

Vélemény

Keppler István

Mezőgazdasági szemcsehalmozok mechanikai viselkedésének modellezése
című MTA doktora tudományos cím elnyerésére benyújtott doktori műről

Az értekezés témája aktuális és nagy gyakorlati jelentőséggel bír: a mezőgazdaságban előforduló szemcsés anyagok mechanikai viselkedésének modellezését vizsgálja a diszkrét elemek módszerének (DEM) alkalmazásával. A Jelölt kutatásainak célja a DEM mezőgépeszeti alkalmazhatósági feltételeinek javítása és szélesítése a talajművelés, a keveréstechnika és a szárítási folyamatok területén egyaránt. A Jelölt jelentős lépést tesz afelé, hogy a DEM a mérnöki gyakorlatban is hatékonyan és gazdaságosan alkalmazható tervezési eszközzé váljon.

A dolgozat formájának, nyelvhasználatának értékelése

A magyar nyelvű disszertáció terjedelme 99 oldal, amely magában foglalja a jelölésjegyzéket és az irodalomjegyzéket is. Az irodalomjegyzék mellékletbe sorolásának indokoltsága nem egyértelmű. A szerző stílusa tárgyyszerű, a levezetések világosak, jól illeszkednek a szövegbe. A dolgozat olvashatóságát helyenként rontja, hogy több bekezdés csupán egy-két mondatból áll. A jelölések alkalmazása nem minden esetben következetes: több helyen tizedesvessző helyett tizedespont szerepel, valamint a változók jelölése nem dőlt betűvel történik (pl. a 3.5. ábrán). A disszertáció 84 ábrát és 5 táblázatot tartalmaz, amelyek a tartalom megértése szempontjából lényegesek; az áttekinthetőséget és a tájékozódást egy külön ábra- és táblázatjegyzék beillesztése tovább javítaná. A dolgozaton belüli kereszthivatkozások egyértelműségét elősegítené az alfejezetek számozása. Megjegyzendő továbbá, hogy több ábra és diagram felirata, illetve magyarázó szövege angol nyelvű, ami a disszertáció nyelvi egységességét csökkenti.

A dolgozat összefoglalása

A Bevezetést követően a szakirodalmi áttekintés részletesen bemutatja a diszkrét elemes módszer elméleti alapjait és gyakorlati alkalmazásait, kitérve a DEM előnyeire, valamint a módszer alkalmazásával járó számítási és módszertani nehézségekre is. A fejezet átfogó képet ad a kalibrálás kérdésköréről, továbbá összefoglalja a talajművelő szerszámok vonóerő-igényét és az azt befolyásoló tényezőket, a statikus keverőberendezések működési elveit, valamint a szárítóberendezésekben lezajló magmozgások vizsgálatának eredményeit. A 3. és 4. fejezetek a kutatás módszereit és eredményeit foglalják össze, amelyek nagy részét ábrák és táblázatok is szemléltetik. Az „Eredmények” fejezetben kerülnek bemutatásra az Új tudományos eredmények. Ezt követi a Következtetések és javaslatok fejezet, majd a dolgozat magyar és angol nyelvű összefoglalása.

A Jelölt kutatásának kiemelt célja a mikromechanikai paraméterek kalibrálásának kérdésköre. A dolgozat egyik legnagyobb erőssége a mikromechanikai paraméterek kalibrálásának részletes és

módszeresen felépített bemutatása. A Jelölt nemcsak ismerteti a kalibrálás elméleti hátterét és gyakorlati nehézségeit, hanem különböző eljárásokat elemezve feltárja azok érzékenységet, és olyan megoldásokat dolgoz ki, amelyek érdemben csökkentik a kalibráció idő- és számításigényét, felgyorsítják a kalibrációs folyamatot. Különösen figyelemre méltó egy új, helyszíni talajkalibrációs eljárás bemutatása, amely elkerüli a mintavétel során fellépő torzulásokat, és közvetlenül a helyszínen mért mechanikai jellemzőkre épít.

A dolgozat részletesen foglalkozik a rezgő talajművelő szerszámok és a talaj kölcsönhatásának modellezésével. Kimutatja, hogy bizonyos rezgések csökkenthetik a talaj nyírószilárdságát és a vonóerőigényt, valamint olyan DEM-alapú modellt hoz létre, amely alkalmas a talajművelő szerszámok erőigényének előrejelzésére. A kutatás kiterjed a szemcsehalmazok keverési folyamatainak vizsgálatára is. A Jelölt bemutatja, hogy mozgó alkatrész nélküli, statikus keverőberendezésekkel is hatékony keverés érhető el, és a Galton-elvű keverők elemzésével konkrét tervezési irányutat ad a keverőeszközök lapátalakjának fejlesztéséhez. A dolgozat foglalkozik a terményszárítókban lezajló anyagáramlási folyamatok modellezésével is, és igazolja, hogy megfelelő konstrukciós módosításokkal javítható a végtermék minősége és a szárítási folyamat hatékonysága.

A dolgozat értékelése

A szakirodalmi áttekintés fejezet alapvetően jól előkészíti a Jelölt saját kutatásának bemutatását, és érdemben segíti a dolgozat későbbi fejezeteinek megértését. Ugyanakkor több helyen találhatók olyan, általános alanyt használó megfogalmazások (például „számos kutató...” – 11. oldal), amelyekhez nem tartozik konkrét hivatkozás. Hasonló hiányosság, hogy egyes esetekben sem a választott programrendszer, sem a modellezési megközelítés indoklása nem jelenik meg egyértelműen. A 2.5. ábra esetében nem világos, hogy a háttér tartalmaz-e érdemi információt, vagy csupán másolási, szerkesztési problémáról van szó. A szakirodalmi összefoglaló legnagyobb hiányosságának azt tartom, hogy nem tartalmaz egy átfogó értékelést az eddigi kutatások korlátairól, hiányosságairól, illetve a szükséges továbblépés irányairól.

Egy ilyen összegző rész különösen indokolt lenne, hiszen a dolgozatban bemutatott kutatás éppen ezekre a hiányokra kíván választ adni. Ennek hiánya, valamint a nem kellően kidolgozott szerkezeti felépítés ahhoz is hozzájárul, hogy az olvasó számára nem mindig világos, mely eredményeket a 3. Anyag és módszer fejezetben (pl. 3.5, 3.11, 3.12, 3.14) és melyeket 4. Eredmények fejezetben fogalmaz meg. Különösen nem egyértelmű számomra, hogy a 3.15. ábra, 3.21., 3.23., 3.26., 3.29., 3.38. 3.41. ábrákon és 3.1. táblázatban megfogalmazott eredményeket, valamint az 52. oldalon megfogalmazott következtetéseket miért a Módszer részben adta meg. A dolgozat nem tisztázza kellő részletességgel, hogy a Galton-deszka vizsgálata során miért gömb alakú szemcséket és miért éppen 5 mm-es átmérőt választott a Jelölt (44. oldal). A mérések megismételhetősége érdekében indokolt lenne a kísérleti feltételek pontosabb leírása, így például a mérési időpontok, a terhelés növelésének sebessége, a modellszárító részletesebb geometriai és

üzemeltetési adatai (például a 3.37. ábrán az egyenes és ívelt lamellák elrendezése), az endoszkóp paraméterei, valamint a nyitó-záró mechanizmus jellemzői. Az „Anyag és módszer” fejezet elsődleges célja a felhasznált módszerek olyan pontosságú ismertetése lenne, amely biztosítja a vizsgálatok megismételhetőségét; ez a cél jelen formájában nem teljes mértékben valósul meg.

4. fejezet címe „Eredmények”, ugyanakkor itt jelennek meg a Saját tudományos eredmények (tézisek), valamint több következtetés is (például a 71–72. oldalakon), ami a dolgozat szerkezetét kevésbé teszi egyértelművé. A nyírókísérleten alapuló kalibrálási eljárás érzékenységvizsgálata fontos, előremutató eredmény, és meghatározó a további kutatások megalapozása szempontjából. A 4.1. táblázatban megadott kezdő paraméterek megválasztása nem teljesen világos, mivel később a Jelölt azt írja, hogy a paramétereket a kezdeti érték felétől annak 1,5-szereséig változtatja. A Jelölt helyesen vezeti be és definiálja a sebességhányados fogalmát, ugyanakkor használja a „vonóerőhányad” kifejezést, amelynek definícióját nem találtam, miközben elemzi a szerszámsebesség hatását (4.15. ábra). A Galton-keverő/Galton-deszka esetében a sorok számának hatására levont következtetések a keverés hatékonyságára vonatkozóan elfogadhatók, ugyanakkor ezek megalapozottságát erősítené annak tisztázása, hogy mely tényezők befolyásolják a maximálisan hatásos sorszámot. Az Eredmények fejezetben szereplő új tudományos eredményeket külön fejezetben értékelem.

A „Következtetések és javaslatok”, valamint az „Összefoglaló” fejezetekben megfogalmazott megállapítások többnyire az új tudományos eredmények más megfogalmazásai, illetve egyes esetekben a tézisek magyarázatai. E részek célszerűbb, következetesebb és strukturáltabb felépítése tovább növelné a dolgozat áttekinthetőségét és didaktikai értékét.

Új tudományos eredmények értékelése

A következő kiegészítések megadása szükséges a tézisek végleges értékeléséhez

- a) Az összes új tudományos eredményt akkor tudom elfogadni, ha a Jelölt tézisenként – nem összefoglaló jelleggel – egyértelműen megadja, hogy az adott tézist mely konkrét publikációi támasztják alá.
- b) . z 1. tézis esetében pontosan, felsorolásszerűen szükséges megadni, hogy mely mikromechanikai paraméterek hatása a legnagyobb, és ezek milyen módon befolyásolják a vizsgált jelenségeket.
- c) A 2. tézis kiemelten fontos a különböző numerikus eljárásokhoz szükséges anyagjellemzők meghatározása szempontjából. A tézisben szükséges a kidolgozott kalibrálási eljárás lépéseinek részletes ismertetése, külön kiemelve azokat az új elemeket, amelyek a korábbi eljárásokban nem szerepeltek. A tézisben indoklással ki kell térni arra is, hogy az 1. és 2. tézisben említett mikromechanikai paraméterek azonosak-e, vagy eltérnek egymástól.
- d) A 3. tézisben pontosítani kell, mit jelent az a megfogalmazás, hogy „bizonyos esetekben”, vagyis milyen konkrét feltételek, tartományok vagy körülmények között érvényes az állítás.

- e) Az 5. tézisben számszerűen szükséges megadni, mit jelent az, hogy az eredmény „sokkal jobb”, vagyis milyen mértékű javulásról van szó, és mihez képest értelmezhető ez a különbség.

A tézisek közül a 3., 4. és 5. tézist elfogadhatónak tartom, amennyiben a Jelölt megadja az adott téziseket alátámasztó konkrét publikációkat (az a) pont szerinti kiegészítés). Az 1. és 2. tézis elfogadásához az a) pontban megfogalmazott kiegészítésen túlmenően szükségesnek tartom a b) és c) pontok szerinti részletek megadását is.

Kérdések a dolgozat tartalmához kapcsolódóan

- 1) A szakirodalmi áttekintésben, a dolgozat 13. oldalán a Jelölt leírja, hogy a Mercury DPM programrendszer működését mutatja be. Mi indokolta ennek a programrendszernek a kiválasztását?
- 2) A szakirodalmi áttekintésben, a dolgozat 14. oldalán a Jelölt azt írja, hogy a Hertz–Mindlin kapcsolati modellt alkalmazza. Miért ezt a modellt választotta, és milyen szempontok alapján döntött mellette?
- 3) A 2.7. ábrán kérem megadni a tengelyek pontos feliratait. A 2.8. ábra esetében kérem részletezni az a), b) és c) alábrák jelentőségét, valamint azok kapcsolatát a szövegben tárgyalt jelenségekkel
- 4) Kérem, hogy a Jelölt pontosan és egyértelműen fogalmazza meg a dolgozatban összefoglalt kutatások kérdéseit, amelyekre az új tudományos eredmények választ adnak.
- 5) A nyírásvizsgálat diszkrét elemes modelljében a csillapodás időigénye 0,01 volt. Miért ezt az értéket választotta, illetve milyen eljárással határozta meg?
- 6) A dolgozat 42. oldalán a Jelölt a következőt írja: „Az itt elvégzett vizsgálatok segítségével bebizonyítottuk, hogy a módosított torziós nyírókísérlet alkalmas olyan helyszíni mérések elvégzésére, amit felhasználva a diszkrét elemes modell kalibrálása elvégezhető, valamint azt, hogy a torziós mérés diszkrét elemes modellje jó közelítéssel képes visszaadni a méréssel meghatározott talajszilárdságot.”
Mi indokolja, hogy ez a megállapítás a „Módszer” fejezetben szerepel? Mit jelent pontosan a „jó közelítéssel” kifejezés? Kérem számszerűsíteni az eltérést (hiba mértéke, relatív eltérés stb.).
- 7) A nyírókísérleten alapuló kalibrálási eljárás érzékenységvizsgálatánál a „kiinduló érték”, „kezdő paraméter”, „kezdeti érték”, „kiinduló adat” kifejezések szerepelnek. Ezek szinonimák, vagy eltérő jelentéssel bírnak? Amennyiben eltérők, kérem a különbségek magyarázatát.
- 8) A 64. oldalon a Jelölt ezt írja: „A szemcsék sűrűségének értéke hatással van a Rayleigh-időléptékre és ezáltal a szimulációk futtatási időtartamára...” Ezt milyen eredmények alapján állapította meg, és mely ábrák, illetve adatok támasztják ezt alá?
- 9) A 4.1–4.6. ábrák esetében a bemutatott kapcsolatok egyes esetekben exponenciális, más esetekben lineáris jellegűek. Milyen módszerrel határozta meg a kapcsolat jellegét, és milyen tényezők befolyásolják, hogy melyik modell írja le megfelelően az összefüggést?

- 10) A 76. oldalon a Jelölt megállapítja: „Arra a következtetésre jutottam, hogy a vonóerő arány (mreven rögzített szerszám vontatásához szükséges erő / rezgő szerszám vontatásához szükséges erő) a szerszám geometriától függetlenül csökken.” Kérem részletezni, hogy ezt pontosan mely eredmények alapján állapította meg, valamint felsorolni, hogy milyen szerszámgeometriákat elemzett e következtetés levonásához.

Megjegyzések a tézisfüzethez

A benyújtott tézisfüzet terjedelme aránytalanul nagy, és tartalmában lényeges különbség nem mutatkozik a disszertáció 3–6. fejezeteihez képest. A tézisfüzet jelen formájában inkább a dolgozat kivonataként, semmint a tudományos eredmények és azok alátámasztásának tömör összefoglalásaként értelmezhető.

Összefoglalás

A dolgozat és a tézisfüzet áttanulmányozása alapján a Jelölt által bemutatott kutatási eredményeket összességében értékesnek és tudományosan megalapozottnak tartom, ezért javaslom az értekezés nyilvános vitára bocsátását.

Budapest, 2026. január 16.



Kiss Rita Mária
egyetemi tanár,
az MTA levelező tagja