



PROGRAMCSOMAGGAL TÁMOGATOTT
STATISZTIKA OKTATÁSA GEOLÓGUS HALLGATÓK
PÉLDÁJÁN

TEACHING STATISTICS FOR
GEOLOGISTS IN A COMPUTER-ASSISTED
ENVIRONMENT

Doktori (Ph.D.) disszertáció
tézisei

KOVÁCSNÉ SZÉKELY ILONA

Debreceni Egyetem
Természettudományi Doktori Tanács
Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2007.



PROGRAMCSOMAGGAL TÁMOGATOTT
STATISZTIKA OKTATÁSA GEOLÓGUS HALLGATÓK
PÉLDÁJÁN

Doktori (Ph.D.) disszertáció
tézisei

KOVÁCSNÉ SZÉKELY ILONA

Debreceni Egyetem
Természettudományi Doktori Tanács
Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2007.

A kutatás előzményeinek rövid összefoglalása

Az ELTE geológus szakának tanrendjében jelentős óraszámban van jelen a matematikai statisztika, aminek célja, hogy a kurzuson részt vett hallgatók - végzett szakemberként - munkájuk során, döntési helyzetben, alkotó módon tudják felhasználni az itt szerzett ismereteiket.

A geológus hallgatók körében a matematikához kapcsolódó tárgyak nem érnek el osztatlan sikert, mivel a leendő hallgató azzal a várakozással választotta a geológus szakot, hogy nem kell jelentősebb matematikai tananyagot elsajátítania egyetemi évei alatt. Mivel alapozó tárgyról van szó, a diák már tanulmányai elején találkozik a matematikai statisztikával, és ekkor még nem érzékeli milyen jelentős segítséget kaphat a tárgytól szakmai problémáinak megoldásában. Azért, hogy a vonzóbb legyen a tárgy és a tanulási problémákat kiiktassuk, célszerű változtatni az oktatás metodikáján. Ennek érdekében új eszközöket vezethetünk be az oktatásban, új megközelítéseket alkalmazhatunk a régi helyett. Ezekre ad lehetőséget a programcsomaggal támogatott statisztika oktatás.

Irodalmi adatok rögzítik, hogy a hetvenes években a számítástechnika erőteljes fejlődésének köszönhetően már felmerült a személyi számítógép oktatásba történő bevezetése. A kutatók többsége úgy véli, a személyi számítógépek alkalmazásának egyik nagy előnye, hogy lehetővé teszik a bonyolultabb számítási műveletek gyors és hatékony elvégzését. A hallgatók figyelme felszabadul, így az sokkal inkább a statisztikai alapelvekre irányulhat és kipróbálhatják az elméleti ismereteikhez kapcsolódó gyakorlati lépéseket és technikákat.

Az alkalmazott vizsgálati módszerek

Egy tárgy oktatásában történt változtatások során felmerül a kérdés, milyen bizonyítékot és hogyan nyerhetünk arra vonatkozóan, hogy az újonnan alkalmazott módszertani megközelítés hatékony a tanulási problémák kiküszöbölésében? Honnan lehet tudni, hogy az alkalmazott módszer vagy tananyag sikeres? Milyen eszközök kerüljenek alkalmazásra az értékelésben? Milyen adatokat kell gyűjteni az értékeléshez és mi maga az értékelés módszere? Az újonnan bevezetett módszer értékelését célzó vizsgálatok után célszerű-e tovább vizsgálódni miszerint szükség van-e további módosításokra, amelyek a tanulás hatékonyságát elősegítik? Hogyan és milyen adatokat gyűjtsünk az újabb értékeléshez?

Fontos megállapítás az a tény, hogy a vonatkozó didaktikai irodalomban elenyésző azon tanulmányok száma, amelyek az adott módszer alkalmazásának fontosságát, előnyeit és tényleges hatékonyságát empirikus vizsgálatokon keresztül vizsgálja.

Az általam oktatott matematikai statisztika módszertanát 2001. és 2006. között többször változtattam. A külföldi és a saját oktatási tapasztalatom alapján rögzítettem, hogy a módszertani változtatások bevezetésénél a hagyományos és számítástechnikai eszközök felhasználásával, szakmai példákon keresztül történő oktatási forma lesz a legcélravezetőbb. Ezt tekintettem kiindulási pontnak. Kutatási célkitűzéseim közé tartozott, hogy a módszertan pontosítása és véglegesítése érdekében a hallgatók véleményét, elképzeléseit is figyelembe vegyem. A hallgatói véleményeket ezért kérdőív segítségével vizsgáltam, ahol téma szerint csoportosuló kérdésekre vártam a választ. Így véleményt kértem a tematika teljesíthetősé-

géről, az órák mennyiségéről, a feladatok jellegéről, azok hatékonyságáról, a tanultak használhatóságáról, hasznosságáról és a szakmai példákon keresztül történő, számítógép felhasználásán alapuló oktatásról.

A válaszok kiértékelése során kiszámítottam az egyes évfolyamokra, minden kérdésre vonatkozóan az alapstatisztikákat. Mivel minden résztvevőt több kérdésre adott válaszával mértem, a kiértékeléshez lehetőség nyílt a többváltozós adatelemző módszerek használatára. Csoportosítást végeztem, aminek ellenőrzésére diszkriminancia analízist alkalmaztam. A következő lépésben kiszámítottam a Wilks' λ értékeket, melyek alapján megállapítható volt, hogy a hallgatók csoportjai között mely kérdésekben volt nagyobb egyetértés és melyekben nem.

A metodika változtatásának kísérlete három részre bontható. A 2001. és 2002. években a hallgatói vélemények alapján rögzítettem a hagyományos előadás és gyakorlat helyzetét. 2004-ben és 2005-ben kisebb mértékű változtatásokat hajtottam végre. Több szakmai példán, néhány számítógépen, négy egyetemi órában próbáltam elérni, hogy a hallgatók közelebb érezzék a matematikai statisztikát saját szakterületükhöz. A vonatkozó hallgatói véleményekről összességében megállapítható, hogy a kérdőívekre adott válaszok nem tükrözték vissza azt a szakmai példákon keresztül nyújtott többletet, amit a 2001 és 2002-ben járt évfolyamok nem kaptak meg. A különböző metodikájú oktatást követő felmérések nyomán készített statisztikákból látható, hogy az egyes kérdések átlagos megítélése többnyire nem változott, de a hallgatóság által adott „jegyek” belső arányai igen. A szakmai példákkal folytatott, számítástechnikával támogatott oktatás ebben a formában nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket.

2006-ban sikerült az eddigieknél lényegesen jobb technikai feltételeket teremteni az óraszám jelentős emelkedése mellett. Minden hallgató külön számítógép mellett ült és azon egyedül dolgozhatott. A labor órák anyaga az adatelemzésre és értelmezésre koncentrált. Olyan nagy adathalmaz került feldolgozásra, ami manuális eszközökkel megoldhatatlan lett volna. A matematikai statisztika szempontjából cél volt a minta fogalmának tisztázása, a konfidencia intervallumok konstrukciója, hipotézis vizsgálat, regresszió számítás és egy egyszerű idősor elemzés. Ez utóbbi témakör kivételével egyetlen adathalmaz szolgált a gyakorlatok tárgyául.

A kérdőívek kitöltése és kiértékelése megtörtént. Az órák látogatottsága öt év adatait összehasonlítva ekkor volt a legmagasabb. Az oktatás sikerét szemléletesen mutatja a geológus képzés szempontjából talán legfontosabb kérdés, miszerint mennyire szolgált az óra a szakmai fejlődést. Az erre adott osztályzatok átlaga egyike volt a legmagasabbaknak, 4,9. A számítástechnikával támogatott oktatás hatékonysága 4,6 míg a szakmai példák fontossága 4,86 átlagot kapott. Hasonlóan kedvező osztályzatok születtek egyéb és hasonlóan fontos kérdésekre is. Egyértelműen megállapítható volt, hogy az öt év időtartamú kísérlet sorozatban 2006-ban kiemelkedő eredmény született.

Új tudományos eredmények

1. A gyakorlatban ritkán adódik lehetőség arra, hogy egy új oktatási metodika bevezetését egy kísérleti szakasz előzze meg, ezért az optimális oktatási forma megtalálásához, a bevezetést követően mérni kell annak hatékonyságát. Javaslom a kérdőíves adatgyűjtés alkalmazását.
2. Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a kérdőívek alapján történő felmérés egy új oktatási metodika bevezetése esetében alkalmazható, amennyiben a kérdőíven feltüntetett kérdések lényegre törők és alkalmazkodnak a felmérés eredeti céljához.
3. A kérdőívekre adott válaszok hagyományos statisztikai feldolgozása nem tárja fel a tárgyon belüli és a hallgatók között kialakult kapcsolatrendszereket, ezért további, sokváltozós adatelemző módszerek alkalmazása szükséges.
4. A módszertan hatékonysága, pontosítása és véglegesítése érdekében célszerű a hallgatók véleményét és elképzeléseit is figyelembe venni. Ezzel a „segítséggel” optimálisan lehet dönteni a tematika teljesíthetőségéről, az órák mennyiségéről, a feladatok jellegéről és azok hatékonyságáról.
5. A hatékony gyakorlatok alapjait körültekintő folyamat során kiválasztott feladatok jelentik. Amennyiben sokféle feladatot szerepeltetünk az órákon, a hallgatónak mindegyik esetében meg kell értenie a szakmai problémát, és rendelkeznie kell a szükséges szakmai ismeretanyaggal. Felméréseim azt bizonyítják, cél-

szerű kevés számú – amennyiben lehet egy – feladatot választani, amely az adott szakterületről való, tudományos igényű, érdekes és rajta szinte minden, vagy lehetőség szerint minél több tanult statisztikai módszer alkalmazható. Ekkor csak egyszer kell a hallgatónak egy ilyen szakmai példának az ismeretanyagát, feltevérendszerét magáévá tenni, így kellőképpen a statisztikai fogalmakra, eszközökre és azok alkalmazásának feltételeire tud koncentrálni.

6. Programcsomaggal támogatott statisztika oktatásához számtalan program közül lehet választani. Ehhez azonban át kell tekinteni az egyes programcsomagok tudását, kezelhetőségét, grafikus lehetőségeit, az eredmények értelmezhetőségét, a használat jogi rendezettségét, az adott szakterületen meglévő és várható elterjedtségét és nem utolsósorban nagy jelentősége van annak, ha a hallgató valamilyen szinten már ismeri az alkalmazott programot. Bevezető statisztika kurzus lévén a felsorolt feltételeknek megfelel és sikeres oktatást biztosít az MS Excel program.
7. Egy számítógéppel támogatott oktatási formának megvalósításába csak akkor szabad belefogni, ha annak a technikai feltételei adottak. Szükséges, hogy minden hallgató önállóan dolgozhasson egy számítógép mellett. Célszerű olyan nagy adathalmazokkal dolgozni, amelyek esetében manuális eszközökkel megoldhatatlan lenne a feldolgozás. Fontos a statisztika használatával kapott eredmények ábrákon történő megjelenítése, mivel az ábra jelentős szemléletformáló eszköz. Lényeges bizonyítani a hallgató felé a számítástechnika, mint eszköz hatékonyságát, va-

lamint fontos, hogy minden résztvevőnek legyen statisztikából, választott szakmájához kapcsolódó sikerélménye.

8. Az egy hallgató által elvégezhető gyakorlat mennyisége fontos tényező a metodika céljainak megvalósulásában. Ennek fontos eszköze az óraszám. Metodikai változtatást csak akkor szabad véghez vinni, ha a gyakorlat idejéből kellő mennyiséget tudunk annak megvalósítására fordítani.
9. A sikeres statisztika oktatás egyik fontos alapja, hogy az oktató azonosulni tudjon az adott szakterület problémáival, a statisztikai eredményeket ebből a szempontból tudja értelmezni. Csak így lehet elérni, hogy a statisztika az őt megillető helyet foglalja el az adott szakterületen.

Az értekezés témaköréből készült publikációk

- Kovácsné Székely I. 2006. Feedback from students on the teaching of statistics, Octogon, pp. 601–616.
- Kovácsné Székely I. 2006. Understanding the spatiotemporal sample: a practical view for teaching geologist students, Teaching Mathematics and Computer Science, 4/1, pp. 89–99.
- Koroknai Zs. – Kovács J. – Kovácsné Székely I. 2005. A Balaton “medencefelosztásának” vizsgálata többváltozós adatelemzéssel. Hidrológiai Közlöny, Vol. 85, Part. 6, pp. 62–64.
- Kovács J. – Reskóné Nagy M. – Kovácsné Székely I. 2005. Mintavételezés gyakoriságának vizsgálata tér-statisztikai függvény-

nyel a Velencei-tó példáján. Hidrológiai Közlöny, Vol. 85, Part. 6, pp. 68–71.

Kovács J. – Kovácsné Székely I. 2006. A földtani adatok adatelemzésének nehézségei, Karsztfejlődés XI. pp. 25–35.

Kovács J. – Koroknai Zs – Futó I. – Kovácsné Székely I., 2006. Period estimation and using multivariable data analysis methods in Lake Balaton time-series, Acta Geod. et Geoph. Hung, Vol. 41, pp. 45–54.

Kovácsné Székely I., 2004. Csatlakozási pontok a valószínűség-számítás és statisztika oktatásában, Szakmai Füzetek, BGF, KKFK, 13 szám, pp. 82–85.

Zibolen E. – Kovácsné Székely I., 2000. Az Internet és e-mail a matematika és statisztika oktatásában, Matematika- Fizika - és Informatika Oktatók XXIV. Országos konferenciája, Abstract, p. 40.

Kovácsné Székely I. – Völgyiné Szűcs E. – Zibolen E., 2000. Hallgatói véleményekből kiszűrhető információk többváltozós adatelemző módszerekkel, Matematika -, Fizika - és Informatika Oktatók XXV. Országos konferenciája, Abstract, p. 74.



TEACHING STATISTICS FOR
GEOLOGISTS IN A COMPUTER-ASSISTED
ENVIRONMENT

Ph.D. thesis book

ILONA SZÉKELY KOVÁCSNÉ

University of Debrecen
Faculty of Science
Mathematics and Computer Science Ph.D. School

Debrecen, 2007.

Preliminaries

Teaching of Statistics is considered to be a fundamental part of the education of Geology students at the Faculty of Science of Eötvös Loránd University, and is therefore represented with a considerable number of classes in the curriculum. The final goal is that the students can use the acquired knowledge and skills in a constructive way during their decision making as working experts.

Subjects related with mathematics are not quite popular among students of Geology since the majority of them choose Geology as their major with the anticipation that they will not have to acquire a significant amount of mathematical knowledge during their studies. Statistics, as an introductory course is taught during the very first part of the Geology curriculum. Unfortunately, this is why most students are not able to recognize the importance of this subject for their future work and studies at this very early stage. In order to make the subject more attractive to students and eliminate study problems the introduction of new teaching methods and approaches as well as tools is desired in the classroom environment. Computer-assisted classroom environment in teaching statistics may be one possible option.

As shown by data from the literature, thanks to a relevant development in computers, the possibility of introducing personal computers into statistics classes was postulated as early as the 1970s. As many researchers agree, one of the most important benefits of using computers in the classroom is the speeding up of complicated calculations. This way the students minds are virtually liberated from the enduring task of mecha-

nical calculation and can pay more attention to the statistical principles introduced in the class. Not to mention that the practical steps related to the newly acquired theoretical knowledge can be tested right away.

Material and methods

When new teaching practices are introduced into a classroom, one of the most intriguing questions to find an answer for is how can we test and prove whether or not the new methods were truly effective in eliminating the study hardships of students? How do we know if the new practice was successful and what tools can be used to evaluate it? What type of data should be collected and what is the exact method of evaluation? After the initial evaluation results are gained is it worth to make a follow-up to see if further modifications are needed in the teaching practices to fully eliminate study problems? How should this new data be acquired?

It is important to note that there are only a few empirical studies addressing these questions available in the literature. I personally made several modifications in my teaching methods in the Statistics classroom between 2001 and 2006. Based on my own classroom experiences and those gained abroad I got to the conclusion that a mixed use of traditional and computer aided methods and the utilization of geological examples in the Statistics classroom are the most effective ways of successful teaching. This was only a starting point in my work. But before the final decision is made on the changes to the educational structure, it was important to know the students' opinions about the question as well. For

this reason the students were asked to fill out a questionnaire about the hardness of the topics covered, the sufficiency of the classes held, the usefulness of the knowledge acquired, the goodness of the tasks utilized in the classroom and of the entire computer-assisted classroom environment using geological examples in the work. During the evaluation, the descriptive statistics for each question posed were calculated for the individual classes. As every student was evaluated by multiple replies, there was a possibility to use multivariate methods in the evaluation. The initial grouping was tested using discriminant analysis. Then the Wilks' λ values were calculated, which revealed which group of students agreed most in which questions.

The attempt of reforming teaching methods in the Statistics classroom comprised of three parts. The first step during 2001 and 2002 involved of gaining a general survey of the status of traditional lectures and seminars. Then slight modifications were made in 2004 and 2005 in the teaching methods. I used more geological examples in the classroom, some computer in 4 hours struggling to bring the subject closer to the students. As was seen from the initial survey of these latter classrooms the surplus given to the students by using geological examples was not significantly reflected in the positive opinions as compared with those of the traditional classrooms of 2001 and 2002. Although there were no significant changes in the opinions on the average, the positive marks given to the individual efforts by students altered significantly internally. The computer-assisted classroom using practical geological examples did not meet the initial expectations.

In 2006 major improvements were made in the classroom like not only the number of weekly classes increased but the number of computers available to students in the classroom as well, enabling students to work individually using their own computers. Seminars were focusing on data analysis and interpretation of the gained results. The used data base was so enormous it could not have been evaluated mechanically. The major aim was to clarify such concepts as statistical sample, the construction of confidence intervals, hypothesis testing, regression analysis and simple time-series analysis. A single data base was used, except for the last topic discussed. The questionnaires of these classrooms were also evaluated revealing that this was the year when most students attended the classes in 5 years time. The success of the classes is clearly reflected in the answer given to the question considered most important from the side of training Geologists. How much do you think the classroom enhanced your career development? The marks given to this question was one of the highest: 4.9. The average marks given for the effectiveness of computers in the classroom and the importance of using geological examples were 4.6 and 4.86, respectively. Similarly favorable marks were given to other evaluative questions as well. During the 5 year of our experimentation 2006 was the most successful year.

New scientific results

1. There is rarely a chance to execute an experimental phase before the introduction of a new teaching method in everyday practice.

So the effectiveness of the new method should be empirically tested after introduction to find the best method most suited for the subject and students. Surveying using a questionnaire is highly advisable as seen by my findings.

2. As shown by the gained results, the survey on the effectiveness of a new teaching method is only reliable and will give good results if the questions asked are clear-cut and suited to the original expectations of the survey.
3. The evaluation of the survey reports using traditional statistical methods does not uniformly shed light onto the complex relationships existing between the students and the instructed subject. For this reason the use of further multivariate methods is desirable.
4. Within the finalization of the new method, the expectations and opinions of the students should be considered as well. This way the hardness of the topics covered, the number of classes required as well as the types of tasks and examples used for optimal knowledge acquisition can be objectively judged by the tutor.
5. The foundation of effective seminars lies in the carefully selected examples and tasks utilized into the classroom. When a large variety of examples and tasks are used, the students must have a clear understanding of the geological problems related in advance of solving the task. As shown by my own results, a minimal number of cases, if possible only one should be chosen from the field of study of the major, which is both intriguing

and can be evaluated using multiple statistical procedures. This way the students have to gain a clear understanding of the case only once, and can freely focus on the statistical concepts, tools utilized in the solution process.

6. There are numerous software packages available for teaching statistics in a computer-assisted classroom. However, the tutor must have a clear overview of the capabilities and restrictions of the individual programs, their user friendliness, graphical abilities, easy interpretation of the output by students, how commonly used by other experts of the field and what are the possibilities for a legal copyrighted use. It is also fine if some students have some preliminary knowledge of the program to be used in the classroom. As shown by my own findings, the most suited pack in introductory Statistics courses is MS Excel.
7. The availability of the necessary technical background is also an important prerequisite for the introduction of a teaching method using a computer-assisted environment. It is important to create a classroom where students can work individually using a single computer each. The use of versatile databases, not easy to solve using mechanical calculation is also advisable. The graphical output of the results is indispensable, as it enhances better understanding. Finally it is important that the students be personally convinced of the importance of computers used in such a classroom by putting through a job and gaining a positive experience of statistics individually.

8. The number of tasks students can successfully comply is an important issue in choosing teaching methods. A good tool is here the number of weekly classes. Changes in the methodology are advisable only if there is enough time for the successful implementation.
9. One of the foundations of successful teaching in statistics is that the tutor can endorse with the cases and problems of the given subject major and be able to interpret the results from this expertly point of view. Only this way can statistics regain its position and importance in the curriculum of a subject.

Publications related to the thesis

- Kovácsné Székely I. 2006. Feedback from students on the teaching of statistics, *Octogon*, pp. 601–616.
- Kovácsné Székely I. 2006. Understanding the spatiotemporal sample: a practical view for teaching geologist students, *Teaching Mathematics and Computer Science*, 4/1, pp. 89–99.
- Koroknai Zs. – Kovács J. – Kovácsné Székely I. 2005. A Balaton “medencefelosztásának” vizsgálata többváltozós adatelemzéssel. *Hidrológiai Közlöny*, Vol. 85, Part. 6, pp. 62–64.
- Kovács J. – Reskóné Nagy M. – Kovácsné Székely I. 2005. Mintavételezés gyakoriságának vizsgálata tér-statisztikai függvénnyel a Velencei-tó példáján. *Hidrológiai Közlöny*, Vol. 85, Part. 6, pp. 68–71.

- Kovács J. – Kovácsné Székely I. 2006. A földtani adatok adatelemzésének nehézségei, Karsztfejlődés XI. pp. 25–35.
- Kovács J. – Koroknai Zs – Futó I. – Kovácsné Székely I., 2006. Period estimation and using multivariable data analysis methods in Lake Balaton time-series, Acta Geod. et Geoph. Hung, Vol. 41, pp. 45–54.
- Kovácsné Székely I., 2004. Csatlakozási pontok a valószínűség-számítás és statisztika oktatásában, Szakmai Füzetek, BGF, KKFK, 13 szám, pp. 82–85.
- Zibolen E. – Kovácsné Székely I., 2000. Az Internet és e-mail a matematika és statisztika oktatásában, Matematika- Fizika - és Informatika Oktatók XXIV. Országos konferenciája, Abstract, p. 40.
- Kovácsné Székely I. – Völgyiné Szűcs E. – Zibolen E., 2000. Hallgatói véleményekből kiszűrhető információk többváltozós adatelemző módszerekkel, Matematika -, Fizika - és Informatika Oktatók XXV. Országos konferenciája, Abstract, p. 74.