

Válasz

Bíráló: **Vad János** az MTA doktora

A bírált mű: Faitli József „Kontinuitási elmélet és ipari alkalmazásai durva diszperz rendszerek viselkedésének a jellemzésére” című MTA doktori értekezés

Tisztelt Bíráló!

Elsőként szeretném megköszönni az igen részletes bírálat elkészítését és a ráfordított időt, illetve azt, hogy a bírálat támogatja a téziseimet. Továbbá azt, hogy sokat tanultam a Bíráló által feltett kérdésekből és megjegyzésekből, amelyek új impulzusokat is adtak új gondolatokhoz. Külön öröm számomra is a Bíráló által megélt intellektuális öröm, amikor az értekezés olvasása során felismerte, hogy a „nyersanyagelőkészítés és az áramlástechnika szálai összeértek”. Ezzel kapcsolatban szeretném elmondani, hogy bányagépészeti- és bányavillamosági szakos bányamérnöki diplomát szereztem 1989-ben, ami a mai napig meghatározza a gondolkozásomat, azonban így sem a nyersanyagelőkészítés, sem az áramlástechnika nem a fő szakterületem, viszont mindkettőre rendelkezem némi rálátással. Az a feltett kérdésekből is látszik, hogy az elméleti áramlástan ismereteim végesek, de abban reménykedem, hogy a durva diszperz rendszerekkel kapcsolatban megfogalmazott gondolataim új gondolatokat ébresztenek az áramlástechnikával mélyebben foglalkozókban! A következőkben válaszolok a feltett kérdésekre.

Formai észrevételek.

F.1) Az értekezés 1. oldalán szereplő címében szereplő „kontinuitási elmélet” kifejezés első olvasatra számomra – tévesen – azt sugallta, hogy az értekezés egyik súlyponti témája a kontinuitási egyenlet, ami az áramlásban a tömegmegmaradást, anyagmegmaradást fejezi ki, a külföldi szaknyelvben is: pl. „continuity equation”, „Kontinuitätsgleichung”. E szempontból célszerűbb lett volna pl. a „kontinuum-megfontolás” kifejezést használni.

Válasz: Az áramlástechnika mindkét értelmezést használja, nem csak az anyagmegmaradásra utalót, hanem a folytonosságra utalót is, hiszen ez a szó eredeti jelentése. Amikor Tarján Professzor Úrral az 1990-2000-es években értékeltük a mérési eredményeket, akkor „finom szuszpenzióáramlás” és „durva keverékáramlás” névvel illettük a kontinuum és a diszkrételemszerű keverékviselkedést a csőben. Később ismertem fel, hogy ennek mekkora a jelentősége, és hogy nem csak a csőáramlásra érvényes. Kicsit „marketingszerű” elnevezést kerestem, így született meg a kontinuitási elmélet név.

F.2) 7. oldal (2.1.2) és (2.1.3) egyenletek: Megtévésztő, hogy két eltérő jellemzőt ugyanúgy „A” szimbólummal jelöl az értekezés. Szerencsés körülmény, hogy a kétféle jelölt mennyiséghez a Szimbólumjegyzék szerint különféle dimenziók tartoznak, pl. „A” [-], és „A” [m2].

Válasz: A szimbólumok jelölésére vonatkozó kritikákat (a későbbiekre is itt válaszolok) elfogadom, szerencsésebb lett volna egy betűhöz csak egy paramétert rendelni. A nehézséget az

okozta, hogy három nagyon eltérő témát dolgoztam egybe és próbáltam az egyes témáknál az ott meg szokott jelöléseket használni és ez az oka a duplikációknak.

F.3) 8. oldal: Egy „új számítási módszer” kerül említésre. A 9. oldalon is: „új módszer”. Nem derül ki, hogy mi ez az „új”? Csak a 7. oldal alapján sejtethető, hogy a Wilson és szerzőtársai (2002, 2010) által készített [119-121] cikkekben szereplő módszerről van szó – ami annyiban „új”, hogy 12...22 évvel ezelőtt került közlésre.

Válasz: Igen arról van szó, sajnos a fogalmazásom pontatlan volt. Nekem volt új az a módszer, amikor kb. 10 éve olvastam. Viszont olyan - nekem új – impulzusokat adott, ami alapján újra értékeltem a 15 évvel korábbi méréseimet és így született meg az univerzális - nem-newtoni közegben süllyedő - gömb végsebességének a számítására szolgáló módszer.

F.4) Ábrák segítettek volna a megértést, akár Függelékbe, Mellékletbe szervezve: pl. 14. oldal, „A függőleges átáramlású körülepítőknél...” témához. / 15. oldal: „derített folyadék (I) zóna” stb. témához.

Válasz: Igen, elfogadom a kritikát.

F.5) A Szimbólumjegyzék – 114.-115. oldalak – kritikája: A jelölésbeli zavaró kettősség több alkalommal megjelenik az értekezésben: „A”, „D”, „K”, „T”. Az értelmezhetőséget nehezíti, hogy a Szimbólumjegyzékben a szimbólumok nincsenek ABC-sorrendbe szedve, pl. a „T” két helyen bukkan fel. A görög szimbólumokat külön jegyzékben, szintén alfabetikus sorrendben, lett volna célszerűbb megadni. 9. oldal: „A felfelé áramló folyadék (Vf)(...)” térfogata... a térfogat-szimbólum keveredik a „V” sebességgel.

Válasz: Igen, elfogadom a kritikát! A V jelölés ilyen duplikációja tényleg nem logikus.

F.6) Általános formai kritika: az értekezésben szerepelnek olyan megfogalmazások, formai hibák, bizonytalanságot keltő adatok, melyek megfelelő átalakítással tovább erősítették volna a tömör és szabatos műszaki szöveget. Példák ...

Válasz: Igen, elfogadom a kritikát. Igen, Tarján és Debreczeni Professzorok akadémiai doktori értekezése tényleg kétszerzős. A kinetikai energia, örvény, fluidum megjegyzést köszönöm, tanultam belőle! Az 51. oldal: „az r helyvektor éppen a semmibe mutat” – miért; definíció szerint hová kell, hogy mutasson a Pályázó szerint ez a helyvektor? Ezt úgy értettem, hogy a 4.1.1 ábrán mutat az a helyvektor épp a semmibe. Itt szívesen fogadnék segítséget, új ismereteket, mert ez kulcsfontosságú a kontinuitási elméletem szempontjából. Valójában nem tudom mi van a levegőt alkotó molekulák között. Korábban úgy fogalmaztam, hogy „semmi”, újabban úgy, hogy „nincs anyag”. Az viszont eléggé szemléletes a számomra, és szerintem az áramlástechnika szakembereinek is jól jöhet ez a példa, hogy ezért kell, hogy az áramlástan könyvek elejére bekerüljön a „közeg folytonosan tölti ki a teret” mondat.

TARTALMI MEGJEGYZÉSEK

T.1) Az 5. oldalon kerül elő a TSZH lerakók hógazdálkodása, mint az eredmények hasznosulásának egy gyakorlati területe. Említés szintjén kerül elő csak a 6. oldalon, hogy hő bevezetése és elvétele egyaránt előfordulhat. Itt lett volna szükséges vázlatosan kifejteni az olvasó segítségével, hogy mi a célja a TSZH lerakók hógazdálkodásnak? Erre választ csak a 19.-20. oldalon kap az olvasó: hőbevezetés – a TSZH bomlásának előmozdítására; hőelvonás – hőhasznosítás érdekében. Az értekezés logikailag helyes felépítése szempontjából célszerűbb lett volna ezt előbbre hozni.

Válasz: A dolgozatban azt a logikai sorrendet próbáltam követni, ahogyan én is felismertem ezeket a jelenségeket, az előzményekkel mintegy rávezetve az olvasót az új gondolatokra, ezért habár bizonyos szempontból előnyösebb lehetett volna a javasolt szerkezet, a dolgozatot a fentebbi logika mentén építettem fel.

T.2) Az 5. oldalon szó esik hőcserélő csővezetékekről – itt felmerül a kérdés, hogy az értekezés fő motívumát képező durva diszperz rendszerek e csővezetékek szempontjából hogyan kapcsolódnak az áramlásához? Hiszen, feltehetően, nem az áramlásoknak teret adó hőcserélő csövekben vannak jelen durva diszperz rendszerek. A 21. oldal kapcsán ismét felmerül a kérdés, hogy a hőkút, annak hatókörzete, a hőelvonás, a depóniagáz termelése szempontjából hol kapcsolódnak össze az értekezés címében szereplő, alábbi központi motívumok? a) Kontinuitási elmélet, amely a lamináris alaprteg fogalmához – azaz fluidum áramlásához – kötődik; b) Durva diszperz rendszer. E ponton megfogalmazódott a kérdés: a TSZH lerakók hógazdálkodásának témakörében hol szerepelnek fluidum áramlásának kitett durva diszperz rendszerek? A konkrét félüzemi technológia tárgyalásánál, a 48.-49. oldalakon sem derül ki, hogy a TSZH lerakó hógazdálkodásának témaköre együttesen tárgyalná a „kontinuitási elmélet” + „durva diszperz rendszerek” motívumokat. A 91. oldalon nyilvánvalóvá válik, hogy bár a kommunális szilárdhulladék valójában háromfázisú rendszer, a fluidum áramlása itt nem merül fel.

Válasz: Bíráló tulajdonképp meg is válaszolja ezt a kérdést. A három eltérő tématerület között az a logikai kapocs, hogy a durva diszperz rendszer diszperzitás állapota meghatározza annak az ipari alkalmazásbeli viselkedését. Ebben nem szerepel az a kitétel, hogy a durva diszperz rendszer mozgásban van. A TSZH esetben kulcsfontosságú a háromfázisú diszperz rendszer, ahol a háromfázisú rendszer jellemzése jelentős kihívást jelentett.

T.3) A 6. oldalon kerül először elő gömb alakú szemcsék mozgásának tárgyalása. Később, ugyanebben a bekezdésben: „(...) a nyomáreloszlásból származó erő komponens pedig főleg a szemcse alakjától függ, (...)”. Itt elbizonytalanodtam: nem gömb alakú – azaz adott alakú – részecskékről van szó? Az „X” jellemző a Szimbólumjegyzék szerint a „szemcseméret”. Ha gömb alakú a szemcse, akkor miért nem nevezzük ezt konkrétan átmérőnek? Ha nem gömb alakú, akkor hogyan származtatjuk ezt a jellemző méretet? A 7. oldal alján továbbra is: „gömb alakú szemcse”. Az 53. oldalon ismét a gömb kerül elő, mint alakzat. Ezzel szemben nem világos, hogy a 81. oldalon kezdődő gondolatmenetben is gömb alakot feltételez a Pályázó? Egy amorf, gömbtől jelentősen eltérő alakzat esetén, az alaktól függően, teljesen másként alakulhat a 82. oldal (4.5.2) egyenlet szerinti hidrodinamikai felhajtó erő. Sőt, a részecskére nyomatók hathat, az amorf részecske foroghat, ami még inkább eltávolíthatja a faltól. A szemcse alakjának kérdése érinti a 87. oldal „finom” illetve „nagy” szemcse tárgyalását is, a faltól eltaszító erő kapcsán. Felmerül a kérdés a teljes értekezés kapcsán, hogy mely tárgyalási

részletek kapcsán engedhető el a gömb feltételezés? Milyen szemcse-alakzatok jellemzik a tényleges durva diszperz rendszerek egyes fajtáit? Ez a kérdéskör érinti a 2. Tézispont gyakorlati alkalmazhatóságát is. Kérem a Pályázót az értekezésben szereplő fogalmazási bizonytalanságok feloldására: a) Tegye egyértelművé, hogy mely tézisek, altézisek teszik szükségessé a részecskék gömb alakjának feltételezését! b) Milyen tényleges szemcsealakok jellemzik a tárgyalt diszperz rendszereket? c) A tényleges, gömbtől eltérő szemcsealakok hogyan befolyásolják a tézisekben szereplő megállapítások érvényességét?

Válasz: A nyersanyagelőkészítésben szemcseméret névvel illetjük az egyes szemcsék méretét jellemző paramétert. Ha belegondolok abba, hogy ha pl. a nanométeres tartományon alkalmas szemcseméret-elemző berendezések, pl. a lézerdiffrakciós, a zeta potenciál vagy elektroforetikus mozgást mérő, a centrifugálisan ülepített, a képelemzéses vagy a dekantációs, stb. berendezések segítségével megmérjük ugyanannak a mintának a kisebbített részeit akkor biztosan más szemcseméret-eloszlás eredményeket kapunk, mert más a mérési elv. Ezért a szemcseméret fogalmon azt értjük, hogy válasszuk meg azt az elemző berendezést, amellyel a vizsgált technológia tartományán jól lehet a szemcseméretet mérni és a szemcseméret az, amit a berendezés mutat. A keverékek áramlása esetében gyakran az egyentérfogatú gömb átmérőjét használjuk, mert ehhez az ellenállástényező segítségével lehet egy alaktényezőt meghatározni. Az értekezésben a „szemcse” megnevezés mindig tetszőleges szemcsealakot jelöl. A kontinuitási elmélet a szemcsealaktól független, mert csak annyi a követelmény, hogy a fal mentén adott szemcsére hatóan kialakuló hidrodinamikai felhajtó erő elhanyagolható-e vagy nem. Amikor csak gömbről lehet szó, azt „gömb” vagy „gömb alakú szemcse” néven jelöltem. A 2. tézispont csak gömb alakú szemcsékre érvényes és ott X az a gömbi átmérő. Már régóta gondolkodom egy szemcsealak tekintetében univerzálisabb süllyedési végsebesség számítási módszerről, de eddig nem jutottam eredményre. Azt tudom, hogy a nem-newtoni közegben süllyedő gömbre kidolgozott elméletem – utólag visszagondolva triviális – felismerése, hogy amikor a süllyedő szemcsére az erők eredője zérus, így az egyenesvonalú egyenletes mozgást végez, akkor tetszőleges közegben és tetszőleges alak esetén is kialakul az egyensúlyi-nyírófeszültség és sebességgradiens, és ez az az állapot, amelyben a látszólagos viszkozitás kitüntetett szerepű. Nem tudom elvégezni a sebességprofil felületi integrálását tetszőleges alakra, de az eredménynek az egyensúlyi-nyírófeszültséget és sebességgradienst kell kiadnia. Itt tartok a gondolataimban. Kutatásokat végzünk a témában. Ez itt megint egy olyan terület amelyben, közös nyersanyagelőkészítési és áramlástechnikai ismeretekkel lehetne továbblépni.

T.4) *A 7. oldalon kerül említésre a „Stokes tartomány” valamint „Newton és teljes turbulens tartomány”, valamint lamináris és turbulens áramlások. Itt nem kerül ismertetésre, hogy e tartományok mit jelentenek, és hogyan függenek pl. a Reynolds-számtól. Csak az 53. oldalon kerül elő részletes magyarázat e tartományokra. Célszerű lett volna ezt előre hozni, az olvasó segítésére.*

Válasz. Igen, logikusabb lett volna.

T.5) *Először a 8. oldalon merül fel az értékes számjegyek, értékes helyiértékek problematikája, látva a Reynolds-számra megadott, teljes turbulens tartományra vonatkozó 22361 küszöbértéket, valamint a relatív süllyedési végsebesség 8,944 értékét. Gyakorlati szempontból nincs jogosultsága ilyen „pontossággal” megadni e*

számértékeket – ugyanis e „pontosság” a gyakorlatban nem létezik. Véleményem szerint, ha a számokat normálalakba írjuk, akkor az értekezésben vizsgált, igen összetett, sok empirikus mérnöki megfontolást tartalmazó témakörben elegendő kerekítés után két értékes behiértéket megadni: pl. a fenti két példában: 2,24·10⁴, valamint 8,94·10⁰. Ugyanis a százados értékes jegy megadása – és már az ezredes jegy elhagyása – közvetve azt jelenti, hogy a megadott számérték maximálisan ± 0,005 abszolút bizonytalansággal rendelkezik. Ez pesszimiztikus szemléletben is csupán ± 0,5 % relatív bizonytalanságot jelent: 0,005 / (≥) 1,00 = (≤) 0,005. Ez messzemenőkéig megfelel a témakörhöz kapcsolódó mérések, mérnöki számítások megvalósuló pontosságának, illetve pontossági igényének. A fenti példához hasonlóan nem releváns pl. a 73. oldalon az 51910 Reynolds-szám ilyen „pontosságú” megadása – főként nem úgy, hogy nincs megadva annak becsült bizonytalansága. A Reynolds-szám bizonytalanságának kérdése kicsúcsosodik a 88. oldalon, miszerint „Európában 2320 az elterjedt lamináris – turbulens átmeneti Reynolds szám newtoni folyadékokra, viszont ugyanez az USA-ban 2100”. A klasszikus szakirodalom mérési adatai sok esetben hiányosak az empirikus adatok hibabecslése kapcsán. Ha csak e két információt nézzük, azok úgy hozhatók mérnöki szempontból egységes szemléletbe – szakirodalmi hibabecslés híján –, hogy az átmenet becsült Reynolds-száma 2200, ± 100 bizonytalansággal, ami mérnökiileg még elfogadható, előtervezést jól megalapozó ± 5 % bizonytalanságot jelent e klasszikus mérésekre.

Válasz. Igen, teljes mértékben egyetértek, azonban ez nagy részben szakirodalmi hivatkozás. A hivatkozott Wilson féle sülyyedési végsebesség számítási módszer esetében annyit tettem, hogy számítógépes algoritmusba beírtam az egyenleteket és így kiszámítottam a cikkben nem közölt határokat. Azért kellett a konkrét számokat megadnom, mert az algoritmusnak el kell döntenie melyik képlettel számoljon.

A 102. oldalon ismét csak túlzásnak gondolom a $\xi = 0...3,945$ m tartomány felső hatásának ilyen „pontosságú” megadását: ez mm „felbontást” jelent: mekkora a jellemző nagyságrendi „szemcseméret” ehhez képest? Feltehetően nagyságrendekkel nagyobb, ezért nincs relevanciája a mm „felbontásnak”.

Válasz. Igen, egyetértek. Más kérdések is érintik a mérési pontosság kérdéskörét, amelyre később válaszolok. Ebben a konkrét esetben a kitűzött cél csak a kinyerhető hő és a hatókörzet nagyságrendi becslése volt. A z-t azért adtam meg így, mert ez jött ki a numerikus differenciálegyenlet megoldás és a CFD szimulációból is. Nyilván nem lehet pontosabb, mint a jellemzően akár $X_{05} \approx 200$ mm szemcseméret.

Adat-megadás szempontjából példaértékű a (2.1.12) egyenlet alatti lista. Hasonlóképpen példaértékű gyakorlati szempontból a 49. oldal megállapítása: „az alsó 10 m a jó hőtermelő réteg. Ebben a rétegben jó hőátadást kell biztosítani, míg a felső 6 m-es rétegben már gondoskodni kell a cső szigeteléséről.” A gyakorlat, a tervezés szempontjából releváns az ilyen egyszerű, lényeglátó, közelítő méretmegadás. Mérnöki számításokhoz jól használható formátumban ad meg számértékeket pl. a 70. oldal táblázata is.

Válasz: Köszönöm szépen!

Kérem a Pályázót, véleményezze az értékes behiértékekre, számjegyekre vonatkozó kritikámat – miszerint normál alakban megadva általában elegendő kerekítés után két értékes behiértéket megadni a vizsgált témakörben –, és egyetértése esetén vizsgálja meg, érinti-e ez a tézispontokban szereplő megállapításokat!

Válasz: Igen, egyetérték a javaslattal, elegendő lett volna ilyen formában megadni az eredményeket. Az ilyen típusú pontosság kérdése egyedül a 2. tézispontban érintett. A későbbiekben bemutatom, hogy ott elvégeztem a hibamargó számítását a mérőberendezésemre. A Faitli (2017) cikk beküldésekor a bíráló ezt különösen kérte. A többi tézispont esetében annyira sokkomponensű az egy-egy mérnöki paraméter nagyságrendi becslése, hogy nincs értelme hibamargó számításával becsülni a mérési pontosságot egy-egy elem esetében. Ezekben az esetekben vagy egyszerűen a szűrőpróba értékével vagy a mintaátlaggal becsültem a várható értéket.

T.6) *Általános tartalmi kritika: az értekezésben számos helyen szerepel olyan leírás, amelyben az információt alaposabban ki kellett volna fejteni, a megfogalmazást szabatosabbá, pontosabbá kellett volna tenni, az olvasó segítésére, és a meggyőző erő fokozására. Egy műszaki leírásban elvárható a tömörség, szabatoság, pontosság. Ehelyett számos alkalommal a bíráló „kreatív olvasására” hagyatkozik az értekezés. Az olvasó sok esetben oda-vissza kell, hogy lapozzon az értekezésben, számos információt az értekezés későbbi részleteiben elrejtve talál meg. Ez az értelmezés gördülékenysége ellen hat.*

Példák: 9. oldal: „Az állandó sebességeloszlás feltételezése...” – hol feltételezzük? Válasz. Nem kellő precizitással hivatkoztam a szakirodalmat. A szemcse előtt lefelé mozog a közeg, a szemcse körül pedig felfelé. Ezekben a helyeken állandó a sebesség a vízszintes mentén, az egyszerűsített Finkey elméleti modell szerint. Terjedelmi okokból nem tettem be az értekezésbe az eredeti cikkek erről szóló ábráját. Érdekességként megjegyzem, hogy a szerző Finkey Professzor az intézetünk alapító professzora volt. $p = 1,5$ kitevő javaslata. Milyen esetre? Válasz. A valóságban nem érvényes az elvi állandó sebességeloszlás, ezért Munroe (Tarján, 1997) javasolta ezt a kitevőt. / 9. oldal: „189 nem-newtoni közegben mozgó szemcse...” – alatta pedig: „több száz... szemcse...” – ellentmondás? – milyen jellegű nem-newtoni közegek ezek? / Válasz. Igen, pontatlan fogalmazás. „több, mint 100”. Idézet: „Átlátszó falú tartályban, optikai érzékelés útján, Floxite 5250L vizes oldataiban süllyedő golyók süllyedési végsebességét mérték.” Ezek a Floxite oldatok Bingham Plasztikus folyadékok és átlátszók a hivatkozott cikk szerint, ezért tudták optikai úton mérni a süllyedési végsebességet. Az én esetemben a valódi szuszpenziókra ez ki volt zárva. 11. oldal: Propellerkeverő, mint a szakaszos üzemű szuszpenziókészítés legfontosabb eszköze. „Propellerkeverő”: axiális átömlésű keverő. Valóban lényeges az axiális irányú domináns mozgás a szuszpenziókészítésben? Pl. radiális turbokeverő, pl. tárcsás lapkeverő: valóban kevésbé fontos e tématerületen, mint az axiális átömlésű propellerkeverő? Később előfordul: propeller- vagy turbinakeverő... furcsa megfogalmazás, mert a propeller egy munkagép (tengelyen bevezetett teljesítmény árán a közeg munkavégző képességét növeli), a turbina egy erőgép (a közeg munkavégző képességének csökkenése árán kimenő tengelyteljesítményt szolgáltat).

Válasz. Ez egy nagyon fontos megjegyzés, köszönöm szépen! Kiderült, hogy nem teljesen helyesen használjuk az intézetünkben a „propellerkeverő” szakkifejezést. Ezt én egyszerűen átvettem a 2000-es években és nem néztem utána a szó tényleges jelentésének. Az értekezésben -

abban az értelemben használom -, hogy a keverőtartályban egy lapátokkal ellátott keverőelemet (ezt hívtam pontatlanul propellernek) forgatunk. A 7. tézispontot érintő vizsgálatok során axiális és radiális kiömlésű keverőlapátozást egyaránt vizsgáltunk, így a tézis mindkettőre érvényes. Szeretnék visszakérdezni, hogy akkor Bíráló véleménye szerint ilyen értelemben melyik a helyes szakkifejezés?

Bizonytalan megfogalmazás. / 13. oldal: „energetikai minimum”: ez mit jelent, gyakorlati szempontból? / 13. oldal: „a teljesítmény-bevitel... kisebb fontosságú, mint a részecske-igénybevétel”. Milyen szempontból kisebb fontosságú? Hiszen mindkettő megvalósuló tény. / 13. oldal: „kis tartálynál, valamint kisebb szemcseméreteknél” – „nagy tartálynál és nagyobb szemcseméreteknél” – melyek a számszerűen megfogalmazott határok? Válasz. Nem tudok határokat megadni, ez csak elvszerű szakirodalmi hivatkozás. / 16. oldal: függőleges tengely menti koncentráció eloszlás: valóban csak függőleges tengelyű csövekre vonatkozik az itt hivatkozott empiria? Mi a helyzet a szintén gyakori vízszintes, kétfázisú csőáramlásokkal? Abogyan a 17. oldalon szerepel, több ezer km hosszúságú csővezetékek léteznek – nyilván elsősorban vízszintesen. Válasz. Félreérthetően fogalmaztam. Itt a vízszintes csővezeték függőleges tengelye menti koncentráció-eloszlásról van szó. / 23. oldal: „a turbulens áramlás a keverés miatt szükséges, a lamináris áramlásban pedig a reológia mérése történik...” nincs kifejtve, hogy ha a gyakorlati áramlás turbulens, akkor miért gondolja a Pályázó mérvadónak a lamináris áramlásban végzett reológiai méréseket. Válasz. Ez az 1. és 3. tézispontok alkalmazásával válik megérthetővé. Nézzük a Mátrai Erőmű pernye-salak sűrűzagyos technológiáját, amelyben jellemzően 1-8000 mikronos szemcsék vannak. Azt állítom, hogy abban a rendszerben a jellemzően 160 mikronnál finomabb szemcsék és a víz egy önálló kontinuumszerű finom szuszpenziót hoz létre. Mivel ez a finom szuszpenzió kontinuumszerű, ezért önálló fluidumnak tekinthető, amelynek értelmezhető és mérhető a reológiai viselkedése. Ezt mérem meg külön a csőreométerben, amelyben lamináris áramlást kell biztosítani a mérési elvből következően. Ez a kidolgozott anyagvizsgálati módszer lényege, hogy a mintaanyagot el kell szitálni 160 mikronnál és így kell külön mintaanyagot biztosítani a reológiai mérésekhez. Ez a jellemzően Bingham Plasztikus fluidum turbulensen áramlik az ipari csővezetékben. Ha a sebesség nem lenne elég nagy a turbulens áramláshoz, akkor nem lenne turbulens impulzuscsere és nem lenne a nagy szemcsékre felfelé mutató erőkomponens és a hidraulikus szállítás nem lenne megvalósítható. Ennek a hordozó közegnek a nyomásvesztését tudom kiszámítani a Hanks (1978) módszer alapján általam írt iterációs algoritmussal. A modellem szerint ez a turbulens finom szuszpenzió áramlás szállítja a durva szemcséket, amelyekre mechanikai és nem áramlástechnikai erők hatnak, ezért kell őket diszkrét elemeknek tekinteni és úgy számítani vagy szimulálni a hatásukat. / 29. oldal: „amelyek a három folyási paraméter miatt kissé bonyolultak” – mi ez a három folyási paraméter? Csak sejthető, hogy ezek az m , τ_0 , K – igaz ez? Válasz. Igaz. A 85. oldalon lévő tárgyalás is három folyási paramétert említ, és n , τ_0 , K jellemzőket tárgyal. Itt már „ n ” jelöléssel illeti a hatványkitevőt, ismeretlen okból. Válasz. A Bírálónak igaza van, esetenként kevertem az n és m jelek használatát. És a helyzet még súlyosabb, mert gyakran használom őket a Rosin-Rammler szemcseméret-eloszlásban is, de majd igyekszem konzisztensebbnek lenni. / 32. oldal: 120 mm belső átmérőjű csőben való süllyedés. Hogyan történt a sebességprofil figyelembe vétele, összevetve a (2.1.11) egyenlettel, illetve az értekezésben hozzá fűzött kommentekkel? Válasz. Erről már korábban volt szó, hogy a süllyedő szemcse által kiszorított folyadék milyen sebességeloszlással tér ki a szemcse útjából. Ez valójában nem volt a vizsgálataim tárgya és nem próbáltam elméletileg jellemezni a sebességeloszlást. Egyszerűen csak a mérési eredményeimből a p -re kapott értékek átlagával becsültem a p várható értékét. A mérés

pontosságára vonatkozóan később válaszolok. / 38. oldal: „Az ülepítőhengeres mérések kiértékelése”: célszerű lett volna összefoglalóan hangsúlyozni, milyen eredményt, adatot származtat a Pályázó e kiértékelésekből. / 38. oldal: $H = f(t)$: a Szimbólumjegyzéket nézve ez szó szerint azt jelenti: magasság az idő függvényében. E függvény származtatása, kiértékelése a fő mérés technikai cél? Válasz. Igen. / 39. oldal: „a határréteg gyorsulása” – hol képződik e határréteg? / 50. oldal: Célszerű lett volna itt összefoglalóan megadni, hogy a homok és pernye részvételével alkotott diszperz rendszerek milyen nem-newtoni folyadéknak felelnek meg. Válasz. Terjedelmi okokból az anyagvizsgálatok eredményét csak korlátozottan közöltem az értekezésben. Sokkal részletesebb anyagjellemzés található a Fajtli – Gombkötő (2015a) cikkben. / 52. oldal: „a 80 %-os szemcseméretet használtuk” – ez mit jelent? Csak a 87. oldalon kapunk erre választ. Válasz. Ez sajnos így van. / 60. oldal: Nem világos, hogy a 4.2.6. ábrán megadott trendvonalak milyen elmélet alapján készültek, mit reprezentálnak. Válasz. Azok nem egyszerű trendvonalak, hanem az ábrákon megjelölt függvények függvényillesztéssel meghatározott paraméterekhez tartozó ábrázolásai. Szemmel is jól látható, hogy elég nagy a szórás, itt csak nagyságrendi durva becslésről lehet szó, de ami még mindig sokkal több, mint a semmi. Utólag visszagondolva itt jogosak a mérőberendezés pontosságára vonatkozó megjegyzések. Most azt gondolom, hogy nagyobb keverőlapát kellett volna, ami viszont kezelhetetlenül nagy laboratóriumi anyagszükséglettel járt volna. Most fejlesztettem egy ún. konzisztenciamérőt (sima forgatott keverő) pernye zagyok koncentrációjának a mérésére és nehéz volt a nyomatékot közvetve mérő erőmérő cellát úgy beépíteni, hogy a keverőlapát kialakítása és fordulatszámát azt eredményezze, hogy széles koncentráció tartományon is az erőmérő cella a 20-80 % mérési tartományán legyen csak terhelve. / 70. oldaltól: „apex”: Célszerű lett volna egy mondatban megadni, mi is ez. Természetesen utána tud nézni az olvasó, többletmunkával. Válasz. Igen egyetértek, azt gondoltam a szakterületünkön ez egyértelmű. / 74. oldal: „Megállapítottam, hogy a hazai ipari alkalmazások esetében...” – itt nem derül ki, hogy mi a megalapozottsága az itt megadott, pernyékre vonatkozó 160 mikrométer, és homokokra vonatkozó 50 mikrométer határ szemcseméreteknél. Válasz. Ezt a vizsgálatot, amikor pernyéből és homokból szűken osztályozott szemcseméret-frakciókat készítettem és azokat külön-külön vizsgáltam csőreométerben és a hidraulikus mérőállomáson még a PhD előtt végeztem el, ezért nem részleteztem itt. Az eredménye viszont a kontinuitási elmélet kiindulását jelenti, itt ez egy hivatkozás a korábbiakra. / 80. oldal: „sima falú csőben” – hidraulikailag sima? Válasz. Erre a fontos kérdésre később válaszolok. / 81. oldal: „feltételeztem... végsebességének a negyvenszerese” – miért éppen a negyvenszerese? Válasz. Kicsit hasraütésszerűen választottam ezt meg. Egy jó nagy számot kerestem, amire ténylegesen kiszámítva már egyértelműen látszik a kontinuum vagy diszkrételészerű viselkedés közti különbség. / 84. oldal: „... a mért adatokra való illesztésével határozhatjuk meg.” – Hogyan illesztünk? Válasz. Normál függvényillesztéssel a 4.5.4 egyenletet, pl. a legkisebb négyzetek módszerével.

T.7) 22. oldal: Keverőmalmok méretezése: igénybevételi modell, makroszkopikus jellemzők alapján: „azonban nem törekszik arra, hogy magyarázatot adjon az aprítás okainak az elméleti leírására”. Kérem a Pályázót, tömören adja meg, hogy miért gondolja gyakorlatilag relevánsnak, hasznosnak a Pályázó a fent hiányolt elméleti leírást a keverőmalmok méretezésének témakörében: pl. alapvető trendek becslése, és ezzel a berendezés és az eljárás koncepcionális tervezésének, előtervezésének támogatása? Válasz. Erre a kérdésre a T.23 kérdésnél válaszolok.

T.8) A 24. oldaltól kerül elő a csövekben jellemző nyomások mérésének problematikája. A fali nyomásmegcsapolások kialakítása mögötti elmélet első közelítésben a természetes koordináta-rendszerben felírt Euler-egyenlet normális irányú komponens egyenlete. Ennek értelmében, ha az áramvonalak egy belső áramlásban – pl. csőben – a csőfállal párhuzamos egyenes áramvonalak, akkor azokra mérőlegesen a statikus nyomás nem változik, azaz a csőben uralkodó statikus nyomás kivezethető és mérhető a fali nyomásmegcsapolás révén. Az Euler-egyenlet azonban feltételezi a súrlódásmentességet. Ha feltesszük, hogy az áramlás súrlódásos, azonban newtoni folyadék-ról van szó, a Navier-Stokes egyenletről egyszerűsítő feltevésekkel levezethető Prandtl-féle határréteg-egyenlet segít belátni, hogy továbbra is igaz, hogy a falra mérőlegesen a statikus nyomás nem változik. Kérdés, hogy a fenti gondolatmenetek hogyan terjeszthetők ki nemnewtoni folyadékokra? Kérem a Pályázót, saját kísérleti tapasztalatai és a nyersanyag-előkészítési szakterület hagyományos ismeretei alapján válaszolja meg a következő kérdéseket: a) A vizsgált nemnewtoni folyadékok esetén is igaz-e, hogy a csőben helyileg uralkodó belső statikus nyomás a csőfalra nyomásmegcsapolással kivezethető, és ez által mérhető? b) Ha az áramló durva diszperz rendszerből kiülednek szemcsék a csőfal környezetében, e szemcsérek befolyásolhatja-e a csőfalra kivezetett belső statikus nyomás mérését? Pl. képezhet-e mérést blokkoló, zavaró réteget? E zavaró hatás kizárhatónak bizonyult a bemutatott mérésekben?

Válasz. Ilyen mélységű áramlástechnikai kérdésre nem tudok elméleti választ adni. Mindig olyan nyomásmérést tudtam csak megvalósítani a csöveken, amikor a szenzor membránja a cső felső alkotójával körülbelül egybe esett. A zagyok esetében nem az a kérdés, hogy tényleg a keresztmetszeti statikus nyomást mérem-e, hanem hogy tudok-e egyáltalán mérni azt említett nehézségek miatt. Kétféle típusú szenzort alkalmaztam a nyomásvesztés mérésére. Mindkettő módszernek van előnye és hátránya is. Vagy két rozsdamentes acél membránnal ellátott holttér nélküli túlnyomás távadót vagy egy nyomáskülönbség távadót alkalmaztam. A csőreométer esetében használtam az utóbbi típust, amikor a cső két pontjáról valahogy a távadóra kell vezetni a két statikus nyomást. Próbáltam gumimembránokat beépíteni az érzékelési pontokhoz, amikor a légtelenítés okozott problémát és a membrán is túl gyakran ment tönkre. Ezért csak úgy tudtam mérni membrán nélkül, hogy először vízzel feltöltöttem a csőreométert, majd ezt a vizet teljesen felengedtem a vivőfrekvenciás nyomáskülönbség érzékelő membránjához és a légtelenítés után zártam a légtelenítő csapokat. Ezt követően kezdtem a szilárd anyagokat adagolni a rendszerbe, ami csak kis mértékben emelkedett fel a hozzávezető csőben mérés közben. A mérés végeztével alapos tisztítást kell végezni, mert a szuszpenzió akár bele is szilárdulhat a szenzorba. A válaszom pedig az, hogy mind a nem-newtoni és a szemcsés anyag esetében is jó volt a nyomásmérés, amit csak közvetve tudok empirikusan hitelesíteni, úgy hogy a mérések teljesen összhangban vannak az elméleti számításokkal.

T.9) 26. oldal: „az indukciós áramlásmérő csak a víz (folyadék) fázis sebességét méri” – ez kétséges számomra. Ha magukra a szemcsékre is jellemző a villamos vezetőképesség, akkor az indukciós áramlásmérés fizikai hatásvárt képező Faraday-féle indukciós törvény a szemcsékre is vonatkozik. Javasolom tisztázni, hogy a vizsgált esetekben ez befolyásolja-e a kiértékelést.

Válasz. Igen, ez érdekes kérdés. A vizsgált anyagú szemcséket abszolúte nem-vezetőnek minősíthetjük, mert a fajlagos ellenállásuk jellemzően nagyobb, mint kb. 10^7 ohmméter. Ha egy ilyen száraz szemcsés anyagalmaz vezet, azt úgy teszi, hogy a szemcsék felületén ugrálnak a töltések (elektronok) és az anyagban belül nem mozognak. Valójában nem is a vezetőképesség a

fontos az indukciós áramlásmérésben, hanem hogy a töltések mekkora sebességgel mozognak. A víz vezetőképessége indirekt módon arányos azzal, hogy mennyi töltést tartalmaz, és gondolom, ezért függ össze a mérés a víz vezetőképességével. Ezeknek a szemcséknek a vizsgált rendszerben a feltételezésem szerint elhanyagolható volt a töltése, mert a víz elvezette azokat. Bevallom nem mértem zeta-potenciált. Az indirekt bizonyítékot a méréseim jóságára az jelenti, hogy külön mértem a víz fázis sebességét, a helyi koncentrációt és a szállítási koncentrációt és az ezekből meghatározott mennyiségek kielégítették a 3.1.1 és 3.1.2 mérlegegyenleteket úgy, hogy a keverék átlagos keresztmetszeti sebességet a kifolyt mennyiség mérlegelésével is lehetett kalibrálni.

T.10) 29. oldal: *A (3.1.5) és (3.1.6) egyenletek számomra dimenziális problémákat vetnek fel. A Reynolds-szám és a Hedström szám dimenziótlanak. Hogyan tudnak kiadódni dimenzióra helyesen az egyenletek úgy, hogy helyenként dimenziós jellemzőket emelünk különféle hatványokra? A dimenzióanalízis tisztázását nehezíti, hogy a Szimbólumjegyzékben nem egyértelmű a jelölések és a fizikai mennyiségek összerendelése. Pl. $D [m]$ és $D [-]$ egyaránt szerepel. $K [Pasm]$ és $K [-]$ egyaránt szerepel. κ (görög kappa) nem szerepel a Szimbólumjegyzékben. Ismét előkerül a Szimbólumjegyzékkel kapcsolatos, F.5) pontban megfogalmazott kritika: a leíró egyenletek kapcsán nem várható el, hogy azok csak az olvasó kreatív többletmunkájával legyenek értelmezhetőek. A dimenziális helyesség szempontjából megfelelően jár el a Pályázó, amikor pl. a 75. oldal (4.5.1) egyenleténél világosan leírja, hogy milyen alakban kell behelyettesíteni az egyenletbe, és milyen dimenzióban kapjuk meg az eredményt. Kérem a Pályázót, igazolja, a Szimbólumjegyzék megfelelő tételeire való hivatkozással, a (3.1.5) és (3.1.6) egyenletek dimenziális helyességét.*

Válasz. Ezeket az egyenleteket csak hivatkoztam, és be is programoztam őket a Rheology szoftverbe. A következők szerint a mértékegység mérleg rendben van. Az m itt a reálpasztikus vagy hatványfüggvényes mérnöki reológiai modellekben szereplő ún. „kitevő” reológiai paraméter, amelynek nincs mértékegysége, és így következik, hogy K konzisztencia tényezőnek a mértékegysége $Pa \cdot s^m$. Ebből egyből látszik, hogy milyen reológiai modell és paraméter ez, hogy nincs mértékegysége. Mérnöki és nem fizikai. Korábban volt olyan ambícióm, hogy fizikai alapokra kellene a nem-newtoni reológiát helyezni, de eddig nem sikerült megoldani. Csak addig jutottam el, hogy felismertem, hogy ez egy jelentős tudományos kihívás. A mértékegység egyenletek.

$$\left[\frac{m^m \cdot m^{2-m} \cdot kg \cdot s^2 \cdot m^2}{s^{2-m} \cdot m^3 \cdot kg \cdot m \cdot s^m} = - \right] \quad 3.1.5 \text{ egyenlet mértékegységei}$$

$$\left[\frac{m^2 \cdot s^2 \cdot m^2 \cdot kg \cdot kg^{\frac{2}{4}} \cdot m^{\frac{2}{4}} \cdot s^{\frac{4}{4}} \cdot m^{\frac{4}{4}}}{kg \cdot m \cdot m^3 \cdot s^{\frac{4}{4}} \cdot m^{\frac{4}{4}} \cdot kg^{\frac{2}{4}} \cdot m^{\frac{2}{4}} \cdot s^2} = - \right] \quad 3.1.6 \text{ egyenlet mértékegységei}$$

Ez esetben a méter – m és a reológiai hatványkitevő – m jelölésazonossága tényleg zavaró, de egyértelműen elkülönül, mert a méter mindig a hatvány alapja, a reológiai kitevő pedig mindig a hatványkitevőben szerepel. Megjegyzem továbbá, hogy ezeket a paramétereket jól jelöltem a szimbólumjegyzékben.

T.11) 33. oldal: *Térfogatáram mérő szökőkút: a Pályázó leírása szerint „A cső pereme felett átbukó közeg magassága arányos a sebességgel.” Kérem a Pályázót a hivatkozott arányosság indoklására. Ha jól értelmezem a*

mérési elvet, a cső függőleges tengelye mentén két pont között kell alkalmaznunk a Bernoulli-egyenletet: a) A cső peremével azonos magasságban lévő pont, melyben a szuszpenzió közelítőleg a keresztmetszeti átlagsebességgel függőlegesen felfelé mozog. b) A cső pereme feletti legmagasabb pont a folyadéktérben, amelyben a szuszpenzió már állónak tekinthető, a „szökőkút” tetején. A két pont között a Bernoulli-egyenlet értelmében a sebesség négyzetével arányos mozgási energia átalakul a nehézségi erőterben feljebb elhelyezkedő pontnak megfelelő potenciális energiává. A két pont közötti szintkülönbség, azaz „az átbukó közeg magassága” ebben a szemléletben nem a sebességgel, hanem annak négyzetével arányos. **T.12)** 33. oldal: A „térfogatáram mérő szökőkút” kapcsán felmerül a következő gondolat. A cső pereme környezetében az átbukó közegben a cseppfolyós szuszpenzió görbült szabad folyadékfelszíne alakul ki. Ennek megfelelően, a felületi feszültség miatt, a folyadékfelszín két oldala között nyomáskülönbség alakul ki. Ez befolyásolhatja az átlagsebesség mérésének pontosságát, a Bernoulli-egyenlet fent írott alkalmazása során. Kérem a Pályázót, a térfogatáram-mérő szökőkút esetén nagyságrendileg becsülje a felületi feszültség hatásából adódó lehetséges hibát; ennek alapján – ha az releváns – erősítse meg a felületi feszültség, mint mérési hibaforrás elhanyagolhatóságát.

Válasz. Köszönöm szépen a számomra sok új információt, amit a kérdésfelvetés tartalmaz! Amikor építettem ezt a kísérleti berendezést, akkor szakirodalomban kerestem meg, hogy hogyan lehet ezt az elvet térfogatáram vagy átlagsebesség mérésre felhasználni. Terjedelmi okokból az értekezésben nem közöltem, azonban a Faitli (2017) cikkben igen.

The prepared suspension was fed into the suspension vessel (6). The screw pump (5) transported this suspension through the measuring tube (1) section. The inner diameter of the measuring tube was 120 mm and the useful height was 5 m. The upward average flow velocity was measured indirectly by the flow rate measuring "fountain" (7). The height (H) of the overspilled fluid at the top of the measuring tube was measured and the average upward fluid velocity (v_{up}) was calculated as:

$$v_{up} = 8 \cdot \frac{\sqrt{\frac{2}{3} \cdot H^3 \cdot g}}{D} \quad (3)$$

Before a settling test the ferromagnetic ball was gripped by the computer controlled electromagnet (8) and the start of data acquisition and settling was synchronized. The settled ball was removed through the

Azt gondolom, ez teljesen egybevág Bíráló elvi gondolatmenetével. Sajnos már nem emlékszem, hogy, hol van az a cikk és arra sem, hogy hogyan kalibráltam ezt az összefüggést a mérőberendezés kalibrálásakor. A felületi feszültség hatásának a mértékére nem tudok elvi választ adni, azonban úgy gondolom, az csak akkor kezdhet érdekes lenni, amikor a sebesség a 0-hoz közelít és így ezt a méréseim tartományán el lehet hanyagolni.

T.13) Általános kérdés az alkalmazott mérés technikai eljárások hibabecslése. A leírások elszórtan számos hibaforrást számszerűsítene. Célszerű lett volna azonban ezeket összefoglalóan, akár jól áttekinthető táblázatos formában bemutatni, és az egyes hibaforrások hatásának végső eredményekbe való tovább-öröklődését dokumentálni, végezetül pedig konzervatív módon becsült hibákat megadni. Pl. a hibák tekintetében felmerül a 46. oldal tetején lévő számértékek kapcsán: a hő „1 / 2,95-öd része” = 33,9 %-a, illetve „1 / 3,75-öd része” = 26,7 %-a megegyezte a mintát. Ha 2,95 helyett – hiszen normálalakban két értékes jegy van megadva – megengedjük a 2,90...3,00 tartományban való változékonyságot – mint bizonytalanságot –, 34,5 %...33,3 % közötti a változékonyság. Ugyanez a gondolatmenet a 26,7 % helyett – megengedve a 3,70...3,80 tartományban való változékonyságot – 27,0 %...26,3 % közötti változékonyságot ad. Mindez azt feltételezi, hogy a mintát megegyező hő mennyiségét $\pm 0,6$ %, illetve $\pm 0,4$ % relatív bizonytalansággal meg tudjuk adni – ezt viszont kétlem. Indokolt volt-e az „1 / 2,95-öd része” illetve „1 / 3,75-öd része” „pontossággal” történő megadás? Valószínűsítem, hogy a célnak megfelelt volna csupán az „1/3,0 része” illetve „1/3,8 része” megfogalmazás – illetve, sokkal inkább, a százalékos megadás. Ennél „pontosabb” megadásnak véleményem szerint nincs

gyakorlati jogosultsága. A kutatott témakörben a Pályázó által szolgáltatott empirikus adatok már ennél nagyságrendileg kisebb „pontossággal” megadva is igen értékesek, hiánypótló jellegük miatt – azonban az adatok értékségéhez szükséges a megadott számadatokat terbelő hibák konzervatív becslése.

Válasz. Amikor elkezdtek a hulladéklerakókba telepíthető csővezetékekkel megvalósítható hőkinyerést vizsgálni, az hamar nyilvánvalóvá vált, hogy a lerakott VTSZH hővezetési tényezője fontos paraméter. Az izotróp anyagokban megvalósuló konduktív hővezetés jól ismert differenciálegyenlete (2.2.1 egyenlet) szerint a hőmérséklet, a hővezetési tényező és a fajlagos hőtermelő teljesítmény kitüntetett szerepű. Ezért mérőeszközt készítettem és megmértem λ -át. Itt akár meg is állhattam volna, de a mérnöki gondolkodásom nem hagyott nyugodni, hogy a mért λ értékek nagyságrendjét valahogyan másképp is leellenőrizzem. Azt láttam, hogy a szakirodalmi adatokkal összhangban van, de még az sem nyugtatott meg. Ezért végigvittem egy számítást. Felírtam a háromfázisú anyagok eredő hővezetési tényező és halmazsűrűség egyenleteit. A három fázis jellemzőit csak durván becsültem meg szakirodalmi és saját adatok alapján. Itt jegyzem meg, hogy az elmúlt 20 évben nagyszámú TSZH minta anyagösszetételét mértem meg. Adott anyagkomponens tömeghányadának a relatív szórása az az 50-500 % tartományba szokott esni, ennyire heterogén az anyag. Ezért is azt gondolom, hogy itt nincs szükség a hővezetési tényezőre hibamargó megállapítására. A számítás végén fel tudtam rajzolni az elméleti soros és párhuzamos hővezetési esetekhez tartozó szélsőérték hővezetési görbéket. Amikor láttam, hogy az én méréseim a fázisok jellemzőinek a durva becslése útján is e két szélsőérték görbe közé estek, akkor fogadtam el a mérési eredményeimet, mert ez a teljes módszertant, benne a mérőberendezés működési elvét validálta a számomra. A λ mérőberendezés építése során nem volt célom a fahő és a hődiffúzitás mérése, azonban amikor kiszámítottam az un. I gépállandót, akkor megfigyeltem, hogy a mért számok elég hasonlóak voltak (Faitli et. al., 2015c).

Table 2
Measured (in italics) and calculated parameters (1).

No. of test	Origin of sample Landfill part	Mass of sample m kg	Volume of sample V m ³	Bulk density ρ_b kg/m ³	Wet by mass n_w	Dry mass m_d kg	Dry volume V_d m ³	Dry density ρ_d kg/m ³	Vol. solid ratio in dry C_s	Liquid fraction f_l	Solid fraction f_s	Gas fraction f_g
2m0814	III	450	1.28	352	0.35	292	1.122	261	0.2002	0.123	0.1755	0.7014
2m0802	IV	530	1.44	368	0.52	254	1.164	218	0.1677	0.1914	0.1356	0.673
m0705	III	660	1.67	395	0.22	449	1.459	308	0.2365	0.1265	0.2066	0.6669
2m0729	IV	550	1.34	410	0.54	253	1.043	243	0.1863	0.2216	0.1449	0.6334
m0703	III	580	1.31	443	0.44	325	1.055	308	0.2367	0.1948	0.1906	0.6146
2m0731	IV	610	1.31	466	0.46	329	1.029	320	0.246	0.2142	0.1933	0.5925
m0726	IV	550	1.18	466	0.47	291	0.921	316	0.2432	0.2191	0.1899	0.591
m0701	III	470	0.97	485	0.41	277	0.777	357	0.2744	0.1986	0.2199	0.5815
2m0807	III	670	1.34	500	0.22	523	1.193	438	0.3372	0.11	0.3001	0.5898
m0717	fresh	530	1.05	505	0.47	281	0.801	351	0.2697	0.2372	0.2057	0.557
m0719	IV	690	1.36	507	0.3	483	1.153	419	0.3223	0.1522	0.2733	0.5745
2m0805	IV	670	1.31	511	0.17	556	1.196	465	0.3579	0.0869	0.3267	0.5863
m0628	IV	570	1.05	543	0.1	513	0.993	517	0.3977	0.0543	0.3762	0.5695
2m0809	III	750	1.28	586	0.2	600	1.13	531	0.4088	0.1172	0.3609	0.5219
m0724	IV	880	1.34	657	0.08	810	1.269	638	0.4912	0.0525	0.4654	0.4821
2m0816	II	1050	1.54	682	0.36	672	1.162	578	0.4454	0.2454	0.336	0.4185
m0708	II	790	1.09	725	0.14	679	0.979	694	0.5344	0.1015	0.4802	0.4183

Table 3
Measured (in italics) and calculated parameters (2).

No. of test	Eq. heat flux Q W/m ²	Length of heat transmittance L m	Temp. difference ΔT °C	Thermal conductance λ W/m K	Heating power P W	Slope of temp. rise $\Delta T/\Delta t$ °C/s	Calculated specific heat capacity C_p J/g K	Instr. coeff. I –	Inst. specific heat capacity C_{p0} J/g K	Thermal diffusivity κ 10 ⁻⁷ m ² /s
2m0814	58	0.43	105	0.24	1760	0.0039	2.63	2.62	2.96	2.56
2m0802	64	0.482	102	0.3	1760	0.0035	3.04	3.2	2.8	2.7
m0705	45	0.559	31	0.81	440	0.00085	2.56	3.26	2.31	8.02
2m0729	70	0.448	116	0.27	1760	0.003	3.08	2.89	3.14	2.14
m0703	80	0.438	39	0.9	440	0.00077	2.85	2.89	2.9	7.13
2m0731	74	0.438	106	0.3	1760	0.0029	2.89	2.91	2.93	2.27
m0726	62	0.395	27	0.91	440	0.00079	2.92	2.88	2.99	6.67
m0701	47	0.324	16	0.95	440	0.00095	2.77	2.82	2.91	7.09
2m0807	81	0.448	123	0.29	1760	0.0035	2.32	3.09	2.21	2.54
m0717	60	0.351	23	0.92	440	0.0008	2.92	2.81	3.06	6.22
m0719	50	0.455	24	0.95	440	0.00086	2.51	3.39	2.19	7.43
2m0805	66	0.438	91	0.32	1760	0.004	2.2	3.35	1.94	2.82
m0628	76	0.351	25	1.07	440	0.001	2.04	2.64	2.28	9.66
2m0809	100	0.428	119	0.36	1760	0.0025	2.27	2.42	2.77	2.7
m0724	66	0.448	26	1.14	440	0.00084	1.99	3.34	1.75	8.71
2m0816	61	0.515	84	0.37	1760	0.0016	2.66	2.54	3.09	2.07
m0708	76	0.365	24	1.15	440	0.0008	2.13	3.06	2.05	7.47

Ez esetben nincs szükség hibamargóra ez mindenféleképp csak egy becslés, ezért egyszerűen a mintaátlaggal becsültem a gépállandó várható értékét és így közvetve a fajhőt és a hődiffuzivitást. Azt még megjegyzem, hogy nemcsak a nagy terepi hővezetésmérő berendezésnél, hanem a laboratóriumi kisméretű berendezésnél is közel estek a mért gépállandó értékek egymáshoz, ami arra utal, hogy e mögött valamilyen fizikai jelenség van.

T.14) 48. oldal: Konkrét hulladéklerakóba telepített hőcserélő technológia. A 96. oldalon szerepelnek hőáram- és elvont hőenergia-adatok. Igen értékes lett volna a gyakorlati megvalósíthatóság szempontjából a kinyerhető hőteljesítmény nagyságrendjének megadásával együtt a beruházási költségek, a megtérülési idő akár csak nagyságrendi becslése. Kérem a Pályázót – csakis ha rendelkezésére állnak adatok –, legyen szíves nagyságrendi becslést adni a hulladéklerakóba a kinyerhető hő érdekében telepített technológia megtérülési idejére.

Válasz. Hát igen, ez lenne a következő kérdés, de erre nekem már nincs személyes affinitásom. És az egyéb adatok sem állnak a rendelkezésemre. Csak egy konkrét példa. Ott kezdődne a számítás, hogy tudni kéne, hogy a kinyert „langyosvíz” energiatartalmát mire és hogyan tudjuk felhasználni az általában lakóterületektől távoli helyszíneken. Egy nagyságrendi számot tudok mondani. A legjobb tudomásom szerint a geotermikus energiatermelés kb. 0,5 W/m³ fajlagos hőfejlődési teljesítmény felett lehet gazdaságos. A gyáli lerakóban a vizsgált hőkinyerési kísérletekben ez kb. 0,18 W/m³ volt. Ennek a témának a hazai kutatása a Depóniahő projekt végeztével megállt. Azonban azok a kínai és amerikai kollégák, akik hivatkoznak ránk, felhasználták az eredményeinket és még mindig dolgoznak a témán.

T.15) 51. oldal: „Kontinuitási elmélet”. „Egy ember sétál a levegőn” – A későbbiekben kiderül, hogy ez a példa azt bivatatott illusztrálni, hogy a megfigyelt áramlási térrész több nagyságrenddel meghaladja a molekuláris szabad útbosszat. Feltehetően nem a „sétálás”, hanem az ember által végzett be- és kilégzés, ami a példa szempontjából releváns. E szempontból lehetett volna műszaki példát is hozni a sétáló ember helyett: pl. légbeszívó berendezés, „air breathing engine”, pl. repülőgép-hajtómű; vagy akár egy kompresszor.

Válasz. Azért használom ezt a példát, mert nagyon szemléletes. Amikor egy hallgatónak magyarázom a kontinuitási elméletem, akkor ennél a pontnál meglegyezem az arcát és egyből egyértelmű lesz a számára, hogy habár nem érzékeli azt a nagyon sok molekulát, ami mindig neki ütközik az arcának, de azt igen, hogy egy közegben van.

T.16) 52. oldal: A kontinuitási elmélet kapcsán előkerül a szemcseméret és a lamináris alapréteg összefüggése. A Pályázó gondolatmenete felidézte bennem a hidraulikai simaság motívumát. Adott Reynolds-számon a csőfalat hidraulikailag simának tekintjük akkor, ha a csőfali érdesség mérséklése már nem okozza a lambda csőszúrlódási tényező csökkenését. Ugyanis a csőfal érdességi elemeit már elfedi a lamináris alapréteg, így azok – csökkenő – méretének már nincs kibatása a csőáramlást jellemző veszteségekre. Kérdés, hogy a Pályázó által megfogalmazott kontinuitási elmélet független-e a fali érdességtől? Egy durva falú cső esetén például a fali érdesség völgyeit kitölthetik az érdesség-magasságnál jelentősen kisebb szemcsék, egyfajta bevonatot képezve, és ez által kvázi „elsimítva” a csőfalat, hidraulikai simaságot idézve elő. Ekkor a durva diszperz rendszer kontinuumként való szemlélése együtt jár a hidraulikai simasággal is. A Pályázó megfogalmazása szerint: ha a durva diszperz rendszer adott szemcséi beleférnek a lamináris alaprétegbe, akkor a durva diszperz rendszer diszkrételmszerű viselkedés helyett kontinuum viselkedést mutat. Ennek általam feltételezett analógiájaként: ha a csőfal hidraulikailag sima, akkor a csőfali érdesség „diszkrét elemeit” elfedi a lamináris alapréteg, így a csőfali érdesség „kontinuum” jelleget mutat – hiszen az érdesség-elemek méretcsökkenése a teljes áramlási rendszer viselkedését már nem befolyásolja. Létezik vajon ez a feltételezett analógia? Az értekezésben viszonylag kevés helyen kerül elő a csőfal érdessége – pl. a 73. oldalon 2 mm érdesség-magasság szerepel. Pl. 80. oldal: (hidraulikailag?) sima falú cső említése. Akár e konkrét, érdességeket megadó példákön is célszerű bemutatni a Pályázó által megfogalmazott kontinuitási elmélet relevanciáját. Kérem a Pályázót annak megválaszolására, hogy az általa megfogalmazott kontinuitási elmélet alkalmazhatóságát hogyan befolyásolja a fali érdesség. E válaszban mutassa meg, véleménye szerint gondolatilag összefüggenek-e a „kontinuum \leftrightarrow diszkrételmszerű”, valamint „hidraulikailag sima \leftrightarrow érdes” ellentétpárok.

Válasz. Igen, ez egy fontos felvetés. Abban teljesen biztos vagyok, hogy a csőérdesség és a kontinuitási elmélet az két teljesen külön dolog. A kontinuitási elméletben nem az az igazi lényeg, hogy a szemcse belefér-e a lamináris alaprétegbe, hanem az hogy a kialakuló faltól eltaszító hidrodinamikai felhajtóerő milyen nagyságrendű, így mechanikai súrlódás vagy áramlási súrlódási veszteség alakul-e ki. Számos olyan eset lehet, amit eddig nem gondoltam végig és ilyen a csőérdesség kérdése is és pl. az, hogy lamináris áramlásban mi a helyzet. Azt gondolom ez megint egy olyan kérdéskör, amelyhez mélyebb áramlástechnikai tudás szükséges. Nagyon bízom benne, hogy még fogok látni ezzel foglalkozó publikációt mások tollából.

T.17) 55. oldal: A p kitevő átlagos értékére 1,7 adatot ad meg a Pályázó. A 9. oldal, 2.1.11. egyenlethez fűzött kommentek alapján Finkey szerint $p = 2$, Munroe szerint $p = 1,5$. Megjegyzendő, hogy ezek a források nem

kerülnek közvetlen hivatkozásra, holott tézispontra érintenek. Ezen – feltehetően a szakirodalomból származó – adatok helyett javasolja, pontosításként, a Pályázó a $p = 1,7$ értéket? Ha megvizsgáljuk az 56. oldal 4.2.1. táblázatát, a p értékek 1,52 és 1,92 között változnak – gyakorlatilag lefedve a Finkey és Munroe p értékei szerinti tartományt. Mindez azt veti fel, hogy a konkrét $p = 1,7$ érték megadása helyett az a releváns, hogy $p = 1,7$ várható érték mellett egy $\pm 0,02$ tartományban szóródnak a p adatok, tehát a $p = 1,7$ várható érték mellett megadandó egy $\pm 0,02$ szórás sáv, így téve teljessé a – már meglévő szakirodalmi adatokhoz illeszkedő – modellt, érzékenységi vizsgálatok végzése érdekében. A gyakorlati relevancia szempontjából mit jelent, ha $p = 1,7$ helyett a Finkey szerinti $p = 2$, illetve a Munroe szerinti $p = 1,5$ értékekkel számoljuk a falhatást? A fenti gondolatmenet felveti a mérésekből meghatározott p értékek hibabecslésének igényét is. Hogyan öröklődnek tovább az igazoló mérésekben szereplő mennyiségek hibái p hibájába? Mekkora p becsült hibája? Kérem a Pályázót, adjon becslést a mérésekből származtatott p falhatás kiterjedő hibájára. Számítási példán keresztül mutassa meg a (4.2.2) egyenlet eredményének érzékenységét p megválasztására, a $p = 1,5 \dots 1,7 \dots 2,0$ tartományban.

Válasz. Terjedelmi okokból ezt nem közöltem az értekezésben, azonban a Faitli (2017) cikkben igen.

least twice for each upward fluid velocity, which allowed statistical analysis to be carried out. The steady-state ball settling state was easy to verify, because if the measured three partial average settling velocities were equal that indicated a constant speed settling. The terminal settling velocity was determined as the velocity measured from outside by the inductive system plus the upward fluid velocity. All settling tests were carried out at many upward fluid velocities in the 0.1...0.5 m/s velocity range, corresponding to the 10,000...50,000 pipe Reynolds number ranges. The measured settling velocity did not depend on the upward fluid flow velocity.

points by Eq. (4).

$$p = \frac{\ln\left(1 - \frac{V_{0,wm}}{V_{oc}}\right)}{\ln\left(\frac{X}{D}\right)} \quad (4)$$

The average p value of the 38 different Newtonian settling tests is 1.7, therefore, the following wall effect equation (Eq. (5)) has been

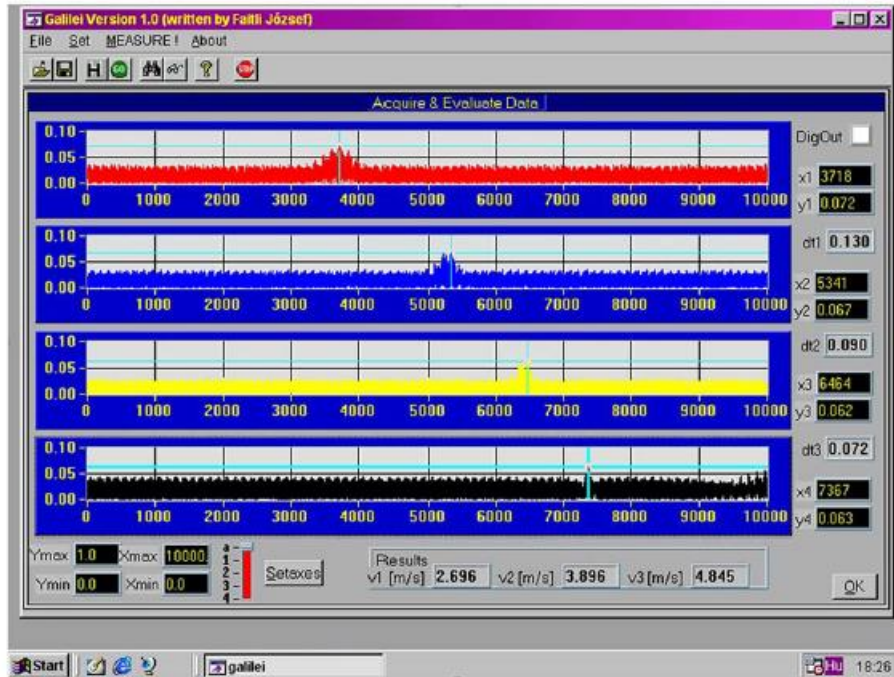


Fig. 5. The computer data acquisition program.

proposed (the corrected empirical standard deviation is 0.096 and the margin of error is ± 0.026 using the 95% confidence level):

$$V_{om} = \left[1 - \left(\frac{X}{D} \right)^{1.7} \right] V_o \quad (5)$$

The last column of Table 1 shows the measured terminal settling velocity (V_{om}) values of the settling balls, velocities were calculated by the proposed wall effect equation (Eq. (5)).

(2003) model there is a reference shear stress ($0.3 \cdot \tau$), and if the apparent viscosity at this reference point is determined on the rheogram, this apparent viscosity can be treated as the equivalent Newtonian absolute viscosity. With the equivalent Newtonian absolute viscosity, the terminal settling velocity can be calculated either by the traditional or the Wilson et al. method for Newtonian fluids.

Before mechanically applying the Wilson et al. non-Newtonian model let's think it through. Why isn't it a theoretical equilibrium stress instead of a reference stress determined by a numerical mathematical method? When the particle falls down at constant speed, that is a steady

T.18) 61. oldal: „(4.2.6. ábra) ismeretében T értékét leolvashatjuk...” – Kérdés, hogy mekkora T bizonytalansága? Tekintve azt a tényt, hogy a diagramon szereplő trendvonal és a mérésből származó adatpontok korrelációja mérsékelt. Hogyan öröklődik tovább T bizonytalansága a szükséges keverési teljesítménybe? Mindezt konzervatív módon szükséges becsülni – úgyis teszünk teljesítmény-tartalékot a keverő hajtásába, a kötelező mérnöki óvatosság, biztonsági tartalékképzés okán. Ehhez is kapcsolódóan, a 62. oldalon: „az elvárt iterációs pontosság...” – véleményem szerint a szűk keresztmetszet a T bizonytalansága, nem pedig az elvárt iterációs pontosság. Ennek alapján feltehetően még hamarabb abba lehet hagyni az iterációt – azonban konzervatív mérnöki számítás céljára így is kiváló lehet a javasolt számítási eljárás.

Válasz. Utólag visszagondolva, itt jogosak a mérőberendezés pontosságára vonatkozó megjegyzések, most azt gondolom, hogy nagyobb keverőlapát kellett volna, ami viszont kezelhetetlenül nagy laboratóriumi anyagszükséglettel járt volna. Ezért látható jelentős szórás az ábrákon. Most fejlesztettem egy un. konzisztencia-mérőt (sima forgatott keverő) pernye zagyok koncentrációjának a mérésére és nehéz volt a nyomatékot közvetve mérő erőmérő cellát úgy beépíteni, hogy a lapát kialakítása és fordulatszámát eredményezze, hogy széles koncentráció tartományon is az erőmérő cella a 20–80 % mérési tartományán legyen terhelve. Mindezek ellenére egyetértek a Bírálóval, hogy ez a módszertan felhasználható az iparban, mert úgy kezdődik a módszer, hogy építsd meg az ipari keverő modelljét laboratóriumi méretben és mérd

meg a $T-Re_x$ görbékét a valós anyaggal. Innentől kezdve használható fel a kidolgozott módszertan az ipari keverő eljárás technikai méretezésére.

T.19) 77. oldal 4.5.3. ábra: *Az empirikus illesztésből származó bizonytalanság becslése itt is fontos, a származtatott empirikus összefüggés mérnöki alkalmazhatósága érdekében.*

Válasz. Igen, egyetértek. Ha kapnék tervezési megbízást erre, akkor ezt meg kellene tennem.

T.20) 79. oldal 4.5.5. ábra egyes vékony trendvonalai; 80. oldal 4.5.6. ábra „delta p 600 mikron sand” görbéje; 89. oldal 4.5.11. ábra görbéi: *E görbék a következő trendet mutatják. A fajlagos nyomásesésnek adott csőátmérő esetén bizonyos keresztmetszeti átlagsebességnél minimuma van. Kérem a Pályázót tömören megválaszolni: a) Mi ennek a fizikai magyarázata? b) Szokásos-e erre a nyomásvesztési minimumra tervezni, a szállítás teljesítmény-igényének mérséklése érdekében?*

Válasz. Abszolúte így van, a tervezés erre törekszik. A durva keverékáramlás (diszkrételemszerű keverékviselkedés) nyomásvesztés-görbéjének kb. a lerakódási határsebesség környezetében minimumpontja van. Ettől kisebb sebességeknél a csökkenő sebességgel fordítottan arányosan azért nő meg a nyomásvesztés, mert megjelenik elsőként a csúszó ágy, majd az álló ágy, majd a teljes dugulás következik be. A minimum ponttól jobbra azért nő a nyomásesés, mert a turbulens áramlási súrlódási veszteség a sebesség kb. $7/4$ -ik hatványával arányos. Arra pedig a kontinuitási elméletem ad magyarázatot, hogy mi történik akkor, ha a sebesség extrém nagyra nő. A nyomásesés a víz veszteségével fog megegyezni, olyan lesz, mintha nem is lennének szemcsék a csőben.

T.21) 103. oldal: *„Modellezzük a teljes lerakót egy 1 m³ kiterjedésű hulladéktestnek,” – a TSZH lerakók ennél több nagyságrenddel nagyobbak; hogyan lehet releváns e modellezés? 104. oldal: Valóban releváns annak modellje, hogy az 1 m³ kiterjedésű modellezett hulladéktestből 1 éven keresztüli elvonással 5,67 MJ/m³, azaz összesen 5,67 MJ hőt vonunk el? Nagyságrendileg releváns ez a számadat? Nagyságrendi összehasonlításul: 1 kg lignit fűtőértékének nagyságrendje 3...10 MJ.*

Válasz. Igen, elég absztrakt a modell, viszont nagyon alapvető kérdésekre tudtam, ezáltal elsőként válaszolni. Pl. arra, hogy meg lehet-e valósítani a folyamatos hőelvonást és optimális mezofil biokémiai lebomlást. Vagy arra, hogy a szakirodalmi állításokkal ellentétben a lerakó fala mégis hőáteresztő. Azt, hogy az elvonható hő nagyságrendjét számszerűen jól becsültem-e, úgy gondolom, hogy igen, mert itt is van néhány összehasonlítható adat. Pl. Hanson és Yesillier adatai, vagy a már korábban említett geotermikus hőfejlődés nagyságrend. Itt a hulladék nem ég el, csak az élelmiszerkomponensek bomlanak le, azért nem lehet a lignitégetéssel direktben összevetni.

T.23) 106. oldal: *„Sajnos ezidáig nem sikerült olyan mérést elvégezni, amely kísérleti bizonyítékot jelentene a bemutatott malom modellre.” Ehhez kapcsolódóan: az „a kevesebb: több” elv alapján célszerű lett volna kihagyni*

*az 1.3. tézispont-részletet. Abogyan a Pályázó írja is a 108. oldalon az 1.3. tézispont-részletben: „Ez a tézis-
alpont csak hipotézis, további kutatómunka szükséges a témában!” Tézisben hipotézis szerepeltetése szerintem
nem célszerű; gyengíti a tézispontot.*

Válasz. Igen, ez így van, de ezt én mégis alapvető fontosságú meglátásnak tartom és bízom benne, hogy az utódaim ezt igazolni fogják. Elmesélek két sztorit. Izmírben tartottam az Európai Aprítási és Osztályozási Szimpóziumon előadást erről. Egy kolléga a következő kérdést tette fel: „Ember, azt akard állítani, hogy az őrlött szemcsés anyag minden egyes szemcséjét, - nem csak az őrlőtesteket - is diszkrét elemekként akard szimulálni, hát mekkora számítási kapacitás kellene ahhoz?”. A kérdésre a válaszom: „Amikor az diszkréttelemszerűen viselkedik akkor igen, a kérdés csak annyi, hogy neked mi a célod, a jelenséget leírni vagy kevesebb számítógépet venni?”. Mindenki csak az őrlőtesteket szimulálja DEM-el, az őrlött szemcsékből és vízből álló – szerintem hibásan – zagynak nevezett szuszpenziót pedig CFD-vel számítják. A másik sztori szintén ehhez a konferencia sorozathoz kötődik, ahol a keverőmalom legnagyobb szaktekintélyei gyűlnek össze két évente. Évről-évre „ádáz” csata folyik, az un. igénybevételi modell és a mikrohidrodinamikai modell között. Tulajdonképp még mindig folyik a vita arról, hogy miért ütköznek egymással az őrlőtestek és miért nem szorul ki a fal mellé a körforgó áramlás vagyis hogy mi az őrlés fizikai alapja.

T.22) 107. oldal: *Az 1. tézispontot a Pályázó az 1.2. tézis-alpont szerint süllyedési végsebesség-mérési eredményekkel támasztotta alá. Állítása szerint a mért és számított értékek igen jól egyeztek. Az 1.2. altézisben megfogalmazott egyezés jóságának megítéléséhez kérem megmutatni a süllyedési végsebesség becsült mérési hibáját, és ezzel összevetve a mért és számított értékek egyezésének mértékét. T.24) 108. oldal: A 2. tézispontot a Pályázó a 2.1. tézis-alpont szerint süllyedési végsebesség mérési eredményekkel támasztotta alá. Állítása szerint a mért és számított értékek jól egyeztek. A 2.1. altézisben megfogalmazott egyezés jóságának megítéléséhez kérem megmutatni a süllyedési végsebesség becsült mérési hibáját, és ezzel összevetve a mért és számított értékek egyezésének mértékét.*

Válasz. Terjedelmi korlátok miatt ezt nem közöltem az értekezésben, de a Faitli (2017) cikkben igen.

The terminal settling velocity of a ball settling in a given fluid was measured 3, 6 or 15 times, 3 times for a given upflow fluid velocity. The true terminal settling velocity is estimated by the mean (V_{0wm}) of the measured values. The true standard deviation of the measurements was estimated by the corrected empirical standard deviation of the measured values ($n - 1$ was in the denominator). On the basis of the estimated standard deviation, confidence intervals around the true terminal settling velocity were calculated by Student's t distribution using a 95% confidence level. The calculated margins of error (m_e) values are shown in Tables 1 and 2. The general precision of the developed settling test instrument was also estimated, by averaging the measured terminal settling velocity and margin of error values shown in Tables 1 and 2. The general margin of error of the settling test instrument, using a 95% confidence level, is $\pm 1.4\%$.

T.25) 109. oldal: A 4. tézispontban, a korábban tárgyaltak szerint, nem szerepel fluidumáramlás, ezért véleményem szerint nem tartozik az értekezés címe által körvonalazott témakörbe. Mindazonáltal a tézispont újdonságtartalma, gyakorlati relevanciája erőteljes. A 110. oldalon: „Megállapítottam, hogy a mért értékek összhangban vannak az elméleti szélső értékekkel.” A 4. tézisben megfogalmazott összhang megítélése érdekében kérem megmutatni a szóban forgó termikus jellemzők becsült mérési hibáját, és ezzel összevetve a mért és elméleti szélső értékeket.

Válasz. Ezekre a kérdésekre már válaszoltam korábban.

T.26) 117. oldaltól: Irodalomjegyzék: 129 tételt tartalmaz, ebből 34 a Pályázó által, helyenként társszerzőségben készített publikációk. A független 95 hivatkozott szakirodalmi tétel összetétele: 6 db (6 %) az elmúlt 5 évből (2017-2021); 21 db (22 %) az elmúlt 10 évből (2012-2021); 49 db (52 %) az elmúlt 20 évből (2002-2021). A hivatkozott szakirodalom fenti összetétele a véleményem szerint egyrészt kellőképpen reprezentálja az értekezés témaköréhez kapcsolódóan a tudomány állását az elmúlt években – ezzel megfelelő referenciákat adva az értekezés újdonságtartalmának megítéléséhez. Másrészt tartalmazza az eljárás technika, folyamattechnika, nyersanyag-előkészítés klasszikus szakirodalmát is. Ez, a mérnöki tudományok konzervatív szemléletének – azaz a hagyományos eredményekre való építkezésnek – megfelelő elvárás.

Válasz. Köszönöm szépen!

Miskolc, 2022. november 12.



Prof. Dr. Faitli József