

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA PRAHA

LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA

Katedra hospodářské úpravy lesa



Mapování mortality smrku ztepilého

(*Picea abies* (L.) H. Karst.) na lesním hospodářském celku Jablunkov

Norway spruce mortality

(*Picea abies* (L.) H. Karst.) mapping in forest management area Jablunkov

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracovala: Šleglová Kristýna

Vedoucí: Ing. Karel Kuželka, Ph.D.

PRAHA 2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kristýna Šieglová

Lesnictví

Název práce

Mapování mortality smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) H. Karst.) na LHC Jablunkov

Název anglicky

Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) mortality mapping in forest management area Jablunkov

Cíle práce

Identifikovat odumřelé stromy na leteckých snímcích LHC Jablunkov
Vyhodnotit využitelnost NIR kanálu pro manuální identifikaci odumřelých stromů.
Vytvořit mapu odumřelých stromů na LHC Jablunkov
Ověřit závislost výskytu odumřelých stromů na parametrech prostředí

Metodika

Na leteckých snímcích lesních porostů pokrývajících LHC Jablunkov bude provedena manuální identifikace odumřelých stromů. Pozice identifikovaných odumřelých stromů budou uloženy do bodových shapefilů, které budou následně spojeny do souvislé mapy odumřelých stromů. Pro ověření využitelnosti NIR kanálu bude na několika snímcích provedena nezávisle identifikace odumřelých stromů při zobrazení kompozitu v pravých barvách a při zobrazení kompozitu v nepravých barvách s NIR pásmem; výsledky obou metod budou porovnány. Z dostupných datových sad budou odvozeny prostorové údaje a pomocí vhodných statistických metod budou identifikovány souvislosti mezi mortalitou a faktory prostředí.

Doporučený rozsah práce

40 stran včetně obrázků

Klíčová slova

mortalita, GIS, mapování, prostorová analýza, smrk ztepilý

Doporučené zdroje informací

ESRI 2002: Using ArcGIS Spatial Analyst. ESRI Press.

Geletič Jan a kolektiv 2013: Úvod do ArcGIS 10. Univerzita Palackého Olomouc. 141 stran, ISBN 978-80-2443-390-5

Holuša J., Lubojacký J., Knižek M. 2010: Distribution of the double-spined spruce bark beetle *Ips duplicatus* in the Czech Republic: spreading in 1997-2009. *Phytoparasitica*, 38: 435-443

Knižek M., Lubojacký J. 2015: K rojení lýkožrouta smrkového v letošním roce. *Lesnická práce*, 94 (9): 618-619 (38-39).

Knižek M., Lubojacký J. 2015: Sucho a biotičtí činitelé – kůrovcová gradace na pozadí klimaticky extrémního roku 2015. *Lesnická práce*, 94 (11): 740-742 (20-22).

Lubojacký J. 2013: Škodliví činitelé v lesích Moravskoslezského kraje v letech 2002-2012. *Lesnická práce*, 6: 18 – 19 (366 – 367).

Lubojacký J. 2014: Kůrovci na severovýchodě Česka v roce 2013. *Lesnická práce*, 93 (4): 40-41.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Karel Kuželka, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra hospodářské úpravy lesů

Elektronicky schváleno dne 7. 2. 2018

Ing. Peter Surový, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Mapování mortality smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) H. Karst.) na LHC Jablunkov vypracovala samostatně pod vedením Ing. Karel Kuželka, Ph.D a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Dne

Poděkování

Děkuji Ing. Karlu Kuželkovi, Ph.D. za odborné vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce, firmě Arcdata Praha, s.r.o. za poskytnuté informace do mé práce. Dále pak mé poděkování patří i rodičům za jejich trpělivost a všestrannou podporu.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je zmapovat mortalitu stromů na území lesního hospodářského celku (LHC) Jablunkov pomocí metody manuální identifikace z leteckých snímků a následně ověřit závislost výskytu odumřelých stromů na parametrech prostředí.

V práci byly využity letecké měřické snímky pořízené v roce 2012 zakoupené od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Identifikace stromů a následné analýzy probíhaly v prostředí programu ArcGIS.

V první části práce byla provedena studie využitelnosti NIR (blízkého infračerveného) kanálu leteckých snímků pro manuální identifikaci odumřelých stromů. Na sadě čtyř vybraných reprezentativních snímků byla provedena identifikace odumřelých stromů pomocí dvou typů zobrazení snímků: zobrazení v pravých barvách a zobrazení v nepravých barvách využívající NIR kanál. Dle výsledků bylo vyhodnoceno, že pro daný účel je vhodnější použití zobrazení v pravých barvách.

V druhé části práce byla provedena manuální identifikace odumřelých stromů na celém rozsahu LHC Jablunkov. Jako výsledek byla vytvořena mapa odumřelých stromů na lesním hospodářském celku Jablunkov obsahující 14 433 detekovaných odumřelých stromů. Vytvořená mapa byla využita pro ověření závislosti výskytu odumřelých stromů na parametrech prostředí. Bylo zjištěno, že největší vliv má ekologická řada a sklon terénu.

Klíčová slova: mortalita, GIS, mapování, prostorová analýza, smrk ztepilý

Abstract

The aim of the bachelor thesis is to map mortality of trees in the forest management (LHC) of Jablunkov by manual identification of aerial photographs and subsequently to verify dependence of dead tree occurrence on environment parameters.

In the work, aerial measurements taken in 2012 purchased from the Czech Office of Surveying and Cadaster were used. Tree identification and subsequently analysis took place in the ArcGIS environment.

In the first part of the study, a feasibility study of the NIR (Near Infrared) airframe for the manual identification of dead trees was carried out. On a set of four selected representative images, dead tree identification was performed using two types of image display: true-color display and true-color display using the NIR channel. Based on the results of the comparison, display in true colors was evaluated to be more appropriate for a given purpose of identification.

In the second part of the thesis, manual identification of dead trees throughout the range of LHC Jablunkov was carried out. As a result, a map of dead trees in forest management area Jablunkov containing 14 433 dead-trees detected was created. The created map was used to verify the dependence of dead tree occurrence on environmental parameters. It was found that the ecological range and slope of the terrain were the most influential.

Keywords: mortality, GIS, mapping, spatial analysis, Norway spruce

Obsah

1.	Úvod	10
2.	Cíl práce.....	12
3.	Literární rešerše	13
3.1.	Činitelé ovlivňující úmrtnost smrku ztepilého	13
3.1.1.	Abiotičtí činitelé	13
3.1.2.	Biotičtí činitelé.....	18
3.2.	Dálkový průzkum Země (DPZ)	21
3.2.1.	Definice DPZ	21
3.2.2.	Princip fungování	22
3.2.3.	Oblasti využití DPZ.....	23
3.2.4.	Typy dat DPZ	23
3.2.5.	Klasifikace.....	31
3.2.6.	Výhody DPZ	32
3.2.7.	Nevýhody DPZ	33
3.3.	Geografický informační systém (GIS)	33
3.3.1.	Využití Arcgisu	34
3.3.2.	Souřadnice a souřadnicové systémy	36
4.	Metodika	40
4.1.	Charakteristika zájmového území	40
4.1.1.	Klimatické poměry	40
4.2.	Geologické podmínky.....	42
4.2.1.	Geologické podloží	42
4.2.2.	Horniny.....	43
4.3.	Arcgis.....	43
4.3.1.	Arcgis Pro	43
4.3.2.	ArcMap.....	44
4.3.3.	Nadstavby.....	44
4.3.4.	Analýzy v Arcgisu.....	45
4.4.	Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED).....	46
4.5.	Postup	47
4.5.1.	Nahrání snímků a určení pozice odumřelých stromů	47
4.5.2.	Vytvoření snímku v NIR kanálů	48
4.5.3.	Porovnání kanálů.....	49

4.5.4.	Vytvoření sklonu a expozice terénu	50
4.5.5.	Závislost vnějších vlivů na mortalitu	52
5.	Výsledky	53
5.1.	Využitelnost NIR kanálu pro identifikaci souší	53
5.2.	Mapování mortality stromů na území LHC Jablunkov	58
5.2.1.	Zobrazení mortality na mapě	58
5.2.2.	Vyhodnocení vlivů prostředí	59
5.2.3.	Expozice.....	59
5.2.4.	Sklon.....	59
5.2.5.	Nadmořská výška	60
5.2.6.	Ekologická řada	60
6.	Závěr a diskuze	61
7.	Zdroje	64

1. Úvod

Snad největším problémem v lesním hospodářství je nežádoucí mortalita dřevin. Tento jev vede nejen ke snížení produkci lesa, ale zanedbatelné není ani snížení množství kyslíku a kvality ovzduší. Lesy ČR udávají, že jeden člověk spotřebuje denně kyslík vyprodukovaný dvěma vzrostlými stromy. Mortalitě dřevin je však velmi těžké zamezit. Zde se nabízí jeden ze způsobů, jak tomuto jevu alespoň částečně zabránit, a sice mapování stromů. Určení a zmapování vzrostlých mrtvých dřevin sice těmto stromům již život nevrátí, ale dokáže zachránit následné porosty. Výběr metody při mapování je z tohoto důvodu velmi důležitý.

Lesnatost České republiky je 34 %. Z tohoto množství je nejvíce zastoupenou dřevinou smrk ztepilý *Picea abies*. Výskyt tohoto stromu činí 44 % z celkového zalesnění České republiky (www.uhul.cz). V roce 2012 byla zaznamenána zvýšená mortalita smrku ztepilého v lesním hospodářském celku Jablunkov. Zvýšená mortalita byla důvodem této bakalářské práce, která se zabývá zmapováním právě výše jmenovaného stromu v roce 2012 na lesním hospodářském celku Jablunkov. Oblast Jablunkov se nachází v severní části Moravy.

Existují různé způsoby, jak zmapovat danou část lesa. Mezi nejvyužívanější patří přímé měření a přímé počítání odumřelých stromů. Druhá metoda však byla příliš nákladná a časově náročná. Postupem času se vynalezla metoda dálkového průzkumu Země. Tento způsob jsem si také vybrala pro svoji práci. Jak je popsáno podrobněji v rešerši, existuje několik metod dálkového průzkumu Země, a sice satelitní, letecká, metoda lidar a radarová. Veškeré snímky, které byly zpracovány, byly pořízeny metodou leteckou. Ta se používá již od roku 1860, kdy byl pořízen první snímek, a to ne z křídel letadla, nýbrž z balonu. V roce 1956 byla tato metoda zdokonalena a poprvé bylo provedeno civilní využití infračervené fotografie pro detekci škod na vegetaci. V témže roce se začaly veškeré fotografie pořizovat z letadla. Vzhledem k tomu, že pořizování snímků leteckou metodou je finančně náročné, začaly se v 60. letech minulého století (Karas, Tichý, 2016) využívat drony, neboli bezpilotní či dálkově ovládané letouny. Tato metoda se sice ukázala jako levnější, ale ne tak přesná, proto se s drony mapují jen malé úseky lesů v bezvětrnostních podmínkách.

Díky mapování mortality se dá zjistit počet odumřelých stromů. Abychom však zjistili pokud možno co nejpřesnější důvody úmrtnosti, je třeba ještě vyhodnotit přírodní podmínky v daném okolí. Opět existuje několik programů, které nám usnadňují práci při vyhodnocování přírodních podmínek. Pro určení odumřelých stromů a následné zpracování dalších dat byl pro mou práci použit program Argis.

Bohužel však není možné ani tím nejpřesnějším mapováním a kontrolou porostu stoprocentně zabránit mortalitě dřevin. Vždy se vyskytnou nečekané přírodní živly. Jako příklad je možno uvést Orkán Kiryll, který Českou republiku zasáhl v roce 2010 a dodnes má vliv na mortalitu dřevin a celkové hospodaření v lese.

2. Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je identifikace odumřelých stromů na leteckých snímcích LHC Jablunkov. Pro identifikaci a vyhodnocení bude použit informační geografický systém (GIS), ve kterém bude vyhodnocena využitelnost NIR kanálu pro manuální identifikaci odumřelých stromů.

Dále je potřeba vytvořit mapu odumřelých stromů v lokalitě LHC Jablunkov a stejně tak i ověřit závislost výskytu odumřelých stromů na parametrech prostředí.

3. Literární rešerše

V literární rešerši jsou popsány důvody mortality smrku ztepilého (*Picea abies*), jako jsou abiotické a biotické vlivy. Dále jsou zde uvedeny druhy metod a podrobně rozepsány ty, kterými se tato práce zabývá. Vysvětlení pojmu GIS, (pro vypracování práce byla využita tato aplikace), se věnuje největší část mé bakalářské práce.

3.1. Činitelé ovlivňující úmrtnost smrku ztepilého

Existuje několik činitelů, kteří ovlivňují úmrtnost nejen smrku ztepilého (*Picea abies*), ale i jiných dřevin. Rozdělují se na dvě skupiny, a sice na abiotické a biotické. Do abiotických činitelů se řadí sucho, vítr, mráz. Do biotických činitelů patří hmyz či houbové patogeny.

3.1.1. Abiotičtí činitelé

Jak je již zmíněno výše, do abiotických činitelů se řadí sucho, mrazy, vítr. Knížek a Modlinger (2013) tvrdí, že na nežádoucí úmrtnost dřevin má největší vliv z abiotických činitelů sucho. Této problematice proto věnována největší část.

Popis situace na severní Moravě

Nejprve je třeba si přiblížit situaci v rámci širšího rozsahu, a to celé České republiky. Pozornost bude zaměřena převážně na období roku 2000 až 2015 – nejvíce na rok 2012, neboť snímky vyhodnocené pro tuto bakalářskou práci pochází právě z roku 2012.

V metodice bude dále rozebrána situace na samotné severní Moravě. Sledovaná oblast LHC Jablunkov se totiž nachází právě na území severní části Moravy.

Podnebí v České republice

Proměnlivost podnebí způsobuje, že se na našem území objevují roky se zvýšeným výskytem povodní, ale také období sucha. Bohužel se v poslední době více objevují právě období sucha. Mezi nejrozsáhlejší patří ta v roce 2000, 2003, 2007 a také v roce 2012.

V roce 2007 se dokonce kvůli mimořádně nízkým úhrnům srážek vyskytlo několikadenní bezsrážkové období. To mělo za následky mortalitu mnoha dřevin.

V České republice se sucho projevuje jako jev nahodilý, tedy vyskytující se nepravidelně. Obvyklá doba trvání se pak pohybuje v rozmezí několika dní až několika měsíců.

Zjištěná sucha – metody

Hodnocením sucha na území České republiky se zabývá hydrometeorologický ústav. Metoda, která zkoumá danou problematiku, vychází z principu vzájemného porovnávání srážek s evapotranspirací travního porostu.

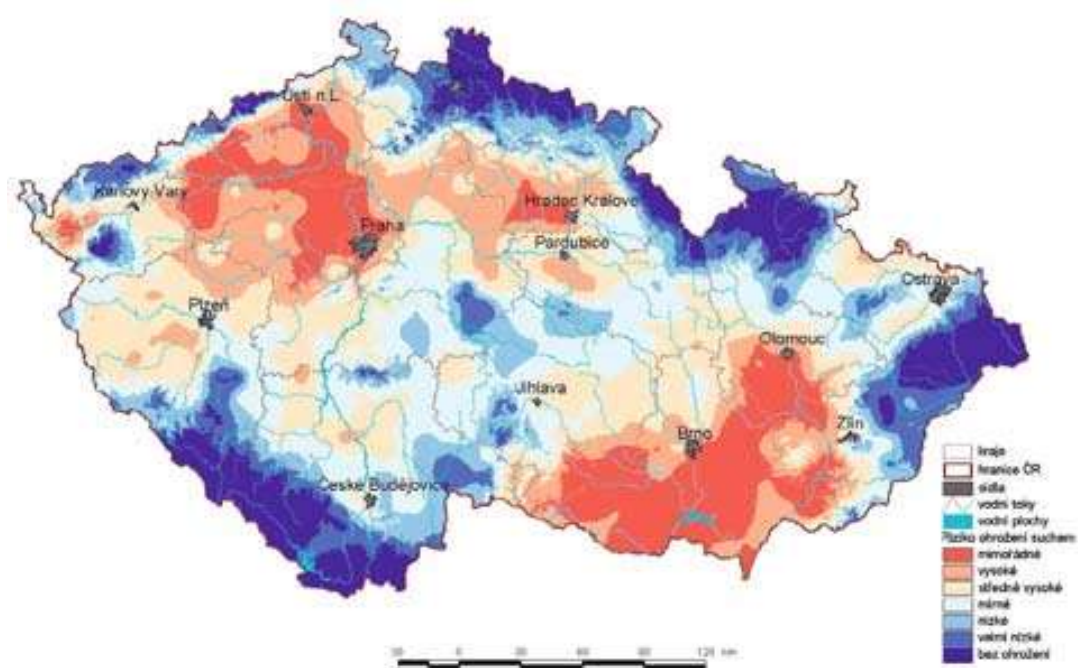
Jedná se o vláhovou bilanci v krajinném prostředí, kde příjmovou složku tvoří srážky a výdejovou evapotranspirace. Do výpočtu dále vstupují výdejové složky vody, a to průměrná denní teplota vzduchu, průměrný denní tlak vodní páry, denní doba slunečního svitu, průměrná denní rychlost větru a denní úhrny srážek.

Podnebí české republiky

Zmírnění negativních dopadů změn klimatu na našem území není možné provádět, pokud dobře neznáme podnebí této oblasti. Naše podnebí je určeno zeměpisnou polohou. Nacházíme se totiž v oblasti mírného pásma, ale i v oblasti přechodného klimatu středoevropského.

Významnou roli pro podnebí však nehraje jen místo, kde se nacházíme, ale i cirkulační a geografické poměry. Na území České republiky se projevuje tropický i arktický vzduch. Po převážnou část roku převažuje podnebí mírného pásma. Vzhledem k tomu, že oceanitu vyvolává Atlantický oceán, je proudění vyšší v Čechách. Projevuje se mírnější zimou, chladnějším létem a rovnoměrným rozdělením srážek. Naopak na Moravě a ve Slezku jsou větší teplotní amplitudy, protože je zde vyšší kontinentalita.

Z geografických podmínek mají na naše podnebí vliv hory, kterými je Česká republika obklopena. Tím jsou vytvářeny tzv. klimatické přehrady, které z části zabraňují proudění studeného vzduchu od severu, ale vzhledem k západnímu proudění vyvolávají dešťový stín. Závažným faktorem ovlivňujícím přechody atmosférických front a tím i výskyt srážek, je cyklonální činnost.



Obr. 1: Zemědělské sucho na území České republiky ve vegetačním období

Zdroj: ČHMÚ 2010

Výskyt sucha od roku 2000 do roku 2015

Za suché oblasti se považují ty, kde za delší období průměrný roční úhrn srážek nepřesáhne 550 mm. Hospodářsky významné sucho bylo v roce 2000, 2003, 2012, 2014, 2015.

Nedostatek srážek je vždy doprovázen nadnormálními až extrémně nadnormálními teplotami vzduchu, nižší relativní vlhkostí, zmenšenou oblačností a větším počtem hodin slunečního svitu. Hodnoty evapotranspirace jsou tedy větší než hodnoty srážek. Velmi nežádoucí je, že období sucha je stále častější a podle dokládajících výsledků klimatických modelů, budou tato období stále přibývat.

Rok 2012 – sucho

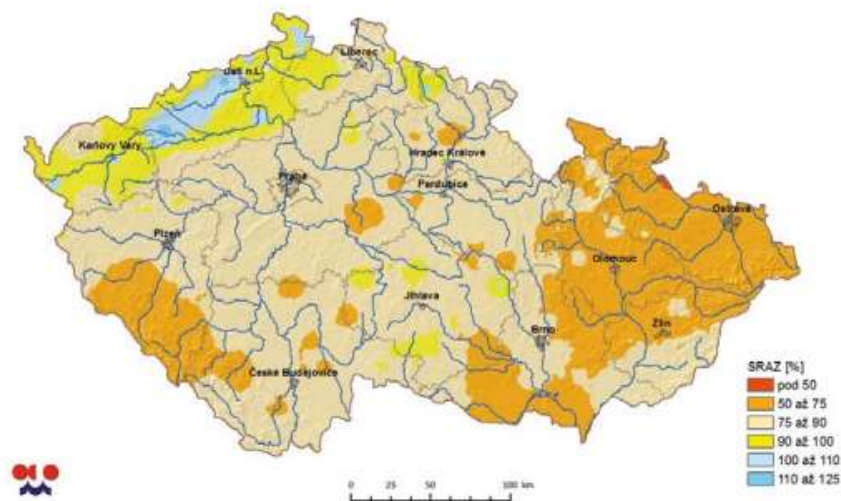
Převážně v roce 2012 byly velmi intenzivní projevy sucha. Oblasti Polabí, Poohří, obzvláště pak většina území jižní Moravy byly suchem zasaženy již během dubna a poté začátkem května zde došlo k výraznému poklesu hodnot vláhové bilance. Tento jev samozřejmě souvisí s výraznou převahou evapotranspirace nad úhrny srážek. Kromě poklesu hodnot vláhové bilance se i výrazně snížila zásoba využitelné vody v půdním profilu. V níže položených oblastech hodnoty poklesly dokonce pod 50 % využitelné vodní kapacity. V průběhu května sucho neustávalo a následoval razantní pokles vláhově - bilančních hodnot. V týdenních úhrnech byla dokonce bilance srážek a výparů až kolem -30 mm. Od 1. 1. 2012 do konce května se kumulativní hodnoty potenciální vláhové bilance pohybovaly na hranici -100 mm a dokonce v některých místech klesaly i pod -150 mm. Při tomto poklesu se již hovoří o mimořádném suchu, tedy o vysoce negativní vláhové bilanci. Na některých územích České republiky došlo k poklesu ještě i v září, kdy hodnoty překračovaly až -200 mm.

Rok 2015 – sucho

Pro srovnání lze vybrat rok 2015. V tomto roce docházelo také k velkému poklesu bilančních hodnot. Zde je třeba se zaměřit již na zimní období v roce 2014/2015, kdy došlo k podnormálnímu úhrnu srážek. Je pravda, že na severní a východní Moravě byly srážky normální, ale střední a západní Čechy měly hodnoty srážek jen 50 % – 60 % z dlouhodobého průměru. Počátek jara 2015 byl již mírně sušší. Ke konci března na jižní Moravě dosahoval deficit srážek až 50 %. Nicméně tento fakt neměl na zásobu využitelné závlahové bilance velký vliv, neboť deficit byl za toto období v průměru jen mírně slabší.

V dubnu byly zaznamenány vyšší hodnoty evapotranspirace, ale v měsíci květnu se zase vše vrátilo do normálu. Jen na Moravě byly na části území částečně podnormální hodnoty. To samé pak následovalo v měsíci červnu. V červenci opět dochází k růstu hodnoty evapotranspirace, která místy dosahuje až 40 % oproti dlouhodobým podmínkám. Tropická vedra zvyšují deficit tak, že na některých územích má základní závlahová bilance hodnoty pod -150 mm. Po celý červenec je

sucho doprovázeno i bouřkami a v polovině srpna dochází ke změně v podobě ochlazení s výskytem srážek. (ČHMÚ, 2012)



Obr. 2: srovnání úhrnu srážek 1.1. do 13.12. 2015 s průřezem za rok 1961 až 2000

Zdroj: ČHMÚ 2012

Dopady změn podnebí na krajinu a lesy

- Zvyšuje se počet teplotně nadprůměrných roků, čímž se zvyšuje také evapotranspirace;
- roste dynamika teplot vzduchu, nárůst teploty vzduchu je rozdílný v jednotlivých ročních obdobích, přičemž se nejvíce zvyšuje teplota v létě (0,4 °C/10 let), a stejně tak dochází i ke zvyšování hodnot teplotních sum;
- roste počet letních dnů, ale i dnů tropických, což vyvolává snížení počtu dnů mrazových a ledových, přesto však nelze vyloučit i výskyty dnů arktických;
- díky vyšším teplotám se nejen prodlužuje vegetační období, ale i dříve nastupují fenofáze rostlin;
- průměrné roční srážkové úhrny vykazují velmi výraznou meziroční proměnlivost;

- přesto, že hlavní rysy ročního chodu srážek zůstávají zachovány (maximum v létě, minimum v zimě), dochází k redistribuci měsíčních srážkových úhrnů během roku (pokles od dubna do června, nárůst od července do září),
- počet dní se sněhovou pokrývkou 1 cm a více je meziročně značně proměnlivý jak v nižších, tak i vyšších polohách, nicméně v posledním padesátiletí jejich počet zejména v souvislosti s nárůstem průměrné teploty klesá;
- v souvislosti s rostoucí variabilitou srážek se vyskytují delší bezsrážková období a v posledních desetiletích roste počet období s výskytem sucha. (ČHMÚ, 2012)

3.1.2. Biotičtí činitelé

Podle Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti jsou nečastějšími biotickými činiteli houbové patogeny a hmyz. V této práci, jsou tedy podrobněji popsáni právě tyto činitelé.

Houbové patogeny

Snad nejzávažnějšími houbovými patogeny jsou václavka smrková (*Armillaria ostoyae*) a kořenovník smrkový (*Heterobasidion parviporum*), dále pak sypavka smrková (*Lophodermium picea*) a kloubnatka smrková (*Gemmamyces picea*).

Václavka smrková (*Armillaria ostoyae*)

Tato stopkovýtrusná houba z čeledi *Physalacriacea* parazituje nejen na kořenech a bázi živého smrku, ale i na odumřelých stromech, kde rozkládá dřevní hmotu. Václavka smrková způsobuje bílou hnilobu, praskání kůry, smolotok v místě napadení, žloutnutí jehlic a lahvicovitě rozšířenou bázi stromu. Dále se pak pod kůrou nachází bílé mycelium (*syrrociium*) a četné provazce (*rhizomorf*) po obvodu kůry nebo v půdě. Napadené stromy jsou pak náchylnější na vývraty a jejich dřevo takřka nepoužitelné.

Onemocnění touto houbou může mít dvojí průběh, a sice akutní nebo chronický, přičemž chronický průběh onemocnění bývá obvykle běžnější. Hostitelská dřevina

může být po napadení parazitována i několik desítek let, přičemž postupně dochází k poškozování (vyhnívání) kořenového systému a bazální části kmenu a tím i narušení statické stability stromu, který bývá náchylnější k vyvrácení či vylomení v pařezové části – jeho život však obvykle přímo ohrožen nebývá.

Při akutním průběhu onemocnění, ke kterému dochází obvykle po fyziologickém oslabení dřeviny, však houba své rozkladné procesy aktivizuje, napadá kambiální pletiva a dřevina v krátké době odumírá (usychá). (Pešková a Čížková, 2015)

Sypavka smrková (*Lophodermium picea*)

Příznaky sypavky smrkové jsou červenofialové skvrny, proužky na zelených jehlicích, které postupně zhnědnou a opadnou. Po opadu se objevují příčné černé proužky, pyknidy a nakonec vřeckaté plodnice. Za normálních okolností napadá pouze nejstarší ročník jehlic. Kromě smrku ztepilého napadá někdy i jedli bělokorou. (Pešková a Čížková, 2015)

Kloubnatka smrková (*Gemmamyces picea*)

Významný houbový patogen jehličnanů¹. Napadá nejčastěji smrk pichlavý (*Picea pungens*), smrk sivý (*Picea glauca*), smrk sitka (*Picea sitchensis*), smrk ztepilý (*Picea abies*).

Kloubnatka smrková napadá pupeny dřevin, ty pak natékají, zduří a deformují se. Při pokusu o vyrašení dochází k „vykloubení“ rašících výhonů. Její životní cyklus je dvouletý. K napadení dřevin nejčastěji dochází od konce jara, kdy se napadené pupeny pokrývají bazálním stromatem (zde se utváří nejprve pyknidy, druhým rokem perithecia). Konidie jsou ale přítomny prakticky celoročně téměř po celé vegetační období, askospory pak většinou pouze v červnu a červenci. (Pešková a Čížková, 2015)

¹ V české republice se poprvé objevil v roce 1909.

Kořenovník smrkový (*Heterobasidion parviporum*)

Houba se řadí do hub stopkovýtrusných (*Basidiomycota*). Je to významný houbový saproparazit až parazit starších porostů, ale nevyhýbá se ani mladším porostům v nížinách a středních polohách. Plodnice jsou víceleté, polorozlité, rozlité i kloubkaté.

Hostitelskými dřevinami jsou smrky nejčastěji pak smrk ztepilý (*Picea abies*). Pro tohoto parazita je typická hniloba kmenů, která se šíří nejčastěji střední částí dřeva a okrajově je ohraničena šedomodře až šedofialově zbarveným pruhem, který ji odděluje od dosud nenapadeného dřeva. Infikované dřevo je světle okrově hnědě, zpočátku pevné, tvrdé. Postupně se jeho zbarvení mění do červenohněda a dřevo měkne. Tato fáze hniloby je také označována jako červená hniloba. Napadené stromy často roní silně pryskyřici. Může docházet i k proředění korun. (Pešková a Čížková, 2015)

Hmyzí škůdci

Jedná se převážně o podkorní hmyz jako je lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) – kmenová část se silnější kůrou, lýkožrout severský (*Ips duplicatus*) – korunová část, lýkožrout lesklý (*Pytiogenes chalcographus*), lýkožrout menší (*Ips aminitus*) či klikoroh borový (*Holybius abietis*). Vzhledem k tomu, že *Ips typographus* je nejrozšířenější, zaměří se tato práce jen na tohoto zástupce.

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*)

Na začátku napadení, kdy je napaden jen jeden strom, není lehko rozpoznatelný, ale postupným napadením dalších stromů ho lze rozeznat díky tomu, že vytváří tzv. kůrovcové kolo. Napadá smrkové lesy nad 60 let. V nižších polohách zvládne i dvě generace do roka, ve vyšších pak jen jednu. Rojí se na jaře a to v dubnu až květnu. Letní rojení začíná v polovině června a končí v srpnu, kdy několik málo samic po době 2–3 týdnů zvládne ještě sesterské rojení. Porosty začne napadat ze sluněného směru, tloušťka kůry musí být vždy 4–10 mm. Nálety provádí na rozhraní suchých a zelených větví, avšak změna barvy jehličí nastává až po

období 2–3 týdnů a samotné jehličí zčervená až po 3–5 týdnech – to je doba, kdy můžeme zjistit, že daný smrk je napaden. Na obranu proti lýkožroutu smrkovému se pak používají lapáky, lapače, stojící lapáky, hromadné lapáky. (Nakládal, 2015)

3.2. Dálkový průzkum Země (DPZ)

3.2.1. Definice DPZ

Existuje mnoho definic dálkového průzkumu Země (DPZ). V této práci budou uvedeny jen některé.

Podle Lillesand, Kiefer (2000) v (www.arcdata.cz) je dálkový průzkum Země věda i umění získávat užitečné informace o objektech, plochách či jevech prostřednictvím dat měřených na zařízeních, která s těmito zkoumanými objekty, plochami či jevy nejsou v přímém kontaktu.

Charles Elachi ve své knize *Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing* v (www.arcdata.cz) definuje dálkový průzkum jako získávání informace o objektu bez fyzického kontaktu – tato definice se považuje v dnešní době za nejpřesnější.

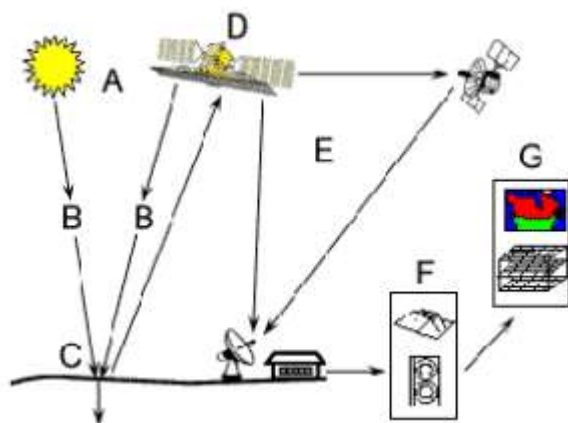
Bob Ryerson v (www.arcdata.cz) popisuje dálkový průzkum jako shromáždění informací o přírodním podlaží s využitím snímků pořízených senzory umístěnými na palubkách letadel nebo družic.

Resors v (www.arcdata.cz) uvádí, že dálkový průzkum je skupina technik zabývajících se pořizováním snímků a jiných forem dat pořízených měřeními na dálku, zpracováním a analýzou těchto dat.

Podle OSN a mezinárodní smlouvy o mírném využití Vesmíru znamená termín dálkový průzkum snímání zemského povrchu z prostoru s využitím vlastností elektromagnetických vln emitovaných, odražených nebo lomených snímanými objekty, pro účely zlepšení využívání zemských zdrojů, území a ochrany prostředí.

3.2.2. Princip fungování

Princip je založený na interakci mezi dopadajícím zářením a objektem zájmu.



Obr. 3: Princip fungování dálkového průzkumu Země

Zdroj: Pacina, Oršulák, 2010

Na obrázku je znázorněno schéma DPZ, které má sedm částí:

- A) Zdroj elektromagnetického záření = první požadavek pro DPZ je zdroj energie, který ozařuje předmět zájmu
- B) Záření a atmosféra = při šíření energie od zdroje k objektu zájmu přichází tato energie do kontaktu s atmosférou, kterou prochází. K interakci s atmosférou pak dochází ještě jednou, když se odražená energie šíří od objektu zájmu k senzoru
- C) Interakce s objektem zájmu = při ozáření objektu zájmu dochází k interakci s objektem v závislosti na vlastnostech objektu a typu záření
- D) Zaznamenání energie senzorem = když je energie od objektu odražena, je zapotřebí senzor, který by zaznamenal elektromagnetické záření
- E) Přenos, příjem a zpracování = informace o energii zaznamenané senzorem musí být přenesena do stanice, kde následně dojde ke zpracování

- F) Vyhodnocení a analýza = zpracovaný obraz je vyhodnocen (vizuálně nebo digitálně k získání informací o objektu, který byl ozářen)
- G) Aplikace = finální částí DPZ je dosaženo, pokud jsme schopni využít informací získaných ze snímků, tak abychom objektu lépe porozuměli, získali nové informace nebo ho využili k řešení dalších úloh

(Pacina a Oršulák , 2010)

3.2.3. Oblasti využití DPZ

Výčet oblastí, ve kterých je možné data a metody dálkového průzkumu Země využívat, je rozsáhlý a vedle klasických oblastí, jako je meteorologie, mapování, hydrologie, geologie a pedologie, monitorování vegetace, zemědělství a lesnictví, krizové řízení a bezpečnost, doprava a infrastruktura, urbanizace a územní plánování, se stále objevují nové. (www.esri.com)

3.2.4. Typy dat DPZ

Data pro dálkový průzkum země se získávají čtyřmi způsoby, a sice metodou satelitní, leteckou, radarem či metodou lidar. Každý z těchto postupů se používá pro jiné účely. Naše data byla získána pomocí letecké metody.

Satelitní metoda

U satelitní metody závisí na typu informací (městská zástavba, určení zamokřených ploch), na rozměru (část obce, kontinent) a na dynamice objektu (postup oblačnosti, změny v zemědělských oblastech v jednotlivých obdobích). Existuje několik družic pro získávání dat.

meteorologická data

- velmi vysoké, časové rozlišení
- Využívá je hlavně obor meteorologie a klimatologie
- Využívá družicových dat s nízkým prostorovým rozlišením - například družice NOAA, MSG
- Data z družic jsou využívány ke sledování vzduchových hmot a front a následné předpovědi počasí, studiu oblačnosti, proudění vzduchu.
- Pomocí družic je možné sledovat i znečištění ovzduší nebo mocnost vrstvy, v některých případech umožňuje sledování povrchové teploty Země, sleduje i ústup ledovců nebo modelování obsahu skleníkových plynů v atmosféře.

Landsat TM

- multispektrální rozlišení, s vysokou prostorovou přesností multispektrální skener
- První družice Landsat byla vypuštěna v roce 1972, původně patřila projektu NASA, ale postupně byla přesunuta do projektu EARS – k systematickému sledování země
- V roce 1983 byl projekt převeden do komerční sféry pod hlavičkou NOAA
- Technické parametry:
 - výška letu je 705 km
 - Slunečně synchronní dráha
 - Sklon dráhy je 98°
 - Oběh kolem Země trvá 98,9 minuty
 - Časová perioda 16 dní (návrat na stejnou dráhu) -233 přeletů
 - Přelet nad rovníkem v 9:42 místního času

- Landstat pracuje na principu pokrytí republiky scénami
- Šířka záběru je 185 km
- Prostorové rozlišení – Multispektrální 30m a Termální 120 m
- Radiometrické rozlišení 8 bitů
- Velikost scény 185x185 km
- Máme 3 úrovně zpracování dat

Level 0R – Surová data v základním formátu, ke kterým je přidán kalibrační soubor

Level 1R – radiometricky korigovaná data s kalibračními parametry (obsahuje údaje o aparatuře funkci zrcátka, vnitřním kalibračním zářivém zdroji)

Level 1G – radiometricky a geometricky korigovaná data kalibračními parametry. Radiometricky upravené pixely jsou převzorkovány a transformovány do zvoleného mapového zobrazení

IKONOS (QuickBird, EROS)

- Družice, která byla poprvé vypuštěna v roce 1999
- Vlastníkem je SpaceImaging Inc, Denver, USA
- Byla první čistě komerční družice DPZ, která poskytuje data s velmi vysokým prostorovým rozlišením.
- Technické parametry:
 - Výška letu 680 km
 - Šířka záběru 13km
 - Velikost scény 11x11km
 - Náklonost příčný i podélný
 - Sklon dráhy 98,1°

- Časové rozlišení 1,5 dne
- Doba oběhu 98 minut
- Přelet nad rovníkem v 10:30
- Prostorové rozlišení – Pan 1m , Ms 4m
- Prostorová přesnost 12 m (pro rektifikaci 2m)
- Rozlišení radiometrické 11 bitů (2048 odstínů)
- Snímkování je nutné předem programovat
- Spectral Range (rozsah)
 - Panchromatic: 0,45 – 0,90mm
- Multispectral (spektrální pásmo)
 - Blue:0,45 – 0,52mm
 - Green: 0,51 – 0,60 mm
 - Red: 0,63 – 0,70 mm
 - Near IR: 0,76 – 0,85mm

Radarová metoda

AVIRIS

Mezi výhody tohoto typu radarové metody patří vysoká spektrální rozlišovací schopnost, spektrometr, hyperspektrální skener Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer. Hyperspektrální dálkový průzkum Země je označení pro obrazovou spektroskopii.

Patří mezi technologie, pomocí nichž je možné detekovat a identifikovat prvky na Zemi jako například zastoupení minerálů, vegetace, budovy apod. Hyperspektrální dálkový průzkum spojuje obrazovou spektrofometrii v jeden systém, ten často obsahuje rozlehlá data a vyžaduje nové zpracování. Tato data jsou obecně tvořena ze 100 – 200 barevných pásem s rozsahem 5 – 10 nm.

Horní strany jsou viditelné části spektra 400 nanometrů, dolní části jsou IR – 2,500 nanometrů a boční strany jsou v pseudobarvách od černé a modré (nízká odezva) až po červenou vysoká odezva.

SEASAT

Scatterometer je mikrovlnný radar, senzor užívaný pro měření odrazu a rozptylu při skenování zemského povrchu. Měří interakci mezi ovzduším a oceánem a cirkulaci nad oceánem. Výhodou je měření intenzity s vysokou přesností podél trasy letu nebo pásu podél trasy radiometry.

Poprvé byla vypuštěna v roce 1978 na amerických raketoplánech. Tyto systémy byly pouze experimentální. V roce 1996 prokázaly experimenty možnost zjišťovat vlny s vlnovou délkou více než 100 cm, výškou vlny více než 1 m při rychlostech větru přesahující 2 m/s.

Bylo také zjištěno, že vlny pohybující se v příčném směru mohou být zjišťovány daleko snáze, než tomu bylo doposud u vln pohybujících se v podélném směru. Technické parametry:

- Výška dráhy 800 km
- Perioda pořizovaných snímků je 36 hodin, střídavě ve dne i v noci a pokryje 95 % plochy světového oceánu
- Systém je funkční pouze 99 dní
- Snímky jsou široké v pásu 100 km
- Pohledový úhel od 20° do 26°
- Rozlišení 25 metrů v příčném i podélném směru

Postupem času bylo zjištěno, že data Seasat je možno využít i v geologii, při mapování vodních zdrojů, či při mapování druhů povrchů a své uplatnění naleznou i v zemědělství.

Snímky dávají informace například o reliéfu mořského dna, o poloze pískových lavic nebo o změnách jejich polohy, o rozložení polárního ledu i o jeho vlastnostech například o jeho stáří. (Campbell, 1978)

Letecká metoda

Metoda pořizování fotografických snímků z ptáčích perspektivy. K sběru dat snímků, které jsou vhodné pro kartografické zpracování, je nutné použít upravené letadlo a specializovanou foto techniku. Letecké měřické snímkování slouží pro efektivní a rychlý sběr geografických dat a informací o území. Vždy se snímkuje předem daná oblast. Aby tato metoda a další výstupy splnily požadovaná očekávání, je vždy nutné provést analýzu všech požadavků a parametrů. Důraz je kladen především na parametry ovlivňující vypovídací schopnosti a množství detailů zachycených na snímku.

Rozdělení letecké metody

Metodu DPZ rozdělujeme podle daných kritérií:

1. Podle způsobu záznamu odrazu
 - a. Konvekční metody
 - b. Nekonvekční metody
2. Podle zdroje energie
 - a. Pasivní (přímé, nepřímé) = spoléhají se na přírodní zdroje
 - b. Aktivní = nepoužívají přírodní zdroj záření, nýbrž je vysílán vlastní (radar)
3. Podle zaznamenané části elektromagnetického spektra
4. Podle druhu nosiče
5. Podle velikosti snímaného území
6. Podle oblasti, kterou jsou dané výsledky aplikovány

Konvenční metoda

Výsledkem jsou fotografické snímky, přičemž kvalita snímku hodně závisí na podmínkách počasí. Snímací zařízení bývá nejčastěji umístěno na letadle. Obraz vzniká najednou centrální projekcí a je nejčastěji zkopírován na fotografický papír. Fotografie pokrývají velký časový interval, jde o geometricky přesnou metodu.

Nekonvenční metoda

Výsledkem je obrazový záznam. Vzniká postupně skenováním po jednotlivých řádcích. Pro zaznamenávání se používají skenery, které mají velké spektrální rozlišení. Data jsou nejčastěji poskytována i v digitální podobě. Mezi výhody můžeme zařadit menší závislost na podmínkách počasí a možnost kvantitativního dálkového průzkumu Země. Mezi nevýhody lze naopak zařadit menší geometrickou přesnost.

Pasivní metoda snímkování

Snímají zdroj elektromagnetického záření (např. Slunce), které se odráží od zemského povrchu. Lze je rozdělit na přímé a nepřímé:

- *přímé* – je zaznamenáváno záření slunce odražené jednotlivými druhy povrchů,
- *nepřímé* – je zaznamenáváno záření emitované jednotlivými druhy povrchů.

Arktivní metoda snímkování

Je zaznamenáno záření vyslané přístrojem a odražené jednotlivými druhy povrchů, tzn. využití umělého zdroje záření (radar).

Jak již bylo zmíněno výše, v této bakalářské práci bude podrobněji rozebrána letecká metoda, neboť snímky využitě v práci jsou brány právě z této metody. (Horning et al, 2010)

Analýza (parametry pro letecké snímkování)

- Geometrické rozlišení
- Radiometrické rozlišení
- Doba snímkování
- Hodnoty překryvů

Plánování (detailní plánování projektu)

- Výškové poměry zájmového území
- Letecká omezení v zájmovém území
- Operační možnosti letadel a sensorů

Zpracování:

- Kontrola nasnímaných dat - aby byla eliminována problémová data a zachována konzistentnost dat. (několik hodin od pořízení snímků)
- Radiometrické korekce snímků – uvedeme snímek do požadované podoby
- V poslední řadě provedeme distribuci dat (www.emporia.edu)

Vzhledem k tomu, že letecké snímkování je drahé a nákladné, používají se místo letadel drony. Jejich nevýhodou je malá stabilita při horším počasí.

Radarová metoda

Radarová metoda je aktivní systém, který zpracovává údaje o geologické stavbě. Její výhodou je rychlost, přesnost a výsledky nejsou závislé na počasí. Jediné na čem signál radaru závisí je vlastnost terénu, jako je například polarizace, hrubost povrchu, úhel dopadu a jiné.

APMIR (Airborne Polarimetric Microwave Imaging Radiometer)

Měření intenzity s vysokou přesností s velkou plochou snímaného území zobrazující radiometry (měří odražené záření). Je založena na principu elektronického mikrovlnného radiometru. (Skou, 1989)

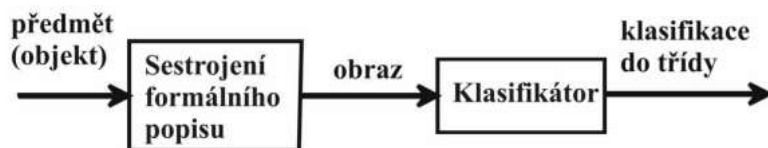
Lidar metoda

Metoda dálkového měření vzdálenosti na základě výpočtu doby šíření pulsu laserového paprsku odraženého od snímaného objektu. Používá se u samoříditelných dopravních prostředků k orientaci v terénu. Byla použita v letošním roce 2017 při rozsáhlém archeologickém nálezů mayských měst na severu Guatemaly. (www.esri.com)

3.2.5. Klasifikace

Klasifikace vlastně znamená zařazování předmětů do tříd.

Klasifikátor nerozeznává objekty, ale rozeznává jejich obrazy.



Obr. 4: Princip fungování klasifikace

Zdroj: www.emporia.edu

Příznakové rozpoznávání

Úvodem je třeba vysvětlit pojem příznakové rozpoznání. Obrazy jsou charakterizovány vektorem a souřadnice vektoru tvoří hodnoty jednotlivých příznaků. Množina všech obrazů vytváří n-rozměrný obrazový prostor. Při vhodném výběru příznaků je podobnost předmětů v každé třídě vyjádřena geometrickou blízkostí obrazů.

Pokud lze obrazy jednotlivých tříd od sebe oddělit, je úloha klasifikace jednoduchá a lze očekávat bezchybnou klasifikaci. Ve většině případů však množiny obrazů nejsou stoprocentně separabilní a část předmětů tak bude vždy chybně klasifikována.

(www.cuni.cz)

Klasifikátor

Existují dvě metody, a sice metoda nejbližšího souseda a metoda minimální vzdálenosti. První z těchto dvou postupů znamená, že pro každou třídu je dána množina vzorových obrazů. Při klasifikaci se pak porovnává neznámý obraz se všemi vzorovými obrazy všech tříd a zařadí se do stejné třídy, do jaké patří jemu nejbližší vzorový obraz. Nevýhodou této metody je částečná náprava a také skutečnost, že neřeší problém vychýlených vzorových obrazů.

Metoda minimální vzdálenosti pojednává o tom, že každá třída je reprezentována jedním vzorovým obrazem, který lze vypočítat například průměrem všech vzorových obrazů dané třídy. Základem je trénovací množina vzorových obrazů, kdy u každého je uvedeno zařazení do správné třídy. Na základě této trénovací množiny je pak určena reprezentace tříd, například pro metodu minimální vzdálenosti jsou vypočteny centridy (průměry) vzorových obrazů pro jednotlivé třídy (www.cuni.cz).

3.2.6. Výhody DPZ:

Oproti konvenčním pozemním metodám pořizování dat je výhodou DPZ získání množství informací z rozsáhlého území, mnohdy jinak špatně přístupného v jednom okamžiku. Zároveň jsou získány i informace o stavu celé plochy, nikoli jen v bodech, jak je tomu u pozemních měření a kdy je nutné mezi jednotlivými místy měření danou veličinu zjistit dalším výpočtem. Získáváme informaci z celého elektromagnetického spektra, můžeme tak zjistit informace, které jsou samotným okem neviditelné (např. teplotu povrchu). Velkou výhodou DPZ je lepší možnost automatizace celého procesu zpracování dat a tím i lepšího dlouhodobého a udržitelného monitoringu daného území.

3.2.7. Nevýhody DPZ

Odrazující může být v některých případech vysoká cena za pořízení snímku nebo specializovaného programu na zpracování dat či obtížnější postup samotného zpracování. S postupným zprovozněním programu Copernicus bude díky jeho otevřené datové politice postupně dostupné široké portfolio družicových dat zdarma. Rovněž existují i volně dostupné programy umožňující základní zpracování družicových snímků (www.cuni.cz).

3.3. Geografický informační systém (GIS)

Celý název zkratky GIS je geographic information systém (geografický informační systém). Tvoří ho sada produktů pro vytváření, správu, analýzu a vizualizaci geodat. Má tři úrovně – Basic, Standart a Advanced, které se navzájem liší svojí funkcí.

Basic tvoří aplikace ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ModelBuilder. Je zároveň základní nástroj pro tvorbu map, pro získání informací z map pomocí základních mapových analýz a editaci dat v souborovém formátu shapefile nebo v souborové geodatabázi.

Standart zahrnuje nástroje pro tvorbu metadat, rozšířenou nabídku nástrojů pro práci s geografickými daty, mapování a pokročilé kartografické nástroje. Rozdíl mezi Basicem a Standardem je, že Standart umožňuje definování a administraci geodatabáze, jako je například topologie, podtypy, domény, geometrické sítě a její editaci a kompilaci.

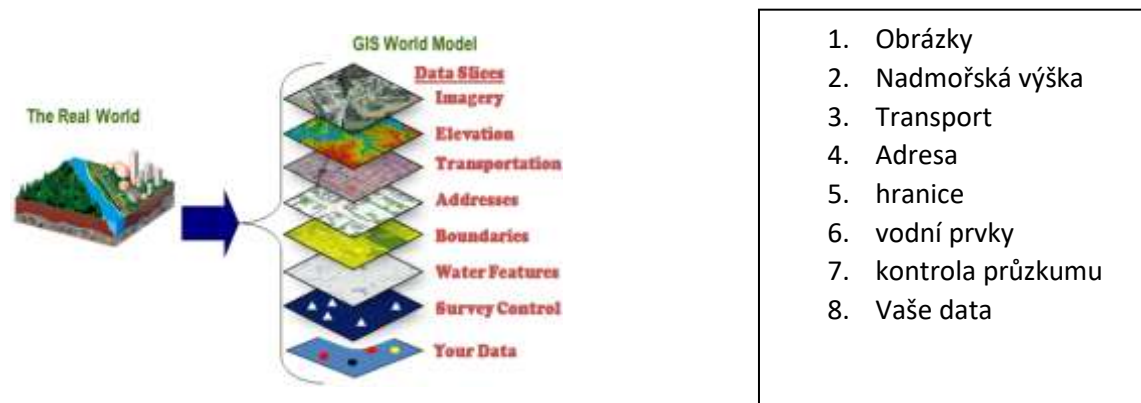
Advanced patří mezi nejvyspělejší a obsahuje obě předchozí možnosti. Dále umožňuje prostřednictvím ArcToolboxu pokročilé zpracování prostorových dat.

Jinými slovy GIS je soubor nástrojů, který používá a zpracovává údaje vázané k povrchu Země. Zároveň uchovává geograficky vztažená data a umožňuje jejich sběr a kontrolu, organizaci, zpracování, prostorovou analýzu, uložení, aktualizaci a vizualizaci.

Velkou výhodou je, že dokáže řešit problémy, kde jsou kombinovány dotazy na vlastnosti objektů s dotazy na jejich polohu a jejich vztah k dalším objektům. Pro lepší pochopení lze uvést jako příklad kolizní situace, vyhledávání optimálního

dopravního spojení atd. Kromě těchto objektů řeší i prostorová data. Ty lze řadit k určitému bodu v prostoru, tudíž je jim přiřazena prostorová souřadnice

Arcgis vyhodnocená data transformuje do formátu mapy nebo pouze směsici čísel, textů, tabulek. (Martínek et. al, 2017)



Obr. 5: ukázka složení vrstev v gisu

Zdroj: henrico,2010

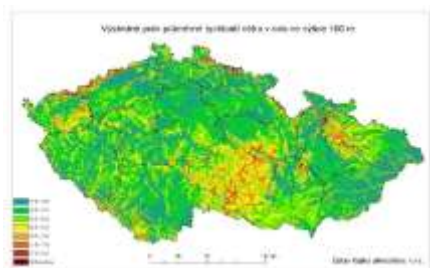
3.3.1. Využití Arcgisu

GIS plně nahradil mapy v analogové (papírové) podobě i jinak reprezentovanými prostorově orientovanými daty – forma databází. Je možno jej tedy využívat v mnoha oborech. Používá se například v oborech, jako jsou:

- a) evidence majetku, parcel, nemovitostí
- b) plánování dopravy
- c) správa inženýrských sítí
- d) kartografie
- e) vojenství
- f) zemědělství, lesnictví
- g) obchod a finance
- h) urbanismus
- i) integrovaný záchranný systém

- j) přírodní vědy jako jsou:
 - a. geografie
 - b. geologie
 - c. klimatologie
 - d. oceánologie
 - e. biologie
- k) ekologie například:
 - a. hodnocení vývoje krajiny
 - b. hodnocení vlivu staveb na životní prostředí
 - c. modelování ekologických situací
 - d. souhrnné regionální vyhodnocení životního prostředí
 - e. hodnocení katastrof
- l) dálkový průzkum Země, fotogrammetrie
- m) výuka

Vzhledem tomu, že má schopnost rychlé a přesné prostorové analýzy, je zapotřebí všude, kde je potřeba lépe porozumět procesům na zemském povrchu. Poslední dobou se výrazně začal používat GIS ve 3D. Tento typ se neomezuje jen na povrchové jevy, ale umožňuje i analyzovat hlubší geologickou stavbu Země nebo naopak atmosférické jevy. (www.esri.com)



- výstup je zde mapa, která určuje výsledné pole průměrné rychlosti větru v m/s ve výšce 100 metrů.

Obr. 6: ukázka využití Arcgisu v klimatologii

Zdroj: ČHMÚ, 2012

3.3.2. Souřadnice a souřadnicové systémy

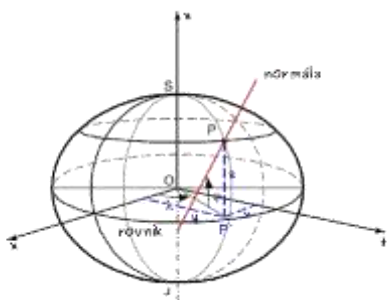
Aby GIS pracoval správně, potřebuje znát souřadnice a souřadnicové systémy. Existuje několik druhů souřadnic, jako příklad lze uvést následující:

Kartézsképrostorové souřadnice x,y,z

Prostorová pravoúhlá souřadnicová soustava má začátek ve středu referenčního tělesa (sféra, elipsoid), osa **z** prochází osou rotace a osa **x** průsečnicí roviny rovníku a roviny základního poledníku. Osa **y** je kolmá na osy **x**, **z**.

zeměpisné souřadnice φ,λ na referenčním elipsoidu

Elipsoidická šířka φ je definována jako úhel normály elipsoidu daným bodem s rovinou rovníku, kladná je na sever od rovníku. Elipsoidická délka λ je definována jako úhel roviny určené daným bodem a zemskou osou s rovinou určenou zemskou osou a základním bodem (například Greenwich), kladná je na východ.

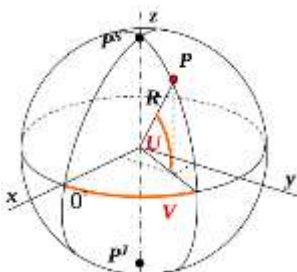


Obr. 7: ukázka principu zeměpisné souřadnice na referenčním elipsoidu

Zdroj: www.esri.com

Zeměpisné souřadnice U, VU, V na referenční sféře

Zeměpisné souřadnice U, VU, V na referenční sféře jsou definovány stejně jako na referenčním elipsoidu.



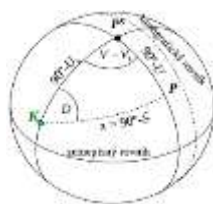
Obr. 8: ukázka principu zeměpisné souřadnice na referenční sféře

Zdroj: www.esri.com

Kartografické souřadnice Š, DŠ, D na referenční sféře

Používají se proto, aby se obraz referenční plochy co nejvíce přiblížil ke zvolenému území. Důsledkem jsou nižší hodnoty kartografických zkreslení. Osa zobrazovací plochy není rovnoběžná se zemskou osou. Souřadnice jsou vztaženy ke kartografickému pólu, který se zpravidla označuje jako **K**.

Kartografická šířka **Š** se měří od kartografického rovníku. Je definována analogicky jako zeměpisná šířka. Kartografická délka **D** se měří od zeměpisného poledníku procházejícího kartografickým (a severním) pólem.



Obr. 9: ukázka principu kartografických souřadnic na referenční sféře

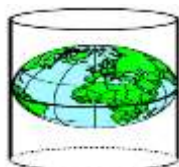
Zdroj: www.arcdata.com

Ze souřadnic pak vychází souřadnicové systémy, mezi kterými lze určitá data transformovat.

Souřadnicové systémy jsou například Mercatorovo zobrazení S-JTSK

Mercatorovo zobrazení

Jedná se o nejrozšířenější kartografické zobrazení. Základem tohoto systému je válec v normální poloze, který se dotýká glóbu na rovníku. Po zobrazení povrchu koule na válec a po rozvinutí pláště tohoto válce vznikne pravoúhlá síť poledníků a rovnoběžek. Zatím, co poledníky jsou ve stejných rozestupech, vzdálenost rovnoběžek k pólům vzrůstá do nekonečna. Toto zobrazení se používá na námořních, leteckých, navigačních a webových stránkách.



Obr. 10: zobrazuje válec v normální poloze dotýkající se glóbu na rovníku

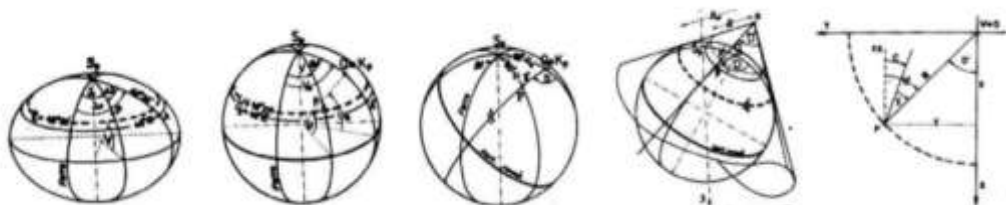
Zdroj: www.arcdata.com

S-JTSK

Souřadnicový systém, který je nejpoužívanější v České republice a který používá Křovákovo zobrazení. Tento souřadnicový systém jsem si vybrala i pro mé zpracování dat. Transformace elipsoidických souřadnic na pravoúhlé rovinné souřadnice, se provádí ve čtyřech krocích:

1. Zobrazení elipsoidu na kulovou plochu
2. Transformace zeměpisných sférických souřadnic na sférické kartografické souřadnice na kulové ploše
3. Zmenšení kulové plochy a její konformní zobrazení na dotykový kužel v obecné poloze
4. Rozvinutí plochy dotykového kužele do roviny

ČR leží ve 3. kvadrantu (kladná osa x směřuje dolů, kladná osa y doleva).



Obr. 11: ukázka transformace v jednotlivých krocích (elipsoidické, sférické, kartografické, polární a rovinné souřadnice

Zdroj: www.arcddata.com

WGS84

World Geodetic System je geocentrický pravoúhlý pravotočivý systém spojený pevně se Zemí. Používá se jako referenční elipsoid WGS84 pro geodézii a navigaci. Jeho základ tvoří tak zvaný geoid, který byl vytvořen na základě měření pozemních stanic družicového polohového systému Transit. Používá zeměpisné souřadnice, polohu lze určit pomocí zeměpisné šířky a zeměpisné délky. (Čepický, et al., 2014)



Obr. 12: referenční systém pravoúhlé souřadnice bodu M v souřadnicovém systému WGS84

Zdroj: www.arcdata.com

4. Metodika

Metodika práce je vytvořena autorem práce a pracovníky katedry hospodářské úpravy lesů. Na leteckých snímcích lesních porostů pokrývajících LHC Jablunkov bude provedena manuální identifikace odumřelých stromů. Pozice identifikovaných odumřelých stromů budou uloženy do bodových shapefilů, které budou následně spojeny do souvislé mapy odumřelých stromů.

Pro ověření využitelnosti NIR kanálu bude na několika snímcích provedena nezávisle identifikace odumřelých stromů při zobrazení kompozitu v pravých barvách a při zobrazení kompozitu v nepravých barvách s NIR pásmem. Výsledky obou metod budou následně porovnány. Z dostupných datových sad budou odvozeny prostorové údaje a pomocí vhodných statistických metod budou identifikovány souvislosti mezi mortalitou a faktory prostředí.

4.1. Charakteristika zájmového území

4.1.1. Klimatické poměry

Vzhledem k tomu, že zkoumané území se nachází na části severní Moravy, budou podrobněji rozebrány klimatické podmínky právě v této oblasti po jednotlivých měsících v roce 2012.

Leden: méně deštivých dnů (v průměru 6,7), poměrně nízké množství srážek (průměrně 26,7 mm), velmi chladno i přes den (průměrná nejvyšší teplota 0,4 °C), v noci mrazivo (průměrná nejnižší teplota -5,6 °C).

Únor: méně dnů se srážkami (6,6) i jejich poměrně nízké množství (30,2 mm), chladno i v průběhu dne (2,8 °C), v noci mrazivo (-4,1 °C).

Březen: méně deštivých dnů (7) i poměrně nízké množství srážek (34 mm), celkem chladno i v průběhu dne (7,7 °C), v noci mrazivo (-0,8 °C).

Duben: počet deštivých dnů lehce vzrůstá (8,2), stále poměrně nízké množství srážek (52,4 mm), poměrně chladno, ale již tepleji než v březnu, v průběhu dne (13,5 °C), v noci stále chladno (3 °C).

Květen: větší počet deštivých dnů, střední množství srážek (91,2 mm), během dne již příjemné teploty (18,9 °C), v noci stále chladno (7,3 °C).

Červen: nárůst počtu deštivých dnů (11,2), střední množství srážek (104,4 mm), během dne příjemné teploty (21,9 °C), v noci chladno (10,6 °C).

Červenec: lehký pokles počtu deštivých dnů (10,5), střední množství srážek (91,1 mm), během dne příjemné teploty (23,6 °C), v noci již tepleji (11,9 °C).

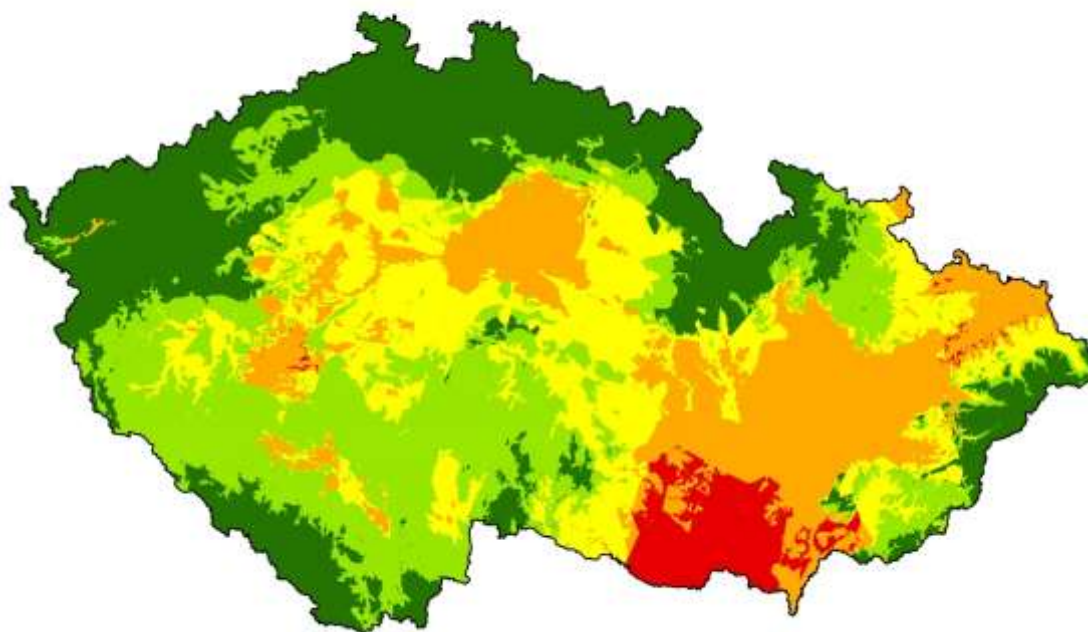
Srpen: opět pokles počtu deštivých dnů (9,6), střední množství srážek (91,8 mm), během dne příjemné teploty (23,4 °C), v noci podobně jako v červenci (11,6 °C).

Září: pokles počtu deštivých dnů (7,7), poměrně nízké množství srážek (58,8 mm), během dne ještě stále příjemné teploty (19,4 °C), v noci chladněji (8,7 °C).

Říjen: málo deštivých dnů (6,6), poměrně nízké množství srážek (42,3 mm), poměrně chladno již i v průběhu dne (14 °C), v noci chladno (4,7 °C).

Listopad: lehký nárůst počtu deštivých dnů (8,6), ale stále poměrně nízké množství srážek (44,6 mm), poměrně chladno i v průběhu dne (6,7 °C), v noci chladno.

Prosinec: méně dní se srážkami (7,5), nízké množství srážek (34,3 mm), chladno i v průběhu dne (2 °C), v noci mrazivo (-3,2 °C) (ČHMÚ, 2012).



Obr. 13: je zde zobrazený dlouhodobý stres suchem za rok 2012-2014

Zdroj: ČHMÚ, 2015

4.2. Geologické podmínky

V této části bude hlavní pozornost zaměřena na geologické podloží, zejména kdy oblast Jablunkov vznikla a dále pak na jakých horninách se tato oblast nachází

4.2.1. Geologické podloží

Celý Jablunkov byl vytvořený v období Kenozoikum. Kenozoikum je nejmladší geologická éra. Začala před 65,5 miliony let po velkém vymírání živočišných a rostlinných druhů na konci Křídý. Také je označována jako období savců. Leží v útvaru Kvartér a zahrnuje zhruba posledních 2,6 milionů let. Jde o nejmladší ze tří period Kenozoika. Dělí se na starší čtvrtohory (Pleistocén) a mladší čtvrtohory (holocén).

LHC Jablunkov spadá do mladších Čtvrťohor – holocénu. Všeobecné zařazení patří do oblasti Český masiv – pokryté útvary a postvariské magnetivy. (Petránek, 2016)

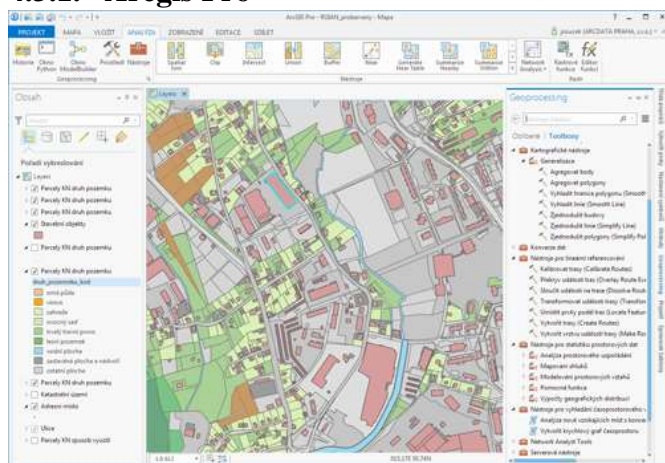
4.2.2. Horniny

Jedná se především o horniny nivního původu. Je zde zastoupena hlína, písek, štěrk. Tyto horniny jsou typu sediment nezpevněný - vznik zvětráváním hornin. Velikost zrn je zde od 0,063mm a výše. Podloží má barvu převážně šedohnědou. Toto území je často inundované za vyšších vodních stavů. (Petránek, 2016)

4.3. Arcgis

Máme tři druhy produktů Arcgis Desktop: Arcgis Pro, ArcMap, Nadstavby. Každý z nich je používán a obsahuje jiná data. Abychom si udělali představu, který je nejvhodnější, tak si je jednotlivě popíšeme. (www.geoportal.cuzk.cz)

4.3.1. Arcgis Pro

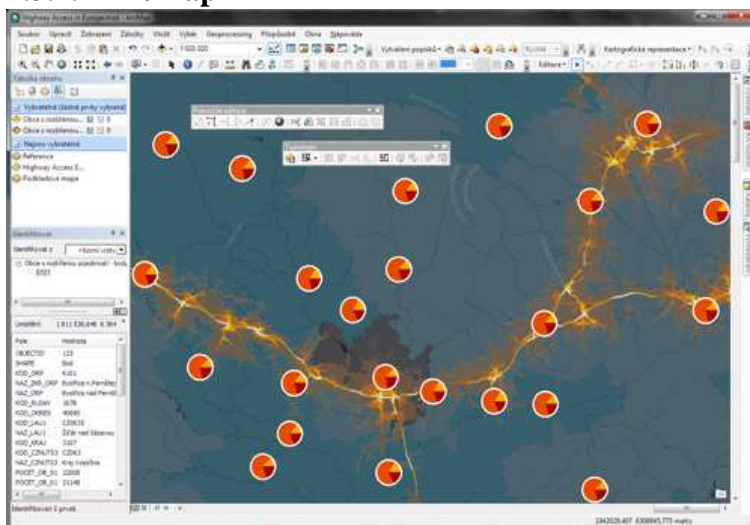


Obr. 14: ukázka ArcgisPro

Zdroj: www.arcdata.com

Umožňuje pracovat s několika mapami současně. Mapová okna jsou provázána buď svojí polohou, nebo stupněm přiblížení a lze tedy porovnávat různá data nebo grafické návrhy. Další výhodou je, že není nutné používat speciální aplikace pro 3D zobrazení. Vzhledem k tomu, že dokáže zobrazit i 3D data vytvořená pomocí procedurálních pravidel aplikace CityEngine, tak je práce ve 3D zobrazení velmi jednoduchá. Nejčastěji je ArcgisPro využíván na projekty. Má v sobě tedy uložené soubory mapových kompozic, uložených dat, stylů, připojení ke složkám a k serverům. Kromě těchto uložených souborů obsahuje i mnoho analytických nástrojů z prostředí ArcToolbox. Nejčastěji používanými jsou například: merge, union, clip a mnoho dalších. (www.arcdata.com)

4.3.2. ArcMap

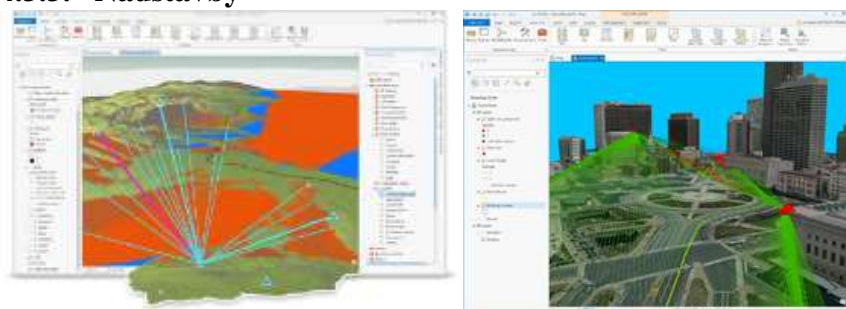


Obr. 15: ukázka ArcMap

Zdroj: www.arcdata.com

Aplikace, která slouží pro všechny mapové úlohy, kartografie, prostorové analýzy a editace. Dokáže námi vytvořené analýzy převést do mapy. Pro zpracování dat a jejich další analýzu lze využít mnoho geoprocessingových nástrojů. Nástroje, které jsou například Clip, Meser, Union, můžeme zobrazit i jako funkci v jazyku Python. Aplikace ArcMap obsahuje i ModelBuilder, který je ideálním prostředím pro automatizaci úloh bez nutnosti napsat jediný řádek kódu, poskytuje tak zvanou tvorbu modelů – diagram postupů zpracovaných dat. (www.arcdata.com)

4.3.3. Nadstavby



Obr. 16,17: ukázka Nadstavby

Zdroj: www.arcdata.com

Využívají 3D analýzy, které poskytují užitečné nástroje pro analýzu reliéfu například výpočet sklonu, expozici svahu. Informace o reliéfu je možné uschovávat ve

formátech TIN nebo v geodatabázové datové sadě Terrain. 3D analýzy můžeme převést do rastrového formátu nebo do souřadnicové formy. (www.arcdata.com)

4.3.4. Analýzy v Arcgisu

Vzhledem k tomu, že se tato práce zabývá porovnáním snímků jak v normálním kanálu, tak v NIR kanálu, tedy infračerveném, zajímám se jimi podrobněji.

Viditelné kanály

Tato metoda je založena na principu zobrazení více barev (vlastními barvami). Jsou pořizovány na film, který má tři vrstvy. Každá vrstva je citlivá k jedné ze základních barev, těmi jsou modrá, zelená a červená. Tento kanál je také citlivý na atmosférické podmínky.

Snímky se pořizují z výšky kolem 2 km, obvykle v měřících 1:13000 a 1:20500. K tomuto snímkování musíme použít UV filtr, aby se nám barvy jevíly jako přirozené. Ty se dobře interpretují vzhledem k tomu, že lidské oko rozezná daleko více barevných tónů než odstínů šedi na černobílé fotografii.

Jejich velkou výhodou je, že mají nejlepší kresbu detailů ve stínech a nejlépe ukazují reliéf pod vodou. Nevýhodou je pak jejich malá nižší rozlišovací schopnost, protože na jednotlivých citlivých vrstvách filmu dochází k rozptylu světla. (van Genderen, 2017)



Obr. 18: ukázka snímku v pravých barvách

Zdroj: www.arcdata.com

Infračervený (NIR) kanál

NIR kanál využívá vlnové délky použitelné pro fotografování v rozsahu od 700 nm do 900 nm. Tento kanál byl vyvinut původně pro vojenské účely a jeho výsledkem jsou nepřirozené nepravé barvy objektů. Dávají dobrý kontrastní obraz a zobrazují i místa v hlubokých stínech. Snímkuje se většinou z malých výšek ve velkých měřítcích.

Tento film má tři vrstvy. Jedna z nich je viditelná v blízké infračervené části spektra. To znamená, že zdravá vegetace se na snímcích zobrazuje červeně, holá pole a mrtvá vegetace pak šedě a odumřelé rostliny bez chlorofylu žlutě a hnědě. Vzhled snímku se může lišit podle značky filmu a použitého papíru. Pro konkrétní interpretační účely se sestavují tabulky barev. Výrazných barevných odstínů nabývají pak jevy jako změna půdní vlhkosti, organické a minerální složení půd, geologické charakteristiky, druhy porostů. Mají lepší kontrast a jsou o něco méně náchylné na zhoršené atmosférické podmínky (Hais et al., 2016)



Obr. 19: ukázka snímku v nepravých barvách

Zdroj: www.arcdata.com

4.4. Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED)

ZABAGED je digitální geografický model území České republiky. Výškopisnou část doplňuje odvozený digitální model terénu v podobě pravidelné mříže (10x10 m) trojrozměrně vedených (3D) bodů. Tento model používá souřadnicový systém S-JTSK, Krovak EN, WGS 84, UTM zone 33N. Vyhláška číslo 31/1995 Sb. udává

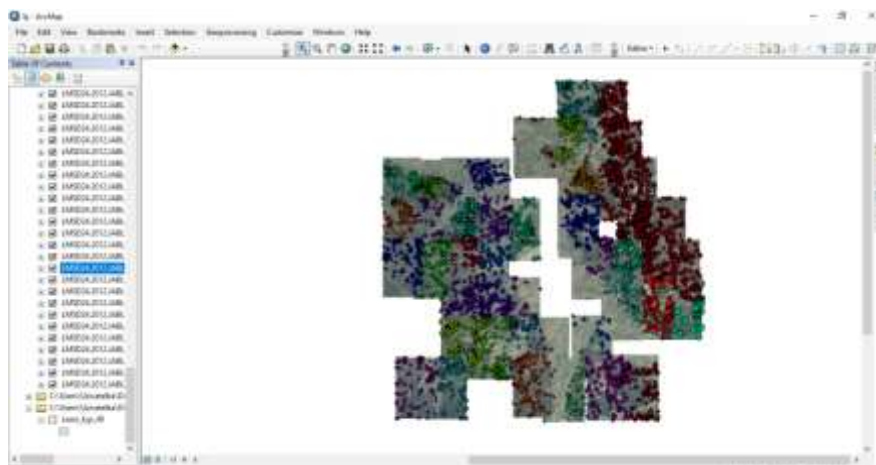
ceník pro případné zakoupení výškopisů. Zeměměřičský úřad dle této vyhlášky poskytuje informační systém v těchto formách zeměměřictví. Dále tato vyhláška poskytuje a umožňuje informační systém, jako jsou datové soubory, prohlížeč služba nebo služba stahování. (www.geoportal.cuzk.cz)

4.5. Postup

Veškeré zpracování snímků (dat) bylo prováděno v programu Argis, přesněji pak v ArcMap 10.3.1. Tato metoda byla vybrána z důvodu dobré viditelnosti snímků a stejně tak i obsahuje veškeré nástroje, které byly nutné ke zpracování dat.

4.5.1. Nahrání snímků a určení pozice odumřelých stromů

V této kapitole bude podrobně popsán postup nahrání snímků a určení pozice odumřelých stromů. Otevřeme si program ArcMap 10.3.1. Nejprve si nastavíme relativní cesty: v nástrojové liště se nachází políčko File – Map Document Properties, zde zaškrtneme Pathnames: Store relative pathnames to data sources – OK. Dále si nahrajeme data – snímky (Dostala jsem je od vedoucího Bakalářské práce, který mi snímky nahrál elektronicky do Dropbox.) V nástrojové liště si najdeme Add Data a vyhledáme složku, ve které máme uložené snímky, které postupně nahrajeme. Po té co máme snímky nahrané, vytvoříme shapefile – otevřeme katalog a klikneme pravým tlačítkem na základní složku (v mém případě Home – Bakalářka GIS\Normal), dále New a shapefile. Zde do Name dáme nadpis snímku, ve kterém budeme identifikovat mortalitu stromů, Feature Type, bude Point a opět dáme Ok. Daný snímek si přiblížíme do zobrazení pixelů 10X10 – pravým tlačítkem na první snímek Zoom To Raster Resolution. Najedeme si na okraj snímku pro lepší orientaci. Opět v nástrojové liště označíme Customize – Toolbars – Editor. Zde najedeme na políčko Editor a dáme start editor, zvolíme shapefile – Create Features Point a označíme uschlé stromy. Po prohledání celého snímku editor uložíme – Editor – Save editor a nakonec ukončíme editor – Editor – Stop Editor. To samé provedeme s ostatními snímky.

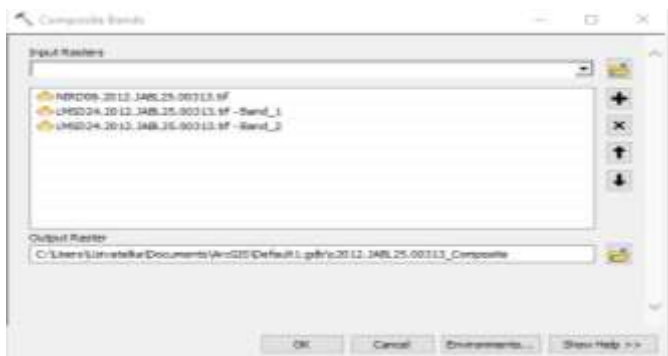


Obr. 20: ukázka určení odumřelých stromů v pravých barvách

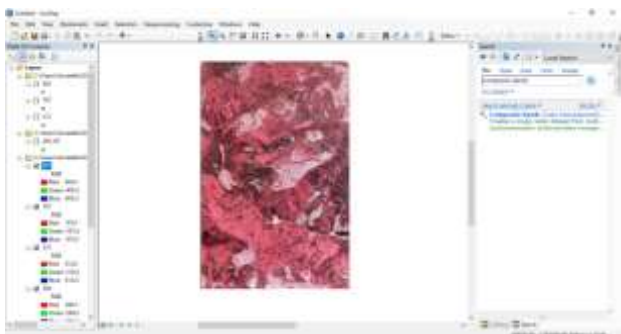
Vzhledem k tomu, že jsou námi shapefilové body zvlášť a pro naše další zpracování potřebujeme pracovat s body jako celek, spojíme je pomocí merge – na nástrojové liště stiskneme ikonu geoprocessing – merge. Do input datasets vložíme mnou označené shapefilové body do output datades a daný merge uložíme. Body spojené v jedné vrstvě.

4.5.2. Vytvoření snímku v NIR kanálů

Vzhledem k tomu, že moje práce je založena na porovnání identifikace snímku v barevném kanálu a NIR kanálu, vybrala jsem 4 ukázkové snímky. Pro moji práci jsem vybrala následovné: 405, 197, 313, 299. Pro převedení barevného kanálu do NIR kanálu použijeme funkci Composite bands (Data managent). V prvním kanálu budoucího kompozitu má být NIR, v druhém prvním kanál snímku (označený červenou barvou) a ve třetím druhý kanál snímku (označený zelenou barvou). Do kolonky Input Rasters zadáme všechny tři kanály.



Obr. 21: ukázka vyplněné tabulky pro NIR kanál



Obr. 22: ukázka mého snímku v nepravých barvách

Po převedení snímků do NIR kanálu zahájíme opět identifikaci mrtvých stromů. Vytvoříme si shapefile – otevřeme katalog a klikneme pravým tlačítkem na základní složku (v mém případě Home – Bakalářka GIS\Normal), dále New a shapefile. Zde do Name dáme nadpis snímku, ve kterém bychom chtěli identifikovat mortalitu stromů, Feature Type, bude Point a opět dáme Ok. Daný snímek si přiblížíme do zobrazení pixelů 10X10 – pravým tlačítkem na první snímek Zoom To Raster Resolution. Opět v nástrojové liště označíme Customize – Toolbars – Editor. V nástrojové liště postupně označíme editor a dáme start editor – shapefile – create features Point a označíme uschlé stromy. Po prohledání celého snímku editor uložíme - editor – save editor a nakonec ukončíme editor – editor – stop editor. To samé provedeme s ostatními snímky.

4.5.3. Porovnání kanálů

Vzhledem k tomu, že moje práce je založena i na porovnání snímků zobrazených v pravých a nepravých barvách, nahrajeme námi vybrané snímky a porovnáme počet uschlých stromů. To nám pomůže zjistit, která z metod zobrazení je vhodnější.

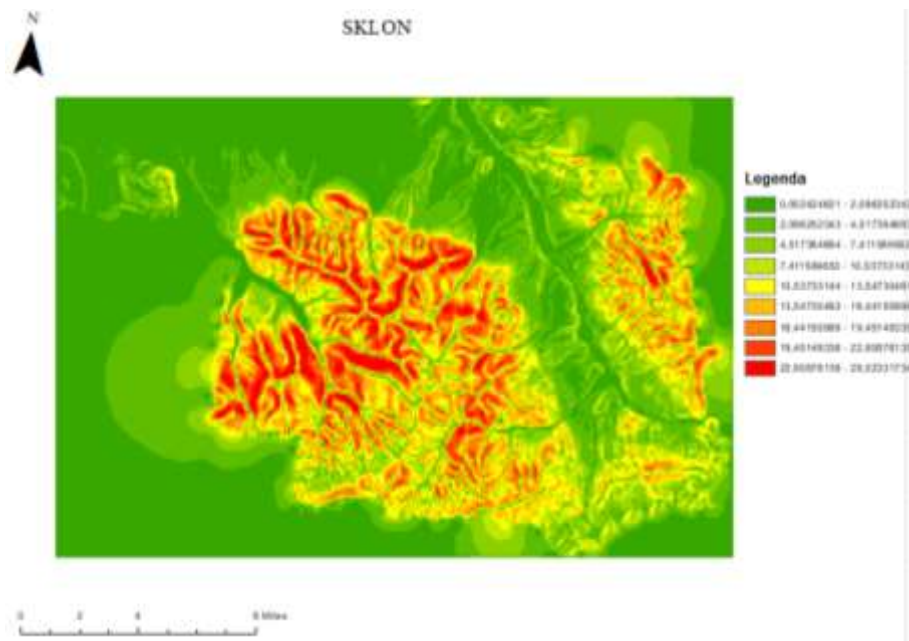
4.5.4. Vytvoření sklonu a expozice terénu

Do nového ArcMap nahrajeme sloučený shapefile v normálním rozlišení. Nejprve je potřeba z vrstvy eventuels pomocí interpolační funkce DEM, která představuje digitální model terénu – DEM je tedy topografický raster, který mapuje, pixel po pixelu, povrch terénu – každý pixel obsahuje hodnotu nadmořské výšky. K tvorbě rastru DEM lze použít v Arcgisu celou řadu interpolačních funkcí, my však použili funkci Topo to raster. V nabídce Customize – Extensions aktivuji extenze 3D Analyst a Spatial Analyst. K vytvoření DEM, jak již bylo zmíněno, použijeme funkci Topo to Raster (s podsložkou Spatial Analyst Tool – tu najdeme pomocí funkce Search. Do Input Feature data zadáme námi sloučený shapefile a do Output surface raster vyberme složku, kam bychom chtěli daný soubor uložit.



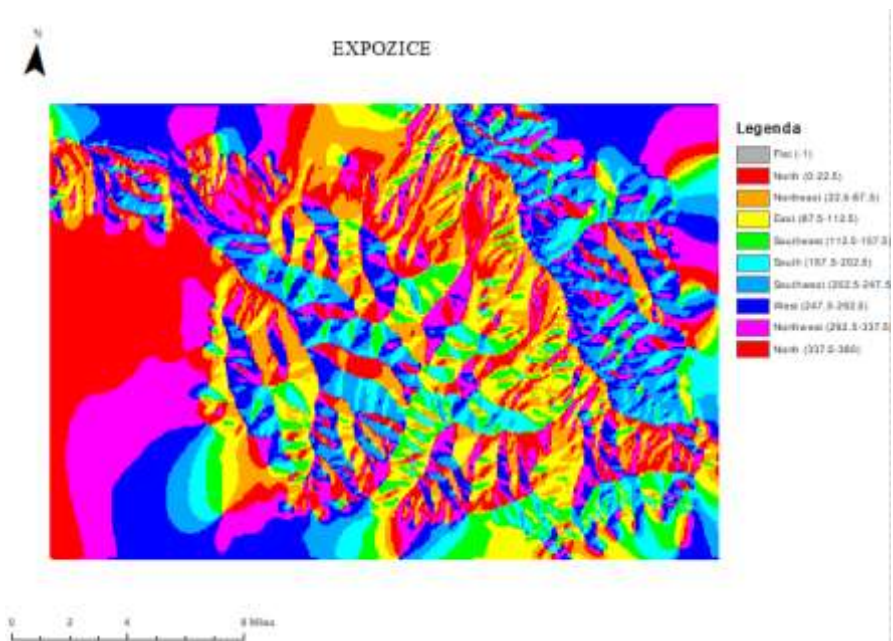
Obr. 23: ukázka rastru výšek

Poté vytvoříme samotný sklon terénu. V Search nalezneme funkci Slope, ta je určena pro tvorbu rastru sklonitosti terénu. Vybereme Slope s podsložkou Spatial Analyst. Do Input raster zadáme námi vytvořený raster a do Output raster zadáme, kam chceme uložit daný Slop.



Obr. 24: ukázka rastru sklonu

Abychom mohli dané hodnoty porovnat, musíme vytvoriť i expozici terénu. Tu vytvoríme nasledujúcim spôsobom. V Search nalezneme funkciu aspect, ktorá je určená na vytvorenie expozície. Vybereme aspect (spatial analyst). Do input raster vložíme náš vytvorený raster. Do output raster určíme miesto, kam daný raster chceme uložiť.



Obr. 25: ukázka rastru expozice

4.5.5. Závislost vnějších vlivů na mortalitu

Pro rychlejší zpracování dat si nejprve ořízneme LHP 40 (lesní hospodářský celek 40) na území, které bylo monitorováno. Vytvoříme polygon, který zabírá naše území, jako nový shapefile a ořízneme LHP 40 s polygonem. Dále vytvoříme pole počítání a prostorové spojení mezi bodovým shapefilem a polygonovým shapefilem. To uděláme následovně – v atributové tabulce oříznutého území vytvoříme pole s názvem "Count" s typem "Short Integer" . Klikneme na daný sloupec pravým tlačítkem myši a dáme "Field Calculator", do Count napíšeme "1" a dáme OK. Dále zavřeme atributovou tabulku a pravým tlačítkem myši klikneme na oříznutou vrstvu a klikneme na Join, zde zaškrtneme " Sum" a dáme ok. V atributové tabulce se nám vytvořil sloupec pocitani. Nadále provedeme výpočet průměrné hodnoty rastrů pro polygony. Nejprve převedeme rastr na body pomocí nástroje Raster to point. Následovně použijeme nástroj Analysis Tools -> Overlay – Spatial Join. Cílovou funkcí je naše polygonová vrstva a spojení je pak bodová vrstva. Dále všechny vytvořené nové vrstvy spojíme do jedné tabulky a exportujeme do excelu. V excelu vytvoříme grafy zvlášť pro expozici, nadmořskou výšku, sklon a pro lesní typy a jejich soubory pro dané území.

5. Výsledky

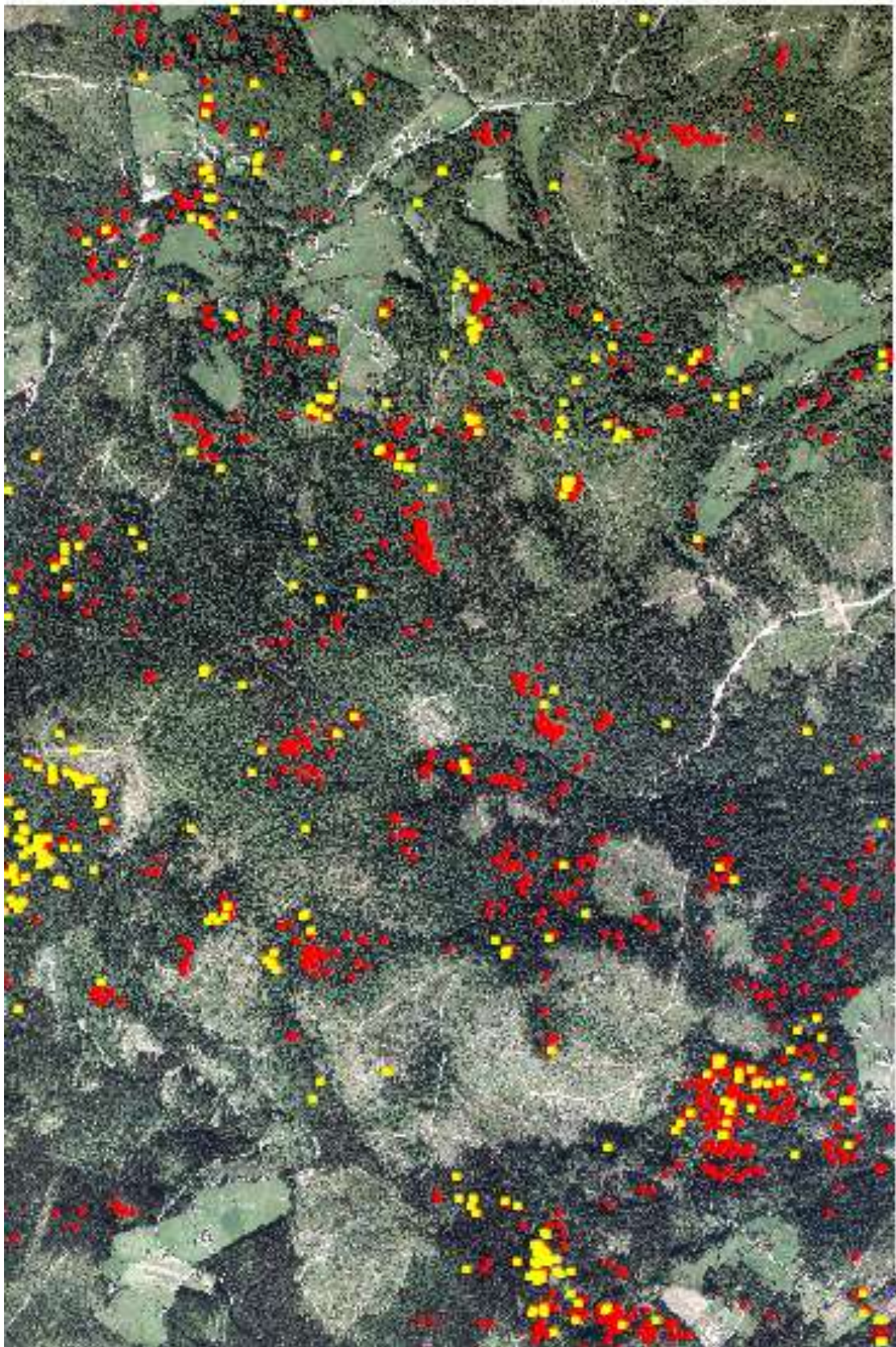
V této kapitole je popsáno porovnání vyhledávání mrtvých stromů ve snímcích v pravých barvách a nepravých barvách, přesné rozdíly na vybraných snímcích, které se zobrazily jak v pravých tak i v nepravých barvách (v infračerveném záření). Dále jsou zde uvedeny vnější vlivy na mortalitu dřevin. Těmi jsou expozice, sklon, nadmořská výška, lesní typy a soubory lesních typů.

5.1. Využitelnost NIR kanálu pro identifikaci souší

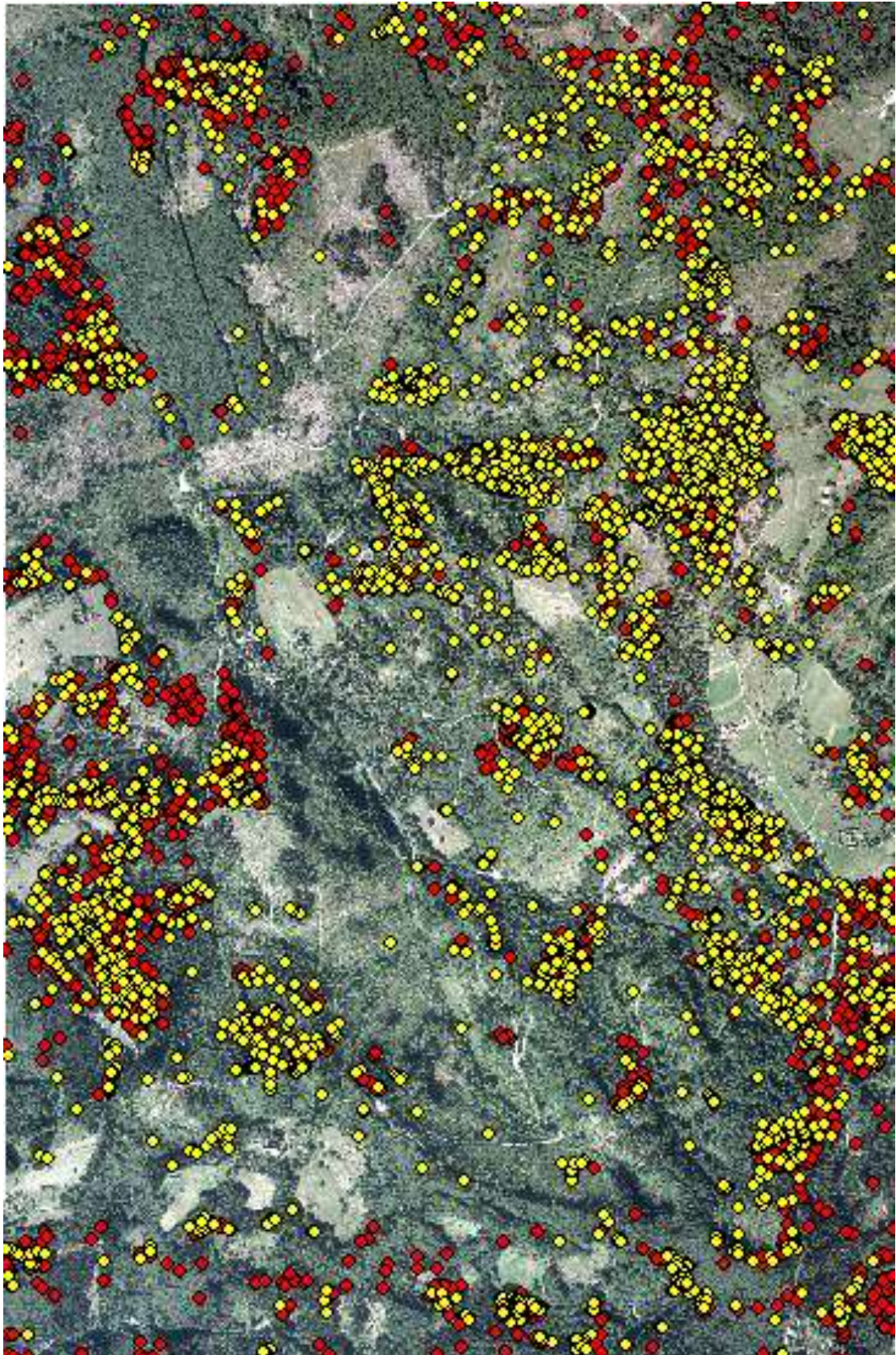
Název snímku	Nepravé barvy	Pravé barvy
LMSD24.2012.JABL25.00313.tif	1129 souší	332 souší
LMSD24.2012.JABL34.00405.tif	4096 souší	3039 souší
LMSD24.2012.JABL76.00299.	720 souší	675 souší
LMSD24.2012.JABL99.00197.tif	658 souší	339 souší

Z tabulky je patrný velký rozdíl mezi vyhledáváním odumřelých stromů na snímcích v pravých a nepravých barvách. Největší rozdíl je na snímku 405, i když na snímku 405 je nejmenší zastoupení lesa. Zde se výsledky liší o 1057 bodů. Tento velký rozdíl mohl být způsoben špatným rozlišením cest a odumřelých stromů. Naopak nejmenší rozdíl je na snímku 299. Na tomto snímku je plocha nejvíce zalesněna. Dané rozdíly se liší jen o 45 bodů. Zbývající snímky 313 a 197 mají rozdíl 797 a 319 bodů. Tyto rozdíly v obou typech snímků jsou mimořádně veliké a bohužel jejich praktičnost se může jevit jako iluzorní právě z důvodů velkých rozdílů.

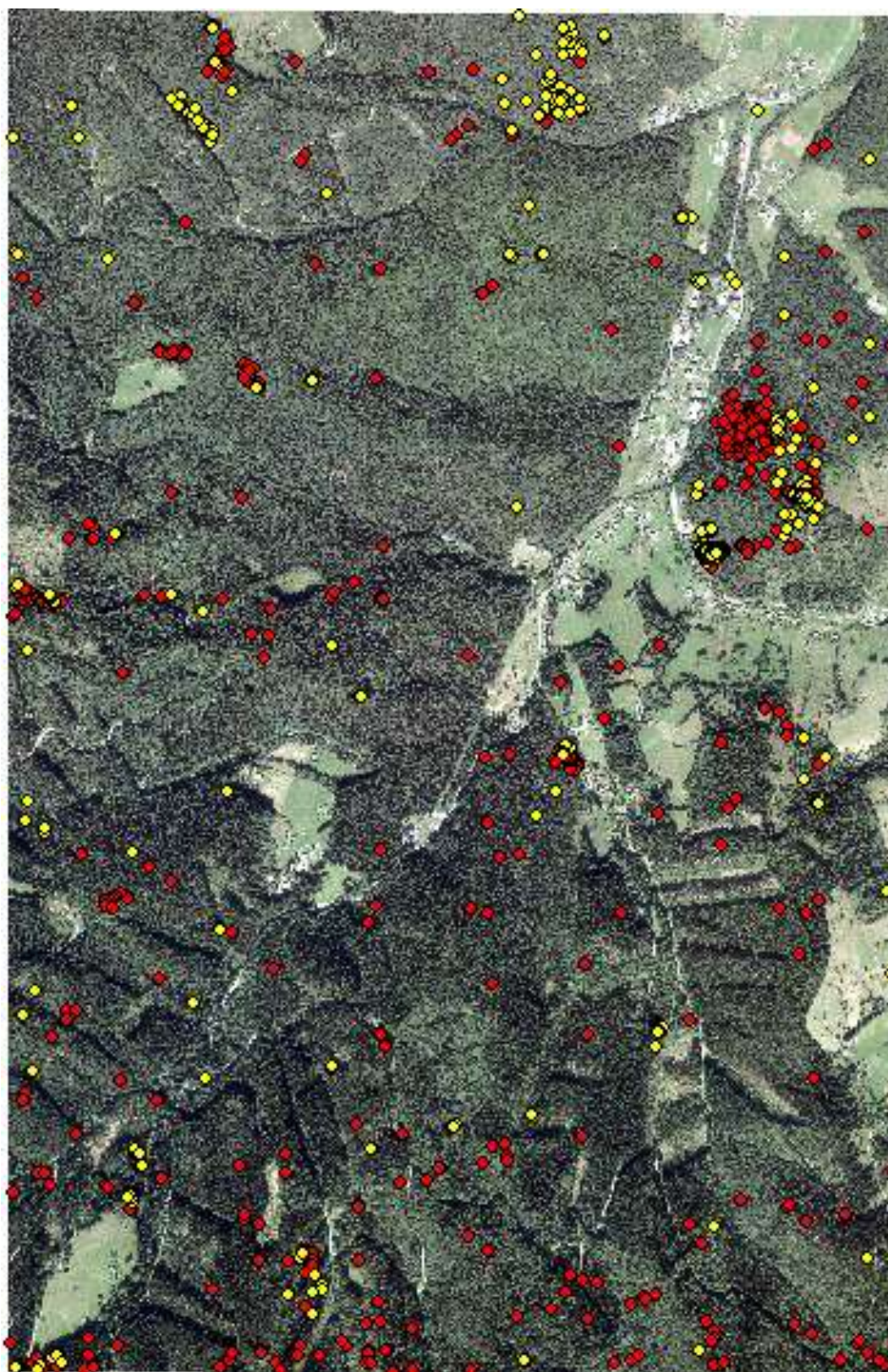
Tabulka také ukazuje, že ve všech případech se označilo více bodů na snímcích zobrazených v nepravých barvách, tedy v infračerveném záření. Na přiložených snímcích jsou zobrazeny červené shaphefile – ty zobrazují body v pravých barvách a žluté pak v nepravých barvách.



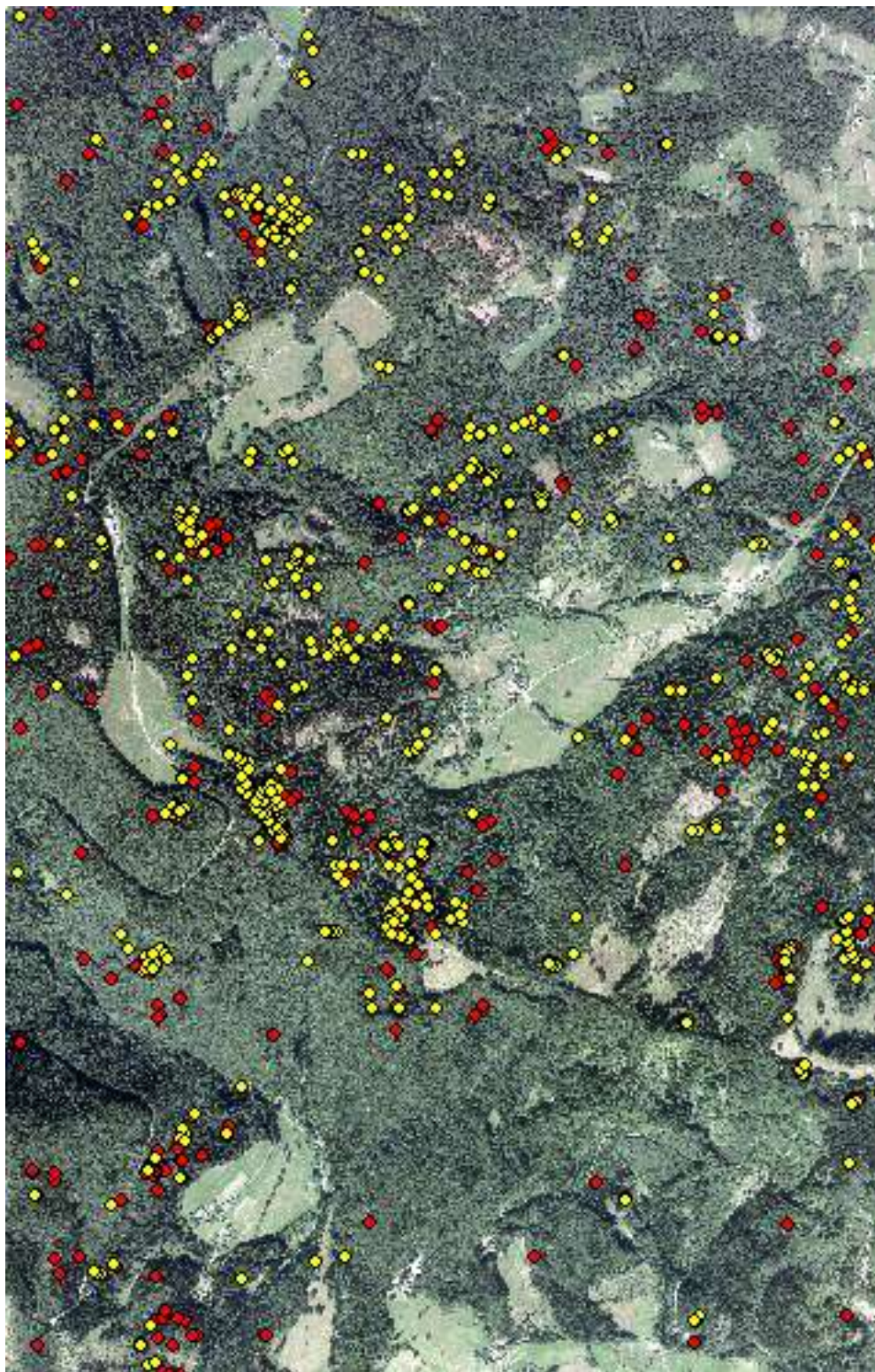
Obr. 26: snímek 313



Obr. 27: snímek 405



Obr. 28: snímek 299



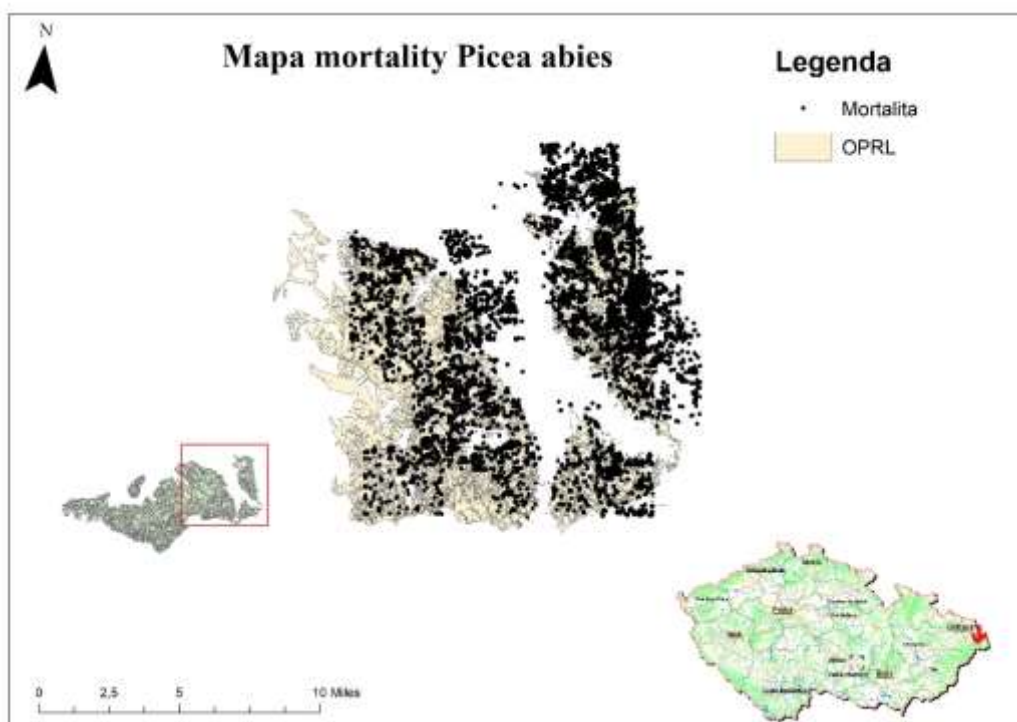
Obr. 29: snímek 197

5.2. Mapování mortality stromů na území LHC Jablunkov

5.2.1. Zobrazení mortality na mapě

Lesní hospodářský celek Jablunkov leží na severní Moravě. Byla mapována data na východní části LHC Jablunkov, neboť zde mortalitou byl v roce 2012 nejvíce zasažen smrk ztepilý. Z obrázku č. 28 je vidět, že na severních částí LHC je zasaženo více stromů než na jižních.

Na hodnoceném území o celkové rozloze lesních porostů 20 265 ha bylo identifikováno celkem 14 433 souší.

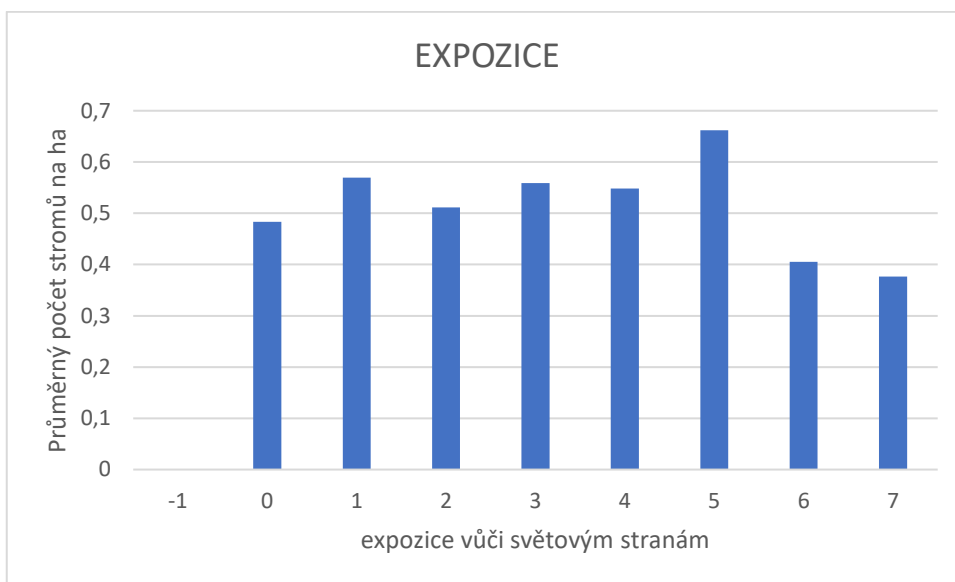


Obr. 30: Mapa mortality

5.2.2. Vyhodnocení vlivů prostředí

Z těchto dostupných dat byly vybrány pro analýzu potenciální prediktory: expozice (obr. 31), sklon (obr. 32), nadmořská výška (obr. 33) a ekologická řada (obr. 34).

5.2.3. Expozice



Obr. 31: expozice

Nejvíce odumřelých stromů je v jihozápadě.

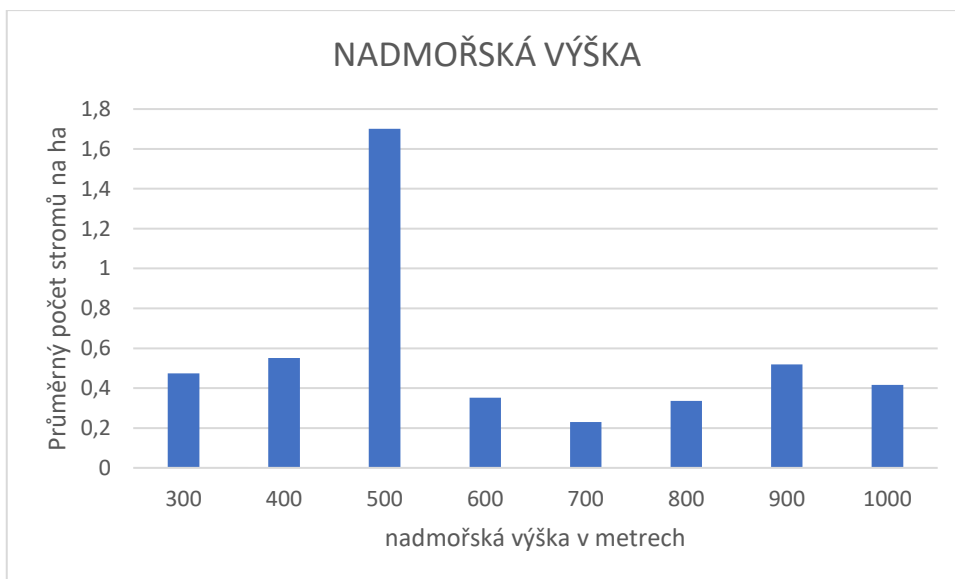
5.2.4. Sklon



Obr. 32: sklon

Z grafu je patrné, že nejvíce odumřelých stromů je na největším sklonu.

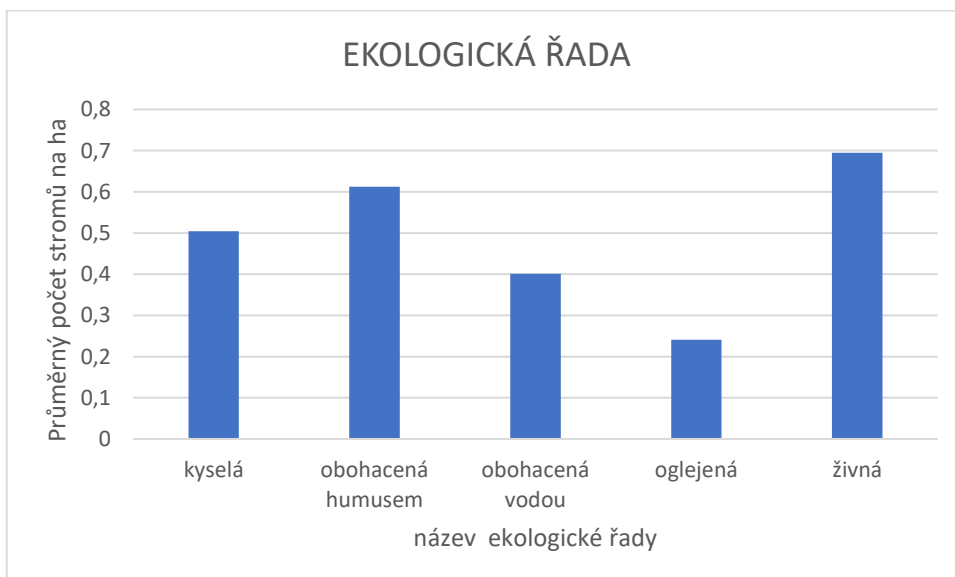
5.2.5. Nadmořská výška



Obr. 33: nadmořská výška

Z grafu je patrné, že nejvíce odumřelých stromů se nachází v nadmořské výšce 400 – 500 m n.m.

5.2.6. Ekologická řada



Obr. 34: ekologická řada

Z grafu je patrné, že nejvíce odumřelých dřevin je na živné půdě.

6. Závěr a diskuze

Hlavními cíli bakalářské práce jsou vyhodnotit využitelnost NIR kanálu pro manuální identifikaci odumřelých dřevin a ověření závislosti výskytu odumřelých stromů na parametrech prostředí.

Prvním cílem bylo vyhodnotit využitelnost NIR kanálu pro manuální identifikaci odumřelých dřevin. Gute NIR – Praxis, Ersi nebo Advances in Environmental Remote Sensing hodnotí využitelnost NIR kanálu jako velmi užitečný zdroj pro manuální identifikaci stromů. V této bakalářské práci však vyšel opak. V NIR kanálu tedy v nepravých barvách se velmi často stávalo, že barva šedá, která se jevila jako odumřelý strom, byla pouze jiný bod, a tudíž se nejednalo vůbec o odumřelý strom. To vedlo k velkým (někdy až v řádu několika set) rozdílům mezi mnou určenými odumřelými stromy v pravých a nepravých barvách, přičemž v nepravých barvách bylo určeno vždy více odumřelých dřevin. Důvodů této chyby by mohlo být rovnou několik. Dle mého názoru mezi nejhlavnější důvody patří, že ze získaných snímků nebylo zřetelné rozlišení (mezi stromem a jinými důvody pro šedou barvu) v infračerveném kanále. Dále pak špatné rozlišení snímků z důvodů starší verze Arcgisu. Bohužel se nedá říci, že vyhodnocení v pravých barvách bylo vždy bez chyby. Avšak celkové mapování porostů pomocí leteckých snímků pomáhá a může pomoci při zamezení nežádoucí mortality dřevin. Ideálním řešením by bylo porovnání počtu odumřelých dřevin zjištěných pomocí výše zmíněných metod se skutečným počtem odumřelých dřevin zjištěných přímo v terénu. Tato měření nebyla provedena, neboť nebyla požadována.

V práci jsou posouzeny parametry prostředí sklonu, expozice terénu, nadmořské výšky a ekologických řad. Jako první se porovnával parametr expozice. Podle grafu, který vyšel, je patrné, že nejvíce odumřelých stromů se nachází na jihozápadě. Z hlediska vlivu sucha je nejvyšší teplota opravdu na jihozápadních expozicích, což by mohlo vést k vyšší mortalitě smrku způsobené suchem. Ale rozdíly mezi počty odumřelých stromů nejsou nějak patrně výrazné. Dalo by se říci, že expozice pravděpodobně nemá zásadní vliv na mortalitu smrku ztepilého.

Dalším porovnávacím parametrem byl sklon terénu. Z výsledků je viditelné, že terén s vyšším sklonem tedy 21° má vysoký počet mortality. Nejmenší počet mortality je

pak v nejnižším sklonu terénu, který se nachází ve svazích s povlovnějším sklonem v daném případě se sklony o hodnotách 3° a 18°. Vyšší mortalita u prudších svahů může být způsobená také tím, že jsou dopravně hůře přístupné a bohužel tedy z hlediska odstraňování mrtvých stromů částečně zanedbané.

Třetím parametrem, který výrazně ovlivňuje nežádoucí mortalitu dřevin, je nadmořská výška. Největší počet nežádoucí mortality je v nadmořské výšce od 400 až 500 m n. m.. Ve vyšších polohách je nežádoucí mortalita výrazně menší. Na LHC Jablunkov je nejvíce zastoupen smrk ztepilý a s tím nejspíše souvisí i nežádoucí vysoká mortalita v nižších polohách. Smrk ztepilý má přirozené těžiště výskytu od 600 – 700 m n. m., ale může se nacházet i v nižších polohách (Šálek et al., 2013). V souvislosti s historickým vývojem byl smrk rozšířen v podstatě do všech poloh v České republice, i když v některých případech mu nevyhovují přírodní podmínky. Týká se to zejména nižších vegetačních stupňů (3., 4.) mimo vodou ovlivněných stanovišť. Tento fakt je také důvodem výrazně vyšší mortality v nižších věkových stupních a je otázkou, zda v období klimatických změn má existence smrku na těchto stanovištích své opodstatnění.

Čtvrtý a zároveň posledním parametrem, který je v této práci posouzen, je ekologická řada. Z mých výsledků je patrné, že na půdách živných a obohacených humusem je nejvíce zastoupená mortalita. Nejméně pak na půdách oglejených. Tyto počty jsou nejvíce ovlivněny jejich výskytem na daném stanovišti. To odpovídá ekologickým nárokům smrku na nižších stanovištích, jak je již zmíněno výše. Smrk se v dané oblasti vyskytuje také na půdách kyselých, kde mortalitu sice můžeme najít, ale ne v takovém množství. Na živné a obohacené půdy humusem by se nejvíce hodila dřevinná skladba odpovídající přirozené dřevinné skladbě, tedy složená převážně z listnáčů jako jsou buk (*Fagus sylvatica*) javor klen (*Acer pseudoplatanus*) Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a lípa srdčitá (*Tilia cordata*). V nižších polohách doplněna o dub zimní (*Quercus petraea*) a habr obecný (*Carpinus betulus*). Na půdách obohacených vodou by se sice smrk mohl uplatnit, ovšem nikoliv v monokultuře, ale pouze jako příměs v porostech tvořených jedlemi (*Abies alba* a *Abies grandis*). A dále dubem letním (*Quercus robur*) případně olší (*Alnus* sp.) a jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*) Plíva (2000) uvádí, že na vodou ovlivněných (obohacených) půdách má jedle nezastupitelnou roli, ale cílová skladba je orientována na smrk.

Z toho důvodu je vhodné smíšení smrku s jedlí a dalšími dřevinami, ale nikoliv vytváření čistých smrkových monokultur. Navíc na půdách živných a obohacených humusem chybí právě půdní vlhkost, kterou smrk vyžaduje a v případě přisušku je více náchylný na odumírání. Následkem je tedy časté usychání smrku na půdách živných a půdách obohacených humusem.

I když z výsledků této práce jsou patrné velké rozdíly v rámci dvou metod vyhodnocení, tak použití metody dálkového průzkumu Země je možné doporučit, i když s výhradou, že je nezbytné provést kontrolu správnosti ověřením přímo v terénu.

Svoji práci bych uzavřela tím, že by si měl každý vlastník lesa uvědomit, jak je důležité vhodně rozvrhnout výsadbu nového porostu, jakou kombinaci dřevin do dané lokality vysadit. I když je smrk ztepilý rychle rostoucí dřevinou a ekonomicky výhodný, není vhodný pro každou lokalitu a díky špatnému rozhodnutí o výsadbě smrku ztepilého na stanoviště, které je pro jeho výskyt obzvláště nevhodné, může mít za následek odumírání porostu, jak je v současné době možné vidět právě v oblasti severní Moravy a tedy ztrátu ekonomické výhody a naopak finanční propad.

7. Zdroje

Bibliografie

ČHMÚ, 2012: Archiv počasí. ČHMÚ, Praha.

ČHMÚ, 2015: Archiv počasí. ČHMÚ, Praha.

Campbell J. B. 1987: *Introduction to remote sensing*. Guilford Press, New York, USA. ISBN 08-986-2776-1.

van Genderen J.L. 2011. Advances in Environmental Remote Sensing: Sensors, Algorithms, and Applications. *International Journal of Digital Earth*, 5, 446-447. ISBN 10.1080/17538947.2011.598701.

Hais M., Wild J., Berec L., Brůna J., Kennedy R., Braaten J. B. a Brož Z. 2016: Landsat Imagery Spectral Trajectories—Important Variables for Spatially Predicting the Risks of Bark Beetle Disturbance. *Remote Sensing*. 8, 687. ISSN 2072-4292.

Horning N. 2010: *Remote sensing for ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press, New York, USA., ISBN 978-019-9219-957.

Karas, J., Tichý T. 2016: Drony. Computer Press, Brno.

Knížek M., Modlinger R. 2013: Škodliví činitelé v lesích Česka. *Zpravodaj ochrany lesa*. 17, 75. ISSN 1211-9342.

Nakládal O. 2015: *Entomologie obecná a systematická*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha

Pacina J. a Oršulák T. 2010: *Dálkový průzkum Země*. Centrum digitálních služeb MINO, Ústí nad Labem. ISBN 978-80-87343-14-2.

Pešková V., Čížková D. 2015: *Lesnická fytopatologie*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. ISBN 978-80-213-2603-3

Petránek J., Březina J., Břízová E., Cháb J., Loun J. a Zelenka P. 2016: *Encyklopedie geologie: a handbook of techniques*. Česká geologická služba, Praha. ISBN 978-80-7075-901-1.

Plíva K. 2000. Trvale udržitelné obhospodařování lesů dle souborů lesních typů. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem.

Skou N. 1989: Microwave radiometer systems: Design and analysis. Artech House, Norwood, MA, USA.

Šálek L., Marušák R., Tipmann L, Turečková M. 2013: *Autochthonous Norway spruce outside mountain regions in the Czech Republic. Scientia Agriculturae Bohemica*, 44, 151–158.

Internetové zdroje

Letecké snímkování. [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <http://www.georeal.cz/cz/produktydata/letecke-snimky>

Konference GIS Esri v ČR [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/>

Esri [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.esri.com/de-de/home>

GIS a DPZ v geologických vědách v prostředí ArcGIS a jeho extenzí [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://web.natur.cuni.cz/ugp/main/staff/martinek/FTP/GISaDPZvGeol2007.pdf>

Using ArcGI Spatial Analyst [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: http://downloads2.esri.com/support/documentation/ao_/Using_ArcGIS_Spatial_Analyst.pdf

Úvod do GIS [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <http://training.gismentors.eu/open-source-gis/soursystemy/souradnice.html>

Geographic Information Systems [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://henrico.us/it/gis/>

Hodnocení přesnosti oficiální evidence využití ploch pomocí DPZ a GIS [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/93665/DPTX_2006_1_11310_MDIPL001_165204_0_34105.pdf?sequence=1

Základní báze geografických dat České republiky [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(cw3fsucyu1jag3xjkk2womn3\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VG&mapid=8&menu=305](http://geoportal.cuzk.cz/(S(cw3fsucyu1jag3xjkk2womn3))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VG&mapid=8&menu=305)

Zastoupení dřevin [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z:
http://nil.uhul.cz/data/documents/vysledky_projektu_nil2/zastoupeni_drevin_lp_cerven_2016.pdf

Použité zkratky a vysvětlivky

LHC – Lesní hospodářský celek

LHP – Lesní hospodářský plán

Fenofáze – Dobře rozeznatelný a zpravidla každoročně se opakující projev orgánů vývoje rostlin

Syrocium – Typ podhoubí, které tvoří blanité nebo kožovité povlaky, často vějířovité

Rhizomorf – myceliový provazec se sklerotizovanou (zkornatělou) tmavou vnější vrstvou

Saproparazit – na začátku životního cyklu preferují parazitický způsob života a pak přecházejí na saprofitický způsob života

Shapefile – datový formát pro ukládání vektorových (objekty popsány pomocí geometrických parametrů) prostorových dat pro geografické informační systémy

NIR kanál – spektrální pásmo blízké infračervenému (odráží sluneční záření)

Clip, Meser, Union – nástroje v Arcgisu, které nám ořezávají různé vektorové vrstvy

Evapotranspirace – fyzikální proces, kterým se voda z kapalného či tuhého stavu přeměňuje na vodní páru