



MINISTERSTVO VNITRA  
ČESKÉ REPUBLIKY

**Program Bezpečnostního výzkumu České republiky 2010-2015 (BV II/2-VS)**

## **Geografické informační systémy pro podporu řešení krizových situací a jejich propojení na automatické vyrozumívací systémy**

**VG20132015127**

**H neleg - výsledky promítnuté do směrnic a předpisů nelegislativní povahy  
závazných v rámci kompetence příslušného poskytovatele.**



Česká zemědělská univerzita v Praze  
**Fakulta životního  
prostředí**



**Výzkumný ústav meliorací  
a ochrany půdy, v.v.i.**



**prosinec, 2014**



**Osvědčení odborného orgánu státní správy:**

## **Ministerstvo zemědělství**

Titul, jméno, příjmení, titul - **RNDr. Pavel Punčochář, CSc.**  
Pracoviště - Sekce vodního hospodářství - vrchní ředitel  
Ulice - Těšnov 65/17  
PSČ, Obec - 110 00, Praha 1  
Telefon – +420 221 812 362  
E-mail – pavel.puncochar@mze.cz

### **H neleg**

Výsledky promítnuté do směrnic a předpisů nelegislativní povahy závazných v rámci kompetence příslušného poskytovatele realizované na základě původních výsledků výzkumu a vývoje, které byly uskutečněny autorem nebo týmem, jehož byl autor členem. Jedná se o výsledek, který je použit (převzat bez úprav) do konečného znění směrnice či předpisu nelegislativní povahy, který může příslušný poskytovatel nebo jiný kompetenčně příslušný orgán v rámci své kompetence vyhlásit za obecně závazný (nejedná se o metodiku) a bude zveřejněn např. ve Věstníku příslušného ministerstva.



## Úvod

Geografické informační systémy představují významný nástroj pro podporu operačního a krizového řízení složek Integrovaného záchranného systému. Technologie geografických informačních systémů umožňuje přímou lokalizaci konkrétní informace v území. Integrovaný záchranný systém představuje efektivní systém vazeb, pravidel spolupráce a koordinace záchranných a bezpečnostních složek státu, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při samotném provádění záchranných prací, při jejich prevenci či přípravě na mimořádné události, ale rovněž v době odstranění jejich následků.

Snahou zpracovaných materiálů charakteru H neleg je větší implementace využití geografických informačních systémů v problematice krizového řízení a možností jejich propojení na automatické vyrozumívací systémy. Základní otázkou je identifikace tzv. kritických míst v konkrétním území, tj. míst kde je zvýšená pravděpodobnost výskytu ohrožení osob pro různé kombinace modelových scénářů (přírodního charakteru - povodně, vítr, atd. a havárie - poruchy technické infrastruktury, dopravního propojení, atd.) pro následnou identifikace ohrožených osob a majetku, které je nutné informovat (či evakuovat), respektive v případě majetku zabezpečit proti následkům živelní či jiné pohromy, případně jeho odcizení. Důraz je kladen především na časové měřítko, které představuje klíčový aspekt krizového managementu.



---

## Charakter výsledků

Hlásná povodňová služba poskytuje informace povodňovým orgánům pro zabezpečení jejich úkolů v průběhu povodní. Povodňové orgány na jednotlivých stupních tyto informace potřebují především pro varování obyvatelstva (úroveň obcí), vyhlášení stupňů povodňové aktivity (většinou na úrovni obcí a ORP), vyhodnocení situace a řízení povodňových opatření (povodňové orgány všech úrovní).

Cílem předkládaného výsledku charakteru H neleg, týkajícího se využití geografických informačních systémů pro podporu řešení krizových situací a jejich propojení na automatické vyrozumívací systémy. Schopnost předpovídat výšku hladiny a množství (rychlost) vody protékající korytem vodního toku pro zvolený průtok v určitém časovém úseku je v současné době na velmi vysoké úrovni a kvalita získávaných výsledků se stále zlepšuje s ohledem na používaná vstupní data vstupujících do hydrodynamických modelů. Propojení prognózních hlásných profilů na datové sklady mapových výstupů z hydrodynamických modelů, které vyjadřují rozsahy záplavových území pro volené průtoky, poskytuje adekvátní představu o působení povodně v terénu a tím i vymezuje předpokládaný rozsah území, kde hrozí povodňové nebezpečí. Příspěvek si klade za cíl seznámit odbornou veřejnost s přípravou softwarového nástroje sloužícího orgánům krizového řízení/povodňovým orgánům pro lepší organizaci prací během povodňové události.

Takto připravené podklady budou široce využitelné v oblasti krizového řízení či při činnosti složek integrovaného záchranného systému. Využitím geografických informačních systémů v problematice krizového řízení se v současnosti věnuje řada zahraničních i českých autorů (WHITE et al., 2010, CHEN et al., 2011, HARDMEYER et al., 2011, UNUCKA et al., 2010, RAPANT et al., 2010). V literatuře je krizové řízení definováno jako soubor aktivit zaměřených na přípravnou, operační a nápravnou fázi vypořádání se s procesy v krajině ohrožujícími lidské životy a hmotné statky (ANTUŠÁK, KOPECKÝ, 2003). Krizovým řízením se tak rozumí souhrn řídicích činností věcně příslušných orgánů zaměřených na analýzu a vyhodnocení bezpečnostních rizik, plánování, organizování, realizaci a kontrolu činností prováděných v souvislosti s řešením krizové situace (SOUČEK, 2002). V České republice je budován již od roku 1991 jednotný systém varování a informování. Tento systém tvoří síť poplachových sirén, které zabezpečují bezprostřední varování



---

obyvatelstva, a dále pak soustava vyznamovacích center, soustava dálkového vyznamování (doprava signálu a informací mezi vyznamovacími centry), soustava místního vyznamování (infrastruktura pro ovládání poplachových sirén a vyznamování osob).

Provázanost systému varování a informování s hromadnými informačními prostředky umožňuje plošné informování osob o hrozícím nebo vzniklém nebezpečí (živelná pohroma, závažná havárie, teroristický útok apod.), přesto je nutné počítat se situacemi, kdy nebude možné tyto prostředky pro podání informace o hrozícím nebezpečí do inkriminovaného místa doručit. Jedná se především o situace, kdy nebude možné tyto nástroje varování a informování použít. V takových případech je nutné hledat jiné možnosti pro předání požadované informace.

Navíc velký problém představuje přenos informací během krizové situace, kdy nebyl dosud v řadě oblastí postup standardizován a nebyla jasně definovaná odpovědnost při zpracování a přenosu těchto dat. Problémem je rovněž skutečnost, že velké množství dat vzniká v papírové formě, která není vhodná pro rychlé předání, čímž vzniká prodleva v přenosu informací za krizové situace. V provozu je jen málo takových nástrojů, které by uplatnění zpětné vazby poskytovaly. Jedním takovým je systém spravovaný ve městě Beroun, který zpětnou vazbu o informování či neinformování ohroženého občana nabízí (HEJDUK a kol, 2010). Jedná se o systém pro potřeby povodňové prevence, který je součástí digitálního povodňového plánu (dPP) města Beroun.

Povodňové situace představují na území České republiky největší hrozby přírodních katastrof. Tato skutečnost je dána polohou České republiky v kontinentálním i celosvětovém měřítku. Z pohledu povodňové prevence má velký význam hlásná povodňová služba, která poskytuje informace povodňovým orgánům pro zabezpečení jejich úkolů v průběhu povodní. Povodňové orgány na jednotlivých stupních tyto informace potřebují především pro varování obyvatelstva, vyhlášení stupňů povodňové aktivity (většinou na úrovni obcí a ORP), vyhodnocení situace a řízení povodňových opatření.

Schopnost předpovídat výšku hladiny a množství (rychlost) vody protékané korytem vodního toku pro zvolený průtok v určitém časovém úseku je v současné době na velmi vysoké úrovni a kvalita získávaných výsledků se stále zlepšuje



s ohledem na používaná vstupní data vstupujících do hydrodynamických modelů. Propojení prognózních hlásných profilů na datové sklady mapových výstupů z hydrodynamických modelů, které vyjadřují rozsahy záplavových území pro volené průtoky, poskytuje adekvátní představu o působení povodně v terénu a tím i vymezuje předpokládaný rozsah území, kde hrozí povodňové nebezpečí.

Pro kvalitu modelování jevů a stavů při povodních s využitím hydrodynamických modelů jsou zásadní vstupní data pro tvorbu výpočetní geometrie vodního toku. Pro potřeby daného řešení bylo využito dat leteckého laserového skenování, které je jedním z nejmodernějších způsobů, kterými lze pořídit prostorová geografická data. Uplatňuje se zejména pro tvorbu digitálního modelu reliéfu (DMR), kde je zastoupen pouze rostlý terén, a digitálního modelu povrchu (DMP), který zahrnuje kromě terénu i stavby a vegetační pokryv. Tato metoda vychází po finanční stránce s ohledem na přesnost jako ekonomicky nejvýhodnější a i proto je často využívána především v západních zemích Evropy, dále v USA, či Kanadě. (UHLÍŘOVÁ et ZBOŘIL, 2009)

Pro získání relevantních výsledků bylo použito 2D modelu MIKE 21, který je založen na řešení Saint - Venantových diferenciálních rovnic (rovnice kontinuity a rovnice zachování hybnosti) metodou konečných diferencí v jednotlivých bodech půdorysné výpočetní sítě. Pracuje v neekvidistantní křivočaré síti, což znamená, že síť není pravouhlá, ale dokáže se přizpůsobit tvaru území (ČEJP et DUCHAN, 2008).

## Popis výsledků

Předkládaný výsledek charakteru H neleg je jedním ze souborů plánovaných výsledků v rámci prováděného Bezpečnostního výzkumu č.VG20132015127. Společně se specializovanými mapami, certifikovanou metodikou a softwarovým nástrojem pro správu a evidenci dat využitelných při řešení krizových situací. Geoinformační platforma pro správu dat krizového řízení bude sloužit jako adekvátní nástroj pro podporu koordinované činnosti bezpečnostních a záchranných složek státu či pro krizové manažery. Samotná geodatabáze bude vyvinuta na bázi GIS s plnou kompatibilitou i do oblastí CAD. Bude konstruována jako otevřený informační systém skládající se z pevné datové základny a přídatných datových modulů, které budou zastřešovat jednotlivé oblasti potenciálních rizik především povodně (a dále



pak požáry, sesuvy, provozní havárie, lavinové nebezpečí, potenciální teroristické útoky). Dalším připravovaným výsledkem je certifikovaná metodika. Metodika vzniklá v rámci řešení projektu bude uvádět metodický návod pro tvorbu informační platformy, která bude sloužit jako adekvátní nástroj pro podporu koordinované činnosti bezpečnostních a záchranných složek státu či pro krizové manažery. Budou uvedeny návody na její správu, včetně časového plánu pro její aktualizaci. Již dosaženým hlavním výsledkem daného výzkumu je soubor specializovaných map s odborným obsahem.

V rámci řešení projektu byly vyhotoveny dvě mapové sady „Mapa ohrožených nemovitostí 1“ (rastr hloubek) a „Mapa ohrožených nemovitostí 2“ (rastr rychlostí), které budou dále uplatněny při vývoji metodického postupu na přípravu geodatabázového systému pro správu dat využitelných při řešení krizových situací, tj. v případě živelných pohrom, provozních havárií či teroristických útoků. Mapy jsou koncipovány tak, aby vyjadřovaly potenciální ohroženost jednotlivých nemovitostí v záplavovém území dle průchodu povodňové vlny. Pomocí barevné škály jsou kategorizovány nemovitosti do kategorie ohrožených/neohrožených dle postupu zaplavení - nátoky povodňové vlny do intravilánu obce. Zároveň mapový soubor identifikuje na základě barvené škály prioritní lokality s nejvyšším povodňovým ohrožením oproti lokalitám, kde je ohrožení pouze okrajové. Pro daný účel, kdy je možné určit lokality s nejvyšším povodňovým rizikem oproti lokalitám, kde je ohrožení pouze okrajové, slouží výstupy z hydrodynamických modelů v podobě stanovených záplavových území - získaných rastrů hloubek/rychlostí. V návaznosti na tyto mapové zdroje bude možné připravit v rámci vývoje geoinformačního systému – softwaru provázání na existující databáze, které vyjadřují počty osob bydlících/trvale hlášených v jednotlivých nemovitostech, které jsou ohroženy povodňovou událostí.

### **Předpokládání uživatelé výsledků**

Uživateli výsledku budou instituce státní správy a samosprávy, tj. Ústřední orgány státní správy (Ministerstvo vnitra, Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo pro místní rozvoj, Ministerstvo zdravotnictví) a jejich podřízené instituce, zejména v oblastech regionálního plánování,

---

vodohospodářského plánování, krizového řízení, atd. Největší uplatnění výsledků lze předpokládat na úrovni obcí s rozšířenou působností (ORP).

Instituce zodpovědné za vodohospodářské plánování, regionální plánování a krizové řízení v souladu s aktuálně platnou legislativou v těchto oblastech. Vysoké uplatnění nalezne daný typ výsledku především u povodňových komisí.

### **Další možnosti implementace výsledků**

Předpokládáno je naplnění dílčích metodických postupů v oblasti např. urbanismu – metodický návod pro striktní vymezení území nevhodných pro výstavbu, získání výsledků pro alternativní scénáře povodňových událostí - retrospektivní výpočet záplavových území pro nejvýznamnější dosažené povodňové průtoky, tj. historické povodně, hydrologickou analogií stanovit úrůtoky, které byly za těchto historických událostí dosaženy a využít takto získaných dílčích výsledků pro nové předpisy a směrnice, které by se staly základním materiálem pro rozhodovací činnost v území.

### **Přínosy výsledků pro stávající bezpečnostní praxi**

Zavedením dílčích výsledků do směrnic a předpisů a následným promítnutím do praxe dojde k eliminaci povodňových škod a tím ke snížení jak ztrát na majetku občanů, tak především ke snížení samotných ztrát na lidských životech.

### **Seznam použité literatury**

ANTUŠÁK, E., KOPECKÝ, Z. (2003) Základy teorie krizového managementu II. Praha: VŠE, ISBN 80-245-0552-5.

ČEJP J. et DUCHAN D. (2008): Využití ArcGIS 9.x pro řešení úloh 2D proudění vody o malé hloubce. Juniorstav, Vodní hospodářství a vodní stavby.

HARDMEYER, K, SPENCER, MA (2011): Using risk-based analysis and geographic information systems to assess flooding problems in an urban watershed in Rhode Island, Environmental Management, Volume: 39, Issue: 4, p. 563-574





HEJDUK, T., MAREK, J., STANČÍKOVÁ, P. (2010): Propojení digitálního povodňového plánu města Beroun s automatickým vyrozumívacím systémem. Vodní hospodářství, ročník 60, č. 10, s. 283 – 287, ISSN 1211-0760.

CHEN, YR, YEH, CH, YU, BF (2011): Integrated application of the analytic hierarchy process and the geographic information system for flood risk assessment and floodplain management in Taiwan, Natural hazards, Volume: 59, Issue: 3, p. 1261-1276

UHLÍŘOVÁ K. et ZBOŘIL A. (2009): Možnosti využití Laserového snímání povrchu pro vodohospodářské účely. Vodní hospodářství, ročník 59, č. 12, s. 11 - 15.

UNUCKA, J., ŘÍHOVÁ, V., HOŘÍNKOVÁ, M., MALEK, O., ŽIDEK, D., FÁREK, V., PODHORÁNYI, M., ŠÍR, B., DEVEČKA, B., KOLÁŘOVÁ, V., TĚTHAL, V., VYLEŽÍKOVÁ, M. (2010): Návrh prototypu komplexního systému včasného varování před povodněmi z přívalových srážek. In Časopis Spektrum 2/2010. ISSN: 1211-6920

RAPANT, P., UNUCKA, J., VONDRAK, I. (2010): Regional Flood Early Warning System. In Geoscience Engineering. 2010, 16 s. Volume LVI, Issue No.4. ISSN 1802-5420.

SOUČEK, V. (2002): Krizové řízení v oblasti vnitřní bezpečnosti a veřejného pořádku, In sborník konference: Krizový management, Vojenská akademie v Brně, ISBN 80–85960–46–X, s. 30 – 39



## Seznam použitých zkratk:

DMR	<b>D</b> igitální <b>M</b> odel <b>R</b> eliéfu
DMP	<b>D</b> igitální <b>M</b> odel <b>P</b> ovrchu
dPP	<b>D</b> igitální <b>P</b> ovodňový <b>P</b> lán
GIS	<b>G</b> eografické <b>I</b> nformační <b>S</b> ystémy
ORP	<b>O</b> bec s <b>R</b> ozšířenou <b>P</b> ůsobností