

VYUŽITÍ QGIS PRO ZPRACOVÁNÍ DAT MÍRY OHROŽENÍ ŽELEZNICE

MICHAL KUČERA (CZ) A ZDENA DOBEŠOVÁ (CZ)

Abstrakt. Článek popisuje metodiku vyhodnocení ohrožení železniční infrastruktury přílehlou vegetací.

Klíčová slova. železnice, ohrožení, vegetace.

APPLICATION OF QGIS FOR ANALYSIS OF THREAT ON RAILWAY INFRASTRUCTURE

Abstract. The article is focusing on evaluation of possible threats for railway infrastructure from a vegetation. Source of data in consideration are from Forest management institute and Railway infrastructure administration. They are vegetation height, species composition of trees and health condition of a vegetation. The good understanding of possible threats is essential in order to prevent possible accidents on railway.

Keywords. railway, infrastructure, threat, forest, accidents, tree.

1. Úvod

Zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách stanovuje ochranné pásmo železnice regionálního významu na vzdálenost 60 m od osy krajní koleje, nejméně však 30 m od hranice obvodu dráhy. U vleček se tato vzdálenost snižuje na 30 m od osy krajní koleje. Pro vlečky umístěné do uzavřených areálů se nevymezuje [2].

Bohužel v některých oblastech není ochranné pásmo spravováno dostatečně, ať již kvůli neodpovídající údržbě nebo přírodním či vlastnickým poměrům, které ji neumožňují. Ročně dochází průměrně k 70 srážkám vlaku se spadlým stromem do kolejí. Konkrétně v roce 2016 došlo ke 48 srážkám se škodou 5,6 milionu korun. V roce 2017 díky vichřici Herwart bylo zaznamenáno 80 srážek, které vedly k poškození majetku za více než 6,6 milionu korun [6].

2. Analýza ohrožení železniční infrastruktury vegetací

Pro potřebu identifikace míry ohrožení železniční infrastruktury přílehlou vegetací byla vypracována metodika, která je založena na datech druhové skladby lesa, výšky porostu a jeho zdravotního stavu. Ten je stanoven pomocí družicových snímků Sentinel, na kterých dochází k výpočtu NDVI indexu. Použití těchto dat bylo zvoleno z důvodu jejich volného použití a krátké periodě snímání, která

je v současnosti 5 dní. Díky tomu je možné hodnotit aktuální stav a detekovat případné nově vzniklé holiny.

Samotné zpracování je založeno na využití open-source softwaru. Stěžejním je QGIS, knihovny GDAL a OGR a programovací jazyk Python. K této volbě bylo přistoupeno z důvodu případného uplatnění v praxi bez omezení plynoucího absencí softwarových prostředků.

3. Použitá data

Tato studie využívá data lesní druhové skladby a průměrné výšky lesního porostu poskytnuté Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) [8] [9]. Trasy železniční infrastruktury pochází od Správy železniční dopravní cesty (SŽDC) [7]. Vyhodnocení zdravotního stavu vegetace je založeno na snímcích družice Sentinel.

Druhov^á skladba

Rasterová data založená na družicových snímcích satelitu LANDSAT. Vymezují jednotlivé typy lesních dřevin. Jejich identifikace byla provedena na základě rozdílného spektrálního projevu. Konkrétně byly vymezeny následující kategorie lesní druhové skladby: smrk, borovice, buk, dub, listnaté, těžba, kultura, kleč a ostatní. Prostorové rozlišení dat je 10 m.

Výška vegetace

Rasterová data vytvořená zkombinováním dat digitálního modelu terénu a digitálního modelu reliéfu. Na základě těchto informací došlo ke stanovení průměrné výšky lesního porostu v jednotlivých pixelech. Prostorové rozlišení dat je 2 m.

Železniční infrastruktura

Jedná se o vektorová data železniční infrastruktury ve správě SŽDC. Pro tuto studii se jeví jako dostačující využití generalizovaného průběhu kolejí, které však vychází z přesných geodetických měření.

Družicové snímky Sentinel

Vyhodnocení zdravotního stavu vegetace v okolí železniční infrastruktury na území Libereckého kraje bylo založeno na družicových snímcích Sentinel. Jedná se o družice Evropské vesmírné agentury s dobou oběhu 5 dnů. Prostorové rozlišení snímků je 10 a 20 m.

Snahou byl výběr snímků se stejným časem snímkování v roce 2017 a 2018, s minimálním množstvím oblačnosti. Použité snímky byly již s aplikovanými atmosférickými korekcemi ze strany poskytovatele. Vliv nízké oblačnosti byl odstraněn pomocí vrstev, které ji na snímcích lokalizují a to způsobem vymaskování jimi zasaženého území. Kvůli zvýšení objektivnosti výsledku bylo provedeno srovnání

třech období. Tím bylo zajištěno snížení vlivu mimořádných klimatických podmínek, které mohou výrazně ovlivnit vegetační cyklus.

4. Postup zpracování

Prvním krokem této studie byla příprava dat. Konkrétně se jednalo o převod rasterů do jednotného souřadnicového systému (WGS-84). K výběru došlo na základě jeho nejčastějšího výskytu u zpracovávaných dat. Dále bylo vybráno zájmové území, pro které proběhlo vyhodnocení rizik. Nejednalo se o území celé České republiky, ale pouze jednoho kraje. K redukci rozlohy analyzovaného území bylo přikročeno z důvodu výpočetní náročnosti míry ohrožení. Avšak na základě zjištěných poznatků a sestaveného postupu, bude možné provést vyhodnocení na libovolném území i většího rozsahu.

Jako vhodné bylo vybráno území Libereckého kraje, především kvůli jeho poloze v hornaté části České republiky s významným výskytem lesního porostu v blízkosti železniční infrastruktury. V současné době zde bylo zaznamenáno také vysoké množství mimořádných událostí, způsobených právě pádem stromu na železniční infrastrukturu.

4.1. Druhovú skladba

V dalším fázi studie bylo nutné provést reklasifikaci vrstvy druhové skladby lesa. Jednotlivým druhům byly přiřazeny váhy podle předpokládané míry ohrožení intenzivním větrem a sněhem. Jejich hodnoty byly stanoveny na základě již provedených studií v oblasti lesnictví. Vyššími váhami byly ohodnoceny jehličnaté druhy, u kterých se díky mělkému kořenovému systému předpokládá vyšší míra ohrožení. Žádné riziko je pak možné předpokládat u kultury, která zahrnuje porosty ve výškovém rozmezí 0,6 až 1,3 m a dále pak u kleče a u holin [1].

4.2. Výška porostu

Data výšky vegetace se skládala ze dvou rasterů, kdy každý pokrýval polovinu území České republiky. Tato forma odpovídá způsobu snímkování, kdy každý rok je provedeno nalétávání právě poloviny její rozlohy. K úpravám těchto dat nebylo přikročeno, protože výška porostu v okolí železniční infrastruktury má rozhodující vliv na míru jejího ohrožení.

4.3. Zdravotní stav vegetace

Vyhodnocení zdravotního stavu bylo sestaveno pro celé území Libereckého kraje. Avšak pro detailní popis byla vymezena jen menší oblast, kde převážná část trati vede lesním porostem. Pro ověření, zda se vegetace skutečně v oblasti nachází, byla využita aktuální ortofotomapa a také vektorová vrstva z Digitálního geografického modelu území ČR - Data 50 [3].

Nejprve bylo provedeno stažení družicových dat pokrývajících Liberecký kraj. Jednalo se o dlaždice T33UVS a T33UWS. Snímky pocházely ze tří vymezených časových úseků, které nebyly zatíženy vysokou oblačností. Její projev byl dále omezen vymaskováním pomocí vektorových vrstev, které ji detekují, distribuovaných společně se snímky. Následně z nich byly sestaveny mozaiky v červeném (Sentinel-2A 664,6 nm, Sentinel-2B 664,9 nm) a blízkém infračerveném spektru (Sentinel-2A 704,1 nm, Sentinel-2B 703,8 nm) pokrývajících území celého kraje. Jejich výsledné prostorové rozlišení je 20 m [5].

Z těchto mozaiek byly v dalším kroku vypočítány NDVI indexy. Zároveň byly zaznamenána vymaskovaná místa, která do výpočtu nevstupovala. Pro získání informace o meziročním vývoji byla poté provedena rasterová operace, při které došlo k odečtení od hodnoty pixelu z roku 2018 odpovídající hodnoty pixelu z předchozího roku. Tím došlo k identifikaci meziročního vývoje hodnoty indexu pro tři roční období. Na závěr bylo provedeno jejich zprůměrování. Průměr byl stanoven vždy jen z pixelů bez oblačnosti.

Pro potřeby stanovení celkové míry ohrožení železnice, kam byl vývoj NDVI indexu zahrnut, proběhla generalizace výsledku. Místa, ve kterých došlo k zápornému vývoji, dostala nově hodnotu 2 a ostatní 1. Díky tomu plochy, na kterých dochází ke chřadnutí vegetace, zvýší celkovou míru ohrožení železnice.

4.4. Ohrožení železnice

Index ohrožení železniční infrastruktury vegetací byl vytvořen z dat sestavených v předchozích krocích. Konkrétně se jednalo o vrstvy s váhami určenými na základě druhové skladby vegetace, její výšky a zdravotního stavu.

Tyto vrstvy byly mezi sebou pronásobeny. Díky tomu došlo k syntéze jednotlivých dílčích vah a získání výsledného indexu, který odpovídá celkové míře ohrožení. Jeho vzrůstající hodnota koresponduje s nárůstem rizika.

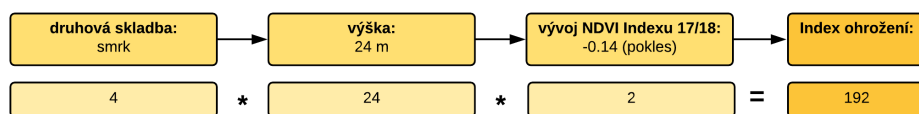


Figure 1. Vzor výpočtu hodnoty pixelu

5. Výsledky

Míra ohrožení železniční infrastruktury přilehlou vegetací byla vyjádřena pomocí indexu, který odpovídá násobku vah stanovených z vývoje NDVI indexu, výšky porostu a druhové skladby. Hodnoty byly rozděleny do 3 kategorií v rozsahu

1-99,100-199 a 200-360. Vyhodnocení bylo provedeno pro celé území Libereckého kraje. Detailnější analýzou však bylo podrobeno jen okolí železnice v ochranném pásmu.

Při detailním pohledu na snímek s hodnotami indexu v ochranném pásmu je patrné, že nejrizikovější místa neutváří rozsáhlé sourodé oblasti. Jedná se vždy o malé plochy, nacházející se vně míst nižšího rizika. Tato forma může vypovídat o postupném zhoršujícím se stavu porostu, který povede k jejich postupnému rozšiřování.

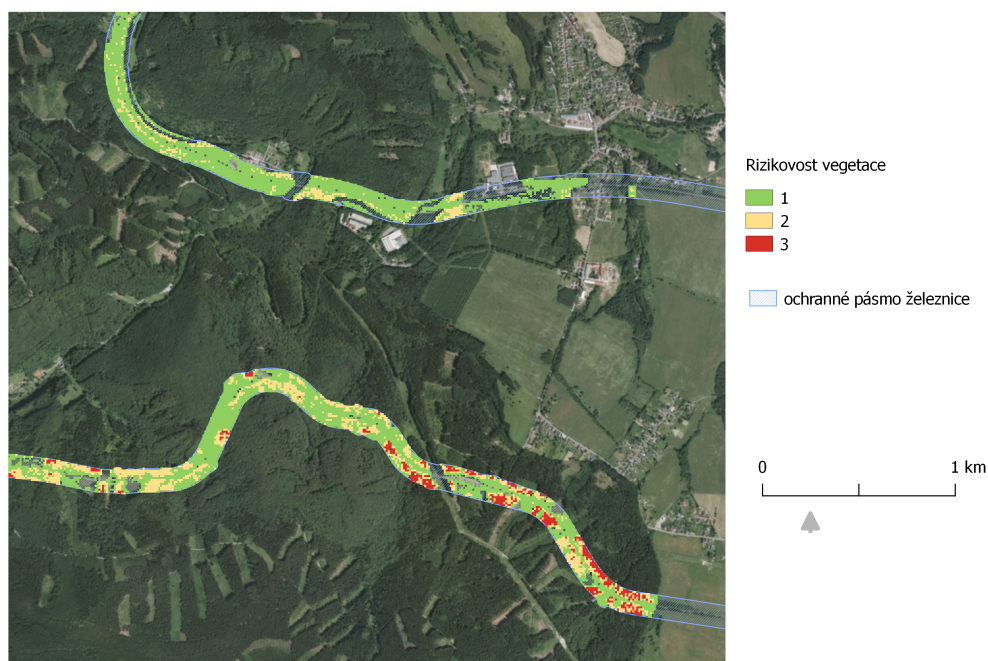


Figure 2. Vizualizace míry ohrožení železniční infrastruktury

Kategorie s nejnižší mírou ohrožení pokrývá 21,8 % ochranného pásma. Její rozloha je 1183 ha z celkové rozlohy pásma 5 411 ha. Tato oblast nevykazuje zvýšené riziko ohrožení a proto není nutné věnovat ji zvýšenou pozornost.

Na rozloze 291 ha (5,3 %) se střední mírou rizika se rozprostírá druhá kategorie. Zde je již vhodné zajistit pravidelný dohled. Také zde vzrůstá význam případných opatření a provádění pravidelného prořezu dřevin. Nejvyšší riziko ohrožení se nachází v oblasti 49 ha (0,9 %). V případě pokračujícího chřadnutí způsobeného suchem, je zde vysoké riziko vzniku mimořádných událostí. V těchto oblastech se jeví jako žádoucí vymýcení ochranného pásma železnice, které by bylo následně obnoveno mladým porostem.

Ve zbývajícím prostoru ochranného pásma se nenachází lesní vegetace, nebo ji tvoří porosty, jenž získaly v druhovém ohodnocení váhu 0. Tedy nepředstavují riziko.

6. Závěr

Výsledkem této studie je vektorová vrstva s klasifikací ohrožení přilehlé vegetace kolem železnice mimořádnými přírodními vlivy, jako je například intenzivní vítr či sněhová pokrývka. Jednotlivým pixelům o prostorovém rozlišení 20 m je přiřazena hodnota indexu, který reflektuje rizikovost.

Z těchto hodnot byly vymezeny kategorie ohrožení. Na základě nich je možné plánovat údržbu ochranného pásma. Díky tomu existuje možnost snížení nákladů za správu a především zredukování počtu mimořádných událostí způsobených pádem stromu. Pro nejrizikovější oblasti je možné provést zpřesnění lokalizace ohrožení za pomoci detailnějšího nasnímání území dronem.

7. Diskuze

Jednotlivé váhy sledovaných parametrů byly stanoveny na základě teoretických znalostí a provedených analýz z oblasti lesnictví. Aplikací této studie do praxe bude možné případně identifikovat nevhodnost zvolených hodnot a provést jejich korekci. Dále lze upravit míru významu posuzovaných vlastností vegetace.

Prostorové rozlišení výsledné vrstvy ohrožení, které vychází z vlastností vstupních dat je 20 m. Díky tomu není možné provést přesnou identifikaci jednotlivých ohrožených stromů. Avšak výsledek lze použít jako nástroj pro obecnou lokalizaci ohrožených míst a pro ně v případě potřeby provést detailnější nasnímkování. Pozitivní stránkou navržené metodiky vyhodnocení je v použití volně dostupných dat s vysokou periodicitou aktualizace.

Studie se detailně zaměřuje na území Libereckého kraje. K tomuto kroku bylo přistoupeno z důvodu náročnosti prováděného výpočtu. Dále pak proto, že cílem bylo navrhnout a optimalizovat proces identifikace ohrožení, který bude možné uplatnit na libovolném území.

Poděkování. Tento příspěvek vznikl s přispěním studentského grantu IGA PrF 2019 014 Univerzity Palackého v Olomouci. Zároveň děkuji Správě železniční dopravní cesty a Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů za poskytnutí dat.

References

- [1] BEDNÁŘ, Pavel a kol. Problematika sekundárních smrkových monokultur a možnosti jejich přestaveb bukem lesním. Brno: Mendelova univerzita, 2012.
- [2] Česká republika.: Zákon č. 181/2006: Zákon, kterým se mění zákon č. 266/1994 Sb., o drahách, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů. In: 181/2006. Praha: Česká republika, 2006.

- [3] ČÚZK. Digitální geografický model území ČR (Data50): Vegetace a povrch. Praha: ČÚZK, 2019.
- [4] ESA. Copernicus: Open Access Hub. Paris: ESA, 2019 (a). Dostupné z: <https://scihub.copernicus.eu>.
- [5] ESA. Sentinel-2 MSI: Radiometric Resolutions [online]. Paris: ESA, 2019 (b). Dostupné z: <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/radiometric>.
- [6] SŽDC. Pro média. SŽDC postupuje při kácení porostů v souladu s platnými zákony. [online]. Praha: SŽDC, 2018. Dostupné z: <https://www.szdc.cz/pro-media/tiskovy-servis-tiskove-zpravy-prohlaseni/kaceni-stromu-kolem-trati>.
- [7] SŽDC. DATA MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ. Praha: SŽDC, 2019.
- [8] ÚHÚL. DRUHOVÁ SKLADBA DŘEVIN 2016, 2017. Frýdek-Místek: ÚHÚL, 2016 - 2017.
- [9] ÚHÚL. VÝŠKOVÁ SKLADBA POROSTNÍCH SEGMENTŮ 2017. Frýdek-Místek: ÚHÚL, 2017.

Kontaktní adresy

Mgr. Michal KUČERA, Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, 17. listopadu 50, Olomouc, Česká republika,

E-mailová adresa: m.kucera@email.cz, <http://geoinformatics.upol.cz/>

doc. Ing. Zdena Dobešová, Ph.D., Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, 17. listopadu 50, Olomouc, Česká republika,

E-mailová adresa: zdena.dobesova@upol.cz, <http://geoinformatics.upol.cz/>

