

Válasz

Dr. Szántai Tamás professzornak

Lógó János:

**„SZERKEZETOPTIMÁLÁS DETERMINISZTIKUS ÉS SZTOCHASZTIKUS
ESETEKBEN”**

című akadémiai doktori értekezésének a bírálataira

Nagyon köszönöm bírálómnak, hogy az értekezésemmel olyan sokat és alaposan foglalkozott. Tudom, hogy a témaválasztás és az, hogy több, különböző tudományterület egyes területeit érintem az értekezésemben a bírálótól jelentős figyelmet és nagy munkát igényelt.

Disszertációm a kandidátusi fokozatom megszerzése utáni rangos nemzetközi tudományos folyóiratokban megjelent válogatott tudományos munkáim rövidített változata. Ezt disszertációmban is jeleztem. Az új doktori szabályzat miatti terjedelmi korlátokat betartva nem volt lehetőségem a leírás bővítésére, sőt rövidíteni kellett az eredeti anyagokat, hiszen megjelent publikációkra épül az anyag.

A következőkben bírálóm által felvetett észrevételekre, kérdésekre és megjegyzésekre válaszolok.

Disszertációm kimondottan az építőmérnöki szerkezettervezés témakörébe tartozik. Elsősorban képlékenységtani (de nem anyagtani) alapkutatás, ahol a kidolgozott és bizonyított szélsőérték-tételek (beállásvizsgálat, képlékeny teherbírásvizsgálat) szélesítését mutatom be. Ezért nem témája dolgozatomnak a matematikai áttekintés sem, csak olyan szinten, ami az építőmérnöki szerkezettervezést befolyásolta. Számomra külön nehézséget okozott az, hogy a nem közvetlenül a mérnöki tudományokhoz tartozó szakaszok (fejezetek) megírásánál mit vegyek ismertnek, honnan indítsam a gondolatmenetet. Úgy döntöttem, hogy a tartók statikájából, a tartószerkezetek dinamikájából, az építőmérnöki képlékenységtanból és a matematikai programozásból az építőmérnöki egyetemi tananyagot ismertnek tételezem fel. Munkámban mindig is dominált a nemzetközi együttműködés. Kutatásaimban szoros kapcsolatba kerültem, hosszabb rövidebb ideig együtt dolgoztam illetve dolgozom a szakterület nemzetközileg is legkiemelkedőbb kutatóival (a teljesség igénye nélkül többek között Rozványi György, Berke László, John Taylor, Raphael Haftka, Uri Kirsch, Niels

Olhoff, Martin Bendsoe, Giulio Maier, Noboru Kikuchi, Kurt Marti, Juhani Koski). Munkáimat ismerik, hivatkozzák, eredményinket rendszeresen kicserélik, ellenőrizzük. Másrészt kutatásaimban meghatározó az ISSMO (International Society of Structural and Multidisciplinary Optimization) szerepe, melynek alapító tagja vagyok. Disszertációm az elmúlt két évtized alatti neves szakfolyóiratokban (Journal of Structural and Multidisciplinary Optimization-ban Mechanics Based Design of Structures and Machines-ben, Computers and Structuresban) megjelent az építőmérnöki tervezéshez kapcsolható válogatott közleményeim egy rövidített változata. Még a kiválasztott, a téziseket tükröző öt legfontosabb publikáció összes oldalszáma is messze meghaladja a 100 oldalas határt. Munkáim nyelvezete, jelölésrendszere a publikációk bírálói által elfogadott, meghonosodott rendszert követi. Másrészt tudom, hogy az egyes szakterületeknek kidolgozták a szokásos jelölésrendszerét. Komoly gondot okozott számomra, hogy a különböző tudományterületeken ugyanazt a fogalmat, vagy mennyiséget különbözőképp jelölik. Ennek ellenére igyekeztem mindenhol a megszokott jelöléseket megtartani, és - amennyire lehetőségem nyílt – elkerülni a jelölések ütközését. A sok jelölésnek tehát az oka az, hogy több különböző tudományterületről van szó, bár valamennyi az építőmérnöki gyakorlatban tartószerkezeti tervezéshez kapcsolódik.

Nagyon fontos kihangsúlyoznom, hogy munkáim, eredményeim a tartószerkezetek képlékenységtanához, topológiájának tervezéséhez tartozik. Nem foglalkozom a képlékeny anyagtannal és a képlékenységi elméletek elméletének továbbfejlesztésével. Hasonlóképpen a matematikai programozás eszközrendszere, a szélsőérték számítás technikája csak eszköz a kutatásaimban. A mechanikai modellek megoldására a lehető legegyszerűbb számítási eszközöket használtam. A mechanikai részhez tartozó végeselemes programozást magam fejlesztettem ki. A matematikai programozási feladatokat (lásd az értekezés 3. fejezete) a Klaus Schittkowski által írt és rendelkezésemre bocsájtott forrásnyelvi „NLPQL: A FORTRAN Subroutine Solving Constrained Nonlinear Programming Problems” program illetve az MTA-SZTAKI-ban Heinz Bernau és jómagam által írt többcélfüggvényes programcsomag (leírása a vele közösen írt cikkben illetve egyetemi doktori értekezésemben található) segítségével oldottam meg.

Mivel munkám célja nem a matematikai eszközök ismertetése, így azok részletes leírása helyett csak a forrásokra hivatkoztam. (pl. Saját cikkek és egyetemi doktori értekezésem.)

Disszertációmban a 2. fejezet nem tartalmaz új eredményt. Ez csak a szakterületen publikált a disszertációm megértéséhez feltétlen kapcsolódó matematikai munkák, elméletek rövid kivonata a forrásanyagok szerint. Ez azért fontos, mert bírálóm kifogásainak egy része

erre a fejezetre vonatkozik. Az itt közöltek az eredeti anyagokból átvett szövegezést tartalmazzák. Főleg Haftka (Haftka, R.T.; Gürdal, Z.; Kamat, M.P. (1990): Elements of Structural Optimization, Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.) és Kirsch könyvei (Kirsch, U. (1992): Structural Optimization, Springer Verlag, Berlin, New York.) alapján készült az idézett fejezet. Ezt jeleztem is a dolgozatomban. Köszönöm bírálóm kiegészítő megjegyzését, amellyel egyetértek, de én mérnöki szempontból és a dolgozathoz használt matematikai eszközrendszer szempontjából vizsgáltam a történeti fejlődést. Elismerem, hogy manapság már léteznek korszerűbb matematikai eljárások is. Ahogy jeleztem a második fejezet jelentős része nem a disszertáció szerzőjének, hanem különböző nemzetközileg nagyra tartott szerkezetoptimalizációs kutatók munkáiból közreadott anyagot tartalmazza rövidített formában (mivel ezt ismertnek tételeztem fel) és a disszertációhoz kapcsolódó matematikai, mechanikai háttéranyagot tartalmazza. Valóban van pontatlan szóhasználat, de korábban (lásd korábbi bírálói megjegyzés között) és később is pontos. Jobb lett volna megismételni a korábban pontosan megadott jelölést.

Az érdemi munka a 3. és 4. fejezetekben található. A harmadik és negyedik fejezethez kapcsolódó programok elkészítése és futtatása saját munka.

Az optimalizációs paramétereket rendszeresen szabályoztam. Itt válaszolok a konvergencia és optimalitási felvetésre is. Bírálóm hiányolja az optimalitási és konvergencia kritériumok részletes ismertetését. Dolgozatom mérnöki jellegű, az ismertetett matematikai megoldókat csak eszközként használtam. Mivel a programcsomag kijelzi az előre beállított optimalitási és konvergencia információkat, ezért ezeket a disszertációban nem írtam le, de az eredeti kutatásokban szerepeltek. Az optimalitásnak vannak mérnöki ellenőrzési lehetőségei is. Ezeket mindig alkalmaztam. A teherbírás diagramokat, mint a mérnöki ellenőrzés egyik formáját megadtam. (pl. A beállási teherparaméter változásának ellenőrzése.) Továbbá nagyon fontos tervezési feladat esetén az ellenőrző számítás, azaz a kapott geometriai adatokkal a tartószerkezet képlékeny teherbírása azonos-e a tervezési feladat terhével. Ez minden esetben megtörtént, sőt az irodalomban fellelhető hasonló feladatokkal is összehasonlítottam a munkáimat, a megjelenés óta mások használták teszt példáknak eredményeimet. A disszertációban csak kevés mintapéldát adtam terjedelmi okok miatt.

A tervezési feladatok esetében mindig van egy olyan szerkezet, amely az adott terhelést kellő biztonsággal tudja viselni és az alakváltozási kritériumoknak is megfelel. A kiindulás mindig egy „túlméretezett” szerkezet (a kiindulás egy lehetséges megoldás). A teherbírás görbék és a mérnöki szemlélet alkalmasak az optimalitás mérnöki eldöntésére. (Természetesen a

matematikai megoldók optimalitási jelzőparamétereinek a szem előtt tartásával.) Az egyes alfeladatok (képlékeny teherbírásvizsgálat és a beállásvizsgálat) konvexitása az irodalomban bizonyított. A beállásvizsgálat statikai tétele és a tervezendő szerkezet előzetes kialakítása biztosítja a konvergenciát.

Van kapcsolat az algoritmus és a tervezendő szerkezet váza „layout-ja” között, ha statikailag határozatlan szerkezet tervezése a cél, akkor lehet több megoldás is, ami ugyanarra a minimális térfogatra vezet. Ez már régóta ismert (Barta, J. (1957): On the Minimum Weight of Certain Redundant Structures, Acta Tech. Acad. Sci. Hung.; 18, 67-76.)

A többinek az összehasonlítására nem volt mód, mivel az általam kidolgozott mechanikai elmélet nemzetközileg is új volt és az én általam meghonosított 9 rudas szerkezetet tartalmazta. Azóta mechanikai modellem, mintapéldáim, más szerzők hivatkozásaiban szerepelnek. (pl. Herskovits, Atkociunas, Merkeviciute) A kapott hivatkozások a részletes hivatkozási listában megtalálható. Az adatmegadásom elegendő volt számukra az általuk alkalmazott hasonló eljárásokkal kapott eredmények összehasonlításához. Merkeviciute még a PhD disszertációjához is használta, ő meg is keresett. Másrészt az eredmények verifikálása a matematikai optimáló programok (Schittkowski –NLPQL- illetve Bernau és jómagam – többcél- programjainak) optimumot jelző megjegyzéseim túl a teherparaméter változásának ellenőrzésével, a folyási mechanizmusok kiértékelésével is megtörtént. Ez utóbbi alapvető az a mérnöki ellenőrzésben.

Elismerem, hogy a Prékopa-féle helyettesítő modell illetve az eredeti Kataoka dolgozat bővebb, pontosabb ismertetése jobb lett volna, de a terjedelmi korlátok miatt erre nem volt lehetőségem.

Köszönöm bírálóm munkáját és téziseim új eredménynek való minősítését.

Budapest, 2015. február 5.



Lógó János