

PRAKTICKÁ PRÍRUČKA

Pôda ako indikátor povodní

Pôdne mapy ako nástroj na predpovedanie povodní
a zvyšovanie povedomia o pôde





OBSAH:

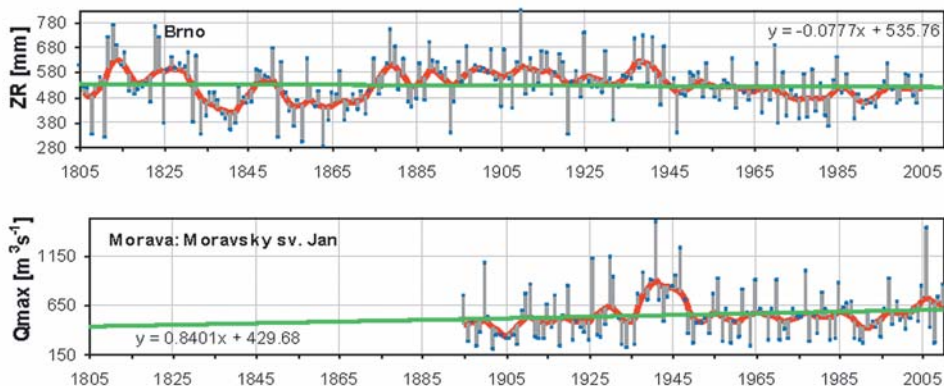
ÚVOD	3
PÔDY AKO DÔKAZ ICH EVOLUČNEJ HISTÓRIE	5
POTENCIÁLNE POVODŇOVÉ OBLASTI	9
PÔDA AKO INDIKÁTOR POVODNÍ	21
ZÁVER	23

ÚVOD

Mnohé oblasti Európy, najmä v nížinách, sú čoraz častejšie vystavené hrozbám povodní. Ohrozené pritom nie sú iba malé územia pri vodných tokoch, ale zasiahnuté bývajú celé regióny. Voda nepozná hranice, čoho svedkami sme boli i v tomto roku v prípade medzinárodných tokov.

Je potrebné poznamenať, že povodne sú prirodzenou súčasťou kolobehu vody v prírode a vyskytovali sa už pred tým, ako sa na Zemi objavil človek. Jeho zásahy do krajiny, spôsob využívania poľnohospodárskej pôdy a hospodárenia v lesoch a v posledných stáročiach rozsiahla urbanizácia istotne ovplyvnili povodňový režim, ale nie sú primárnou príčinou vzniku povodní. Voda pritom nespôsobuje iba povodne, ale historicky sa podieľa na súčasnej topografii krajiny, ale i na zložení pôdnych vrstiev, napr. eróziou, vytváraním a zmenami korýt tokov, meandrovaním, unášaním i ukladaním sedimentov a pod.

Vysoké vodné stavy, ktoré sa vyskytujú len zriedka, spôsobujú zväčša silné záplavy. Existuje niekoľko typov záplav. Záplavy môžu vzniknúť povrchovými vodami, silnými zrážkami, alebo vysokým stavom podzemných vôd. Pravdepodobnosť výskytu veľmi vysokých vodných stavov a odhad zaplavených plôch sa dá zväčša len veľmi ťažko určiť. Často sa používajú modelové výpočty na odhad výskytu veľmi zriedkavých vysokých vodných stavov a určenie potenciálne zaplavených území. V niektorých prípadoch sa ukázalo, že i pôdne informácie môžu byť užitočné pri vymedzení potenciálnych záplavových území.



Obr. 1-1: Ročné úhrny zrážok a maximálne ročné prietoky Moravy v stanici Moravský Svätý Ján (© MŽP SR, Analýza stavu protipovodňovej ochrany na území SR)

V rámci slovensko-rakúskej cezhraničnej spolupráce Európska únia podporila „Projekt SONDAR SK-AT“ (Soil Strategy Network in the Danube Region). Vedúcim partnerom projektu je BIENE Boden und Bioenergie-Netzwerk. Projektovými partnermi sú v Rakúsku Universität für Bodenkultur (BOKU) a na Slovensku Vodohospodárska výstavba v Bratislave (VVB) a Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy (VÚPOP) v Bratislave.

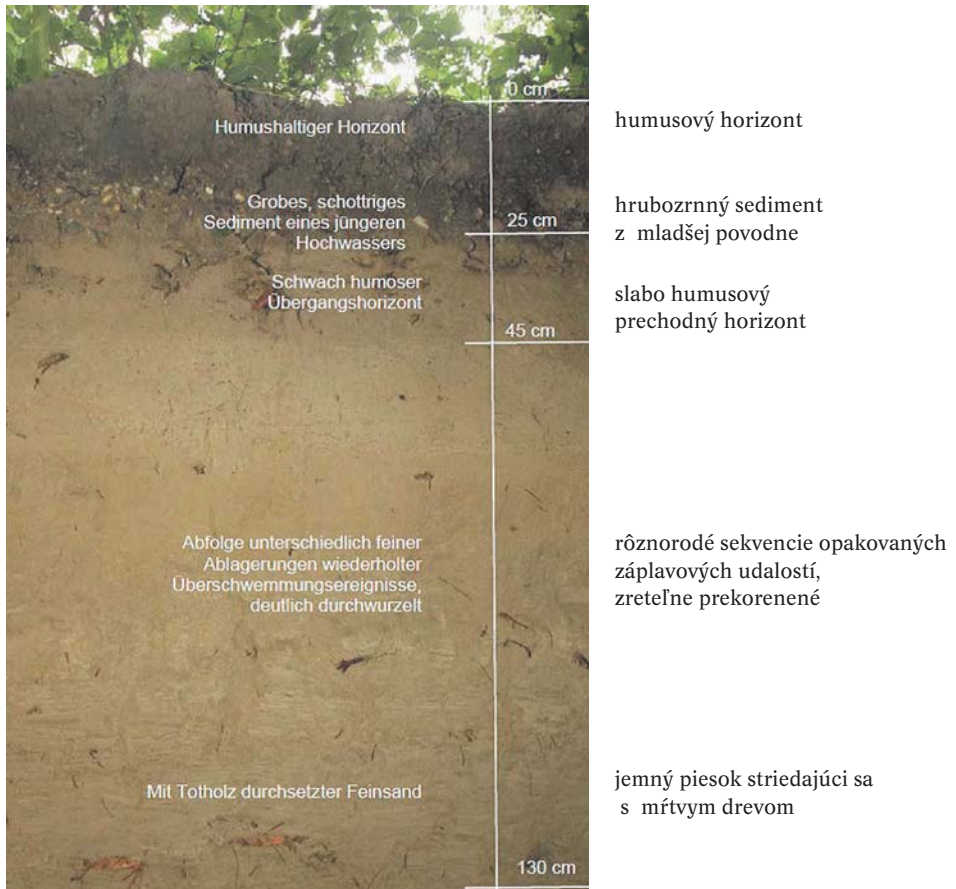
Jednu z riešených projektových oblastí bola téma „Interakcia... pôda – voda: pôdne mapy ako nástroj prognóz a zraniteľnosti“. Naším cieľom bolo poskytnúť jednoduchú a ľahko dostupnú informáciu získanú z pôdných máp ich analýzou a porovnaním s mapami potenciálnych záplavových zón pri povodňových prietokoch a zriedkavých vysokých vodných stavoch riek. Významné práce sa uskutočnili predovšetkým v obci Angern an der March v Rakúsku a v obci Záhorská Ves na Slovensku. Vybraná lokalita bola pre nás zaujímavá nielen z hľadiska susedstva dvoch obcí na hraniciach Slovenska a Rakúska, ale najmä z pohľadu výskytu povodní na rieke Morave, morfológie terénu a dostupnosti mapových podkladov.



Obr. 1-2: Vysoký vodný stav v obci Angern an der March a Záhorská Ves v roku 2006
(© Obec Angern an der March, 31.3.2006)

PÔDY AKO DÔKAZ ICH EVOLUČNEJ HISTÓRIE

Pri každej veľkej záplavovej udalosti sú riečne sedimenty uložené, alebo tiež premiestnené. Pôda si uchováva tieto informácie celé tisícročia. Uložené riečne sedimenty sú k dispozícii ako „nemé jazyky k popisu priestorového výskytu záplav“. (Obr. 2-1)



Obr. 2-1: Fluvizem v oblasti Dunaja pri meste Tulln (© wpa Beratende Ingenieure GmbH) Pôdy s rovnakými špecifickými diagnostickými vlastnosťami a charakteristickou sekvenciou pôdnych horizontov boli v rámci klasifikácie pôd (Morfofenetický klasifikačný systém pôd Slovenska – MKSP, 2000) zoskupené do pôdnych typov a subtypov. Priestorové rozloženie rôznych pôdnych typov a subtypov na Slovensku možno nájsť na internete www.vupop.sk – Pôdny portál v mierke 1: 400 000.

V zmysle MKSP (2000) rozlišujeme v rámci katastrálneho územia obce Záhorská Ves tieto základné pôdne typy:

Fluvizeme sú pôdy vyskytujúce sa v blízkosti riek a potokov. Sú, alebo donedávna boli ovplyvňované periodickými záplavami a kolísaním hladiny podzemnej vody.

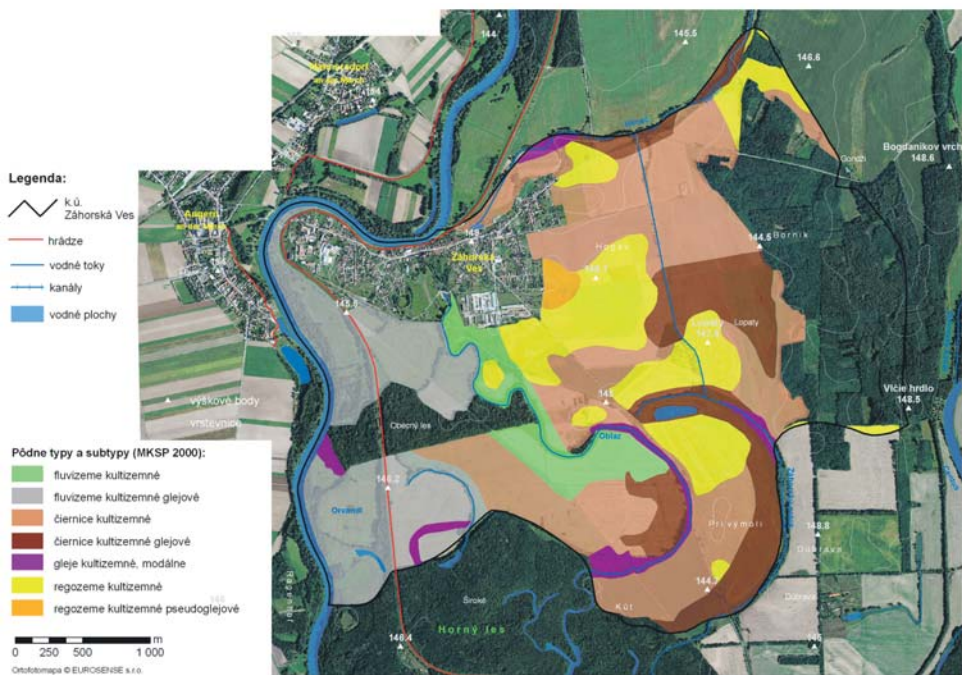
Čiernice sú pôdy s tmavým humusovým horizontom vo väčšej vzdialenosti od riek a potokov, ktoré sú ovplyvňované vyššou hladinou podzemnej vody.

Gleje sú pôdy na trvalo alebo sezónne zamokrených lokalitách s hladinou podzemnej vody do 1 m od povrchu. Sú to typické pôdy depresných polôh reliéfu, v prípade Záhorskej Vsi sú to depresie mŕtvych ramien Moravy.

Regozeme sú pôdy so svetlým humusovým horizontom, ktorý sa vyvíja z viatych pieskov a iných nespevnených sedimentov. Viazu sa prevažne na terénne vyvýšeniny, v prípade Záhorskej Vsi ide o duny viatych pieskov.

Pôdy, ktoré v prevažnej miere vďačia za svoj vznik a vývoj prítomnosti vody v pôdnom profile pôdoznanci nazývajú hydromorfné pôdy, resp. ako pôdy ovplyvňované stagnujúcou povrchovou vodou alebo podzemnou vodou.

Medzi hydromorfné pôdy patria z vyššie uvedených gleje, avšak prítomnosťou vysokej hladiny podzemnej vody, najmä pri vysokých vodných stavoch rieky Moravy, sú ovplyvňované aj glejové subtypy fluvizemí a čiernic. Typické (modálne) subtypy fluvizemí a čiernic sú podzemnou vodou ovplyvňované menej. Regozeme nie sú podzemnou vodou ovplyvňované vôbec.



Obr. 2-2: Pôdne typy a subtypy v katastrálnom území obce Záhorská Ves



Obr. 2-3:
Fluvizem –
Záhorská Ves
(© M. Saksa)



Obr. 2-4:
Čiernica –
Plavecké
Podhradie
(© R. Dodok)



Obr. 2-5:
Glej –
Záhorská
nížina
(© J. Sobocká)



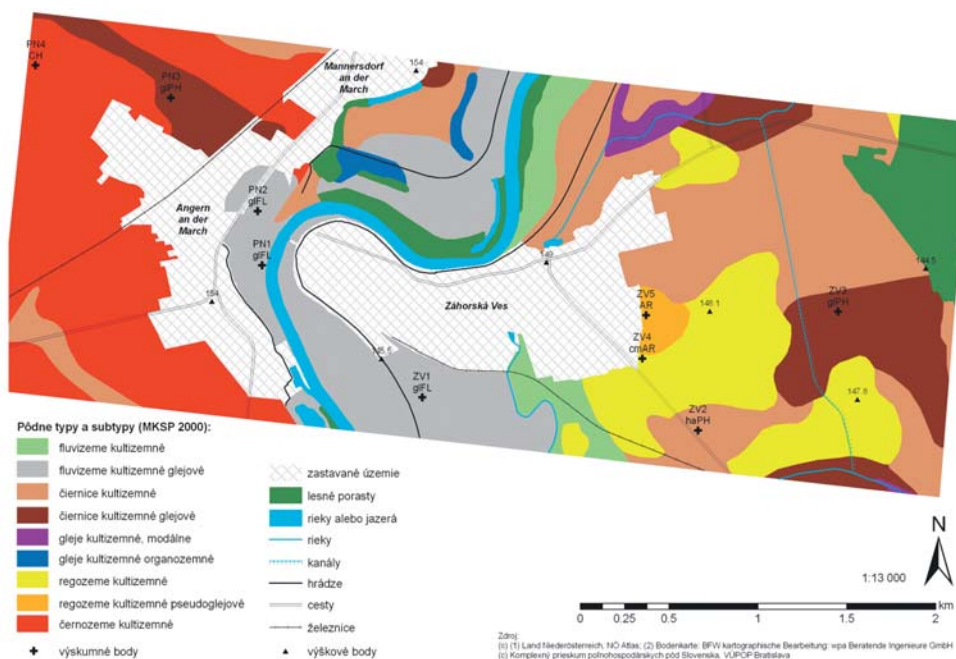
Obr. 2-6:
Regozem –
Borský
Mikuláš
(© R. Dodok)

Vybrané pôdne typy a subtypy boli ešte v oboch územiach (Angern an der March a Záhorská Ves) bližšie preskúmané pomocou odberu zo sond za účelom korelácie so záplavovými plochami Moravy pri vysokom vodnom stave pri povodňovej udalosti z roku 2010.



Obr. 2-7: Určenie pôdnych typov a subtypov podľa sond (© D. Purchart)

Následne bola vytvorená spoločná pôdna mapa s rakúskou stranou:



Obr. 2-8: Pôdne typy a subtypy v oblasti Angern an der March – Záhorská Ve

POTENCIÁLNE POVODŇOVÉ OBLASTI

Z hľadiska povodňového rizika je v rámci posudzovaného územia katastra Záhorskej Vsi v prvom rade potrebné rozdeliť územie na dve oblasti - inundačné územie rieky Moravy medzi jej ochrannými hrádzami a chránené územie za hrádzou. Zatiaľ čo územie medzi hrádzami, tzv. inundačné územie tvorené fluvizemami glejovými a glejmi, je periodicky zaplavované povrchovou vodou Moravy, záplavy na území za ochrannou hrádzou sú zväčša ovplyvňované zvýšenou hladinou podzemnej vody počas povodňových stavov v Morave v kombinácii s nahromadenou dažďovou vodou. (Obr. 3-1, 3-2)



Obr. 3-1: Inundačné územie Moravy pri nízkych vodných stavoch (©archív VVB)



Obr. 3-2: Inundačné územie Moravy počas povodňovej aktivity 2013 (© P. Panenka)

Z obrázkov 3-3 a 3-4 je zrejmé, že povodňová udalosť z roku 2010 najviac postihla plochy hydromorfných pôd – glejov a glejových subtypov fluvizemí a čiernic (spolu 75% z celkovej zaplavenej plochy). Tieto pôdy sa viažu ne depresné polohy s vysokou hladinou podzemnej vody. Rozsah povodní spôsobených zvýšenou hladinou podzemnej vody v kombinácii s dažďovou vodou je ťažké určiť a závisí od veľkosti povodňovej vlny v rieke, s ktorou je výška hladiny podzemnej vody v priamej hydraulickej spojitosti. Na základe digitálneho modelu reliéfu a výskytu hydromorfných pôd a glejových subtypov fluvizemí a čiernic však možno v území Záhorskej Vsi určiť tieto potenciálne povodňové oblasti:

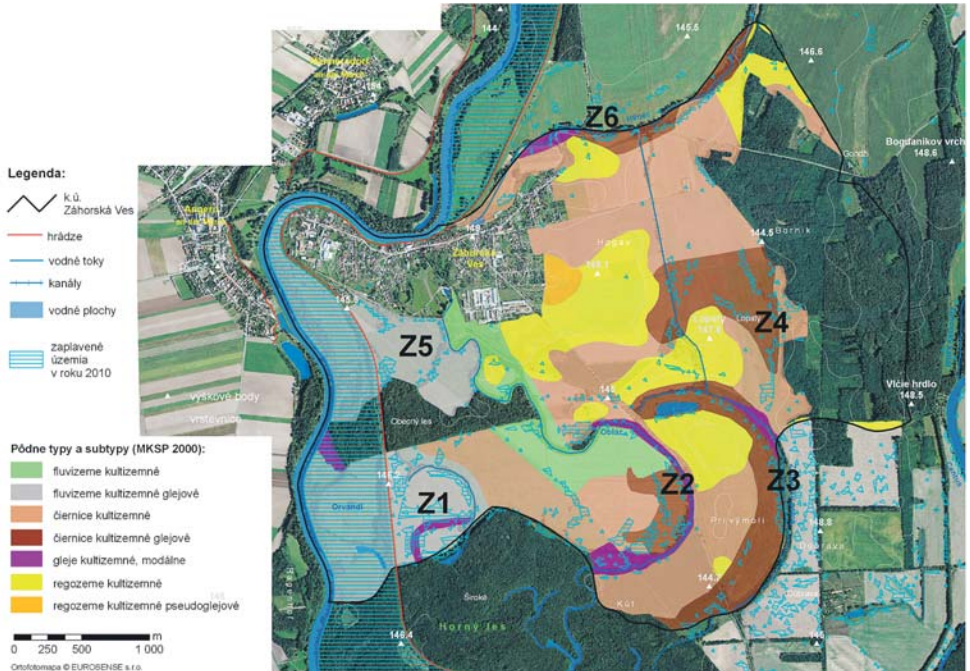
Z1 – depresia mŕtveho ramena s glejmi a fluvizemami glejovými s blízkou hladinou podzemnej vody,

Z2 – depresia mŕtveho ramena, resp. vodného toku Oblaz s glejmi a čiernicami glejovými s blízkou hladinou podzemnej vody,

Z3 – depresia mŕtveho ramena, resp. vodného toku Záhorský potok s glejmi a čiernicami glejovými s blízkou hladinou podzemnej vody,

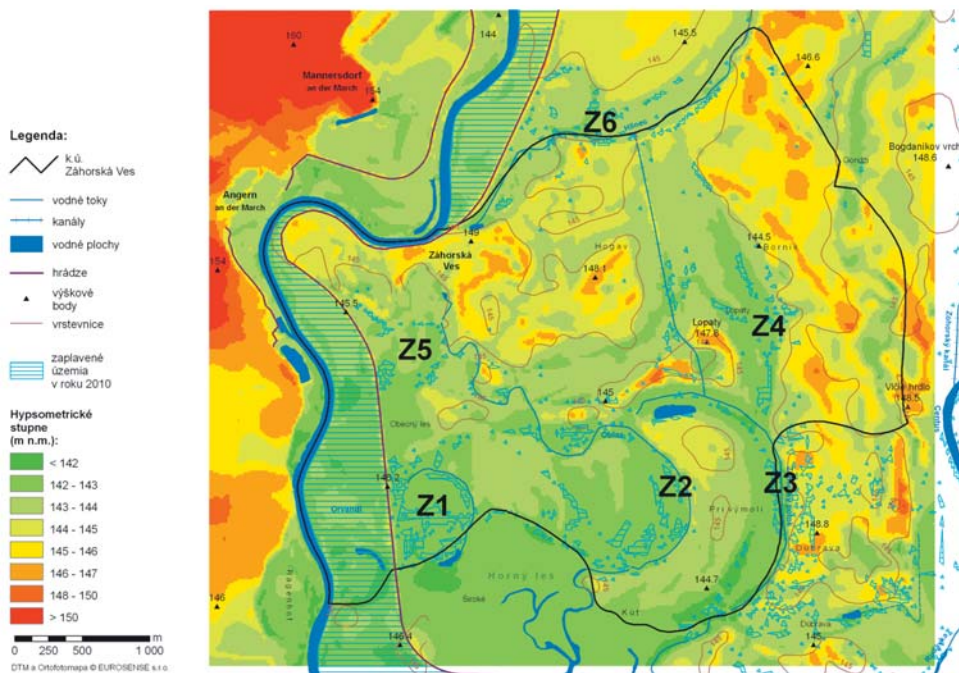
Z4 – depresná, konkávnna forma reliéfu s blízkou hladinou podzemnej vody, s čiernicami glejovými,

Z5 – depresná, konkávna forma reliéfu s blízkou hladinou podzemnej vody, s fluvizemami glejovými,
Z6 – územie pozdĺž toku Hlinec s glejmi, čiernicami glejovými, časť vody z toku je odvádzaná kanálom prepájajúcim Hlinec so Záhorským potokom.



Obr. 3-3: Pôdne typy a subtypy a potenciálne povodňové oblasti

Podľa digitálneho terénneho modelu vidieť, že intravilán obce Záhorská Ves sa nachádza na vyvýšenejšom území voči okolitému terénu, okrem jeho juhozápadnej časti, ktorá je povodňami potenciálne najviac ohrozená.



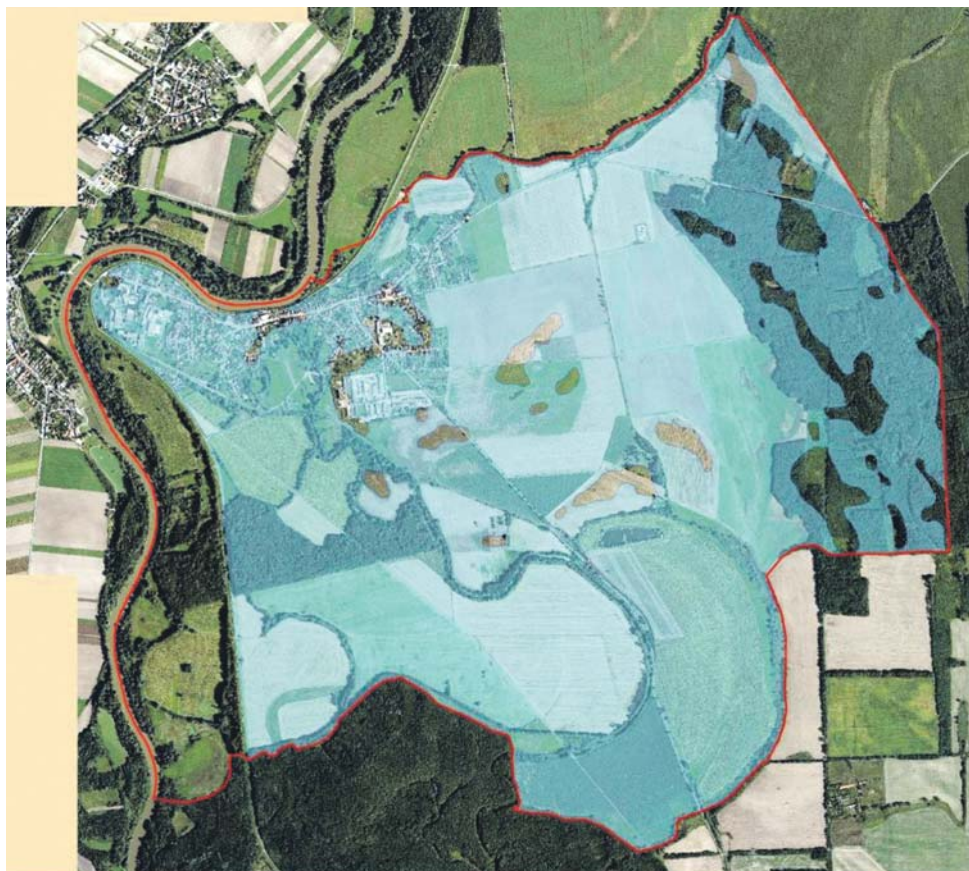
Obr. 3-4: Digitálny terénny model a potenciálne povodňové oblasti

Digitálny terénny model sme využili na ďalšiu analýzu územia. Oblasť povodňového ohrozenia sme riešili v dvoch alternatívach – pre návrhový povodňový prietok $Q_{50} = 1040,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, zodpovedajúci vodnému stavu Moravy 630 cm (146,14 m n. m. B.p.v.) a prietok $Q_{100} = 1400,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (vodný stav 695 cm t.j. 146,79 m n. m. B.p.v.) v mernom profile SHMÚ v riečnom km 32,52 Záhorská Ves. Obe alternatívy sme riešili v dvoch variantoch s jestvujúcou ochrannou hrádzou a bez ochrannej hrádze. Druhý variant mal simulovať stav, ktorý by nastal v prípade roztrhnutia ochrannej hrádze.

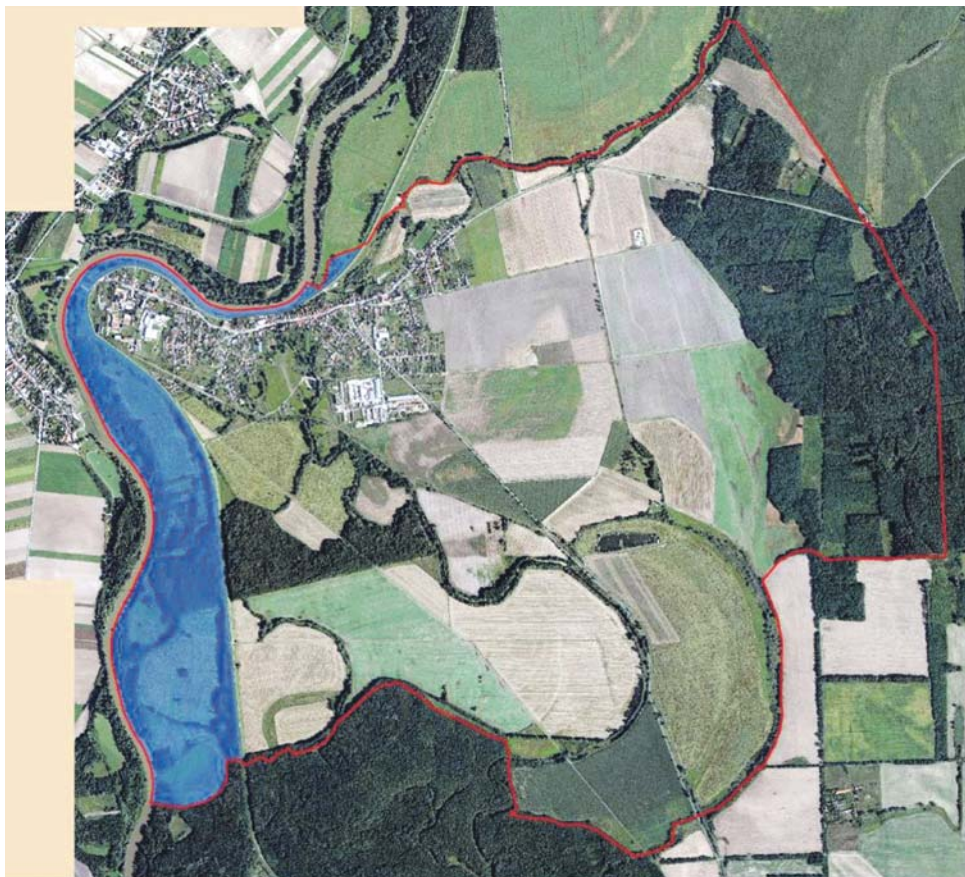
Na obrázkoch 3-5 až 3-10 sú znázornené výsledky pre všetky uvedené okrajové podmienky:



Obr. 3-5: Zatopená plocha pri Q_{30} a funkčnej ochrannej hrádzi



Obr. 3-6: Zatopená plocha pri Q_{50} pre alternatívu pretrhutej ochrannej hrádze



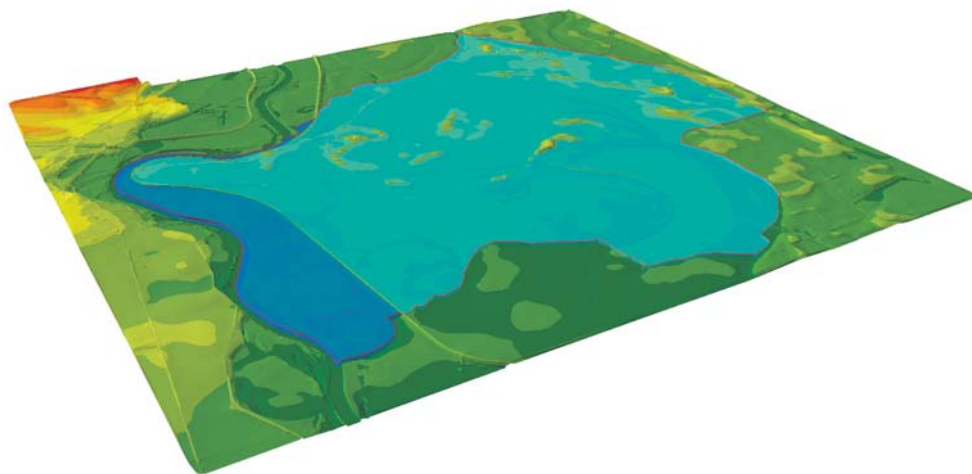
Obr. 3-7: Zatopená plocha pri Q_{100} a funkčnej ochrannej hrádzi



Obr. 3-8: Zatopená plocha pri Q_{100} pre alternatívu pretrhutej ochrannej hrádze



Obr. 3-9: Porovnanie zatopených oblastí pri Q_{50} a Q_{100} a pretrhutej ochrannej hrádzi



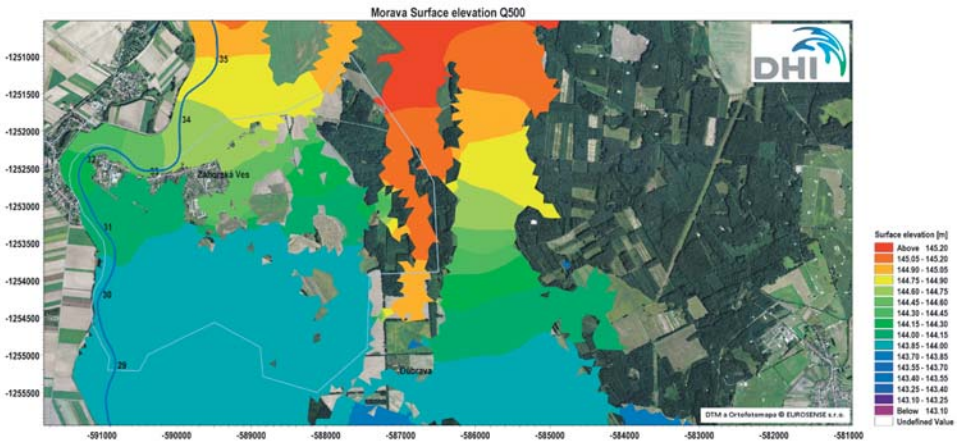
Obr. 3-10: 3D vizualizácia zatopených oblastí pri pretrhnutí ochrannej hrádzi

Z obrázkov je zrejmé, že pre oba návrhové povodňové prietoky Q_{30} a Q_{100} je katastrálne územie Záhorskej Vsi pred povodňami dostatočne chránené ochrannými hrádzami. Na ďalších obrázkoch bola riešená alternatíva zaplavenia územia pri pretrhnutí hrádzi. Pretrhnutie hrádze bolo uvažované na krátkom úseku v najnepriaznivejšej lokalite – na severnej hranici katastra v oblúku Moravy. Dôsledkom by bolo „napustenie“ riešeného územia, pričom pritekajúcej vode by v odtoku z územia bránila ochranná hrádza na západnej hranici katastra. Obr. 3-9 zreteľne ukazuje, že zatopené by bolo s malými výnimkami prakticky celé uvažované územie. Samozrejme celá problematika bola riešená s veľmi zjednodušenými vstupnými podmienkami, pričom zásadne limitujúcim faktorom bolo obmedzenie riešenia úlohy iba na kataster obce (vzhľadom na zadanie projektu i použité finančné prostriedky). Napriek tomu už i tento výstup považujeme za užitočný najmä vzhľadom na to, že poukazuje na citlivosť daného územia na ohrozenie vnútornými vodami pri dlhotrvajúcich dažďoch, vysokých hladinách podzemných vôd a prekročení retenčnej kapacity pôdy v oblasti.

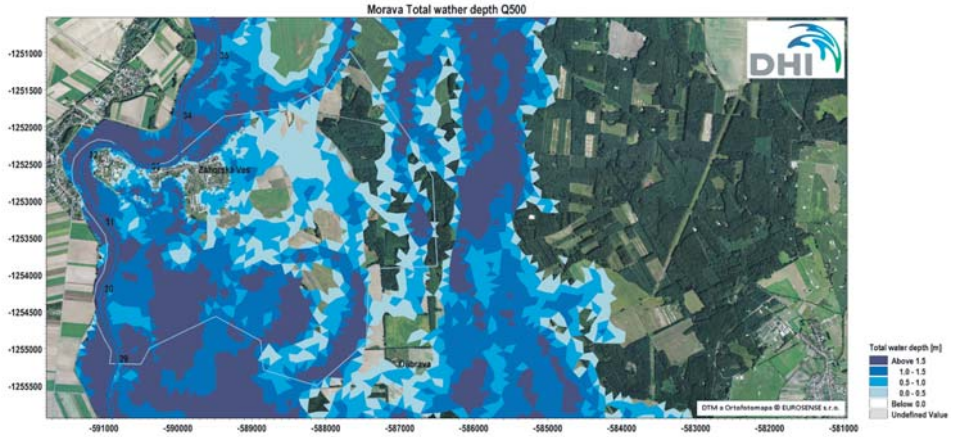
Vzhľadom na spomenuté, v skutočnosti nereálne, ohraničenie územia katastra, riešili sme povodňové ohrozenie Záhorskej Vsi v širších súvislostiach v spolupráci s firmou DHI s r.o., ktorá má skúsenosti s riešením povodňového ohrozenia v rámci celého povodia Moravy. Výsledkom sú mapy povodňového ohrozenia pri návrhovom povodňovom prietoku Q_{500} , pričom sa uvažuje s tokom Moravy bez ochranných hrádzi. Situáciu ilustrujeme tromi obrázkami, na ktorých sú znázornené smery pritekajúcej povodňovej vlny z územia severne nad katastrom Záhorskej Vsi. Na obr. 3-11 je zobrazené zatopené územie s nadmorskou výškou hladiny vody. Ďalší obr. 3-12 ilustruje hĺbku vody v zatopených lokalitách a na obr. 3-13 sú vykreslené sme-

ry a rýchlosti prúdenia postupujúcej povodne. Napriek tomu, že časť povodne by zostala zachytená v inundačnom území Moravy a druhý prúd by bol sústredený najmä východne od katastrálneho územia Záhorskej Vsi, takmer celé územie by bolo povodňou zasiahnuté.

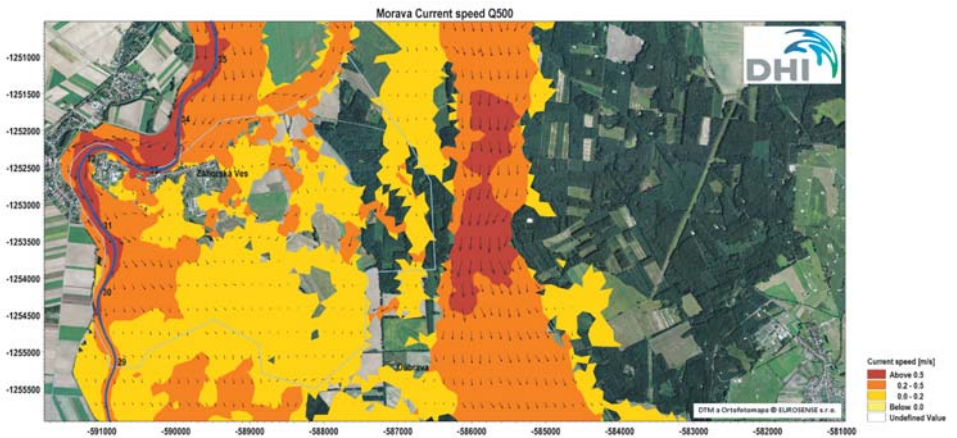
I táto analýza potvrdila nevyhnutnosť komplexnej protipovodňovej ochrany – v tomto prípade technickými prostriedkami. Výstavba a pravidelná údržba ochranných hrádzi môžu ochrániť i takéto rozsiahle územia pred stále častejšie sa opakujúcimi vysokými vodnými stavmi. Avšak komplexná ochrana znamená i ochranu pred vnútornými vodami a práve v tejto oblasti nám môže pomôcť dobrá znalosť pôdy.



Obr. 3-11: Nadmorská výška hladiny vody pri povodni zodpovedajúcej Q_{500}



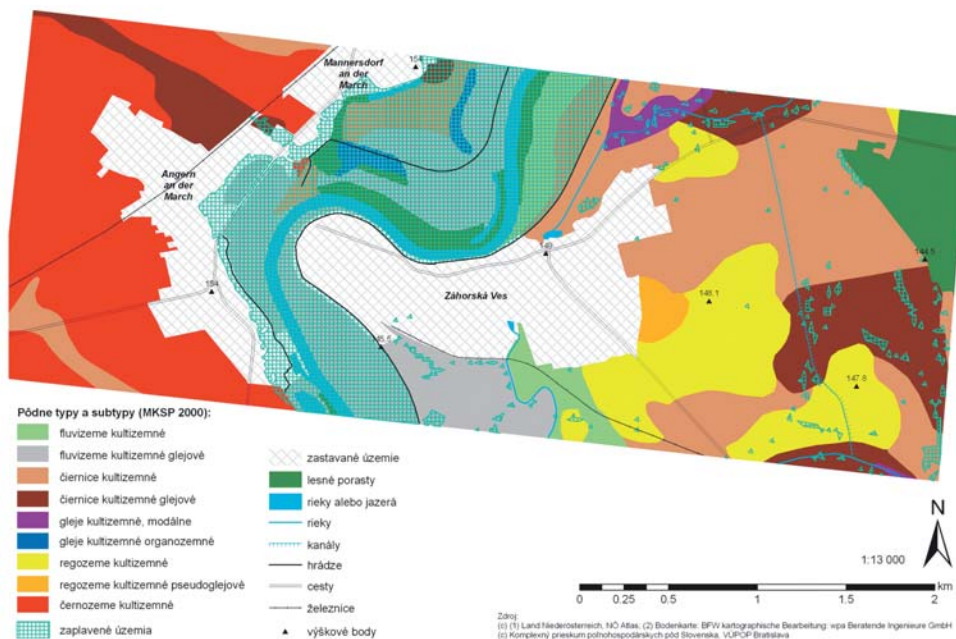
Obr. 3-12: Hĺbka vody v zatopenom území pri povodni zodpovedajúcej Q₅₀₀



Obr. 3-13: Rýchlosť prúdenia vody v zatopenom území pri povodni zodpovedajúcej Q₅₀₀

PÔDA AKO INDIKÁTOR POVODNÍ

Zvolené záujmové územia Angern an der March a Záhorská Ves predstavujú z prírodného hľadiska dva odlišné typy nížinnej krajiny. Zatiaľ čo na rakúskej strane reliéf smerom od rieky postupne stúpa do systému nižších až stredných riečnych terás pokrytých sprašou (preto aj výskyt černoziemí), na slovenskej strane ide o typickú lužnú krajinu, kde je reliéf rozčlenený horizontálne, na sústavu depresíí mŕtvych ramien, plochého reliéfu aluviálnej nivy a elevácií pleistocénnych viatych pieskov. Z tohto dôvodu môžeme na oboch stranách sledovať odlišné typy povodní. Zatiaľ čo na rakúskej strane povodne zaberajú súvislé územie, na slovenskej strane (mimo inudačného územia) sa vyskytujú fragmentálne a viažu sa na depresné formy reliéfu. (Obr. 4-1)



Obr. 4-1: Zaplavované územia v oblasti Angern an der March – Záhorská Ves

Inudačné územie Moravy, t.j. územie od rieky po hrádzu je zaplavované pravidelne. Povodne v tejto oblasti síce môžu predstavovať riziko pre ľudskú spoločnosť, avšak pre tunajšie ekosystémy sú povodne neoddeliteľnou a nevyhnutnou súčasťou. Osobitné vzácne ekosystémy lužných lesov sa nachádzajú južne od katastra Záhorskej Vsi v Prírodnej rezervácii Horný les. Z tohto dôvodu je potrebné v rámci katastra Záhorskej Vsi uvažovať so záplavami najmä v území za hrádzou. Napriek tomu že sa povodňová voda Moravy cez hrádzu nepreleje, sú v tomto území rozsiahle záplavy a najviac postihujú orné pôdy, čiže poľnohospodársku produkciu. Tieto záplavy súvisia s hladinou podzemnej vody, ktorá je v priamej hydraulikej spojitosti s hladinou povrchovej vody v rieke. Pri povodni sa samozrejme hladina podzemnej vo-

dy zvyšuje, navyše v prípade dažďov, dažďová voda nemá v konkávných depresných formách kam odtiecť.

Na depresné formy sa viažu gleje a glejové subtypy fluvizemí a čiernic. Tie sú charakteristické zvýšenou hladinou podzemnej vody aj mimo povodňových udalostí. Práve preto sú tieto pôdy zaplavované najrýchlejšie.

Na plochý reliéf aluviálnej nivy sa viažu typické fluvizeme a čiernice, ktoré majú hladinu podzemnej vody o 1 až 2 metre nižšie ako ich glejové subtypy a preto sú zaplavované menej.

Na elevácie (vyvýšeniny) viatych pieskov sa viažu rezozeme, ktoré nie sú ovplyvňované hladinou podzemnej vody vôbec, preto sú zaplavované minimálne.

Výskyt povodní súvisí aj s retenčnou vodnou kapacitou (hydrolimitom), ktorá predstavuje najväčšie množstvo zavesenej vody, ktorú môže pôda zadržať bez vplyvu podzemnej vody. Jej veľkosť závisí predovšetkým od pôdneho druhu a obsahu humusu v pôde. Najväčšiu retenčnú vodnú kapacitu majú ťažké, ílovité pôdy, najmenšiu málo humózne piesky.

Z nasledujúceho obrázku (Obr. 4-2) vidieť, že najviac zaplavované sú ťažšie – hlinité, ílovitohlinité a ílovité pôdy a najmenej piesočnaté a hlinitopiesočnaté pôdy. Piesočnaté pôdy majú vyššiu priepustnosť a prebytočná voda môže z nich rýchlejšie odtiecť. Na druhej strane ťažké pôdy majú oveľa nižšiu priepustnosť a prebytočná voda ostáva dlhší čas v pôdnom profile – tieto pôdy sú teda dlhší čas zaplavené. Príčinou je práve retenčná vodná kapacita, ktorá závisí od zrnitosti pôd, čiže pôdneho druhu.



Obr. 4-2: Pôdne druhy a zaplavené územia

ZÁVER

Ako sme spomenuli už na začiatku, povodňové stavy sú prirodzenou realitou najmä v nížinách a údolných nivách riek. Nemôžeme zásadne ovplyvniť množstvá zrážok ani ich prípadný dlhotrvajúci výskyt, takisto ani množstvo napadaného snehu a jeho rýchle topenie pri náhlom oteplení, nehovoriac o topení ladovcov. V našich silách je však prijímať správne rozhodnutia pri využívaní krajiny, obhospodarovaní pôdy a lesa, prijímaní územných rozhodnutí a povolovaní stavieb a v neposlednom rade pri zabezpečovaní preventívnych opatrení protipovodňovej ochrany.

Preventívne opatrenia, ktoré využívame na ochranu pred povodňami môžeme rozdeliť na päť základných skupín:

Opatrenia, zvyšujúce retenčnú schopnosť povodia alebo podporujúce prirodzenú akumuláciu vody, spomalenie odtoku vody z povodia do vodných tokov a chrániace územie pred zaplavením povrchovým odtokom, napríklad úpravy v lesoch, na poľnohospodárskej pôde a urbanizovaných územiach;

Opatrenia, znižujúce maximálne prietoky povodní, napríklad vodohospodárske nádrže, zdrže a poldre;

Opatrenia, ktoré chránia pred zaplavením vodou z vodných tokov - ochranné hrádze, protipovodňové línie a úpravy vodných tokov;

Opatrenia, ktoré chránia územia pred zaplavením vnútornými vodami (sústavy odvodňovacích kanálov a čerpacích staníc);

Opatrenia na zabezpečenie prietokovej kapacity korýt vodných tokov (odstraňovanie nánosov z korýt a porastov z ich brehov).

Pre orgány samospráv je zásadným procesom územné plánovanie, ktoré by malo byť, okrem funkčného využívania územia s ohľadom na životné prostredie, kultúrno-historické hodnoty, rozvoja a tvorby krajiny v súlade s princípmi trvalo udržateľného rozvoja, i nástrojom na prevenciu pred vznikom povodňových škôd a ďalších rizík spôsobovaných povodňami. Pri rozhodovaní o obmedzení výstavby a nevhodných aktivít na povodňami ohrozovaných územiach sú pomôckou pri rozhodovaní mapy povodňového ohrozenia a mapy povodňového rizika¹.

V prípade, že takéto mapy nemá samospráva k dispozícii môžu pri rozhodovaní pomôcť, okrem záznamov v kronikách a historických skúseností, i mapy pôdných typov. Práve na túto možnosť sme chceli našimi aktivitami v rámci projektu SONDAR SK-AT upozorniť.

Relevantné kontaktné informácie možno nájsť web stránkach:

BIENE www.bienenetzwirk.at,

Vodohospodárska výstavba, š.p. www.vvb.sk

VÚPOP Bratislava www.vupop.sk

Societas pedologica slovacica www.pedologia.sk

¹ Podľa Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2007/60/ES o hodnotení a manažmente povodňových rizík a zákona č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami boli na celom území Slovenskej republiky vykonané predbežné hodnotenia povodňového rizika s cieľom určiť oblasti, v ktorých existujú potenciálne významné povodňové riziká alebo kde možno predpokladať ich pravdepodobný výskyt. Pre tieto oblasti budú najneskôr do 22. 12. 2013 vyhotovené mapy povodňového ohrozenia, ktoré zobrazia rozsah záplav územia povodňami s priemernou dobou opakovania od raz za tisíc rokov ($Q_{\max,1000}$) až po raz za päť rokov ($Q_{\max,5}$), a mapy povodňového rizika, ktoré zobrazia pravdepodobné následky povodní na obyvateľstvo, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a hospodársku činnosť. Následne budú najneskôr do 22. 12. 2015 vypracované plány manažmentu povodňových rizík.



Kontakt:

VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, š.p.
Karloveská 2, P. O. BOX 45, 842 04 Bratislava
Tel.:+421-906-31-1111
e-mail: info@vvb.sk, www.vvb.sk

VÝSKUMNÝ ÚSTAV PÔDOZNALECTVA A OCHRANY PÔDY
Gagarinova 10,827 13 Bratislava
Tel.:+421-2-48 20 69 01
e-mail: sci@vupop.sk, www.vupop.sk



www.sondar.eu