

Talajmaróval és forgóboronával történő talajmegmunkálás modellezése számítógépes környezetben

Rotary tillage and power harrow working processes modeled in virtual environment

*dr. TOLVALY-ROȘCA Ferenc¹ egyetemi docens,
dr. PÁSZTOR Judit² egyetemi adjunktus, Farnos Rudolf³ egyetemi tanársegéd*

Sapientia EMTE, Műszaki és Humán tudományok Kar, Marosvásárhely, Gépészmérnöki Tanszék
Str. Sighisoarei 1C, Târgu-Mureș/Corunca, Tel.: 0265-208170, fax: 0265-206211
¹ tferi@ms.sapientia.ro, ² pjudit@ms.sapientia.ro, ³ farnos_rudolf@ms.sapientia.ro

Kivonat

Számos mezőgazdasági szakirodalom foglalkozik a talajmegmunkálások gazdasági, energetikai és ökológiai szempontból való tanulmányozásával. Bármelyik szempontból is tekintjük az üzemanyag-fogyasztás döntő szempontot jelent. Az egyes talajmunkák fajlagos üzemanyag fogyasztása sok változótól függ, ezek közül a két legfontosabb a megmunkálás hossza és az átdolgozott talajtérfogat. Az aktív talajmegmunkáló gépek közül a talajmaróval és a forgóboronával való talajmunkák, a gépészetben jól ismert forgácsleválasztáshoz hasonlíthatók. A gépészetben használt számítógépes eszközök használata lehetővé tenné a talajmegmunkálások paramétereinek tanulmányozását virtuális környezetben. A modellezéssel elért eredményeket kísérleti eredményekkel lehetne igazolni, így egy igen gyors eszköztár állna a mezőgazdaság rendelkezésére a legoptimálisabb talaj-megmunkálási paraméterek kiválasztására. A dolgozat célja ilyen számítógépes eszközök kidolgozása, első lépésben a két említett aktív talajmegmunkáló eljárás szimulációjára, a talajforgácsok méretének minél pontosabb becslésére.

Kulcsszavak: talajmaró, forgóborona, számítógépes környezet, modellezés

Abstract

Numerous literatures are dealing with the economical, energetically or ecological issues of the soil works. Concerning any of them, the fuel consumption is considered one of the basic issues. The work type specific fuel consumption depends on many variables; two important of them are the length of work and the volume of the moved soil. From the minimum tilling work types, the rotary tillage and power harrow working process are very similar to the chip formation process from usual mechanical manufacturing processes. Therefore, some CAD modeling processes could be used to simulate and models the soil working processes. In case of a positive practical verification, these procedures could be quick and effective tools of the agriculture.

1. BEVEZETŐ

A talajmegmunkáló műveleteket a következő technológiai eljárások jellemzik, egyenkénti vagy összetett formában: forgatás, lazítás, aprítás, összekavarás, szintezés és tömörítés.

A modern mezőgazdaság sokat fejlődött, mind a megmunkálást végző berendezések, mind a megmunkálásokat tekintő ökológiai szempontok szemléletében. A különböző talajok minőségét konzerváló rendszerek sajtóságosak kell legyenek, amelyek függenek a talajok típusától, a talaj földrajzi elhelyezkedésétől és a megmunkált növényekhez különböző típusaihoz szükséges eljárásoktól [1, 2].

Az aktív talajmegmunkáló eljárások közül a forgóboronával és a talajmaróval való megmunkálások igen népszerűek [3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13], mivel mind a szántatlan, mind a szántott talajok megmunkálására alkalmazhatóak. Ezen eljárások olyan minőségi mutatókkal jellemezhetőek, mint: a talaj aprításának mértéke; a talaj térfogattömege; talajjellenállás; az átművelt réteg átlagos munkamélysége, stb. A talaj aprításának mértékét a talajmaróval való megmunkálás és a forgóborona

után Watcharachan és tsai. 2017-ben vizsgálták [13], a talajaprítás átlagos értéke 10,03 mm volt talajmaróval való magágy-előkészítés során, és 7,82 mm volt forgóboronával való elmunkálás során, ugyanakkor bizonyított, hogy a talajaprítás mértéke a nedvességtartalomtól is függ. A talaj aprítása, a fajlagos felülete a talajmaró kinematikai paramétereivel van összefüggésben. A kerületi sebesség és a haladási sebesség közti viszonyszám, a kések geometriája, kerületi sebessége befolyásolják az aprítás, a talaj-aggregátumok keveredésének jelenségét, amely a talajmegtömlesztés energiagigényében tükröződik [7].

Egyértelmű, hogy a talajmegtömlesztés egy igen bonyolult, nagyon sok változótól függő folyamat. Az aktív talajmegtömlesztő munka üzemanyag szükséglete magas – 20% körüli [2, 3], és elsősorban a hajtott szerszámok kinematikai és dinamikai paramétereitől függ [4]. A fajlagos fogyasztást meghatározó tényezők vizsgálata elsősorban elméleti és gyakorlati- [2, 4, 6], de számítógépes megközelítéssel is megtörtént [8].

Mivel mind a talajmaró, mind a forgóborona esetén a talajmegtömlesztés igen hasonló a gépészetben ismert forgácsalakításhoz, lehetséges lenne, például, a szerzők által kidolgozott, fogaskerék generálásra alkalmazott CAD eljárások [9, 10] alkalmazása. Ennek az első ilyen kísérlete a [11] cikkben van ismertetve. Jelen dolgozat az ott javasolt CAD eljárást részletezi és a vele elért eredményeket szemlélteti. Célunk az, hogy a megfelelő gyors paraméterváltásokra szimulációkat tudjunk végezni, ezeket majd gyakorlati kísérletekkel igazoljuk. Megfelelő eredmények esetén egy univerzális és gyors, számítógépes eszköz áll majd a mezőgépész rendelkezésére, amellyel a legkülönbözőbb kinematikai és dinamikai paraméterek várható hatását lehetne tanulmányozni a várható fajlagos üzemanyag fogyasztásra.

2. A MODELLEZÉS

Első lépésünk a talajmegtömlesztő szerszámok modellezése testmodellezéssel. Ez történhet egyszerű termékdokumentáció, hagyományos mérések vagy 3d szkennelés majd rekonstrukció segítségével. Az 1. ábra két forgóborona korong és a megtömlesztett talaj, illetve egy hatpengés talajmaró korong és a megtömlesztett talajrész testmodelljét szemlélteti AutoCAD környezetben.



1. ábra *Merevtest kivonásos módszer használatával, forgóboronával és talajmaróval megtömlesztett talajrészek*

A modellezés és a több megtömlesztő szerszámmal megmozgatott térfogatok meghatározása szempontjából elégséges az egyszerűsített modellezés, több szerszám- és hosszabb megtömlesztés esetén egyszerű szorzókat használhatunk. A testmodell egyszerűsítésére sajnos a merevtest kivonásos módszer [9, 10]-ben ismertetett hátrányai miatt elkerülhetetlen. A modellek bonyolultsága és a generáló lépések csökkentése exponenciálisan növeli a generálási időt, az egyszerűsített talajmegtömlesztés szimuláció térfogatának a becslése így is sokkal pontosabb, mint a [9]-ben.

A merevtest kivonás módszere a relatív vágómozgások szimulációját jelenti diszkrét lépésekben, a szerzők 2004-ben használták a módszert, tudomásuk szerint először, hengeres fogaskerekek generálására fogaslécvel. Az 1. ábrán jól megfigyelhető a módszerre jellemző a diszkrét lépéseknek

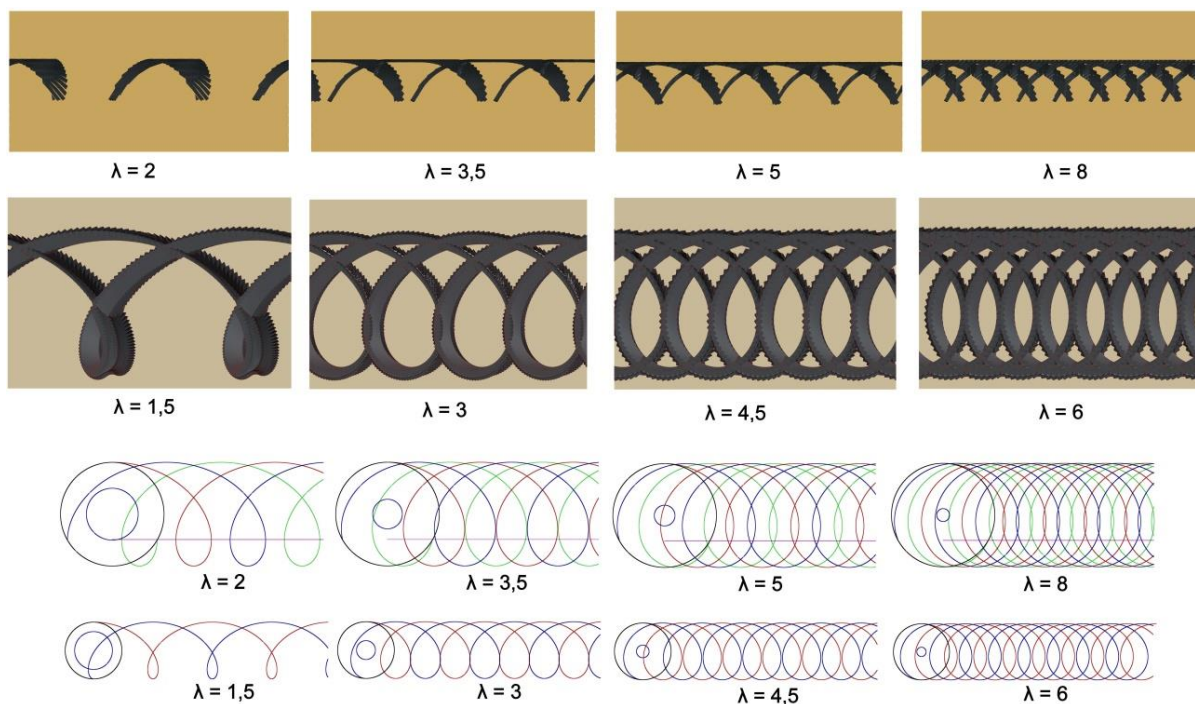
köszönhető „lépcsős/töréses” testmodell szélek. Ezek csak igen kismértékben befolyásolják az eltávolított talajtérfigat.

A 2. ábra a modellezéssel nyert talajforgács darabokat mutatja (baloldalon a forgóboronáét és a jobboldalt a talajmaróét). A forgácsokon le lehet mérni forgácsméreteket (ezt a [9]-ben durva megközelítéssel számoltuk), azonban a vágópengék által elmozdított talajtérfigat meghatározásához a megmaradt talajtérfigat leolvasható egyszerű AutoCAD utasítással, majd megfelelő szorzótényezővel meghatározható a kezdeti egységnyi térfigatból hiányzó térfigat.



2. ábra *Forgóborona és talajmaró egy-egy pengéje által „kivágott” talajforgács*

A szakirodalomban javasolt kinematikai paraméterek sorozatára végeztünk szimulációkat, amelynek vizuális eredményei a 3. ábrán láthatók, számszerűsített eredményei pedig a [11]-ben olvashatók.



3. ábra *Talajmaró- (fent) és forgóborona (lent) megmunkálások eredményei különböző kinematikai paraméterekre és a vágási pályák [4, Fig. 4]*

Az ábrán a különböző kinematikai paramétereknek megfelelő vágási-pályahosszak is láthatók, egyszerű AutoLISP program generálja őket és számítja az egymást nem fedő pályaszakaszok hosszát. Természetesen a kiszámolt mozgási pályák csak a talajban elhelyezkedő részeket tartalmazzák a munkagép 1 m hosszan való elmozdulása esetén.

3. KÖVETKEZTETÉSEK

A [11]-ben ismertetett eredmények a szakirodalomban található adatokhoz hasonlóak, illetve jó egyezést mutatnak [9] gyakorlati mérési eredményeivel.

Egyértelmű, hogy a kidolgozott CAD eljárás nem egy, a talaj fizikai jellemzőit modellező módszer, de az ugyanolyan feltételek (lépéspontosság, talaj mindig azonos tulajdonságokkal rendelkező merevtest) mellett jó hasonlítási eszköz, adott típusú talajmegmunkáló eljárás különböző paraméterekkel való elvégzésére szükséges fajlagos üzemanyag-szükséglet becslésére.

Célunk még több típusú talajmegmunkálás modellezése és a különböző típusú megmunkálásának számítógépes, majd gyakorlati fogyasztásának megállapítása.

Az eddig elért eredmények azt bizonyítják, hogy a [9]-ben meghatározott energiaszükségletek az ismertetett eljárással pontosabban és univerzális módon számíthatók.

További munkánk első lépése a lengőborona működésének modellezése és a kapott szám adatok hasonlítása a gyakorlati eredményekhez.

IRODALOM

1. Birkás M., Dekemati I., Kende Z., Pósa B., Szemők A., Talajművelési kihívások a 21. század 2. Évtizedében. A talajok gyógyítója, University Debrecen, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, pp.81-93, ISBN 978-963-473-966-1, 2017, Debrcen, Hungary;
2. Brătucu Gh., Păunescu C., Pásztor J.: Establishing the optimal technological variant in energetic terms for preparing the germinating bed in greenhouses. INMATEH Agricultural Engineering, Issues. 35, No. 3/2011, pp. 7-17, ISSN 2068 – 2239, 2011, București, Romania;
3. Destain M.-F., Houmy K., Effects of design and kinematic parameters of rotary cultivators on soil structure. Soil and Tillage Research, 1990, Volume 17, Issues 3–4, pp. 291-301, ISSN 0167-1987;
4. Drunek (Pásztor) J., Researches on the Energy Optmization of the Preparation Works of the Germination Bed in Greenhouses, PhD thesis, University Transilvania Braşov, 2009, Romania;
5. J. Pásztor, F. Tolvaly-Rosca, Z. Forgó, Fogborona modellezése, OGÉT 2015, Csiksomlyó, ISSN 2068-1267.
6. Kazuaki H., Takashi K., Takayuki K., Prediction and Evaluation for Leveling Performance in Rotary Tiller. IFAC Proceedings Volumes, Volume 46, Issue 18, pp. 315-320, ISSN 1474-6670, ISBN 9783902823441, 2013, Espoo, Finland;
7. Kazuaki H., Takashi K., Takayuki K., Relationship between Required Power and PTO Speed in Rotary Tiller. IFAC Proceedings Volumes, Volume 46, Issue 4, pp. 141-146, ISSN 1474-6670, ISBN 9783902823304, 2013, Sakai, Japan;
8. Saimbhi V.S., Wadhwa D.S., Grewal P.S., Development of a Rotary Tiller Blade using Three-dimensional Computer Graphics. Biosystems Engineering, 2004, Volume 89, Issue 1, pp. 47-58, ISSN 1537-5110;
9. F. Tolvaly-Rosca, Modern fogaskerek modellezési eljárások összehasonlító tanulmánya, <http://hdl.handle.net/10598/28546>, ISBN: 978-606-8178-80-6, 2016.
10. Tolvaly-Rosca F., Máté M., Forgó Z., Kakucs A., Development of Helical Teethed Involute Gear Meshed with a Multi-Edge Cutting Tool Using a Mixed Gear Teeth Modeling Method, Procedia Engineering, 2017, Volume 181, pp. 153-158, ISSN 1877-7058;
11. Tolvaly-Rosca F., Pásztor J., The Work Process Analysis of The Machines with Driven Work Organs Used in Preparation Works of the Seedbed, INMATEH-Agricultural Engineering, 2019, vol. 58, No.2/ 2019, ISSN 2068 – 2239, DOI: 10.35633/INMATEH-58-01.
12. Vlad C., Pásztor J., Forgó Z., Brătucu, Gh., Kinematics and Operation Process of the Complex Aggregated used to Prepare the Germinative Bed in Vegetable Farming. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Issues. 6 (55) No.1–2013, Series II-Forestry • Wood Industry • Agricultural Food Engineering, pp.71-77, ISSN 2065-2135 (Print), ISSN 2065-2143 (CD-RO), , 2013, Braşov, Romania;
13. Watcharachan S., Prathuang U., Sirisak C., Comparative Study on Soil Tillage Using Rotary Tiller and Power Harrow. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering, 2017, Vol:11, No:10, pp. 744-747, ISNI:0000000091950263.