

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky

**Využití paměti krajiny v datech laserového skenování jako podklad pro komplexní
pozemkové úpravy města Lanžhot**

Diplomová práce

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Využití paměti krajiny v datech laserového skenování jako podklad pro komplexní pozemkové úpravy města Lanžhot zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:..... podpis studenta

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Petru Vahalíkovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, které mi při vypracování diplomové práce poskytl. A také za jeho čas strávený při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat všem osobám, které mi během tvorby diplomové práce byly oporou.

Autor práce / The Author:

Bc. František Kopečný

Název práce / The name of thesis

Využití paměti krajiny v datech laserového skenování jako podklad pro komplexní pozemkové úpravy města Lanžhot

Usage of landscape memory saved in laser scanning data as a support for complex land adjustment of Lanžhot city

Abstrakt

Práce se zabývá analýzou všech dostupných datových zdrojů pro analýzu a interpretaci paměti krajiny v nich obsažené. Datovými zdroji byl Lidar, Landsat a ortofoto snímky. Dle analytických výstupů se jako nejvhodnější datový zdroj jeví Lidarová data. Na základě jejich analýzy a interpretace byl poté vypracován podklad pro komplexní pozemkové úpravy v podobě návrhu lesoparku.

Klíčová slova: Paměť krajiny, lidar, Landsat, ortofoto snímky, komplexní pozemkové úpravy

Abstract

This thesis focuses on the analysis of all data sources available for landscape memory interpretation. Amongst those data sources are Lidar, Landsat and orthophoto pictures. According to the analytical outcome the most convenient data source seems to be the Lidar data. Based on their analysis and interpretation an information source for complex land consolidation was elaborated in the form of the forest park proposal.

Key words: Landscape memory. Lidar, Landsat, orthophoto image, complex land adjustment

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce	9
3. Literární rešerše	10
3.1. Luh	10
3.2. Paměť krajiny	11
3.3. Pozemkové úpravy	11
3.4. Účel pozemkových úprav	12
3.5. Laserové senzory	13
3.6. Lidar	13
3.6.1. Princip lidarů	14
3.6.2. Charakteristika získaných dat	15
3.7. Digitální model reliéfu České republiky čtvrté generace (DMR 4G)	15
3.8. Digitální model reliéfu České republiky páté generace (DMR 5G)	16
3.9. Landsat	16
3.9.1. Historie Landsat	17
3.9.2. Družicové snímky	17
3.10. Ortofoto snímky	18
4. Vymezení zájmového území	20
5. Přírodní poměry	20
5.1. Geologie oblasti	20
5.2. Geomorfologie	20
5.3. Pedologické poměry	20
5.4. Hydrologický a vlhkostní režim půd lužního lesa	21
5.5. Hydrologické poměry	21
5.6. Klimatické poměry	22

5.7.	Biogeografické členění	22
5.8.	Přírodní lesní oblast	23
6.	Metodika.....	24
6.1.	Data a použití software	24
6.1.1.	Software	24
6.1.2.	Lidarová data.....	24
6.1.3.	Družicová data.....	24
6.1.4.	Letecké ortofoto snímky.....	24
6.2.	Postup prací	25
6.2.1.	Analýza lidarových dat.....	25
6.2.2.	Analýza dat z družic Landsat	25
6.2.3.	Analýza dat z ortofoto snímků	26
6.3.	Návrh lesoparku.....	26
7.	Výsledky.....	27
7.1.	Výsledky z dat laserového skenování.....	27
7.1.1.	Digitální model terénu.....	27
7.1.2.	Klasifikace lidarových dat.....	29
7.2.	Výsledky získané zpracováním ortofoto snímků.....	30
7.2.1.	Ortofoto ČÚZK	30
7.2.2.	Ortofoto ESRI	31
7.3.	Výsledky z dat družic Landsat.....	33
7.4.	Srovnání jednotlivých výsledků	34
7.5.	Navrhovaná opatření.....	36
7.5.1.	Porosty tvořené směsí dubu letního a jasanu ztepilého.....	36
7.5.2.	Porosty vrby bílé, topolu černého a olše lepkavé.....	37
7.5.3.	Porosty jilmu, javoru a dubu	38
7.5.4.	Vodní plochy	38

7.5.5.	Stezka	39
7.5.6.	Rozpočet lesnických opatření.....	40
8.	Diskuze.....	41
9.	Závěr.....	43
10.	Summary	44
11.	Seznam použitých zkratek.....	45
12.	Zdroje	46
13.	Přílohy	49

1. Úvod

Nivy řek jsou velmi proměnlivým prvkem krajiny. Síla říčních proudů je formuje nejen při velkých podvodních, ale také během menších průtoků. Při změně reliéfu se mění vodní režim, společenstva rostlin, zvířat a v delších časových horizontech také půdní prostředí. Říční nivy tak nabízí velmi dynamické a různorodé prostředí pro život a vývoj mnoha organismů (Maděra, 2004)

V jižní části katastrálního území města Lanžhot se v dřívějších dobách nacházela lužní společenstva. Tyto plochy však byly postupem času upraveny k zemědělskému využívání, a doposud jsou intenzivně obhospodařovány. Půdy zde však dodnes trpí podmáčením. Při plánování komplexních pozemkových úprav by bylo možné zvažovat vymezení plochy pro vybudování lesoparku, který by spojoval potřeby lidí s přírodou. Ten by pak nabízel prostor pro rekreaci jak obyvatelům města Lanžhot, tak případným turistům hledajícím klidné místo pro odpočinek. Pro realizaci je však nutné začlenit tento prvek do lužních společenstev tak, aby byla zajištěna jeho správná funkce.

Při analýze dat dálkového průzkumu země a jejich správné interpretaci můžeme odhalit paměť krajiny, pomocí které lze lokalizovat bývalé vodoteče, slepá ramena a další významné prvky. Takto získané informace mohou dobře posloužit při realizaci pozemkových úprav. Při realizaci komplexních pozemkových úprav by pak mohla paměť krajiny hrát velmi významnou roli. Je velmi šetrné a přirozené navrhovat vodní plochy, lesní společenstva a další prvky na místech kde se již nacházely, a to za pomoci zpracování dat získaných z dálkového průzkumu země. Paměť krajiny uložená v těchto datech nám ukazuje to, jak krajina vypadala v dobách minulých. A při jejich zpracování a správném vyhodnocení nám může ukázat cestu jak lépe realizovat zásahy do krajiny s ohledem na její přirozený stav.

2. Cíl práce

Cílem práce je využití lidarových dat a v nich uložené paměti krajiny v projektu komplexních pozemkových úprav jižní části katastru města Lanžhot.

Dílními cíli je analýza lidarových dat za účelem zjištění paměti krajiny, konkrétně lokalizace historických vodních ploch v zájmovém území. Dalším z cílů práce je také interpretace použití dat z družic Landsat a ortofoto snímků pro zobrazení paměti krajiny.

Výstupy těchto analýz budou následně využity jako podklad pozemkových úprav směřujících k úpravě studované lokality za účelem vybudování přírodě blízké lokality zvyšující atraktivitu města. Konkrétní návrh realizace zamýšleného lesoparku je konečným dílním cílem této diplomové práce.

3. Literární rešerše

3.1.Luh

Lužní lesy střední Evropy reprezentují specifické lesní geobiocenózy, jejichž druhová diverzita velmi úzce závisí na ekotopu, tvořeném kvartérním říčním aluviem, pravidelnými či nepravidelnými záplavami a vysokou hladinou podzemní vody v první polovině vegetačního období (Vašíček 1985). Lužní les je přírodní útvar v Evropě velmi vzácný. V areálu svého potenciálního přirozeného rozšíření v krajině nivy, se zde vyskytuje již jen v historicky omezeném rozsahu. V obvykle silně odlesněné a zemědělsky využívané krajině dnešních niv představují dochované zbytky lužních lesů mimořádně cenná refugia biotické diverzity a mají tak nenahraditelný význam pro ekologickou stabilitu krajiny celé nivy i širšího povodí. Na rozdíl od ostatních středoevropských společenstev, kde i při změnách biocenóz zůstávají většinou zachovány trvalé ekologické podmínky biotopů, je pro lužní lesy v údolních nivách charakteristický dlouhodobý kontinuální vývoj ekotopů, vzájemně podmiňující složitě provázané sukcesní procesy biocenóz. Díky působení fluviálních krajinnotvorných procesů vzniká ekologický nivní fenomén (Machar, 2001a), pro jehož ochranu je důležité uchování přirozené vývojové dynamiky krajinnotvorných fluviálních procesů. Nejnovější reprezentativní přehled lužních lesů Evropy přináší kniha Klíma – Hager, eds. (2001). Podle této publikace patří mezi hlavní charakteristiky a funkce lužních lesů zejména: vysoká produkce biomasy a vysoká biodiverzita založená na mimořádné variabilitě lesních typů, ochrana vodních toků proti erozi a znečištění, velký počet přírodních rezervací, rekreační a estetické funkce v krajině, významný zdroj výparu vody v krajině a retenční prostor pro povodňové stavy. Podrobné charakteristiky, typologii a různé klasifikační systémy geobiocenóz lužních lesů je možné najít v pracích Machara (2001b) a Maděry (2003). Dynamickou podstatu „sukcesně pohyblivé“ ekologické stability krajiny údolní nivy nejlépe vyjadřuje geoekologický koncept „dynamické fluviální sukcesní série nivních biotopů“ (Buček, Lacina, 1994). Tato teorie popisuje rozmanitost a návaznost nivních ekotopů a biocenóz vzájemně spjatých složitými vývojovými procesy homeorhetického charakteru v jejich dynamické ekologické stabilitě. Teorie vychází z poznání struktury nivní krajiny, kterou tvoří mozaika hydrobiocenóz vodních toků, poříčních jezer, slatinných mokřadů, travinných společenstev a různých typů lužního lesa od nejvlhčích olšových vrbín k nejsušším habrojilmovým jaseninám. Dynamická fluviální sukcesní série nivních biotopů je škála vodních, mokřadních a terestrických, přirozených

či člověkem podmíněných geobiocenóz v různých stádiích sukcesního vývoje, kontinuálně se vyvíjejících v závislosti na fluviálních krajínovorných procesech v nivě (Machar, 2001a).

3.2. Paměť krajiny

(Simon Schama, 2007) popisuje paměť krajiny jako něco, co nelze zkoumat žádnou z konvenčních historických metod, ale staví své poznatky na základě příběhů a pocitů. Důležitý je pak také vztah ke krajině a i to, jak krajina ovlivnila lidskou kulturu a představivost.

3.3. Pozemkové úpravy

Provádění pozemkových úprav se řídí provázanou soustavou zákonů, vyhlášek a také technických předpisů. Provádění pozemkových úprav postupně vytváří soustavu pracovních pomůcek. Cennou pomoc v tomto směru po léta poskytoval Metodický návod pro vypracovávání návrh pozemkových úprav, vydaný Českomoravskou komorou pro pozemkové úpravy se souhlasem ústředního pozemkového úřadu v roce 2004. Postupná změna podmínek, ve kterých se pozemkové úpravy uskutečňují, dospěla do stádia, kdy je objektivně nezbytné přizpůsobit tomuto vývoji i soustavu praktických pomůcek. Zásadním důvodem pořízení a zavedení nové komplexní metodické pomůcky – “Metodického návodu k provádění pozemkových úprav“ (dále jen Metodika) se stala nezbytnost urychlit a zkvalitnit proces pozemkových úprav v ČR. Rozhodující vliv na zavedení nové Metodiky má vývoj legislativní regulace - nové předpisy v oboru katastru nemovitostí, nový stavební zákon, zcela nový správní řád, nové předpisy o oceňování nemovitostí, změna vyhlášky o postupu při provádění pozemkových úprav. Pozemkových úprav se dotýkají nové technické podmínky a technické normy zejména v oboru vodního hospodářství. Vědecko-výzkumné instituce poskytly nové odborné pomůcky (např. metodiky protierozní ochrany půdy). V nové Metodice je nezbytné reagovat na technický rozvoj v oboru pozemkových úprav. Vyvinuly se technologie projektování, zejména programová podpora této činnosti. Předložená Metodika je textem, který reaguje na rozsáhlé změny v legislativě a technických předpisech. Současně se opírá o dlouhodobé zkušenosti mnoha odborníků z praxe soustavy pozemkových úřadů, zhotovitelů návrhů pozemkových úprav, odborníků z vysokých škol. Cenným přínosem pro praxi provádění pozemkových úprav by měla být součást Metodiky - Komentář k vybraným ustanovením zákona 139/2002 Sb. s vyznačením návaznosti na další předpisy (dále jen Komentář). Komentář

byl vypracován a aktualizován Ústředním pozemkovým úřadem v průběhu prací na Metodice. Metodika byla zadána a vypracovány tak, aby byla pracovní pomůckou pro všechny účastníky procesu pozemkových úprav. Vedle jejích hlavních uživatelů – pozemkových úřadů a zhotovitelů návrhů pozemkových úprav, je určena pro orgány státní správy, stejně tak pro samosprávu obcí i vlastníky a uživatele pozemků (Doležal 2010).

3.4. Účel pozemkových úprav

Účel pozemkových úprav je definován v § 2 zákona č. 139/2002 Sb. o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů (dále jen zákon [3]). V něm se uvádí, že pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí, čímž se zabezpečuje přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech se k nim uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako nezbytný podklad pro územní plánování. K tomuto účelu se váže řada dalších činností prováděných v průběhu zpracování. Tento účel je podmiňující k určitým rozhodnutím pozemkového úřadu (dále jen PÚ), k argumentaci zpracovatelů při prosazování některých opatření apod.

Formy pozemkových úprav definuje zákon [3] v § 4. Mají podstatný vliv na náležitosti zpracování pozemkových úprav, na jejich rozsah, finanční náročnost a způsob zahajování řízení a rozhodování v něm.

Jedná se zejména o formu komplexních pozemkových úprav (dále jen KPÚ). Jejich rozsah musí splňovat veškeré náležitosti definované zákonem a zvláštním právním předpisem, kterým je vyhláška č. 545/2002 Sb. o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav (dále jen vyhláška [4]). Další formou jsou jednoduché pozemkové úpravy (dále jen JPÚ). Jedná se o účelové řešení s omezeným rozsahem (část určitého katastrálního území, vyřešení přídelů apod.). Zahajují se nejčastěji za účelem vyřešení pouze některých hospodářských potřeb (například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků) nebo určitých ekologických potřeb v krajině (například lokální protierozní nebo protipovodňové opatření) nebo když se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území (například

v důsledku stavební činnosti). V tomto případě může PÚ upravit náležitosti návrhu a provádění pozemkových úprav odlišně, než jak to stanoví vyhláška. Pomocí JPÚ lze provést i upřesnění nebo rekonstrukci přidělů půdy přidělené ve smyslu dekretů prezidenta republiky č. 12/1945 Sb. a č. 28/1945 Sb. a zákonů č. 142/1947 Sb. a č. 46/1948 Sb. V tomto případě lze také po projednání s katastrálním úřadem (dále jen KÚ) postupovat přiměřeně v některých paragrafech zákona [3]. Pokud PÚ hodlá v případech JPÚ upravit náležitosti a provádění pozemkových úprav odlišně od vyhlášky [4], je nutné, aby tak učinil již v zadání pozemkových úprav, aby v průběhu pozemkových úprav nevznikaly nejasnosti ohledně postupu a náležitostí zpracování. PÚ tedy musí mít jasnou představu (pro účely zadání), jak se provádění a náležitosti pozemkových úprav budou od běžného postupu vyplývajícího z vyhlášky [4] lišit. Je proto nutné, aby PÚ velmi odpovědně vážily, jaká pravidla pro danou JPÚ stanoví, aby nedošlo k narušení základních principů zákona. O této formě pozemkových úprav je pojednáno v samostatné kapitole Metodiky (Doležal, P. 2010).

3.5. Laserové senzory

Laserové snímače pracují na podobném principu jako snímače radarové. Místo mikrovlnného záření však využívají laserový paprsek. Umožňují získat různé informace o povrchu a atmosféře Země.

Získávat můžeme tedy informace o reliéfu terénu včetně všech objektů, které se na něm nacházejí. Mezi ně patří budovy, povrchové rozvody energií, jednotlivá patra zeleně a mnohé další. Další důležitou výhodou je možnost získat informace o materiálech nacházejících se na povrchu Země. Také můžeme získávat informace o složení atmosféry, rychlosti a směru proudění.

K těmto zařízením patří například lidar. Jedná se o dopplerovský laser nebo senzor využívající více laserových paprsků s různými vlnovými délkami. Nosičem těchto zařízení bývá obvykle vrtulník nebo pomalu letící letadlo (Rapant, P. 2006).

3.6. Lidar

Název lidar tvoří zkratka anglických slov *Light Detection And Ranging*, (LIDAR). Jedná se o jednu z nejmladších technologií určených k získávání 3D dat o objektech a jevech nacházejících se na Zemi. Zpravidla se touto technologií skenuje zemský povrch, stavby

a podzemní prostory. Jsou však známé i aplikace z oblasti detekce úniku metanu, měření rychlostního pole v atmosféře, měření mraků a mnoho dalších.

Vývoj lidarů byl zahájen zhruba před 15 lety. Od této doby se postupně rozvíjel v široce použitelnou technologii. Jejím velkému rozšíření zatím brání jak velká technologická náročnost výroby potřebných zařízení, tak i velká náročnost při zpracování získaných dat.

Vlastnosti a možnosti lidarů však tuto technologii určují jako nosnou pro získávání prostorových dat (Rapant, P. 2006).

3.6.1. Princip lidarů

Lidar pracuje na podobném principu jako radar, místo radiových vln však používá světelné záření. Vzhledem k výrazně kratší vlnové délce použitého záření je však výsledné technické řešení zcela odlišné. Velkou výhodou lidarů je vysoká přesnost určování polohy bodů, od kterých se záření odráží. Lidar se skládá z laseru, optické soustavy a mechanické soustavy zajišťující vychylování laserového paprsku tak, aby opisoval na terénu dráhu určitého tvaru. Dalšími prvky jsou detektor odraženého záření, přesné hodiny a zařízení pro určování přesné polohy nosiče a jeho orientace v prostoru. Celý komplet je doplněn počítačem a je nainstalován na nosiči. Nosičem je nejčastěji vrtulník nebo pomalu letící letadlo.

Princip lidarů je velmi jednoduchý. Světelný paprsek generovaný laserem je optickou soustavou soustředěn do velice úzkého paprsku. Tento paprsek je zpravidla mechanickým zařízením vychylován napříč směru letu nosiče. Paprsek opisuje po terénu stopu, jejíž tvar je závislý na způsobu vychylování paprsku. Může se jednat o klasické řádky, nebo o vzor, který je možné nazvat „cik-cak“, dále se může jednat o podélné řady bodů. V některých případech může paprsek opisovat po terénu spirálu (Rapant, P. 2006).

Z leteckého laserového skeneru je vyslán laserový paprsek měřící vzdálenost, kterou urazí směrem k povrchu Země. Ve stejný okamžik je zaznamenána poloha skeneru (pomocí diferenciálního GPS) a inerciální navigace a směr paprsku. Vyhodnocením všech parametrů jsou získány informace o jednom určitém bodu povrchu.

Nosičem celého laserového zařízení bývá letadlo nebo vrtulník, na rozdíl od pozemního laserového skenování, kdy je možné umístění systému přímo v terénu nebo na pozemním vozidle. Nabízíme možnost pořizovat během letu jak data z laserového skenování, tak i snímkovat fotogrammetrickou kamerou a maximálně ekonomicky zefektivnit leteckou misi (GEODIS, 2010).

3.6.2. Charakteristika získaných dat

Z měření lidarem získáme mračno bodů reprezentujících místa v prostoru. Tyto body jsou rozmístěny v 3D prostoru. Každý bod má třírozměrné souřadnice a mohou k němu být přiděleny i další informace. Lze tak například získat informace o intenzitě odraženého záření. Pokud přidělíme každému bodu odstín šedi odpovídající odrazivosti, získáme pseudosnímek. Z tohoto pseudosnímku můžeme poté pomocí vhodné interpolace odvodit obdobu rastrového obrazu. Lidar nejčastěji využívá infračervené lasery. Toto záření není téměř vůbec odraženo vodními plochami. V rastrovém obraze odvozeném z měření takovýmto lidarem je proto možné dobře odlišit vodní plochy. Není však možné vyhodnocovat hloubku a reliéf dna. Pokud je použit laser generující záření s vlnovou délkou odpovídající modrozelenému světlu, můžeme v čiré stojaté vodě měřit reliéf dna až do hloubky cca 50 m. Tento dosah je však omezen zakalením vody a jejím případným prouděním (Rapant, P. 2006).

3.7. Digitální model reliéfu České republiky čtvrté generace (DMR 4G)

Digitální model reliéfu České republiky čtvrté generace (DMR 4G) představuje zobrazení přirozeného, nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů. Tyto body jsou zobrazeny v pravidelné síti 5 x 5 metrů a souřadnicích X, Y, H, kde souřadnice H reprezentuje nadmořskou výšku bodu ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv). Úplná střední chyba výšky je 0,3 metru v odkrytém terénu a 1 metr v terénu zalesněném. Model vznikl z dat pořízených metodou leteckého laserového skenování výškopisu území České republiky v letech 2009 až 2013. Digitální model reliéfu čtvrté generace je určen k analýzám terénních poměrů regionálního charakteru a rozsahu, například při projektování rozsáhlých dopravních a vodohospodářských záměrů, modelování přírodních jevů a mnoha dalším projektům.

DMR 4G je Zeměměřickým úřadem od roku 2013 průběžně aktualizován v návaznosti na aktualizaci a verifikaci dat Základní báze geografických dat České republiky, a to metodami digitální stereofotogrammetrie a na vybraných územích i metodou leteckého laserového skenování (ČÚZK, 2010a)

3.8. Digitální model reliéfu České republiky páté generace (DMR 5G)

Digitální model reliéfu České republiky páté generace (DMR 5G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, H, kde souřadnice H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv). Úplnou střední chyba výšky činí 0,18 metru v odkrytém terénu a 0,3 metru v zalesněném terénu. Model vznikl z dat pořízených metodou leteckého laserového skenování výškopisu území České republiky v letech 2009 až 2013. Digitální model reliéfu páté generace je určen k analýzám terénních poměrů lokálního charakteru a rozsahu, např. při projektování pozemkových úprav, plánování a projektování dopravních, vodohospodářských a pozemních staveb, modelování přírodních jevů lokálního charakteru, a podobných projektů. Digitální model reliéfu páté generace je také základní zdrojovou databází pro tvorbu vrstevnic určených pro mapy velkých měřítek a počítačové vizualizace výškopisu v územně orientovaných informačních systémech vysoké úrovně podrobnosti.

Digitální model reliéfu páté generace má být vytvořen z celého území České republiky do konce roku 2015. Model je navíc Zeměměřickým úřadem od roku 2013 průběžně aktualizován v návaznosti na aktualizaci a verifikaci dat Základní báze geografických dat České republiky, a to metodami digitální stereofotogrammetrie a na vybraných územích i metodou leteckého laserového skenování (ČÚZK, 2010b).

Poskytování dat je možné na základě licenční smlouvy. U obou modelů se jedná o mapové listy 2,5 x 2 km ve výdejním formátu TXT (ČÚZK, 2010).

Dostupnost digitálních modelů reliéfu České republiky čtvrté a páté generace je zobrazena v příloze č. 1 a 2.

3.9. Landsat

Program Landsat nabízí nejdelší nepřetržitý globální záznam zemského povrchu. Doposud dodává snímky naší planety. Od začátku roku 1970 Landsat nepřetržitě získává a archivuje snímky povrchu Země. Díky archivaci těchto snímků získávají vědci jedinečnou možnost

posuzovat změny v krajině. Za více než čtyřicet let programu Landsat bylo shromážděno obrovské množství dat, které vytváří bezkonkurenční archiv s dobrou kvalitou, detailem, pokrytím a délkou sledování. Družice Landsat však nemají dobré rozlišení a není tak možné vidět jednotlivé domy a malé objekty. Je však možné pozorovat velké liniové prvky, jako jsou například dálnice (NASA Official, 2015a).

3.9.1. Historie Landsat

V roce 1965 navrhl ředitel geologického průzkumu Spojených států myšlenku o možnosti realizace dálkového průzkumu Země. Primárně by tak byla shromažďována data o přírodních zdrojích naší planety. Zatímco meteorologické družice sledovaly změny v atmosféře již od roku 1960 a jejich monitoring byl velmi užitečný, zemský povrch z vesmíru monitorován nebyl. Proto byla navržena Landsat 1. Tento návrh se však setkal s odporem ze strany předsednictva rozpočtu a těch, kteří považovali výškové letouny pro snímání zemského povrchu za dostačující. I přes problémy s rozpočtem a schválením programu měla NASA v roce 1970 zelenou pro realizaci satelitu Landsat 1. Družice Landsat 1 byla poté 23. června 1972 vypuštěna (NASA Official, 2015b).

3.9.2. Družicové snímky

Družicové snímky se v posledním desetiletí staly jedním z nejčastěji využívaných zdrojů geografické informace v mnoha oborech lidské činnosti. Bylo to umožněno zejména rychlým technologickým vývojem v oblasti dálkového průzkumu Země, díky kterému se tento obor přesunul z oblasti výzkumné a vojenské do sféry komerční. V dnešní době již neexistují prakticky žádná omezení, pokud jde o dostupnost družicových dat a jejich využití. Počet družic pořizujících obrazová data pro komerční účely se dnes pohybuje v několika desítkách a v následujících letech je plánováno uvést do provozu řadu dalších družicových systémů. Prakticky každý uživatel tak má možnost vybrat si data, která budou vyhovovat jeho potřebám a požadavkům. Obrovský posun nastal především v oblasti prostorového rozlišení. Nejnovější družice dnes umožňují získat snímky s přesností lepší než 1 m vhodné pro mapování v měřítcích 1:5 000 až 1:10 000. I při tomto detailu si zachovávají družicová data vysoké spektrální rozlišení a v barevném režimu jsou snímky vždy pořizovány také v infračervené části optického spektra. Současně jsou dnes také k dispozici specifické družicové systémy pořizující data radarová nebo

hyperspektrální. Stále častější využívání družicových snímků je umožněno jejich lepší dostupností. Až na výjimky byl uživatel dříve odkázán na archívy snímků pořizovaných bez ohledu na klimatické podmínky nebo přání zákazníka. V dnešní době již většina komerčně orientovaných družicových systémů umožňuje pořízení snímků na základě individuální žádosti zákazníka. Ten má možnost přesně definovat území, vybrat vhodné časové období i další parametry požadovaných družicových dat. Veškerá pořizovaná data jsou vždy archivována. Díky tomu stále narůstá počet aplikací založených na studiu vývoje a posouzení změn nejrůznějších aspektů životního prostředí. Rozsáhlé archívy v kombinaci se snadnou dostupností aktuálních snímků prakticky jakéhokoliv území povyšují družicová data na neocenitelný informační zdroj a činí z nich mapovací nástroj dostupný každému uživateli. Ceny družicových snímků se přizpůsobily konkurenčnímu prostředí na trhu geografických dat a díky tomu se družicová data stále častěji stávají efektivnější alternativou použití klasických postupů, např. leteckého snímání nebo pozemního mapování (GIGSAT, 2015)

3.10. Ortofoto snímky

Ortofoto České republiky představuje periodicky aktualizovanou sadu barevných ortofoto snímků v rozměrech a kladu mapových listů Státní mapy 1 : 5 000 (2 x 2,5 km). Ortofoto je georeferencované ortofotografické zobrazení zemského povrchu. Na ortofotu je fotografický obraz zemského povrchu překreslený tak, aby byly odstraněny posuny obrazu vznikající při pořízení leteckého měřického snímku. Ortofota jsou barevně vyrovnaná, 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 snímání prováděno digitální kamerou, což vedlo k dalšímu významnému zvýšení kvality produktu.

Tvorbu státního Ortofota ČR zajišťuje od roku 2003 Zeměměřický úřad ve spolupráci s Vojenským geografickým a hydrometeorologickým úřadem (VGHMÚŘ) na základě dohody ČÚZK a Ministerstva obrany (MO) ČR. V letech 2003 až 2011 byla každoročně snímána 1/3 území ČR, po poledníkových páslech (pásma „Západ“, „Střed“ a „Východ“). Od roku 2012 se letecké měřické snímání území ČR a tvorba Ortofota ČR provádí ve dvouleté periodě, kdy bude každý rok snímána přibližně polovina území ČR.

Ortofoto ČR je používáno v resortu ministerstva zemědělství jako podklad pro vyhodnocení základních produkčních celků v systému veřejného registru půdy, v resortech Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního a ministerstva obrany slouží mimo jiné jako základní podklad k aktualizaci databází topografických dat a následně státních mapových děl. Ortofoto ČR je poskytováno řadě dalších uživatelů, určeno je především pro organizace a orgány státní správy a územní samosprávy, kde nachází uplatnění v oblasti plánování a přípravy projektů, v ochraně životního prostředí, v krizovém řízení a v mnoha dalších oblastech (ČÚZK, 2010c).

4. Vymezení zájmového území

Zájmové území představuje plocha situovaná jihovýchodně od města Lanžhot. Jedná se o parcelu s číslem 3083/1. Výměra činí 554 071 m². Parcela není zapsána na listu vlastnictví. Momentálně je využívána jako orná půda (CUZK, 2014).

5. Přírodní poměry

5.1. Geologie oblasti

Celé soutokové území Dyje s Moravou patří geograficky k Dolnomoravskému úvalu, náležícímu k panonským pánvím (Demek a kol. 1987). Výplň vídeňské pánve tvoří nepravidelně se střídající polohy jílu, prachů, slínů, písků a štěrků. Tyto horniny se ukládaly nejdříve v mořském prostředí a teprve v mladším období byly postupně nahrazeny sedimentací suchozemskou (Čtyroký, Havlíček, 2001).

5.2. Geomorfologie

Typově je oblast zařazena do aluviální roviny – heterogenní pahorkatiny.

Členění podle Šafáře a kol. (2003)

Provincie: Panonská

Soustava: Vnitrokarpatké sníženiny

Podsoustava: Vídeňská pánev

Celek: Dolnomoravský úval

Okrsek: Dyjsko - moravská niva

5.3. Pedologické poměry

Nejrozšířenějším půdním typem v údolních nivách řek jsou fluvizemě modální, včetně různých subtypů a variet. Nejčastěji se však jedná o fluvizemě modální a glejové. V místních terénních

depresích s vysoko položenou stagnující podzemní vodou je rozšířen půdní typ glej. Fluvizemě obecně vznikají na aluviálních uloženinách v okolí vodních toků. Tyto půdy nejsou výrazněji členěny na jednotlivé genetické půdní horizonty. Místy bývá zřetelná vrstevnatost či rozdílnost v zrnitostní skladbě půdního profilu. Vzácný není ani výskyt tmavších vrstev takzvaných pohřbených půdních horizontů, tedy humusem výrazněji obohacených částí půdního profilů o různé mocnosti v rozsahu několika centimetrů, případně decimetrů (Němeček J. a kol. 2001).

5.4. Hydrologický a vlhkostní režim půd lužního lesa

Specifické půdní a hydrogeologické poměry území niv řek Moravy a Dyje i jejich soutoku ovlivňují hydrologii a také vlhkostní režim zdejších půd. Hydrologické poměry jsou dány především rozkolísanými průtoky vody v obou řekách během roku, přičemž velmi často není v souladu maximum atmosférických srážek s maximum průtoku vody v recipientech. Je to dáno velkou rozlehlostí území a povodí obou řek a vyšší celkovou sumou srážek v pramenných oblastech obou toků. Důležitým faktorem hydrologie tohoto území je propojení stavu vody v řekách s podzemními vodami proudícími v pleistocenních štěrkopískových sedimentech souběžně s tokem řek. Obě nivy jsou tak obrovskými zásobárnami relativně kvalitních kvarterních pitných vod. Určitý podíl v bilanci vody činí také přítoky z okolních výše položených terasových stupňů (Kouřil, Prokop 1973).

5.5. Hydrologické poměry

Řeka Morava pramení pod Kralickým Sněžníkem v nadmořské výšce 1 380 m n. m. V horním úseku protéká úzkým údolím až k soutoku s Desnou u Postřelmovy. Za tímto soutokem se otevírá široké údolí s inundacemi. Kolem Litovle Morava protéká Litovelským Pomoravím. Pod Olomoucí přijímá svůj největší levobřežní přítok, řeku Bečvu. Celková délka řeky Moravy na území České republiky dosahuje 284,5 km. Celková délka až po soutok s Dunajem je 354 kilometrů. Na soutoku Moravy a Dyje činí její celkový spád 1 232 m. Soutok je v nadmořské výšce 148 m n. m.

Dyje je svojí délkou srovnatelná s řekou Moravou. Její celková délka činí včetně části na rakouském území 311 kilometrů. V pramenné oblasti má dvě větve. Rakouská větev má delší tok, větší povodí a také vodnost. V České republice je však za hlavní větev uznávána větev Moravské Dyje. Ta vyvěrá u Panenského Rozsívka ve výšce 657 m n. m. S Rakouskou

Dyje se slévá na rakouském území u obce Raabs a do České republiky se vrací pod obcí Podhradí. V horní části je na toku Dyje přehradní nádrž Vranov. Ta je jednou z největších údolních nádrží v celém povodí Moravy. Poté Dyje meandruje ve strmém a zalesněném údolí na území Národního parku Podyjí. Pod Znojmem se dostává do rovinatého Dyjsko-svrateckého úvalu. Zde se nachází její největší přítoky, Svratka a Jihlava, a to v prostoru střední nádrže vodního díla Nové Mlýny. Dolní tok Dyje protéká Břeclaví a pod Lanžhotem se vlévá do Moravy. Celkový absolutní spád toku činí 506 m.

4-17-01 Dyje od Svratky po ústí

4-17-02 Morava od Dyje po ústí

(Povodí Moravy, 2014)

5.6. Klimatické poměry

Zájmové území je řazeno do oblasti A2. Jedná se o teplou suchou oblast s mírnou zimou a kratším svitem slunce. (Dle Atlasu podnebí ČSSE 1985)

Podle Quitta (1970) je řazena do oblasti T4. Ta je charakterizována velmi dlouhým, teplým a suchým létem. Přejídné období je velmi krátké. Jaro a podzim jsou teplé. Zima je krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá. Sněhová pokrývka má krátké trvání.

5.7. Biogeografické členění

Podle Culka (2005) se oblast nachází v oblasti 1Lh Širší hlinité nivy 1. v.s. Tento typ se nachází v Panoniku na jižní Moravě. Tvoří jej 4 velké segmenty s průměrnou plochou 84 m² a celkovou plochou 334 m². Segmenty jsou tvořeny 3-6 km širokou nivou Moravy, 2-6 km širokou nivou Dyje a 1,5-3 km širokými nivami Svratky a Jihlavy. Největší plochu zaujímá niva Moravy. Díky silnější fluvialní dynamice Moravy jsou podél ní výrazné břehové valy a bezodtoké deprese. Tyto prvky jsou u ostatních řek méně nápadné. Jsou zde zachovány také zbytky tůní, příkopy a náhony.

5.8. Přírodní lesní oblast

Okolí města Lanžhot je zařazeno do přírodní lesní oblasti 35 Jihomoravské úvaly. Platnost oblastního plánu rozvoje lesa je od roku 1999 do roku 2018. Plocha oblasti činí 294 552 ha. Lesnatost oblasti je 13,9 % (UHÚL, 2014).

6. Metodika

6.1. Data a použití software

6.1.1. Software

Pro zpracování dat byl použit program ArcMap 10.2 Programy ArcGis patří v dnešní době v oblasti geoinformatiky k nejrozšířenějšímu softwaru. Je možné použít je na téměř všechny analýzy dat. Program ArcMap je navíc pro studenty zabývající se problematikou geoinformatiky zdarma. Některé z vizualizací byly provedeny v programu ArcScene 10.2 Pro zpracování lidarových dat bylo nutné doplnit základní verzi o extenzi lastools toolbox. Toto rozšíření nabízí nástroje pro práci s daty ve formátu LAS.

6.1.2. Lidarová data

Pro práci byla použita lidarová data zakoupená od ČÚZK. Jednalo se o data ve formátu txt. Konkrétně mapové listy Břeclav 0-7 a Břeclav 0-8.

6.1.3. Družicová data

Družicová data jsou ze zdroje LandsatLook Viewer. Tyto data jsou volně dostupné na stránkách U. S. Geological Survey. Snímek použitý pro analýzu je ze srpna roku 2014.

6.1.4. Letecké ortofoto snímky

Letecké ortofoto snímky ČÚZK. Tato data byla nahrána z WMS serveru http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx. Přesné datum pořízení není bohužel možné zjistit. Ortofoto snímky by však měly být podle (ČÚZK 2015) aktualizovány každé dva roky.

Snímky ze zdroje ESRI byly získány ze serveru esri.com. Jedná se o WMS (web map services) vrstvu, kterou je možno připojit přímo v programu ArcMap 10.2 Tyto snímky by měly dle zdroje (ARCGIS, 2015) pro západní Evropu dosahovat prostorového rozlišení pixelu 0,3 m.

6.2. Postup prací

6.2.1. Analýza lidarových dat

Pokladová data pro práci byla zakoupena od ČUZK. Konkrétně se jednalo o surová data laserového skenování, které bylo realizováno nad územím celé Moravy na podzim roku 2013. Zpracování těchto dat proběhlo v softwaru ArcGis 10.2 s následnou instalací extenzního nástrojového balíku LasTools. Ten sdružuje nástroje pro zpracování, editaci a analýzu lidarových dat. Textové soubory získané od ČUZK byly převedeny na formát souboru las, a nástrojem *Create las dataset* vytvořen LAS dataset. Z tohoto LAS datasetu byl vytvořen digitální model terénu (DMT) pomocí nástroje *LAS dataset to raster*.

Takto byl vytvořen DMT studované lokality s prostorovým rozlišením 0,2 m.

Druhým krokem bylo proložení DMT rovinou střední nadmořskou výškou reliéfu zájmového území, která sloužila pro vylišení terénních nerovností. LAS soubory byly převedeny na bodový vektor pomocí nástroje *LAS to multipoint*. Z těchto bodů byl lineárně interpolován DMT pomocí nástroje *Trend*. Takto byla získána rovina procházející střední nadmořskou výškou. Nástrojem *Minus* byl od DMT odečten trend získaný z předchozího kroku. Výsledná rastrová vrstva poté představovala vyvýšené a snížené hodnoty reliéfu.

Tato vrstva byla pomocí neřízené klasifikace *Iso unsupervised classification* rozdělena do 4 tříd. Ty představovaly plochy vhodné pro navržení vodních ploch, mokřadů, vyšších a nižších stupňů nivy.

6.2.2. Analýza dat z družic Landsat

Další možností získání podkladů pro komplexní pozemkové úpravy je analýza dat z družic Landsat. Tato metoda by však byla vhodná spíše pro rozsáhlejší území. Na malých plochách při malém prostorovém rozlišení snímků (30 m) nelze zcela definovat rozdíly v terénu. Snímky z let 1973 až 2014 jsou zobrazeny v příloze č. 7-12. Snímky byly získány z adresy <http://landsatlook.usgs.gov/viewer.html> kde jsou volně k zobrazení. Na snímku z roku 2004 je viditelná hardwarová chyba družice Landsat 7 ETM. Červeně je pak vyznačena hranice zájmového území.

Pro analýzu byl použit snímek z roku 2014. Bylo provedeno vyhlazení pomocí nástroje *Filter*. Snímek byl klasifikován neřízenou klasifikací *Iso unsupervised classification*.

6.2.3. Analýza dat z ortofoto snímků

Pro analýzu byla použita data ČÚZK a ESRI. Prostorové rozlišení těchto snímků je 0,25 m pro data ČÚZK a 0,3 m pro data ze zdroje ESRI. Snímek byl filtrován nízkofrekvenčním filtrem pomocí nástroje *Filter*. Tímto nástrojem byly odstraněny hrany a lomové body snímku. Poté byl snímek klasifikován pomocí nástroje *Iso unsupervised classification*. Tímto nástrojem byl snímek neřízeně klasifikován do čtyřech tříd pro vylíšení paměti krajiny.

6.3. Návrh lesoparku

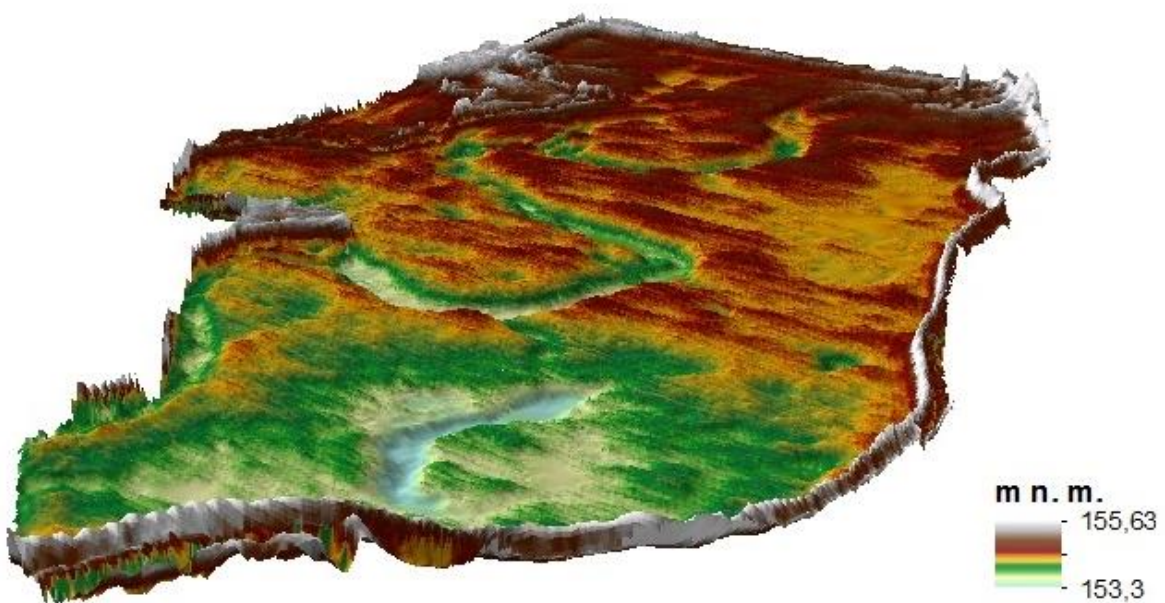
Jelikož analýzy družicových a leteckých snímků nenabízí pro území v této výměře uspokojivé a relevantní podkladové informace, byl návrh lesoparku proveden na podkladu analýz a interpretace lidarových dat. Navrhované výsadby byly zvoleny dle aktuálního souboru typů geobiocénů 1Le Širší hlinité nivy 1. v.s. Zemní práce pro realizaci vodních ploch nebyly řešeny z důvodu absence půdních sond, které by byly nutné pro zjištění kolísání hladiny spodní vody. Půdní sondy nebyly hloubeny z důvodu současného zemědělského využívání parcel – porost ozimé pšenice. Stejně tak není řešen materiál a parametry stezky. Pro výběr dřevin byly použity publikace (Hurych, 2003) a (Málek a kol., 2012)

7. Výsledky

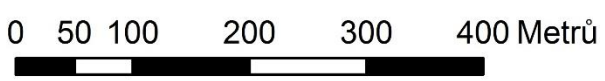
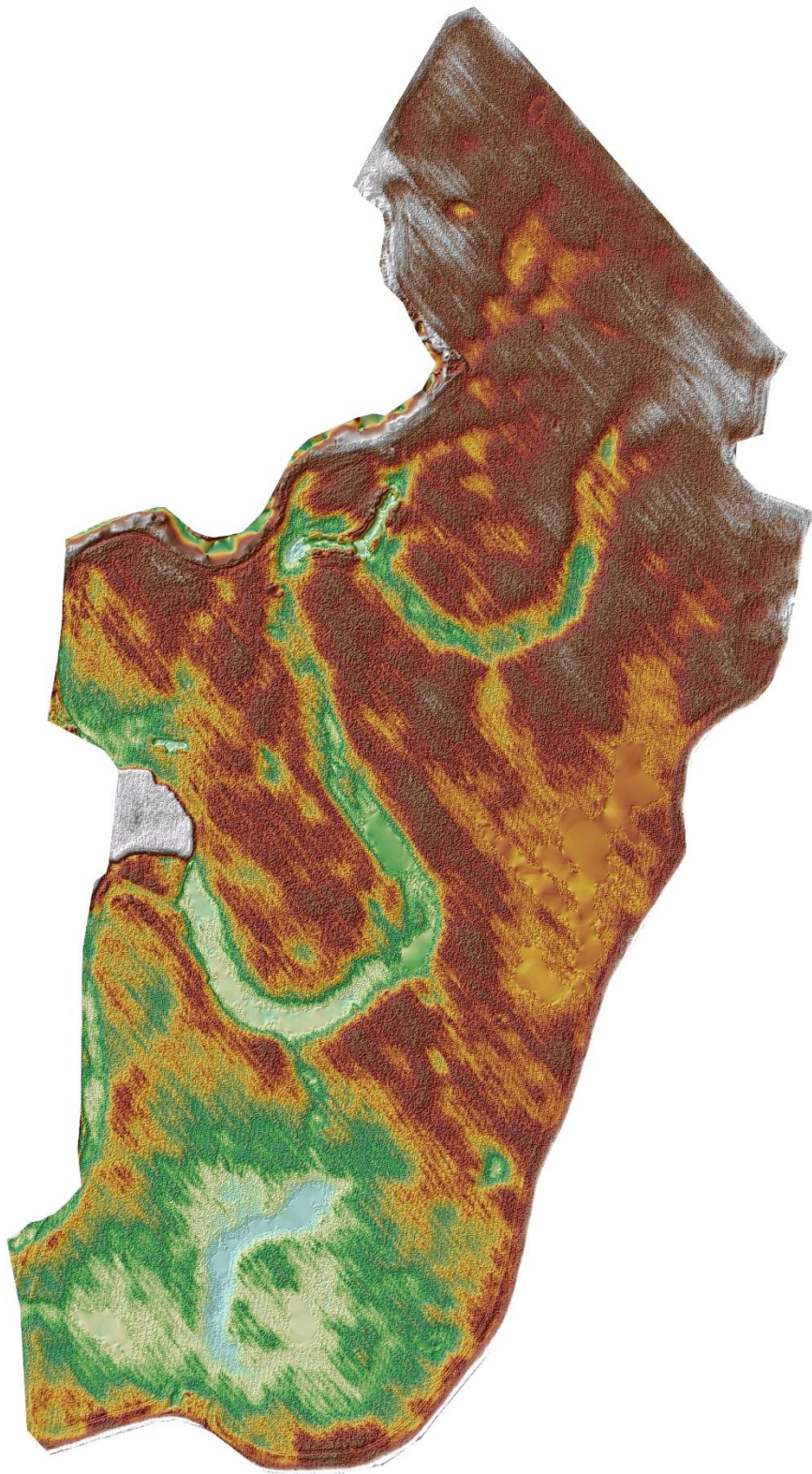
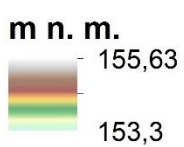
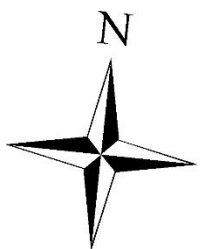
7.1. Výsledky z dat laserového skenování

7.1.1. Digitální model terénu

Digitální model terénu zájmové lokality s prostorovým rozlišením 0,2 x 0,2 m byl vytvořen nástrojem *LAS dataset to raster*. Jeho vizualizace byla provedena v programu ArcScene. Jedná se o značně rovinaté území, proto bylo pro lepší znázornění výškových rozdílů zvoleno převýšení dvacetkrát větší.



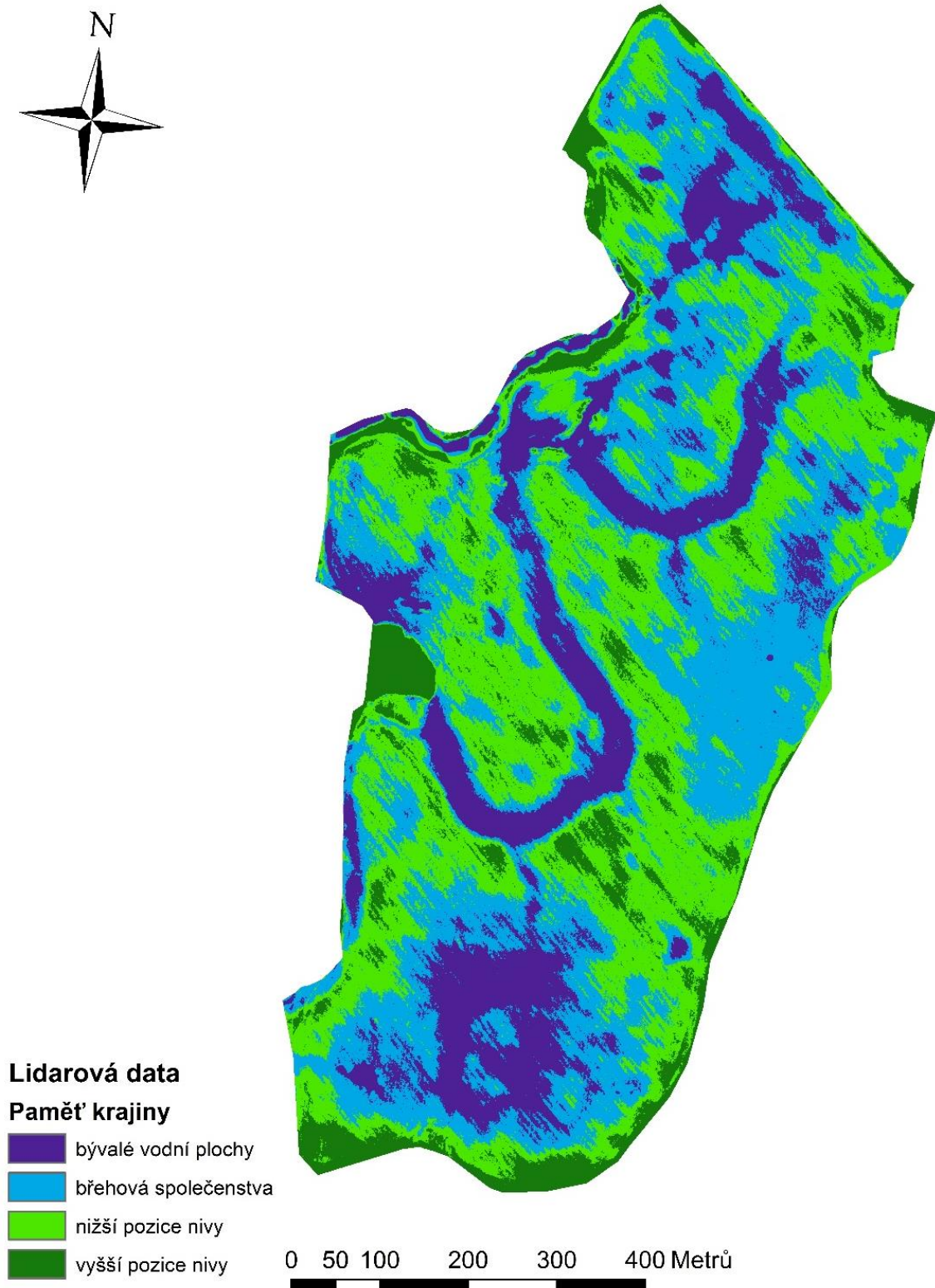
Obr. 1 digitální model terénu z lidarových dat zobrazený v programu ArcScene 10.2



Obr. 2 digitální model terénu zobrazený v programu ArcMap 10.2

7.1.2. Klasifikace lidarových dat

Pro klasifikaci byl použit nástroj *Iso unsupervised classification* (neřízená klasifikace do čtyř tříd). Takto vznikl podklad pro navržení možných opatření, viz obr. 8. Výstup klasifikace je na obr. 3. Odstíny modré barvy znázorňují terénní deprese. Zelené barvy pak reprezentují vyvýšená místa.

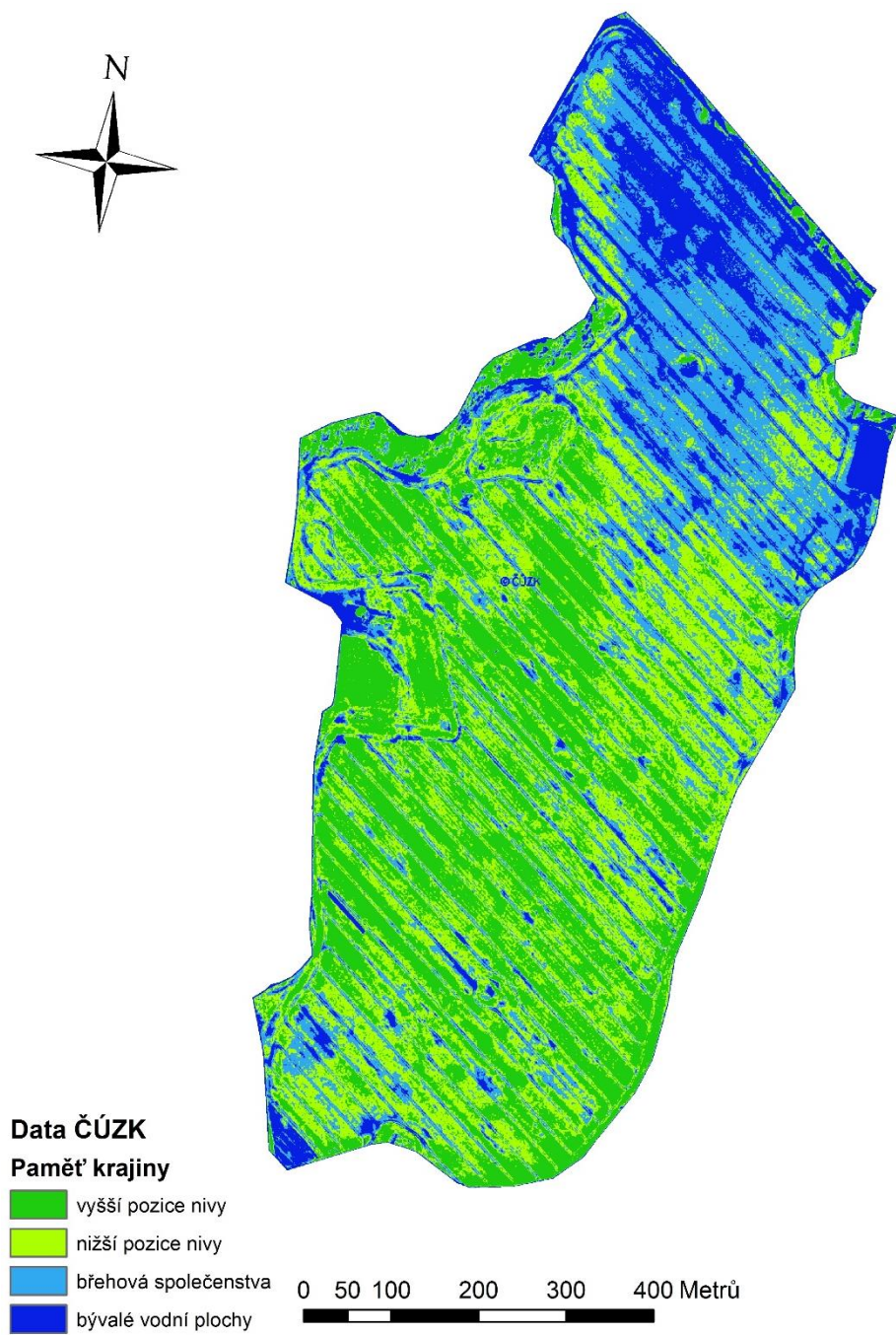


Obr. 3 klasifikace lidarových dat

7.2. Výsledky získané zpracováním ortofoto snímků

7.2.1. Ortofoto ČÚZK

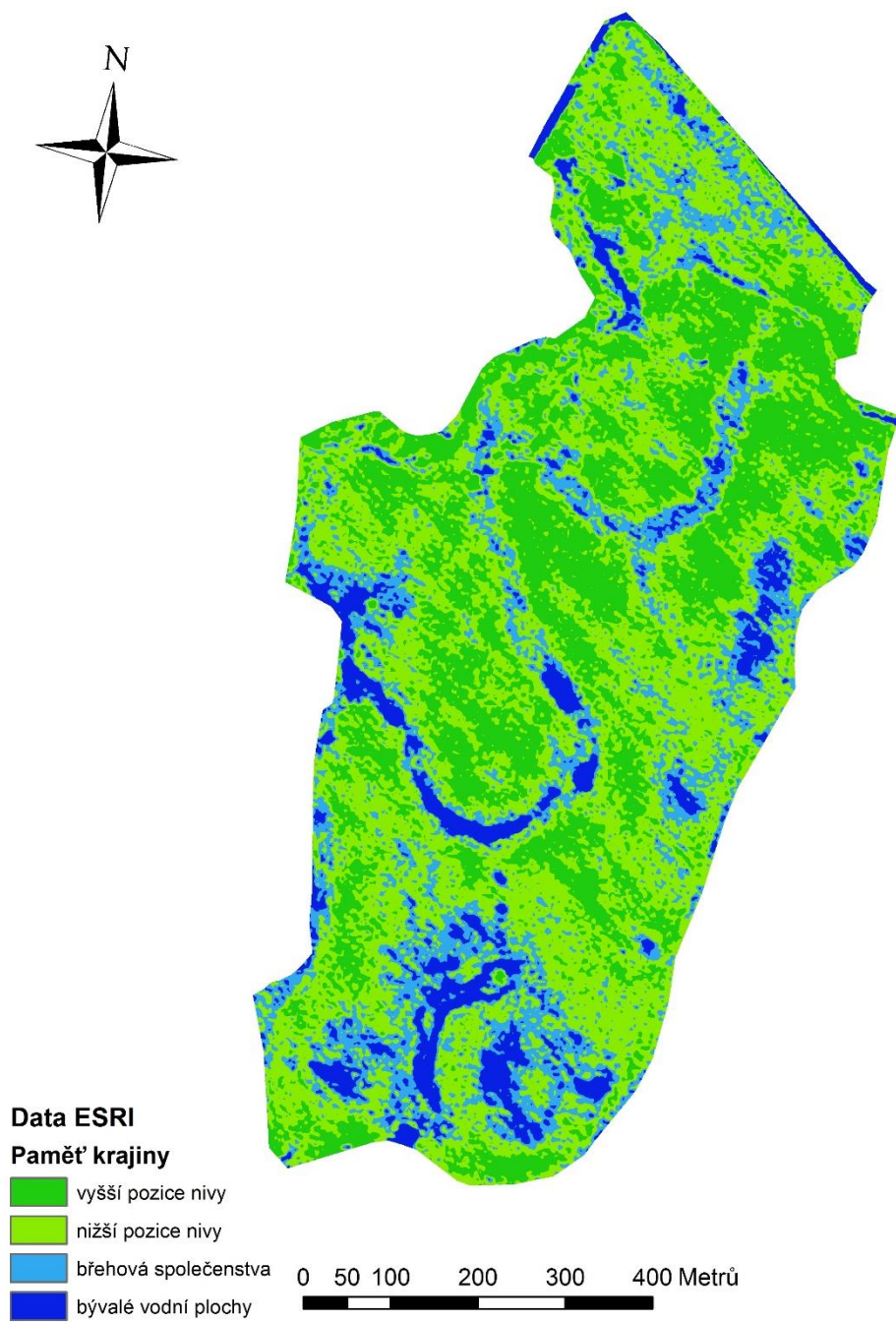
Analýzy ortofoto snímků získaných od ČÚZK neposkytly relevantní výsledky pro KPÚ. Tato skutečnost je zřejmě způsobena obdobím pořízení snímků v průběhu vegetačního období. Nejsou tak vylišeny výškové rozdíly reliéfu, které jsou skryté pod aktuální vegetací. Při použitém postupu byl získán pro práci nepoužitelný výstup. Viz. Obr 4.



Obr. 4 Klasifikace ortofoto snímku ČÚŽK

7.2.2. Ortofoto ESRI

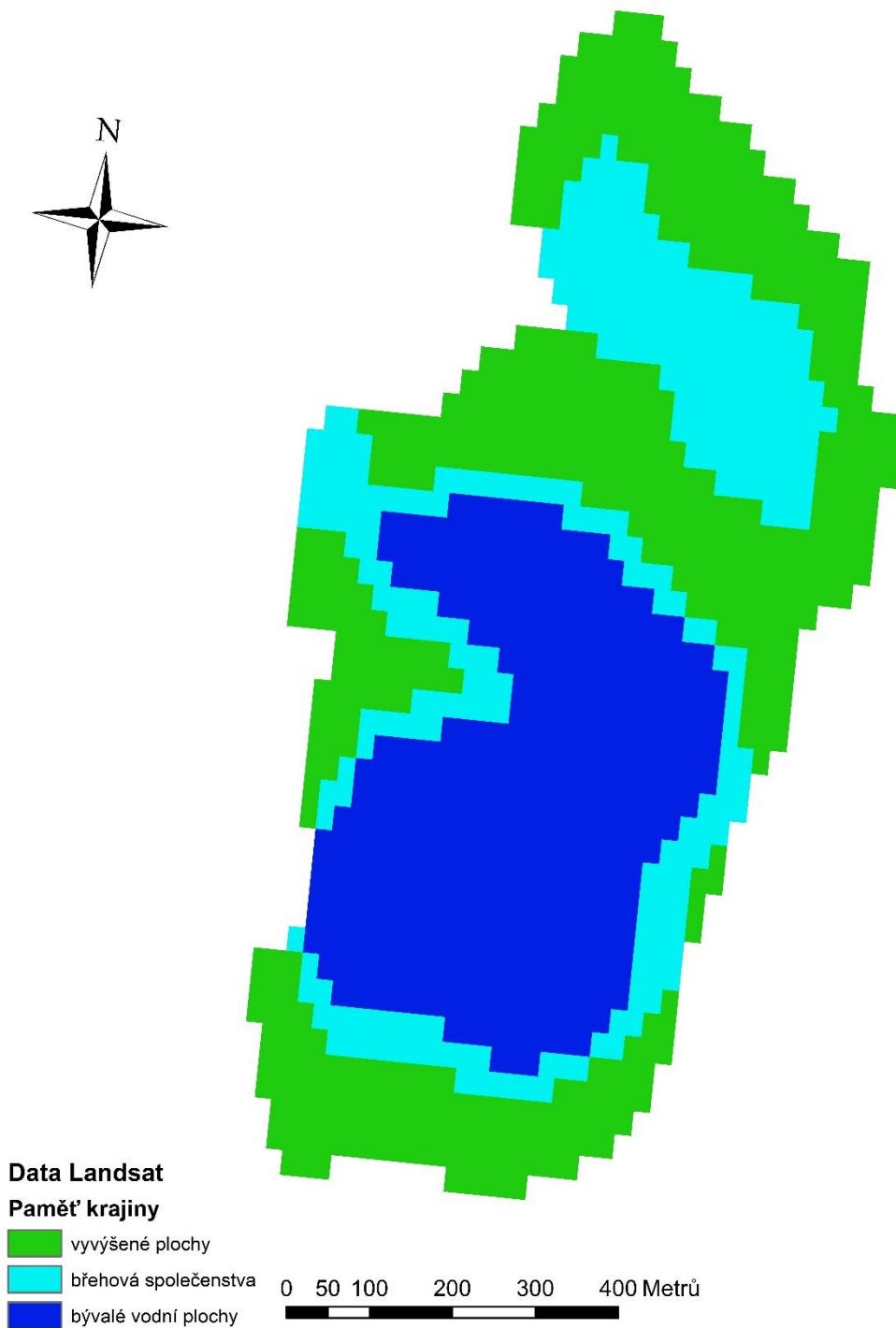
Ortofoto snímky ze zdroje ESRI byly pořízeny v období, kdy byla lokalita značně podmáčená. Za těchto okolností bylo i na ortofoto snímku možné dobře vylíšit oblasti s větším zamokřením. Bylo tak možné dobře vylíšit bývalé vodoteče a sníženiny. Viz. Obr 5.



Obr. 5 Klasifikace dat satelitního snímku ESRI

7.3. Výsledky z dat družic Landsat

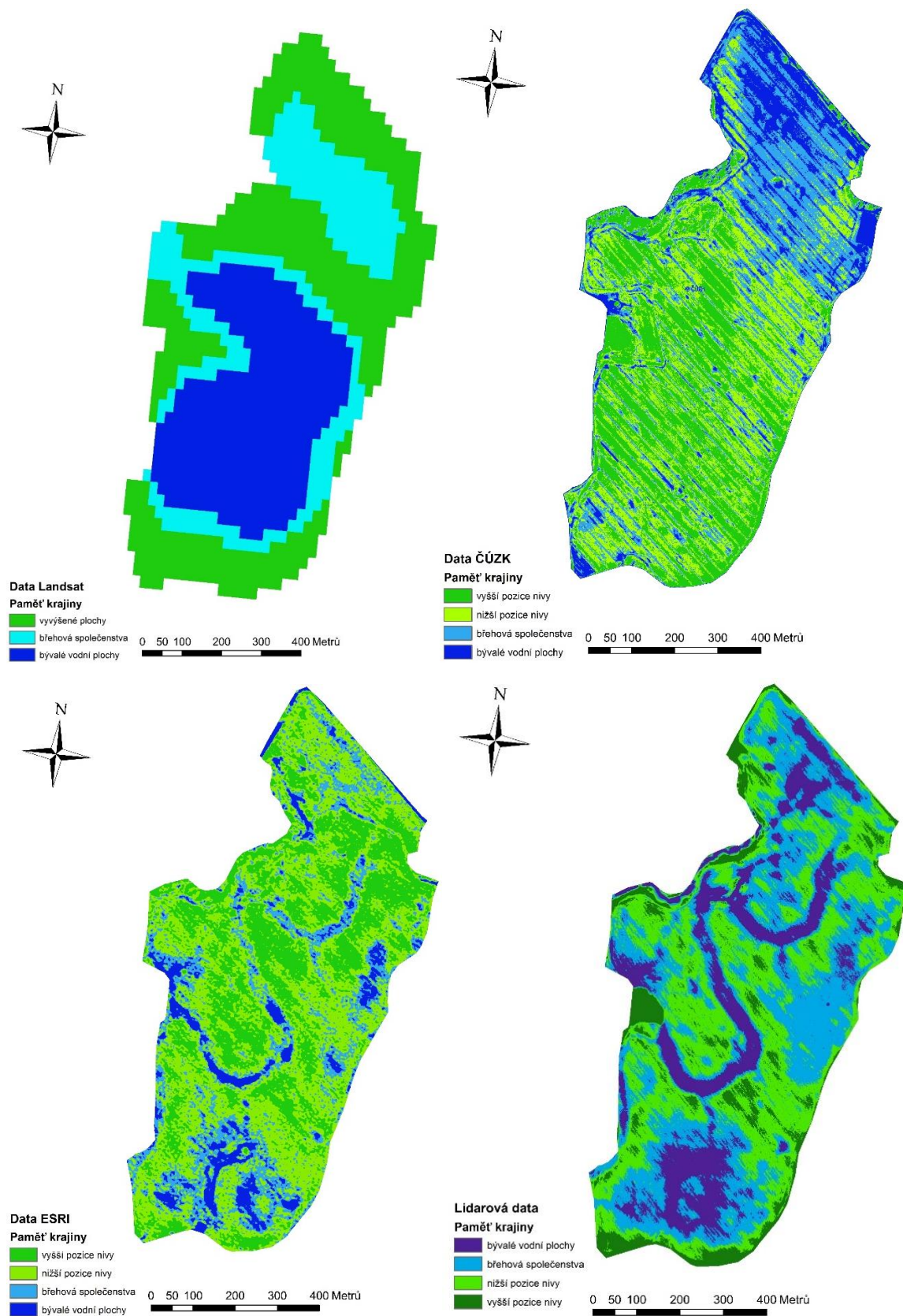
Pro analýzu byl použit snímek ze srpna roku 2014. Při nízkém prostorovém rozlišení snímku však nebylo na takto malém území možné analyzovat paměť krajiny. Velikost pixelu v Landsat datech je 30x30 metrů.



Obr. 6 Klasifikace dat z družice Landsat 8

7.4. Srovnání jednotlivých výsledků

Při srovnání analytických výstupů z výše jmenovaných datových zdrojů bylo dosaženo závěru, že nejlepší výsledky vykazují snímky z lidarových dat. A to nejen prostorovým rozlišením snímku, ale také možností vytvoření detailního výškopisu zájmového území. Z tohoto výškopisu bylo pak možné vytvořit kvalitní digitální model terénu s prostorovým rozlišením pixelu 0,2 m. Který je dle výše zmíněných výsledků prokazatelné nejvhodnějším podkladem pro interpretaci paměti krajiny zájmového území. Analytické výstupy z použitých datových zdrojů jsou ke srovnání na obr. 7.



Obr. 7 Srovnání jednotlivých zdrojů dat

7.5. Navrhovaná opatření

Navrhované opatření vychází z podkladů získaných analýzou lidarových dat. V těchto datech je interpretovaná paměť krajiny, na základě které je navržena realizace KPÚ. Rozmístění navrhovaných prvků v realizaci KPÚ, tedy vodních ploch, břehových společenstev a lesních porostů respektuje historický vývoj krajiny.

Návrh lesoparku je situován v jižní části katastrálního území města Lanžhot. Jeho rozloha by celkově činila 561 675m². Ve výsledku by měl tvořit přechod mezi kulturní krajinou a lužními lesy soutoku Moravy a Dyje. Jako základní prvky jsou navrhovány vodní plochy, lesní porosty, břehová společenstva a stezka sloužící pro zpřístupnění oblasti. Návrh lesoparku je zobrazen na obr. 8.

7.5.1. Porosty tvořené směsí dubu letního a jasanu ztepilého

Celkově by se jednalo o devět oddělených a dočasně oplocených částí zabírajících celkovou plochu 260 730 m². Tyto porosty jsou znázorněny na mapě zelenou barvou. Označení segmentu je provedeno arabskou číslicí od jedné do devíti.

Tab. 1 Porosty jasanu ztepilého a dubu letního

Číslo segmentu	Plocha [m ²]	Obvod [m]	Počty sazenic [ks]	
			Jasan ztepilý	Dub letní
1	34 250	1 233	6 422	23 965
2	10 052	504	1 885	7 022
3	7 514	495	1 409	5 250
4	6 123	400	1 148	4 288
5	39 036	1 334	7 319	27 325
6	80 064	1 675	15 015	56 045
7	38 084	1 830	7 141	26 649
8	14 228	618	2 668	10 001
9	31 375	752	5 883	21 963
Celkem:	260 726 m²	8 841 m	48 890 kusů	182 508 kusů

Jednotlivé porosty by byly oploceny standardním lesnickým uzlíkovým pletivem o výšce 180 cm. Rozestupy mezi jednotlivými kůly 3 m. Každá z oplocenek by byla vybavena dvěma přeazy. Celková délka oplocení by činila 8 841 metrů. K zalesnění by bylo použito prostokořenných sazenic dubu letního a jasanu ztepilého do výšky 50 cm. Smíšení by bylo zajištěno v řadách, a to 6 řad dubu letního ve čtvercovém sponu 1x1 m a čtyři řady jasanu

ztepilého v obdélníkovém sponu 1x1,6 m. Tyto pásy by se pravidelně střídaly pro dosažení poměru smíšení. Při plošném zastoupení 70 % dub letní (*Quercus robur*) a 30 % jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), by počty sazenic za dodržení minimálních počtů na hektar užívaných v lesnictví dle vyhlášky 139/2004 Sb. následující. Dub letní na ploše 182 508 m² a počtu sazenic 182 508 kusů. Jasan ztepilý na ploše 78 218 m² s počtem sazenic 48 890 kusů. Výsadba by byla provedena ručně do jamek 25x25x25 cm.

7.5.2. Porosty vrby bílé, topolu černého a olše lepkavé

Tyto porosty by lemovaly slepé rameno a okolí tůní. Dohromady by porosty tvořily sedm segmentů.

Na mapě jsou tyto porosty znázorněny světlezelenou tečkovanou výplní a označeny arabskou číslicí a malým písmenem b.

Tab. 2 Porosty vrby, olše a topolu

Číslo segmentu	Plocha [m ²]	Obvod [m]	Počty sazenic [ks]		
			Vrba bílá	Topol černý	Olše lepkavá
1b	4 698	Bez oplocení	752	564	564
2b	26 682	1 601	4 269	3 202	3 202
3b	16 389	1 137	2 621	1 967	1 967
4b	8 167	879	1 307	980	980
5b	13 565	967	2 170	1 628	1 628
6b	2 630	396	421	316	316
7b	32 014	1 924	5 122	3 842	3 842
Celkem:	104 094 m²	6 904 m	16 662 kusů	12 500 kusů	12 500 kusů

Vyjma porostu 1b by byly všechny porosty oploceny standartním lesnickým pletivem o výšce 180 cm. Každá z oplocenek by byla vybavena dvěma přeazy v protějších rozích. Pro výsadbu by byly použity prostokořenné sazenice do výšky 50 cm. Smíšení by bylo zajištěno v řadách a to tři řady topolu, čtyři řady vrby a tři řady olše. Takto by bylo dosaženo smíšení 40 % vrba bílá (*Salix alba*), 30 % olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a 30 % topolu černého (*Populus nigra*). Výsadba by byla provedena v obdélníkovém sponu 2 x 1,25 metru. A to u všech dřevin. Tímto sponem by bylo dosaženo počtu 4000 kusů na hektar. Výsadba by byla provedena ručně do jamek 25x25x25 cm.

7.5.3. Porosty jilmu, javoru a dubu

Tyto porosty by lemovaly stezku po celé její délce. Dohromady by tvořily sedm segmentů o celkové rozloze 93 957 m². Na mapě jsou tyto porosty znázorněny zeleným stromem na bílém pozadí. Označení je arabskou číslicí s malým písmenem a.

Tab. 3 Porosty javoru, dubu a jilmu

Číslo segmentu	Plocha [m ²]	Počty odrostků [ks]		
		Dub letní	Jilm vaz	Javor klen
1a	8 278	110	110	110
2a	36 476	486	486	486
3a	6 951	93	93	93
4a	11 462	153	153	153
5a	9 082	121	121	121
6a	8 291	111	111	111
7a	13 408	179	179	179
Celkem:	93 960 m²	1253 kusů	1253 kusů	1253 kusů

K zalesnění by bylo použito odrostků o výšce 200 cm. Tyto odrostky by byly stabilizovány dřevěným kulem s textilním úvazkem a individuální ochranou proti zvěři. Jejich výsadba by byla provedena ve sponu 5 x 5 metrů. Smíšení v řadách 33 % dub letní (*Quercus robur*), 33 % javor klen (*Acer pseudoplatanus*), a 33 % jilm vaz (*Ulmus laevis*). Výsadba by byla provedena ručně do jamek 50x50x50 cm.

7.5.4. Vodní plochy

U vodních ploch není řešen návrh hloubky jednotlivých částí. Je tomu tak z důvodu absence pedologického průzkumu, který by doložil výšku hladiny spodní vody. Pokud by byla zjištěna nízká hladina podzemní vody, bylo by možné napájet vodní prvky z vodního toku Kyjovka. Vodní plochy jsou rozděleny na čtyři segmenty. Ty jsou na mapě znázorněny světle modrou barvou a arabskou číslicí s malým písmenem v. Celkově by tyto plochy zabíraly plochu 94 670 m².

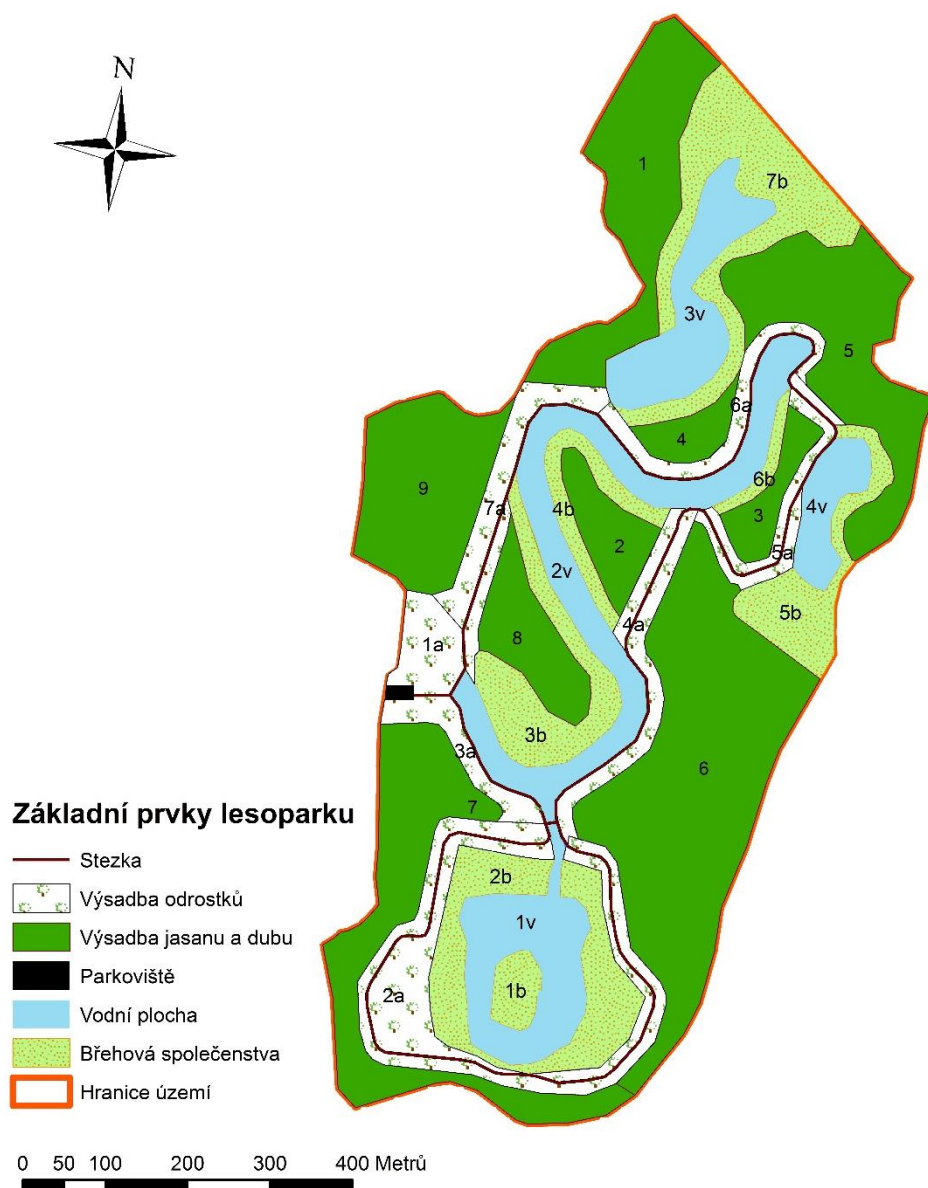
Tab. 4 Vodní plochy

Číslo segmentu	Plocha [m ²]
1v	22 366
2v	41 348
3v	21 429
4v	9 537

Celkem:	94 670 m²
---------	-----------------------------

7.5.5. Stezka

Pro lepší zpřístupnění lesoparku byla navržena stezka. Ta by měla mít celkovou délku 3 176 m. Její povrch by byl navržen dle dalšího terénního šetření. A to z důvodu navržení podkladních a krycích vrstev. Předběžná navrhovaná šířka by činila 3 m. Na stezce by byla také navržena lávka o délce 15 m. Její návrh by požadoval statické zhodnocení a výběr vhodného materiálu pro realizaci. V západní části lesoparku by se nacházelo parkoviště o rozloze 550 m².



Obr. 8 Návrh lesoparku

7.5.6. Rozpočet lesnických opatření

Rozpočet je proveden dle ceníku AOPK ČR. V rozpočtu jsou pouze lesnická opatření. Následná opatření, jako je ožínání dřevin, zálivka a výchovné zásahy, nejsou v rozpočtu zahrnuty.

Tab. 5 Náklady na sadební materiál

Sadební materiál	Druh SM	výška SM	kusů	cena za kus	Cena celkem
Dub letní	prostokořenný	sazenice do 50 cm	182 500	7,7	1405250
Jasan ztepilý	prostokořenný	sazenice do 50 cm	48 890	6,5	317785
Vrba bílá	prostokořenný	sazenice do 50 cm	16 662	5,1	84976,2
Topol černý	prostokořenný	sazenice do 50 cm	12 500	5,5	68750
Olše lepkavá	prostokořenný	sazenice do 50 cm	12 500	5,5	68750
Dub letní	prostokořenný	odrostek 121-250 cm	1 253	400	501200
Javor klen	prostokořenný	odrostek 121-250 cm	1 253	400	501200
Jilm vaz	prostokořenný	odrostek 121-250 cm	1 253	400	501200
Cena celkem:					3 449 111 Kč

Při určení ceny sazenic topolu a vrby byla užitá přibližná cena jako za sazenice olše lepkavé. Ceny topolu a vrby nejsou v ceníku AOPK ČR uvedeny.

Tab. 6 Náklady na výsadbu a ochranu proti zvěři

Typ opatření	měrná jednotka	počet m.j.	cena za m.j.	Cena celkem
Sadba ruční, velikost jamky 25x25x25 cm	1000 kusů	273,052	6000	1638312
Výsadba prostokořenného odrostku	1 kus	3759	570	2142630
Standartní drátěná oplocenka 180 cm	1 kilometr	15,745	90 000	1417050
Ukotvení stromu (jeden kůl, uvázání)	1 kus	3759	50	187950
Instalace plastové ochrany	1 kus	3759	15	56385
Cena celkem:				5 442 327 Kč

Celkové náklady na lesnická opatření při realizaci lesoparku by činily 8 891 500 Kč. Uvedená cena je bez DPH.

8. Diskuze

Komplexní pozemkové úpravy jsou jednou z možností pro řešení problémů vznikajících v katastrálních územích. Při jejich realizaci je hlavním cílem optimalizovat využití krajiny, snížit erozní působení vody a větru, zpřístupnit krajinu, vytvořit plán společných zařízení a sloučit pozemky tak, aby výsledek úprav vyhovoval všem stranám. Při realizaci KPÚ je nutné brát ohled také na prvky ekologické stability území. Při obnovování těchto prvků, jako jsou rozorané meze, bývalé vodní plochy a vodoteče, by mohlo být ve větší míře použito právě dat laserového skenování. Z výsledků práce je patrné jak je možné tato data využít pro interpretaci paměti krajiny. Ta je v těchto datech uložena a může být pro pozemkové úpravy jedním z možných podkladů.

Při analýze a interpretaci dat získaných pro zájmové území byly dobře vylišeny bývalé vodní plochy a slepá ramena. A to i po mnoha letech intenzivní zemědělské činnosti. Na Obr. 3 je patrné, že i v takto rovinatém území lze lidarová data použít. Výsledky získané z podkladů surových dat laserového skenování by bylo vhodné podložit půdními sondami pro zjištění uložení říčních sedimentů v korytě a v břehových částech. Tyto sondy však nebyly hloubeny vzhledem k tomu, že na území byla zaseta ozimá pšenice.

Dalším výstupem práce je srovnání použitelnosti dat z družic Landsat, ortofoto snímků a laserového skenování.

Při analýze dat z družic Landsat je patrné, že možnosti jejich použití na malých plochách jsou velmi omezené. Tato skutečnost je dána prostorovým rozlišením snímku, kdy velikost pixelu je u panchromatického snímku 15x15m a u šesti zbylých pásem 30x30 m. Proto je vhodné tyto snímky použít spíše pro analýzy větších územních celků. Je však nutno brát v úvahu že laserové skenování přináší pouze výškopis, zatímco družice Landsat nabízejí více informací pro analýzu půdního krytu, vůbec však ne výškopis (ARC DATA PRAHA 2015). Z dat družic Landsat je však možné zjistit aktuální vegetační kryt, stav lesních a zemědělských porostů, odlesnění ploch a šíření škůdců. Pro práci byly použity ortofoto snímky z různých zdrojů. Jeden ze zdroje ČÚZK a druhý ze zdroje ESRI. Vzhledem k tomu, že ortofoto snímek ČÚZK byl pořízen v době, kdy nebylo zájmové území nijak výrazně podmáčené, nebylo možné paměť krajiny vylišit. Výstupem byl snímek bez významné informace týkající se paměti krajiny. Snímek ze zdroje ESRI byl však pořízen v době, kdy byla lokalita velmi podmáčená a sníženiny tak byly identifikovatelné. Z tohoto hlediska má laserové skenování výhodu dobré

čitelnosti informace, bez závislosti na aktuálních podmínkách ve skenovaném území (data jsou přirozeně pořizována mimo vegetační období).

Návrh lesoparku vychází z podkladů získaných právě z dat laserového skenování. Prostorové rozmístění jednotlivých prvků jako jsou lesní porosty, vodní plochy, břehová společenstva a výsadby odrostků respektují paměť krajiny. Takto vytvořený prvek by pak nabízel spojení kulturní krajiny s lužními lesy soutoku řeky Moravy a Dyje. Realizace tak velkého opatření, jakým je lesopark o rozloze 56 ha, by byla velmi nákladným opatřením. Je však nutno brát v úvahu jaký dopad může toto opatření mít na celkový rozvoj území. A to jak pro obyvatele města Lanžhot, tak pro zvýšení atraktivity z hlediska cestovního ruchu a rekreace. Realizace takových opatření je pak na veřejné debatě obyvatel města a jednání zastupitelstva.

9. Závěr

Diplomová práce srovnává možnost použití jednotlivých zdrojů dat pro interpretaci paměti krajiny v nich uložené. Následně je řešeno použití těchto dat a jejich analýzy pro projekt komplexních pozemkových úprav. V práci byla porovnána data z družic Landsat, ortofoto snímky z různých zdrojů, a surová data laserového skenování ČR. Nejvhodnějším datovým zdrojem pro interpretaci paměti v krajině jsou data laserového skenování. A to jak z hlediska prostorového rozlišení snímků (0,2 m), tak z hlediska interpretace paměti krajiny. Tato data jsou v současnosti dostupná na celém území České republiky. Zajímavým a významově nezanedbatelným datovým zdrojem mohou být i ortofoto snímky. A to v závislosti na období kdy je snímek pořízen.

Pozice bývalých vodních ploch, břehových společenstev a vyvýšenin byly klasifikovány na základě analýzy lidarových dat. Tento výstup byl poté podkladem pro návrh lesoparku v západní části katastrálního území, který by mohl být realizován v rámci komplexních pozemkových úprav města Lanžhot. Následně byl vytvořen předběžný rozpočet pro výsadby dřevin.

Na základě zjištěného jsou data laserového skenování nejvhodnějším podkladem pro realizaci KPÚ. Letecké ortofoto snímky pak poskytují vhodná data pouze v období, kdy není zájmové území pokryto vegetací. Snímky z družic Landsat s prostorovým rozlišením 30 x 30 m jsou pak téměř nepoužitelné pro interpretaci paměti krajiny na menších plochách.

Metody dálkového průzkumu země se v rámci realizace komplexních pozemkových úprav v České republice využívají jen velmi okrajově, jelikož se jedná o technologicky i metodicky mladé odvětví, jež zatím nebylo plně implementováno do projekční praxe. Širšímu využívání těchto technologií rovněž bránil nedostatek, či nedostupnost dat s vysokým prostorovým rozlišením. Tato práce nabízí a hodnotí využití výše zmíněných metod v konkrétním záměru na konkrétní lokalitě a v budoucnu tak může představovat užitečný podkladový materiál pro realizaci lesoparku v katastru města Lanžhot. Na základě zjištěného lze konstatovat že Lidarová data i ortofoto snímky představují významný podkladový materiál pro realizaci pozemkových úprav a v budoucnu lze očekávat jejich širší využívání v projekční praxi.

10. Summary

This master thesis compares different data sources options for landscape memory interpretation. Consequently the usage of those data is processed along with an analysis for complex land consolidation project. In the thesis, data from Landsat satellite, orthophoto pictures from different sources and basic data from Czech Republic laser scanning were compared. The most convenient data source for landscape memory interpretation seems to be the Lidar data, due to a good picture resolution (0,2m) and due to landscape memory interpretation. These data are available for the whole Czech Republic area. The orthophoto pictures are interesting and undeniably important data source as well, depending on the season in which the picture was taken.

Former water areas, riverside vegetation and ground elevation were classified based on the Lidar data analysis. This outcome was then a background source for forest park proposal in the west part of the cadastral area which could be carried out during the complex land consolidation project in the Lanžhot town. Consequently an estimated budget for tree planation was presented.

Based on this thesis results, the laser scanning data seems to be a most convenient source for complex land consolidation realization. Aerial orthophoto pictures provide suitable data only in those times, when area is not covered with vegetation. The Landsat satellite pictures with 30 x 30m resolution are then almost not applicable for landscape memory interpretation on small areas.

The remote sensing methods in the complex land consolidation projects in the Czech Republic are used only rarely since this branch technologically and methodically quite new and its use has not been implemented into project practice. Wider use of these technologies has also been prevented by a lack of or unavailability of data with high resolution. This thesis offers and evaluate the use of said methods in a specific project in a specific area and can represent a valuable information source for forest park realization in the cadastre of the town Lanžhot. Based on thesis outcome it can be said that Lidar data as well as orthophoto pictures represent a valuable background material for complex land consolidation realization and future wider use in the project practice can be expected.

11. Seznam použitých zkratk

3D- Trojrozměrný

Bpv- Balt po vyrovnání

ČÚZK- Český úřad zeměměřický a katastrální

DMR 4G- Digitální model reliéfu 4. generace

DMR 5G- Digitální model reliéfu 5. generace

DMT- digitální model terénu

ESRI- Environmental Systems Research Institute

JÚ- Jednoduché pozemkové úpravy

KPÚ- Komplexní pozemkové úpravy

KÚ- Katastrální území

LIDAR- Light Detection And Ranging

NASA- National Aeronautics and Space Administration

PÚ- Pozemkové úpravy

TIN- Trojúhelníková síť

TXT- Formát textového souboru

12. Zdroje

- BUČEK, A. LACINA, J. (1994): *Biogeografické poměry. In: Vybrané fyzickogeografické aspekty pro revitalizaci nivy Dyje v úseku VD Nové Mlýny – soutok s Moravou.* Ústav geoniky AV ČR
- CULEK, M. a kol. (2005): *Biogeografické členění České republiky II. Díl.* Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, s. 590, ISBN 80-86064-82-4
- ČTYROKÝ, P. HAVLÍČEK, P. (2001): *Geologická minulost okolí Valtic a Úval.* In: Kordiovský, E. (edit.): Město Valtice. Břeclav, s. 18- 32
- DEMEK, J. a kol. 1987: *Hory a nížiny.* Praha, s. 166.
- DOLEŽAL, P. a kol.(2010): *Metodický návod k provádění pozemkových úprav.* Praha, s. 125
- HURYCH, V. (2003) *Okrasné dřeviny pro zahrady a parky.* Nakladatelství ČZS, Český Těšín, s. 203 ISBN 80-85362-46-5
- KOUŘIL, Z. PROKOP, J. (1973): *Hydrogeologická studie zhodnocení využitelnosti podzemních vod údolí řeky Dyje.* Záv. Zpráva č. zak. 5-28-82650, Hydroprojekt Brno, s. 66
- MADĚRA, P. (2003): *Proměny geobiocenóz lužních lesů.* Habilitační práce. Lesnická fakulta MZLU Brno.
- MACHAR, I. (2001a): *Ekologický nivní fenomén. In: Sborník konference Tvář naší země – krajina domova.* Svazek 1 – Krajina jako přírodní prostor. Vydala Česká komora architektů, Praha, s.135 – 137.
- MACHAR, I. (2001b): *Krajinně ekologické hodnocení lužních lesů v Litovelském Pomoraví.* Disertační práce. Lesnická fakulta MZLU Brno.
- MÁLEK, Z. HORÁČEK P. KIESENBAUER Z. (2012): *STROMY pro sídla a krajinu.* Olomouc. s. 357
- NĚMEČEK, J. a kol. 2001: *Taxonomický klasifikační systém půd ČR.* ČUZ Praha, s. 79
- QUITT, E. (1970) *Mapa klimatických oblastí ČSSR.* Praha: Kartografické nakladatelství
- RAPANT, P. (2006): *Geoinformatika a geoinformační technologie.* Ostrava, s. 513 ISBN: 80-248-1264-9
- SCHAMA, S. (2007): *Krajina a paměť.* Praha, s. 702 ISBN 978-80-7203-803-9

Online citace

ARC DATA PRAHA, *Landsat* [online] citováno 28. března 2015, URL:<<http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/geograficka-data/druzicova-data/druzice-a-skener/landsat/>>

ČÚZK, *Digitální model reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G)* [online] citováno 4. března 2015a, URL:

<[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(bh0hh42zxrkdvwjgn4xrjwk\)\)/default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR4G-V&mapid=8&menu=301](http://geoportal.cuzk.cz/(S(bh0hh42zxrkdvwjgn4xrjwk))/default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR4G-V&mapid=8&menu=301)>

ČÚZK, *Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G)* [online] citováno 4. března 2015b, URL:

<[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(n2bcwir0wvuc1zomidpqqw2a\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&mapid=8&menu=302](http://geoportal.cuzk.cz/(S(n2bcwir0wvuc1zomidpqqw2a))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&mapid=8&menu=302)>

ČÚZK, *Ortofoto České republiky* [online] citováno 5. března 2015c, URL:<[http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(ip2irwdtdabdt13fmdwwypg5\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto](http://geoportal.cuzk.cz/(S(ip2irwdtdabdt13fmdwwypg5))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto)>

GEODIS, *Letecké laserové skenování- Lidar*, [online] citováno 2. listopadu 2014, URL:<<http://sluzby.geodis.cz/sluzby/letecky-laserscanning>>

GIGSAT, *Družicové snímky* [online] citováno 4. března 2015,

URL: < <http://www.gisat.cz/content/cz/druzicova-data>>

NASA OFFICIAL, *About Landsat Then and Now* [online] citováno 4. března 2015a, URL:<http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=2>

NASA OFFICIAL, *History of Landsat* [online] citováno 4. března 2015b,

URL:< http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=2281>

POVODÍ MORAVY, *Významné řeky, řeka Morava*, Ministerstvo zemědělství ČR 2010-2014, Media Age Digital s.r.o., [online] citováno 13. října 2014,

URL:< <http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/vyznamne-vodni-toky/>>

UHÚL, *Oblastní plány rozvoje lesů, přírodní lesní oblasti* [online] citováno 30. října 2014,

URL:<<http://www.uhul.cz/nase-cinnost/oblastni-plany-rozvoje-lesu/prirodni-lesni-oblasti-plo/193-prirodni-lesni-oblast-c-35-jihomoravske-uvaly>>

Mapové podklady:

World imagery [online] staženo dne 10.3.2015

URL:<<http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=716b600dbbac433faa4bec9220c76b3a>>

Orotofoto ČR [online] staženo dne 11.3.2015

URL:<http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx>

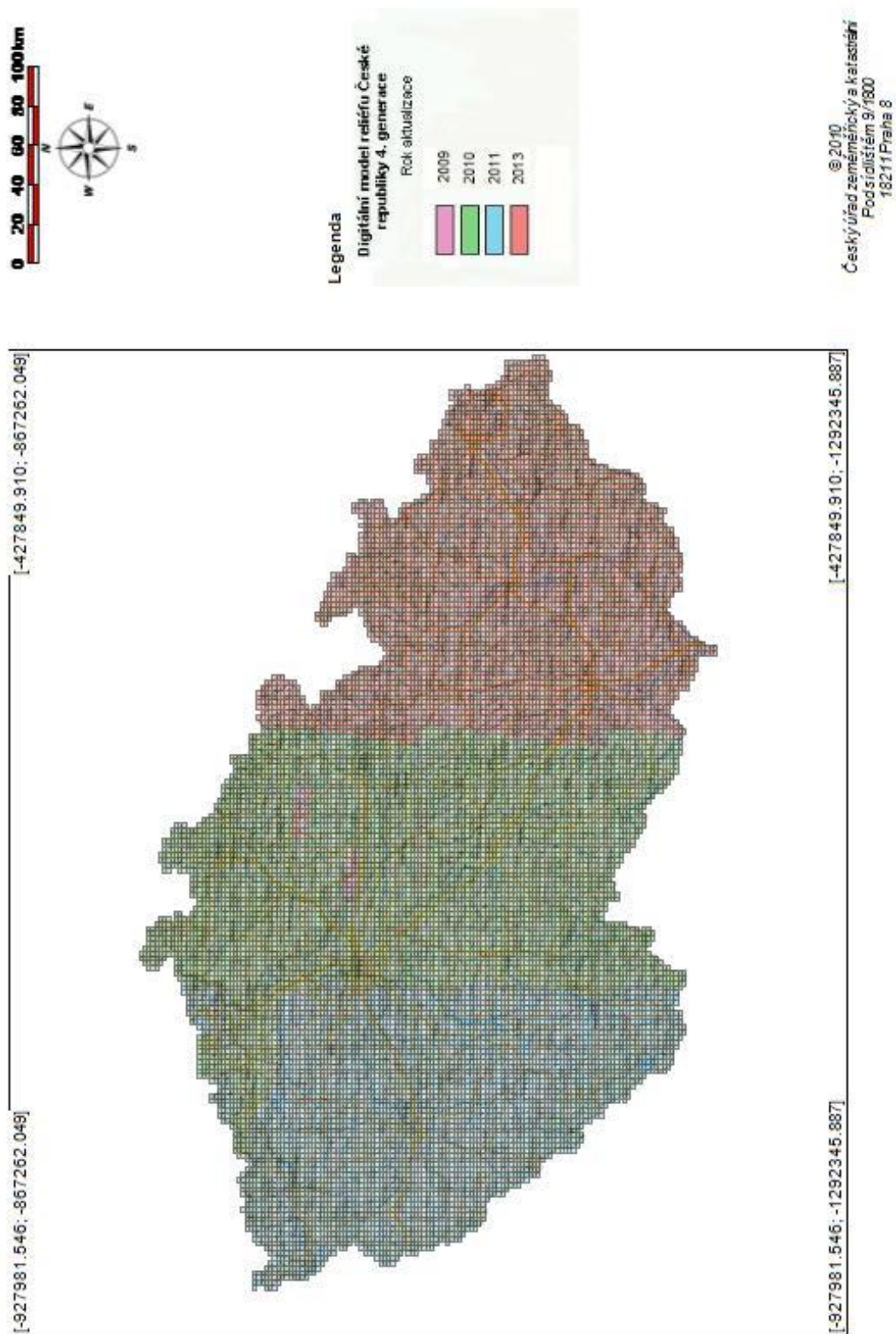
13. Přílohy



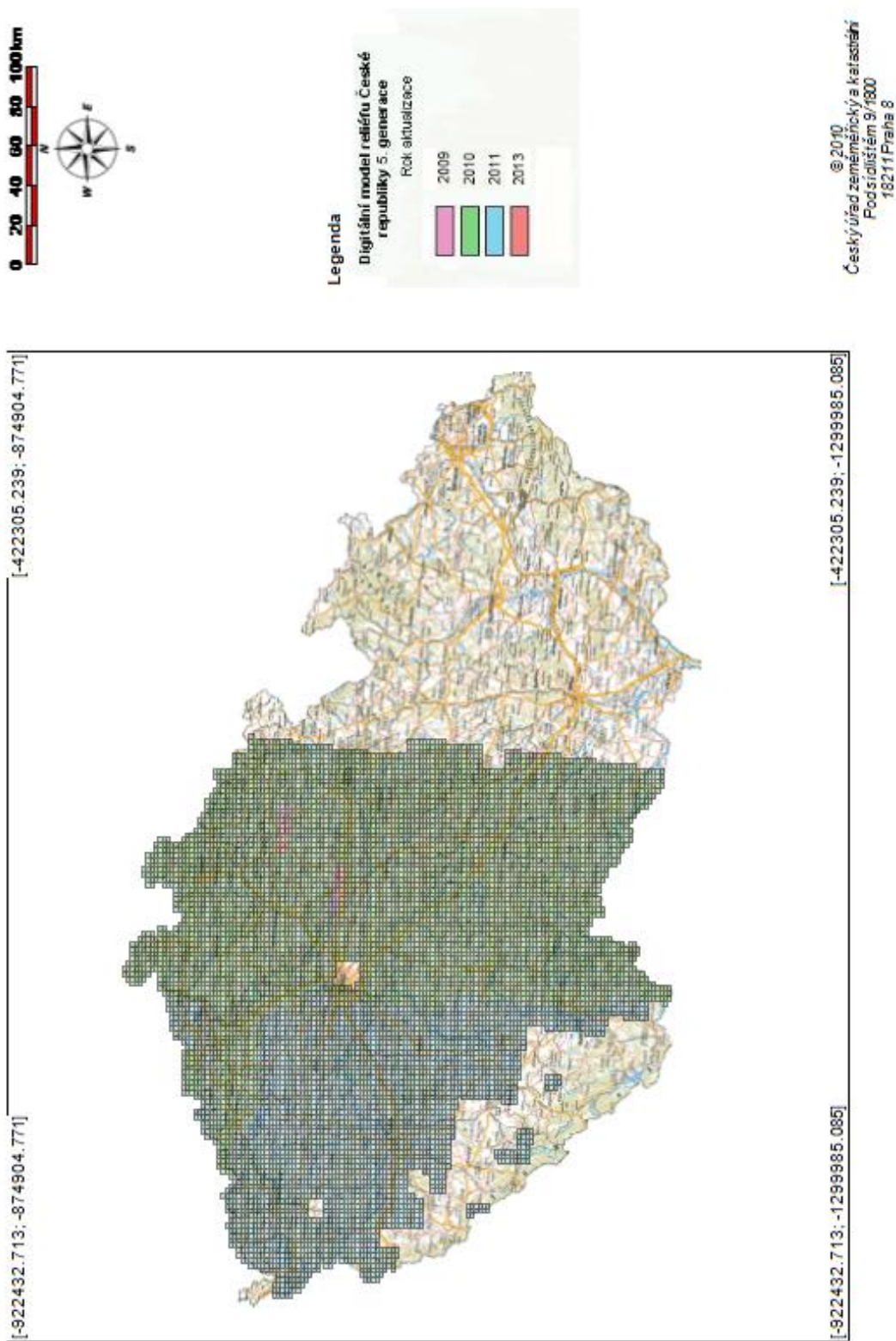
 Zájmové území

0 0,5 1 2 3 4 Km

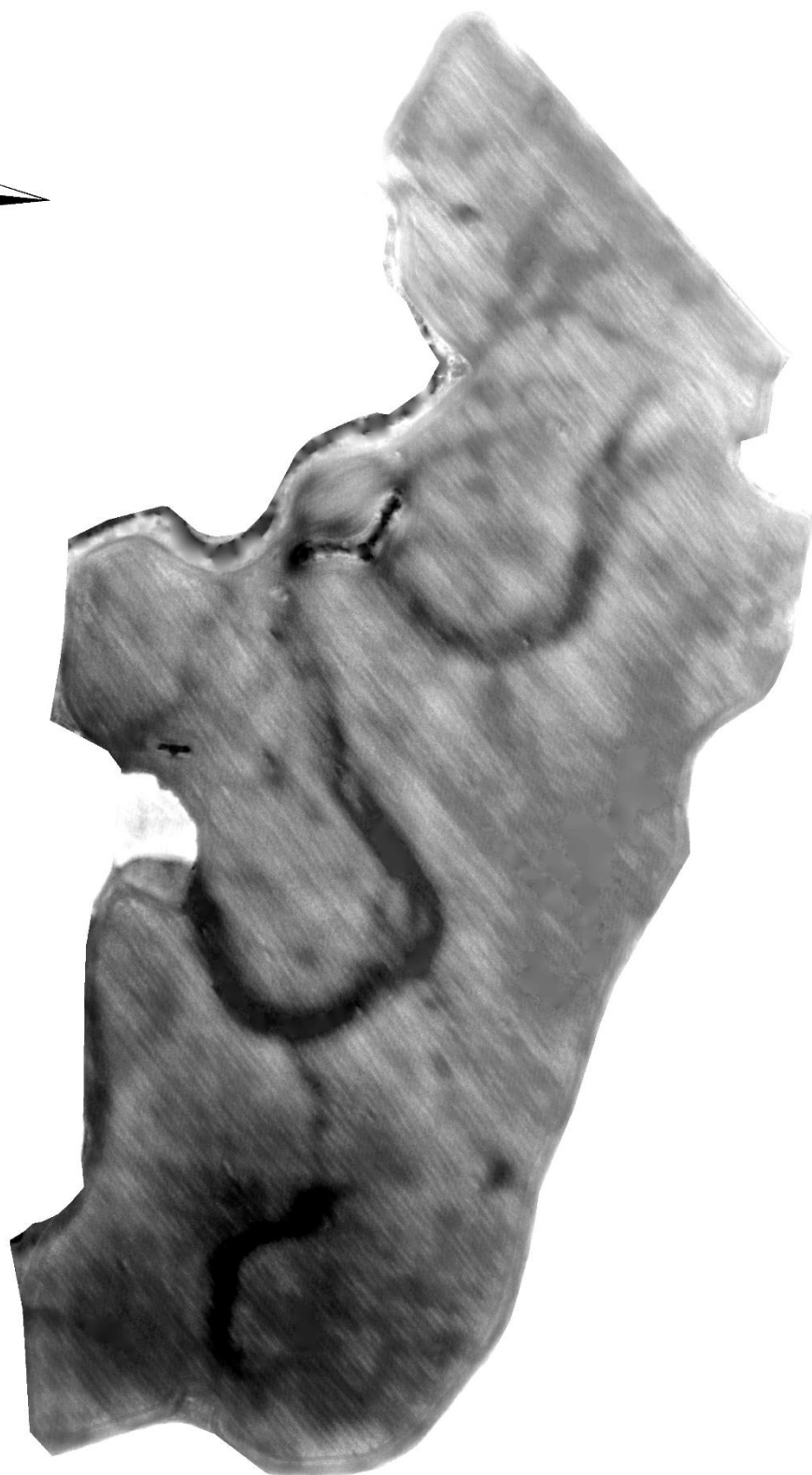
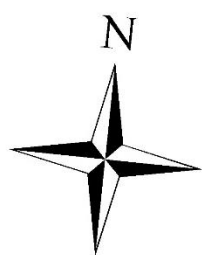
Příloha 1. Přehledová mapa zájmového území



Příloha 2. Znáornění pokrytí digitálním modelem reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G) Zdroj ČÚZK



Příloha 3. Znázornění pokrytí digitálním modelem reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5 G) Zdroj ČÚZK



0 50 100 200 300 400 Metrů

A horizontal scale bar with alternating black and white segments, corresponding to the numerical values 0, 50, 100, 200, 300, and 400 meters.

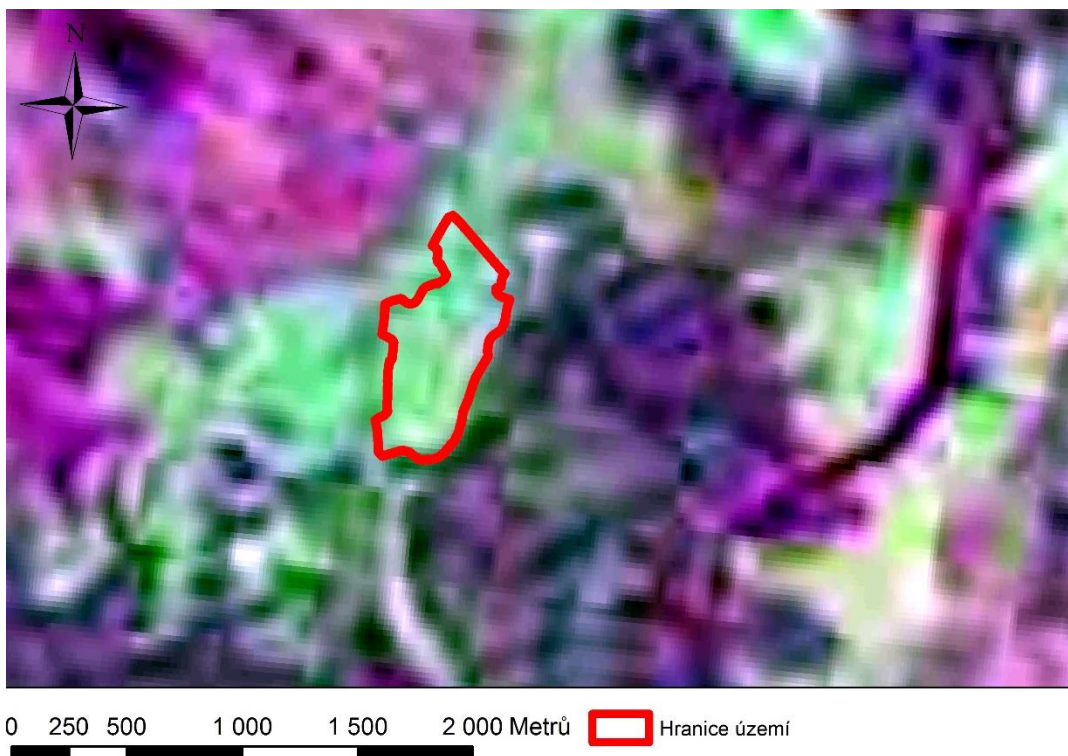
Příloha 4. Vizualizace vstupních lidarových dat



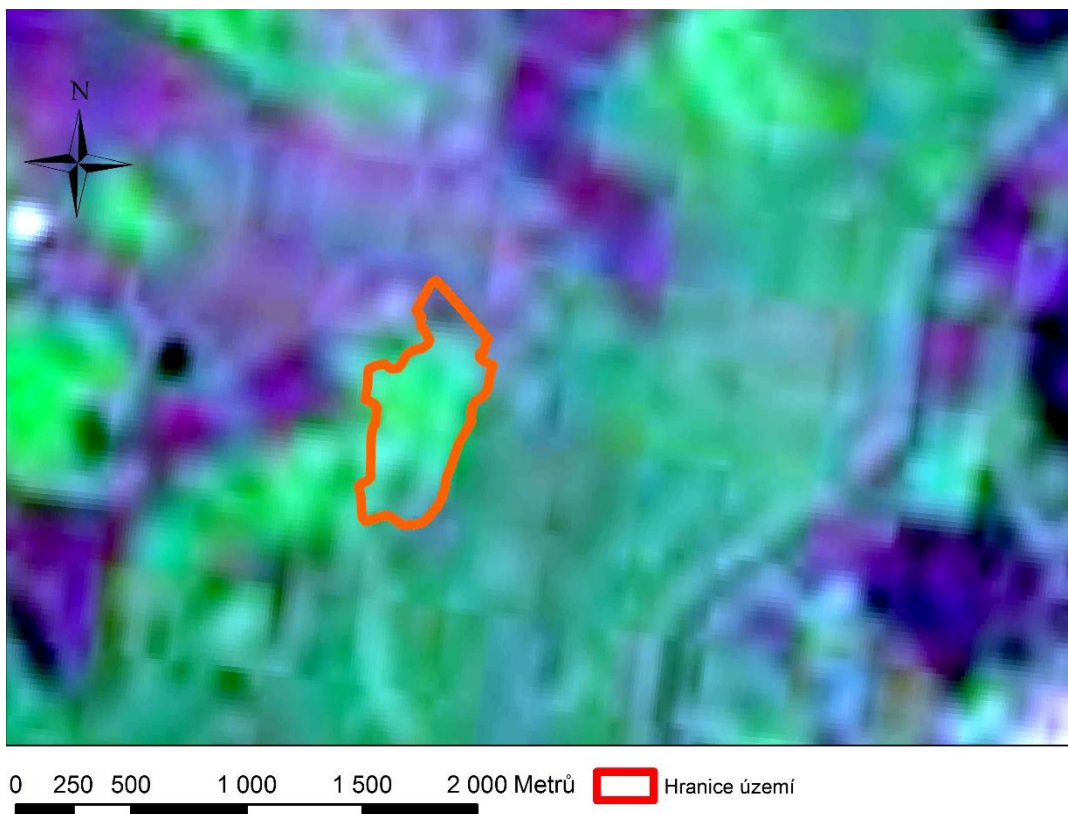
Příloha 5. Vstupní data ze zdroje ČÚZK



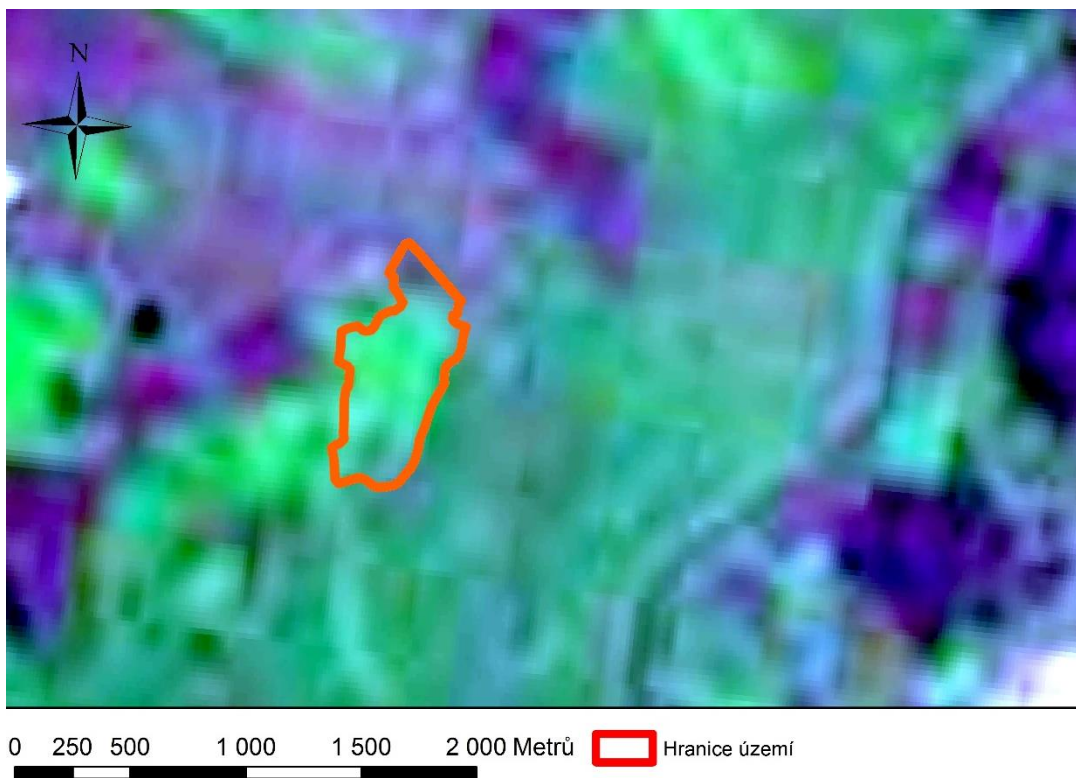
Příloha 6. Vstupní data ze zdroje ESRI



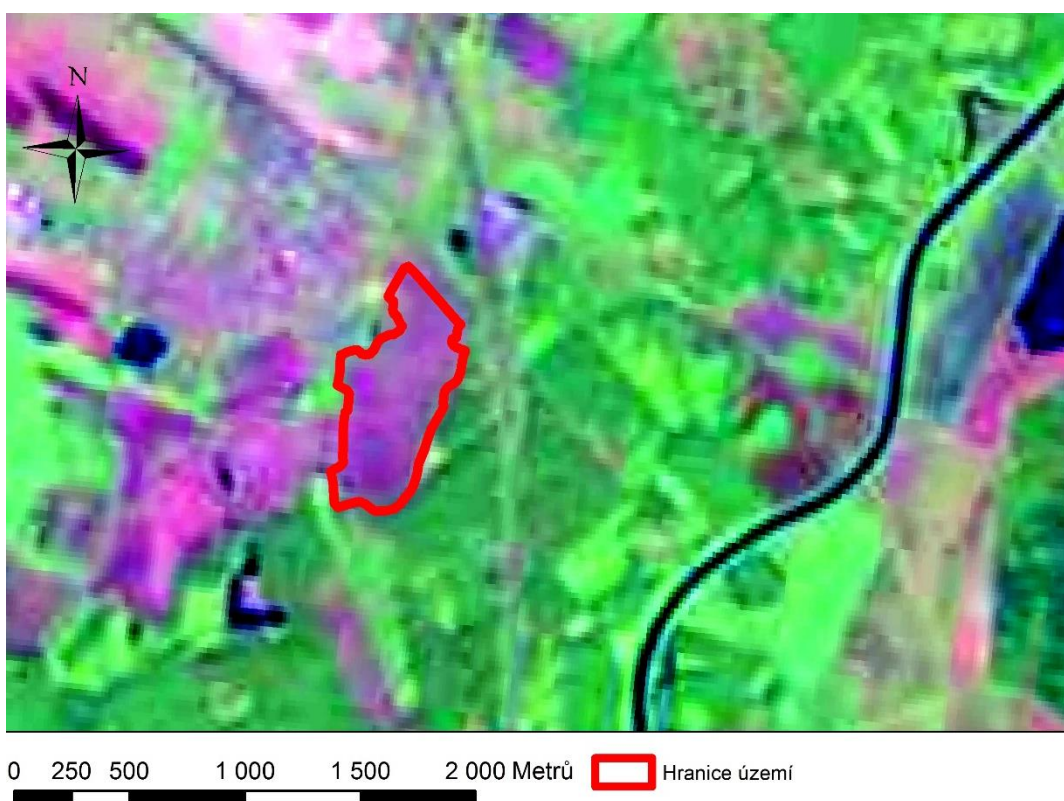
Příloha 7. Landsat snímek z listopadu roku 1973



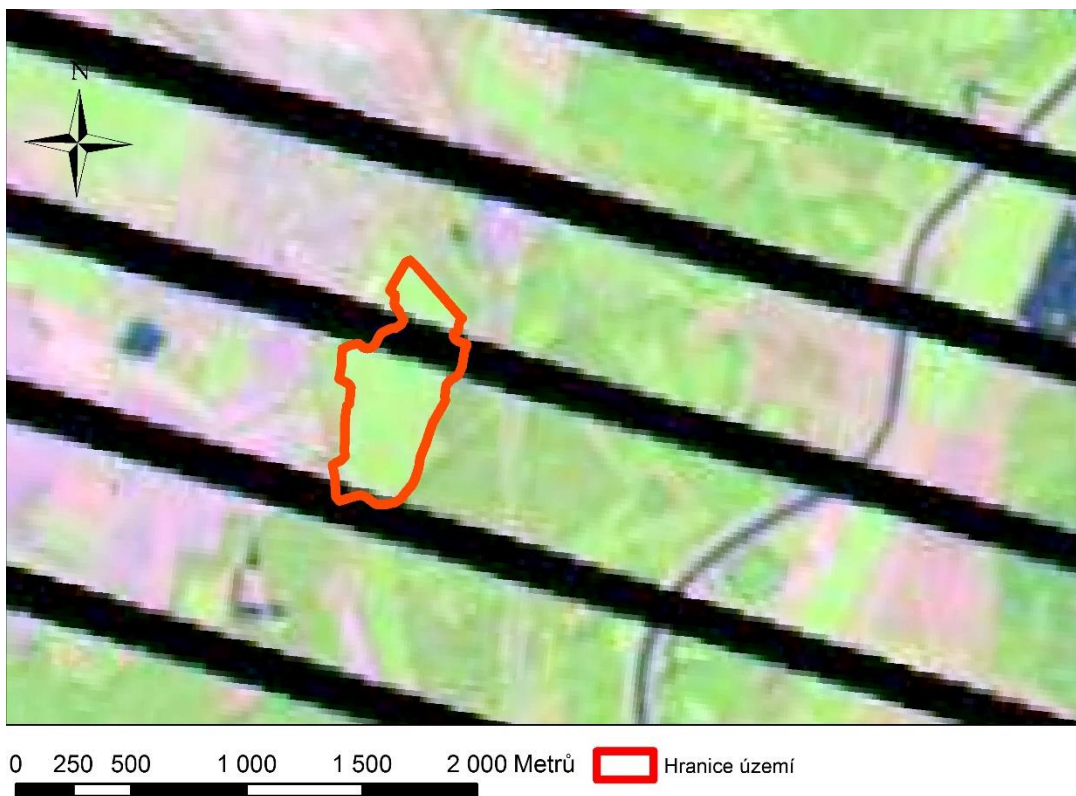
Příloha 8. Landsat snímek z května roku 1981



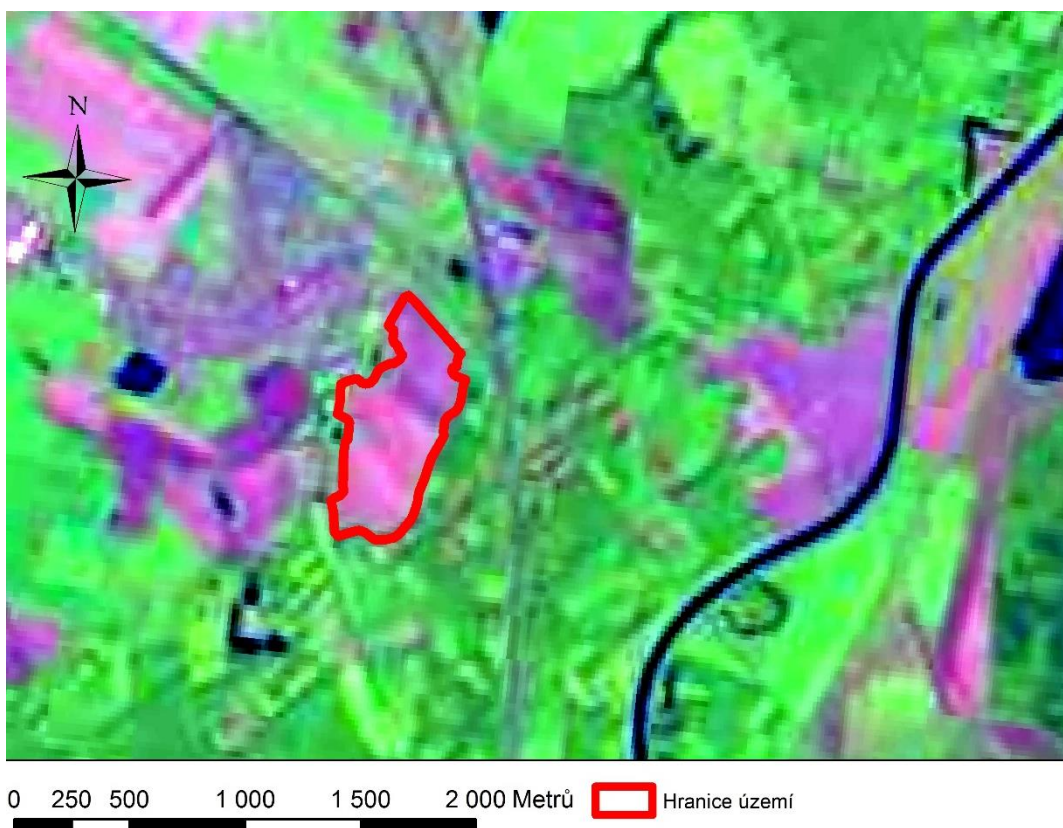
Příloha 9. Landsat snímek ze srpna roku 1993



Příloha 10. Landsat snímek ze srpna roku 2002



Příloha 11. Landsat snímek ze srpna roku 2004 (Hardwarová chyba družice Landsat 7)



Příloha 12. Landsat snímek ze srpna roku 2014



Příloha 13. Fotodokumentace lokality. (autor Petr Vahalík)



Příloha 14. Fotodokumentace lokality. (autor Petr Vahalík)