

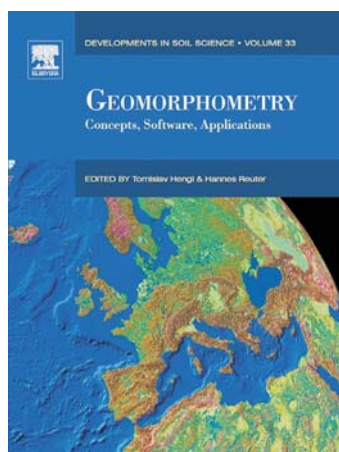
# Geomorphometry – Concepts, Software, Applications

*Edited by: Tomislav Hengl and Hannes I. Reuter*

Geomorphometry is the science of quantitative land surface analysis (also terrain analysis, digital terrain modelling; German *Relief Analyse*). This subject was thoroughly explored by Tomislav Hengl and Hannes I. Reuter in the book *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications*, which was recently published by Elsevier (in English, 772 pp., ISBN: 978-0-12-374345-9). The editors prepared contributions of 19 authors from various fields: environmental and soil science, geography, geomorphology, hydrology, ecology, meteorology, and oceanography. The book features a complete overview of methods and principles of geomorphometry: digital elevation model (DEM) production and filtering, determination of relief parameters, hydrological and climate modelling and various applications. The book is accompanied by the web page <http://www.geomorphometry.org> which contains digital maps used for producing chapters in the book, as well as data about authors and collaborators. What also makes the book special is that three of the authors are Croatians, as well as numerous examples in the book came from Croatia, which proves that Croatian scientists also significantly contribute to the development of geoinformation sciences, i.e. geosciences in general.

The book is organized in 3 parts: Concepts (theoretical), Software (technical) and Application (discipline-specific). It is very practical, it includes details on a variety of software packages, as well as explanations of how to carry out similar data analyses. Furthermore, there are detailed descriptions of all types of relief and generally surfaces which can be modelled using DEM, as well as how to create DEMs. Each of the book's three sections consists about ten chapters that follow a logical sequence from data processing to extraction of land-surface parameters and objects from DEMs. Many chapters overlap in content and examples, illustrating not only the many types of land-surface parameters, but also their variants – different parameter values calculated from an identical DEM by different software, i.e. different options.

**Part I: Concepts** – The introduction of the book (Chapters 1-9) first explains basic concepts, principles and major applications of geomorphometry, followed by a historical review of the discipline. It is followed by a mathematical introduction to modelling the land surface, with special attention paid to calculations of first- and second-order of surface derivatives. The most common sources of data in geomorphometry are given (each DEM source is described in terms of the equipment or hardware used to collect elevation data), as well as



advantages and disadvantages of post-processing in converting raw data (such as altitude) into a DEM. Following are techniques for improving the quality of DEMs prior to geomorphometric analysis. Also represented are geostatistical techniques for modelling uncertainties in inherent in DEMs and analyses for evaluating errors/uncertainties which influence the calculation of land-surface parameters). Focus is on propagation of DEM error through a set of realizations using sequential Gaussian simulations. Chapter 6 introduces the reader to basic morphometric parameters derived directly from original DEMs. The next chapter describes hydrological land-surface parameters for quantifying water flow and resulting surface processes. Chapter 8 contains a comprehensive presentation of the solar radiation model (where radiation can be estimated from DEMs) and models that describe the influence of climatic processes on the land surface. This book's section finishes with Chapter 9 which provides types and elements of relief and relation between these land parameters and geomorphology.

**Part II: Software** – This section includes the next nine chapters (Chapters 10-18). It starts with a general inventory and prospect of almost all computer program packages used in geomorphometry, including software not demonstrated in the book in detail. There are descriptions of eight well-known packages currently available for analysis of land surface, from commercial ArcGIS and RiverTools to open source/freeware SAGA, GRASS, ILWIS, LandSerf, TAS and MicroDEM. It is very important that five chapters were written by authors of the software, and three later chapters by expert users. It means this part of the book can also be applied as some kind of user manual, enriched with scientific information.

**Part III: Application** – This final part of the book encompasses ten chapters

(Chapters 19-28) which explain the application of geomorphometry in geosciences and environmental sciences (also providing insight into the future of geomorphometry in the last chapter). Chapter 19 is an introductory text *Geomorphometry – A Key to Landscape Mapping and Modelling* which explains the importance of digital land-surface analysis in creating maps and models in different disciplines. It also explains why DEM analysis has become essential for quantifying and understanding natural forms in relief. Subsequent chapters of this section describe specific cases of automated DEM analysis in various disciplines, illustrating some of many different approaches to using geomorphometry to generate and interpret spatial information.

The book can be of great use to:

1. Universities and research institutes where graduate or post-graduate courses are conducted in geography and other geosciences and environmental sciences
2. GIS specialists and project teams involved in mapping, modelling and managing natural resources at various spatial scales
3. As a tutorial and reference source to anyone involved in the analysis of DEMs.

The book was funded by the European Commission (DG JRC, Ispra) with the intention to use it as a reference manual for DEM processing. The *Baranja Hill* test dataset was kindly provided by the State Geodetic Administration of the Republic of Croatia.

This material demonstrates the contributors' expertise, knowledge, and passion in the field of geomorphometry, but also great effort and skill of the editors. They did a great job of connecting meaningful work in 28 chapters. Moreover, pedologists, people interested in mapping variables sampled in soil and environment, users of different kind of DEMs, hydrologists or hydrogeologists can find interesting chapters in this book. The editors recommended using the R software with open-source GIS packages: SAGA, GRASS and/or ILWIS to process DEMs. They also emphasized that almost 80 % of the projects dedicated to digital soil and vegetation mapping was based on DEMs, which means DEM is one of the most important thematic layers in every GIS. In conclusion, the book *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications* is a comprehensive and valuable work which can be recommended to all scientists, professionals and students interested in the field.

Tomislav Malvić

# Geomorphometry – Concepts, Software, Applications

*Uredili Tomislav Hengl i Hannes I. Reuter*

Geomorfometrija je, najkraće rečeno, znanost o kvantitativnoj analizi reljefa (engleski sinonimi su *terrain analysis*, *digital terrain modelling*; njemački *Relief Analyse*). Ta je tema detaljno obrađena u knjizi Tomislava Hengla i Hannesa I. Reutera *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications*, što je nedavno objavljena u izdanju izdavačke kuće Elsevier (na engleskom jeziku, niz *Developments in Soil Science*, 2008, Vol. 33, 772 str., ISBN: 978-0-12-374345-9). Urednici izdanja priredili su priloge 19 autora iz različitih područja: zaštite okoliša i analize tla, geografije, geomorfologije, hidrologije, ekologije, meteorologije i oceanografije i praktički dali kompletan pregled metoda i načela geomorfometrije: od izrade i filtriranja digitalnog modela reljefa (DMR), do određivanja parametara reljefa, hidrološkog i klimatskog modeliranja i raznih aplikacija. Knjiga dolazi uz web-stranicu <http://www.geomorphometry.org/> na kojoj se mogu naći digitalne karte / skripte upotrijebljene pri izradi različitih poglavlja u knjizi, te podaci o autorima i suradnicima. Posebnost knjige je i u tome što su tri autora na knjizi, te mnogobrojni primjeri u knjizi iz Hrvatske, što dokazuje da i hrvatski znanstvenici značajno pridonose razvoju geoinformacijskih znanosti, odnosno geoznanosti općenito.

Knjiga je podijeljena u 3 dijela: Koncepti – teorijski dio, Programi – tehnički dio, i Primjena – primjena u različitim područjima. Odmah je uočljivo da je glavna prednost knjige u njezinoj praktičnosti. Prikazani s tehnički detalji o nizu programskih paketa kao i pojašnjenja na koji se način mogu s pomoću njih izraditi odgovarajuće analize podataka. Nadalje, detaljno su opisane sve vrste reljefa i općenito ploha koje se mogu modelirati upotrebom DMR-a, te postupci stvaranja DMR-a. Svaki od tri dijela knjige sastavljen je od desetak poglavlja koja prate logičan slijed, započevši s obradom podataka pa do dobivanja parametara reljefa (engl. *land surface parameters*), odnosno objekata iz DMR-a. Niz poglavlja ima sličnosti (tj. poželjnih poveznica) u sadržaju i primjerima, prikazujući ne samo brojne vrste spomenutih parametara, nego također i njihove varijante, odnosno razlike koje se mogu pojaviti pri računanjima istoga parametra iz jednakih DMR-ova, no upotrebom različitih programa ili različitih postavki.

**I. dio:** Koncepti – Uvodni dio knjige (poglavlja 1-9) na samome početku objašnjava temeljne koncepte, principe i glavne primjene geomorfometrije, popraćene povijesnim pregledom toga područja. Slijedi dio u kojemu je dan matematički prikaz

modeliranja plohe terena (reljefa), uz posebnu pozornost posvećenu računanju derivacija reljefnih ploha 1. i 2. reda. Čitatelju su navedeni najčešći izvori podataka u geomorfometriji (svaki izvor DMR-a opisan je s obzirom na opremu koja je upotrijebljena za prikupljanje podataka o reljefu), te prednosti i nedostaci završne (dodatne) obradbe kod pretvorbe "sirovih" podataka (nadmorske ili neke druge visine) u konačni DMR. Zatim slijedi opis tehnika kojima se poboljšava kvaliteta DMR-a prije nego li se nastavi s geomorfometrijskom analizom. Također su prikazane geostatističke tehnike za modeliranje nesigurnosti unutar DMR-a i analize kojima se provjerava utjecaj takvih nesigurnosti pri računanju parametara reljefa. Glavni naglasak stavljen je na računanje i rasprostiranje pogriješke DMR-a (engl. *propagation of DEM error*) kroz niz jednakovjerojatnih realizacija dobivenih upotrebom sekvencijskih Gaussovih simulacija. Poglavlje 6 čitatelja uvodi u značenje osnovnih morfometrijskih parametara dobivenih iz izvornih DMR-ova. Sljedeće poglavlje sadrži opise hidroloških pojava u površinskom reljefu iz kojih se može kvantificirati vodeni tok te njegovo djelovanje na reljef. Poglavlje 8 obuhvaća opširne prikaze modela Sunčeve radijacije čiji iznos može biti procijenjen iz DMR-ova, te modela koji prikazuju utjecaj klimatskih procesa na površinu terena. Taj dio knjige završava 9. poglavljem u kojem su opisane vrste i elementi oblika reljefa te veze između parametara tla i geomorfologije.

**II. dio:** Programi – Taj dio knjige obuhvaća devet poglavlja (10-18). Započinje općenitim pregledom broja i vrste gotovo svih postojećih računalnih programskih paketa koji se primjenjuju u geomorfometriji, uključujući također i one programe koji kasnije nisu detaljno prikazani u knjizi. Opisano je 8 poznatih programskih paketa koji su dostupni za analizu površinskoga reljefa. To su komercijalni paketi ArcGIS i RiverTools, open source / besplatno dostupni paketi SAGA, GRASS, ILWIS, Land Serf, TAS i MicroDEM. Vrlo je važna činjenica da su pet poglavlja napisali autori programskih paketa, dok su tri završna poglavlja napisali stručni korisnici. Drugim riječima, to znači da taj dio knjige može poslužiti kao svojevrsan priručnik za upotrebu tih paketa, ali i priručnik koji sadrži vrijedne znanstvene informacije o samim programima.

**III. dio:** Primjena – Završni dio knjige sadrži deset poglavlja (19-28) u kojima je objašnjena primjena geomorfometrije u geoznanostima i znanostima koje se bave zaštitom okoliša, dok zadnje poglavlje

daje uvid u budućnost geomorfometrije. Poglavlje 19 uvodni je tekst *Geomorfometrija – ključ za kartiranje i modeliranje reljefa* u kojem je objašnjena važnost digitalne analize reljefa u izradi karta i modela unutar različitih disciplina. Također je objašnjeno zašto analiza DMR-a postaje ključna za kvantifikaciju i razumijevanje prirodnih oblika u reljefu. Daljnja poglavlja u tom dijelu knjige opisuju posebne slučajeve automatizirane analize DMR-a u različitim znanstvenim disciplinama, prikazujući neke od različitih pristupa kod upotrebe geomorfometrije u stvaranju i interpretaciji prostornih informacija.

Knjiga može poslužiti kao odličan vodič za:

1. Sveučilišta i istraživačke institute na kojima se održava diplomatska i poslijediplomska nastava iz geografije i drugih geoznanosti
2. Specijaliste koji rade u GIS-u i projektnim skupinama koje se bave kartiranjem, modeliranjem i upravljanjem prirodnim bogatstvima upotrebom prostorne prikaze različitog mjerila
3. Kao temeljni priručnik svakome tko se bavi analizom DMR-ova.

Knjigu je financirala Europska komisija (DG JRC, Ispra) s temeljnom namjerom da se upotrebljava kao priručnik u području obradbe digitalnih modela reljefa. Testni skup podataka, nazvan Baranja Hill, ustupila je Državna geodetska uprava RH.

Prikazani materijal jasno opisuje područje specijalnosti suradnika, njihovo znanje i rad u području geomorfometrije, no također ukazuje na veliki trud i vještinu urednika koji su obavili izvrstan posao skladno povezujući sve priloge u 28 poglavlja. Nadalje, u knjizi će mnoštvo zanimljivih stvari pronaći pedolozi, osobe koje kartiraju varijable uzorkovane u tlu i okolišu, svi korisnici DMR-ova, hidrolozi i hidrogeolozi. Urednička preporuka je upotreba programa R u kombinaciji s open source GIS paketima: SAGA, GRASS i/ili ILWIS za obradu DMR-ova. Osim toga, urednici su jasno naglasili da je gotovo 80 % projekata u području digitalnog kartiranja tla i vegetacije utemeljeno na upotrebi DMR-ova, što znači da je DMR jedna od najvažnijih tematskih slojeva u svakom GIS-u. Može se zaključiti da je knjiga *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications* opsežno i vrijedno djelo koje se može preporučiti svim znanstvenicima, stručnjacima i studentima zainteresiranima za to područje.

Tomislav Malvić