

Investigation of overland flow in Smědá river basin

Odtokové pomery Frýdlantska v relácii s fyzicko-geografickými pomermi povodia toku Smědá

Hubert R. HILBERT^a, Viola DÍTĚTOVÁ^a, Hubert H. HILBERT^b

^aLiberecká univerzita, hhilbert.bs@gmail.com, viola.ditetova@tul.cz

^bSVP, š.p., hubert.hilbert@svp.sk

Abstract

The partial results of investigation of overland flow in Smědá river basin there are presented, considering river-basin and its channel flow as an integrated structural (physic-geographic complex) and cascade (stream and channel network) system, using system treatment. There is suggested on consequences of used system treatment according to the water management problems, possibility to identify specific threatened areas due to flood, reflecting „carying capacity“ according to system disturbance brought on by stream rain.

Keywords: integrated structural and cascade systems, integrated water management of basins

Kľúčové slová: integrácia štruktúrneho a kaskádového systému, integrovaný manažment povodia

1. Úvod

Predložený príspevok rieši problematiku odtokových pomerov Frýdlantska (povodie rieky Smědá) v Libereckom kraji. Súčasná otázka vody v súvislosti s povodňami je aj v tejto oblasti aktuálna. Nie je pochyb, že je na túto otázku sústredená pozornosť hydrológov, klimatológov, vodohospodárov, k dispozícii sú dlhodobé rady pozorovaní. Predložený pohľad má iný zámer. Klimatická situácia, ktorá napovedá na variabilný ráz počasia, typického skôr pre interglaciálne obdobie, nevylučuje privalové dažde v každom území. Vyčlenenie území s potenciálnou možnosťou záplavových vôd, ich pohyb, relatívna intenzita a smer sa stáva aktuálnou otázkou. Často lineárny podklad na problematiku záplav v praxi inicioval v nás potrebu získať komplexnejší pohľad využitím systémového prístupu a možností nástrojov GIS. Predkladáme parciálnu predbežnú aproximáciu riešenia z fyzickogeografického aspektu. Predložené výsledky môžu slúžiť v polohe komplexnej priestorovej databázy na úrovni analýz, syntéz, interpretácií a tiež ako podklad pri optimalizácii riešenia krajiny v súvislosti so záplavami, nielen v inundačných územiach, ale v celej krajine.

2. Metodika riešenia

Systémový prístup predpokladal integráciu povodia a toku, podrobnú analýzu fyzicko-geografického komplexu so zameraním na štruktúry a väzby, súvisiace s vodou. Analytické, syntetické práce boli riešené v mierke 1:50000. Bola vytvorená priestorová databáza, využitím nástrojov GIS (software firmy Esri, Intergraph, Open Source GIS).

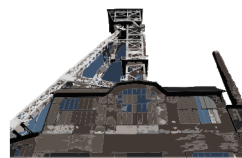
Syntéza a interpretácia využívala parametrickú analýzu podkladov a využitie WDGM modelu využitia algoritmu

riešenia, ktorého obsah vyjadrujeme v schéme (príloha 1).

3. Výsledky.

3.1 Opis územia

Povodie toku Smědá zahrňuje väčšiu časť Frýdlantského výbežku a územie severnej časti Jizerských hôr. Rozkladá sa v nadmorskej výške od 240 - 1300 m.n.m. Geomorfologicky predstavuje prepojenie kontrastných geneticky súvisiacich jednotiek, patriacich k pochovanej parovine, tektonicky rozlámanej a postupne denudovanej, s vyčnievajúcimi izolovanými vyvýšeninami vzniknutými pri tektonických pohyboch výlevmi magmy, v ďalšom vývoji opakovanými nápmi pleistocénneho kontinentálneho ľadovca (inlandsisu) a po ústupe s diferencovanou intenzitou postupnej denudáciou a obnažením starých predkvartérnych útvarov vodnou eróziou. Tektonicky je vyzdvihnuté výrazne len územie Jizerských hôr hrástovým spôsobom (Svoboda, Chaloupský a kol. 1962). Kontinentálny ľadovec v pleistocénne pokryl niekoľkokrát celé územie po úpätie Jizerských hôr. Územie Frýdlantskej pahorkatiny je v nadmorskej výške od 240-500 m. n.m., hornatina vytvára hrást vo výške 600-1300 m. n.m.. Tento výškový rozdiel výrazne diferencuje podmienky klimatické, hydrologické, pôdne a biotické. Modifikuje klímu, ktorá je v celom povodí mierna, v hornatine mierne chladná, v pahorkatine až teplá, suboceánsky ladená, diferencovaná najmä distribúciou zrážok a priemernou ročnou teplotou (Hromek 2002). Na vrchovine je priemerná teplota 6 °C, v oblasti hornatiny majú priemerné ročné teploty pod 5°C. Zrážky v Jizerských horách dosahujú v priemere 1705 mm/rok (nové Mesto pod Smrkom, 1031



mm/rok), v pahorkatine (Frýdlant) 910 mm/rok. Územie je historicky známe výskytom povodňových situácií.

3.2 Hodnotenie potenciálneho odtoku z povodia toku Smědá

Odtok vody z povodia je proces systémový, z čoho vyplýva potrebný systémový prístup (Demek 1958). Vodný tok a povodie možno charakterizovať z tohto pohľadu prepojením kaskádového a morfológického systému, čiže geosystému pochodu a odozvy (Demek 1987). Za hraničný prvok možno pokladať vodu. Je vektorom aj v štruktúrnom aj v kaskádovom systéme. Štruktúrny systém modelového územia možno analyzovať fyzickogeografickým komplexom v rôznych hierarchických hladinách-dimenziách. Kaskádový systém je systém riečnej siete. Oba systémy sa vzájomne ovplyvňujú, sú prepojené väzbou v procese autoregulácie systému. Oba systémy vykazujú hierarchickú stavbu. Štruktúrny systém má väzbu vertikálnu a horizontálnu v rovnakom priestore, kaskádový systém sa vyznačuje časo-priestorovým modelom prepojenia. (Príloha 1)

3.2.1 Dimenzia 1

3.2.1.1 Štruktúrny systém

Štruktúra na tejto hierarchickej úrovni je daná geologicko-tektonickou stavbou. Táto je podmienená zdvihom Jizerských hôr (v povodí je len severná časť), čo umožňuje rozdeliť územie na vyššie vyzdvihnutú hrásť pôvodnej paroviny s predkvartérnymi horninami a Frýdlantskú pahorkatinu, pokrytú kontinentálnym

pleistocénnyim ľadovcom až po úpätie Jizerských hôr. Denudácia v pahorkatine prebieha selektívne. V časti územia ide o vypreparovanú parovinu s obnaženými predkvartérnymi horninami prevažne len so zbytkami glaciofluviálneho pokryvu, v časti územia s typickým glaciálnym reliéfom (kamy, sandry), tvoriacimi plochy reliéf s vyčnievajúcimi tvarmi neovulkanitov, menej predkvartérnych vulkanitov. Táto geologická stavba podmienila diferenciáciu riečnej siete, typ reliéfu a vertikálne sekvencie pôd a následne tiež klimatických podmienok (zrážky, teplota), čo umožnilo vyčlenenie 4 mikroregiónov. Táto úroveň priestorovej diferenciácie predstavuje najvyššiu hierarchickú hladinu fyzickogeografického komplexu štruktúrneho systému. Uvedená geologicko-tektonická stavba územia podmienila jednotný smer odtoku a sklon územia v smere JV-SZ a následné zmeny v reliéfe a litologickej stavbe územia.

3.2.1.2 Kaskádový systém

Diferenciácia litologickej stavby podmienila v tejto dimenzii tvary riečnej siete (Príloha 2). V hrásťovej časti je vejárovitá, v denudačne obnažených územiach podmienená pravouhlá, v územiach glaciofluviálnych sedimentov mrežovitá. Z modelu mikropovodí, prítokov Smědej 1. rádu, ako aj z ich integrácie do vyššieho hierarchického systému vyplýva vejárovité usporiadanie povodí so sústredeným odtokom v jednom mieste toku v priestore a v čase, z čoho vyplývajú extrémne silné rýchle prítoky do hlavného toku Smědá (hydrologickej osi územia). Plošne dreňuje táto časť 114 km² / t. j. 43 % z celého povodia toku Smědá na území Českej republiky/ (Tab.1).

Tab.1 Kaskády prítokov toku Smědá I.rádu (Príloha2)

Označenie kaskády	Plocha /km ² /	Kumulovaná plocha	% z plochy povodia
a	114	a	43.41
b	46	a+b	61.06
c	71	a+b+c	88.33
d	31	a+b+c+d	100

3.2.2. Dimenzia 2

3.2.2.1 Štruktúrny systém

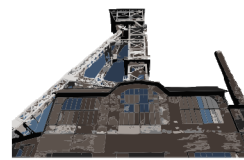
Je riešený parametrickou analýzou štruktúry fyzickogeografického komplexu v tabuľkovej a priestorovej forme (Príloha 2) členením mikroregiónov. Litologicky vyčlenené mikroregióny vytvárajú individuálne modely s priestorovou diferenciáciou hornín vo väzbe s reliéfom a drenážou.

3.2.2.2 Kaskádový systém

Je charakterizovaný typom riečnej siete, jeho denzitou, priestorovým modelom mikropovodí II. rádu. Takto štruktúrovaný fyzickogeografický komplex ovplyvňuje v jednotlivých mikroregiónoch model riečnej siete.

I. Mikroregión

Štruktúrny systém: Geomorfologicky zahŕňa elúvium svahov a tektonicky podmienené kotliny. Eluviálna poloha mikroregiónu s litologicky podmienenými plytkými depresiami, vyplnenými fibrozemou, ktoré v kombinácii s vysoko pozitívnou zrážkovou bilanciou vytvárajú z územia vodný recipient s veľmi intenzívnou drenážou a minimálnou infiltráciou (pevné, málo



rozpukané horniny). Naproti tomu svahy s vysokým sklonom spôsobujú intenzívny povrchový ron. Zvetraliny sú plytké pôdy s veľkou priepustnosťou pôdneho profilu, (s výnimkou oglejených variant pri výveroch a laterálnom podzemnom prevlhčení). Majú vysokú integráciu odtoku v plošne malých vejárovitých mikropovodiach nižšieho rádu, ktoré vytvárajú intenzívnu drenáž, s veľmi intenzívnou vymieľacou vertikálnou potenciou odtoku. Dolné partie svahov so svahovými deluviálnymi hlinami a z veľkej časti oglejenými pôdami podporujú odtok aj v bazálnej časti svahov. Intenzívny nerovnomerný odtok v Hejnickej kotline s prudkou zmenou sklonitosti, s náporom vody spôsobuje hlboké zarezanie vodného toku do mäkkého podlažia. Niva nebráni rýchlemu odtoku pri stredných a väčších prietokoch v úzkom riečišti, napriek tomu prejavy divočenia rieky svedčia o nápoře vody aj v inundačnej oblasti nivy pri prekročení kapacity koryta toku a o záplavových situáciách. V nive usadenín sú prítomné malé drenážne malé potôčiky, pochádzajúce z drenáže svahovín, prolúvií, alebo z drenáže depresii. *Kaskádový systém:* Je ho možné charakterizovať extrémne rýchlym odtokom v mikropovodiach, intenzívnou integráciou odtoku (vejárovito prepojené šošovkové mikropovodia) v čase a priestore, malým, ale rýchlym prevodom vody do riečnej siete.

II. Mikroregión

Štruktúrny systém: Charakterizuje intenzívnejšia denudovanosť kvartérnych sedimentov a tým obnaženie predkvartérneho kryštalinika s jeho predpolím (ťažšie deluviálne hliny, pôdnou sekvenciou plytkejších, ale priepustných pôd /rankre, kambizeme, v úzkych aluviách fluvizeme, miestami gleje/). Členitosť územia podmieňuje väčšiu hustotu riečnej siete. Málo rozpukané horniny spôsobujú nižší stupeň infiltrácie povrchového ronu. Radiálna sieť s mikropovodiami šošovkovitého tvaru podporuje rýchle prepojenie na riečnu sieť.

Kaskádový systém: Štruktúrny systém podporuje rýchlejší, v priestore sústredený a časove nesústredený odtok. V hornej časti v tokoch bystrinného typu až horských potokov pri privalových dažďoch môže spôsobovať rýchle veľké odtoky, v strednej časti rozliatie vody do okolitého uzavretého terénu, s problémami vysokého kolísania vody v epigeneticky podmienených tvaroch riečišťa.

III. Mikroregión

Štruktúrny systém: Je hypsometricky najnižšie položenou časťou povodia toku Smědá. Denudačná intenzita v tomto území obnažila starý reliéf paroviny, s menšou nadmorskou výškou. Je ale značne členený, diferencovane obnažený predkvartérny povrch (granitoidné horniny) v depresných polohách so zostatkami glaciofluvialných sedimentov s veľkým podielom polygenetických hlin a svahovín s nivou ohraňovanou okolitým reliéfom (výškou nad riečnou sieťou). Niva strieda úseky s epigenetickým vývojom

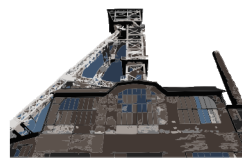
riečišťa (zaklesnutosť v reliéfe) s voľnejším prechodom do pahorkatiny (menšia výška okolitého reliéfu), čo spôsobuje rôznu výšku vodnej hladiny rieky v rôznych úsekoch v rovnakom čase. Rieka Smědá, ktorá je hydrologickou osou mikroregiónu sa chová ako stredný až dolný tok. Meandrovanie rieky dáva predpoklady pre tvorbu kolmatačných valov, tvorbu sedimentov so zmenou riečišťa v širšej nive v dolnej časti toku Smědá. Veľká relatívna členitosť pri menšej nadmorskej výške s rôznou výškou terénu nad riečišťom spôsobuje veľkú diferenciáciu pôdneho pokryvu. Vo vyšších polohách reliéfu (kryštalinikum) je infiltrácia pôd stredná, s puklinovou priepustnosťou pevných hornín, v svahovej časti s oglejenými variantami pôd, vrátane pôd lokalizovaných na eolických sedimentoch, so strednou drenážou. Nivy pôsobia skôr ako kolektor vody, s rôznym stupňom zahlinenia, v nasýtenom stave viacmenej nepriepustný.

V strednej časti toku ovplyvnený prietokným povodím s krátkymi prítokmi, s veľmi malými mikropovodiami, s predpokladom malého ovplyvnenia štruktúrnym systémom povodia. Je tu malý stupeň prevodu do podzemných vôd, alúvium je saturované predovšetkým z hlavného koryta (nízka miera infiltrácie pôd, väčšia saturácia je v pevných horninách z dôvodu väčšieho rozpukania hornín). Stredná a dolná časť toku je charakterizovaná inundačnou činnosťou v rozvetvenej sieti vedľajších ramien.

Kaskádový systém: Územie je mierne zvlnené. Predstavuje 2 stupeň kaskádovitého prepojenia povodí vyššieho rádu (Príloha 2) v riečištiach prevláda voda alochtónna, do územia prichádzajúca, povodie je preto viac menej priechodného typu. Epigenéza diferencuje výšku hladiny nad korytom, prítoky sú naopak s malou drenážou – vlna kumulácie, po väčších prítokoch – perovité usporiadanie konsekventných a subsekventných prítokov. Nízka výška nad hladinou koryta v blízkosti hydrologickej osi určuje územie ako veľmi citlivé na náporové prietokové vlny, a to diferencovane podľa tvaru koryta a výšky terénu nad riečišťom, s reakciou na výšku vodnej hladiny v riečišti ako a zaplavovanie v inundačnom území

IV. Mikroregión

Štruktúrny systém: Chaotický, s jednotvárnym makroreliéfom, s viac členeným mikroreliéfom, je typický pre georeliéf inlandsis, vytvára heterogénne podmienky pre infiltráciu odtoku. Tento geologický substrát určuje slabú drenáž (indikuje nízku denzitu riečnej siete), mrežovité usporiadanie (hlavná os v smere ohybu kontinentálneho ľadovca, s prítomnosťou kamov, sandrov, malá priepustnosť (malá mocnosť s prechodom do bazálnej morény-tillu), veľký podiel semihydrických pôd (podmienené nepriepustnosťou substrátu a pomalým odtokom), s tvorbou bažín v depresiách s malou drenážou horizontálnou a vertikálnou.



Z geologicko-litologické stavby a topografické polohy vyplýva prepojenie hladiny spodnej vody (5-10 m), v depresiách vyššie až k povrchu, s výškou terénu nad riečišťom, čo do určitej miery môže tlmieť odtok a povodňovú vlnu hlavného toku. Kopcovitý reliéf neogénnych vulkanitov má podľa zrnitosti pôd, ich hĺbky, polohy na svahu priepustnosť strednú až nízku (ťažšie deluviálne hliny, oglejené pôdy na mnohých bázkach svahov) s nízkou priepustnosťou a infiltráciou. Vzhľadom na ich rozlohu podstatne neovplyvňujú odtok vody z hlavného povodia.

Kaskádový systém: Má predpoklady málo intenzívneho prietoku vody v riečištiach (v hornej časti počiatocnej, v strednej a dolnej priechodnej mikropovodia) neusmerneného odtoku (chaotický reliéf, mrežovito usporiadaná drenáž, s menším hlavným sklonom spádovej krivky), s predpokladom tlmenia rýchlosti odtoku (usporiadanie riečnej siete) v relácii s integráciou odtoku vody v povodí toku Smědá (perovité usporiadanie konsekvntných prítokov).

3.2.3 Dimenzia 3

3.2.3.1 Štruktúrny systém

Tvorí ju priestorový model topických až chorických elementárnych jednotiek fyzickogeografického komplexu (morfotopy, litotopy, pedotopy, klimatopy, hydrotypy). Určujú vlastnosti fyzického geografického komplexu, ktoré sú vo vyšších dimenziách integrované a kumulované v procese regionalizácie. Priestorové jednotky tvoria základnú relačnú databázu, potrebnú pre analýzy, syntézy v procese riešenia.

3.2.3.2 Kaskádový systém

Prepojenie štruktúrneho systému na kaskádový je v polohe povrchového ronu.

Syntézou sklonitosti, tvarov reliéfu a potenciálnom množstve vody v každom bode dostávame teoretický model vymieľacej denudačnej intenzity vody (vyplýva z interpretácie digitálneho terénneho modelu), stanovením sklonov a krivostí reliéfu v relácii s elementárnym odtokom. Príspevkové plochy v kontexte s mikropovodiami dostávajú charakter topochór (Príloha 2). Tieto dve hodnoty vyjadrujú, aké množstvo vody sa potenciálne pohybuje v terénnom modeli.

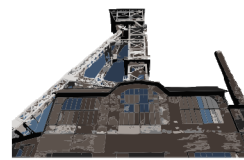
Štruktúrny systém charakterizovaný v jednotlivých dimenziách v prepojení na kaskádový systém spoločným hodnotením hraničného prvku – vody, spoločného pre oba systémy, vytvára príležitosť hierarchického hodnotenia kaskádového systému riečnej siete. Nadväzuje to na integráciu siete v I. dimenzii, s možnosťou špecifikovať relatívny podiel mikroregiónov, mikropovodí v priestorovom modeli odtoku v povodí toku Smědá.

Prezentovaný prístup z tohto pohľadu poskytuje:

- Vytvorenie predstavy o komplexnosti a možnosti riešenia problematiky systémovým spôsobom. Je priestorovým modelom štruktúrneho a kaskádového modelu
- V prvej aproximácii poukazuje na potenciálne možnosti kumulácie vody a integrácie v riečnej sieti v čase a v priestore, v prípade privalových dažďov.
- Identifikuje jej kauzalitu vyplývajúcu z väzby povodia- riečnej siete v priestorovom modeli.
- Pri akceptácii systémového hodnotenia odtokových pomerov a pri zohľadnení vlastností, ktoré vychádzajú z paradigmy tohto hodnotenia a samotného povodia toku Smědá, nevyhneme sa ďalším atribútom, ktoré vyplývajú zo systémovej podstaty problematiky.
- Musíme akceptovať nasledovné skutočnosti, ktoré sú v súčasnosti predmetom výskumu a uvedenie výsledkov by bolo predčasné.
- Každá dimenzia má jednak funkčnú a priestorovú organizáciu, vyplývajúcu z vyššej dimenzie (vlastností vyplývajúcimi z kumulácie vlastností dimenzií nižších), ako aj vlastnú jedinečnú štruktúru (vlastností, vyplývajúcich zo synergického efektu). Tieto vlastnosti sa prejavujú tiež pri prepojení štruktúrneho a kaskádového systému (vo vzájomnom prepojení).
- Proces odtoku je súčasťou autoregulačného (homeostatického) procesu geosystému, ktorý je daný väzbami, procesmi v jednotlivých systémoch (štruktúrny, kaskádový) a v systéme integrovanom (podnetu a odozvy). Stabilita systému voči disturbancii (privalové dažde) je určená intenzitou väzieb (medzi systémami, vo vnútri štruktúrneho a kaskádového systému), pričom prekroenie prahu odolnosti môže viesť ku zmene na systém dynamickej metastabilnej rovnováhy, t. j. k zmene celého systému (vyžaduje preto systémovú analýzu povodia aj toku).
- Štruktúrny systém určuje relatívne množstvo vody zo zrážok, ktoré predstavujú vstup z prostredia systému, rýchlosť, smer, pohyb vody v území. Kaskádový systém jeho kumuláciu, integráciu,
- Príspevok tiež naznačuje na dôsledky lineárnych protipovodňových opatrení, predovšetkým lokálneho charakteru, ktoré môžu alebo „odoslať“ problém“ ďalej v kaskáde“ a tam ho zväčšiť, alebo vážne narušiť homeostázu systému.

4. Záver

Výsledky, predkladané v príspevku zodpovedajú stavu rozpracovanosti problematiky. Uvažuje v systémovej analýze len s konzervatívnymi štruktúrami geosystému (horniny, reliéf, pôda), s absenciou bioty, teda jedného z dôležitých determinantov, ktorý výrazne pôsobí ako regulátor (zásoba) systému. V území je zmapovaná na úrovni dynamických biotopov, ale nespracovaná.



Kaskádový systém je generalizovaný, s absenciou hydrologického aspektu, vrátane analýzy vývoja pozdĺžnych a priečných profilov, ktoré budú predmetom najbližšieho výskumu pracoviska. Tiež absente hodnotenie aktivít a produktov činnosti človeka v povodí, čo dáva systému pochodu –odozvy (prírodný systém) ďalší aspekt, činí systém podnetu –odozvy kontrolovaným.

Použité zdroje:

BRIGGS,D., SMITHSON,P., TIMOTHY,B. (1989): Physical geography, Copp Clark Pitman, Ltd. Toronto, 595 p.

DEMEK,J. (1987): Úvod do teoretickej geografie. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 241 s.

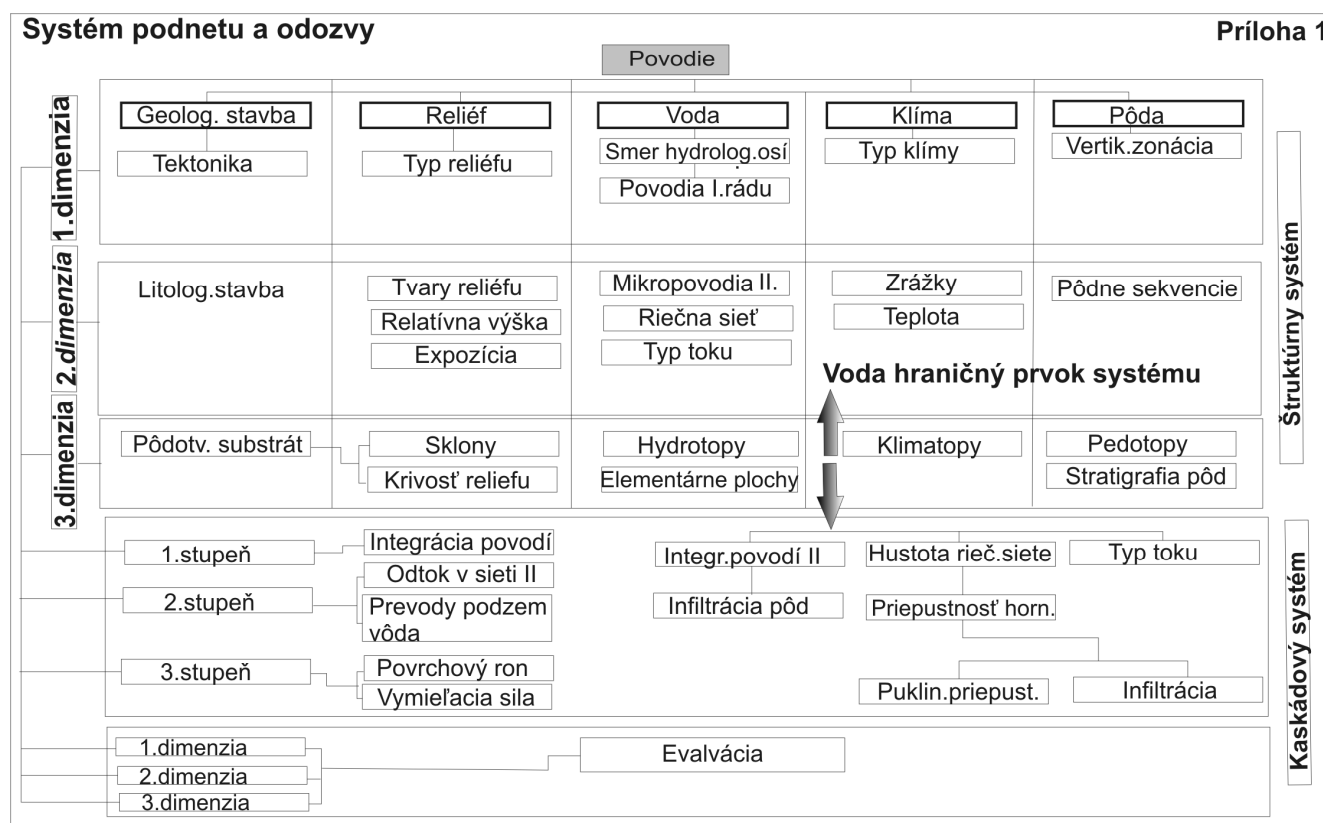
HROMEK,J. (2002): Koncepce ochrany přírody a krajiny. Lesprojekt, Liberec, s.27-59.

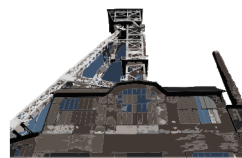
SCHANS, R.(1990): The WDGM model, a formal system view on GIS. :In

MOLENAAR, M.,: Remote Sensing and Geographical Information Processing.A selection of papers of the research program VF89.24 GIS and Remote Sensing. 029-3798/90. Taylor Francis, Ltd. Wageningen, p.225-239.

SVOBODA,J., CHALOUPSKÝ,J.(1962): Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR,1:200000. M-33-X, ČSAV, Geofond, Liberec, 124 s.

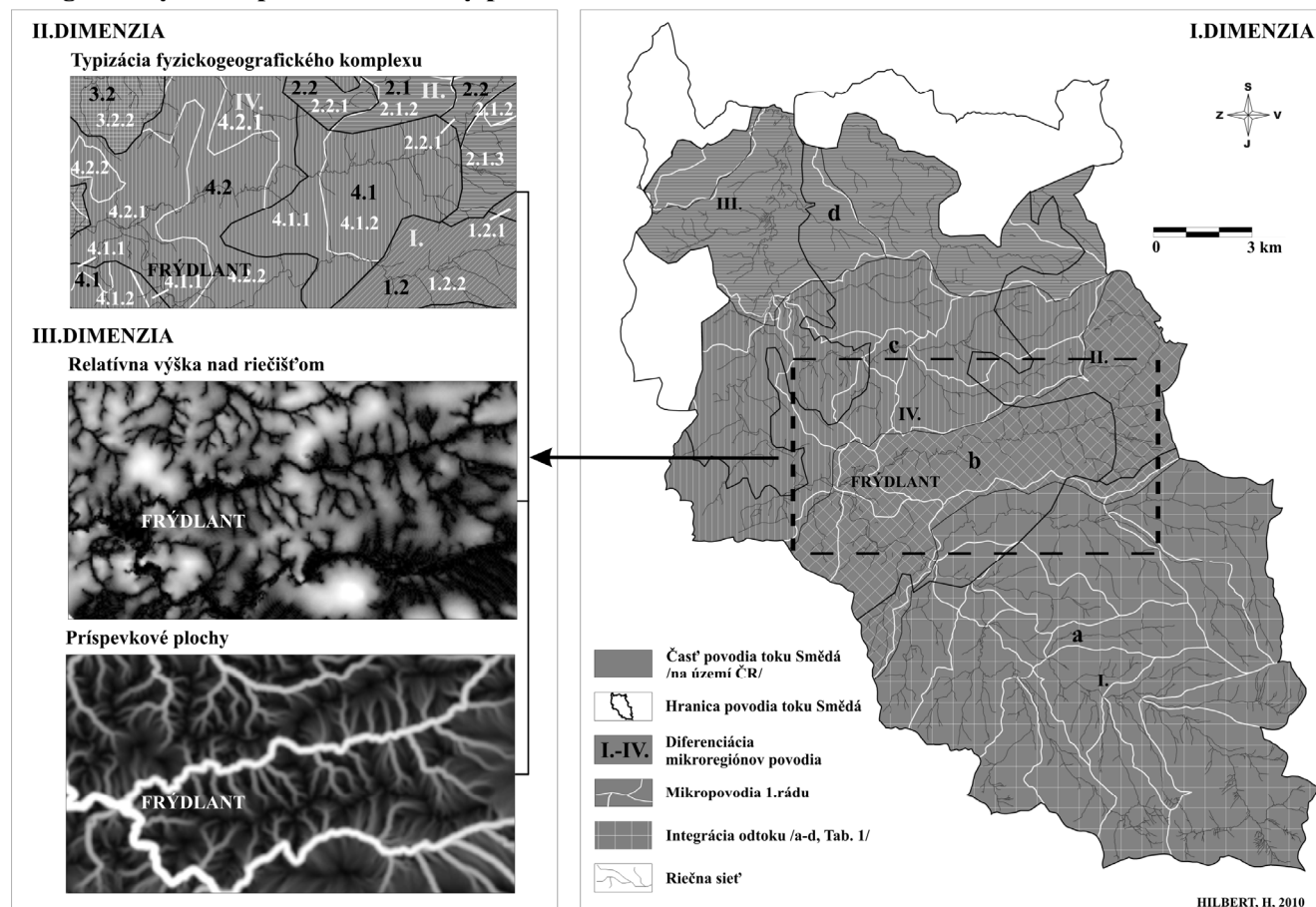
Přílohy:





Integrácia systému podnetu a odozvy povodia toku Smědá

Príloha 2



Adresa autorov:

Prof. RNDr. Hubert Hilbert CSc.
Mgr. Viola Ditětová,
Technická univerzita v Liberci
Fakulta přírodovědecko - humanitní a pedagogická
Katedra geografie, Studentská 2
Liberec

RNDr. Hubert Hilbert, PhD.
Slovenský vodohospodársky podnik,
Radničné nám. 8
Banská Štiavnica