

Univerzita Hradec Králové
Filozofická fakulta
Katedra archeologie

**Geodatabáze neolitického osídlení ve vybraných regionech: Možnosti
elektronické publikace dat a analýzy v prostředí geografických informačních systémů**
Diplomová práce

Autor: Bc. Martin Lanta
Studijní program: N7109 Historické vědy
Studijní obor: Archeologie
Forma studia: Prezenční
Vedoucí práce: Mgr. Richard Thér, Ph. D.

Hradec Králové
2019

Univerzita Hradec Králové
Filozofická fakulta

Zadání diplomové práce

Autor: Bc. Martin Lanta
Studijní program: N7109 Historické vědy
Studijní obor: Archeologie
Název závěrečné práce: Geodatabáze neolitického osídlení ve vybraných regionech: Možnosti elektronické publikace dat a analýzy v prostředí geografických informačních systémů
Název závěrečné práce v AJ: Geodatabase of Neolithic Occupation in Selected Regions: Possibilities of Electronic Publication of Dats and Analysis Using Geographical Information Systems

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cílem práce je srovnání neolitických sídelních strategií ve dvou vybraných regionech: labského pravobřeží v úseku Jaroměř- Hradec Králové a Kutnohorska. Dále sestavení geodatabáze neolitu. Osídlení vybraných oblastí v prostředí ArcGIS. Bude provedena rekonstrukce geomorfologických a hydromorfologických podmínek obou regionů.

Golberg, P. - Macphail, R. I. 2005: Practical and Theoretical Geoarchaeology, Wiley - Blackwell.

Garantující pracoviště: Katedra archeologie, Filozofická fakulta
Vedoucí práce: Mgr. Richard Thér, Ph. D.
Datum odevzdání závěrečné práce: 25. 4. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval pod vedením vedoucího diplomové práce Mgr. Richarda Théra, Ph.D. samostatně a uvedl jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne 25. dubna 2019

Poděkování

V první řadě děkuji vedoucímu své diplomové práce Mgr. Richardu Thérovi, Ph.D. za věnovaný čas, ochotu při konzultačních hodinách a cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat Mgr. Tomáši Zavoralovi z Východočeského muzea v Pardubicích za umožnění využití geodetických podkladů a dat a Mgr. Pavlu Burgertovi za poskytnuté podklady neolitického osídlení.

Anotace

LANTA, Martin. *Geodatabáze neolitického osídlení ve vybraných regionech: Možnosti elektronické publikace dat a analýzy v prostředí geografických informačních systémů*, Hradec Králové: Filozofická fakulta Univerzity Hradec Králové, 2019. 121 s. Diplomová práce.

Hlavním cílem této práce je prozkoumání a posouzení současných možností rekonstrukce krajinného vývoje. Vybranými metodami, které budou podrobené kritice, budou provedeny možné hydromorfologické a geomorfologické rekonstrukce. Dosaženými výsledky se posoudí dosavadní přijímaná sídelní strategie v neolitu, a to ve dvou regionech, pravobřeží Labe mezi Jaroměří a Hradcem Králové a Kutnohorskem. Pro potřeby této diplomové práce budou v rámci zpracování a následného vyhodnocení zkoušeny kontrolní mechanismy spojené s reálnou exkavací a geodetickým měřením. Jako promítací a vyhodnocovací nástroj bude využit Geografický informační systém.

Klíčová slova: GIS, lidar, hydrologie, rekonstrukce

Annotation

LANTA, Martin. *Geodatabase of Neolithic Occupation in Selected Regions: Possibilities of Electronic Publication of Dats and Analysis Using Geographical Information Systems*, Hradec Králové: Philosophical Faculty, University of Hradec Králové, 2019, 121 pp. Diploma Thesis.

The main goal of this master's thesis is to explore and evaluate the contemporary possibilities of reconstruction of landscape development. Subsequently potential hydromorphological and geomorphological reconstructions will be accomplished by carefully selected and examined methods. The results of this reconstructins will be used to reassess the current and accepted Neolithic settlement strategies in two regions - the Elbe right bank area between Jaroměř and Hradec Králové and the Kutná Hora region. In this thesis the control mechanisms associated with the real time excavation and the geodetic measurement will be explored and evaluated. The GIS will be used as a projecting and an evaluating system.

Keywords: GIS, lidar, hydrology, reconstruction

Obsah

Úvod	11
1 Rekonstrukce geomorfologické a hydromorfologické sítě	12
1.1 Geografické informační systémy	12
1.2 GIS v archeologii	14
1.2.1 Geoinformační podpora v archeologii	14
1.2.2 Možnosti využití geoinformatiky v archeologii.....	16
1.2.3 Predikční modelování v archeologii.....	16
1.2.4 Metody sběru prostorových dat	18
1.2.5 Digitální model terénu.....	19
1.2.6 Interpolace.....	20
1.2.7 Interpolace bodových dat	20
1.3 Modelace říční krajiny	20
1.3.1 Modelování vlivu land use na srážkoodtokové vztahy a erozní procesy	21
1.3.2 Eroze.....	22
1.3.2.1 SWAT	26
2 Sídlní strategie v neolitu.....	28
2.1 Charakteristika neolitu	28
2.1.1 Kultura s lineární keramikou.....	29
2.1.2 Kultura s vypíchanou keramikou.....	29
2.2 Vývoj neolitických sídlišť.....	30
2.3 Vývoj poznání sídlní strategie v neolitu	31
2.4 Sídlní strategie v neolitu se zaměřením na vybrané regiony	34
2.4.1 Geologie sledovaných oblastí.....	35

2.4.2	<i>Geomorfologie sledovaných oblastí</i>	35
2.4.3	<i>Nadmořská výška</i>	36
2.4.4	<i>Sklon svahu</i>	36
2.4.5	<i>Orientace svahu</i>	37
2.4.6	<i>Vztah k vodnímu toku</i>	38
2.4.7	<i>Vegetační pokryv</i>	39
	2.4.7.1 <i>Palynologická rekonstrukce krajiny labské nivy</i>	40
2.4.8	<i>Klima</i>	41
2.4.9	<i>Půdní typ</i>	43
3	Neolitické osídlení vybraných regionů	45
3.1	Neolitická kolonizace Čech	45
3.2	Rozsah osídlení	45
	3.2.1 <i>Hradec Králové – Jaroměř</i>	46
	3.2.2 <i>Kutnohorsko</i>	47
4	Praktická část diplomové práce	48
4.1	Sběr dat a příprava projektu	48
4.2	Práce s daty	48
	4.2.1 <i>DEM model a vymezení sledovaného území</i>	48
4.3	Hydrologická síť	49
	4.3.1 <i>Hydrologický model podle DEM Europe</i>	49
	4.3.2 <i>Hydrologický model podle současného mapování ZM 10 a ZM 50</i>	51
	4.3.3 <i>Hydrologický model podle historické kartografie a mapování</i>	52
	4.3.3.1 <i>První vojenské mapování</i>	53
	4.3.3.2 <i>Mapy stabilního katastru</i>	53

4.3.3.3	Druhé vojenské mapování.....	54
4.3.3.4	Třetí vojenské mapování.....	55
4.3.4	<i>Model říční sítě z pohledu historického mapování.....</i>	<i>55</i>
4.3.4.1	Možnosti georeference map stabilního katastru.....	56
4.3.5	<i>Rekonstrukce hydrologické a geomorfologické sítě pomocí eliminace viditelných lidských zásahů do krajiny pomocí GIS nástrojů</i>	<i>57</i>
4.3.5.1	Lokální metody	58
4.3.5.2	Geostatická metoda	58
4.3.5.3	Variační metody.....	58
4.3.5.4	Postup při eliminaci lidských zásahů	59
4.3.6	<i>Rekonstrukce hydrologické sítě pomocí laserového snímkování země.....</i>	<i>61</i>
4.3.6.1	Paměť krajiny.....	61
4.3.6.2	LIDAR	61
4.3.6.3	Ortofoto České republiky.....	61
4.3.7	<i>Identifikace zaniklých koryt říčního toku.....</i>	<i>63</i>
4.3.8	<i>Environmentální projekt VČM – Archaia Praha.....</i>	<i>64</i>
4.3.8.1	Detekovaná koryta po celkové skrývce na ploše výzkumu	64
4.3.8.2	Detekce koryt na lidarovém snímku	65
4.3.8.3	Interpretace geologické sondy - D35-0001-B-EN-04.....	66
4.3.9	<i>Vyhodnocení hydrologického modelování.....</i>	<i>69</i>
4.4	Geomorfologická rekonstrukce krajiny	70
4.4.1	<i>Analýza proveditelnosti - kritika dat</i>	<i>73</i>

4.4.2	<i>Přesnost digitálního modelu reliéfu ČR (Lidar) vs. geodetické měření</i>	<i>74</i>
4.4.3	<i>Modelace krajiny pomocí Digitálního modelu reliéfu vs. Eudem dem (podklad pro diplomovou práci)</i>	<i>89</i>
4.4.4	<i>Porovnání dopočítaných dat různými technikami Interpolace.....</i>	<i>89</i>
4.4.5	<i>Sledování změn v krajině pomocí prolínání kartografických pramenů.....</i>	<i>91</i>
5	Vyhodnocení praktické části	95
	Závěr	107
	Seznam použité literatury	109
	Seznam použitých elektronických zdrojů	113
	Seznam použitých zkratk.....	114
	Seznam obrázků	115
	Seznam příloh	119

Úvod

V současné době stoupá obliba využívání moderních metod v archeologii, mezi které lze zařadit například práci s lidarovými daty, geofyzikální měření, 3D fotogrammetrie a tak podobně. Geografické informační představují nejvhodnější nástroj k propojení těchto moderních metod. Proto geografické informační systémy bývají čím dál častěji zařazovány do procesu zpracování archeologických situací. Jejich hlavní výhodou je schopnost zobrazovat, zpracovávat a porovnávat velké množství dat napříč mnoha obory a vzájemně s nimi pracovat. Díky nim je možné konkrétní situaci zasadit do reálného prostředí v reálném měřítku a podrobně ji analyzovat. Geografické informační systémy jsou základním propojovacím a vyhodnocovacím nástrojem této diplomové práce.

Hlavním cílem této práce je vytvoření metodiky rekonstrukce krajiny. Metodika tvorby geomorfologické a hydromorfologické mapy bude vyvíjena na území pravobřežní Labe se specifikací na zájmovou oblast Hradec Králové – Jaroměř a na oblast Kutnohorska. Tato metodika bude vytvořena pro potřeby budoucího studia a zpětné revize sídelních strategií v různých etapách dějin. Výsledkem by měl být návrh postupů, které by mohly směřovat k co nejpřesnějšímu zobrazení vývoje krajiny na daném území. Takové zobrazení by mohlo být mimo jiné archeology využíváno k predikci doposud neobjevených sídelních aktivit. Metodické postupy budou demonstrovány na neolitickém osídlení ve vybraných zájmových oblastech.

Dílčí cíl diplomové práce spočívá ve zhodnocení datových podkladů a jejich možnosti uplatnění při tvorbě rekonstrukce konkrétní krajiny. Dalším dílčím cílem je také představení možností využití historických map a moderních snímků zemského povrchu při krajinné rekonstrukci a nastínění jejich hlavních problémů.

Práce je rozdělena na dvě části. První, teoretická část, podává přehled základních poznatků o dílčích možnostech rekonstrukce krajiny v prostředí geografických informačních systémů. Rovněž podává stručný přehled o dosavadních poznatcích sídelní strategie a podobě krajiny v období neolitu. To vše je nakonec vztaženo na dvě zájmová území, tedy na oblast Kutnohorska a oblast mezi Hradcem Králové a Jaroměří.

Teoretická část slouží coby podklad pro praktickou část textu, jež teoretické poznatky aplikuje v praxi a podrobuje je kritice.

1 Rekonstrukce geomorfologické a hydromorfologické sítě

Metodika tvorby geomorfologické a hydromorfologické mapy krajiny bude provedena prostřednictvím geografických informačních systémů (GIS), jež jsou základním propojovacím a vyhodnocovacím nástrojem této diplomové práce. Následující text popisuje jednotlivé funkce, jež budou v práci využity.

1.1 Geografické informační systémy

Pojem GIS je zkratka vycházející z anglického pojmenování pro Geografický informační systém. Kolébkou GIS se v 60. letech tohoto století stala Kanada. Slovo geografický je v tomto případě používáno ve smyslu prostorový. Právě prostorové ztvárnění dat může často nabízet nové pohledy, otázky a nová vysvětlení dané problematiky. Jednotlivé souvislosti a závislosti zjišťované pouze s použitím klasických metod mohou být obtížně patrné nebo dokonce vůbec nezjistitelné.

Základním výstupem GIS jsou mapy a další výstupy grafické povahy. Díky němu je dnes možné v desktop mapping i v domácích podmínkách vytvářet mapy v širokém rozsahu s využitím běžných technických prostředků.

Grafické výstupy jsou doplňovány o různé vizualizační prostředky a multimédia, která se stávají významným nástrojem řízení, rozhodování a přijímání řešení. GIS je software vytvořený pro podporu sběru, řízení, manipulace, analýz, modelování a následné zobrazení prostorových dat. GIS představuje systém obsahující prostorová data, která mohou být konvertována do podoby informace. Analýzou dat se produkují informace. Základní funkcí je tedy vztah mezi datovými soubory v určité oblasti zájmu (*Macháček 1997, 127–128*).

Jádrem GIS jsou geografická data, která se od jiných dat odlišují tím, že popis objektů reálného světa zahrnuje jejich polohu s ohledem na známý souřadnicový systém. Atributy i prostorová data jsou sbírány tak, aby co nejlépe vyjadřovaly reálný svět (*Konečný 1997, 129*).

Zdrojem dat v GIS jsou všechny dostupné a využitelné soubory informací o daném území. Jako zdroje dat mohou sloužit například mapy (základní, státní, topografické, geografické, tematické), plány, náčrty, výkresy, statistické ročenky, zprávy, slovníky a archivní údaje.

Většina objektů a jevů reálném světě se vyskytuje na určitém místě zemského povrchu (např. archeologický objekt, střep, řeka). Zároveň se tyto objekty vyskytují v daném prostoru společně s mnoha dalšími objekty a jevy, přičemž se navzájem ovlivňují (jsou konfrontovány např. s pedologickým podložím, erozí, nadmořskou výškou aj.). Proto je znalost umístění a vzájemných prostorových souvislostí mezi objekty velmi významná a může sehrát důležitou roli při celkovém vyhodnocení. Prakticky to znamená, že v našich datech v počítači musíme mít zaznamenáno obojí současně, tj. jak vlastní informaci o objektu, tak i údaje o jeho poloze. Tomuto typu dat se říká geografická nebo též data prostorová. Počítačový systém, jenž umožňuje ukládat a využívat zmíněná data, nazýváme geografický informační systém.

Geografické informační systémy pronikají stále více do rozličných profesních sfér, které přímo nesouvisí s geografii, protože jsou výborným nástrojem pro vytváření studií, analýz a modelů týkajících se konkrétního území a jejich následnou vizualizaci. Hlavní doménou geoinformačního systému je propojení mapy jakožto prezentačního média s databází, která obsahuje polohopisné i popisné charakteristiky objektů, případně vyjadřuje vztahy mezi nimi.

Prvním důležitým krokem je získání dat přímo na místě sběru. To se děje prostřednictvím archeologa a jeho týmu. Poté dochází k dalšímu zpracování.

V GIS lze rozlišit několik typů dat:

- data leteckého snímkování (rastr),
- družicové snímky dálkového průzkumu země (rastr),
- geodetická měření, GPS měření (bodové pole – vektor),
- laserové skenování (bodové pole – vektor),
- naskenované podklady (analogové mapy – rastr),
- databáze s prostorovými daty a atributy jednotlivých objektů (vektor),
- stereofotogrammetrie (stereoskopické dvojice leteckých snímků – pro digitální model terénu – rastr i vektor),
- WMS servery – katastr, ortofoto, stínování.

1.2 GIS v archeologii

1.2.1 Geoinformační podpora v archeologii

Geografické informační systémy (GIS) vystupují v současné archeologii do popředí, neboť rozšiřují standardní metody a nástroje o možnost interaktivní prostorové analýzy zkoumaných jevů. Při řešení konkrétního problému se vychází z prostorové analýzy

a syntézy informací, následované procesem simulace, případně prognostiky daných jevů a procesů v prostorové realitě. Předmětem prostorové analýzy je především vyhledávání a modelování nových vztahů mezi polohovým uspořádáním a atributy objektů.

Atributy jsou v GIS vedeny v rámci databáze (DB), doplněné systémem řízení databáze. Výhodiskem pro tvorbu a používání informací o území je funkční model prostorové reality. Model zobrazuje pouze některé vybrané znaky modelované skutečnosti a jeho základním stavebním prvkem je geoobjekt, tedy objekt, jehož poloha je vztažená k prostoru Země. Při modelování prostorové reality jsou mimo informaci o časové platnosti geoobjektů důležité i vzájemné topologické vztahy mezi objekty. Modelování zahrnuje pohyb na více úrovních – prostorové, konceptuální, logické a fyzické.

Jedním ze základních východisek pro různé specializované analýzy je reliéf. Ten ovlivňuje přírodní procesy i hospodářskou činnost člověka a představuje tak výchozí prostorovou plochu, na které se nachází geoobjekty. Georeliéf je charakterizován svými morfometrickými parametry, které určují mnohé činnosti lidského zájmu, kupř. relativní výšku či sklon reliéfu ve směru spádových křivek, orientace reliéfu vůči světovým stranám, geometrické tvary reliéfu, délka svahu apod.

Digitální model reliéfu (DMR) je jednou z forem digitálních modelů. Ten představuje soubor číselně uspořádaných dat o reliéfu uložený v paměti počítače doplněný příslušným programovým vybavením pro jeho využívání. Terénní plocha popisovaná prostřednictvím DMR má nepravidelný tvar, který může být porušen v místech zvaných singularity. Vzhledem k náročné modelaci nepravidelné plochy jsou využívány matematicky definovatelné plošky, které jsou umístěny s ohledem na kostru reliéfu a singularity a vzájemně se stýkají ve vrcholech a na hranách. Podle charakteru těchto plošek lze klasifikovat několik typů DMR.

Rastrový model využívá dělení topografické plochy na pravidelné, stejně velké útvary, je tedy definován množinou elementárních plošek nad buňkami pravidelného

rastru. Pokud se hodnota výšky modelu týká jen středu buňky, hovoříme o mřížce, kterou můžeme považovat za bodový (vektorový) model. Další možností je polyedrický model využívající dělení topografické plochy na nepravidelné a různě velké útvary, zejména trojúhelníky, přičemž plošky využívají lineární interpolaci. Plátový model využívá dělení topografické plochy na nepravidelné a různě velké útvary s využitím nelineární interpolace.

Zdrojovými daty pro tvorbu DMR mohou být geodetická měření, fotogrametrická či kartometrická data, měření za pomoci LIDARu, interferometrické měření InSARem aj. V archeologii se implementace DMR do prostorového modelu využívá především pro analýzy viditelnosti s identifikací oblastí viditelných z určitého pozorovacího bodu, dále pro rozbor vzájemné viditelnosti mezi archeologickými nalezišti, výpočet sklonu reliéfu, stanovení nadmořské výšky, určení tvarů reliéfu, případně lokálního převýšení, analýzu osvětlení reliéfu, akumulaci povrchového odtoku vody a podobně.

V současnosti se v geoinformatice dostávají do popředí technologie založené na mobilním principu. Trendem je především orientace na interoperabilitu a integraci prostorových dat, s důrazem na aktuálnost potřebných informací a jejich dostupnost v reálném čase. Z toho vyplývá potřeba nových systémů založených především na internetu. Webové služby (WS) poskytují žádanou interoperabilitu mezi různými softwarovými aplikacemi. Podporují okamžité a kvalitní rozhodování na základě aktuálních a adekvátních informací. Jejich výhodou je možnost sdílení dat a aplikací i bez toho, aby je musel uživatel mít uložené ve svém počítači či na serveru, přičemž se po síti nemusí přesouvat rozsáhlé balíky dat, ale pouze vstupní parametry a zpracované výsledky. Podporovány jsou rovněž jednoduchá rozšíření aplikací a možnost publikace na mobilních zařízeních, často bez potřeby licence, instalace a údržby. Dalším kladem WS je ulehčení samotné práce s daty zabezpečením decentralizace, odbourání nutnosti fyzické účasti klienta při prohlížení a koupi dat i odbourání závislosti na softwarech náročných na cenu, výkon počítače apod. (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 17–18*).

V oblasti WS vzniklo v procesu standardizace internetových technologií mnoho standardů a specifikací, mezi které patří především následující (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 18*):

- Webová mapová služba (WMS) poskytující mapové obrázky z jedné nebo více prostorových DB,

- Webová objektová služba (WFS), která na rozdíl od WMS neposkytuje mapové obrázky, ale samotná data vhodná pro analýzu a další zpracování,
- Webová povrchová služba (WCS) umožňující dotazování a prohlížení družicových a leteckých snímků, digitálních modelů a jiných rastrových dat,
- Služba na vzdálené zpracování dat (WPS) poskytující klientovi vykonávat s geodaty prostorové analýzy,
- Webová katalogová služba (CSW) zprostředkávající nástroje pro publikování a vyhledávání souborů metadat k datům, službám a zdrojovým informacím,
- Souřadnicová transformační služba (WCTS) řešící požadavek společného zobrazení geodat z různých zdrojů.

1.2.2 Možnosti využití geoinformatiky v archeologii

Díky výstupům GIS vypovídají artefakty o minulosti komplexně, tedy nejen samy o sobě, ale i o interakci s prostředím, s ostatními objekty. Jedná se kupříkladu o analýzu vztahu mezi výskytem archeologických nalezišť a geologickým podložím, průběhem vodních toků, analýzy viditelnosti a podobně (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 19*).

Geoinformatika má přínos hned v několika oblastech. V první řadě umožňuje operativní promítnutí formálních vlastností archeologických pramenů do reálného prostoru a naopak. Provést lze rovněž analýzu prostorového uspořádání celků zjištěných terénním výzkumem. Zprostředkována je také možnost zjištění takových vlastností geografického prostoru, které jsou významné z hlediska chování minulých populací, kupř. jejich závislosti na sklonu a orientaci svahů. Geoinformatika předkládá možnost přistupovat k prostorovým datům jako k souvislému povrchu spojitě se měnících vlastností, nevidí v nich tedy pouze množinu nesouvislých pozorování (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 19*).

1.2.3 Predikční modelování v archeologii

Pomocí archeologického predikčního modelování lze dále zkoumat a sledovat pravděpodobné chování se člověka v minulosti a jeho vliv na prostředí i nacházet způsoby, kterými mohlo prostředí ovlivňovat lidské aktivity. Predikční model lze definovat jako zjednodušený systém testovacích hypotéz, který se pokouší o predikci míst aktivit předcházejících lidí, jejichž činnost měla za následek uložení nálezu nebo změnu krajiny. Vysvětlit se dá rovněž jako soubor nástrojů, jejichž cílem je jednak pochopení a objasnění

vztahů mezi lokalitami různých aktivit v minulosti a faktorů, které ovlivňovaly výběr těchto lokalit. V neposlední řadě představuje prostředek pro stanovení dosud neznámých míst v dnešní krajině, kde je pravděpodobně možné najít stopy po těchto aktivitách (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 19–20*). Rozlišit lze tzv. induktivní a deduktivní modely. Zatímco induktivní modely vycházejí ze vzájemných vztahů již známých nalezišť k určitým atributům krajiny, deduktivní modely primárně vyhodnocují vhodnost krajiny pro osídlení. Při tomto postupu slouží již známá naleziště pro testování a kontrolu modelu (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 25–26*).

Predikční modely je možné dělit z různých hledisek: podle prostorového vztahu mezi jednotlivými proměnnými, podle rozsahu zkoumaného území, podle způsobu vytváření modelu, podle míry prozkoumanosti zájmového území, podle environmentálních faktorů a podle sledovaných cílů (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 27–29*).

Z hlediska environmentálního lze vyčlenit území s výrazně determinujícími přírodními faktory a území s vhodnými přírodními podmínkami. Příkladem determinujících přírodních faktorů mohou být extrémní reliéf či půdní podmínky nebo naopak nepřítomnost těchto faktorů (nedostatek vody, úrodné půdy apod.). Pro tato území je plně aplikovatelná tvorba modelů založených na environmentálních proměnných za předpokladu jejich správného zachycení a interpretace. Naopak za území s vhodnými přírodními faktory je možné považovat regiony se všeobecně příznivými podmínkami pro trvalé využití krajiny bez výrazné přítomnosti determinujících faktorů. Vzhledem k tomu, že se v takových oblastech nedá předpokládat vazba na environmentální proměnné, je třeba pracovat s proměnnými sociálními (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 29*).

Podle cíle predikčního modelování může vzniknout model pragmatický – vytvořený pro identifikaci doposud neznámých archeologických nalezišť, či model akademický, který je zpracováván v první řadě pro modelování a verifikaci zákonitostí a faktorů, které mohly v minulosti ovlivňovat využití krajiny (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 29*).

Snaha modelovat a předpokládat lidské chování v minulosti je založena na dnešních poznatcích. Tato skutečnost vyžaduje snahu nazírat na krajinu i očima jejich tehdejších obyvatel. Je proto třeba brát v úvahu více faktorů. Vhodnost životního prostředí určuje ochrana před přírodními živly, náročnost a dostupnost terénu atd. Důležitá je rovněž dostupnost cest či dostupnost zdrojů, což je zásadní pro ekonomický život dané

společnosti. Faktor minimální námahy předpokládá co největší efektivitu činností. Velkou roli sehrává také strategické hledisko, tedy přítomnost vhodných ochranných pozic, výhled na okolí, existence přírodních překážek a další. Významnou roli v životě člověka hrál i sakrální faktor, který je i nejhůř modelovatelný (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 30*).

Vstupní údaje pro predikční modelování jsou představovány údaji, které lze podle jejich původu rozdělit do několika oblastí. Jedná se o údaje archeologické, environmentální, informace z historických map, historické dokumenty a výsledky etnografických výzkumů (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 31*).

Tvorba predikčního modelu sestává z několika fází. Základem je definování zkoumaného problému, následuje výběr vhodných zdrojových dat a návrh struktury databáze. Po tomto kroku může následovat tvorba samotných analýz následovaná testováním výsledků a jejich interpretací (*Lieskovský – Faixová Chalachanová et al. 2015, 32–33*).

1.2.4 Metody sběru prostorových dat

Data lze získat prostřednictvím geodetických metod, které zahrnují měření délek a úhlů pomocí totálních stanic a GPS. Data jsou získávána přímo z dané lokality (objektu). Druhou metodou je získávání dat z již existujících souborů o daném území například z digitálních médií či jiných informačních systémů (*Macháček 1997, 148*).

Prvním krokem je kompletní nastavení projektu do souřadnicového systému používaného pro naši republiku. S-JTSK je závazným geodetickým referenčním systémem na území ČR dle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. v platném znění. S-JTSK je definován v rovině Křovákova zobrazení (dvojitého konformního kuželového zobrazení v obecné poloze). Osa X směřuje k jihu, osa Y směřuje k západu. Osa X je obrazem základního poledníku umístěného $42^{\circ}30'$ východně od nultého poledníku Ferro <<http://www.cuzk.cz/>>.

Tento proces začíná u aplikace ArcCatalog, která pomáhá organizovat a spravovat všechna data. Obsaženy jsou v ní také nástroje pro vyhledávání a prohlížení geografických datových sad, tvorbu a prohlížení metadat a pro vytváření schématu struktury geografických vrstev. Zde se vytváří datový formát Shapefil, který se používá pro ukládání vektorových prostorových dat ve třech podobách – bod, linie a plocha. Shapefile ukládá netopologickou geometrii a atributovou informaci pro prostorové prvky v jedné datové

sadě. Tento jednoduchý datový formát pro ukládání prostorových dat byl vyvinut společností ESRI (Economic and Social Research Institute) začátkem 90. let. Popisuje kupř. body či polygony. Jeden soubor obvykle reprezentuje jeden typ mapového prvku, např. silnice, jezera, obce atd.

1.2.5 Digitální model terénu

Pro reprezentaci reliéfu se používají tři základní typy: vrstevnice, TIN a GRID. Vrstevnice jsou známy jako tradiční metoda znázornění nadmořské výšky, přičemž jsou doplněny o významné výškové body. Zobrazují nicméně, dle svého základního intervalu, jen určité nadmořské výšky. Nespojitosť tohoto vyjádření je velkou nevýhodou této metody (Voženílek et al. 2001, 29-30).

TIN patří k vektorovým topologickým strukturám. Je tvořena přilehlými trojúhelníky v nepravidelné síti, kdy každý z vrcholů nese výškové hodnoty. Trojúhelníky jsou voleny tak, že uvnitř kružnice opsané se nevyskytuje žádný jiný bod. Hustotu vstupních bodů je možné zvolit dle složitosti terénu. TIN také umožňuje snadné výpočty výšky, sklonu a vzdálenosti mezi body, a proto je využíván velmi často. Nevýhodou TINu je, že při tvorbě mohou vzniknout z vrstevnic tzv. umělé terasy, které pak neumožňují automatickou tvorbu linií rozvodnic (Voženílek et al. 2001, 31).

GRID je metodou rastrové pravidelné sítě, jejíž povrch je rozdělen do matice buněk, které mají nejčastěji tvar čtverce. Buňka je nositelem hodnoty nadmořské výšky, která se vztahuje ke středu čtverce nebo uzlu mřížky. Tato metoda se provádí pro vytváření statistických analýz (Voženílek et al. 2001, 30).

Pro vytvoření modelu krajiny je možné využít data ve formě výškopisu – GRID 10×10 m z ČÚZK. Získané bodové pole v souboru shapefile mají tři hodnoty – x , y , z kdy hodnoty

x a y zaznamenávají standardní zaměření bodu a hodnota z udává nadmořskou výšku bodu.

Objekt je za normální situace definován třemi rozměry, nicméně v GIS se setkáváme s tzv. 2,5D. Jedná se o objekty, v nichž je hodnota z definována jako atribut patřící k poloze určené souřadnicemi x , y i GRID a TIN. Hodnota často slouží jako nositel hodnoty nadmořské výšky (Voženílek et al. 2001, 31–32; Longley et al. 2001, 71, 193). Dobrým příkladem 2,5D reprezentace je i digitální model terénu. Nevýhoda 2,5D

prezentací spočívá v tom, že nemohou popsat prvky reliéfu, jako jsou např. jeskyně či převisy (*Kemp 2008, 515; Klimánek 2006, 21*).

1.2.6 Interpolace

Často nastane situace, že nejsou k dispozici údaje o daném jevu pouze prostřednictvím určitého množství bodových dat. Důvodem může být náročnost sběru dat, vysoká cena nebo fakt, že realizace vyčerpávajícího sběru dat je nemožná. Většinou jsou ale zajímavé i hodnoty v místech, kde měření provedeno nebylo. Je potřeba znát celkové prostorové rozložení hodnot sledované proměnné, čehož se docílí interpolací známých bodových dat. Interpolací se tedy získá tzv. mapa sledovaného jevu, která může být vyjádřena i ve formě prostorového modelu. Příkladem je klimatický model vytvořený z údajů meteorologických stanic, model terénu z nadmořských výšek.

1.2.7 Interpolace bodových dat

Termín interpolace bodových dat vyjadřuje proces výpočtu neznámých hodnot určitého jevu na základě známých bodových dat. Tato práce se zabývá případem, kdy body leží v dvourozměrném prostoru. Místo termínu interpolace se často používá pojem odhad nebo predikce neznámých hodnot. Aby bylo možné bodová data interpolovat, musí být splněna podmínka, že určitý sledovaný jev je spojitý nebo prostorově závislý (autokorelovaný).

K interpolaci se váže pojem extrapolace. Rozdíl mezi těmito postupy spočívá v tom, že při interpolaci odhadujeme neznámé hodnoty v rámci tzv. prostorové domény známých údajů, zatímco při extrapolaci odhadujeme hodnoty mimo její rozsah. Extrapolace je obecně méně přesný postup, kterému je doporučeno se spíše vyhnout, důvodem je například možnost získání záporných odhadů striktně pozitivní proměnné.

1.3 Modelace říční krajiny

Úkolem modelace je předložit data ve zjednodušené, ovšem maximálně reprezentativní podobě vhodné pro další práci se sledovanými údaji. Smyslem zjednodušení je vystihnout podstatu modelované krajiny, která je zobrazena v jejích základních parametrech a v souvislostech mezi těmito parametry v prostoru a v čase (*Kolejka 2003, 187–189*).

V holocénu začaly být fluvialní erozně-sedimentační procesy stále více závislé na antropogenní činnosti, jejímž působením vznikla krajina velmi specifického rázu, vzniklého potlačením jejího přirozeného vývoje. Pro modelování erozně-sedimentačních procesů je potřebné zvolit vhodný scénář, přičemž v úvahu přicházejí dvě možnosti. První z nich je scénář změn krajinné struktury (*land use a land cover – LULC*), druhou eventualitu představuje scénář změn klimatických podmínek, při kterém je sledován zejména teplotní a srážkový režim (*Unucka – Říhová 2008, 177–178*).

Za předpokladu, že antropogenní urychlená eroze se odehrává v člověkem intenzivně pozměněné krajině, jeví se jako vhodná možnost využít první scénář. Varianty krajinného pokryvu lze rozdělit na dva extrémy představované komplexně zalesněným povodím na jedné straně, na druhé pak aktuálním krajinným pokryvem s převahou zemědělsky intenzivně využívané kulturní krajiny. Uvedené scénáře změn krajinného pokryvu a využití půdy lze aplikovat na úrovni schematizace dynamického erozního modelu, který pro každý scénář simuluje odnos sedimentů z ploch povodí a jejich transport v korytech toků. Pro schematizaci dynamických erozních modelů je vhodné využít především GIS data v podobě digitálního modelu terénu a mapy půdních typů a BPEJ (*Unucka – Říhová 2008, 178*).

Digitální model krajiny z formálního hlediska tvoří integrované datové vrstvy, jejichž nosnou plochou je reliéf, v tomto případě zastoupený digitálním modelem terénu. Na této struktuře, nad ní nebo pod ní probíhají veškeré procesy v životním prostředí, přičemž se jedná o univerzální vztažnou strukturu. Výsledná databáze je utvářena sérií několika syntetických map s multiparametrickým obsahem, v němž jsou na sebe jednotlivé informace logicky a polohově navázány (*Čepický – Klimánek et al. 2005, 54*).

1.3.1 Modelování vlivu land use na srážkoodtokové vztahy a erozní procesy

Při analýze krajinných procesů je možné analyzovat jednak krátkodobé reakce na určitý náhlý či jednorázový podnět, jednak dlouhodobé reakce na působení vybraných faktorů. Východiskem je přitom teze, že vodní režim krajiny je základním aspektem ekologie krajiny (*Adamec – Březková et al. 2006, 335*).

Významný zdroj aktuálních informací z oblasti hydrologie a meteorologie přitom představuje dálkový průzkum Země. Jeho aplikace v hydrologii přitom zahrnuje stanovení vlhkosti půdy, mapování a monitoring mokřadních ekosystémů, monitorování sněhové pokrývky aj. Při sledování srážkoodtokových procesů (s-o procesů) v krajině, resp. při

návrhu klasifikačního schématu pro využití a pokryv krajiny s ohledem na tyto procesy, je třeba brát v úvahu následující faktory (*Adamec – Březková et al. 2006, 337*):

- aplikovanou metodu pro s-o modelování,
- druh využití a pokryvu krajiny mající význam na změnu s-o procesu,
- půdní poměry v území,
- druh využití a pokryvu krajiny vyskytující se v území,
- typ družicových dat, která mají být klasifikována.

Jedním z problémů modelování je stanovení ztráty na povodí a tzv. efektivní srážky (jedná se o srážku vyvolávající odtok). Překážkou může být dostupnost dat o půdních profilech na povodí a také dat o aktuálním nasycení půdních profilů (*Adamec – Březková et al. 2006, 339*).

Les plní ve vztahu k fluvialní erozi hned několik funkcí. Především les či vegetační prvky přispívají k obecné ochraně půdy před tímto rizikem. Částečně kryjí půdu před dopadajícími kapkami, zpomalují a snižují povrchový odtok a zlepšují fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Samotný kořenový systém je přirozeným zpevňujícím prvkem (*Unucka – Adamec 2007, 331*).

Vliv vegetace na fluvialní procesy a erozi ovšem nelze zjednodušovat na studium prostého výskytu či absence lesního vegetačního krytu. Naopak je třeba brát v potaz prostorovou a věkovou strukturu lesního porostu či stav půdního profilu. Studium rozsáhlých oblastí a simulaci dlouhodobých scénářů umožňují GIS (*Unucka – Adamec 2007, 332*).

Nejrozšířenější metodou pro stanovování potenciální fluvialní eroze je RUSLE, empirický vzorec, který primárně slouží pro srovnání průměrné fluvialní eroze na daném území s přípustnou hodnotou. Pro složitější úlohy se více hodí numerické simulační modely fluvialní eroze. Ty jsou založeny na principu rozdělení erozního procesu do několika subprocesů (*Unucka – Adamec 2007, 333*).

1.3.2 Eroze

Krajina, včetně archeologických pramenů v ní obsažených, je vystavena geomorfologickým procesům formujícím její podobu. Krajinné prostředí je možné rozdělit na dvě hlavní složky – konstantní a dynamické prvky. Za konstantní lze považovat prvky měnící se v dlouhém časovém horizontu, kupř. říční terasy spodního a středního pleistocénu. K dynamickým prvkům patří zejména dynamická sedimentační prostředí,

v nichž se relativně aktivně projevují procesy akumulace a eroze sedimentů za střídání podmínek stability, depozice a eroze. Příkladem jsou v evropském kontextu zejména říční údolí, delty, prostředí pískových dun či určité typy svahů (*Kuna et al. 2004, 31*).

Erozi se rozumí rozrušování půdy činností vody, větru, ledu atd. a její následné přemísťování. Jedná se o třífázový proces sestávající z odnosu půdní hmoty působením výše uvedených činitelů (denudace), přesunu do jiných míst (transport) a uložení (akumulace) půdních částic v podobě nánosů či překryvů ve chvíli, není-li dostatek energie, která by částice dále transportovala (*Holý 1994, 13; Šarapatka – Dlapa – Bedrna 2002, 45*). Zatímco při normální erozi probíhají tyto děje s malou intenzitou, při které se nesnižuje mocnost půdního profilu, který se ovšem stává hrubozrnnějším, při tzv. zrychlené erozi se půdní částice smývají v takovém rozsahu, že nemohou být doplňovány tvorbou nových částic z půdního podkladu. Výsledkem je ostře modelovaný tvar povrchu území (*Holý 1994, 41*).

Erozi je možné členit podle různých kritérií – podle prostředí, ve kterém probíhá, podle druhu erodovaného materiálu a konečně v závislosti na jejím činiteli (*Kuna et al. 2004, 32*). Podle činitele je rozeznávána eroze vodní, ledovcová, sněhová, větrná, zemní a v neposlední řadě též antropogenní (*Holý 1994, 23*).

Projevy eroze jsou značně závislé na půdním substrátu, půdním typu, erodibilitě půd, charakteru erozních událostí (frekvence, velikost) či typu eroze. Působením eroze vznikají škody na vegetaci snížením úrodnosti půdy, případně poškozením vátými částicemi. Ovlivňuje stratigrafii půdního profilu, zvyšuje či snižuje skeletovitost, má vliv na organickou složku, texturu, rozpad struktury či objemovou hmotnost (*Žížala – Krása et al. 2016, 31–36*).

Vodní eroze vzniká mechanickou silou povrchové vody. Dešťovou erozi lze rozčlenit do několika fází. Kinetická energie dešťových kapek způsobuje kapkovou erozi, následuje plošná eroze způsobená povrchovou vodou, jež se nestačí vsakovat do půdy. Podle vlivu mechanické síly dešťové vody, která se podle účinku na půdu člení na plošnou a liniovou, při níž soustředěný odtok vede ke vzniku buďto rýhové nebo výmolové eroze. Při plošné erozi jsou rovnoměrně unášeny jemné částice půdy zejména z horních částí svahů, následně dochází k akumulaci. Větší intenzita deště způsobuje soustřeďování stékající vody do rýh, což může přerůst do tvorby výmolů a strží (*Šarapatka – Dlapa – Bedrna 2002, 49*).

Intenzita vodní eroze koreluje s množstvím a dobou trvání přívalových dešťů, délkou a sklonem svahu, vlastnostmi půdy, vegetačním krytem a působením člověka. V praxi je rozlišována aktuální a potenciální eroze půdy. Aktuální erozí půdy se rozumí skutečné množství půdy odnesené z určité plochy za rok. U slabé eroze roční odnos představuje méně než 0,5 mm, u střední 0,5–1,5 mm, silná se pohybuje v intervalu od 1,5 do 5 mm, velmi silná od 5 do 20 mm, katastrofální hranici 20 mm přesahuje. Potenciální eroze se zjišťuje výpočtem a má význam pro odhad zrychlené eroze podmíněné člověkem, např. při odstranění či změně vegetace či zásahu do délky svahu. Při posuzování eroze je důležitým údajem intenzita tvorby půdy. V našich podmínkách se obvykle uvažuje o 0,1 mm za rok (*Šarapatka – Dlapa – Bedrna 2002, 51–52*).

Erodovatelností se rozumí náchylnost půdy k erozi. Dopad na ni mají soudržnost půdních částic a vlastnosti ovlivňující infiltrační schopnost půdy. Čím větší je soudržnost půdy, tím více energie je třeba na uvolnění částic. Se zvyšující se infiltrační schopností půdy klesá povrchový odtok a transport půdy. Při určování erodovatelnosti se vychází ze zrnitosti. Nejsnáze erozi podléhají prachové částice, více odolný je písek, nejodolnější jíl. Erodibilitu je možné popsat jako:

$$E_p = \% \text{ písku} + \% \text{ prachu} / \% \text{ jílu}$$

Průměrná dlouhodobá ztráta půdy v tunách na hektar se počítá dle následující rovnice:

$$G = R.K.L.S.C.P$$

G značí průměrnou ztrátu půdy v t.ha⁻¹, R faktor erozní účinnosti dešťů, K faktor erodovatelnosti půdy, L faktor délky svahu, S faktor sklonu svahu, C faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu a P faktor účinnosti protierozních opatření (*Šarapatka – Dlapa – Bedrna 2002, 53–54*).

K erozní destrukci vodou jsou dle těchto zákonitostí v průměru nejnáchylnějším půdním typem kambizemě následované černozeměmi, odolnější jsou hnědozemě, nejvyšší rezistenci vykazují luvizemě (*Šarapatka – Dlapa – Bedrna 2002, 54, tab. 11*).

Proudící voda má zásadní vliv na vznik a další utváření říčních údolí. Zařezávající se aktivní koryta vodního toku způsobují vertikální erozi, jako laterální eroze se označuje boční posun říčního koryta, zpětná eroze značí ústup říčního koryta. V holocénu jsou říční údolí tím nejdynamičtějším sedimentačním prostředím. Zásadní je poměr mezi sedimentací a odnosem materiálu. Při převažující akumulaci sedimenty narůstají a údolí se zarovnáva,

při převaze dochází k zahlubování. V případě, že jsou oba procesy v rovnováze, dochází k rozšiřování nivy boční erozí, která bývá mnohem rychlejší než vertikální eroze. Říční terasy jsou výsledkem střídajících se procesů eroze a akumulace (Kuna et al. 2004, 34).

Větrnou erozi způsobuje kinetická energie větru, který rozrušuje půdní hmotu. Zrychlená větrná eroze se projevuje zejména v oblastech s vysychavými písčítými až hlinitými aridními a semiaridními půdami. Náchylné jsou k ní půdy, ze kterých byla odstraněna vegetace zorněním nebo vymýcením dřevin. Proces eolizace probíhá ve třech fázích. První z nich je větrná eroze, druhou je transport (deflace), v závěru dochází k sedimentaci (Holý 1994, 25–26; Šarapatka – Dlapa – Bedrna 2002, 56).

První model hodnotící erozi v polních podmínkách (Wind Erosion Equation) vznikl v roce 1965. Vztah je vyjádřen následující rovnicí:

$$E = f(I K C L V)$$

E znamená roční ztrátu půdy větrnou erozí v t/ha, f značí funkční vztah, I erodibilitu půdy v t na hektar za rok, K faktor půdy (drsnost), C klimatický faktor, L délku nechráněného pozemku a V vegetační faktor (Šarapatka – Dlapa – Bedrna 2002, 57).

Novější vzorec stanovaný pro podmínky na našem území je následující:

$$E = 2,28 \cdot 10^2 \cdot 10^{0,00787M}$$

pro částice menší než 0,01 mm. E znamená erodovatelnost půdy v g na m² a M obsah částic menších než 0,01 mm v procentech.

$$E = 2,105 \cdot 10^2 \cdot 10^{-0,0356P}$$

operuje s částicemi většími než 0,8 mm, přičemž P vyjadřuje obsah částic větších než 0,8 mm v procentech (Šarapatka – Dlapa – Bedrna 2002, 57).

Nejviditelnějším projevem větrné eroze jsou usazeniny eolických písků, tzn. písečné přesypy či duny. K jejich usazování docházelo zejména v pleistocénu, geologicky jsou označovány jako naváté písky, ale i v holocénu, kdy hovoříme o vátých píscích. Na ztenčování půdního pokryvu větrná eroze zřejmě v průběhu pravěku a raného středověku větší vliv neměla, neboť pole se vyznačovala malým rozsahem a zapojen zůstával i vegetační kryt. Naopak se větrná eroze stala vážným problémem v posledních padesáti letech, neboť scelením polí v rámci kolektivizace byla odstraněna přirozená protierozní ochrana v podobě mezí a porostu na nich (Kuna et al. 2004, 32–33).

Inundační oblasti vodních toků jsou zpravidla vymezeny fluvizeměmi na aluviálních sedimentech. Ve srovnání s půdními typy na spraších jsou půdy říčních krajín relativně mladé. Jedná se o půdy s vysokým produkčním potenciálem, což do nich soustřeďuje mnoho lidských zásahů. Právě s nástupem lidských aktivit před několika tisíci lety nastal odlišný vývoj sedimentace říčních splavenin. Tehdy se úroveň říčních niv nacházela o několik metrů níže oproti současnému terénu, jak vyplývá z pozorování na Dyji a Moravě (*Šarapatka – Prax – Vácha 2003, 44*).

Erozní a sedimentační procesy zde byly ovlivňovány jak klimatickými poměry, tak i antropogenními vlivy. Z provedených výzkumů vyplývá možnost zvýšené sedimentace ve starší době bronzové a v jejím závěru. Sedimentologické výzkumy prokázaly, že až do doby hradištní se v údolích našich vodních toků usadila asi třímetrová vrstva nivních kalů, která představuje zhruba 50 % celkového množství produktů eroze půdy sedimentované od neolitu do současné doby (*Šarapatka – Prax – Vácha 2003, 44*).

Důvodem eroze se stala raná kolonizace spojená s odlesňováním krajiny v povodích řek. Došlo tak k narušení odtokových poměrů, přičemž byly zvýšené odtoky doprovázeny erozí a odnosem půdy s ukládáním v dolních částech meandrujících toků. Výrazná období sedimentace proběhla v raném středověku v souvislosti s koncem chladného klimatického výkyvu a kumulací antropogenních podmínek. Další vlny sedimentace nastaly v 13. až 14. století, kdy byla zvýšená eroze vázána na klimatickou proměnu související s ochlazením a zvlhčením klimatu doloženou krátkodobým postupem alpských ledovců a dále antropogenním vlivem spočívajícím ve změně systému zemědělství. Výrazný rozvoj erozních procesů byl zaznamenán v období konce tzv. malé doby ledové, tedy v letech 1750–1850. Nejnověji stav niv ovlivnily vodohospodářské úpravy ve 20. století (*Šarapatka – Prax – Vácha 2003, 45*).

1.3.2.1 SWAT

SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) je dynamickým erozním modelem, který je mimo jiné využíván pro analýzy odtokových a erozních poměrů na zemědělských a lesních povodích. Nabízí nástroje pro modelování dlouhodobých scénářů, kupř. generátor chodu meteorologických prvků podle zeměpisných souřadnic a nadmořské výšky a modifikace metody SCS-CN. Mimo fluviální erozi a srážkoodtokové stavy je tento programový prostředek vhodný i pro řešení dynamiky biogeochemických prvků, živin

a těžkých kovů a pesticidů v povodí, což z něj činí komplexní model pro správy zemědělských povodí (*Unucka – Říhová 2008, 178*).

Tento model disponuje generátorem chodu meteorologických prvků, což jej činí vhodným pro analýzy vlivu globální změny klimatu na studované procesy. Mezi vstupní data se řadí DEM, vrstva land use či landcover a vrstva půd (*Unucka – Adamec 2007, 333–334*).

2 Sídlní strategie v neolitu

2.1 Charakteristika neolitu

Období neolitu vyplňuje 6. a 5. tisíciletí př. n. l. Určujícím znakem je rozmach zemědělství představovaného chovem dobytka a záměrným pěstováním kulturních plodin. Postupné prosazování změn, jež v neolitu zaznamenaly široký dosah, vedlo i ke změně způsobu života, který se stal usedlejší. Mimo výstavbu pevných domů na trvalých sídlištích se také stává běžným užívání keramických nádob, výroba broušené kamenné industrie a rozvíjí se textilnictví (*Podborský 1993, 71*). Na území obývaném neolitickým lidem byly archeologicky zachyceny sídlní a pohřební areály s příslušnými artefakty a ekofakty. Významný je i vývoj symbolického a abstraktního smýšlení, který vedl k změně v pohřbívání, vzniku posvátných míst a nástupu antropomorfní i zoomorfní plastiky (*Pavlu – Zápotocká 2007, 9–10*).

Rozeznávána je starší kultura s lineární keramikou, která přes pozdní, tzv. šarecký stupeň přechází do kultury s vypíchanou keramikou, paralelně se vyvíjející s lengyelským okruhem, jehož prvky přejímala, zejména prostřednictvím kultury s moravskou malovanou keramikou (*Soudský 1966, 20; Vokolek 1993, 23*). Kultura s lineární keramikou zaujala již ve starším neolitu rozsáhlé území zahrnující dnešní Maďarsko, Sedmihradsko, Slovensko, Rakousko, Moravu, Čechy, Slezsko, Malopolsko, na západě dosáhla Saska, Durynska, Bavorska a Hessenska. V mladším neolitu bylo osídlení vymezeno Francií a Belgií na západě, na východě dosáhlo na Ukrajinu (*Pleiner et al. 1978, 174*). Kultura s vypíchanou keramikou na tento vývoj plynule navázala. Rozlišit lze tři hlavní oblasti vývoje, centrální území zahrnující Moravu, Čechy, střední Německo a Bavorsko, západní území s horním a středním Porýním dosahujícím až do pařížské kotliny, východní část pokrývala Poodří, Velkopolsko, Malopolsko, posléze zasáhla i JV Slovensko (*Pleiner et al. 1987, 206*).

Zatímco okruh osídlení kultury s lineární keramikou lze považovat za ideově homogenní, vývoj v kultuře s vypíchanou keramikou je už vnímán jako roztržštěnější a jednotné zvyky se rozpadají (*Končelová 2013, 15*). Důležitý mezník ve vývoji kultury představuje vznik a rozšíření rondelů typických pro lengyelský okruh i pro oblast postlineárního vývoje počínaje mladším stupněm kultury s vypíchanou keramikou (*Pavlu – Zápotocká 2007, 4*).

2.1.1 Kultura s lineární keramikou

Kultura byla patrně představována společenstvem náležejícím k určitému etnickému proudu staršího a středního neolitu. Ostatní ekonomické a kulturní jevy lze obecně označit za staroneolitické a střeđoeneolitické (*Pleiner et al. 1978, 174*). Jako celek je kladena mezi roky 5600 až 5000/4950 př. n. l. (*Pavlu – Zápotocká 2007, 28*).

Keramiky této kultury je tvarově značně omezená, vyznačuje se kulovými tvary s většinou plochým či oblým dnem. Pro stolní keramiky je typická výzdoba rytými liniemi o různé šířce vyskytujícími se buď samostatně, nebo v kombinaci s vpichy a důlky. Typické bylo kolorování provedené ve žlutých a červených odstínech. Jednotlivé subkultury v čase i prostoru je možné odlišit na základě různých variant a provedení výzdobných prvků. (*Pleiner et al. 1978, 175; 184*).

Nápadný nepoměr panuje mezi počtem známých sídlišť a pohřebišť. Po většinu vývoje byl důsledně dodržován kostrový ritus, mrtví byli ukládáni ve skrčené poloze. K žárovému ritu se přistupuje teprve v samotném závěru existence kultury. Pohřbívání mohlo probíhat v areálech mimo sídliště, ale i přímo v prostoru osad, ať již do speciálně vyhloubených hrobových jam, či nepietně do sídlištních objektů (*Pavlu – Zápotocká 2007, 83*).

2.1.2 Kultura s vypíchanou keramikou

Kultura s vypíchanou keramikou kolem r. 5000 př. n. l. plynule navázala na starší vývoj a zpočátku byla téměř neodlišitelná. Geneticky se jednalo o příbuzná společenstva. Teprve po zásahu kultur lengyelského okruhu na naše území je možné pozorovat stále výraznější změny v rovině kulturní i civilizační. Nástup nové kultury dokládá přítomnost nového výzdobného stylu prováděného technikou dvojpichu. Tato změna se udála přes nejmladší, tzv. šarecký stupeň kultury s lineární keramikou. (*Pleiner et al. 1978, 206; Pavlu – Zápotocká 2007, 37*).

Oproti kultuře s lineární keramikou je z období kultury s vypíchanou keramikou známo již několik samostatných pohřebišť a kremace se objevuje už od samotného počátku této kultury. Ke změně ritu došlo pravděpodobně současně se změnou výzdobného stylu keramiky. Stejně jako v předchozím období ovšem trvá nepoměr mezi počtem sídlišť a pohřebišť (*Pavlu – Zápotocká 2007, 88*).

Zhruba v době formování kultury s vypíchanou keramikou ve středním Podunají proběhl obdobný proces, který vyústil ve vznik lengyelského kulturního okruhu, u nás

zastoupeného moravskou malovanou keramikou. Dokladem styků dvou kultur jsou importy, které se v průběhu času stávaly stále častějšími. Zatímco na Moravě došlo poměrně brzy k asimilaci obyvatelstva kultury s vypíchanou keramikou a přijetí výzdobného stylu moravské malované keramiky, v Čechách se domácí kultura s vypíchanou keramikou udržela déle a kultura s moravskou malovanou keramikou na ni navázala až v pozdním stupni (Pavlů – Zápotocká 2007, 49).

2.2 Vývoj neolitických sídlišť

Z nejstaršího období našeho neolitického osídlení nejsou známy větší sídlištní koncentrace. Zatímco v kultuře s lineární keramikou existuje převaha menších soběstačných celků, v kultuře s vypíchanou keramikou je už předpokládána vyšší kooperace v rámci regionu (Pavlů 2001, 256; Pavlů – Zápotocká 2007, 52). Starší domy se obvykle nenacházejí izolovaně, nejčastěji se vyskytují ve skupinkách dvou až čtyř staveb, přičemž prokázat jejich současnost je obtížné. Koncentrace domů z mladších stupňů byly zkoumány ve všech regionech, je ovšem nutné uvědomit si, že ne vždy tyto stavby stály současně. V jedné stavební fázi mohlo existovat maximálně 10 až 12 domů (Pavlů 2000, 264). Vyšší stupeň teritoriality se projevil na úrovni mikroregionů, které vždy vyplňují úsek podél menšího toku a využívají prostor jako celek, včetně jeho neosídlených částí, pro hospodářské a společenské aktivity. V optimálních polohách pak vznikalo dlouhodobé osídlení, jehož příkladem jsou Bylany (Pavlů – Zápotocká 2007, 55).

V kultuře s vypíchanou keramikou se tento systém uspořádání rozvolnil. Jednotlivá hospodářství vytvářela spíše jednotky ve větší vzdálenosti od sebe, což může poukazovat na změny v systému zakládání polí. Oproti tomu se dosud předpokládala existence polí v bezprostřední blízkosti domů (Vokolek 1993, 11). V důsledku staletí trvajících vývoje mohla sídlištní jednotky vytvářet rozsáhlé obvody, jak tomu například v Plotištích n. L. (Vokolek 1993, 17).

Neolitické kultury se jako první vyznačují teritorialitou, která vzrůstá v mladším období a jejímž projevem je i koncentrace kultovních a dalších činností. Projevem tohoto vývoje jsou kupříkladu rondely mající předlohu v lengyelské kultuře. V Bylanech byla v určité fázi prokázána současná existence areálů s různými funkcemi – obytnou, kultovní, pohřební (Pavlů – Zápotocká 2007, 55).

2.3 Vývoj poznání sídelní strategie v neolitu

Zájem archeologů o osídlení krajiny se objevuje teprve na počátku 20. století. Dříve u nás byla archeologie pojímána převážně artefaktuálně. Omezovala se na shromažďování a rozbor nálezů. Prostorový aspekt byl zkoumán v distribučních mapách nálezů (*Kuna et al. 2004, 446*). Ve svých Starožitnostech země české J. L. Pič uvádí pouze stručnou poznámku o usazování prvních zemědělců v nejúrodnějších oblastech Čech. Jako podmínky nezbytné k usazení jmenuje zdroj vody, úrodnou nivu pro orbu a chov dobytka a dostatek dříví pro udržování ohně (*Pič 1899, 111; 139*).

V Německu byl pod vlivem tzv. antropogeografické školy už v závěru 19. a na počátku 20. století zkoumán vzájemný vztah mezi prvky přírodního prostředí a výskytem archeologických nálezů. Základní myšlenka spočívala v přesvědčení, že lidská kultura je určena přírodním prostředím, přičemž klíčovými faktory jsou zejména geologické podloží, klima, nadmořská výška či hydrologická síť. Tehdy badatelé, např. A. Schlitz, dospěli k závěru, že šíření neolitických populací probíhalo podél vodních toků a bylo výrazně vázáno na sprašová území. Závislost se měla nejsilněji projevit v kulturách s nejjednodušším zemědělským systémem, tj. na počátku neolitu, obzvláště v kultuře s lineární keramikou (*Kuna et al. 2004, 447*).

Tento názor v podstatě přejal i A. Stocký, který nejstarší neolitické osídlení zasazoval především do úrodných oblastí při tekoucích vodách, nepokrytých pralesem. Výjimečně se dle něj mohla sídliště vyskytovat také na vrších, v polohách chráněných prudkými svahy. Většinu sídlišť předpokládá na spraších a hlínách vzniklých přemístěním spraše. Méně často mohly být osídleny písčité či kamenité půdy (*Stocký 1926, 60–63*).

Myšlenka o vazbě osídlení na spraš získala své zastánce a dlouhou dobu byla přejímána a dále šířena. Tzv. zákon spraše předpokládá skutečnost, že pro zemědělskou produkci byly nejpříznivějšími a nejvyhledávanějšími sprašové hlíny. Ve svých počátcích byly tyto závěry ovlivněny tezí, že podnebí na začátku neolitu bylo sušší než dnes a podporovalo existenci stepi, o čemž hovoří tzv. Gradmannova teorie formulovaná roku 1906 (*Dreslerová 2012, 200*). Podstata teorie spočívá v představě, že první neolitické obyvatelstvo osídlilo ve střední Evropě stepní plochy, které byly pozůstatkem z doby předchozího glaciálu. Následně měli lidé tyto plochy rozšiřovat a chránit je tak před postupujícím lesem (*Pokorný 2011, 232*). Neolitická kolonizace byla tím pádem vnímána jako determinovaná vnějším prostředím, jehož dočasně příznivého stavu lidé dokázali

využít. Příroda, zejména les, byla chápána jako překážka, kterou primitivní kultura jinak nemohla překonat (*Kuna et al. 2004, 447*).

Novým pohledem na problematiku přispěla studie J. Filipa (*Filip 1930*) věnovaná vegetaci a podnebí v pravěku. Východiskem mu bylo Gradmannovo dílo. Uvažoval o osídlené, otevřené (stepní) oblasti jako o protikladu uzavřených neprostupných lesů. Pod vlivem myšlenky, že neolitická kolonizace byla důsledkem příznivého výkyvu charakteru prostředí, konstatoval, že vzhledem k rozsahu osídlení musely být stepní okrsky o mnoho větší, než by přirozeně byly za dnešních podmínek. Když nastalo klima příznivější pro les, lidé si dokázali již osídlenou plochu udržet (*Filip 1930, 169*). Dotknul se také problematiky vazby na sprašové půdy, které měly poukazovat na pravděpodobná osídlená místa, případně stepní obvody. Když už byly Čechy osídlené a plocha lesa se s koncem příznivého klimatického výkyvu měla začít navracet, měl si příchozí lid kultury s lineární keramikou vybrat místa s nejvýhodnějšími klimatickými podmínkami, převážně pokrytá sprašovými půdami, nicméně J. Filip připouští, že tato vazba nemusela být výlučná (*Filip 1930, 169; 184*). V novější práci podotkl, že na středoevropských sprašových oblastech nelze prokázat kontinuitu osídlení z předchozích dob (*Filip 1948, 109*).

Obecně je možné říci, že v období mezi světovými válkami zájem o přírodní podmínky nepanoval a řešily se spíše otázky etnické interpretace archeologických kultur (*Kuna et al. 2004, 448*). Pozdější souborné práce tento stav odrážely a předkládaly dosud známé názory v podstatě v nezměněné podobě. Dle J. Böhma se neolitické obyvatelé vyhýbali polohám vysokým, zalesněným i nízkým, zamokřeným a bažinám. Sídliště se soustředila kolem vodních toků a zaujímal stále větší rozlohu (*Böhm 1941, 129*).

V 2. polovině 20. století se setkáváme s názorem, že lid kultury s lineární keramikou osazoval především sprašové půdy nejlepší kvality, přičemž je vedl jejich charakteristický porost – smíšené doubravy s travnatým podrostem. Naopak se vyhýbali inundačním polohám velkých řek. Sídlili především na terasách nebo jejich svazích i podél menších vodních toků, v horopisném smyslu převážně v otevřených polohách. Výjimečný charakter je přisuzován osadám na vyvýšeninách a v jeskyních (*Pleiner et al. 1978, 178*).

Ve 2. polovině 20. století byl ovlivněn zájem o přírodní prostředí zejména sídelní archeologií (*Kuna et al. 2004, 448*). Mezi první angažované patřil J. Kudrnáč, který standardizoval základní přístup k přírodnímu prostředí a vybral klíčové faktory, kterých je třeba si všimnout. V podstatě tak vytvořil model, který platí dosud (*Kuna 2004, 448*). Do

tohoto období spadá rovněž působení J. Rulfa, který se zaměřil na zkoumání přírodního prostředí a vztahu kultur (*Rulf 1983; Dreslerová – Kočár – Chuman 2016, 20*).

Přírodní prostředí dle J. Rulfa zahrnuje poměry krajinné (reliéf, geologické podloží, půda, vegetace, fauna) a klimatické, přičemž jednotlivé složky jsou navzájem spjaty, podmiňují se a ovlivňují. Za značně složitou považoval otázku eroze a sedimentace. V neolitu a eneolitu se tyto procesy ještě vyznačovaly pomalým tempem, k jejich urychlení došlo až v důsledku prosvětlování lesů. Nivní náplavy začaly ve větší míře vznikat až později, v době bronzové. J. Rulf upozornil na změny hydrologické sítě v čase (*Rulf 1983, 36–37*) a věnoval se také půdám, které v průběhu vývoje rovněž doznaly změn a nelze se proto bezesbytku řídit současnými pedologickými mapami. Jako nejspolehlivější uvádí analýzu vztahu osídlení k podloží, především vztah ke spraši (*Rulf 1983, 41*). V závěru své studie dodává, že v blízkosti sídliště bývá dostatek úrodných půd, i když zákon spraše zdaleka neplatí (*Rulf 1983, 75*). Tento poznatek byl v poslední době přijat s obecnou platností (*Pavluš – Zápotocká 2007, 52*).

Následovaly snahy badatelů ověřit Gradmannovu teorii, avšak výsledky palynologických a malakozoologických rozborů ji vyvrátily (*Rulf 1983, 42*). Základní představou o podobě neolitické krajiny se tak stal smíšený listnatý les s většími či menšími bezlesými (stepními) ostrůvky (*Rulf 1983, 42*). Dnes je les považován za biotop pro neolitické hospodářství nepostradatelný (*Kuna et al. 2004, 447*).

Dle M. Gojdy se na počátku neolitu předpokládá krajina porostlá hustým smíšeným lesem, který byl jen občas narušen ojedinělým výskytem přirozených stepních biotopů. V průběhu vývoje byla původní celistvost lesa výrazně narušována sítí odlesněných ostrůvků se sídelními areály (*Gojda 2000, 179*). Diskuze o vztahu lesa, bezlesí a člověka nicméně stále není uzavřena. Její podstatou je otázka stavu krajiny před příchodem prvních neolitických obyvatel, přičemž je do protikladu kladena představa o krajině polootevřené, se střídajícím se lesem a bezlesými ostrůvky na jedné straně, na druhé pak krajina téměř souvisle pokrytá lesem (*Sádlo et. al 2005, 35–39; Dreslerová 2012, 200; Pokorný 2011, 232–236*).

K sídelní strategii se rovněž vztahuje domněnka, že vlhčí klima znamená posun osídlení od vodních toků, zatímco za sucha osady k vodoteči sestupují (*Bouzek 2005, 511–512*). To odmítá jako statistickými daty nepodložené D. Dreslerová. Autorka podotýká, že

tyto údaje by se musely vztahovat k hydrologické síti rekonstruované do původního stavu (Dreslerová 2005, 543).

K chápání sídelních areálů v celé komplexnosti vybízí E. Neustupný. Archeologie by se neměla omezovat pouze na poznání sídlišť a pohřebišť, ale nahlížet na sídelní areál jako celek, ve kterém se odrážejí nejrůznější činnosti (Neustupný 1986, 226). Kritizuje neochotu podrobněji formulovat faktory přírodního prostředí, které působily na život pravěkých zemědělců. Dnešní odlišné přírodní podmínky by neměly být principiální překážkou pro poznání pravěkých poměrů. Těm se lze přiblížit rekonstrukcí původního stavu (vypouštění staveb, regulací a přeložek vodotečí aj.) a to za předpokladu, že dnešní přírodní parametry jsou těm pravěkým jistým způsobem úměrné. Hlavní odlišnost nespočívá v různých přírodních podmínkách, ale v jiném vegetačním porostu a změnách mikroklimatu, které odsud vyplývají. Určující faktory je možné rozdělit do několika kategorií: morfologické, vodohospodářské, pedologické a klimatické (Neustupný 1986, 229–230).

Je pravděpodobné, že lidé se při výběru sídelního areálu museli řídit především faktorem, který nejvíce syntetizuje všechny přírodní podmínky, tedy přirozenou vegetací. E. Neustupný zdůrazňuje preferenci smíšeného dubového lesa (Neustupný 1986, 230). Později byla teorie sídelních areálů rozšířena o koncepci areálů pravěkých komunit, dále byly vypracovány a upraveny teorie jinakosti, teorie transformací artefaktů na transformační procesy v měřítku krajiny (Gojda 2000, 91).

Právě E. Neustupný se stal představitelem české školy, která již od šedesátých let držela krok s dynamickým rozvojem oboru ve světě a byla schopná obstát v globálním měřítku. Počátkem 90. let bylo v důsledku tohoto vývoje zřízeno v rámci Archeologického ústavu AV ČR oddělení prostorové archeologie. Náplň práce představuje koncepční terénní průzkum praktikovaný převážně nedestruktivními metodami a analýza získaných dat a teoretickým modelováním prostorového chování pravěkých komunit (Gojda 2000, 91).

2.4 Sídelní strategie v neolitu se zaměřením na vybrané regiony

V následujícím textu budou popsány nejen poznatky o dosavadních poznacích neolitické sídelní strategie ve vybraných zájmových oblastech, ale rovněž základní informace o přírodním charakteru krajiny.

2.4.1 Geologie sledovaných oblastí

Obě sledované oblasti lze vřadit do českého masivu, který je pozůstatkem rozsáhlého hercynského (variského) vrásnění, jenž proběhlo v rozmezí 380–300 milionů let BP. V rámci tohoto celku sledovaná území spadají do středočeské neboli tepelsko-barrandienské oblasti tvořené horninami svrchního proterozoika a staršího paleozoika. Zkoumané regiony jsou situovány v oblasti české křídové pánve, jejíž podloží je proterozoikem a paleozoikem utvářeno (*Chlupáč et al. 2011, 13–14*).

V podloží české křídové pánve se nacházejí ordovické uloženiny, které zde pokračují z Barrandienu. Pro faciální vývoj ordoviku je typická převaha monotónních tmavých břidlic až fylitů, které se zastupují s pískovci a křemenci (*Chlupáč et al. 2011, 87–88*).

2.4.2 Geomorfologie sledovaných oblastí

Řešená území se nacházejí v odlišných geomorfologických subprovinciích. Zatímco první ze zkoumaných oblastí lze nalézt v České tabuli tvořené převážně křídovými horninami, druhé spadá do rozsáhlé Česko-moravské soustavy (*Demek et al. 2006, 108–110*). Obě území je možné včlenit do České vysočiny, jež vznikla variským vrásněním v mladších prvohorách, konečnou podobu jí daly neotektonické pohyby vrcholící v neogénu. Její střední část si uchovala nízkou polohu, okrajové části byly zdviženy (*Demek et al. 1965, 6*).

Region na labském pravobřežní je řazen do Východočeské tabule, kde se dle členění J. Demka v Pardubické kotlině nachází v okrsku Smiřická rovina. Samotný říční tok je lemován pásem Labské nivy. Pro Pardubickou kotlinu je určujícím tok Labe, jehož údolí kotlina zahrnuje. Vymezena je jeho průlomem Železnými horami u Týnce nad Labem

a soutokem s Úpou a Metují u Jaroměře (*Demek et al. 1965, 203*). Smiřická rovina je situována na severovýchodě Pardubické kotliny. Vyznačuje se akumulacním povrchem nižších středopleistocenních a mladopleistocenních teras krytých spraší a vátými písky, vzácně vytvářejícími drobné přesypy (*Demek et al. 2006, 404*). Úsek mezi Hradcem Králové a Jaroměří je charakteristický zejména sprašovým pokryvem (*Demek et al. 1965, 203*).

Sledované území na Kutnohorsku je možné zasadit do Kutnohorské plošiny, jež je součástí Hornosázavské pahorkatiny v severozápadní části Českomoravské vrchoviny,

přičemž oblast zájmu představuje především její okrsek Malešovická pahorkatina. Dle třídění na základě výškové členitosti plochá pahorkatina se rozkládá na svorech, svorových rulách a rulách s ostrůvky křídových a neogenních usazenin. U Miskovic se vyskytují výchozy křídových vápenců s krasovými jevy (*Demek et al. 2006, 284*).

2.4.3 Nadmořská výška

Názory o maximální nadmořské výšce osídlení kultury s lineární keramikou se v průběhu času vyvíjely. Dříve se soudilo, že limitem je 350 m n. m. (*Pleiner et al. 1978, 178*), v současné době jsou již známa i sídliště nad touto hranicí (*Pavlu – Zápotocká 2007, 52*). V rámci regionů i větších oblastí je nicméně žádoucí uvést průměrnou nadmořskou výšku.

Z dat pro východní Čechy vyplývá, že téměř tři čtvrtiny známých sídlišť kultury s lineární keramikou se nachází v rozpětí 240–300 m n. m., průměrná nadmořská výška činí 272,5 m, přičemž lze většinu osídlení zasadit do intervalu 260–270 m (*Končelová 2005, 657*). Hradecká sídelní oblast odpovídá výše uvedeným poznatkům. Průměrná nadmořská výška lokalit zde má hodnotu 270,4 m n. m. (*Končelová 2005, 664*). Pro období kultury s vypíchanou keramikou je uváděn interval 270–280 m n. m. (*Šulecová 2004, 115*).

Na labském pravobřežní se nadmořská výška v období kultury s lineární keramikou nejčastěji pohybovala v rozmezí 241–260 m n. m., přičemž tato situace přetrvala i v osídlení kultury s lineární keramikou. Druhý nejvýrazněji zastoupený interval činí 261–280 m n. m. Většinu zbývajících lokalit lze nalézt v rozpětí 220–240 m n. m, osídlení z poloh nad 281 m n. m. téměř není známo (*Zelená 2010, 29*).

Potencionálně vhodné oblasti k osídlení na Kutnohorsku se vyznačují nadmořskou výškou 200–300 m (*Zápotocká 2009, 103*). Údaje, jež jsou k dispozici pro mikroregion Bylany, zasazují zdejší neolitické osídlení do rozsahu 291–312 m n. m. (*Pavlu – Rulf – Zápotocká 1986, 399*).

2.4.4 Sklon svahu

V rámci osídlení východních Čech převažuje hodnota svažitosti v intervalu 0–3°, přičemž sklon svahu do 1° je chápán jako rovina (*Končelová 2005, 59; 661*). Lokality se ovšem málokdy nacházejí na rovině, naopak se ukazuje tendence osidlovat svažité terén. Nachází se na něm až 68 % známého osídlení. V naprosté většině případů si neolitické obyvatelstvo volilo svahy se sklonem do 2° (57 % lokalit), méně pak od 2° do 3°. U vyšších

hodnot svažitosti počet sídlišť nadále klesá, přičemž se lze domnívat, že u svažitosti nad 14° se o sídelní areály nejednalo. Výběr mírných svahů dokládá vazbu na vodní tok, ke kterému terén klesal (Končelová 2006, 660–661).

V regionu na labském pravobřeží převládá u lokalit starší kultury s lineární keramikou a starší a mladší kultury s vypíchanou keramikou sklon svahu v intervalu 1–2°. V ostatních fázích neolitického osídlení bylo zastoupení intervalů svažitosti 0–1° a 1–2° vyrovnanější. Využívání svahů nad 4 ° bylo vzácné, lokality ve svazích se sklonem více než 5° jsou jen velmi ojedinělé. Průměrná svažitost pro neolitické osídlení se pohybuje mezi 1,7 až 2° (Zelená 2010, 35).

V případě Kutnohorska je možné na příkladu Bylan konstatovat rozmístění osídlení na pravém břehu Bylanky, které se výrazně koncentruje na svazích od 2,5° do 4° (Neustupný 1984, 115), případně od 2° do 4° (Pavlů – Rulf – Zápotocká 1986, 399). Naopak absencí osídlení se vyznačují nejen prudší svahy, zde nad 5°, ale i rovné plochy. Důvodem by mohlo být vyhledávání ideálních ploch pro zakládání polí. Vzhledem k erozi půdy nebylo vhodné využívat svahy s větším sklonem, ale patrně nebyl ideální ani mírně nakloněný terén, kde by zpomalený odtok dešťové vody způsoboval na jaře podmáčení. Možnosti výběru míst pro zakládání sídlišť a pohřebišť jsou tedy zúžené (Neustupný 1984, 115–116).

2.4.5 Orientace svahu

Preference určité expozice svahů může vyplývat z modelace daného regionu, a proto je možné, že závěry z různých oblastí neolitického osídlení se liší. Výběr místa osídlení by tak byl podmíněn zejména směrem, kterým se terén svažuje k vodoteči (Končelová 2005, 662).

Pro východní Čechy platí v kultuře s lineární keramikou preference jihovýchodně (28 %) a jihozápadně (19 %) orientovaných svahů. Méně často se objevuje severozápadní orientace (9 %). Obecně lze říci, že největší zájem byl o svahy orientované jižním a také východním směrem (Končelová 2005, 661).

Na labském pravobřeží shodně s těmito zjištěními převládá orientace k jihovýchodu a jihu, méně byl zastoupen východ nebo jihozápad, pouze minimum lokalit bylo orientováno k severozápadu (Zelená 2010, 37). V Bylanech naproti tomu převládá severní expozice svahů (Pavlů – Rulf – Zápotocká 1986, 399).

2.4.6 Vztah k vodnímu toku

Jedním ze základních určujících faktorů pro výběr místa osídlení je vzdálenost od vodoteče. V úvahu je ovšem třeba brát skutečnost, že dnešní stav hydrologické sítě nemusí nutně odpovídat podmínkám v neolitu a zjištění založená na její podobě mohou být zavádějící i přesto, že v průběhu holocénu již k natolik radikálním změnám nedocházelo. S přemístováním říčních koryt je nutné počítat zejména u větších meandrujících toků, nicméně lišit se mohou i drobnější vodoteče. Dalším faktorem, který výrazně zasáhl do současné podoby vodní sítě, je rozsáhlá regulace prováděná v 19. a 20. století. Nejzásadnější dopad měly hlavně meliorační zásahy v nížinách. Opomínat nelze ani využívání vody z pramenů, které už dnes mohou být nezjistitelné, a ze studní (*Rulf 1983, 38; Končelová 2005, 658*).

Průměrná vzdálenost archeologických lokalit od vodního zdroje ve východních Čechách činí 332 m. Přitom lze konstatovat, že ve vzdálenosti do 200 m od vodního zdroje se nachází 44 % známých nalezišť náležejících kultuře s lineární keramikou. Pokud se sídliště vyskytuje více než 1000 m od současného vodního toku (jedná se o 4 % rozpoznávaných sídlišť), pravděpodobně využívalo dnes již neznámý vodní zdroj, jak už bylo naznačeno výše. Stejně tak bylo jiného zdroje patrně využíváno v případě, že převýšení lokality nad vodním tokem přesahovalo hranici 50 m. Do intervalu 0–20 m nad vodní hladinou je možné zařadit 89 % lokalit (*Končelová 2005, 658–659*).

Na labském pravobřeží se menší vodní tok ve vzdálenosti do 200 m od lokality většinou nevyskytoval, v jeho blízkosti se nacházelo mezi 40–45 % lokalit v závislosti na období. Výjimkou byl starší stupeň kultury s lineární keramikou, kde se v blízkosti menšího vodního toku vyskytovalo téměř 60 % známých lokalit (*Zelená 2010, 42*). Mimo samotné Labe protéká zájmovým územím říčka Trotina, dalšími toky jsou Melounka, Olšovka, Jordán, Sendražický, Jezbínský a Dolecký potok. V Jaroměři se do Labe vlévají Úpa a Metuje. Údaje pro vzdálenost od toku Labe nebyly zjišťovány z důvodu zkreslení situace dnešní polohou říčního koryta (*Zelená 2010, 41–42*).

V mikroregionu Bylany je zásadní přítomnost Bylanky a jejích přítoků. Samotná rekonstrukce založená na práci s mapovými podklady I. vojenského mapování poukazuje na změny vodní sítě. Nelze přitom vyloučit, že v pravěku mohla být síť vodních toků

hustší za předpokladu existence dnes neznámých pramenů (*Pavlu – Rulf – Zápotocká 1986, 402*).

2.4.7 Vegetační pokryv

V průběhu holocénu existovala proměnlivá mozaika zalesněných a bezlesých ploch. Přibližně od přechodu boreálu a atlantika v 8. tisíciletí př. n. l. začal převládat komplex společenstev listnatých lesů s převahou dubu a silnější či slabší příměsí dalších listnatých dřevin (*Dreslerová – Sádlo 1996, 331*). Kolem roku 6000 př. n. l. je znatelné všeobecné uzavírání lesního porostu, ve vlhkých oblastech zůstaly nezalesněny jen ostrovy rašelinných mokřadů, skalní výchozy a suťová pole. Změna ovšem přišla s nástupem 5. tisíciletí, kdy se projevilo zemědělství a zejména pastevní exploatace lesa (*Dreslerová 2012, 202*).

Původní holocenní lesy se zřejmě vyznačovaly poměrně pestrá strukturou, v níž se střídaly porosty s odlišným zastoupením dřevin v různých vývojových stádiích s lišící se mírou uzavřenosti. Součástí byly i drobné otevřené prostory (*Dreslerová 2012, 228*).

Ve své podstatě byl les krajinou vhodnou pro kolonizaci. V následném vývoji se stal nedílnou součástí kulturní krajiny, jež sestávala z enklávy vlastního sídliště, dále vnitřní intenzivněji využívané kulturní zóny a vnější polokulturní zóny extenzivního pastevního lesa (*Dreslerová – Sádlo 2000, 332; 343–344*). Přestože lesní pastvu archeologicky doložit nelze, s ohledem na míru tehdejšího zalesnění je její existence vnímána jako fakt a je na ni nazíráno jako na jednu z nejdůležitějších součástí pravěkého zemědělství. Měla zásadní vliv na složení lesního porostu a průběh odlesňování (*Dreslerová 2012, 218*).

Labský region spadá do obvodu termofytika. První neolitické osady vznikaly v prostředí tvrdých luhů s porosty dubu a jilmu (*Faltysová – Mackovčín – Sedláček 2002, 37; 49*). Většina zkoumaných lokalit se vyskytuje na hranici dubohabřin a jasenin (*Zelená 2010, 5*).

Na základě rekonstrukce vegetačního krytu v Bylanech byla zjištěna jednoznačná převaha dubu. Mýcení původního dubového pralesa může být signalizováno pozdějším zvýšeným výskytem břízy. Vyčleněna přitom byla tři pásma porostu – ve vlhkých nivách, v blízkosti niv a porost suchých svahů charakterizovaný zejména dubem (*Peške – Rulf – Slavíková 1998, 84*).

2.4.7.1 *Palynologická rekonstrukce krajiny labské nivy*

Podoba vegetace, potažmo krajinné struktury, může být rekonstruována na základě rozboru palynologických dat pocházejících z dochovaných pyloanalytických profilů. Nalezené sedimenty podávají informaci o vývoji kvartérně-geologických, geomorfologických, vegetačních a klimatických poměrů. V labské nivě je třeba počítat i s hydrologickými změnami vyvolanými náhlými proměnami klimatu (*Dreslerová – Pokorný 2004, 740; Břízová 2005, 16*). Cenné poznatky mohou být získány z organických sedimentů vyplňujících stará říční ramena (*Břízová 2006, 19*).

Události mající vliv na současnou podobu nivy, lze pro velké řeky v mírném pásu Evropy zobecnit. Počátek klidných meandrujících toků a stabilizaci nivy je možné klást na přelom mezi posledním vrcholným glaciálem a pozdním glaciálem. Říční energie poklesla na počátku holocénu. Tehdy se začaly utvářet nivní půdy a v klidném prostředí započala organická sedimentace, což vedlo k další stabilizaci. Na rozhraní boreálu a atlantiku došlo k prudkému zvýšení srážek koncem boreálu, což mělo za příčinu krátkodobou intenzivní hloubkovou erozi, která byla patrně podmíněna i lidským vlivem. Základ současné nivní úrovně vznikl na rozhraní subboreálu a staršího subatlantika, tedy v mladší a pozdní době bronzové. Báze pro sedimenty tvořící současnou nivu vznikla v raném a vrcholném středověku jako důsledek zvýšeného odlesňování a vzniku prvních záplav. Vývoj vegetace na obou nivních terasových úrovních vykazuje jisté odlišnosti (*Břízová 2004, 15–16*).

Indikátorem vyšší terasové úrovně je zejména borovice, doplněná menším podílem ostatních dřevin, jako jsou olše, dub či vrba, jak prokázaly rozborů pro Labe u Staré Boleslavi a u Chrásti (*Břízová 2005, 17; 2006; 21*).

Počátek sedimentace v Chrásti je možné datovat už do pozdního glaciálu. Vegetace byla ještě chudá a měla charakter prosvětlených lesíků, místy s formacemi praluk s bylinnou světlomilnou vegetací. Základy lužního lesa se objevily v preboreálu a byly utvářeny jilmem, dubem či jasanem. Mělčí části ramen zarůstaly rákosem, orobincem či šmelem. V boreálu biomasa narůstala a bylinná vegetace se zpestřovala. Slepá ramena se postupně zazemňovala a zarůstala. Se starším atlantikem nastoupilo maximální zalesnění. Více se začaly objevovat dřeviny smíšeného a lužního lesa reprezentované dubem, jilmem a jasanem. Postupně se vytrácely vrbiny, nahrazovaly je olšiny, což mohlo být ovlivněno antropogenní činností. Následoval hiát, druhé sedimentační období nastalo ve starším subatlantiku, v časovém úseku, kdy vývoj vegetace nebyl ovlivněn už jen klimaticky, ale

měl jednoznačnou souvislost i s působením člověka. Důležité postavení zaujímala právě borovice, zatímco lužní lesy se patrně nacházely na úrovni nižší terasy. Vrbiny byly střídavě nahrazovány olšinami. Pasterectví indikují nálezy pylových zrn jalovce, kopřivy a šťovíku, doloženo je i pěstování obilí a pohanky. Pole se rozšiřovala na úkor rákosových porostů. K značnému úbytku dřevinné složky došlo v mladším subatlantiku, tedy v raném a vrcholném středověku, v důsledku odlesňování a s ním spojeného rozšiřování plužiny. Poklesly počty borovic, dubů, následně bylo využíváno i olší a vrb. Rozšířily se mokřady s bylinným pokryvem a dřeviny lužního lesa téměř vymizely (*Břízová 2006, 17–18*).

Na nižší nivní terasové úrovni převládaly dřeviny typického lužního lesa představované olší, vrbou, dubem, v menší míře pak jilmem a jasanem. Zastoupení borovice bylo podstatně nižší, protože se primárně nacházela v místech, kde zpevňovala převážně písčité substráty vzdálenější od aktivního vodního toku, což platí pro všechny zjištěné vegetační fáze (*Břízová 2006, 20–21*).

Na okolí středního Labe lze nahlížet jako na krajinu se značnou prostorovou diverzitou, tedy potenciálně výhodnou pro lidské aktivity. Kulturní krajinu s ostrovy lesa lze předpokládat nejpozději v průběhu eneolitu. Otázka lesa a bezlesí ovšem není zcela jednoznačná, neboť nedílnou součástí pravěké kulturní krajiny byly různou měrou rozvolněné porosty parkového charakteru a není vyloučené, že pokrývaly v tehdejší krajině vůbec nejrozsáhlejší plochu. Ve středověku došlo k rozrušování difúzního charakteru pravěké kulturní krajiny, který byl nutný k lokální dostupnosti co největšího množství různých přírodních zdrojů (*Dreslerová – Pokorný 2004, 742*).

2.4.8 Klima

Poznání klimatu v pravěku, tedy především znalosti průběhu holocénních klimatických změn jsou značně útržkovité a zjištění proto mohou být pouze rámcová (*Dreslerová 2010, 20*). Diskutovanou otázkou je míra vlivu, který měl klimatický vývoj na obyvatelstvo, tedy nakolik závislá byla lidská společnost na klimatických změnách. Níže nastíněným problémem je nemožnost jednoznačné synchronizace změn archeologických kultur a klimatu (*Dreslerová 2010, 18*). Počátek neolitu je tradičně hodnocen jako výrazně teplé období v kontextu střídání se atlantského a boreálního klimatu v kvartéru. Nástup eneolitu byl pak provázen zakolísáním (*Bouzek 2011, 22; 2005, 494*).

Jako problematické se jeví především tzv. klimatické optimum. Pojem holocénní klimatické optimum vznikl původně kvůli potřebě vysvětlení lesního optima, především

v severní Evropě, kde se nachází hranice mezi dvěma klimatickými režimy. Starší z nich, tedy holocénní klimatické optimum, je nazírán jako období teplého a relativně stabilního klimatu. Hranicí tohoto období je přechod mezi atlantikem a subboreálem. Problémem je ovšem fakt, že zatímco v severní Evropě je existence globálního holocénního klimatického optima nepopíratelná, ve střední Evropě je oproti severu nevýrazná a špatně prokazatelná. Vzhledem ke kolísání klimatické teplotní křivky je obtížné stanovit začátek i konec optima, což vede k odlišným vymezením ze strany jednotlivých badatelů, kteří prostřednictvím klimatických změn vysvětlují vývoj lidské společnosti. Naopak jsou opomíjeny okamžité výkyvy, přičemž právě vliv náhlých změn mohl mít zásadní následky. Zavádějící může být také předpoklad, že holocénní teplotní optimum do střední Evropy zároveň přinášelo atlantické, tedy stabilně vlhké klima. Představa o srážkách přitom stále zůstává neúplná (Dreslerová 2005, 535–536).

Právě srážky spolu s teplotami náleží mezi nejsledovanější parametry minulého klimatického cyklu. Potíž představuje regionalita klimatu a nedostatek datových podkladů pro naše území (Dreslerová 2010, 19). Problematický je fakt, že na území České republiky zasahují 2 klimatické sektory, tzv. středozápad a středovýchod. Pomyslnou hranicí je 15. poledník. Obě v této práci sledované lokality spadají do středovýchodní části do oblasti s délkou vegetačního období v intervalu od 160 do 177 dní (Davis et al., 2003; Dreslerová 2010, 19, obr. 1). Průběh středozápadních a středovýchodních křivek byl obzvláště na počátku holocénu mírně odlišný. Středoholocénní termální maximum se mimo severní Evropu v mírnější formě projevilo ve středovýchodním sektoru, zatímco středozápad zaujal střední, takřka neměnnou pozici. Dle našeho území ojedinělé výpovědi lokalit v Českém krasu po klimatickém optimu mezi 8400–6700 cal BP nastalo kolem 6500 cal BP období několika krátkých prudkých oscilací suchých a vlhkých period v celkovém trvání asi 4000 let (Dreslerová 2010, 19).

Alternativní pohled přináší archeoklimatický model (MCM) R. A. Brysona (Bryson – McEnaney DeWall 2007). Na základě modelace za použití dat z meteorologické stanice v Praze-Ruzyni lze konstatovat na počátku holocénu prudké oteplení a následující stabilní období s nejvyššími letními teplotami zhruba mezi 9500–6000 cal BP. Srážky se na dnešní úroveň dostaly už kolem 10 500 cal BP, přičemž v první polovině holocénu bylo převážné množství srážek soustředěno do období mezi srpnem a říjnem (Dreslerová 2010, 19–20).

2.4.9 Půdní typ

Půdní typ náleží k těm nejzásadnějším faktorům při výběru sídelních míst a při zemědělském využití krajiny. Problémem je poznání rychlosti tvorby půd a stadia, ve kterém se půdy nacházejí v současnosti, ve vztahu k minulosti. Vlastnosti černozemí a hnědozemí vzniklých ze spraší mohly být odlišné, stejně tak mohlo dojít k proměně i u dalších typů půd. Důvodem je přirozený holocénní vývoj, ke kterému se přidružuje vzrůstající vliv člověka, mezi jehož činnosti patří orba, sklizeň, hnojení, pastva, odlesňování a s nimi spojená eroze a akumulace (*Dreslerová – Kočár – Chuman 2016, 19–21*).

Při sledování vztahu půdního typu a určité archeologické kultury je třeba mít na paměti regionální faktor – je přirozené, že archeologické kultury budou výrazně korelovat s jistým typem půdy vyskytujícím se pouze v dané oblasti (*Dreslerová – Kočár – Chuman 2016, 22–23*). V minulosti bylo toto poznání značně ovlivněno tzv. zákonem spraše předpokládajícím při výběru místa osídlení preferenci půd na sprašovém substrátu. Od této myšlenky se však už v současné době jako od všeobecně přijímaného pravidla upouští (*Pavlu – Zápotocká 2007, 52*).

Celková data pro Čechy ukazují, že v době kultury s lineární keramikou byl podíl zastoupení půd ležících na sprašových a nesprašových substrátech značně vyrovnaný, přičemž spraše převažovaly asi o 5 %. V kultuře s vypíchanou keramikou se tento poměr stal ještě vyrovnanějším a zastoupení substrátů se liší o 2 % v prospěch spraší. Neolitické kultury se pohybovaly především na černosolech a luvisolech, jejichž podíl je ovšem obtížné odhadnout. V krajním případě existuje možnost, že luvisoly se vyvinuly až v době bronzové, v místech, která do té doby nebyla odlesněná. Znamenat by to teoreticky mohlo vyšší podíl lesní pastvy nebo žárového hospodaření oproti eneolitu (*Dreslerová – Kočár – Chuman 2016, 39–40*).

Přestože již obecná preference spraší není uznávána, lze říci, že pro východní Čechy toto pravidlo platí. Neolitické obyvatelstvo si mělo nejčastěji vybírat sprašové návěje, především jejich slunné jižní stráně. Po vyčerpání orné půdy se osada stěhovala na jiné místo, přičemž k návratům na již využívaná místa v případě zdejšího osídlení nemělo docházet, neboť prostoru pro obdělávání půdy byl dostatek (*Vokolek 1993, 11*).

Na území horního Polabí patří mezi sedm nejčastějších půdních typů šedozemě, regozemě, pelozemě, hnědozemě, černozemě, glejové půdy a fluvizemě. Konkrétně na

labském pravobřeží se osídlení koncentrovalo na okraji či mimo enklávu černozemí, nejčastěji byly využívány hnědozemě. V období kultury s lineární keramikou se ve východních Čechách na hnědozemích rozkládalo 62,1 % známých lokalit, v období vypíchané keramiky 53,5 %, významněji byly zastoupeny i rendziny (25,4 %), (*Zelená 2010, 23; Burgert 2012, 11*). V zázemí lokalit kultury s lineární keramikou se nejčastěji vyskytovaly hnědozemě, fluvizemě a regozemě, převaha hnědozemí a fluvizemí platí i pro pozdější osídlení lidem s vypíchanou keramikou (*Zelená 2010, 43–44*).

V okolí Kutné Hory se vyskytují tři možné půdní typy. Nacházejí se zde na spraších se rozkládající hnědozemě a kyselé hnědé půdy, v blízkosti vodotečí se vyskytují aluviální glejové půdy. V případě hnědozemí se jedná o středně těžké půdy dobře držící vlhkost i v obdobích sucha a obecně jsou uznávány jako druhé nejvýnosnější po černozemích. Naproti tomu kvalita kyselých hnědých půd je již nižší (*Pavlu – Rulf – Zápotocká 1986, 400–402*).

3 Neolitické osídlení vybraných regionů

3.1 Neolitická kolonizace Čech

Kolonizační proud kultury s lineární keramikou pravděpodobně zasáhl východní Čechy, kam se dostal přes Českomoravskou vrchovinu ze severozápadní Moravy z prostoru mezi Olomoucí a Mohelnicí. Důkazem je souvislý řetěz lokalit od Pardubic, Hradce Králové a Nového Bydžova, který dále pokračuje až na Čáslavsko, Kutnohorsko a Kolínsko. Poté se předpokládá osídlení středních Čech s Prahou, v závěru pak severozápadní Čechy a Plzeňsko (*Pleiner et al. 1978, 178*). Mimo moravský proud byly východní Čechy osídleny patrně také lidem ze Slezska, o čemž by mohly svědčit suroviny použité k výrobě štípané industrie. Zabrána byla rozsáhlá území na Hradecku, Jičínsku a Chrudimsku. Ojediněle neolitické obyvatelstvo proniklo i na Rychnovsko a Náchodsko (*Vokolek 1993, 16*).

Kultura s vypíchanou keramikou svým územním rozšířením v Čechách prostor osídlený v době lineární keramiky nepřekročila. Následnost vypíchané keramiky je doložena vertikálními stratigrafiemi, horizontálně jsou rozčleněny jednotlivé fáze (*Pleiner et al. 1978, 207*). Na labském pravobřežní mezi Jaroměř a Hradcem Králové hustota osídlení silně vzrostla v mladším období vypíchané keramiky. Tato skutečnost se již nedá vysvětlit stěhováním osad, ale souvisí patrně s prospektorskými a loveckými výpravami, které vyústily v obsazení oblastí dosud neosídlených (*Vokolek 1993, 17*).

3.2 Rozsah osídlení

Pro ohraničení sídelních regionů se jeví jako nejvhodnější postup využít členění reliéfu a hustotu osídlení hodnotit v rámci určitých geomorfologických oblastí. Dle výpočtu relativní hustoty osídlení je sídelní oikumena kultury s lineární keramikou mezi neolitickými a eneolitickými kulturami největší, u kultury s vypíchanou keramikou existuje již znatelný pokles. Zjištění na srovnávání počtů geomorfologických celků, do kterých daná kultura zasáhla. V rámci preference jednotlivých oblastí byly obě kultury v porovnání s pozdějším vývojem poměrně indiferentní a rozdíl mezi maximální a minimální hustotou byly malé, ačkoliv zde může existovat zkreslení dané stavem poznání (*Rulf 1979, 178–182*).

Velikost sídelní oikumeny kultury s lineární keramikou v Čechách by se dala odhadnout na 10 000 km². Patří do ní oblasti Polabí, dolního Povltaví a Poohří, v menší

míře pak Plzeňská kotlina a jižní Čechy. Definováno bylo 17 sídelních oblastí – Chrudim, Hradec Králové – Hořice, Chlumec nad Cidlinou – Jičín, Nymburk, Mšeno – Mladá Boleslav, Turnov, Čáslav – Kutná Hora – Kolín – Český Brod, Brandýs nad Labem – Praha – východ, Praha – jihovýchod, Praha – západ, Beroun, Slaný, Rakovník, Louny – Žatec, Litoměřice, Ústí nad Labem – Chomutov, Plzeň (*Pavlu – Zápotocká 2007, obr. 1*).

Počet lokalit kultury s lineární keramikou postupně narůstá s intenzitou výzkumů. Zdaleka ne všechny regiony jsou prozkoumány rovnoměrně. Dnes je evidováno více než 720 katastrů s objeveným osídlením kulturou s lineární keramikou. V některých případech je na jednom katastru zaevidováno více poloh. Vnitřní chronologie kultury byla rozpracována převážně na základě velkých plošných výzkumů, jako například Březno u Loun, Bylany u Kutné hory, Hostivice, Vikletice, Turnov a další. (*Pavlu – Zápotocká 2007, 14*).

Počet katastrů osídlených kulturou s vypíchanou keramikou oproti kultuře s lineární keramikou klesl. Zároveň bývá osídlení často lokalizováno v polohách, jež předtím náležely kultuře s lineární keramikou. Dnes je známo přes 640 osídlených katastrů. I v této kultuře byly využívány hospodářsky výhodné polohy. Osídlení bylo koncentrováno hlavně v údolí velkých řek, tedy u Labe, Ohře a Bíliny. Dále vytvářelo menší enklávy ve vyšších polohách. Z této kultury zatím chybí rozsáhlé prozkoumané sídliště typu Bylan, ovšem i na základě menších výzkumů bylo možné vypracovat vnitřní chronologii. Mezi tyto výzkumy patří Litoměřice, Mšeno, Horní Cetno, aj. (*Pavlu – Zápotocká 2007, 17–18*).

3.2.1 Hradec Králové – Jaroměř

Ve východních Čechách je možné odlišit několik sídelních oblastí – Chrudimsko, Jičínsko, Turnovsko, dále sídelní komory v povodí Loučné a Jevíčky východně od Chrudimska, povodí Zlatého potoka od Orlice k přechodům do Slezska a Hradecko, do kterého spadá zde zkoumaný region na labském pravobřeží (*Zápotocká 2009, 101; Končelová 2005*).

Hradecký region patří mezi oblasti, jež byly v neolitu ve východních Čechách osídleny nejvýrazněji. Nejvyšší koncentrace lokalit se nacházela v trojúhelníku mezi Hořicemi, Hradcem Králové a Jaroměří, kde byla v některých místech hustota vyšší než dvě lokality na km² (*Anýž – Končelová a kol. 2006, 26*).

Okres Hradec Králové má ve východních Čechách vůbec nejvyšší počet rozpoznávaných lokalit náležejících kultuře s lineární keramikou, k roku 2005 stav činil 141

lokalit a může tak být považován za zřetelné centrum osídlení (Končelová 2005, 655). Husté osídlení se v nejstarším stupni kultury s lineární keramikou nacházelo obzvlášť podél Labe a na horní Bystřici, v mladších obdobích se osídlení rozšířilo i na menší vodoteče mezi těmito řekami. (Zápotocká 2009, 102). Jedná se o důkaz postupného šíření neolitizace patrně kulturní kolonizací. Krajinný ráz zřejmě neprošel natolik výraznou proměnou, protože už dřívější mezolitické obyvatelstvo částečně vypalovalo lesní porost a měnilo tak podobu krajiny (Anýž – Končelová a kol. 2006, 26).

Osídlení kultury s vypíchanou keramikou sice nedosáhlo hustoty osad kultury s lineární keramikou, zabíralo však stejně velkou rozlohu (Pavlů – Zápotocká 2007, obr. 2–3). Nejbohatěji je doložen mladší a pozdní stupeň. Mimo sídliště zde byly zachyceny i hroby a rondely, konkrétně v Plotištích n. L., Holohlavech a Lochenicích (Buchvaldek – Zeman et al. 1990; Kalferst – Vávra 1998; Zápotocká 2009, 102).

3.2.2 Kutnohorsko

Osídlení kulturou s lineární keramikou se koncentrovalo do severovýchodní části Čech a do okolí Kutné Hory a Čáslavi. Důvodem je skutečnost, že se jedná o nejteplejší oblast s nejkvalitnějšími půdami a zásobováním vodou. Odlišeny byly tři mikroregiony vztahující se k jednotlivým potokům. Na Klejnárce, na Vrchlici a na jejím přítoku Bylance a na Brlence. Výzkumy v Bylanech a okolí z mikroregionu učinily nejprozkoumanější území s lineární keramikou v Čechách (Zápotocká 2009, 103). Přírozené hranice podél Vrchlice a Klejnárky, reliéf i půdní pokryv naznačují, že region byl v neolitu potenciálně osídlitelný celý včetně míst, kde osídlení není doloženo (Pavlů 2001, 252). Známé lokality většinou s několika zjištěnými polohami se nachází v Miskovicích, Bylanech, Kutné Hoře, Nových Dvorech a Hlízově (Pavlů 2001, 253).

Co se kultury s vypíchanou keramikou týče, její zastoupení je v regionu nižší. Přejídná fáze mezi dvěma kulturami nebyla zachycena. Známý je především mladší a pozdní stupeň, ze kterého jsou v Bylanech rozeznány dokonce dvě stavební fáze (Zápotocká 2009, 103).

4 Praktická část diplomové práce

4.1 Sběr dat a příprava projektu

Prvním bodem, před jakoukoli započatou prací, je sběr dat pro rekonstrukci geomorfologické a hydromorfologické sítě vybraných regionů. Pro vytvoření reálného prostředí musí být kladen důraz na přesnost dat a jejich množství. Jednou z variant, jak tyto body získat, je zakoupení mapových podkladů ve formě GRID 10 × 10 či vrstevnic nebo také digitální model reliéfu ČR - 5. generace, které pro Českou republiku zajišťuje Český úřad zeměměřičský a katastrální (ČUZK). V nabízených službách úřadu je možnost odkoupení mapových dat na úrovni základní mapy 1:10 000 v tzv. ZABAGEDU.

Základem geografických dat je v tomto případě digitální geografický model území České republiky. Výškopisnou část tvoří 3 typy objektů vrstevnic se základním intervalem 5, 2 nebo 1 m, dle terénu. Obsah datové sady je doplněn dalšími vybranými výškopisnými prvky (klasifikovanými hranami a body) <czk.cz>. Získaná data se nacházejí v souřadnicovém systému x, y, z . Polohová přesnost je charakterizována tak, že střední souřadnicová chyba v rovinatém terénu se pohybuje od 0,24 m do 0,345 m. Pro potřeby obou regionů by bylo nutné užít desítky mapových listů. Pro rozsah sledovaných oblastí musela být tedy použita data z jiného zdroje. Jedinou reálnou možností byl digitální model krajiny Evropy dostupný z <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem#tab-gis-data>. (eudem_dem_3035_europe).

Existuje mnoho vstupních dat s různým stupněm přesnosti. Pořízení dat s větší přesností je zatíženo finanční stránkou. Pro potřeby této diplomové práce tedy budou použity datové podklady dostupné ve free modu. Výstup tak bude spíše názornou ukázkou prací s prostorovými daty, kde přesnost vstupních dat ovlivňují výsledek, ale ne postup.

4.2 Práce s daty

4.2.1 DEM model a vymezení sledovaného území

Na webových stránkách <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem#tab-gis-data> byl stažen digitální model reliéfu pro Evropu eudem_dem_3035_europe. Projekt byl vytvořen v arc/map – nastavení koordinační systému SJTSK – krovak east north pomocí nástroje tool box – spatial analyst tools – extraction, kdy byl za účelem

tvorby hydrologické sítě vyříznut podklad respektující geografické členění sledovaných regionů.

Velikost mapového podkladu je záměrně mnohonásobně větší než řešená oblast této diplomové práce, a to z důvodu zachycení co nejpřesnějšího výpočtu síly a intenzity protékajících toků ve zkoumaném regionu. Tyto hodnoty jsou důležité pro budoucí výpočty a rekonstrukce geomorfologické a hydromorfologické sítě.

Region vymezený pro výpočet hydrologické sítě zachycují *obr. č. 1 a 2*. Po oříznutí a vytvoření rastrového podkladu byl vytvořen základní mapový podklad, z kterého bude vycházet veškerá rekonstrukční činnost modelů pro zachycení co nejpřesnější představy o krajině neolitického osídlení regionu Hradec Králové – Jaroměř a Kutnohorska.

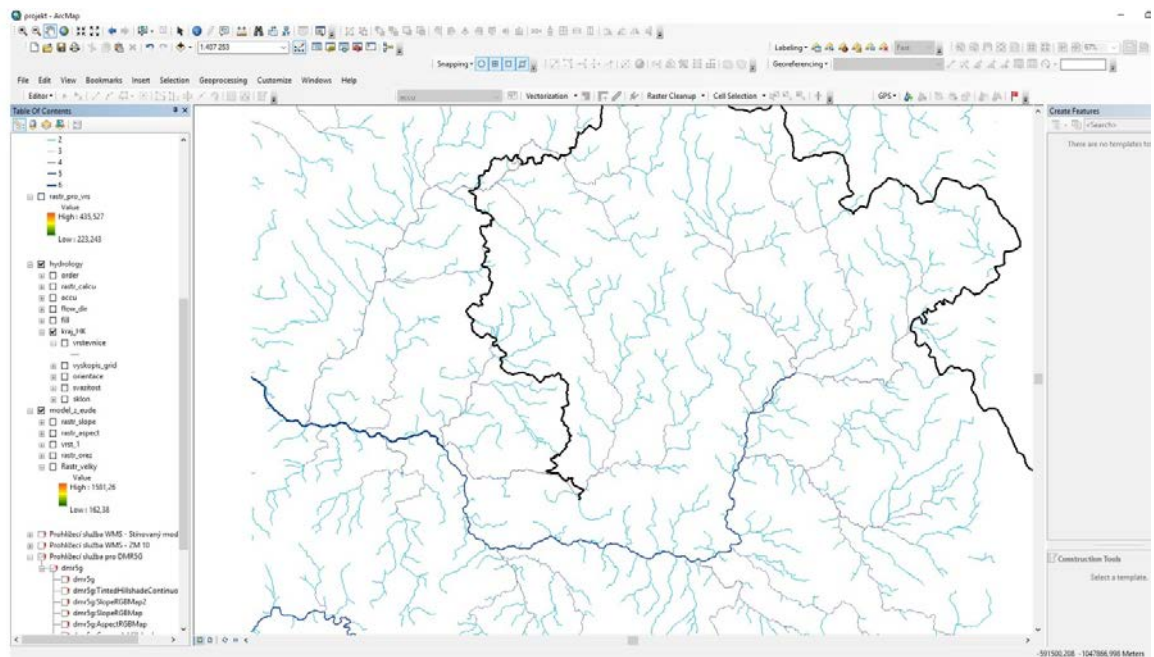
4.3 Hydrologická síť

4.3.1 Hydrologický model podle DEM Europe

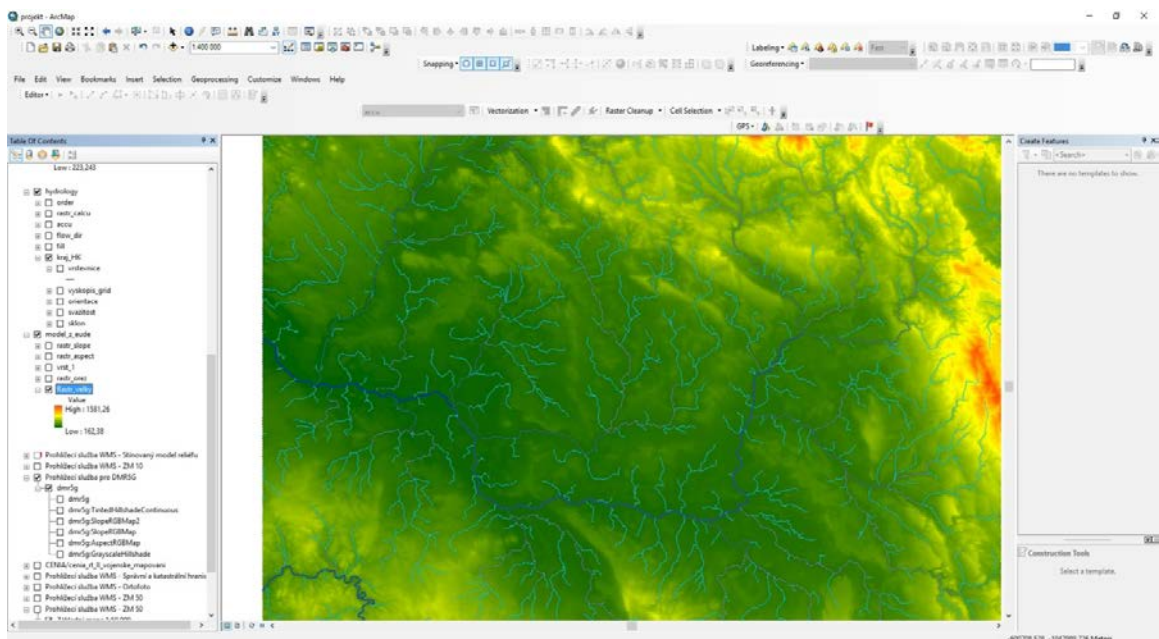
Prvním výstup představuje výpočet hydrologie podle neupravených zpřístupněných dat (tedy dnešní stav terénu), který byl doteď využíván v předchozích pracích věnujících se dané problematice. Tato předloha bude využita pro porovnání výsledků předchozích prací s upraveným a rekonstruovaným terénem vytvořeným z dnešních dostupných dat a možností modelace v možných modelačních a informačních softwarech.

Pro výpočet tohoto modelu je zapotřebí již zmiňovaný oříznutý rastr digitálního modelu krajiny o velikosti respektující i prameny a přítoky řek procházející zkoumaným územím. Tento rastr reprezentuje dnešní stav krajiny, a to i s lidskou činností, resp. zástavbou, městy, inženýrskou sítí atd. Pro výpočet hydrologie z modelu krajiny byly použity nástroje v *tool boxu – Spatial analyst tools – Hydrology – (fill, flow accumulation, Flow direction, stream order, stream to future)*, viz *obr. č. 1*.

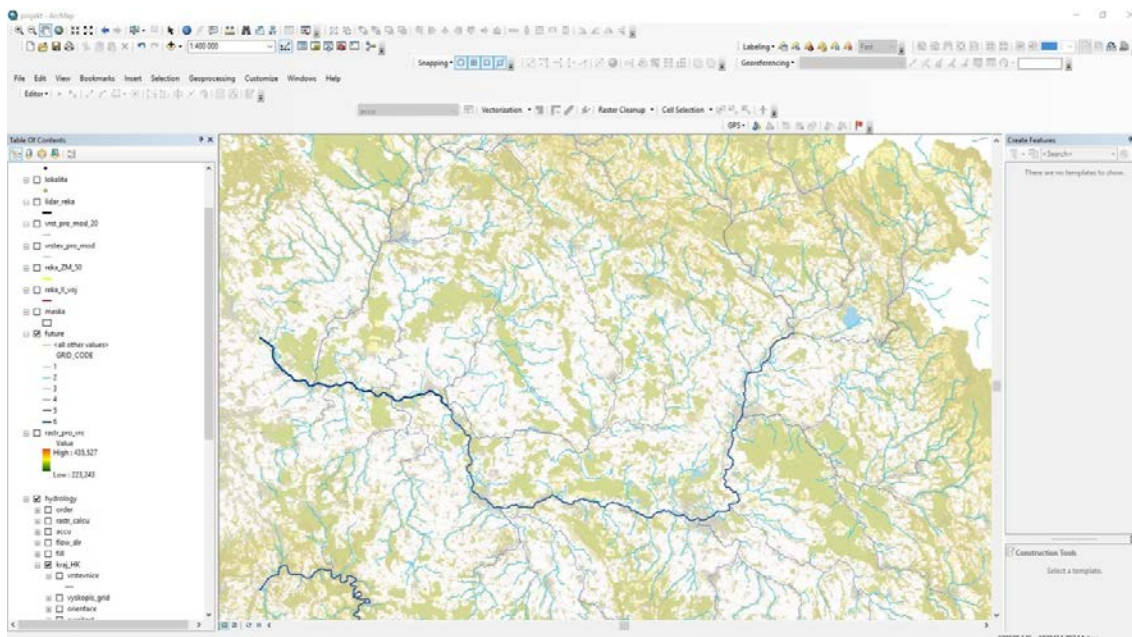
Tento model je vytvořen na základě nadmořské výšky, svažitosti terénu a orientaci svahu. Na každý bod je vložena kapka vody, která podle orientace svahu a svažitosti stéká od nejvyššího bodu směrem do nižší buňky a navzájem se sčítají. Zde tedy vzniká zkruslení podle dnešního terénu, zvláště kvůli dlouhým liniovým terénním změnám vzniklým například navršením naspů silnic a železnic. Systém sčítání (kapek) podle výše zmíněných kritérií respektuje tyto zásahy a neuměle vytváří zkruslení modelu (*obr. č. 1, 2, 3*). Diskriminaci těchto jevů se bude věnovat jedna z rekonstrukčních technik.



Obrázek 1: Rozsah modelovaného území (Královéhradecký kraj, Pardubický kraj, Středočeský kraj - část, Liberecký kraj – část). Modelace říční sítě procházející zájmovými regiony.



Obrázek 2: Model hydrologické sítě a rastr vytvořený z Eudem dem.

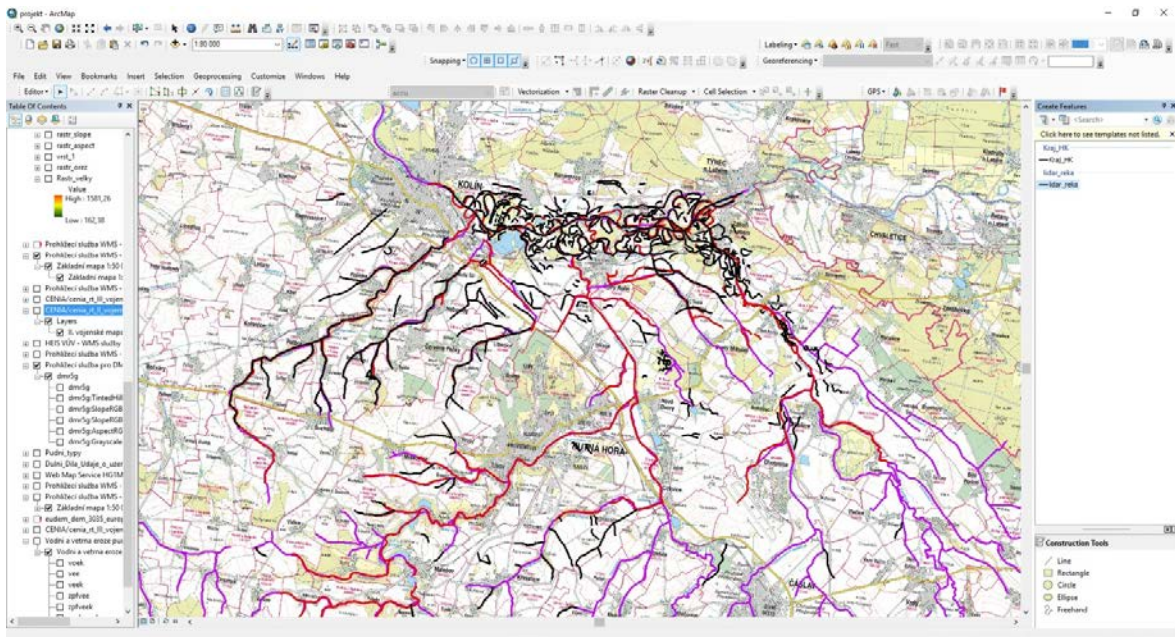


Obrázek 3: Vymodelovaná hydrologická síť na podkladu ZM 50

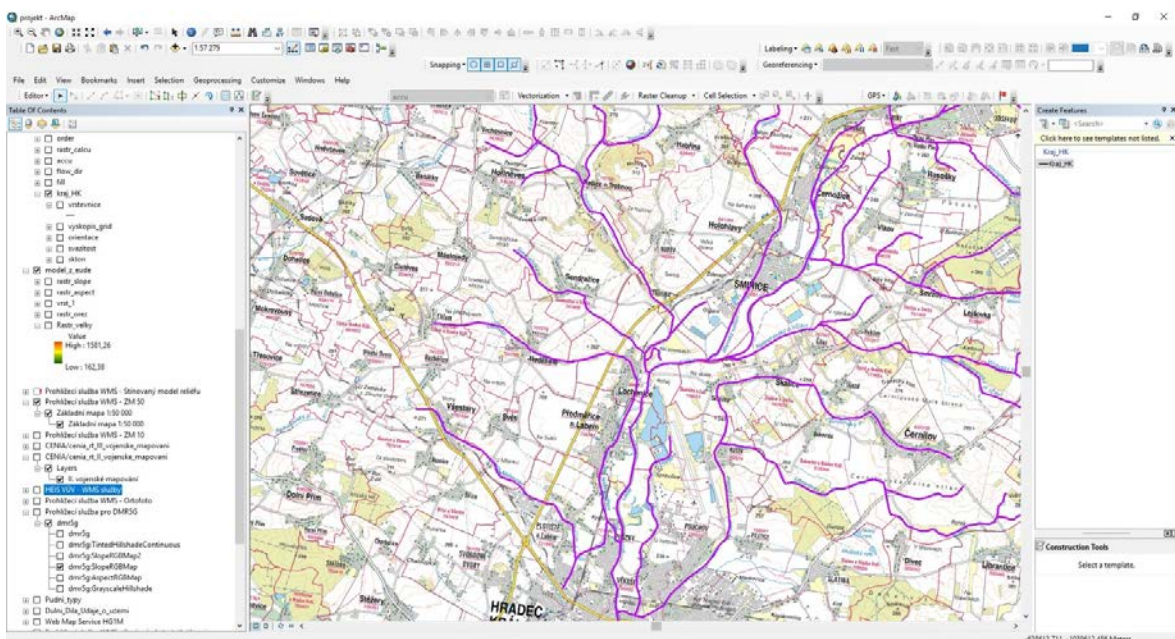
4.3.2 Hydrologický model podle současného mapování ZM 10 a ZM 50

Tento model je vytvořen podle dnešních mapových podkladů poskytnutých přes WMS server ČUZK. Současný stav regulovaných říčních koryt nerespektujících krajinný ráz je odlišný na výstupním modelu reprezentovaném liniovým shapefilem a na výše zobrazeném modelu dnešní krajiny (*obr. č. 4 a 5*). Fialovou barvou jsou vyobrazené linie viditelných vodních prvků (řek, potoků).

Základní mapa České republiky 1:50 000 (ZM 50) je základním státním mapovým dílem středního měřítká a je koncipována jako přehledná obecně zeměpisná mapa. Název mapového listu je shodný se jménem největšího sídla na daném mapovém listu. ZM 50 obsahuje polohopis, výškopis a popis. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území, hranice chráněných území, dále porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf znázorněný vrstevnicemi a terénními stupni. Popis mapy sestává z druhového označení objektů, standardizovaného geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, názvů a identifikačních čísel katastrálních území (územně technických jednotek), rámcových a mimorámcových údajů <<http://geoportal.cuzk.cz>>.



Obrázek 4: Oblast Kutnohorská (fialová linie = řeky podle ZM 50, černá = řeky podle DMR 5G, červená = řeky podle II voj. mapování)



Obrázek 5: Oblast Královéhradecká (fialová linie = řeky podle ZM 50)

4.3.3 Hydrologický model podle historické kartografie a mapování

Termín staré mapy je používán pro mapové podklady, které již nezobrazují aktuální situaci, jsou staršího data zhotovení a mohou tak plnit funkci historických pramenů. Nejstarší mapou, která splňuje přiměřené nároky na přesnost a lze ji proto využít i dnes, je

mapa prvního vojenského, tedy josefského, mapování z druhé poloviny 18. století. Značně vyšší výpovědní hodnotu mají mapy stabilního katastru vznikající v průběhu 1. poloviny 19. století. Tzv. druhé vojenské mapování probíhalo ve 40. a na počátku 50. let 19. století, mapy třetího vojenského mapování vznikly v poslední čtvrtině 19. století (*Kuna et al. 2004, 89–90*).

Práce s historickými mapami ukázala, že různě prohnuté hranice pozemků vycházejí z někdejší říční sítě, meandrů, tůní či mrtvých ramen řek. Na základě historických zpráv lze rovněž konstatovat, že půda v deltách začala být využívána lidmi až poměrně pozdě, nejprve ve formě luk a pastvin, ještě později přišla proměna na ornou půdu (*Zlínský 2005, 386*).

4.3.3.1 První vojenské mapování

První vojenské mapování probíhalo na celém území habsburské monarchie. V českých zemích bylo provedeno mezi léty 1763–1768. Zpracování výsledků ještě postrádalo přesné geodetické základy, zakreslovány byly pouze odhadem, tedy pozorováním v terénu (*Semotanová 1994, 147*), což omezuje jejich využitelnost v této diplomové práci. Čechy byly v rámci zmíněného mapování pokryty 273 listy mapového díla. Jednotlivé kolorované rukopisné sekce v měřítcích 1:28 000 a 1:14 400 se dochovaly v originálu a kopii (čistopisu) a jsou doplněny vojensko-zeměpisnými popisy (*Semotanová 1994, 146–147*). Terén je na mapových listech naznačen nepravými sklonovými šrafami, hnědé linie znázorňovaly komunikace, šedě byly značeny lesy, bíle orná půda, dále byly rozlišovány pastviny, vinice, vodstvo, mokřady a půdorysy obytných budov (*Semotanová 2001, 98*).

4.3.3.2 Mapy stabilního katastru

Další vývoj tvorby kartografie byl ovlivněn rychlým rozvojem vědeckých a technických předpokladů kartografické tvorby v 19. století. Zkoumány byly tvary a rozměry země, probíhala rozsáhlá stupňová měření poledníků a v řadě států byly pro účely stupňového měření zakládány trigonometrické sítě, které utvořily základ pro podrobné vojenské či katastrální mapování (*Semotanová 1994, 147–148*).

Stabilní katastr měl sloužit veřejné správě, technickým i vědeckým účelům. Trigonometrická síť, která byla vyměřena v rámci vojenské triangulace na počátku 19. století v rámci vojenské triangulace rakouské monarchie však potřebám pozemkového

katastru nevyhovovala. Pro jeho účely byla proto založena nová síť zbudovaná v letech 1821–1842. Střední souřadnicových soustav pro území dnešní České republiky se nacházely ve vrcholu hornorakouského Gusterbergu a na věži sv. Štěpána ve Vídni (*Semotanová 2001, 106*). V českých zemích k mapování došlo v letech 1824–1843. Katastrální obce s druhově členěnými pozemky s parcelními čísly, zástavbou, komunikacemi a vodními toky byly zachyceny v měřítcích 1:2880, 1:440 a 1:720. Výsledné katastrální mapy včetně trigonometrické sítě se v následujících letech staly podkladem pro druhé a třetí vojenské mapování (*Semotanová 1994, 149*).

V rámci mapování vznikly tzv. indikační skicery a čistopisy. V indikačních skicích jsou zakresleny průběžné změny, vlastnictví pozemků či domovní čísla, zatímco v tzv. císařských otiscích je zachycen nezměněný původní stav krajiny, ještě nedotčené procesem industrializace započatým v druhé polovině 19. století (*Semotanová 1994, 149*). Čistopisy byly kolorovány jemnými odstíny – šedě byly značeny lesy, zeleně louky a zahrady, pole byla vybarvena světlou žlutí, vody modře, cesty hnědě, kamenná zástavba byla označena karmínovou červení, spalné dřevěné stavby sytou žlutí (*Semotanová 2001, 107*).

4.3.3.3 Druhé vojenské mapování

Druhé vojenské mapování, zvané Františkovo, navázalo na výsledky měření pořizovaných pro účely stabilního katastru. Na našem území proběhlo v období let 1836 až 1852. Mapové sekce byly zhotoveny v měřítku 1:28 800 a staly se základem pro další kartografická díla v měřítku 1:144 000 a menších (*Semotanová 1994, 152*). Čechy byly zachyceny na 267 rukopisných kolorovaných sekcích, Morava a Slezsko na 146 listech. Z těchto sekcí byla odvozena speciální mapa v měřítku 1:144 000, která se stala vůbec prvním veřejným neutajovaným mapovým dílem rakouské státní kartografické tvorby. Pro Čechy vyšla speciální mapa tiskem na 38 listech v letech 1847–1860, pro Moravu a Slezsko na 19 listech roku 1844. Dále byly odvozeny celkové mapy zobrazující rakouskou monarchii, tzv. generální mapy (*Semotanová 2001, 109*).

Katastrální osnova a obsah byly zmenšeny na desetinu katastrálního měřítka a využity jako podklad vojenských sekcí způsobily nejednotnost vojenského mapování a znemožnily jednoduché sestavování vojenských sekcí do větších souborů. Stalo se tomu tak proto, že geodetický podklad katastrálních map, tedy polohy trigonometrických bodů, nebyl překreslen do původně zamýšleného jednotného válcového zobrazení, čímž se

vojenské sekce pro každou zemi staly obdobou jejího katastrálního souboru (*Brůna – Buchta – Uhlířová 2002, 13*).

Přehledné mapy druhého vojenského mapování se staly podkladem mnoha kartografických děl, nicméně postrádaly znázornění terénu vrstevnicemi a výškovými kótami (*Semotanová 2001, 109*). Poprvé v nich nicméně bylo využito Lehmannova šrafování pro znázornění sklonu terénu (*Kuna et al. 2004, 389*). Na rozdíl od starších map již zobrazovaly krajinu poznamenanou nástupem průmyslové revoluce.

4.3.3.4 Třetí vojenské mapování

Třetí vojenské mapování bylo uskutečněno v letech 1874 až 1880. Důvody pro zhotovení nových přesných topografických map byly v první řadě vojenské. Zároveň však také vzrůstaly požadavky ze strany hospodářského sektoru monarchie, např. při stavbě komunikací, splavňování vodních toků, melioračních pracích v hornictví apod. (*Semotanová 2001, 110*). Zdokonaleno bylo zejména znázornění reliéfu a komunikací. Novinkou se stalo také změněné měřítko map, topografické mapy byly vyhotoveny v měřítku 1:25 000, speciální v 1:75 000 a generální v 1:200 000. Reambulované mapy třetího vojenského mapování sloužily po roce 1918 jako úřední mapy československého státu (*Semotanová 1994, 152*).

4.3.4 Model říční sítě z pohledu historického mapování

Již začátkem 80. let začal být řešen problém rekonstrukce hydromorfologické a geomorfologické sítě ve zdevastované krajině Mostecká, a to z důvodu poznání raně středověkého osídlení (*Klápště – Brzák 1983*). Už v 70. letech docházelo na tomto území k drastickému devastování krajiny. Jako jedna z mála možností zkoumání této zničené krajiny proto zbyly jen starší kartografické prameny. Tento příklad měl nastínit budoucí problém pro archeology, kteří se čím dál častěji budou muset klonit k alternativním možnostem zkoumání krajiny na úkor klasické terénní prospekce (*Klápště – Brzák 1983, 399–403*).

Pro modelování a poznání krajiny lze pro tento případ využít několik možností a mapových podkladů. Pro zkoumané regiony jsou k dispozici:

- I. vojenské mapování
- II. vojenské mapování
- III. vojenské mapování

- Stabilní katastr

První vojenské mapování bohužel nelze přesněji rektifikovat na dnešní mapové podklady, a to z důvodu, že ještě nepodléhalo trigonometrického vyměřování. Proto je vhodné pouze k nahlížení a potvrzování určitých skutečností z mapování následných.

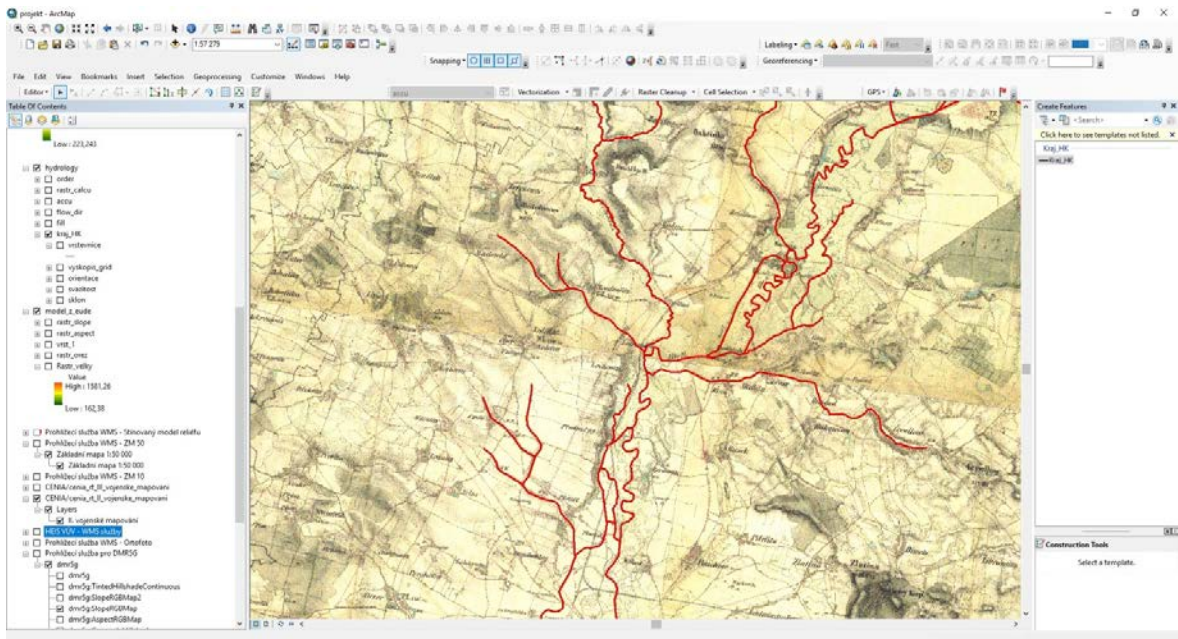
Druhé a třetí vojenské mapování je vhodné pro porovnání dnešního stavu se stavem řek na začátku 19. století. Jelikož tyto kartografické prameny existují ve formě WMS serveru poskytovaných ČUZK, je možné přímo překrýt dnešní stav s tímto kartografickým pramenem.

Stabilní katastr bohužel neexistuje ve formě WMS serveru a nemá ani volně stažitelnou verzi. Z tohoto důvodu může opět posloužit jen pro vizuální nahlížení a porovnání s prohlížecími daty z WMS načtených v GIS.

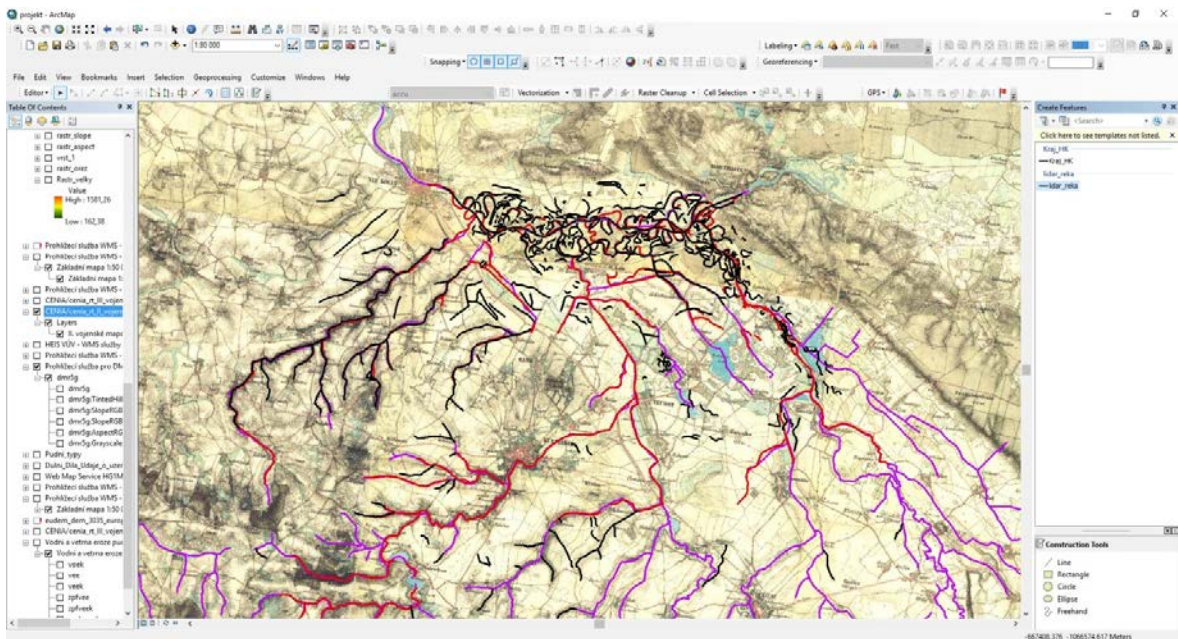
4.3.4.1 Možnosti georeference map stabilního katastru

Zjištění přesných souřadnic rohů jednotlivých mapových listů v S-JTSK nabízí software TopoL. Tento software disponuje kladem listů map stabilního katastru. Mapové podklady však pracují v gustenberském souřadnicovém systému, který je odlišný od S-JTSK jen kladností souřadnic. V případě nabytí mapových listů stabilního katastru tedy stačí čtyř vlíčovacích bodů a změny znaménka hodnot.

V již vytvořeném projektu byl pro potřeby rekonstrukce hydrologické sítě vložen klad map ve formě prohlížecí služby WMS serveru druhého vojenské mapování. Po nastavení shodného souřadnicového systému a promítnutím byla pomocí liniového shapefile vytvořena liniová síť řek podle podkladů (*viz obr. č. 6. 7.*).



Obrázek 6: Oblast Královéhradecka - rekonstrukce hydrologické sítě (červené linie = II. vojenského mapování)



Obrázek 7: Oblast Kutnohorska - rekonstrukce hydrologické sítě (černá linie = lidar, červená linie = II. vojenské mapování, fialové linie = ZM 50)

4.3.5 Rekonstrukce hydrologické a geomorfologické sítě pomocí eliminace viditelných lidských zásahů do krajiny pomocí GIS nástrojů

Pro tento typ rekonstrukce je důležitý nástroj interpolace. Podstatou digitálního modelu je atribut plochy. Proto je důležité vystihnout i hodnoty míst ležících mezi

známými body. Výpočtem těchto bodů se zabývá metoda Interpolace. Jednoduše řečeno, jedná se o funkci dopočítání neznámých hodnot ze známých hodnot v okolí (Bravený, 2008, 89). V případě, že disponujeme pravidelně rozloženými daty, tak výstupy všech těchto interpolačních metod vykazují podobné výsledky. Při opačném kladu dat je důležitý správný výběr metody (Burrough – McDonnel 2000). Jedním z důležitých vstupních kritérií je použití globálních či lokálních metod. Globální metody využívají všech známých bodů v modelu, zatímco lokální pracují pouze s nejbližším bodem, který ovlivňuje své okolí jen do určité vzdálenosti (Mitáš – Mitašová 1999).

4.3.5.1 Lokální metody

- IDW – Inverse distance weighted interpolation: Tato metoda spočívá v principu, že každá nová hodnota je určena jako vážený průměr hodnot nejbližších bodů, položených do určité vzdálenosti (Mitáš – Mitašová 1999).
- Natural neighbour: Pro výpočet průměru lokálních dat jsou použité tzv. Thiessenovy polygony. Nová hodnota se vytvoří pomocí váženého průměru nejbližších buněk obsažených v těchto polygonech. Váha se pak přikládá k příslušnosti určité plochy polygonu než vzdálenosti bodů. Vhodná metoda pro topografické či geofyzikální úlohy (Mitáš – Mitašová 1999).
- TIN: Triangulated irregular network: Interpolační metoda založená na trojúhelníkové síti. Neznámé hodnoty jsou vypočítávány pomocí lineární interpolace aplikované na prostor každého trojúhelníku. Jedná se o efektivní a komplexní metodu pro větší soubor dat (Mitáš – Mitašová 1999).

4.3.5.2 Geostatická metoda

- Kriging: Je založen na výpočtu průměrné hodnoty změn v závislosti na změně vzdálenosti mezi body s naměřenou hodnotou nadmořské výšky (Bravený 2008, 93). Výhodou je statistická kvalita předpovědi. Její využití je vhodné pro pedologii a geologii.

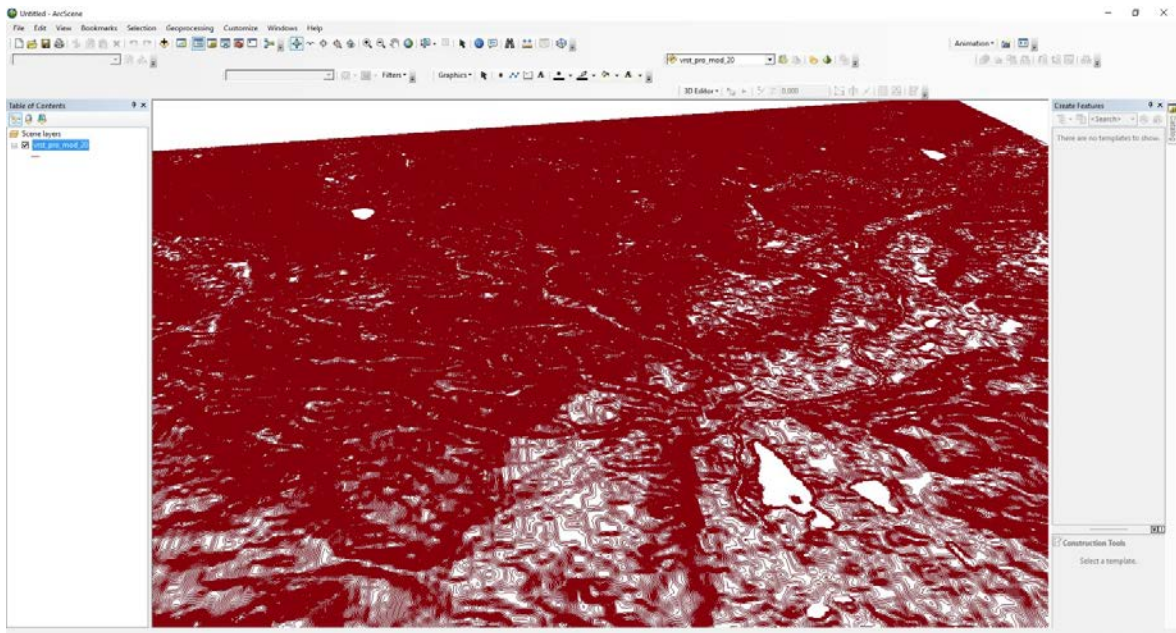
4.3.5.3 Variační metody

- Spline: Kombinace nejvyšší plynulosti a co nejmenších odchylek. Vhodná je pro vytváření reliéfu a rektifikaci snímků (Mitáš – Mitašová 1999).

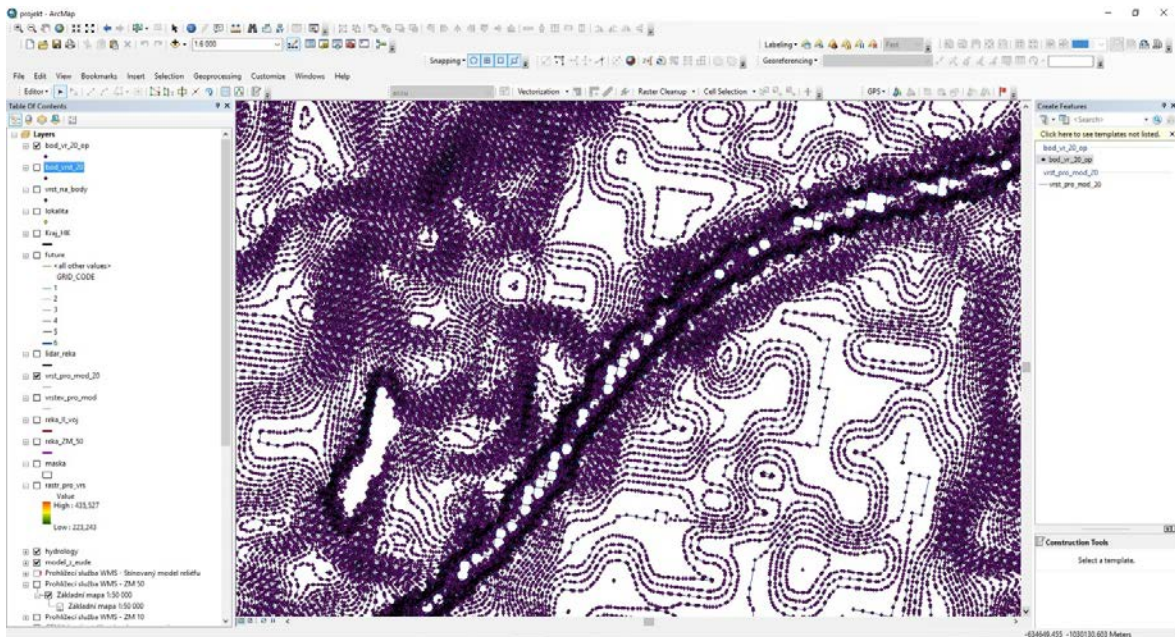
- Topo to raster: Kombinuje výhody lokálních a globálních interpolačních metod. Pracuje na základě metody spline ovšem s vyšší výpočetní přesností (ESRI 2010) Tato metoda dokáže pracovat s liniemi jako vstupní hodnotou.

4.3.5.4 Postup při eliminaci lidských zásahů

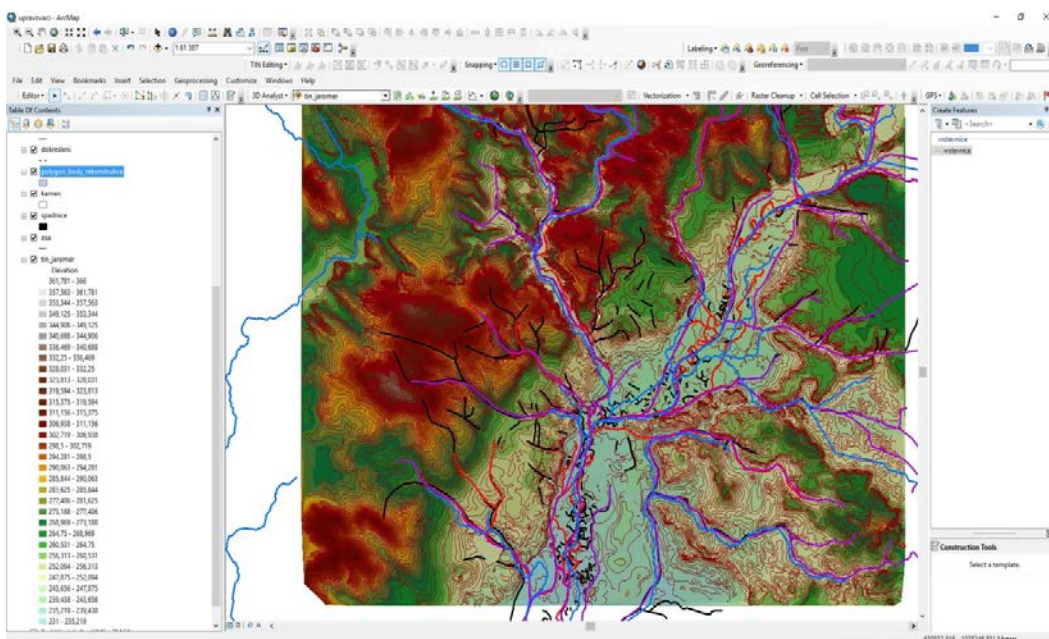
Z již připraveného oříznutého modelu reliéfu *eudem_dem_3035_europe* byl pomocí funkce v *tool boxu – Spatial analyst tools – Surface – contour* vytvořen liniový shapefile vrstevnic o rozmezí 1 m. Následnou operací byl tento liniový shapefile exportován do bodového shapefile s hodnotou nadmořské výšky. Funkce potřebná pro tuto operaci je v *tool boxu – Data management tools – features – Feature Vertices To Points*. Vytvořením tohoto bodového shapefile vzniká možnost ruční eliminace viditelných lidských zásahů do krajiny. Při zapnuté editaci tohoto souboru vzniká při práci s podkladovou WMS mapou – (LIDAR, ortofoto) možnost vymazat body náležící přímo danému viditelnému terénnímu zásahu. Po kompletní úpravě vymezeného území zmenšeného přímo na sledovanou oblast se přechází k doplnění a výpočtu bodů v prázdném prostoru mezi známými body. Pomocí nástroje Interpolace, který je popsán výše, se vytvoří dopočítaný celistvý model reliéfu. V tomto případě byla použit nástroj TIN (viz. obr. č. 9,21).



Obrázek 8: Vrstevnicový model reliéfu vytvořený z rastru Eudem dem.



Obrázek 9: Export vrstevnicového liniového modelu do shapefilu bodového.



Obrázek 10: Trianglový model reliéfu Jaroměř – Hradec Králové. Rekonstrukční hydrologické shapefilu vyhotovené z podkladu II. vojenského mapování, ZM 50 – základní mapy 1:50 000, z modelace z Eudem dem a z lidarů 5. generace.

4.3.6 Rekonstrukce hydrologické sítě pomocí laserového snímkování země

4.3.6.1 Paměť krajiny

V rámci moderního snímkování a detekce rázu krajiny se setkáváme s pojmem „paměť krajiny“, a to v místech, kde jsme schopní s nynějšími možnostmi zachytit formou terénních změn předchozí lidskou či krajinnou činnost. Právě díky výškovému zkoumání povrchu země je možné mnohé tyto pozůstatky zachytit.

Použity byly následující mapové podklady:

- WMS - DMR 4G (Stínovaný model reliéfu),
- WMS - DMR 5G (Stínovaný model reliéfu),
- WMS – Ortofoto,
- WMS - II. vojenské mapování.

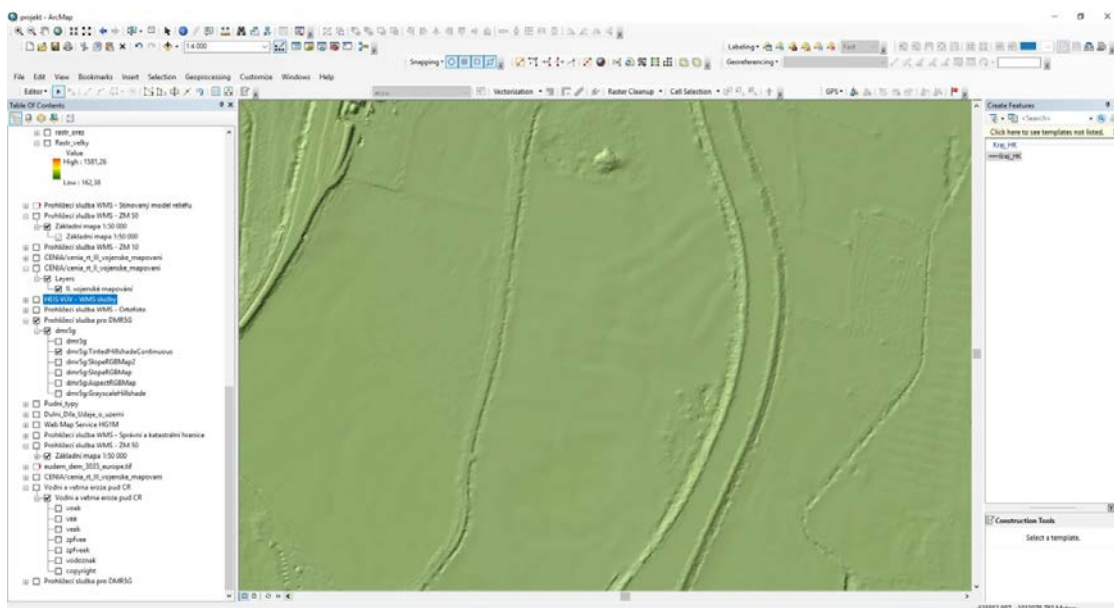
4.3.6.2 LIDAR

Light Detection and Ranging Laserové skenování neboli LIDAR se používá od 70. let minulého století, nyní se však stává stále progresivnější metodou pro mapování historických památek, průmyslových provozů, vegetace, pro tvorbu 3D modelů měst, pro sledování elektrických vedení atd. Základním principem je dálkoměrné měření pomocí laserového svazku paprsků, pro které je nutné znát přesnou polohu skeneru a zároveň přesný směr vyslání paprsku. U pozemních měření se poloha a orientace skeneru určuje geodeticky a při leteckém snímkování se používá metoda GNSS kombinované s IMU (Inertial Measurement Unit) – GNSS-IMU. Hlavní částí je pulsní nebo fázový laser, který emituje svazek laserových paprsků zpravidla v oblasti infračerveného spektra. Tento svazek paprsků je odražen zpět a senzorem zaznamenána doba mezi vysláním svazku paprsků a přijetím jeho odrazu <www.cuzk.cz>.

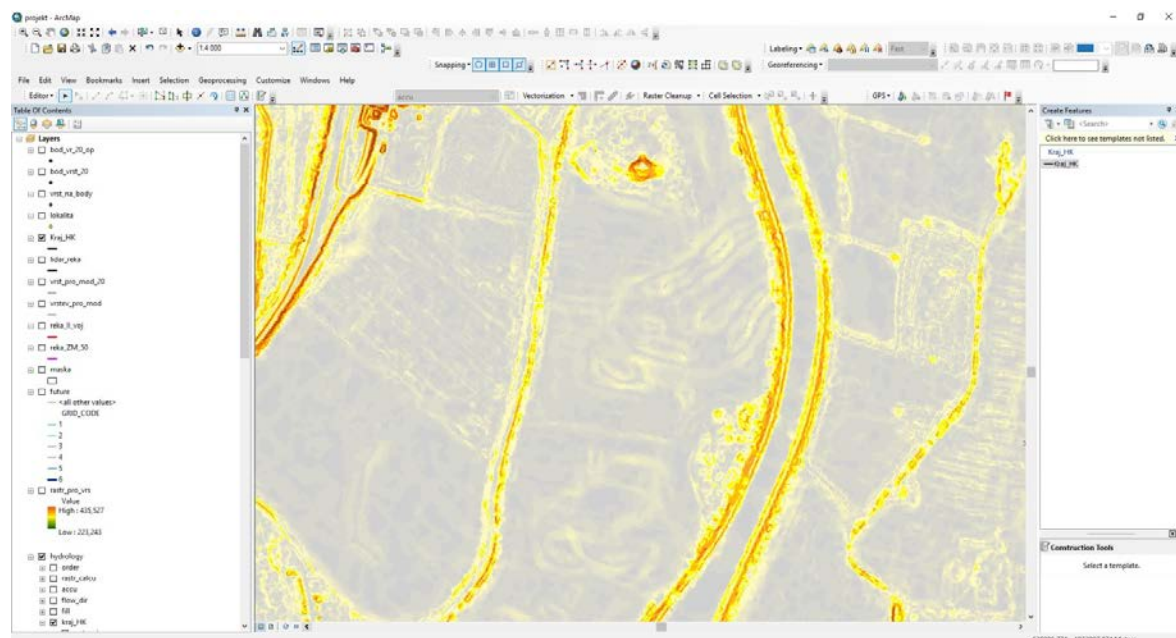
4.3.6.3 Ortofoto České republiky

Ortofoto České republiky představuje periodicky aktualizovanou sadu barevných ortofot v rozměrech a kladu mapových listů Státní mapy 1 : 5 000 (2 × 2,5 km). Ortofoto je georeferencované ortofotografické zobrazení zemského povrchu. Na ortofotu je fotografický obraz zemského povrchu překreslen tak, aby byly odstraněny posuny obrazu vznikající při pořízení leteckého měřického snímku. Ortofota jsou barevně vyrovnaná a zdánlivě bežešvá (švy jsou vedeny po přirozených liniích). V rámci jednotlivých pásem zobrazují stav území ke stejnému roku. Do roku 2008 bylo Ortofoto ČR vytvářeno

s velikostí pixelu 0,5 m. Od roku 2009 je vytvářeno s velikostí pixelu 0,25 m. Počínaje rokem 2010 je navíc snímkování prováděno digitální kamerou, což způsobilo další významné zvýšení kvality produktu <www.cuzk.cz>.



Obrázek 11: Promítnutí WMS serveru pro podklad hydrologie – lidarová data. Viditelné terénní deprese pro potřeby vyhodnocování.

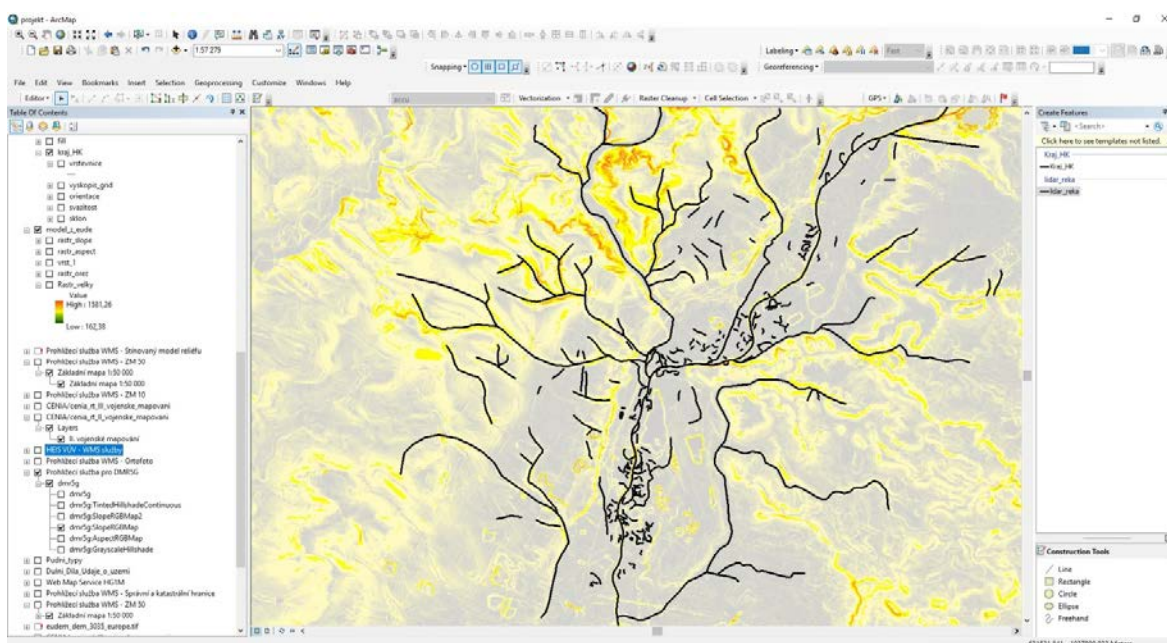


Obrázek 12: Promítnutí WMS serveru pro podklad hydrologie – lidarová data. Viditelné terénní deprese pro potřeby vyhodnocování.

4.3.7 Identifikace zaniklých koryt říčního toku

Důkladným sledováním mapových podkladů načtených v GIS projektu je možné zachytit terénní deprese či další přírodní znaky ukazující na zaniklé meandry či říční koryta (viz obr. č. 11. 12.). Prolínáním mapových podkladů výše zmíněných WMS serverů se dají eliminovat deprese, které jsou zaniklými koryty jen zdánlivě. Jedním z hlavních velmi podobných reliktnů jsou staré, již zaniklé cesty zachycené na starém II. vojenském mapování či cesty vybudované ve 20. století.

K hlavním znakům zaniklých koryt patří jejich nepravidelný tvar, a zvláště blízkost existujících řek. Je samozřejmostí, že tyto viditelné znaky nemusí vždy reprezentovat zaniklou vodoteč. Proto tato nápadná místa byla vytipována v prostorách nyní probíhajícího výzkumu dálnice D35 a systematicky zkoumána. Místa podrobená kritice byla liniovým shapefilem zvýrazněna pro oba sledované regiony. Při této rekonstrukci bylo ověřeno, že pomocí těchto podkladů se dají zachytit nejen zaniklé meandry, ale i celé vodní toky nezjistitelné ani v novějších mapových podkladech, ani v historických mapách. Dalším zjištěním byla skutečnost, že vodní toky byly zachyceny i v mnohem delším rozsahu, než jsou známe v nynější krajině.



Obrázek 13: Kompletní rekonstrukce hydrologie a zaniklých koryt v regionu Hradec Králové – Jaroměř.

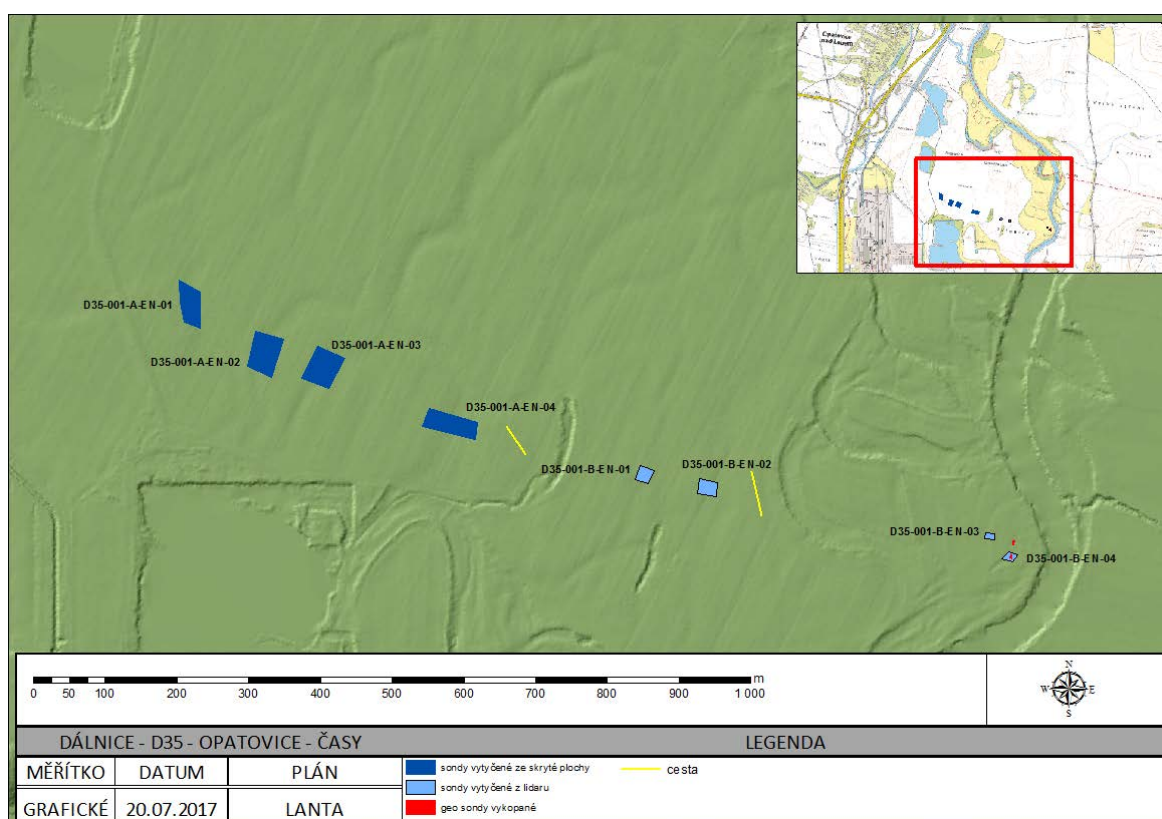
4.3.8 Environmentální projekt VČM – Archaia Praha

Na právě probíhajícím výzkumu D35 v úseku Opatovice nad Labem – Bukovina nad Labem byl proveden environmentální výzkum zaniklých koryt detekovaných pomocí lidarových snímků této lokality. Na popud této práce a možného využití budoucích predikčních schopností lidarových snímků 5. generace se uskutečnila sondáž vytipovaných míst a řezy těmito sondami byl fotograficky dokumentovány a podrobeny environmentálnímu a geologickému zkoumání.

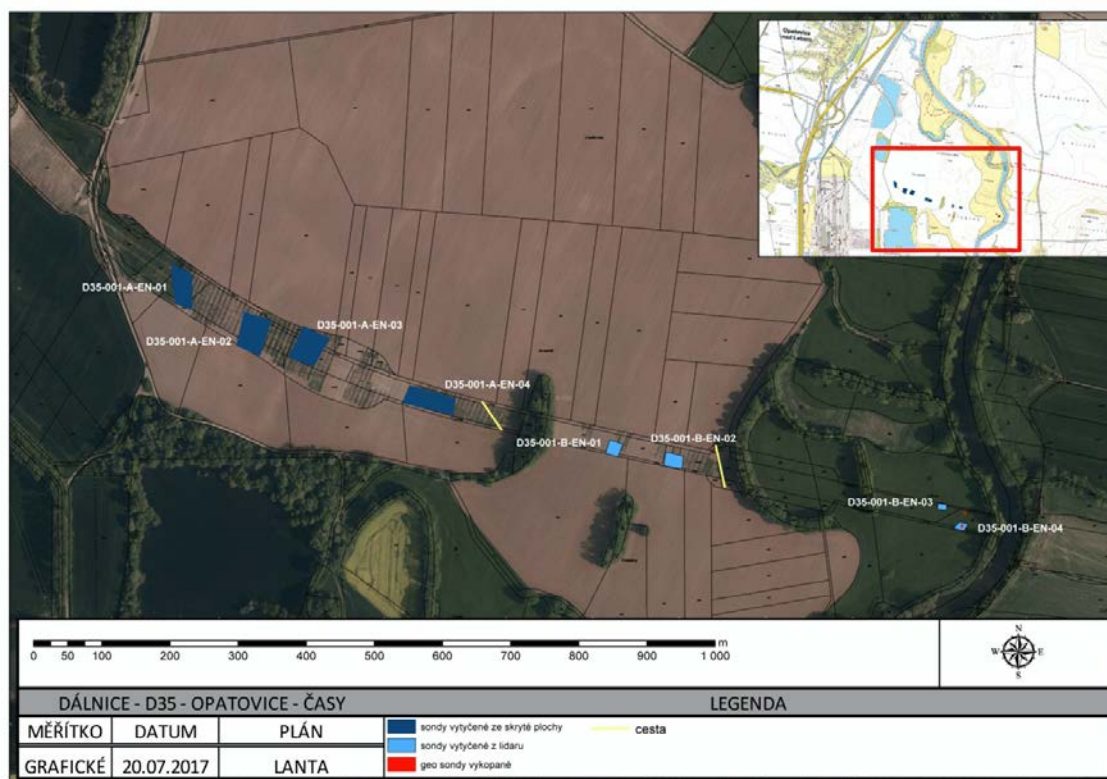
Pro potřeby této diplomové práce byl nastaven dvojí predikční model pro zjištění dvou typů případů detekce zaniklých koryt či horizontů.

4.3.8.1 Detekovaná koryta po celkové skrývce na ploše výzkumu

Při celkové skrývce plochy byly viditelné odlišné výplně přecházející skrz skrytou plochu budoucí dálnice. Tato viditelná místa byla autorem diplomové práce geodeticky zaměřena a následně vložena do GIS projektu a protnuta s dostupnými mapovými podklady (ortofoto, povodňová vrstva, historické mapování, lidar 5 generace, (obr. č. 14, 17, 18,). Výsledkem byly hrany vytyčené přímo na ploše archeologického výzkumu.



Obrázek 14: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vytyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí stínovaného modelu reliéfu.



Obrázek 15: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vytyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí vegetačních změn viditelných na ortofotu.

4.3.8.2 Detekce koryt na lidarovém snímku

Ve vytvořeném projektu GIS byl založen bodový shapefile. V lidarovém WMS serveru 5. generace byly ohrazeny viditelné liniové deprese. Těmto umělým bodům byly pomocí GIS vloženy souřadnice S-JTSK ve formě x , y , z . Tyto body byly následně vloženy do GPS přístroje a vytyčeny v terénu. Ve vzniklých polygonech byla provedena geologicko-environmentální sondáž.

Ve všech těchto sondách bylo potvrzeno staré zaniklé koryto ve formě organického horizontu. Tento horizont se nacházel ve zkoumaných sondách minimálně 3 m pod úrovní současného terénu. V sondách byl proveden odběr vzorků pro palynologickou analýzu, environmentální analýzu a také geologický rozbor naplavených sedimentů. Výsledky těchto analýz bohužel nebudou předmětem této diplomové práce, jelikož zpracování

enviromentálních sond není v této chvíli ukončeno a přesné výsledky tedy nejsou k dispozici. Potvrzeny ovšem byly viditelné terénní změny patrné i v dnešní krajině. Bylo prokázáno, že lidarové snímkování země je schopné odhalit zaniklá řečiště s velkou přesností a úspěšností.

V prostoru Jaroměř – Hradec Králové byla provedena lidarová prospekce zaniklých koryt v zástavbou nezničených místech. Metodika vyhledávání těchto terénních depresí byla zvolena stejná, jako na potvrzených sondách právě probíhajícího výzkum D35 u Opatovic nad Labem. Na (obr. č. 11. 12.) je viditelný trend zaniklých ramen vystupujících z již regulovaného koryta Labe.

4.3.8.3 *Interpretace geologické sondy - D35-0001-B-EN-04*

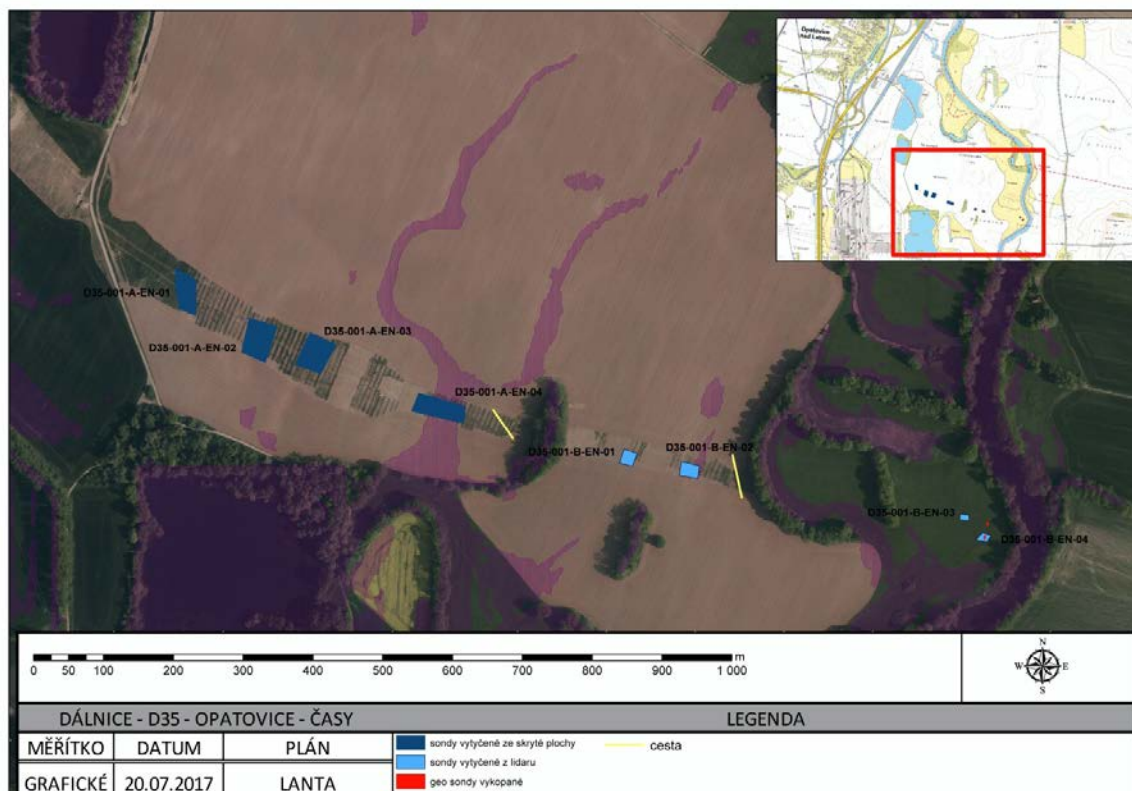
Sonda je vyhloubena v nižší úrovni labské nivy, v obloukovité sníženině. Výše popsanou sondou, která byla vyhloubena v osní části této sníženiny, byla v hloubce 2,20–2,65 m zjištěna poloha vodorovně vrstvených úlomků jílovců. V hloubce 2,65–2,80 m pak byla zjištěna poloha obohacená dřevem a jeho úlomky. Polohu s úlomky dřeva lze považovat za dočasné dno zanášeného labského ramene, které však nemělo dlouhého trvání, takže se ve sníženině nevytvořily hnilokaly, ale při další povodni bylo dno zakryto další vrstvou šterkopísku.

Při některé z dalších povodní došlo ve velmi blízkém okolí, ve vzdálenosti nejvýše stovek metrů, k erozi břehu či dna tvořeného zcela zvětralým, a v případě břehu zřejmě i mrazem nakypřeným, jílovcem. Neopracované úlomky zvětralého jílovce, neschopné delšího transportu, vytvořily při ukládání proudící vodou vodorovně vrstvenou polohu v 2,20 až 2,65 m.

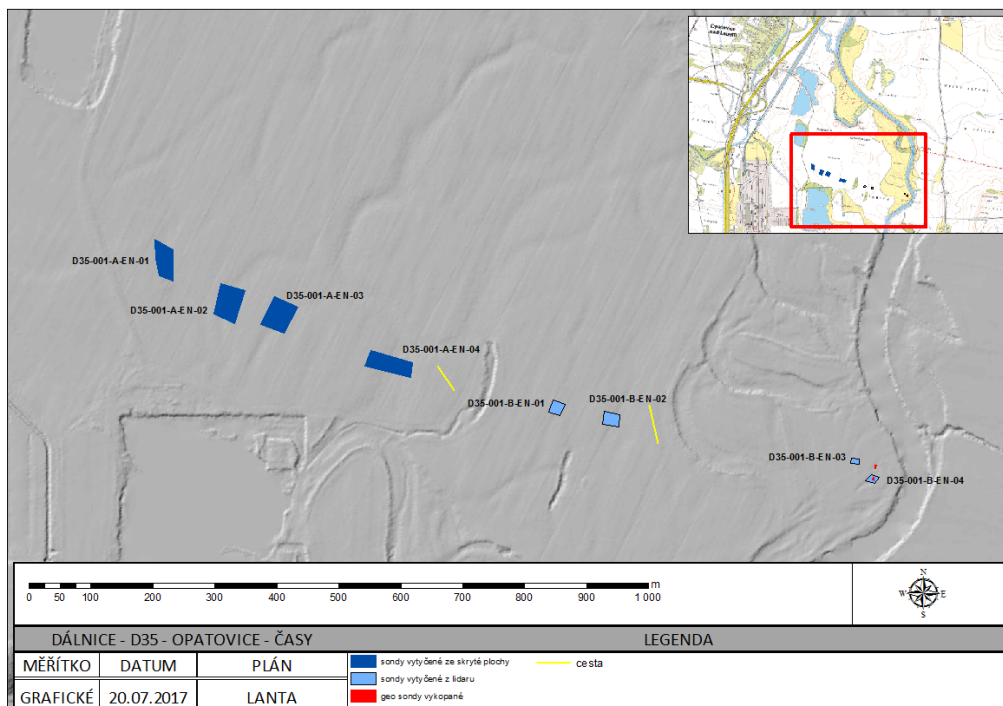
Pro výše uvedenou interpretaci svědčí i to, že v sondě vzdálené jen cca 20 m severně od sondy, dokumentované a umístěné mimo osní část povrchové sníženiny, nebyla žádná z význačných poloh metráže 2,20 až 2,75 m zastižena.

Podle nejnovějších geomorfologických poznatků neměly říční nivy našich vodních toků, až do počátku masivního odlesňování podhůří, dnešní dvoučlennou stavbu ani vzhled. Jednalo se o šterkopískové náplavy s nerovným povrchem, bez hlinitého krytu, které byly pro zemědělskou činnost, snad s výjimkou pastvy, nevyužitelné. Teprve v období kolonizace (časové údaje se pro povodí různých řek liší) došlo k vytvoření horního patra současných údolních niv naplavením povodňových hlín a k zarovnění povrchu do dnešní, obděláváním podpořené, úhledné podoby.

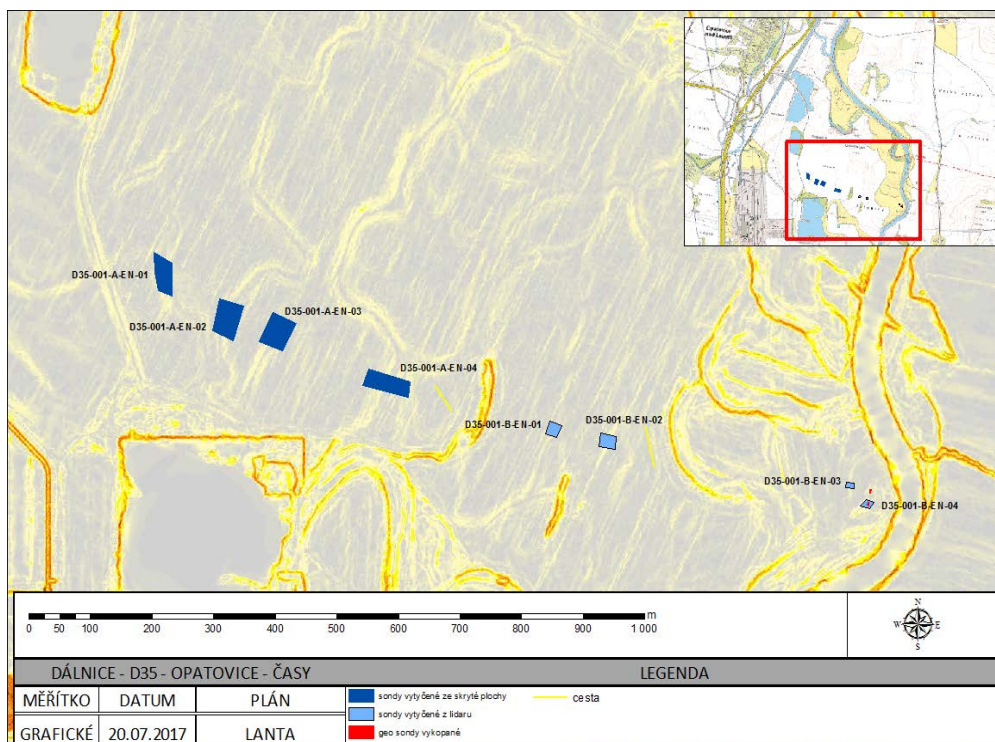
V 1,10 m mocné poloze povodňových hlín nejsou patrné žádné dílčí horizonty. Tuto skutečnost by bylo možné vyložit tak, že naplavení celé polohy bylo jednorázovým dějem. Pravděpodobnější je však výklad, že povodně splavující hlínu z podhůří po sobě následovaly tak často, že se na povrchu nestačila vytvořit taková humózní vrstva, která by přetrvala několik set let bioturbace.



Obrázek 16: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vtyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí modelu případných povodňových stavů.

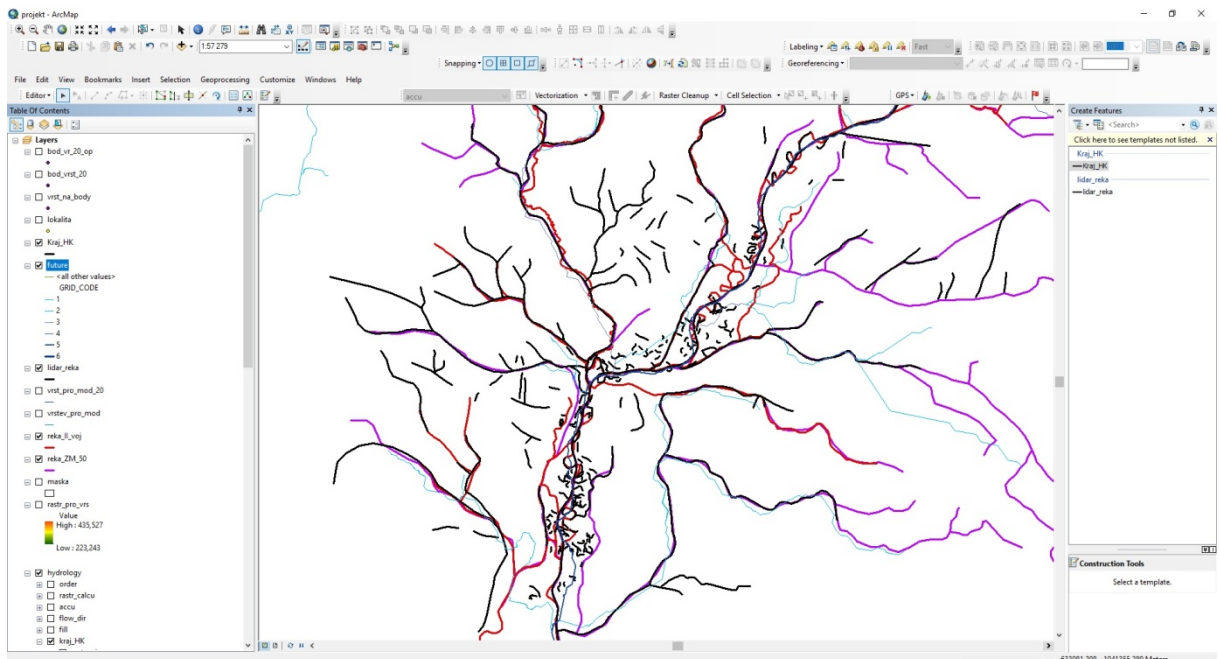


Obrázek 17: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vřtyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí stínovaného modelu reliéfu odlišné škály.

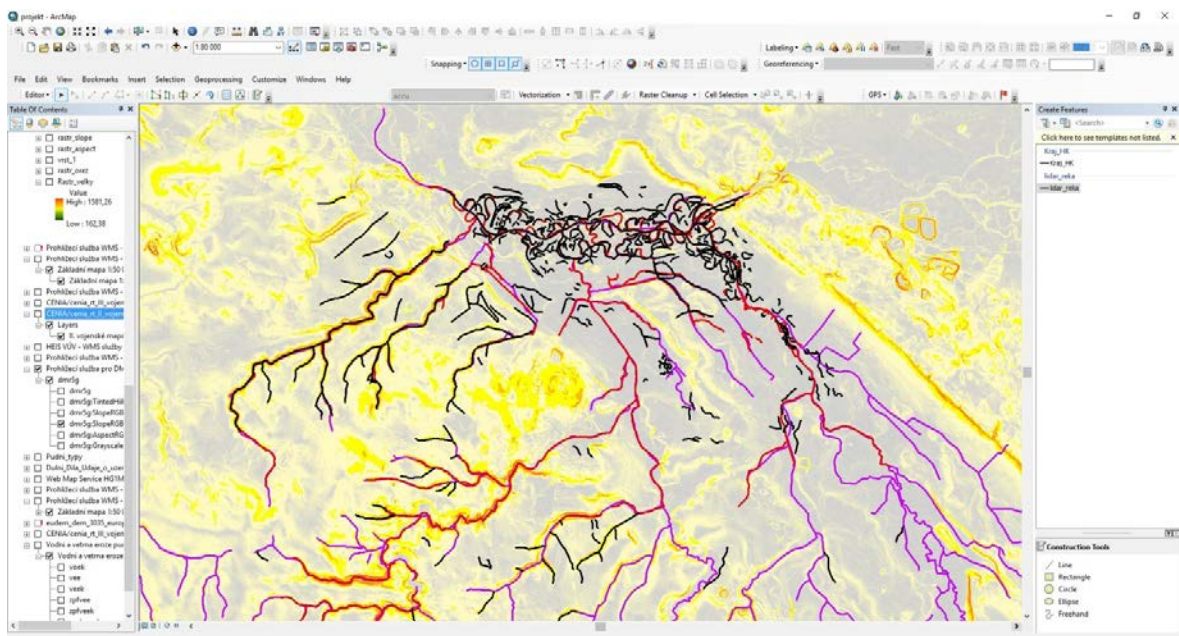


Obrázek 18: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vřtyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí svažitosti terénu.

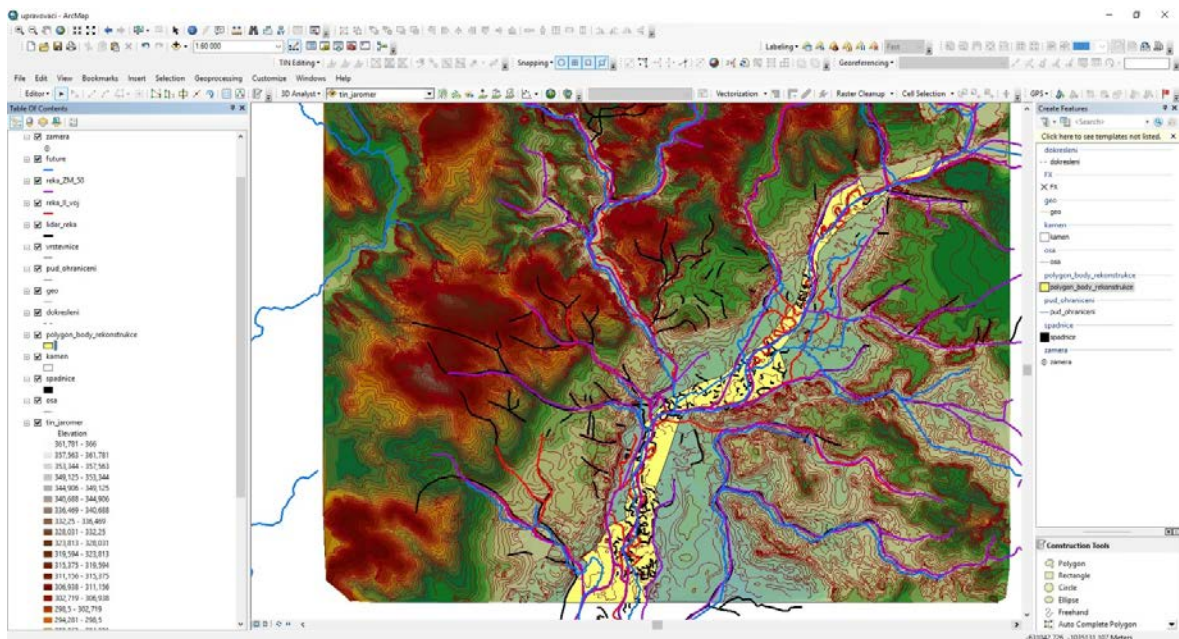
4.3.9 Vyhodnocení hydrologického modelování



Obrázek 19: Vyobrazení rekonstrukce hydrologické sítě (Jaroměř – Hradec Králové)



Obrázek 20: Hydrologická síť ZM 10, vojenské mapování, modelace, lidar na WMS podkladu svažitosti terénu.



Obrázek 21: Trianglový model krajiny tin a vyhotovený rekonstrukční bafr v nivě Labe.

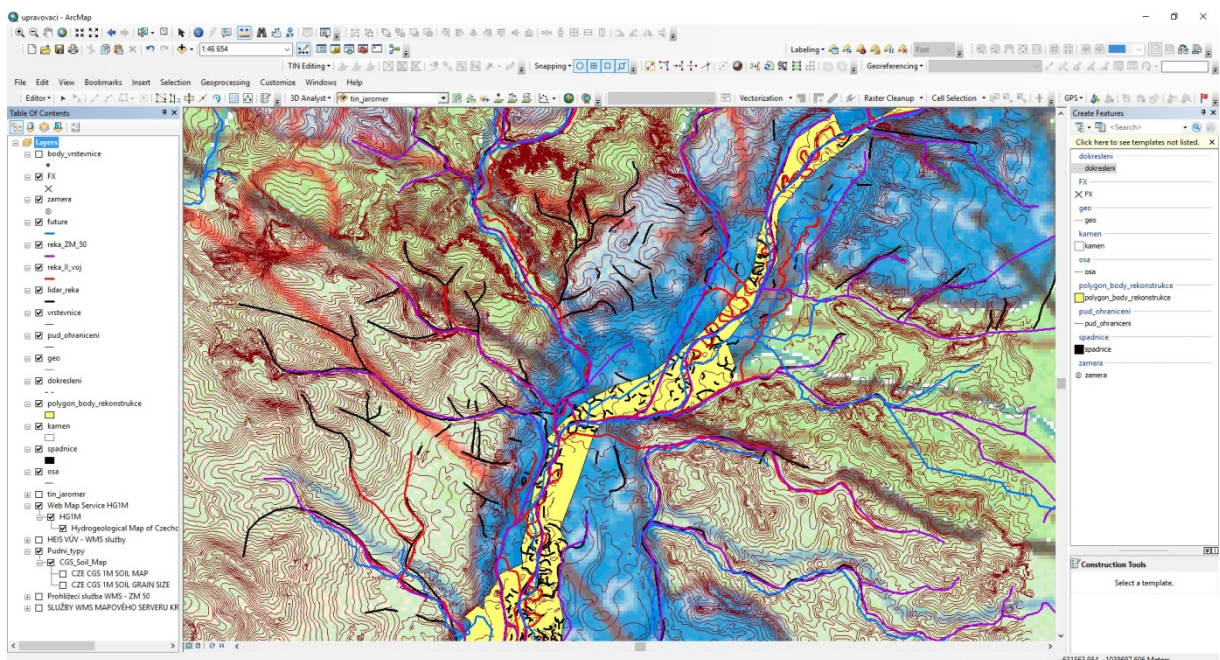
Načtením všech liniových shapefilů do částečně rekonstruovaného krajinného reliéfu TIN vznikla množina rekonstruovaných říčních sítí a již zaniklých vodních prvků. Zřetelně z tohoto průniku vystupuje dominantní říční tok v krajině (Labe), z kterého je čitelný až kilometrový rozsah koryta v průběhu doby. Částečná časová rekonstrukce koryt je možná do období vojenských mapování. Lidarová rekonstrukce se bohužel nedá časově začlenit. Je ovšem velmi pravděpodobné, že všechny tyto říční rekonstrukce spadají do začátku neolitu. Tím se ukazuje, že bez systematického environmentálního výzkumu vytyčených zaniklých koryt není možné zrekonstruovat přesné řečiště pra-Labe. V tomto případě je jednou z nejlepších možností vytvoření bufferu, který bude reprezentovat celou šíři zkoumaných říčních koryt. U dominantní řeky Labe bude tento buffer velikostně až kilometr široký. Další zřejmým faktem je existence poměrně velkého množství nových či prodloužených koryt, která nejsou zjistitelná z mapových podkladů dnešní krajiny. Tato skutečnost bude tedy porovnána s vytvořenou geodatabází neolitických lokalit.

4.4 Geomorfologická rekonstrukce krajiny

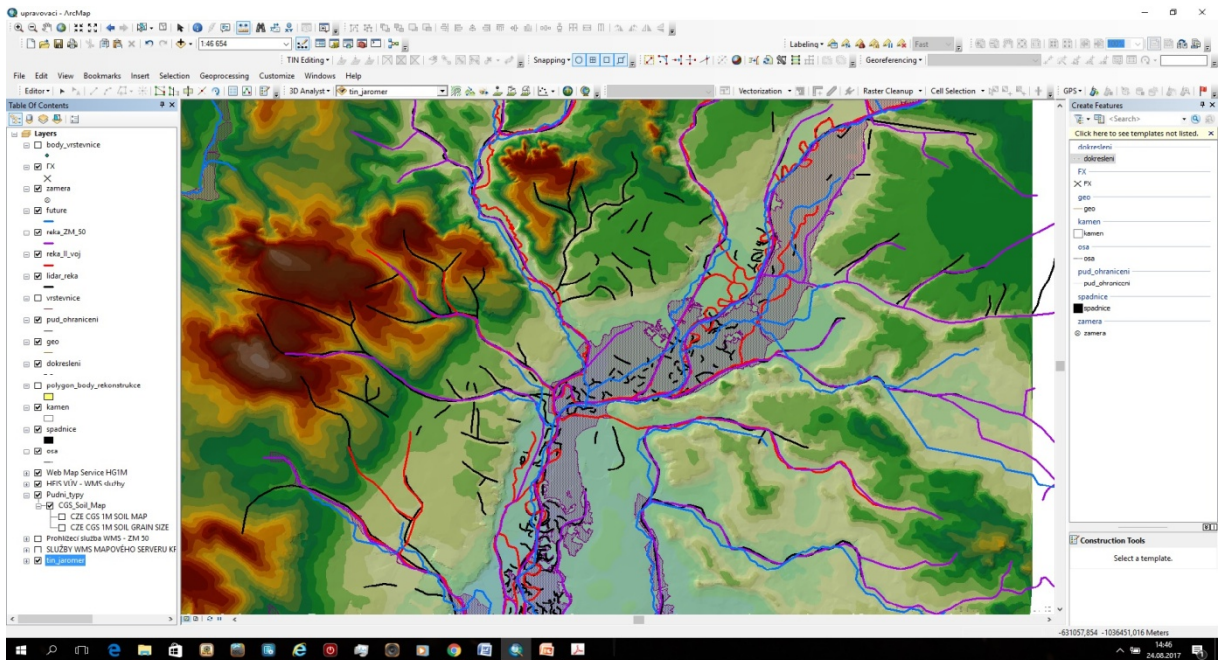
V upraveném digitálním modelu krajiny, který už prošel eliminací viditelných prvků lidské činnosti, představuje další krok modelace říční nivy od říčních kalů vytvořených vodní erozí a akumulací. Erozní a sedimentační procesy byly od neolitu převážně ovlivněny klimatickými proměnami a vlivem člověka. Podle Šarapky a Praxe

se v nivách od neolitu na našem území usadil kal ve výši až 6 m (*Šarapatka – Prax, 2003, 44*). V geologické sondě výzkumu D35 u Opatovic bezprostředně situované u Labe, byla zjištěna náplavová vrstva v mocnosti kolem 3 m. Zjištění skutečné mocnosti však bylo znemožněno spodní vodou.

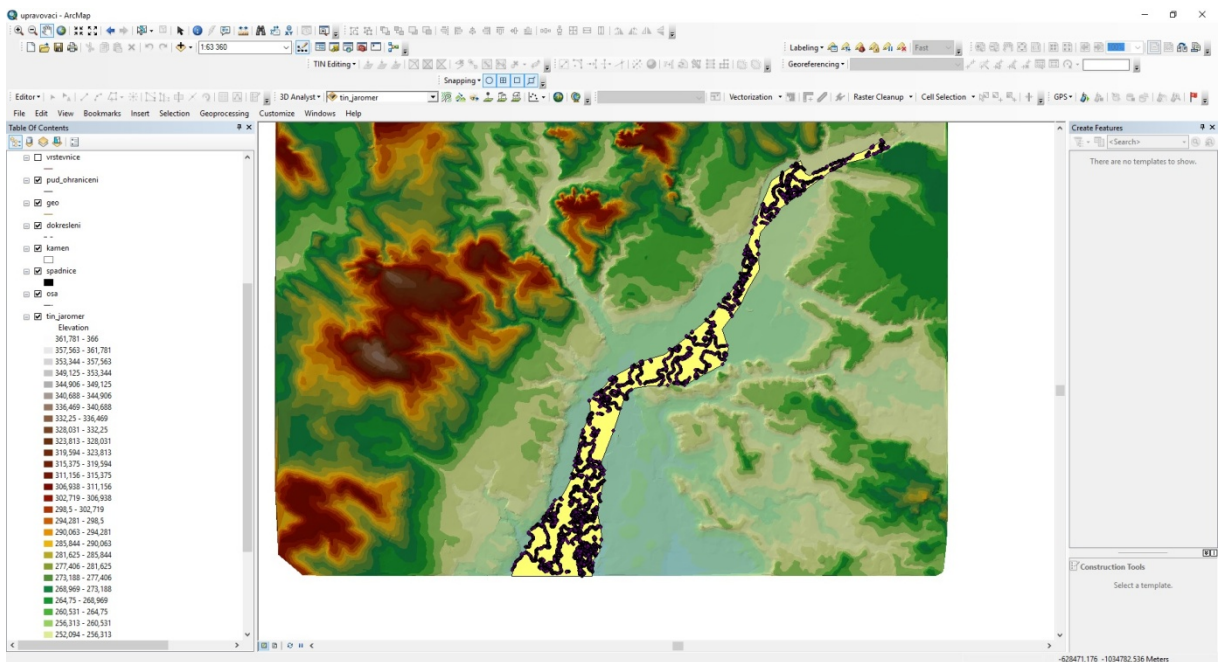
V projektu rekonstrukce geomorfologické sítě je vytvořeno několik stupňů mocnosti a následné snižování sedimentu. Na (*obr. č. 22,24.*) je viditelný polygon reprezentující šířku zjištěného potencionálního koryta v průběhu času. Tento uměle vytvořený polygonový shapefile má šířku vymezenou hranicí zjištěných meandrů rekonstruovaných pomocí lidarového snímku a viditelně patřící k prostoru labského řečiště. Zbylý prostor nivy určený podle hydrologicko-geologické mapy bude rekonstruován odlišnou škálou hodnot. Škála hodnot bude nadefinována podle vzdálenosti od rekonstruovaného bufferu šíře rozsahu prokazatelného výskytu koryta. Na (*obr. č. 23.25.26.*) jsou promítnuty povodňové polygony podle intenzity povodní. I tento indikátor poukazuje na šíři aktivního koryta.



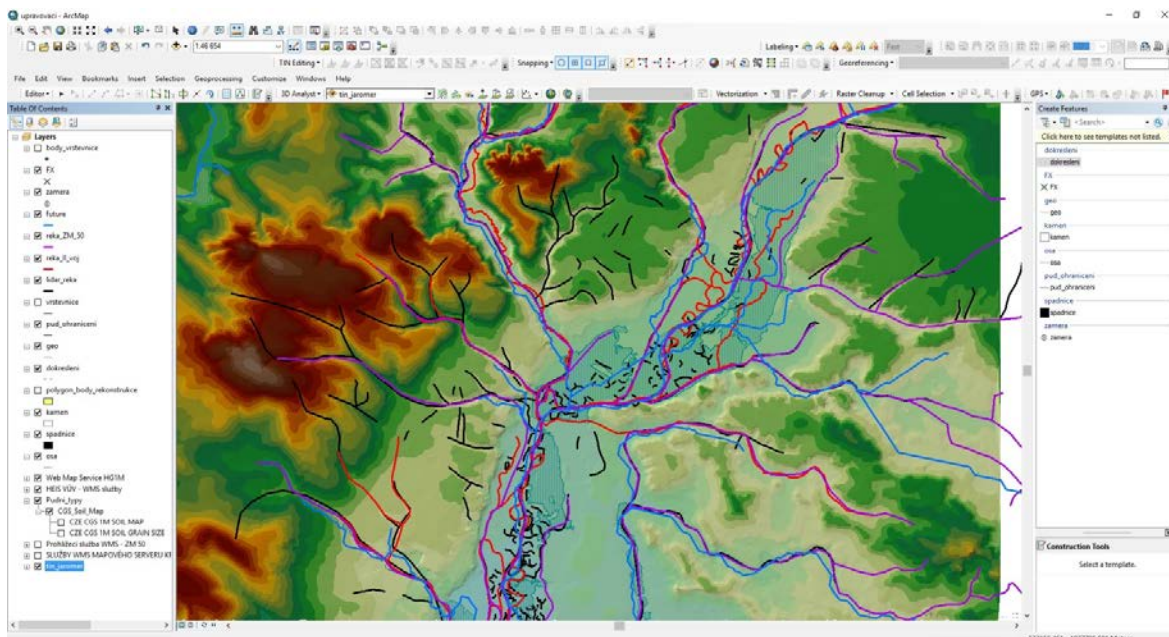
Obrázek 22: Rekonstrukční buffer v nivě Labe s podkladem geologického podloží.



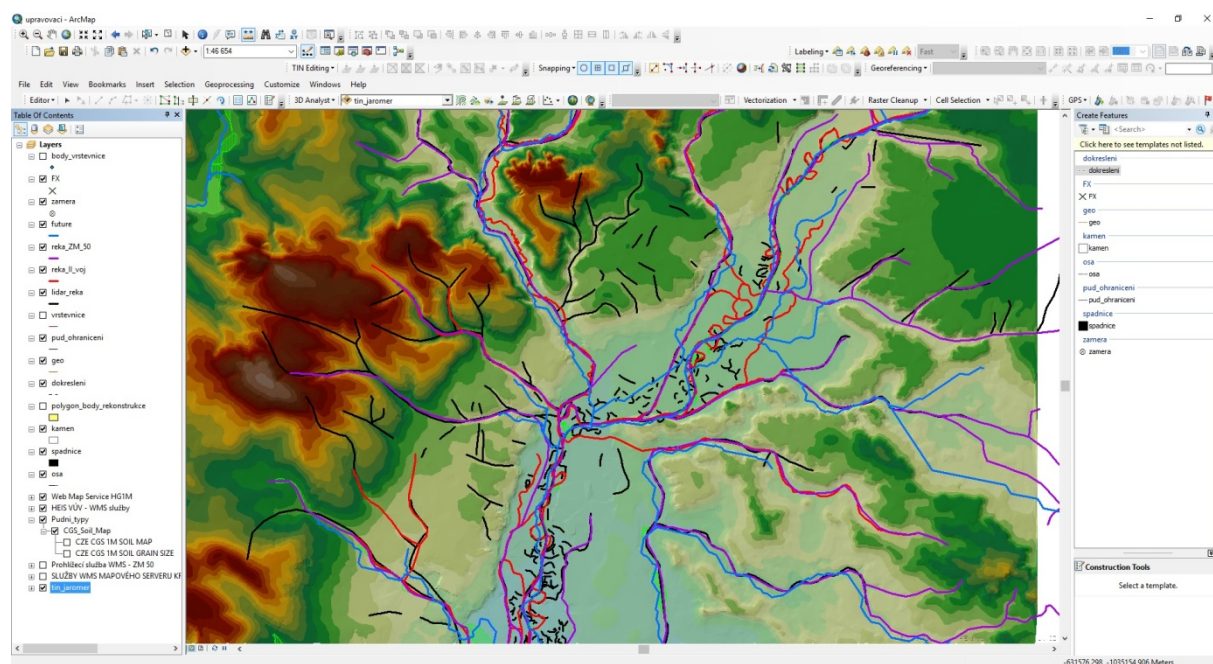
Obrázek 23: Průnik tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (stoletá povodeň)



Obrázek 24: Rekonstrukční buffer s upraveným bodovým shapefilem.



Obrázek 25: Průnik tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (dvacetiletá povodeň)



Obrázek 26: Trianglový model reliéfu porovnání s povodňovými aktivitami (pětiletá povodeň)

4.4.1 Analýza proveditelnosti - kritika dat

Výstup a samotná modelace dnešní krajiny je velmi náročný proces. Do procesu modelace vstupují různé druhy dat s odlišnou přesností a tím vzniká řada problémů. Proto

před samotným procesem vytváření modelů je důležité podrobit vstupní data vzájemnému porovnání a kritice. Jedním z nejvhodnějších vstupních dat je tzv. LIDAR 5. generace, který jako svou službu ve formě bodového mráčka poskytuje ČUZK, a z kterého je možné vytvořit přesný digitální model krajiny. Funkce lidarů jsou již popsána v kapitole 5.3.6.2. Vzhledem k vysokým finančním nákladům nebylo, pro potřeby této diplomové práce, možné zajistit lidarová data pro celé zájmové území. Kritice tedy budou podrobena jen malá území, pro něž se data podařilo získat (za poskytnutí datových sad děkuje autor této diplomové práce Východočeskému muzeu v Pardubicích). První krok spočíval v posouzení lidarových dat, druhý krok představuje dopočítávání meziprostoru různými funkcemi interpolace dat.

4.4.2 Přesnost digitálního modelu reliéfu ČR (Lidar) vs. geodetické měření

Lidarová data jsou získávána pomocí skenování zemského povrchu. Směrem k povrchu jsou vysílány světelné signály a odražené světlo je následně zachyceno. Dopčítáním času zpětného odrazu se stanoví niveleta, tedy výška. Zemský povrch je však často zakryt rozmanitou šálou entit. Ty pak brání světelnému signálu dostat se až na skutečný povrch. Příkladem takových entit je zástavba (domy, mosty, silnice, domy, atd.) a přírodní prvky (stromy, lesy, zemědělské plodiny). Tyto entity můžeme nazvat překážkami. Dle svého charakteru pak tyto překážky více či méně brání skutečnému vyhodnocení krajiny. Tento problém se snaží řešit i zhotovitel - vývojář lidarových výstupů. Data jsou tedy postupně zdokonalována určitou selekcí, dopočítáváním atd. (v současné době existuje již 5. generace LIDARů).

Jednou z metod, jak porovnat skutečný povrch s lidarovým výstupem, je geodetické měření v terénu. Geodetické měření v terénu vyžaduje měřicí stanici, tedy totální stanici či RTK přístroj. Jedním z těchto přístrojů se provede reprezentativní vzorek geodetického měření v různých prostředích a následně se porovná s lidarovým surovým výstupem, tzv. bodovým polem. Pro potřeby takového výzkumu je nutné modelovat co nejvíce odlišných prostředí v krajině.

Pro potřeby této diplomové práce byly vybrány následující prostředí:

1. volné prostranství reprezentované polem nebo loukou
2. zástavba
3. hustá vegetace, tedy les.

Dále byla zrealizována geodetická měření, která probíhala v rámci ZAV prováděných Východočeským muzeem v Pardubicích (VČM). Při měření byly využívány podkladové soubory dat lidarů 5. generace. Všechna měření byla provedena jedním přístrojem, který měl u všech měření nastavené totožné parametry. Používán byl geodetický přístroj GNSS rover - CHC - LT 30 ve vlastnictví Pardubického muzea. Při každém měření bylo získáno nejméně 10 bodů. Každý bod byl vypočten zprůměrováním pěti po sobě jdoucích měření jednoho bodu. Nastaveno bylo kritérium nepřesáhnutí odchylky 2 cm ve všech třech hodnotách (x, y, z). Přístroj byl nastaven tak, aby případná vyšší odchylka při geodetickém měření neukládala měřený bod a měření pomocí upozorňovací tabulky zastavila.

Vyobrazením rozdílu geodeticky měřených bodů a bodů lidarů 5. generace je znatelná výšková odchylka. Při zprůměrování velikosti této odchylky byly použity dvě metody. Zaprvé byly vyhotoveny dva trianglové modely pro zájmovou plochu a porovnány výsledky. Zadruhé byly přeměřeny bezprostředně sousedící body, a to nejdále do 30 cm vzdálenosti. Tento způsob měření a vyhodnocení byl opakován ve všech pěti posuzovaných případech.

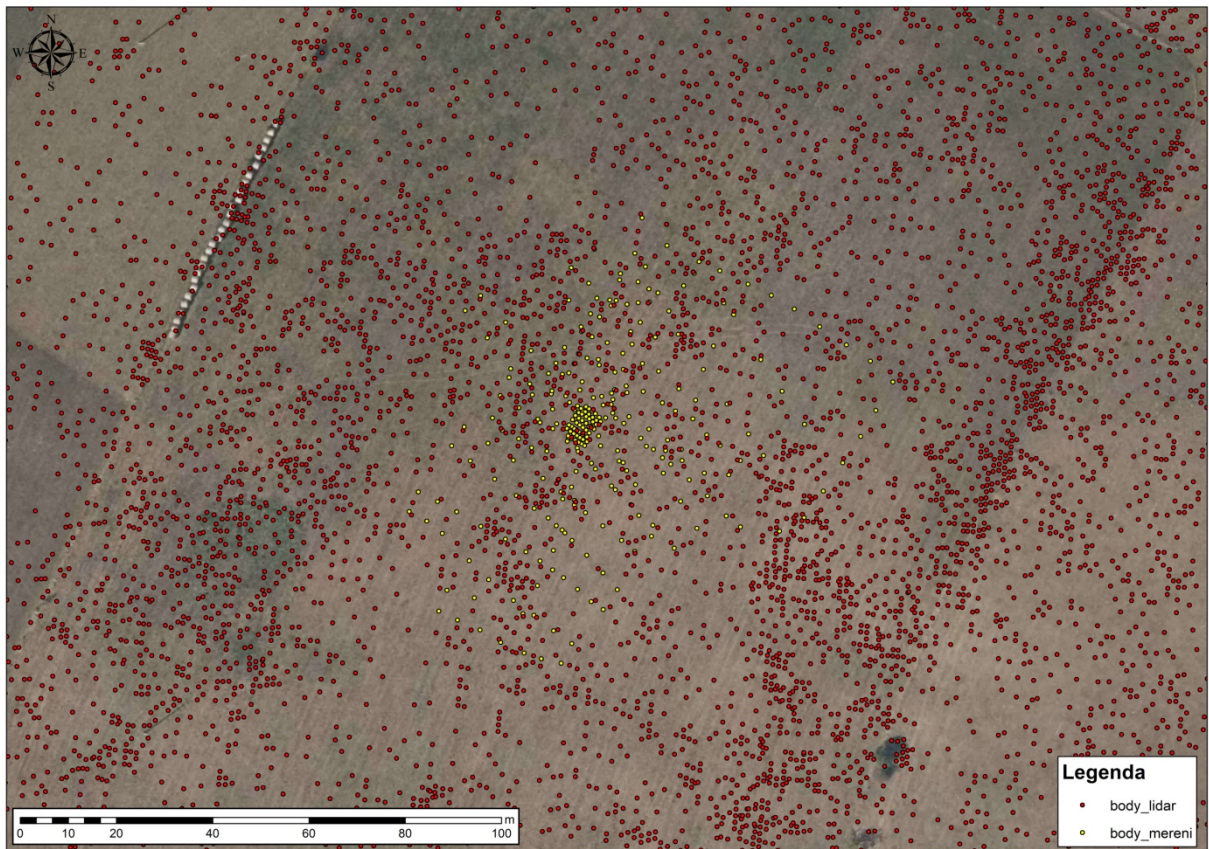
První měření bylo provedeno primárně pro potřeby nálezů depotu na lokalitě Králíky. Měření bylo doplněno o další body, které byly získány pro účel této diplomové práce. Lokalita Králíky představuje modelovou situaci volného prostranství, které bylo reprezentované loukou. Vymezený prostor tedy nebyl zastíněn žádnou vegetací, a to ani v nejbližším okolí. Prostor byl zarostlý standardním travním pokryvem. Celkem bylo získáno 281 geodeticky měřených bodů. (obr. č. 27.)

Pro případ vizualizace byl vyhotoven TIN (trianglový výpočet) terénu z bodového shapefile lidarového měření, vše vymodelované v arscene. (obr. č. 29.30.31.)

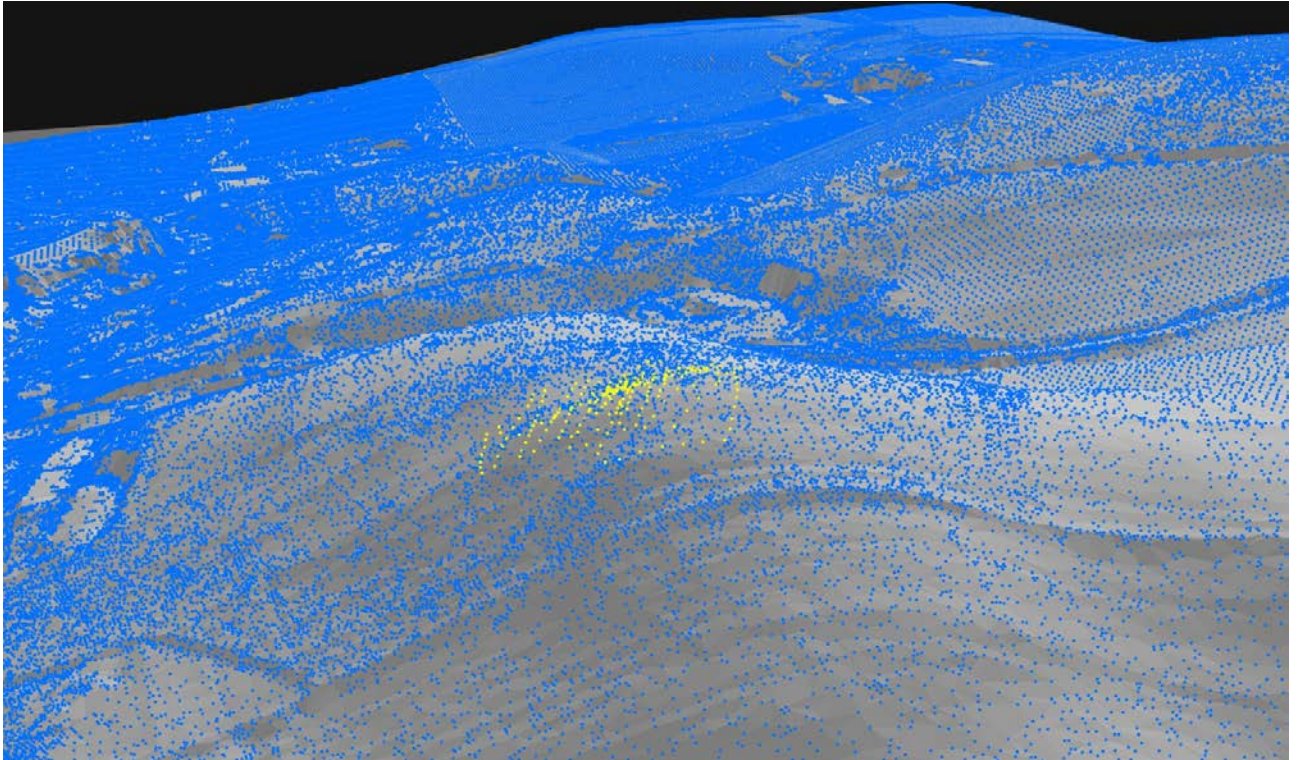
Po zpracování a výsledném přepočítávání byl zjištěn výsledek, jímž je interval od 3 do 15 centimetrů výškového rozdílu.

	FID	Shape *	c bod	y	x	z	kod
	239	Point ZM	254	575733,27	1063428,1	633,77	NI-POVRCH
	240	Point ZM	255	575733,82	1063427,8	633,75	NI-POVRCH
	241	Point ZM	256	575734,27	1063428,53	633,66	NI-POVRCH
	242	Point ZM	257	575733,51	1063429,14	633,66	NI-POVRCH
	243	Point ZM	258	575732,83	1063429,59	633,69	NI-POVRCH
	244	Point ZM	259	575732,16	1063430,03	633,75	NI-POVRCH
	245	Point ZM	260	575731,55	1063430,43	633,81	NI-POVRCH
	246	Point ZM	261	575730,91	1063430,81	633,88	NI-POVRCH
	247	Point ZM	262	575730,1	1063431,28	633,96	NI-POVRCH
	248	Point ZM	263	575730,58	1063432,12	633,83	NI-POVRCH
	249	Point ZM	264	575731,24	1063431,73	633,77	NI-POVRCH
	250	Point ZM	265	575731,81	1063431,4	633,71	NI-POVRCH
	251	Point ZM	266	575732,53	1063430,99	633,64	NI-POVRCH
	252	Point ZM	267	575733,31	1063430,7	633,55	NI-POVRCH
	253	Point ZM	268	575733,92	1063430,4	633,52	NI-POVRCH
	254	Point ZM	269	575734,01	1063430,08	633,52	NI-POVRCH
	255	Point ZM	270	575723,42	1063435,31	633,87	NI-POVRCH
	256	Point ZM	271	575721,83	1063437,32	633,6	NI-POVRCH
	257	Point ZM	272	575720,01	1063440,21	633,26	NI-POVRCH
	258	Point ZM	273	575738,43	1063433,25	632,8	NI-POVRCH
	259	Point ZM	274	575741,57	1063432,54	632,69	NI-POVRCH
	260	Point ZM	275	575744,27	1063430,69	632,68	NI-POVRCH
	261	Point ZM	276	575747,69	1063428,92	632,66	NI-POVRCH
	262	Point ZM	277	575749,72	1063426,36	632,73	NI-POVRCH
	263	Point ZM	278	575732,35	1063437,47	633,1	NI-POVRCH
	264	Point ZM	279	575733,29	1063440,74	632,63	NI-POVRCH
	265	Point ZM	280	575735,47	1063441,73	632,28	NI-POVRCH
	266	Point ZM	281	575736,06	1063439,27	632,49	NI-POVRCH
	267	Point ZM	282	575723,71	1063433,15	634,16	NI-POVRCH
	268	Point ZM	283	575722,58	1063435,66	633,81	NI-POVRCH
	269	Point ZM	284	575717,21	1063428,67	635,04	NI-POVRCH
	270	Point ZM	285	575713,31	1063430,95	634,94	NI-POVRCH
	271	Point ZM	286	575710,49	1063432,89	634,62	NI-POVRCH
	272	Point ZM	287	575707,35	1063411,13	637,16	NI-POVRCH
	273	Point ZM	288	575703,79	1063411,35	637,27	NI-POVRCH
	274	Point ZM	289	575715,32	1063400,3	637,2	NI-POVRCH
	275	Point ZM	290	575717,22	1063399,46	637,01	NI-POVRCH
	276	Point ZM	291	575719,46	1063397,99	636,77	NI-POVRCH
	277	Point ZM	292	575717,94	1063394,85	636,81	NI-POVRCH
	278	Point ZM	293	575720,13	1063392,04	636,53	NI-POVRCH
	279	Point ZM	294	575723,31	1063397,61	636,35	NI-POVRCH
	280	Point ZM	295	575728,02	1063401,39	635,87	NI-POVRCH

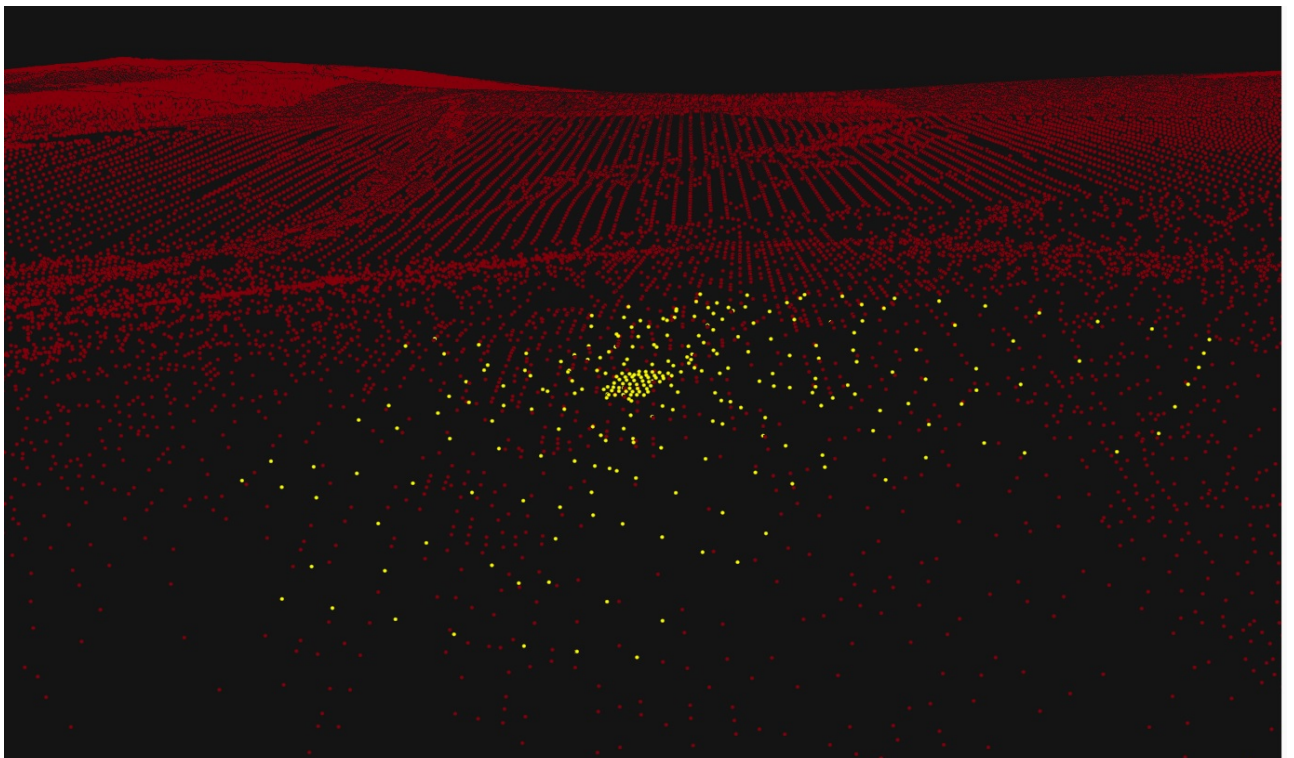
Obrázek 27: Tabulka geodetického měření na lokalitě v Králíkách.



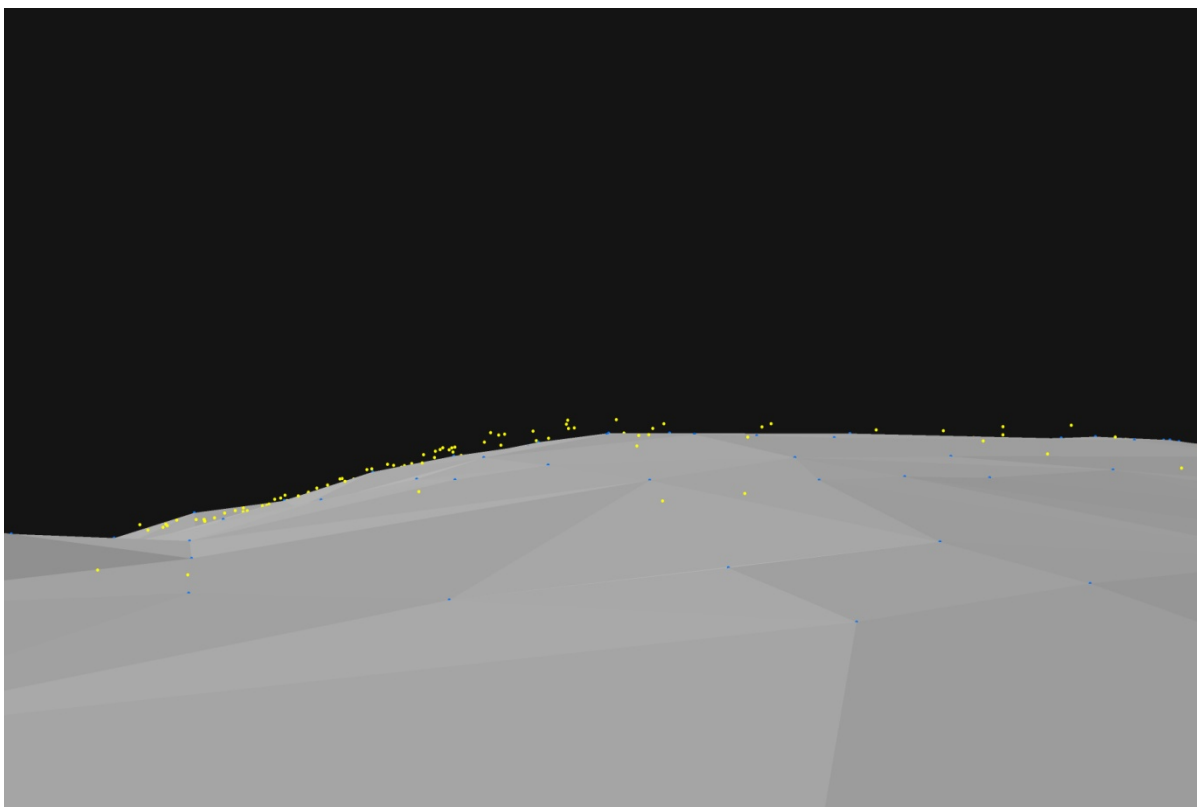
Obrázek 28: Vyobrazení geodetického měření (žlutě) v mračně bodů na podkladu ortofota (volné prostranství – louka/pole).



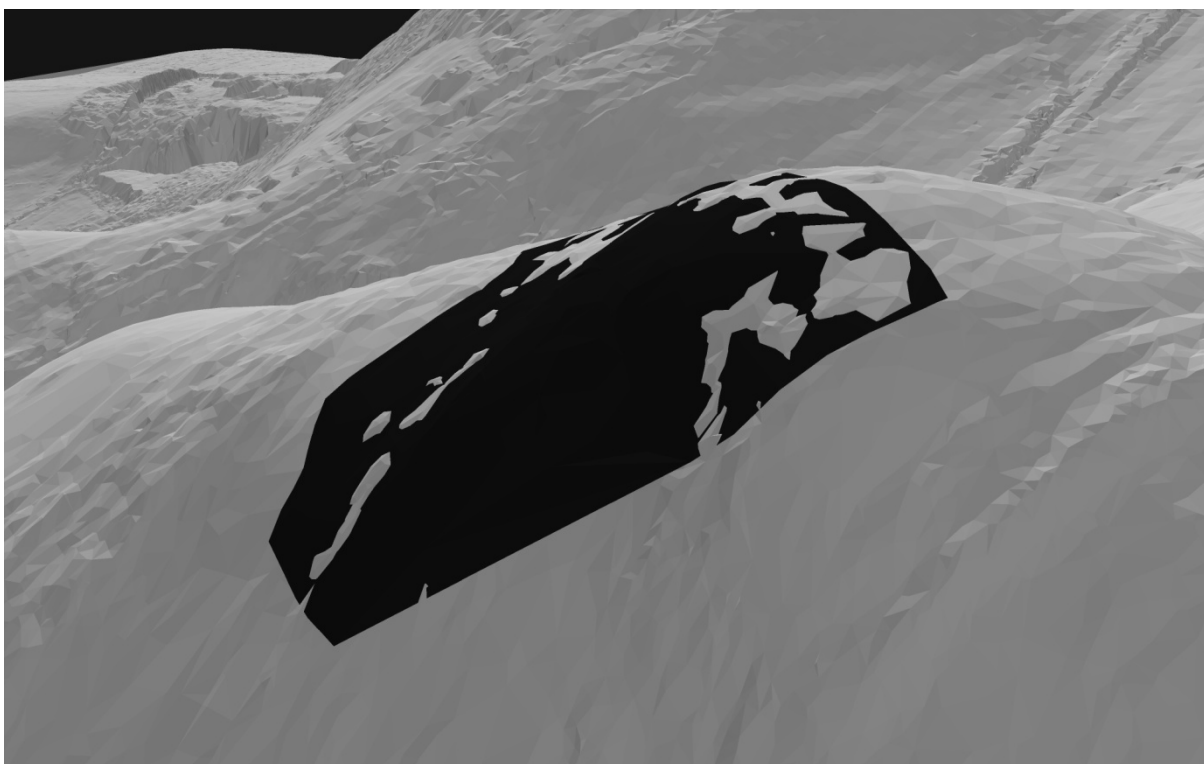
Obrázek 29: Geodetické měření (žlutě) vyobrazené v ArcScene s vrstvou lidarového mračna bodů a tin.



Obrázek 30: Šikmé vyobrazení porovnání bodových sad (žlutě znázorněno geodetické měření vs. lidarové mračno bodů)



Obrázek 31: Vyobrazení odchylky geodetického měření (žlutě) a lidarového mračna bodů.



Obrázek 32: Vyobrazení průniku dvou tin vytvořených z lidarového mračna bodů a geodetického měření.

Druhé měření bylo provedeno primárně pro potřeby záchranného archeologického výzkumu (ZAV) na lokalitě Uhersko – letohrádek Neulust (okr. Pardubice). Měření bylo doplněno o další body, které byly získány pro účel této diplomové práce. Lokalita Uhersko představuje modelovou situaci s hustou vegetací, které bylo reprezentované listnatým lesem. Celkem bylo získáno 23 geodeticky měřených bodů. (obr. č. 33.)

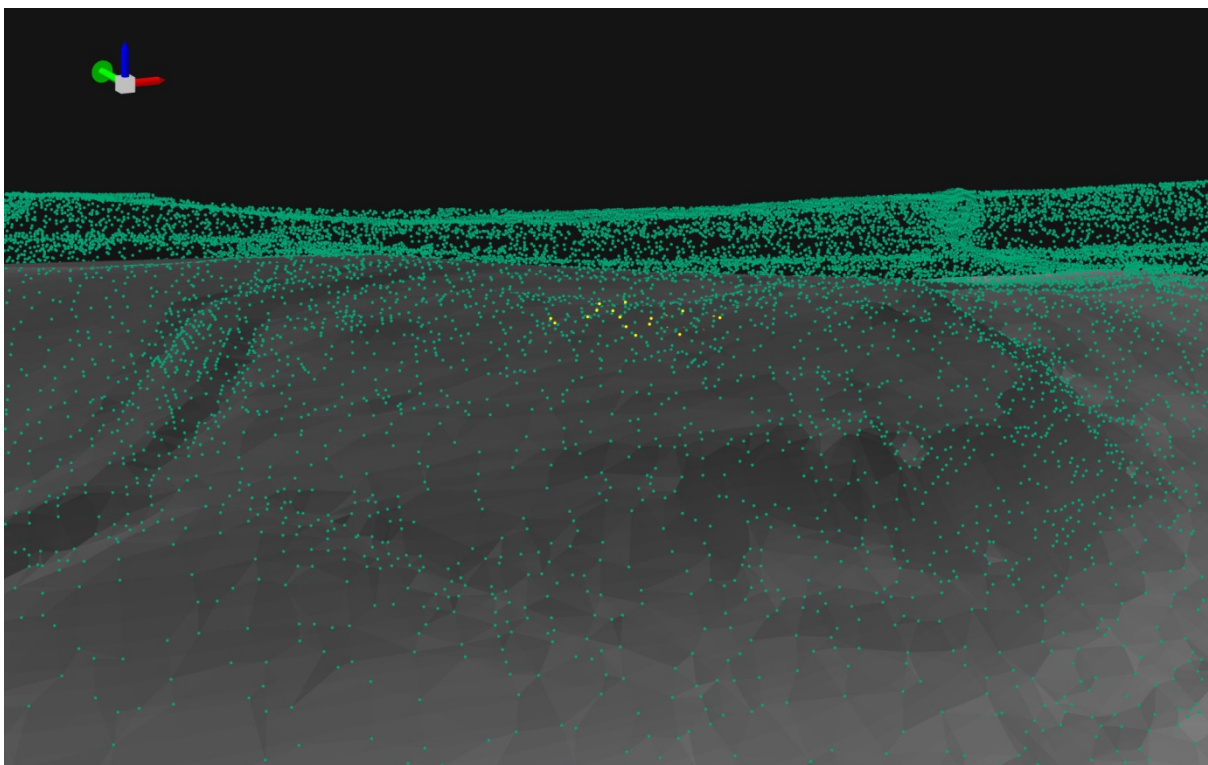
Vizuální vyobrazení je opět ve formě bodového shapefile a tin modelu z dat lidarového skenování 5. generace. Výsledkem je nivelační odchylka od 10 do 35 centimetrů. (obr. č. 35, 36)

FID	Shape *	c bod	y	x	z
5	Point ZM	6	629873,76	1066929,9	261,05
6	Point ZM	7	629875,12	1066935,75	261,08
7	Point ZM	8	629864,94	1066934,06	260,89
8	Point ZM	9	629866,5	1066931,83	260,91
9	Point ZM	10	629865,65	1066930,05	260,83
10	Point ZM	11	629868,69	1066931,36	260,93
11	Point ZM	12	629869,68	1066936,88	261,04
12	Point ZM	13	629871,39	1066931,8	261,21
13	Point ZM	14	629869,69	1066928,69	261,23
14	Point ZM	15	629872,62	1066925,43	261,17
15	Point ZM	16	629876,68	1066924,45	261,23
16	Point ZM	17	629881,79	1066925,88	261,18
17	Point ZM	18	629880,55	1066921,25	261,07
18	Point ZM	19	629874,52	1066922,34	261,34
19	Point ZM	20	629871,57	1066920,77	261,16
20	Point ZM	21	629869,26	1066919,68	261,43
21	Point ZM	22	629865,78	1066916,16	260,87
22	Point ZM	23	629870,45	1066913,74	261,06
23	Point ZM	24	629859,22	1066926,02	260,87
24	Point ZM	25	629860,13	1066929,44	261,06
25	Point ZM	26	629864,3	1066926,92	261,32
26	Point ZM	27	629865,36	1066924,29	260,95
27	Point ZM	28	629866,88	1066921,76	260,92

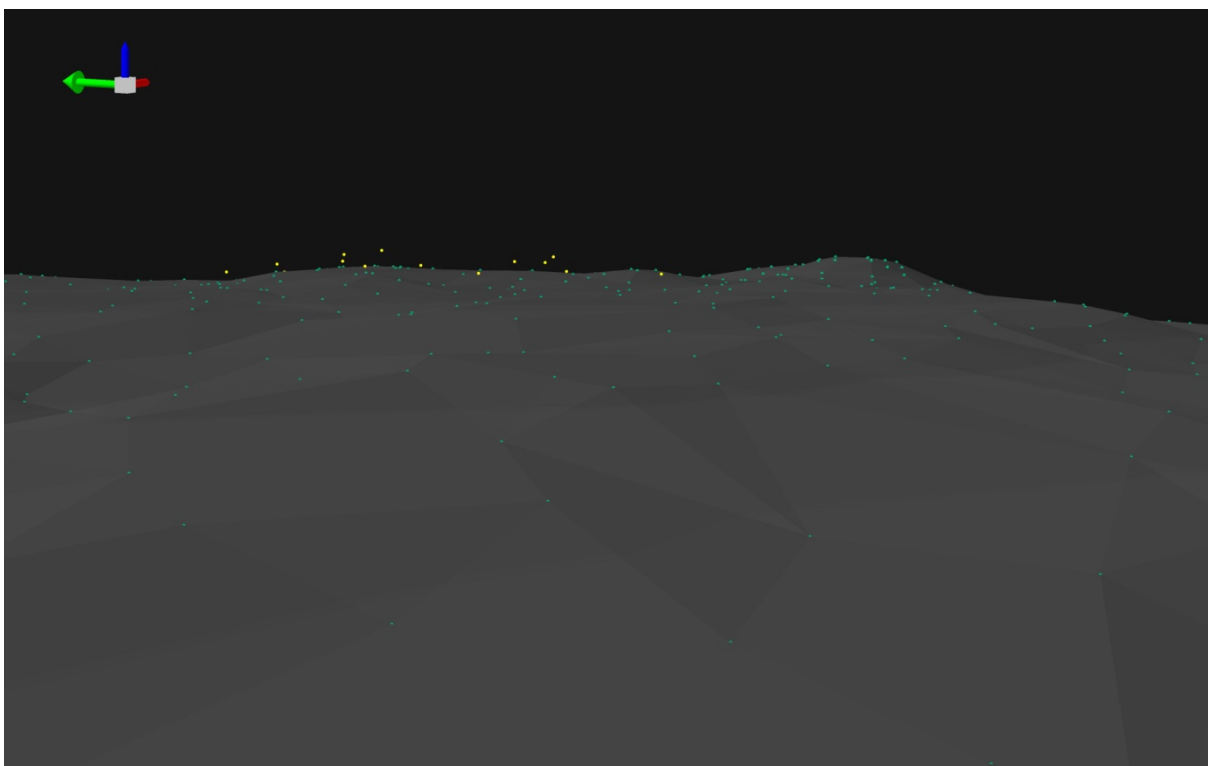
Obrázek 33: Tabulka geodetického měření na lokalitě Uhersko – letohrádek Neulust.



Obrázek 34: Vyobrazení geodetického měření v mračně bodů na podkladu ortofota (vegetace - les).



Obrázek 35: Geodetické měření (žlutě) vyobrazené v ArcScene s vrstvou lidarového mračna bodů a tin.

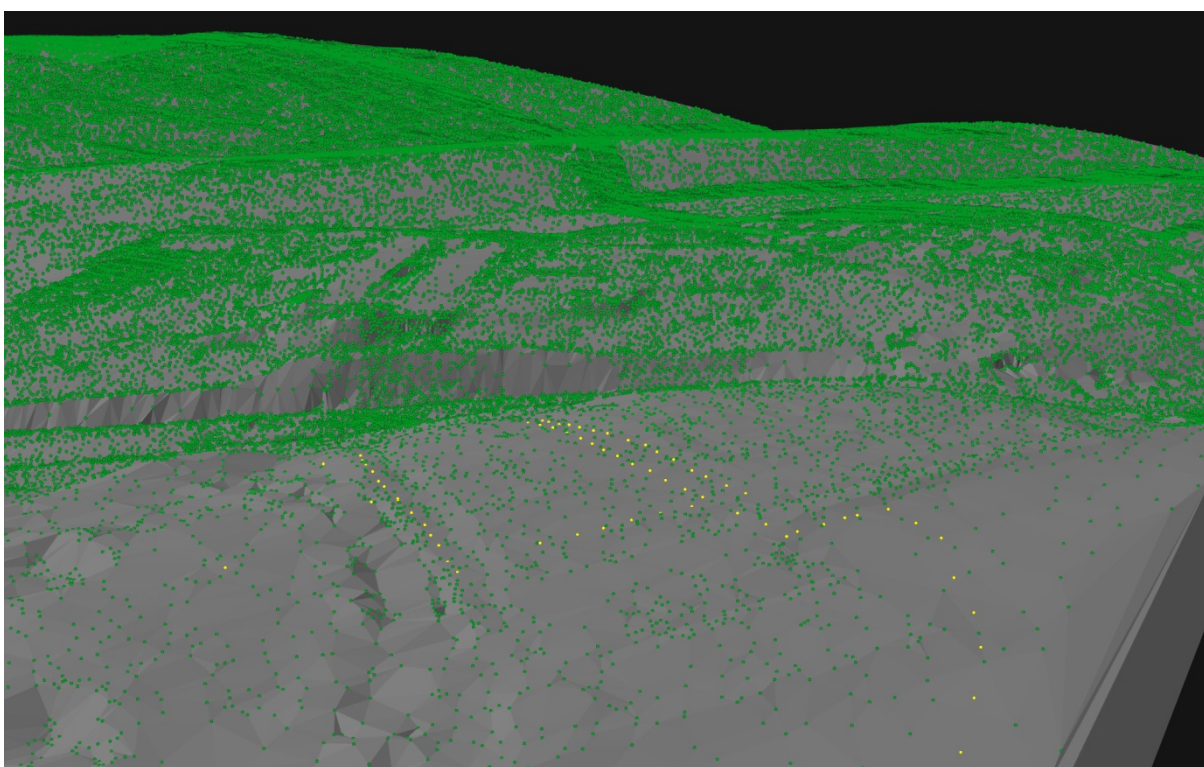


Obrázek 36: Vyobrazení odchylky geodetického měření (žlutě) a lidarového mračna bodů.

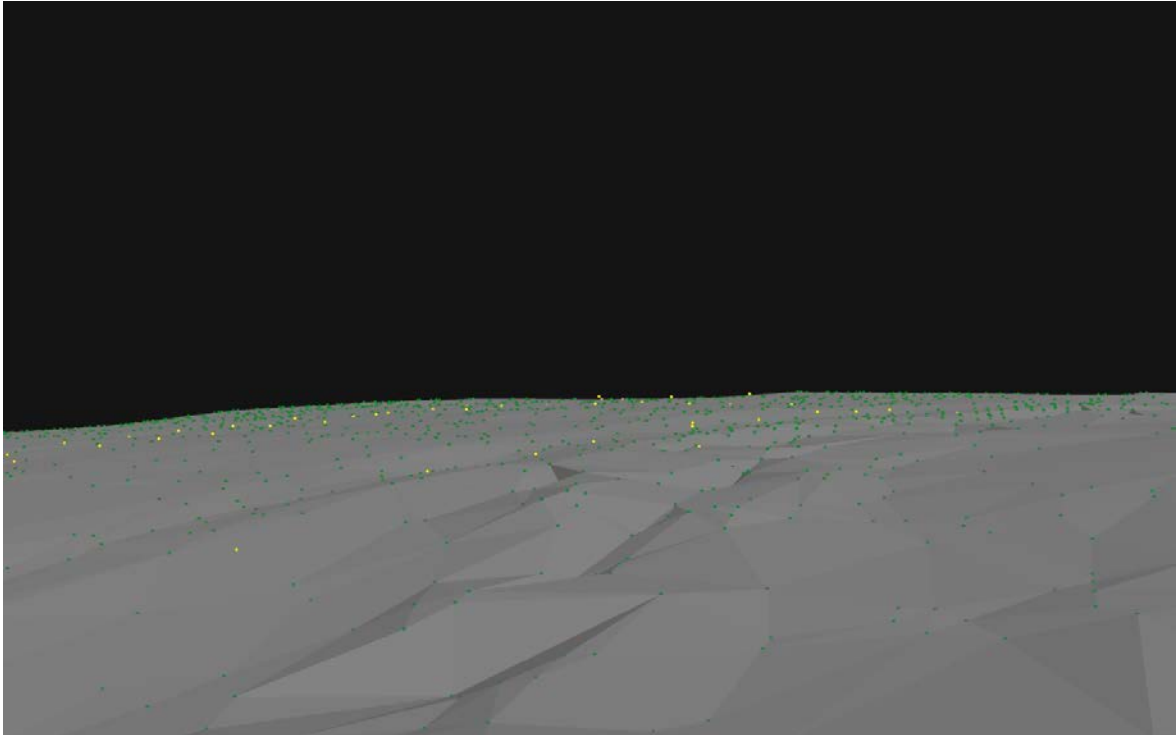
Třetí měření bylo provedeno primárně pro potřeby výzkumu na Chlumu. Měření bylo doplněno o další body, které byly získány pro účel této diplomové práce. V tomto případě probíhalo měření ve dvou prostředích. Lokalita představuje modelovou situaci volného prostranství, které bylo reprezentované loukou a dále husté vegetace, tedy listnatým lesem. Celkem bylo získáno 56 geodeticky měřených bodů v prostoru louky a 24 geodeticky měřených bodů v prostoru lesa. (obr. č. 37.)

Pro případ vizualizace byl vyhotoven TIN (trianglový výpočet) terénu z bodového shapefile lidarového měření, vše vymodelované v ArcScene. (obr. č. 37. 38.)

Měření zde prokázalo odchylku 3-15 centimetrů v případě volného prostranství a 5–30 centimetrů v prostorách lesa.



Obrázek 37: Geodetické měření (žlutě) vyobrazené v ArcScene s vrstvou lidarového mračna bodů a tin.



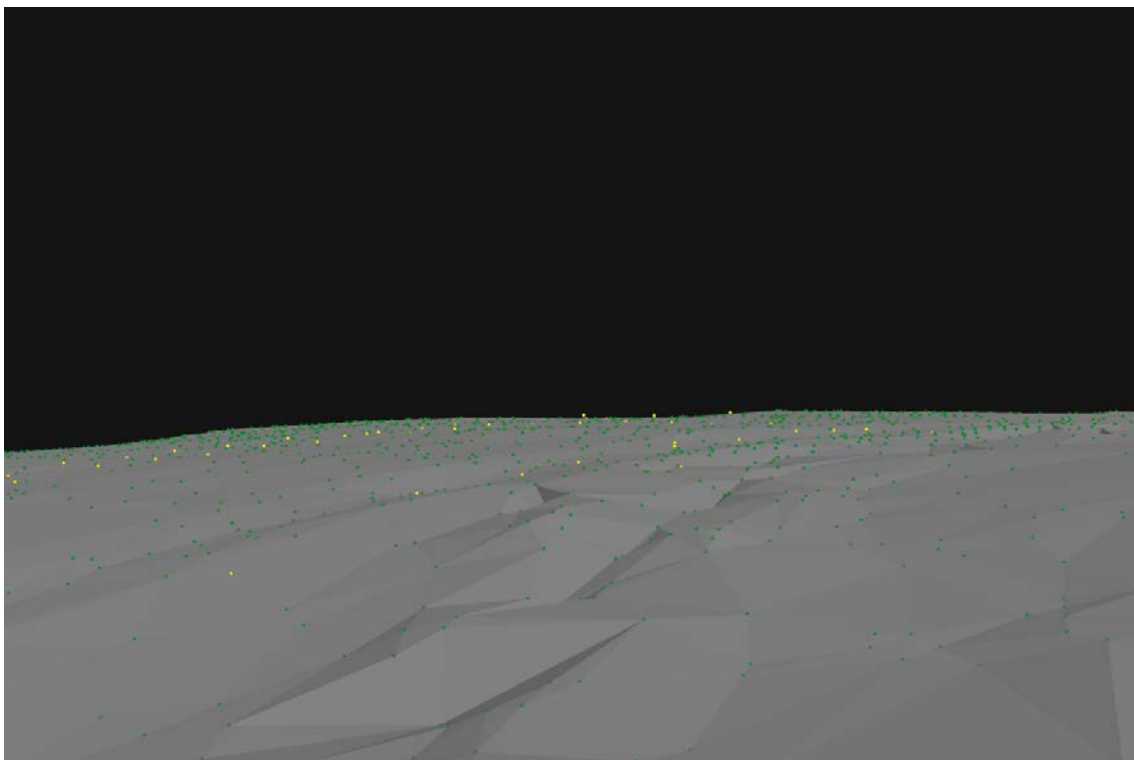
Obrázek 38: Vyobrazení odchylky geodetického měření (žlutě) a lidarového mračna bodů.

Čtvrté měření bylo provedeno primárně pro potřeby záchranného archeologického výzkumu (ZAV) na lokalitě v Dašicích při stavbě vodovodu. Body byly měřené na hranách výkopů, na povrchu asfaltu nebo dlažby a byly doplněny o další hodnoty, které byly získány pro účel této diplomové práce. Lokalita Dašice představuje modelovou situaci se zástavbou. Celkem bylo získáno 16 geodeticky měřených bodů. (obr. č. 39.)

Vizuální vyobrazení je vytvořené opět ve formě bodového shapefile a tin modelu z dat lidarového skenování 5. generace. Měření v tomto případě potvrdilo odchylku mezi 5 - 25 centimetrů. (obr. č. 40)



Obrázek 39: Vyobrazení geodetického měření (žlutě) v mračně bodů na podkladu ortofota (zástavba).



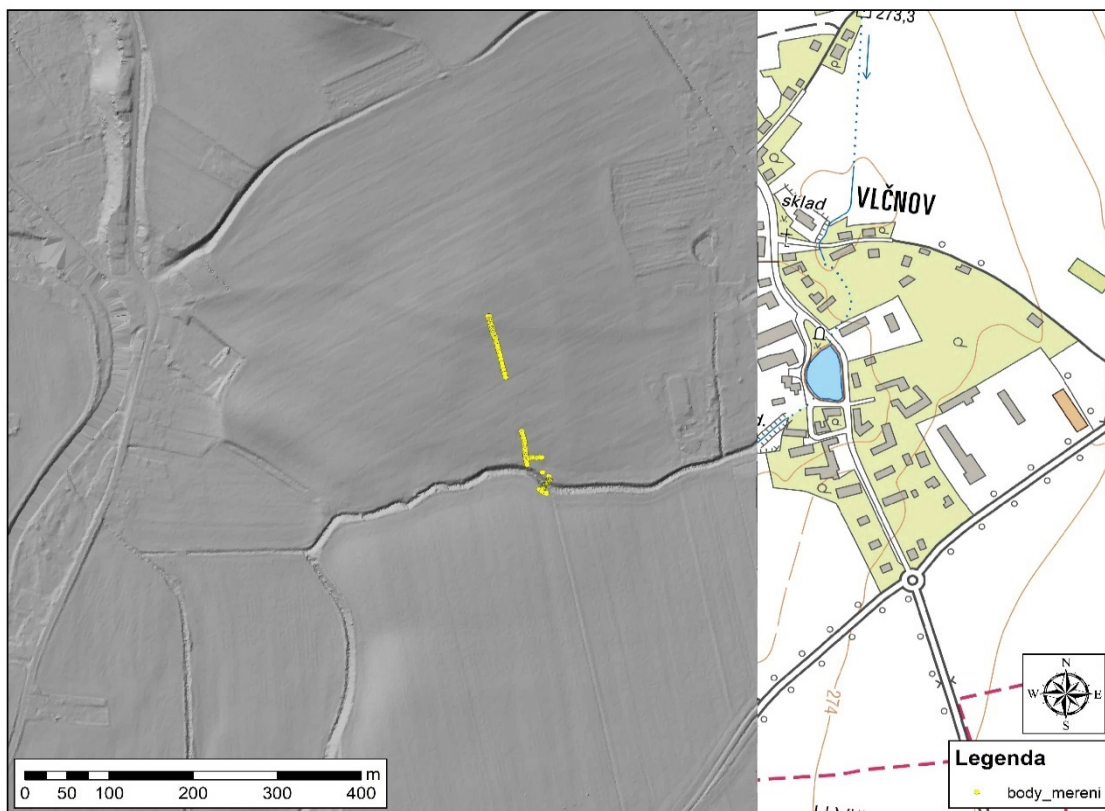
Obrázek 40: Vyobrazení odchylky geodetického měření (žlutě) a lidarového mračna bodů.

Páté, a tedy poslední měření, bylo provedeno primárně pro potřeby ZAV v Chrudimi (obchvat Slatiňany). V tomto případě probíhalo měření ve dvou prostředích. Lokalita představuje modelovou situaci volného prostranství, které bylo reprezentované čerstvě zoraným polem. Měření však probíhalo rovněž pod vzrostlými listnatými stromy. Celkem bylo získáno 76 geodeticky měřených bodů v prostoru pole a 52 geodeticky měřených bodů v prostoru lesa. (obr. č. 41, 42)

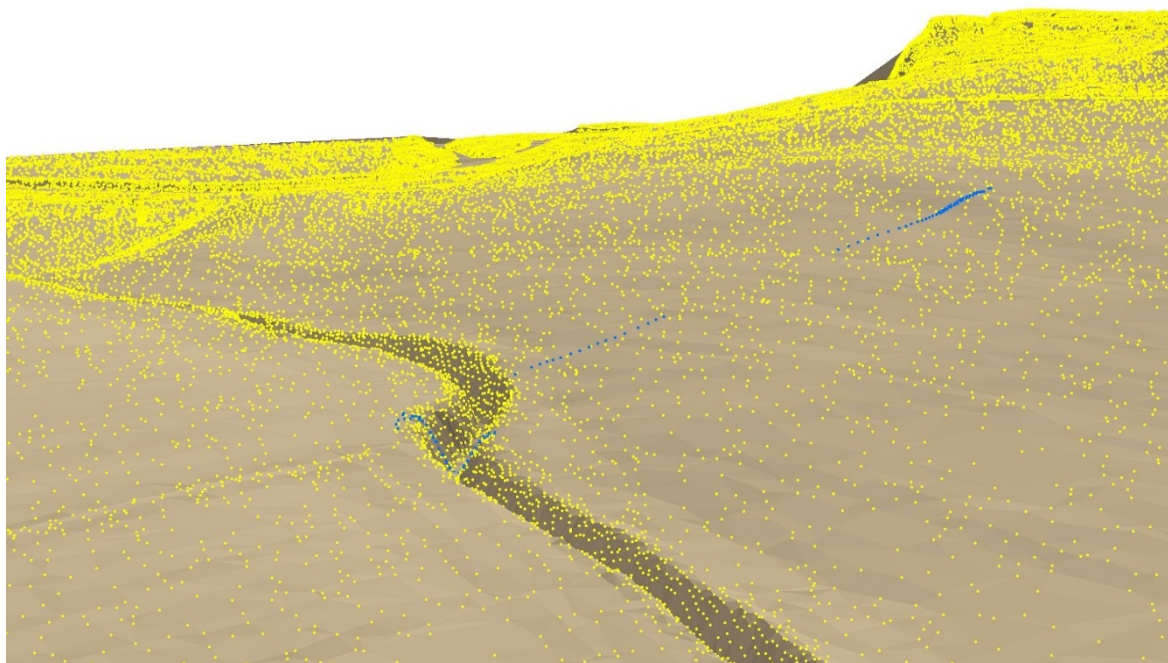
Pro případ vizualizace byl vyhotoven TIN (trianglový výpočet) terénu z bodového shapefile lidarového měření, vše vymodelované v arscene (obr. č. 43,44,45). Měření v tomto případě potvrdilo odchylku pod vegetací 15 – 30 centimetrů a na volném prostranství 11 – 25 centimetrů.



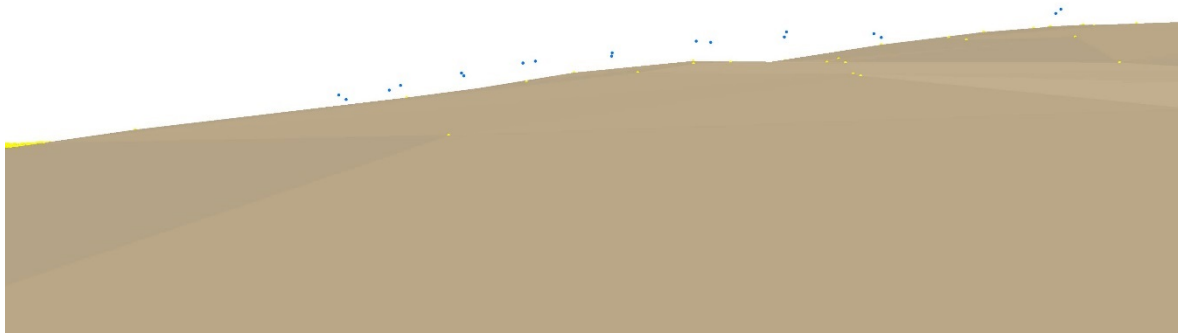
Obrázek 41: Vyobrazení geodetického měření (žlutě) v mračnu bodů na podkladu ZM 10 (volné prostranství a vegetační pokryv).



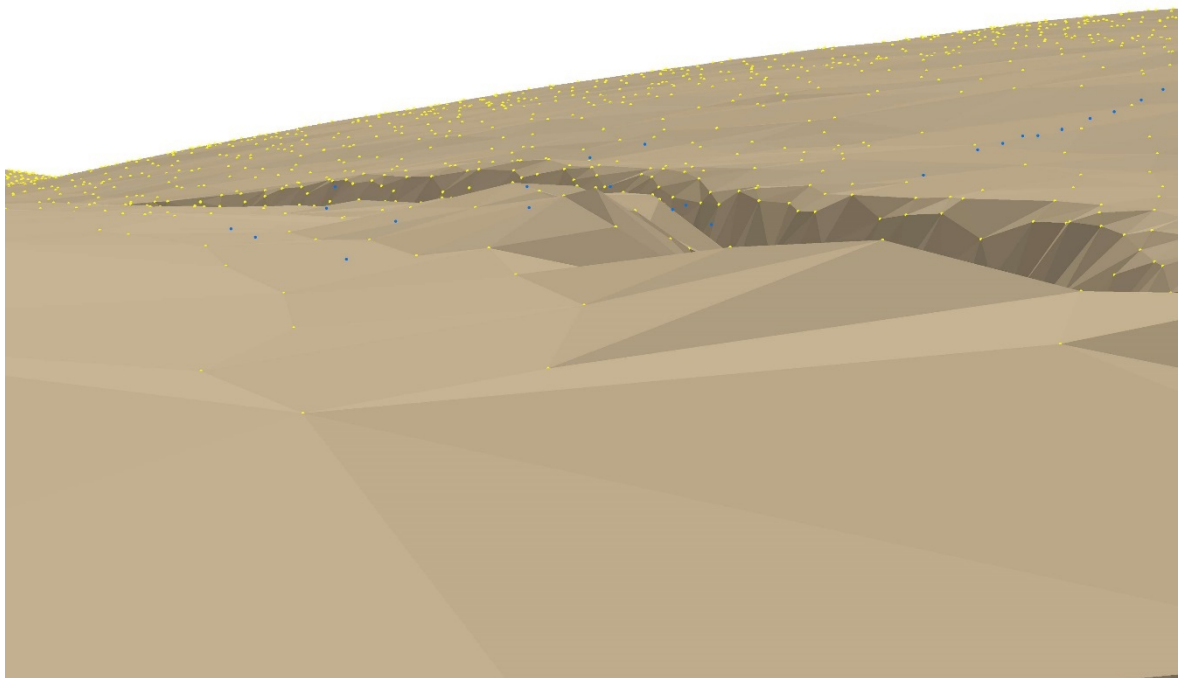
Obrázek 42: Vyobrazení dávek geodetického měření (žlutě) na podkladu tin a ZM 10.



Obrázek 43: Geodetické měření (modře) vyobrazené v ArcScene s vrstvou lidarového mračna bodů a tin.



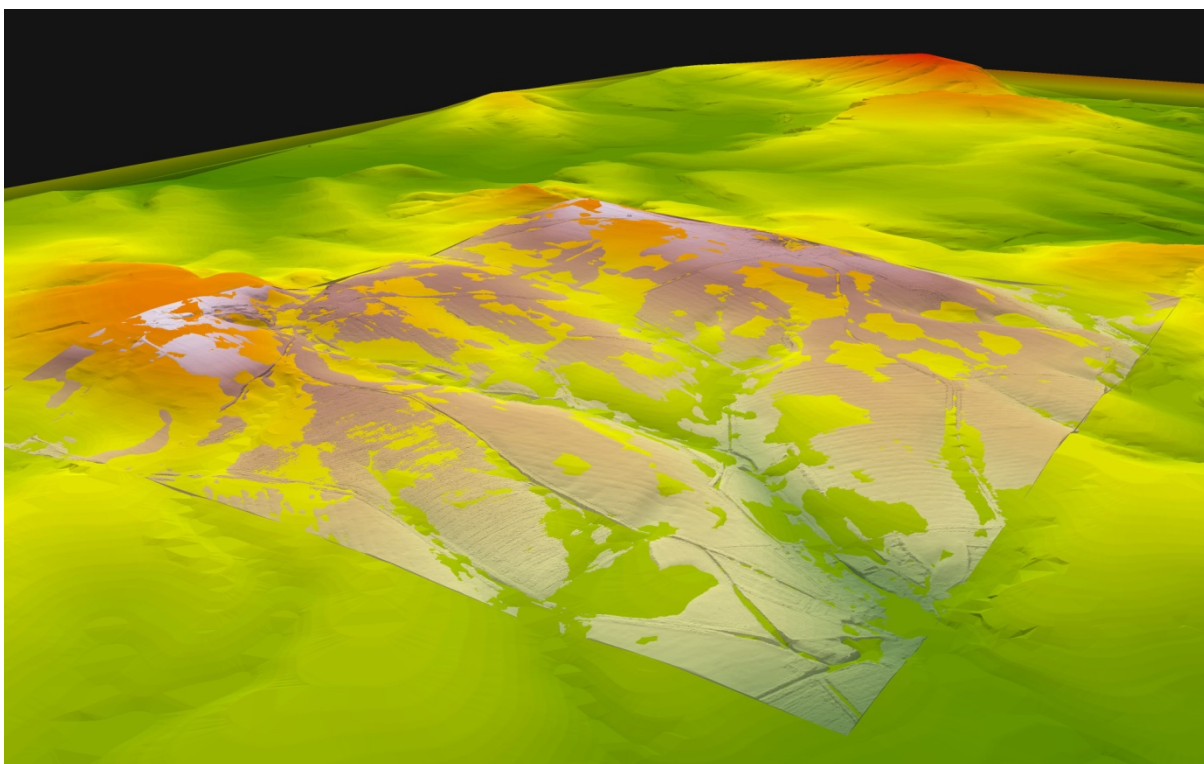
Obrázek 44: Vyobrazení odchylky geodetického měření (modře) a lidarového mračka bodů (volné prostranství).



Obrázek 45: Vyobrazení odchylky geodetického měření (modře) a lidarového mračka bodů (vegetační pokryv).

4.4.3 Modelace krajiny pomocí Digitálního modelu reliéfu vs. Eudem dem (podklad pro diplomovou práci)

V první části kritiky datových možností se posuzovala odchylka geodetického měření a lidarových dat 5. generace. Další možností je porovnat lidarová data s Eudem dem. Pro potřeby diplomové práce a vzhledem k velikosti studovaného území je jedinou možností využití volně přístupných dat. Z dostupných dat bylo vybráno území, pro které existují oba druhy dat a následně vyhotoven trianglový model krajiny pro totožný region. Pro lepší viditelnost odlišností typu dat byly oba výstupy navzájem promítnuty, a to z důvodu vizuálního průniku. (obr. č. 46). Z výstupu je zřejmé, že shoda nenastává v žádném místě. Ve výstupu je zřetelný zřetelnější krajinný reliéf z přesnějších lidarových dat. Jedním z důvodů těchto nepřesností má za následek vytváření odchylek při budoucí modelaci hydrologické či geomorfologické sítě.

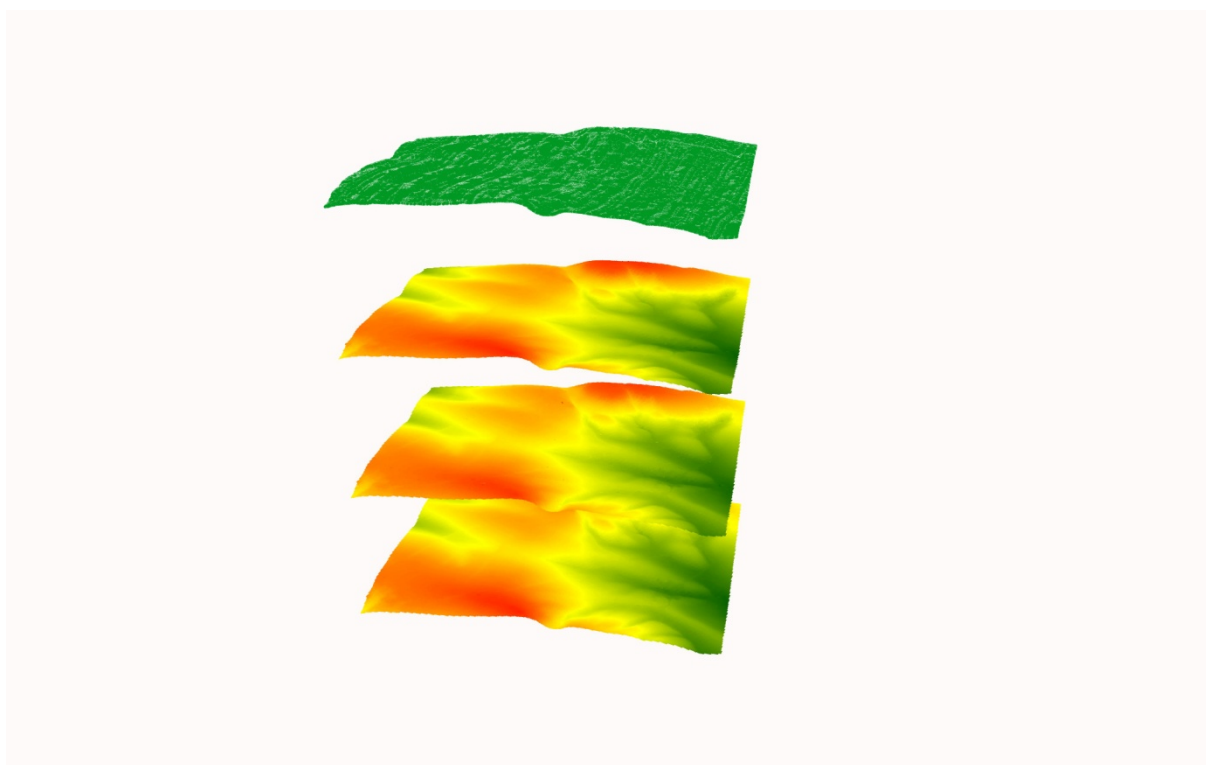


Obrázek 46: Vyobrazení průniku trianglového modelu vyhotoveného z bodových dat lidarů 5. generace a použitých dat Eudem dem (vyobrazeno v prostředí ArcScene).

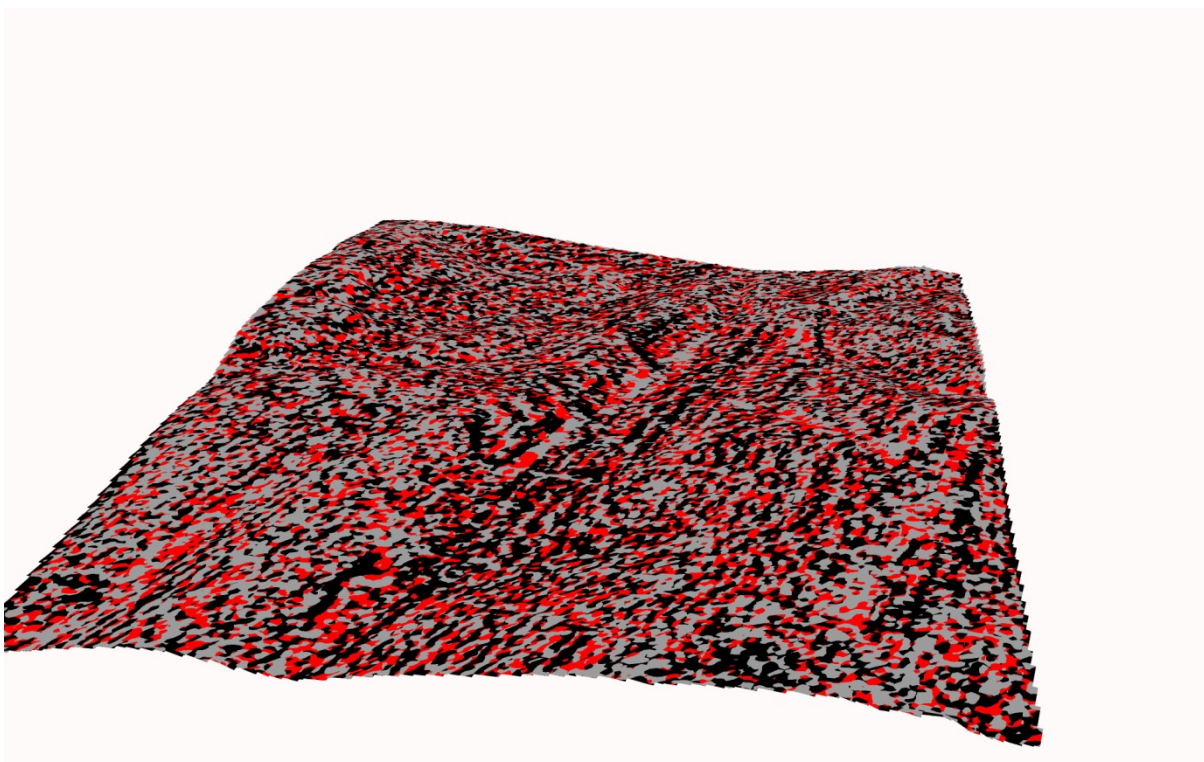
4.4.4 Porovnání dopočítaných dat různými technikami Interpolace

Další kritikou datových sad je samotné přepočítávání získaných dat. Pro potřeby zkušební modelace byla využita data lidarů 5. generace a tři druhy interpolace na stejný balík dat. Nastavení kritérií pro výpočet rastrového modelu jsou záměrně nastaveny v

možných bodech stejně. Výstup a vizualizace je znatelný na (obr. č. 47). Toto vyobrazení je zvoleno úmyslně, a to z důvodu nepostřehnutelných odchylek. Na (obr. č. 48) je průnik všech těchto mapových výstupů. Je znatelné, že výstup je velmi odlišný.



Obrázek 47: Cilindrové zobrazení různých druhů interpolací ze stejných vstupních dat (od vrchu - bodový shapefile lidarů 5. generace, spline, kriging, IDW).

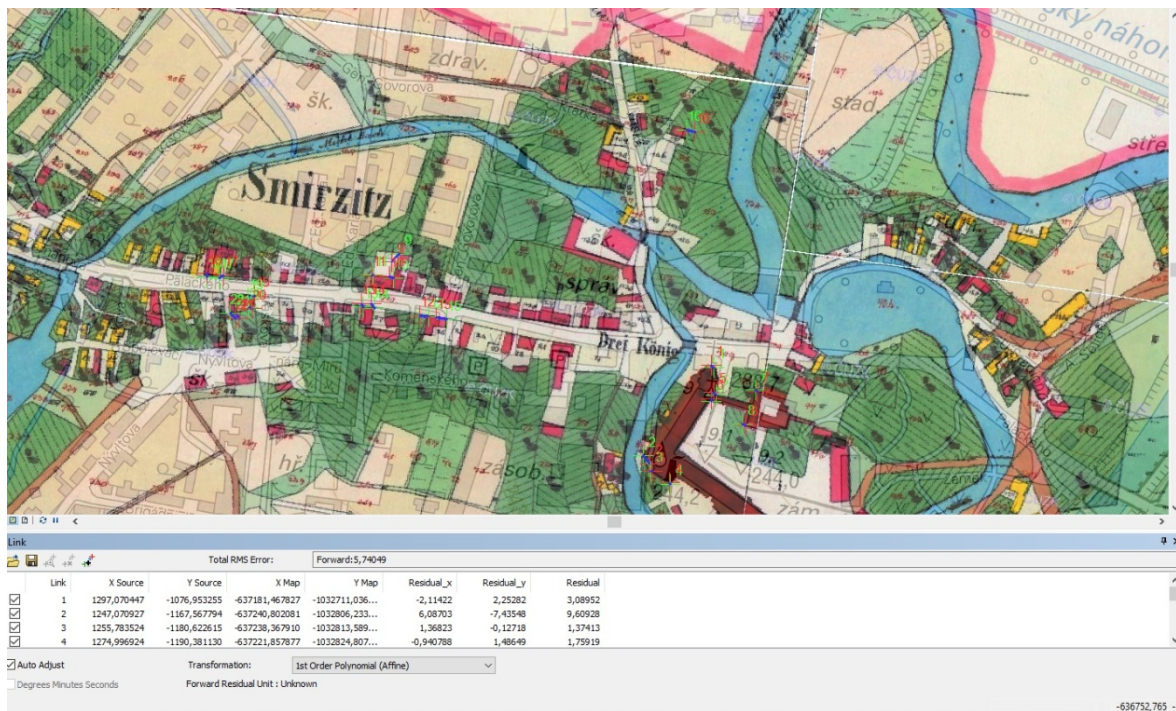


Obrázek 48: Průnik interpolací *spline*, *kriging*, *IDW*. Každá vrstva má pro lepší vyobrazení jednu barvu.

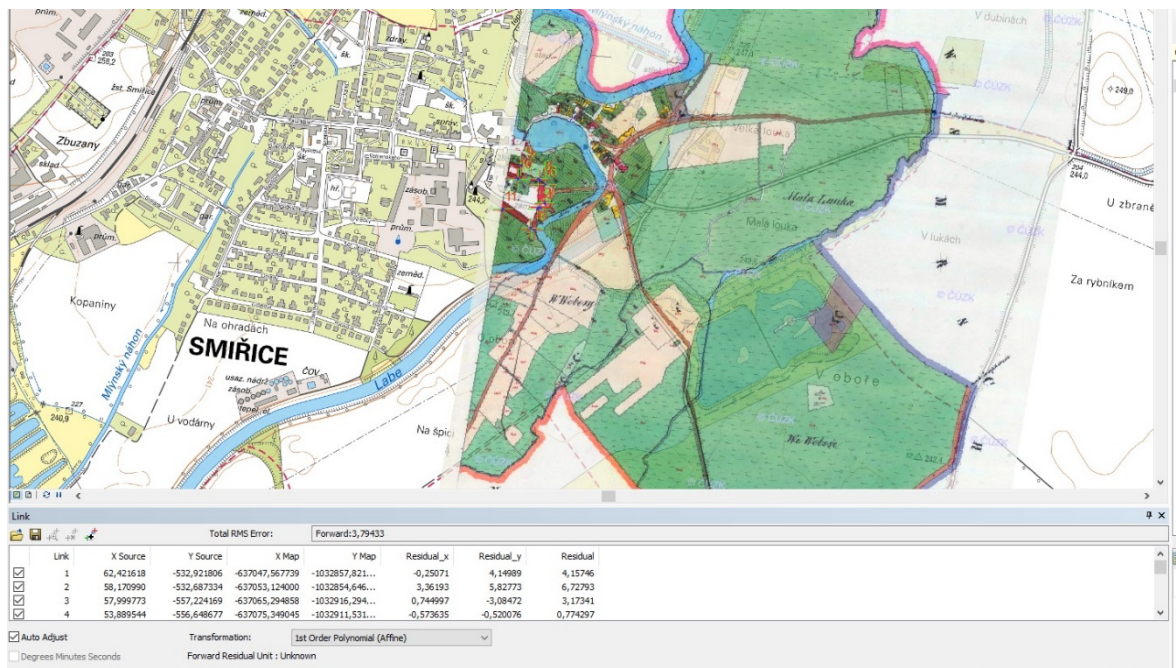
4.4.5 Sledování změn v krajině pomocí prolínání kartografických pramenů

Pomocí nástrojů v Argis map se nabízí možnost vytvoření průniku množství kartografických pramenů. Jelikož v současné době nejsou pro vybraný region georeferencovaná data stabilního katastru, je nutné tyto podklady složitě a zdlouhavě georeferencovat na současné prameny. Na obrázcích (obr. 49-53) je ukázka možnosti práce s archivními prameny. Pomocí těchto podkladů lze rekonstruovat vývoj krajiny do první poloviny 19. stol. Na obrázku (obr. č. 53) je polygonovým shapefilem znázorněna změna lesního porostu v dnešním stavu v porovnání s kartografickým pramenem II. vojenského mapování. Tento model prolínání reflektuje nárůst lidské činnosti (zástavba), změna či kontinuální vývoj lesů, polí, luk, či změny hydrologické sítě.

- a) stabilní katastr (georeferencování na dnešní stav)
- b) II. vojenské mapování (mapový podklad je georeferencovaný)
- c) vojenské letecké snímkování 1937, 1962 (georeferencování na dnešní stav)
- b) polygonově zvýrazněný stav zalesnění - II vojenské mapování x současný stav



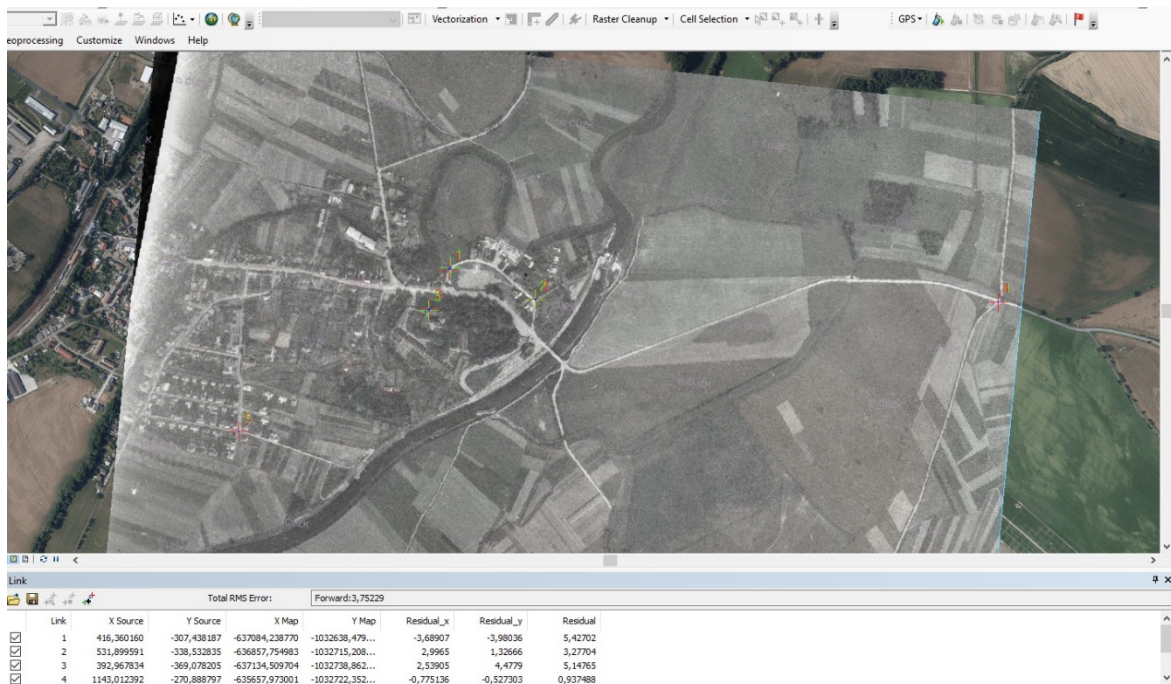
Obrázek 49: Georeferencovaný podklad stabilního katastru na podkladu ZM 10.



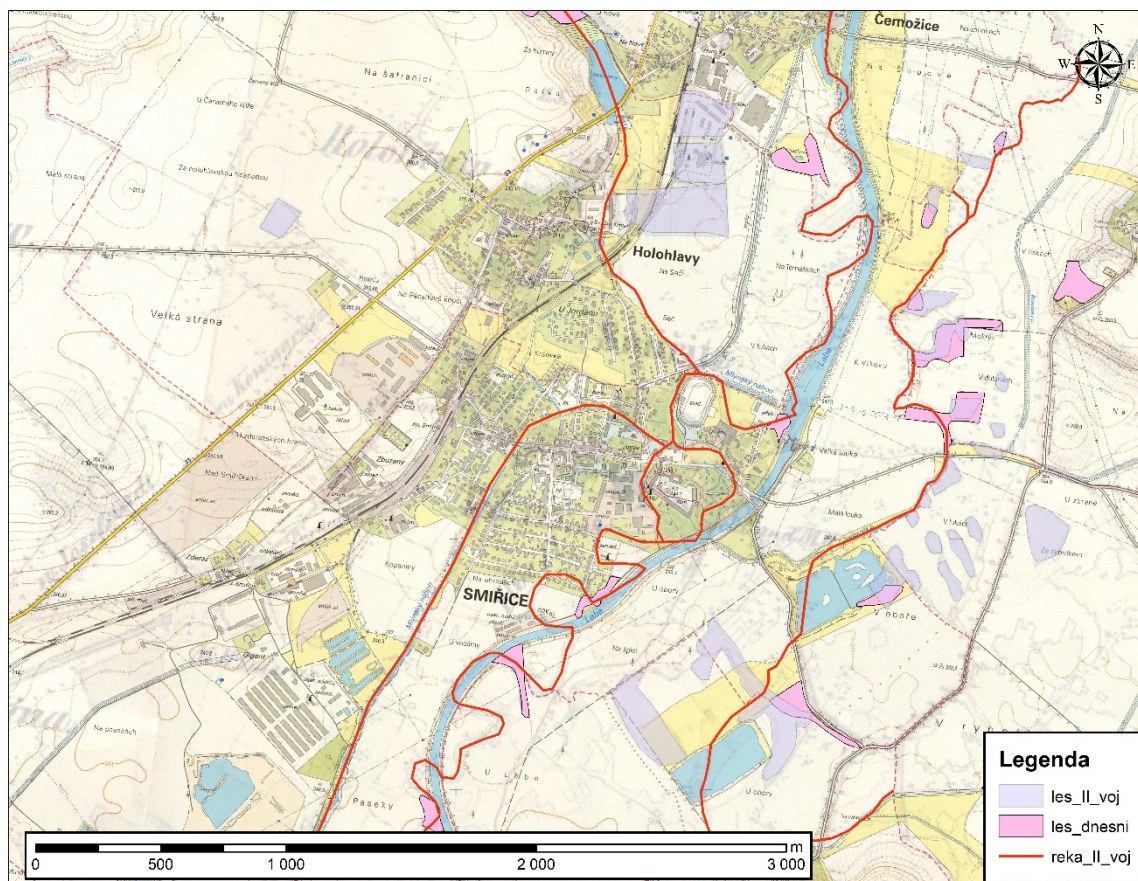
Obrázek 50: Georeferencovaný podklad stabilního katastru na podkladu ZM 10.



Obrázek 51: Georeferencovaný letecký vojenský snímek z roku 1937 na podkladu ortofota.



Obrázek 52: Georeferencovaný letecký vojenský snímek z roku 1962 na podkladu ortofota.



Obrázek 53: Rekonstrukce změny krajiny podle kartografických pramenů (II. vojenské mapování).

5 Vyhodnocení praktické části

Tato diplomová práce je primárně zaměřená na kritiku, porovnání a případně zjišťování možností využití prostorových dat a nástrojů pro potřeby modelování krajinných aspektů a změn v reliéfu krajiny. Jednou z hlavních částí práce je posouzení vstupních dat, a to s ohledem na jejich přesnost, dostupnost a užitečnost.

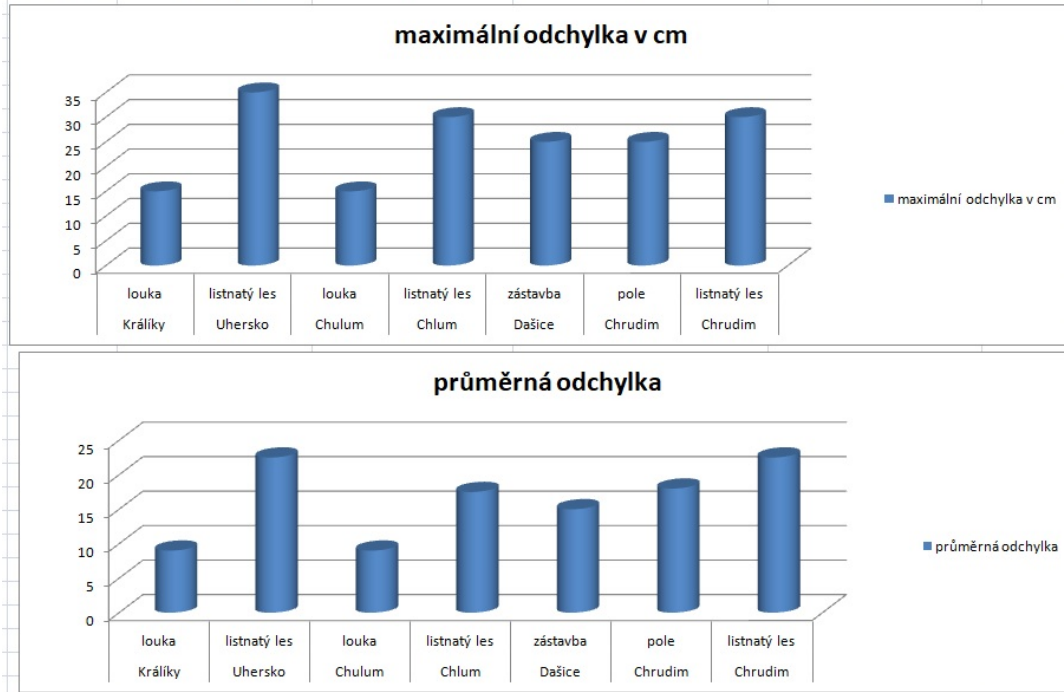
Pro možnost co nejrealističtější modelace předem určeného výseku krajiny je v první řadě nutné zajistit datové sady pro mnohem větší region, než je zájmová oblast. Není možné vytvořit hranici uměle, jelikož na stanovený výsek krajiny mohou působit i několik kilometrů vzdálená území a procesy. Příkladem může být modelace jakéhokoli výseku krajiny s výskytem hydrologické sítě. Řeky či potoky procházející krajinou, tzn. půdním profilem a skrze např. povodně, resp. vodní erozi a akumulaci mění ráz krajiny po celé své délce. Tím se tedy rozrůstá území, které by mělo být pro objektivitu práce začleněno.

S velikostí území, s níž je nutné při modelaci krajiny pracovat, souvisí i potřeba zajištění velkého souboru vstupních dat, které jsou často zatíženy finanční a technologickou nedostupností.

Aby bylo docíleno co nejpřesnějšího výsledku, je nutné brát ohled především na přesnost vstupních datových podkladů. V průběhu této diplomové práce bylo nastíněno několik problémů a nepřesností spojených právě se vstupními daty. Použity byly různé zdroje datových podkladů, které byly vzájemně posouzeny. Použity byly podklady z geodetického měření, z lidarů 5. generace a Eudem dem 30_35.

Podle předpokladů bylo potvrzeno, že geodetické měření je nejpřesnější. Průměrná odchylka v hodnotách x , y , z , je do dvou centimetrů. Při porovnání geodetického měření s druhou nejpřesnější sadou dat, tedy s lidarem 5. generace, vyšly pro různé modelové situace (zástavba, vegetace, volné prostranství) rozdílné výškové hodnoty (obr. č. 54)

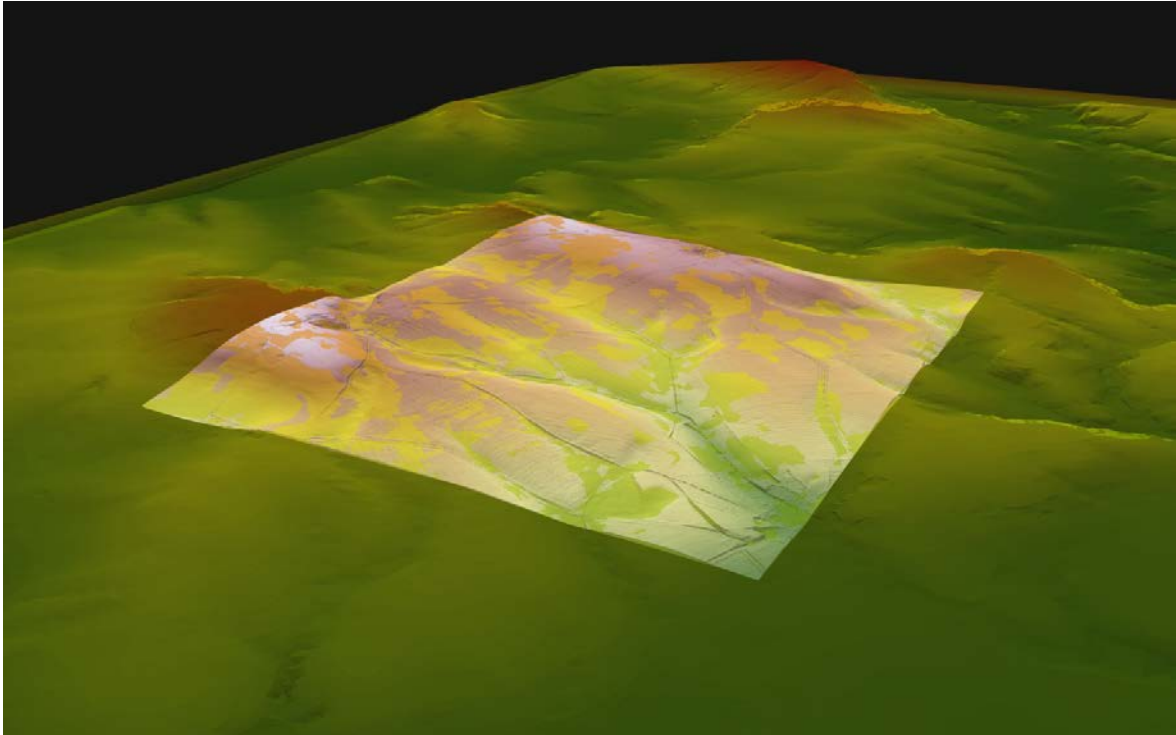
lokality	modelová situace	minimální odchylka cm	maximální odchylka v cm	počet měřených bodů	průměrná odchylka
Králíky	louka	3	15	281	9
Uhersko	listnatý les	10	35	23	22,5
Chulum	louka	3	15	56	9
Chlum	listnatý les	5	30	24	17,5
Dašice	zástavba	5	25	16	15
Chrudim	pole	11	25	76	18
Chrudim	listnatý les	15	30	52	22,5



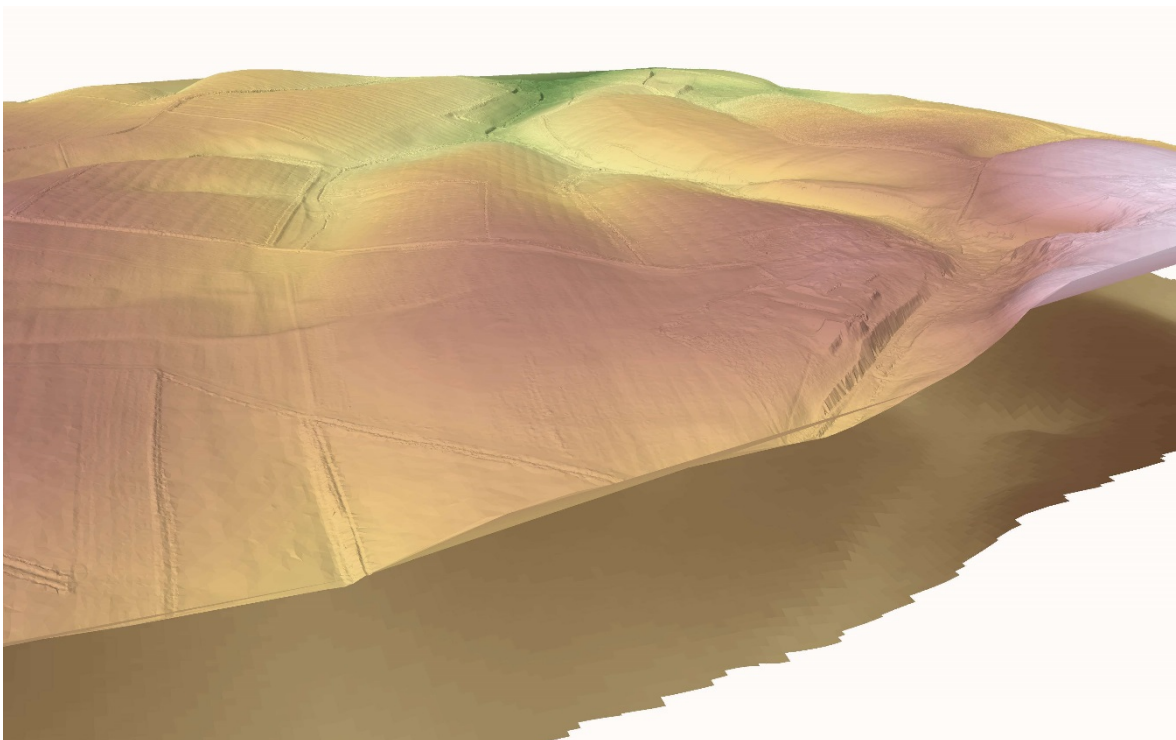
Obrázek 54: Tabulka vyhodnocení geodetického měření vs. dmr5g. Vyhodnocení formou grafů.

Z grafů vyplývá, že vstupní data jsou nejvíce zkreslená v místech s hustým vegetačním pokryvem a v zástavbě. Chyby, které jsou mnohdy v řádech desítek centimetrů, se však překvapivě objevují také v místech vegetační absence. U žádného z modelových měření nebyla prokázána 100 % přesnost. Je však nutné ve výsledku počítat s chybovostí geodetického přístroje, která činí maximálně 2 centimetry na měřený bod ve všech hodnotách souřadnice.

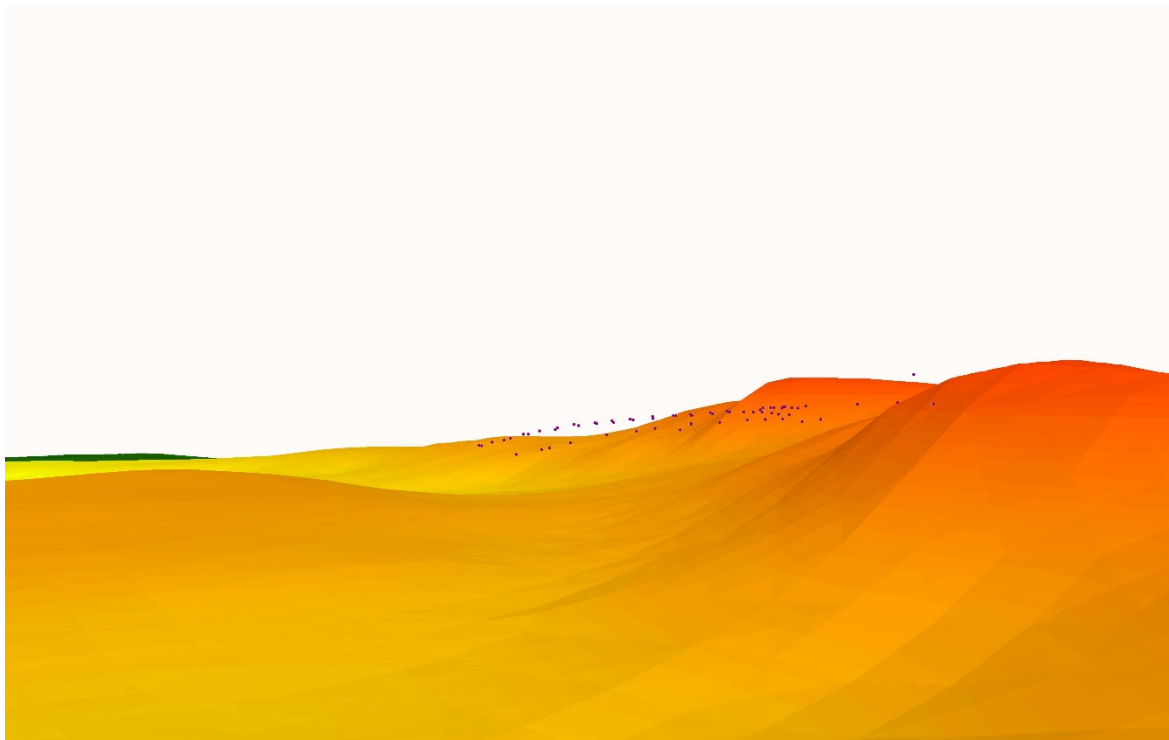
Dalším stupněm porovnání byl podklad lidaru 5. generace s volně přístupným podkladem Eudem dem. Oba podklady byly stejnou metodou převedeny do trianglového modelu a navzájem proluty. Výsledkem je tin z přesnějších dat, který se projevuje mnohem dynamičtější profilací než samotný tin vytvořený pouze z Eudem dem. Důvodem je hustější bodová základna ve prospěch lidaru a také mnohem menší nepřesné dopočítávání středových prázdných hodnot (obr. 55, 56).



Obrázek 55: Vyobrazení průniku trianglového modelu vyhotoveného z bodových dat lidarů 5. generace a použitých dat Eudem dem (vyobrazeno v prostředí ArcScene). Na vyobrazení spodních hran byla zvýšena průhlednost.



Obrázek 56: Model reliéfu vyhotoveného z lidarů 5. generace a Eudem dem. Ve spodní části je zřejmá nižší profilace terénu.



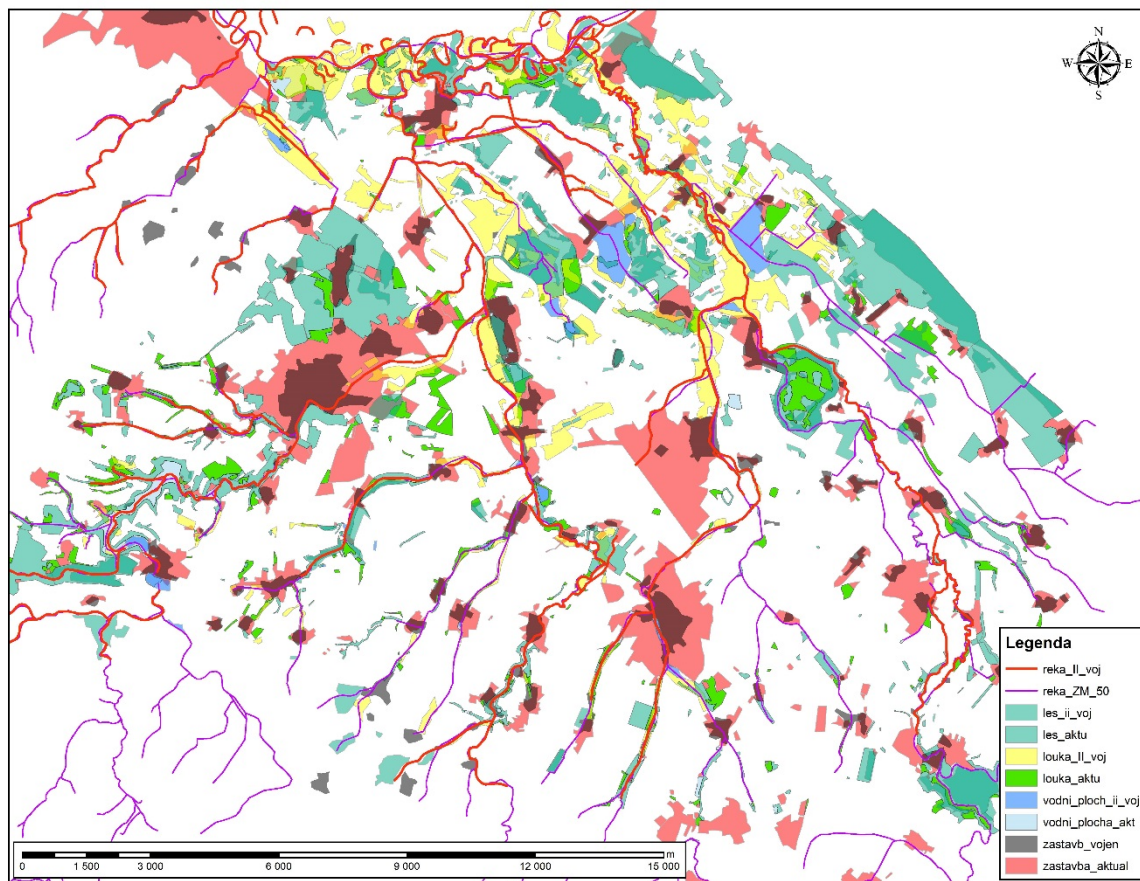
Obrázek 57: Porovnání geodetického měření na Chlumu a tin vyhotovený z Eudem dem. Odchyly jsou v rámci metrů.

Dalším bodem praktické části této diplomové práce bylo zhodnocení různých druhů interpolací. Interpolace je nutným krokem pro vytvoření jakéhokoliv spojitého modelu. Bylo zjištěno, že pro každý specifický prvek v krajině je nutné použít stejnou interpolaci. Tím bude docíleno co největší realističnosti výsledku. Na (obr. 47) je vyobrazen průnik tří druhů interpolací se stejnými vstupními daty. Každý výstup je jedinečný.

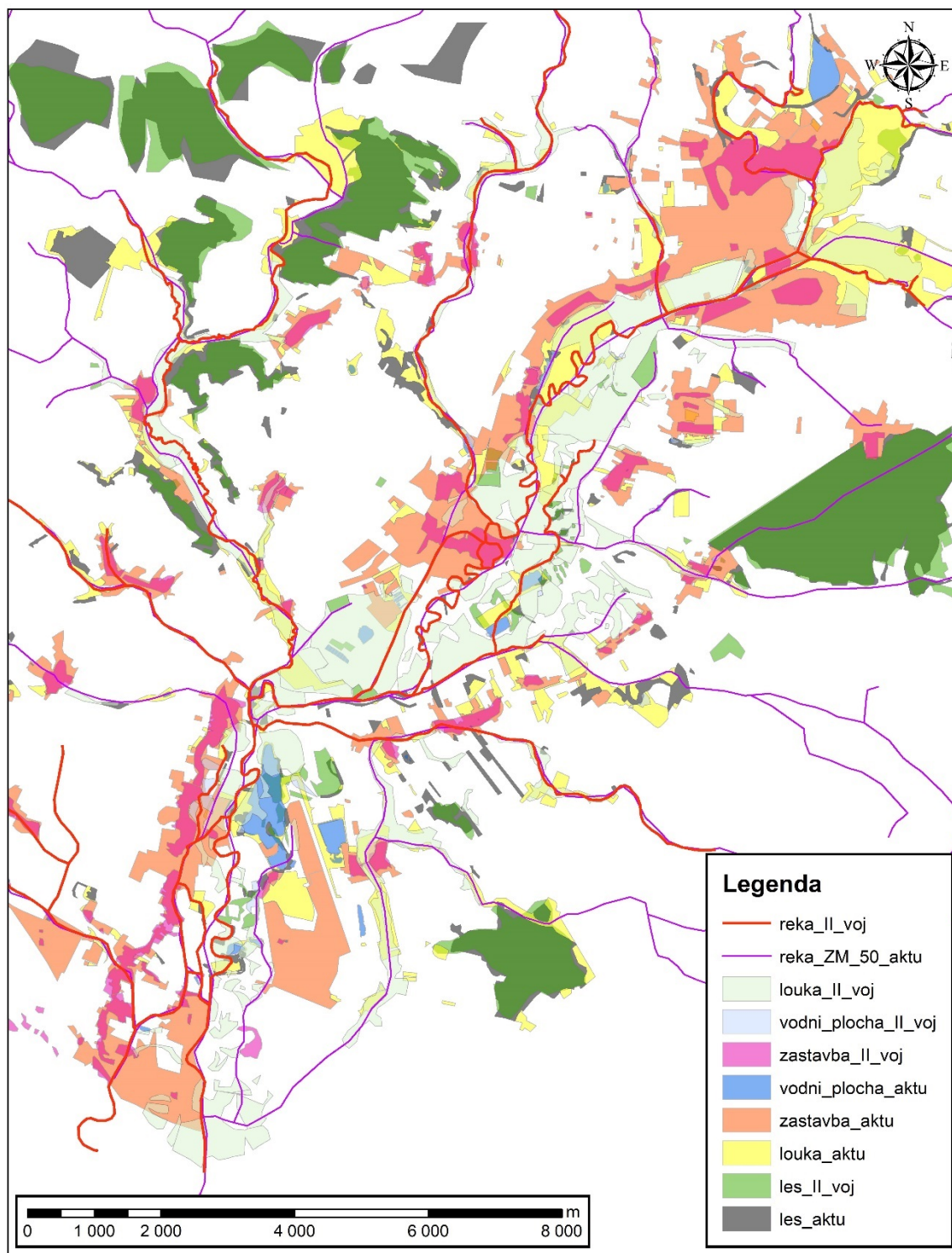
Další metodou, která byla v této práci ověřována, je metoda využití historických mapových podkladů k porovnávání změny krajinných prvků. Existence historických mapových podkladů sahá do první poloviny 19. století. Tyto historické mapy, jež byly georeferencovány, umožňují zobrazit obraz krajiny na současných mapách. Georeferencované byly však pouze hodnoty x , y , hodnota z chybí. Průnikem dnešních map a historických mapových podkladů (stabilní katastr, II. vojenské mapování, vojenské letecké snímkování z poč. 20. stol.) je alespoň možné potvrdit nebo vyvrátit kontinuální vývoj a způsob využívání daného území. Tyto informace jsou pak potřebné pro lepší představu vývoje rázu krajiny. Lze také určit místa, která nebyla v průběhu času měněna

nešetrnými zákroky, jakými jsou například hluboká orba, kolektivizace, scelování polí a následná větrná a vodní eroze a akumulace, planýrka, navážka apod. U takových míst lze tedy předpokládat neměnný ráz krajiny, resp. niveletu, daného místa. Tato místa jsou nejvhodnější pro vytvoření historické rekonstrukce krajiny.

Metoda využívající historických map byla provedena jak pro oblast Kutnohorska, tak také Hradecka-Jaroměře. Prolnutím historických a současných map se objevily nejviditelnější změny hlavně v rozšíření zástavby v obou regionech. Zástavba v Kutné Hoře se od II. vojenského mapování do současnosti rozšířila o více jak 8 % z celkové plochy sledovaného území, v oblasti Hradecka to je navýšení až o 14 %. Právě plocha zástavby je z hlediska geodetického měření problematická, neboť stavby brání sběru přesných dat. Zároveň je reliéf terénu v místě zástavby dlouhodobě a nenávratně měněn planýrkou, navážkami apod. Podobně problematické jsou i plochy polí a luk, jejich reliéf je dlouhodobě měněn zemědělskou činností a s ní související erozí a akumulací. Nejideálnějším prostředím pro následnou modelaci terénu se proto zdají oblasti s hustou vegetací, tedy les. Ideálním příkladem je oblast Hradecka, kde je zaznamenán nárůst lesní plochy od II. vojenského mapování po současnost pouze o 0,5 % z celkové plochy sledovaného území. Na obrázku (obr. 51,52) je viditelná kontinuálnost lesů, která by měla být v ideálním případě prověřena například skrze georeferencované vojenské letecké snímky.



Obrázek 58: Vysektované polygony podle kartografického podkladu II. vojenského mapování a dnešního pokladu. (region: Kutnohorsko)



Obrázek 59: Vyselektované polygony podle kartografického podkladu II. vojenského mapování a dnešního pokladu. (region: Královéhradecko)

region	kartografický pramen	druh	plocha (ha)	% ze sledované plochy
Kutná Hora			29547,00	295,47
	II. voj. mapování	les	1412,00	4,778826954
	1:10 000	les	3588,00	12,14336481
	II. voj. mapování	louka	2204,00	7,459302129
	1:10 000	louka	969,00	3,279520764
	1:10 000	vodní	251,00	0,849494026
	II. voj. mapování	vodní	273,00	0,92395167
	II. voj. mapování	zastava	1474,00	4,988662132
	1:10 000	zastavba	3914,00	13,24669171
	II. voj. mapování	pole	24184,00	81,84925712
	1:10 000	pole	20825,00	70,48092869
region	kartografický pramen	druh	plocha (ha)	% sledované plochy
Hradec Králové			10563,00	105,63
	II. voj. mapování	louka	1646,00	15,58269431
	II. voj. mapování	vodní	38,00	0,359746284
	II. voj. mapování	zástavba	557,00	5,273123166
	1:10 000	vodní	158,00	1,495787182
	1:10 000	zástavba	2009,00	19,01921803
	1:10 000	louka	971,00	9,192464262
	II. voj. mapování	les	163,00	1,543122219
	1:10 000	les	222,00	2,10167566
	1:10 000	pole	7203,00	68,19085487
	II. voj. mapování	pole	8159,00	77,24131402

Obrázek 60: Vyhodnocující tabulka vývoje struktury krajiny od II. vojenského mapování do dnešního stavu. Horní tabulka - oblast Kutnohorska, Spodní tabulka - oblast pravobřeží Jaroměř - Hradec Králové.

Jedním z dílčích cílů této práce je zdokumentovat co největší množství současných a zaniklých hydrologických relikvů na území Kutnohorska a Hradecka a nastínit tak problém určení neolitické sídelní strategie s ohledem na vodní toky. Detekce současné hydrologické sítě i zaniklých zdrojů probíhala skrze současné mapování, historické kartografické prameny a moderní metody, kterými jsou lidarová data, letecké skenování povrchu apod. Dále byla využita modelace terénu v GIS. Výsledky rekonstrukce hydrologické sítě lze využít pro případné porovnání teorií o sídelní strategii ve spojitosti s říční sítí. Rozšířením řečiště v krajině se také navyšuje přesnější predikce osídlení.

Pro rekonstrukci současných a zaniklých řečišť byly využity následující postupy. V první řadě bylo využito dnešního mapování, tedy ZM 10, ZM50 a ortofota. Tyto tři zdroje byly následně prolunuty. Vznikl tak liniový shapefile zobrazující stav současné hydrologické sítě. Dalším postupem bylo využití historických kartografických pramenů, tedy stabilního katastru a II. vojenského mapování. Primární zdroj v této fázi však

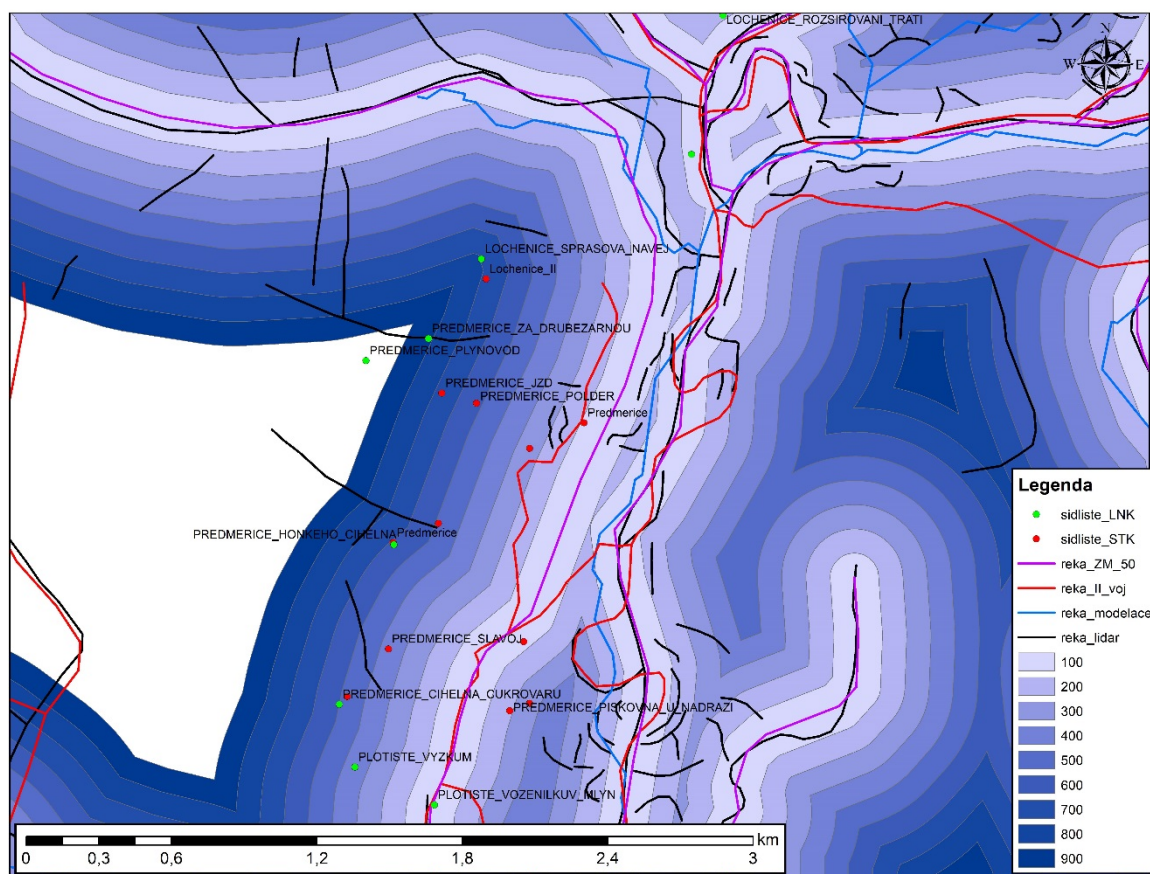
představovalo II. vojenské mapování, které je georeferencované. Podklady ze stabilního katastru sloužily pouze pro kontrolu. Na základě těchto podkladů vznikl nový liniový shapefile, který byl nahrán k projektu současného stavu sítě. Dále bylo využito prostorových dat Eudem dem pro vytvoření rastru a pro modelaci hydrologické sítě, která tvoří třetí vrstvu v projektu. Důvěryhodnost tohoto postupu je snížena skutečností, že vzniklá umělá modelace nepočítá s přírodními překážkami, například kameny, které mohly vodní tok stočit jinak. Jedná se tedy o modelaci ideálního stavu, který s překážkami nepočítá. Posledním zdrojem informací o současných a zaniklých vodních tocích je detekování říčních koryt a terénních depresí z WMS serveru, stínovaného modelu reliéfu. První krok směřoval k ověření viditelných terénních depresí na stínovaném modelu reliéfu přímo v terénu. Ověření označených anomálií proběhlo formou kopaných sond a následného enviromentálního výzkumu na D35. V 90 % prověřovaných sond se jednalo o zaniklý hydrologický prvek. Stejná kritéria pro označování anomálií byla použita při detekci ve zkoumaných regionech.

Propojením všech zjištěných hydrologických prvků byla vytvořena představa o proměně a pohybu vodní sítě. Je však nutné zohlednit skutečnost, že výsledné rekonstrukce jsou učené místem, avšak ne vždy určené časem. Dnešní stav a stav vytvořený z II. vojenského mapování je potvrzený místem i časem. Metoda detekce hydrologické sítě ze stínovaného modelu reliéfu je přesná z pohledu určení polohy, avšak není možné bez systematického enviromentálního výzkumu určit časový horizont jednotlivých vodních zdrojů.

Tento výstup rekonstruuje pohyb říční sítě. Tedy umožňuje vytvoření rozsahu, vývoje a proměny řečiště. Od každého liniového shapefile reprezentující jednu metodu byl vytvořen vzdálenostní rozsah a byl vždy prolnut se zjištěnými lokalitami neolitického osídlení, tzv. buffer. Jednotlivé výstupy, které se nacházejí v grafické příloze této diplomové práce, lze následně porovnávat.

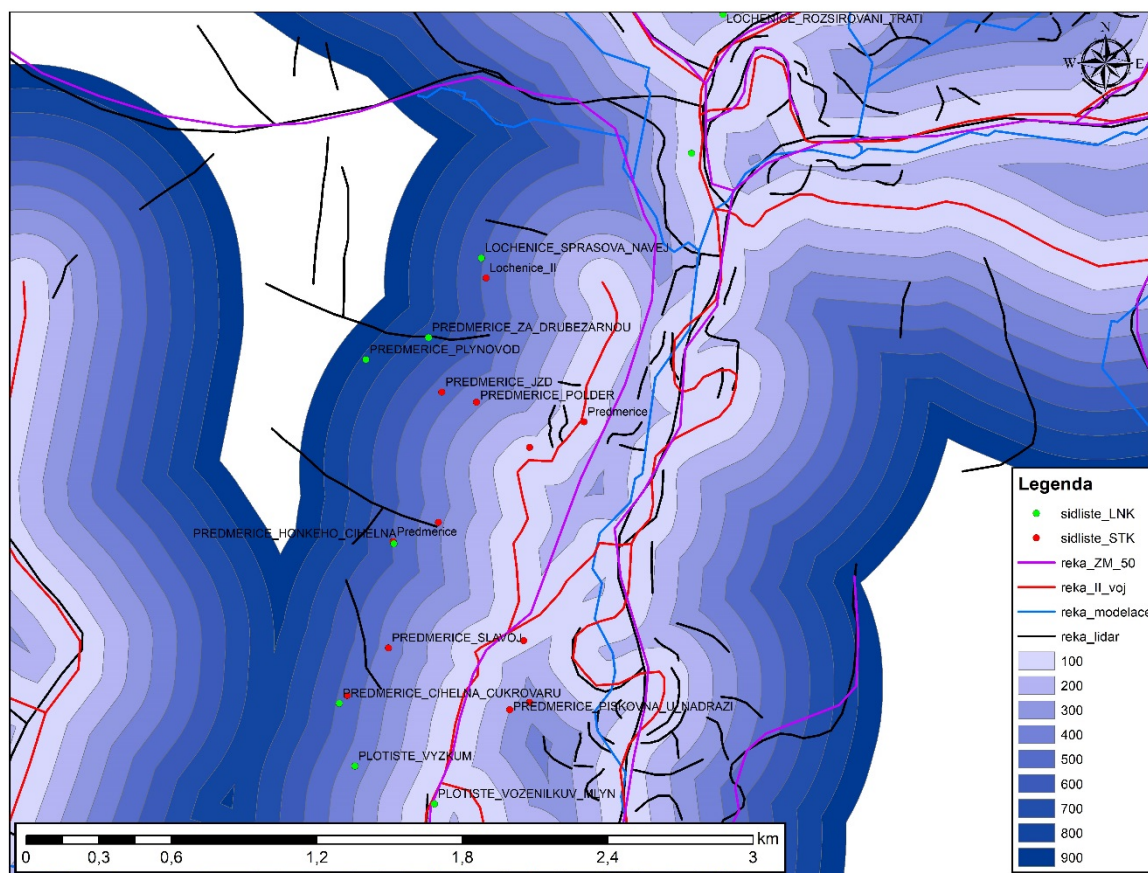
Jak již bylo zmíněno v kapitole 3. 4. 6, vztah k vodnímu toku, průměrná vzdálenost neolitických archeologických lokalit od vodního zdroje ve východních Čechách činí 332 m. Pokud se sídliště vyskytuje více než 1000 m od současného vodního toku, pravděpodobně využívalo dnes již neznámý vodní zdroj (Končelová 2005, 658–659). Vzdálenost od vodního toku je hodnocena na základě současné hydrologické sítě. Vytvořené výstupy však potvrzují hypotézu, že hydrologická síť byla v čase proměnlivá.

Při hodnocení sídelní strategie ve smyslu dostupnosti vodního zdroje k dané lokalitě je tedy potřeba provést analýzu vývoje zaniklé hydrologické sítě a tato zjištění kriticky aplikovat na danou lokalitu. Výsledky této diplomové práce ukazují, že v minulosti zhodnocená vzdálenost od vodního zdroje na určitých lokalitách mohla být mnohem menší. Příkladem je lokalita Předměřice-plynovod. Na (obr. č. 61) je znázorněn fialovou barvou liniový shapefile polohy současného vodního zdroje. Od tohoto shapefilu byl vytvořen vzdálenostní buffer o intervalu 100 metrů. Lokalita Předměřice – plynovod je podle tohoto znázornění více jak 1000 metrů od vodního toku, tedy se u této lokality předpokládá neznámý vodní zdroj.



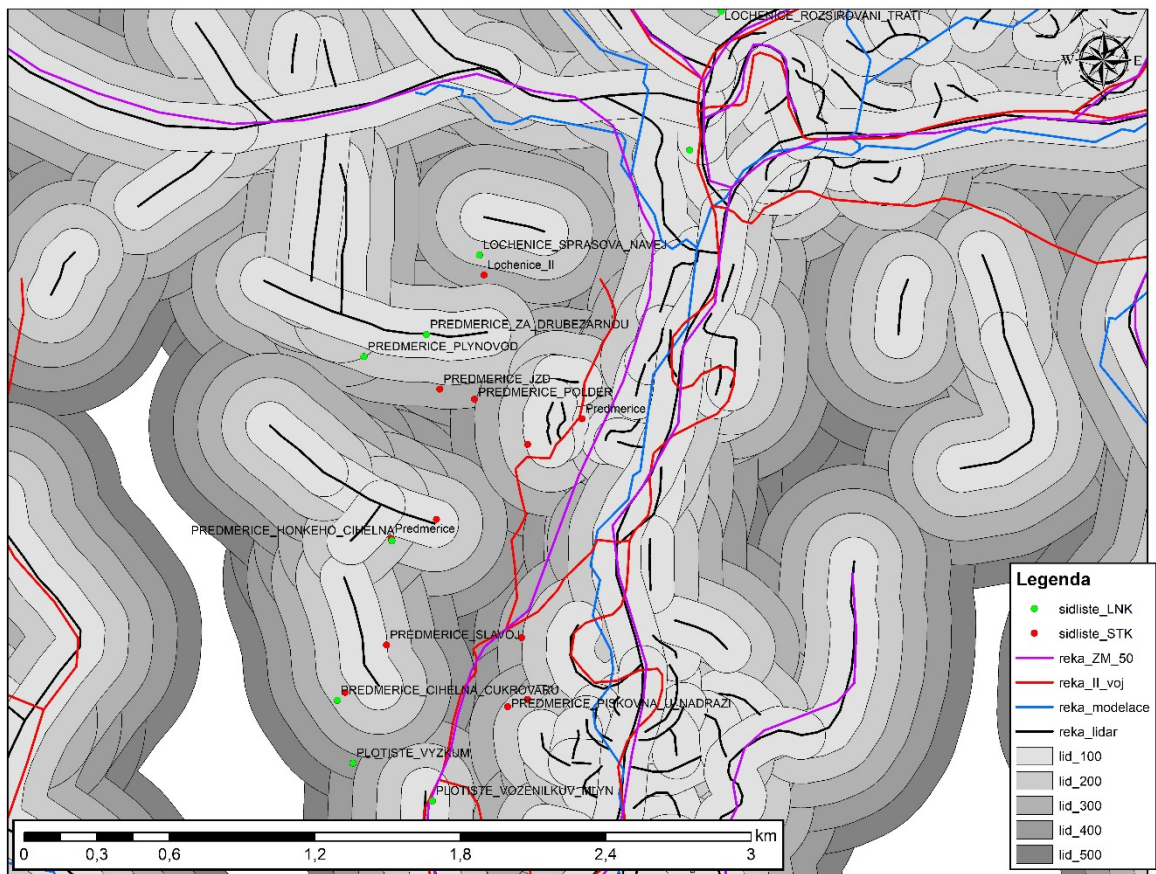
Obrázek 61: Detail rekonstruovaných říčních toků. Interval vzdáleností od řek dnešního umístění po 100 metrech.

Vytvořením bufferu z liniového shapefilu z podkladu řek II. vojenského mapování (obr. č. 62) je patrné, že příkladová lokalita je od vodního toku vzdálená již jen 800 metrů. Tento nejbližší vodní tok se na daném místě s jistotou vyskytoval před 170 lety, není však možné zjistit, jaká byla jeho poloha v období existence této neolitické lokality.



Obrázek 62: Detail rekonstruovaných říčních toků. Interval vzdáleností od řek II. vojenského mapování po 100 metrech.

Na obrázku (obr. č. 63), kde byl vytvořen liniový shapefile z WMS podkladu stínovaného modelu reliéfu je vytvořený buffer o intervalu 100 metrů. Příkladová lokalita Předměřice-plynovod je na tomto výstupu nejspíše vzdálená od vodního zdroje pouhých 120 metrů. Zda je však tento vodní zdroj současný s neolitickým sídlištěm, není možné bez enviromentálního výzkumu určit.



Obrázek 63: Detail rekonstruovaných říčních toků. Interval vzdáleností od řek podle dmr 5g po 100 metrech.

Závěr

Diplomová práce si kladla za cíl vytvořit metodiku rekonstrukce geomorfologické a hydrologické mapy pro potřeby budoucího studia a zpětné revize sídelních strategií v různých etapách dějin. Tato metodika byla částečně demonstrována na neolitickém osídlení v oblasti labského pravobřeží mezi Hradcem Králové a Jaroměří a v oblasti Kutnohorska.

Možné postupy rekonstrukcí vycházely z různých typů vstupních dat, které byly vzájemně prolínány a porovnávány. V této práci byla porovnávána data z geodetického měření, z WMS mapových podkladů, z historické kartografie a z digitálního modelu reliéfu o různé hustotě bodového mračna.

S použitím těchto rozdílných vstupních dat a za pomoci několika druhů možných funkcí bylo vytvořeno více rozličných výsledků. Zjistilo se, že druh vstupních dat a použitá funkce zásadní měrou ovlivňuje budoucí výsledek. Byl proto navrhnut postup, pro zmírnění nepřesností a chybovosti jak ve vstupních datech, tak i v použitých funkcích.

Řešení spočívá v získání co největšího množství nutnost získání co největšího množství rozdílných vstupních dat a informací o daném místě a vzájemně tyto informace prolnout. Výsledky je nutné dále podrobit mezioborové kritice. Popsaný postup se osvědčil při výzkumu na trase budoucí dálnice D35. Díky možnosti uskutečnění enviromentálního výzkumu, který proběhl pro potřeby této diplomové práce, tak byly potvrzeny zaniklé vodoteče detekované na základě pozorování souhrnu veškerých výše zmiňovaných metod

Dílčím cílem této diplomové práce, který úzce souvisí s tvorbou postupu rekonstrukce krajiny, byla kritika a zhodnocení datových podkladů a jejich možnosti uplatnění. Provedeno bylo pět kontrolních geodetických měření, které byly porovnány se škálou dostupných velkoformátových vstupních dat. Měření byla provedena v různých prostředích – volné prostranství, zástavba, vegetační porost. Pokus potvrdil, že nejpřesnějšími vstupními daty jsou body získané geodetickým naměřením. Přímé geodetické měření však nejde využít při tvorbě rekonstrukce velkých území. Výsledky ukázaly, že ostatní vstupní data nesou významnou odchylkou. Zkouškou bylo potvrzeno, že odchylka vzrůstá v nepřístupném a velmi profilovaném terénu. Chybovost se dále diametrálně navyšuje s použitím volně přístupných podkladů v porovnání s komerčními.

V případě potřeby modelace menších ploch je tedy nejvhodnější získat data geodetickým měřením. Při modelaci větších ploch se jako nejideálnější jeví zakoupení datových sad, například digitálního modelu reliéfu 5. generace.

Při vytváření postupů modelace reliéfu krajiny se významně osvědčilo porovnávání stavu současného reliéfu s podobou krajiny před 170 lety. Historické kartografické prameny byly využity jak při modelaci říční sítě, tak také při posuzování vývoje zástavby, kontinuálnosti lesů, vývoje zemědělské strategie. Díky tomuto postupu lze sledovat nivelační změny, které vznikají například erozí, akumulací, planýrkou, navážkou, scelováním polí a podobně. Je tedy možné selektovat části krajiny, které díky kontinuálnosti například lesního porostu nepodléhali skoro žádné nivelační či reliéfní proměně.

Výsledky této diplomové práce poukazují na vzrůstající potřebu zahrnout do archeologického zájmu nejen archeologické situace. Těmito situacemi jsou myšlené splachové vrstvy, zaniklá koryta řek, náplavy, vývraty stromů apod. Tyto stratigrafické kontexty nepřímou souvislostí s lidskou činností je nutné alespoň geodeticky zaměřit a popsat v kontextovém formuláři, v lepším případě tyto stratigrafické kontexty podrobit enviromentálnímu či geologickému posouzení. Nastolením dokumentačního standardu by bylo možné v budoucnu potvrdit či vyvrátit hydrologické prvky detekované výše navrhovanými metodami. Díky tomuto komplexnímu výzkumu bude možné zpřesňovat sídelní strategie pro různá období. Tyto enviromentální výsledky budou moci využít rovněž jiné vědní obory

Seznam použité literatury

- Adamec, M. – Březková, L. 2006: *Modelování vlivu land use na srážkoodtokové vztahy s podporou GIS*. In: J. Měkotová – O. Štěrba (eds.): *Říční krajina 4*. Sborník příspěvků z konference. Olomouc, 335–350.
- Anýž, R. – Končelová, M. 2006: *Pravěké osídlení krajiny východních Čech*. *Živá archeologie VII*, 25–33.
- Böhm, J. 1941: *Kronika objeveného věku*. Praha.
- Bouzek, J. 2005: *Klimatické změny ve středoevropském pravěku*. *Archeologické rozhledy LVII*, 493–528.
- Bouzek, J. 2011: *Pravěk českých zemí v Evropském kontextu*. Praha.
- Brůna, V. – Buchta, I. – Uhlířová, L. 2002: *Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny na mapách vojenského mapování*. Ústí nad Labem.
- Bryson, R. A. – Mc Enaney DeWall, K. (eds.) 2007: *Paleoclimatology Workbook. High Resolution, Site – Specific, Macrophysical Climate Modeling*. Hot Springs.
- Břízová, E. 2004: *Vývoj krajiny v českém středním Polabí v pozdním glaciálu a holocénu*. In: J. Měkotová – J. Štěrba (eds.): *Říční krajina*. Sborník příspěvků z konference. Olomouc, 12–21.
- Břízová, E. 2005: *Hodnocení ekologické stability nivy Labe v pozdním glaciálu a holocénu (pylová analýza)*. In: J. Měkotová – O. Štěrba (eds.): *Říční krajiny 3*. 3. ročník pracovní konference se zaměřením na problematiku řek a okolní krajiny. Olomouc, 16–25.
- Břízová, E. 2006: *Dynamika vývoje labské nivy u Staré Boleslavi*. In: J. Měkotová – O. Štěrba (eds.): *Říční krajina 4*. 4. ročník pracovní konference se zaměřením na problematiku řek a okolní krajiny. Olomouc, 19–25.
- Buchvaldek, M. – Zeman, J. et al. 1990: *Lochenice. Z archeologických výzkumů na katastru obce*. *Praehistorica XVI*. Praha.
- Burgert, P. 2012: *Sídliště kultury s vypíchanou keramikou v Jaroměři ve světle osídlení východních Čech v mladším neolitu*. Praha. Rkp. uložen na Univerzitě Karlově. FF.
- Čepický, J. – Klimánek, M. 2005: *Tvorba digitálního modelu krajiny v oblasti jihomoravského luhu*. In: J. Měkotová – O. Štěrba (eds.): *Říční krajina 3*. Sborník příspěvků z konference. Olomouc, 46–57.
- Demek, J. – Mackovčín, P. et al. 2006: *Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR*. Brno.
- Demek, J. et al. 1965: *Geomorfologie českých zemí*. Praha.
- Dreslerová, D. – Kočár, P. – Chuman, T. 2016: *Pravěké osídlení, půdy a zemědělské strategie*. *Archeologické rozhledy LXVIII*, 19–46.

- Dreslerová, D. – Pokorný, P. 2004: *Vývoj osídlení a struktury pravěké krajiny na středním Labi. Pokus o přímé srovnání archeologické a pyloanalytické evidence*. Archeologické rozhledy LVI, 739–162.
- Dreslerová, D. – Sádlo, J. 2000: *Les jako součást pravěké kulturní krajiny*. Archeologické rozhledy LII, 330–346.
- Dreslerová, D. 2005: *Klíma v pravěku – mýtus a skutečnost. Několik poznámek k článku Jana Bouzka*. Archeologické rozhledy LVII, 534–548.
- Dreslerová, D. 2010: *Klíma v holocénu a možnosti jeho poznání*. Živá archeologie XI, 18–21.
- Dreslerová, D. 2012: *Les v pravěké krajině II*. Archeologické rozhledy LXIV, 199–236.
- Faltysová, H. – Mackovčín, P. – Sedláček, M. (eds.) 2002: *Chráněná území ČR. Svazek V. Královéhradecko*. Praha.
- Filip, J. 1930: *Porost a podnebí Čech v pravěku*. Památky archeologické XXXVI, 169–188.
- Filip, J. 1948: *Pravěké Československo*. Praha.
- Gojda, M. 2000: *Archeologie krajiny. Vývoj archetypů kulturní krajiny*. Praha.
- Holý, M. 1994: *Eroze a životní prostředí*. Praha.
- Chlupáč, I. et al. 2011: *Geologická minulost České republiky*. Praha.
- Kalferst, J. – Vávra, M. 1998: *Neolitický kruhový příkop v Holohlavech, okr. Hradec Králové*. In: Otázky neolitu a eneolitu našich zemí. Turnov – Hradec Králové, 75–83.
- Kemp, K. K. 2008: *Encyklopedia of Geographic informatik science*. SAGE Publications.
- Klápště, J. – Březák, J. 1983: *Zpráva o rekonstrukční geomorfologické a hydrologické mapě Mostecká*. Archaeologica Historica 8/83, 399–403.
- Klimánek, M. 2006: *Digitální model terénu*. Brno.
- Kolejka, J. 2003: *Modely říční krajiny*. In: J. Měkotová – O. Štěrba (eds.): Říční krajina. Sborník příspěvků z konference. Olomouc, 187–194.
- Končelová, M. 2005: *Struktura osídlení lidu s lineární keramikou ve východních Čechách*. Archeologické rozhledy LVII, 651–706.
- Končelová, M. 2013: *Neolitická sídelní aglomerace v prostoru dnešního Kolína*. Praha. Rkp. uložen na Univerzitě Karlově. FF.
- Konečný, M. 2008: *Geografické informační systémy*. In: J. Macháček (ed.): Počítačová podpora v archeologii. Brno, 127–144.

- Kuna, M. et al. 2004: *Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody, cíle*. Praha.
- Lieskovský, T. – Faixová Chalachanová, J. et al. 2015: *Archeologické predikčné modelovanie z pohľadu geoinformatiky. Metódy a princípy*. Bratislava.
- Macháček, J. 2008: *Metoda základního zpracování archeologických vědeckých dat s pomocí počítačové podpory*. In: J. Macháček (ed.): *Počítačová podpora v archeologii*. Brno, 33–46.
- Matoušková, M. 2004: *Antropogenní transformace říční sítě*. In: J. Měkotová – O. Štěrba (eds.): *Říční krajina*. Sborník z konference. Olomouc 168–177.
- Mitášová, L. – Mitášová, H. 1999: *Spatial Interpolation*. In: P. Longley, P. et al. (eds.): *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications*. New York, 481–492.
- Neustupný, E. 1984: *Archeologická prospekce s využitím pravděpodobnostních metod. Výzkumy v Čechách. Supplementum. Nové prospekční metody v archeologii*, 105–127.
- Neustupný, E. 1986: *Sídelní areály pravěkých zemědělců*. *Archeologické rozhledy XXXVIII*, 525–549.
- Pavlu, I. – Rulf, J. – Zápotocká, M. 1986: *These on the Neolithic site of Bylany*. *Památky archeologické LXXVII*, 288–412.
- Pavlu, I. – Zápotocká, M. 2007: *Archeologie pravěkých Čech*. Svazek 3. Neolit. Praha.
- Pavlu, I. 2001: *Vývoj neolitického osídlení v mikroregionu Bylan*. In: I. Cheben – I. Kuzma (eds.): *Otázky neolitu a eneolitu našich krajín*. Nitra, 251–258.
- Peške, M. – Rulf, J. – Slavíková, J. 1998: *Bylany-ekodata. Specifikace nálezů kostí a rostlinných makrozbytků*. In: I. Pavlu (ed.): *Bylany Varia 1*. Praha, 83–118.
- Píč, J. L. 1899: *Starožitnosti země České. Čechy předhistorické*. Praha.
- Pleiner et al. 1978: *Pravěké dějiny Čech*. Praha.
- Podborský, V. 1993: *Pravěké dějiny Moravy*. Brno.
- Pokorný, P. 2011: *Neklidné časy. Kapitoly ze společných dějin přírody a lidí*. Praha.
- Rulf, J. 1979. *K relativní hustotě osídlení Čech v neolitu a eneolitu*. *Archeologické rozhledy XXXI*, 176–191.
- Rulf, J. 1983: *Přírodní prostředí a kultury českého neolitu a eneolitu*. *Památky archeologické LXXIV*, 35–39.
- Sádlo, J. et al 2005: *Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí*. Praha.
- Semotanová, E. 1994: *Kartografie v historické práci*. Praha.

- Semotanová, E. 2001: *Mapy Čech, Moravy a Slezska v zrcadle staletí*. Praha.
- Soudský, B. 1966: *Bylany, osada nejstarších zemědělců z mladší doby kamenné*. Praha.
- Stocký, A. *Pravěk země české. Díl I. Věk kamenný*. Praha.
- Šarapatka, B. – Dlapa, P. – Bedrna, Z. 2002: *Kvalita a degradace půdy*. Olomouc.
- Šarapatka, B. – Prax, A. – Vácha, R. 2003: *Půdní poměry v nivách řek a jejich ovlivnění zásahy člověka*. In: J. Měkotová – O. Štěrbá: *Říční krajina*. 1. ročník pracovní konference se zaměřením na problematiku řek a okolní krajiny. Olomouc, 44–53.
- Šulecová, L. 2004: *Struktura osídlení východních Čech v období vypíchané keramiky*. Hradec Králové. Rkp. uložen na Univerzitě Hradec Králové. FF.
- Thér, R. 2008: *Využití GIS pro zpracování a publikaci plošných archeologických výzkumů: Příklad neolitického sídliště v Mohelnici u Zábřeha*. In: J. Macháček (ed.): *Počítačová podpora v archeologii 2*. Brno – Praha - Plzeň, 127–141.
- Unucka, J. – Adamec, M. 2007: *Modelování vlivu land use na erozní procesy s podporou GIS*. In: J. Měkotová – O. Štěrbá (eds.): *Říční krajina 5*. Sborník příspěvků z konference. Olomouc, 331–340.
- Unucka, J. – Říhová, V. 2008: *Modelování kvartérních fluvialních procesů s využitím GIS*. In: J. Měkotová – O. Štěrbá (eds.): *Říční krajina 6*. Sborník příspěvků z konference. Olomouc, 177–186.
- Vokolek, V. 1993: *Počátky osídlení východních Čech*. Hradec Králové.
- Voženílek, V. et al. 2001: *Integrace GPS/GIS v geomorfologickém výzkumu*. Olomouc.
- Zápotocká, M. 2009: *Neolitické sídelní regiony v Čechách (CA 5300–4400 př. Kr.). Region Litoměřicko*. Praha.
- Zelená, P. 2010: *Neolitické osídlení horního Polabí*. Brno. Rkp. uložen na Masarykově univerzitě. FF.
- Zlínský, P. 2005: *Zaniklá delta řeky Třebůvky – pokus o její rekonstrukci pomocí starých map a kronikářských záznamů*. In: J. Měkotová – O. Štěrbá (eds.): *Říční krajina 3*. Sborník příspěvků z konference. Olomouc, 386–394.
- Žížala, D. – Krása, J. et al. 2016: *Monitoring erozního poškození půd v ČR nástroji dálkového průzkumu Země*. Praha.

Seznam použitých elektronických zdrojů

ČÚZK - Úvod. ČÚZK - Úvod [online]. Copyright © [cit. 24.04.2019]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/>

Geoportál ČÚZK [online]. Copyright © [cit. 24.04.2019]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(k0i0b2mhrugrnzszjggqtmch\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311](https://geoportal.cuzk.cz/(S(k0i0b2mhrugrnzszjggqtmch))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wms.verejne&text=WMS.verejne.uvod&head_tab=sekce-03-gp&menu=311)

European environment Agency [online]. Copyright © [cit. 24.04.2019]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem>

Seznam použitých zkratek

3D – trojrozměrný

apod. – a podobně

cm – centimetr

CUZK – Český úřad zeměměřičský a katastrální

CZ – Czech Republic

č. – číslo

č. j. – číslo jednotky

DPI – Body na palec

ESRI - Environmental System Research Institute

GIS – geografický informační systém

GPS - Global Position System (globální triangulační systém)

http - HyperText Transfer Protocol

m – metr

m² - metr čtverečný

png - Portable Network Graphics

př. n. l. – před naším letopočtem

Shp – Shapefile

JTSK - Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

TIFF - Tagged Image Format File

TIN - Triangular Irregular Network

Tzv. – takzvaný

UDS – univerzální dokončovací stroj

VČM - Východočeské muzeum Pardubice

Viz – odkaz na další stránku

www - World Wide Web

Seznam obrázků

Obr. 1: Rozsah modelovaného území (Královéhradecký kraj, Pardubický kraj, Středočeský kraj - část, Liberecký kraj – část). Modelace říční sítě procházející zájmovými regiony.

Obr. 2: Model hydrologické sítě a rastr vytvořený z Eudem dem

Obr. 3: Vymodelovaná hydrologická síť na podkladu ZM 50

Obr. 4: Oblast Kutnohorska (fialová linie = řeky podle ZM 50)

Obr. 5: Oblast Královéhradecka (fialová linie = řeky podle ZM 50)

Obr. 6: Oblast Královéhradecka - rekonstrukce hydrologické sítě (červené linie = II. vojenského mapování)

Obr. 7: Oblast Kutnohorska - rekonstrukce hydrologické sítě (černá linie = lidar, červená linie = II. vojenské mapování, fialové linie = ZM 50)

Obr. 8: Vrstevnicový model reliéfu vytvořený z rastru Eudem dem.

Získané hodnoty GRID 10x10m zobrazené v ArcScene

Obr. 9: Export vrstevnicového liniového modelu do shapefilu bodového.

Obr. 10: Trianglový model reliéfu Jaroměř – Hradec Králové. Rekonstrukční hydrologické shapefilu vyhotovené z podkladu II. vojenského mapování, ZM 50 – základní mapy 1:50 000, z modelace z Eudem dem a z lidaru 5. generace.

Obr. 11: Promítnutí WMS serveru pro podklad hydrologie – lidarová data. Viditelné terénní deprese pro potřeby vyhodnocování.

Obr. 12: Promítnutí WMS serveru pro podklad hydrologie – lidarová data. Viditelné terénní deprese pro potřeby vyhodnocování.

Obr. 13: Kompletní rekonstrukce hydrologie a zaniklých koryt v regionu Hradec Králové – Jaroměř.

Obr. 14: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vytyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí stínovaného modelu reliéfu

Obr. 15: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vytyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí vegetačních změn viditelných na ortofotu.

Obr. 16: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vytyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí modelu případných povodňových stavů.

Obr. 17: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vytyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí stínovaného modelu reliéfu odlišné škály.

Obr. 18: Podklad enviromentálního výzkumu v Opatovicích nad Labem s vytyčenými sondami aplikovanými na terénní deprese a vegetační změny. Indikace zaniklých koryt pomocí svažitosti terénu.

Obr. 19: Vyobrazení rekonstrukce hydrologické sítě (Jaroměř – Hradec Králové)

Obr. 20: Hydrologická síť ZM 10, vojenské mapování, modelace, lidar na WMS podkladu svažitosti terénu.

Obr. 21: Trianglový model krajiny tin a vyhotovený rekonstrukční buffer v nivě Labe.

Obr. 22: Rekonstrukční buffer v nivě Labe s podkladem geologického podloží.

Obr. 23: Průnik tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (stoletá povodeň)

Obr. 24: Rekonstrukční bafr s upraveným bodovým shapefilem.

Obr. 25: Průnik tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (dvacetiletá povodeň)

Obr. 26: Trianglový model reliéfu porovnání s povodňovými aktivitami (pětiletá povodeň)

Obr. 27: Tabulka geodetického měření na lokalitě v Králíkách.

Obr. 28: Vyobrazení geodetického měření (žlutě) v mračně bodů na podkladu ortofota (volné prostranství – louka/pole).

Obr. 29: Geodetické měření (žlutě) vyobrazené v ArcScene s vrstvou lidarového mračna bodů a tin.

Obr. 30: Šikmé vyobrazení porovnání bodových sad (žlutě znázorněno geodetické měření vs. lidarové mračno bodů)

Obr. 31: Vyobrazení odchylky geodetického měření (žlutě) a lidarového mračna bodů.

Obr. 32: Vyobrazení průniku dvou tin vytvořených z lidarového mračna bodů a geodetického měření.

Obr. 33: Tabulka geodetického měření na lokalitě Uhersko – letohrádek

Neulust.

Obr. 34: Vyobrazení geodetického měření v mračně bodů na podkladu ortofota (vegetace - les).

Obr. 35: Geodetické měření (žlutě) vyobrazené v ArcScene s vrstvou lidarového mračna bodů a tin.

Obr. 36: Vyobrazení odchylky geodetického měření (žlutě) a lidarového mračna bodů.

Obr. 37: Geodetické měření (žlutě) vyobrazené v ArcScene s vrstvou lidarového mračna bodů a tin.

Obr. 38: Vyobrazení odchylky geodetického měření (žlutě) a lidarového mračna bodů.

Obr. 39: Vyobrazení geodetického měření (žlutě) v mračně bodů na podkladu ortofota (zástavba).

Obr. 40: Vyobrazení odchylky geodetického měření (žlutě) a lidarového mračna bodů.

Obr. 41: Vyobrazení geodetického měření (žlutě) v mračnu bodů na podkladu ZM 10 (volné prostranství a vegetační pokryv).

Obr. 42: Vyobrazení dávek geodetického měření (žlutě) na podkladu tin a ZM 10.

Obr. 43: Geodetické měření (modře) vyobrazené v ArcScene s vrstvou lidarového mračna bodů a tin.

Obr. 44: Vyobrazení odchylky geodetického měření (modře) a lidarového mračna bodů (volné prostranství).

Obr. 45: Vyobrazení odchylky geodetického měření (modře) a lidarového mračna bodů (vegetační pokryv).

Obr. 46: Vyobrazení průniku trianglového modelu vyhotoveného z bodových dat lidarů 5. generace a použitých dat Eudem dem (vyobrazeno v prostředí ArcScene).

Obr. 47: Cilindrové zobrazení různých druhů interpolací ze stejných vstupních dat (od vrchu - bodový shapefile lidarů 5. generace, spline, kriging, IDW).

Obr. 48: Průnik interpolací spline, kriging, IDW. Každá vrstva má pro lepší vyobrazení jednu barvu.

Obr. 49: Georeferencovaný podklad stabilního katastru na podkladu ZM 10.

Obr. 50: Georeferencovaný podklad stabilního katastru na podkladu ZM 10.

Obr. 51: Georeferencovaný letecký vojenský snímek z roku 1937 na podkladu ortofota.

Obr. 52: Georeferencovaný letecký vojenský snímek z roku 1962 na podkladu ortofota.

Obr. 53: Rekonstrukce změny krajiny podle kartografických pramenů (II. vojenské mapování).

Obr. 54: Tabulka vyhodnocení geodetického měření vs. dmr5g. Vyhodnocení formou grafů.

Obr. 55: Vyobrazení průniku trianglového modelu vyhotoveného z bodových dat lidarů 5. generace a použitých dat Eudem dem (vyobrazeno v prostředí ArcScene). Na vyobrazení spodních hran byla zvýšena průhlednost.

Obr. 56: Model reliéfu vyhotoveného z lidarů 5. generace a Eudem dem. Ve spodní části je znatelná nižší profilace terénu.

Obr. 57: Porovnání geodetického měření na Chlumu a tin vyhotovený z Eudem dem. Odchyšky jsou v rámci metrů.

Obr. 58: Vyselektované polygony podle kartografického podkladu II. vojenského mapování a dnešního pokladu. Region: Kutnohorsko

Obr. 59: Vyselektované polygony podle kartografického podkladu II. vojenského mapování a dnešního pokladu. Region: Královéhradecko

Obr. 60: Vyhodnocující tabulka vývoje struktury krajiny od II. vojenského mapování do dnešního stavu. Horní tabulka - oblast Kutnohorska, Spodní tabulka - oblast pravobřeží Jaroměř - Hradec Králové

Obr. 61: Detail rekonstruovaných říčních toků. Interval vzdáleností od řek dnešního umístění po 100m

Obr. 62: Detail rekonstruovaných říčních toků. Interval vzdáleností od řek II. vojenského mapování po 100m.

Obr. 63: Detail rekonstruovaných říčních toků. Interval vzdáleností od řek podle dmr 5g po 100m

Seznam příloh

Příloha 1: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska Šedý podklad znázorňuje polygon propočtu.

Příloha 2: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska Porovnání plochy zástavby.

Příloha 3: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska. Porovnání vodních ploch.

Příloha 4: Vyobrazení stavu krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10. Oblast Jaroměř - Hradec Králové.

Příloha 5: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska. Porovnání vegetačních porostů - les.

Příloha 6: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska. Porovnání luk.

Příloha 7: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání řečišť.

Příloha 8: Vyobrazení oblasti Kutnohorska - škála nadmořské výšky, sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 a 10

Příloha 9: Vyobrazení oblasti Hradec Králové - Jaroměř - sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 a 10, hydrologická modelace

Příloha 10: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové - škála nadmořské výšky, sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 a 10 a modelace hydrologie

Příloha 11: Vyobrazení oblasti Kutnohorska sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 a 10 a modelace hydrologie

Příloha 12: Vyobrazení oblasti Kutnohorska sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 a 10 a modelace hydrologie. Podkladová mapa TIN.

Příloha 13: Vyobrazení oblasti Kutnohorska. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků z dmr5g. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.

Příloha 14: Vyobrazení oblasti Kutnohorska. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků dnešního stav. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.

Příloha 15: Vyobrazení oblasti Kutnohorska. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků II. vojenského mapování. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.

Příloha 16: Vyobrazení oblasti Kutnohorska. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků hydrologické modelace. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.

Příloha 17: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků z dmr5g. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště. Mapový podklad ZM 50.

Příloha 18: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků II. vojenského mapování. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.

Příloha 19: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků současného stavu. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.

Příloha 20: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků hydrologické modelace. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.

Příloha 21: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání zástavby.

Příloha 22: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání lesů.

Příloha 23: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání vodních prvků.

Příloha 24: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání luk.

Příloha 25: Příloha: Vyobrazení stavu krajinných prvků z podkladu II. vojenského mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové.

Příloha 26: Vyobrazení vymodelovaného reliéfu v tin s vrstevnicemi. Žlutý polygon zobrazuje buffer rozsahu rekonstruovaných hydrologických sítí připravený pro modelaci a dopočítání akumulčních změn. Vně žlutého polygonu je vyselektovaný bodový shapefile pro výpočet změn hodnot Z.

Příloha 27: Vyobrazení modelu hydrologických prvků na geologickém podkladu. Žlutý polygon zobrazuje buffer rozsahu rekonstruovaných hydrologických sítí připravený pro modelaci a dopočítání akumulčních změn.

Příloha 28: Vyobrazení vymodelovaného reliéfu v tin.. Žlutý polygon zobrazuje buffer rozsahu rekonstruovaných hydrologických sítí připravený pro modelaci a dopočítání akumulčních změn.

Příloha 29: Vyobrazení vymodelovaného reliéfu v tin. Žlutý polygon zobrazuje buffer rozsahu rekonstruovaných hydrologických sítí připravený pro modelaci a dopočítání akumulčních změn. Vně žlutého polygonu je vyselektovaný bodový shapefile pro výpočet změn hodnot Z.

Příloha 30: Model reliéfu Tin s vyobrazenou rekonstrukcí hydrologických prvků. Oblast Jaroměř - Hradec Králové.

Příloha 31: Model reliéfu Tin s vyobrazenou rekonstrukcí hydrologických prvků. Oblast Kutnohorsko

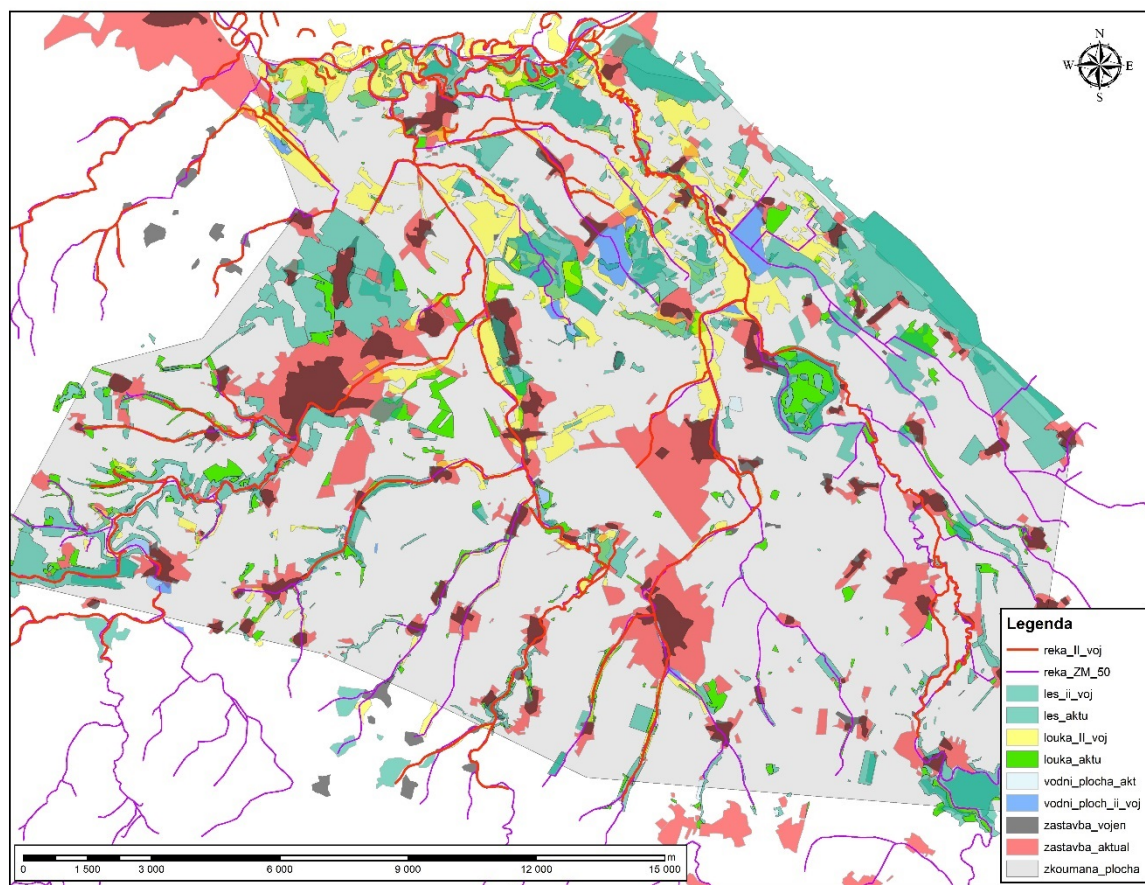
Příloha 32: Model reliéfu Tin s vyobrazenou rekonstrukcí hydrologických prvků. Oblast Kutnohorsko

Příloha 33: Vyobrazení modelu Tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (pětiletá)

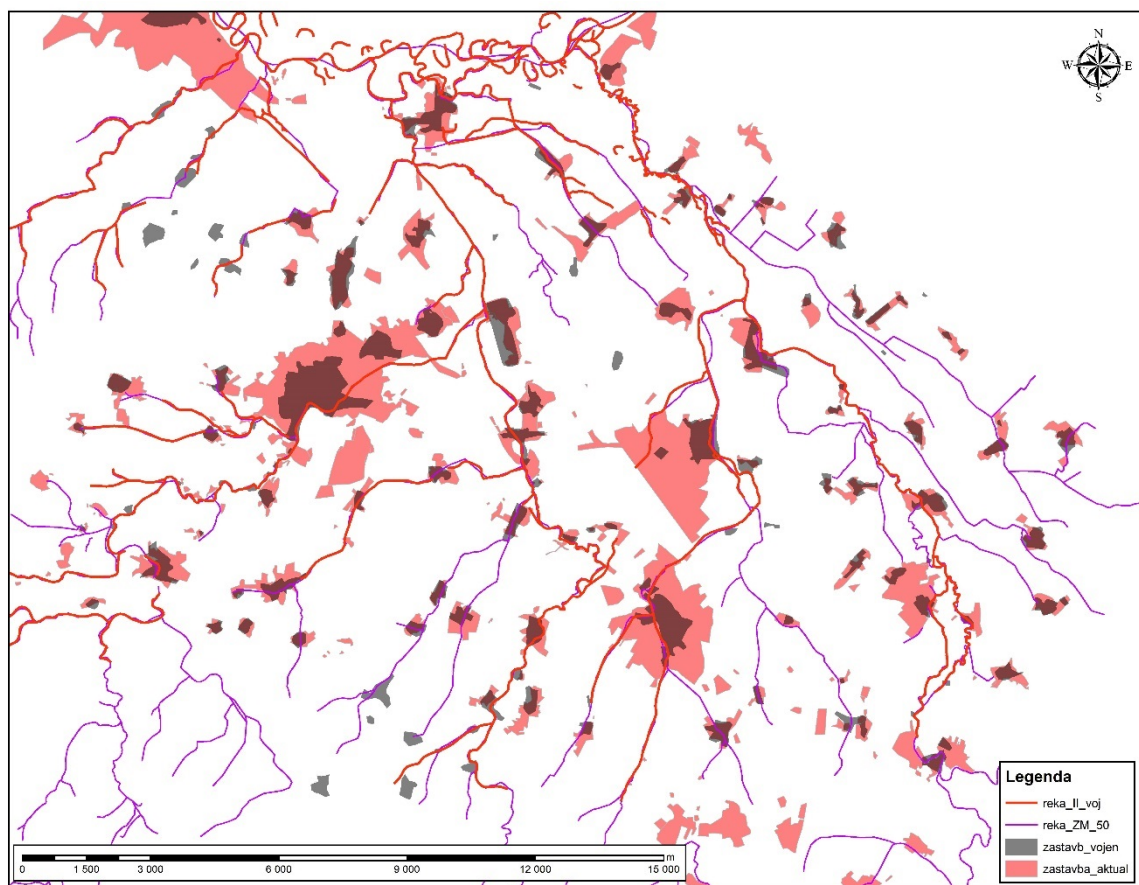
Příloha 34: Vyobrazení modelu Tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (padesátiletá)

Příloha 35: Vyobrazení modelu Tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (stoletá)

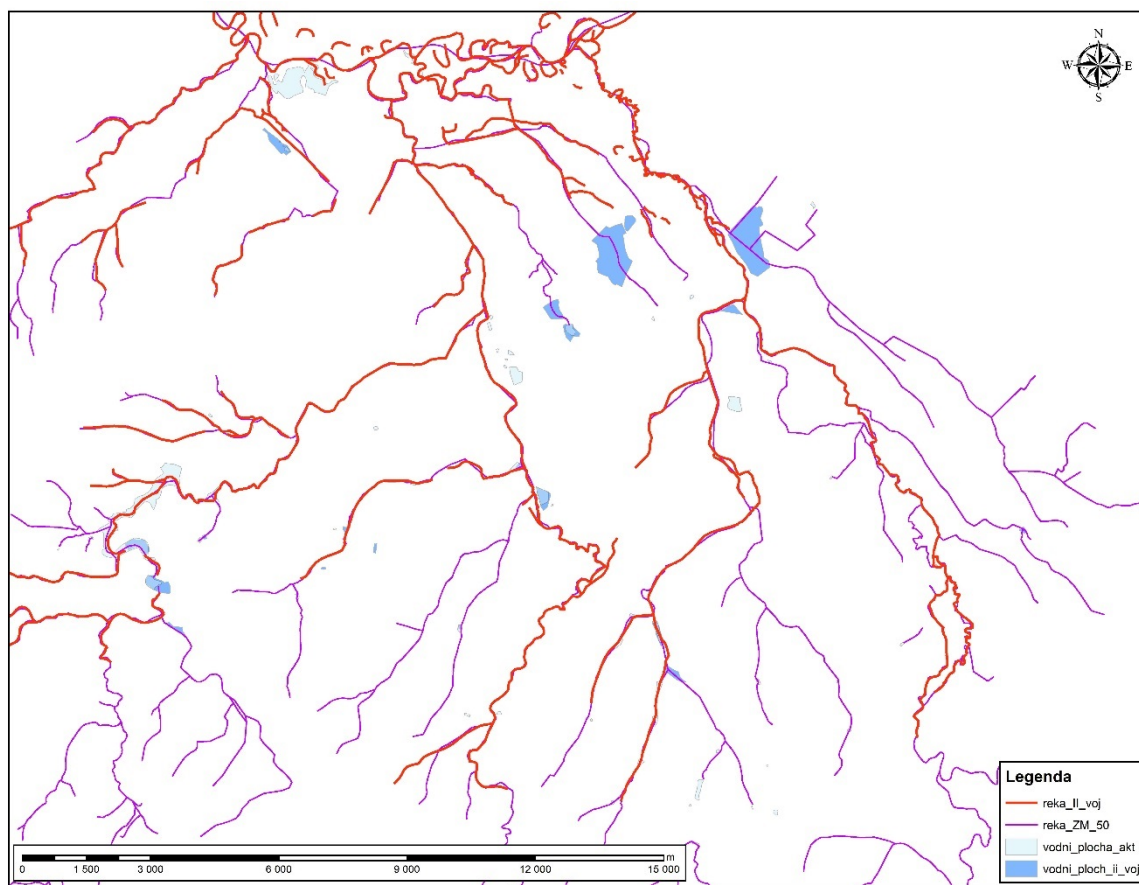
Příloha 1: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska. Šedý podklad znázorňuje polygon propočtu.



Příloha 2: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska. Porovnání plochy zástavby.

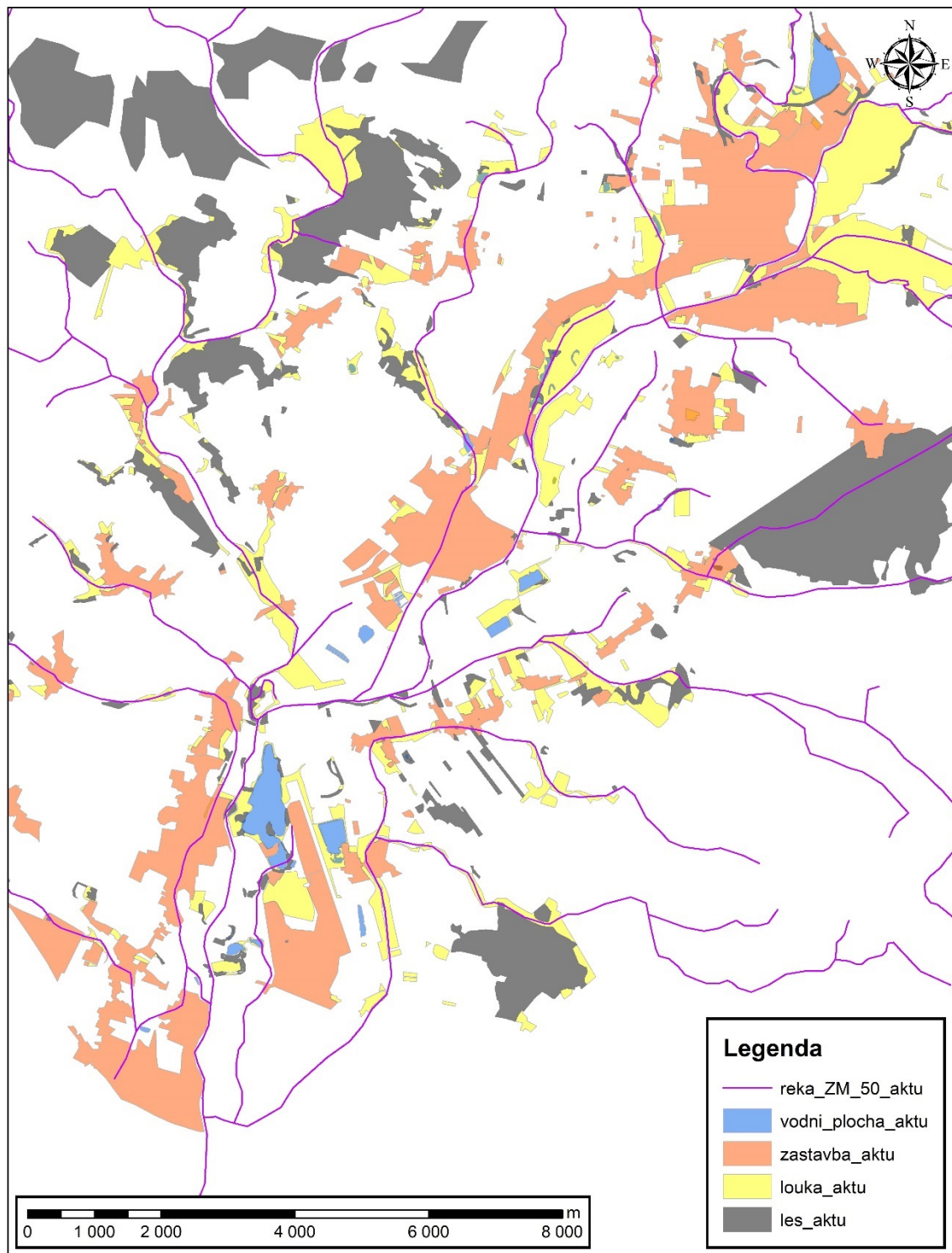


Příloha 3: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska. Porovnání vodních ploch.

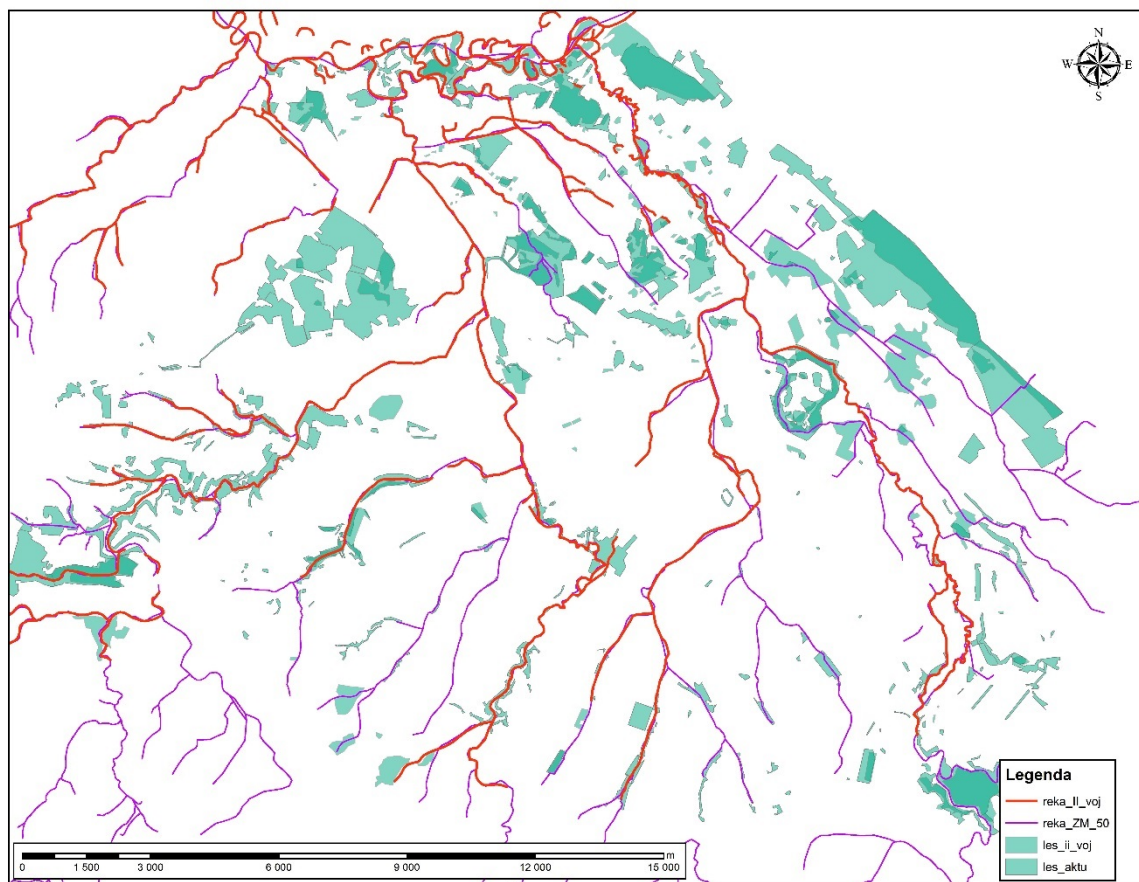


Příloha 4: Vyobrazení stavu krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10.

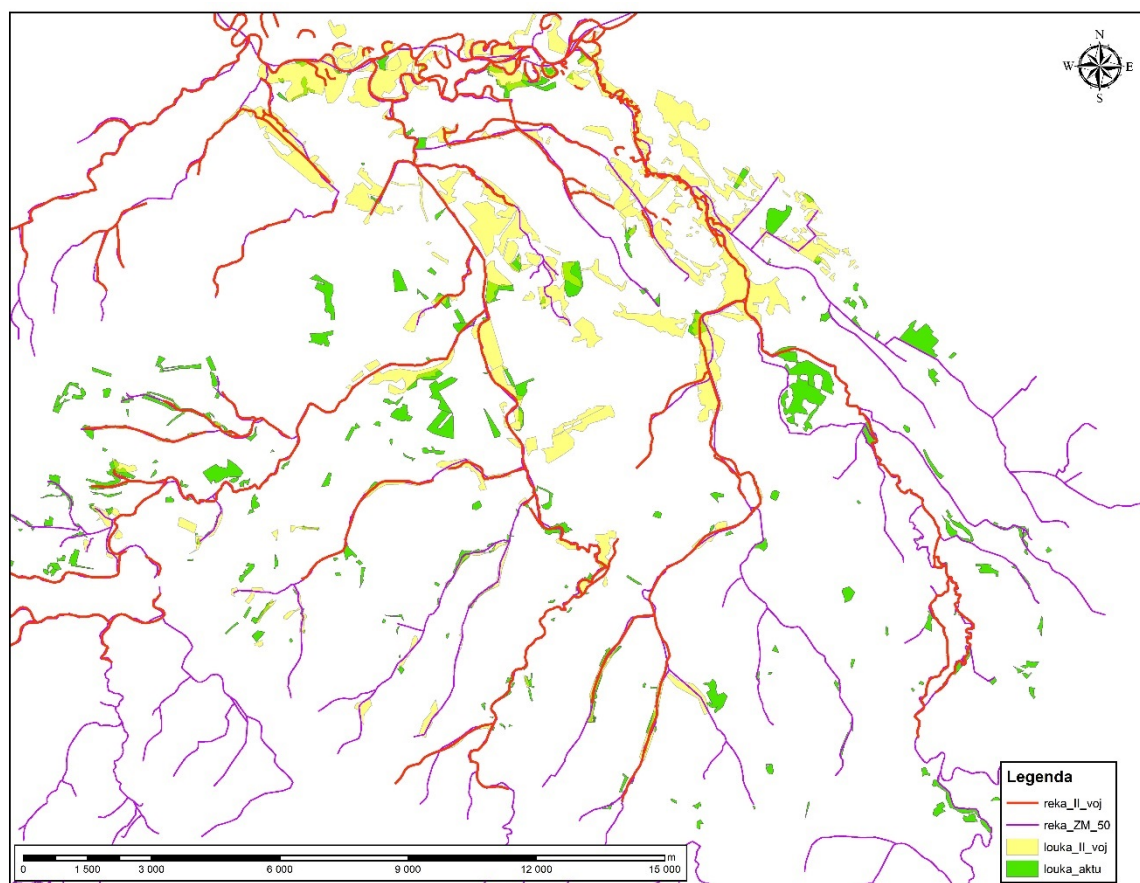
Oblast Jaroměř - Hradec Králové.



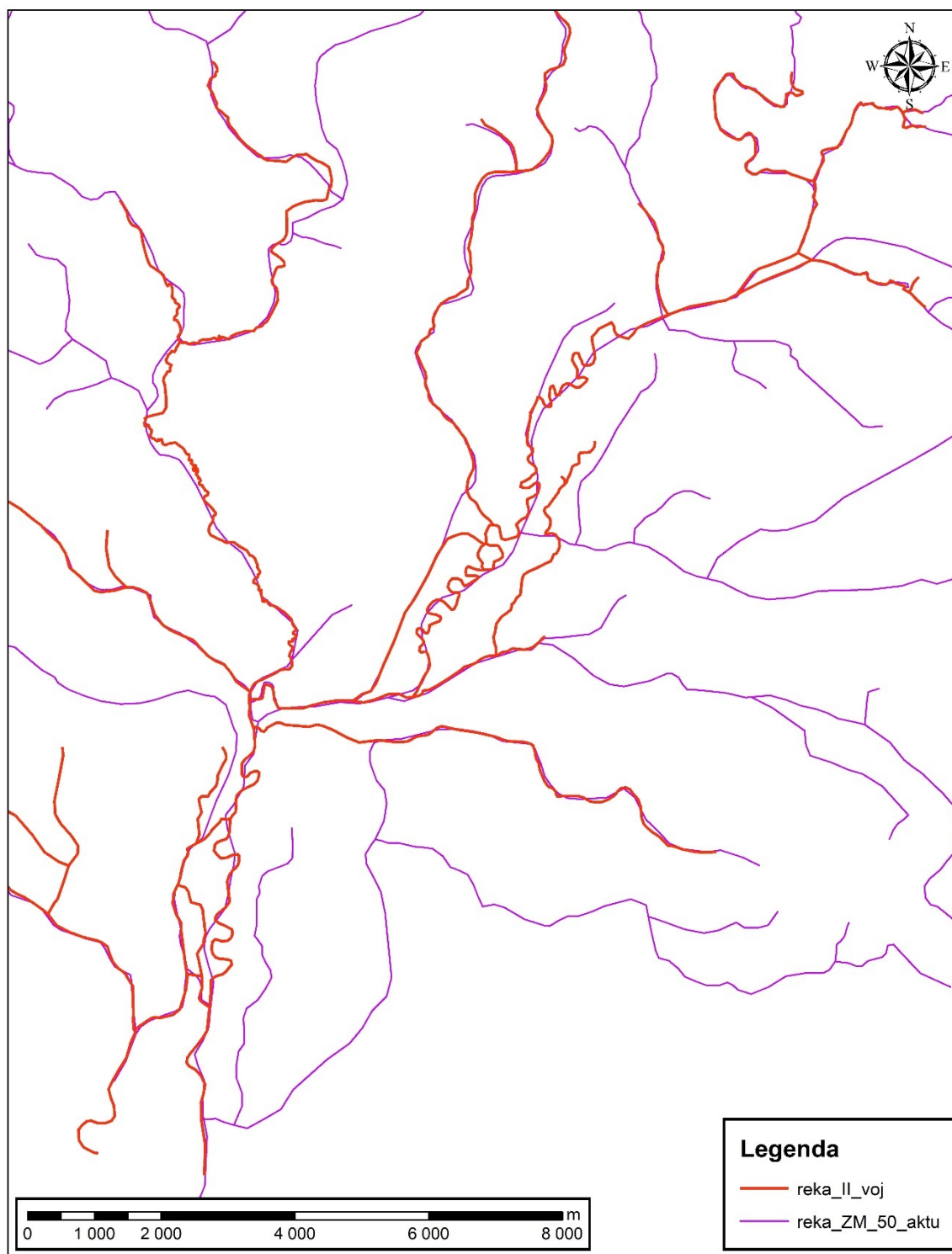
Příloha 5: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska. Porovnání vegetačních porostů - les.



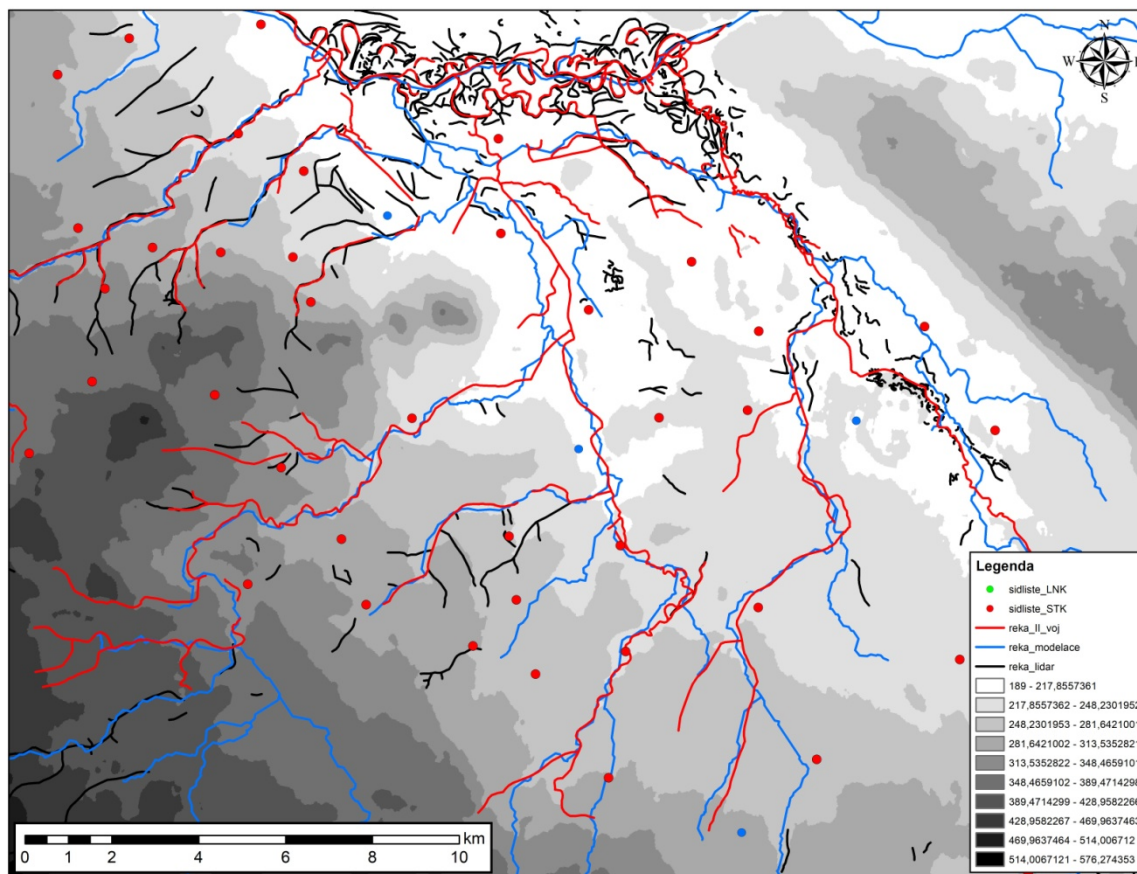
Příloha 6: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Kutnohorska. Porovnání luk.



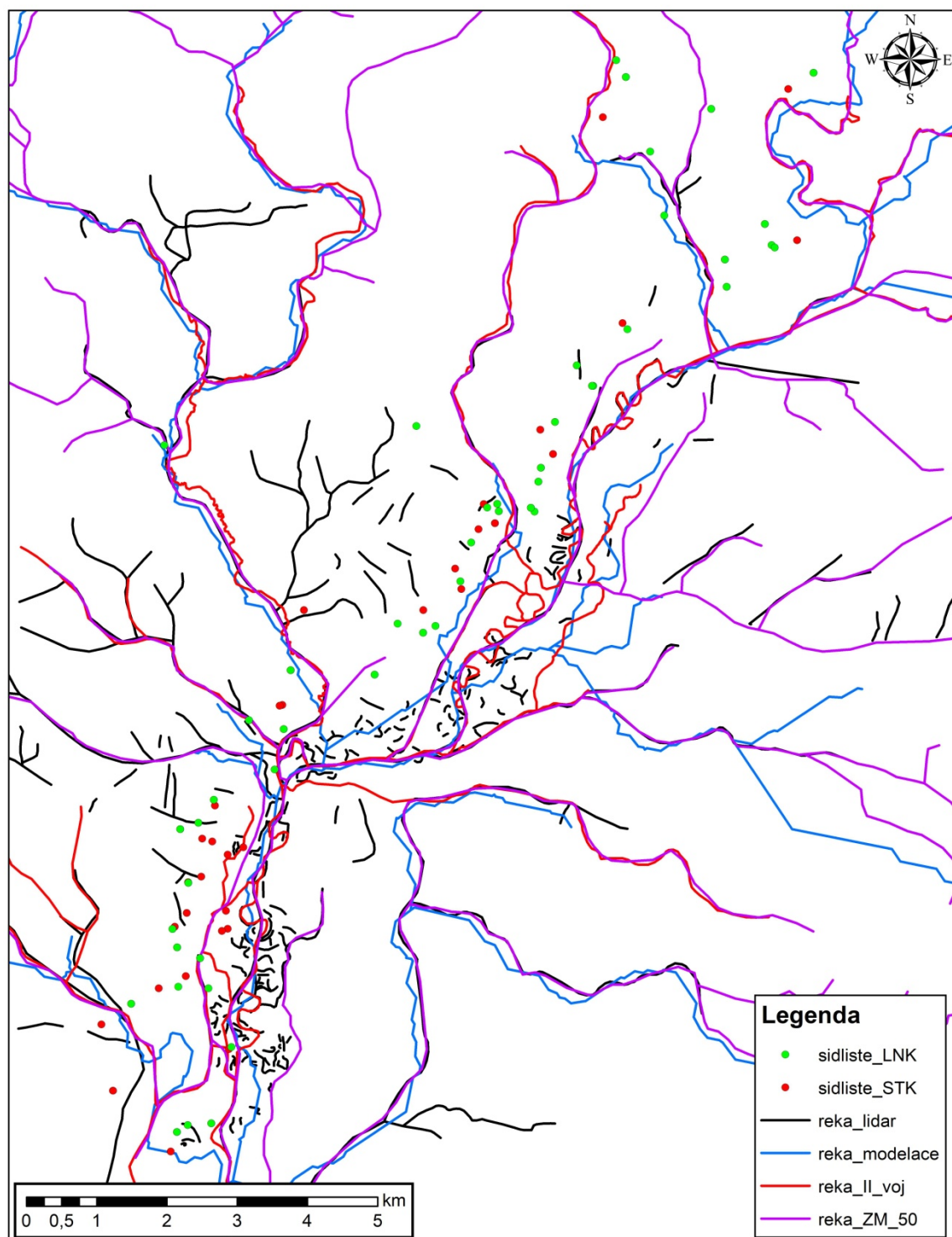
Příloha 7: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání řečišť.



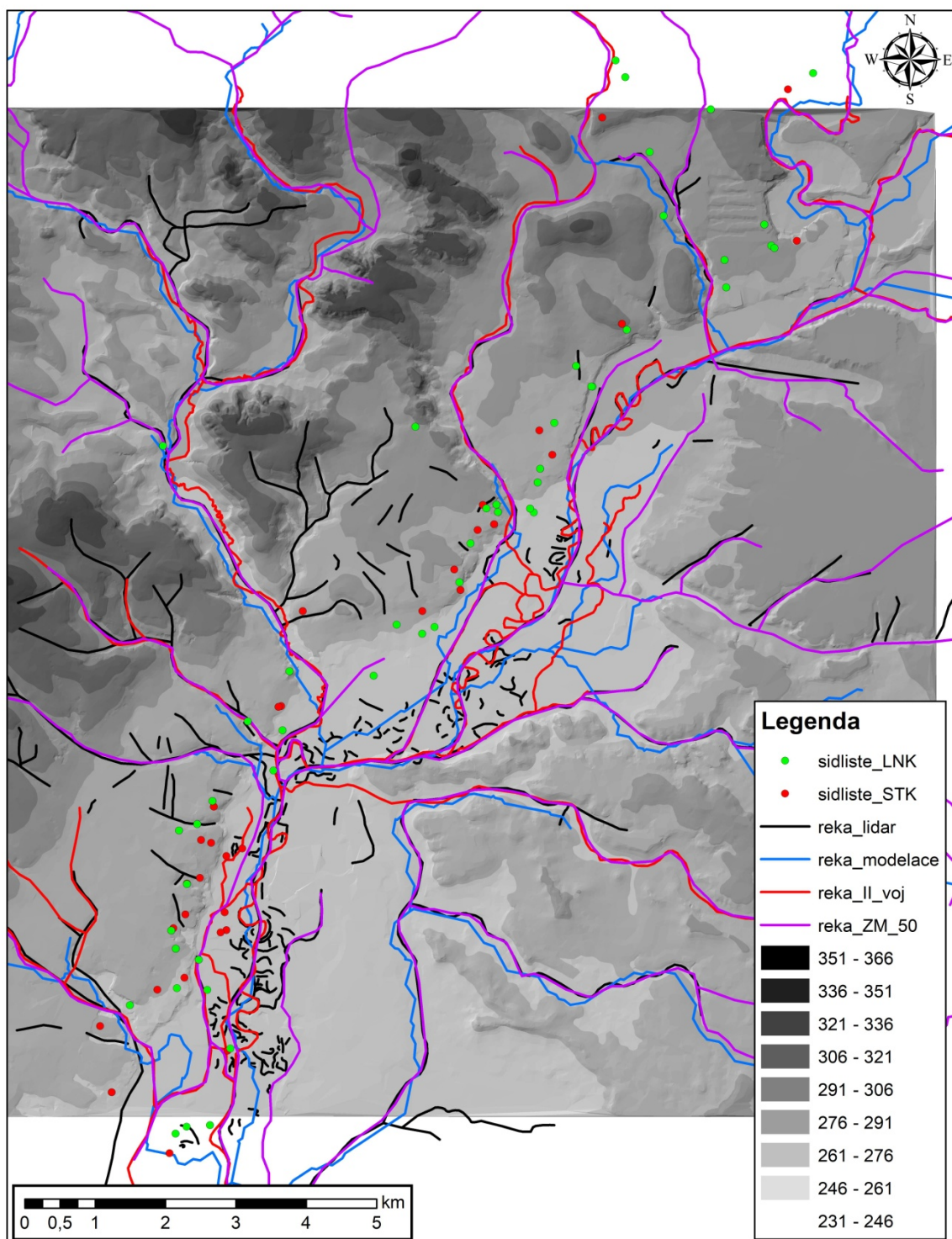
Příloha 8: Vyobrazení oblasti Kutnohorska - škála nadmořské výšky, sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 a 10.



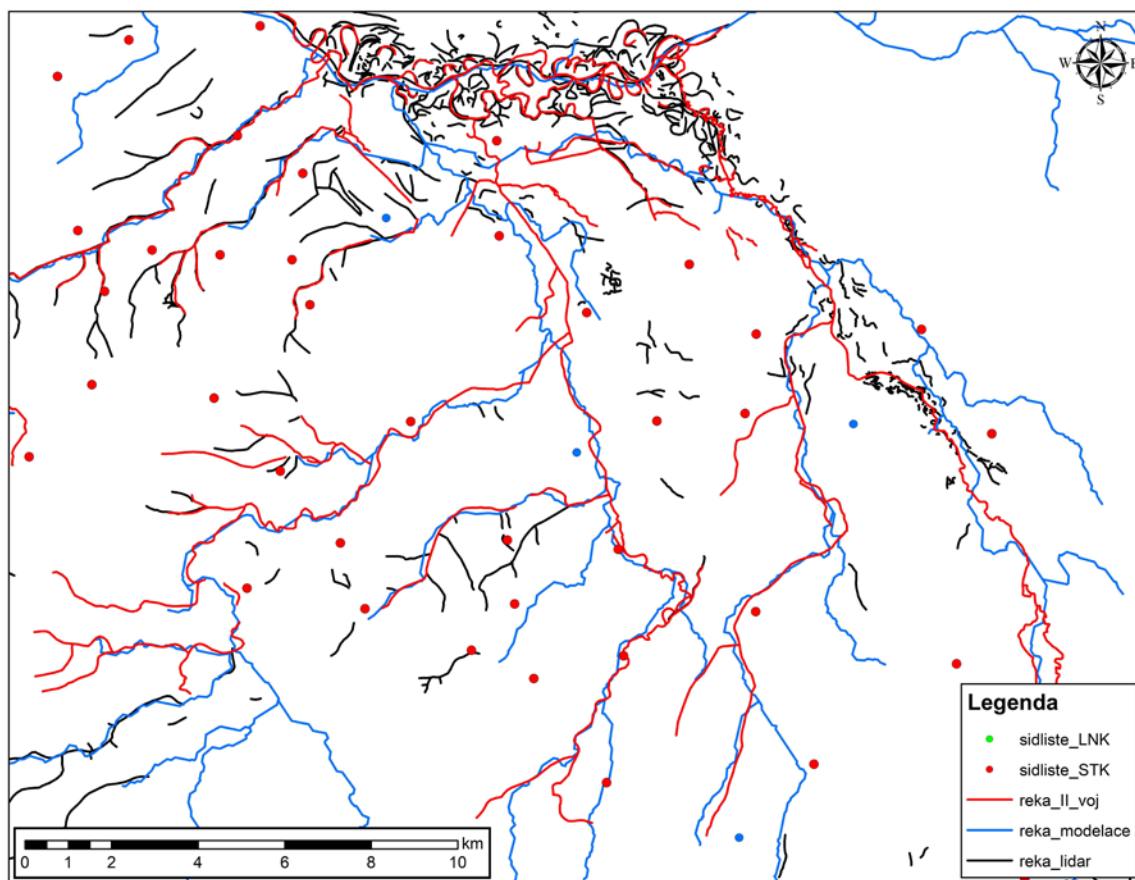
Příloha 9: Vyobrazení oblasti Hradec Králové - Jaroměř - sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 a 10, hydrologická modelace.



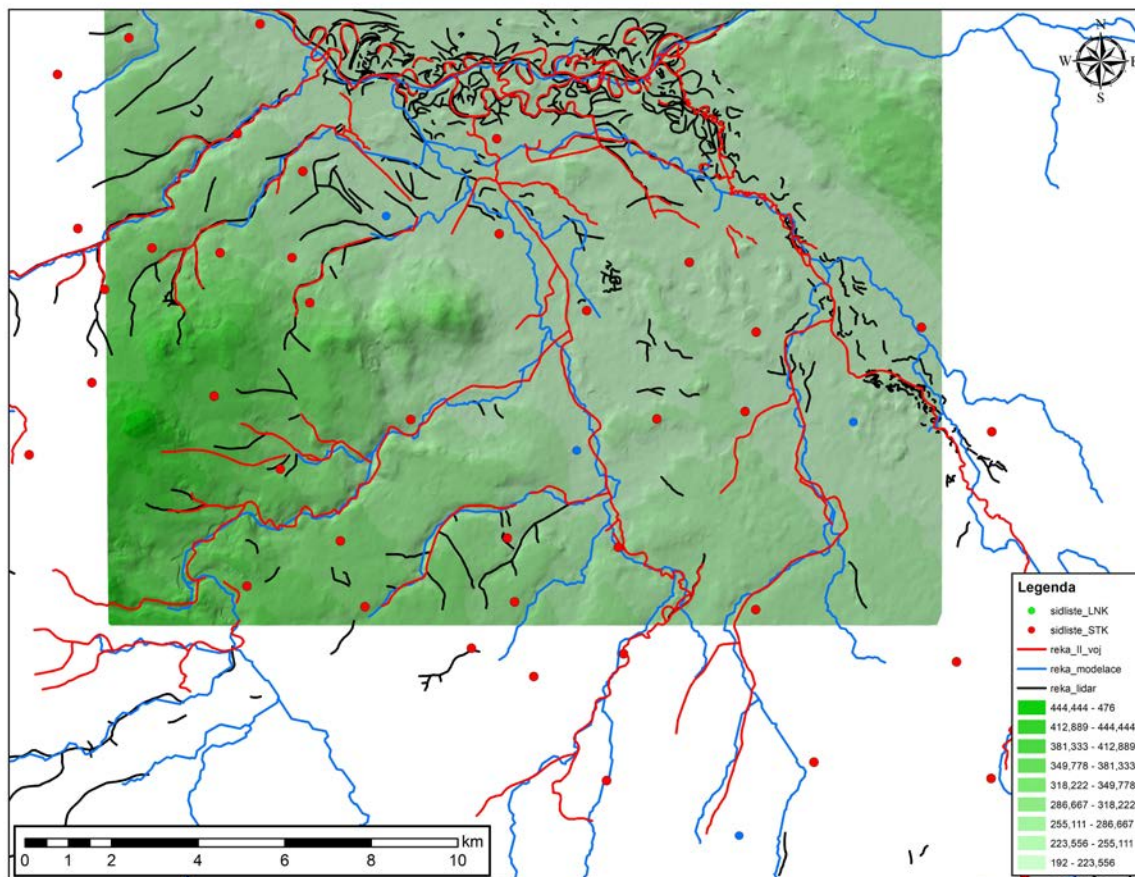
Příloha 10: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové - škála nadmořské výšky, sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 10 a modelace hydrologie.



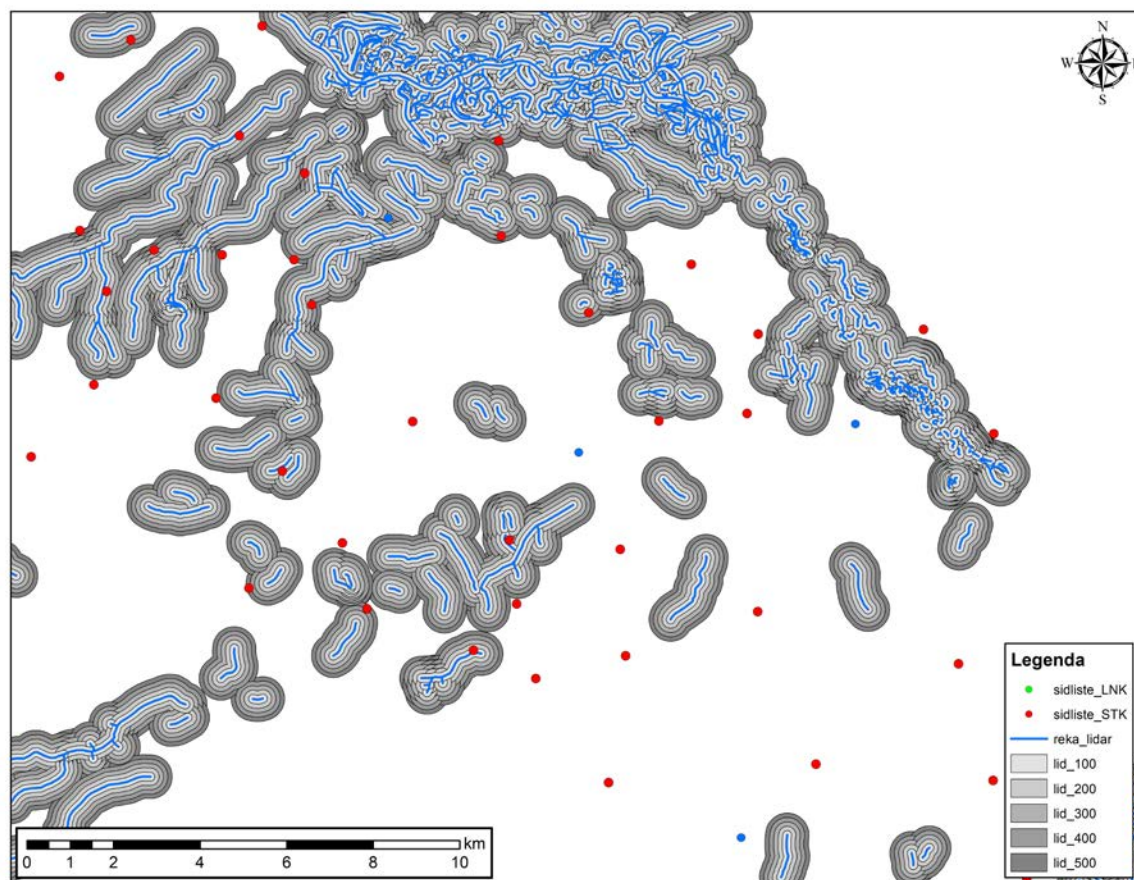
Příloha 11: Vyobrazení oblasti Kutnohorska sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 a 10 a modelace hydrologie.



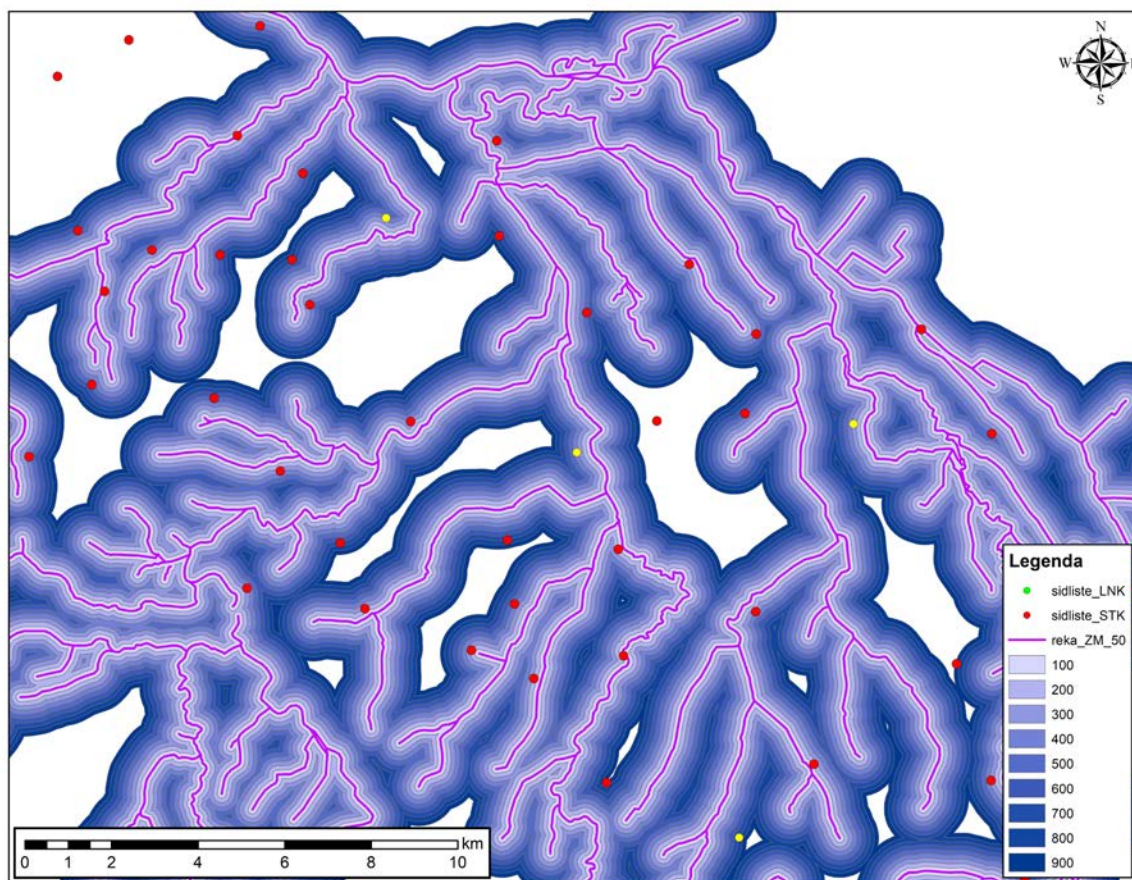
Příloha 12: Vyobrazení oblasti Kutnohorska sídliště LNK, STK. Linie rekonstruovaných řečišť - dmr5g, II. vojenské mapování, ZM 50 a 10 a modelace hydrologie. Podkladová mapa TIN.



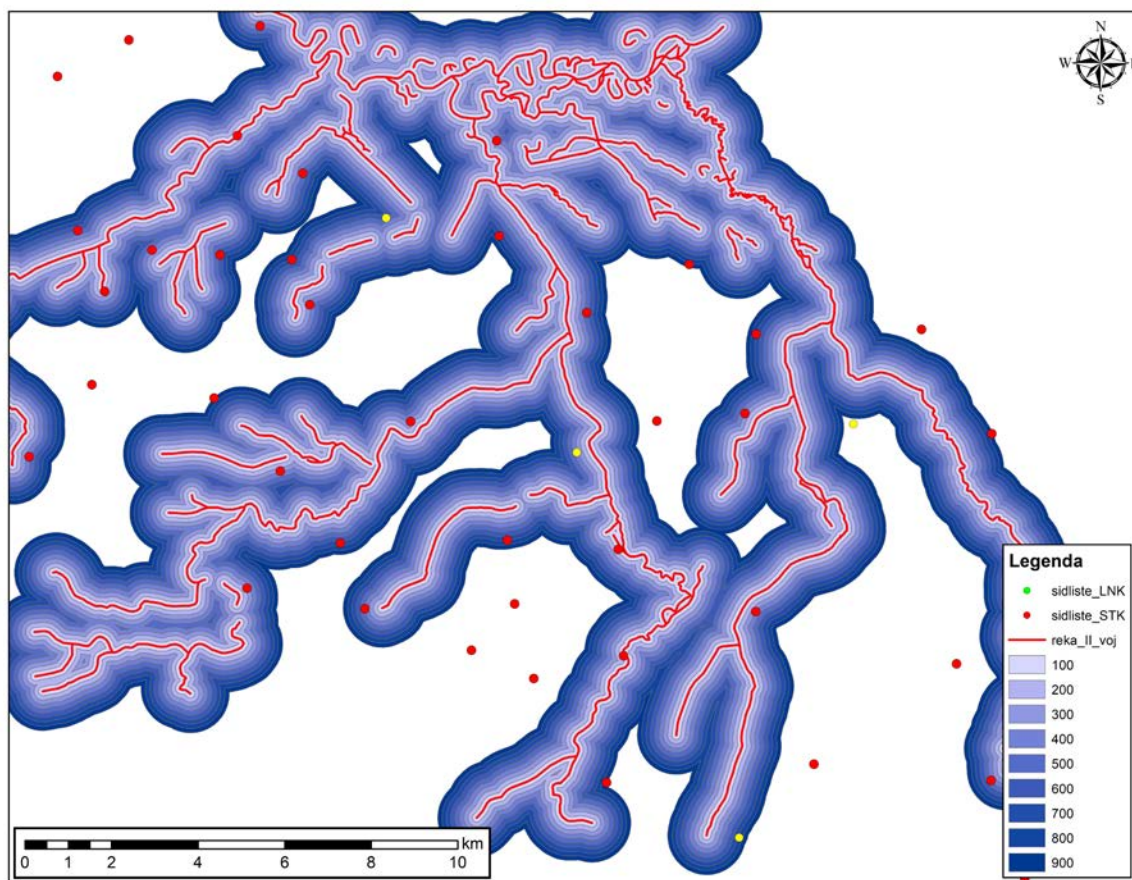
Příloha 13: Vyobrazení oblasti Kutnohorska. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků z dmr5g. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.



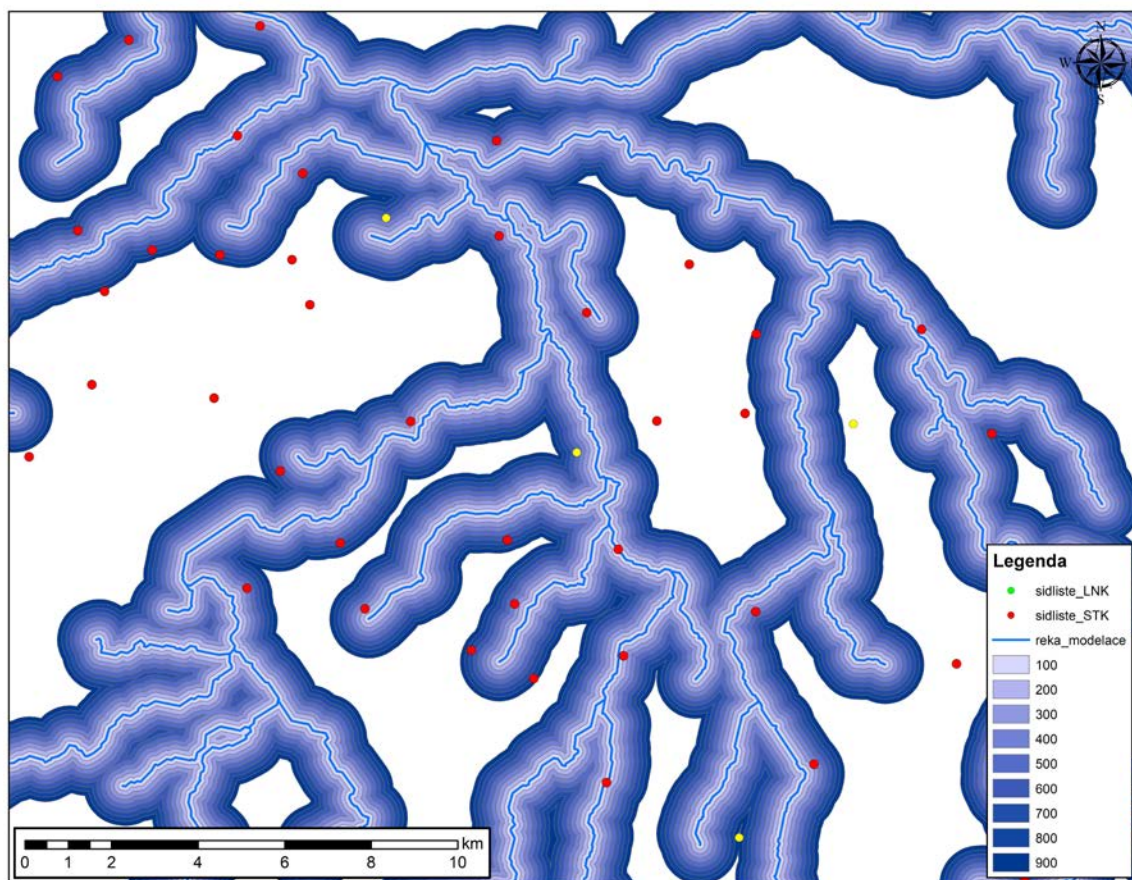
Příloha 14: Vyobrazení oblasti Kutnohorska. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků dnešního stav. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.



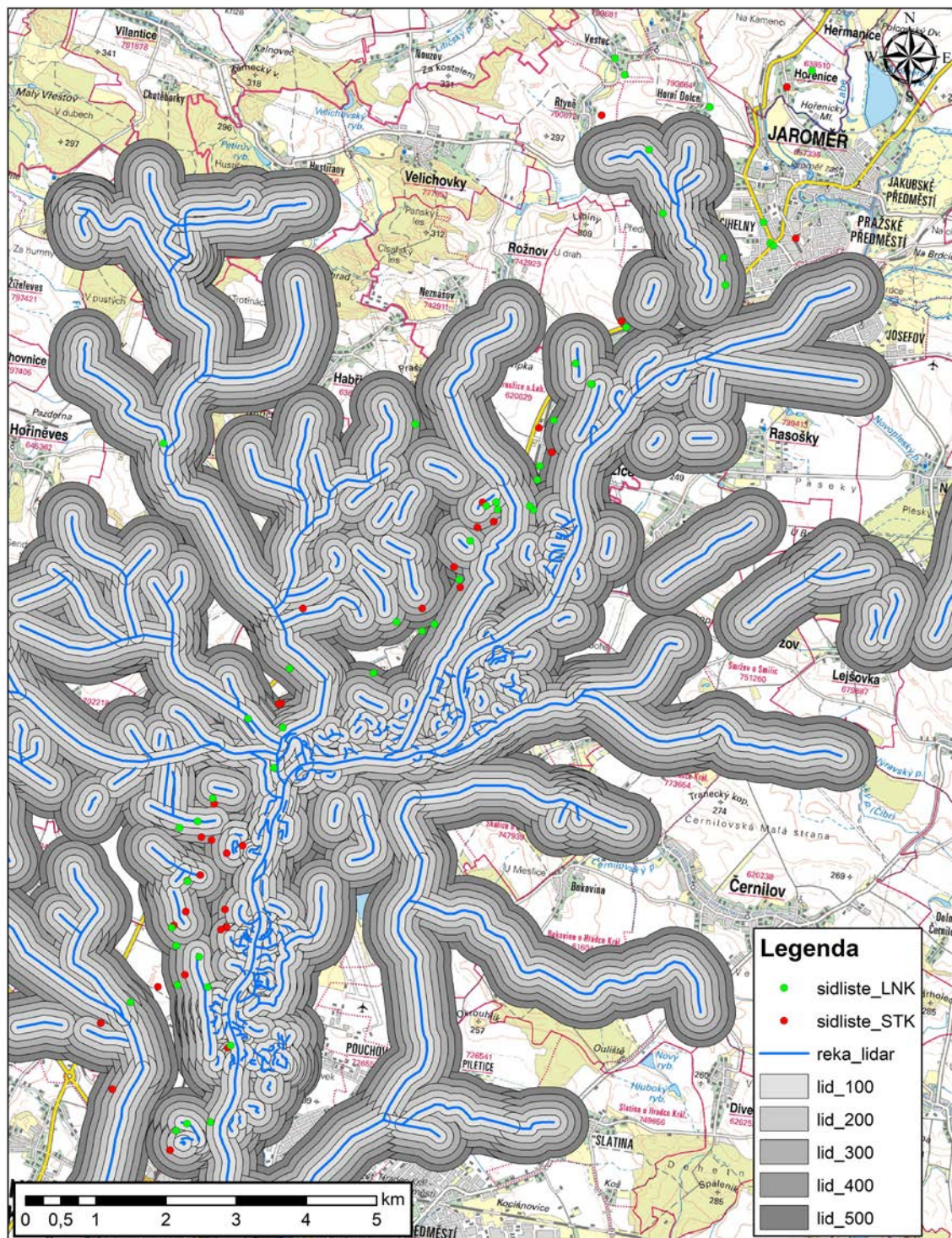
Příloha 15: Vyobrazení oblasti Kutnohorska. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků II. vojenského mapování. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.



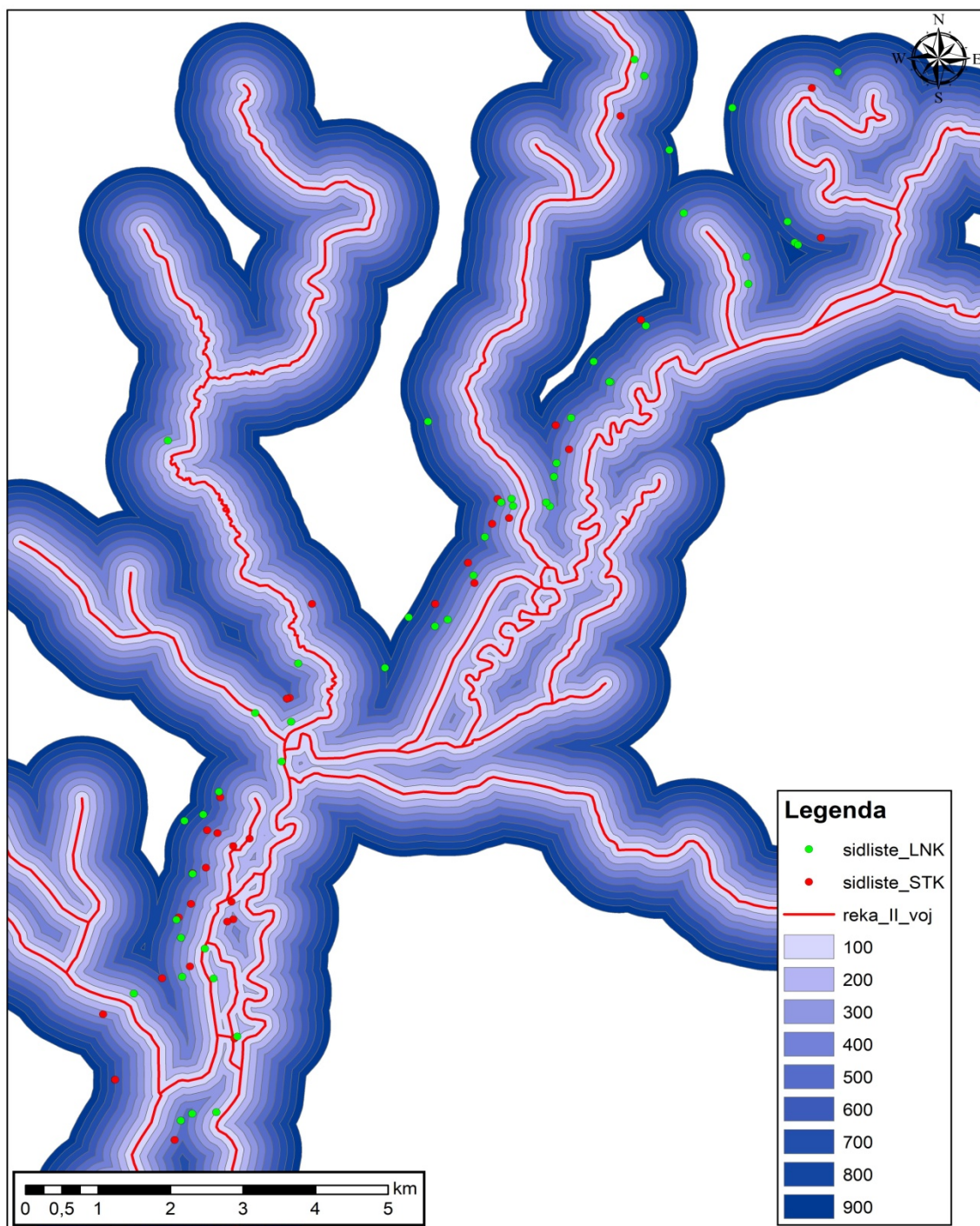
Příloha 16: Vyobrazení oblasti Kutnohorska. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků hydrologické modelace. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.



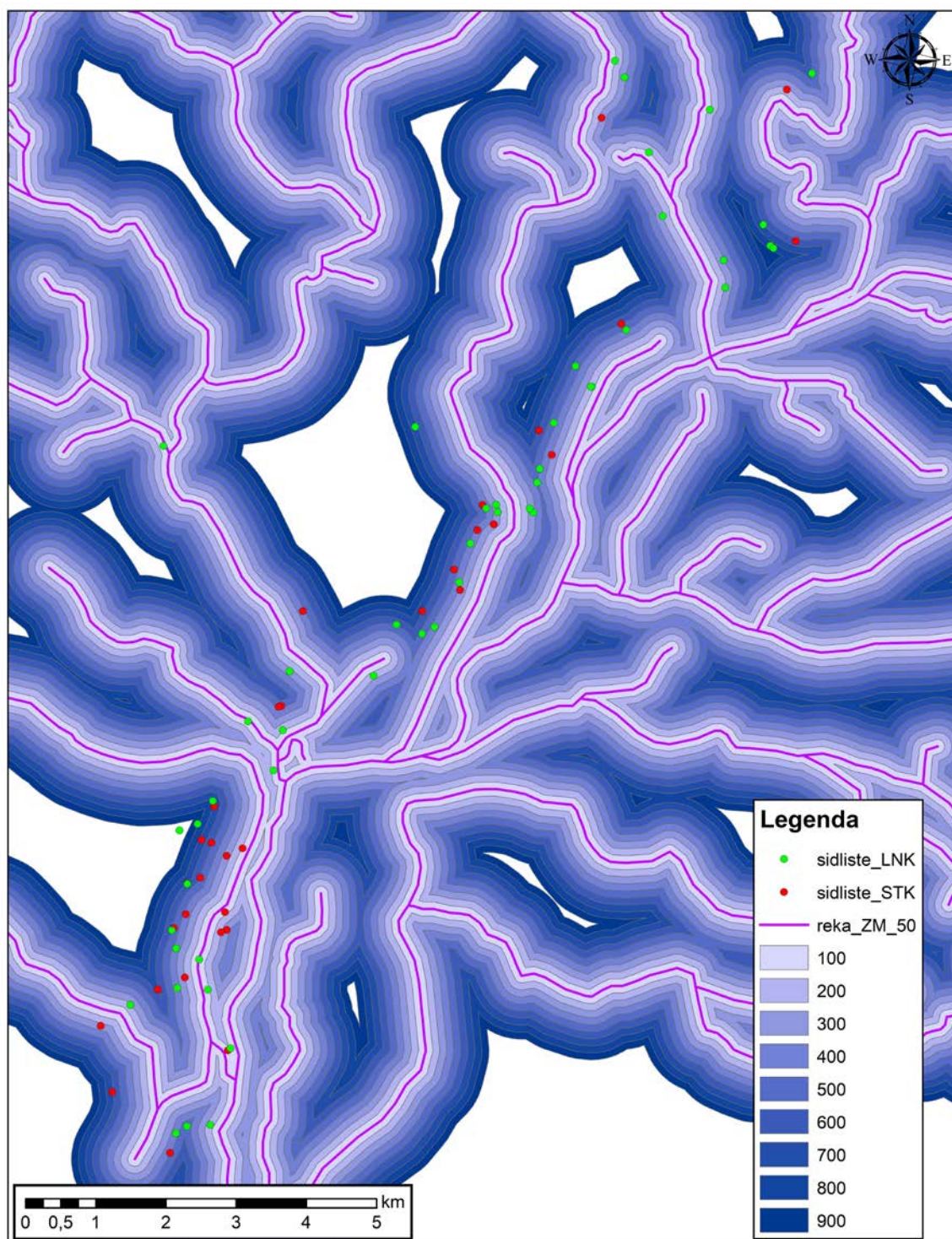
Příloha 17: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků z dmr5g. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště. Mapový podklad ZM 50.



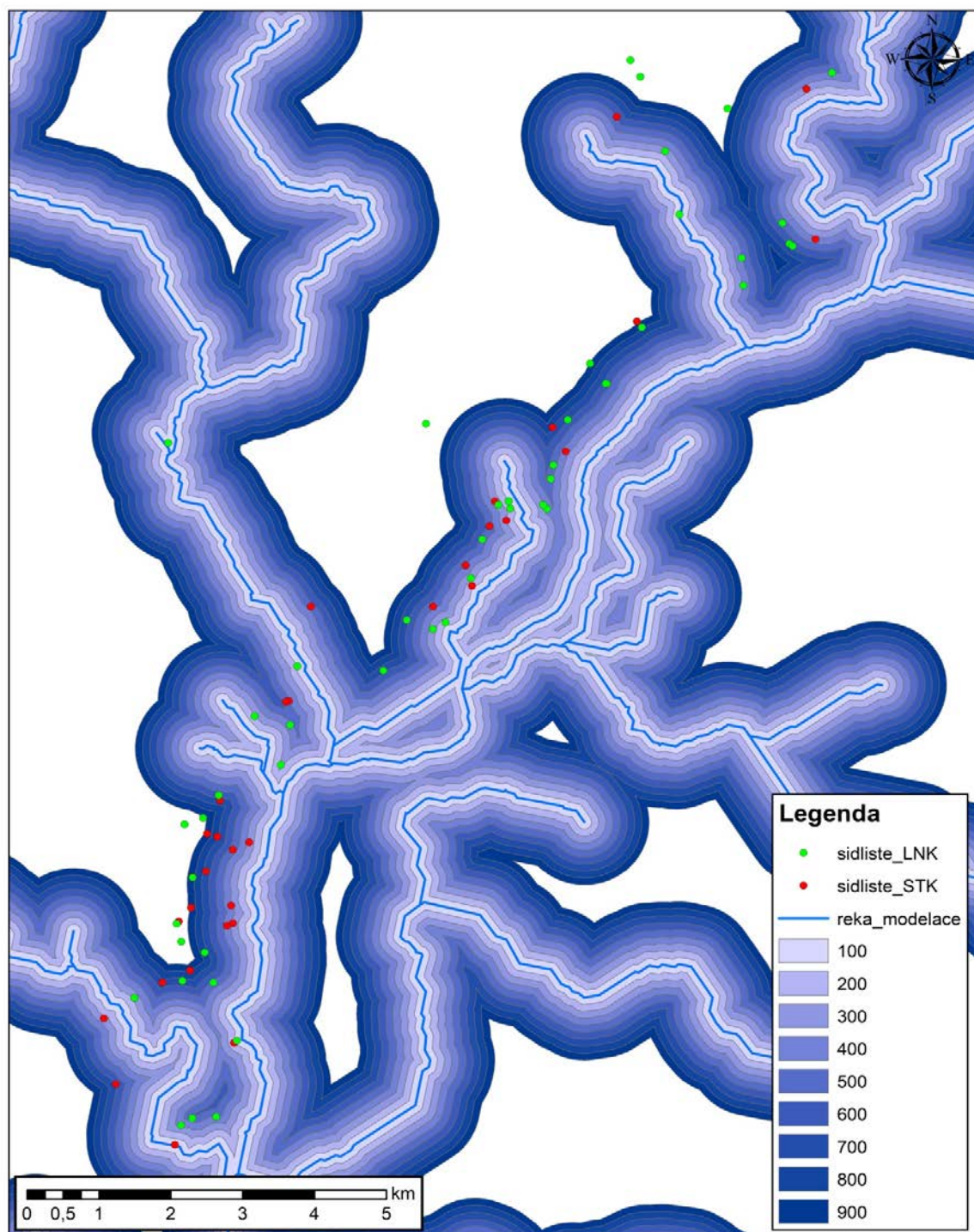
Příloha 18: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků II. vojenského mapování. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.



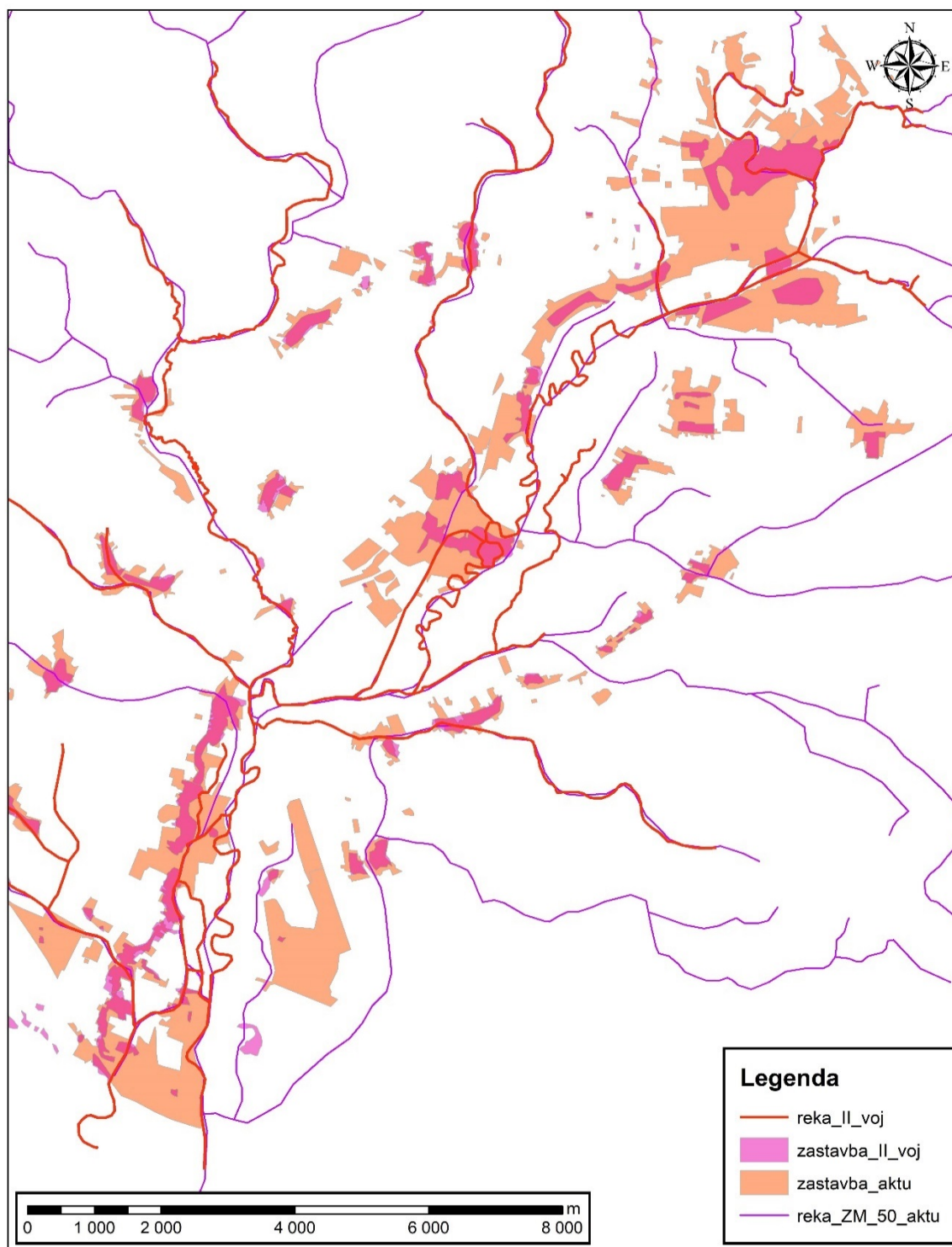
Příloha 19: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků současného stavu. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.



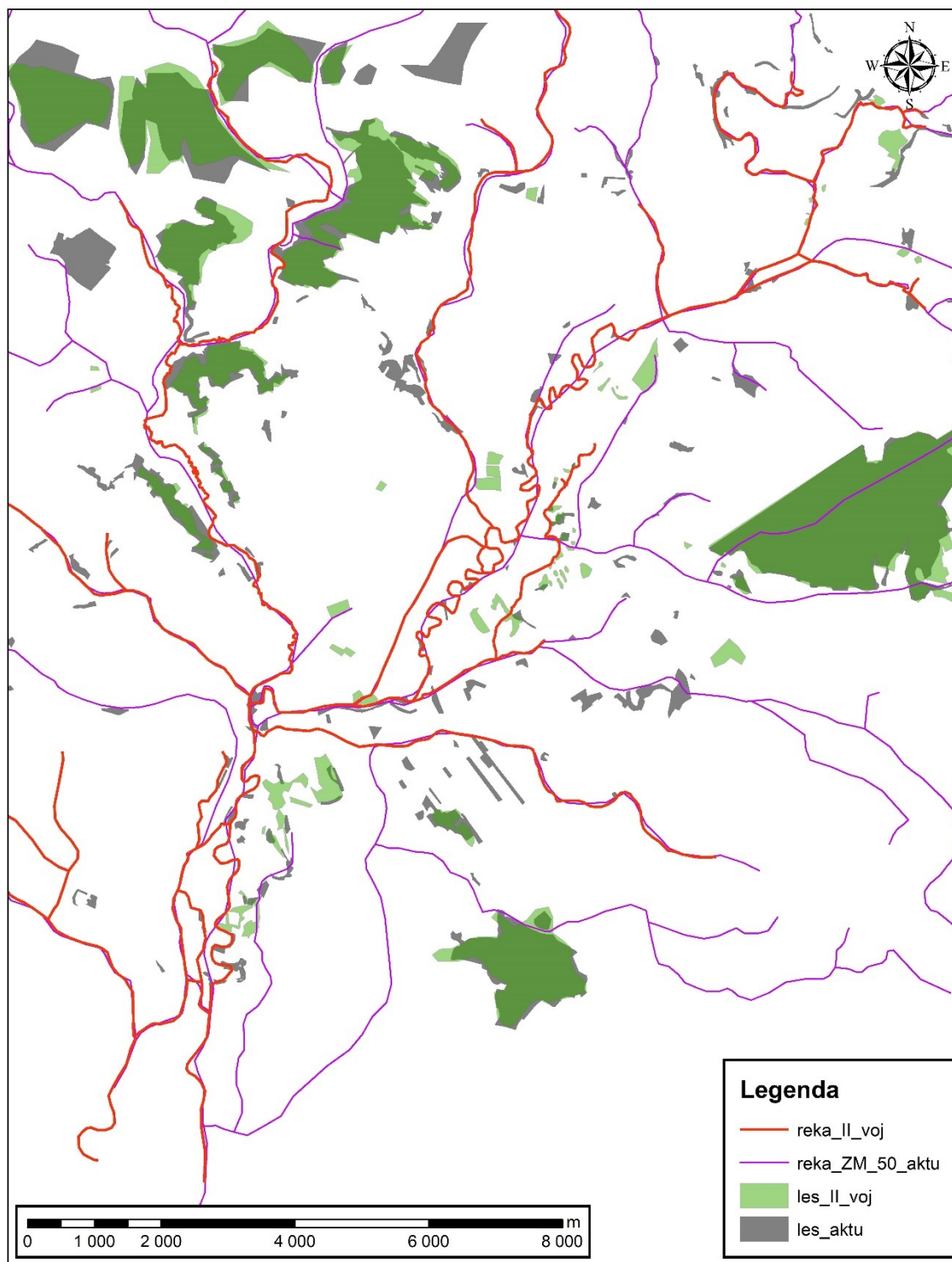
Příloha 20: Vyobrazení oblasti Jaroměř - Hradec Králové. Na podkladu je vyobrazena barevná škála vzdáleností od rekonstruovaných hydrologických prvků hydrologické modelace. V podkladu jsou také vyobrazena neolitická sídliště.



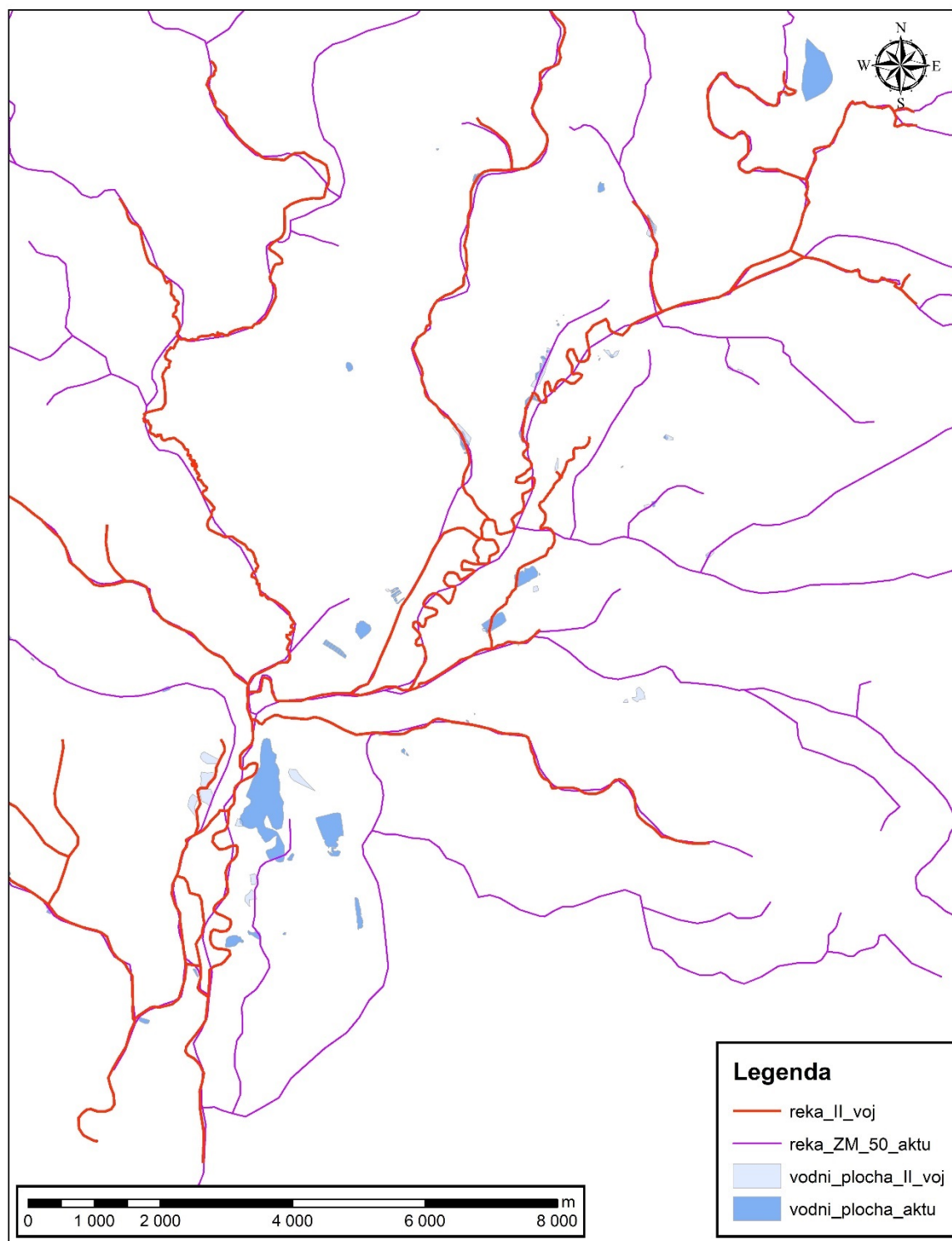
Příloha 21: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání zástavby.



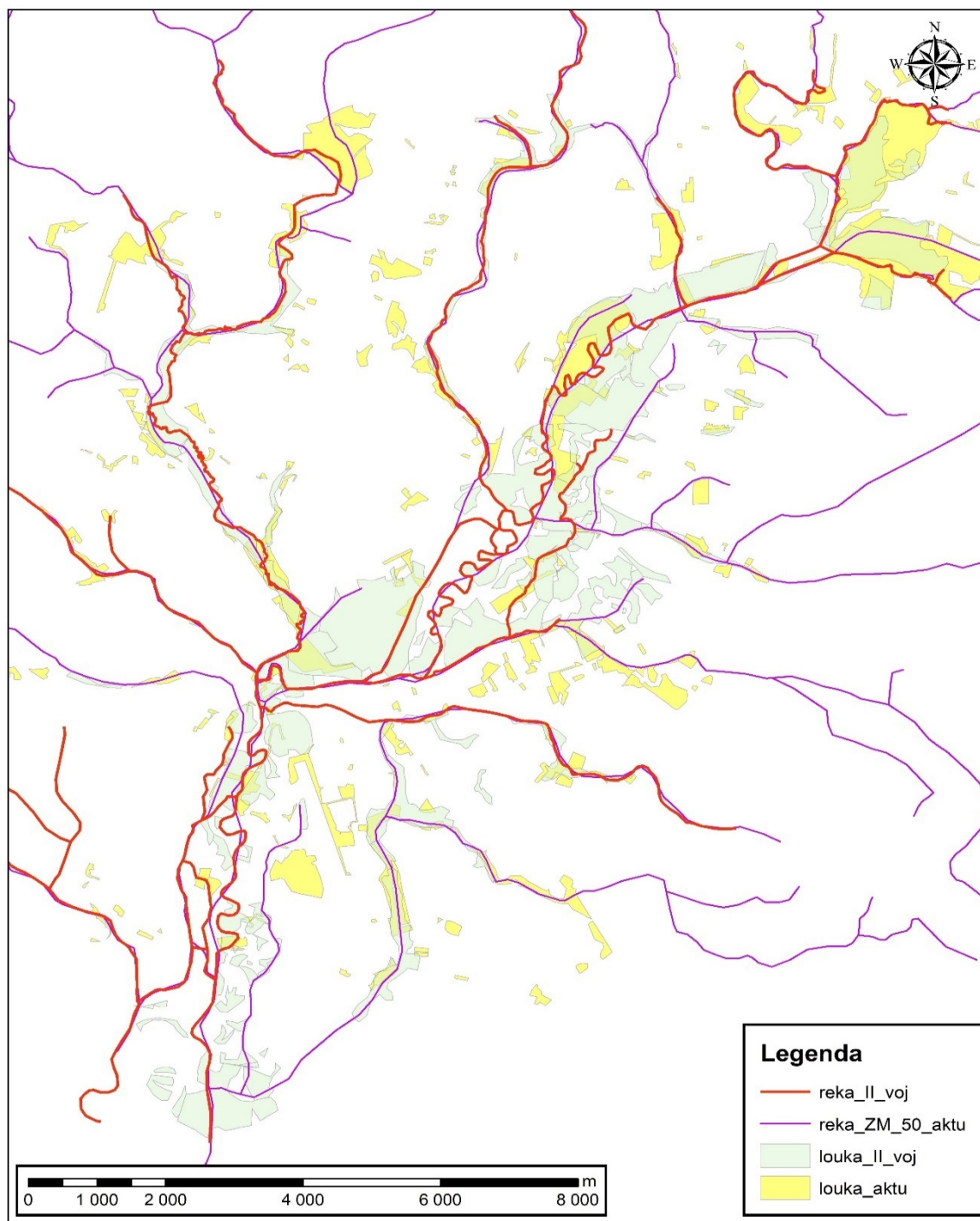
Příloha 22: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání lesů.



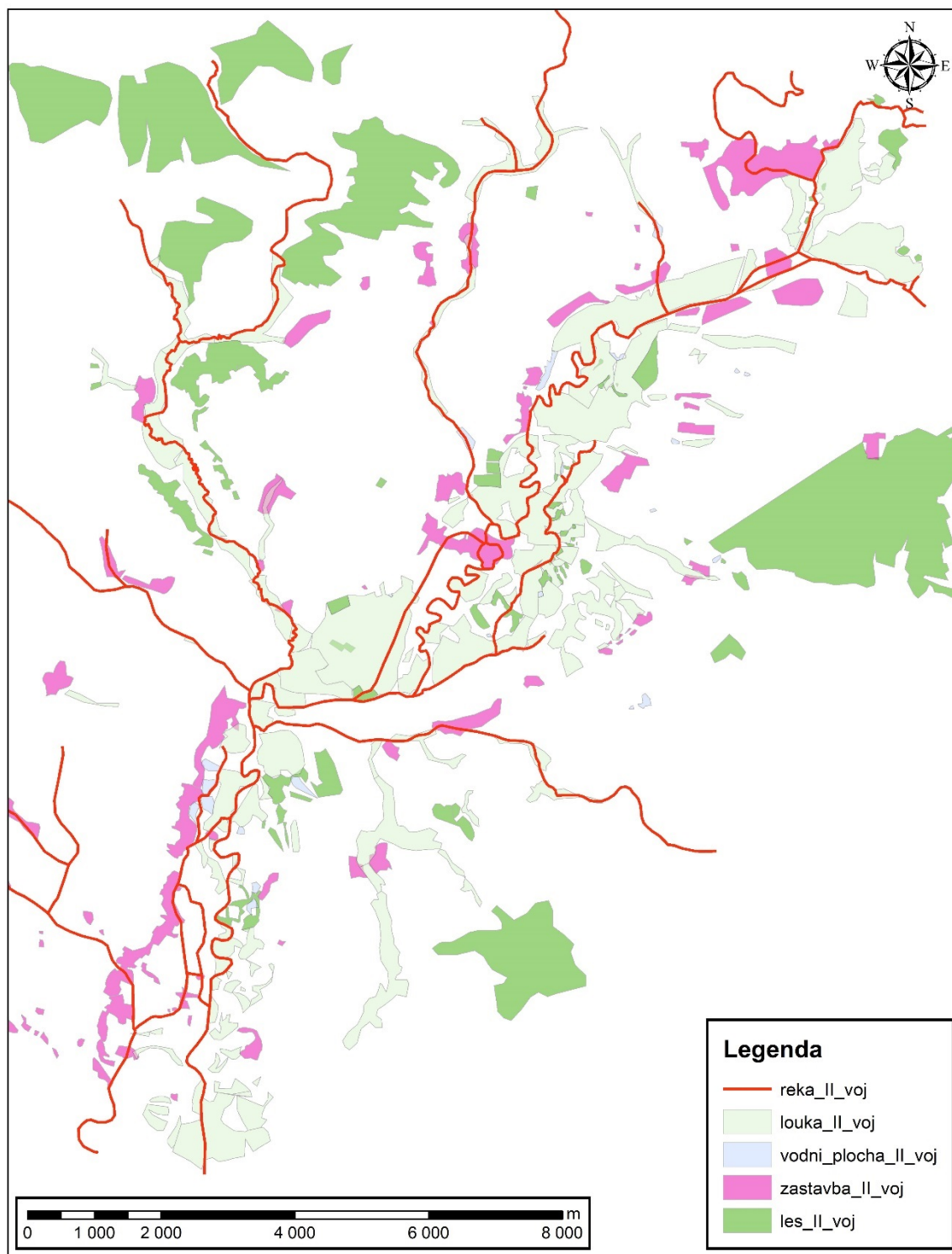
Příloha 23: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání vodních prvků.



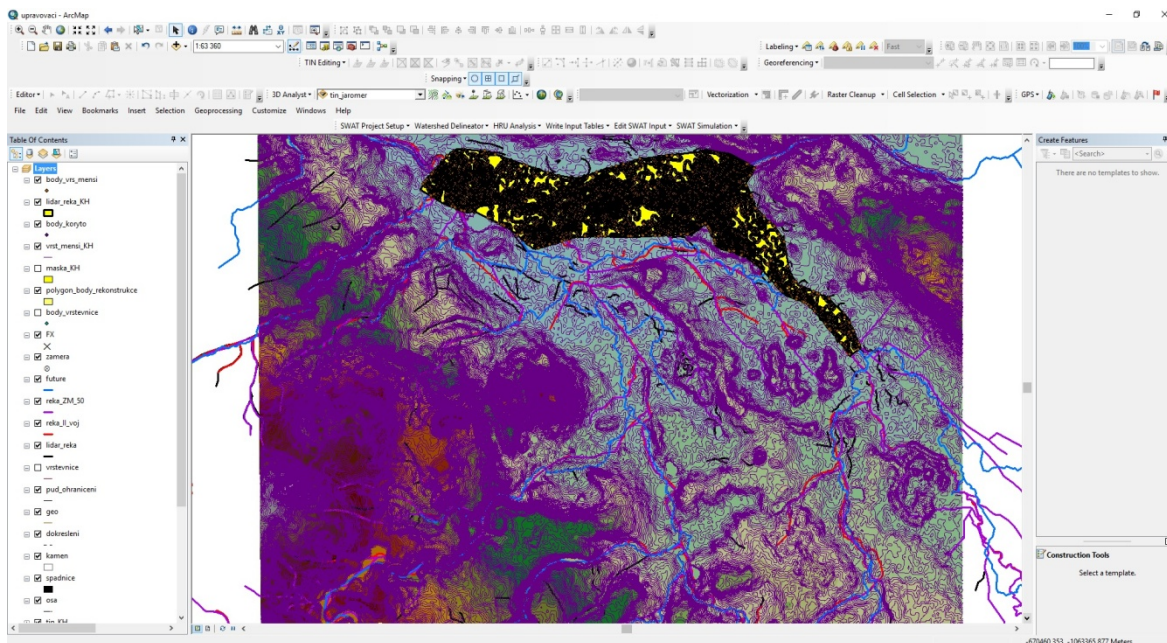
Příloha 24: Vyobrazení průniku krajinných prvků v dnešním mapování podle ZM10 a historické v II. vojenském mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové. Porovnání luk.



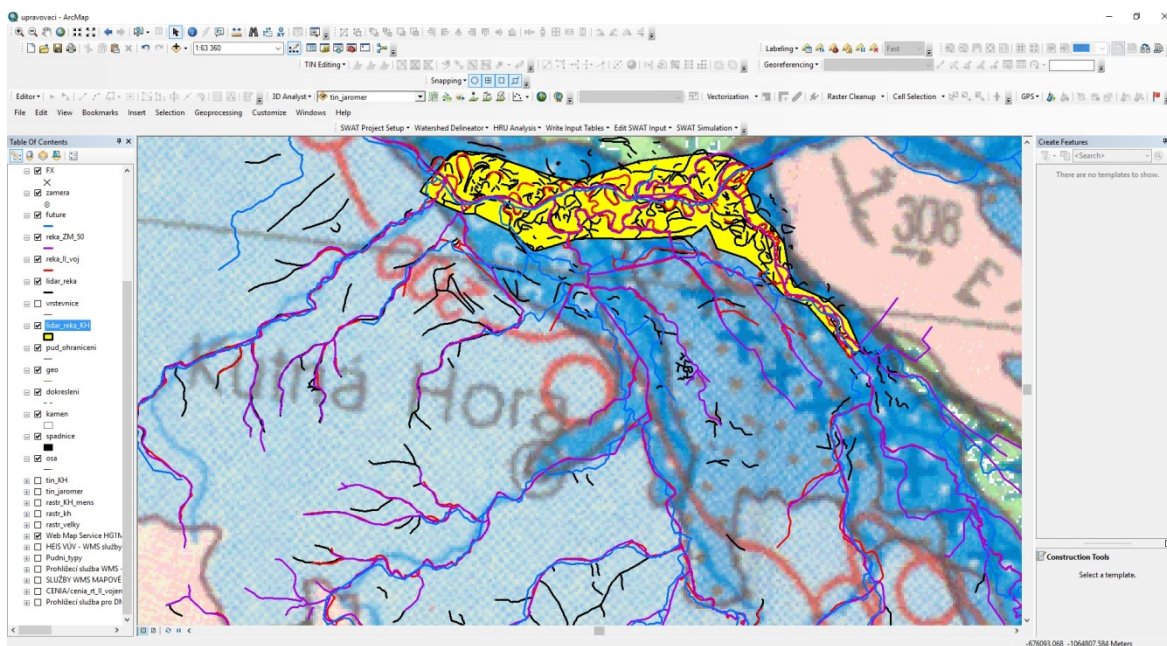
Příloha 25: Příloha: Vyobrazení stavu krajinných prvků z podkladu II. vojenského mapování. Oblast Jaroměř - Hradec Králové.



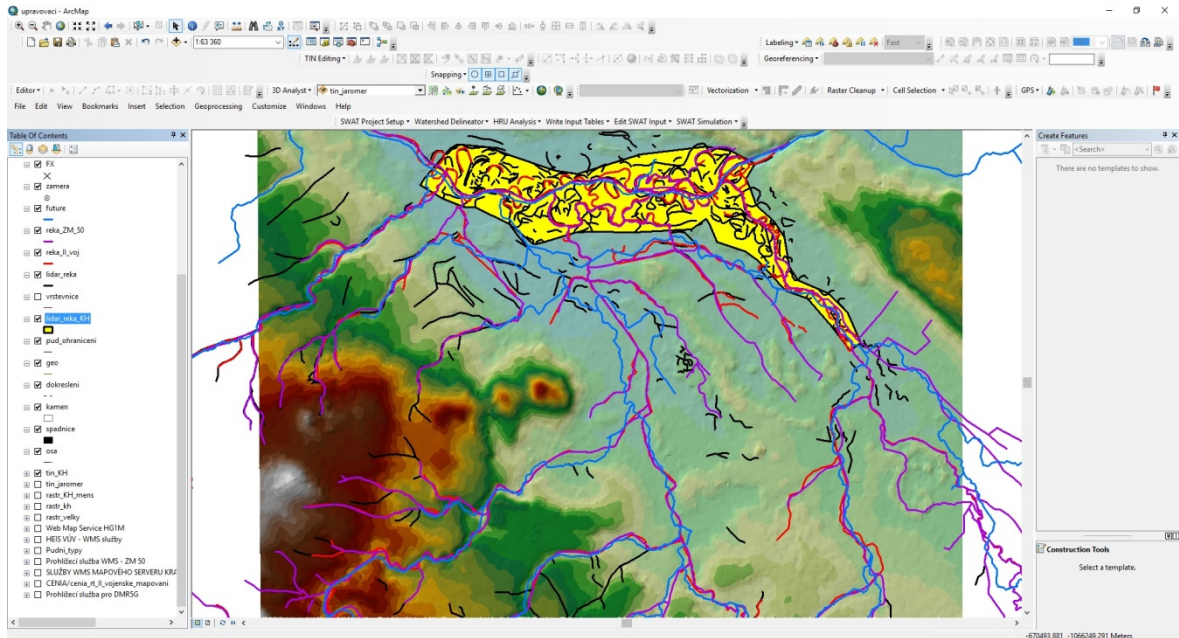
Příloha 26: Vyobrazení vymodelovaného reliéfu v tin s vrstevnicemi. Žlutý polygon zobrazuje buffer rozsahu rekonstruovaných hydrologických sítí připravený pro modelaci a dopočítání akumulčních změn. Vně žlutého polygonu je vyselektovaný bodový shapefile pro výpočet změn hodnot Z.



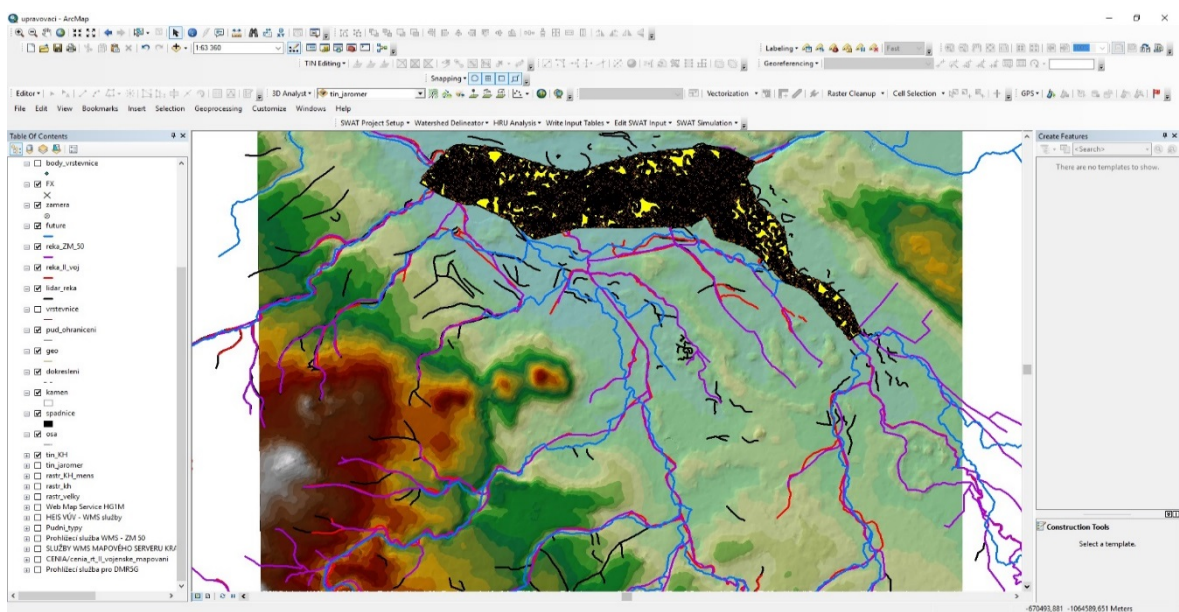
Příloha 27: Vyobrazení modelu hydrologických prvků na geologickém podkladu. Žlutý polygon zobrazuje buffer rozsahu rekonstruovaných hydrologických sítí připravený pro modelaci a dopočítání akumulčních změn.



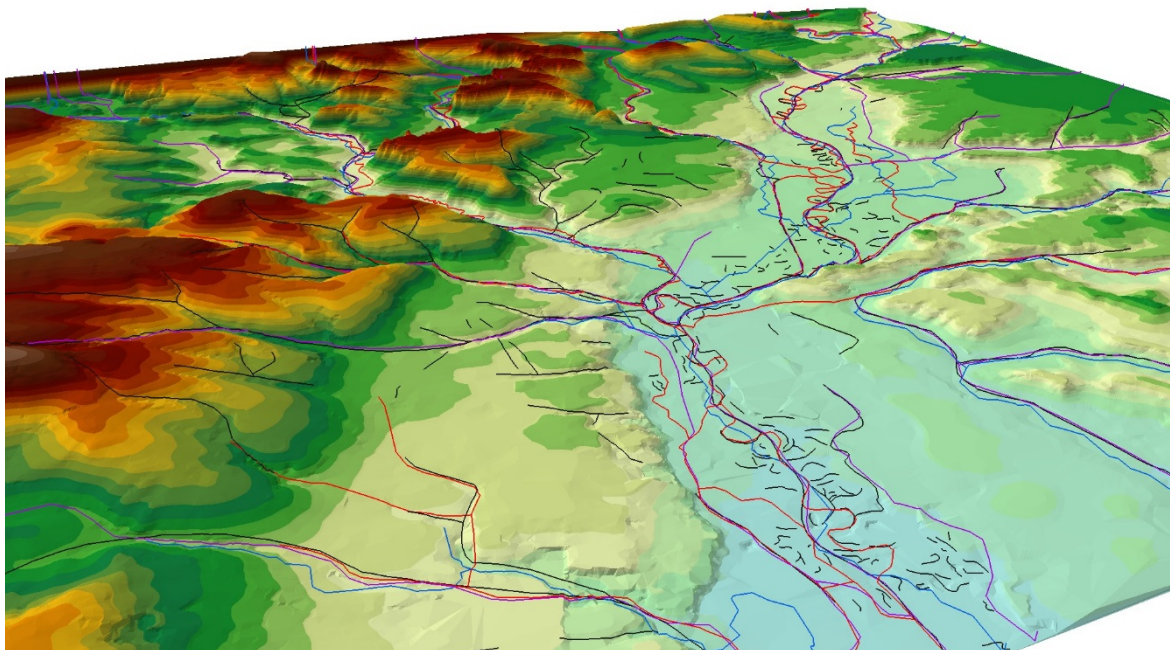
Příloha 28: Vyobrazení vymodelovaného reliéfu v tin. Žlutý polygon zobrazuje buffer rozsahu rekonstruovaných hydrologických sítí připravený pro modelaci a dopočítání akumulčních změn.



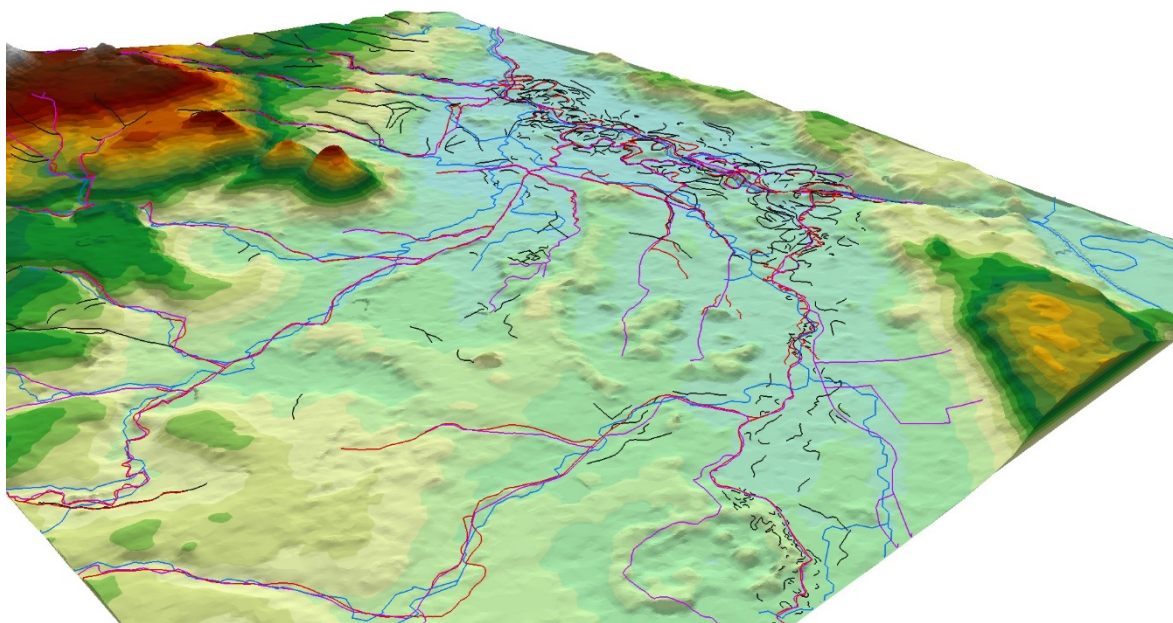
Příloha 29: Vyobrazení vymodelovaného reliéfu v tin. Žlutý polygon zobrazuje buffer rozsahu rekonstruovaných hydrologických sítí připravený pro modelaci a dopočítání akumulčních změn. Vně žlutého poygonu je vyselektovaný bodový shapefile pro výpočet změn hodnot Z.



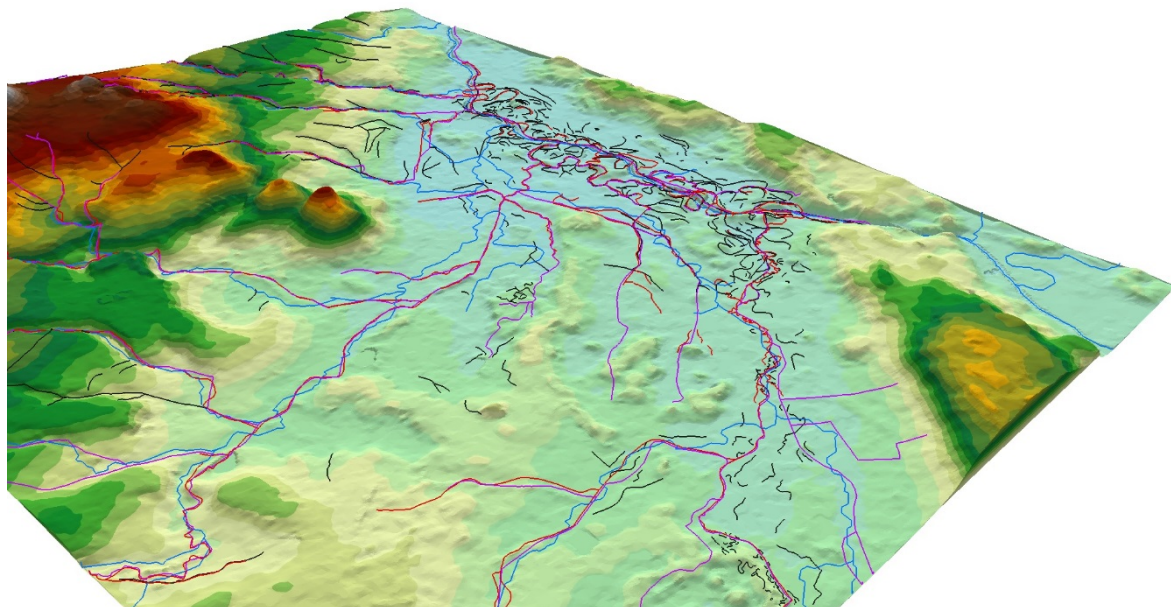
**Příloha 30: Model reliéfu Tin s vyobrazenou rekonstrukcí hydrologických prvků.
Oblast Jaroměř - Hradec Králové.**



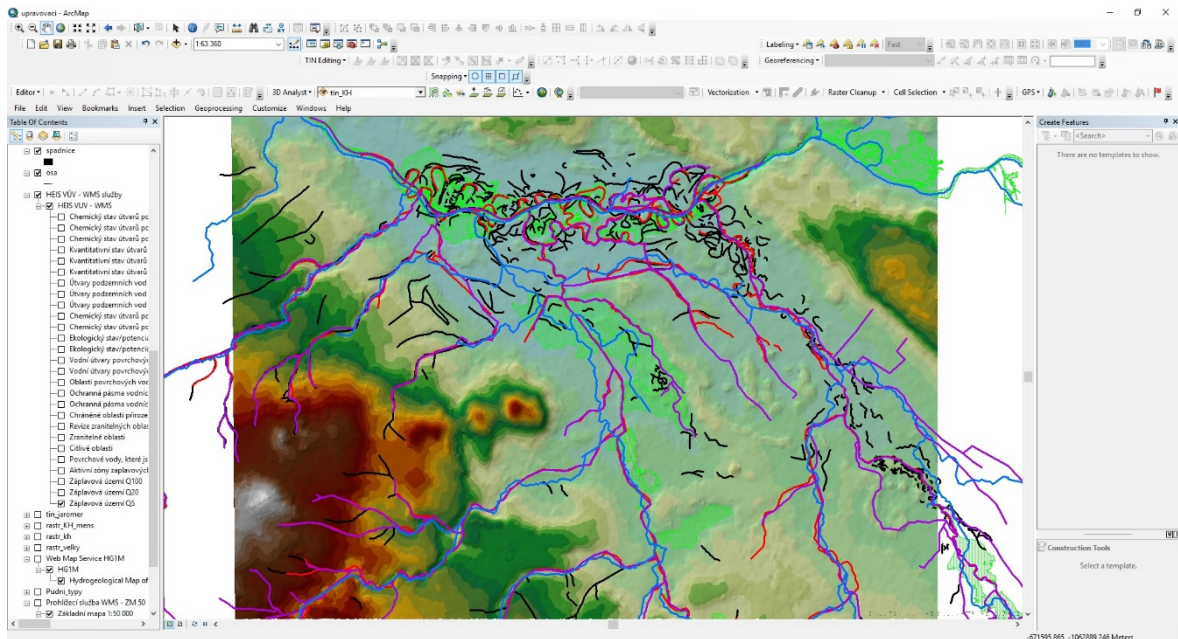
**Příloha 31: Model reliéfu Tin s vyobrazenou rekonstrukcí hydrologických prvků.
Oblast Kutnohorsko.**



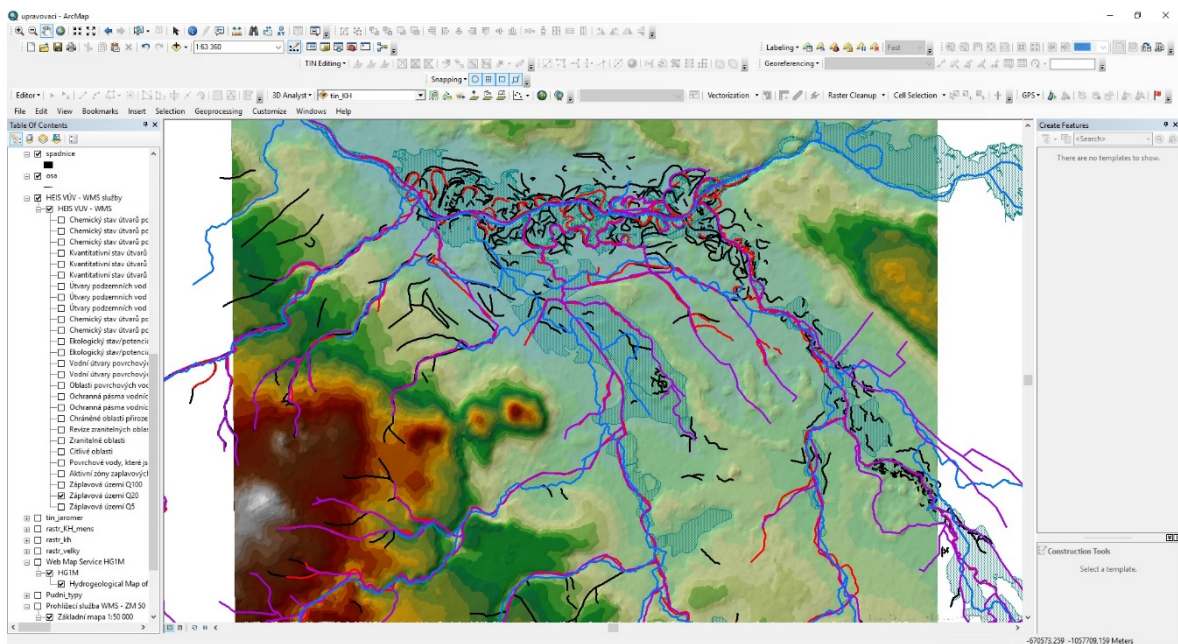
**Příloha 32: Model reliéfu Tin s vyobrazenou rekonstrukcí hydrologických prvků.
Oblast Kutnohorsko.**



Příloha 33: Vyobrazení modelu Tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (pětiletá povodeň)



Příloha 34: Vyobrazení modelu Tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (padesátiletá povodeň).



Příloha 35: Vyobrazení modelu Tin a rekonstrukce řek v porovnání s povodňovými aktivitami (stoletá povodeň).

