

Doktorand: Ing. Tomáš Hejduk

Pracoviště: Fakulta životního prostředí ČZU
Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Název práce: Matematické modelování v povodí Litavky v rámci integrovaného systému vod

Obor: Environmentálního modelování

Školitel: prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Obhajoba disertační práce se koná 14. 10. 2015 na Fakultě životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze. S disertační prací se lze seznámit na oddělení pro vědu a výzkum Fakulty životního prostředí ČZU v Praze.

Obsah:

Úvod	3
Cíl práce.....	4
Dosažené poznatky	5
Seznam předkládaných publikací k disertaci	18
Seznam publikací autora disertační práce (2010-2015)	23
Závěr.....	24
Summary.....	25
Odborný životopis	26

ÚVOD

Disertační práce je předkládána formou souboru prací k řešenému tématu. Jednotlivé práce byly zpracovány v průběhu studia a byly zaměřeny na povodňovou problematiku, zejména tematiku dopadů změn hospodaření na zemědělské půdě na průběh a účinek povodní. Hlavními tématy disertační práce byly především říční hydraulika, příprava vstupních dat pro hydrodynamické modely a využití nástrojů geografických informačních systémů (GIS) v oblasti krizového managementu.

Práce vychází z výsledků dílčích prací jednotné tematiky a klade důraz na volbu vhodných modelů – vstupních dat pro nastavené podmínky konkrétního povodí, ať se již jedná o modelaci srážko - odtokového procesu, proudění v korytě či modelaci jakosti vody.

V průběhu studia byl výzkum zaměřen jak vytipovat, posoudit a vyhodnotit lokality, u kterých je potenciální riziko zvýšeného nebezpečí negativních následků z přívalových srážek, ale také převést tyto poznatky do praxe a navrhnout vhodná opatření k eliminaci povodní.

Sledována byla vhodnost využití dat leteckého laserového skenování pro matematické výpočty v hydrodynamických modelech. Pozornost je věnována především možností (polo)automatického generování nezbytných povinných hran a profilu koryta vodních toků, které tato data a priori neobsahují.

CÍL PRÁCE

Cílem disertační práce bylo vytvoření nástrojů pro přípravu geometrických dat pro potřeby hydrodynamických modelů. Stanovit nástroje/mechanismy přispívající k lepšímu managementu povodí pro rozhodovací činnosti v oblasti hospodaření s vodou v krajině.

Poskytnout metodický návod pro zvýšení bezpečnosti občanů a zajištění ochrany jejich majetku před následky krizových situací (s důrazem na povodňovou problematiku).

Je prezentováno využití nových technologií, poznatků a dalších výsledků aplikovaného výzkumu v oblasti geografických informačních systémů, přípravy dat pro matematické modely, včetně identifikace osob a jejich včasného varování, sdílení informací, aj. pro podporu eliminace následků živelných pohrom, či provozních havárií.

DOSAŽENÉ POZNATKY

Dosažené poznatky jsou dokladovány níže uvedenými abstrakty odborných publikací, kterými je prokázána novost a inovativnost řešení, přínos k poznání a originalita poznatků ve srovnání s podmínkami se světem (podmínkami České republiky).

Vodní hospodářství (2010)

Propojení digitálního povodňového plánu města Beroun s automatickým vyrozumívacím systémem

Souhrn: Příspěvek seznamuje s propojením digitálního povodňového plánu města Beroun s automatickým vyrozumívacím systémem. Toto propojení vytváří účinný nástroj v oblasti prevence před povodněmi a pro zmírňování dopadů povodně. Základem Povodňového plánu města Berouna jsou Povodňové plány vlastníků nemovitostí. Město Beroun zakoupilo v roce 2004 automatický vyrozumívací systém pro vyrozumívání při povodňových situacích. V roce 2005 byla pro datovou správu ohrožených nemovitostí městem Beroun pořízena databázová aplikace AKIS, ve které jsou veškeré údaje poskytnuté zpracovatelem podkladů přehledně spravovány. Celá aplikace AKIS je koncipována tak, aby byla v plné součinnosti s automatickým vyrozumívacím systémem. Popsán je vývoj tvorby databáze AKIS a její naplňování. Je uvedeno využití propojení aplikace AKIS s mapovou nadstavbou, která poskytuje vizuální představu o úspěšnosti varování před povodněmi.

Klíčová slova: *povodňový plán vlastníka nemovitosti, povodeň, dPP, automatický vyrozumívací systém*

SOVAK (2011)

Problematika návrhu ochranných pásem vodních zdrojů a vymezení jejich hranic v katastrálním operátu

Souhrn: Příspěvek dokumentuje problematiku vymezování hranic ochranných pásem vodních zdrojů a zápisu těchto hranic do katastru nemovitostí (KN). Provedení identifikace vlastnických vztahů dotčených parcel ochranného pásma vodního zdroje je poměrně složitý

proces s ohledem na chybějící jednotný grafický katastrální operát v digitální podobě. V současné době stále existují dvě informační vrstvy dokumentující vlastnické vztahy parcel, jedná se o parcely KN a parcely bývalého pozemkového katastru (PK), patřící do skupiny parcel zjednodušené evidence (PZE). Dalším problémem je chybějící grafická vazba mezi parcelami KN a PK. Z toho důvodu se parcely vzájemně dělí na další části. Při návrzích ochranných pásem vodních zdrojů, kdy je potřeba podle vyhlášky MŽP č. 137/1999 Sb. doložit vlastnické vztahy dotčených pozemků zpravidla na velkém území je tato podmínka obtížně realizovatelná z hlediska času i financí.

Klíčová slova: *ochranná pásma vodních zdrojů, katastr nemovitostí, pozemkový katastr, digitalizace katastrálního operátu*

Vodní hospodářství (2011)

Využití kontinuálních měření průtoků při tvorbě hydrodynamických modelů z dat leteckého laserového skenování

Souhrn: Průtok vody představuje základní hydrologickou veličinu vyjadřující objem vody, který proteče daným profilem vodního toku za jednotku času. Letecké laserové skenování (dále LLS) povrchu patří k nejmodernějším technologiím pro pořizování prostorových geografických dat. Znalost těchto dvou poznatků vytváří v kombinaci vhodný předpoklad pro tvorbu relevantního digitálního modelu reliéfu (DMR) vstupujícího do hydrodynamických modelů. Vysoké finanční požadavky na geodetické zaměření příčných profilů koryta vedly k posouzení možnosti, jakým vhodným způsobem snížit vynakládané finanční prostředky na získání této informace. Alternována byla možnost využít kontinuálních měření průtoků vody při pořizování výškopisných dat LLS povrchu při sestavování jednotlivých simulačních epizod v hydrodynamickém modelu. Daný způsob předpokládá využít stanovené průtoky z doby pořizování výškopisných dat metodou LLS při tvorbě modelovaných scénářů, kdy je modelovaná epizoda snížena o naměřenou hodnotu průtoku z doby pořizování dat, čímž je přesně vystižena zbývající část profilu koryta, která není metodou LLS v DMR reflektována.

Klíčová slova: *příčný profil, průtok vody, HEC – RAS, rozdělení rychlostí, záplavové území*

Vodohospodářsko – technické informace (2012)

Využití geografických informačních systémů a územně plánovací dokumentace při modelování povodňového rizika

Souhrn: Povinnost analyzovat a mapovat povodňová rizika ukládá členským státům směrnice Evropského parlamentu 2007/60/ES (povodňová směrnice). Směrnice obsahuje harmonogram s pevně stanovenými termíny pro zvládání povodňových událostí. Zvládáním povodňových událostí se z hlediska směrnice rozumí zanalyzovat pravděpodobnost výskytu povodně a možného nepříznivého účinku na lidské zdraví, životní prostředí, kulturní dědictví a hospodářskou činnost, které souvisejí s povodní prostřednictvím map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. Určujícím podkladem pro tvorbu map povodňového nebezpečí a povodňových rizik je územně plánovací dokumentace. Příspěvek seznamuje se zpracováním map povodňové ohroženosti a povodňových rizik na podkladě informací z územně plánovací dokumentace. Vyhотовené mapy ohroženosti a rizika byly v rámci zpracování koncipovány tak, aby byly použitelné nejen z hlediska samotné ochrany před povodněmi, ve fázi přípravné neboli preventivní protipovodňové ochrany, kdy slouží k předvídání rozsahu povodňových situací, eliminují jejich potenciál a pomáhají je organizačně zvládat, ale rovněž byly zpracovány tak, aby mohli být využitelné při samotném rozhodování o funkčním využití území z hlediska vymezování nových zastavitelných ploch a to z hlediska jak různých potenciálních povodňových scénářů, tak i různých variant funkčního využití.

Klíčová slova: *územně plánovací dokumentace, GIS, mapa povodňové ohroženosti, mapa povodňového rizika, MIKE 21*

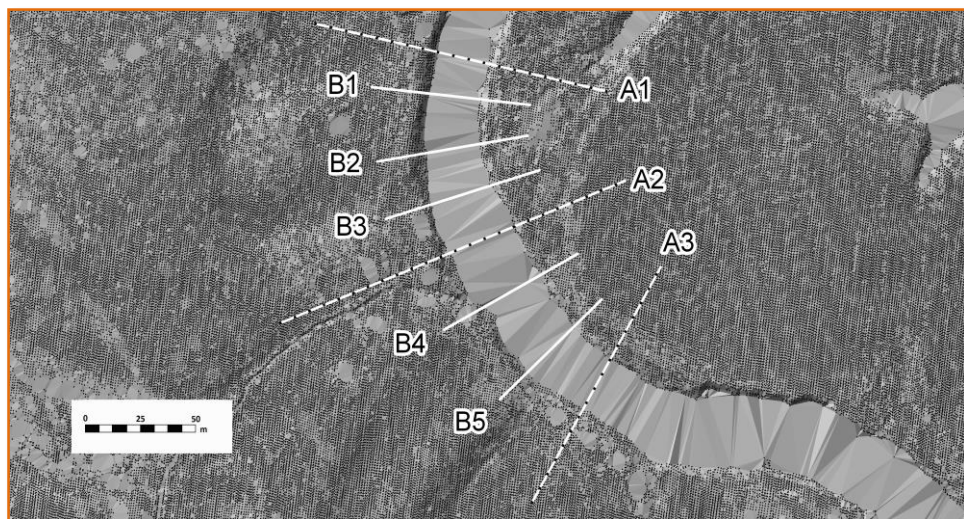
Journal of Hydrology and Hydromechanics (2012)

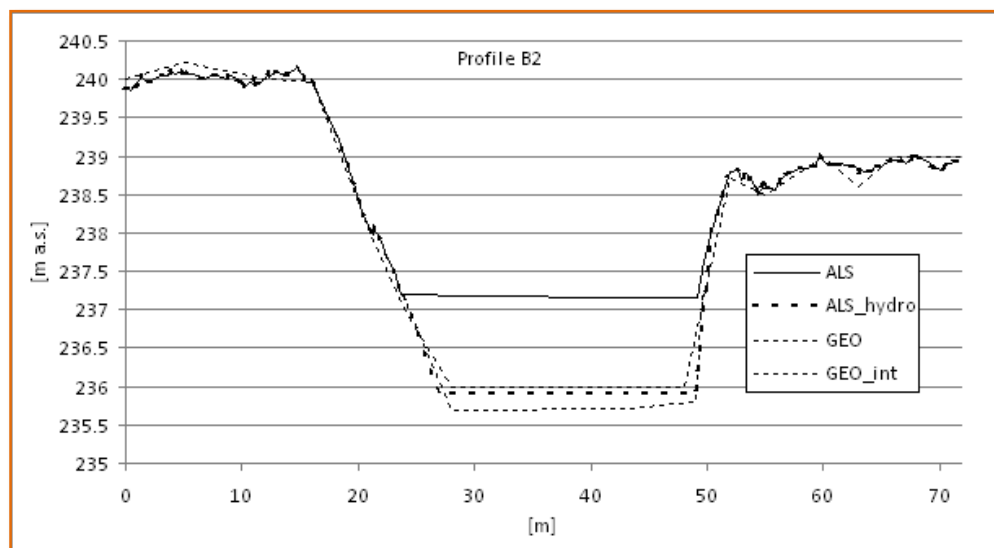
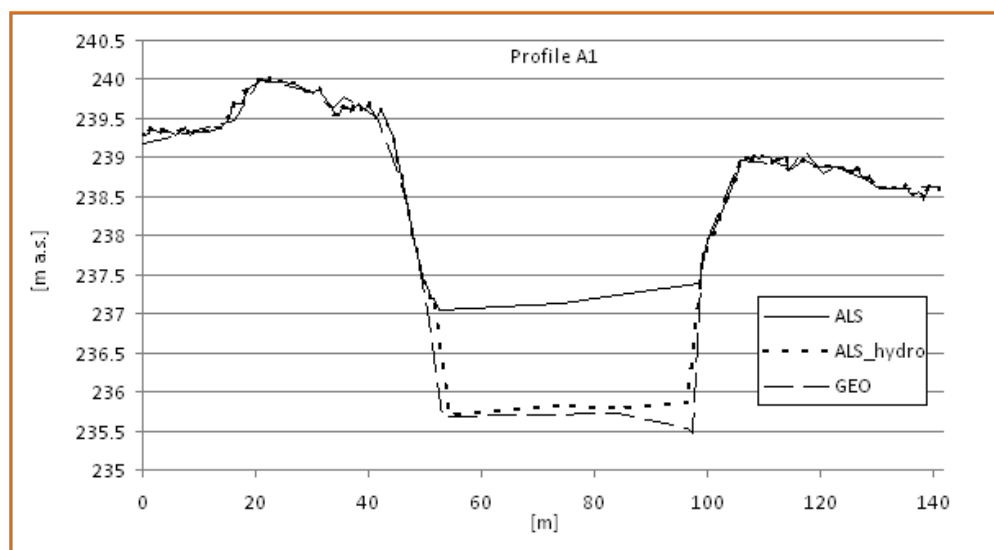
Automating the creation of channel cross section data from aerial laser scanning and hydrological surveying for modeling flood events

Abstract: Knowing the extent of inundation areas for individual N-year flood events, the specific flood scenarios, and having an idea about the depths and velocities in the longitudinal or transverse water course profile provided by hydrodynamic models is of key importance for protecting peoples' lives and mitigating damage to property. Input data for creating the watercourse computational geometry are crucial for hydrodynamic models. Requirements for input data vary with respect to the hydrodynamic model used. One-

dimensional (1D) hydrodynamic models in which the computing track is formed by cross-sectional profiles of the channel are characterized by lower requirements for input data. In two-dimensional (2D) hydrodynamic models, a digital terrain model is needed for the entire area studied. Financial requirements of the project increase with regard to the input data and the model used. The increase is mainly due to the high cost of the geodetic surveying of the stream channel. The paper aims at a verification and presentation of the suitability of using hydrological measurements in developing a schematization (geometry) of water courses based on topographic data gained from aerial laser scanning provided by the Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre. Taking into account the hydrological measurement during the schematization of the water course into the hydrodynamic model consists in the derivation of flow rate achieved at the time of data acquisition using the method of aerial laser scanning by means of hydrological analogy and in using the established flow rate values as a basis for deepening of the digital terrain model from aerial laser scanning data. Thus, the given principle helps to capture precisely the remaining part of the channel profile which is not reflected in the digital terrain model prepared by the method of aerial laser scanning and fully correct geometry is achieved for the hydrodynamic model.

Key words: *aerial laser scanning, cross section, flow rate, GIS, hydrodynamic model.*





Vodní hospodářství (2012)

**Příspěvek k vyčíslení podílů zdrojů znečištění vod ze sledovaných profilů v malém
odvodněném zemědělsko-lesním povodí**

Souhrn: Je představeno úvodní zpracování výsledků ze 3leté podrobné monitorovací kampaně drenážních a povrchových vod v malém zemědělsko-lesním povodí v krystaliniku Českomoravské vrchoviny v povodí VN Švihov na Želivce. Na základě vyhodnocení pravidelného i epizodního monitoringu, použití separací odtoku i regresí pro určení denních koncentrací látek v neměřených dnech, jsou porovnány hodnoty koncentrací i měsíčních látkových odnosů $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ a P_{celk} z deseti podpovodí s různým způsobem využití území a různou intenzitou zemědělského odvodnění. Nejvyšší koncentrace dusičnanového dusíku ve vodách vykazují zorněná odvodněná podpovodí, pro fosfor celkový i rozpuštěný reaktivní jsou to podpovodí se sídly či vodními plochami. Měřené nebodové zdroje znečištění vod zde tvoří průměrně 23 % pro $\text{NH}_4\text{-N}$, 45 % pro $\text{NO}_3\text{-N}$, kolem 24 % pro $\text{PO}_4\text{-P}$ a přibližně 26 % pro P_{celk} měsíčního látkového odnosu. Rozdíly v jednotlivých měsících a podpovodích z hlediska podílů nebodových zdrojů na celkových látkových vnosech jsou podmíněné především hydrologicky. Předložené výsledky nejsou definitivní, výzkumné aktivity dále pokračují. Po vyhodnocení všech souvisejících dat dojde ke zpřesnění látkových toků, stanovení významnosti příčinných faktorů a formulování použitelných zobecnění.

Klíčová slova: *malé povodí, zdroje znečištění vod, odvodnění, fosfor, dusík, látkový odnos, separace odtoku*

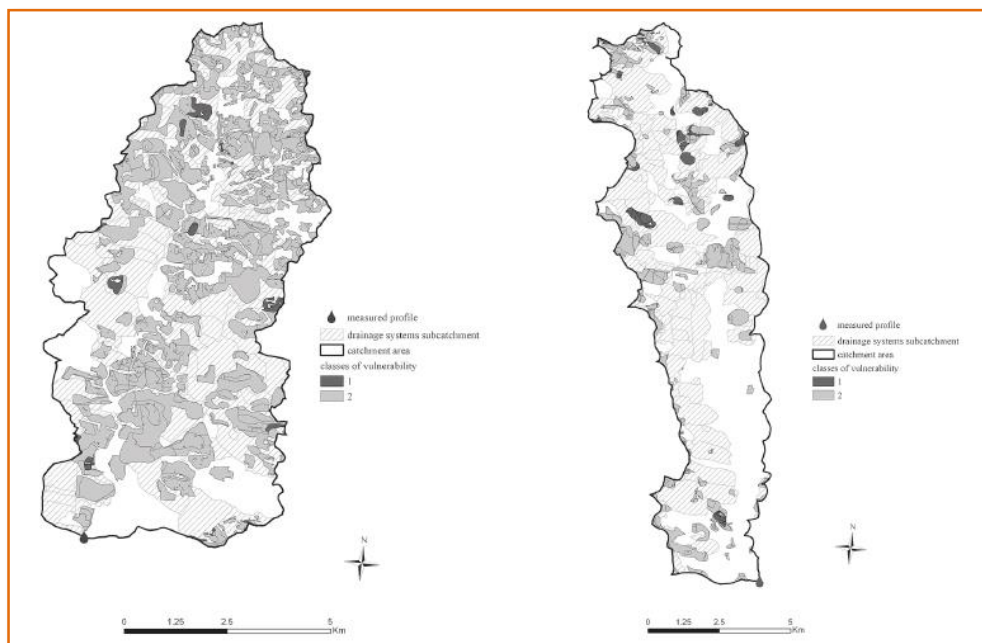
Acta Universitatis Carolinae - Geographica (2012)

**An integrated approach for management of agricultural non-point pollution sources in
the Czech Republic**

Abstract: We report a new, integrated approach to the identification and localization of potential critical areas of non-point agricultural water pollution in the Czech Republic. The methodology is presented in model catchments of IV. order, namely the Hrejkovický and Bilinský brooks in the water reservoir Orlík watershed. The risk rate of non-point source pollution is evaluated with the help of GIS tools, integrating the assessment of geomorphology, land use and soil conditions within a territory in conjunction with the agricultural tile drainage systems. Besides the areas prone to erosion and 'direct protection localities' along water

courses, spots with increased potential of nutrient leaching into groundwater and drainage water are delineated, based on a synthetic map of shallow groundwater vulnerability. These spots are classified using analysis of the Valuated Soil Ecological Units (VSEU) code, while agricultural drainage systems are identified according to the documents of the former Agricultural Water Management Authority of the Czech Republic. Results from geographical analysis show differences between intrinsic parameters of model catchments, which influence the vulnerability potential towards diverse types of non point pollution. The potential pollution thread of surface and groundwater by leaching is relatively high in both catchments, in the Bilinský brook catchment due to prevailing arable land on first and second vulnerability classes within the tile drainage subcatchments and in the Hrejkovický brook catchment due to dense occurrence of first and second vulnerable classes in the catchment area, though comprised from a third by grassland. Water erosion potential jeopardy is bigger within the Bilinský brook catchment with 10% of arable land having the average soil loss $4\text{--}10\text{ t ha}^{-1}\text{ y}^{-1}$, contrary to 2% within the Hrejkovický brook catchment. Presented approach can help in prioritizing protective measures and management strategies in a catchment to curtail the negative impacts of non point agricultural pollution in water bodies and in the whole environment.

Key words: *water vulnerability, infiltration areas, tile drainage, erosion, non-point pollution sources, GIS*



Geodetický a kartografický obzor (2012)

Využití dat z tvorby nového výškopisu území České republiky metodou leteckého laserového skenování při analýze a mapování povodňových rizik

Abstrakt: Znalost míry povodňového nebezpečí patří k aktuálním problémům v celospolečenském měřítku. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES (povodňová směrnice) ukládá členským státům vytvořit plány pro zvládání povodňových událostí a stanovuje pevné termíny dílčích kroků řešení. K analýze a mapování povodňových rizik slouží simulace 1D a 2D hydrodynamických modelů, které poskytují detailní představu o působení povodně v konkrétním terénu. Reálnost a kvalita modelování povodňových jevů a stavů s využitím hydrodynamických modelů určují vstupní data pro tvorbu výpočetní geometrie vodního toku. Ověření a prezentace vhodnosti použití výškopisných dat získaných metodou leteckého laserového skenování realizovaného ve spolupráci Českého úřadu zeměměřického a katastrálního s Ministerstvem obrany ČR.

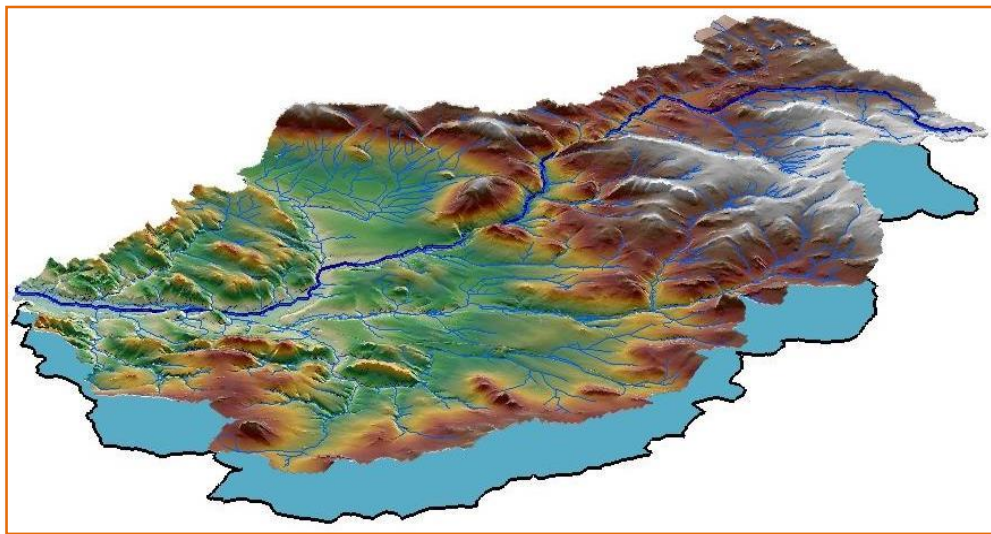
Klíčová slova: *digitální model terénu, mračno bodů, HEC-RAS, povodňové nebezpečí, krizové řízení*

Moravian Geographical Reports (2013)

Optimization flood protection by semi-natural means and retention in the catchment area: A case study of Litavka river (Czech republic)

Abstract: Of all natural disasters, floods represent the most serious threat to the territory of the Czech Republic. This is given by the situation of the Czech Republic at the continental as well as the worldwide scale. At present, the design of anti-flood measures is mostly based on technical measures, without considering improvements in the hydromorphological status according to the Framework Directive on Water Management and without considering the natural transformation of flood discharge in the alluvial plains of water courses. This report presents a design for the optimization of anti-flood measures in the pilot catchment of the Litavka River, in which we propose particular measures for the catchment for its entire surface while providing a good hydromorphological status. We also wanted to quantify the proposed measures leading to the increased retention and accumulation capacities of the catchment area.

Key words: *retention, GIS, measures, HEC-RAS, floods, HEC-HMS, Litavka River, Czech Republic*



Vodní hospodářství (2013)

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

Souhrn: 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. Cílem příspěvku je seznámit odbornou veřejnost s řešením projektu, který se zabývá využitím 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.

Klíčová slova: *geografické informační systémy, technická infrastruktura, živelní pohromy, identifikace osob*

Acta Universitatis Carolinae - Geographica (2014)

Comparison of the longitudinal and lateral profiles of watercourses using sonar-based methods (ADCP) and hydrological analogy

Abstract: In many cases, a flood wave has a pronounced transforming effect on the channel, and the knowledge of the watercourse longitudinal and lateral profiles is of great importance. To obtain data meeting these requirements with adequate accuracy, we alternated the conventional geodesic methods with sonar-based approaches – ADCP – and with results from the CroSolver software, constructed for obtaining bathymetric information. We compare results achieved from two approaches for preparing geometric data for hydrodynamic models. The respective approaches are considered as possible replacements for the costly conventional geodesic methods. The proposed methods use either data available from the continual monitoring of surface water courses (i.e., discharge measurements), which can capture precisely the lateral channel profile within the entire longitudinal profile, or a robust sonar-based system. Results obtained from the conducted studies show that our statement about a possibility to synthesize the ALS data with data from hydrological measurements or ADCP sonar in preparing watercourse computational geometry, is valid. A very good agreement was achieved between lateral profiles (determined inundation areas) prepared by using the CroSolver software or the ADCP sonar with lateral profiles established by geodesic surveying.

Keywords: *sonar, ADCP, Doppler, discharge, lateral profile, aerial laser scanning*

Vodohospodářské technicko - ekonomické informace (2015)

Vývoj softwarových nástrojů CroSolver a CroSolver for ArcGIS pro přípravu výpočetní tratě hydrodynamických

Souhrn: Povodňové situace představují na území České republiky jednu z nejvýznamnějších hrozeb přírodních katastrof. Význam těchto hrozeb se zvyšuje v důsledku narůstající extremity počasí, ke které v posledních letech dochází. Z hlediska eliminace potenciálního ohrožení a samotných následků těchto událostí jsou významné informace předpovědní povodňové služby o charakteru a o rozsahu záplavových území pro jednotlivé N-leté povodňové průtoky a konkrétní povodňové scénáře. Adekvátní představu o hloubkách a rychlostech při povodňové události, v podélném či příčném profilu vodního toku, poskytují hydrodynamické modely. Získané informace z hydrodynamických modelů tak zaujímají výsadní postavení z pohledu ochrany životů i zmírnění škod na majetku občanů. Pro získání relevantních výstupů z hydrodynamických modelů jsou rozhodující vstupní data. Ve vazbě na finanční náročnost získání relevantních dat o morfologii koryta vodního toku a přilehlé inundace je prezentován přístup založený na syntéze dat hydrologického měření a dat leteckého laserového skenování, který se snaží nahradit finančně náročné geodetické zaměření koryt vodních toků. Je uvažován postup, kdy je nejprve provedeno letecké laserové skenování vodního toku a stanoven průtok, který byl dosažen v době provádění leteckého laserového skenování (LLS). Toto měření LLS neumožňuje zahrnout část koryta pod hladinou vodního toku, zahrnuje však polohu hladiny. Následně je dopočten sklon hladiny mezi zvolenými příčnými profily a za předpokladu znalosti typu příčného profilu (v současnosti jsou uvažovány tři základní typy – obdélník, lichoběžník, parabola) a stanoveného průtoku je pomocí Chézyho rovnice dopočtena hloubka koryta. V daném příspěvku jsou prezentovány výsledky z vývoje dvou softwarových nástrojů, které slouží pro přípravu výpočetní tratě do hydrodynamických modelů (CroSolver a CroSolver for ArcGIS) a prezentovány dílčí výsledky.

Klíčová slova: *letecké laserové skenování (LLS), hydrologické měření, příčný profil, hydrodynamický model, GIS, povodně*

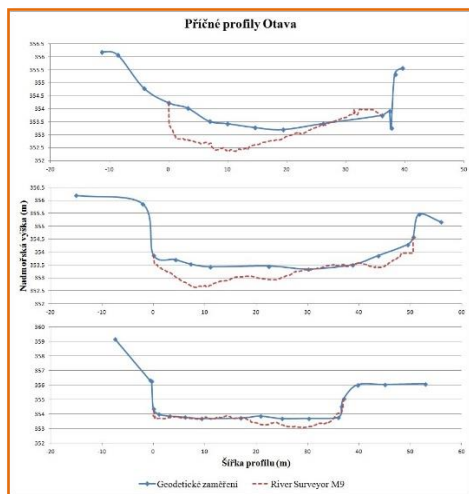
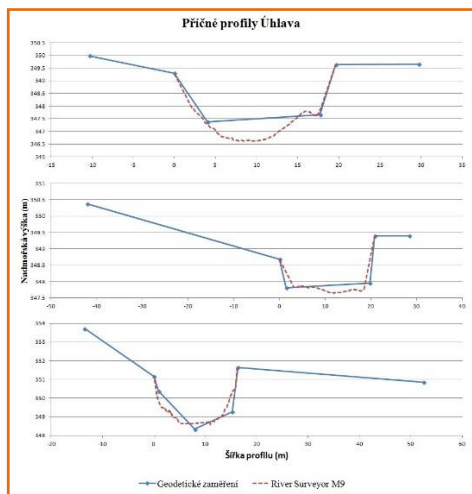
Vodní hospodářství (2015)

Nové technologie batymetrie vodních toků a nádrží

Souhrn: Cílem předkládaného příspěvku je seznámit širokou odbornou veřejnost s vývojem a aplikací nových technologií pro získání relevantních informací o batymetrii vodních toků a nádrží. Prezentovány jsou dílčí výsledky z výzkumu, jehož snahou je získání ucelených datových souborů kombinujících data z měření terénů s daty z měření dna vodních toků a

nádrží. Takto získaná data jsou široce využitelná v oblastech říční hydrauliky při určování kapacit vodních toků a nádrží, průchodu povodňových vln, krizového řízení či při sledování množství a dynamiky sedimentů, splavnosti vodních cest či identifikace špatného hospodaření v krajině (eroze a transport splavenin). Nové poznatky týkající se sběru, analýzy a následného vyhodnocení geoinformačních batymetrických dat rovněž poskytnou nové možnosti pro získání detailnějších a přesnějších informací o geometrických charakteristikách vodních toků a nádrží, které budou uplatněny při výkonu správy vodních toků a nádrží, krizového řízení či provozu vodních cest. V rámci daného příspěvku jsou prezentovány technologie založené na aplikaci zařízení RiverSurveyor M9, což je automatické profilovací zařízení, pracující na principu Dopplerova jevu a které slouží pro měření rychlosti proudění vody v přirozených korytech. Zařízení slouží pro měření hloubky a automatický výpočet celkového průtoku, průtočné plochy a průměrné rychlosti. Zařízení je navrženo jak pro povodňové stavy, tak i pro nízké stavy v období sucha.

Klíčová slova: batymetrie; GIS; GPS; DPZ; sediment; vodní tok; vodní nádrž



Vodní hospodářství (2015)

Propojení předpovědních hlásných profilů na mapový sklad záplavových území

Souhrn: 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 příspěvku je prezentace dílčích výsledků výzkumu, který je zaměřen na využití geografických informačních systémů pro podporu řešení krizových situací a jejich propojení na automatické vyznamovací 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 vstupující do hydrodynamických modelů. Propojení prognózních hlášených 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.

Klíčová slova: hlášený profil; povodně; průtok, srážka, říční hydraulika

SOVAK (2015)

Nové metody detekce pesticidních látek v pitných vodách, jejich hodnocení a eliminace

Souhrn: Cílem příspěvku je prezentovat metody detekce, lokalizace, hodnocení rizik a vývoj sanační technologie využívaných i záložních zdrojů pitných vod negativně ovlivněných přítomností pesticidních perzistentních organických látek. Návrh projektu je cílený na řešení zhoršené kvality pitných vod, které mají přímou vazbu znečištění a lokality ovlivněné zemědělskou, lesnickou, rekultivační či průmyslovou činností. V první části řešení bude ověřena metoda identifikace zdroje znečištění na základě monitoringu jakosti vod s použitím pasivních vzorkovačů, druhá část řešení bude založena na vytvoření sanační technologie vlastního zdroje pitné vody a posledním cílem bude analýza rizik na zdravotní stav obyvatel z hlediska kontaminace vod pesticidními látkami. V průběhu řešení bude vytvořena mapa zranitelnosti zdrojů podzemních vod, metodika stanovení zranitelnosti vodního zdroje z hlediska kontaminace pesticidními látkami a ověřena technologie sanace vodních zdrojů zásobujících malá sídla. Tyto zdroje nepodléhají odpovídající kontrole jejich jakosti zejména ve vztahu k potenciálnímu znečištění přípravky na ochranu rostlin zejména dusíkatých pesticidů. V průběhu řešení bude zároveň prováděna analýza rizik na zdravotní stav populace, jejíž výsledky budou promítnuty do novelizace předpisů a směrnic nelegislativní povahy (H neleg).

Klíčová slova: pasivní vzorkovač, vodní zdroj, pesticid, POCIS

SEZNAM PŘEDKLÁDANÝCH PUBLIKACÍ K DISERTACI

Celkem je předkládáno **15 odborných publikací** v následujícím členění: 2 impaktovaná publikace, 2 publikace vedené v databázi SCOPUS a 11 recenzovaných publikací (další 2 publikace v recenzním řízení) + další aplikované výsledky (užitný vzor, 2 x software, 3 x specializovaná mapa s odborným obsahem a 2 x v recenzním řízení posuzované výsledky typu certifikovaná metodika).

1. Článek recenzovaný

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

NOVÁK, P., HEJDUK, T. (2011): Problematika návrhu ochranných pásem vodních zdrojů ve vztahu ke katastru nemovitostí. *SOVAK*, č. 6, roč. 20, s. 22 – 25. ISSN 1210-3039.

NOVÁK, P., ROUB, R., HEJDUK, T. (2011): Využití hydrologického měření při tvorbě hydrodynamických modelů z dat leteckého laserového skenování. *Vodní hospodářství*, roč. 61, č. 8, s. 297-303. ISSN 1211-0760.

FUČÍK, P., KVÍTEK, T., HEJDUK, T., PETERKOVÁ, J. (2012): Příspěvek k vyčislení podílů zdrojů znečištění vod ze sledovaných profilů v malém odvodněném zemědělsko – lesním povodí. *Vodní hospodářství*, roč. 62, č. 8, s. 257-264. ISSN: 1211-0760.

ROUB, R., HEJDUK, T., NOVÁK, P. (2012): Využití dat z tvorby nového výškopisu území České republiky metodou leteckého laserového skenování při analýze a mapování povodňových rizik. *Geodetický a kartografický obzor*, č. 1, s. 252-268. ISSN 0016-7096.

PAVLÍČKOVÁ, L., NOVÁK, P., ROUB, R., HEJDUK, T. (2012): Využití geografických informačních systémů a územně plánovací dokumentace při modelování povodňového rizika. *Vodohospodářské technicko - ekonomické informace*, roč. 54, č. 4, s. 1-6. ISSN 0322-8916.

NOVÁK, P., ROUB, R., VEVERKA, M., HEJDUK, T. (2013): Geografické informační systémy pro podporu řešení krizových situací a jejich propojení na automatické vyrozumivací systémy. *Vodní hospodářství*, roč. 63, č. 11, s. 366-370. ISSN 1211-0760.

NOVÁK, P., ROUB, R., VYBÍRAL, T., HLAVÁČEK, J., **HEJDUK, T.**, BUREŠ, L., REIL, A. (2015): Nové technologie batymetrie vodních toků a nádrží, *Vodní hospodářství*, roč. 65, č. 3, s. 13-20. ISSN 1211-0760.

ROUB, R., URBAN, F., HAVLÍČEK, V., NOVÁK, P., **HEJDUK, T.**, BUREŠ, L., REIL, A. (2015): Vývoj softwarových nástrojů CroSolver a CroSolver for ArcGIS pro přípravu výpočetní tratě hydrodynamických. *Vodohospodářské technicko - ekonomické informace*, roč. 57, č. 1, s. 5-13. ISSN 0322-8916.

NOVÁK, P., ZAJÍČEK, A., FUČÍK, P., **HEJDUK, T.**, KVAPIL, P., ŠURÁŇOVÁ, R., ŠUPÍKOVÁ, I., FIEDLER J.: (2015): Nové metody detekce pesticidních látek v pitných vodách, jejich hodnocení a eliminace. *SOVAK – přijat k publikování (říjen 2015)*

ROUB, R., NOVÁK, P., VEVERKA, M., **HEJDUK, T.**, BUREŠ, L., REIL, A. (2015): Propojení předpovědních hlásných profilů na mapový sklad záplavových území. *Vodní hospodářství – přijat k publikování (listopad 2015)*

ROUB, R., NOVÁK, P., VEVERKA, M., **HEJDUK, T.**, BUREŠ, L., REIL, A. (2015): Geografické informační systémy jako efektivní nástroj pro podporu řešení krizových situací a identifikaci osob, Bezpečnostní teorie a praxe – [v recenzním řízení](#)

2. Článek neimpaktovaný

NOVÁK, P., FUČÍK, P., NOVOTNÝ, I., **HEJDUK, T.**, ŽÍŽALA, D. (2012): An integrated approach for management of agricultural non-point pollution sources in the Czech Republic. *Acta Universitatis Carolinae. Geographica*, roč. 47, č. 2, s. 33-43. ISSN 0300-5402.

NOVÁK, P., ROUB, R., **HEJDUK, T.**, VYBÍRAL, T., HÁNOVÁ, K., URBAN, F. (2014): Comparison of the longitudinal and lateral profiles of watercourses using sonar-based methods (ADCP) and hydrological analogy. *Acta Universitatis Carolinae. Geographica*, roč. 49, č. 2, s. 111-119. ISSN: 0300-5402.

ROUB, R., KŮRKOVÁ, M., **HEJDUK, T.**, BUREŠ, L., NOVÁK, P. (2016): Comparing a hydrodynamic model from 5th generation DRM data and a model from data modified by means of CroSolver tool. *Acta Universitatis Carolinae. Geographica* - [v recenzním řízení](#)

3. Článek impaktovaný

ROUB, R., HEJDUK, T., NOVÁK, P. (2012): Automating the creation of channel cross section data from aerial laser scanning and hydrological surveying for modeling flood events. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, roč. 60, č. 4, s. 216-231. ISSN 0042-790X.

ROUB, R., HEJDUK, T., NOVÁK, P. (2013): Optimization flood protection by semi-natural means and retention in the catchment area: A case study of Litavka river (Czech republic). *Moravian Geographical Reports*, 21, no. 1, pp. 51-66.

4. Certifikované metodiky

NOVÁK, P. a kol (2015): *Využití hydrologického měření při schematizaci koryt vodních toků pro potřeby hydrodynamických modelů na podkladě dat leteckého laserového skenování*. Metodika. Osvědčení Ministerstvo životního prostředí Zeměměřický úřad - [v recenzním řízení](#)

ROUB, R. a kol (2015): *Geografické informační systémy pro podporu řešení krizových situací a jejich propojení na automatické vyrozumívací systémy*. Metodika. Osvědčení - [v recenzním řízení](#)

5. Užité vzory

PECH, P., ROUB, R., HEJDUK, T., HAVLÍČEK, V., MÁCA, P. (2011): *Syntetická mapa vodního toku a přilehlé inundace*. Česká republika, UV 22507, Úřad průmyslového vlastnictví Praha 6, 26. 7. 2011.

6. Specializované mapy s odborným obsahem

NYKL, L., ROUB, R., **HEJDUK, T.**, NOVÁK, P., BUREŠ, L., REIL, A. (2014): Mapa ohrožených nemovitostí 1 - rastr hloubek, The map of endangered properties 1 – grid of depths, Mapa je sestavena tak, že v detailním výpočetním kroku povodňové události, tj. pro konkrétní průtok povodňové události na řešeném vodním toku, vyjadřují potenciální riziko pro jednotlivé nemovitosti v řešeném území, tj. v záplavovém území, Stěžejním ekonomickým parametrem je ochrana lidských životů, snižování škod na majetku obyvatel a obcí. Dále pak zefektivnění rozhodovacích procesů v rámci činnosti bezpečnostních složek státu v oblasti krizového řízení, identifikace osob a majetku, Ministerstvo životního prostředí, Vršovická 1442/65, 100 10 Praha 10 - Oddělení ochrany před povodněmi, 15. 12. 2014.

NYKL, L., ROUB, R., **HEJDUK, T.**, NOVÁK, P., BUREŠ, L., REIL, A. (2014): Mapa ohrožených nemovitostí 2 - rastr rychlostí, The map of endangered properties 2 - grids of flow rates, Mapa je sestavena tak, že v detailním výpočetním kroku povodňové události, tj. pro konkrétní průtok povodňové události na řešeném vodním toku, vyjadřují potenciální riziko pro jednotlivé nemovitosti v řešeném území, tj. v záplavovém území, Stěžejním ekonomickým parametrem je ochrana lidských životů, snižování škod na majetku obyvatel a obcí. Dále pak zefektivnění rozhodovacích procesů v rámci činnosti bezpečnostních složek státu v oblasti krizového řízení, identifikace osob a majetku, Ministerstvo životního prostředí, Vršovická 1442/65, 100 10 Praha 10 - Oddělení ochrany před povodněmi, 15. 12. 2014.

URBAN, F., ROUB, R., **HEJDUK, T.**, NOVÁK, P., REIL, A., BUREŠ, L. (2014): Syntetická mapa vodního toku a přilehlé inundace, The synthetic map of watercourse and adjoining inundation area, geodetic surveying, aerial laser scanning, photogrammetry, flood, Mapa, sestavená na podkladě syntézy dat z hydrologického měření a dat LLS vyjadřuje potenciální riziko pro jednotlivé nemovitosti v řešeném území, tj. v záplavovém území. Důležitým ekonomickým parametrem je ochrana lidských životů, snižování škod na majetku obyvatel a obcí. Aplikací postupu tvorby map do praxe dojde k výrazné úspoře finančních prostředků za geodetické zaměření, Zeměměřický úřad, Pod sídlištěm 9, 182 11 Praha 8, 2. 12. 2014.

7. Software

HAVLÍČEK, V., ROUB, R., PECH, P., **HEJDUK, T.** (2013): CroSolver, <http://www.kvhem.cz/vyzkum/software/>, Zdrojové kódy funkcí pro programovací jazyk R, autorizovaný software, Snížení nákladů spojených s použitím hydrologicko-geografických modelů, KVHEM, Fakulta životního prostředí, ČZU v Praze, 60460709, CZ - Česká republika, N - Využití výsledku jiným subjektem je možné bez nabytí licence (výsledek není licencován), N - Poskytovatel licence na výsledek nepožaduje licenční poplatek

URBAN, F., ROUB, R., HAVLÍČEK, V., PECH, P., **HEJDUK, T.**, BUREŠ, L., REIL, A. (2014): CroSolver_ToolBox, <http://www.kvhem.cz/vyzkum/software/>, Zdrojové kódy funkcí pro programovací jazyk Python, autorizovaný software, freeware, Snížení nákladů spojených s použitím hydrologicko-geografických modelů, KVHEM, Fakulta životního prostředí, ČZU v Praze, 60460709, CZ - Česká republika, N - Využití výsledku jiným subjektem je možné bez nabytí licence (výsledek není licencován), N - Poskytovatel licence na výsledek nepožaduje licenční poplatek.

8. Ostatní

HEJDUK, T., ROUB, R., NOVÁK, P., VEVERKA, M. (2014): Geografické informační systémy pro podporu řešení krizových situací a jejich propojení na automatické vyrozumívací systémy - H neleg.

SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA DISERTAČNÍ PRÁCE (2010-2015)

(nad rámec publikací přikládaných k disertaci)

1. Článek impaktovaný

FUCIK, P., HEJDUK, T., PETERKOVA, J. (2015): Quantifying Water Pollution Sources in a Small Tile-drained Agricultural Watershed, *Clean – soil air water*, volume: 43, issue: 5, pages: 698-709

2. Certifikované metodiky

NOVÁK, P., TOMEK, M. a kol. (2015): *Prevence a zmírňování následků přívalových povodní ve vztahu k působnosti obcí*. Metodika. Osvědčení MMR, 64 s, editor: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, v.v.i.

ZÁVĚR

Prostřednictvím předkládaného souboru prací jsou dokumentovány nové poznatky k povodňové problematice, která je stále aktuálnějším tématem s ohledem na zkušenosti z posledních let. Hypotézy o využití hydrologického měření při tvorbě výpočetní geometrie vodních toků, stejně jako využití dat z prováděného výškopisného mapování leteckým laserovým skenováním při přípravě výpočetní tratě vodních toků byly potvrzeny.

V jednotlivých pracích je prezentováno využití nových technologií, poznatků a dalších výsledků aplikovaného výzkumu v oblasti přípravy vstupních dat pro hydrodynamické modely, geografických informačních systémů, identifikace osob a jejich včasného varování, sdílení informací pro podporu eliminace následků živelných pohrom či provozních havárií.

Výše uvedené poznatky o využití dat leteckého laserového skenování a syntézy daných dat s hydrologickým měřením mají velký význam pro zlepšení povodňové prevence. Další praktické využití mají tyto poznatky při územním plánování a povodňovou prognózu.

Snahou je v návaznosti na prováděný výzkum v oblasti matematického modelování srážko-odtokových procesů a průchodů povodňových průtoků v říčním systému zavést do praxe nové poznatky pro identifikaci a evidenci osob a zvýšit tak bezpečnost občanů v případě hrozeb ohrožujících jejich bezpečnost prostřednictvím včasného varování - tj. preventivní ochrany.

V průběhu prováděného výzkumu byla pozornost věnována definování nástrojů pro podporu integrované činnosti bezpečnostních a záchranných složek státu, včetně zvýšení osvěty a komunikace mezi státní správou, samosprávou a veřejností. Hlavním posláním předkládané práce však zůstává snaha eliminovat dopady přírodních či antropogenních rizik na lidské zdraví a majetek občanů s důrazem na nejčastější přírodní riziko, které je představováno povodňovou problematikou.

SUMMARY

These thesis brings new findings in flood issues, which importance has been sharply increasing in the light of last years experience. Hypotheses about the usefulness of hydrological measurements in the creation of computational geometry watercourses, as well as using the data from aerial laser scanning in the preparation of computer tracks water flows have been confirmed.

Presented papers introduce the use of new technologies, knowledge and other results of applied research in the field of preparation of input data for hydrodynamic models, geographic information systems, personal identification and early warning and information sharing to support the elimination of consequences of natural disasters or traffic accidents.

The above presented findings about the use of airborne laser scanning data and synthesis these data with hydrological measurements are of great importance for the improvement of flood prevention. Another practical use of these findings lies in urbanism planning and flood forecasts.

The effort is to increase the security of citizens in the case of threats to their security through early warning - ie. Preventative protection by results of conducted research in the field of mathematical modelling rainfall-runoff and passage of flood flows in the river system providing new knowledge for the identification and registration of persons.

During the research conducted, the attention was paid to define tools supporting integrated activities of the state security and rescue forces, including increased education and communication between state administration, local governments and the public. However the main goal of this work is to prevent the effects of natural and anthropogenic risks to human health and property of citizens. The attention is paid especially on the most common natural hazard represented by the floods.

ODBORNÝ ŽIVOTOPIS

Jméno: Ing. Tomáš Hejduk

Datum narození: 5. srpna 1985

Místo narození: Beroun

Trvalý pobyt: Pod Lesem 150, Lhotka, Lochovice 267 23

Telefon: +420 721 084 881

E-mail: hejduk.tomas@vumop.cz

Rodinný stav: ženatý

Zaměstnání: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Žabovřeská 250, Praha 5 - Zbraslav

Vzdělání: 2009 - zahájení doktorandského studia na FŽP ČZU, katedra
Vodního hospodářství a environmentálního modelování (**Ph.D.**)

2007 – 2010 Vysoká škola báňská, obor: Technologie a hospodaření
s vodou (**Ing.**)

2007 – 2009 Česká zemědělská univerzita v Praze, obor: Krajinné
inženýrství (**Ing.**)

2004 – 2007 Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, obor: Vodní
hospodářství (**Bc.**)

2004 Gymnázium Joachima Barranda Beroun

Pracovní zkušenosti:

- Po ukončení studia VŠ tj. od roku 2009 pracuji ve VÚMOP, v.v.i., kde se zabývám využitím metod geografických informačních systémů v problematice ochrany vod a krajinného plánování, včetně využití metod dálkového průzkumu země.
- Podílím se na výzkumných projektech i projektech zakázkové činnosti.
- V současné době se podílím na řešení výzkumných projektů TAČR, BV sledující možnost využití hydrologického měření při tvorbě hydrodynamických modelů z dat leteckého laserového skenování, aplikací nových technologií na sledování dynamiky sedimentů a optimalizací povodňové ochrany intravilánu obcí. Orientace v legislativě - problematiky ochrany vod.

Účast na projektech, profesní reference:

- IGA „Využití dat LLS při zpracování hydrodynamických modelů“, (2011)
- IGA „Optimalizace protipovodňové ochrany formou přírodních blízkých opatření a retencí v ploše povodí“, (2012)
- TA02020139 „Využití hydrologického měření při schematizaci koryt vodních toků pro potřeby hydrodynamických modelů na podkladě dat leteckého laserového skenování“, (2012-2015)
- TB010MMR027 „Prevence a zmírňování následků živelních a jiných pohrom ve vztahu k působnosti obcí“, (2013-2015)
- VG20132015127 „Geografické informační systémy pro podporu řešení krizových situací a jejich propojení na automatické vyrozumívací systémy“, (2013-2015),
- TA04020042 „Nové technologie batymetrie vodních toků a nádrží pro stanovení jejich zásobních kapacit a sledování množství a dynamiky sedimentů“, (2014-2017)
- TA04020043 „Technologie sanace zdrojů hromadného zásobování pitnou vodou ovlivněných pesticidními látkami - optimalizace hospodaření s nimi, nové metody jejich detekce, hodnocení a eliminace“, (2014-2017)

