

# VYUŽITIE BIM TECHNOLOGIÍ VO VODNOM HOSPODÁRSTVE

*Rastislav Fijko*

## **Abstrakt**

V posledných rokoch, sa s rastúcou úrovňou koncentrácie na stavebnom trhu, výskum zamerlal na aplikácie pre tvorbu informačných technológií, ako spôsobu pre zlepšenie procesu integrácie riadenia stavebných a dodávateľských reťazcov, zdokonalenie simulačných modelov a aplikáciu týchto modelov v praxi. Za účelom podpory tohto cieľa, je táto práca zameraná na integráciu informačného modelu konštrukcie (BIM - Building Information Modeling) a geografických informačných systémov (GIS - Global Positioning System) v unikátny systém, potrebný k simulovaniu inundovaného územia.

Súčasná doba je charakterizovaná rozvojom počítačových a informačných technológií a výpočtová technika zasahuje do všetkých oblasti nášho života nevynímajúc stavebné a vodohospodárske odvetvia. V samotných začiatkoch, to bola prevažne tvorba výkresovej dokumentácie, no v deväťdesiatych rokoch dvadsiateho storočia, hlavne v oblasti strojárenskej výroby sa začali tieto prostriedky využívať na analýzu konštrukčných návrhov plánovania výroby a modelovaním simulácií riadenia výroby. V súčasnosti sa tieto postupy využívajú hlavne na zdokonalenie procesu skrátenia predvýrobnej fázy potrebnej pre zavedenie výroby. V oblasti stavebnej výroby sa tieto znalosti využívajú pre tvorbu projektov efektívnejších z hľadiska systému práce s vylúčením množstva omylov a zobrazených pomocou prepojenia textových a obrazových informácií objektov, ktoré predstavujú prvky reálneho sveta (BIM, GIS).

Na získanie objektívnych informácií je potrebný priebežný monitoring spočívajúci v zbere, spracovaní, posudzovaní a archivácii nameraných údajov, pričom sa využíva celé spektrum metód, ale aj špeciálna prístrojová technika. Technický vývoj v danej oblasti umožňuje využiť jednotlivé softvéry pri návrhu, posúdení, prezentovaní výsledkov konečnému užívateľovi, ale aj k objasneniu rôznych anomálií, ktoré môžu viesť k poruchám a haváriám na vodných stavbách. Nezanedbateľnú úlohu pri analýzach má klasické matematické modelovanie, ako aj modelovanie využívajúce metódu konečných prvkov. Výpočtom je možné nahradiť finančne náročné prieskumné práce, no veľký význam nadobúda pri modelovaní časového vývoja, napríklad vývoja sadania a priestorového pretvorenia telies priehrad a hrádzí, čo sa využíva najmä pri líniových stavbách protipovodňovej ochrany – ochranných hrádzach tokov. Dôraz sa kladie na stabilítne a filtračné analýzy, numerické modelovanie, geodetické a geofyzikálne práce, špeciálne analýzy od merania termovíznou kamerou, až po 3D laserové skenovanie objektov a území. Práca poukazuje na návrh modelu prúdenia vody korytom vodného toku v obci Lopúchov na východnom Slovensku v okrese Bardejov. Pomocou 1D matematického modelu HEC-RAS som určil inundované územie v obci a to porovnávaním jednotlivých úrovni hladín vody, na základe modifikácie drsnosti povrchov jednotlivých korytových úprav. Výsledkom bol 3D model záujmového územia, na ktorom je možné nasimulovať rôzne povodňové situácie a výstupy tak našli uplatnenie pre analýzu úžitkovosti nákladov (CBA – Cost Benefit Analysis). Odhadovaná výška povodňových škôd, za pomoci vykreslenia inundačnej čiary spôsobenej pôvodným korytom, bola porovnaná s výpočtovými modelmi úprav.

Na úpravu boli navrhované dve variantné riešenia opevnenia a to pomocou polovegetačných tvárnic a kamennej dlažby, pričom hlavným nosným prvkom týchto materiálov pri návrhu, bolo zohľadnenie súčiniteľa drsnosti podľa Manninga. Účelom stavby tak bola protipovodňová ochrana intravilánu záujmového územia a rekonštrukcia spevnenia brehov Stulianskeho potoka s jeho prítokom. Daná oblasť je pravidelné sužovaná záplavami v jarých a letných mesiacoch, čo značne komplikuje život tunajším obyvateľom. Pre získanie

hodnoverných dát potrebných pre vytvorenie čo najpresnejšieho modelu, je v dnešnej dobe pomerne málo dostupných zdrojov a tie dostupné sú finančne pomerne dosť náročné. Najjednoduchším zdrojom je získanie dát napríklad pomocou GoogleEarth a ich export do BIM softvérového prostredia Revit Architectural alebo AutoCAD Civil 3D. V mojom prípade bol takto získaný model k výpočtu nedostatočný a zadané údolné profily, nepresne prezentovali dané okolie. Metodiku tvorby modelu som preto zvolil reverzným spôsobom, kedy som daný model vytvoril z geodetického merania a predpokladal tak, detailnejšie zobrazenie územia. V opačnom prípade sa získaný 3D vrstevnicový model zadefinuje k súradnicovému systému, doplnia sa hodnoty z geodetického merania, alebo použije niektorá z možností laserovej altimetrie. Takýto model je potom možné v plnej miere využiť napríklad pri návrhu úpravy koryta vodného toku.

### **Anotácia**

Pre vytvorenie „funkčného“ 1D matematického modelu je potrebné poznať záujmové územie, vytvoriť čo najobjektívnejší 3D model a s dostatočným predstihom vyhodnotiť dopad takejto úpravy. Vynaložené úsilie a vložené finančné prostriedky do investície, by mali priniesť požadované očakávania a vytvorený model má byť uplatniteľný v praxi.

### **Kľúčové slová**

HEC-RAS, matematické modelovanie, BIM, koeficient drsnosti, GIS, analýza úžitkovosti nákladov, Lopúchov.

### **Abstract**

In recent years, with the increasing level of concentration in the construction market, research focuses on the application for the development of information technologies as a way to improve the integration process of managing construction and supply chain, improve simulation models and apply these models in practice. In order to support this objective, this work is focused on the integration of BIM - Building Information Modeling and GIS - Global Positioning System in a unique system needed to simulate inundation area.

The current period is characterized by the development of computer and information technologies which extends into all areas of our life, including the construction and engineering industries. In its early years, it was mostly project documentation, but in the nineties of the twentieth century, especially in the field of mechanical engineering has started using of these resources for analyzing engineering designs of production planning and production management modeling simulations. Currently, these procedures are mainly used to improve the process of shortening the pre-production phase necessary for the introduction of production phase. In the field of building production, the use of this knowledge for the development projects more efficient in terms of work, excluding the amount of mistakes and displayed by linking text and image information objects that represent a real-world (BIM, GIS).

To obtain objective information it requires continuous monitoring which consists in the collection, evaluation and archiving of measured data, taking advantage of the full range of methods, as well as special instruments (devices). Technical developments in the area allows to use different softwares to design, assess and present the results to the end user, but also to clarify the various anomalies that may lead to failures and accidents on the hydraulic structures. A significant role in the analysis has the mathematical modeling and modeling using finite element method. Calculation can replace costly exploration work, but has been very significant in modeling of the temporal evolution, such as spatial development of subsidence and deformation of bodies of dams and dykes, which are mainly used in linear structures of flood protection - levees. The emphasis is at stability and filter analysis,

numerical modeling, surveying and geophysical work, special analysis from measurements with thermovision camera to 3D laser scanning of objects and territories.

The work presents the hydrodynamic model of water flow in watercourse in Lopúchov village in the eastern Slovakia in the district of Bardejov. I have determined the flood area in the village using 1D mathematical model HEC-RAS based on the comparisons of water level by different surface roughness of different banks fortification. The result is 3D model of study area at which it is possible to simulate various flood situations and results can be used for Cost Benefit Analysis (CBA). Estimated amount of flood damage within the inundation area (result from models) in case of unregulated water stream was compared with those ones that were caused in case of different proposed river regulation.

There have been proposed two variants of banks fortification within water stream using precast vegetated blocks and rock tiles. The main task of the modeling of flood area, was to take in the account the roughness coefficient of these materials stated Manning. The purpose of the construction was the flood protection of the urban area of interest and reconstruction of the banks fortification of Stuliarsky stream with its tributary. The area is regularly flooded in the spring and summer months, which complicates the life of the local inhabitants. To obtain reliable data needed to create the most accurate model is nowadays relatively few resources available and those available are rather financially demanding. The easiest source is to obtain data, for example via GoogleEarth and export them to BIM software environment of Revit Architecture or AutoCAD Civil 3D. In my case, the obtained model for calculations was inadequate and defined terrain profiles, inaccurately presented the surroundings. Regarding that I had chose a reverse proceeding of modelling, I have developed the model from geodetic measurements which was more detailed. Otherwise, the resulting 3D contour model will be defined with the coordinate system then are added values of geodetic measurements, or using some of the options of laser altimetry. Such a model then can be fully used to facilitate the design of the watercourse riverbed.

### **Annotation**

It is necessary to study the area of interest and to prepare detail terrain model for developing curate 1D hydrodynamical model. The developed model is then suitable for impact assessment of water stream regulation Effort and investments should lead to the desired expectations and developed model have to be applicable in practice.

### **Key words**

HEC-RAS, mathematical modeling, BIM, roughness coefficient, GIS, cost benefit analysis, Lopúchov.