

## Előszó

A műszaki és természettudományos kutató-fejlesztő munka költségeinek döntő része a kísérletek költsége, így ennek csökkentése kívánatos. Ez azt jelenti, hogy a kísérleti adatokban rejlő információt minél teljesebb mértékben ki kell nyerni, amire a matematikai statisztikai módszerek alkalmazása ad lehetőséget. Ennél is nagyobb a jelentősége a kísérletek gondos megtervezésének, ami nem egyszerűen átgondolt munkát jelent, hanem szintén a matematikai statisztika segítségével felépített olyan kísérleti terveket, amelyek lehetővé teszik, hogy a kívánt információt minél kevesebb kísérleti munkával szerezzük be.

Ebben a témakörben legutóbb 2000-ben jelentettünk meg könyvet, „Kísérletek tervezése és értékelése” címmel, a Műszaki Könyvkiadónál, ez a könyv többszöri utánnomás után is sok évvel ezelőtt elfogyott, érdeklődő olvasóink hiába keresik. Ezért merült föl a könyv újrakiadása. Ahogy az idő múlt, és a klasszikus eszközök továbbélése mellett új módszerek is használatba kerültek, magunk is további tapasztalatokat szereztünk, ezért egyre kevésbé tartottuk megfelelő megoldásnak a többé-kevésbé változatlan utánnomást, ezért döntöttünk a teljes átdolgozás mellett.

Az új részek és új hangsúlyok a következők:

A statisztikai alapok témakörében

- a) az egyoldali próbák hangsúlyozása
- b) próba és konfidenciaintervallum ekvivalenciája, ill. a táblázatból vett kritikus érték, kiszámított  $p$ , konfidenciaintervallum viszonya és haszna
- c) TOST (két egyoldali  $t$ -próba)
- d) hibaterjedési elemzés mérésekre: GUM-EURACHEM-módszer

Az ANOVA és a faktoros tervek témakörében

- e) több ingadozásforrás figyelembevétele nagyobb hangsúllyal
- f) split-plot, nehezen változtatható faktorok
- g) critical mix, rossz pont

Változatlanul igyekeztünk nem statisztikai könyvet írni, hanem mérnököt. Az a tapasztalatunk, hogy a valóságos problémák, amelyekkel a felhasználó szembekerül, bonyolultak, és nem is egyszerűsíthetők, több eszköz felhasználását igénylik, de tanulnítani csak az egyszerű eszközöktől kezdve lehet, spirálisan haladva fölfelé. Ezért iktatunk be komplex példákat új fejezetekként.

A példákat a Statistica programmal dolgoztuk ki, de más programok is kiválóan használhatók. Mivel az ilyen programok általában angol nyelven kommunikálnak a felhasználóval, a szakkifejezések angol nevét is megadjuk a legtöbb helyen. Tapasztalatunk szerint a vállalatok jelentős része az angol és magyar nyelvet is használja az adatelemzési jelentésekben, és súlyos következményekkel jár a tizedespont és tizedesvessző nem következetes használata. Ezért a magyar szabvány szerinti tizedesvessző helyett a könyvben mindenütt tizedespontot használunk.

Anyagunkat négy évtizedes oktatási tapasztalat csiszolta: fakultatív, majd választható kötelező és kötelezően választható tantárgyak a BME Vegyész-mérnöki Karán, továbbképző kurzusok a BME Mérnöki Továbbképző Intézetében és iparvállalatoknál, 6 szigma számos vállalatnál. Ez az oktatási tapasztalat egyben megközelítési módunkat is megszabja: mivel könyvünket elsősorban mérnököknek és mérnökhallgatóknak

szánjuk, a tételek kifejtésében, levezetésében a szokásos matematikai tárgyalás helyett szemléletességre törekedtünk; helyenként bizonyítás helyett is csak szemléletet kívántunk adni.

A statisztikai módszereknek sokféle felhasználója van. Van, aki csak végrehajtandó utasításokat, követendő eljárásokat kíván, és némi segítséget az eredmények értelmezéséhez. Más el akar mélyedni, érteni akarja a módszerek hátterét is, mert csak így biztos az alkalmazhatóságukban. A csak alkalmazni kívánó felhasználót is meg kell attól óvni, hogy egy módszert az alkalmazhatósági határain kívül akarjon használni, illetve segíteni kell, hogy problémája megoldására alkalmas módszert válasszon. Minthogy azonban úgy éreztük, hogy a piac nem bír el különböző könyveket a különböző felhasználóknak, igyekeztünk mindezeket egyben megoldani. Elkerülhetetlennek tartottuk az alapok gondos tárgyalását, kézzel végigszámolt példákkal, de a számolásigényes nagyobb feladatoknál a számítógép szolgáltatja az eredményekre hagyatkoztunk. Bőségesen adunk számpéldákat és gyakorlati alkalmazási példákat, útmutatásokat.

Mikor átdolgozásról van szó, a szerzők nem tudnak ellenállni a bővítés vágyának, ennek pedig a terjedelmi korlátok határt szabnak. A Typotex Kiadó tapasztalataira építve az anyag egy részét digitálisan bocsátjuk csak olvasóink rendelkezésére. Ezek a digitális részek szervesen a könyvhöz tartoznak, de a nyomtatott változatot használható alap-tankönyvvé akartuk formálni, a további fejezetek kerültek a digitális részbe.

Az elméletileg nehezebb fejezeteket, alfejezeteket, amelyek nélkül hitünk szerint még jól boldogulhat az elméleti megalapozottságra kevésbé igényes felhasználó, teljes egészében a digitális részbe utaltuk. Ugyanitt vannak a komplex alkalmazási példák. Igyekeztünk a könyvet úgy szerkeszteni, hogy e fejezetek nélkül is olvasható és használható legyen az anyag.

A számításokat többnyire a Statistica programmal /Dell Inc. (2016). Dell Statistica (data analysis software system), version 13. software.dell.com/ végeztük, de a ma használatos statisztikai programok hasonló eredményeket adnak, csak a külalak különbözik.

Köszönettel tartozunk egyetemi hallgatóinknak és az e témában tartott különböző tanfolyamaink résztvevőinek, akik érdeklődésükkel, kérdéseikkel segítettek hozzá bennünket a megértés öröméhez, társaikat – és remélhetően e könyv olvasóit is – a világosabb magyarázatokhoz és az anyag mérnöki szemléletnek megfelelő kifejtéséhez. Számos példánk kollégákkal való közös munka eredménye. Köszönjük nekik az együttműködést. Külön köszönjük Vágó Emese, Pusztai Éva és Mihalovits Máté részvételét.

Budapest, 2016. szeptember

A szerzők: Kemény Sándor, Deák András, Kunovszki Péter és Lakné Komka Kinga  
 Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
 Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.  
 e-mail: kemeny@mail.bme.hu, deaka@mail.bme.hu, kunope@mail.bme.hu, komka@mail.bme.hu