

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Geografie a kartografie



Kryštof Janda

Využití DPZ datových služeb a aplikací v hodnocení vybraných témat životního prostředí

Usage of Earth observation data services and applications in the assessment of selected environmental topics

Bakalářská práce

Vedoucí práce/Školitel: doc. RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

Praha, 2024

Vysoká škola: Univerzita Karlova

Fakulta: Přírodovědecká

Katedra: Aplikované geoinformatiky a kartografie

Školní rok: 2020/2021

Zadání bakalářské práce

pro Kryštofa Jandu

obor Geografie a kartografie

Název tématu: Využití DPZ datových služeb a aplikací v hodnocení vybraných témat životního prostředí

Zásady pro vypracování

Možnosti DPZ se v posledních letech velmi rychle a zásadně mění. Kvalitní a dostupná data jsou dnes již realitou. Pokroky v oblasti umělé inteligence, datové integrace, vizualizaci a dříve nemyslitelné výpočetních schopností cloudového zpracování dnes umožňují analyzovat obrovské objemy obrazových dat s nevídanou rychlostí, přetvářet je na smysluplné informace a poskytovat uživateli formou, která je pochopitelná, obrazově zajímavá a zasazená v relevantním kontextu.

Tato situace poskytuje zcela nový potenciál a nové příležitosti jak poskytovatelům služeb DPZ, tak především jejich uživatelům. Uživatelsky orientované aplikace podporuje evropský program Copernicus se svojí nabídkou volně dostupných dat a standardních služeb (Copernicus services).

Ačkoliv je k dispozici kvalitní a široká nabídka dat a datových služeb, v praktické aplikační rovině se bohužel tento potenciál plně nevyužívá na úrovni státních agend and rozhodovacích procesů v ČR.

Překládaná bakalářská práce se zaměřuje na využití dat a datových služeb DPZ ve vybraných tématech životního prostředí. Práce na konkrétních vybraných aplikačních okruzích demonstruje možnosti využití DPZ dat a služeb s ohledem na specifikaci uživatelských požadavků. Konkrétně se řeší tyto aplikační okruhy/indikátory:

- rozsah mimolesní dřevinné vegetace, členění intravilán versus extravilán
- stav a změny v údolních nivách
- údaje o výměře a stavu lesů

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran

Seznam odborné literatury:

Aschbacher J. (2017) 'ESA's Earth Observation Strategy and Copernicus' in Satellite Earth Observations and Their Impact on Society and Policy (pp. 81-87). Springer, Singapore.

Friedl, L. (2017). 'Benefits Assessment of Applied Earth Science'. In Satellite Earth Observations and Their Impact on Society and Policy (pp. 73-79). Springer, Singapore.

NASA (2013). Measuring socioeconomic impacts of earth observations – A primer. Applied Sciences Program NASA.

Onoda M. and Young O. (2017), Satellite Earth Observations and Their Impact on Society and Policy, Elsevier

Sawyer, G., A. Dubost, and M. De Vries. (2016) Copernicus sentinels' products economic value: a case study of forest management in Sweden. European Association of Remote Sensing Companies.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 2021

Doc. RNDr. Přemysl Štych, Ph.D.

.....

Vedoucí bakalářské práce

.....

Vedoucí katedry

V Praze dne

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Litoměřicích dne 11.12.2024

.....

Kryštof Janda

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce doc. RNDr. Přemyslu Štychovi, Ph.D., za všechnu energii a čas, který vynaložil v průběhu zpracování této práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat Bohu, který mě po celou dobu tvorby práce provázel a všem lidem, kteří na mě mysleli na modlitbách.

Využití družicových dat ve sběru a vyhodnocení indikátorů změn životního prostředí

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce bylo demonstrovat využití služeb a dat DPZ pro účely monitorování a vyhodnocování stavu a dynamiky životního prostředí. K tomu účelu jsme vybrali konkrétní indikátory, které se běžně vyhodnocují při řešení otázek spojených s hodnocením stavu životního prostředí a jsou součástí mimo jiné třeba i nadnárodních strategií jako jsou Cíle udržitelného rozvoje (SDG) nebo třeba Zelená dohoda pro Evropu. Těmi konkrétními indikátory jsou mimolesní vegetace, u které jsme se zaměřili na její celkový výskyt a rozlišení mezi intravilánem a extravilánem, údolní nivy, u kterých jsme analyzovali složení jejich půdního pokryvu a lesy, které jsme zkoumali jak z pohledu jejich aktuální rozlohy a její změny v čase, tak co se týče jejich složení (listnaté a jehličnaté stromy). Oblastí pro naši demonstraci se stalo území kraje Jihočeského, který se díky své heterogenitě jevil jako vhodný kandidát. Na tomto území byly následně aplikována celá škála produktů programu Copernicus, jehož služby jsme se rozhodli pro praktickou část naší studie výhradně využívat. Ke slovu se dostaly jak klasické produkty Copernicus Land Monitoring Services, jako je známý CORINE Land Cover (CLC), jehož datasey poskytují data až do roku 1990, tak i nejmodernější datasey nejnovějších produktů, které může Copernicus nabídnout jako je například CORINE Land Cover+ Backbone. jehož data jsou vysoce přesná a nejaktuálnější.

Klíčová slova: dálkový průzkum Země, Copernicus, indikátory, životní prostředí, lesy, údolní nivy, mimolesní vegetace

Usage of Earth observation data services and applications in the assessment of selected environmental topics

Abstract

The main aim of this bachelor's thesis was to demonstrate usage of services and data of remote sensing in case of monitoring and evaluating current state of environment and its dynamics. In order to achieve this goal, specific indicators were chosen, which are usually evaluated for solving environmental issues and are also part of transnational strategies such as Sustainable Development Goals (SDG) or Green Deal for Europe. Those specific indicators are non-forest vegetation, for which we focused on its overall occurrence and distinction between rate in urban and non-urban areas, riparian zones for which we analyzed its land cover and forests, which we were examining according to their actual area and its change in time. Also we examined composition of forests (broadleaf trees versus needleleaf trees) and its change. Area which we have chosen for our study became the South Bohemia region thanks to its landscape diversity. For this area we have applied a whole range of products of Copernicus project, which we have decided to use for this study. Classic products of Copernicus Land Monitoring Services were applied, such as CORINE Land Cover (CLC), which datasets dates back to 1990 and also the newest datasets of its newest products which can Copernicus offer such as CORINE Land Cover+ Backbone, which has highly accurate and most recent data.

Key words: remote sensing, Copernicus, indicators, environment, forests, riparian zones, non-forest vegetation

Obsah

Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	11
Seznam grafů	12
1. Úvod	13
2. Úvod do problematiky	15
2.1 Mimolesní vegetace	15
2.2 Údolní nivy	16
2.3 Lesní ekosystém.....	18
2.4 Velkoplošné vodní plochy	21
3. Metodika.....	23
3.1 Copernicus	23
3.2 Další služby	27
3.3 Zpracování dat	31
3.3.1 Mimolesní vegetace	32
3.3.2 Údolní nivy	32
3.3.3 Lesy.....	32
4. Výsledky.....	33
4.1 Mimolesní vegetace	33
4.2 Údolní nivy	47
4.3 Lesy.....	55
5. Diskuze	71
6. Závěr	75
7. Zdroje.....	75

Seznam obrázků

Obrázek 1: Urban Atlas Street Tree Layer 2012 - Ortofoto 2013.....	45
Obrázek 2: Urban Atlas Street Tree Layer 2018 - Ortofoto 2019.....	46
Obrázek 3: High Resolution Layer Small Woody Features 2015 - Ortofoto 2015.....	46
Obrázek 4: High Resolution Layer Small Woody Features 2018 - Ortofoto 2019.....	47

Seznam tabulek

Tabulka 1: Stav mimolesní vegetace podle HRL Small Woody Features 2015.....	34
Tabulka 2: Stav velikostních skupin mimolesní vegetace podle HRL Small Woody Features 2015.....	34
Tabulka 3: Stav mimolesní vegetace HRL podle Small Woody Features 2018.....	35
Tabulka 4: Stav velikostních skupin mimolesní vegetace podle HRL Small Woody Features 2018.....	36
Tabulka 5: Stav mimolesní vegetace podle UA Street Tree Layer 2012	39
Tabulka 6: Stav velikostních skupin mimolesní vegetace podle UA Street Tree Layer 2012	39
Tabulka 7: Stav mimolesní vegetace podle UA Street Tree Layer 2018	40
Tabulka 8: Stav velikostních skupin mimolesní vegetace podle UA Street Tree Layer 2018	41
Tabulka 9: Srovnání zobrazené mimolesní vegetace datasetů HRL Small Woody Features 2018 a UA Street Tree Layer 2018.....	44
Tabulka 10: Stav půdního pokryvu v údolních nivách Jihočeského kraje podle CLMS Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a 2018	47
Tabulka 11: Stav lesních porostů a křovin v údolních nivách podle CLMS Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a 2018.....	49
Tabulka 12: Stav půdního pokryvu podle Corine Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018	55
Tabulka 13: Stav lesů a polopřírodních oblastí podle Corine Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018.....	57
Tabulka 14: Průměrná velikost polygonu lesů a polopřírodních oblastí	59
Tabulka 15: Složení lesů podle typů stromů podle HRL Forest Type	65
Tabulka 16: Stav krajinného pokryvu podle Corine Land Cover+ Backbone.....	67

Seznam grafů

Graf 1: Velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – Small Woody Features 2015	35
Graf 2: Velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – HRL Small Woody Features 2018.....	36
Graf 3: Srovnání počtu polygonů velikostních skupin polygonů mimolesní vegetace – HRL Small Woody Features.....	37
Graf 4: Srovnání rozlohy velikostních skupin polygonů mimolesní vegetace – HRL Small Woody Features.....	37
Graf 5: Srovnání velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – HRL Small Woody Features.....	38
Graf 6: Velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – UA Street Tree Layer 2012	40
Graf 7: Velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace - UA Street Tree Layer 2018	41
Graf 8: Srovnání počtu polygonů velikostních skupin polygonů mimolesní vegetace – UA Street Tree Layer	42
Graf 9: : Srovnání rozlohy velikostních skupin polygonů mimolesní vegetace – UA Street Tree Layer.....	43
Graf 10: Srovnání velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – UA Street Tree Layer.....	43
Graf 11: Zastoupení typů půdního pokryvu v říčních nivách podle CLMS Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a 2018	49
Graf 12: Složení lesních porostů a křovin podle CLMS Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a 2018	50
Graf 13: Stav půdního pokryvu podle CLC 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018.....	57
Graf 14: Složení lesů a polopřirodních oblastí podle CLC 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018	59
Graf 15: Vývoj průměrné velikosti polygonů lesů a polopřirodních oblastí.....	60
Graf 16: Zastoupení typů stromů podle HRL Forest Type.....	66
Graf 17: Zastoupení typů půdního pokryvu podle Corine Land Cover+ Backbone.....	68
Graf 18: Ztráta zalesněných území podle Global Forest Watch.....	71

1. Úvod

Člověk se ji už od nepaměti snaží poznat, pochopit, jak vlastně všechno na Zemi funguje a popsat co všechno se na ní odehrává. I přes veškeré snahy, které jsme jako lidstvo vynaložili a čas, který jsme tomu věnovali jsme ještě nedokázali plně prozkoumat naši planetu se vším, co se na ní odehrává, i když řadu věcí víme. Čím jsme si všichni naprosto jisti je to, že fungování Země a všech jejích složek je velmi složitá, komplexní záležitost. Lidská činnost tomu všemu dává však dost zabrat. Vzhledem k vzájemné propojenosti všeho, co kolem nás je, je nevyhnutelné, že naším fungováním narušujeme přírodní procesy, které se kolem nás odehrávají. S civilizačním pokrokem (kde významným milníkem v oblasti ovlivňování přírody je bezpochyby průmyslová revoluce, která přinesla významné technologické vymoženosti a jejíž výrazný negativní vliv na přírodu lze pozorovat kupříkladu na grafu vyprodukovaných emisí CO₂) ovlivňujeme prostředí kolem nás čím dál víc s ním i celou naši planetu. V dřívějších dobách se tomu nevěnovalo tolik pozornosti, nyní však ale víme, že pokud chceme, aby se na naší planetě žilo nám lidem dobře, tak je potřeba pozorovat, jak naše jednání ovlivňuje životní prostředí kolem nás a snažit se ho zachovat, aby i generace po nás měli možnost přinejmenším žít se stejným životním standardem jako my nyní. Bez naší ohleduplnosti se dříve nebo později budeme čelit velkým ekologickým katastrofám a ve výsledku se pomalu ale jistě stane Země pro nás neobyvatelnou. To nejsou jenom teoretické scénáře, již v dnešní době jsou veřejně známé případy, kdy lidská činnost vedla k rozsáhlým ekologickým katastrofám, které v daných lokalitách měli devastující následky (asi všeobecně nejznámějším příkladem je případ zániku Aralského moře). Změny klimatu, časté extrémní počasí, apod. jsou jasné nepřehlédnutelné vykřičníky, které nemůžeme přehlížet. Záležitost udržení kvality přírodního prostředí sice není ničím novým, už na konci 19. století lze pozorovat vznik hnutí, která se začala zabývat tím, jak průmyslová revoluce i přes veškeré její přínosy, poškozují svět, ve kterém žijeme. Od té doby urazil boj o ochranu životního prostředí velký kus cesty. Co dříve bývalo okrajové téma menších hnutí je dnes neodmyslitelným bodem programu politických a vědeckých špiček po celém světě. To, co se dříve začalo řešit lokálně se dnes řeší na národních, a dokonce nadnárodních úrovních, kde se spojují státy celého světa, aby společnými silami řešily tuto problematiku. Mezi současné nejdůležitější iniciativy v této oblasti patří dozajista Pařížská dohoda, ve které se představitelé zemí z celého světa zavázali, že společně se

zapojí do boje proti změnám klimatu a stanovili nové cíle v jeho vedení. Evropská unie, která toto téma bere velmi vážně (a v mnoha ohledech zachází dál, než zbytek světa) na jejím základě vytvořila takzvanou Zelenou dohodu pro Evropu (Green Deal), která je souborem politických iniciativ, který má EU nasměřovat na cestu k ekologické transformaci s konečným cílem dosáhnout do roku 2050 klimatické neutrality a tím splnit závazky vyplývající z Pařížské dohody (Rada Evropské unie 2024). Mimo to, byla v roce 2015 na základě Pařížské dohody vytvořena také Agenda 2030 (Agenda pro udržitelný rozvoj 2030), která je strategií, snažící se pomocí zavádění metod udržitelného rozvoje (cílem je vyvážení jeho tří složek – environmentální, sociální a ekonomický) docílit obecného zlepšení situace ve světě. Jak pro nás, jako lidi, tak i pro ostatní živočichy, co obývají tuto planetu společně s námi. Společně s Agendou 2030 bylo vytvořeno i sedmnáct Cílů udržitelného rozvoje (SDG – sustainable development goals), které jsou jejím jádrem. O dva roky později v roce 2017 byl vytvořen globální indikátorový rámec (SDG-Data 2022) skládající se z 169 indikátorů, pomocí kterých lze monitorovat postup v řešení všech sedmnácti cílů udržitelného rozvoje, ke kterým se zavázali představitelé zemí světa při přijetí Agendy 2030. Každá země však má svou vlastní metodiku ke sběru dat a tvoření reportů, které následně posílá jako výkaz v plnění cílů Agendy 2030. Díky tomu celkový obraz je založený na velkém množství dat s rozdílnou přesností a aktuálností. A zde přichází ke slovu DPZ a jeho metody. Ty za poslední dobu prošly výrazným posunem vpřed a nyní již máme volně dostupné nepřeborné množství dat, která jsou již vizualizovaná, aktuální a připravená rovnou k jednoduché analýze a následné interpretaci výsledků. Implementace metod DPZ do fungování státní správy by vedla k zjednodušení a zefektivnění procesu přijímání důležitých rozhodnutí a plánování do budoucna. To samé platí i na nadnárodní scéně, kde aktuální, přesná a spolehlivá data poskytnutá pomocí služeb DPZ by mohla mít zásadní přínos pro efektivní plnění Cílů udržitelného rozvoje a přijímání nových strategií za účelem jejich dosažení v závislosti na jejich aktuálním vývoji.

Cílem této bakalářské práce je demonstrovat využití služeb a dat DPZ se zaměřením na služby programu Copernicus pro účely monitorování a vyhodnocení stavu a dynamiky životního prostředí. K tomu účelu jsme zvolili vybrané oblasti životního prostředí, které jsou součástí mimo jiné i nadnárodních strategií jako jsou Cíle udržitelného rozvoje (SDG) nebo třeba Zelená dohoda pro Evropu. Těmi konkrétními oblastmi jsou mimolesní vegetace, údolní nivy a lesy. Geografickou

oblastí pro hodnocení se stalo území kraje Jihočeského, který se díky své heterogenitě jevil jako vhodný kandidát. Překládaná bakalářská práce vyhodnocuje stav a vývoj výše uvedených témat životního prostředí ve vybraném regionu a zároveň vyhodnocuje informační a aplikační potenciál zvolených datových služeb DPZ.

2. Úvod do problematiky

2.1 Mimolesní vegetace

Mimolesní rozptýlený vegetace je tvořena křovinami a stromy, jejichž uskupení nepokrývá dostatečně velké území k tomu, aby plnilo funkci lesního ekosystému. Jedná se o velmi důležitý prvek pro zdravé fungování naší krajiny. Mezi její významné funkce bych zmínil schopnost zadržování vody, zamezování erozi, pozitivní vliv na ekologickou stabilitu krajiny. Tyto plochy poskytují úkryt pro množství živočichů, jsou zdrojem potravy a v dnešní vysoce zemědělsky vytížené krajině důležité biologické koridory potřebné pro migraci zvířat. V okolí silnic může sloužit jako bariéra proti nežádoucím vlivům dopravy jako je hluk, prach a výfukové plyny. Celkově má tento prvek řadu nezastupitelných funkcí především z hlediska ochrany přírody, kdy přispívá k udržení biodiverzity a ekologické stability oblasti. Mezi takovéto prvky řadíme např. meze a aleje, které bývali pro naši krajinu typické, avšak způsob kolektivního hospodaření v druhé polovině dvacátého století vedl k rozsáhlé redukci rozlohy mimolesní rozptýlené vegetace, zapříčiněné hlavně všeobecným znárodněním půdy a následným spojením do rozsáhlých polí. Nesmíme opomíjet taky zastoupení mimolesní vegetace, která se vyskytuje přímo ve městech. Proto je důležité tento typ krajinného pokryvu řádně monitorovat. Aby mohly příslušné orgány zabývající se ochranou a managementem krajiny pracovat efektivně, jsou potřeba prostorově přesná a aktuální data o jejich celkové ploše, zastoupení v zastavěném a nezastavěném území, druhové složení, fragmentace, změny rozlohy v čase, atd. (Ceniš, GISat, Přf UK 2020) Nyní však postrádáme řadu potřebných informací, v jejichž sběru můžou projevit svůj potenciál metody DPZ. Dříve satelitní snímky mohly mít problém vzhledem k malé velikosti útvarů mimolesní vegetace, ale v dnešní době již máme data velmi vysokého rozlišení, jejichž rozlišení je i 30 cm. Díky tomu můžeme tuto vegetaci přesně monitorovat jak z hlediska rozlohy, tak i

určení kvalitativních vlastností, např. složení druhů, zdravotní stav, atd. (cenia, gisat, Přf UK 2020).

Již od roku 2015 máme k dispozici v rámci programu Copernicus data o mimolesní vegetaci a to z území zahrnující většinu Evropy. Všechna jsou zdarma přístupná a k dispozici ve velkém měřítku 1:5 000. Tyto data lze kombinovat s UrbanAtlasem a službou CLC+, které obě poskytují přesné a aktuální monitorování mimolesní zeleně.

Jako jeden z případů, kde se tyto metody osvědčili při monitorování nejen roztroušené zeleně je studie pocházející ze Společného výzkumného centra provozovaného Evropskou komisí z roku 2019, kde mapovali za pomoci produktů programu Copernicus (Corine Land Cover, HRL Grassland, HRL Forest Density, HRL Forest type, HRL Water and Wetness,...) a mnoha dalších zdrojů zelenou infrastrukturu. Case studies provedené jak v městě, tak na venkově ukazuje, jak tyto data použít k monitorování vegetace a následnému vyhodnocení získaných informací o ni za účelem strategického plánování zelené infrastruktury a ochranu ekosystémů (Estreguil a kol. 2019)

Copernicus nám nabízí k monitorování mimolesní vegetace celkem dva produkty – Small Woody Features 2015 a Small Woody Features 2018 a to jak rastrové vrstvy (5m a 100m rozlišení), tak i vektorové. Jsou založeny na snímcích velmi vysokého rozlišení a mapují objekty v krajině, jako jsou meze, stromořadí, silniční vegetace, živé ploty, izolované uskupení křovin stromů, břehovou vegetaci. Objekty typu vinic, sadů či plantáží se v tomto případě nemapují. Small Woody Features 2018 je v porovnání se svým předchůdcem výrazně přesnější a obsahuje taktéž vrstvu změny mimolesní vegetace mezi sledovanými obdobími.

2.2 Údolní nivy

Údolní nivy mají již odnepaměti velký význam pro člověka, právě v nich vzešly první velké civilizace, které formovaly vývoj naší společnosti. Díky jejich příhodným podmínkám pro život se v nich začalo rychle rozvíjet zemědělství a rostla města, která se v minulosti staly významnými centry obchodu a průmyslu a přetrvávají dodnes.

O nic menší roli mají údolní nivy také v krajině, kdy v závislosti na jejich využití jsou ovlivněny jejich funkce, jako třeba zásobárny podzemních vod či stabilizační funkce,

díky které jsou schopny zmírňovat povodně. Proto je důležité monitorovat jejich pokryv a chránit důležité nívné biotopy (jako např. lužní lesy), které v důsledku intenzivního zemědělství a stále více se rozmáhající zástavbou mizí a tím zvyšují negativní dopady přirozených přírodních jevů vyskytujících se v údolních nivách, jako např. povodně. Mimo to, se jedná o významný ekosystém, ve kterém vyskytují jedinečná přírodní společenstva. Je proto zcela zřejmé, že jejich ochrana je vysoce nezbytná.

Naše legislativa si uvědomuje důležitost údolních niv, a proto jsou na základě zákona o ochraně přírody a krajiny z roku 1992 zařazeny mezi významné krajinné prvky, které je třeba chránit. Problémem však je, že jejich vymezení v krajině není nejjednodušší a chybí metodické postupy pro jejich ochranu. Instituce zabývající se ochranou přírody či územním plánováním potřebují přesné a aktuální informace o stavu, rozloze a změnách údolních niv. Vzhledem k jejich důležité roli ve vodohospodářství jsou tyto informace potřeba i pro instituce spravující povodí řek, které se zabývají ochranou před povodněmi a monitorují stavy jak podpovrchových tak povrchových vod. Vzhledem k množství funkcí údolních niv je potřeba mít dostupné informace ke komplexnímu monitorování a následnému plánování k jejich ochraně a obnově. V současnosti jsou potřeba zejména prostorově přesné a aktuální data o využití jejich plochy – rozsah jednotlivých tříd půdního pokryvu a jejich podíl na celkové rozloze a jejich variabilita v čase. Mimo to je nutné monitorovat biotopy, fragmentaci krajiny, její rozmanitost, složení vegetace či změny říčních koryt v průběhu času. (cenia, gisat, Přf UK 2020)

Metody dálkového průzkumu země mohou být velmi cenným zdrojem pro tuto problematiku. Družice Sentinel poskytuje volně dostupná data v mnoha spektrálních pásmech, dobrém prostorovém rozlišení (1 pixel = 10 m) a krátkou periodou snímání (3-5 dnů). Tyto data lze následně doplnit o letecké snímky či snímky pořízené za pomoci dronů a kombinovat s již existujícími databázemi (jako např. DIBAVOD) a podklady územního plánování.

Projekt Copernicus může přispět v této záležitosti dvěma produkty – CLC+ a Riparian Zones Land Cover/Land Use. Riparian Zones Land Cover/Land Use je dostupný již od roku 2012 a poskytuje údaje o krajinném pokryvu, využití půdy, zeleni a vymezení zón (cenia, gisat, Přf UK 2020) kolem hlavních a středně velkých evropských řek. Data jsou k dispozici s prostorovým rozlišením 2,5m (GAF AG). Druhým produktem je CLC+. Ten nabízí data v prostorovém rozlišení 10m s aktualizací mezi 1-3 lety. Tato služba ve své přesnosti převyšuje aktuální lokální služby a poskytuje detailní informace o využití

půdy, krajinném pokryvu či jiné charakteristiky krajiny podle metodiky EAGLE (cenia, gisat, Přf UK 2020).

2.3 Lesní ekosystém

Monitorování lesů je pro naši zemi velmi důležitou záležitostí, jelikož tento typ krajinného pokryvu je velmi rozšířený – tvoří 37,1 % našeho území (NIL 2023). Tyto ekosystémy nejsou v naší zemi v nejlepším stavu – stále jsou výrazně patrné dopady špatného hospodaření, jako bylo např. vysazování smrkových monokultur, které vůbec nereprezentují původní skladbu lesa. V kooperaci se změnami zapříčiněnými globálním oteplováním naší planety zvyšuje jejich ekologickou nestabilitu a stávají se náchylnější vůči útokům kůrovce či škodám způsobené větry. Lesy mají pro naši společnost mnoho nenahraditelných funkcí a proto je důležité je chránit. Na napravení starých chyb se pracuje – již dříve zmíněnou správnou skladbu lesů se snaží zajistit vyhláška Ministerstva zemědělství 289/2018 Sb. K tomu, abychom však mohli efektivně hodnotit vývoj situace v našich lesních ekosystémech je potřeba mít reliabilní zdroj dat, který nám umožní pravidelně a přesně pozorovat dopad zavedených změn.

V současné době se využívají data z katastru nemovitostí a Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHUL). Tyto data jsou různorodou směsicí od statistických údajů až po data DPZ. Ty však pro potřeby Ministerstva pro životní prostředí nestačí (cenia, gisat, Přf UK 2020). Aby MŽP mohlo efektivně obnovovat a ochraňovat funkce našich lesů, je potřeba aby mělo k dispozici data o reálné rozloze lesních ekosystémů, jejich zdravotním stavu a složení druhů či jejich funkcích. To všechno může pomoci vyřešit větší implementování prvků DPZ do sběru dat, jakož to udělali i jinde ve světě.

Prvním příkladem bych uvedl studii z Myanmaru. Jedná se o nejvíc zalesněnou zemi v pevninské jihovýchodní Asii (BHAGWAT, T., HESS, A., HORNING, N., a kol. 2017) a mezi lety 2010 a 2015 se řadila mezi první tři státy z hlediska úbytku lesů (FAO 2015). Tamní vláda si toho byla vědoma a rozhodla se proto podniknout kroky k ochraně tohoto ekosystému posílením příslušné legislativy. K tomu však jsou potřebná přesná data, díky kterým by bylo možné udělat přesné mapy lesa, které doposud nebyly k dispozici (Biswas, Huang, Anand, Mon, Arnold, Leimgruber 2020).

Hlavní cíle této studie byly:

1. Poskytnout jednoduchou, open-source metodu k mapování druhů lesa pomocí satelitních dat, která mohou být jednoduše použita i ostatními zeměmi
2. Otestovat přesnost mapování revidovaných tříd lesa pomocí aktivních a pasivních senzorů – Sentinel-1, Sentinel-2 a Landsat-8
3. Ohodnotit přínos jednotlivých družic k úspěšnému mapování revidovaných typů lesa.

(Biswas, Huang, Anand, Mon, Arnold, Leimgruber 2020)

Oblast, která byla využita pro tuto studii, nese název Bago. Nachází se v jižní části centrálního Myanmaru a je velká přibližně 39 400 km². Data poskytnutá družicemi Sentinel (1 a 2) a Landsat-8 byla následně zpracovávána pomocí Google Earth Engine. Výsledky ukázaly, že za pomoci volně dostupných dat poskytovaných Národním úřadem pro letectví a vesmír (NASA) a Evropskou vesmírnou agenturou (ESA) lze efektivně použít k získání přesných map lesních ekosystémů. Při použití snímků z družic Sentinel-2 nebo při kombinaci dat z družic Sentinel-1 a Sentinel-2 se přesnost map výrazně zlepšila (88-90%), oproti samotnému Landsatu-8, který dosahoval přesnosti necelých 83%. Všechny výpočty byly následně provedeny bezplatným softwarem v prostředí R a cloudovými službami Google Earth Engine. Díky tomu je tento postup jednoduše aplikovatelný i pro jiná území (Biswas, Huang, Anand, Mon, Arnold, Leimgruber 2020).

Dalším příkladem bych rád uvedl studii opět z Asie. Výzkumníci se rozhodli v rámci 15. cíle udržitelného rozvoje zkoumat úbytek lesního ekosystému na území šesti států z jižní Asie, a to konkrétně Bangladéše, Bhútánu, Indie, Nepálu, Pákistánu a Srí Lanky. Jedná se o velké území o rozloze kolem 4 100 000 km², na kterém se vyskytuje spousta druhů lesních porostů. Pro tento úkol se autoři rozhodli použít data z MODIS a následně přesnější data poskytovaná Landsatem 8 a Sentinelem-2 k lepšímu monitorování cílů SDG 15.1.1 a SDG 15.1.2. Cílem této práce bylo také poskytnout jednoduchý a funkční pracovní plán, který by mohl být bez větších problémů implementován do legislativy libovolného státu. Proto je tento postup založen na volně dostupných datech a cloudových službách (Mondal, McDermid, Qadir 2020).

Mimo jiných se využitím dálkového průzkumu země k monitorování lesního ekosystému zabýval i Francini a kol. (2022), kteří se rozhodli ve své studii prezentovat poloautomatický postup pro implementaci Google Earth Engine a Three Indices Three Dimension Google Earth Engine pro mapování narušení lesa (jak vlivem těžby, tak

ohněm či větrem) na regionálním či globálním měřítku (Francini a kol. 2022). Národní inventarizace lesů má řadu nevýhod, jako např. dlouhé intervaly mezi jednotlivými měřeními, které bývají pět až deset let, což omezuje jejich efektivitu v odhadování aktuálního stavu lesa (Zald a kol. 2016). Proto právě se výzkumníci rozhodli pro využití dálkového průzkumu země, jako efektivní alternativě pro mapování narušení lesa (Corona a kol. 2007, Laurin a kol. 2020). Bylo sledováno celé území Itálie. Data použitá pro tuto studii pocházela ze Sentinelu-2, který v rámci programu Copernicus poskytuje data s prostorovým rozlišením 10-60m a přelétá nad stejnou oblastí v periodě 2-3 dnů. Ke zpracování bylo využito cloudových služeb Google Earth Engine. Následně vytvořili mapy narušení lesa s rozlišením 10 m pro rok 2018. Jejich přesnost otestovali pomocí referenčních vzorků. Třída nenarušeného porostu vykazovala 0% chybovost, zatímco třída narušeného porostu 5,8% (Francini a kol. 2022).

Následující studie pochází ze Švédska, kde lesy pokrývají zhruba 70 % země (50 % lesů patří víc jak 300 000 soukromým vlastníkům), generují zisk přibližně 28 miliard Eur a poskytují práci zhruba 90 000 lidem. Jejím cílem bylo se zaměřit na lesní hospodářství ve Švédsku, kde Sweedish Forest Agency používá satelitní snímky k monitorování mýcení lesů (Sawyer, G., A. Dubost, and M. De Vries. 2016). Zaměřili se nejenom na to, jaké výhody to přináší přímo pro lesní a těžbařský průmysl, ale také vliv na další společnosti, které se nehospondaří s lesem, ale mají užitky z jeho produktů. Výsledky ukázaly přínos jak pro soukromý sektor, tak pro státní správu. Nejenom, že lépe a levněji umožňují vládním orgánům monitorovat lesy a v nich prováděné zásahy (např. kácení a zalesňování mýtin), ale přináší jim i značný finanční zisk, který po odečtení potřebných nákladů na zavedení a udržování tohoto systému činil 9 500 000 Eur.

I u nás máme dobré zkušenosti s využitím družicových snímků v praxi. Specializované pracoviště dálkového průzkumu země ÚHUL Frýdek-Místek ve spolupráci s autory projektu KŮROVCOVÉ INFO vytvořili portál Kůrovcová mapa (<https://www.kurovcovamapa.cz/>), kde od roku 2018 jsou dostupné informace o rizikových územích šíření kůrovce do okolí. Jedná se o geografickou vrstvu vzniklou analýzou družicových snímků Planet a Sentinel na základě automatizovaného vyhodnocení vegetačních indexů pro území pokryté smrkovými porosty v Česku (cenia, gisat, Přf UK 2020).

2.4 Velkoplošné vodní plochy

Voda je pro život na naší planetě nezbytná, její přítomnost je elementární podmínkou pro život. Jedná se bezpochyby o velmi významný krajinnotvorný činitel. Její dostupnost, objem, proudění a kvalita má zásadní vliv na vývoj krajiny a života v ní. Mimo však její nenahraditelné působení v přírodě, ji potřebujeme i my, jako lidská společnost nejenom, pro naše biologické potřeby, ale především pro fungování našeho průmyslu, který v závislosti na odvětví s vodou přímo či nepřímo pracuje. Proto je nadmíru důležité správně s tímto zdrojem hospodařit, abychom zamezili jeho degradaci či nedostatku. Tento problém si uvědomují zákonodárci jak v naší zemi, tak v Evropské unii a snaží se pomocí legislativy chránit jak podpovrchové, tak povrchové vody. I přes to se v poslední době rok co rok objevuje téma nedostatku vody nejenom u nás v Česku, ale i ve světě. To v důsledku především změn klimatu, kterých jsme přímými svědky každý rok. Globální oteplování přináší stále častější extrémní výkyvy počasí včetně dlouhých období sucha (cenia, gisat, Přf UK 2020). Jako příklad nedostatku vody v naší zemi bych uvedl každoroční sucha na jižní Moravě, kde se tamní obce snaží rok, co rok omezovat spotřebu vody zaváděním omezení pro její využívání na zalévání zeleně, mytí aut či napouštění bazénů (eAGRI 2023). O to nutnější je potřeba se snažit vodu efektivně chránit a udržet v naší krajině. Tuto situaci bere v potaz i Národní program životního prostředí, mezi jehož hlavní priority jsou zlepšení kvality jak povrchových, tak podpovrchových vod a reakce na negativní jevy a dopady změny klimatu (jako např. sucha, povodně, nedostatek vody). Dalšími důležitými cíli jsou podpora a zachování vody v krajině, zvyšování zásob vody a jejich kvality (cenia, gisat, Přf UK 2020).

Abychom mohli správně chránit naši vodu, je potřeba mít aktuální a přesná data, která by nám pomohla se zaváděním efektivních opatření pro její ochranu a jejich následné monitorování. Tyto informace mohou pomoci s komplexním řešením tohoto problému, který se netýká pouze vody, ale také spravování okolního území. V současnosti existuje řada sektorových informačních databází v oblasti vodního hospodářství (např. DIBAVOD, ARROW, HEIS VUV). Instituce pro ochranu životního prostředí potřebují zejména přesné informace o skutečné rozloze vodních ploch, znečištění povrchových vod a kontrolovat stav hladiny vodních ploch (cenia, gisat, Přf UK 2020). Při tom všem lze využít služeb dálkového průzkumu země, který se v podobných případech osvědčil i jinde ve světě.

Jako první příklad bych uvedl studii ze Spojených států amerických z roku 2014, která se zabývala monitorováním kvality vody v jezeře Thonotosassa na Floridě. Jedním z hlavních problémů vnitrozemských vodních ploch bývá z důvodu zvýšeného přísunu živin (především díky lidské činnosti) eutrofizace. Tento proces vede k vytváření tzv. vodního květu především na stojatých vodách po celém světě a snižuje tím jejich kvalitu. Eutrofizace se vyznačuje zvýšenou koncentrací fytoplanktonu – ten obsahuje chlorofyl a, který, jak potvrdila i řada studií, je všeobecně známým indikátorem eutrofizace vod (Dall’Olmo a kol. 2005). Koncentrace chlorofylu a měří v porovnání s řasami jednodušeji. Obvyklé postupy však zahrnují potřebu vyrazit do terénu a odebrat vzorky, které následně projdou laboratorní analýzou – tento postup je značně časově i finančně náročný (Le a kol. 2009). Následně se pak monitorování kvality vody neprovádí dostatečně pravidelně, což je limitující faktor případného studia životního prostředí. Toto jsou jedny z důvodů, proč roste zájem o využívání metod dálkového průzkumu země pro účely monitorování vodních těles, i když v případě menších vodních ploch je zde problém s prostorovým rozlišením senzorů. (Ogashawara, Moreno-Madriñán 2014). Cílem této studie bylo zjistit koncentraci chlorofylu a za pomoci dat MODIS na vodní ploše o malé rozloze (rozloha jezera Thonotosassa je přibližně 3,45 km²). Výsledky prokázaly vysoký potenciál metod dálkového průzkumu země v hodnocení kvality vnitrozemských vodních ploch a to včetně i těch o malé rozloze (Ogashawara, Moreno-Madriñán 2014).

Další studie, kterou bych rád zmínil je z Finska. V této zemi využívají satelitní a letecké snímky k monitorování kvality vody již od 70. let minulého století. Hlavním záměrem této studie bylo podpořit využití satelitních dat pro opatření a legislativu, které přijalo Finsko v rámci Rámcové směrnice o vodách (Cheng, Zhang, Hallikainen 2006). Výzkumníci se zde zaměřili na monitorování kvality vody a jejího prostorového rozložení ve Finském zálivu. Konkrétně se zaměřili na koncentraci dusíku v povrchových vodách. Jako zdroj dat jim posloužil Landsat TM, AVHRR a MODIS. Opět i zde se prokázaly metody dálkového průzkumu země jako efektivní s velkým potenciálem do budoucna.

Pokud bych se měl vrátit ještě k hodnocení velikosti vodních ploch, tak je určitě potřeba zmínit velmi povedenou aplikaci Global Surface Water Explorer. Ten detailně monitoruje stav hladiny vodních ploch již od roku 1984. Tento projekt, na kterém se podílí European Commission’s Joint Research Centre, Google a UN Environment čerpá z dat Landsat a poskytuje široké množství dat o stavu a změnách vodních ploch po celém

světě a to dostupné volně pro kohokoliv (cenia, gisat, Přf UK 2020). I přes všechny své výhody je zde však jistá nevýhoda používáním čistě optických dat (stejně jako třeba Deltares Aquamonitor a GLAD Global Surface Water Dynamics). Právě to je jeden z důvodů, proč se Evropská vesmírná agentura rozhodla pro projekt WorldWater – Surface Water Dynamics from Space, kde mimo snímků družice Landsat využívá primárně snímky z družic Sentinel-1, Sentinel-2, které doplňuje radarovými daty. Cílem tohoto projektu je poskytovat důležité a aktuální informace pro plánování a nakládání s vodními zdroji a podpořit agendu cílů udržitelného rozvoje (EO Science for Society).

Jako osvědčený příklad aplikace DPZ pro monitorování vody z naší země bych uvedl aplikaci Intersucho.cz, kterou provozují společně CzechGlobe, Mendelova Univerzita společně se Státním pozemkovým úřadem. Ta za pomoci dat z družic MODIS Aqua a Terra poskytuje důležité informace ohledně sucha v Česku. To není jediným příkladem využití domácím využití DPZ technologií, jejich další uplatnění můžeme pozorovat při identifikaci a stanovení funkčnosti drenážních systémů (cenia, gisat, Přf UK 2020).

3. Metodika

3.1 Copernicus

Jedná se o program provozovaný Evropskou unií, který zprostředkovává data získaná pozorováním planety Země pro občany Evropské unie. Celý je pod správou Evropské komise a bezplatně poskytuje důležitá data, která mimo jiné mají velké využití jak pro jednotlivé osobní uživatele, veřejnou správu či mezinárodní organizace. Copernicus je prozatím nejvíce využíván v oblasti veřejné správy, kde jeho služby přináší důležitá data např. k správnému a efektivnímu řízení ochrany přírody a krajiny, cestovního ruchu, dopravy, územního plánování měst, modré ekonomiky (udržitelné hospodaření v mořském ekosystému a technologie s ním spojené), zdravotnictví, pojišťovnictví a řízení katastrof, boje proti změně klimatu, nakládání s přírodními zdroji a mnoho dalšího. Tyto služby nejsou přínosem pouze pro sektor veřejné správy, díky jejich obsáhlosti a podrobnosti mají i široké obchodní využití. Na konci roku 2017 byla dokončena studie Evropské komise s cílem zjistit společenské, environmentální a ekonomické dopady služeb Copernicus v Evropě mezi lety 2017-2035. Jejím záměrem

bylo přiřadit peněžitou hodnotu všem přínosům, které program Copernicus vytváří pro přechodné a konečné uživatele, a jejím konečným cílem bylo poskytnout tvůrcům politik v rámci EU i jednotlivých států odhad potenciální návratnosti investic. Z tržní zprávy programu Copernicus a z několika předchozích ekonomických studií je již zřejmý obrovský potenciál tohoto programu z hlediska vytváření pracovních míst, inovací a růstu. (6. Copernicus 2024)

Ke sběru dat využívá program Copernicus družice rodiny Sentinel (Copernicus Sentinel 1, Copernicus Sentinel 2, Copernicus Sentinel 3, Copernicus Sentinel 4, Copernicus Sentinel 5, Copernicus Sentinel 5P a Copernicus Sentinel 6) společně s řadou komerčních a veřejných družic. Mimo metod dálkového průzkumu země velkou roli hrají i data in situ. To jsou údaje získané z čidel různých pozemních stanic, bójí, meteorologických balónů, atp. Ty mimo to slouží k ověřování spolehlivosti a kalibraci informací získaných za pomoci metod dálkového průzkumu země. Veškerá získaná data jsou následně uložena, zpracována a rozdělena do tematických skupin (monitorování atmosféry, monitorování mořského prostředí, monitorování území, změna klimatu, bezpečnost, monitorování krizového řízení a bezpečnosti).

Vzhledem k povaze této bakalářské práce budeme využívat služby programu Copernicus monitorující území – Copernicus Land Monitoring Service (CLMS). Tyto služby jsou velkým přínosem nejen pro evropské uživatele, ale i pro ostatní uživatele z celého světa (kupříkladu mapování lesního pokryvu v Mexiku - https://www.copernicus.eu/sites/default/files/UseCase_Forestry_ForestMapping.pdf), kteří se věnují oblasti environmentálních pozemních aplikací, geografické informace o krajinném pokryvu a jeho změnách, využívání půdy, stavu vegetace, koloběhu vody a proměnných týkajících se energie na zemském povrchu. (5. Copernicus 2024). Služby CLMS se skládají z pěti hlavních částí:

- Systematické monitorování biofyzikálních parametrů
 - Data o stavu a vývoji zemského povrchu aktualizovaná každých deset dní o středním prostorovém rozlišení.
 - Využití k vegetace, plodin, koloběhu vody, energetického rozpočtu a proměnných pozemské kryosféry. (5. Copernicus 2024)

- Mapování krajinného pokryvu a využití půd
 - Celosvětová klasifikace krajinného pokryvu

- Podrobnost se liší v závislosti na tom, zda se území nachází v Evropě - v tom případě jsou vzniklé produkty doplněny i o podrobné vrstvy vlastností krajinného pokryvu (neprostupnost, lesy, mokřiny, voda, travní porosty, ...) nebo mimo Evropu, kdy je mapování řízeno modulárně hierarchickým systémem klasifikace krajinného pokryvu organizace FAO (Food and agriculture organization) (5. Copernicus 2024)
- Tématické mapování hotspotů
 - Mapování vybraných lokalit s cílem poskytnout podrobná data, která jsou potřeba v rámci řešení problémů životního prostředí.
- Zemské pohyby
 - Mapování přesunů zeminy jako jsou např. sesuvy, sesedání půdy či deformaci infrastruktury
- Satelitní, referenční a validační data
 - Satelitní snímky o vysokém až velmi vysokém rozlišení a referenční datové soubory pokrývající klíčová geoprostorová témata (hydrografie, nadmořská výška,...) (5. Copernicus 2024)

Pro zjišťování rozsahu mimolesní zeleně a její následné rozlišení podle toho, zda se nachází v intravilánu nebo extravilánu lze využít dva produkty služby Copernicus Land Monitoring.

Tím prvním je Urban Atlas, který poskytuje detailní data o krajinném pokryvu a využití půd pro 788 městských oblastí napříč Evropou. Využívat budeme především datasety Street Tree Layer z let 2018 a 2012, které nám poskytují data o pouliční zeleni s velikostí nad 500 m² a minimální mapovací šířkou 10 m.

Druhým produktem je High Resolution Layer Small Woody Features, které mapuje keře, živé ploty a malá uskupení stromů. Zachyceny jsou lineární uskupení, jejichž šířka nepřesahuje 30 m a délka je větší jak 30 m, stejně tak i menší oblasti zeleně s plochou mezi 200 – 5 000 m² a to v prostorovém rozlišení 5 m. Data jsou dostupná z let 2015 a 2018 s příslibnými daty z roku 2021, které však ještě nebyla vydána. Tento produkt jsme se rozhodli přednostně využívat pro účely této práce.

K sledování stavu a změn v údolních nivách nám služby Copernicus opět nabízí dva vhodné produkty.

Prvním produktem jsou pobřežní oblasti neboli Riparian Zones. Jedná se o bufferové oblasti okolo vodních toků vytvořené na základě dat z EU-Hydro (<https://land.copernicus.eu/en/products/eu-hydro>). Data pochází z satelitních snímků o vysokém rozlišení a jejich klasifikace vychází z klasifikace, se kterou se můžeme setkat u jiného produktu služby Copernicus – CORINE Land Cover a upravena pro specifické potřeby údolních niv. Minimální mapovací jednotka tohoto produktu je 0,5 ha a šířka 10 m, což zaručuje velmi přesné vyhodnocení půdního pokryvu a využití půd údolních niv. Dostupná jsou data z let 2012 a 2018.

Dalším produktem, který pro zkoumání tohoto indikátoru nabízí je CLC+ Backbone (Corine Land Cover+ Backbone). Jedná se o nový produkt, jehož cílem je být základním produktem monitorujícím krajinný pokryv pro Evropu, který nabízí přesné a komplexní informace pro různé oblasti a aplikace, jako je např. plánování využití půdy, sledování vývoje životního prostředí, monitorování změn spojených se změnou klimatu a krizové řízení (1. Copernicus 2024). Klasifikace je rozdělena do osmnácti vektorových tříd a jedenácti rastrových tříd o prostorovém rozlišení 10 m (s občasnými výjimkami). Již nyní je tento produkt využíván v souvislosti s zaváděním nařízení Evropské unie 2018/841.

Pro zjišťování údajů o reálné výměře lesů, jejich druhovém složení a velikosti holin nám program Copernicus nabízí mimo již zmíněného CLC+ Backbone hned další dva produkty.

Jedním z nich je High Resolution Layer Dominant Leaf Type, který umožňuje sledovat složení lesů, jejich změny v rozloze či třeba zdravotní stav tohoto důležitého ekosystému. Data jsou dostupná za roky 2012, 2015 a 2018 s rozlišením 20 m (pro data z let 2012 a 2015) a 10 m (pro data z roku 2018). Mimo tyto produkty lze požádat o přístup k tzv. Expním produktům s pokročilými vrstvami a datasey, které jsou určeny pro uživatele s hlubokými znalostmi satelitního průzkumu. (2. Copernicus 2024)

Užitečnější však pro naši potřebu je produkt High Resolution Layer Forest Type, který rozlišuje stromy pokryté území a odfiltrává na základě definice lesa ustanovené FAO území z produktu HRL Dominant Leaf Type, která jsou pokrytá stromy, ale nejsou lesy. Základem tohoto produktu jsou HRL Dominant Leaf Type a HRL Tree Cover Density. Stejně jako HRL Dominant Leaf Type, i zde máme data zpracovaná v tříletých intervalech - 2012, 2015 a 2018. Pro první dva roky s prostorovým rozlišením 20 m a pro

rok 2018 s rozlišením 10 m. Dataset z roku 2018 je navíc oproti předešlým letům zbaven uskupení stromů s zemědělskou či urbánní funkcí a to za pomoci produktů CORINE Land Cover a HRL Imperviousness. Taktéž i zde je možnost pro zažádání o přístup k expertním produktům. (3. Copernicus 2024)

Dalším produktem je CORINE Land Cover (CLC) jenž nám nabízí data o půdním pokryvu a využití půdy na území Evropy rozdělených celkem do 44 tříd s přesností lepší jak 100 m. Tyto data jsou k dispozici již od roku 1990 a nyní vychází jeho aktualizace vždy po šesti letech. Minimální mapovací jednotka činí 25 ha a minimální šířka pro sledování lineárních jevů 100 m. Vrstvy obsahující změnu půdního pokryvu mají minimální mapovací jednotku 5 ha.

K získání základních údajů o rozloze a stavu velkoplošných ploch lze využívat data z evropské nabídky produktů programu Copernicus (High Resolution Layer Water and Wetness) tak i z produktů spadajících pod celosvětové služby tohoto programu – Water Bodies a Lake Water Quality.

Produkt Water Bodies monitoruje rozlohu vnitrozemských vodních ploch a jejich změnu v průběhu roku. Obsahuje data o aktuálním stavu a sezóní dynamice vodních ploch s prostorovým rozlišením 100 m nebo 300 m.

Pod tento produkt spadá i již zmíněný produkt Lake Water Quality, který nám poskytuje důležité informace o kvalitě vody jako je trofie, zákal či odrazivost hladiny s prostorovým rozlišením 100 m.

Data, která nalezneme v produktu High Resolution Layer Water and Wetness jsou rozdělena do čtyř tříd (trvalá vodní plocha, dočasná vodní plocha, trvalá vlhkost a dočasná vlhkost). Máme k dispozici dva datasety a to z roku 2015 (prostorové rozlišení 20 m, sledované období 2009-2015) a z roku 2018 (prostorové rozlišení 10 m, sledované období 2012-2018). Na vyžádání jsou k dispozici i pokročilé a expertní produkty, které jsou určené pro uživatele s hlubším porozuměním práci se satelitními daty (4. Copernicus 2024).

3.2 Další služby

Mimo služeb Copernicus, které jsme se rozhodli využívat primárně je zde i řada dalších služeb, které nám mohou poskytnout použitelná data pro náš výzkum, ale po

důkladném zvážení jsme se rozhodli pouze zmínit jejich existenci a uvést je jako možnou alternativu produktů Copernicus, které pro potřeby této práce jsou bohatě dostačující.

První z nich je Earth Science Data Systems (ESDS) program, který spadá do agendy Earth Science Division (ESD) pod Science Mission Directorate (SMD) v NASA. Jeho cílem je poskytovat volně dostupná data o zemi a nástroje pro práci s nimi s cílem pomoci jak při výzkumu, tak se zasadit o zlepšení životních podmínek pro společnost jak v současnosti, tak i budoucnosti a to již od roku 1994. Jedná se o velmi rozsáhlý a komplexní program, skládající se z mnoha projektů, programů. Díky tomu zde mimo jiné najdeme i produkty založené na datech z některých družic jejichž provozovatelem je ESA – tím je třeba HLS projekt (Harmonized Landsat and Sentinel-2 Project), který produkuje data o odrazivosti povrchu o rozlišení 30 m s časovou periodou dvou až tří dnů. Dalším velmi zajímavým projektem je MAAP (The Multi-Mission Algorithm and Analysis Platform), na kterém opět spolupracuje NASA a ESA se zaměřením získávání a zpracování dat o nadzemní vegetaci. To, a ještě víc je všechno dostupné skrz službu EarthData, která lze využívat pro monitorování stavu a změny v údolních nivách, zjišťování údajů o reálné plošné výměře lesů a jejich složení a k získání základních údajů o rozloze a stavu velkoplošných vodních ploch.

Dalším velkým zdrojem dat je Joint Research Centre (JRC) je služba Evropské komise, která se snaží poskytovat volně dostupná data pro podporu výzkumu v kontextu programu Horizon 2020 a jeho navazujícího programu Horizon Europe.

Pro sledování stavu a změny v údolních nivách lze zmínit z nabídky produktů JRC například Global Land Cover 2000 (GLC 2000), který poskytuje globální databázi krajinného pokryvu pro rok 2000. Tento produkt dále má možnost využití i pro naše další cíle jako je monitorování reálné plošné výměry lesů či velkoplošných vodních ploch. Dalším užitečným datasetem je EU Ecosystem Assessment – Freshwater Ecosystem ze sbírky MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services), který nejen obsahuje data o rozlohách řek, jezer a dalších objektů spadajících do sladkovodního ekosystému, půdní pokryv v údolních nivách či obsah dusíku a fosforu ve vodě, který je důležitým indikátorem pro sledování kvality velkoplošných vodních ploch, které taky sledujeme.

K monitorování reálné výměry lesů, jejich druhového složení a velikosti holin nacházíme dostupnou velmi širokou nabídku dat. Jako první bych zmínil DEFID2, který

obsahuje údaje o lesních holinách. Velkým zdrojem dat je i sbírka JRC-FOREST (JRC Forest Research Activities), ze které se nám může hodit následujících 9 datasetů:

- Forest Map of Europe for 2020 – mapa lesních ekosystémů založená na produktu programu Copernicus Forest Type map (2018)
- Forest Map MSPA 2000 – data o lesních porostech získána z FMAP2000 (Forest/Non-Forest Map 2000) s pomocí MSPA algoritmu s prostorovým rozlišením 25 m.
- Pan-European Map of Forest Biomass Increment – data o celoevropském nárůstu lesní biomasy získaná kombinací řady zdrojů (např. MODIS GPP) s rozlišením 1 km.
- European map of living forest above-ground biomass – celoevropská mapa zaznamenávající živou nadzemní lesní biomasu.
- Forest/Non-Forest Map 2000 – celoevropská mapa zalesněného území k roku 2000 vytvořená na základě dat z Landsatu ETM+ a Corine Land Cover 2000 s prostorovým rozlišením 25 m.
- Forest/Non-Forest Map 2006 - celoevropská mapa zalesněného území k roku 2006 vytvořená na základě dat z Landsatu ETM+ a Corine Land Cover 2000 s prostorovým rozlišením 25 m. Oproti FMAP2000 rozšířeno o data o typu lesů (FTYPE2006) zmapovaných pomocí MODIS.
- Global analysis of forest attribute layers for the EU Observatory on Deforestation and Forest Degradation – analýza lesních vrstev z datasetu Copernicus Land Cover z roku 2019
- Forest Type Map 2006 – mapa zastoupení typů evropských lesů v roce 2006 o prostorovém rozlišení 250 m vycházející z dat MODIS, Corine Land Cover 2006 a Landsat ETM+.
- Forest biomass map of EU27 for 2020 – mapa zásob nadzemní dřevní lesní biomasy v dvaceti sedmi zemích Evropské unie s rozlišením 100 m.

Pro zjištění údajů o ploše a stavu velkoplošných vodních ploch kromě již zmíněného datasetu EU Ecosystem Assessment - Freshwater Ecosystem existují i jiné alternativy, jako například sbírka Water Pressure Indicators (WPI), která se snaží poskytnout celkový obraz o stavu, správě a ohrožení sladkovodních objektů v Evropské

unii. Tyto tři níže uvedené datasety lze považovat za možnou alternativu/doplnění námi používaných dat:

- Domestic waste emissions to European freshwaters in the 2010s (v. 1.0) – mimo řady jiných důležitých informací zde nalzáme údaje o koncentraci dusíku a fosforu k roku 2010, které jsou významným indikátorem kvality vody.
- Nitrogen and phosphorus concentrations in European freshwater (2005-2012) - (v. Mar.2019) – data o průměrném ročním prostorovém rozložení koncentrace živin v evropských řekách a jejich povodích pro období mezi lety 2005-2012.
- Nitrogen and phosphorus concentrations in European freshwater (1990-2018) - (v. Nov.2021) – dataset s daty o průměrném ročním prostorovém rozložení koncentrace živin v evropských řekách a jejich povodích pro období od roku 1990 až do roku 2018.

Kromě toho všeho tu existují ještě další zdroje dat, která korespondují s cíli této práce. V oblasti sledování reálné výměry lesů, jejich druhovém složení a velikosti holin jsou k dispozici datasety a nástroje služby Global Forest Watch obsahující informace o změně lesního pokryvu (jeho dynamika v čase – příbytek/úbytek,...), složení lesního ekosystému (typy lesního pokryvu), využití lesa a řadu dalších dat, která však nemají využití pro naši studii (např. data o oblastech obývaných domorodci, apod.). Nejvýznamnějšími datasety v této oblasti jsou Tree Cover Loss dataset a Tree Cover Gain dataset s prostorovým rozlišením 30 m využívající multispektrální snímky ze senzorů Landsat 5 Thematic Mapper (TM), Landsat 7 Thematic Mapper Plus (ETM+) a Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) (FAO 2024).

Global Forest Change 2000-2022 je produktem Global Land Analysis and Discovery laboratory na katedře geografie univerzity v Marylandu. Toto oddělení zkoumá metody, příčiny a důsledky globální změny půdního pokryvu (GLAD 2024) a mimo jiné se podílí na řadě projektů jako je Global Forest Watch či Land and Carbon Lab, který nám může nabídnout data o celosvětovém půdním pokryvu mezi lety 2000 až 2020 s prostorovým rozlišením 30 m nebo data set Dynamic World, který za pomoci globálních dat ze Sentinelu 2 s prostorovým rozlišením 10 m monitoruje změnu půdního pokryvu a jeho využití již od roku 2016. Global Forest Change 2000-2022 využívá data z Landsatu o

prostorovém rozlišení 30 m. Jeho součástí je hned několik datasetů, z nichž s cílem naší práce nejvíce korespondují tyto:

- Tree canopy cover from year 2000 – lesní pokryv z roku 2000
- Global forest cover gain 2000-2012 – přírůstek/zvětšení lesního pokryvu mezi lety 2000-2012
- Year of gross forest cover loss event – ztráta/zmenšení lesního porostu mezi lety 2000-2022
- Circa year 2000 Landsat 7 cloud-free image composite – multispektrální snímky pro rok 2000
- Circa year 2022 Landsat cloud-free image composite – multispektrální snímky pro rok 2022

Pro další možné zdroje dat pro náš výzkum však nemusíme vždy chodit až za hranice. Posledním zdrojem dat, který bychom rádi zmínili je projekt Kůrovcová mapa, za jehož vznikem stojí autoři projektu KŮROVCOVÉ INFO a Specializované pracoviště dálkového průzkumu země ÚHUL Frýdek-Místek (kurovcovamapa.cz 2024), který byl vytvořen s cílem pomoci s bojem proti kůrovci v Česku. K tomuto účelu využívá data zpracovaná Specializovaným pracovištěm dálkového průzkumu země ÚHUL Frýdek-Místek:

- data o nynějším rozšíření smrkového porostu o výšce nad 12 m - získáno z Mapy dřevin ČR (zpracovaná data Sentinelu-2 z roku 2016)
- data o výskytu holin z let 2017-2018 - zjištěno pomocí dat z Mapy výrazného poklesu Indexu listové plochy LAI (Sentinel-2 data z roku 2018)

Obrazová analýza byla následně provedena na základě snímků systému Planet Inc. o prostorovém rozlišení 3 m. (kurovcovamapa.cz 2024)

3.3 Zpracování dat

Všechna data byla nahrána do programu ArcGIS Pro a v něm následně zpracována a vyexportována v přehledných tabulkách, land use matrixu detailně popisujícího vývoj jednotlivých kategorií půdního pokryvu a vizualizována v grafech.

3.3.1 Mimolesní vegetace

Ze služeb Copernicus z produktů High Resolution Layer Small Woody Features byly vybrány datasety pokrývající oblast Jihočeského kraje z let 2015 a 2018. Z databáze ArcČR byl extrahován polygon Jihočeského kraje, který následně posloužil k oříznutí dat s mimolesní vegetací. K rozčlenění mimolesní vegetace na intravilán a extravilán byla použita data z produktu Corine Land Cover+ Backbone vztahující se k roku 2018, která přesně vystihují rozsah zastavěného území v roce 2018, který je jedním ze sledovaných. Pro rok 2015 se nepodařilo najít data o rozsahu intravilánu a proto jsme využili stejná data z datasetu CLC+ Backbone stejně, jak pro rok 2018. Atributové tabulky jsme následně vyexportovaly jako xlsx soubory a provedli analýzu velikosti a počtu polygonů v jednotlivých letech. dále jsme porovnali stav mimolesní vegetace v intravilánu a extravilánu mezi sebou. Posléze došlo také k vzájemnému porovnání dat ze sledovaných let 2015 a 2018 a vyhodnocení našeho pozorování.

3.3.2 Údolní nivy

Po nahrání datasetů z produktu Copernicus Riparian zones, vztahujících se k letům 2012 a 2018 (Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a Riparian Zones Land Cover/Land Use 2018) a datasetu Riparian Zones Land Cover/Land Use Change 2012-2018, který pojednává o změnách pokryvu půdy a jejího využití mezi těmito lety. Tyto datasety byly stejně jako v případě mimolesní vegetace oříznuty na území sledovaného území - Jihočeského kraje. Dále proběhl export atributových tabulek, jejichž data byly následně analyzovány a vizualizovány. Vzhledem k zaměření práce byla věnována zvýšená pozornost na lesní porosty a jejich změnu. Z atributové tabulky datasetu Riparian Zones Land Cover/Land Use Change 2012-2018 byl vytvořen přehledný land use matrix, který podrobně popisuje, jak se jednotlivé kategorie se v tomto období vyvíjely.

3.3.3 Lesy

Pro podrobné zmapování lesních porostů a analýzu jejich vývoje jsme do programu ArcgisPro nahrály širokou škálu datasetů z několika produktů projektu Copernicus. Z produktu Corine Land Cover jsme využili datasety, vztahující se k letům, 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018 k analýze a vyhodnocení stavu krajiny Jihočeského kraje v daných letech. Tyto data byla oříznuta na území Jihočeského kraje a následně vyexportována jako soubory xlsx a za pomoci programu LibreOffice Calc vyhodnocena

a shrnuta v přehledných tabulkách. Pro podrobné popsání změn mezi jednotlivými lety, ze kterých jsou datasey CLC jsme použili data z produktů CLC Change, které zaznamenávají ztráty a zisky jednotlivých kategorií mezi lety 1990-2000, 200-2006, 2006-2012 a 2012-2018. Jednotlivé atributové tabulky byly vyexportovány a vytvořeny z nich přehledné land use matrixy. Data z datasetů CLC a CLC Change byla analyzována s důrazem na lesní ekosystémy, které jsou jedním z cílů naší práce a tudíž jsme ostatním kategoriím nevěnovali moc pozornosti. Pro přesnější analýzu lesního ekosystému jsme využili produkt High Resolution Layer Forest Type, ze kterého jsme nahráli datasey pro roky 2012, 2015 a 2018. Tyto data oproti předchozím byla v podobě rastru, tudíž pro jejich analýzu byla nejprve převedena na do vektorové podoby, oříznuta, vyexportována a vyhodnocena. Další datasey, které byly použity jsou součástí produktu Corilne Land Cover+ Backbone a vztahují se k letům 2018 a 2021. Tyto data bylo potřeba převést také z rastru na vektor a oříznuta do území Jihočeského kraje. Mimo to taky bylo potřeba z obou datasetů v Arcgis Pro vytvořit třetí vrstvu dat, která vypovídala o konkrétních změnách v využití půdy mezi lety 2018 a 2021. Výsledné výstupy byly následně vyexportovány jako tabulky dat a následně zpracovány do přehledných tabulek a land use matrixu, které vypovídají podrobně o stavu a vývoji sledovaných kategorií mezi lety 2018 a 2021. Stejně jako v případě využívání dat CLC, tak i u zpracování dat CLC+ Backbone jsme věnovali svou pozornost na lesní ekosystém, jakožto jeden z hlavních cílů této práce.

4. Výsledky

4.1 Mimolesní vegetace

Analýza dvou použitých datasetů zobrazující mimolesní vegetaci – High Resolution Layer Small Woody Features (2015 a 2018) a Urban Atlas Street Tree Layer (2012 a 2018) nám přinesla tyto výsledky.

První na řadu přišly data z let 2015 a 2018 z datasetu High Resolution Layer Small Woody Feature. V prvním sledovaném roce můžeme vidět, že celková rozloha mimolesní vegetace v Jihočeském kraji lehce přesahovala 41 121,23 hektarů a skládala se celkem z 142 474 polygonů o průměrné rozloze blížíci se 0,29 hektaru (viz tabulka 1).

Tabulka 1: Stav mimolesní vegetace podle HRL Small Woody Features 2015

Rozloha	42 121,23 ha
Počet Polygonů	142 474
Průměrná rozloha polygonu	0,29 ha

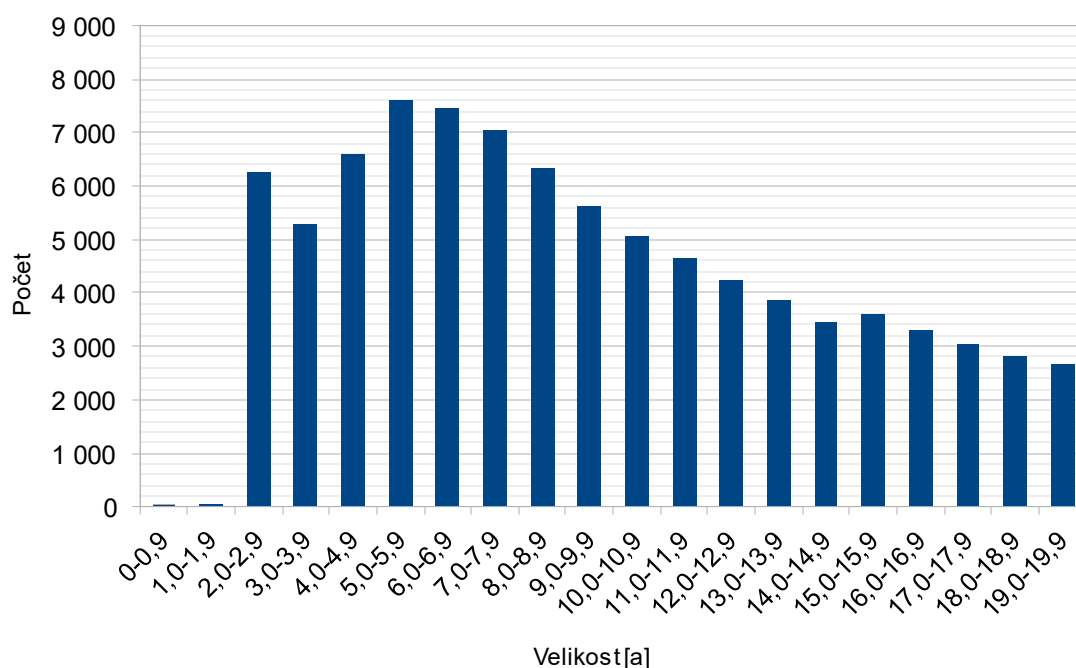
Podrobnější zkoumání dat ukázalo, že víc jak 62 % (88 991) ze všech polygonů bylo menších jak 0,2 hektarů a zabírají území o rozloze 6 404,08 hektarů. Jejich průměrná rozloha činila 0,07 hektarů. V porovnání s nimi, zbylých 53 483 polygonů přesahující velikost 0,2 hektaru, které co se týče počtu tvořily menšinu, tak zabíraly celkem více jak 34 717,15 hektarů území (víc jak 84 %) a průměrná velikost jednoho polygonu se pohybovala okolo 0,65 hektaru (viz tabulka 2).

Tabulka 2: Stav velikostních skupin mimolesní vegetace podle HRL Small Woody Features 2015

	do 0,2 ha	nad 0,2 ha
Rozloha	6 404,08 ha	34 717,15 ha
Počet Polygonů	88 991	53 483
Průměrná rozloha polygonu	0,07 ha	0,65 ha

Po detailnějším zaměření na nejpočetnější skupinu polygonů, jejichž velikost nepřesahuje 0,2 hektarů jsme zjistili, že jich nejvíce se má rozlohu mezi 5 až 8 ary a

následně s jejich rostoucí velikostí klesá i jejich počet (viz graf 1).



Graf 1: Velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – Small Woody Features 2015

Co se týče roku 2018, tak mimolesní vegetace se rozprostírala celkem na 32 997,72 hektarech Jihočeského kraje a skládala se z 93 504 polygonů. V tomto roce průměrná rozloha jednoho polygonu činila 0,35 hektaru (viz tabulka 3).

Tabulka 3: Stav mimolesní vegetace HRL podle Small Woody Features 2018

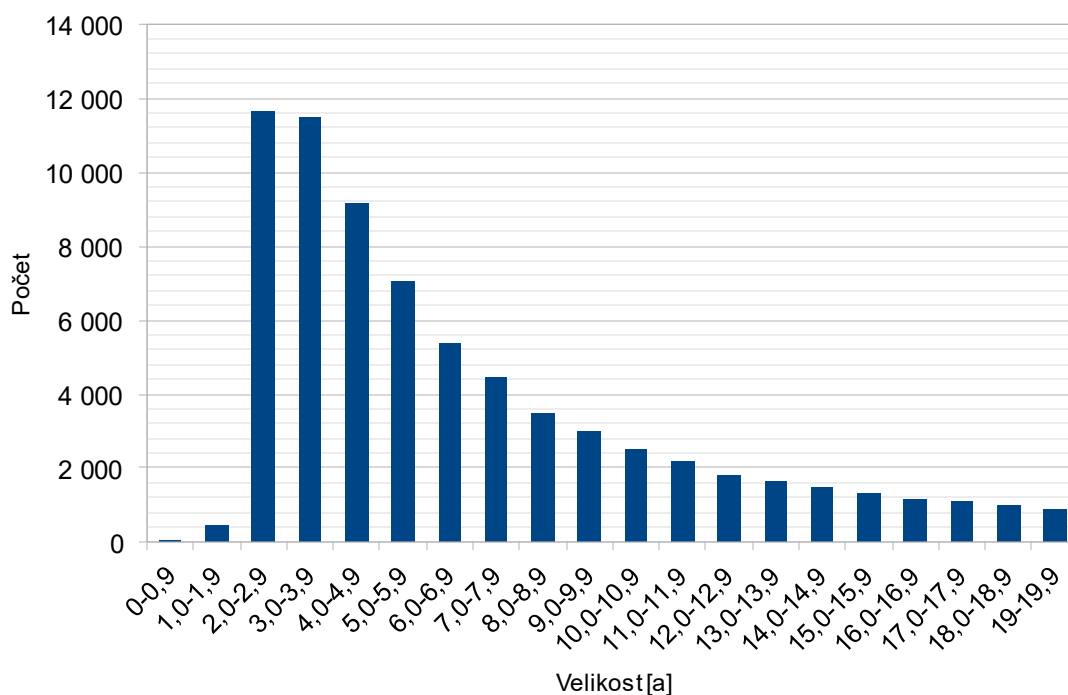
Rozloha	32 997,72 ha
Počet Polygonů	93 504
Průměrná rozloha polygonu	0,35 ha

V tomto sledovaném roce tvořil počet polygonů o rozloze menší jak 0,2 ha víc jak 76 % (71 347) z celého datasetu a zároveň odpovídal přibližně 15 % jeho rozlohy – 4 931,40 hektarů. Průměrná rozloha jednoho polygonu z této skupiny byla 0,07 hektarů. Oproti nim, polygony s plochou nad 0,2 hektarů, které tvoří druhou skupinu se vyskytly v počtu 22 157 a zabírali 28 066,32 hektarů Jihočeského kraje. Průměrný zástupce ze skupiny těchto větších polygonů byl velký 1,27 hektarů (viz tabulka 4). I zde je vidět stejný trend co se týče poměrového zastoupení jednotlivých skupin polygonů co se týče počtu a rozlohy (viz koláčové grafy)

Tabulka 4: Stav velikostních skupin mimolesní vegetace podle HRL Small Woody Features 2018

	do 0,2 ha	nad 0,2 ha
Rozloha	4 931,40 ha	28 066,32 ha
Počet Polygonů	71 347	22 157
Průměrná rozloha polygonu	0,07 ha	1,27 ha

Z podrobnější analýzy polygonů, jejichž velikost nepřesahuje 0,2 hektarů nám data ukázala, že v roce 2018 se nejvíc polygonů nacházelo v rozmezí mezi 2 a 4 ary, přičemž další velikostní skupiny vykazovaly s klesající trend s rostoucí rozlohou (viz graf 2).

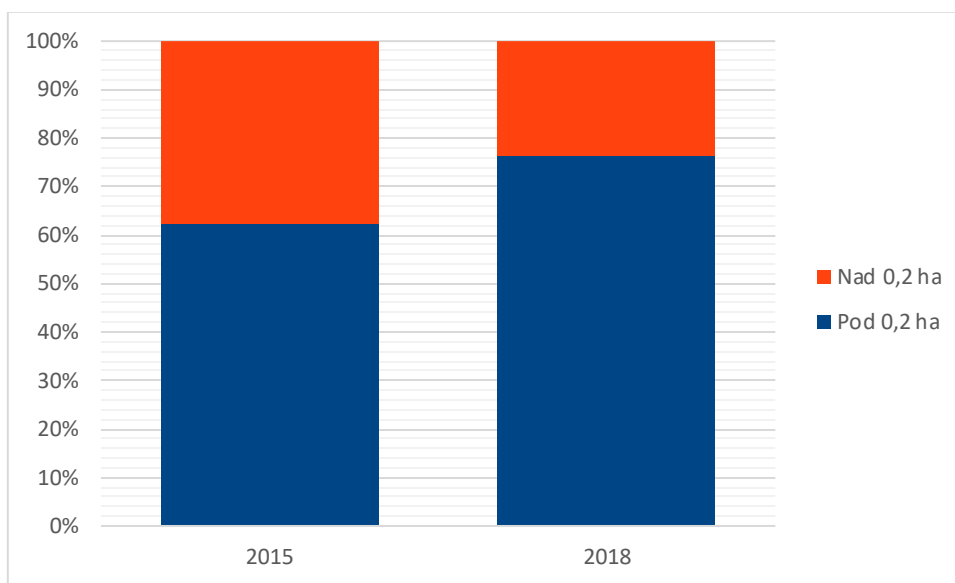


Graf 2: Velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – HRL Small Woody Features 2018

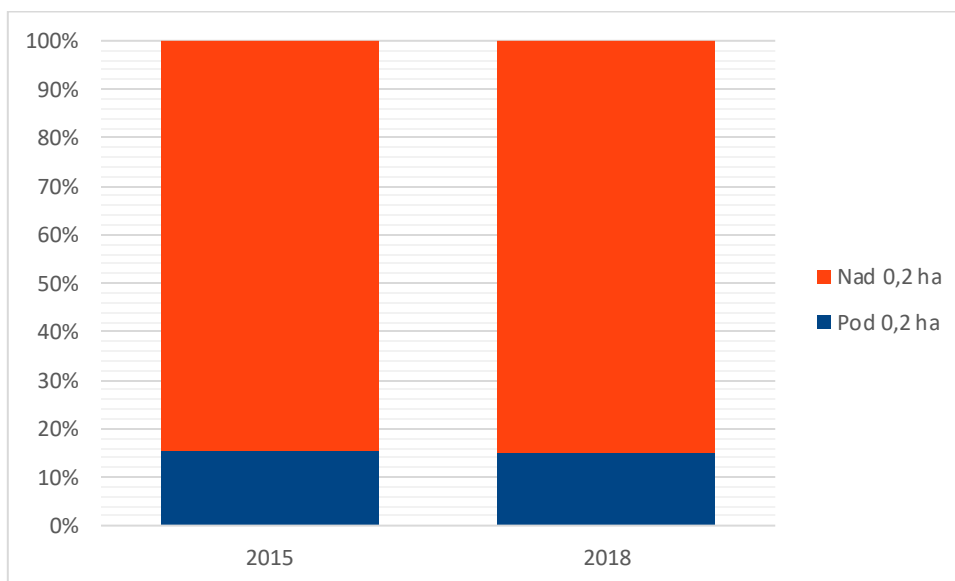
Při porovnání obou produktů z let 2015 a 2018 nám data ukazují, jak výrazně se změnil stav mimolesní vegetace v Jihočeském kraji. Celková rozloha mimolesní vegetace se zmenšila o necelých 20 % - z 41 121,23 hektarů na 32 997,72 hektarů. Nezmenšila se pouze rozloha, o poznání výrazněji ubyl značný počet polygonů – z 142 474 na

93 504 polygonů (skoro 35% pokles). To vedlo také k celkovému zvětšení průměrné rozlohy jednoho polygonu z 0,29 hektaru na 0,35 hektarů.

Když se podíváme na to, jak se tyto změny projevily na našich dvou sledovaných skupinách polygonů – menších a větších než 0,2 hektarů, tak nejvýrazněji se změnilo složení polygonů v datasetu. Zatím co v roce 2015 tvořily polygony větší než 0,2 hektaru přibližně dvě pětiny datasetu, v roce 2018 se jejich podíl snížil na něco málo přes jednu pětinu (viz graf 3) I přes tak výrazný úbytek v zastoupení polygonů této skupiny se poměr zastoupení jednotlivých skupin na celkové rozloze datasetu takřka nezměnil (viz druhé dva grafy).

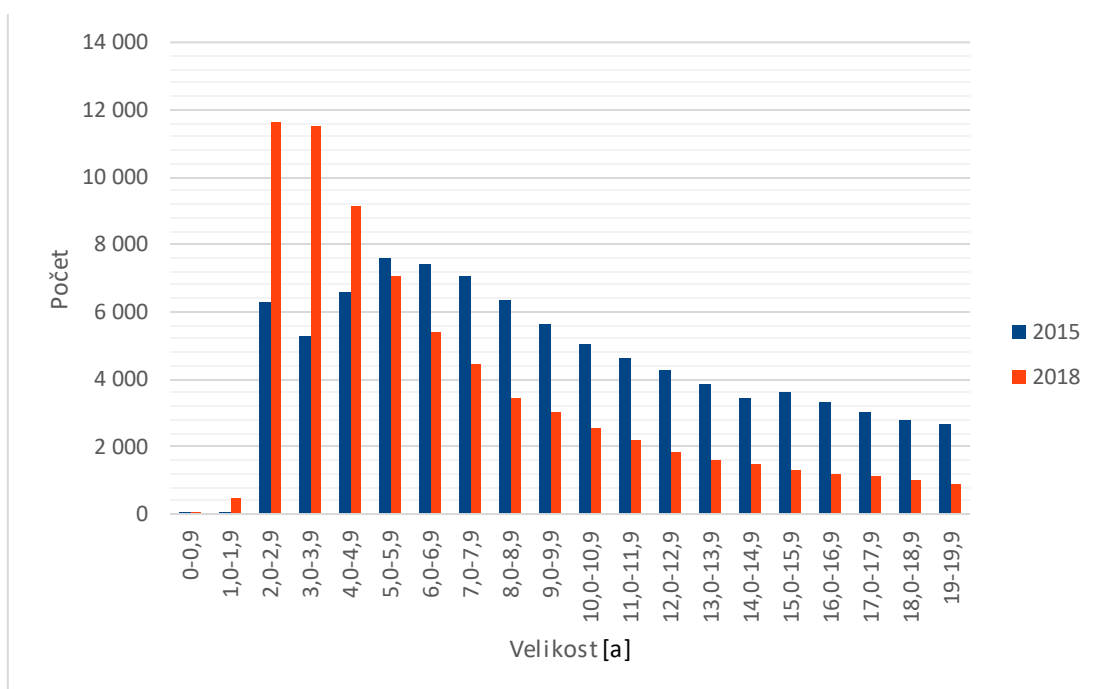


Graf 3: Srovnání počtu polygonů velikostních skupin polygonů mimolesní vegetace – HRL Small Woody Features



Graf 4: Srovnání rozlohy velikostních skupin polygonů mimolesní vegetace – HRL Small Woody Features

Co se týče velikostní distribuce polygonů menších jak 0,2 hektaru, tak zde jsou vidět značné rozdíly. Zatímco nejhojněji zastoupené velikosti v roce 2015 jsou 5 až 8 arů, a vývoj počtu polygonů v malých velikostních kategoriích je různý, tak v roce 2018 jsou nejpočetnější polygony o velikosti 2 až 5 arů s jasným stálým a postupným klesajícím trendem, který se objevuje v roce 2015 o poznání později ve vyšších velikostních kategoriích. Jasnou převahu, co se týče počtu polygonů, vykazují velikostní skupiny mezi 1 a 5 arů se vyznačuje rok 2018 oproti roku 2015, který má vyšší zastoupení ve vyšších velikostních kategoriích (nad 5 arů – viz graf 5). Z těchto výsledků lze odhadovat, že mezi lety 2015 a 2018 došlo ke značnému zmenšení počtu a velikosti polygonů mimolesní zeleně v Jihočeském kraji.



Graf 5: Srovnání velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – HRL Small Woody Features

Následná analýza dat z produktů Urban Atlasu Street Tree Layer přinesla velmi zajímavé výsledky. V prvním datasetu z roku 2012 můžeme vidět, že ve vybraném území zabírá mimolesní vegetace rozlohu o celkové výměře 1 631,27 hektarů a skládá se z celkem 6 156 polygonů. Průměrná velikost jednoho polygonu v roce 2012 činila 0,25 hektaru (viz tabulka 5).

Tabulka 5: Stav mimolesní vegetace podle UA Street Tree Layer 2012

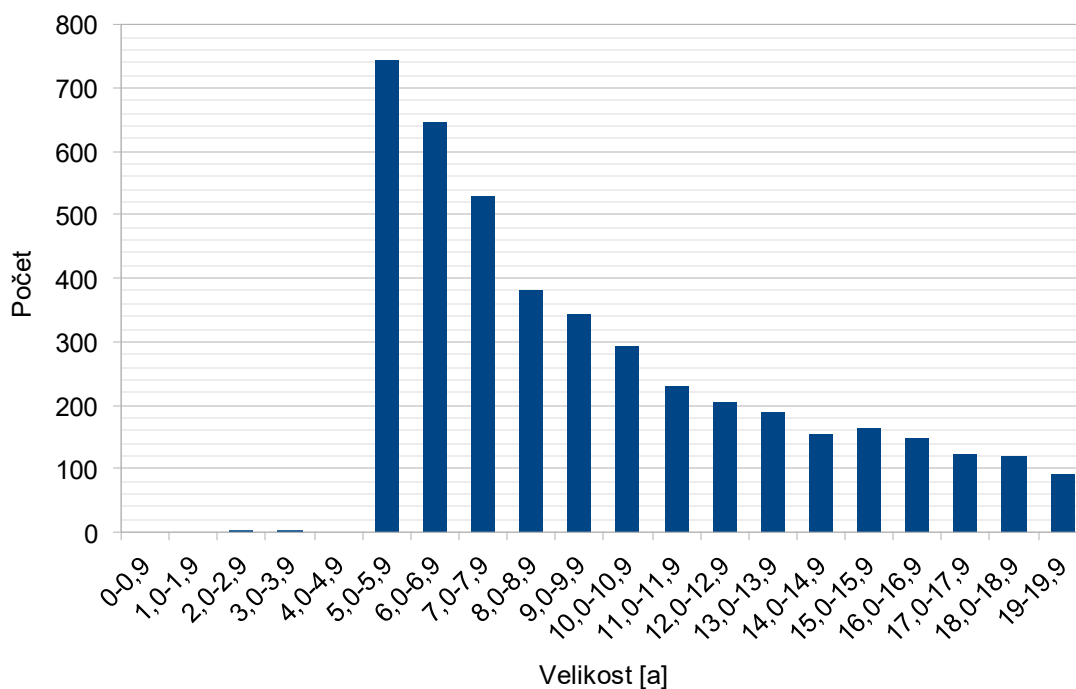
Rozloha	1 631,27 ha
Počet Polygonů	6 156
Průměrná rozloha polygonu	0,25 ha

Bližší pohled na data ukázal, že v datasetu z roku 2012 je 4 368 polygonů menších jak 0,2 hektaru 4 368 (tvoří přes 70 %) a zabírají celkovou plochu 429,16 hektarů, což odpovídá přibližně 26 % rozlohy celého datasetu. Můžeme zde sledovat stejný trend jako u předešlých HRL datasetů. Průměrná velikost jednoho polygonu činí 0,1 hektaru. U skupiny, s rozlohou nad 0,2 hektaru byla celková rozloha 1 202,11 hektarů a celkový počet polygonů 1 788. Průměrná velikost jednoho polygonu z této kategorie činila 0,67 hektarů (viz tabulka 6).

Tabulka 6: Stav velikostních skupin mimolesní vegetace podle UA Street Tree Layer 2012

	do 0,2 ha	nad 0,2 ha
Rozloha	429,16 ha	1 202,11 ha
Počet Polygonů	4 368	1 788
Průměrná rozloha polygonu	0,1 ha	0,67 ha

Když se podíváme na detailní složení polygonů s rozlohou menší jak 0,2 hektarů, tak vidíme, že většina polygonů má rozlohu mezi 5 a 8 ary (nejvíc mezi 5 a 6 ary – viz graf) a je zde vidět stejný trend jako u HRL datasetů, kde s rostoucí velikostí polygonu klesá počet jeho výskytu.



Graf 6: Velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – UA Street Tree Layer 2012

K roku 2018 nám data ukazují 7 608 polygonů mimolesní vegetace ve sledovaném území o celkové rozloze 2 423,53 hektarů. Průměrná velikost jednoho polygonu je 0,32 hektaru (viz tabulka 7).

Tabulka 7: Stav mimolesní vegetace podle UA Street Tree Layer 2018

Rozloha	2 423,53 ha
Počet Polygonů	7 608
Průměrná rozloha polygonu	0,32 ha

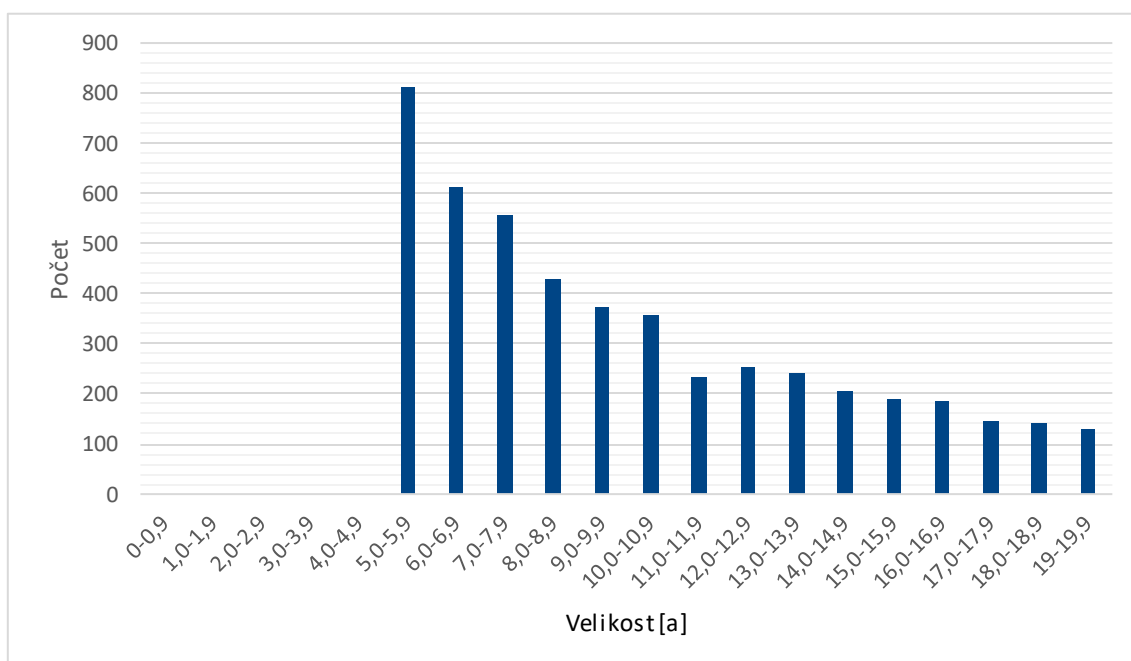
Pokud budeme dělit i tento vzorek na skupiny polygonů s rozlohou do 0,2 hektarů a nad 0,2 hektary, tak zjistíme následující, že počet menších polygonů (4 858) opět převyšuje počet větších (2 750) – polygony s rozlohou pod 0,2 hektaru tvoří víc jak 63 % z celkového počtu polygonů datasetu. Ale z pohledu zabírané rozlohy jsou opět v menšině – kategorie s rozlohou polygonů do 0,2 hektarů zabírá 491,55 hektarů, zatímco kategorie polygonů větších jak 0,2 hektaru zabývá území o rozloze 1 931,98 hektarů – to činí skoro

80 % rozlohy datasetu. Průměrná velikost jednoho polygonu z velikostní kategorie do 0,2 hektaru je 0,1 hektaru a polygony s rozlohou nad 0,2 hektaru mají průměrnou velikost 0,70 hektarů (viz tabulka 8).

Tabulka 8: Stav velikostních skupin mimolesní vegetace podle UA Street Tree Layer 2018

	do 0,2 ha	nad 0,2 ha
Rozloha	491,55 ha	1 931,98 ha
Počet Polygonů	4 858	2 750
Průměrná rozloha polygonu	0,10 ha	0,70 ha

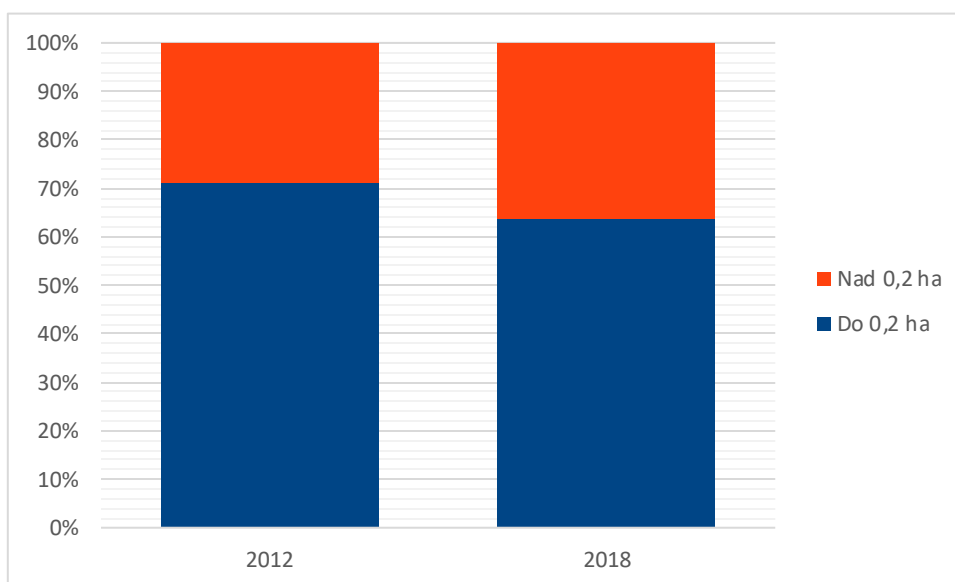
Složení distribuce polygonů v kategorii s rozlohou pod 0,2 hektaru podle velikosti nám ukazuje, že nejvyšší zastoupení mají velikostní kategorie mezi 5 a 8 ary (nejvíc polygonů má rozlohu mezi 5 a 6 ary) s klesající tendencí počtu polygonů v závislosti na růstu jejich velikosti (viz graf 7)



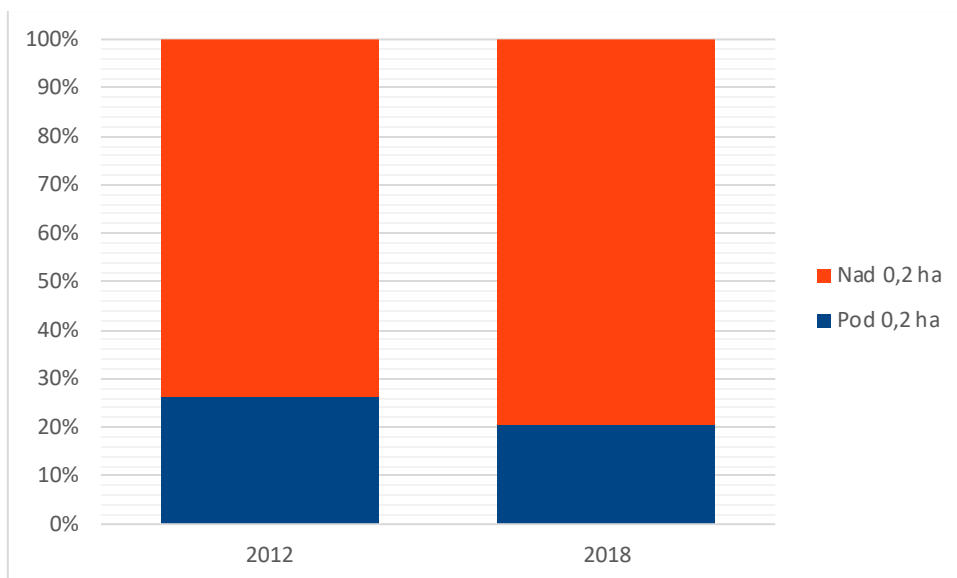
Graf 7: Velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace - UA Street Tree Layer 2018

Když vedle sebe postavíme data z obou sledovaných let 2012 a 2018, tak vidíme, že se množství mimolesní vegetace ve městech zvýšilo – z 1 631,27 hektarů v roce 2012 na 2 423,53 hektarů v roce 2018. To odpovídá více jak 48% nárůstu rozlohy. Co se týče počtů polygonů mimolesní zeleně, tak ty se zvedly pouze lehce přes 23 % (z 6 156 v roce 2012 na 7 608 v roce 2018). Dané změny vyústily k zvětšení průměrné rozlohy jednoho polygonu z 0,25 hektarů na 0,32 hektaru (28% nárůst). Lze tudíž předpokládat, že co se týče nových územních záborů mimolesní vegetace ve městech, tak se především jedná o rozšiřování svých původních lokalit než vzniku nových.

Když si promítneme vedle sebe obě sledované kategorie polygonů, které jsme rozdělili podle velikosti na menší a větší jak 0,2 hektaru, tak vidíme, jak se proměnily sledované datasety (viz grafy 8 a 9). Procentuální zastoupení počtu polygonů s velikostí nad 0,2 hektarů se zvýšilo o pětinu (z necelých 30 % na víc jak 36 %). Z pohledu rozlohy lze pozorovat logický důsledek – zvětšení zastoupení kategorie větších polygonů na celkové rozloze polygonů v datasetu (z víc jak 73 % v roce 2012 na skoro 80 % v roce 2018). Co se týče podílu rozlohy jednotlivých kategorií v datasetu, tak zde vidíme stejný rostoucí trend, jako v případě HRL produktů, avšak vývoj počtu polygonů mimolesní vegetace je ve městech má opačný trend (viz grafy 3,4, 8 a 9).

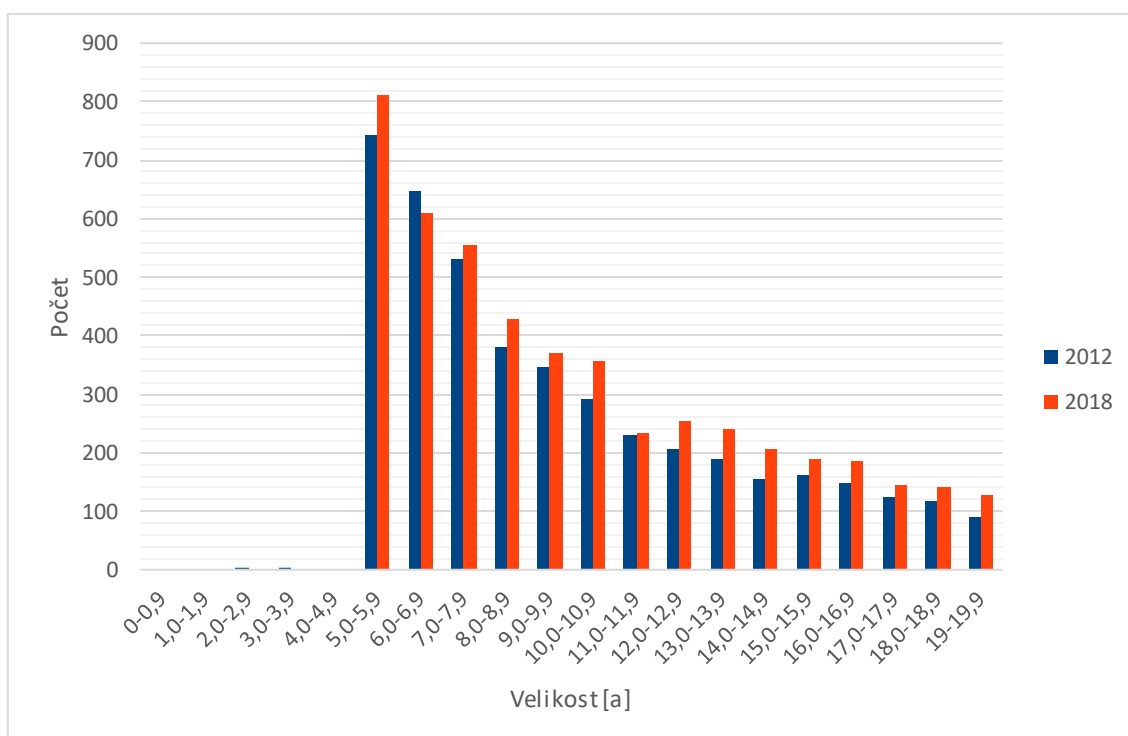


Graf 8: Srovnání počtu polygonů velikostních skupin polygonů mimolesní vegetace – UA Street Tree Layer



Graf 9: Srovnání rozlohy velikostních skupin polygonů mimolesní vegetace – UA Street Tree Layer

Pokud se zaměříme na detailnější analýzu velikostní distribuce polygonů s velikostí pod 0,2 hektaru, tak vidíme, že k výrazným změnám v rozložení nedošlo. V naprosté většině případů došlo k plošnému zvýšení počtu polygonů v daných velikostních kategoriích, kde výjimkou jsou kategorie 6-6,9 arů, která jako jediná zaznamenala výraznější pokles a kategorie 11-11,9 arů, která nejeví významnější změny ve své velikosti (viz graf 10).



Graf 10: Srovnání velikostní distribuce polygonů mimolesní vegetace – UA Street Tree Layer

Tabulka 9: Srovnání zobrazené mimolesní vegetace datasetů HRL Small Woody Features 2018 a UA Street Tree Layer 2018

	HRL SWF 2018	UA STL 2018
Rozloha	6 466,66 ha	2 423,53 ha
Počet Polygonů	22 352	7 608
Průměrná rozloha polygonu	0,29 ha	0,32 ha

Při porovnání datasetů High Resolution Layer a Urban Atlasu jsme použili produkty ze stejného roku 2018 a vyhodnotili za stejné území (v tomto případě rozsah FUA České Budějovice). Výsledky (viz tabulka 9) ukazují, víc jak dvou a půl násobnou rozlohu zmonitorované mimolesní vegetace v produktu HRL Small Woody Features 2018 (6 466,66 hektarů) oproti UA Street Tree Layer 2018 (2 423,53 hektarů). Celkový počet zmapovaných polygonů v datasetu HRL Small Woody Features 2018 (22 352) je skoro trojnásobný oproti datasetu UA Street Tree Layer 2018 (7 608). Proč se údaje z High Resolution Layer Small Woody Features a Urban Atlas Street Tree Layer tak moc liší? Proč dataset HRL mapuje dva a půl krát víc hektarů (6 466,66) mimolesní vegetace, než UA (2 423,53 hektarů)?

Jednou z příčin je určitě území, které dané datasety zpracovávají. Zatímco produkty HRL vyhodnocují stav mimolesní vegetace v celé krajině, tak produkty UA provádějí tuto klasifikaci pouze nad územím, které spadá do kategorie Umělé povrchy a spadá pod jedno z vytyčených FUA. Už to samotné je poněkud limitující, pro uživatele, který si potřebuje udělat aktuální obraz o stavu mimolesní vegetace v krajině.

Další příčinou je přesnost a podrobnost jednotlivých produktů. Produkty HRL jsou schopny zaznamenat lineární struktury s šířkou menší než 30 m a délkou větší jak 30 m (v případě datasetu z roku 2015 50 m). Co se týče plošných struktur, tak HRL zachycuje oblasti mimolesní vegetace s rozlohou mezi 200 m² a 5 000 m² a minimální šířkou 10 m. Oproti tomu produkty spadající pod Urban Atlas tak jsou schopné zachytit pouze plošné struktury větší než 500 m² s minimální šířkou 10 m. V tomto ohledu hraje důležitou roli minimální mapovací jednotka (MMJ). S menší mapovací jednotkou jsme schopni dosáhnout přesnějších výsledků a pravděpodobnost, že by nějaká plocha mimolesní

vegetace byla opomenuta se tím pádem zmenšuje. Z tohoto hlediska zde jasně dominují produkty HRL s minimální mapovací jednotkou výrazně menší než produkty Urban Atlasu, kdy mimo již zmíněných hodnot je dobré zmínit, že prostorové rozlišení u rastrových produktů HRL činí až 5 m.

Pokud porovnáme mezi sebou produkty UA a HRL nad leteckými snímky (viz obrázky 1-4), tak bezpochyby dvěma nejpřesnějšími datasey jsou UA Street Tree Layer 2018 (obrázek 2) a HRL Small Woody Features 2018 (obrázek 4). Na první pohled vidíme, že HRL Small Woody Features 2018 monitoruje s velkou přesností mimolesní vegetaci v zastavěném území i mimo něj, avšak je patrné, že v případě polí tento dataset vykazuje značnou chybovost. Navzdory tomu, že UA Street Tree Layer 2018 je specializovaný produkt na městskou zeleň, tak pro mapování mimolesní vegetace v intravilánu se jeví jako vhodné řešení kombinovat tento produkt společně s HRL Small Woody Features 2018, který dosahuje velmi podobných výsledků a vzájemně se dobře doplňují.



Obrázek 1: Urban Atlas Street Tree Layer 2012 - Ortofoto 2013



Obrázek 2: Urban Atlas Street Tree Layer 2018 - Ortofoto 2019



Obrázek 3: High Resolution Layer Small Woody Features 2015 - Ortofoto 2015



Obrázek 4: High Resolution Layer Small Woody Features 2018 - Ortofoto 2019

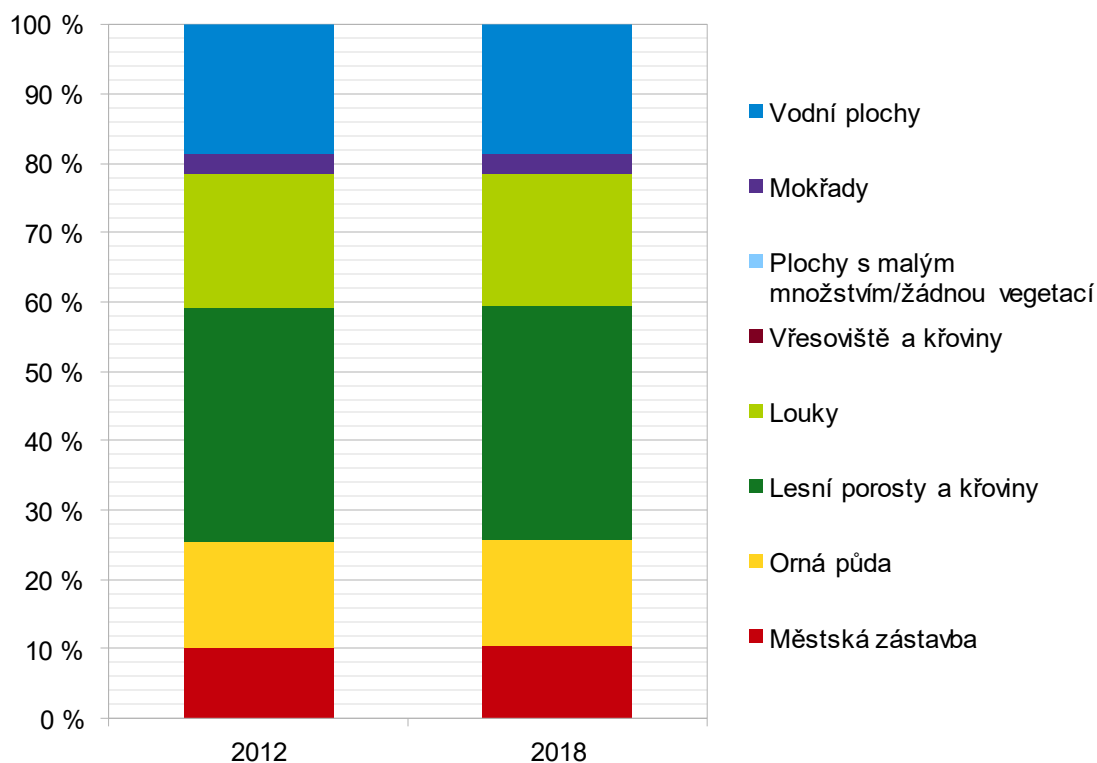
4.2 Údolní nivy

Tabulka 10: Stav půdního pokryvu v údolních nivách Jihočeského kraje podle CLMS Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a 2018

	2012	2018
Městská zástavba	7 375,64	7 573,04
Orná půda	11 297,54	11 273,03
Lesní porosty a křoviny	24 762,95	24 740,56
Louky	14 098,55	14 042,11
Vřesoviště a křoviny	3,85	3,85
Plochy s malým množstvím/žádnou vegetací	7,4	7,4
Mokřady	2 036,84	2 028,03
Vodní plochy	13 776,66	13 789,11

Údaje o složení a vývoji půdního pokryvu v údolních nivách jsme získali analýzou dat z produktů CLMS Riparian Zones – konkrétně Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a Riparian Zones Land Cover/Land Use 2018.

Jak si můžeme všimnout, výsledky (viz tabulka 10) nevykazují známky žádných větších změn v období mezi roky 2012 a 2018. Podobný vývoj krajinného pokryvu lze mezi těmito lety sledovat i v celém Jihočeském kraji (viz tabulka 12). Nárůst své původní plochy vykazuje akorát městská zástavba, která zvýšila svoji rozlohu z 7 375,64 hektarů na 7 573,04 hektarů v roce 2018 a vodní plochy, jejichž rozloha zaznamenala malý nárůst z 13 776,66 hektarů v roce 2012 na 13 789,11 hektarů. Pokles ve velikosti svého území vykazuje celkem šest kategorií – orná půda, jejíž rozloha v roce 2012 činila 11 297,54 hektarů poklesla na 11 273,03 hektarů, lesní porosty a křoviny se v roce 2018 rozprostíraly na 24 740,56 hektarech oproti jejich dřívějším 24 762,95 hektarům, louky, kterým zbylo 14 042,11 hektarů z původních 14 098,55 hektarů a mokřady, které se zmenšily z 2 036,84 hektarů v roce 2012 na 2 028,03 hektarů v roce 2018, Vřesoviště a křoviny společně s plochami s malým množstvím či žádnou vegetace nejeví žádné známky změny v jejich rozloze – vřesoviště a křoviny se rozprostírají na ploše 3,85 hektarů a plochy s malým množstvím či žádnou vegetací obsazují 7,4 hektarů údolních niv v Jihočeském kraji. Jelikož se rozlohy jednotlivých kategorií půdního pokryvu nijak výrazně nezměnily, tak ani jejich podílové zastoupení v krajině zůstává takřka stejné v roce 2018 jako tomu bylo v roce 2012 (viz graf 11)



Graf 11: Zastoupení typů půdňho pokryvu v řičních nivách podle CLMS Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a 2018

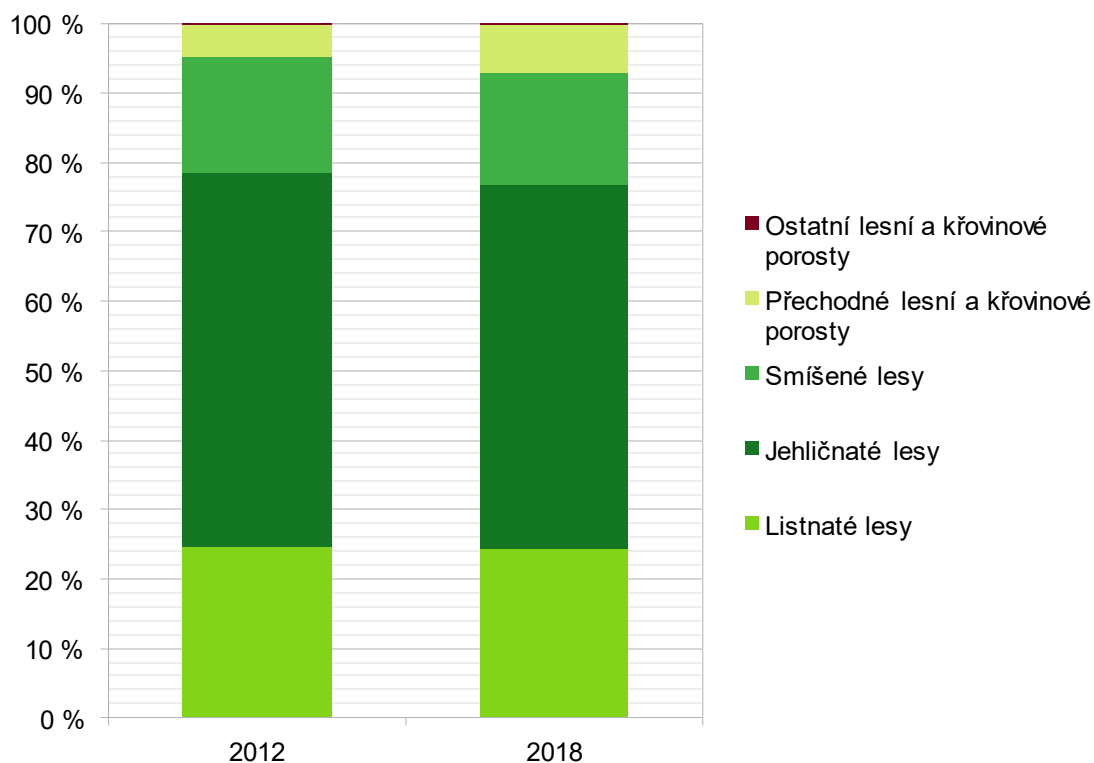
Tabulka 11: Stav lesních porostů a křovin v údolních nivách podle CLMS Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a 2018

	2012	2018
Listnaté lesy	6 060,15 ha	6 009,05 ha
Jehličnaté lesy	13 386,23 ha	12 959,6 ha
Smíšené lesy	4 131,57 ha	4 034,2 ha
Přechodné lesní a křovinové porosty	1 141,93 ha	1 694,64 ha
Ostatní lesní a křovinové porosty	43,08 ha	43,08 ha

Vzhledem k zaměření této práce na životní prostředí, kdy jedním z cílů je monitorování lesů, tak jsme z dat extrahovaly údaje o kategorii lesní porosty a křoviny, které jsme dále podrobněji analyzovali (viz tabulka 11).

Výsledky ukazují, že všechny druhy lesa zaznamenaly pokles své rozlohy. Největší úbytek vykazují lesy jehličnaté, které se z původních 13 386,23 hektarů v roce

2012 zmenšily na 12 959,6 hektarů. Smíšené lesy se zmenšily z 4 131,57 hektarů na 4 034,2 hektarů a nejmenší úbytek je pozorován u lesů listnatých, které v roce 2018 zabíraly území o rozloze 6 009,05 hektarů oproti původním 6 060,15 hektarům. Oproti tomu přechodné lesní a křovinové porosty vykazují značný nárůst z 1 141,93 hektarů v roce 2012 na 1 694,64 hektarů v roce 2018. Jelikož tento typ pokryvu odpovídá mimo jiné i holinám, které zůstávají po těžbě dřeva, tak tento údaj není vůbec překvapivý, když ho dáme do souvislosti s úbytky lesů, které byly popsány výše. Ostatní lesní a křovinové porosty si zachovaly svou rozlohu 43,08 hektarů po celé sledované období. I přes to všechno, podíl zastoupení jednotlivých druhů lesních a křovinových porostů nezaznamenalo razantní změny (viz graf 12) – jehličnaté lesy vykazují mírný pokles, zatímco lesy smíšené a přechodné lesní a křovinové porosty naopak mírný nárůst v procentech jejich zastoupení v jihočeských údolních nivách.



Graf 12: Složení lesních porostů a křovin podle CLMS Riparian Zones Land Cover/Land Use 2012 a 2018

Pro podrobné pozorování vývoje krajinného pokryvu jsme zhotovili na základě dat z produktu Riparian Zones Land Cover/Land Use Change 2012-2018 land use matrix (viz odkaz), který nám změny v tomto období přesně popisuje.

Land use matrix 2012-2018 ([odkaz](#))

Celkem došlo ke změně půdního pokryvu na 764,34 hektarech půdy údolních niv v Jihočeském kraji mezi lety 2012 až 2018. Souvislá městská zástavba (1111) nevykazuje žádné ztráty, nýbrž nové územní zisky o velikosti 0,76 hektarů na úkor oblastí s těžbou nerostů, skládek a stavenišť (1310). Hustá městská zástavba (1112) přišla o 0,11 hektarů díky stavbě silniční infrastruktury (1210) a rozrostla se celkem o 17,85 hektarů nového území z toho bylo 9,84 hektarů na úkor zemědělsky využívaných luk (4100), 7,04 hektarů na úkor oblastí s těžbou nerostů, skládek a stavenišť, 0,56 hektarů z rozlohy přírodních a polopřírodních jehličnatých lesů (3210) a 0,42 hektarů z rozlohy zavlažované a nezavlažované orné půdy (2110). Řídká městská zástavba (1113) v období mezi lety 2012 a 2018 nevykazuje žádné ztráty. Její přírůstky na rozloze činí celkem 19,69 hektarů. Z nichž 77 % (15,19 hektarů) tvoří bývalé zemědělsky využívané louky. Dále se tato kategorie rozrůstala o 2,12 hektarů na úkor zavlažované a nezavlažované orné půdy, o 1,6 hektarů bývalého území přírodních a polopřírodních jehličnatých lesů a o 0,78 hektarů, na kterých byly v roce 2012 klasifikovány oblasti s těžbou nerostů, skládky a stavenišť. Průmyslové, obchodní a vojenské oblasti (1120) vykazují celkovou ztrátu 4,2 hektarů území. Více jak 98 % z toho mají na svědomí oblasti s těžbou nerostů, skládky a stavenišť, zbylých 0,07 hektarů silniční infrastruktura. Územní zisky této kategorie tvoří celkem 38,91 hektarů. Největší přírůstky byly zaznamenány na úkor zemědělsky využívaných luk (17,36 hektarů) a zavlažované a nezavlažované orné půdy (14,68 hektarů). Dále přispěly k rozrůstání této kategorie louky (4000) s 1,39 hektary, oblasti s těžbou nerostů, skládky a stavenišť s 1,17 hektary, přechodné lesy a křoviny s 1,15 hektary, přírodní a polopřírodní listnaté lesy s 1,08 hektary, městská zeleň a oblasti určené pro sport a rekreaci s 0,79 hektary a přírodní, polopřírodní jehličnaté lesy s 0,77 hektary a polopřírodní louky s 0,53 hektary. Silniční infrastruktura nezaznamenala žádné ztráty na své rozloze a naopak získala nových 10,06 hektarů. Touto kategorií bylo zabráno 3,98 hektarů zavlažované a nezavlažované orné půdy, 3,27 hektarů zemědělsky využívaných luk, 2,03 hektarů oblastí s těžbou nerostů, skládek a stavenišť, 0,46 hektarů přírodních a polopřírodních listnatých lesů, 0,12 hektarů přírodních a polopřírodních vodních toků, 0,11 hektarů husté městské zástavby a 0,07 hektarů průmyslových, obchodních a vojenských oblastí. Železniční infrastruktura (1220) přišla mezi lety 2012 a 2018 o 0,02 hektarů svého původního území na úkor silniční infrastruktury. Žádné nové územní zisky tato kategorie nevykazuje. Oblasti s těžbou nerostů, skládky a stavenišť vykazují ztrátu celkem 38,68 hektarů svého původního území. Největší podíl (46 %) na tom mají zemědělsky využívané louky, které zabraly 18,03 hektarů z původní rozlohy této

kategorie. Hustá městská zástavba získala na úkor oblastí s těžbou nerostů, skládek a stavenišť 7,04 hektarů – tyto změny můžeme považovat za výsledek dokončených stavebních prací, které probíhaly v roce 2012 avšak v roce 2018 byly již hotovy. Ze stejného důvodu přešlo 0,76 hektarů do souvislé městské zástavby, 0,78 hektarů do řídké městské zástavby, 1,17 hektarů do kategorie průmyslových, obchodních a vojenských oblastí a 2,03 hektarů do kategorie silniční infrastruktury. Další úbytek způsobily podle vytvořeného land use matrixu louky – 0,47 hektarů, polopřírodní louky (4210) – 1,05 hektarů, přírodní jezera (8210) – 1,18 hektarů a vodní nádrže po těžebním průmyslu (8240) – 0,4 hektarů. Z 5,3 hektarů se stala zavlažovaná a nezavlažovaná orná půda a 0,47 hektarů bylo v roce 2018 klasifikováno jako půda bez jakéhokoliv současného využití (1320). Oblasti s těžbou nerostů, skládky a stavenišť vykazují v tomto šestiletém období nárůst o nových 47,37 hektarů. To především díky zemědělsky využívaným lukám, které na úkor této kategorie přišly o 14,67 hektarů, přírodním a polopřírodním jehličnatým lesům, které přispěly 7,82 hektary a zavlažované a nezavlažované orné půdě, která díky tomu přišla o 7,64 hektarů ze své rozlohy. Dále k nárůstu rozlohy přispěla hustá městská zástavba 4,13 hektary, vodní nádrže po těžebním průmyslu 3,56 hektary, přírodní a polopřírodní listnaté lesy 2,75 hektary, popřírodní louky 2,67 hektary, přechodné lesy a křoviny 1,62 hektary, mokřady (7110) 1,41 hektary, přírodní jezera 0,85 hektary a mrtvá ramena řek (8130) 0,25 hektary. Půda bez jakéhokoliv současného využití nevykazuje žádný úbytek, pouze nárůst o 0,47 hektarů na úkor oblastí s těžbou nerostů, skládek a stavenišť. Městská zeleň a prostory pro sport a volný čas vykazují výraznou kladnou bilanci, kdy oproti roku 2012 přišla tato kategorie o 0,79 hektarů na úkor průmyslových, obchodních a vojenských oblastí a naopak získala 8,39 hektarů nového území. Největší část (cca 67 %) vznikla především přeměnou 5,58 hektarů zemědělsky využívaných luk, dále pak k zvětšení rozlohy této kategorie přispěly přírodní a polopřírodní listnaté lesy 1,78 hektary a přírodní a polopřírodní jehličnaté lesy 1,03 hektary. Zavlažovaná a nezavlažovaná orná půda získala na rozloze 5,3 hektarů na úkor oblastí s těžbou nerostů, skládek a stavenišť. Zaznamenala však velký úbytek, kdy ze své původní rozlohy v roce 2012 přišla celkem o 29,81 hektarů. Největší podíl na tom mají průmyslové, komerční a vojenské oblasti a to lehce přes 49 % (14,68 hektarů), dále pak oblasti s těžbou nerostů, skládky a stavenišť, které zabraly 7,64 hektarů, posléze průmyslové, komerční a vojenské oblasti s 3,98 hektary, řídká městská zástavba s 2,12 hektary, rybníky s 0,98 hektary a hustá městská zástavba s 0,42 hektary. Přírodní a polopřírodní listnaté lesy vykazují pouze ztráty oproti roku 2012 a to o celkové velikosti

52,69 hektarů. Z toho víc jak 88 % (46,62 hektarů) se přeměnilo na přechodné lesní a křovinové porosty, což je s největší pravděpodobností následek těžby dřeva. Dále padlo 2,75 hektarů ve prospěch těžby nerostů, skládek a stavenišť, 1,78 hektarů padlo ve prospěch městské zeleně a prostorů pro sport a volný čas, 1,08 hektarů zabraly průmyslové, komerční a vojenské oblasti a 0,46 hektarů bylo ztraceno díky stavbě silniční infrastruktury. Přírodní a polopřírodní jehličnaté lesy vykazují značnou negativní bilanci. Za pozorované šestileté období mezi lety 2012 a 2018 přišly celkem o 434,59 hektarů ze své původní rozlohy a získaly pouhých 7,96 hektarů nového území. Stejně jako u lesů listnatých, zde vidíme, že největší úbytek plochy je na úkor přechodných lesů a křovin, které v tomto případě mají na svědomí víc jak 96 % (421,09 hektarů) územních ztrát této kategorie, dále se na zmenšování plochy jehličnatých lesů podílí i oblasti s těžbou nerostů, skládkami a staveništi (7,82 hektarů), vodní nádrže po těžebním průmyslu (1,73 hektarů), řídká městská zástavba (1,6 hektarů), městská zeleň a oblasti určené pro sport a rekreaci (1,03 hektarů), průmyslové, komerční a vojenské oblasti (0,77 hektarů) a hustá městská zástavba (0,56 hektarů). Přírodní a polopřírodní smíšené lesy nezaznamenaly v tomto časovém úseku výrazných změn. Zisky nové rozlohy nevykazují, pouze ztrátu 97,36 hektarů území ve prospěch přechodných lesů a křovin – s největší pravděpodobností následek těžby dřeva. Co se týče kategorie přechodných lesů a křovin, tak ta se vyznačuje v období mezi lety 2012 a 2018 výrazně kladnou bilancí, kdy přišla pouze o 13,77 hektarů svého území a získala 566,48 hektarů území nového. Za ztráty jsou zodpovědné především nové přírodní a polopřírodní jehličnaté lesy, které získali na úkor této kategorie 7,96 hektarů území (to odpovídá víc jak 57 % ze všech ztrát přechodných lesů a křovin), dále pak přírodní jezera (3,05 hektarů), oblasti s těžbou nerostů, skládky a stavenišť (1,62 hektarů) a průmyslové, komerční a vojenské oblasti (1,15 hektarů). Nové územní zisky jsou primárně na úkor přírodních a polopřírodních lesů – činí celkem přes 99 % (565,07 hektarů) z nové rozlohy této kategorie. Z toho je 421,09 hektarů na úkor jehličnatých lesů, 97,36 hektarů na úkor smíšených lesů a 46,62 hektarů na úkor lesů listnatých. Mimo to, se přechodné lesy a křoviny rozrostly na 1,41 území, které v roce 2012 bylo klasifikováno jako přírodní a polopřírodní vodní toky. Louky nezaznamenaly větší změny ve své rozloze. Jejich územní ztráty činily za sledovaných šest let 1,39 hektarů vlivem rozšiřování průmyslových, komerčních a vojenských oblastí a zisky 0,47 hektarů na úkor oblastí s těžbou nerostů, skládkami a staveništi. Zemědělsky využívané louky vykazují značnou ztrátu ze své původní rozlohy, která ani z daleka nebyla vykompenzována novými

územními zisky. Mezi lety 2012 a 2018 tato kategorie přišla celkem o 69,16 hektarů ze své původní rozlohy, přičemž největší podíl na tom měly průmyslové, komerční a vojenské oblasti s 17,36 hektary, řídká městská zástavba s 15,19 hektary a oblasti s těžbou nerostů, skládkami a staveništi s 14,67 hektary. V menší míře se na úbytku území této kategorie podílela i hustá městská zástavba s 9,84 hektary, městská zeleň a oblasti určené pro sport a rekreaci s 5,58 hektary, silniční infrastruktura s 3,27 hektary, polopřírodní louky s 1,88 hektary, přírodní jezera s 1,17 hektary a vodní nádrže po těžebním průmyslu s 0,2 hektary. Mimo územních ztrát však nám data ukazují i zisk nových území v celkové míře 18,55 hektarů, z nichž víc jak 97 % tvoří území, na kterých se vyskytovala těžba nerostů, skládky a staveniště. Polopřírodní louky přišly ve sledovaném šestiletém období o 6,24 hektarů ze své původní rozlohy – 3,04 hektarů ve prospěch přírodních a polopřírodních vodních toků, 2,67 hektarů získaly oblasti s těžbou nerostů, skládkami a staveništi a 0,53 hektarů připadlo průmyslovým, komerčním a vojenským oblastem. Územní zisky této kategorie nedosáhly ani poloviny rozlohy ztraceného území – tvořily pouze 2,93 hektarů. Z nich 1,88 hektarů dříve bývalo zemědělsky využívanými loukami a 1,05 hektarů patřilo oblastem s těžbou nerostů, skládkami a staveništi. Mokřady mezi lety 2012 a 2018 nezaznamenaly žádné nové zisky území, pouze ztrátu celkem 8,81 hektarů ze své původní rozlohy. Především díky jezerům, které zapříčinili víc jak 66 % všech územních ztrát (5,82 hektarů), dále pak 1,58 hektarů připadlo kategorii rybníků a 1,41 hektarů oblastem s těžbou nerostů, skládkami a staveništi. Bilance přírodních a polopřírodních vodních toků je oproti močálům kladná. V tomto šestiletém období přišla tato kategorie o pouhých 1,53 hektarů – zejména kvůli přechodným lesům a křovinám, které jsou příčinou ztráty území z 92 % (1,41 hektarů) a svůj podíl na tom má i nová silniční infrastruktura, která zabrala 0,12 hektarů původní rozlohy této kategorie. Územní zisky převyšují ztráty skoro dvojnásobně – v roce 2018 byl zaznamenán nárůst rozlohy přírodních a polopřírodních vodních toků za šest let o velikosti 3,04 hektarů, které byly původně klasifikovány jako polopřírodní louky. Mrtvá ramena řek stejně jako třeba kategorie močálů vykazují pouze územní ztrátu a to o velikosti 0,25 hektarů ve prospěch oblastí s těžbou nerostů, skládkami a staveništi. Kategorie jezer vykazuje výrazný nárůst své rozlohy ve sledovaném období mezi lety 2012 a 2018. Celkové územní ztráty činí pouhých 0,85 hektarů, které připadly oblastem s těžbou nerostů, skládkami a staveništi, zatímco zisky nové rozlohy činí 11,22 hektarů a to především díky močálům, které přišly o 5,82 hektarů ze svého území a tvoří tím víc jak 51 % nových územních zisků jezer. Dále pak se tato kategorie rozrostla o 3,05 hektarů na úkor přechodných lesů a křovin, o

1,18 hektarů na úkor oblastí s těžbou nerostů, skládkami a staveništi a o 1,17 hektarů původních zemědělsky využívaných luk. Rozloha území, na kterém se rozkládají rybníky se zvětšila o 2,56 hektarů, přičemž 1,58 hektarů (více jak 61 %) bylo na úkor mokřadů a 0,98 hektarů na úkor zavlažované a nezavlažované orné půdy. vodní nádrže po těžebním průmyslu v období mezi lety 2012 a 2018 vykazují ztrátu území o velikosti 4,08 hektarů, přičemž většina (více jak 87 %) mají na svědomí oblasti s těžbou, skládkami a staveništi a také zemědělsky využívaná luka, které získali na úkor této kategorie 0,52 hektarů nového území. Co se zisku nové rozlohy týče, tak vodní nádrže průmyslových areálů získali lehce víc jak polovinu ztracené rozlohy zpět (2,33 hektarů) na kategoriích jako jsou přírodní a polopřírodní jehličnaté lesy (1,71 hektarů), oblasti s těžbou nerostů, skládkami a staveništi (0,4 hektarů) a zemědělsky využívaná luka (0,2 hektarů).

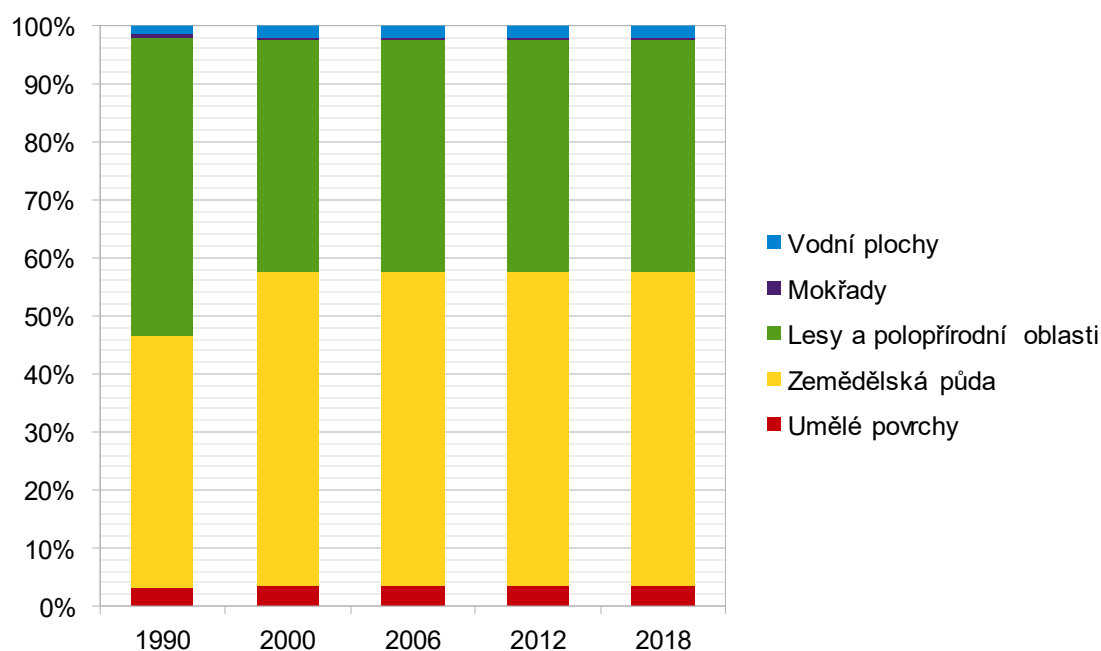
4.3 Lesy

Tabulka 12: Stav půdního pokryvu podle Corine Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018

	1990	2000	2006	2012	2018
Umělé povrchy	31 618,19 ha	33 012,55 ha	33 859,02 ha	35 723,69 ha	35 921,70 ha
Zemědělská půda	432 428,85 ha	545 154,22 ha	544 324,25 ha	541 570,75 ha	541 364,95 ha
Lesy a polopřírodní oblasti	512 265,90 ha	401 324,41 ha	401 439,23 ha	402 354,41 ha	402 339,84 ha
Mokřady	7 428,70 ha	5 839,03 ha	5 815,76 ha	5 721,92 ha	5 733,20 ha
Vodní plochy	15 548,17 ha	20 487,69 ha	20 379,66 ha	20 447,14 ha	204,58 ha

Z analýzy dat (viz tabulka 12) získaných z produktů Corine Land Cover (CLC 1990, CLC 2000, CLC 2006, CLC 2012 a CLC 2018) můžeme vidět největší rozdíly mezi lety 1990 a 2000. Za těchto deset let vzrostla plocha umělých povrchů o přibližně 1500 hektarů, došlo k výraznému navýšení rozlohy zemědělské půdy, kdy z původních 432 428,85 hektarů zaznamenáváme v roce 2000 545 154,22 hektarů zemědělské půdy to je nárůst o víc jak 110 000 hektarů. Podobnou velikost změny s opačným znaménkem vidíme v vývoji plochy lesů a polopřírodních oblastí, které v roce 1990 zabíraly přes půl

milionu hektarů (512 265,9 ha), zatím co v roce 2000 je to již pouhých 401 324,41 hektarů. Další kategorií, která zaznamenala výrazný pokles jsou mokřady, ty stejně jako lesy a polopřirodní oblasti zaznamenaly ztrátu rozlohy o přibližně 20 % a v roce 2000 z původních 7 428,7 hektarů poklesla rozloha území jimi pokrytá na 5 839,03 hektarů. Naproti tomu u vodních ploch pozorujeme nárůst přibližně o 33 %, kdy v z původních 15 548,17 hektarů v roce 1990 se zvětšila jejich rozloha na 20 487,69 hektarů v roce 2000. Stavby jednotlivých půdních pokryvů ve zbylých sledovaných letech nezaznamenávají podobně dramatické změny. Mokřady společně s vodními plochami neprokazují žádný významnější trend vývoje jejich rozlohy. Mírně rostoucí trend pozorujeme u umělých ploch, kde mezi lety 2000 a 2018 se zvětšila jejich rozloha přibližně o 2 900 hektarů a také u lesů a polopřirodních oblastí, které v roce 2000 zabírali plochu 401 324,41 hektarů a o 18 let později v roce 2018 již 402 339,84 hektarů – to činí nárůst o přibližně 1 000 hektarů za osmnáct let. Zdaleka největší změny v rozloze zabírané půdy můžeme vidět u zemědělské půdy. Velikost oblasti, kterou zabírala v roce 2000 činila 545 154,22 hektarů, zatímco v roce 2018 to je 541 364,95 hektarů – jedná se o pokles v rozloze necelých 4 000 hektarů a tím i největší změnu v rozloze jednotlivých skupin v období mezi lety 2000 až 2018. Když ze získaných údajů vytvoříme sloupcový graf (viz graf 13), vidíme, že procentuální rozložení jednotlivých půdních pokryvů v Jihočeském kraji se mezi lety 2000 až 2018 výrazně neliší, co se nedá říct při porovnáním s rokem 1990, kde dominujícím půdním pokryvem jsou lesy a polopřirodní oblasti, zatímco ve zbylých letech to je zemědělská půda.



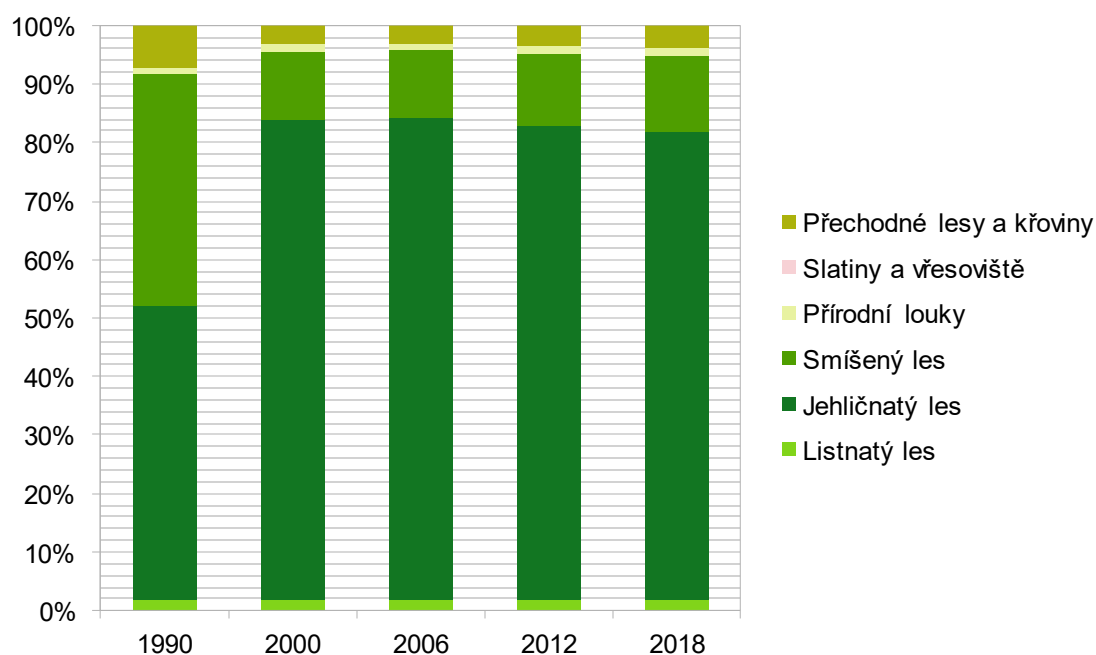
Graf 13: Stav půdního pokryvu podle CLC 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018

Tabulka 13: Stav lesů a polopřirodních oblastí podle Corine Land Cover 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018

	1990	2000	2006	2012	2018
Listnatý les	9 747,61 ha	6 553,10 ha	6 579,45 ha	7 612,31 ha	7 627,23 ha
Jehličnatý les	257 241,44 ha	330 379,50 ha	330 926,10 ha	326 165,52 ha	321 317,31 ha
Smíšený les	203 263,40 ha	46 535,73 ha	46 807,01 ha	49 454,59 ha	53 034,22 ha
Přírodní louky	4 821,96 ha	4 837,14 ha	4 760,72 ha	4 981,56 ha	4 860,72 ha
Slatiny a vřesoviště	328,38 ha	0	0	0	0
Přechodné lesy a křoviny	36 863,11 ha	13 018,94 ha	12 365,95 ha	14 140,43 ha	15 500,36 ha
Celkem	512 265,90 ha	401 324,41 ha	401 439,23 ha	402 354,41 ha	402 339,84 ha

Zaměříme-li se podrobněji na kategorii lesy a polopřirodní oblasti, vidíme opět, že situace z roku 1990 je opět velmi odlišná od let 2000 až 2018 (viz tabulka 13). Rok 1990 se vyznačuje větší rozlohou a poměr zastoupení jednotlivých typů krajinného pokryvu se taky liší. Jako v předešlém případě nejdříve analyzujeme rozdíly mezi lety 1990 a 2000, kde nám data vykazují největší změny u všech podkategorií, kromě

přírodních luk, jejichž rozloha se takřka nezměnila. Největší změny zaznamenaly slatiny a vřesoviště, které zaznamenáváme pouze v datech z roku 1990 a dále již vůbec a smíšené lesy, které zaznamenaly skoro 80% úbytek rozlohy, kdy z původních 203 263,4 hektarů v roce 1990 jich v roce 2000 zbylo jen 46 535,73 hektarů. Další významný pokles (přibližně 65%) sledujeme u přechodných lesů a křovin, kterým se zmenšila rozloha v roce 2000 na 13 018,94 hektarů z 36 863,11 hektarů, které pokrývaly v roce 1990. V neposlední řadě listnaté lesy zaznamenaly přibližně 30% pokles v tomto období z 9 747,61 hektarů na 6 553,1 hektarů. Oproti tomu, u jehličnatých lesů jako jediných lze pozorovat nárůst rozlohy o 30 % oproti původnímu stavu, který v roce 1990 činil 257 241,44 hektarů a vzrostl na 330 379,5 hektarů v roce 2000. Ve vývoji jednotlivých krajinných pokryvů v následujících letech lze vysledovat jasné trendy, pokud opomeneme přírodní louky, jejichž rozloha se jeví jako vcelku stabilní po celé sledované období. Vidíme, že většina sledovaných kategorií za určené osmnáctileté období jeví pozvolný nárůst. Listnaté lesy zvětšily svou rozlohu o 15 % – z 6 553,1 hektarů v roce 2000 se rozrostly na 7 627 hektarů. Podobný nárůst vykazují i lesy smíšené, které v roce 2018 zabírali 53 034,22 hektarů oproti původním 46 535,73 hektarům z roku 2000. Významný nárůst v období 2000-2018 (s malým propadem v roce 2006) přechodné lesy a křoviny, které za sledovaných osmnáct let zvýšily svou rozlohu z 13 018,94 hektarů na 15 500,36 hektarů – to odpovídá nárůstu o skoro až 20 %. Jehličnaté lesy oproti tomu jako jediné vykazují úbytek zabírané plochy a to o necelých 10 % - v roce 2000 se rozkládaly na ploše o rozloze 330 379,5 hektarů, zatímco v roce 2018 již pouze na rozloze 321 317,31 hektarů. Co se poměrného zastoupení jednotlivých druhů porostu týče, tak v roce 1990 sledujeme, že v zastoupení smíšených a jehličnatých lesů na celkové rozloze této skupiny je výrazně vyrovnanější, než je tomu v letech 2000, 2006, 2012 a 2018, kdy smíšené lesy pomalu zvyšují své zastoupení v krajině (viz graf 14).



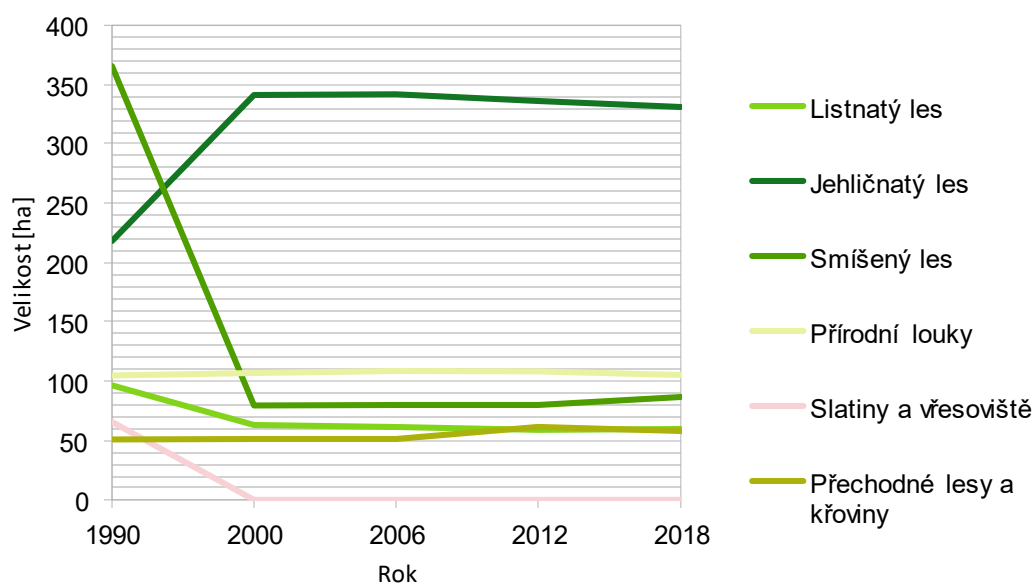
Graf 14: Složení lesů a polopřirodních oblastí podle CLC 1990, 2000, 2006, 2012 a 2018

Tabulka 14: Průměrná velikost polygonu lesů a polopřirodních oblastí

	1990	2000	2006	2012	2018
Listnatý les	96,51 ha	63,01 ha	61,49 ha	59,01 ha	59,13 ha
Jehličnatý les	218,19 ha	340,6 ha	341,87 ha	335,91 ha	330,91 ha
Smíšený les	365,58 ha	79,55 ha	80,7 ha	80,68 ha	86,52 ha
Přírodní louky	104,83 ha	107,49 ha	108,2 ha	108,29 ha	105,67 ha
Slatiny a vřesoviště	65,68 ha	0	0	0	0
Přechodné lesy a křoviny	50,92 ha	52,08 ha	51,52 ha	61,48 ha	58,81 ha
Celkem	196,2 ha	205,39 ha	207,03 ha	202,29 ha	199,8 ha

Důležitá jsou také data nejenom o velikosti území, kterou jednotlivé biotopy zabírají, ale také o jejich struktuře. Základní představu o tom, nám může poskytnout průměrná velikost polygonů, kterou zjistíme vydělením celkové rozlohy daného typu krajinného pokryvu počtem polygonů, které ho reprezentují. Zjištěné výsledky (viz tabulka 14) vykazují největší rozdíly mezi lety 1990 a 2000 (stejně jako v předchozí tabulce s rozlohami). Pomineme-li slatiny a vřesoviště, které se v pozdějších datasetech

nevyskytují, tak největší změnu vykazují smíšené lesy, které se z průměrné velikosti jednoho polygonu (=jednoho smíšeného lesa), která činila 365,58 hektarů v roce 1990 propadly na 79,55 hektarů v roce 2000. To odpovídá přibližně 80% zmenšení velikosti polygonu v tomto desetiletém období a změna odpovídá i celkové ztrátě rozlohy tohoto biotopu popsané v tabulce s rozlohami. Listnaté lesy prokazují 30% pokles (odpovídá ztrátě z celkové rozlohy biotopu) průměrné velikosti jednoho polygonu z 96,51 hektarů v roce 1990 na 63,01 hektarů v roce 2000. Jehličnaté lesy vykazují 55% nárůst z 218,19 hektarů na 340,60 hektarů v období mezi lety 1990 a 2000. Přírodní louky a přechodné lesy a křoviny nevykazují dramatické změny, pouze velmi malý nárůst o pár hektarů. Což je pochopitelné u luk, které celkově mezi lety 1990 a 2018 nezaznamenaly větších změn v rozloze, zatímco přechodné lesy a křoviny v prvních deseti letech mapování přišly o víc jak 60 % ze své původní rozlohy. Průměrná velikost polygonu u listnatých lesů až do roku 2012 klesá, následně se zastavuje a zůstává na čísle 59,13 hektarů. Jehličnaté lesy po roce 2000 do roku 2006 nezaznamenaly větší změnu, v posledních sledovaných letech však průměrná rozloha polygonu klesla až na 330,91 hektarů. Smíšené lesy jeví známky výraznější změny až mezi lety 2012 a 2018, kdy průměrný smíšený les zvětšil svou rozlohu na 86,52 hektarů. Přechodné lesy a křoviny zaznamenaly velký nárůst o 20 % mezi lety 2006 a 2012 (z 51,52 hektarů na 61,48 hektarů), v následných šesti letech však růst průměrné rozlohy jednoho polygonu nepokračoval a zůstal na 58,81 hektarech (viz graf 15).



Graf 15: Vývoj průměrné velikosti polygonů lesů a polopřirodních oblastí

Land use matrix 1990-2000 ([odkaz](#))

K podrobnému pozorování změn krajinného pokryvu mezi jednotlivými sledovanými lety nám posloužily datasey Corine Land Cover Change 1990-2000, Corine Land Cover Change 2000-2006, Corine Land Cover Change 2006-2012 a Corine Land Cover Change 2012-2018. Díky těmto datům jsme schopni vytvořit land use matrix podrobně popisující dynamiku změn v půdním pokryvu. Z tabulky změn v půdním pokryvu mezi lety 1990 a 2000 (viz odkaz) vidíme, že největší změny byly zaznamenány u nezavlažované orné půdy (211), ze které se nejčastěji (v 98 % případů) staly pastviny a zemědělsky využívané louky (231). Pokud se opět zaměříme na kategorii lesů a polopřirodních oblastí, tak vidíme, že ubylo 6,65 hektarů listnatého lesa, které se změnilo (pravděpodobně následkem těžby) na přechodné lesy a křoviny (324) a naopak, přibylo 17,98 hektarů nového listnatého lesa přeměnou z přechodného lesa a křovin. Těžba nerostů (131) způsobila ztrátu 26,72 hektarů jehličnatého lesa (312), 10,33 hektarů se změnilo z jehličnatého lesa na les smíšený (313) a z 8,46 hektarů jehličnatého lesa se staly přírodní louky. Nejvíce z rozlohy jehličnatých lesů padlo za oběť kategorií přechodných lesů a křovin, které se vyskytují především v místech, kde proběhla těžba dřeva – tzv. holiny. Na úkor stojatých vodních ploch (512) bylo využito 17,58 hektarů jehličnatých lesů. Celková ztráta půdy jehličnatých lesů z roku 1990 činí 1 776,71 hektarů. Nejvíce nových jehličnatých lesů vzniklo z přechodných lesů a křovin – celkem 22 072,92 hektarů. Zarůstáním rašelinišť (412) vzniklo 38,9 hektarů nového jehličnatého lesa a 36,24 hektarů převážně zemědělské půdy s přírodní vegetací (243) z roku 1990 se přeměnilo na jehličnatý les také. Pastviny a zemědělské louky přišly o 17,89 hektarů rozlohy na úkor jehličnatých lesa a 14,06 hektarů jejichž původní využití v roce 1990 byla těžba nerostů bylo již v roce 2000 zarostlé jehličnatým lesem. V období deseti let mezi roky 1990 a 2000 byl nárůst rozlohy jehličnatých lesů o 22 072,92 hektarů. Co se vývoje smíšených lesů týče, tak stejně jako v předchozím případě největší úbytek rozlohy (185,15 hektarů) mají na svědomí přechodné lesy a křoviny, které jsou následkem kácení lesů. Další 8,11 hektarů bylo přeměněno na nezavlažovanou ornou půdu. Jak jsme si mohli všimnout u ostatních druhů lesa, i zde vidíme největší nárůst rozlohy právě z kategorie přechodných lesů a křovin, který činí 2 555,37 hektarů nového smíšeného lesa. Jehličnaté lesy podstoupily 10,33 hektarů na úkor smíšených lesů. Další územní zisky smíšených lesů jsou z převážně zemědělských oblastí s přírodní vegetací (21,93 hektarů)

a pastvin a zemědělsky využívaných luk 5,07 hektarů. Mezi lety 1990 a 2000 smíšené lesy přišly celkem o 193,27 hektarů původní rozlohy, ale zároveň získaly 2 603,08 hektarů nové půdy. Přechodné lesy a křoviny, které odpovídají vykácenému prostoru (holinám) a probíhající sukcesi zaznamenaly největší nárůst na úkor lesů jehličnatých (1713,62 hektarů), přírodních luk (239,24 hektarů) a smíšených lesů (185,15 hektarů). Další územní zisky jsou na úkor pastvin a zemědělsky využívaných luk (26,74 hektarů) a listnatých lesů (6,65 hektarů). Celkem to činí 2 171,39 hektarů nových přechodných lesů a křovin. Co se ztráty území týče, největší podíl na něm mají bezpochyby jehličnaté lesy, na jejichž úkor přechodné lesy a křoviny přišly o 22 072,92 hektarů a smíšené lesy (ztráta 2 555,37 hektarů původních holin). Jako pastviny a zemědělsky využívané louky začalo sloužit 5,32 hektarů a ze 127 hektarů se staly přírodní louky – celkem tak přechodné lesy a křoviny v těchto deseti letech přišly o 24 778,59 hektarů.

Land use matrix 2000-2006 ([odkaz](#))

Mezi lety 2000 a 2006 (viz odkaz) lze pozorovat, že největší úbytek plochy zaznamenala bezpochyby nezavlažovaná orná půda – a to 6 823,45 hektarů. Naopak největší nárůst zaznamenaly pastviny a zemědělsky využívané louky, které získaly 6 242,61 hektarů nové plochy, přičemž 99 % z této nové rozlohy bylo původně v roce 2000 klasifikováno jako nezavlažovaná orná půda. Kategorie lesů a polopřírodních oblastí nezaznamenala mezi lety 2000 až 2006 tak rozsáhlé změny, jako v předchozím desetiletí (viz tabulka 90-00). Listnaté lesy přišli pouze o 5,57 hektarů ve prospěch přechodných lesů a křovin a zároveň se rozrostly na nových 53,86 hektarech, které byly v roce 2000 klasifikovány jako přechodné lesy a křoviny. Podobně jako mezi lety 1990 a 2000 i zde největší zisk a ztrátu rozlohy zaznamenáváme u jehličnatých lesů. Těžba nerostů vzala 55,76 hektarů jehličnatého lesa, 8,79 hektarů se změnilo ve staveniště (133). Největší ztráty (98 %) vykazují jehličnaté lesy vůči přechodným lesům a křovinám – celkem 3 447,07 hektarů (nejčastěji důvodem těžby). Mimo to se z 6,36 hektarů jehličnatého lesa staly stojaté vodní plochy. Celkem tak jehličnaté lesy za toto období přišly a 3 517,99 hektarů. Územní zisky tohoto biotopu za období mezi lety 2000 a 2006 jsou 2 705,33 hektarů nového jehličnatého lesa, který vyrostl z původního přechodného lesa a křovin. Lesy smíšené vykazují změny podobné jako lesy listnaté v tomto období. Staveniště zabrala 2,71 hektarů smíšených lesů a 5,18 hektarů přešlo do kategorie přechodných lesů a křovin. Celkem tak došlo k ztrátám 7,89 hektarů smíšeného lesa.

Územní zisky jsou pouze na úkor přechodných lesů a křovin, kde na jejich původním území vyrostlo 150,41 hektarů nového smíšeného lesa. Co se týče právě přechodných lesů a křovin, tak ty přišly o 3,1 hektarů na úkor těžby nerostů, 53,86 hektarů se změnilo v listnaté lesy, na 2 705,33 hektarech vyrostly jehličnaté lesy a na 150,41 hektarech vznikly nové smíšené lesy. V louky se změnilo 58,73 hektarů přechodného lesa a křovin. Celkem tato kategorie přišla o 2 971,43 hektarů ze své původní rozlohy v roce 2000. Celkové územní zisky o velikosti 3 818,17 hektarů však převyšují zaznamenané ztráty. Z území původních průmyslových a obchodních areálů se přešlo do kategorie přechodných lesů a křovin 16,19 hektarů, 31,57 hektarů po těžbě nerostů, 5,24 hektarů původní nezavlažované orné půdy. Pastviny a zemědělsky využívané louky přišly o 194,37 hektarů ze své rozlohy na úkor nových přechodných lesů a křovin, listnaté lesy podstoupily 5,57 hektarů, jehličnaté lesy 3 447,07 hektarů, lesy smíšené 5,18 hektarů a přírodní louky se zmenšily na úkor přechodných lesů a křovin o 113 hektarů.

Land use matrix 2006-2012 ([odkaz](#))

V období od roku 2006 až 2012 (viz odkaz) máme oproti posledním šesti letům větší počet změn v půdním pokryvu. Největší ztráty vykazuje nezavlažovaná orná půda, za toto šestileté období přišla o 24 866,6 hektarů z nichž 94 % (23 422,52 hektarů) bylo na úkor pastvin a zemědělsky využívaných luk. V přímé závislosti na této změně zaznamenala kategorie pastvin a zemědělsky využívaných luk největší nárůst v rozloze mezi ostatními kategoriemi v tomto období a to 23 628,3 hektarů z nichž 99 % tvoří právě bývalá nezavlažovaná orná půda (23 422,52 hektarů). Vzhledem k cílům této práce se však opět zaměříme na kategorii lesů a polopřírodních oblastí. V tomto konkrétním šestiletém období není zaznamenána ztráta rozlohy listnatých lesů. Celkový přírůstek na jejich rozloze mezi lety 2006 a 2012 činil 1 062,16 hektarů, kdy 29,61 hektarů získaly na lesích jehličnatých a 6,64 hektarů na úkor původních přírodních luk. Největší podíl (přes 96 %) na vzniku nových listnatých lesů mají přechodné lesy a křoviny, které jim podstoupily 1 025,91 hektarů svého území. Bilance rozlohy jehličnatých lesů je v tomto šestiletém období daleko víc negativní, než mezi lety 2000 a 2006 (viz tabulka 00-06). Těžba nerostů si v tomto období vyžádala na jehličnatých lesích 64,94 hektarů jejich území z roku 2006, staveniště 35,48 hektarů a zařízení a infrastruktura pro sport a rekreaci (142) 35,34 hektarů. Pro účely využití jako pastviny a zemědělsky využívané louky přišly jehličnaté lesy o 6,47 hektarů, na 9,41 hektarech došlo ke změně na převážně zemědělské oblasti s přírodní vegetací, 29,61 hektarů připadlo novým listnatým lesům, 5,53 hektarů

lesům smíšeným a přírodním loukám 12,51 hektarů. Jako i v předchozích letech, největší úbytek vykazují jehličnaté lesy vůči přechodným lesům a křovinám, které z celkového úbytku plochy této kategorie (4 518,61 hektarů) zabírají 95 % (4 319,31 hektarů). Nové územní zisky jehličnatých lesů jsou velmi malé – činí 609,64 hektarů původních přechodných lesů a křovin z roku 2006. Smíšené lesy mají oproti jehličnatým v tomto období výrazně kladnou bilanci získané a ztracené rozlohy. Celkové ztráty činí 71,3 hektarů, z toho 76 % (54,57 hektarů) připadá na přechodné lesy a křoviny, 8,85 hektarů na nová staveniště a 7,87 hektarů na převážně zemědělské oblasti s přírodní vegetací. Celková rozloha nových smíšených lesů činí 2 666,33 hektarů. Z nich 2 660,8 hektarů vzniklo z území, která byla v roce 2006 klasifikována jako přechodné lesy a křoviny a 5,53 hektarů z jehličnatých lesů. I přechodné lesy a křoviny mají mezi těmito dvěma roky kladnou bilanci své rozlohy. Celkem tato kategorie přišla o 4 334,51 hektarů ze své původní rozlohy v roce 2006. Tyto ztráty mají na svědomí hlavně lesy smíšené – 2 660,8 hektarů (to odpovídá 61 % z celkového úbytku území) a lesy listnaté, které zarostly 1025,91 hektarů původního přechodného lesa a křovin. Těžba nerostů si vyžádala 7,81 hektarů, staveniště 10,61 hektarů a pastviny a zemědělsky využívané louky 17 hektarů. I přes tento úbytek zde zaznamenáváme vznik 5 344,6 hektarů nových smíšených lesů a křovin. Nejvíce na úkor lesů jehličnatých, které podstoupily 4 319,31 hektarů své rozlohy – jejich podstoupená území tvoří 80 % z celkového územního zisku přechodných lesů a křovin. Nezavlažovaná orná půda přispěla 47,36 hektary, pastviny a zemědělsky využívané louky přišly na úkor této kategorie o 105,36 hektarů a převážně zemědělské oblasti s přírodní vegetací o 300,94 hektarů. Na smíšených lesích získaly přechodné lesy a křoviny 54,57 hektarů a na původních rašeliništích (412) z roku 2006 120,9 hektarů.

Land use matrix 2012-2018 ([odkaz](#))

V posledním sledovaném období mezi lety 2012 a 2018 (viz odkaz) zaznamenáváme zdaleka nejméně změn v půdním pokryvu oproti všem ostatním obdobím. I zde však můžeme vidět pokračovat trend, který se objevuje v každém ze sledovaných časových úseků – výraznou přeměnu nezavlažované orné půdy na pastviny a zemědělsky využívané louky. V těchto šesti letech ubylo na úkor pastvin a zemědělsky využívaných luk celkem 2 223,13 hektarů nezavlažované orné půdy. Když opět zaměříme svou pozornost na kategorii lesů a polopřírodních oblastí, zaregistrujeme změny v rozloze pouze u lesů jehličnatých, smíšených a přechodných lesů a křovin. Jehličnaté lesy opět

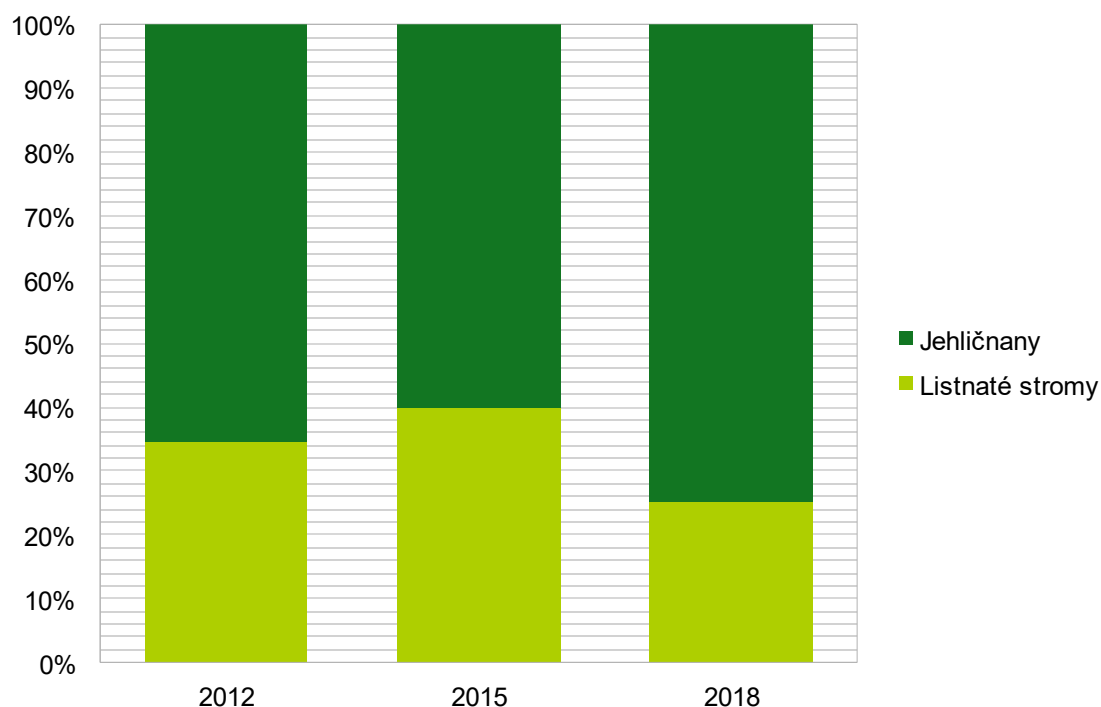
vykazují značnou ztrátu území (3 100,48 hektarů), která není ani zdaleka kompenzována vznikem nových jehličnatých lesů (143,62 hektarů). Největší podíl na úbytku plochy – 3 020,85 hektarů (to odpovídá 97 % z celkové ztráty rozlohy původních jehličnatých lesů z roku 2012) mají přechodné lesy a křoviny, dále 55,43 hektarů lesa zabrala těžba nerostů, 9,74 hektarů staveniště a 14,46 hektarů nezavlažovaná orná půda. Nové jehličnaté lesy se objevily v roce 2018 na 111,34 hektarech dřívějších přechodných lesů a křovin a 32,28 hektarech stavenišť z roku 2012. Smíšené lesy přišli mezi lety 2012 a 2018 o 52,95 hektarů na úkor přechodných lesů a křovin. V tomto období také ale vykazují územní zisk celkem 803,78 hektarů nových smíšených lesů z nichž 28,79 hektarů bylo v roce 2012 klasifikováno jako staveniště a 774,99 hektarů jako přechodné lesy a křoviny. Kategorie přechodných lesů a křovin v tomto období vykazuje kladnou bilanci co se změny rozlohy týče. Za těchto šest let přišla celkem o 897,41 hektarů, z nichž 86 % (774,99 hektarů) mají na svědomí smíšené lesy, 111,34 hektarů lesy jehličnaté, 5,8 hektarů těžba nerostů a 5,28 hektarů stojaté vodní plochy. Nové územní zisky přechodných lesů a křovin činily 3 173,44 hektarů, z toho 95 % (3 020,85 hektarů) bylo na úkor jehličnatých lesů, 17,95 hektarů na úkor stavenišť, 12,85 hektarů dříve nezavlažované orné půdy, 5,5 hektarů bývalých pastvin a zemědělsky využívaných luk, 52,95 hektarů, které byly v roce 2012 klasifikovány jako smíšené lesy a 63,34 hektarů přírodních luk.

Tabulka 15: Složení lesů podle typů stromů podle HRL Forest Type

	2012	2015	2018
Listnaté stromy	146 938,48 ha	174 647,99 ha	113 583,85 ha
Jehličnaté stromy	279 138,38 ha	264 562,43 ha	335 718,81 ha

Pro zjištění typového složení lesů v Jihočeském kraji jsme využili produkt High Resolution Layer Forest Type, který je dostupný pro roky 2012, 2015 a 2018. Ten na rozdíl od jiných produktů poskytovaných v rámci projektu Copernicus – jako je například High Resolution Layer Dominant Leaf Type odfiltrovává oblasti, které jsou pokryté stromy, ale nesplňují definici lesa stanovenou Agenturou pro výživu a zemědělství.

Data o vývoji složení lesů (viz tabulka 15) nevykazují žádný stálý trend. Listnaté stromy v roce 2012 obsazovali území o rozloze 146 938,48 hektarů a do roku 2015 se jimi zarostlá plocha zvětšila až na 174 647,99 hektarů. V roce 2018 však data vykazují velmi výrazný pokles v jejich rozloze na 113 583,85 hektarů. U lesů jehličnatých můžeme v období 2012-2015 naopak pozorovat úbytek z jejich rozlohy. Kdy z původních 279 138,38 hektarů na nichž se rozprostíraly v roce 2012 tak o tři roky později evidujeme pouze 264 565,43 hektarů jehličnatých lesů. Data k roku 2018 však následně vykazují víc jak 25% nárůst jejich rozlohy z 264 562,43 hektarů na 335 718,81 hektarů. Co se poměrného zastoupení jednotlivých typů stromů týče, tak mezi lety 2012 a 2015 lze vidět, že listnaté stromy zabírají zde přibližně 35 % (v roce 2012) až 40 % (v roce 2015) z celkové rozlohy lesů. Radikální pokles v rozloze listnatých stromů v roce 2018 a naopak výrazný nárůst u stromů jehličnatých se odrazil i na jejich procentuálním zastoupení v krajině, kdy listnaté stromy zabírají ani ne 26 % z celkové rozlohy lesů v Jihočeském kraji (viz graf 16).



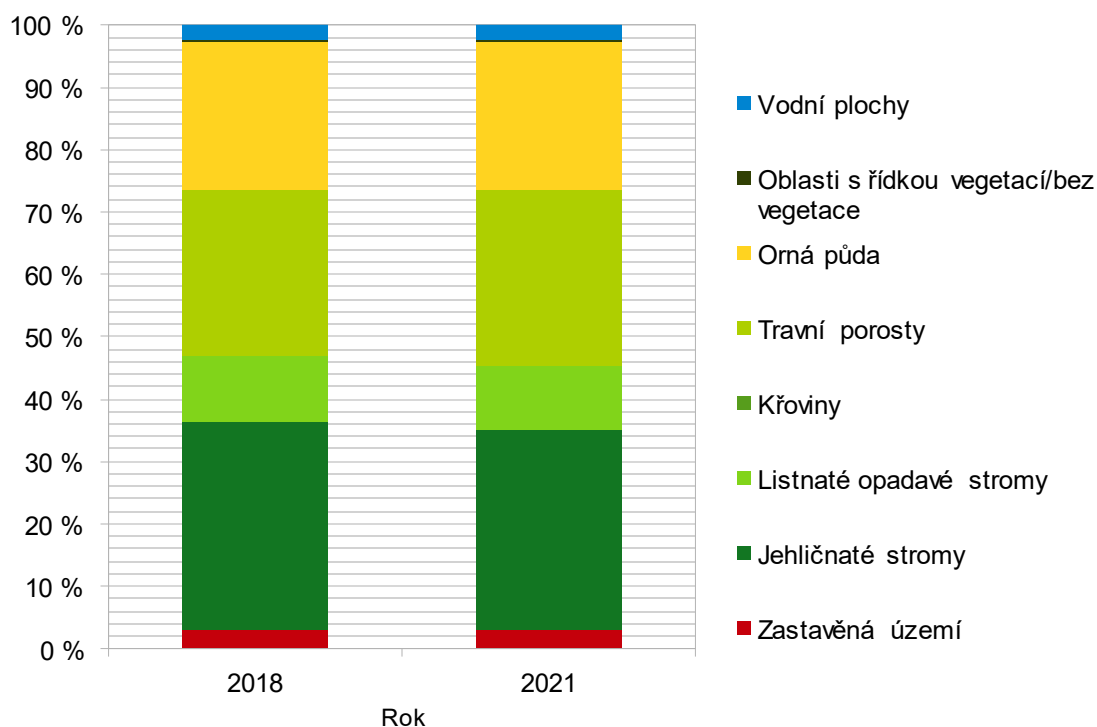
Graf 16: Zastoupení typů stromů podle HRL Forest Type

Tabulka 16: Stav krajinného pokryvu podle Corine Land Cover+ Backbone

	2018	2021
Zastavěná území	28 988,82	29 538,82
Jehličnaté stromy	336 111,19	321 893,46
Listnaté opadavé stromy	106 650,29	103 805,26
Křoviny	869,3	660,36
Travní porosty	267 117,08	237 658,57
Orná půda	239 109,98	237 658,57
Oblasti s řídkou či žádnou vegetací	1 018,94	1 301,78
Ostatní	25 939,54	25 983,20

Pro získání údajů o posledním vývoji složení typů půdního pokryvu v Jihočeském kraji nám posloužil produkt Corine Land Cover+ Backbone, který poskytuje data k vývoji půdního pokryvu mezi lety 2018 a 2021 (viz tabulka 16) o velkém rozlišení. V těchto sledovaných třech letech si můžeme všimnout nárůstu zastavěného území z 28 988,82 hektarů na 29 538,82 hektarů. Další kategorie, které zaznamenaly nárůst ve své rozloze jsou travní porosty, které se z původních 267 117,08 hektarů v roce 2018 rozrostly na 284 963,69 hektarů v roce 2021, oblasti s řídkou či žádnou vegetací zaznamenaly víc jak 27% nárůst z 1 018,94 hektarů na 1 301,78 hektarů. V neposlední řadě i kategorie vodních ploch vykazuje nepatrné zvětšení své rozlohy z 25 939,54 na 25 983,2 hektarů. Zbylé typy půdního pokryvu zaznamenaly úbytek v velikosti území, na kterém se rozprostíraly. Nejvýraznější poklesy lze vidět u typů půdních pokryvů, které bychom zařadili v produktech Copernicus Land Cover do kategorie lesy a polopřírodní oblasti – a to jehličnaté stromy, listnaté stromy a křoviny. Nejvíce znatelná změna je u křovin, ty přišli za sledované tři roky o čtvrtinu své rozlohy – z původních 869,3 hektarů v roce 2018 na 660,36 hektarů v roce 2021. Ztráta rozlohy území pokrývaných jehličnatými lesy je největší co se absolutní rozlohy týče – z 336 111,19 hektarů

jehličnatých stromů jich skoro 15 000 hektarů ubylo. V roce 2021 tak byla rozloha území pokrytého jehličnany 321 893,46 hektarů. Listnaté opadavé stromy v porovnání s jehličnany vykazují malý úbytek okolo 3 000 hektarů – z 106 650,29 hektarů (2018) na 103 805,26 hektarů (2021). Pokles v rozloze vykazuje i orná půda, jejíž rozloha se zmenšila mezi sledovanými lety z 239 109,98 hektarů na 237 658,57 hektarů. I přes veškeré zde popsané změny se však poměr zastoupení jednotlivých půdních pokryvů v Jihočeském kraji (viz graf 17) nijak výrazně nezměnil.



Graf 17: Zastoupení typů půdního pokryvu podle Corine Land Cover+ Backbone

Land use matrix 2018-2021 CLC+ Backbone ([odkaz](#))

Jak se podrobně vyvíjela jihočeská krajina mezi sledovanými lety 2018 a 2021 nám dokáže nejlépe popsat land use matrix (viz odkaz), který jsme vytvořili z produktů CLC+ Backbone 2018 a 2021.

Zastavěná území nevykazují velké ztráty své rozlohy celkem 258,97 hektarů. Největší úbytek zaznamenala na úkor travních porostů, které zabraly 216 hektarů. Co se týče územních zisků, tak ty jsou o celkové rozloze 808,97 hektarů, z nichž 577,29 hektarů (přes 70 %) je na úkor kategorie travních porostů. Travní porosty byly i největší příčinou poklesu rozlohy vodních ploch, kdy 113,01 hektarů původních vodních ploch z roku 2018

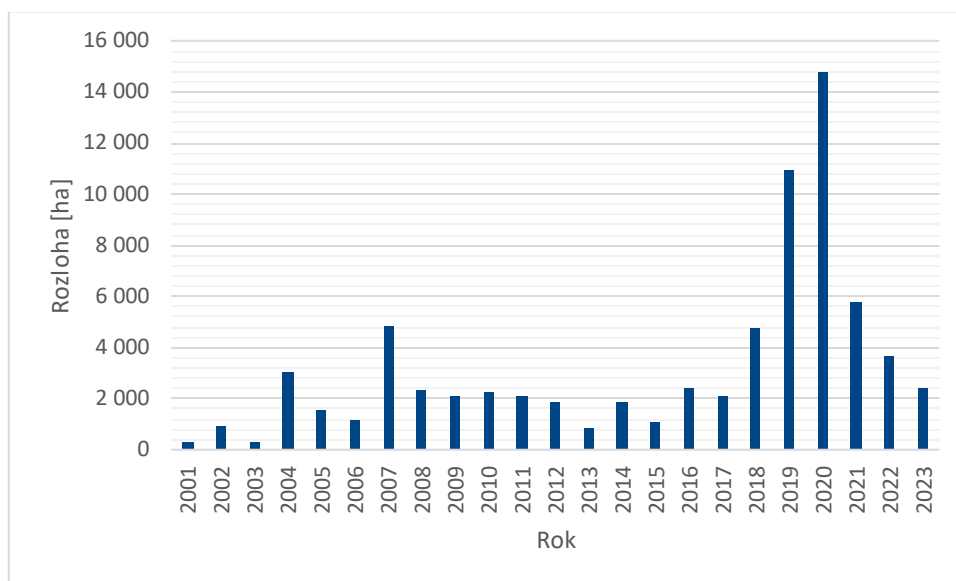
bylo klasifikováno jako travní porosty v roce 2021 a tvořily necelých 60 % z celkových územních ztrát vodních ploch, které byly 189,05 hektarů. Na druhou stranu zde vidíme i nárůst 232,7 hektarů nových vodních ploch, především vytvořených z původních travnatých oblastí – tato kategorie získala na jejich úkor 150,53 hektarů nových vodních ploch, což tvoří víc jak 64 % ze všech jejich nově získaných územích. Oblasti s řídkou či žádnou vegetací zaznamenaly nejmenší úbytky ze své plochy ze všech vyhodnocovaných kategorií – pouze 51,41 hektarů, přičemž 17,85 hektarů připadlo na nová zastavěná území a 19,15 hektarů na nové travní porosty. Data vykazují zároveň zisk celkem 334,26 hektarů nového území pro tuto kategorii, z nichž 76 % (255, 95 hektarů) tvoří oblasti po jehličnatých stromech. Co se týče orné půdy, tak u ní zaznamenáváme stejně jako u předchozích kategorií největší ztráty na úkor nových travních porostů - víc jak 93 % (2 950,03 hektarů) všech ztrát orné půdy má na svědomí právě kategorie travních porostů. Územní zisky orné půdy činí celkem 1 696,63 hektarů, kdy 90 % z nich bylo na úkor bývalých travních porostů.

Když se zaměříme na kategorie 2, 3, 5 a 6 (jehličnaté stromy, listnaté stromy, křoviny a travní porosty), které jsou součástí pozorování našich cílů v této práci, tak vidíme největší poklesy v rozloze u jehličnatých lesů a to o velikosti 15 721,03 hektarů. Travní porosty mají i zde na svědomí 93% úbytek rozlohy jehličnatých stromů a to celkem 14 666,27 hektarů. Tento úbytek je pravděpodobně způsoben těžbou lesa. Stejně jako 67,99 hektarů, které přešly do kategorie orná půda, 67, 99 hektarů nových oblastí s řídkou či žádnou vegetací a 3,01 hektarů nových křovin. Na 641,94 hektarech půdy, která byla v roce 2018 klasifikována, že je pokryta jehličnatými stromy byly v roce 2021 již stromy listnaté. Celkem 56,21 hektarů bylo zastavěno a 29,67 hektarů se změnilo na vodní plochy. Nárůst nových ploch s jehličnatými stromy je v porovnání se ztrátami přibližně desetiprocentní – činí 1 503,31 hektarů, z kterých 63 % (952,31 hektarů) činí bývalé travní porosty, 479,13 hektarů po listnatých lesích, 22,48 hektarů dřívějších křovin, 22 hektarů bývalé orné půdy, 3,76 hektarů oblastí, které v roce 2018 byly porostlé řídkou či žádnou vegetací a 19,59 hektarů vodních ploch. U oblastí s listnatými stromy sledujeme také většinový úbytek na úkor travních porostů a to 4 745,29 hektarů, které tvoří víc jak 87 % z celkové ztracené rozlohy této kategorie (5 421 hektarů). Tyto ztráty má na svědomí nejčastěji těžba dřeva, která vede k vzniku holin. Stejně tak je pravděpodobným viníkem i u ztráty 57,22 hektarů ve prospěch orné půdy, 6,97 hektarů na úkor oblastí s řídkou či žádnou vegetací a 3,29 hektarů, které byly v roce 2021 klasifikovány jako křoviny.

Jehličnaté stromy vytlačily listnaté z 479,13 hektarů jejich původního území, 83,69 hektarů připadlo zastavěným oblastem a 45,79 hektarů se stalo vodními plochami. Územní zisky jsou v porovnání se ztrátami méně jak poloviční – jejich celková rozloha je 2 576,35 hektarů. Přes 63 % (1 627,33 hektarů) tvoří dřívější travní porosty. Dále se listnaté stromy rozrůstaly na úkor jehličnanů, které jim podstoupily 641,94 hektarů a křovin, kde získaly 166,94 hektarů. Na úkor orné půdy získaly listnaté lesy 74,95 hektarů nových území, 0,66 hektarů z oblastí s dříve řídkou nebo žádnou vegetací a 45,34 hektarů, které byly v roce 2018 klasifikovány jako vodní plochy. Křoviny ztratily nejvíc ze své původní rozlohy na úkor listnatých lesů a to 166,94 hektarů. Na 26,85 hektarech dřívějších křovin vznikly travní porosty, 0,66 hektarů bylo zastavěno a 13,23 hektarů bylo přetransformováno na ornou půdu. Mimo to 22,48 hektarů křovin zarostlo jehličnatými stromy, 0,10 hektarů se přesunulo do kategorie řídké či žádné vegetace a 0,63 hektarů zakryly vodní plochy. Celkové územní ztráty této kategorie činily 230,88 hektarů. Nové oblasti pokryté křovinami dosahují ani ne 10 % rozlohy ztracených území – 21,94 hektarů křovin vzniklo v těchto sledovaných třech letech. Od travních porostů získaly 9,9 hektarů nového území, od listnatých stromů 3,29 hektarů, od jehličnatých stromů 3,1 hektarů a na úkor orné půdy 3,17 hektarů. Na úkor vodních ploch se křoviny rozšířily o 2,14 hektarů nového území, o 0,06 hektarů na úkor zastavěných území a o 0,03 hektarů na úkor oblastí s řídkou či žádnou vegetací. Travní porosty v období mezi lety 2018 a 2021 vykazují největší přírůstek nových území ze všech kategorií půdního pokryvu a to celkem 22 736,6 hektarů. Za více jak 64% nárůst ploch travních porostů jsou zodpovědné jehličnaté stromy, které jim podstoupily celkem 14 666,27 hektarů ze své původní rozlohy v roce 2018. Další významné územní zisky zaznamenaly travní porosty na úkor listnatých stromů (4 745,29 hektarů) a orné půdy (2 950,03 hektarů). Zastavěná území podstoupila travním porostům 216 hektarů svého území z roku 2018, křoviny 26,85 hektarů, oblasti s řídkou či žádnou vegetací 19,15 hektarů a vodní plochy 113,01 hektarů. Zároveň do roku 2021 se změnil půdní pokryv na celkem 4 889,99 hektarech půdy, kde v roce 2018 byly klasifikovány travní porosty. Celkem 1 627,33 hektarů připadlo listnatým stromům, 1 540,98 hektarů orné půdě, 952,31 hektarů stromům jehličnatým, 577,29 hektarů zastavěným plochám, 150,53 hektarů vodním plochám, 31,63 hektarů půdě s řídkou či žádnou vegetací a 9,9 hektarů zabraly pro sebe křoviny.

Data z Global Forest Watch nám dokážou zpřístupnit podrobnější pohled na to, jak velké úbytky zalesněných ploch se odehrály v jednotlivých letech (viz graf 18). Zde

jasně můžeme vidět, že největší úbytek rozlohy lesních ekosystémů byl zaznamenán v letech 2019-2020 a nyní má sestupnou tendenci.



Graf 18: Ztráta zalesněných území podle Global Forest Watch

5. Diskuze

Když se podíváme na všechny zpracované výsledky, tak na jejich základě můžeme vyvodit řadu závěrů.

Co se týče mimolesní vegetace, tak nám data ukazují, že celkově se její množství zmenšuje, ale je důležité poznamenat, že co se týče její rozlohy v intravilánu, tak tam jeví opačný trend. To lze považovat za velmi pozitivní pozorování, jelikož zeleň ve městech má řadu velmi důležitých rolí.

Při interpretaci je ale nutné brát v potaz limity obou produktů použitých při analýze mimolesní vegetace v Jihočeském kraji. Jak z příložených fotek (odkaz na obr. s HRL SWF 2015 a 2018) můžeme vidět, tak dataset z roku 2015 není tak přesný ve vyhodnocování mimolesní vegetace, kdy značnou část opomíjí oproti datasetu z roku 2018, který naproti tomu vyhodnocuje některá pole jako mimolesní vegetaci, aniž by tomu tak bylo ve skutečnosti. Avšak chyby tohoto produktu nejsou tak závažné, aby změnilly naše závěry, protože zvětšení podrobnosti datasetu z roku 2018 a jeho spozorované chyby má tendenci zvětšovat rozlohu mimolesní vegetace v roce 2018. Jelikož jsme však vyzorovali, že trend vývoje mimolesní vegetace mezi lety 2015 a 2018 není rostoucí, ale naopak klesající, troufáme si prohlásit, že tyto nepřesnosti nemají

až takový vliv na celkové hodnocení v celokrajovém měřítku a stále dostatečně odrážejí realitu sledovaného regionu. Hlavním nedostatkem produktů Urban Atlas Street Tree Layer je bezpochyby jejich omezené zmapované území a minimální mapovací jednotka na něm, která zabraňuje zmapovat struktury mimolesní vegetace menší jak 5 arů. Vzhledem k tomu však, že oba datasey, jak z roku 2012, tak z roku 2018 mají stejnou podrobnost mapování, tak můžeme bezpečně prohlásit, že množství mimolesní vegetace s rozlohou nad 5 arů se za sledované období značně zvýšil.

V případě lesů se nám podařilo zjistit řadu informací o jejich vývoji v Jihočeském kraji mezi lety 1990 a 2021. Z dat je vidět, že mezi lety 1990 a 2000 došlo k výraznému úbytku rozlohy lesů. V roce 1990 tvořily lesy společně s polopřírodními oblastmi víc jak 50 % rozlohy Jihočeského kraje, zatímco v roce 2000 to bylo lehce přes 40 %. Ovšem od tohoto roku je vidět, že vývoj této kategorie má pozvolna rostoucí trend. Smíšené lesy hned v prvním desetiletí zaznamenaly nejradikálnější pokles (z původních 40 % lesů a polopřírodních oblastí na méně než 10 %) avšak následujících 18 let se jejich rozloha neustále zvětšovala až přesáhla 10 % velikosti lesů a polopřírodních oblastí. Když jsme doplnili tato data poskytnutá produkty Corine Land Cover o datasey z High Resolution Layer Forest Type, tak nám doplňují celkový obraz o vývoji lesů, kdy vidíme zřetelně, že počet listnatých stromů v tomto období poklesl a počet jehličnatých stromů naopak výrazně stoupl. Z toho můžeme usuzovat, že i ve smíšených lesích v roce 2018 převládaly především stromy jehličnaté. Ohledně vývoje průměrné velikosti polygonů lesů, kterou jsme sledovali, abychom dostali data, která by nám umožnila si udělat představu, zda dochází ke změnám krajinné mozaiky a jaký mají rozsah. Výsledky nám ukázaly, že po roce 2000 k žádným zásadním změnám krajinné mozaiky nedošlo, co se lesů a polopřírodních oblastí týče. Na co jsme ale při používání rozdílných produktů zpozorovali je jejich rozdílnost v překrývajících se letech. A ty rozdíly nejsou vždy zanedbatelné. K roku 2018 se nám stahují data jak z produktů Copernicus Land Cover, tak Copernicus Land Cover+ Backbone a High Resolution Layer Forest Type. Data z CLC vykazují celkem 7 627,23 hektarů listnatých lesů, 321 317,31 hektarů jehličnatých lesů a 53 034,22 hektarů lesů smíšených – celkem 381 978,76 hektarů pokrytých lesním ekosystémem (397 479,12 hektarů připočteme-li také přechodné lesy a křoviny). Oproti tomu datasey CLC+ Backbone a HRL Forest Type, díky své velké přesnosti vyhodnocují přímo rozlohu listnatých a jehličnatých stromů na sledovaném území. Podle CLC+ Backbone listnaté stromy zabíraly v roce 2018 106 650,29 hektarů a jehličnaté 336 111,19

hektarů – celkem 442 761,48 hektarů. Zatímco HRL Tree Layer nám udává 113 583,85 hektarů pro listnaté stromy a 335 718,81 hektarů pro stromy jehličnaté – celkem 449 302,66 hektarů. Rozdíly mezi CLC+ Backbone a HRL Forest Type jsou pouze v řádech jednotek procent. Oba produkty služby Copernicus dosahují velké přesnosti. Dataset HRL Forest Type 2018 vykazuje celkovou přesnost přes 95 % a CLC+ Backbone 2018 v případě monitorování jehličnatých stromů 94,4 % a listnatých opadavých stromů 93,5 %. Oba produkty jsou velmi přesné a vhodné pro využití. Avšak pro monitorování stavů lesů bychom primárně doporučili dataset HRL Forest Type 2018, který nejen, že je lehce přesnější, ale dokonce odfiltrovává stromy s zemědělskou nebo urbánní funkcí. Proč se ale liší výsledky těchto dvou produktů o tolik v porovnání s daty získaná z CLC? Důvodů je několik, hlavním je podrobnost, se kterou jednotlivé produkty zaznamenávají objekty v krajině. Prostorové rozlišení dat CLC+ Backbone 2018 a HRL Forest Type 2018 je 10 m, zatímco u dat CLC je to 100 m. Mimo to je přesnost datasetu CLC udávána ≥ 85 %. Větší minimální mapovací jednotka společně s menší přesností jsou důvodem pro rozdílné výsledky. Udávaná přesnost u dat CLC se liší i co se týče datasetů – vývojáři přiznávají, že data z roku 1990 nejsou zcela přesná, jako datasety z dalších let. I přes tyto nevýhody však produkt CLC je významným pomocníkem pro řešení naší problematiky a své problémy s podrobností mapování krajiny se s novějšími datasety tohoto produktu stále zlepšuje. Přesnost a podrobnost je dostačující k podání informací o celkovém vývoji (aktuálním, tak i retrospektivně, díky dlouhé řadě dat, kterou ostatní produkty nemají) krajinného pokryvu a k tomu na rozdíl od CLC+ Backbone a HRL Forest Type dokáže rozlišovat lesy na tři klasické kategorie – jehličnaté, listnaté a smíšené.

V případě údolních niv nám data neukázala žádné výrazné změny. Při podrobnějším zkoumání kategorie lesních porostů a křovin však jsme našli důkazy o tom, že mezi lety 2012 a 2018 zde proběhla značná deforestace (té odpovídá změna půdního pokryvu z přírodních a polopřírodních lesů na kategorii přechodných lesů a křovin). Přesnost datasetů z let 2012 a 2018 jež je větší jak 85 % a minimální mapovací jednotka 0,5 hektarů s minimální mapovací šířkou 10 m se ukázala jako dostačující pro naše potřeby. Dokonce i datasety zaznamenávající změnu mezi těmito dvěma roky, které mají přesnost větší jak 80 % se prokázaly jako použitelný zdroj informací. V případě údolních niv jsme narazili na problém s chybějícími daty, který vznikl s největší pravděpodobností vlivem oblačnosti. Takto zasažené polygony jsme manuálně

klasifikovali na základě soudobých leteckých snímků. Hlavní slabou stránkou produktu Riparian Zones, která ho limituje je velmi omezené množství vyhodnocených vodních toků. Toto lze řešit nahráním podrobnější říční sítě a vytvořením bufferových oblastí, které následně se využijí k oříznutí dat z CLC+ Backbone (či CLC, pro potřeby retrospektivní analýzy). Produkt CLC+ Backbone považujeme zároveň za vhodný pro získání podrobnějších dat o vývoji v údolních nivách, pokud by přesnost a podrobnost datasetů produktu Riparian Zones uživateli nevyhovovala.

Když porovnáme naše získané poznatky s výsledky jiných studií, které byly zde zmíněny dříve, tak docházíme k velmi shodným závěrům. Stejně jako Biswas, Huang, Anand, Mon, Arnold a Leimgruber v roce 2020 jsme prokázali, že přesnost dat závisí velmi na velikosti prostorového rozlišení datasetů. Podobně jako oni, i my jsme za pomoci volně dostupných dat byly schopni analyzovat a vyhodnotit stav lesního ekosystému v naší vybrané lokalitě. Také se nám podařilo dosáhnout díky zvoleným metodám a využitým zdrojům dat se nám podařilo zajistit volně přenositelný postup pro monitorování změn v krajině ve kterékoliv ze 39 zemí, jejichž území jsou zde zmapována produkty služby Copernicus. To má velký význam pro společný postup ve vytváření a řízení společných politik pro ochranu našeho přírodního dědictví na základě jednotných dat o stejné přesnosti a aktuálnosti. Což jak i sám Biswas a kol. uvádí ve své studii je velmi důležité pro efektivní plnění 15. cíle udržitelného rozvoje. S touto myšlenkou se ztotožňují i Mondal, McDermid a Qadir, kteří svou studii provedli v taktéž v roce 2020, jako jejich výše zmínění kolegové. S jejich závěry, ohledně nutnosti využívání dat o vysokém prostorovém rozlišení pro monitorování lesů - jejich skutečné rozlohy, degradace a obnovy a potřeby více zdrojů dat pro získání co nejpřesnějších výsledků se můžeme po zhodnocení naší studie naprosto ztotožnit. Stejně jako autoři vnímáme, že volně přístupná geoprostorová data jsou základem pro udržení integrity a vykazatelnosti co se týče společného plnění cílů udržitelného rozvoje. Přesnost a spolehlivost dat s vysokým rozlišením (10 m), která poskytuje družice Sentinel-2 byla mimo dvou předešlých studií ověřena i ve studii z roku 2022, kterou zpracoval Francini a kol. To nám dává bezpečnou jistotu, že námi použitá data, která jsou z velké části pořízena právě družicemi Sentinel-2 a na jejich základě vytvořené hodnocení odráží skutečný stav krajiny Jihočeského kraje.

6. Závěr

Náš výzkum potvrdil a poukázal na široké spektrum volně dostupných dat DPZ, ať už se jedná o data z programu Copernicus, který je těžištěm naší studie, tak i řada dalších volně dostupných zdrojů poskytovaných organizacemi jako je např. NASA, ESA, Global Land Analysis and Discovery laboratory či třeba JRC, na které jsme se přímo nezaměřili. Na základě rozdílné přesnosti použitých produktů jsme došli k závěru, že pro přesnou analýzu daného území je nezbytné využití vícero zdrojů dat. Při hodnocení našich výsledků a výstupů dalších studií, které se vydaly podobným směrem jako my jsme došli k závěru, že potenciál služeb DPZ v hodnocení stavu krajiny a jeho využití v rámci státní správy k tvoření jak místních tak nadnárodních strategií a monitorování jejich plnění je bezpochyby obrovský a připraven k aktivnímu užívání. Naše metody jsou lehce přenositelné v rámci většiny zemí Evropy a z hlediska nákladů velmi efektivní, díky využití volně dostupných dat programu Copernicus. Tyto všechny zmíněné benefity činí metody DPZ bezkonkurenčním a vhodné pro implementaci do státních agend a rozhodovacích procesů.

7. Zdroje

BHAGWAT, T., HESS, A., HORNING, N., a kol. (2017): Losing a jewel—Rapid declines in Myanmar's intact forests from 2002-2014. PLOS ONE. 12. 5.

BISWAS S., HUANG Q., ANAND A., MON M. S., ARNOLD F., LEIMGRUBER P. (2020): A Multi Sensor Approach to Forest Type Mapping for Advancing Monitoring of Sustainable Development Goals (SDG) in Myanmar. Remote Sensing. 12. 19.

CENIA, GISAT, PŘF UK (2020): Metodika k vyhodnocení nákladů a přínosů využití DPZ v rezortu MŽP, Ministerstvo životního prostředí, https://docs.google.com/document/d/1-7v86OsCtAQGoONqHSSQFOK_ugoblGC_/edit?usp=sharing&oid=105127569732754489119&rtpof=true&sd=true (11.12.2024)

CHENG, Q., ZHANG, Y., HALLIKAINEN, M., (2006): [Water quality monitoring using remote sensing in support of the EU water framework directive \(WFD\): A case study in the Gulf of Finland](#). Environmental monitoring and assessment, 124, 157-166.

1. Copernicus (2024): CLC+ Backbone, Copernicus, <https://land.copernicus.eu/en/products/clc-backbone> (11.12.2024)

2. Copernicus (2024): High Resolution Layer Dominant Leaf Type, Copernicus, <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-dominant-leaf-type> (11.12.2024)

3. Copernicus (2024): High Resolution Layer Forest Type, Copernicus, <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-forest-type> (11.12.2024)

4. Copernicus (2024): High Resolution Layer Water and Wetness, Copernicus, <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-water-and-wetness> (11.12.2024)

5. Copernicus (2024): Monitorování území, Copernicus, <https://www.copernicus.eu/cs/sluzby/monitorovani-uzemi> (10.3..2024)

6. Copernicus (2024): Základní informace o projektu Copernicus, <https://www.copernicus.eu/cs/o-programu-copernicus/zakladni-informace-o-programu-copernicus> (10.3.2024)

CORONA, P., a kol. (2007): Experimental comparison between coppice clearcuts observed by high resolution satellite images and administrative statistics in central-southern Italy. Forest@. 4. 324-332

CLMS (2024): High Resolution Layer Dominant Leaf Type, Copernicus, <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-dominant-leaf-type> ()

DALL'OLMO, G., a kol. (2005): Assessing the potential of SeaWiFS and MODIS for estimating chlorophyll concentration in turbid productive waters using red and near-infrared bands. Remote Sensing of Environment, 96, 176-187.

DRUSCH, M., a kol. (2012): Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. Remote Sensing of Environment. 120. 25-36

eAGRI (2023): 2023 - Omezení k odběru povrchových vod + omezení odběrů z vodovodů pro veřejnou potřebu dle územní působnosti s. p. Povodí - stav k 3.5.2023, Ministerstvo zemědělství,

https://eagri.cz/public/web/file/724057/vydana_omezeni_SUCHO_2023_05_02.pdf (28.6.2023).

EO SCIENCE FOR SOCIETY: WorldWater, Surface Water Dynamics, ESA, <https://eo4society.esa.int/projects/worldwater-surface-water-dynamics/> (3.7.2023)

ESTREGUIL, C., a kol. (2019): Strategic Green Infrastructure and Ecosystem Restoration. Joint Research Centre, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC113815> (8.7.2023).

FAO (2015): Global Forest Resources Assessment 2015: How are the World's Forests Changing? Food and Agriculture Organization, <https://www.fao.org/3/i4793e/i4793e.pdf> (27.6.2023)

FAO (2024): Global Forest Watch (GFW), Food and Agriculture Organization of the United Nations, <https://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1040380/> ()

FRANCINI S., a kol. (2022): An open science and open data approach for the statistically robust estimation of forest disturbance areas. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 106.

GAF AG (2021): Riparian Zones Nomenclature Guideline. European Environment Agency, https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/riparian_zones_nomenclature_guide (27.7.2023)

GLAD (2024): About us, Global Land Analysis and Discovery laboratory, <https://glad.umd.edu/aboutus> (11.12.2024)

LAURIN, G. L., a kol. (2020): Satellite open data to monitor forest damage caused by extreme climate-induced events: a case study of the Vaia storm in Northern Italy. Forestry. 93. 3. 407-416.

LE, C., a kol. (2009): A four-band semi-analytical model for estimating chlorophyll a in highly turbid lakes: The case of Taihu Lake, China. Remote Sensing of Environment, 113, 1175-1182.

MONDAL, P., MCDERMID, S. S., QADIR, A. (2020): A reporting framework for Sustainable Development Goal 15: Multi-scale monitoring of forest degradation using MODIS, Landsat and Sentinel data. *Remote Sensing of Environment*. 237.

NIL (2023): Národní inventarizace lesů v České republice: Výsledky třetího cyklu 2016-2020, Národní inventarizace lesů, https://nil.uhul.cz/downloads/vysledky_projektu_nil3/2023_01_03_1_plocha_lesa_nil3.pdf (27.6.2023)

OGASHAWARA, I., MORENO-MADRINIÁN, M. J., (2014): Improving Inland Water Quality Monitoring through Remote Sensing Techniques. *International Journal of Geo-Information*, 3, 4, 1234-1255.

Rada Evropské unie (2024): Zelená dohoda pro Evropu, Rada Evropské unie, <https://www.consilium.europa.eu/cs/policies/green-deal/> (11.12.2024)

Sawyer, G., A. Dubost, and M. De Vries. (2016) Copernicus sentinels' products economic value: a case study of forest management in Sweden. *European Association of Remote Sensing Companies*. https://esamultimedia.esa.int/docs/EarthObservation/case_report_forest_management_in_sweden_final.pdf (27.6.2023)

SDG-Data (2022): Agenda 2030, SDG-Data, <https://www.sdg-data.cz/#agenda2030> (11.12.2024)

ZALD, H. S. J., a kol. (2016): Integrating Landsat pixel composites and change metrics with lidar plots to predictively map forest structure and aboveground biomass in Saskatchewan, Canada. *Remote Sensing of Environment*. 176. 188-201

kurovcovamapa.cz (2024): O projektu, Kůrovcová mapa, <https://www.kurovcovamapa.cz/o-projektu> (11.12.2024)