

The background of the cover is a detailed analytical map of the Hranický kras region. The map uses a color gradient to represent elevation, with darker greens and blues for lower elevations and oranges and reds for higher elevations. It shows a complex network of fields, roads, and water bodies. Labels for 'Bélotín', 'Hranice', 'Kunčička', 'Černotín', and 'Skalička u Hranic' are visible on the map.

Hranický kras – analytická mapa

Soubor map s odborným obsahem

Ing. Jozef Sedláček Ph.D., Ing. Kristýna Kohoutková,
Mgr. et Mgr. Ing. Hana Vavrouchová, Ph.D., Ing. Radim Klepárník,
Ing. Petra Oppeltová, Ph.D., doc. Ing. Milan Geršl, Ph.D.,
Ing. Ondřej Ulrich, Mgr. Kryštof Chytrý, doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně

Hranický kras – analytická mapa

Soubor map s odborným obsahem

Ing. Jozef Sedláček Ph.D., Ing. Kristýna Kohoutková,
Mgr. et Mgr. Ing. Hana Vavrouchová, Ph.D., Ing. Radim Klepárník,
Ing. Petra Opletová, Ph.D., doc. Ing. Milan Geršl, Ph.D.,
Ing. Ondřej Ulrich, Mgr. Kryštof Chytrý, doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D.

2024



Kolektiv autorů

Ing. Jozef Sedláček Ph.D.¹; Ing. Kristýna Kohoutková¹; Mgr. et Mgr. Ing. Hana Vavrouchová, Ph.D.²; Ing. Radim Klepárník¹; Ing. Petra Oppeltová, Ph.D.²; doc. Ing. Milan Geršl, Ph.D.³; Ing. Ondřej Ulrich²; Mgr. Kryštof Chytrý⁴; doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D.¹

¹ Ústav plánování krajiny, Zahradnická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno, Česká republika

² Ústav aplikované a krajinné ekologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno, Česká republika

³ Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno, Česká republika

⁴ Biodiversity Dynamics and Conservation Group, Department of Botany and Biodiversity Research, University of Vienna

Odborná oponentura

Ing. Igor Kyselka, CSc.

Uživatel

Správa jeskyní České republiky

Místní akční skupina Hranicko

Interaktivní verze mapy: <https://storymaps.arcgis.com/stories/e4a9dfb0a9e24b4e9b945af1eb9842cb>

Dedikace

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu: Mezioborový výzkum Hranického krasu“. Doba trvání projektu je od 1. 4. 2021 do 30. 9. 2024.

Zdrojová data k mapě: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.25075991.v1>

© Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ISBN 978-80-7509-984-6 (online ; pdf)

<https://doi.org/10.11118/978-80-984-6>



Open Access. Publikace „Hranický kras – analytická mapa“ podléhá licenci CC BY-NC 4.0 DEED.

Abstrakt

Soubor map s odborným obsahem se věnuje Hranickému krasu – hydrotermálnímu krasu nacházejícímu se na výběžku karbonátových hornin devonského a paleozoického stáří u města Hranice v České republice. Cílem analytických map je vymezit citlivá místa vůči znečištění podzemních vod zvýšit retenci vody v krajině a zároveň zvýšit její odolnost vůči vlnám veder. Kombinace výše uvedených faktorů rozděluje území na zóny citlivé a na zóny odolné. Dalším krokem je vymezení míst v území, kde změnou landuse dosáhneme největšího pozitivního efektu k zvýšení odolnosti území – lokalit s nejvyšší adaptační kapacitou. Výše uvedené faktory umožňují modelování změny landuse a jednotlivých scénářů, které jsou pro vymezení míst použity. Vyhodnocení citlivosti a adaptační kapacity je převedeno na mikropovodí. Soubor výše uvedených map doplňují mapy popisného charakteru, které charakterizuje území Hranického krasu z hlediska přírodních kulturních a percepčních charakteristik.

Klíčová slova: Hranický kras, adaptační kapacita, podzemní voda, scénáře, modelování krajiny

Abstract

A set of maps with scientific content focuses on the Hranice Karst, a hydrothermal karst located on a protrusion of Devonian and Paleozoic carbonate rocks near the town of Hranice in the Czech Republic. The aim of the analytical maps is to identify sensitive areas prone to groundwater contamination, increase water retention in the landscape, and simultaneously enhance its resilience to heat waves. The combination of these factors divides the territory into sensitive and resilient zones. The next step is to identify areas within the territory where land-use changes will achieve the greatest positive effect on enhancing the region's resilience – locations with the highest adaptive capacity. These factors enable the modeling of land-use changes and individual scenarios used for site identification. The evaluation of sensitivity and adaptive capacity is mapped onto micro-catchment areas. The set of maps mentioned above is complemented by descriptive maps that characterize the Hranice Karst region in terms of its natural, cultural, and perceptual characteristics.

Keywords: Hranice karst, adaptive capacity, groundwater, scenarios, landscape modelling

OBSAH ČÁST A (průvodní text)

1. Úvod a východiska	8
1.1. Kontext řešené problematiky	9
1.2. Novost postupů	11
1.3. Informace o rozsahu využití mapy.	12
1.4. Informace o přínosech mapy pro uživatele.	12
2. Metodika tvorby analytických map	13
2.1. Analýza citlivosti krajiny s ohledem na zranitelnost podzemních vod (parametr VUL)	14
2.2. Potenciální retence přívalových srážek (parametr RET)	15
2.3. Teplota povrchu (parametr LST)	16
2.4. Kumulativní citlivost (kombinace parametrů VUL, RET, LST)	17
2.5. Adaptační kapacita	17
2.6. Prostorové jednotky	17
2.7. Data a jejich zpracování	18
3. Charakteristika řešeného území	22
3.1. Vymezení řešeného území	22
3.2. Stávající využití území	22
3.3. Přírodní hodnoty území	22
3.4. Kulturní a historické hodnoty území	23
3.5. Dílčí mapy vstupující do mapy kulturně-historické hodnoty území	25
3.6. Percepce charakteristiky krajiny	26
4. Vymezení problematických míst a jevů	28
4.1. Vymezení citlivých oblastí	29
4.2. Parametr VUL	30
4.3. Parametr RET	30
4.4. Parametr LST	31
4.5. Kumulativní citlivost	32
4.6. Návrh a dopady scénářů	33
4.7. Adaptační kapacita	34
4.8. Prioritní oblasti	35
5. Použitá literatura	38
Seznam obrázků	42
Seznam tabulek	42
6. Summary	43

OBSAH ČÁST B (grafická část)

- 1/12 Mapa přírodních podmínek
 - 2/12 Mapa přírodních hodnot
 - 3/12 Mapa kulturně-historických hodnot 1/2
 - 4/12 Mapa kulturně-historických hodnot 2/2
 - 5/12 Percepce krajiny obyvateli
 - 6/12 Zranitelnost podzemních vod (parametr VUL) 1/2
 - 7/12 Zranitelnost podzemních vod (parametr VUL) 2/2
 - 8/12 Potenciální retence přívalových srážek (parametr RET)
 - 9/12 Teplota povrchu (parametr LST)
 - 10/12 Kumulativní zranitelnost (kombinace parametrů VUL, RET, LST)
 - 11/12 Testovací scénáře
 - 12/12 Problémová mapa
- Použitá literatura a zdroje

A. Průvodní text

Hranický kras - analytická mapa

Soubor map s odborným obsahem

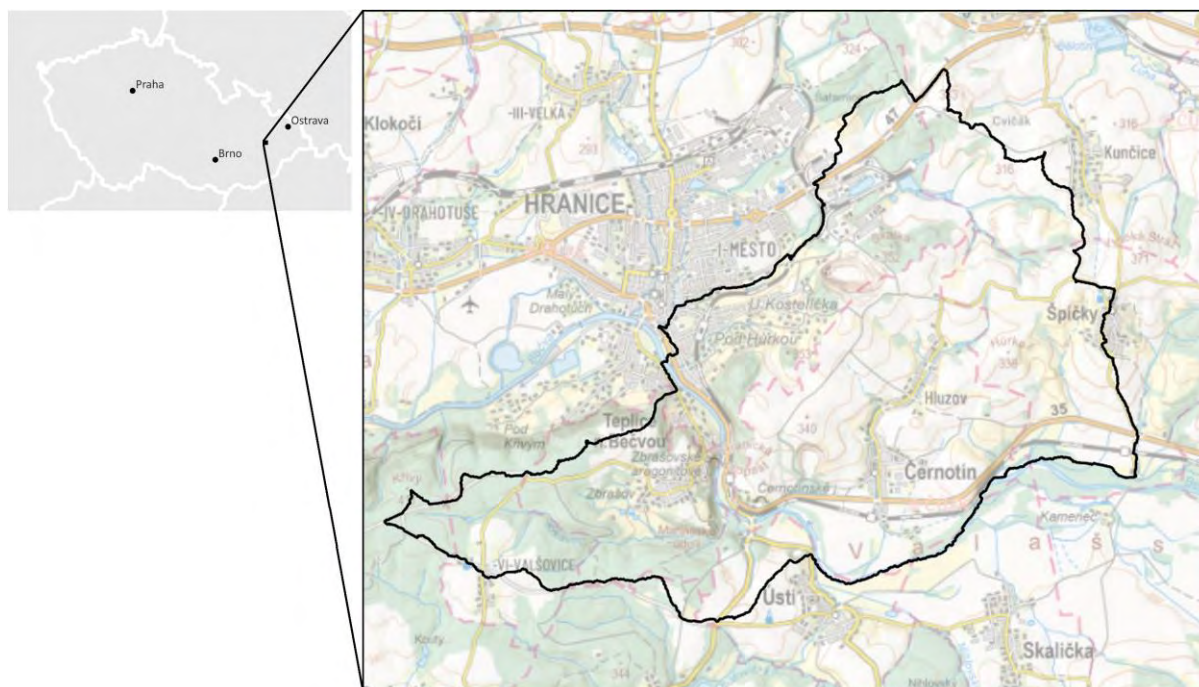
1. Úvod a východiska

Hranický kras je jediným hydrotermálním (tzv. hypogenním krasem) nacházejícím se v České republice. Nachází se v malém výběžku (cca 5 x 3 km) karbonátových hornin devonského a paleozoického stáří lokalizovaném ve východní části České republiky (N 49 ° 31 ', E 17 ° 45 '), cca 100 km sv. od Brna (*Obrázek 1 Vymezení řešeného území*).

I v celoevropském měřítku je unikátním krasovým územím s hydrotermální genezí, specifickým mikroklimatem podzemních prostor a vývěry uhlíčitých kyselk, využívaných mj. i balneologicky. Využití území v širším kontextu je značně diverzifikováno a jeho vývoj je ovlivňován řadou subjektů s rozdílnými zájmy (zemědělství, těžba, ochrana přírody, rekreace, lázeňství, environmentální osvěta). (Oppeltová et al. 2022)

Nejvýznamnějšími krasovými jevy jsou Hranická propast – nejhlubší sladkovodní zatopená propast světa – a zpřístupněné Zbrašovské aragonitové jeskyně s unikátní výzdobou a plynovými jezery. Oblast Hranického krasu je nazývána jako Hranické paleozoikum a je součástí paleozoického sedimentárního krytu, brunovistuliánské jednotky, která byla deformována během variské vrásnění (Kalvoda et al., 2008; Schulmann a Gayer, 2000; Dvořák a Friáková 1978).

Pro stanovení managementu území založeného na znalostech a souvislostech chybí dlouhodobý a kontinuální monitoring hydrogeologických poměrů v korelaci s využíváním lokality v širších územích i oborových souvislostech. Výsledky multioborového přístupu přispějí k tvorbě tvůrčích a přesnějších postupů při navrhování zásad šetrného využívání území (včetně adaptace na klimatickou změnu) založených na identifikovaném potenciálu a únosnosti území. Lze předpokládat aplikovatelnost i na obecné bázi v typologicky obdobných lokalitách.



Obrázek 1 Vymezení řešeného území

Tabulka 1 Základní charakteristika řešeného území

	Rozloha [ha]	Katastrální území	Proporcionální zastoupení druhů pozemků v řešeném území
Řešené území	2573	Bělotín, Černotín, Hluzov, Hranice, Kunčice, Opatovice u Hranic, Paršovice, Skalička u Hranic, Špičky, Teplice nad Bečvou, Ústí, Valšovice	lesní pozemek 21,59% orná půda 40,93% ostatní plocha 17,36% ovocný sad 0,20% trvalý travní porost 11,60% vodní plocha 1,83% zahrada 4,53% zastavěná plocha 1,95%

1.1. Kontext řešené problematiky

Současné krajinné plánování čelí bezprecedentním výzvám, kdy musí reagovat na globální stimuly v podobě klimatické změny (Hollstein 2021; Moosavi et al. 2023) a globální ekonomické situace, a zároveň musí reflektovat specifické požadavky komunity, stakeholderů a přírodních a kulturních daností a specifik konkrétního místa, či regionu (Council of Europe 2000). Projevy klimatické změny spočívají ve změně srážkového režimu, změnách teploty a související vyšší frekvenci přívalových srážek, záplav, vln veder a dalších extrémních meteorologických a hydrologických jevů. Kromě škod na majetku a zdraví osob, dochází také k narušení přírodních zdrojů např. zvýšenou erozí půdy, eutrofizací vod, snižováním biodiverzity v důsledku šíření nepůvodních druhů, nebo naopak přirozenému ústupu druhů rostlin a živočichů z původních stanovišť. Výše uvedené výzvy jsou příkladem pro multisektorální řešení, jejichž rozsah zahrnuje jak *urban planning*, *water management*, *agriculture and forestry*, *stakeholders* a designerské profese (Steinitz 2012), jež zvažují různé scénáře vývoje (Liu a Wu 2022).

V současném diskurzu krajinného plánování je věnována velká pozornost řešením, jež využívají přírodních procesů k řešení problémů související s adaptací na klimatickou změnu. Takzvané Nature based solution (*NbS*) ve spojení se zelenou infrastrukturou je vědeckou komunitou potvrzený přístup, jež má ekologické, ekonomické i socio-politické přínosy (Chatzimentor et al. 2020; Wellmann et al. 2020). Tyto se pak projevují v široké škále od *climate adaptation benefits* (Choi et al. 2021), hydrologických benefitů (Zhang a Chui 2019) či kulturních benefitů (O'Brien et al. 2017). Současný výzkum uvažuje o multifunkčnosti zelené infrastruktury (Korkou et al. 2023) v pěti tematických skupinách: 1) *planning methods for urban green infrastructure*, 2) *assessment approaches of urban green infrastructure*, 3) *ekosystém services and their benefits*, 4) *sustainability and climate adaptation*, and 5) *urban agriculture*. Multifunkčnost zelené infrastruktury je významným aspektem plánování (Benedict a MacMahon 2002; Hansen a Pauleit 2014; Korkou et al. 2023). Podpora nebo použití prvků zelené infrastruktury se projeví ve vícero rovinách (např. v řešeném území modelována změna orné půdy na trvalý travní porost zlepšit infiltrační schopnost území, zlepšit biodiverzitu, zlepšit tlumící/pufrovací schopnost území). Při navrhování konkrétních opatření *NbS* je vhodné uplatnit participativní přístup (Koutsovili et al., 2023; Brillinger et al., 2022), který zjednoduší proces implementace (Coletta et al., 2021; Rike et al., 2023).

Právě kontext citlivých krasových území slouží k představení možného integrovaného přístupu k vyhodnocení komplexních vztahů v krajině za účelem rozhodování založeném na znalostech. Zásadní roli územního plánování v ochraně krasových oblastí a implementaci změn využití území za účelem podpory ekosystémových služeb zdůrazňuje také Xiong and Li (2024).

Pro geografy, krajinné ekology a plánovače, je zásadní prostorově explicitní interakce mezi funkcemi krajiny, ekosystémovými službami a sociálními přínosy (Peng et al. 2019). Evaluace a dopady změn jsou součástí rozhodování o území v kauzálních případech nebo při tvorbě strategií (pravidel, policíes). Pro informované a analýzou podložené rozhodování o změnách v území se používá termín supported decision systems (Sprague 1982) nebo konkrétněji spatially supported decision systems (White a Engelen 2000). Proces mezi analýzou a rozhodnutím na lokální nebo regionální úrovni není jednostranný a spočívá v interakci s vlastníky pozemku, místní samosprávou a obyvateli území. Obecným postupem při plánování změn území je vyhodnocení stávajícího stavu (Assessment) a návrh (Intervence). Steinitz (2012) uvádí 3 kroky v procesu Vyhodnocení (Assessment):

1. representation – získání dat, které reprezentují území; 2. pochopení procesů, které v území probíhají; a 3. evaluace procesů a zjištění problematických míst. Další 3 kroky přidává pro Intervenci: 1. provedení změny; 2. evaluace impaktu změny; a 3. rozhodnutí o změně (decision making). Lze doporučit rozhodování na bázi scénářů využití půdy (Finch et al., 2023), tento přístup pomůže nastavit rozvojovou strategii na podpoře perspektivních opatření při současné kompenzaci možných souvisejících ztrát (např. ohrožení potravinové bezpečnosti při zmenšování výměry orné půdy a zavádění NbS).

Scenario analysis (SA) je významnou součástí podpory prostorového plánování a plánování zelené infrastruktury. Pod pojmem SA nerozumíme predikci nebo předpověď budoucího stavu, ale možné alternativy vycházející z definovaných předpokladů a vztahů (Liu a Wu 2022). Scénáře mohou být navrženy tak, aby prověřily možnosti dosažení konkrétních výsledků (např. snížení teploty v okrsku, zvýšení rekreačního potenciálu oblastí, vydatnosti povodí – Khoury et al., 2023), nebo vytvoření kontrastního scénáře umožňujícího porovnání škály dopadů rozdílných politik (Mahmoud et al., 2009; Wu et al., 2015) včetně zhodnocení efektivity investic do zelené infrastruktury v kontextu poskytovaných ekosystémových služeb (Oijstaeijen et al., 2023). Mahmoud (2009) dále vymezuje termín anticipatory scenario, čili scénář založený na požadovaných nebo naopak nechtěných vizích budoucnosti, které mohou být dosažitelné nebo se jim lze naopak vyhnout, pokud jsou včas přijata potřebná opatření. V souvislosti se změnou klimatu je nutné počítat s řadou nepředvídatelných jevů a extrémních událostí, plánování tak musí na tyto nejistoty reagovat a zároveň přinášet jednoznačné podklady pro rozhodování, v této souvislosti zavádí Miller et al. (2023) nový přístup Scenario-Based Decision Analysis integrující běžně používané nástroje scenario planning and structured decision making. Zvláštní pozornost si pak v této souvislosti zaslouží právě krasové oblasti (Xiong and Li, 2024; Ravbar and Pipan, 2022).

Měřítko (Scale) prostorově vymezených změn a dopadů je zejména v prostorovém plánování zásadní s ohledem na use case. Analýza je provedena na pixelu (pixel based), ale její evaluace a dopad (evaluation and impact) se vztahuje k prostorové jednotce – municipalitě či čtvrti (Liu et al. 2022; van Oorschot et al. 2021), regionům (Peng et al. 2019), městským blokům (Hamstead et al. 2016; Madureira a Andresen 2014) nebo mikropovodím (Wu et al. 2015).

1.2. Novost postupů

Novost a inovační potenciál předložené sady dvou komplementárních souborů specializovaných map s odborným obsahem lze definovat na několika úrovních:

- 1) metodologie (kombinace analyticko-syntetických, evaluačních a propozičních metod ve specifickém krasovém území s důrazem na adaptaci na změnu klimatu a budoucí vývoj území, a uplatnění multioborového přístupu),
- 2) transfer teoretických poznatků do praxe (vytváření podkladu pro rozhodování o budoucích změnách území, korekce existujících rozhodnutí na úrovni chystaných změn a změny stabilizovaných ploch za účelem adaptace na změnu klimatu a mitigace souvisejících negativních projevů),
- 3) vymezení území Hranického krasu (vymezení rámcových hranic řešeného území na základě geologických, hydrologických, hydrogeologických a krajinně-ekologických charakteristik).

V obecnějším pojetí předložené soubory map doplňují a rozvíjejí nástroje územního plánování na lokální a regionální úrovni, na národní úrovni korespondují se *Strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR* a se souvisejícím *Národním akčním plánem adaptace na změnu klimatu (1. aktualizace pro období 2021–2025)*, a naplňují z nich vyplývající adaptační opatření „průběžně aktualizovat existující znalostní základnu ke zmírňování dopadů změny klimatu a uvádět je do praxe.“ Primární potřeba zpracovat mapové podklady pro území Hranického krasu však vychází z absence komplexního podkladu vyhodnocujícího toto cenné a velmi zranitelné území v multioborových souvislostech, zejména ve vztahu k ochraně území před degradací přírodních zdrojů (dominantně vody a půdy), od jejichž kvality se odvíjí stabilita celého území a udržitelnost budoucího směřování. Předložené soubory map reagují na tuto poptávku z praxe a vytváří ucelený koncepční nástroj pro odpovědné rozhodování o změnách v území a zlepšování krajinné struktury. Postupy aplikované při tvorbě těchto mapových podkladů lze replikovat pro jiná krasová území a při zohlednění lokálních specifik lze rozšířit i na ostatní lokality. V kontextu Hranického krasu lze za přínos označit také již zmíněné vymezení dosud chybějícího ohraničení, což je pro lokality tohoto typu určující záležitost zejména z důvodů sycení zdrojů minerálních vod a nutnosti precizní identifikace zón infiltrace, pro něž jsou prioritně navrhovány kompenzační opatření.

Novost je možné spatřovat ve zpřístupnění informací o území v ucelené podobě a možnosti nalézání nových souvislostí. Zásadní je identifikace relevantních charakteristik definujících zranitelnost krasové krajiny a vyhodnocení těchto charakteristik v prostorových a mezioborových souvislostech s cílem identifikovat lokality vyžadující specifický management. Výsledkem je pak formulace zásad ochrany hodnot a zonace z hlediska citlivosti území k degradaci a následný návrh konkrétních opatření. Výhodou tohoto přístupu je možnost provést multikriteriální substituce změn využití území a vizualizovat různé scénáře prostorového vývoje. Implementací mapových podkladů do rozhodovacích procesů lze zvýšit schopnost predikce předvídatelných i neočekávaných negativních jevů a připravit se na ně. Inovativním prvkem je také uplatnění participativních technik identifikace hodnotných a problémových lokalit a jejich začlenění do analytických podkladů definujících budoucí možné návrhy změn.

Specializované mapy s odborným obsahem jsou inovativní také v těchto konkrétních postupech:

- identifikace hodnotných a problémových bodů, linií a polygonů s ohledem na rozvoj území a přizpůsobení se změně klimatu a zajištění kvality života obyvatel expertním a participativním přístupem,
- vymezení zranitelných ploch v krasových oblastech na bázi zón infiltrace povrchových vod do vod podzemních,
- variabilita změn území a jejich vizualizace v podobě scénářů.

1.3. Informace o rozsahu využití mapy.

Soubor map charakterizuje a analyzuje území Hranického krasu z hlediska přírodních, kulturních a percepčních charakteristik, vymezuje zranitelné oblasti z hlediska podzemních vod, z hlediska potenciální retence vody v krajině a z hlediska teploty povrchu. Na základě výše uvedeného vymezuje prioritní oblasti, tj. oblasti, do kterých mají primárně směřovat opatření a kde jejich efekt bude synergický.

Soubor se skládá ze tří částí:

- A. Textová část: popisuje metodiku a výsledky
- B. Grafická část: prostorově vymezuje dané jevy a zobrazuje je jako kartografické dílo
- C. Interaktivní část: publikuje prostorová data a výsledky na web jako prohlížeč mapovou službu

Na analytickou mapu navazuje soubor map s odborným obsahem Hranický kras – návrhová mapa, jež představuje seznam prostorově vymezených opatření.

1.4. Informace o přínosech mapy pro uživatele.

Mapa je využitelná pro potřeby samosprávy na úseku územního plánování, orgánů ochrany přírody, místní akční skupiny či Správy jeskyní České republiky. Metoda je dále využitelná pro obdobná krasová území.

2. Metodika tvorby analytických map

Metodika tvorby analytických map je založená na třech krocích:

1. Charakteristika území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot
2. Vymezení kritických oblastí
3. Vymezení prioritních oblastí a dopadů opatření

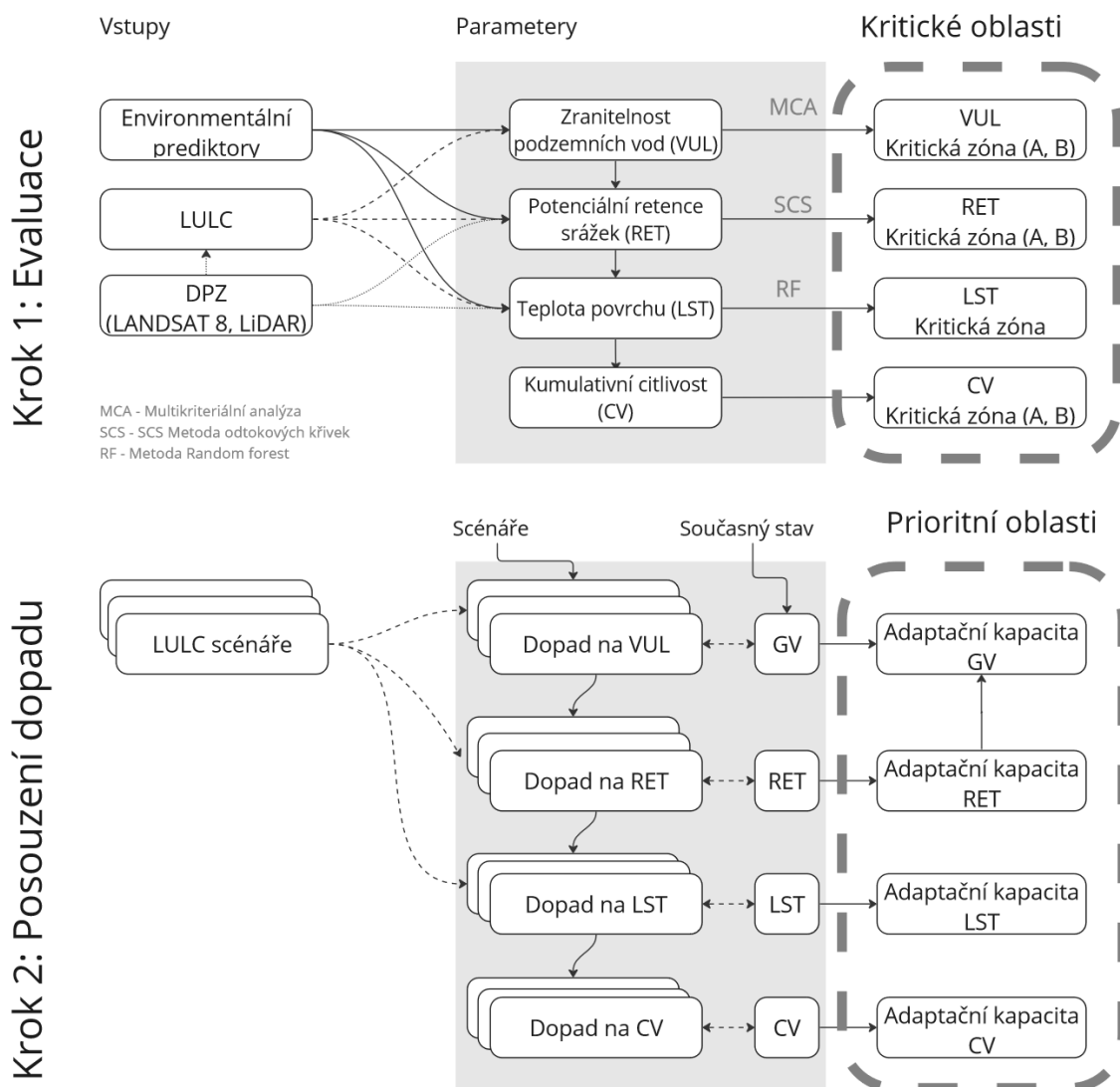
První krokem byl sběr informací o území a jeho základní charakteristika z hlediska přírodních, kulturních a percepčních ukazatelů, tento krok vychází z postupů dle Kučery (Kučera et al. 2015), zjištění a výsledky byly následně prověřovány terénním šetřením v období od 20. 4. 2021 do 30. 8. 2023. Vymezení percepčních charakteristik krajiny bylo podpořeno sociologickým průzkumem, který proběhl v termínu 1. dubna do 30. září 2022. Jevy a charakteristiky byly zpracovány do GIS databáze a na jejich základě byly vytvořeny kartografické reprezentace.

Druhý krok spočíval ve vytvoření *prostorového modelu*, který ověřuje změny využití území s ohledem na sledované parametry, které dávají do souvislosti specifičnost a jedinečnost ešeného území a projevy klimatické změny. Parametry – *zranitelnost podzemních vod, retence srážek a teplota povrchu* byly arobovány na základě konzultací se samosprávami obcí v zájmovém území a na základě on-line dotazníkového šetření mezi residenty (Sedláček et al. 2023, s. 90). Kromě výše uvedených parametrů je vyhodnocen jejich *kumulativní vliv*. Schéma je znázorněno na *Obrázek 2 Schéma postupu*.

Model je založen na předpokladu multifunkčnosti opatření a předpokladu, že každé opatření se projeví ve zlepšení sledovaného parametru v různé míře. Obecný postup pro všechny parametry je:

1. Evaluace procesů v území a vymezení kritických oblastí (*kritická oblast A, kritická oblast B*),
2. Vymezení míst s nejvyšším dopadem scénářů, tzv. *prioritní oblasti*.

Základní prostorovou jednotkou, do které jsou promítnuty výsledky, jsou plochy mikropovodí, které pokrývají bezešvě celé území. V prvním kroku je území kategorizováno do 5 zón, které představují relativní škálu od oblastí nejzranitelnějších po oblasti relativně stabilní. Dvě nejzranitelnější oblasti nazýváme *kritickými zónami A (nejvyšší), B (druhá nejvyšší)*. Prediktorem je současné využití území (LULC – Landuse/Landcover). Ve druhém kroku srovnáváme efekt scénáře na zvolený parametr a vyhodnocujeme míru redukce daného parametru (tzv. *adaptační kapacitu*) pro konkrétní mikropovodí, která je vyjádřena v procentech změny hodnoty parametru oproti současnému stavu. Místa s největším dopadem nazýváme *prioritními oblastmi*, ve kterých by měla být opatření realizována. U parametru je možné vyčíslit zlepšení v konkrétních jednotkách – milimetrech a stupních Celsia. Ačkoliv pro analýzu každého parametru byla zvolená jiná metoda, výsledky byly normalizovány, aby bylo možné vzájemné porovnání.



Obrázek 2 Schéma postupu

2.1. Analýza citlivosti krajiny s ohledem na zranitelnost podzemních vod (parametr VUL)

Koncept zranitelnosti podzemních vod, jak ho definuje Foster (1987), označuje "přirozené charakteristiky, které ovlivňují na různých úrovních citlivost hydrologického kolektoru postiženého vůči kontaminaci". Náš přístup se váže na tzv. obecnou¹ zranitelnost, která vychází z "z průběhu znečišťující částice hydrologickými, geologickými a hydrogeologickými vrstvami; tato hodnocení nezohledňuje ani typ znečišťující látky, ani scénář znečištění²" (Moreno-Gómez et al. 2024; Zwahlen a další 2003). Na rozdíl od specifické zranitelnosti (Moreno-Gómez et al. 2024) se náš přístup nespojuje se zranitelností vůči konkrétním znečišťujícím látkám. Tento

¹ Intrinsic

² "solely on a theoretical-immutable pollutant particle's travel time affected by the hydrological, geological, and hydrogeological conditions; this evaluation does not consider neither the pollutant type nor the pollution scenario" (Moreno-Gómez et al. 2024)

přístup odráží také výběr parametrů a metod hodnocení pomocí metod *multikriteriální analýzy (MCA)*.

Prostorové vymezení parametru *zranitelnosti podzemních vod* (zkratka *VUL*) vychází z georeferencovaných mapových podkladů nebo podkladů z nich odvozených viz *Tabulka 3 Kritéria vstupující do multikriteriální analýzy zranitelnosti podzemních vod*. Každé kritérium je rozděleno do 5 tříd (0–4), kde hodnota 4 představuje největší citlivost a hodnota 0 citlivostnejnižší. Hodnota kritérií vstupujících do *VUL* byla dále vážena *metodou pořadí*. Jednotlivým kritériím byly přiřazeny váhy na základě expertního posouzení uvnitř zpracovatelského týmu. Nejdůležitější kritérium bylo ohodnoceno body ($b_i = k$), druhé nejdůležitější $k-1$ body ($b_i = k - 1$) atd.; poslední (nejméně důležité) jedním bodem ($b_i = 1$). Váhu příslušného kritéria pak dostaneme podle vztahu:

$$W_i = b_i / \sum_{i=1}^k b_i$$

kde W_i je výsledná váha kritéria, b_i je bodové ohodnocení kritéria.

Jednotlivá kritéria byla převedena na rastr s rozlišením 1x1m a váhy z rozhodovací analýzy spočítány pomocí *Raster calculatoru* v programu QGIS a normalizovány (nástroj *Normalize raster* SAGA toolbox). Výsledný rastr zobrazuje na škále od 1 do 0 zranitelnost oblasti v rozlišení 1x1m. Hodnota 1 představuje maximální zranitelnost v řešeném území, hodnota 0 minimální zranitelnost oblasti. Pro identifikaci kritických povodí byl pomocí nástroje *Zonal Statistic* (QGIS) vypočten průměr pro jednotlivá povodí, kdy byly hodnoty klasifikovány do 5 tříd a graficky rozlišeny *metodou stejného intervalu*³.

2.2. Potenciální retence přívalových srážek (parametr RET)

Pro výpočet potenciální retence přívalových srážek byla využita rovnice pro výpočet efektivní srážky dle SCS Runoff Curve Number Method (Feldman, 2000). Jde o výpočet přímého odtoku z povodí, který je tvořen tzv. efektivní srážkou a dočasně zadrženu srážkou. Objem srážek je na objem odtoku převedený na základě hodnot odtokových křivek *CN a rovnice (níže)*, které jsou tabelizovány na základě hydrologických vlastností půd. Hodnota *CN* závisí na kombinaci hydrologické skupiny půd, indexu předchozích srážek a způsobu využití území v daném místě. Tato metoda bere v úvahu retenci vody v půdě, počáteční nasycení a způsob využití daného území, ale je vhodná pro modelování krátkých scénářů, jelikož nebere v potaz nasycení půdu vodou, k němuž pozvolna dochází v případě srážky.

Pro území bylo využito *CN* tabulek Urban hydrology for small watersheds, známých jako TR-55 (Anon 2023b) a metody dle Janečka (Janeček et al. 2012). Tato metoda detailně klasifikuje různý krajinný pokryv. K třídění povrchu bylo využito klasifikovaného mračna LIDAR, které umožnilo rozlišení různých typů vegetace (viz kapitola *Stávající využití území*).

Retenční kapacita území je vypočtena na základě rozdílu mezi celkovou a efektivní srážkou pomocí rovnice:

$$R = P - \frac{(P - 0.2 * S)^2}{(P + 0.8 * S)}$$

³ Equal count classification

$$S = \frac{1000}{CN}$$

kde R znamená maximální hodnotu retence v palcích převedenou na mm, S je maximální retence na počátku deště a P je srážka v mm.

Sklonitostní poměry nejsou v původní metodě CN zohledněny, ačkoliv sklon má nezanedbatelný vliv na infiltraci vody do půdy, respektive výsledné množství efektivní srážky. V současné době, kdy jsou k dispozici podrobná data pro tvorbu digitálních modelů terénu, je vhodné a relativně snadné promítnout sklonitostní poměry do hodnoty CN. Tyto byly promítnuty do CN křivek metodou Sharply Wiliams (Akbari et al. 2016):

$$CN_{SW} = \frac{1}{3}(CN_w - CN_m)(1 - 2e - 13.86\alpha) + CN_m$$

$$CN_w = \frac{100 * CN_m}{43 + 0.57CN_m}$$

Kde CN_{SW} je upravená hodnota CN podle Sharply-Williams metody, CN_w je CN hodnota pro nasycenou půdu, CN_m představuje CN pro střední nasycenost půdy, α je sklon svahu.

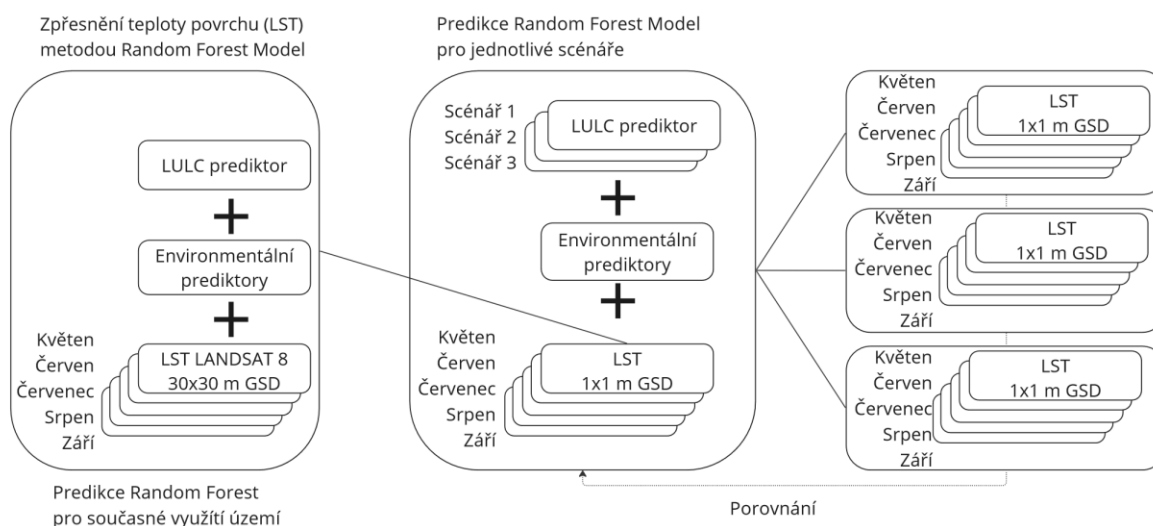
Celková srážka byla uvažovaná jako 2h N100, která činí dle software DES RAIN 86.15 mm. DES REIN je software vyvinutý pro modelování srážek pro Českou republiku (Kovář et al. 2015). Srážka představuje přívalový déšť trvající 2 hodiny opakující se jednou za 100 let, přičemž data vycházejí z dlouhodobého měření mezi lety 1901-1980. Počáteční ztráta byla stanovena jako 20 % z maximální potenciální retence. Schéma výpočtu zobrazuje *Obrázek 4 Schéma výpočtu potenciální retence*.

2.3. Teplota povrchu (parametr LST)

Pro studované území bylo vybráno 5 snímků, jež zachycují území v období od 29. května do 18. září v průběhu roku 2023 z družice LANDSAT 8 (Anon 2023a) s oblačností do <10 % a v rozlišení 30 x 30 m. Aby bylo možné LST vztáhnout k využití území (LULC), které má rozlišení 1 x 1 m, byla satelitní data transformována na podrobnější rozlišení⁴ 1 x 1 m za pomoci topografických prediktorů odvozených od digitálního modelu terénu. Jedná se o parametry *Topographic wetness index, sklon svahu, Topographic Position Index a Radiation index*.

Pro *fitování* modelu byl použit výběr 3 000 ploch, který byl vybrán na základě *Stratified random sampling* (SRS), které uvažovalo výše zmíněné proměnné prostředí a land use. Pro SRS bylo využito klastrování pomocí *K-means* do 10 různých klastrů a pro každý klaster bylo posléze vybráno 300 náhodných bodů. K transformaci na vyšší rozlišení teploty povrchu z družice LANDSAT 8 se využívá vícero metod (Wu et al. 2022); v našem případě byl použit model Random Forest Model (Breiman 2001) podobně jako např. u Hutengs and Vohland (2016). Model byl *fitován* zvlášť pro jednotlivá období (viz. *Obrázek 3 Schéma výpočtu teploty povrchu pro jednotlivé scénáře (LST)*), protože se očekával jiný vztah mezi LST a LULC v závislosti na fenologii pěstované kultury v agroecenózách.

⁴ downscale



Obrázek 3 Schéma výpočtu teploty povrchu pro jednotlivé scénáře (LST)

2.4. Kumulativní citlivost (kombinace parametrů VUL, RET, LST)

Cílem modelování bylo vybrat ty části území, kde se navrhované scénáře projeví v největší míře, tj. dojde k synergickému efektu, který se projeví ve všech třech vybraných (analyzovaných) kritériích. Jednotlivé položky byly normalizovány na hodnoty 0–1, aby byla umožněna vzájemná kombinace. Normalizované hodnoty byly porovnány dle vzorce:

$$\text{Kumulativní citlivost} = \frac{VUL + RET + LST}{3}$$

kde VUL představuje Citlivost krajiny s ohledem na zranitelnost podzemních vod, RET představuje potenciální retenci přívalových srážek, LST představuje teplotu povrchu. Výsledkem je rastrová reprezentace s rozlišením 1x1 m. Rastrová vrstva byla následně převedena na jednotlivé prostorové jednotky – mikropovodí pomocí nástroje Zonal Statistic – nástroj Mean.

2.5. Adaptační kapacita

Adaptační kapacita představuje míru, do jaké je možné změnou využití území zlepšit dané kritérium (van Oorschot et al. 2021). Výpočet je založen na rozdílu mezi stávající hodnotou a modelovaným scénářem:

$$R (\% \text{ reduction}) = \left(1 - \frac{Crit1ac}{Crit1sc}\right) * 100$$

kde Crit1ac představuje hodnotu parametru ve stávajícím stavu (jednotlivě pro VUL, RET, LST) a Crit1sc hodnotu parametru v navrhovaném scénáři (jednotlivě pro VUL, RET, LST). Výsledkem je mapa s rozlišením 1 m x 1 m s hodnotami R, která představuje míru redukce daného problému. Tyto hodnoty byly poté opět průměrovány na jednotlivá povodí.

2.6. Prostorové jednotky

Data byla zpracovávána ve vysokém rozlišení 1×1 m a v rastrové reprezentaci. Tento způsob umožňuje provádět výpočet na každé buňce zvlášť a získat výsledky analýzy i predikce dopadů s vysokým rozlišením. Z hlediska managementu krajiny je vhodné najít jednotku, která území rozdělí na větší, ale způsobem využitím nebo probíhajícími procesy propojené celky.

Při výběru jednotek byly zvažovány tyto vrstvy: jednotlivé pozemky, plochy s rozdílným způsobem využití dle územního plánu, mikropovodí. Pro výsledné porovnání byla zvolena mikropovodí, protože jde o přibližně stejně velké plochy, které odpovídají přirozenému členění krajiny a jsou vhodné pro managementová opatření zlepšující odtokové poměry v území (viz. Tabulka 2 Prostorová charakteristika vrstvy mikropovodí, ploch s rozdílným způsobem využití a jednotlivých pozemků).

Celé území bylo rozděleno na 98 mikropovodí pomocí nástroje *Basin* (QGIS) na základě digitálního modelu reliéfu, který vznikl zařazením linií vodních toků, přidáním pevných objektů (budov) a odstraněním bezodtokých depresí.

Tabulka 2 Prostorová charakteristika vrstvy mikropovodí, ploch s rozdílným způsobem využití a jednotlivých pozemků

Typ jednotky	Počet	Plocha [ha] min	Plocha [ha] max	Plocha [ha] průměr	Plocha [ha] medián	Plocha [ha] směrodatná odchylka	Plocha [ha] koeficient variace
Mikropovodí	98	3.854	61.11	24.80	22.94	11.96	0.48
Plochy s rozdílným způsobem využití (RZV)	1016	0.017	70.585	2.475	0.3855	7.63	3.08
Pozemky	8849	0.017	47.537	0.284	0.066	1.25	4.39

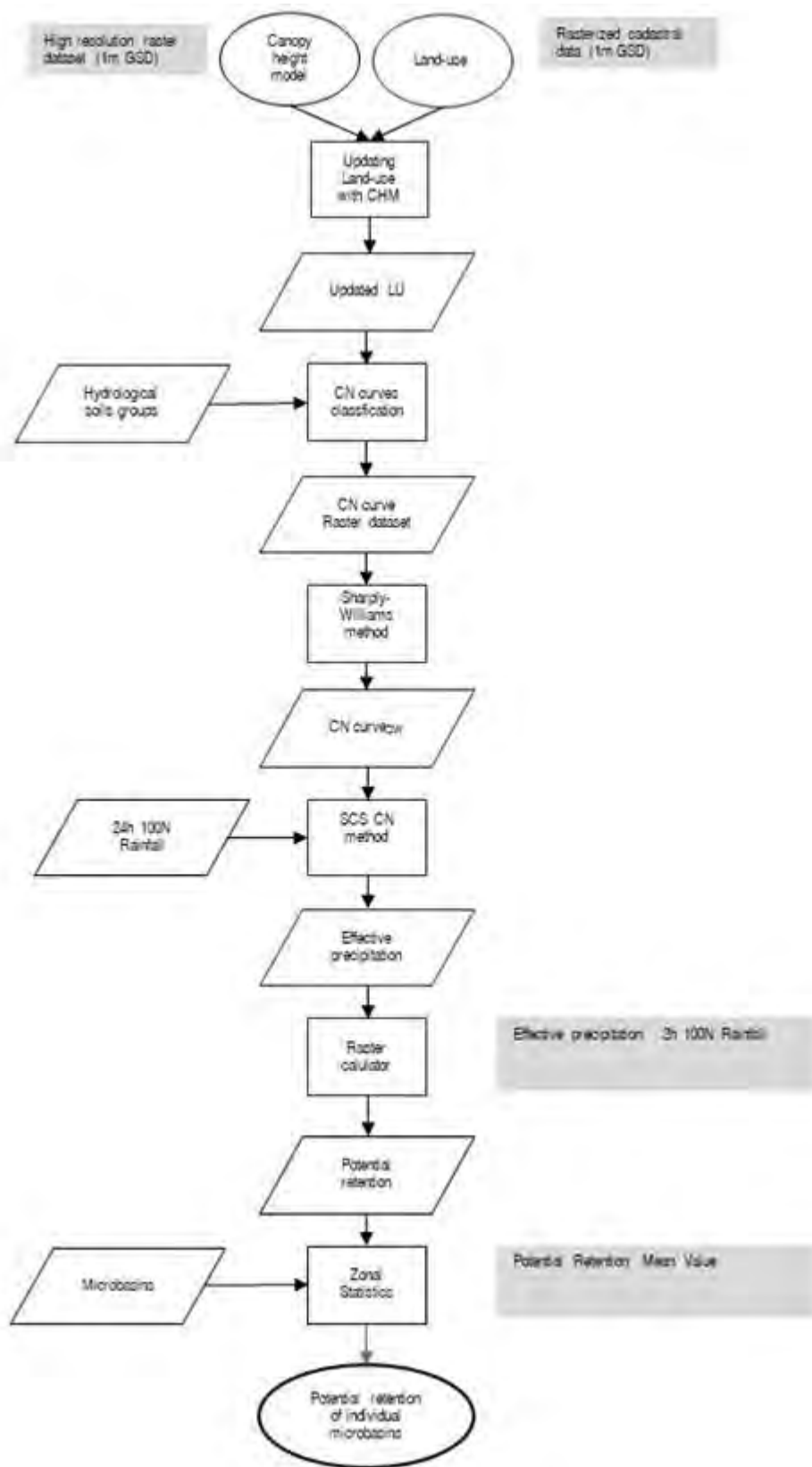
2.7. Data a jejich zpracování

Při analýze byla použita data z dálkového průzkumu země, národních databází prostorových dat a terénního průzkumu viz Tabulka 4 Sady vstupních a od nich odvozených digitálních dat použitých při zpracování mapy.

Prostorové analýzy byly zpracovány v prostředí ArcGIS Pro (ESRI 2023) a QGIS (QGIS.org 2023), satelitní snímky byly zpracovány v programu SNAP (ESA), statistické výpočty byly modelovány v programu R. Hydrologické analýzy byly zpracovány v prostředí QGIS 3.26., odhad srážky byl určen z programu DES-RAIN (Kovář et al. 2015). Pro modelové území bylo použito klasifikované mračno bodů LiDAR s hustotou 50 bodů na m². Na základě klasifikovaných LIDAR dat byl vytvořen hydrologicky korektní digitální model reliéfu metodou ANUDEM (Hutchinson 1989), digitální model povrchu a canopy height model s relativními výškami vegetace. Vektorová data byla převedena do rastrového formátu s rozlišením 1×1 m.

Tabulka 3 Kritéria vstupující do multikritériální analýzy zranitelnosti podzemních vod

Kritérium	Zdrojová data	Třída (4 - nejvyšší citlivost 0 – nejnižší citlivost)	Pořadí (1 – nejdůležitější kritérium, 9 – nejméně důležité kritérium)	b_i Bodové ohodnocení kritéria	W_i Váha kritéria
Hydrogeologický kolektor	Zdrojová služba: Hydrogeologická mapa 1 : 50 000 – regiony, Česká geologická služba	Krasový: 4 Průlinový: 2 Puklinový: 2 (vysoká transmisivita zvyšuje třídu, nízká transmisivita třídu snižuje) Izolátor: 0	3.	7	7/45 = 0.16
Hydrologické skupiny půd	Zdroj: Hydrologické skupiny půd, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd	Typ A: 4 Typ B: 3 Typ C: 2 Typ D: 1	2.	8	8/45= 0.18
Geologické podloží	Zdroj: Geologická mapa ČR 1 : 50 000 (GEOČR50), Česká geologická služba	Sediment nezpevněný, fluvialní: 4 Eluvium, kamenito-písčité: 3 Sediment zpevněný vápence: 3 Sediment zpevněný vápence brekcie: 4 Deluvialní sediment: 2 Sediment nezpevněný, sprašová hlína: 1 Sediment nezpevněný vápnité jíly: 1	1.	9	9/45=0.21
Využití území (LULC)	Zdroj: Vlastní terénní šetření	Orná půda: 4 Trvalé travní porosty: 2 Les: 0 Krajinná zeleň a zahrady: 1 Průmyslové areály: 4 Areály služeb a obchodu: 3 Dobývací prostory: 4 Hustá, městská zástavba: 3 Řídká, rezidenční zástavba: 2 Lázeňský areál: 2 Dopravní infrastruktura: 2 Vodohospodářská infrastruktura: 4	6.	4	4/45=0.09
Dokumentované krasové jevy (jeskyně, propast, závrt) ortogonální průmět na povrch. Hodnoty vyjadřují vzdálenost v metrech.	Zdroj: JESO – Jednotná evidence speleologických objektů, Agentura ochrany přírody a krajiny	25-0: 4 50-25: 3 75-50: 2 100–75: 1 Nad 100: 0	4.	6	6/45=0.14
Potenciální krasové jevy a objekty těžby vápence. Hodnoty vyjadřují vzdálenost v metrech.	Zdroj: Vlastní šetření	25-0: 4 50-25: 3 75-50: 2 100–75: 1 Nad 100: 0	5.	5	5/45=0.12
Drenáže	Zdroj: meliorace.vumop.cz, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd	Přítomné dokumentované: 0 Nepřítomné: 3	9.	1	1/45=0.02
Hydrologický model	Zdroj: Vlastní šetření	Rozdělení na základě odtoku na 5 tříd (kvantil 5 tříd) místa s nejvyšším odtokem mají nejvyšší hodnotu	7.	3	3/45=0.07
Technická infrastruktura v m	Zdroj: Územně analytické podklady ORP Hranice	Kanalizace + vzdálenost	8.	2	2/45=0.05



Obrázek 4 Schéma výpočtu potenciální retence

Tabulka 4 Sady vstupních a od nich odvozených digitálních dat použitých při zpracování mapy.

Data	Zdroj dat	Datum pořízení	Typ dat	Podrobnost / rozlišení (m) / hustota bodů
Katastrální mapa	Český úřad zeměměřičský a katastrální	3. 3. 2023	Vektor – polygony	1:1000
LPIS	Ministerstvo zemědělství České republiky	31. 12. 2022	Vektor – polygony	1:5000
Územně analytické podklady	ORP Hranice na Moravě	9. 5. 2023	Vektor – polygony	1:5000
LIDAR	Primis. s.r.o.	9.10. 2021	Mračno bodů (LAS 1.4 standard)	50 bodů/m ²
Teplota povrchu	Družice Landsat 8 United States Geological Survey	5. 5. 2023, 29. 5. 2023, 22. 6. 2023, 8. 7. 2023, 25. 8. 2023 18. 9. 2023	Rastrová data	30 x 30 m
Geologická mapa ČR 1: 50 000 (GEOČR50),	Česká geologická služba	31. 12. 2022	Vektor – polygony	1:50000
Hydrogeologická mapa 1: 50 000 – regiony,	Česká geologická služba			
Půdní mapa 1: 50000	Česká geologická služba	31. 12. 2022	Vektor – polygony	1:50000
Krasové jevy	Zdroj: JESO – Jednotná evidence speleologických objektů, Agentura ochrany přírody a krajiny	31. 12. 2022	Vektor – body	1:2000
Srážková data	Český hydrometeorologický ústav	1901-1980	Vektor – body, nerozměrná data	1:2000
Potenciální krasové jevy	Vlastní terénní šetření	1. 11. 2021	Vektor – polygony	1: 500
Sociologický průzkum	Vlastní terénní šetření	Duben až září 2022	Vektor – polygony, nerozměrná data	
Účelová mapa využití území	Vlastní terénní šetření	1. 4. 2021 – 30. 8. 2023	Rastrová data	1x1
Drenážní systémy	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, Vlastní terénní šetření	1. 6 – 30. 6. 2023	Vektor – polygony	1:500
Digitální model terénu	Autorský výpočet		Rastrová data	1 x 1
Digitální model povrchu	Autorský výpočet		Rastrová data	1 x 1
Digitální model vegetace	Autorský výpočet		Rastrová data	1 x 1
Mikropovodí	Autorský výpočet		Vektor – polygony	
Teplota povrchu predikce		5. 5. 2023, 29. 5. 2023, 22. 6. 2023, 8. 7. 2023, 25. 8. 2023 18. 9. 2023	Rastrová data	
Raster potenciální retence srážek	Autorský výpočet			

3. Charakteristika řešeného území

3.1. Vymezení řešeného území

Zájmové území je vymezeno na základě sběrného povodí (*Obrázek 1 Vymezení řešeného území*), které zahrnuje horniny s krasovou propustností, a to na podkladě výskytu vápenců v okolí Hranické propasti. Výskyt vápenců byl zjištěn z *Geovědní mapy 1: 50 000* České geologické služby. K takto zjištěnému rozsahu bylo vypočítáno (identifikováno) sběrné povodí. Sběrné povodí bylo odvozeno z hydrologicky korektního digitálního modelu terénu v rozlišení 5x5 m interpolovaného z bodů *DMR 5G b-spline bikubickou interpolací*. Vymezení povodí proběhlo na základě směru povrchového odtoku nástrojem *r.water.outlet*. Propustná vápencová podloží jsou oblasti, jež jsou náchylné na znečištění povrchovými, případně drenážními vodami.

3.2. Stávající využití území

Nejpodrobnější databázi o využití území v ČR je digitální katastrální mapa, resp. katastrální mapa digitalizovaná, která se vyhodnocuje pro kartografickou přesnost 1:1000, je aktualizována na týdenní bázi, je standardizovaná a pokrývá téměř celé území ČR. Její nevýhodou je, že zachycuje právní, ale ne aktuální stav a neposkytuje informace o aktuálním vegetačním pokryvu (*Tabulka 1 Základní charakteristika řešeného území*). Pro studii byla tedy vytvořena účelová klasifikace využití území založená na katastrální mapě, která rozlišuje funkční plochy v zastavěném území a je doplněna o informace o korunovém zápoji jak v zastavěném území, tak ve volné krajině. Korunový zápoj výrazně ovlivňuje retenci srážek a tlumí teplotu povrchu (viz Feldman, 2000; Bartesaghi-Koc et al., 2019). Kategorie účelové klasifikace využití území jsou zobrazeny v *Tabulka 5 Porovnání zastoupení kategorií využití území v jednotlivých scénářích*.

Informace o vegetaci (resp. korunovém zápoji) byly získány z mračna bodů z leteckého snímkování LiDAR klasifikovaného do tříd dle standardu LAS 1.4 (Anon. 2019). Z mračna bodů byl vypočítán digitální model vegetace (CHM – Canopy Height Model) na základě klasifikovaných tříd vegetace (Low Vegetation, Medium Vegetation, High Vegetation) v rozlišení 1x1 m. Ten byl následně rozdělen dle výšky vegetace na Low vegetation ($1 \leq$ výška < 3 m) a Canopy (výška > 3 m). Vegetace s výškou < 1 m byla odstraněna. Vybrané kategorie Landuse byly aktualizovány o informaci o vegetaci na 1x1m pixel úrovni bezešvě pro celé území.

3.3. Přírodní hodnoty území

Vybranými vstupními charakteristikami jsou:

- pozemky určené k plnění funkcí lesa
- identifikované a potenciální krasové jevy
- vodní toky a vodní plochy
- říční niva
- přírodní biotopy

Pozemky určené k plnění funkcí lesa

Většina řešeného území má charakter zemědělského půdního fondu s vysokým procentem zornění. Lesní porosty mají mírně nižší celkovou výměru oproti celostátnímu průměru. Lesnatost se významně liší dle obcí, pohybuje se od minimálního podílu do 10 % (Ústí, Černotín) až po přibližně 60 % zalesnění Teplic nad Bečvou. Převaha lesních porostů se nachází v severní a severozápadní části řešeného území, zde tvoří souvislejší celky. Ve zbytku území jsou lesní porosty zastoupeny ostrůvkovitě v převažující orné půdě s výrazně stabilizační funkcí. Většinu porostů tvoří lesy listnaté, část tvoří lesy smíšené a menšinově jsou zastoupeny jehličnaté lesní porosty. Lesní porosty jsou většinou ve správě jednotlivých obcí či Lesů ČR, často jsou spojeny se zvláštním režimem ochrany přírody (např. NPR a EVL Hůrka u Hranic, PP Malá a Velká Kobylanka, NPR Zbrašovské aragonitové jeskyně a PP V oboře a Nad Kostelíčkem).

Krasové jevy

Krasové jevy zahrnují identifikované a potenciální krasové jevy. Za potenciální krasové jevy jsou považovány bezodtokové deprese, které byly vymezeny na základě digitálního modelu terénu (DMP 2021) a následně dokumentovány v terénu (vč. odběrů a analýzy půdních vzorků). Převážná část těchto ploch je v současné době zemědělsky využívána (zejména jako orná půda). Evidované krasové jevy mají charakter jeskyní a závrtů, mezi nejvýznamnější patří Hranická propast.

Vodní toky a vodní plochy

Řešené území je geomorfologicky silně diverzifikováno a z hydrologického hlediska jej lze rozdělit do několika desítek mikropovodí. Vzhledem k tomu, že v území docházelo k intenzivní těžbě šterkopísků, nachází se zde také četné vodní plochy (hydrická rekultivace postěžebních prostor v okolí Hustopečí nad Bečvou). Významněji jsou zastoupeny rybníky na území Teplic nad Bečvou.

Říční niva

Údolní niva byla vymezena na základě tvaru reliéfu a geologických a hydrologických charakteristik území. Tato území jsou vyplněna říčními sedimenty se zástupci zejména RSG Fluvisols. Bezprostřední okolí řeky Bečvy je v územních plánech vymezeno převážně jako plocha přírodní (typicky součást funkčního či navrhovaného biokoridoru). Navazující plochy jsou zpravidla využívány jako orná půda.

Přírodní biotopy

Celá oblast se nachází v Hranickém bioregionu (3.4). V něm převládá biota 3. dubo-bukového stupně s převažujícími dubohabrovými háji. V druhovém zastoupení je možné sledovat prolínání karpatského a hercynského předhůří, typická je absence horských druhů (Culek 1996). Pro území jsou dle klasifikace Chytrého et al. (2001) typické zejména západokarpatské dubohabřiny (L3.3 B) a mezofilní ovsíkaté louky (T1.1).

3.4. Kulturní a historické hodnoty území

Kulturně-historické hodnoty řešeného území lze kategorizovat na prvky bodového, plošného a liniového charakteru, dále lze rozlišit existující a zaniklé struktury. Na území Hranického krasu převažují dochované architektonické hodnoty bodového charakteru s významným soustředěním v zastavěné části lázeňského místa Teplice nad Bečvou, řada těchto prvků je

zároveň chráněna památkovým zákonem jako kulturní památky (jde zejména o stavby z období funkcionalismu, ale i dalších architektonických období). Celkem se v řešeném území nachází 23 staveb a drobných sakrálních objektů s tímto statutem ochrany. Mezi ně patří jak veřejné stavby (nádraží, hotel), tak i soukromé vily a průmyslové objekty. Dalšími kulturními památkami jsou například pavilony minerálních pramenů v lázních, zřícenina hradu či lázeňský park.

Mapa dále prezentuje vývoj osídlení (plošné změny zástavby) k letům 1830, 1880, 1955, 1989, 2005 a 2022, a dokumentuje postupné rozrůstání zastavěného území.

Prvky plošné a bodové

Území Hranického krasu je bohaté na výskyt prvků, které dokládají historický vývoj území a kulturu daného regionu. Mezi nejstarší doklady osídlení území patří 6 archeologických lokalit, které jsou kulturními památkami a dokládají lidské osídlení od starší doby kamenné až po dobu raně středověkých hradišť. Stopu středověku v krajině zanechala zřícenina hradu Svrčov a pozůstatky obranných valů hradiska Hradištěk v Ústí. Období baroka a tehdejší křesťanskou společnost připomíná množství drobných sakrálních staveb v otevřené zemědělské krajině, zejména křížků.

Fenoménem Hranického krasu jsou z kulturně-historického hlediska zejména lázně v Teplicích nad Bečvou. První písemná zmínka o lázních pochází z 16. století. Nejvýznamnějším obdobím pak byla první polovina 20. století, konkrétně 30. léta a období funkcionalismu. Dominantní budova lázeňského hotelu Bečva na nábreží řeky, budova kotelny ve svahu nad ním a budova pošty, všechny stavby od architekta Karla Kotase ve *funkcionalistickém* stylu, vytváří unikátní lázeňský komplex. Průmyslová budova kotelny se strojovnou tento komplex navzdory odlišnému účelu doplňuje. Karel Kotas dále navrhl vodojem na Beránce, zábradlí na nábreží Bečvy v lázních a unikátní objekt kabinek pro říční koupaliště (dnes bohužel dochováno jen torzo nosných sloupů). Vyvýšená konstrukce kabinek jasně dokládá adaptaci na časté záplavy v okolí Bečvy. Karlu Kotasovi se připisuje i úprava lázeňského parku (i když projekt vytvořil architekt Josef Kumpán), který je kulturní památkou a zcela zásadně dotváří charakter lázní. Vytvořil koncept cest a volných pasek, které se střídaly se skupinami dřevin. Dále vytvořil promenádu na nábreží a nastavil tak dnešní koncept parku.

V Teplicích nad Bečvou stojí dále 3 funkcionalistické rodinné vily. Dvě z nich navrhl architekt Karel Caivas, a to sice vilu Oskara Lea Sterna a vilu Františka Poledny. Výjimečná je zejména vila Oskara Lea Sterna, která byla obklopena zahradou podle návrhu zahradního architekta Josefa Minibergera. Významná je i budova železniční stanice postavená dle návrhu architekta Josefa Dandy. Areál lázní významným způsobem dotváří pavilony s minerálními prameny. Jedná se o pavilon Kropáčova pramene v neoklasicistním slohu, funkcionalistický pavilon Gallašova pramene a dále o pavilon Jurikova pramene ze 70. let a Janáčkův pavilon z 90. let 20. století.

Průmyslovou epochu 19. století připomíná zejména areál vápenky v Černotíně, která stojí u již neaktivního lomu. Jedná se o ojedinělý soubor technických památek, který ukazuje historii a vývoj těžby a zpracování vápence. Památkově chráněné jsou 3 vápenky, 3 provozní budovy, strojovna vápenice a areál bývalého lomu.

Pro území je zcela typická právě těžba nerostných surovin, zejména vápence a šterkopísku. Kromě historických lomů zde lze nalézt dva činné vápencové lomy. V případě plochy většího lomu je v budoucnu plánováno rozšíření dobývacího prostoru směrem k obci Černotín.

Liniové prvky

Dalším faktorem determinujícím hodnotu krajiny pro člověka je prostupnost krajiny. Ve srovnání s rokem 1830 do současnosti (rok 2021) se v řešeném území snížila souhrnná délka cest o 71 km. Zanikly zejména polní cesty, které umožňovaly lidem ze vsí přímý vstup na zemědělské pozemky. Naopak 41 km cest je historických (lze je pozorovat již na mapových podkladech z roku 1830). Vzhledem k tomu, že jde o turisticky atraktivní území, některé cesty mají v současnosti využití jako turistické stezky, cyklostezky či naučné trasy.

3.5. Dílčí mapy vstupující do mapy kulturně-historické hodnoty území

Pro tvorbu souhrnné mapy definující kulturně historický potenciál území byly využity samostatné prostorové analýzy identifikující:

- historicko-kulturní hodnoty plošné,
- historicko-kulturní hodnoty bodové (významná architektonická díla),
- historický vývoj zástavby od roku 1830 do současnosti,
- nejstarší zaniklá osídlení.

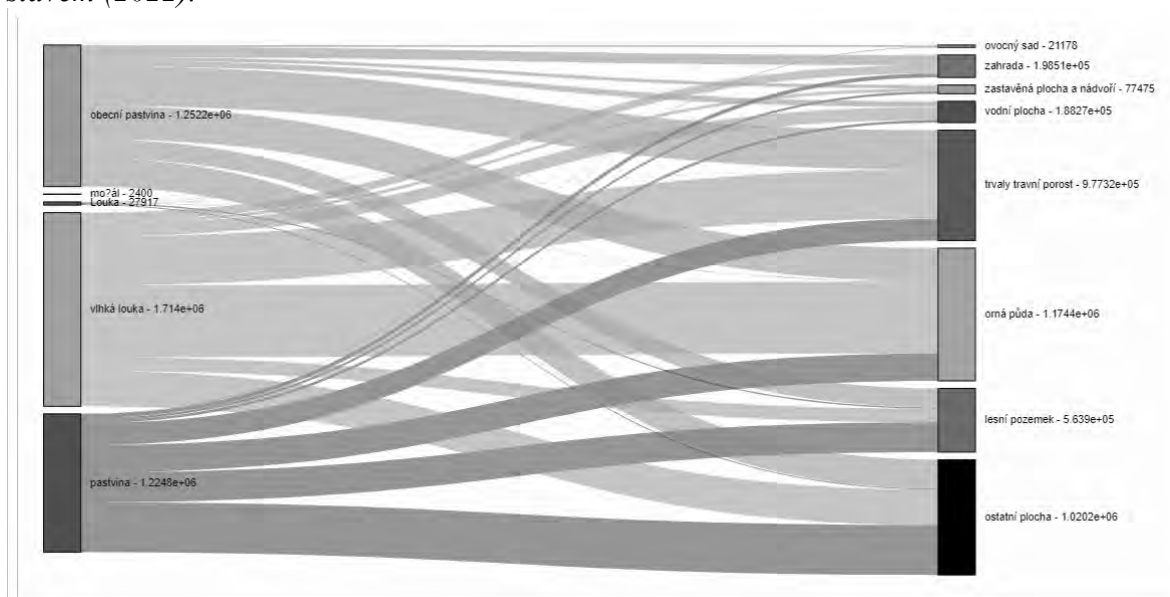
Při tvorbě těchto podkladů byla provedena analýza historických mapových podkladů (mapy II. a III. vojenského mapování, mapy Stabilního katastru, letecké měřické snímky z různých období, ortofotomapy z různých let). Dalšími zdroji informací byl Památkový katalog Národního památkového ústavu, územní plány obcí v řešeném území a terénní průzkum.

Další dílčí analýzou dokreslující kontext historického vývoje území byla identifikace změn využití krajiny. Analýza byla provedena na základě georeferencovaného a digitalizovaného katastrálního aparátu z roku 1848 (císařské otisky) a archivních leteckých snímků z let 1947 a 1954, tento historický stav byl srovnán se současným právním stavem (KN-2021). Kromě ploch byla dále sledována změna prostupnosti krajiny (také viz Mapa kulturně-historických hodnot).

Zvýšený antropický tlak na území je zřejmý, významným trendem v území je kromě rozrůstání zástavby, také rozšiřující se plocha dobývacích prostor, která v řešeném území představuje poměrně dominantní zábor půdy (zejména orné půdy, ale i pastvin a lesních porostů). Pro území je také symptomatická změna vnitřní skruktury orné půdy (scelování půdních bloků do větších celků) spojená s výrazným snížením podílu rozptýlené zeleně a prostupností krajiny. Snížení prostupnosti krajiny a zvýšení fragmentace území jsou zesíleny významnými paralelními liniovými stavbami národního a mezinárodního významu (dálnice a silnice I. třídy, železnice dimenzovaná na vysokorychlostní trať). Tyto stavby se navíc kříží s migračními koridory pro velké savce a vytvářejí bariéry jejich přirozeného pohybu mezi Moravskoslezskými Beskydy a Jeseníky. Zřejmé jsou také úpravy koryta řeky Bečvy (významné prostorové změny z hlediska lokalizace koryta a jeho přirozené zóny rozlivu).

Historická struktura využití krajiny je patrná zejména na příkladu lesních porostů, v jejichž rámci nedošlo k výrazným prostorovým změnám (viz Mapa přírodních hodnot). Obdobné je prostorové rozložení luk a pastvin, v jejichž rámci lze také identifikovat permanentní struktury, je však patrný trend směrem k monofunkčnímu využití a scelování ploch, symptomatický je nízký podíl rozptýlené zeleně. Proměna vnitřní struktury zemědělské půdy je obousměrná (zatravňování orné půdy, rozorání pastvin a luk), výjimečně byly pastviny přeměněny na zahrady

a ovocné sady. V některých případech došlo k zalesnění, spíše v případě vlhčích lokalit, anebo přímo k tvorbě vodních ploch. Minoritní plocha byla zastavěna. Podrobněji viz *Obrázek 5 Graf zobrazující změnu vybraných typů využití území mezi lety 1868 (císařské otisky) a současným stavem (2022)*.



Obrázek 5 Graf zobrazující změnu vybraných typů využití území mezi lety 1868 (císařské otisky) a současným stavem (2022).

3.6. Percepce charakteristiky krajiny

Obecný kontext

V období duben-srpen 2022 byli obyvatelé Hranického krasu dotazováni v online dotazníkovém šetření na identifikaci hodnotných a problémových míst a vnímání možných hrozeb a rizik ovlivňujících jejich blízké okolí. Zapojilo se 150 osob ze 17 různých obcí širšího regionu, mezi respondenty dominovali obyvatelé Hranic (téměř 2/3 zúčastněných). Přibližně čtvrtina respondentů pocházela z blízkého okolí Hranic (Černotín, Skalička, Teplice na Bečvou a Ústí). Ve vzorku převažovali respondenti ve věkové kategorii nad 35 let (více než dvě třetiny všech respondentů). Většina respondentů (84 %) žije v území minimálně posledních 15 let. Ve vzorku dominovaly ženy (56 %). Téměř všichni respondenti nezávisle na vzdálenosti bydliště od Hranické propasti vnímají tento fenomén jako součást své lokální identity (95 % respondentů) a přisuzují ji vysokou atraktivitu.

Hodnotná místa a atraktivita území

Respondenti identifikovali v širším zázemí Hranického krasu – kromě signifikantní Hranické propasti – i další rekreační atraktivitu a hodnotná místa. Většina respondentů identifikovala turisticky atraktivní místa v blízkosti řeky Bečvy. Tomu odpovídalo i hodnocení vybraných obecných nositelů hodnot území. Nejlepší průměrnou známkou byla hodnocena blízkost řeky Bečvy a Hranické propasti (respondenti nejčastěji hodnotili známkou 1⁵; průměrná známka 1,5, resp. 1,7) a dále krásná příroda (modus odpovědí hodnota 1; průměrná známka 1,8).

⁵ Na škále 1-5 (1 nejlepší hodnocení; 5 nejhorší hodnocení)

Nejhorší průměrná známka byla přidělena lidové, resp. tradiční architektuře (nejčastější hodnocení 3).

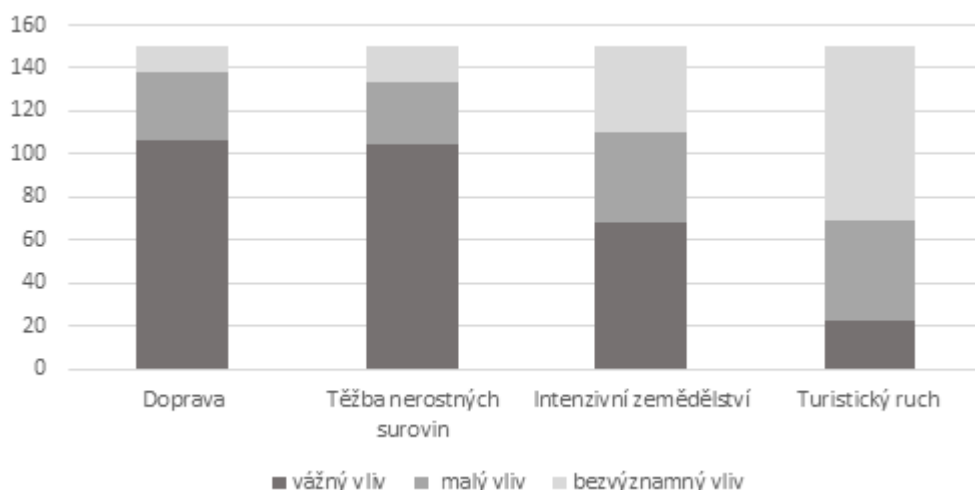
Z prostorové distribuce preferovaných míst lze pozorovat logickou spojitost s průchodností krajiny a návaznost na existující cestní síť (včetně turistických stezek, cyklotras a naučných stezek) a vyloučení špatně přístupných lokalit.

Vztah k místu dokumentuje i obecněji položený výrok „*Se současným stavem okolní krajiny jsem spokojená/spokojený*“, se kterým **souhlasila téměř polovina respondentů**. Nespokojená se stavem krajiny je jen přibližně šestina respondentů.

Problémová místa a místa vyžadující specifický management

Většinu problémových lokalit respondenti situovali také do okolí řeky Bečvy, zdrojem problémů je však zejména enormní zatížení dopravou a opomíjená údržba lázeňské promenády. Právě lázně Teplice nad Bečvou byly často označovány jako lokalita vyžadující kvalitnější management a zavádění zlepšujících opatření, problémy jsou v tomto kontextu ovlivněny mimo jiné omezenou rolí lázní v kulturním a společenském životě daného regionu. Dalším problémem je nedostatečný management veřejného prostoru obklopující jádrové stavby se statutem kulturní památky, které jsou zcela určující pro prostor lázní a jejich okolí je z hlediska péče a údržby přesto opomíjeno. Dále bylo poukazováno na nevyužitý potenciál propasti. Péče o místo a turistická infrastruktura neodpovídá významu světového unikátu. Za problémové byly často také označovány lomy (viz *Obrázek 6 Hodnocení dopadu vybraných činností na stav krajiny v Hranickém kras*).

Poměrně velká část předmětných lokalit je součástí zastavěného území obcí. Problémy v území vnímané optikou vybraných antropických činností, které se podílejí na současné podobě krajiny, jsou patrné z grafu níže (doprava a těžba je v oblasti vnímána jako nejvýraznější problém).



Obrázek 6 Hodnocení dopadu vybraných činností na stav krajiny v Hranickém kras

4. Vymezení problematických míst a jevů

Problémová místa byla vymezena na základě kritéria zranitelnosti a náchylnosti k degradaci přírodních zdrojů. Vzhledem k charakteru krasového území se jedná především o citlivost ke znečištění podpovrchových vod a náchylnost orné půdy k erozi.

Oblasti citlivé na **znečištění vodních zdrojů** byly vymezeny na bázi infiltračních zón s vysokou transmisivitou, jde o lokality na propustných půdách a fluviálních sedimentech a dále o lokality na krasovém hydrogeologickém kolektoru. Dalšími zahrnutými plochami jsou inundační zóny podél řeky Bečvy vymezené záplavovým územím Q₅-Q₁₀₀.

Za **erozně ohrožené** jsou považovány plochy s topografickým faktorem (LS faktor) převyšujícím hodnotu 1,7. Orná půda na svazích tvoří velkou část řešeného území. Zemědělské využití těchto ploch není vyloučeno, je ale potřeba důkladně vybírat pěstované plodiny, dbát na volbu osevních postupů a využívat agrotechnická opatření. Vzhledem k dynamickému reliéfu krajiny Hranického krasu, výskytu svahů a velké výměře ploch orné půdy, byla významná část území vyhodnocena jako náchylná k vodní erozi. Míra ohroženosti půd větrnou erozí je zanedbatelná. Z hlediska ohroženosti vodní erozí se zde nejvíce vyskytují půdy mírně erozně ohrožené. Silně ohrožené půdy se vyskytují v menších celcích, zejména na území obce Černotín. Tato ohroženost pramení z poměrně velké délky, expozice a sklonu svahů. Erozně ohrožené jsou také půdy v centrální části katastru Teplic nad Bečvou. Z hlediska skeletovitosti půdy v území převládají půdy bezskeletovité. V místech ohrožení vodní erozí je však půda spíše středně skeletovitá, celkově se jedná o půdy hluboké. Podle hodnocení BPEJ se v území nacházejí půdy nadprůměrně produkční, erozně ohrožená část katastru Černotína se naopak vyznačuje půdami velmi málo produkčními.

Z hydrologického modelu vyplývá několik kritických míst vodní eroze, kde vznikají **dráhy soustředěného odtoku** spojené s genezí erozních rýh. Problematické jsou zejména dráhy směřující do sídel. Z tohoto hlediska je ohroženo zejména k.ú. Hluzov a k.ú. Černotín. Právě tyto dráhy soustředěného odtoku mohou do sídel přivést bleskovou povodeň a jedná se tedy o prioritní plochy pro návrh a realizaci protipovodňových opatření. Některé zemědělské plochy v okolí Černotína a Hluzova jsou odvodněny pomocí drenáží. Dalším problémem je rozšiřování zástavby na úrodné zemědělské půdy I. a II. třídy ochrany (zábor nejúrodnějších půd vhodných pro zemědělské využití). Tento trend se týká zejména města Hranice a oblasti U Kostelíčka, dále severní části obce Černotín a v menší míře i Hluzova a obce Špičky. Rozšiřování zástavby se pojí s mnoha negativními jevy, mezi ty nejzásadnější patří snižování retenční schopnosti krajiny, biologické rozmanitosti a stability ekosystémů. Negativní jevy spojené se zábořem půdy jsou umocňovány umístěním staveb na nevhodných pozemcích. Konkrétně se jedná o zástavbu na nestabilních svazích, které jsou pro území symptomatické, a v záplavovém území. Nestabilní svahy lze nalézt ostrůvkovitě rozprostřeny po celém území, k zástavbě nejbližší přiléhají v Teplicích nad Bečvou a u Špiček. Západní část zastavěného území Teplic nad Bečvou již leží na nestabilním svahu a z územního plánu vyplývá další rozšiřování zástavby. V případě obce Špičky leží nestabilní svah na západní hranici zástavby, přímo na této zóně nestability byla v posledních letech umístěna nová výstavba menšího rozsahu.

Řeka Bečva tvoří kostru území a nedílnou součástí krajiny je její **záplavové území**. Do aktivní zóny záplavového území zasahuje jižní část zástavby obce Černotín (část jižně od silnice E442) a je zde lokalizován zemědělský areál. Na okraj záplavového území v Černotíně je navržena malá plocha k zástavbě. V záplavovém území dále leží část lázeňského areálu – lázeňský dům Bečva a budova tenisového klubu. V záplavovém území leží i část zástavby města Hranice.

Jedná se o jižní část města – o vilovou zástavbu pod Hůrkou, nízko položené okolí historického centra a vilky na Dvoříkově stromořadí vedoucí do Teplíc nad Bečvou.

4.1. Vymezení citlivých oblastí

V první části výsledků jsou představeny výsledky analýzy – evaluace území – a vymezení problematických míst z hlediska tří vybraných parametrů – zranitelnosti podzemních vod, retence přívalových srážek, teploty povrchu. Stejným způsobem byla vyhodnocena kombinace výše uvedených parametrů – kumulativní zranitelnost – za účelem vymezení oblastí, kde dochází ke kumulativnímu efektu výše uvedených parametrů. Každý z parametrů je vyhodnocen zvlášť a rozdělen do 5 zón 1–5, přičemž zóna 5 představuje problematickou oblast s ohledem na daný parametr a zóna 1 oblast bezproblémovou.

Hodnoty v jednotlivých parametrech mají normální rozložení, pro reprezentaci dat byla zvolena klasifikační metoda Equal interval. Oblasti s hodnotu 5 a 4 byly vymezeny jako kritické oblasti A a B. Jedná se o plochy, které svým charakterem přispívají ke zvyšování teploty a přispívají ke vzniku vln veder (**zóny s vysokou teplotou povrchu v letních měsících**). Dále byly vymezeny plochy, které kvůli svému charakteru neumožňují zadržení nadměrného množství přívalových srážek, a přispívají tedy k vysychání krajiny a zvyšují riziko eroze a povodňových škod (**zóny s nízkou retencí přívalových srážek**). V obou případech jde o typově podobné lokality s nízkým podílem vegetace. V prvním případě jde například o zpevněné části intravilánu sídel, průmyslové areály, lomy a vybrané plochy polí. V případě snížené retence srážek se jedná zejména o plochy orné půdy bez rozptýlené zeleně. V kontextu klimatické změny a posilování jejích projevů je problematické i rozšiřování stávajících lomů. Aktivní lomy jsou tvořeny obnaženým geologickým podložím s absencí vegetace a jedná se tedy o plochy s potenciálem k akumulaci tepla. Po konverzi současné plochy orné půdy a krajinné zeleně na aktivní zónu těžby, bude dále oslabena retenční schopnost krajiny s posilujícím efektem nárůstu teploty povrchu.

Výsledky jsou rozděleny na 2 části:

1. Evaluace procesů v území a vymezení kritických oblastí
2. Modelování dopadů scénářů a vymezení prioritních oblastí

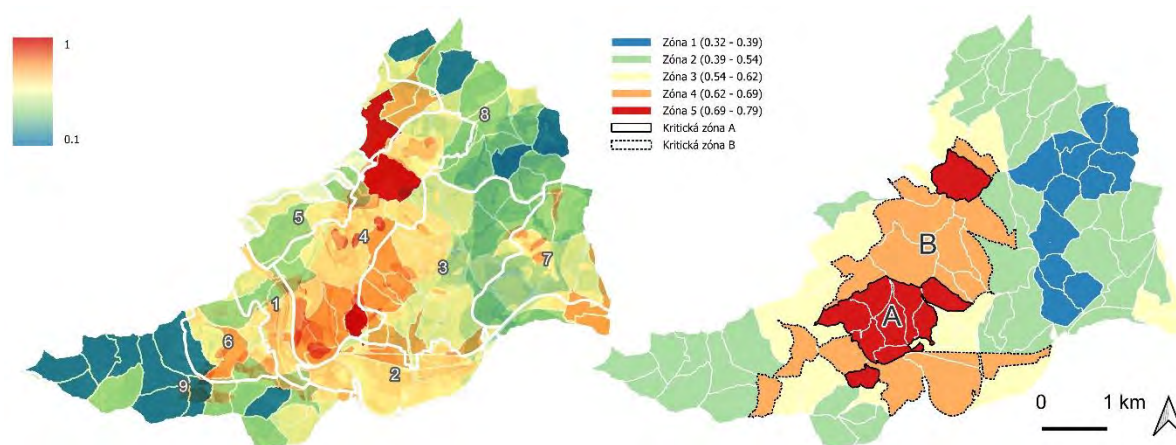
Cílem tohoto postupu je cílit opatření do těch částí území, kde bude jejich dopad maximální napříč sledovanými parametry.

Ve druhé části výsledků jsou aplikovány tři rozdílné scénáře spočívající ve změně využití území (LULC) od minimální po kontrastní a je ověřován dopad opatření. Pro efekt opatření se využívá pojem Adaptační kapacita; tj. míra zlepšení daného parametru po přijetí opatření a je stanovena jako procentuální změna mezi stávajícím a navrhovaným stavem. Oblasti, kde mají opatření nejvyšší efekt, jsou vymezeny jako **prioritní oblasti**.

4.2. Parametr VUL

Zranitelné oblasti se překrývají s geomorfologickou jednotkou Maleník (kra Maleníku) a to v území severně od řeky Bečvy (4), v okolí obce Teplice n. Bečvou (6) a dále zasahují do nivy řeky Bečvy (2) a údolí Bečvy (1). Nejzranitelnější oblasti v přepočtu na povodí se koncentrují kolem Hranické propasti a svazích příkloněných k údolí Bečvy (A) a východně od obcí Černotín a Hluzov (B). Tato povodí jsou převážně zemědělsky využívána jako orná půda, s výjimkou prudkých svahů údolí Bečvy. Oblasti s nejvyšší zranitelností byly vymezeny na úrovni mikropovodí (kritická zóna A a B). Opatření k ochraně podzemních a minerálních vod by měla prioritně směřovat do této části území viz *Obrázek 7 Vyhodnocení parametru VUL*.

Nejméně zranitelné oblasti se nacházejí v jižní části kry Maleníku (9) a ve východní části území mimo krasový hydrologický kolektor (7, 8).



Zranitelnost podzemních vod (0 představuje nejnižší zranitelnost, 1 představuje nejvyšší zranitelnost).

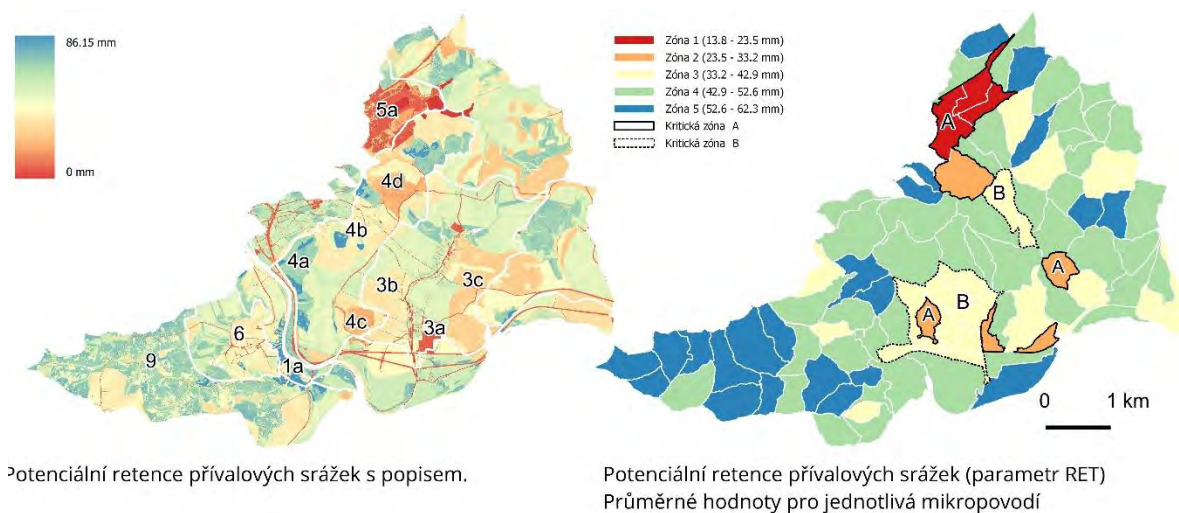
Hodnoty v rozlišení 1x1m

Průměr pro jednotlivá povodí.

Obrázek 7 Vyhodnocení parametru VUL

4.3. Parametr RET

Celková srážka byla uvažovaná jako 2hN100, to znamená srážka s frekvencí výskytu jednou za 100 let, která činí dle software DES RAIN 86,15 mm. Počáteční ztráta byla stanovena jako 20 % z maximální potenciální retence (Feldman 2000). U vodních ploch je retenční kapacita vyhodnocena jako 0 mm. Výsledná mapa zobrazuje retenční kapacitu pro AOI plošně pro každou buňku rastru, přičemž největší hodnou je 86,15 mm a nejnižší hodnotou je 0 mm (*Obrázek 8 Vyhodnocení parametru RET*, vlevo). S ohledem na retenční hydrologická opatření, jež je možné provádět na území mikropovodí, je hodnota retenční kapacity vypočítaná jako průměr pro jednotlivá mikropovodí.

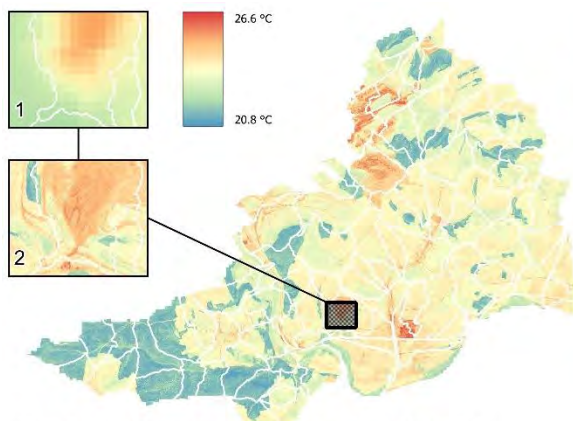


Obrázek 8 Vyhodnocení parametru RET

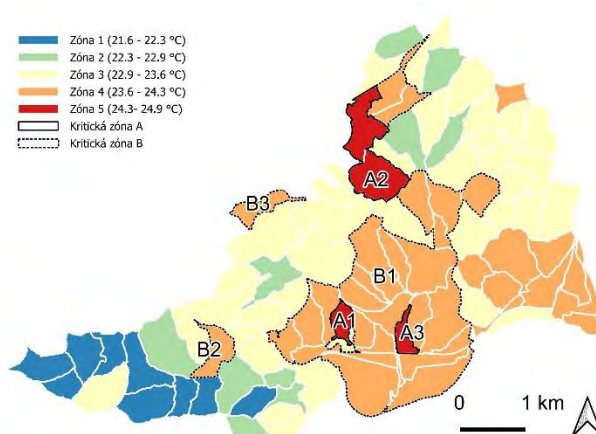
4.4. Parametr LST

V území je možné rozlišit oblasti, které vykazují anomální teploty oproti okolí v celém sledovaném období – jsou to tepelné ostrovy v zastavěných plochách a v lomech (A), plochy stabilně chladnější (B) než okolí a plochy výrazně proměnlivé (C). Plochy vytvářející tepelné ostrovy jsou industriální plochy (A1), plochy lomů Hranice (A2) a Černotín (A4) a plochy sídel Teplice nad Bečvou (A3), Černotín (A5) a Hluzov (A6) a Hranice (A7). Plochy výrazně chladnější jsou plochy přírodní rezervace Hůrka (B1) a lesních komplexů východně a jižně od obce Teplice nad Bečvou (B2 a B3). Plochy, které vykazují výrazné intrasezónní výkyvy jsou plochy orné půdy východně a západně od Černotína (C1 a C3) a plocha orné půdy v nivě (C2) viz *Obrázek 9 Vyhodnocení parametru LST*.

Pro prostorové vyjádření na úrovni mikropovodí byla využita s průměrná hodnota z celé sady měření, tj. 5 měření pokrývající celou vegetační sezonu od května do září 2023. V nejvyšších kategoriích se vyskytují shodně místa kumulací nepropustných povrchů a lomů A1 – lom Černotín, A2 – lom Hranice, A3 – výrobní plochy Černotín. Jako kritická zóna B byly vymezeny tepelné ostrovy sídel, a to kolem Černotína (B1) včetně přilehlé krajiny, (B2) Teplic nad Bečvou, a části Hranic (B3).



Obrázek 1: rozlišení 30x30 m GSD (družce LANDSAT 8)
 Obrázek 2: 1x1 m predikované teploty pro rozlišení 1x1 m



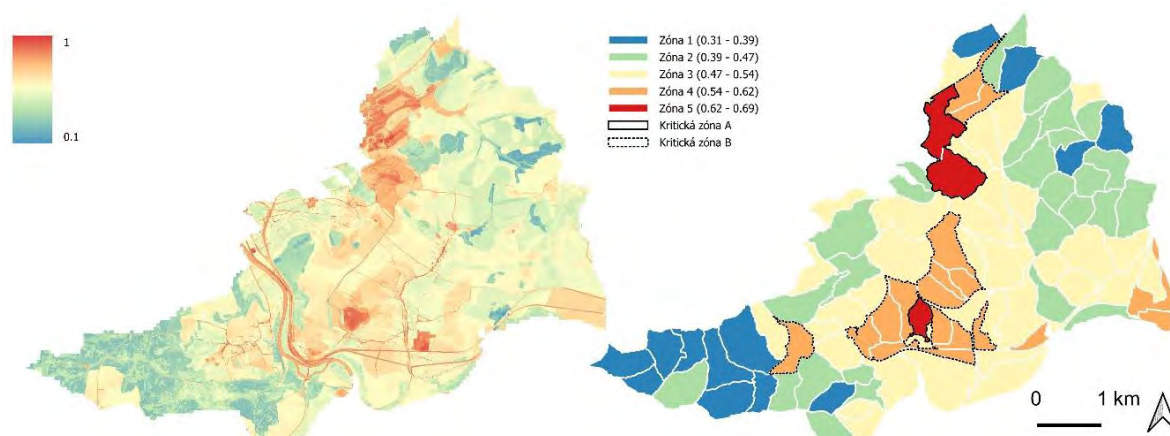
Teplota povrchu (měření 2023):
 Průměrné teploty pro jednotlivá povodí

Obrázek 9 Vyhodnocení parametru LST

4.5. Kumulativní citlivost

Kumulativní efekt byl zkoumán kombinací všech kritérií, přičemž každý parametr měl stejnou váhu. Aby bylo možné porovnat hodnoty ve všech třech parametrech, byla data normalizována na hodnoty 0–1. V případě kumulativního efektu jsou hodnoty relativní a jejich cílem je rozlišení citlivějších oblastí od oblastí relativně odolných, viz *Obrázek 10 Vyhodnocení kumulativního efektu sledovaných parametrů*.

Oblast lomu Černotín (A1) a Hranice (A2) představuje nejzranitelnější části území. Kritickou zónou 2 jsou oblasti mezi obcí Černotín a Hranickou propastí a svahy východně od obce (B1). Dále zastavěné území obce Teplic nad Bečvou a blízké okolí a oblast sousedící s cementárnou Hranice. Kritické oblasti A se objevují ve všech zkoumaných parametrech a pouze potvrzují výsledky analýzy jednotlivých parametrů. V případě kritické zóny nižší (B) kumulativní citlivost eliminuje území, která jsou zranitelná pouze v jednom parametru a zužuje výběr ploch, na které by se měla primárně zaměřit potenciální opatření.



Kumulativní zranitelnost (0 představuje nejnižší zranitelnost, 1 představuje nejvyšší zranitelnost).

Hodnoty v rozlišení 1x1m

Průměr pro jednotlivá povodí.

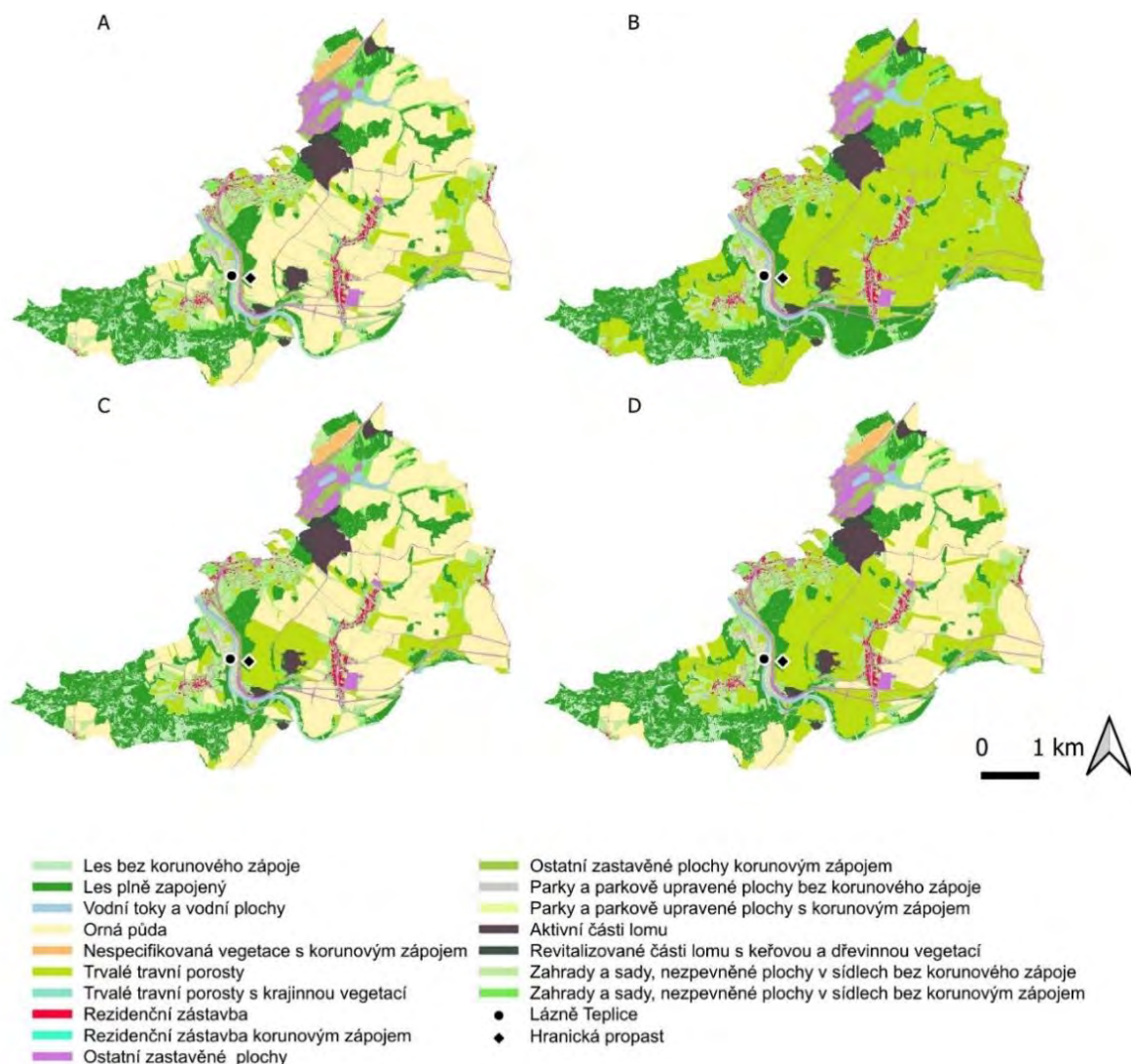
Obrázek 10 Vyhodnocení kumulativního efektu sledovaných parametrů

4.6. Návrh a dopady scénářů

Cílem scénářů je ověřit změny využití krajiny v modelu a jsou směřovány na využívání území v nezastavěném území. Pro zvolenou oblast byly vytvořeny tři testovací scénáře: kontrastní (1), realistický (2) a ochranný (3). Scénáře pracují s rozšířením trvalých travních porostů, krajinné vegetace a lesních ploch. Přeměna orné půdy na trvalé travní porosty je v krasových oblastech často využívána k ochraně podzemních vod a její efekty jsou potvrzeny (Halešová and Kotyzová, 2022; Wei et al., 2023; Xiao et al., 2023). Účelem kontrastního scénáře je zjistit efekt co nejšířší škály změn počítající s přeměnou orné půdy na trvalé travní porosty, proměnou nepropustných povrchů na trvalé travní porosty (TTP), proměnou TTP a orné půdy na les apod. Realistický scénář počítá se zatravněním orné půdy v nejbližším okolí Hranické propasti a nejhroženějších území v západní části k.ú. obce Černotín. Ochranný scénář spočívá v ochranném zatravnění orné půdy nacházející se na karbonátových horninách.

Tabulka 5 Porovnání zastoupení kategorií využití území v jednotlivých scénářích

Typ využití území	S. stav [ha]	Scénář 1 [ha]	Scénář 2 [ha]	Scénář 3 [ha]
Les bez korunového zápoje	104,4	104,4	104,4	104,4
Les plně zapojený	446,5	536,6	446,5	446,4
Vodní toky a vodní plochy	45,7	45,7	45,7	45,7
Orná půda	1008,9	0,4	907,0	654,1
Nespecifikovaná vegetace s korunovým zápojem	27,2	0,2	26,2	24,2
Trvalé travní porosty	182,5	1211,4	294,1	581,0
Trvalé travní porosty s krajinnou vegetací	4,3	4,2	4,3	4,3
Rezidenční zástavba	30,5	30,5	30,5	30,5
Rezidenční zástavba korunovým zápojem	6,2	6,2	6,2	6,2
Ostatní zastavěné plochy	128,3	128,2	128,3	128,3
Ostatní zastavěné plochy korunovým zápojem	57,4	57,4	57,4	57,4
Parky a parkově upravené plochy bez korunového zápoje	14,3	14,3	14,3	14,3
Parky a parkově upravené plochy s korunovým zápojem	12,2	12,2	12,2	12,2
Aktivní části lomu	60,9	59,6	59,6	59,6
Revitalizované části lomu s keřovou a dřevinnou vegetací	23,2	23,2	23,2	23,2
Zahrady a sady, nezpevněné plochy v sídlech bez korunového zápoje	276,7	194,8	269,4	237,5
Zahrady a sady, nezpevněné plochy v sídlech s korunovým zápojem	86,7	86,6	86,7	86,7



Obrázek 11 Zobrazení aktuálního stavu LULC (A) a scénářů kontrastního (B), realistického (C), ochranný (D).

4.7. Adaptační kapacita

Adaptační kapacita neboli efekt jednotlivých scénářů, byl modelován jako schopnost redukovat zranitelnost území změnou využití území na základě výpočtu dle vzorce v kapitole 2.5. Tato schopnost byla vyjádřena procentuální změnou oproti původnímu stavu pro každé kritérium zvlášť, tak pro celkové *kumulativní zlepšení*. Prostorová databáze umožňuje modelovat možnosti redukce jednotlivých sledovaných parametrů pro konkrétní povodí prostřednictvím libovolné změny LULC a vytvořit informovaný návrh pro změny v území.

Každé ze sledovaných mikropovodí má jinou míru *adaptační kapacity* danou přírodními podmínkami prostředí a využitím území. Adaptační kapacita z hlediska využití území závisí na zastoupení druhů využití území v mikropovodí. Zastavěné území má omezenou míru adaptační kapacity v důsledku velkého zastoupení nepropustných ploch a jeho zlepšení je poměrně náročné. Na druhou stranu, lesní porosty mají omezenou adaptační kapacitu protože, změnou na jiný druh využití území adaptační kapacita klesne; z hlediska sledovaných parametrů lesní porost s korunovým zápojem přispívá ke zlepšení parametrů v území. Adaptační kapacita z hlediska přírodních podmínek závisí např. od hydrologických skupin půd – kde půdy s nižší propustností mají menší infiltrační schopnost, a tudíž změnou využití

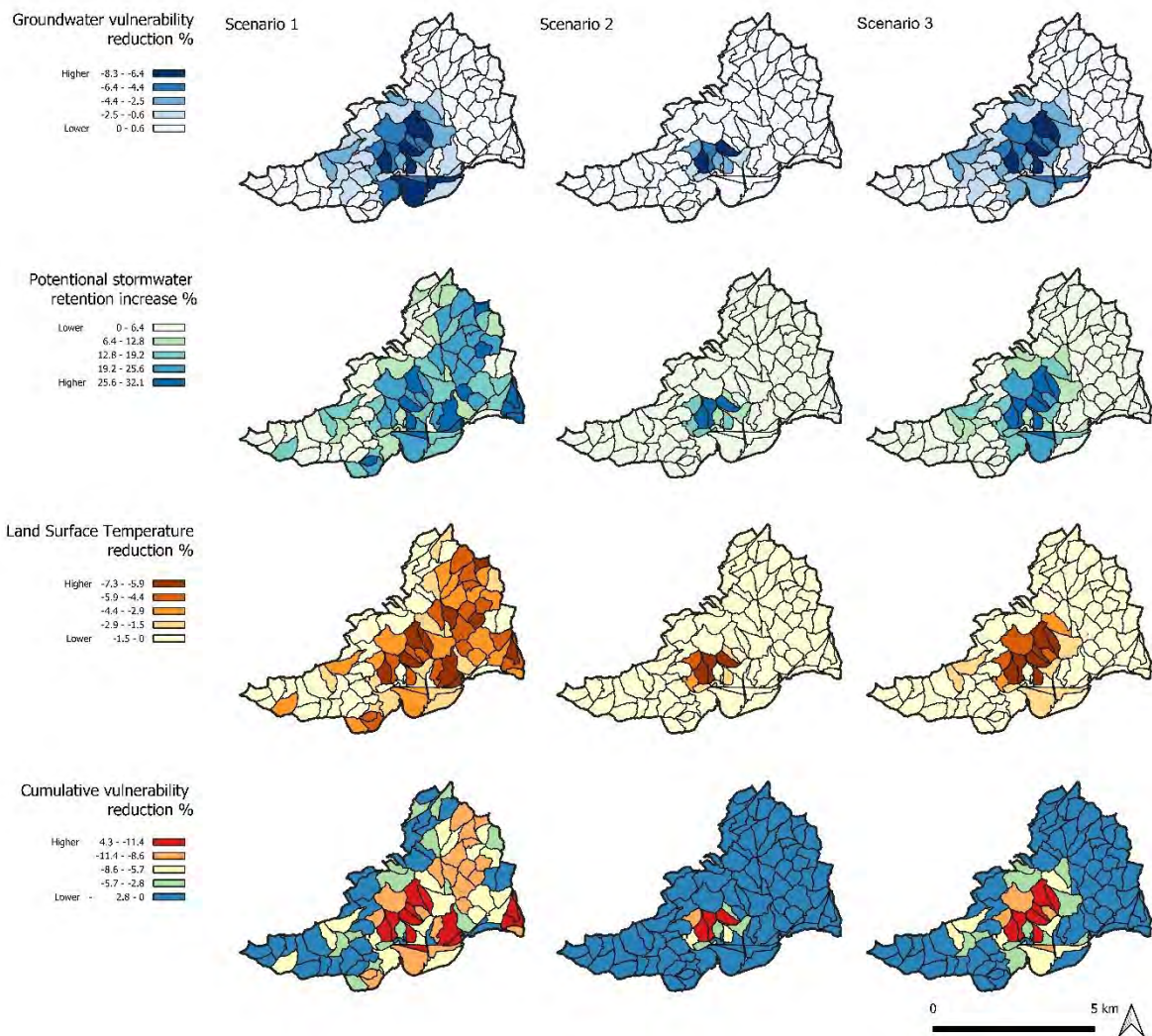
pozemku se nedosáhne výrazné změny; sklonu svahu, kde na větším sklonu svahu se opatření projeví výrazněji a adaptační kapacita je větší; od geologického podloží jako prediktoru citlivosti, kde změnou využití dosáhneme výraznější zlepšení než u stabilních území.

Největší dopad změn v LULC lze pozorovat ve zvýšení potenciální retence přívalových srážek, a to v některých povodích až o 35 % oproti původnímu stavu (řádek 2., *Obrázek 12 Srovnání scénářů z hlediska adaptační kapacity v jednotlivých mikropovodích*). V případě zranitelnosti podzemních vod dochází ke zlepšení o nižší jednotky procent (řádek 1., tamtéž) stejně tak při redukci parametru LST (max 8 %) pro jednotlivá povodí (řádek 3., tamtéž). U všech údajů se jedná o průměrné hodnoty za jednotlivá mikropovodí. V případě teploty je nízká adaptační schopnost dána průměrem za celé vegetační období, kdy dochází k výrazným rozdílům mezi ornou půdou a trvalými travními porosty (zemědělské kultury dle modelu až do začátku července povrch ochlazují víc než trvalé travní porosty). Celkové vyhodnocení obsahuje spojení všech parametrů do mapy Adaptační kapacita (řádek 4., tamtéž).

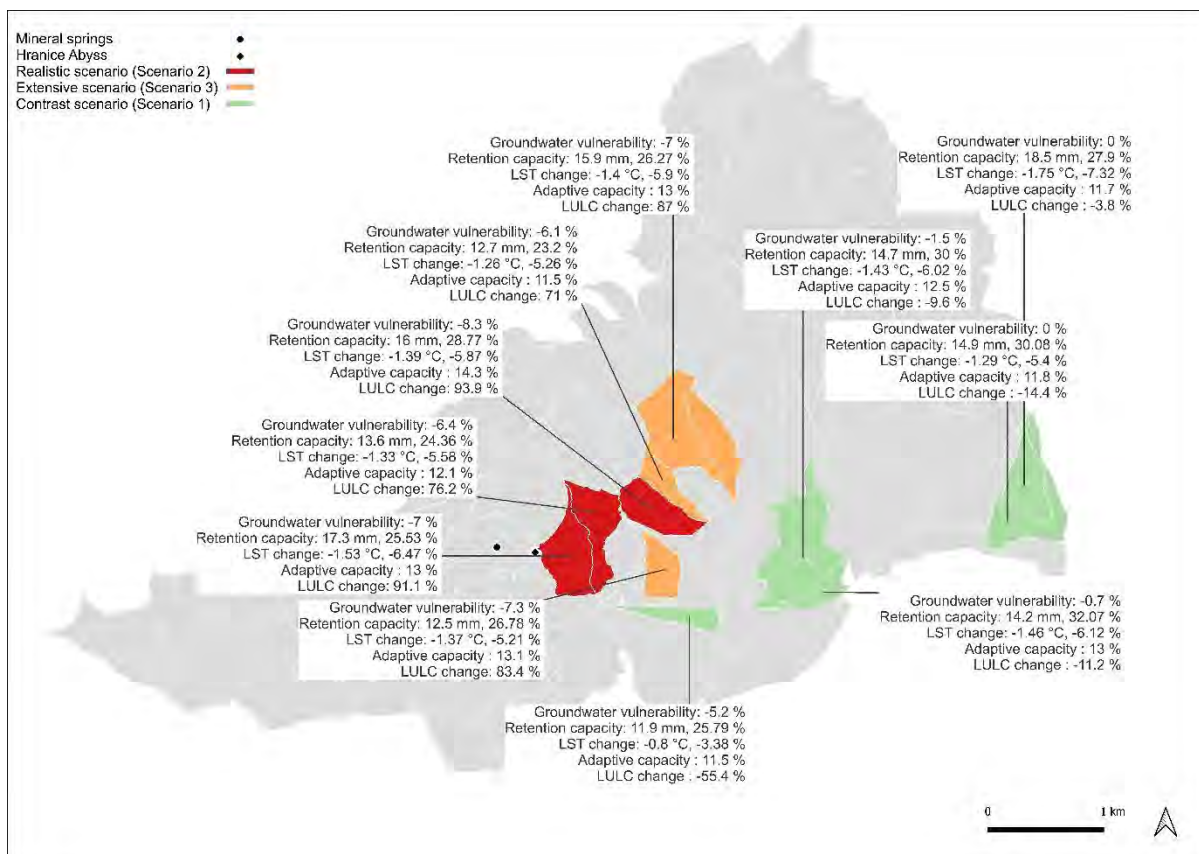
4.8. Prioritní oblasti

Prioritní oblasti byly vymezeny na základě *adaptační kapacity* (řádek 4., *Obrázek 12 Srovnání scénářů z hlediska adaptační kapacity v jednotlivých mikropovodích*). Jedná se o mikropovodí, v kterých je dle navržených scénářů možné dosáhnout nejvyšší adaptační kapacity – tj. největší redukce zranitelnosti území (viz str. 34) Toto spojení umožňuje odhadnout plošnou změnu využití území danou navrženým opatřením ve vztahu k efektu.

Jako prioritní oblasti bylo vymezeno 12 mikropovodí *Obrázek 13 Vyhodnocení dopadů scénářů na sledovaná kritéria*. Pro každé mikropovodí byla stanovena míra změny využití území (na základě scénáře) a výpočet zlepšení stavu pro jednotlivé parametry. Návrhům pro konkrétní území se věnuje soubor map s odborným obsahem Hranický kras – návrhová mapa.



Obrázek 12 Srovnání scénářů z hlediska adaptační kapacity v jednotlivých mikropovodích



Obrázek 13 Vyhodnocení dopadů scénářů na sledovaná kritéria

5. Použitá literatura

AKBARI, Abolghasem, Azizan ABU SAMAH a Su NGIEN, 2016. *EFFECT OF SLOPE ADJUSTMENT ON CURVE NUMBER USING GLOBAL DIGITAL ELEVATION DATA: NEW LOOK INTO SHARPLY-WILLIAMS AND HUANG METHODS*.

Anon., 2019. *LAS Specification 1.4 - R14* [online]. 2019. B.m.: The American Society for Photogrammetry & Remote Sensing. Dostupné z: <https://github.com/ASPRSorg/LAS>

Anon., 2023a. *Earth Explorer*. 2023. B.m.: United States Geological Survey.

Anon., 2023b. *HEC-HMS Technical Reference Manual* [online]. 2023. B.m.: USACE Hydrologic Engineering Center. Dostupné z: <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmstrm/cn-tables>

BARTESAGHI-KOC, Carlos, Paul OSMOND a Alan PETERS, 2019. Spatio-temporal patterns in green infrastructure as driver of land surface temperature variability: The case of Sydney. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* [online]. **83**, 101903. ISSN 1569-8432. Dostupné z: doi:10.1016/j.jag.2019.101903

BENEDICT, M.A. a E.T. MACMAHON, 2002. Green infrastructure: Smart conservation for the 21st century. *Renewable Resources Journal*. **20**(3), 12–17. ISSN 0738-6532.

BREIMAN, Leo, 2001. Random Forests. *Machine Learning* [online]. **45**(1), 5–32. ISSN 1573-0565. Dostupné z: doi:10.1023/A:1010933404324

COUNCIL OF EUROPE, 2000. *European Landscape Convention, Florence 2000* [online]. Dostupné z: <https://rm.coe.int/1680080621>

CULEK, Martin, ed., 1996. *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma. ISBN 978-80-85368-80-2.

ESRI, 2023. *ArcGIS Pro*. 2023. Redlands: ESRI.

FELDMAN, A, 2000. *Hydrologic Modeling System HEC-HMS: Technical Reference Manual*. Davis: US Army Corps of Engineers, Institute for Water resources, Hydrologic Engineering Center.

HALEŠOVÁ, Tat'ána a Marie KOTYZOVÁ, 2022. Grassing of Zone I in the Moravian Karst Protected Landscape Area. *The Nature Conservation Journal*. 40–43. ISSN 1210-258X.

HAMSTEAD, Zoé A., Peleg KREMER, Neele LARONDELLE, Timon MCPHEARSON a Dagmar HAASE, 2016. Classification of the heterogeneous structure of urban landscapes (STURLA) as an indicator of landscape function applied to surface temperature in New York City. *Ecological Indicators* [online]. **70**, Navigating Urban Complexity: Advancing Understanding of Urban Social – Ecological Systems for Transformation and Resilience, 574–585. ISSN 1470-160X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecolind.2015.10.014

HANSEN, Rieke a Stephan PAULEIT, 2014. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*. **43**, 516–529.

- HOLLSTEIN, Leah, 2021. Design with nature now, edited by Frederick Steiner, Richard Weller, Karen M'Closkey, and Billy Fleming. *Journal of Urban Affairs* [online]. **43**(2), 368–369. ISSN 0735-2166. Dostupné z: doi:10.1080/07352166.2020.1780876
- HUTENGS, C. a M. VOHLAND, 2016. Downscaling land surface temperatures at regional scales with random forest regression. *Remote Sensing of Environment* [online]. **178**, 127–141. ISSN 0034-4257. Dostupné z: doi:10.1016/j.rse.2016.03.006
- HUTCHINSON, M. F., 1989. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. *Journal of Hydrology* [online]. **106**(3), 211–232. ISSN 0022-1694. Dostupné z: doi:10.1016/0022-1694(89)90073-5
- CHATZIMENTOR, Anastasia, Evangelia APOSTOLOPOULOU a Antonios D. MAZARIS, 2020. A review of green infrastructure research in Europe: Challenges and opportunities. *Landscape and Urban Planning* [online]. **198**, 103775. ISSN 0169-2046. Dostupné z: doi:10.1016/j.landurbplan.2020.103775
- CHOI, Changsoon, Pam BERRY a Alison SMITH, 2021. The climate benefits, co-benefits, and trade-offs of green infrastructure: A systematic literature review. *Journal of Environmental Management* [online]. **291**, 112583. ISSN 0301-4797. Dostupné z: doi:10.1016/j.jenvman.2021.112583
- CHYTRÝ, Milan, Tomáš KUČERA a Martin KOČÍ, 2001. *Katalog biotopů České republiky: interpretační příručka k evropským programům Natura 2000 a Smaragd*. ISBN 80-86064-55-7.
- JANEČEK, Miloslav, Tomáš DOSTÁL, Jana KOZLOVSKY-DUFKOVÁ, Miroslav DUMBROVSKÝ, Josef HŮLA, Václav KADLEC, Jana KONEČNÁ, Pavel KOVÁŘ, Josef KRÁSA, Eliška KUBÁTOVÁ, Dominika KOBZOVÁ, Marie KUDRNÁČOVÁ, Ivan NOVOTNÝ, Jana PODHRÁZSKÁ, Jaroslav PRAŽAN, Eva PROCHÁZKOVÁ, Hana STŘEDOVÁ, František TOMAN, Jan VOPRAVIL a Josef VLASÁK, 2012. Ochrana zemědělské půdy před erozí. *Metodika*. 113. ISSN 978-80-87415-42-9.
- KORKOU, Maria, Ari K. M. TARIGAN a Hans Martin HANSLIN, 2023. The multifunctionality concept in urban green infrastructure planning: A systematic literature review. *Urban Forestry & Urban Greening* [online]. **85**, 127975. ISSN 1618-8667. Dostupné z: doi:10.1016/j.ufug.2023.127975
- KOVÁŘ, P., D. HEŘMANOVSKÁ a M. SŮVA, 2015. *DES RAIN* [online]. 2015. Dostupné z: <https://www.fzp.czu.cz/cs/r-6899-projekty-a-spoluprace-s-praxi/r-6924-aplikovane-vysledky/r-7329-software/des-rain-variable.html>
- KUČERA, Petr, Markéta FLEKALOVÁ, Lenka TRPÁKOVÁ, Jozef SEDLÁČEK, Daniel MATĚJKA a Darek LACINA, 2015. *Metodika koncepce uspořádání krajiny pro ochranu a obnovu kulturních, historických a přírodních hodnot území*. 2015. B.m.: Mendelova univerzita v Brně.
- LIU, Hongxiao, Perrine HAMEL, Léa TARDIEU, Roy P. REMME, Baolong HAN a Hai REN, 2022. A geospatial model of nature-based recreation for urban planning: Case study of Paris, France. *Land Use Policy* [online]. **117**, 106107. ISSN 0264-8377. Dostupné z: doi:10.1016/j.landusepol.2022.106107

LIU, Lumeng a Jianguo WU, 2022. Scenario analysis in urban ecosystem services research: Progress, prospects, and implications for urban planning and management. *Landscape and Urban Planning* [online]. **224**, 104433. ISSN 0169-2046. Dostupné z: doi:10.1016/j.landurbplan.2022.104433

MADUREIRA, Helena a Teresa ANDRESEN, 2014. Planning for multifunctional urban green infrastructures: Promises and challenges. *URBAN DESIGN International* [online]. **19**(1), 38–49. ISSN 1468-4519. Dostupné z: doi:10.1057/udi.2013.11

MAHMOUD, Mohammed, Yuqiong LIU, Holly HARTMANN, Steven STEWART, Thorsten WAGENER, Darius SEMMENS, Robert STEWART, Hoshin GUPTA, Damian DOMINGUEZ, Francina DOMINGUEZ, David HULSE, Rebecca LETCHER, Brenda RASHLEIGH, Court SMITH, Roger STREET, Jenifer TICEHURST, Mark TWERY, Hedwig VAN DELDEN, Ruth WALDICK, Denis WHITE a Larry WINTER, 2009. A formal framework for scenario development in support of environmental decision-making. *Environmental Modelling & Software* [online]. **24**(7), 798–808. ISSN 1364-8152. Dostupné z: doi:10.1016/j.envsoft.2008.11.010

MOOSAVI, Sareh, Anna HURLIMANN, Josh NIELSEN, Judy BUSH, Georgia WARREN-MYERS a Alan MARCH, 2023. Transforming the agency and influence of landscape architects in climate change actions: An empirical analysis of barriers and facilitators. *Landscape and Urban Planning* [online]. **234**, 104735. ISSN 0169-2046. Dostupné z: doi:10.1016/j.landurbplan.2023.104735

O'BRIEN, L., R. DE VREESE, M. KERN, T. SIEVÄNEN, B. STOJANOVA a E. ATMİŞ, 2017. Cultural ecosystem benefits of urban and peri-urban green infrastructure across different European countries. *Urban Forestry & Urban Greening* [online]. **24**, 236–248. ISSN 1618-8667. Dostupné z: doi:10.1016/j.ufug.2017.03.002

OPPELTOVÁ, Petra, Hana VAVROUCHOVÁ, Jozef SEDLÁČEK, Milan GERŠL, Ondřej ULRICH, Vítězslav VLČEK, Jana ŠIMEČKOVÁ, Kristýna KOHOUTKOVÁ a Radim KLAPÁRNÍK, 2022. Spatial Conflict Management in Hranice Karst with Emphasis on Nature Protection and Tourist Management. *Public recreation and landscape protection – with environment hand in hand...* [online]. (13), 322–327. ISSN 978-80-7509-831-3. Dostupné z: doi:DOI: 10.11118/978-80-7509-831-3

PENG, Jian, Xiaoxu HU, Sijing QIU, Yi'na HU, Jeroen MEERSMANS a Yanxu LIU, 2019. Multifunctional landscapes identification and associated development zoning in mountainous area. *Science of The Total Environment* [online]. **660**, 765–775. ISSN 0048-9697. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2019.01.023

QGIS.ORG, 2023. *QGIS Geographic Information System* [online]. 2023. B.m.: QGIS Association. Dostupné z: <http://www.qgis.org>

SEDLÁČEK, Jozef, Jana ŠIMEČKOVÁ, Milan GERŠL, Petr KUČERA, Hana VAVROUCHOVÁ, Vítězslav VLČEK, Pavel CHALOUPSKÝ, Radim KLEPÁRNÍK, Ondřej ULRICH a Kristýna KOHOUTKOVÁ, 2023. *Krajina v celku a krajina v detailu Mezioborový výzkum Hranického krasu* [online]. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN ISBN 978-80-7509-935-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.11118/978-80-7509-935-8>

SPRAGUE, RH, 1982. *JR. and ED Carlson, Building Effective Decision Support Systems*, Prentice-Hall. 1982. B.m.: Englewood Cliffs New Jersey.

STEINITZ, Carl, 2012. *A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*. B.m.: Esri. ISBN 978-1-58948-333-0.

VAN OORSCHOT, Janneke, Benjamin SPRECHER, Maarten VAN 'T ZELFDE, Peter M. VAN BODEGOM a Alexander P. E. VAN OUDENHOVEN, 2021. Assessing urban ecosystem services in support of spatial planning in the Hague, the Netherlands. *Landscape and Urban Planning* [online]. **214**, 104195. ISSN 0169-2046. Dostupné z: doi:10.1016/j.landurbplan.2021.104195

WELLMANN, Thilo, Angela LAUSCH, Erik ANDERSSON, Sonja KNAPP, Chiara CORTINOVIS, Jessica JACHE, Sebastian SCHEUER, Peleg KREMER, André MASCARENHAS, Roland KRAEMER, Annegret HAASE, Franz SCHUG a Dagmar HAASE, 2020. Remote sensing in urban planning: Contributions towards ecologically sound policies? *Landscape and Urban Planning* [online]. **204**, 103921. ISSN 0169-2046. Dostupné z: doi:10.1016/j.landurbplan.2020.103921

WHITE, R. a G. ENGELEN, 2000. High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems. *Computers, Environment and Urban Systems* [online]. **24**(5), 383–400. ISSN 0198-9715. Dostupné z: doi:10.1016/S0198-9715(00)00012-0

WU, Hong, John P. BOLTE, David HULSE a Bart R. JOHNSON, 2015. A scenario-based approach to integrating flow-ecology research with watershed development planning. *Landscape and Urban Planning* [online]. **144**, 74–89. ISSN 0169-2046. Dostupné z: doi:10.1016/j.landurbplan.2015.08.012

WU, Jinhua, Linyuan XIA, Ting ON CHAN, Joseph AWANGE a Bo ZHONG, 2022. Downscaling land surface temperature: A framework based on geographically and temporally neural network weighted autoregressive model with spatio-temporal fused scaling factors. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* [online]. **187**, 259–272. ISSN 0924-2716. Dostupné z: doi:10.1016/j.isprsjprs.2022.03.009

ZHANG, Kun a Ting Fong May CHUI, 2019. Linking hydrological and bioecological benefits of green infrastructures across spatial scales – A literature review. *Science of The Total Environment* [online]. **646**, 1219–1231. ISSN 0048-9697. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2018.07.355

Seznam obrázků

Obrázek 1 Vymezení řešeného území.....	8
Obrázek 2 Schéma postupu.....	14
Obrázek 3 Schéma výpočtu teploty povrchu pro jednotlivé scénáře (LST)	17
Obrázek 4 Schéma výpočtu potenciální retence	20
Obrázek 5 Graf zobrazující změnu vybraných typů využití území mezi lety 1868 (císařské otisky) a současným stavem (2022).....	26
Obrázek 6 Hodnocení dopadu vybraných činností na stav krajiny v Hranickém kras	27
Obrázek 7 Vyhodnocení parametru VUL	30
Obrázek 8 Vyhodnocení parametru RET	31
Obrázek 9 Vyhodnocení parametru LST	32
Obrázek 10 Vyhodnocení kumulativního efektu sledovaných parametrů	32
Obrázek 11 Zobrazení aktuálního stavu LULC (A) a scénářů kontrastního (B), realistického (C), ochranný (D).	34

Seznam tabulek

Tabulka 1 Základní charakteristika řešeného území.....	9
Tabulka 2 Prostorová charakteristika vrstvy mikropovodí, ploch s rozdílným způsobem využití a jednotlivých pozemků.....	18
Tabulka 3 Kritéria vstupující do multikriteriální analýzy zranitelnosti podzemních vod.....	19
Tabulka 4 Sady vstupních a od nich odvozených digitálních dat použitých při zpracování mapy.....	21
Tabulka 5 Porovnání zastoupení kategorií využití území v jednotlivých scénářích	33

6. Summary

A set of maps with scientific content focuses on the Hranice Karst, a hydrothermal karst located on a protrusion of Devonian and Paleozoic carbonate rocks near the town of Hranice in the Czech Republic. The aim of the analytical maps is to identify sensitive areas prone to groundwater contamination, increase water retention in the landscape, and simultaneously enhance its resilience to heat waves. The combination of these factors divides the territory into sensitive and resilient zones. The next step is to identify areas within the territory where land-use changes will achieve the greatest positive effect on enhancing the region's resilience—locations with the highest adaptive capacity. These factors enable the modeling of land-use changes and individual scenarios used for site identification. The evaluation of sensitivity and adaptive capacity is mapped onto micro-catchment areas. The set of maps mentioned above is complemented by descriptive maps that characterize the Hranice Karst region in terms of its natural, cultural, and perceptual characteristics.

B. Výkresová část

Hranický kras - Analytická mapa

Soubor map s odborným obsahem

Autoři:

Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník,
Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

Obsah

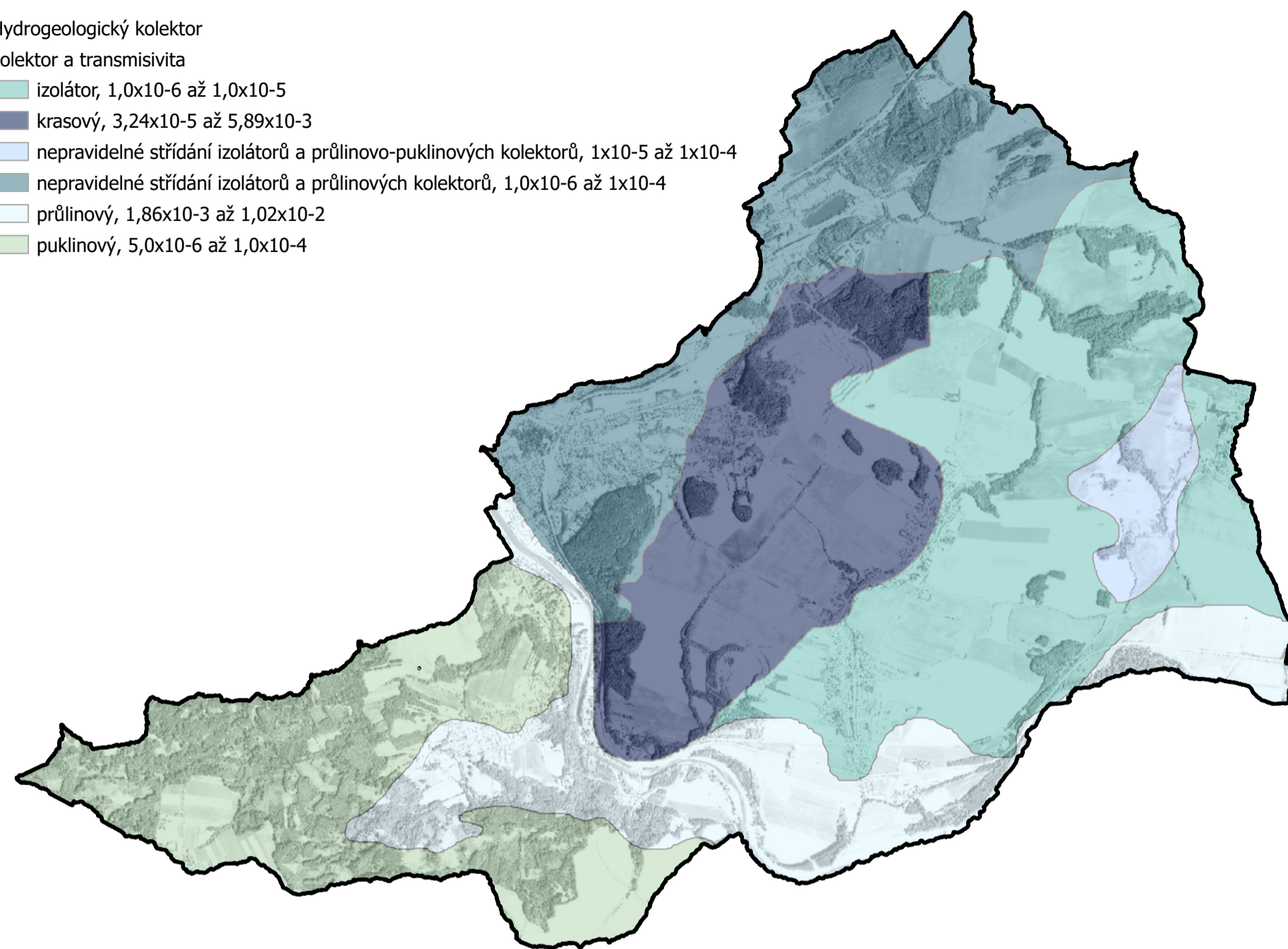
- 1/12 Mapa přírodních podmínek
 - 2/12 Mapa přírodních hodnot
 - 3/12 Mapa kulturně-historických hodnot 1/2
 - 4/12 Mapa kulturně-historických hodnot 2/2
 - 5/12 Percepce krajiny obyvateli
 - 6/12 Zranitelnost podzemních vod (parametr VUL) 1/2
 - 7/12 Zranitelnost podzemních vod (parametr VUL) 2/2
 - 8/12 Potenciální retence přívalových srážek (parametr RET)
 - 9/12 Teplota povrchu (parametr LST)
 - 10/12 Kumulativní zranitelnost (kombinace parametrů VUL, RET, LST)
 - 11/12 Testovací scénáře
 - 12/12 Problémová mapa
- Použitá literatura a zdroje

Mapa přírodních podmínek

Hydrogeologický kolektor

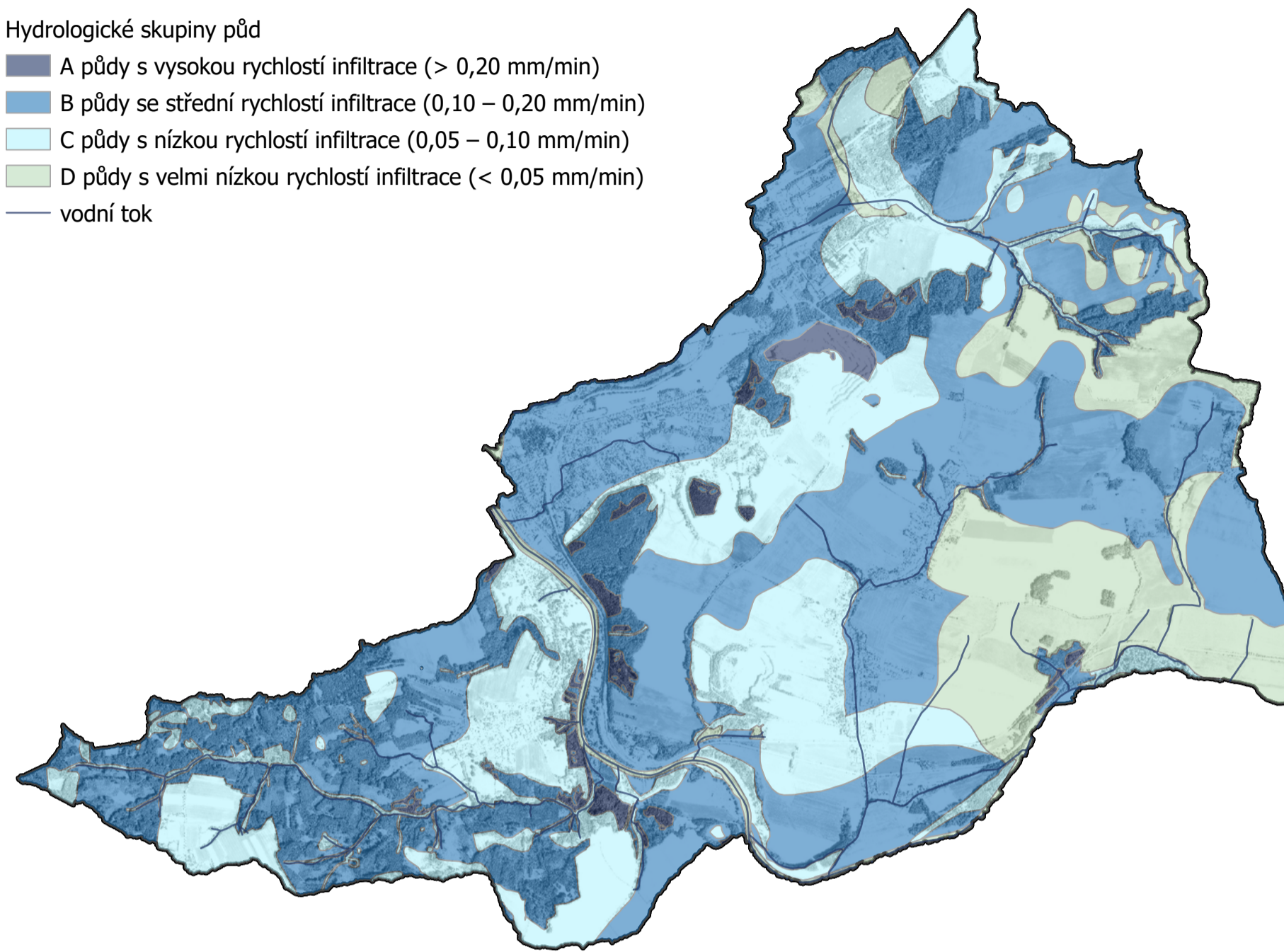
kolektor a transmisivita

- izolátor, $1,0 \times 10^{-6}$ až $1,0 \times 10^{-5}$
- krasový, $3,24 \times 10^{-5}$ až $5,89 \times 10^{-3}$
- nepravidelné střídání izolátorů a průlinovo-puklinových kolektorů, 1×10^{-5} až 1×10^{-4}
- nepravidelné střídání izolátorů a průlinových kolektorů, $1,0 \times 10^{-6}$ až 1×10^{-4}
- průlinový, $1,86 \times 10^{-3}$ až $1,02 \times 10^{-2}$
- puklinový, $5,0 \times 10^{-6}$ až $1,0 \times 10^{-4}$



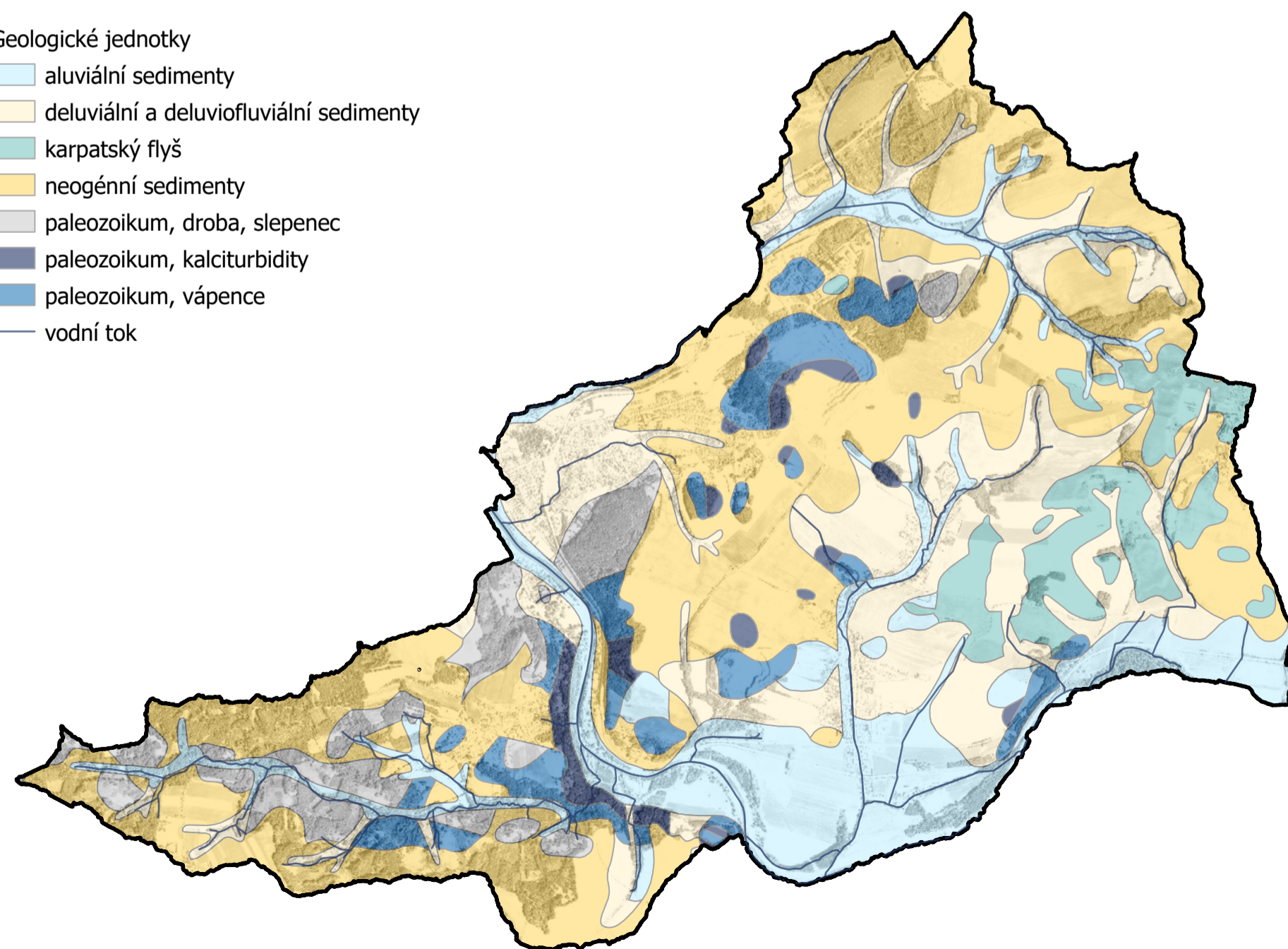
Hydrologické skupiny půd

- A půdy s vysokou rychlostí infiltrace ($> 0,20$ mm/min)
- B půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,10 - 0,20$ mm/min)
- C půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,05 - 0,10$ mm/min)
- D půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,05$ mm/min)
- vodní tok



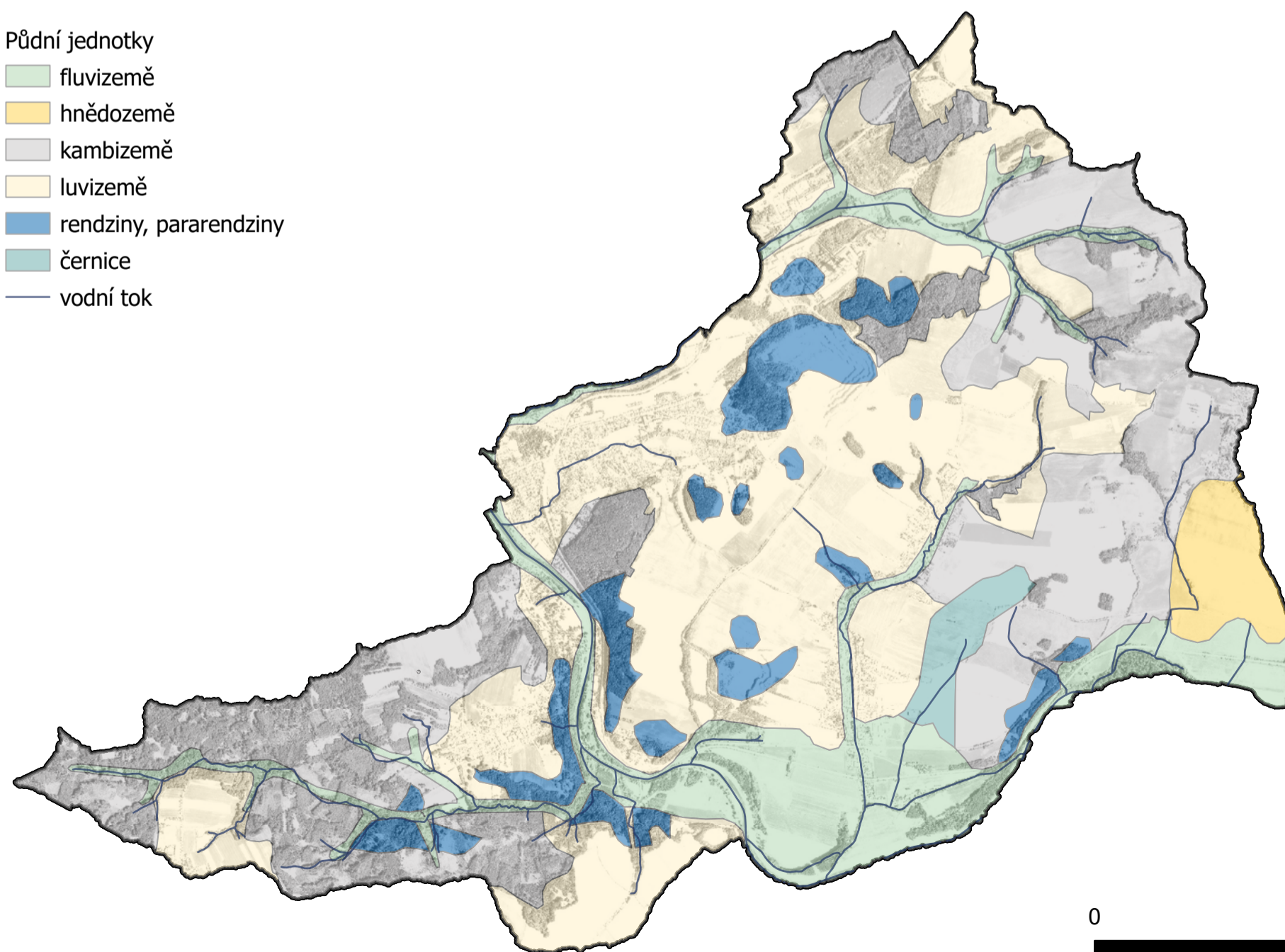
Geologické jednotky

- aluviální sedimenty
- deluviální a deluviofluviální sedimenty
- karpatský flyš
- neogénní sedimenty
- paleozoikum, droba, slepenec
- paleozoikum, kalciturbidity
- paleozoikum, vápence
- vodní tok



Půdní jednotky

- fluvizemě
- hnědozemě
- kambizemě
- luvizemě
- rendziny, pararendziny
- černice
- vodní tok



Hydrogeologický kolektor

Hodnocení transmisivity kolektorů vyjadřuje rychlost, kterou se voda v podzemí pohybuje. Je indikátorem, jak snadno a jak rychle se mohou případná znečištění dostat do podzemních vod a jak rychle se mohou v tomto prostředí šířit.

Osu území podél řeky Bečvy pokrývá průlinový kolektor s vysokou rychlostí transmisivity. Toto území je kritické z hlediska výskytu případných znečišťujících látek, neboť jejich přechod do podzemí a jejich následný pohyb zde je velmi rychlý. Znečištění zde může putovat snadno na velké vzdálenosti. Svahy severně od koryta Bečvy na východě území, mezi Černotínem a Špičkami tvoří izolátor. Zde je transmisivita velmi nízká a jedná se tak o plochy poměrně bezpečné z hlediska případného znečištění. Krasový kolektor je vázaný na plochy vápenců.

Hydrologické skupiny půd

Půdy se podle svých hydrologických vlastností rozdělují do čtyř skupin. Základem pro rozdělení do skupin je rychlost infiltrace vody do půdy bez pokryvu po dlouhodobém sycení. Při příliš vysoké rychlosti infiltrace hrozí vyplavování živin z půdy, ale i průnik potenciálně ohrožujících látek do podzemních vod. Na druhou stranu, rychlost infiltrace by neměla být příliš nízká, protože v tomto případě by voda nebyla schopná vsáknout se do půdy a způsobovala by vodní erozi.

V území převažují půdy se střední rychlostí infiltrace. Půdy s velmi vysokou rychlostí infiltrace leží na minimální ploše území a jsou vázané na plochy vápenců.

Geologické jednotky

Osu území podél řeky Bečvy tvoří aluviální sedimenty. Ty leží velmi často i v okolí menších vodních toků. Největší plochu území pokrývají neogénní sedimenty. Ty se rozkládají v lesích v okolí Teplíc nad Bečvou a v území mezi Černotínem, Hůrkou a Kunčicemi. Ve střední části území jsou ostrůvkovitě rozestě výchozy vápenců, na které jsou vázané i kalciturbidity. Východní část území mezi Černotínem a Špičkami tvoří ostrůvky karpatského flyše. Flyš tvoří vrstvy sedimentárních hornin a jílu, které se střídají. Rozdílnými vlastnostmi těchto vrstev dochází často k nestabilitě takových území a k půdním sesuvům během přívalových dešťů. Na některých místech se vyskytují ještě ostrůvky drob a slepenců, například podél potoka Krkavec jižně od Teplíc nad Bečvou.

Půdní jednotky

Podél řeky Bečvy a dalších menších vodních toků leží fluvizemě. Největší část území pokrývají luvizemě. Ty leží zejména severně od Bečvy, mezi Černotínem a Hranicemi. Jižně od Bečvy leží v okolí Teplíc nad Bečvou. Další významně zastoupenou půdní jednotkou jsou kambizemě. Ty jsou vázané na lesní porosty mezi Valšovicemi a Teplícemi nad Bečvou a dále na východě území v okolí Špiček až ke Kunčicím. Na ostrůvky vápenců jsou vázané rendziny a pararendziny. Hnědozemě a černice jsou zastoupeny jen minimálně jako ostrůvky na východě území severně od Bečvy.

Hranický kras – Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Mapa přírodních podmínek

Soubor map:
Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence přívalových srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

Autoři:

Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

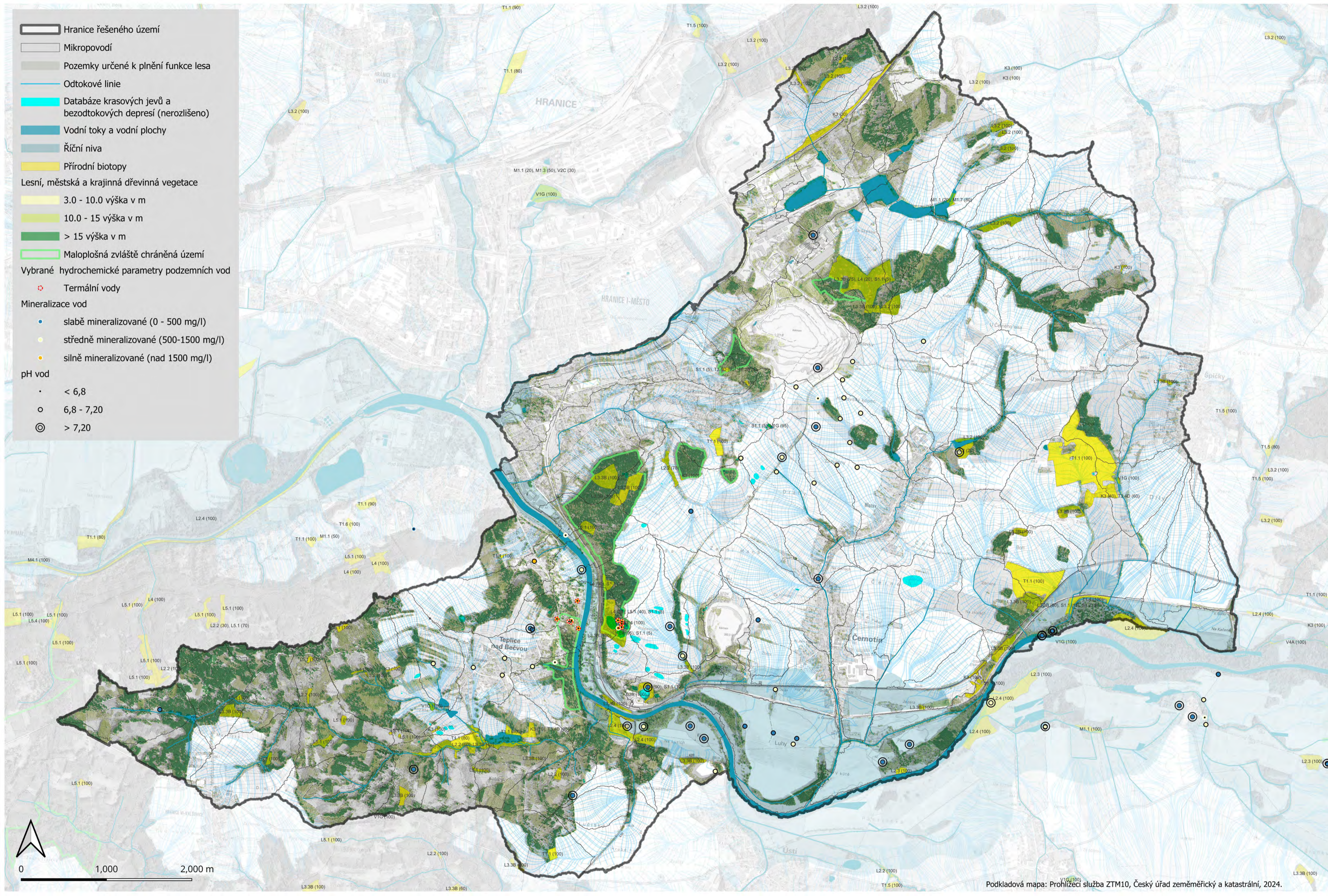
Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

M 1:16 000

Mapa č.

1/12

0 2 km



Mapa přírodních hodnot

Pozemky určené k plnění funkce lesa

Většina řešeného území má charakter zemědělského půdního fondu s vysokým procentem zornění. Lesní porosty mají mírně nižší celkovou výměru oproti celostátnímu průměru (průměr ČR 37 %). Lesnatost se výrazně liší dle obcí, pohybuje se od minimálního podílu do 10 % (Ústí, Černotín) až po přibližně 60 % zalesnění Teplic nad Bečvou. Převaha lesních porostů se nachází v severní a severozápadní části řešeného území, zde tvoří souvislejší celky. Ve zbytku území jsou lesní porosty zastoupeny ostrůvkovitě v převažující orné půdě s výrazně stabilizační funkcí. Většinu porostů tvoří lesy listnaté, část tvoří lesy smíšené a menšinou jsou zastoupeny jehličnaté lesní porosty. Lesní porosty jsou většinou ve správě jednotlivých obcí či Lesů ČR, často jsou spojeny se zvláštním režimem ochrany přírody (např. NPR a EVL Hůrka u Hranic, PP Malá a Velká Kobylanka, NPR Zbrašovské aragonitové jeskyně a PP V oboře a Nad Kostelíčkem). Dřevinná vegetace je dále doplňkově diverzifikována dle výšky porostu (kategorie do 10 m, do 38 m a nad 38 m).

Krasové jevy

Krasové jevy zahrnují identifikované a potenciální krasové jevy. Za potenciální krasové jevy jsou považovány bezodtokové deprese, které byly vymezeny na základě digitálního modelu terénu (DMP 2021) a následně dokumentovány v terénu (vč. odběrů a analýzy půdních vzorků). Převážná část těchto ploch je v současné době zemědělsky využívána (zejména jako orná půda). Evidované krasové jevy mají charakter jeskyní a závrtů, mezi nejvýznamnější patří Hranická propast.

Vodní toky a vodní plochy

Řešené území je geomorfologicky silně diverzifikováno a z hydrologického hlediska je lze rozdělit do několika desítek mikropovodí. Vzhledem k tomu, že v území docházelo k intenzivní těžbě šterkopísků, nachází se zde také četné vodní plochy (hydriká rekultivace postěžebních prostor v okolí Hustopeč nad Bečvou). Významnější jsou zastoupeny rybníky na území Teplic nad Bečvou.

Říční niva

Údolní niva byla vymezena na základě tvaru reliéfu a geologických a hydrologických charakteristik území. Tato území jsou vyplněna říčními sedimenty se zástupci zejména RSG Fluvisols. Bezprostřední okolí řeky Bečvy je v územních plánech vymezeno převážně jako plocha přírodní (typicky součást funkčního či navrhovaného biokoridoru). Navazující plochy jsou zpravidla využívány jako orná půda.

Přírodní biotopy

Celá oblast se nachází v Hranickém bioregionu (3.4). V něm převládá biota 3. dubo-bukového stupně s převažujícími dubohabrovými háji. V druhovém zastoupení je možné sledovat prolinání karpatského a hercynského předhůří, typická je absence horských druhů (Culek 1996). Pro území jsou dle klasifikace Chytrého et al. (2001) typické zejména západokarpatské dubohabřiny (L3.3 B) a mezofilní ovsíkaté louky (T1.1).

Vybrané hydrochemické parametry podzemních vod

Podzemní vody lze rozdělit do různých skupin podle jejich základních fyzikálněchemických parametrů, příp. dále podle tzv. skupinových stanovení. Takováto dělení jsou názorná a přehledná pro velké spektrum uživatelů. Možnosti přiřazování do skupin obvykle vycházejí z platných norem, z uzaných přístupů daného oboru, anebo vznikají na základě poznatků a požadavků daných řešenou problematikou.

Skupiny pH byly určeny, tak, aby zřetelně vymezovaly vody kyselé, alkalické a v rozšířené úrovni vody neutrální. Obvykle využívané skupiny, a to silně kyselé (pH pod 3,5) a silně alkalické (pH nad 8,5) nejsou pro dané území dostatečné.

Na základě obvykle přijímaných pravidel byly podle teploty vody rozděleny na:

- podle přirozené teploty na vody studené (do 20 °C),
- termální, resp. termální vlnné (do 35 °C).

Podle celkové mineralizace byly vody rozděleny na:

- slabě mineralizované (0 - 500 mg/l)
- středně mineralizované (500 - 1500 mg/l)
- silně mineralizované (nad 1500 mg/l)

Hranický kras – Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Mapa přírodních hodnot

Soubor map: Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence příválových srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

Autoři:

Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

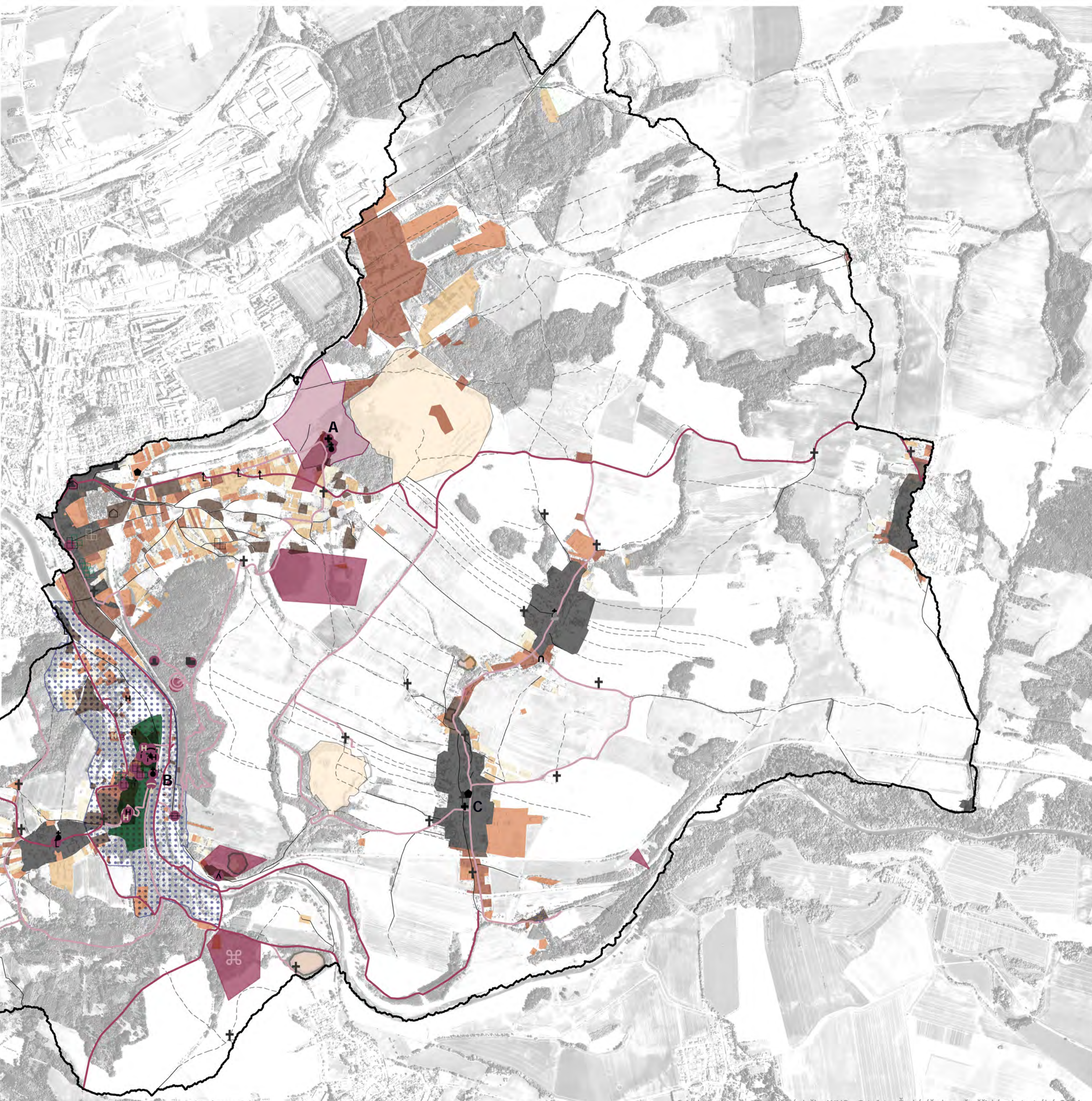
M 1:16 000

Mapa č.

2/12

- Historicko-kulturní hodnoty**
- Významná architektura
středověk
- zřícenina hradu
- městanská architektura
- ⬜ městanský dům
- sakrální architektura
- ✙ kaple
 - ✙ kostel
 - ✙ kříž
 - † boží muka
 - pomník
 - ▲ socha, sousoší
 - ▲ socha, sousoší zaniklé
19. století
- ☼ mlýn vodní
 - ⋈ vápenka
 - ⌒ kamenný most
- historismus
- ⌒ lázeňský dům
 - ⌒ pavilon s minerálním pramenem
 - ⌒ rodinný dům
- secese
- ⌒ rodinný dům
- funkcionalismus
- ⌒ lázeňský hotel
 - ⌒ pavilon s minerálním pramenem
 - ⌒ rodinný dům
 - ⌒ budova nádraží
 - ⌒ industriální objekt
 - ⌒ kabiny pro říční koupaliště zaniklé
 - ⌒ zábradlí
 - ⌒ autobusová zastávka
- poválečná architektura
- ⌒ budova tenisového klubu
- A** kostel Narození Panny Marie se hřbitovem, raně barokní kapli Sv. Jana Paduánského a křížovou cestou
B barokní kaple Sv. Peregrina na lázeňské kolonádě v Teplicích nad Bečvou
C kostel Sv. Cyrila a Metoděje v Černotíně postavený k tisíciletému výročí příchodu soluňských bratrů na Velkou Moravu

- Ⓛ autobusová zastávka
 - Ⓛ pavilon s minerálním pramenem
- památková ochrana
- kulturní památka
- Zaniklá osídlení
- zaniklá osídlení
- ⊙ osídlení z doby kamenné
 - ⊕ raně středověké hradiště
- Historický vývoj zástavby
- zástavba do roku
- 1830
 - 1880
 - 1955
 - 1989
 - 2005
 - 2022
- Historicko-kulturní hodnoty plošné
- kulturní památky
- archeologická lokalita
 - památkově zajímavé plochy ZAKA
 - ochranné pásmo kostela Narození Panny Marie
 - lázeňský zákon
 - lázeňské místo Teplice nad Bečvou
- doklad využívání krajiny člověkem
- lom aktivní
 - lom zaniklý
- Historicko-kulturní hodnoty liniové
- cestní síť
- historická
 - zaniklá
- značené cesty v krajině
- cyklotrasa
 - turistická a naučná stezka



Mapa kulturně-historických hodnot 1/2

Prvky plošné a bodové
 Území Hranického krasu je bohaté na výskyt prvků, které dokládají historický vývoj území a kulturu daného regionu. Mezi nejstarší doklady osídlení území patří 6 archeologických lokalit, které jsou kulturními památkami a dokládají lidské osídlení od starší doby kamenné až po dobu raně středověkých hradišť. Stopy středověku v krajině zanechala zřícenina hradu Svrčův a pozůstatky obranných valů hradiska Hradištěk v Ústí. Období baroka a tehdejší křesťanskou společnost připomíná množství drobných sakrálních staveb v otevřené zemědělské krajině, zejména křížků.

Fenomémem Hranického krasu jsou z kulturně-historického hlediska zejména lázně v Teplicích nad Bečvou. První písemná zmínka o lázních pochází z 16. století. Nejvýznamnějším obdobím pak byla první polovina 20. století, konkrétně 30. léta a období funkcionalismu. Dominantní budova lázeňského hotelu Bečva na nábřeží řeky, budova kotelny ve svahu nad ním a budova pošty, všechny stavby od architekta Karla Kotase ve funkcionalistickém stylu, vytváří unikátní lázeňský komplex. Průmyslová budova kotelny se strojovnou tento komplex navzdory odlišnému účelu doplňuje. Karel Kotas dále navrhl vodojem na Beránce, zábradlí na nábřeží Bečvy v lázních a unikátní objekt kabinek pro říční koupaliště (dnes bohužel dochováno jen torzo nosných sloupů). Vyvýšená konstrukce kabinek jasně dokládá adaptaci na časté záplavy v okolí Bečvy. Karlu Kotasovi se připisuje i úprava lázeňského parku, který je kulturní památkou a zcela zásadně dotváří charakter lázní. Vytvořil koncept cest a volných pasek, které se střídaly se skupinami dřevin. Dále vytvořil promenádu na nábřeží a nastavil tak dnešní koncept parku.

V Teplicích nad Bečvou stojí dále 3 funkcionalistické rodinné vily. Dvě z nich navrhl architekt Karel Caivas, a to sice vilu Oskara Lea Sterna a vilu Františka Poledny. Výjimečná je zejména vila Oskara Lea Sterna, která byla obklopena zahradou podle návrhu zahradního architekta Josefa Minibergera. Významná je i budova železniční stanice postavená dle návrhu architekta Josefa Dandy. Areál lázní významným způsobem dotváří pavilony s minerálními prameny. Jedná se o pavilon Kropáčova pramene v neoklasicistním slohu, funkcionalistický pavilon Gallašova pramene a dále o pavilon Jurikova pramene ze 70. let a Janáčkův pavilon z 90. let 20. století. Průmyslovou epochu 19. století připomíná zejména areál vápenky v Černotíně, která stojí u již neaktivního lomu. Jedná se o ojedinělý soubor technických památek, který ukazuje historii a vývoj těžby a zpracování vápence. Památkově chráněné jsou 3 vápenky, 3 provozní budovy, strojovna vápenice a areál bývalého lomu. Pro území je zcela typická právě těžba nerostných surovin, zejména vápence a šterkopisků. Kromě historických lomů zde lze nalézt dva činné vápencové lomy. V případě plochy většího lomu je v budoucnu plánováno rozšíření dobovacího prostoru směrem k obci Černotín.

Liniové prvky
 Dalším faktorem determinujícím hodnotu krajiny pro člověka je prostupnost krajiny. Ve srovnání s rokem 1830 do současnosti (rok 2021) se v řešeném území snížila souhrnná délka cest o 71 km. Zanikly zejména polní cesty, které umožňovaly lidem ze vsí přímý vstup na zemědělské pozemky. Naopak 41 km cest je historických (lze je pozorovat již na mapových podkladech z roku 1830). Vzhledem k tomu, že jde o turisticky atraktivní území, některé cesty mají v současnosti využití jako turistické stezky, cyklostezky či naučné trasy.

Hranický kras – Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Mapa kulturně-historických hodnot 1/2

Soubor map:
 Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence příválových srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

Autoři:
 Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

M 1:16 000

Mapa č.
3/12

Podkládávací mapa poskytlá služba WMS - Ortofoto, Český úřad zeměměřický a katastrální, 2014.

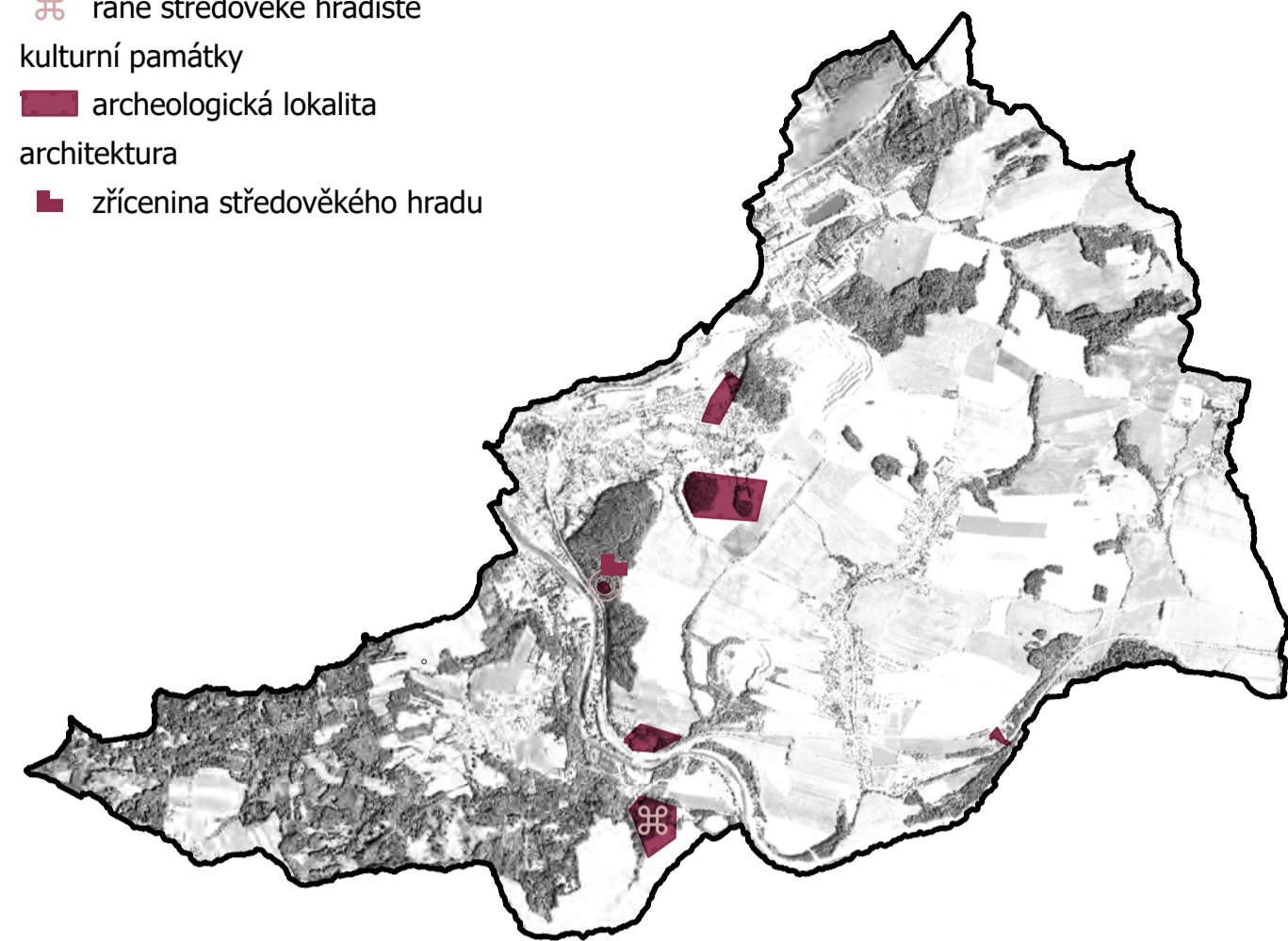
Nejstarší osídlení

zaniklá osídlení

- osídlení z doby kamenné
- ⊞ raně středověké hradiště

kulturní památky

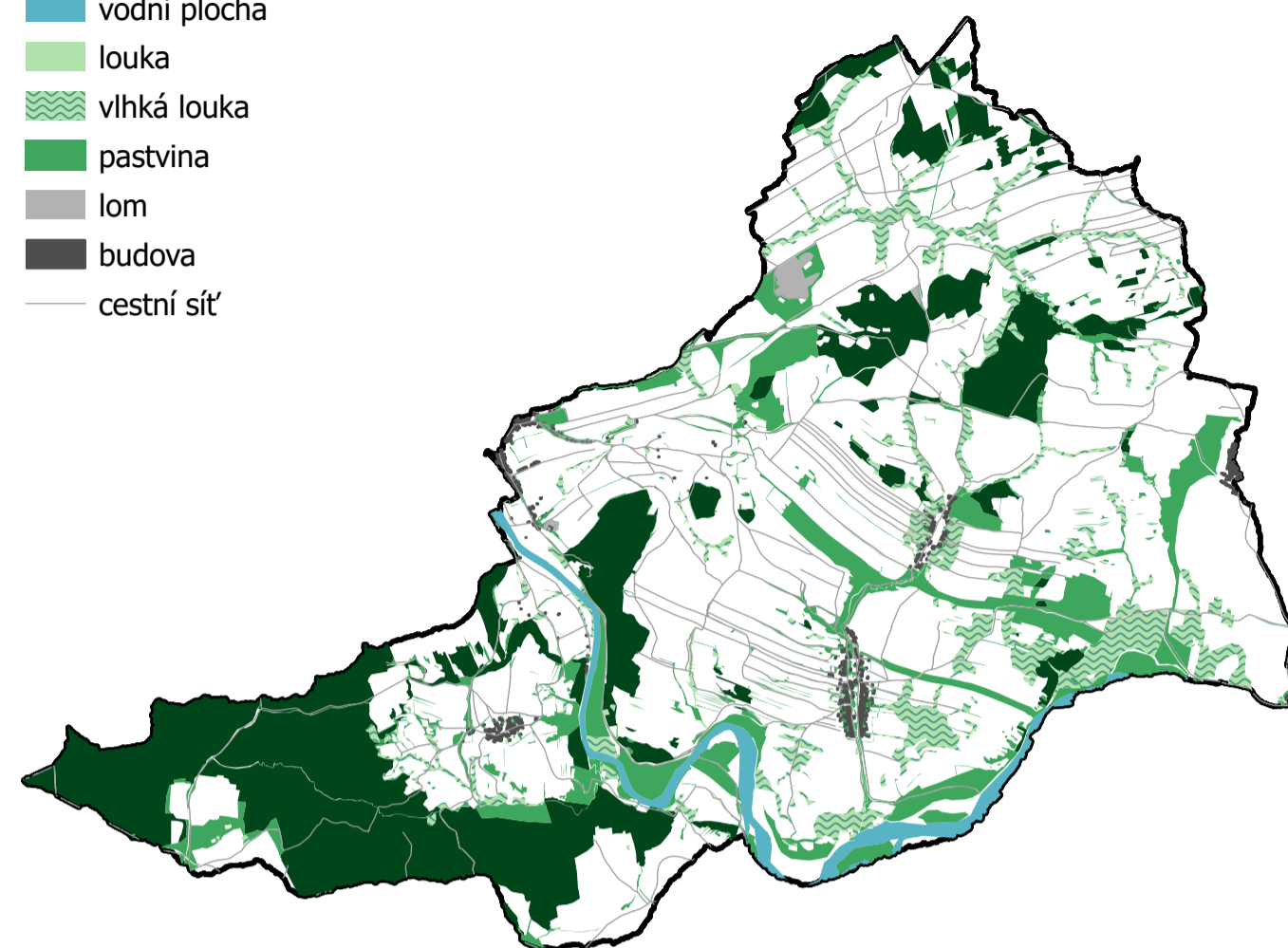
- archeologická lokalita
- architektura
- zřícenina středověkého hradu



Stav krajiny v roce 1830

land use

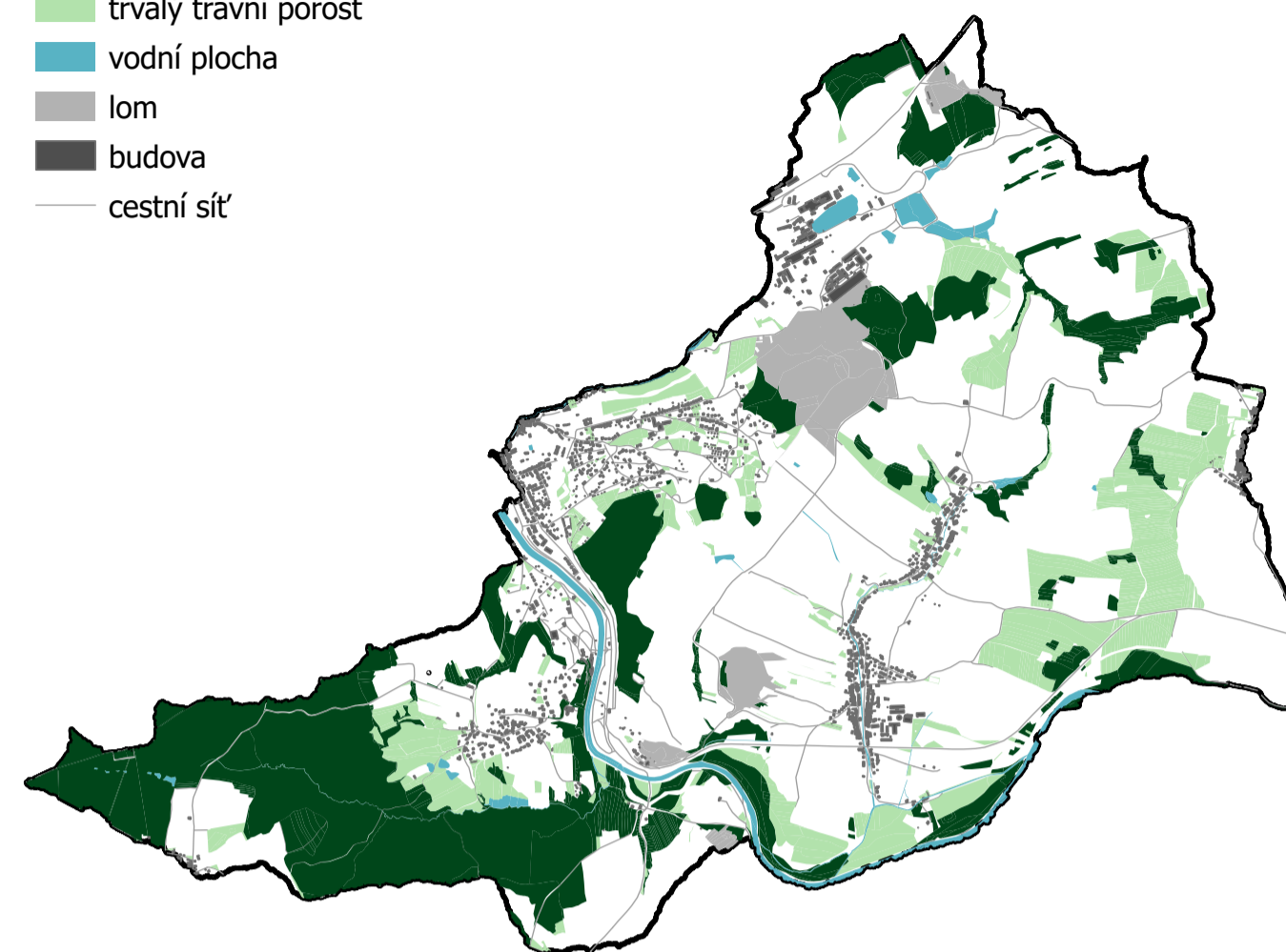
- les
- vodní plocha
- louka
- vlhká louka
- pastvina
- lom
- budova
- cestní síť



Stav krajiny v roce 2021

land use

- lesní pozemek
- trvalý travní porost
- vodní plocha
- lom
- budova
- cestní síť



Mapa kulturně-historických hodnot 2/2

Pro tvorbu souhrnné mapy definující kulturně historický potenciál území byly využity samostatné prostorové analýzy identifikující:

- nejstarší osídlení
- stav krajiny v roce 1830
- stav krajiny v roce 2021
- historický vývoj zástavby od roku 1830 do současnosti
- historicko-kulturní hodnoty bodové (významná architektonická díla)
- historicko-kulturní hodnoty plošné

Při tvorbě těchto podkladů byla provedena analýza historických mapových podkladů (mapy II. a III. vojenského mapování, mapy Stabliniho katastru, letecké měřické snímky z různých období, ortofotomapy z různých let). Dalšími zdroji informací byl Památkový katalog Národního památkového ústavu, územní plány obcí v řešeném území a terénní průzkum.

Další dílčí analýzou dokreslující kontext historického vývoje území byla identifikace změn využití krajiny. Analýza byla provedena na základě georeferencovaného a digitalizovaného katastrálního aparátu z roku 1848 (císařské otisky) a archivních leteckých snímků z let 1947 a 1954, tento historický stav byl srovnán se současným právním stavem (KN-2021). Kromě ploch byla dále sledována změna prostupnosti krajiny (také viz Mapa kulturně-historických hodnot 1/2).

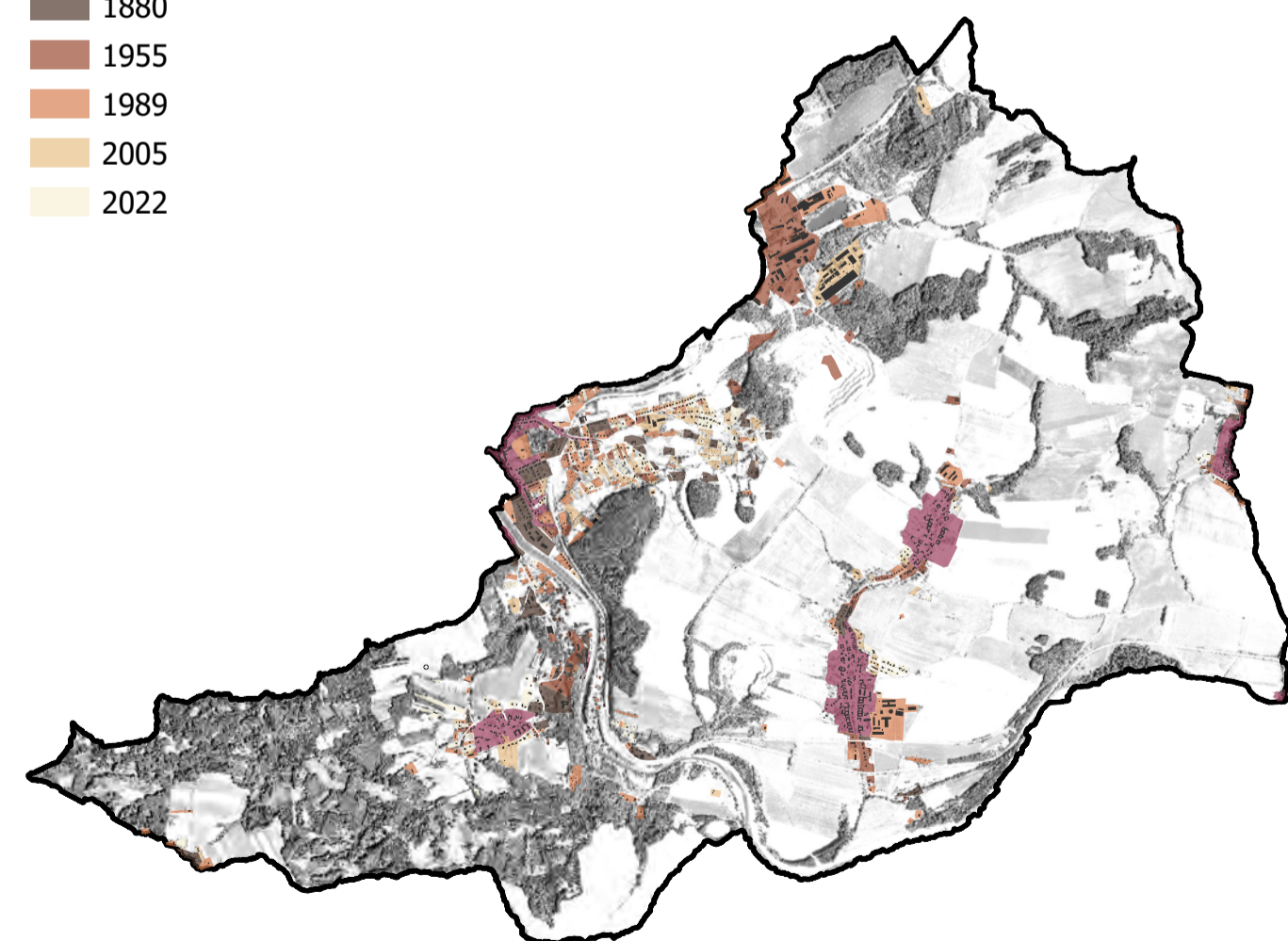
Zvýšený antropický tlak na území je zřejmý, významným trendem v území je kromě rozrůstání zástavby, také rozšiřující se plocha dobývacích prostor, která v řešeném území představuje poměrně dominantní zábor půdy (zejména orné půdy, ale i pastvin a lesních porostů). Pro území je také symptomatická změna vnitřní struktury orné půdy (sclování půdních bloků do větších celků) spojená s výrazným snížením podílu rozptýlené zeleně a prostupnosti krajiny. Snížení prostupnosti krajiny a zvýšení fragmentace území jsou zesíleny významnými paralelními liniovými stavbami národního a mezinárodního významu (dálnice a silnice I. třídy, železnice dimenzovaná na vysokorychlostní trať). Tyto stavby se navíc kříží s migračními koridory pro velké savce a vytvářejí bariéry jejich přirozeného pohybu mezi Moravskoslezskými Beskydy a Jeseníky. Zřejmé jsou také úpravy koryta řeky Bečvy (významné prostorové změny z hlediska lokalizace koryta a jeho přirozené zóny rozlivu).

Historická struktura využití krajiny je patrná zejména na příkladu lesních porostů, v jejichž rámci nedošlo k výrazným prostorovým změnám (viz Mapa přírodních hodnot). Obdobně je prostorové rozložení luk a pastvin, v jejichž rámci lze také identifikovat permanentní struktury, je však patrný trend směrem k monofunkčnímu využití a sclování ploch, symptomatický je nízký podíl rozptýlené zeleně. Proměna vnitřní struktury zemědělské půdy je obousměrná (zatravnění orné půdy, rozorání pastvin a luk), výjimečně byly pastviny přeměněny na zahrady a ovocné sady. V některých případech došlo k zalesnění, spíše v případě vlhčích lokalit, anebo přímo k tvorbě vodních ploch. Minoritní plocha byla zastavěna.

Historický vývoj zástavby

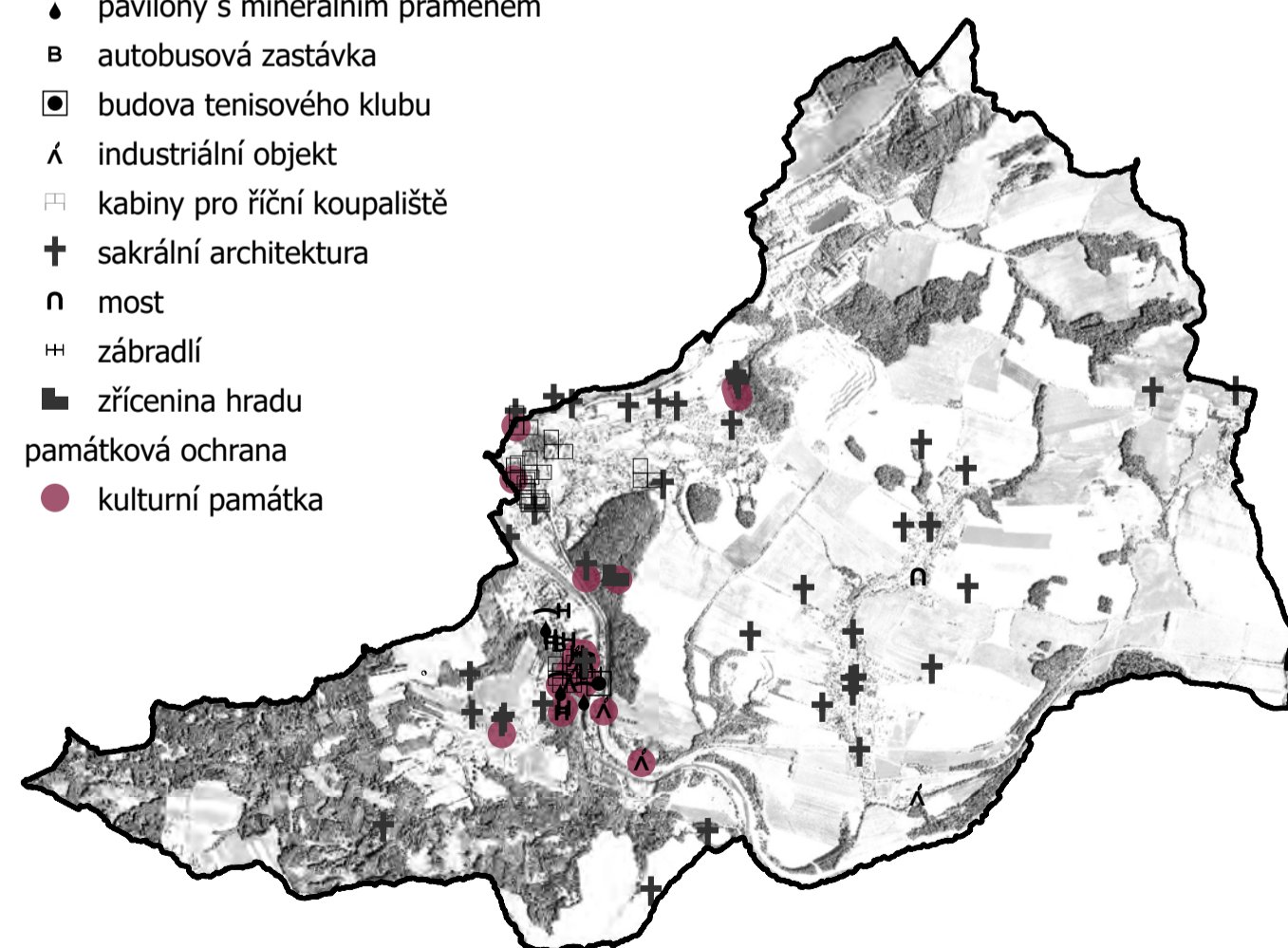
zástavba do roku

- 1830
- 1880
- 1955
- 1989
- 2005
- 2022



Významná architektonická díla

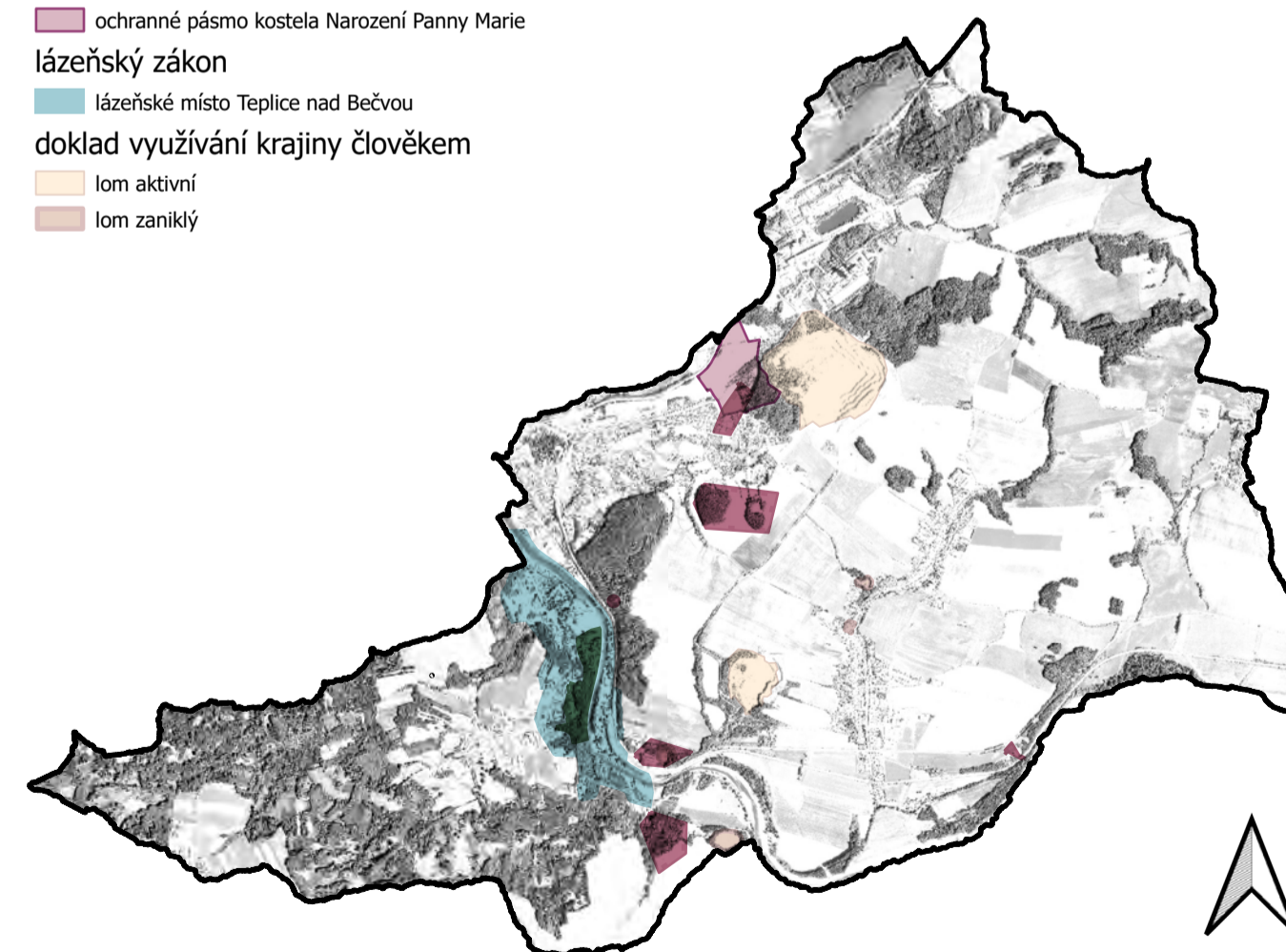
- lázeňský dům
- městský dům
- pavilony s minerálním pramenem
- autobusová zastávka
- budova tenisového klubu
- industriální objekt
- kabiny pro říční koupaliště
- sakrální architektura
- most
- zábradlí
- zřícenina hradu
- památková ochrana
- kulturní památka



Historicko-kulturní hodnoty plošné

kulturní památky

- archeologická lokalita
- památkově zajímavé plochy ZAKA
- ochranné pásmo kostela Narození Panny Marie
- lázeňský zákon
- lázeňské místo Teplice nad Bečvou
- doklad využívání krajiny člověkem
- lom aktivní
- lom zaniklý



Hranický kras – Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Mapa kulturně-historických hodnot 2/2

Soubor map:
Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence přívalemých srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

Autoři:

Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

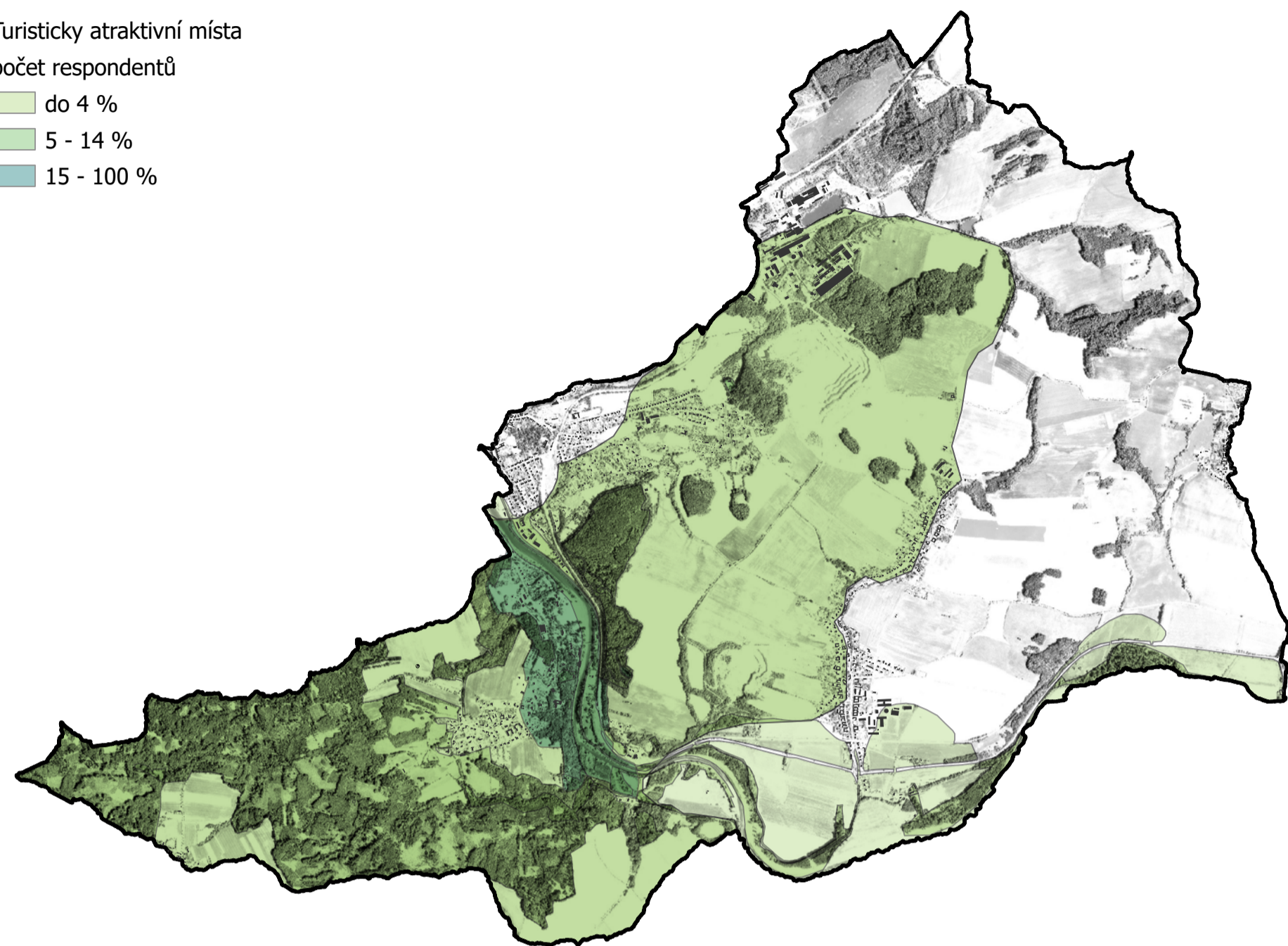
Mapa č.

4/12

0 2 km

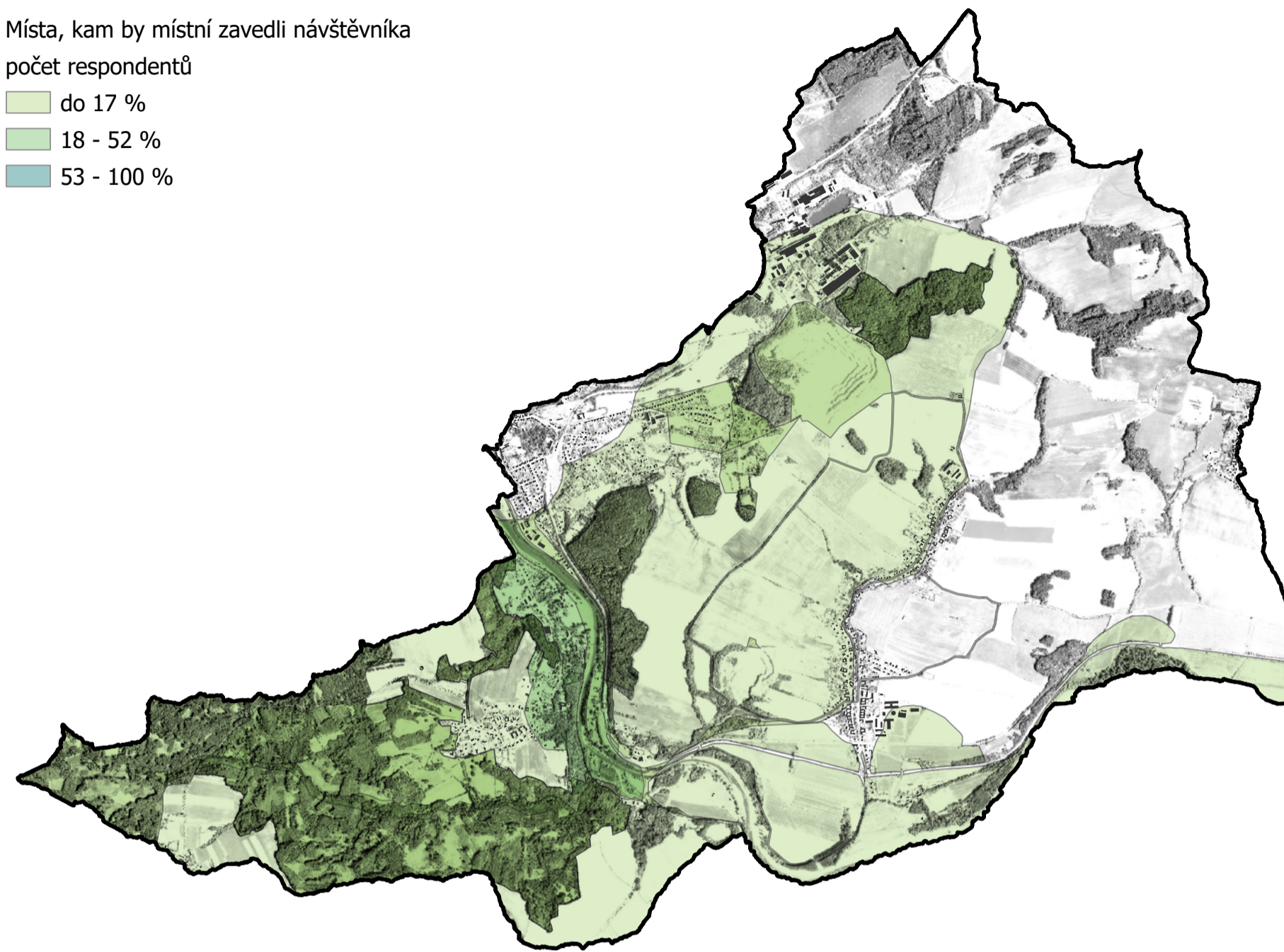
Turisticky atraktivní místa
počet respondentů

- do 4 %
- 5 - 14 %
- 15 - 100 %



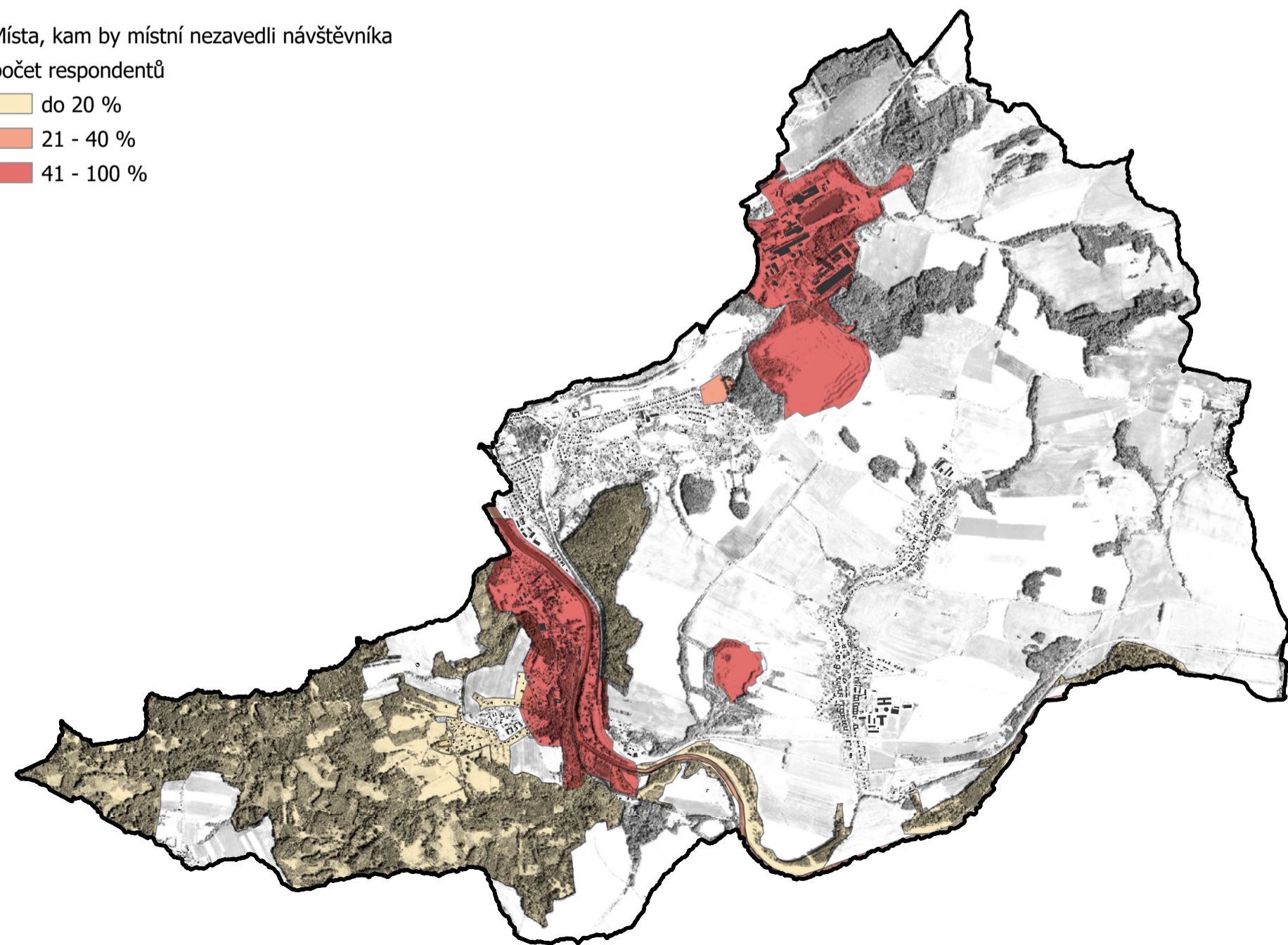
Místa, kam by místní zavedli návštěvníka
počet respondentů

- do 17 %
- 18 - 52 %
- 53 - 100 %



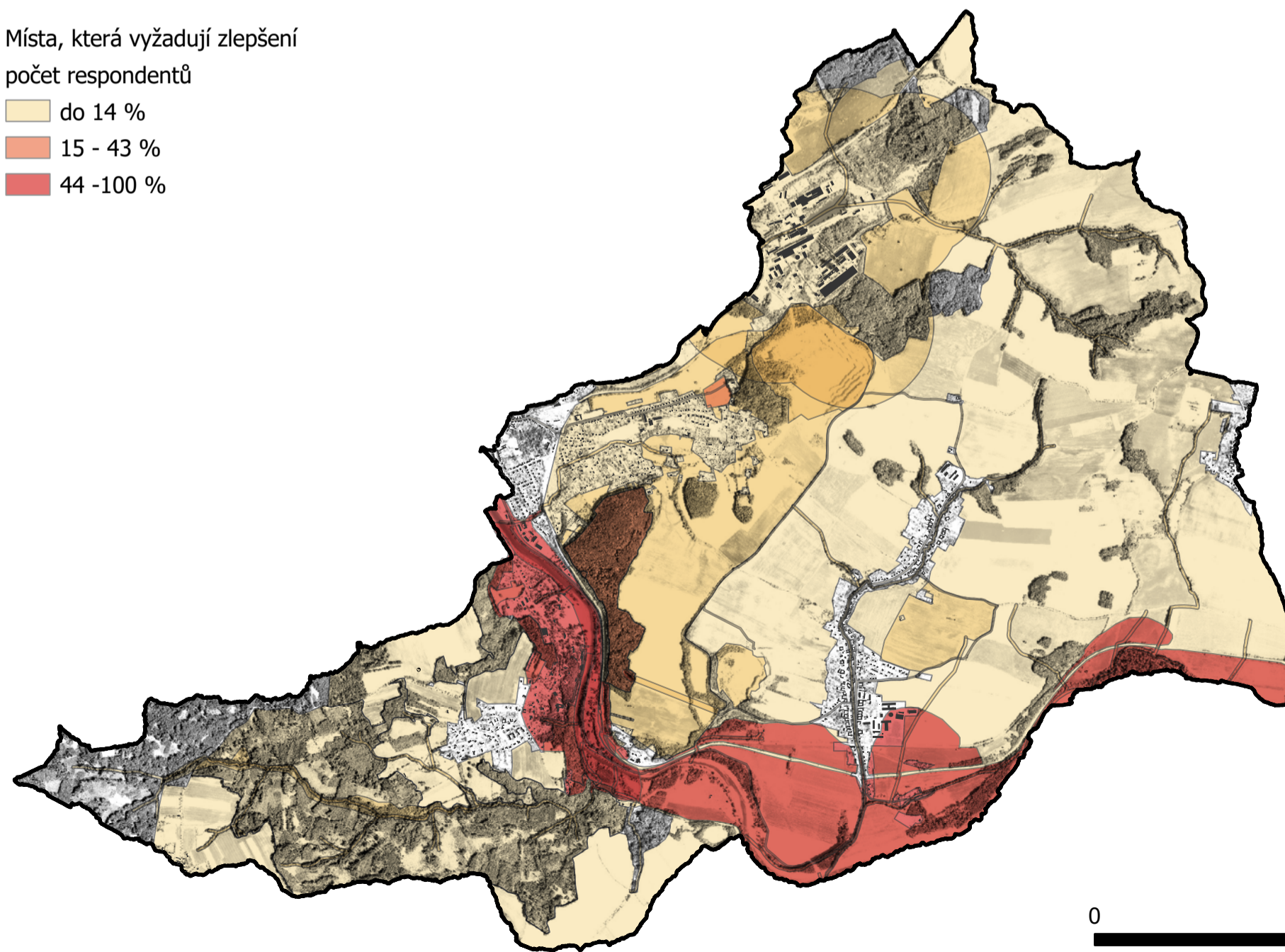
Místa, kam by místní nezavedli návštěvníka
počet respondentů

- do 20 %
- 21 - 40 %
- 41 - 100 %



Místa, která vyžadují zlepšení
počet respondentů

- do 14 %
- 15 - 43 %
- 44 - 100 %



Percepce krajiny obyvateli

V období duben-srpen 2022 obyvatelé Hranického krasu odpovídali v online dotazníkovém šetření zaměřeném na identifikaci hodnotných a problémových míst a vnímání možných hrozeb a rizik ovlivňujících jejich blízké okolí. Zapojilo se 150 osob ze 17 různých obcí širšího regionu, mezi respondenty dominovali obyvatelé Hranic (téměř 2/3 zúčastněných). Přibližně čtvrtina respondentů pocházela z blízkého okolí Hranic (Černotín, Skalička, Teplice na Bečvou a Ústí). Ve vzorku převažovali respondenti ve věkové kategorii nad 35 let (více než dvě třetiny všech respondentů). Většina respondentů (84 %) žije v území minimálně posledních 15 let. Ve vzorku dominovaly ženy (56 %). Téměř všichni respondenti nezávisle na vzdálenosti bydliště od Hranické propasti vnímají tento fenomén jako součást své lokální identity (95 % respondentů) a přisuzují jí vysokou atraktivitu.

Hodnotná místa a atraktivita území

Respondenti identifikovali v širším zázemí Hranického krasu – kromě signifikantní Hranické propasti – další rekreační atraktivitu a hodnotná místa. Většina respondentů identifikovala turisticky atraktivní místa v blízkosti řeky Bečvy. Tomu odpovídalo i hodnocení vybraných obecních nositelů hodnot území. Nejlepší průměrnou známkou byla hodnocena blízkost řeky Bečvy a Hranické propasti (respondenti nejčastěji hodnotili známkou 1; průměrná známka 1,5, resp. 1,7) a dále krásná příroda (modus odpovědí hodnota 1; průměrná známka 1,8). Nejhorší průměrná známka byla přidělena lidové, resp. tradiční architektuře (nejčastější hodnocení 3). Z prostorové distribuce preferovaných míst lze pozorovat logickou spojitost s průchodností krajiny a návaznost na existující cestní síť (včetně turistických stezek, cyklotras a naučných stezek) a vyloučení špatně přístupných lokalit.

Vztah k místu dokumentuje i obecněji položený výrok „Se současným stavem okolní krajiny jsem spokojená/spokojený“, se kterým souhlasila téměř polovina respondentů. Nespokojená se stavem krajiny je jen přibližně šestina respondentů.

Problémová místa a místa vyžadující specifický management

Většinu problémových lokalit respondenti situovali také do okolí řeky Bečvy, zdrojem problémů je však zejména enormní zatížení dopravy a opomíjená údržba lázeňské promenády. Právě lázně Teplice nad Bečvou byly často označovány jako lokalita vyžadující kvalitnější management a zavádění zlepšujících opatření, problémy jsou v tomto kontextu ovlivněny mimo jiné omezenou rolí lázní v kulturním a společenském životě daného regionu. Dalším problémem je nedostatečný management veřejného prostoru obklopující jádrové stavby se statusem kulturní památky, které jsou zcela určující pro prostor lázní a jejich okolí je z hlediska péče a údržby přesto opomíjeno. Dále bylo poukazováno na nevyužitý potenciál propasti. Péče o místo a turistická infrastruktura neodpovídá významu světového unikátu. Za problémové byly často také označovány lomy v souvislosti se zvýšenou prašností a hlukem. Poměrně velká část předmětných lokalit je součástí zastavěného území obcí.

Hranický kras – Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Mapa kulturně-historických hodnot 2/2

Soubor map:
Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zónou citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence přívalemých srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

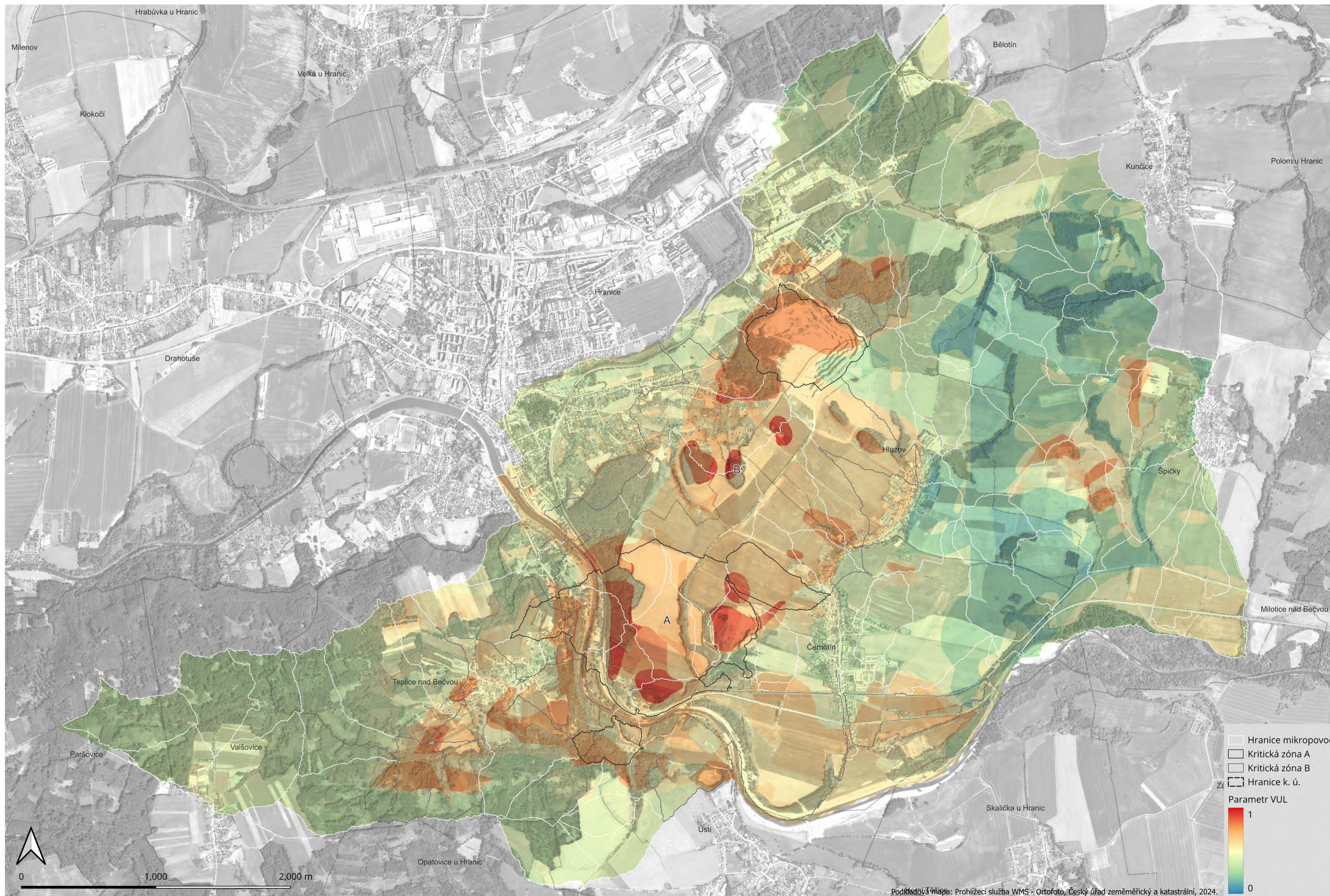
Autoři:

Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

Mapa č.

5/12



Zranitelnost podzemních vod 1/2 (parametr VUL)

Koncept zranitelnosti podzemních vod, jak ho definuje Foster (1987), označuje „přirozené charakteristiky, které ovlivňují na různých úrovních citlivost hydrologického kolektoru vůči kontaminaci“. Zvolený přístup se váže na tzv. obecnou (Intrinsic) zranitelnost, která vychází „z průběhu znečišťující částice hydrologickými, geologickými a hydrogeologickými vrstvami – toto hodnocení nezohledňuje ani typ znečišťující látky, ani scénář znečištění, (Moreno-Gómez et al., 2024; Zwahlen et al., 2003). Na rozdíl od specifické zranitelnosti (Moreno-Gómez et al. 2024) se náš přístup nespojuje se zranitelností vůči konkrétním znečišťujícím látkám. Tento přístup odráží také výběr parametrů a metod hodnocení pomocí metod multikriteriální analýzy (MCA).

Prostorové vymezení parametru VUL vychází z georeferencovaných mapových podkladů nebo podkladů z nich odvozených (viz tabulka mapa 2/12). Každé kritérium je rozděleno na základě propustnosti do 5 tříd (0–4), kde 4 znamená vysoké riziko a 0 riziko nízké.

Hodnota parametru VUL je dále vážena metodou pořadí. Jednotlivým kritériím jsou přiřazeny váhy na základě pořadí stanoveného expertním posouzením uvnitř zpracovatelského týmu. Nejdůležitější kritérium (dále jen k) bylo ohodnoceno body ($Bi = k$), druhé nejdůležitější k – 1 body ($Bi = k - 1$), atd. až poslední (nejméně důležité) jedním bodem ($Bi = 1$). Váhu příslušného kritéria pak dostaneme podle vztahu:

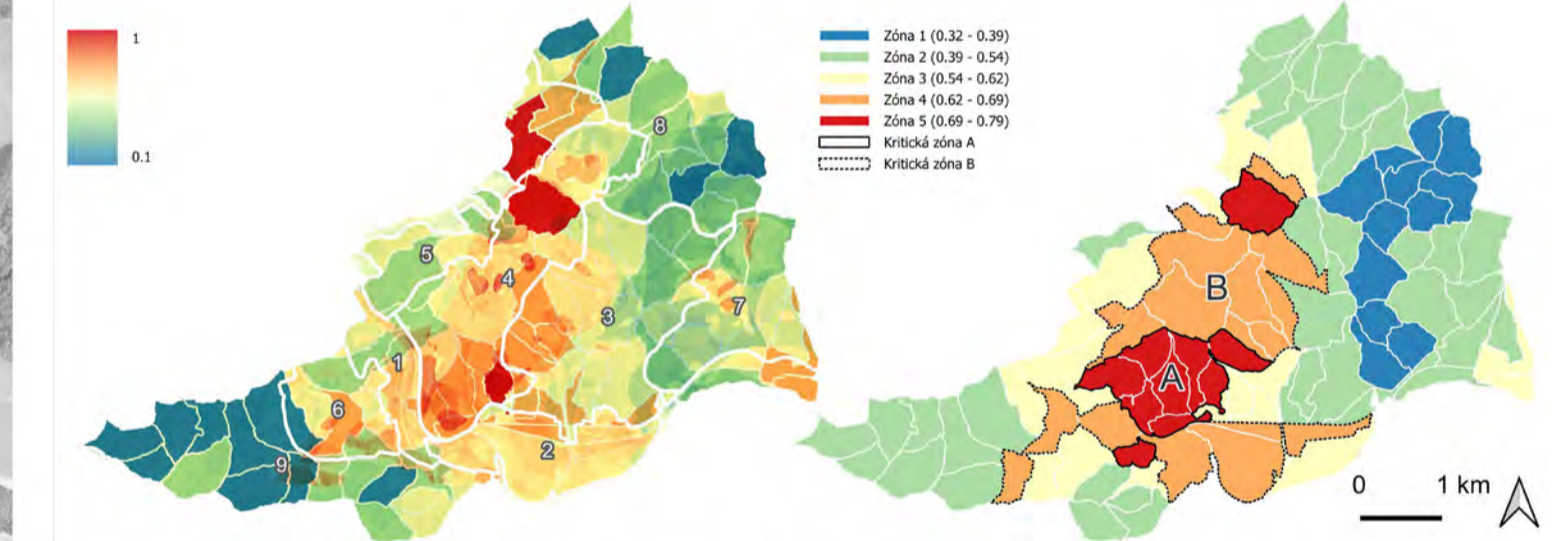
$$Wi = Bi / \sum_{i=1}^k Bi;$$

kde Wi je výsledná váha kritéria, Bi je bodové ohodnocení kritéria. Jednotlivá kritéria byla převedena na raster s rozlišením 1x1m GSD a váhy z rozhodovací analýzy spočítány pomocí Raster calculatoru v programu QGIS a normalizovány (nástroj normalize raster SAGA toolbox). Výsledný raster zobrazuje na škále od 1 do 0 zranitelnost oblasti v rozlišení 1x1m. Hodnota 1 představuje maximální zranitelnost v řešeném území, hodnota 0 minimální zranitelnost oblasti. Pro identifikaci kritických povodí byly pomocí nástroje Zonal Statistic (QGIS) vypočteny průměry pro jednotlivá povodí. Výsledné hodnoty jsou rozlišeny do 5 tříd a graficky rozlišeny metodou stejného intervalu.

Interpretace výsledku

Zranitelné oblasti se překrývají s geomorfologickou jednotkou Maleník (kra Maleníku) a to v území severně od řeky Bečvy (4), v okolí obce Teplice n. Bečvou (6) a dále zasahují do nivy řeky Bečvy (2) a údolí Bečvy (1). Nejzranitelnější oblasti v přepočtu na povodí se koncentrují kolem Hranické propasti a svazích příkloněných k údolí Bečvy (A) a východně od obce Černotín a Hluzov (B). Tato povodí jsou převážně zemědělsky využívána jako orná půda, s výjimkou prudkých svahů údolí Bečvy. Oblasti s nejvyšší zranitelností byly vymezeny na úrovni mikropovodí (kritická zóna A a B). Opatření k ochraně podzemních a minerálních vod by měla prioritně směřovat do této části území.

Nejméně zranitelné oblasti se nachází v jižní části kry Maleníku (9) a ve východní části území mimo krasový hydrologický kolektor (7, 8).



Zranitelnost podzemních vod (0 představuje nejnížší zranitelnost, 1 představuje nejvyšší zranitelnost).
Hodnoty v rozlišení 1x1m Průměr pro jednotlivá povodí.

Hranický kras – Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Zranitelnost podzemních vod (parametr VUL) 1/2

Soubor map:
Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence příválových srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

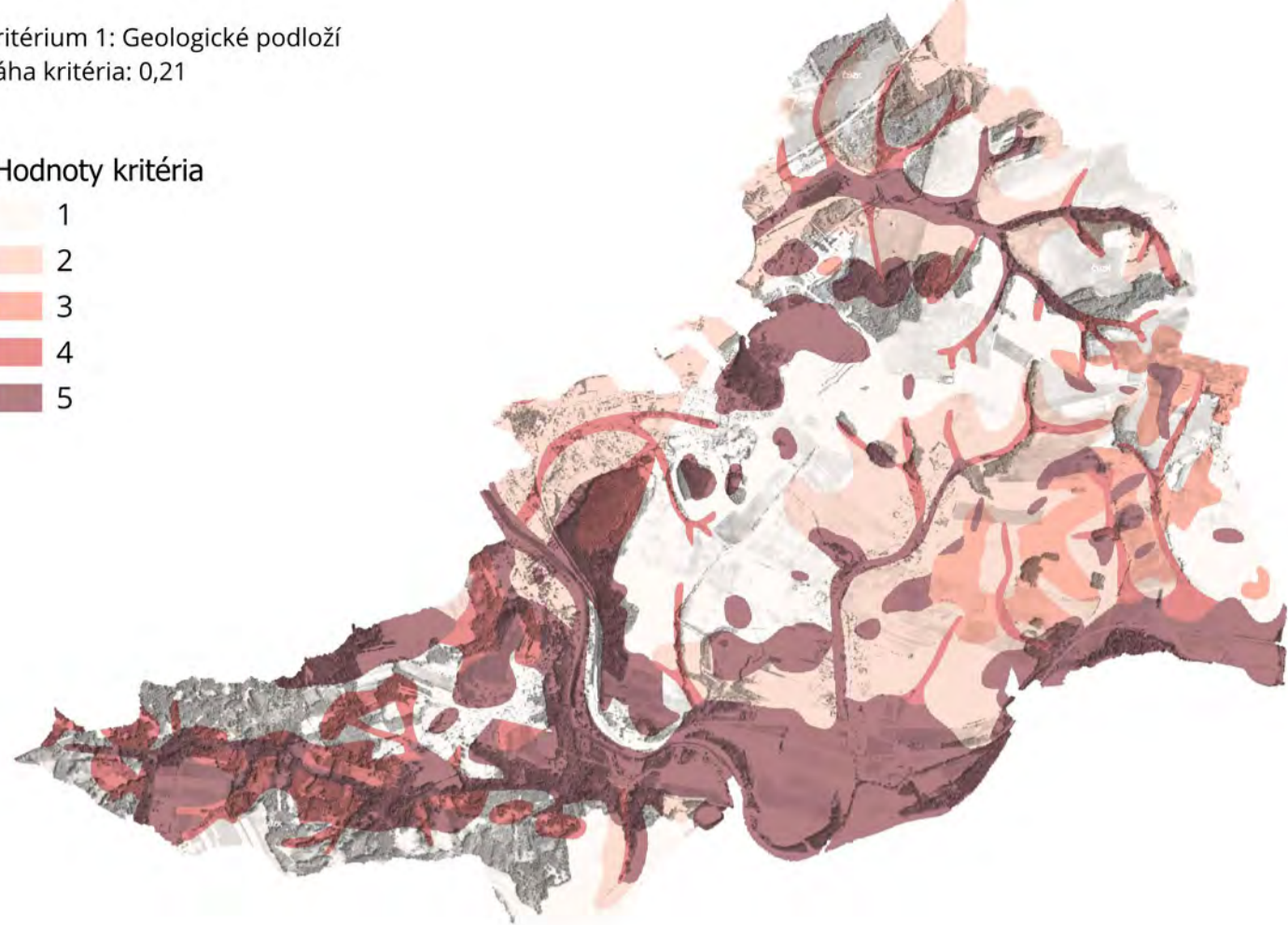
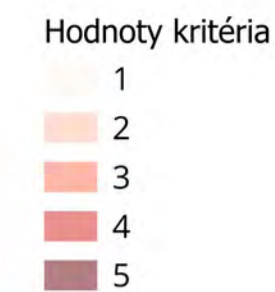
Autoři:
Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

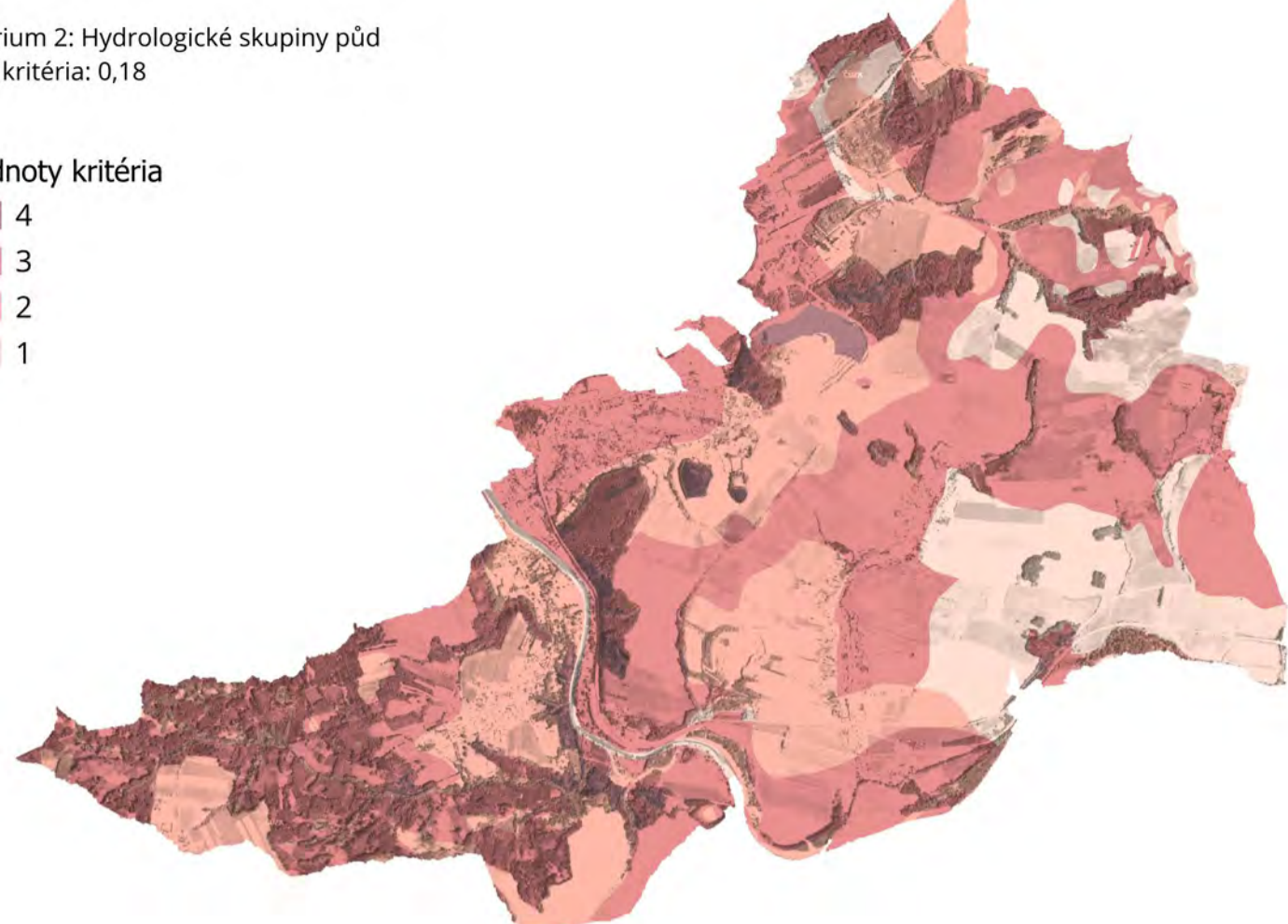
M 1:16 000

Mapa č.
6/12

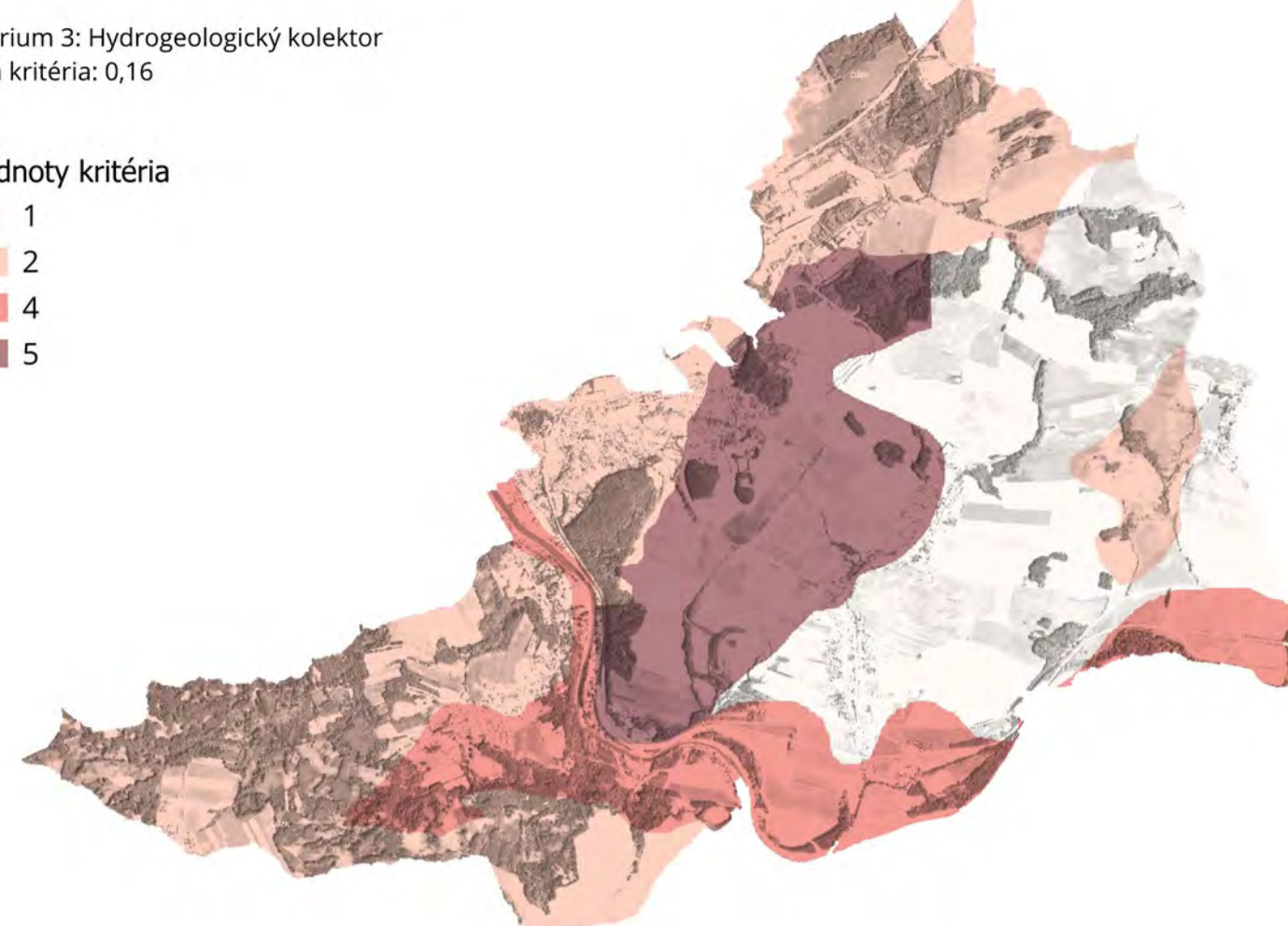
Kritérium 1: Geologické podloží
Váha kritéria: 0,21



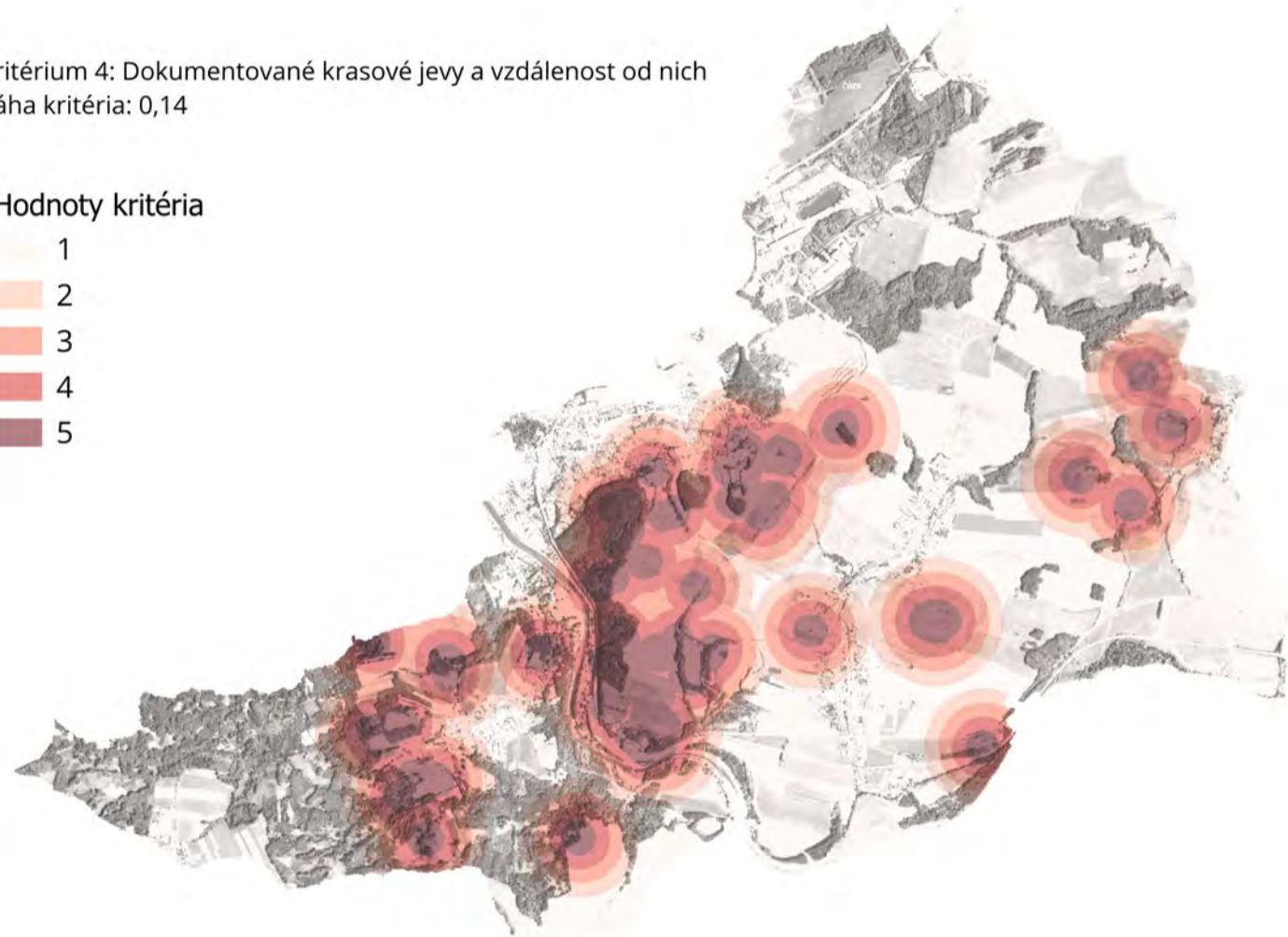
Kritérium 2: Hydrologické skupiny půd
Váha kritéria: 0,18



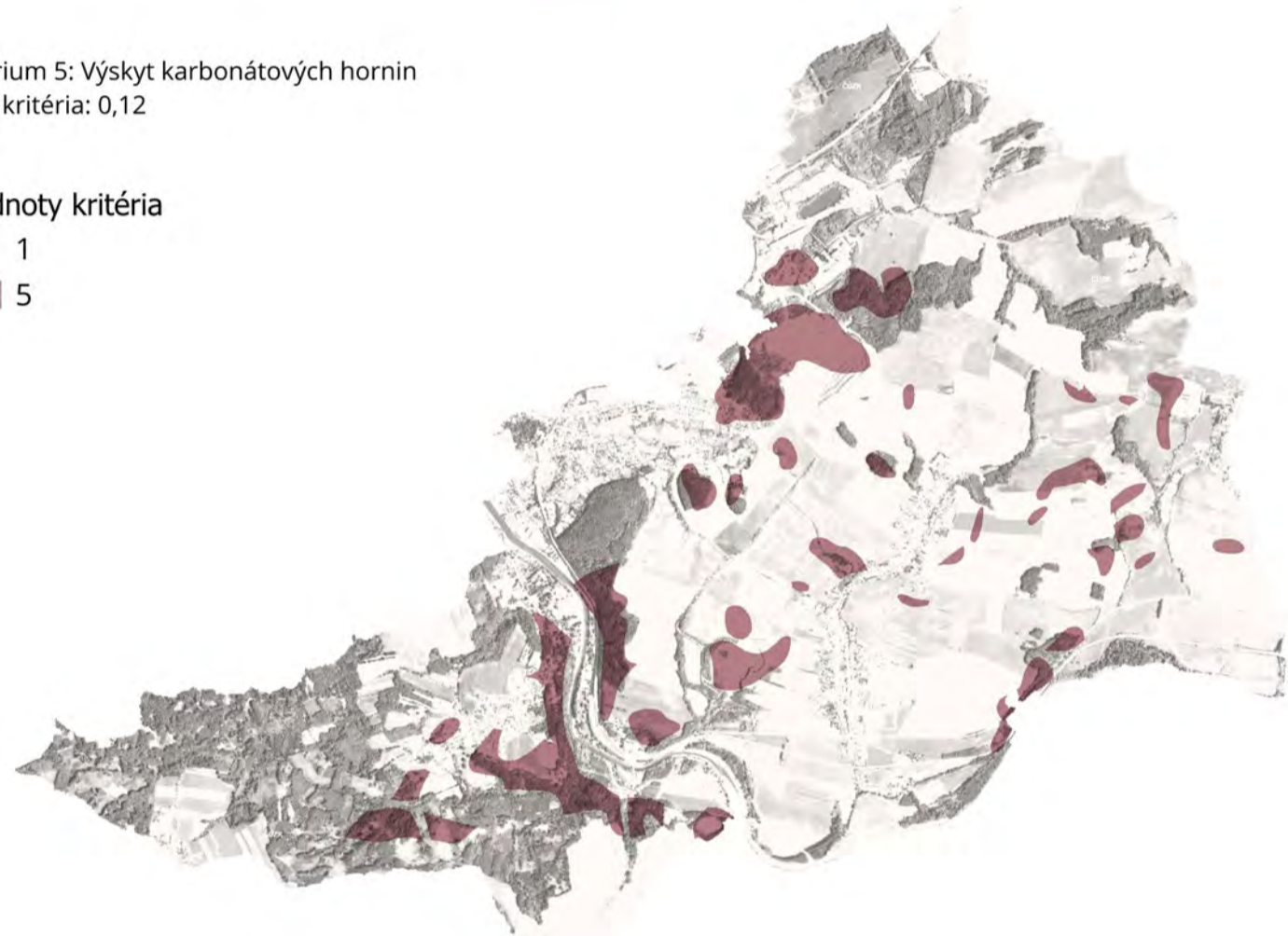
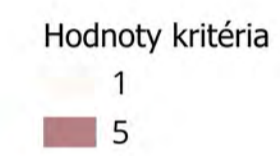
Kritérium 3: Hydrogeologický kolektor
Váha kritéria: 0,16



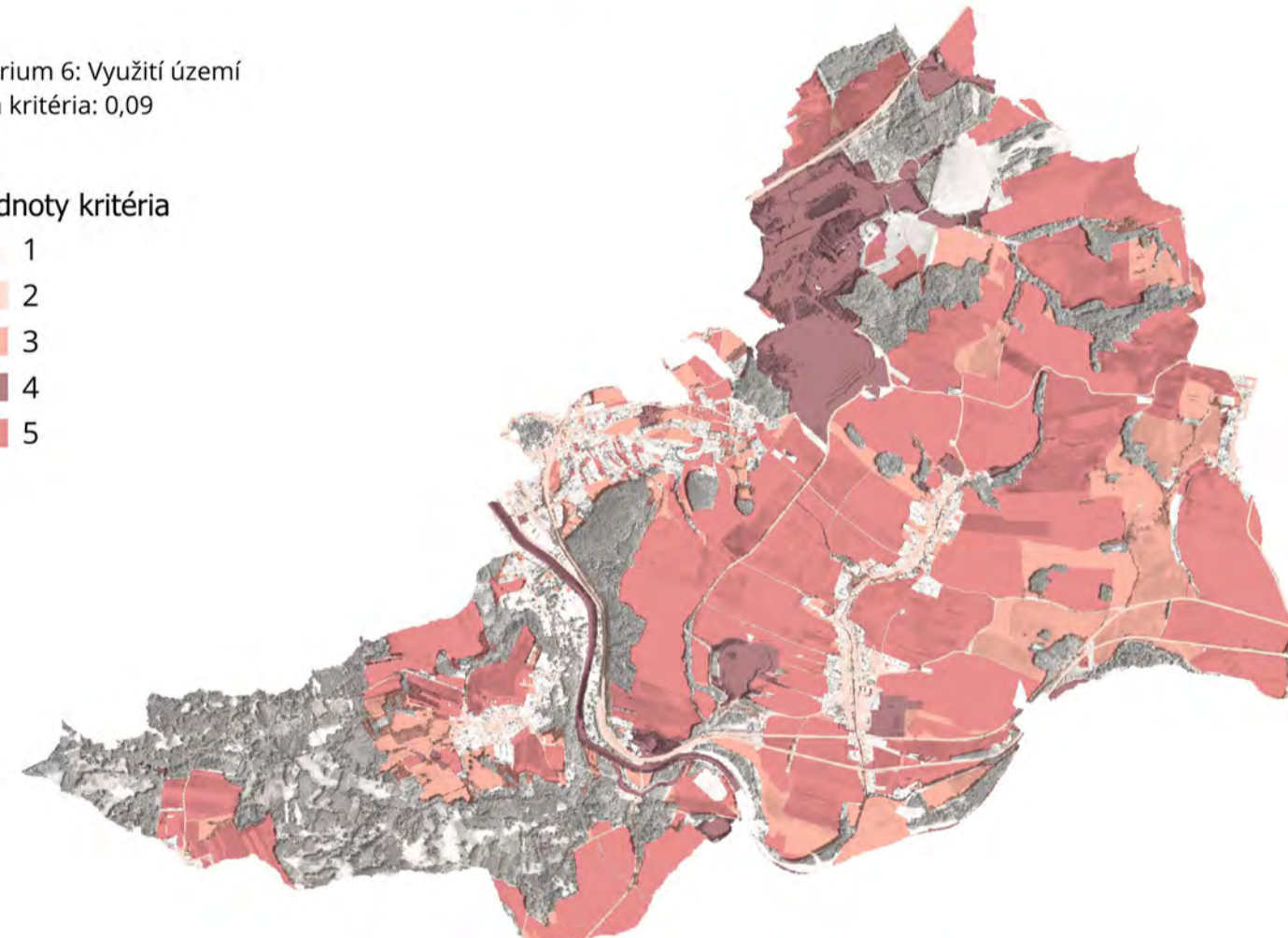
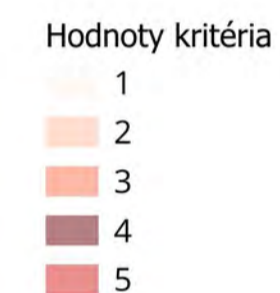
Kritérium 4: Dokumentované krasové jevy a vzdálenost od nich
Váha kritéria: 0,14



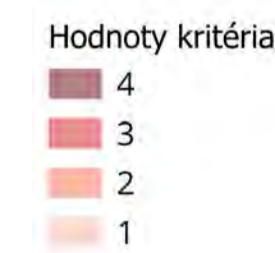
Kritérium 5: Výskyt karbonátových hornin
Váha kritéria: 0,12



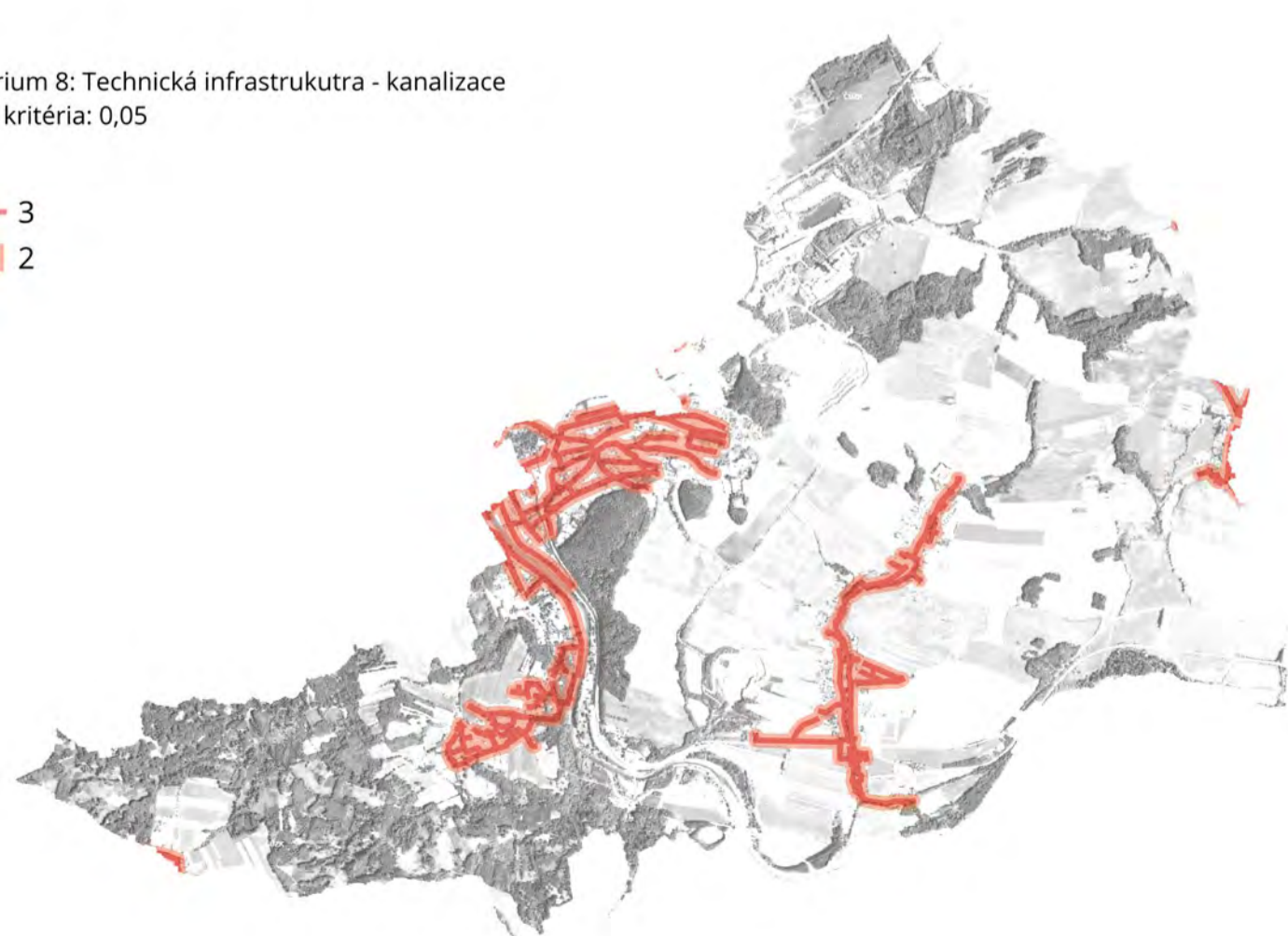
Kritérium 6: Využití území
Váha kritéria: 0,09



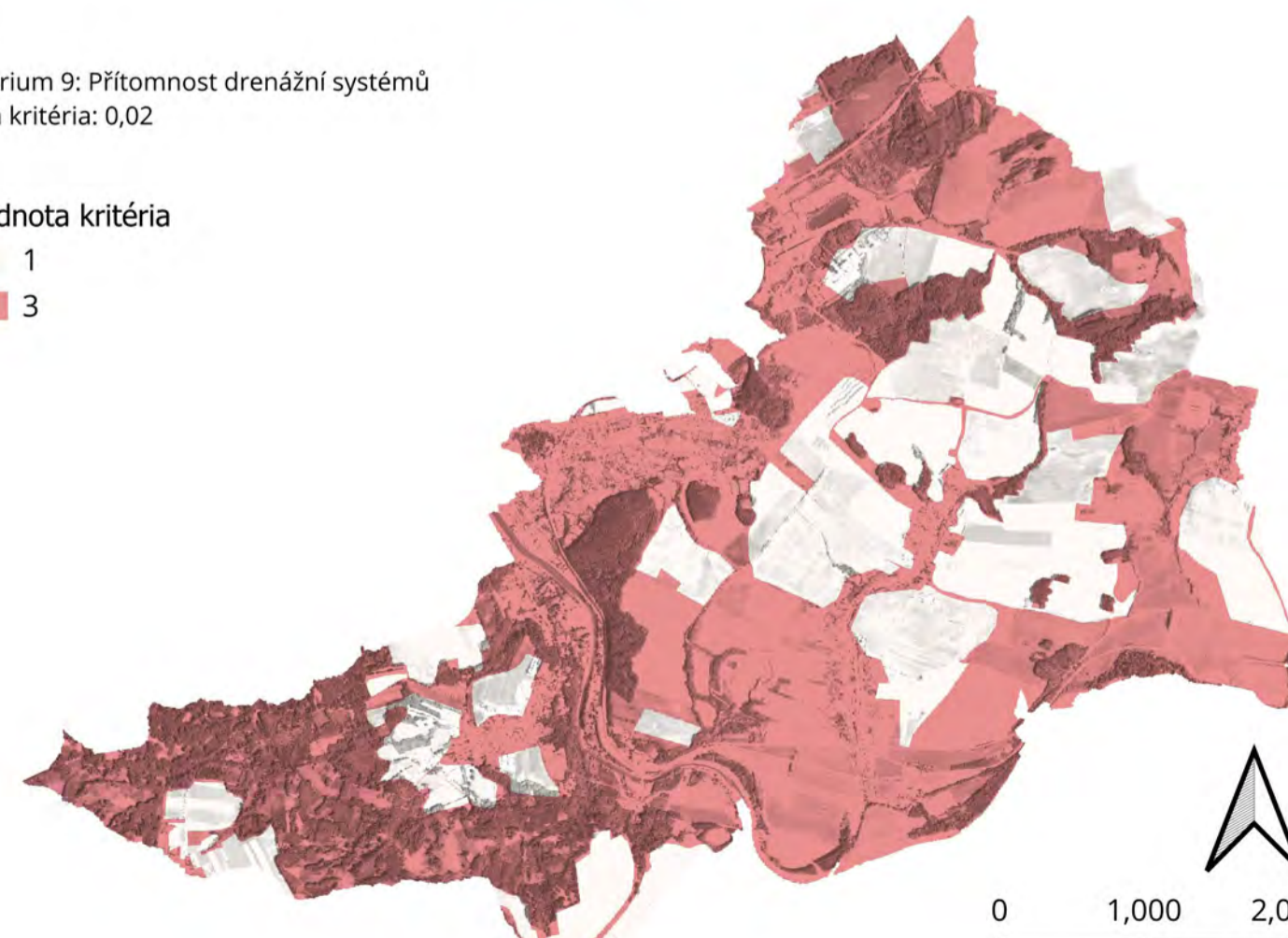
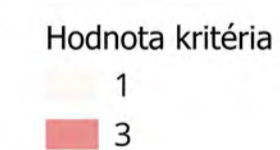
Kritérium 7: Odtokové poměry
Váha kritéria: 0,07



Kritérium 8: Technická infrastruktura - kanalizace
Váha kritéria: 0,05



Kritérium 9: Přítomnost drenážní systémů
Váha kritéria: 0,02



Zranitelnost podzemních vod 2/2 (parametr VUL)

Kritérium	Zdrojová data	Třída (4 - nejvyšší citlivost 0 - nejnižší citlivost)	Pořadí (1 - nejdůležitější kritérium, 9 - nejméně důležité kritérium)	<i>b_i</i> Bodové ohodnocení kritéria	<i>W_i</i> Váha kritéria
Hydrogeologický kolektor	Zdrojová služba: Hydrogeologická mapa 1 : 50 000 – regiony, Česká geologická služba	Krasový: 4 Průlinový: 2 Puklinový: 2 (vysoká transmisivita zvyšuje třídu, nízká transmisivita třídu snižuje) Izolátor: 0	3.	7	7/45 = 0.16
Hydrologické skupiny půd	Zdroj: Hydrologické skupiny půd, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd	Typ A: 4 Typ B: 3 Typ C: 2 Typ D: 1	2.	8	8/45 = 0.18
Geologické podloží	Zdroj: Geologická mapa ČR 1 : 50 000 (GEOČRSO), Česká geologická služba	Sediment nezpevněný, fluvialní: 4 Eluvium, kamenito-písčité: 3 Sediment zpevněný vápence: 3 Sediment zpevněný vápence brekcie: 4 Deluviální sediment: 2 Sediment nezpevněný, sprašová hlína: 1 Sediment nezpevněný vápnitě jíly: 1	1.	9	9/45 = 0.21
Využití území (LULC)	Zdroj: Vlastní terénní šetření	Orná půda: 4 Trvalé travní porosty: 2 Les: 0 Krajinná zeleň a zahrady: 1 Průmyslové areály: 4 Areály služeb a obchodu: 3 Dobývací prostory: 4 Hustá, městská zástavba: 3 Řidká, rezidenční zástavba: 2 Lázeňský areál: 2 Dopravní infrastruktura: 2 Vodohospodářská infrastruktura: 4	6.	4	4/45 = 0.09
Dokumentované krasové jevy (jeskyně, propast, závrt) ortogonální průmět na povrch. Hodnoty vyjadřují vzdálenost v metrech.	Zdroj: JESO – Jednotná evidence speleologických objektů, Agentura ochrany přírody a krajiny	25-0: 4 50-25: 3 75-50: 2 100-75: 1 Nad 100: 0	4.	6	6/45 = 0.14
Potenciální krasové jevy a objekty těžby vápence. Hodnoty vyjadřují vzdálenost v metrech.	Zdroj: Vlastní šetření	25-0: 4 50-25: 3 75-50: 2 100-75: 1 Nad 100: 0	5.	5	5/45 = 0.12
Drenáže	Zdroj: meliorace.vumop.cz, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd	Přítomné dokumentované: 0 Nepřítomné: 3	9.	1	1/45 = 0.02
Hydrologický model	Zdroj: Vlastní šetření	Rozdělení na základě odtoku na 5 tříd (kvantil 5 tříd) místa s nejvyšším odtokem mají nejvyšší hodnotu	7.	3	3/45 = 0.07
Technická infrastruktura v m	Zdroj: Územně analytické podklady ORP Hranice	Kanalizace + vzdálenost	8.	2	2/45 = 0.05

Hranický kras – Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Zranitelnost podzemních vod (parametr VUL) 2/2

Soubor map: Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence přívalemých srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

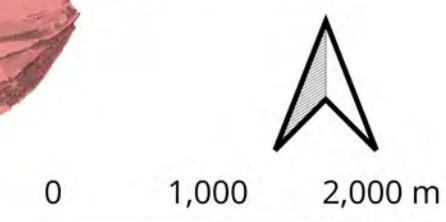
Autoři:

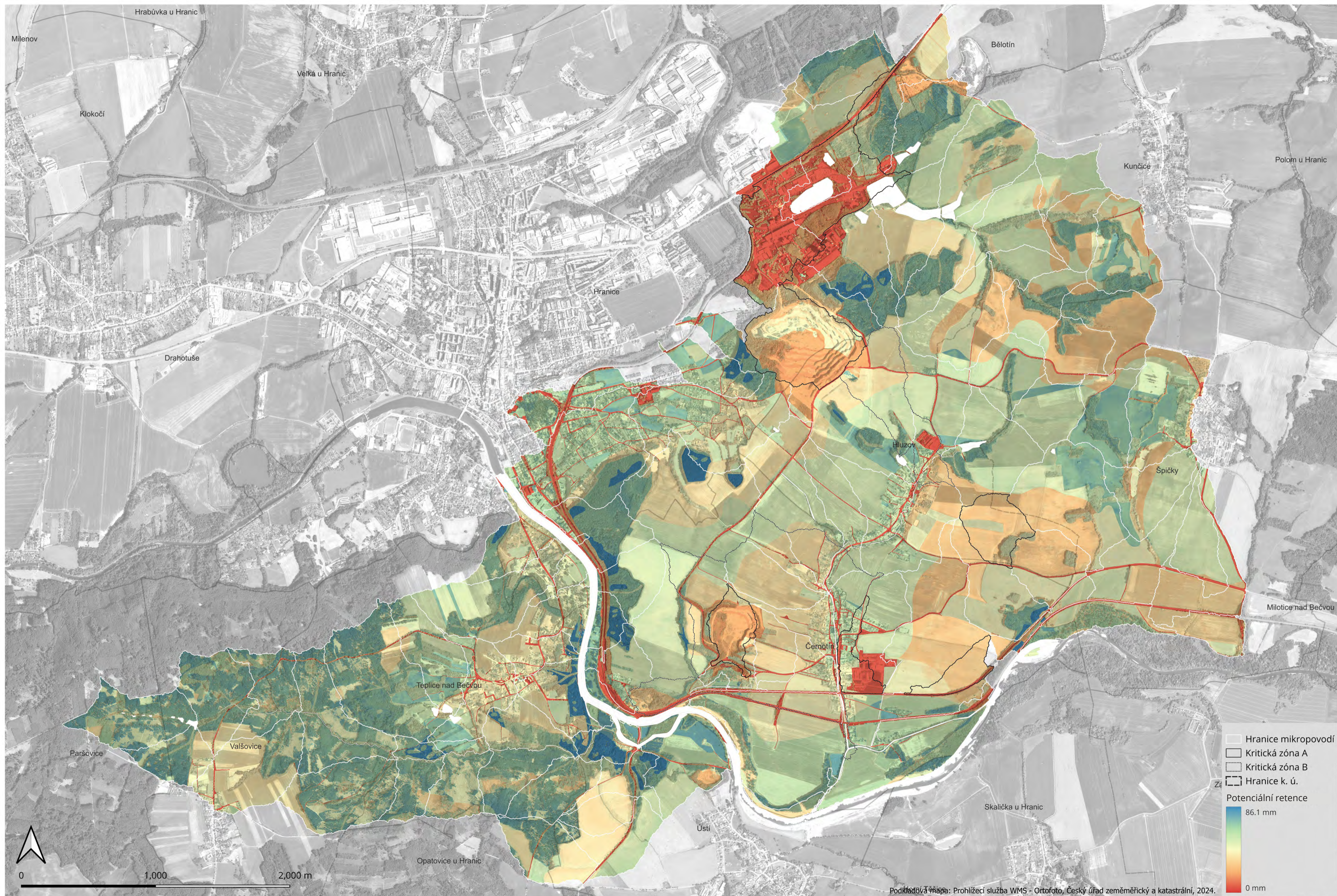
Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

Mapa č.

7/12





Potenciální retence přívalových srážek (parametr RET)

Pro výpočet potenciální retence přívalových srážek byla využita rovnice pro výpočet efektivní srážky dle SC5 Runoff Curve Number Method (Feldman, 2000). Jde o výpočet přímého odtoku z povodí, který je tvořen tzv. efektivní srážkou a dočasně zadrženu srážkou. Objem srážek je na objem odtoku převedený na základě hodnot odtokových křivek CN a rovnice (níže), které jsou tabelizovány na základě hydrologických vlastností půd. Hodnota CN závisí na kombinaci hydrologické skupiny půd, indexu předchozích srážek a způsobu využití území v daném místě. Tato metoda bere v úvahu retenci vody v půdě, počáteční nasycení a způsob využití daného území. A je vhodná pro modelování krátkých scénářů, jelikož nebere v potaz nasycení půdy vodou, k němuž pozvolna dochází v případě srážky.

Pro území bylo využito CN tabulek Urban hydrology for small watersheds, známou jako TR-55 ("HEC-HMS Technical Reference Manual," 2023) a metody podle Janečka (Janeček et al., 2012). Tato metoda detailně klasifikuje různý krajinný pokryv. K třídění povrchu bylo využito klasifikovaného mračna bodů z laserového skenování (LIDAR) pro rozlišení různých typů vegetace (viz kapitola Přírodní hodnoty). Retenční kapacita území je vypočtena na základě rozdílu mezi celkovou a efektivní srážkou dle rovnice:

$$R = P - \frac{(P - 0.2 * S)^2}{(P + 0.8 * S)}$$

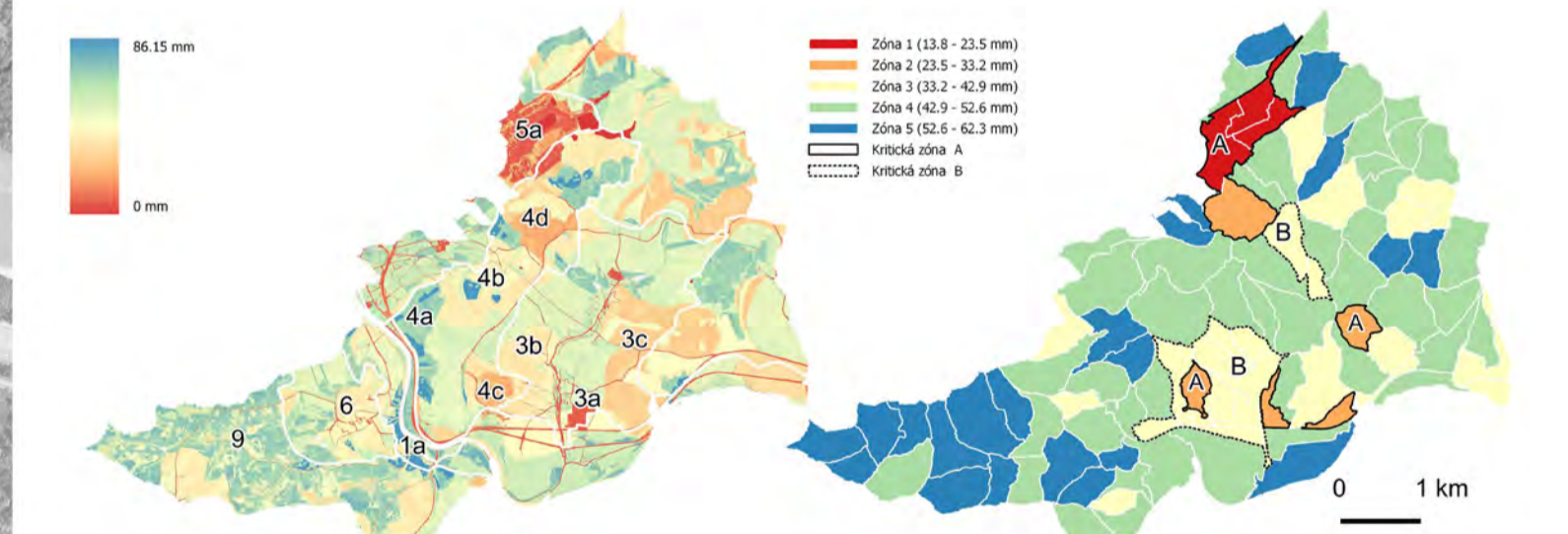
$$S = \frac{1000}{CN}$$

kde R znamená maximální hodnotu retence v palcích převedenou na mm, S je maximální retence na počátku deště a P je srážka v mm.

Interpretace výsledku

Celková srážka byla uvažovaná jako 2hN100, to znamená srážka s frekvencí výskytu jednou za 100 let, která činí dle software DES RAIN 86,15 mm. Počáteční ztráta byla stanovena jako 20 % z maximální potenciální retence (Feldman, 2000). U vodních ploch je retenční kapacita vyhodnocena jako 0 mm. Výsledná mapa zobrazuje retenční kapacitu pro AOI (Area of interest - řešené území) plošně pro každou buňku rastru, přičemž největší hodnotou je 86,15 mm a nejnižší hodnotou je 0 mm (viz schéma níže vlevo). S ohledem na retenční hydrologická opatření, jež je možné provádět na území mikropovodí, je hodnota retenční kapacity vypočítaná jako průměr pro jednotlivá mikropovodí (viz schéma níže vpravo).

Nejvyšší potenciál k infiltraci do půdy k modelované srážce mají lesní porosty v NPR Hůrka (4a), v PR Malá a Velká Kobylanka (4b) a jižní svahy údolí Bečvy (1a). Potenciální retence pro modelovanou srážku je dána vegetačním pokryvem a hydrologickou skupinou půd (skupina A). Oblast s vysokou potenciální retencí tvoří jižní oblast kry Maleníku s ohledem na vysoké zastoupení ploch lesa. Nejnižší retenční kapacitu mají industriální plochy přináležící k cementárně Hranice (5a) a plochy výroby v jižní části obce Černošín 3a. Významným segmentem s nízkou retenční kapacitou jsou lomové území: Hranice (4d) a Černošín (4c). Plochy orné půdy s nízkou retenční kapacitou jsou lokalizovány na svazích východně (3b) a západně (3c) od obce Černošín. Nízká retenční schopnost je dána přítomností půd s nízkou retenční kapacitou (skupiny C a D), svažitostí a využitím území - ornou půdou. Kritické zóny byly vymezeny na základě hranic mikropovodí. Kritickou zónou A jsou průmyslové plochy v okolí cementárny Černošín včetně lomu Hranice, hranice povodí pokrývající lom Černošín, plocha povodí 3c a 3a. Druhou kritickou zónou jsou lokality povodí východně od Černošína (B) a východně od Hluzova (B), což s ohledem na blízkost zastavěné části dotčených sídel představuje riziko.



Potenciální retence přívalových srážek s popisem.

Potenciální retence přívalových srážek (parametr RET)
Průměrné hodnoty pro jednotlivá mikropovodí

Hranický kras – Analytická mapa
Specializovaná mapa s odborným obsahem

Potenciální retence přívalových srážek (parametr RET)

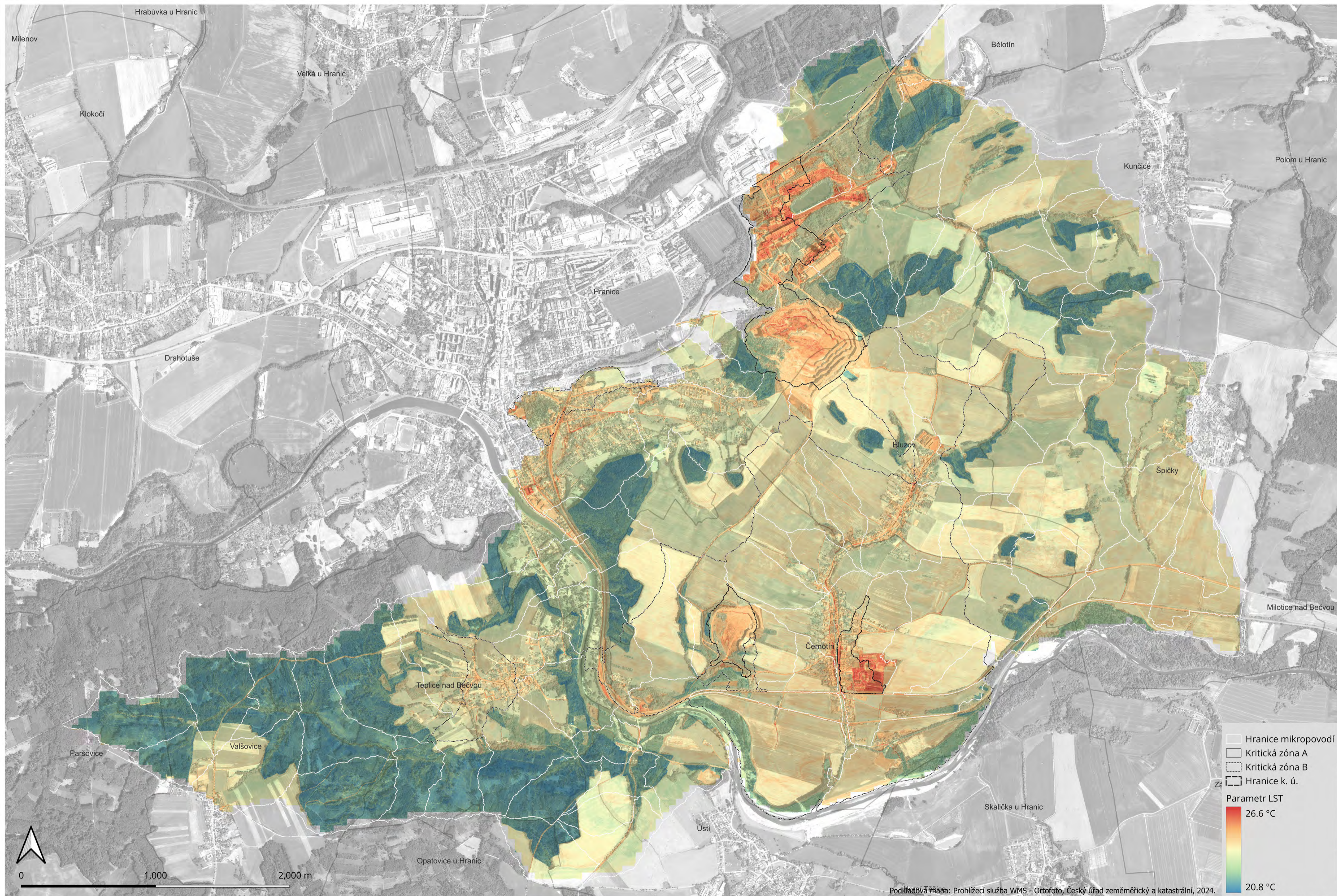
Soubor map:
Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence přívalových srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

Autoři:
Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

M 1:16 000

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

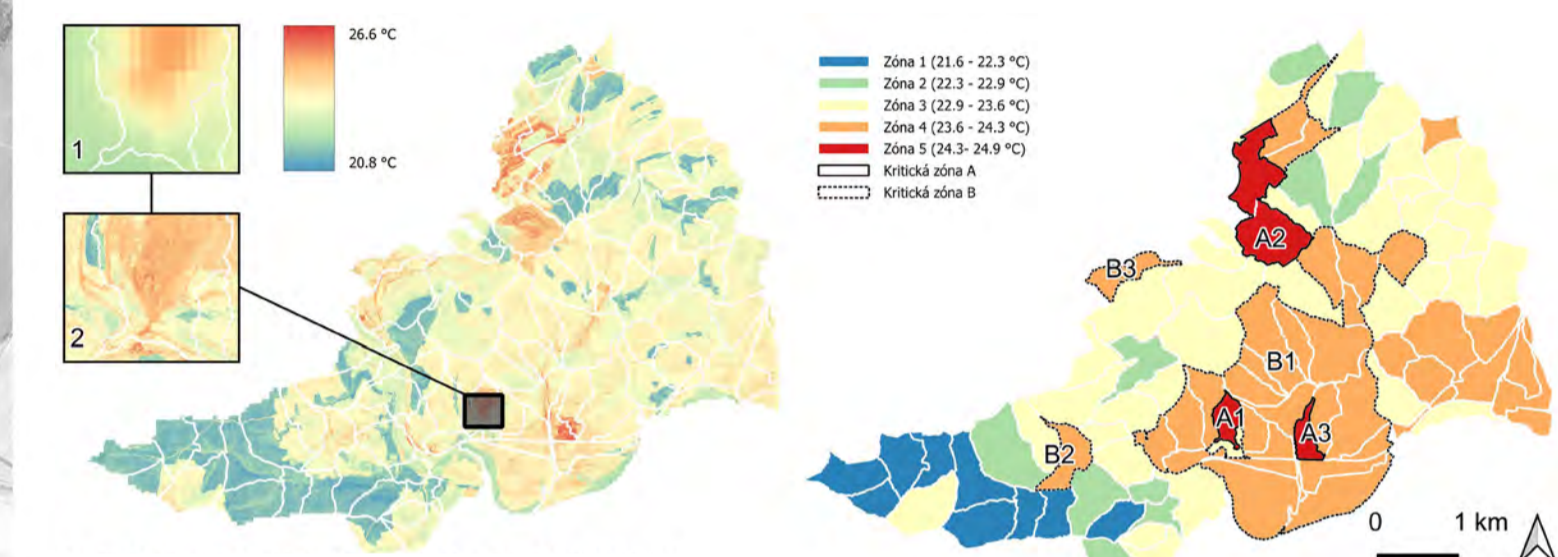
Mapa č.
8/12



Teplota povrchu (parametr LST)

Pro studované území bylo vybráno 5 snímků, jež zachycují území v období od 29. května do 18. září v průběhu roku 2023 z družice LANDSAT 8 ("Earth Explorer," 2023) s oblačností do < 10 % a v rozlišení 30 x 30 m. Aby bylo možné LST vztáhnout k LULC, který má rozlišení 1 x 1 m, bylo LST transformováno na podrobnější rozlišení 1 x 1 m za pomoci topografických prediktorů odvozených od digitálního modelu terénu. Jedná se o parametry Topographic Wetness Index, sklon svahu, Topographic Position Index a Radiation Index.

Pro trénování modelu byl použit výběr 3 000 ploch, které byly vybrány na základě Stratified random sampling (SRS), které uvažovalo výše zmíněné proměnné prostředí a land use. Pro SRS bylo využito klasterování pomocí K-means do 10 různých klasterů a pro každý klaster bylo následně vybráno 300 náhodných bodů. K transformaci na vyšší rozlišení teploty povrchu z družice LANDSAT 8 se využívá vícero metod (Wu et al., 2022). V tomto případě byl použit model Random Forest Model (Breiman, 2001), podobně jako např. u Hutengs and Vohland (2016). Model byl trénován zvlášť pro jednotlivá období (viz schéma níže), protože byl očekáván jiný vztah mezi LST a LULC v závislosti na fenologii pěstované kultury v agrocecnázích.



Výřez 1: rozlišení 30x30 m GSD (družice LANDSAT 8)
Výřez 2: 1x1 m predikované teploty pro rozlišení 1x1 m

Teplota povrchu (měření 2023):
Průměrné teploty pro jednotlivá povodí

Hranický kras - Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Teplota povrchu (parametr LST)

Soubor map:
Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence přívalemých srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

Autoři:
Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

M 1:16 000

Mapa č.
9/12



Kumulativní zranitelnost (kombinace parametrů VUL, RET, LST)

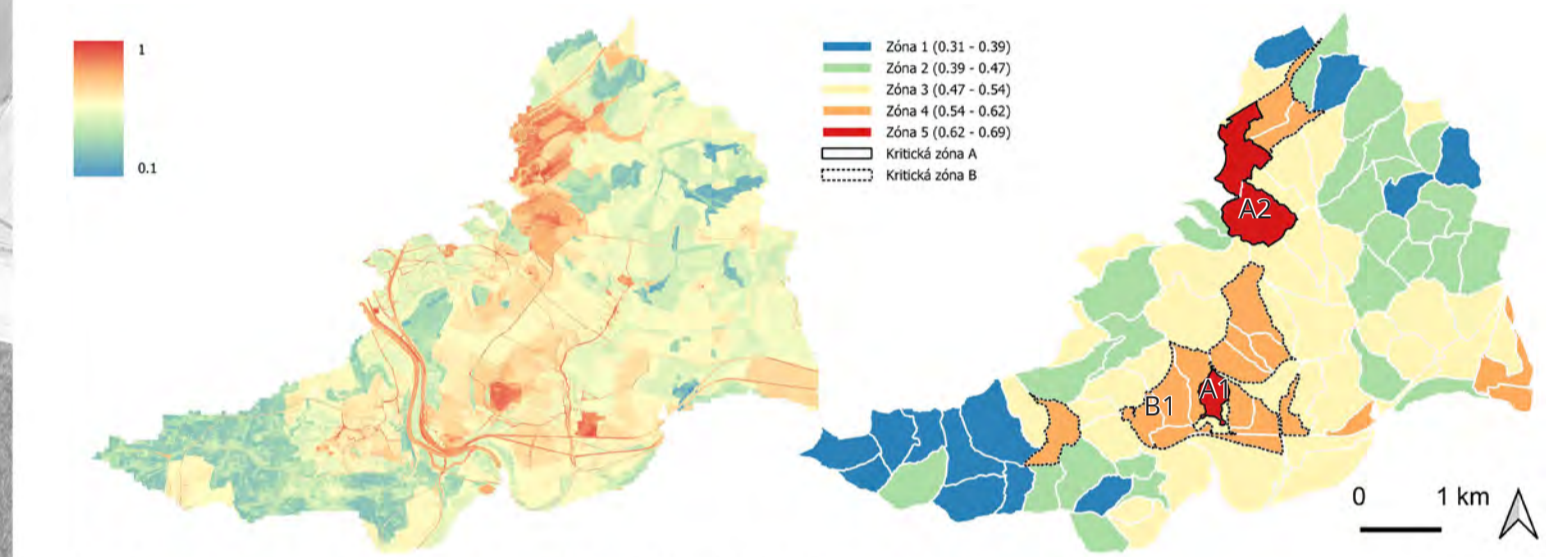
Cílem modelování je vybrat ty části území, kde se navrhované scénáře projeví v největší míře, tj. dojde k synergickému efektu, který se projeví ve všech třech vybraných kritériích. Jednotlivé položky byly normalizovány na hodnoty 0-1, aby byla umožněna jejich vzájemná kombinace. Normalizované hodnoty pak vstupovaly dle vzorce:

$$\text{Kumulativní citlivost} = \frac{VUL + RET + LST}{3};$$

kde VUL představuje Citlivost krajiny s ohledem na zranitelnost podzemních vod, RET představuje potenciální retenci přívalových srážek, LST představuje teplotu povrchu. Výsledkem je rastrová reprezentace s rozlišením 1x1 m. Rastrová vrstva byla následně převedena na jednotlivé prostorové jednotky – mikropovodí pomocí nástroje Zonal Statistic – typ statistiky Mean.

Interpretace výsledku

Oblasti lomu Černotín (A1) a Hranice (A2) představují nejzranitelnější části území. Kritickou zónou 2 jsou oblasti mezi obcí Černotín a Hranickou propastí a svahy východně od obce (B1). Dále zastavěné území obce Teplíc nad Bečvou a blízké okolí a oblast sousedící s cementárnou Hranice. Kritické oblasti A se objevují ve všech zkoumaných parametrech a pouze potvrzují výsledky analýzy jednotlivých parametrů. V případě kritické zóny nižší (B) kumulativní citlivost eliminuje území, která jsou zranitelná pouze v jednom parametru a zužuje výběr ploch, na které by se měla primárně zaměřit potenciální opatření.



Kumulativní zranitelnost (0 představuje nejnižší zranitelnost, 1 představuje nejvyšší zranitelnost).
Hodnoty v rozlišení 1x1m

Průměr pro jednotlivá povodí.

Hranický kras – Analytická mapa
Specializovaná mapa s odborným obsahem

Kumulativní zranitelnost (kombinace parametrů VUL, RET, LST)

Soubor map:
Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podpovrchových vod, potenciálu retence přívalových srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

Autoři:
Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

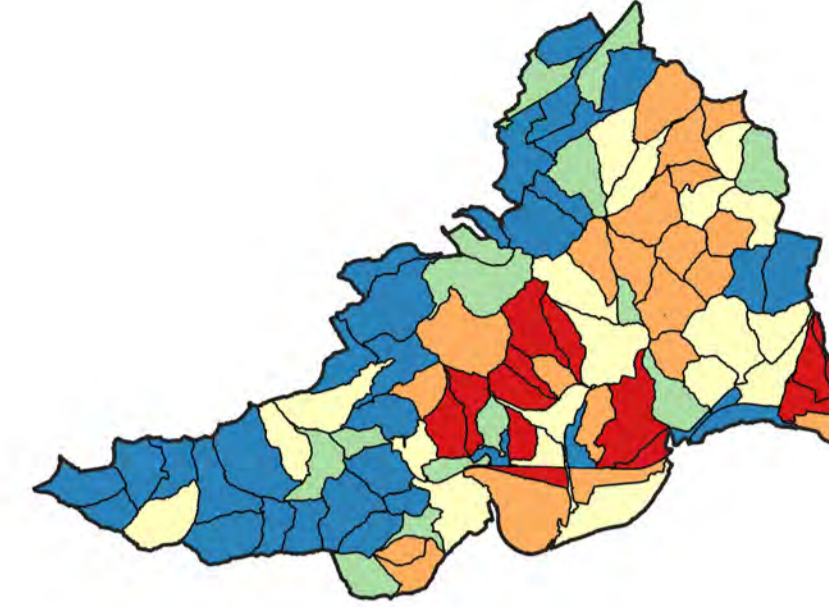
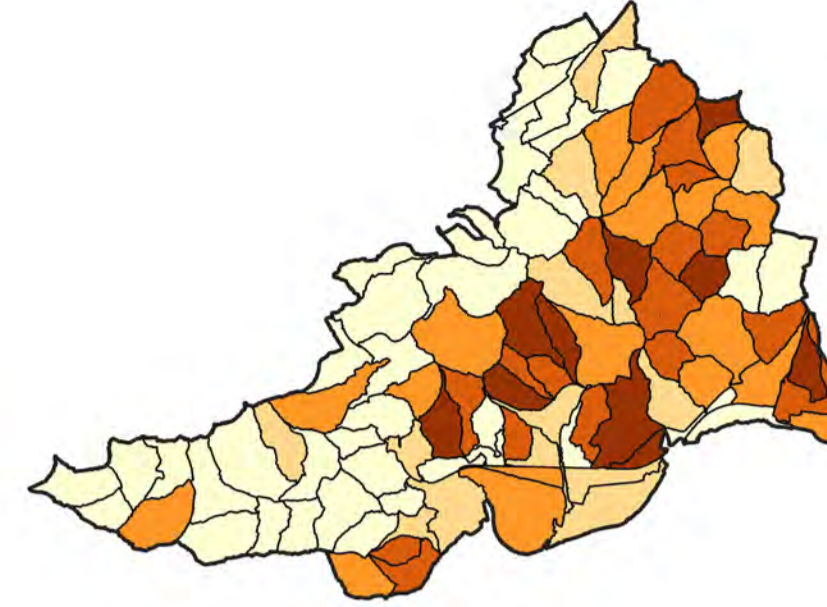
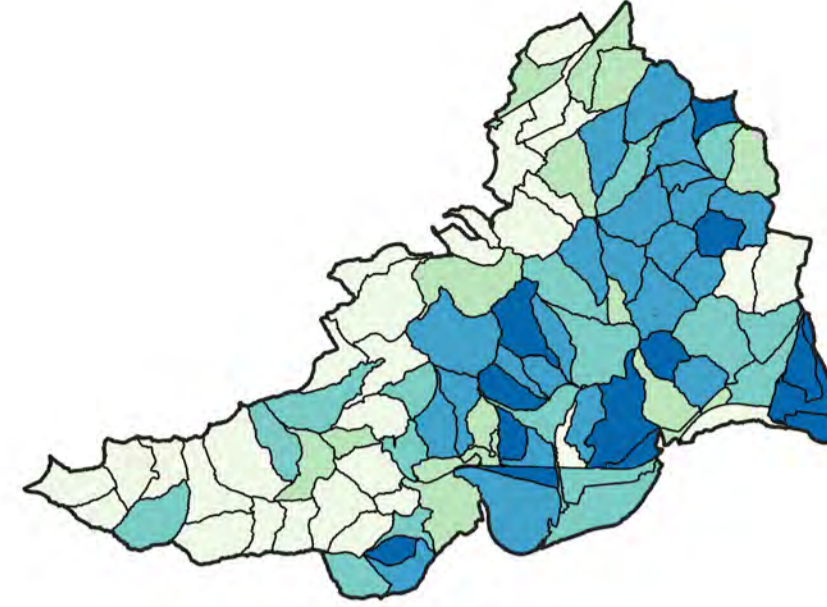
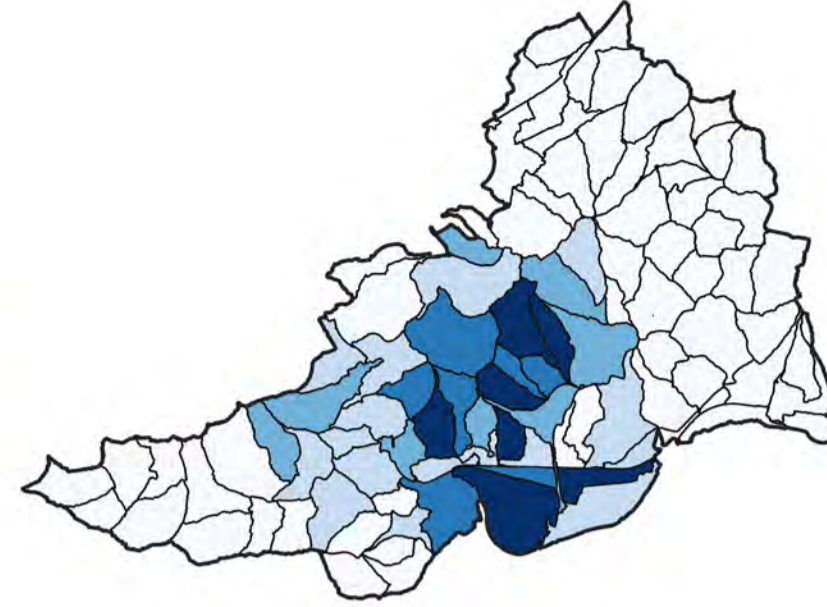
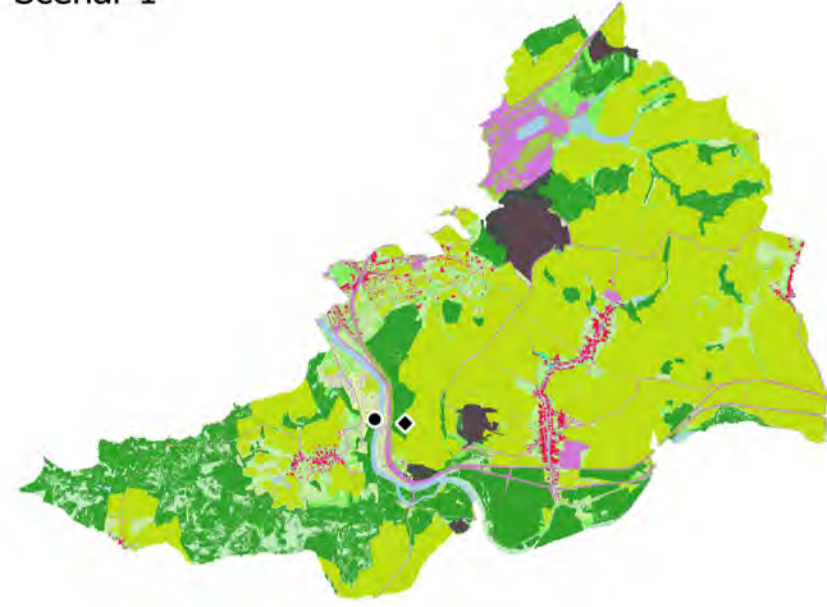
Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

M 1:16 000

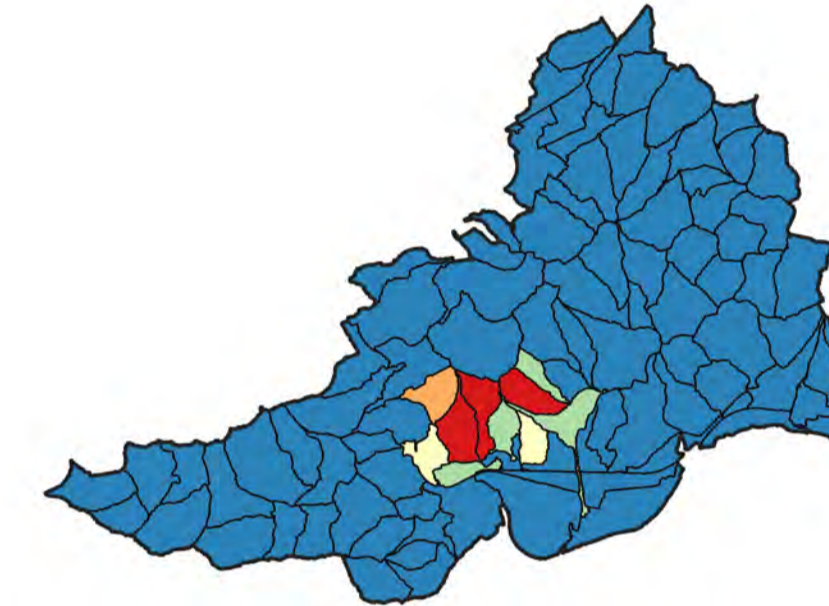
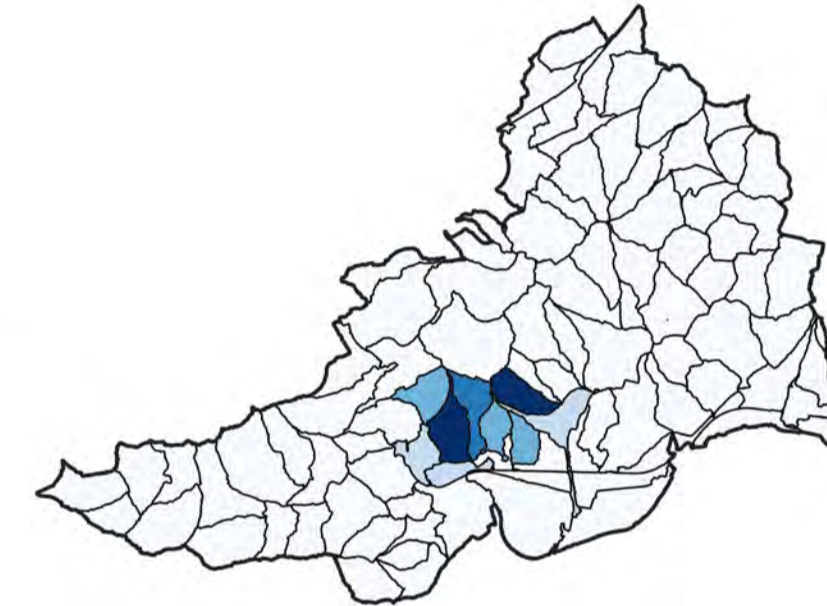
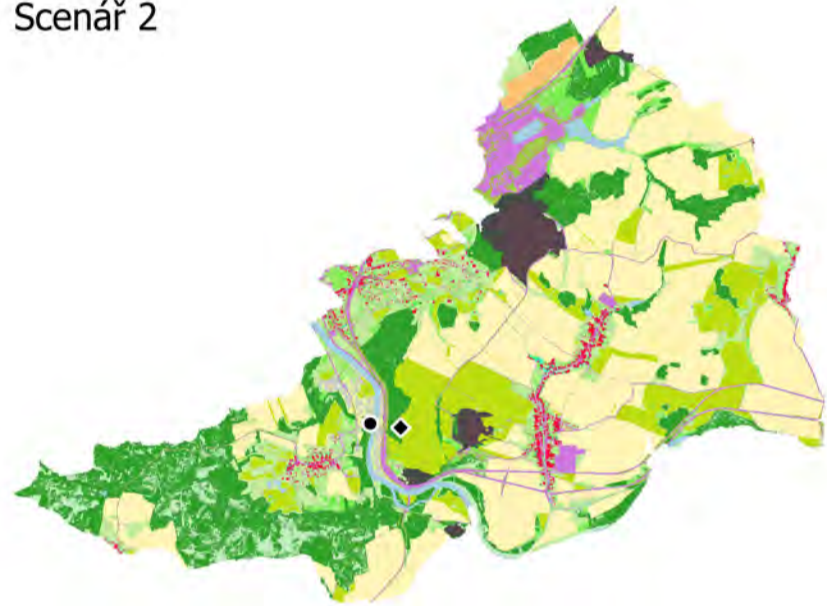
Mapa č.

10/12

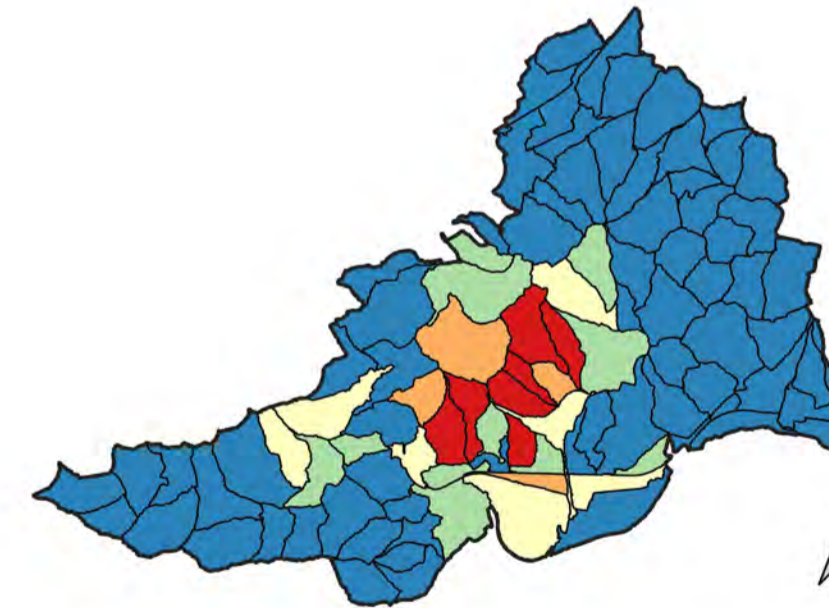
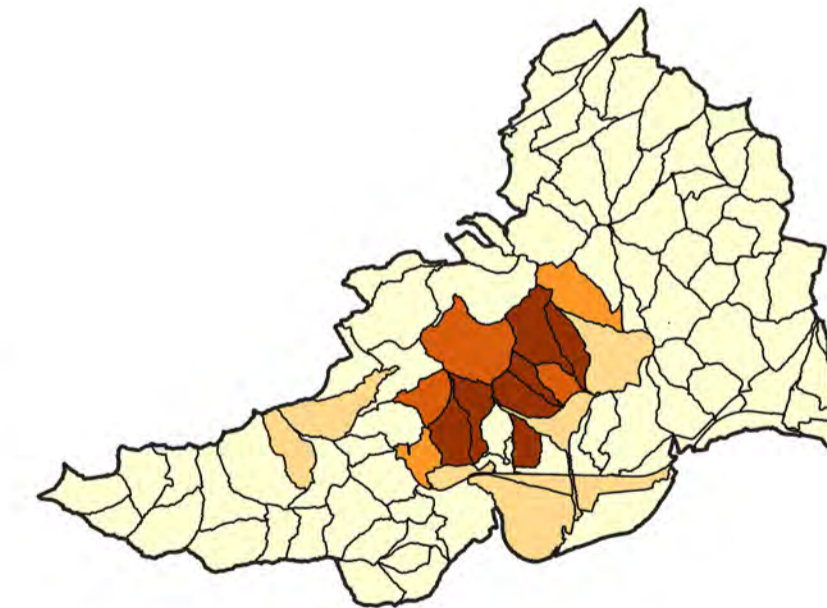
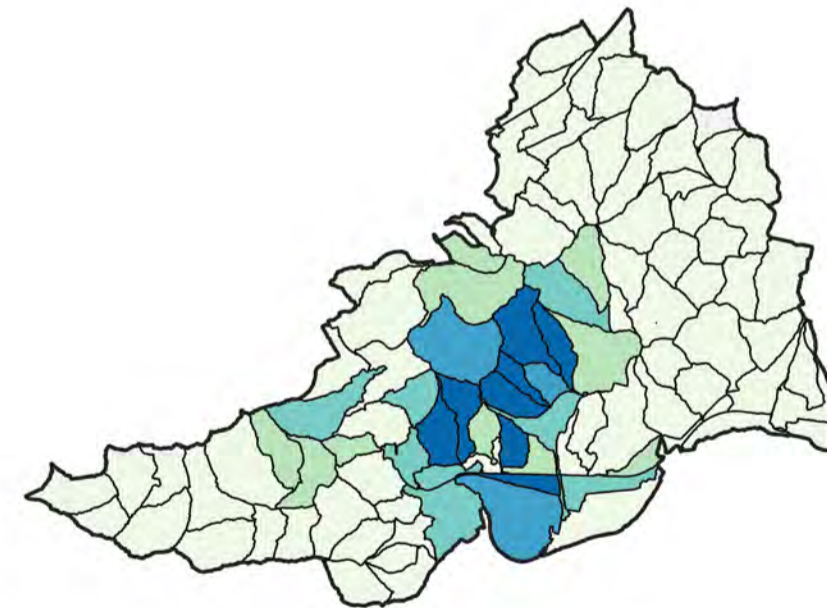
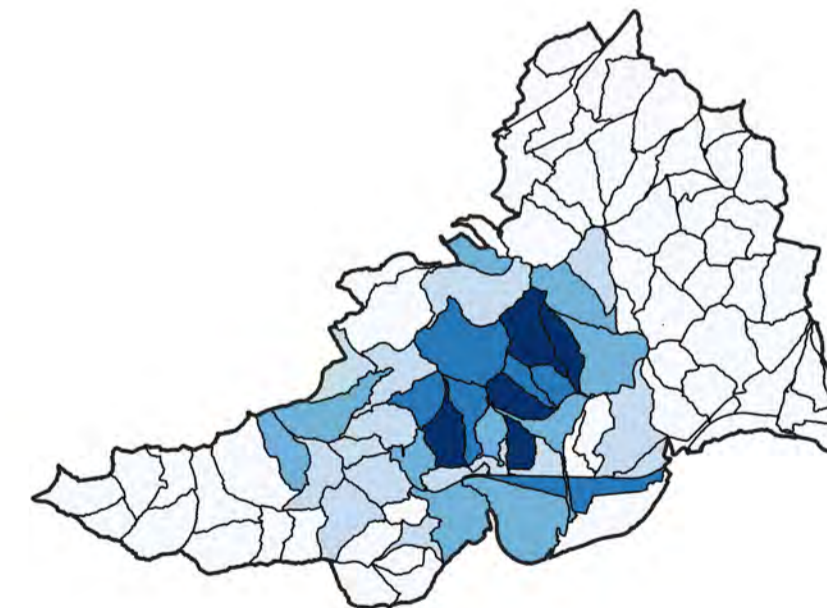
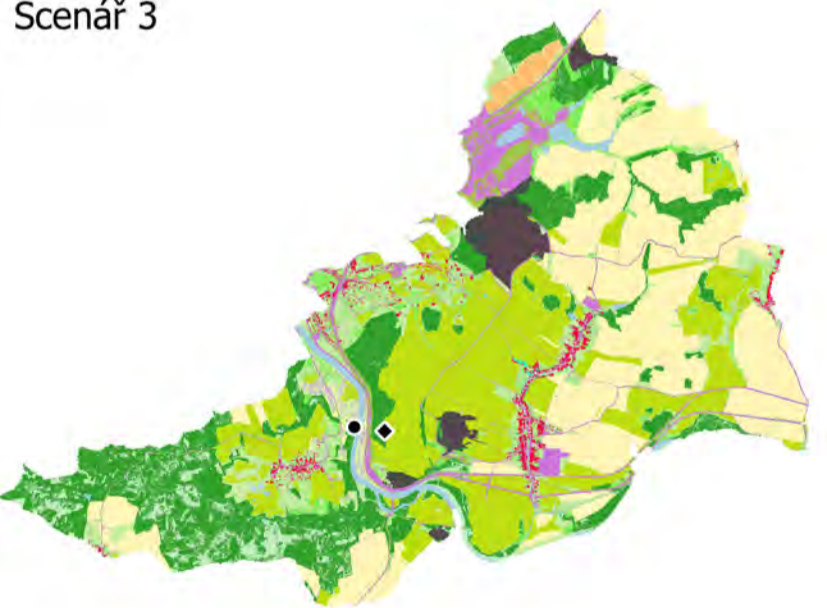
Scenář 1



Scenář 2



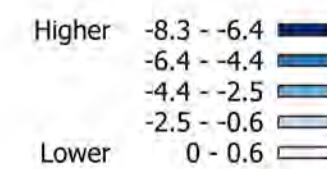
Scenář 3



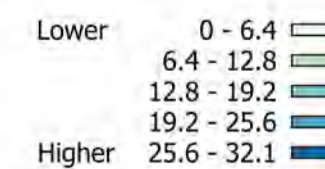
Účelová klasifikace landuse



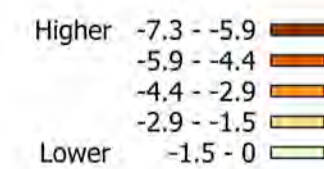
Redukce zranitelnosti podzemních vod (%) Adaptační kapacita parametru VUL



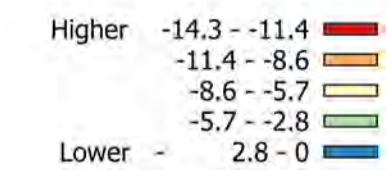
Zvýšení retenční kapacity vůči přívalovým srážkám (%) Adaptační kapacita parametru RET



Redukce teploty povrchu (%) Adaptační kapacita parametru LST



Kumulativní efekt parametrů VUL, RET, LST (%)



Testovací scénáře

Pro zvolenou oblast byly vytvořeny tři testovací scénáře: kontrastní (1), realistický (2) a ochranný (3). Scénáře pracují s rozšířením trvalých travních porostů, krajinné vegetace a lesních ploch. Přeměna orné půdy na trvalé travní porosty je v krasových oblastech často využívána k ochraně podzemních vod a její efekty jsou potvrzeny (Halešová and Kotyzová, 2022; Wei et al., 2023; Xiao et al., 2023). Účelem kontrastního scénáře je zjistit efekt co nejširší škály změn počítající s přeměnou orné půdy na trvalé travní porosty, proměnou nepropustných povrchů na trvalé travní porosty (TTP), proměnou TTP a orné půdy na les apod. Realistický scénář počítá se zatravněním orné půdy v nejbližším okolí Hranické propasti a neohroženějších území v západní části k.ú. obce Černotín. Ochranný scénář spočívá v ochranném zatravnění orné půdy nacházející se na karbonátových horninách.

Adaptační kapacita

Adaptační kapacita představuje míru, do jaké je možné změnou landuse zlepšit daný parametr (van Oorschot et al., 2021). Výpočet je založen na rozdílu mezi stávající hodnotou a modelovaným scénářem:

$$R (\% \text{ reduction}) = \left(1 - \frac{Crit1ac}{Crit1sc} \right) * 100;$$

kde Crit1ac představuje hodnotu kritéria v stávajícím stavu, a Crit1sc hodnotu kritéria v navrhovaném scénáři. Výsledkem je mapa s rozlišením 1 m GSD s hodnotami R, která představuje míru redukce daného problému. Tyto hodnoty jsou následně průměrovány na jednotlivá povodí.

Rozdíly v efektech jsou značné. Největší dopad změn v LULC lze pozorovat ve zvýšení hydrologické kapacity území, a to v některých povodích až o 35 % oproti původnímu stavu. V případě zranitelnosti podzemních vod dochází ke zlepšení o nižší jednotky procent, stejně tak při redukcí teploty povrchu (max 8 %) pro jednotlivá povodí. U všech údajů se jedná o průměrné hodnoty za celá mikropovodí. V případě teploty je nízká adaptační schopnost dána průměrem za celé vegetační období, kdy dochází k výrazným rozdílům mezi ornou půdou a trvalými travními porosty (zemědělské kultury dle modelu až do začátku července povrch ochlazuje více než trvalé travní porosty.)

Prioritní oblasti

Prioritní oblasti byly vymezeny na základě adaptační kapacity. Jedná se o mikropovodí, v kterých je dle navržených scénářů možné dosáhnout nejvyšší adaptační kapacity – tj. největší redukce zranitelnosti území. Toto spojení umožňuje odhadnout plošnou změnu využití území danou navrženým opatřením ve vztahu k efektu.

Jako prioritní oblasti bylo vymezeno 12 mikropovodí (viz. obr. 13 Textová část - Vyhodnocení dopadů scénářů na sledovaná kritéria). Pro každé mikropovodí bylo stanoveno míra změny využití území (na základě scénáře) a výpočet zlepšení stavu pro jednotlivé parametry. Návrhům pro konkrétní území se věnuje soubor map s odborným obsahem Hranický kras – návrhová mapa.

Hranický kras – Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Testovací scénáře

Soubor map: Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zonace citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence přívalových srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

Autoři:

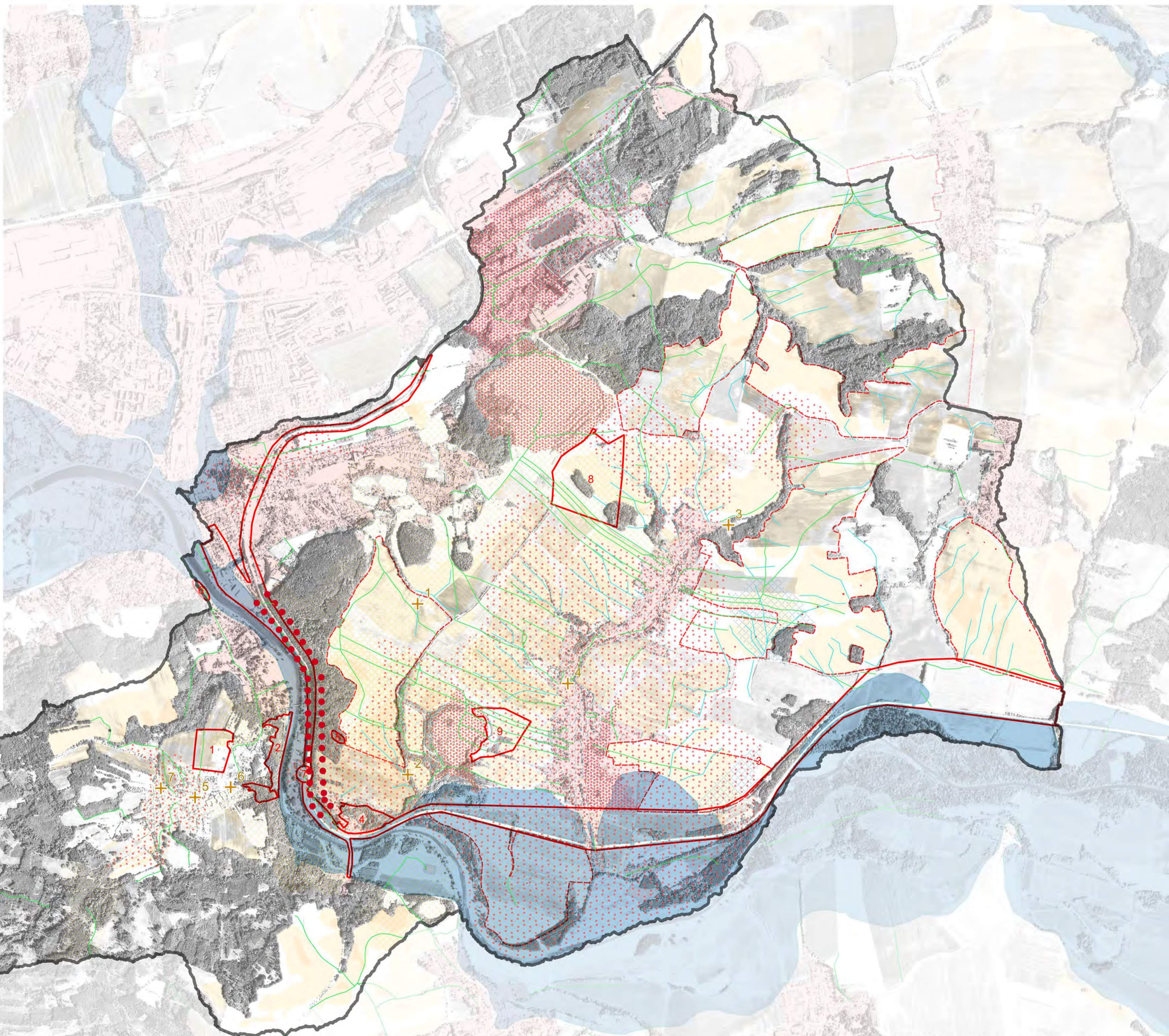
Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Opeľtová, Petr Kučera

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

Mapa č.

11/12

- Hranice řešeného území
- Hranice katastrálního území
- Mikropovodí
- Zóna citlivá na znečištění podzemních vod A
- Zóna citlivá na znečištění podzemních vod B
- Zóna s nízkou retencí přívalových srážek A
- Zóna s nízkou retencí přívalových srážek B
- Lokality s vysokou teplotou povrchu v letních měsících A
- Lokality s vysokou teplotou povrchu v letních měsících B
- Erozní ohrožení orné půdy**
- extrémní ohrožení
- půdy náchylné
- půdy nejohroženější
- půdy silně ohrožené
- silné ohrožení
- střední ohrožení
- nízké ohrožení
- Půdní bloky nad 30 ha
- Vybraná problémová místa
- Lokality odběrů povrchových a podzemních vod s výrazně překročenými limity znečištění
- Záplavové území Q100
- Kritická místa vodní eroze
- Křížení dopravního koridoru a lázní
- Zaniklá cestní síť
- Vybrané problémové lokality:**
- 1 Zastavitelné plochy v severní části obce Teplice nad Bečvou
- 2 Lázeňský park vyžadující revitalizaci
- 3 Hluková a prachová zátěž dopravního koridoru
- 4 Nevyužitý potenciál historické vápenky a lomu na Kučách
- 5 Nevhovující turistické zázemí v okolí Hranického propasti
- 6 Chybějící reprezentativní propojení lázní a města
- 7 Křížení turistické trasy a návštěvnického centra s frekventovanou silnicí
- 8 Rozšíření lomu směrem k sídlu
- 9 Rozšíření lomu směrem k sídlu



Problémová mapa

Problémová místa byla vymezena na základě kritéria zranitelnosti a náchylnosti k degradaci přírodních zdrojů. Vzhledem k charakteru krasového území se jedná především o citlivost ke znečištění podzemních vod a náchylnost orné půdy k erozi.

Oblasti citlivé na znečištění vodních zdrojů byly vymezeny na bázi infiltračních zón s vysokou transmisivitou, jde o lokality na propustných půdách a fluválních sedimentech a dále o lokality na krasovém hydrogeologickém kolektoru. Dalšími zahrnutými plochami jsou inundační zóny podél řeky Bečvy vymezené záplavovými územími Q5-Q100.

Za erozně ohrožené jsou považovány plochy s topografickým faktorem (LS faktor) převyšujícím hodnotu 1,7. Orná půda na svazích tvoří velkou část řešeného území. Zemědělské využití těchto ploch není vyloučeno, je ale potřeba důkladně vybírat pěstované plodiny, dbát na volbu osevních postupů a využívat agrotechnická opatření. Vzhledem k dynamickému reliéfu krajiny Hranického krasu, výskytu svahů a velké výměře ploch orné půdy, byla významná část území vyhodnocena jako náchylná k vodní erozi. Míra ohroženosti půd větrnou erozí je zanedbatelná. Z hlediska ohroženosti vodní erozí se zde vyskytují nejvíce půdy mírně erozně ohrožené. Silně ohrožené půdy se vyskytují v menších celcích, zejména na území obce Černotín. Tato ohroženost pramení z poměrně velké délky, expozice a sklonu svahů. Erozně ohrožené jsou také půdy v centrální části katastru Teplíc nad Bečvou. Z hlediska skeletovitosti půdy v území převládají půdy bezskeletovité. V místech ohrožení vodní erozí je však půda spíše středně skeletovitá, celkově se jedná o půdy hluboké. Podle hodnocení BPEJ se v území nacházejí půdy nadprůměrně produkční, erozně ohrožená část katastru Černotína se naopak vyznačuje půdami velmi málo produkčními. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2023)

Z hydrologického modelu vyplývá několik kritických míst vodní eroze, kde vznikají dráhy soustředěného odtoku spojené s genézí erozních rýh. Problematické jsou zejména dráhy směřující do sídel. Z tohoto hlediska je ohroženo zejména k.ú. Hluzov a k.ú. Černotín. Právě tyto dráhy soustředěného odtoku mohou do sídel přivést bleskovou povodeň a jedná se tedy o prioritní plochy pro návrh a realizaci protipovodňových opatření. Některé zemědělské plochy v okolí Černotína a Hluzova jsou odvodněny pomocí drenáží. Dalším problémem je rozšiřování zástavby na úrodné zemědělské půdy I. a II. třídy ochrany (zábor neúrodnějších půd vhodných pro zemědělské využití). Tento trend se týká zejména města Hranice a oblasti U Kostelíčka, dále severní části obce Černotín a v menší míře i Hluzova a obce Špičky. Rozšiřování zástavby se pojí s mnoha negativními jevy, mezi ty nejzávažnější patří snižování retenční schopnosti krajiny, biologické rozmanitosti a stability ekosystémů. Negativní jevy spojené se zábořem půdy jsou umocňovány umístováním staveb na nevhodných pozemcích. Konkrétně se jedná o zástavbu na nestabilních svazích, které jsou pro území symptomatické, a v záplavovém území. Nestabilní svahy lze nalézt ostrůvkovitě rozprostřeny po celém území, k zástavbě nejbližší přiléhají v Teplících nad Bečvou a u Špiček. Západní část zastavěného území Teplíc nad Bečvou již leží na nestabilním svahu a z územního plánu vyplývá další rozšiřování zástavby. V případě obce Špičky leží nestabilní svah na západní hranici zástavby, přímo na této zóně nestability byla v posledních letech umístěna nová výstavba menšího rozsahu.

Řeka Bečva tvoří kostru území a nedílnou součástí krajiny je její záplavové území. Do aktivní zóny záplavového území zasahuje jižní část zástavby obce Černotín (část jižně od silnice E442) a je zde lokalizován zemědělský areál. Na okraj záplavového území v Černotíně je navržena malá plocha k zástavbě. V záplavovém území dále leží část lázeňského areálu – lázeňský dům Bečva a budova tenisového klubu. V záplavovém území leží i část zástavby města Hranice. Jedná se o jižní část města – o vilovou zástavbu pod Hůrkou, nízkou položenou okolo historického centra a vily na Dvořákově stromořadí vedoucí do Teplíc nad Bečvou.

Další plochy byly vymezeny pomocí evaluačních modelů. Jedná se o plochy, které svým charakterem přispívají ke zvyšování teploty a přispívají ke vzniku vln veder (zóny s vysokou teplotou povrchu v letních měsících). Dále byly vymezeny plochy, které kvůli svému charakteru neumožňují zadržení nadměrného množství přívalových srážek a přispívají tedy k vysychání krajiny a zvyšují riziko povodňových škod (zóny s nízkou retencí přívalových srážek). V obou případech jde o typové podobné lokality s nízkým podílem vegetace. V prvním případě jde například o části zpevněných ploch intravilánu sídel, průmyslové areály, lomy a vybrané plochy polí. V případě snížené retence srážek se jedná zejména o plochy orné půdy bez rozptýlené zeleně. V kontextu klimatické změny a posilování jejich projevů je problematické i rozšiřování stávajících lomů. Aktivní lomy jsou tvořeny obnaženým geologickým podložím s absencí vegetace a jedná se tedy o plochy s potenciálem k akumulaci tepla. Po konverzi současné plochy orné půdy a krajinné zeleně na aktivní zónu těžby, bude dále oslabena retenční schopnost krajiny s posilujícím efektem nárůstu teploty povrchu.

Na orné půdě v řešeném území byly identifikovány dle registru půdy (LPIS) bloky orné půdy větší než 30 ha. Převaha těchto ploch je na k.ú. Černotín, Hluzov a Špičky.

Hranický kras – Analytická mapa

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Problémová mapa

Soubor map:
Hranický kras – Analýza území z hlediska přírodních, kulturních a percepčních hodnot a zónou citlivosti krajiny vůči zranitelnosti podzemních vod, potenciálu retence přívalových srážek a tvorbě tepelných ostrovů.

Autoři:
Jozef Sedláček, Kristýna Kohoutková, Hana Vavrouchová, Radim Klepárník, Kryštof Chytrý, Ondřej Ulrich, Milan Geršl, Petra Oppeltová, Petr Kučera

M 1:16 000

Výstup je výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou Gregora Johanna Mendela s názvem „Krajina vcelku a krajina v detailu. Mezioborový výzkum Hranického krasu“

Mapa č.
12/12

Hranický kras – analytická mapa

Soubor map s odborným obsahem

Ing. Jozef Sedláček Ph.D., Ing. Kristýna Kohoutková,
Mgr. et Mgr. Ing. Hana Vavrouchová, Ph.D., Ing. Radim Klepárník,
Ing. Petra Oppeltová, Ph.D., doc. Ing. Milan Geršl, Ph.D.,
Ing. Ondřej Ulrich, Mgr. Kryštof Chytrý, doc. Ing. Petr Kučera, Ph.D.

Vydala: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

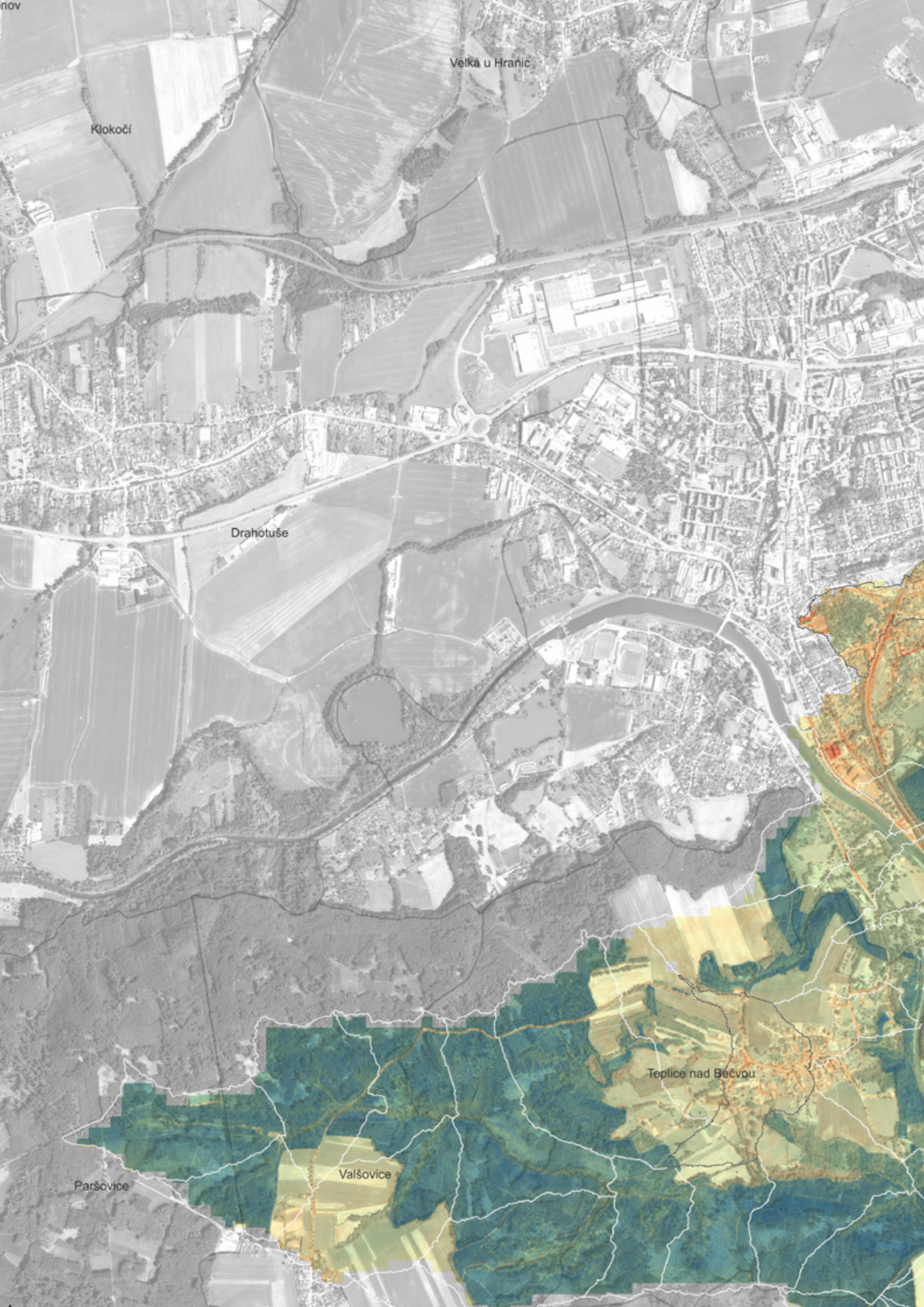
Vydání: první, 2024

Počet stran: 44, 12 listů mapových příloh

ISBN 978-80-7509-984-6 (online ; pdf)

<https://doi.org/10.11118/978-80-984-6>

Neprošlo jazykovou korekturou.



Velká u Hranic

Klokočí

Drahotuše

Teplice nad Bečvou

Paršovice

Valšovice