*. Vol. I. Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2004.
- [5] Máté, M.: *Műszaki mechanika – kinematika*. EME Kiadó, Kolozsvár, 2010.
- [6] Papp I.: *Mechanizmusok elmélete*. Scientia Kiadó, Kolozsvár, 2010.
- [7] Pásztor J., Forgó Z.: *Ásógép kinematikája és munkaminőségi mutatóinak vizsgálata növényházban*. Műszaki Szemle, Kolozsvár, 2009. 310–314.
- [8] Ripianu A.: *Mecanica tehnică*. Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1972. 210;
- [9] Sztachó-Pekáry I., Szendrő P.: *Példák mezőgazdasági géptanból*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 1997.