POSTUP VÝPOČTU OBJEMU VODNÝCH NÁDRŽÍ POMOCOU NÁSTROJOV GIS

Daniel Kubinský

Abstract

Paper is focused on the description of a procedure and problems of water reservoirs volume calculation using GIS tools, specifically in the software environment of Surfer 8. The field of water reservoirs is often connected with the change of volume in their area, this can be caused by human activity or it can be a result of sedimentation from own basin. We should be able to calculate these volume changes and on the basis of this to take other management measures in the basin or in the area of a water reservoir itself.

Keywords: water reservoirs, gis, surface modelling, water reservoir volume

Úvod

Nástroje geografických informačných systémov sa dostávajú do popredia viacerých environmentálnych riešení problémov. Ich využitie v praxi je veľmi široké a efektívne. Jedným z možností využitia gis je aj pri výpočte objemu vodných nádrží a stanovení jeho zmien v časovom období. Samotná zmena retenčného objemu môže byť daná či už činnosťou človeka alebo sedimentáciou splavenín z povodia. Splaveniny sú časti hornín rozličnej veľkosti, ktoré pochádzajú z povodia toku, alebo z vlastného koryta a sú splavované vodou (Michal, 2005). Samotné mikropovodie je vyhraničené na základe priebehu vrstevníc a spádových kriviek - reliéfovo-hydrologických vzťahov. Charakterizované je najmä smermi a intenzitou základných reliéfových a hydrologických procesov (Julény et al, 2006).

Predpoklad porovnávania a stanovenia zmeny objemu za určité časové obdobie je získanie vstupných údajov z dvoch časových období, pričom prvá sada údajov môže byť získaná z existujúcich nákresov a plánov reliéfu dna nádrže vo forme vrstevníc a druhá sada z terénneho merania hĺbky vodnej nádrže v podobe siete bodov s definovanou presnou polohou X, Y a údajom o hĺbke. Nasledujúci príspevok bude zameraný najmä na vodné nádrže – tajchy banskoštiavnického vodohospodárskeho systému, ale uvedené postupy je možné aplikovať na akékoľvek vodné nádrže.

Vstupné údaje, vytvorenie gridu

V príspevku je popísaný základný postup pre výpočet objemu vodných nádrží v softwarovom prostredí Surfer 8 od spoločnosti Golden Software. Vstupný formát pre importovanie do programu je súbor s koncovkou *dat*. Je to vlastne tabuľkový dátový súbor, ktorý musí obsahovať 3 základné stĺpce a to súradnice X a Y a výškový údaj Z. Ukážka štruktúry súboru je znázornená na obr. č. 1. Vstupné hodnoty je možné získať napr. vektorizáciou plánov a nákresov na ktorých je vrstevnicovými líniami zakreslený reliéf dna, pričom tie budú predstavovať povrch dna z roku z akého pochádzajú nákresy. Súčasný stav reliéfu dna nádrže je možné zistiť terénnym výskumom, či už pomocou sonaru umiestneného na člnu spolu so zariadením GPS a odčítaním v pravidelných intervaloch hodnoty X,Y a Z, alebo pomocou ciachovaného lana a jeho pravidelným spúšťaním na dno a odčítaním hĺbky.

Obr. č. 1: Štruktúra vstupného súboru s koncovkou *dat*

Figure 1: Structure of the input *dat* file

A1		-441929,13900055		
	A	B	C	D
1	-441929,1	-1260260	701	
2	-441930,0	-1260262	701	
3	-441930,9	-1260263	701	
4	-441931,8	-1260264	701	
5	-441932,9	-1260264	701	
6	-441933,5	-1260264	701	
7	-441935,0	-1260263	701	
8	-441936,4	-1260262	701	

Zo vstupného súboru je potrebné vytvorenie gridu – z hlavného menu otvoríme položku *Grid / Data...* Do zobrazeného dialógového okna zvolíme súbor s koncovkou *dat*.

Obr. č. 2: Dialógové okno – generovanie gridu

Figure 2: Dialog box – grid generation

Grid Data - C:\vstup.dat

Data Columns (1170 data points)

X: Column A Filter Data...

Y: Column B View Data

Z: Column C Statistics

Gridding Method

Kriging Advanced Options...

Cross Validate...

Grid Report ☐

Output Grid File

C:\vstup.grd

Grid Line Geometry

	Minimum	Maximum	Spacing	# of Lines
X Direction:	-442023.6868	-441901.9863	1.241841837	99
Y Direction:	-1260301.713	-1260178.396	1.245626263	100

Ako je zobrazené na obrázku 2, v časti *X,Y,Z* zvolíme stĺpce, ktoré zodpovedajú týmto hodnotám, teda *X* a *Y* súradnice a výškovú hodnotu *Z*. V časti *Gridding Method* zvolíme metódu generovania gridu. Najpoužívanější geostatická gridovacia metóda je *Kriging*, ktorej pokročilé nastavenia sú v sekcii *Advanced Options...* Dôraz je potrebné dať na vhodné nastavenie pola *Radius 1* a *2* v okne *Kriging Advanced options* – obr. 4, teda nastavenie parametrov vyhládavacej kružnice pri generovaní gridu. Nemenej dôležité je pole *Sparsing* v okne *Grid Data*, čo je vlastne hustota siete bodov pri generovaní gridu. Samotné údaje sú priamo závislé na štruktúre vstupných údajov a pri zvolení hustej siete bodov je potrebné definovať aj menšiu vyhládavaciu kružnicu, aby nebolo pri interpolácii braných do úvahy priveľa bodov a tým došlo k skresleniu výsledku. Príklad ukážky gridu dna vodnej nádrže - tajchu Bakomi znázorňuje obr. 3.

Obr. č. 3: Reliéf dna nádrže – model

Figure 3: Relief of the water reservoir bottom – model

Obr. č. 4: Dialógové okno – Rozšírené nastavenia metódy Kriging

Figure 4: Dialog box – Extended settings for the Kriging method

Výpočet objemu vodnej nádrže

Ako je uvedené v používateľskej príručke k programu Surfer 8 (Surfer User's Guide), aplikácia pre výpočet objemu jazera využije grid s definovaným dnom nádrže. Ostatná plocha je definovaná ako rovina, ktorá predstavuje vodnú hladinu.

Postup výpočtu je nasledovný:

V hlavnom menu otvoríme položku *Grid / Volume...* a zvolíme vytvorený grid. Následne sa zobrazí okno *Grid Volume* – obr. 4. V tomto okne sú možnosti definovania horného a dolného povrchu (gridu), pričom grid predstavujúci dno nádrže zvolíme ako *Lower Surface*, teda spodný povrch. V časti *Upper Surface*, teda horný povrch zvolíme možnosť *Constant* a do pola *Z* zadáme hodnotu odpovedajúcu absolútnej nadmorskej výške vodnej hladiny za predpokladu, že aj vstupný formát z ktorého sa generoval grid obsahoval sadu bodov s absolútnou nadmorskou výškou. Ak sú údaje o hĺbke v tvare so zápornou hodnotou, *Z* hodnota by mala byť nulová. Po potvrdení sa zobrazí správa o výpočte objemu – obr. 6, objem jazera predstavuje hodnota v časti *Positive Volume*.

Obr. č. 5: Výpočet objemu vodnej nádrže – dialógové okno

Figure 5: Calculation of the water reservoir volume - dialog box

Obr. 6: Správa o výpočte objemu

Figure 6: Volume calculation report

Porovnanie zmeny objemu

Softwarové prostredie Surfer 8 umožňuje porovnanie zmien objemu z dvoch vstupných gridov, pričom grid č. 1 môže predstavovať reliéf dna nádrže v minulosti a grid č. 2 reliéf dna nádrže v súčasnosti. Pri porovnávaní takýchto gridov je nutné dodržať rovnaký postup ich samotnom generovaní (rovnaká metóda generovania gridu s rovnakými hodnotami). Samotný výpočet opäť prebieha v dialógovom okne *Grid Volume* ku ktorému sa dostaneme z hlavného menu položkou *Grid / Volume...* Od modelu súčasného stavu odpočítame model stavu z minulosti, to znamená, že *Upper Surface* bude predstavovať model súčasnosti a *Lower Surface* model minulosti. Objem medzi dvoma gridmi v správe o výpočte objemu je vypočítaný použitím troch pravidiel a to *Trapezoidal Rule*, *Simpson's Rule*, and *Simpson's 3/8 Rule*. Rozdiel vo výpočtoch objemu tromi rôznymi metódami je v presnosti výpočtu objemu. Ak nie sú hodnoty zistené týmito tromi výpočtami veľmi odlišné, skutočný objem sa nachádza v blízkosti týchto hodnôt. Ak sa však tieto tri hodnoty líšia, pred novým výpočtom objemu by sa mal použiť súbor gridu s vyššou hustotou. Celkový objem sa potom môže určiť ako priemer týchto troch hodnôt (Surfer User's Guide).

Záver

Problematika poznania objemu vodnej nádrže a identifikácia jeho prípadných zmien v časovom období prispieva k navrhovaniu takých manažmentových opatrení, aby nedošlo k postupnému neudržateľnému zaneseniu alebo postupnému zániku nádrže. V prirodzených podmienkach dochádza k postupnému zmenšovaniu objemu vodných nádrží a to najmä vplyvom usadzovania splavenín z povodia. Poznanie samotného objemu vody v nádrži je taktiež jedným z dôležitých vodohospodárskych ukazovateľov. Súčasná nástroje geografických informačných systémov poskytujú presné výpočty a efektívne možnosti pri využití v praxi.

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu univerzitnej grantovej agentúry UGA I-11-005-08.

Literatúra

- Julény, J. a kol.** 2006. Okres Poprad – Projekt pozemkových úprav. Generálne všeobecné zásady funkčného usporiadania územia. Záverečná správa z geologických prác spoločnosti Equis spol. s r.o. pre GS spol. s r.o.
- Michal, P.** 2001. Hydrológia, Učebné texty, UMB Banská Bystrica, 62s.
- Wedgeworth, C.** 2002. Surfer User's Guide, Contouring and 3D, Surface Mapping for Scientists and Engineers, 640s.

PROCEDURE OF WATER RESERVOIRS VOLUME AND RETENTION CHANGE VOLUME CALCULATION USING GIS TOOLS

Summary

The issue of determination of a water reservoir volume and identification of its possible changes in the period of time contributes to the suggestion of such management measures that thanks to them, gradual unsustainable sedimentation or gradual extinction of a water reservoir is excluded. Mainly due to the sedimentation of waste from the basin, gradual reduction of water reservoirs volume comes up in the natural conditions. Determination of the volume of water in the water reservoir is also one of important water management indicators. Current tools of the geographic information systems provide the accurate calculations and effective options for use in practice.

Mgr. Daniel Kubinský

Katedra životného prostredia, FPV UMB

Tajovského 40, 974 01, Banská Bystrica

E-mail: posta@dkubinsky.sk