

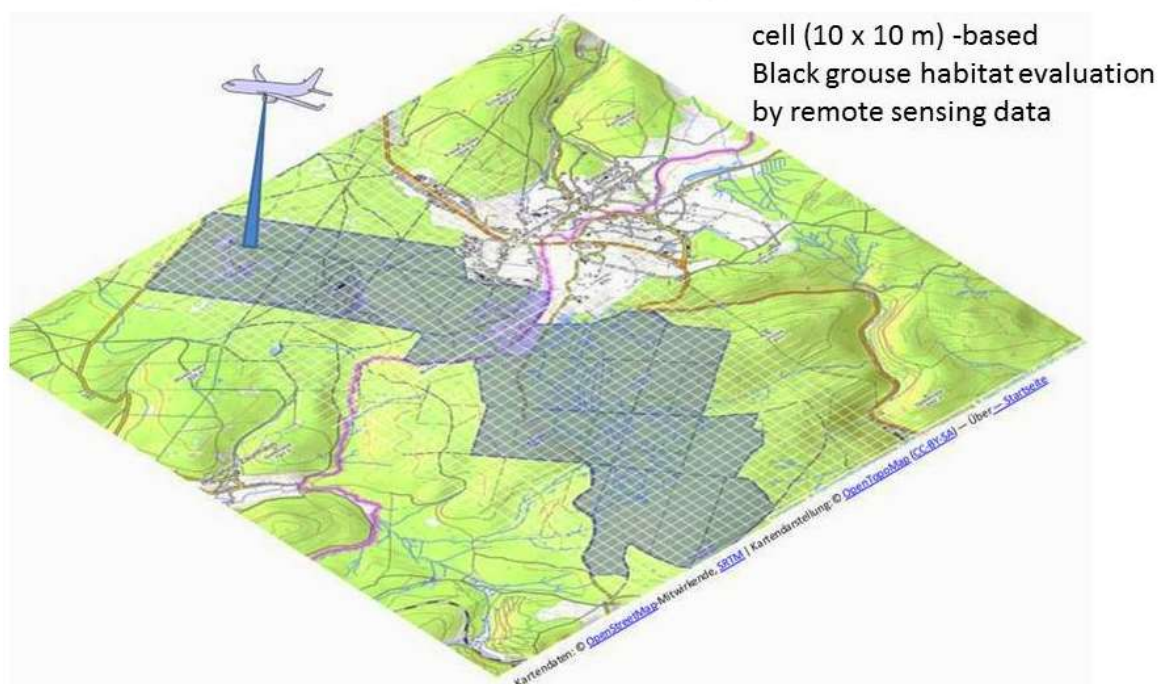
Zpráva

k

vývoji přeshraničně použitelného schématu posuzování biotopů tetřívka obecného v hřebenových polohách česko-německého pohraničí na základě poloautomatizovaného sběru dat z dálkového průzkumu v rámci projektu „TetraoVit“ spolufinancovaného z prostředků EU v rámci Programu spolupráce mezi Českou republikou a Svobodným státem Sasko 2014 - 2020

Stav 24.02.2021

TetraoVit-project



Obsah

1.	<i>Důvody a cíle výzkumu</i>	3
1.1.	Proměna biotopů tetřívka obecného v Krušných horách	3
1.2.	Projekt	3
1.3.	Projektové území	4
2.	<i>Metodika</i>	6
2.1.	Výběr parametrů biotopů	6
2.2.	Ověřená data z dálkového průzkumu	6
2.3.	Výběr nejvhodnějších dat z dálkového průzkumu	8
2.4.	Detekce parametrů biotopů	9
2.4.1.	Druhy stromů a přízemní vegetace	9
2.4.2.	Výška stromů a stupeň pokrytí korunami stromů	11
2.4.3.	Tvar reliéfu	12
2.4.4.	Rastrování výsledků dálkového průzkumu	13
2.4.5.	Hodnocení validity dat	14
2.5.	Metoda hodnocení k posuzování vhodnosti biotopu tetřívka obecného	14
2.5.1.	Základní předpoklady a cíle metody hodnocení	14
2.5.2.	Hodnocení různých dílčích biotopů	14
2.5.3.	Definice mezí vhodnosti a tříd vhodnosti pro parametry biotopu	15
2.5.4.	Výpočet kumulativních hodnot biotopu pro každou čtvercovou buňku	16
2.5.5.	Zohlednění rušivých vlivů cest a budov	16
2.6.	Prognóza vývoje biotopů	18
3.	<i>Výsledky</i>	19
3.1.	Deskriptivní prezentace výsledků dálkového průzkumu	19
3.1.1.	Rozložení druhů stromů, hodnocení validity dat	19
3.1.2.	Rozložení výšek stromů, hodnocení validity dat	22
3.1.3.	Rozložení stupňů pokrytí korunami stromů, hodnocení validity dat	24
3.1.4.	Rozložení typů přízemní vegetace, hodnocení validity dat	26
3.1.5.	Rozložení tvarů reliéfu	28
3.2.	Výsledky hodnocení biotopů	29
3.2.1.	Typ biotopu "tokaniště"	29
3.2.2.	Typ biotopu "biotop pro hnízdění a vodění kuřat"	31
3.2.3.	Typ biotopu "podzimní/zimní biotop"	35
3.3.	Výsledky prognóz pro biotopy	38
3.3.1.	Scénář bez přestavby lesa	38
3.3.2.	Scénář s přestavbou lesa	43
4.	<i>Diskuze</i>	48
4.1.	Vhodnost metody dálkového průzkumu, náklady na data a vyhodnocení	48
4.2.	Evaluační hodnocení biotopů	49
4.3.	Evaluační prognózy biotopů	52
4.4.	Stanoviska projektových partnerů	53
5.	<i>Souhrn</i>	55
6.	<i>Seznam literatury a zdrojů</i>	56

1. Důvody a cíle výzkumu

1.1. Proměna biotopů tetřívka obecného v Krušných horách

Zachování tetřívka obecného v lesnatých středohorských oblastech představuje nejen povinnost, ale současně i výzvu. Přirozený výskyt tetřívka obecného je omezen na otevřené rašeliniště a rašelinné lesy, řídké lesní porosty s vřesem obecným a bobulovitými keři v oblasti skalnatých kup a na lesy, dočasně prosvětlené v důsledku větrného polomu nebo napadání kůrovcem. Dočasné větší otevřené plochy, opakovaně vznikající jako následky vichřic, podléhají z hlediska své vhodnosti jako biotop tetřívka obecného přirozenému opětovnému zalesnění.

V hospodářských lesích jsou tyto plochy zpravidla zalesňovány cíleně. To se týká rovněž rozlehlých holin v horním Krušnohoří, které vznikly v sedmdesátých letech minulého století v důsledku poškození lesů imisemi a které vedly k výraznému rozšíření přírodních stanovišť pro tetřívka obecného a silnému nárůstu jeho popluce. Ještě v osmdesátých letech byla většina těchto ploch zalesňována tak zvanými nepůvodními přípravnými dřevinami, jako například smrkem pichlavým (*Pinus pungens*), borovicí pokroucenou (*Pinus contorta*) a modřínem euroasijským (*Larix x eurolepis*) a početní stavy tetřívka obecného začaly opět brzy klesat. I přesto se však do dnešní doby v těchto špatně rostoucích, zčásti opět zanikajících porostech těchto nepůvodních přípravných dřevin určitý početní stav tetřívka obecného zachoval.

Z důvodů špatného růstu nepůvodních přípravných dřevin jsou zhruba od poloviny devadesátých let jejich porosty postupně nahrazovány původními smrky. Smrkové kultury rychle rostou a vytvářejí brzy zápoj a tak již tato území nejsou jako biotop pro tetřívka obecného vhodná. Tento proces přestavby více či méně prosvětlených nepůvodních přípravných dřevin pokročil na německé straně více, nežli na české straně, nicméně je i tam urychlován.

1.2. Projekt

Cílem strategie ochrany tetřívka obecného v hřebenových polohách Krušných hor musí být především jeho zachování a management rychle se měnících biotopů. Pro cílený management biotopů je nutno vědět, kde a v jakém rozsahu se v současné době vyskytují pro tetřívka obecného vhodné biotopy a znát jejich předpokládaný vývoj.

Úspěšnou strategii ochrany tetřívka obecného v Krušných horách je navíc možno připravovat a realizovat pouze přeshraničně. To platí především pro zachování malé dílčí populace na německé straně, která bez spojení s tetřívky na české straně nemá šanci na přežití.

V rámci tohoto projektu tedy mělo být testováno, do jaké míry lze na základě přeshraničně dostupných dat z dálkového průzkumu a určitých předpokladů a kritérií odvodit kvantifikované závěry k aktuální vybavenosti biotopů a jejich předpokládanému vývoji. V případě, že by tento výzkumný závěr dospěl k použitelným výsledkům, mohly by se tyto výsledky stát základem pro přeshraniční management biotopů tetřívka obecného.

Průzkum představuje důležitý příspěvek státního podniku Sachsenforst (Saské lesy) v rámci projektu „Revitalizace rašelinišť a management biotopu tetřívka obecného ve východním Krušnohoří –TetraoVit“ spolufinancovaného z prostředků EU v rámci Programu spolupráce mezi Českou republikou a Svobodným státem Sasko 2014 - 2020 (registrační číslo projektu 100323904, doba realizace projektu: 02. 06. 2017 – 31. 12. 2020). V rámci tohoto projektu přeshraničně

spolupracuje šest partnerů projektu (Technická univerzita v Drážďanech, státní podnik Sachsenforst (Saské lesy), Okresní úřad okresu Sächsische Schweiz – Osterzgebirge (Saské Švýcarsko – Východní Krušnohoří), Ústecký kraj, spolek Ametyst, Lesy České republiky, s.p.) s cílem přispět k zachování místní biodiverzity. Především jde o zajištění ekosystémových služeb vrchovišť a vytvoření lepších podmínek pro tetřívka obecného. V rámci Programu spolupráce na podporu přeshraniční spolupráce mezi Českou republikou a Svobodným státem Sasko 2014-2020 byla pro výdaje partnerů projektu získána prostřednictvím Saské rozvojové banky z prostředků Evropského fondu pro regionální rozvoj dotace až do výše 85% způsobilých výdajů.

Státní podnik Sachsenforst (Saské lesy) má jako milník č. 3 za úkol vyvinout metodu, umožňující poloautomatizovaného sběr dat parametrů, které jsou pro posouzení a prognózu vhodnosti lesních ploch jako biotopů tetřívka obecného rozhodující. Využita by přitom měla být přeshraničně dostupná data z dálkového průzkumu (letecké snímky, satelitní data ve vysokém rozlišení, digitální modely terénu). Dílčí biotopy jsou popsány v Programu na ochranu populace tetřívka obecného pro Svobodný stát Sasko (Saský zemský úřad pro životní prostředí, zemědělství a geologii [LfULG] 2019).

Tato metoda má zajistit nenáročný plošný a přeshraniční (Krušné hory) opakovatelný sběr dat týkajících se hodnotících parametrů.

1.3. Projektové území

Zhruba 860 hektarů velké projektové území se nachází v hřebenových polohách východního Krušnohoří v několika sedlech mezi vrchy Kahleberg (905 m) na severu a Pramenáčem (909 m) na jihu. Z toho se 533 hektarů nachází na českém a 327 hektarů na saském území.

S výjimkou přírodní rezervace „Georgenfelder Hochmoor“ („Georgenfeldské rašeliniště“), jejíž plochy se nacházejí na pozemcích, které patří městu Altenberg a které jsou zčásti v soukromém vlastnictví, patří zbytek saského dílčího území Svobodnému státu Sasko (spravováno státním podnikem Sachsenforst (Saské lesy)). Převážná část českého dílčího území je rovněž v majetku státu (spravováno státním podnikem Lesy České republiky). Větší souvislá plocha na jihovýchodě dílčího území je pak v soukromém vlastnictví.

Podloží je vulkanického původu, jedná se o teplický ryolit (ryolitový ignimbrit), nastupující na signifikantních vyvýšeninách na povrch (Kahleberg, Großer Lugstein a Kleiner Lugstein, Pramenáč). Na severních svazích vrchu Kahleberg se nacházejí rozlehlá otevřená balvanová pole. Minerální půdy jsou kamenité resp. skalnaté a chudé na živiny. Vysoká propustnost těchto půd je důvodem nízké až střední retenční vodní kapacity. Na nedaleké meteorologické stanici Zinnwald-Georgenfeld byla naměřena střední roční teplota 4,3° C a střední roční úhrn srážek cca 1 000 mm.

Plošiny a propadliny mezi Pramenáčem a vrchem Lugstein pokrývaly původně komplexy rašelinišť. Podle WENDELA (Wendel, 2018) zde původně existovala dvě pramenná úvalová rašeliniště, oddělená sedlem. Srůstáním vrstev rašelínku vzniklo rašeliniště, jehož německá část (Georgenfelder Hochmoor) je převážně odvodňována severozápadním směrem do Divoké Bystřice (Wilde Weißeritz), zatímco jeho česká část (Rašeliniště U jezera - Cínovecké rašeliniště) odtéká na jihovýchod k Bílině. Hydrologické povodí rašelinišť se částečně nachází na území druhého státu. Organické půdy vytvářejí v přírodní rezervaci „Georgenfelder Hochmoor“ („Georgenfeldské rašeliniště“) až 3 m mocnou a v přírodní rezervaci „Rašeliniště U jezera – Cínovecké rašeliniště“ dokonce až 4 m mocnou vrstvu rašeliny (Hydro-Consult, 2018).

Těžba rašeliny a rozsáhlé odvodňování v uplynulých staletích vedly k závažné ztrátě rašelinné vegetace a k dominanci relativně suchých, zalesněných rašelinových oblastí, v nichž se vyskytuje už jen několik málo typických rašelinných druhů. I přes odvodňování a těžbu rašeliny nejlépe zachované rašelinné oblasti jsou dnes chráněny jako přírodní rezervace („Georgenfeldské rašeliniště er Hochmoor – 13,5 ha, „Rašeliniště U jezera – Cínovecké rašeliniště“ – 60 ha).

Celá plocha projektového území je v obou státech ptačí oblasti (SPA) a má zčásti rovněž statut evropsky významné lokality (EVL). Saská část projektového území je identická s ptačí oblastí „Kahleberg und Lugsteingebiet“ (327 ha). Kolem vrchu Kahleberg byla vymezena zvláštní oblast ochrany (Special Areas of Conservation - SAC) „Kahleberg bei Altenberg“ o rozloze 22 ha a při státní hranici na jihu oblast SAC „Georgenfelder Hochmoor“ („Georgenfeldské rašeliniště“) o rozloze 35,5 ha. Česká část je celá součástí ptačí oblasti „Východní Krušné hory“ o rozloze 16.369 ha. Zvláštní oblast ochrany je identická se stejnojmennou přírodní rezervací „Rašeliniště U jezera – Cínovecké rašeliniště“.

Mezi lety 2013 a 2018 žilo v projektovém území zhruba šedesát tetřívků, z toho zhruba čtyři pětiny na české a pětina na německé straně. Výsledky sčítání tetřívků během tokání za toto období jsou uvedeny v tabulce 1. Východiskem pro výpočet celkového počtu jedinců je předpoklad, že počet (obtížněji pozorovatelných) samic odpovídá počtu kohoutů, výsledek sčítání tetřívka obecného je tedy zdvojnásoben.

Tabulka 1: Výsledky sčítání tokajících kohoutů v projektovém území v letech 2013 až 2018

Dílčí území	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Průměr
Sasko	7	7	6	8	6	5	6,5
Česko	29	34	24	19	22	30	26,3
součet	36	41	30	27	28	35	32,8

2. Metodika

2.1. Výběr parametrů biotopů

V rámci takzvaného „projektu souhrnu lesních ploch“ (sběr dat o stavu lesa pomocí metod dálkového průzkumu pro všechny lesní plochy Sasky) byly na objednávku státního podniku Sachsenforst (Saské lesy) vyvinuty metody a modely k poloautomatizovanému sběru parametrů stavu lesa

- příbytky a úbytky lesních ploch
- růstové stupně
- výškové třídy stromů
- výšky porostů
- stupně pokrytí korunami stromů
- ojedinělé stromy a skupiny stromů (osamocené stromy)

a tyto byly již velkoplošně – na cca 1/3 plochy území Sasky použity (Hoffmann, 2017).

Vycházejí z této metodiky se v projektu TetraoVit jedná o to otestovat, zda a do jaké míry mohou v rámci poloautomatizovaného sběru dat následující parametry

- druh stromu
- výška stromu
- stupeň pokrytí korunami stromů
- typy struktury přízemní vegetace
- poloha v terénu (typ reliéfu)

sloužit k posuzování a prognóze vhodnosti lesních ploch jako biotopu tetřívka obecného.

Kromě toho má vyvíjená metoda zajistit, že výše uvedené parametry lze opakovaně zjišťovat s nízkou náročností, velkoplošně a přeshraničně (například v Krušných horách).

2.2. Ověřená data z dálkového průzkumu

Aby bylo možné přenést metodické postupy, které měly být v rámci pilotního projektu vyvinuty, na jiné oblasti v Sasku a České republice, měly by být pro průzkumy využity pokud možno odborné informace a geografická data, které(á) jsou k dispozici přeshraničně a celoplošně. Týká se to zejména vyzkoušení a využitelnosti satelitních dat.

Podle toho byla použita výchozí data, která jsou obsažena v tabulce 2. Data pocházejí ze státního podniku Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN), Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), státního podniku Lesy České republiky, s. p. (Lesy ČR), společnosti GAF AG München, jakožto komerčního poskytovatele satelitních dat, společnosti Planet Labs Inc. a Evropské kosmické agentury ESA a byla zakoupena z prostředků projektu, pokud nebyla státnímu podniku Sachsenforst (Saské lesy) ponechána k používání bezplatně.

Tabulka 2: Přehled o použitých datech z dálkového průzkumu

Letecké snímky/satelitní data/modely terénu	Rozlišení [m]	Pásma	Datum snímkování
DOP (digitální ortofotosnímky) Sasko	0,2	4 RGBI	24.06.2016
DOP (digitální ortofotosnímky) Česká republika	0,2	4 RGBI	11.06.2017
WorldView2 (WV2)	0,52	8 MS	03.07.2015
	0,46	1 PAN	03.07.2015
WorldView3 (WV3)	1,24	8 MS	13.08.2018
	0,31	1 PAN	13.08.2018
Pleiades	2	4 RGBI	21.05.2018
	0,5	1 PAN	21.05.2018
PlanetScope	3	4 RGBI	08.05., 07.06., 07.08.2018
Sentinel-2B	10-60	10 MS	09.04., 04.05., 03.07., 07.08., 11.10.2018
DGM ¹ Sasko	2		2017
DGM of the Czech Republic - 5th generation (DMR 5G)	(TIN ²)		2010
DOM ³ Sasko	2		2017
DOM of the Czech Republic 1st generation (DMP 1G)	(TIN)		2010

Náklady za pořízená data jsou vyčísleny takto (tabulka 3):

Tabulka 3: Náklady za pořízení dat z dálkového průzkumu

Data	Zdroj	Náklady [EUR]
letecké snímky, ortofotosnímky, modely terénu a modely povrchu pro českou část projektového území	ČÚZK	775
WorldView2 resp. WorldView3 satelitní data pro celé projektové území	GAF AG	1102
Pleiades satelitní data pro celé projektové území	GAF AG	298
Sentinel-2B satelitní data pro celé projektové území	ESA	-
PlanetScope satelitní data pro celé projektové území	Planet Labs Inc.	- (FREE 14 DAY TRIAL)

Z digitálních modelů terénu (DGM) a digitálních modelů povrchu byl pro českou a saskou část projektového území vytvořen vegetační výškový model v podobě normovaného digitálního modelu povrchu (nDOM). Tento model byl použit pro výpočet výšky stromů a stupně pokrytí korunami stromů.

¹ DGM: Digitální model terénu, modeluje typ terénu bez zohlednění vegetační vrstvy

² **Nepřavidelná trojúhelníková síť** ([anglicky](#) *Triangulated Irregular Network*, **TIN**) je možnost k modelování povrchu na základě 3D Mračna bodů

³ DOM: Digitální model povrchu, modeluje tvar reliéfu s ohledem na vegetaci, zde vrstva stromů

Vzhledem k tomu, že český normovaný digitální model povrchu (nDOM) z let 2010/2011 zobrazil stav roku 2017 s aktuálními digitálními ortofotosnímky, resp. satelitními daty jen nedostatečně, byl v rámci dodatečné objednávky pomocí stereomatchingu vytvořen z digitálních ortofotosnímků z roku 2017 nový normovaný digitální model povrchu. Tímto byla dosažena jednotná kvalita dat, která byla použita pro další zpracování.



Obrázek 1: Srovnání prostorového rozlišení dat (LUP 2019)

2.3. Výběr nejvhodnějších dat z dálkového průzkumu

Při použití a analýze dat jak z výpočtů, tak i ze zkušebně provedeného vizuálního zobrazení vyplynulo, že data PlanetScope a data Sentinel-2B, zlepšená texturami, poskytnou nejlepší výsledky (společnost Luftbild Umwelt Planung GmbH, 2019). Zatímco data PlanetScope vykazují lepší prostorovou variabilitu druhů dřevin, mají zlepšená data Sentinel lepší hodnoty přesnosti (viz tabulku 4).

Tabulka 4: Přesnost zdrojů dat pro určení skupiny druhů stromů (LUP 2019)

Parameter Baumart / -mischung									
	Klasse	DOP_ Sachsen	WV3	Pleiades	PlanetScope	Sentinel2	Sentinel2 + Texturen DOP	Sentinel2 + Texturen WV3	Sentinel2 + Texturen DOP neu
Prädiktoren		RGBI, 8Bänder, Indices, Tex (IR), nDOM alt	RGBI, 8Bänder, Indices, Tex (pan.), nDOM alt	RGBI, 8Bänder, Indices, Tex (pan.), nDOM alt	RGBI * 3, Indices * 3, Tex (IR), nDOM alt	108Bänder * 5, Indices * 5, Tex (IR), nDOM alt	108Bänder * 5, Indices * 5, zonal_Tex (IR), nDOM alt	108Bänder * 5, Indices * 5, zonal_Tex (pan.)	108Bänder * 5, Indices * 5, zonal_Tex (IR), nDOM neu
Auflös. [m]		0,2	1	1	1	1	1	10	1
Accuracy ³		0,565	0,673	0,686	0,741	0,71	0,781	0,879	0,879
Kappa ⁴		0,396	0,562	0,572	0,656	0,613	0,713	0,840	0,848
Balanced Accuracy	1 Buche	0,638	0,839	0,786	0,881	0,65	0,823	0,852	0,748
	2 Lärche	0,738	0,766	0,852	0,91	0,925	0,940	0,957	0,917
	3 Fichte	0,687	0,769	0,785	0,842	0,858	0,894	0,946	0,943
	4 Stehfichte	0,553	0,858	0,694	0,867	0,874	0,817	0,953	0,967
	5 Kiefer	0,702	0,615	0,600	0,558	0,531	0,769	0,866	0,848
	6 Bergkiefer	0,582	0,87	0,561	0,571	0,518	0,647	0,838	0,984
	7 Weichlaubholz	0,781	0,89	0,861	0,913	0,804	0,823	0,918	0,932
	8 Laubholz	0,851	0,845	0,902	0,975	0,922	0,964	0,999	NA ⁵
	9 Nadelholz	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,667	NA

³ Gesamtgenauigkeit (Accuracy) und gewichtete Genauigkeit (Balanced Accuracy) (siehe Story und Congalton, 1986 und Congalton 1991)

⁴ Cohens Kappa ist ein Maß zur Bewertung der Übereinstimmung unter Abziehung von möglichen Zufallstreffern (Cohen, 1960)

⁵ Bedeutet, diese Klasse wurde nicht vorhergesagt in der Klassifikation

Nejlepší výsledky pro určení druhů stromů přinesla data Sentinel-2, která byla vylepšena texturami z WorldView3 resp. digitálních ortofotosnímků.

Všechna další zde představená vyhodnocení a interpretace se zakládají na výsledcích dálkového průzkumu na bázi kombinace dat „Sentinel-2 a textury z DOPNeu (ortofotosnímky_{nové})“, jelikož tato data vykazují celkem nejvyšší přesnost. Další výhodou této kombinace je volná dostupnost dat Sentinel-2. Kdyby měl být postup, který byl vyzkoušený v rámci této studie, přenesen na jiné a případně větší oblasti, nevznikly by alespoň za pořízení satelitních dat žádné náklady.

2.4. Detekce parametrů biotopů

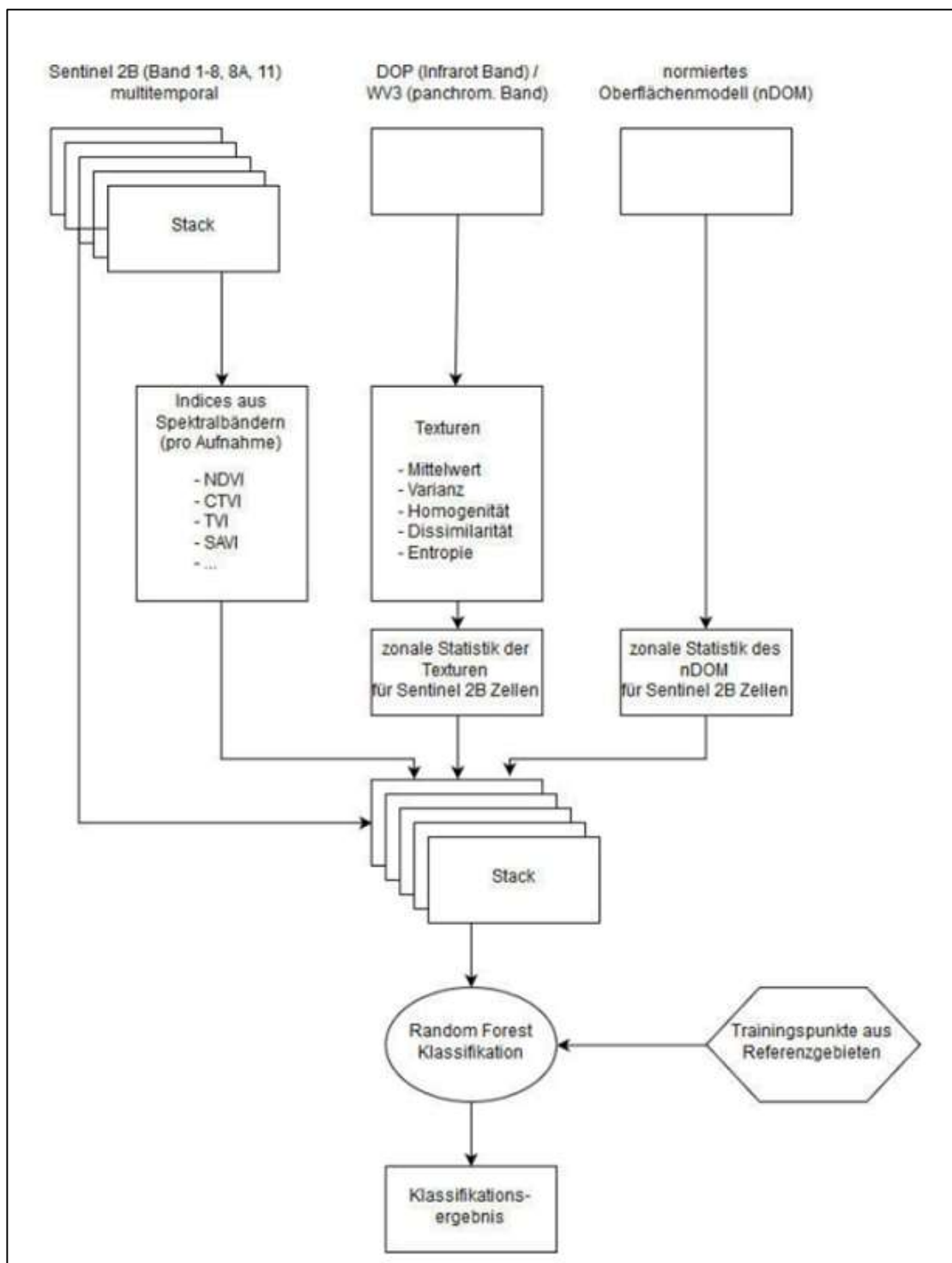
2.4.1. Druhy stromů a přízemní vegetace

Výhercem veřejného výběrového řízení na služby k (polo)automatizované klasifikaci a určení druhů stromů resp. skupin druhů stromů a typů struktury přízemní vegetace pomocí dat z dálkového průzkumu se stala specializovaná společnost „Luftbild Umwelt Planung“ (LUP). Zpracování dat vyžaduje knowhow a speciální software (např. GlobalMapper, ERDAS) (viz obrázek 2).

Pro optimalizaci výpočtů a srovnatelnost výsledků bylo zvoleno jednotné měřítko posuzování 1 m. Digitální ortofotosnímky byly navíc klasifikovány ve vyšším rozlišení 0,20 m. V prvním kroku byly oblasti, které měly být klasifikovány, maskovány. Jako les (se dřevinami) byly označeny všechny oblasti, které vykazují normalizovaný diferenční vegetační index (NDVI) ≥ 0.5 a výšku (normovaný digitální model povrchu) > 1 m. Pro analýzu přízemní vegetace byly extrahovány oblasti, které nejsou pokryty korunami stromů (normovaný digitální model povrchu < 1). Navíc byly pomocí dat z OpenStreetMap eliminovány budovy, komunikace, cesty a náměstí (nádvoří) a jejich okolí do 2 metrů.

Ke klasifikaci dat z leteckých snímků a satelitních dat byl ve druhém kroku použit algoritmus Random Forest 2 (Breimann, 2001). Algoritmus byl použit pomocí programovacího jazyka R a (multi)spektrálních pásem příslušných leteckých/satelitních snímků. K tomu potřebné validované body 9 druhů stromů resp. 8 skupin přízemní vegetace byly převzaty z referenčních oblastí. Posloupnost kroků je zobrazena na následujícím obrázku.

Ve čtyřech dnech v terénu (27./28.08.2018, 15./16.11.2018) bylo v projektovém území snímkováno 16,9 ha referenční plochy pro druhy stromů a 1,6 ha referenční plochy pro přízemní vegetaci. Pro referenční plochu druhů stromů byly zahrnuty čisté porosty ze základní lesnické mapy po vizuálním porovnání s digitálními ortofotosnímky.



Obrázek 2: Posoupnost kroků na příkladě Sentinel-2 při zapojení textur z digitálních ortofotosnímků nebo WV3 (LUP 2019)

Klasifikace druhů stromů byla provedena s cílem zobrazit při současném stavu techniky analýzy dat co možná nejlépe vhodnost biotopů teřívka obecného z hlediska druhů stromů. Vynikající roli jako úživné rostliny hrají druhy měkkých listnatých dřevin jako jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), bříza pýřitá (*Betula pubescens*) a vrby (*Salix sp.*) Na straně druhé nelze tyto druhy stromů v analýze (multi)spektrálních pásem dále jasně rozlišovat, a proto jsou shrnuty do skupiny druhů stromů „měkké listnaté dřeviny“ (tabulka 5).

Tabulka 5: Klasifikace druhů stromů / skupin druhů stromů

Druh strom / skupina druhů stromů	Druh stromu
smrk	Picea abies, P. omorika, P. sitchensis
smrk pichlavý	Picea pungens
borovice	Pinus contorta, Pinus sylvestris
borovice kleč	Pinus mugo
modřín	Larix spec.
měkké listnaté dřeviny	Betula pendula, B. pubescens, Sorbus aucuparia, Salix spec.
buk	Fagus sylvatica
ostatní listnaté dřeviny	Acer pseudoplatanus, Alnus glutinosa, Populus tremula
bez údajů	-

Stejně jako u druhů stromů byla i klasifikace přízemní vegetace provedena s cílem zobrazit při současném stavu techniky analýzy dat co možná nejlépe vhodnost biotopů tetřívka obecného z hlediska druhů stromů. Vynikající roli jako rostliny sloužící jako potrava hrají polokeře jako brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) nebo vřes obecný (*Calluna vulgaris*). Na straně druhé nelze tyto druhy v analýze (multi)spektrálních pásů dále jasně rozlišovat.

Tabulka 6: Klasifikace typů struktury přízemní vegetace

Skupina	Typ přízemní vegetace
1	surová půda
2	Vaccinium/Calluna > 50 % podílu plochy
3	Vaccinium/Calluna > 50 % podílu plochy
4	rašeliništní/slatiništní vegetace (mechy, nízké druhy ostřice)
5	nízké traviny (Eriophorum spec., Deschampsia spec, Carex spec.)
6	vysoké traviny (Calamagrostis spec., Molinia caerulea)
7	kameny
8	ostatní přízemní vegetace
99	bez údajů

2.4.2. Výška stromů a stupeň pokrytí korunami stromů

Z digitálních modelů terénu a digitálních modelů povrchu byl pro českou a saskou část projektového území vytvořen vegetační výškový model v podobě normovaného digitálního modelu povrchu (nDOM). Tento model byl použit pro výpočet výšky stromů a stupně pokrytí korunami stromů. Vzhledem k tomu, že český normovaný digitální model povrchu (nDOM) z let 2010/2011 zobrazil stav roku 2017 s aktuálními digitálními ortofotosnímky resp. satelitními daty jen nedostatečně, byl v rámci dodatečné objednávky pomocí stereomatchingu vytvořen z digitálních ortofotosnímků z roku 2017 nový normovaný digitální model povrchu. Tímto byla dosažena jednotná kvalita dat, která byla použita pro další zpracovávání.

K diferencování ploch pokrytých a nepokrytých korunami stromů byl rovněž přibrán normovaný digitální model povrchu (nDOM). Plochy, kde výšky stromů byly nižší než jeden metr, byly kategorizovány jako plochy nepokryté korunami stromů. Výpočet stupně pokrytí korunami stromů byl pro každou čtvercovou buňku implementován do výpočtu parametru „výška stromu“. Výpočty byly provedeny v programovacím jazyku R.

Pro každou čtvercovou buňku byla nejprve eliminována plocha nepokrytá korunami stromů z předchozího výpočtu. V rámci tohoto procesního kroku byl zjištěn podíl plochy pokryté korunami stromů a to bylo zaokrouhleno na stupně 10 %. Zároveň byly provedeny výpočty výšky stromu v podobě 80. percentilu a průměrné hodnoty nad touto hodnotou. Tato byla zaokrouhlena na stupně 0,5 m.

V rámci těchto výpočtů byla (byl) pro každou čtvercovou buňku

- zjištěna výška stromu ve stupních 0,5 m a
- zjištěn stupeň pokrytí korunami stromů ve stupních 10 %.

Data byla zadána přímo do výsledného souboru (shape).

2.4.3. Tvar reliéfu

Tvar reliéfu hraje roli natolik, že - vycházejí z výsledků monitorování - určité typy biotopů, které jsou v zásadě vhodné z pohledu vegetační struktury, tetřívky obecný v určitých tvarech reliéfu upřednostňuje nebo nevyužívá, zejména strmým svahům a údolním zářezům se tetřívky vyhýbá.

K určení polohy bodu v terénu byla použita metoda členění reliéfu podle JENNESSE (Jenness, 2006). Základem této metody je Topographic Position Index (TPI). Odráží rozdíl mezi výškou určité buňky digitálního modelu terénu a průměrnou výškou jejích okolních buněk digitálního modelu terénu.

Níže uvedené tvary krajiny pro vstupní hodnoty TPI40 (poloměr 40 m) a TPI100 (poloměr 100 m) byly určeny pomocí nástroje „TPI Based Landform Classification“ systému automatizovaných geovědeckých analýz SAGA-GIS.

Tabulka 7: Klasifikace polohy v terénu (tvar reliéfu)

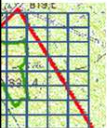
Skupina	Tvar krajiny
0	údolí tvaru V
1	oblasti v prostřední části svahu
2	oblasti v horní části svahu
3	údolí tvaru U
4	roviny, náhorní planiny
5	otevřené svahy s nízkým sklonem
6	horní části svahu
7	lokální hřebeny, vrcholy v údolích
8	hřebeny v prostředních částech svahu, menší vrcholy v rovině
9	horské vrcholy, horské hřebeny

2.4.4. Rastrování výsledků dálkového průzkumu

Přeshraniční projektové území o rozloze 861 ha bylo rozděleno do přibližně 87.000 čtvercových buněk o velikosti 10 m x 10 m, čím každá čtvercová buňka reprezentuje plochu 100 m². Výsledky dálkového průzkumu pro pět vybraných parametrů biotopu byly do tohoto rastru promítnuty, takže pro každou čtvercovou buňku existuje konkrétní hodnota převládajícího druhu stromu, výšky stromu a stupně pokrytí korunami stromů, typu přízemní vegetace a tvaru reliéfu. Všechna další vyhodnocení pro projektové území vycházejí z tohoto rastru.



Obrázek 3: Rozdělení projektového území do čtverců (výřez)



Ziel: 5 Fernerkundungsparameter für jede Rastereinheit

- Baumart (bzw. zumindest Baumartengruppe)**

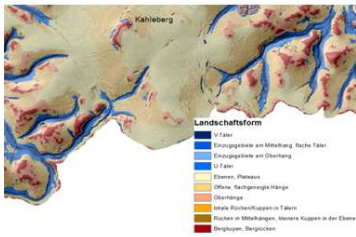
-> *Picea abies*, *Picea pungens*, *Pinus silvestris*, *Pinus mugo*, *Larix*,
Weichlaubholz (= *Betula*, *Sorbus*, *Salix*), *Fagus*, andere Laubbäume
- Baumhöhe**

-> in 0,5m Stufen
- Deckungsgrad**

-> in 10 % Stufen
- Bodenvegetation**

-> Rohboden, *Vaccinium/Calluna*, Moos-/Sumpfvvegetation, hohe Gräser (*Molinia*, *Calamagrostis*), niedr. Gräser (*Carex*, *Deschampsia*)
- Geländeform**

->



Obrázek 4: Parametry biotopu každé čtvercové buňky

2.4.5. Hodnocení validity dat

Data, která byla získána dálkovým průzkumem, skutečný stav lesa neodrážejí přesně v každém bodě, nýbrž vždy vykazují chyby v určitém rozsahu.

Aby bylo možné alespoň zhruba posoudit přesnost výsledků dálkového průzkumu podle zde zvoleného postupu, byly výsledky globálně ověřeny ohledně jejich plauzibility na leteckém snímku a projektovým partnerem Ametyst (VOLF 2019) srovnány se stávajícími lesnickými daty a výsledky terestrického mapování biotopů. Kromě toho byl přes projektové území položen zkušební rastr o velikosti 300 m x 300 m a na celkem 97 čtvercových buňkách v bodech křížení rastru byla prověřena správnost výsledků dálkového průzkumu, takže pomocí tohoto (velmi malého) vzorku lze alespoň odhadnout podíl korektních a chybných výsledků.

Některé body, zejména v případě neplauzibilních výsledků dálkového průzkumu, byly navíc vyhledány přímo v terénu.

Výsledky ověření plauzibility jsou prezentovány v souvislosti s deskriptivním zobrazením výsledků dálkového průzkumu.

2.5. Metoda hodnocení k posuzování vhodnosti biotopu tetřívka obecného

2.5.1. Základní předpoklady a cíle metody hodnocení

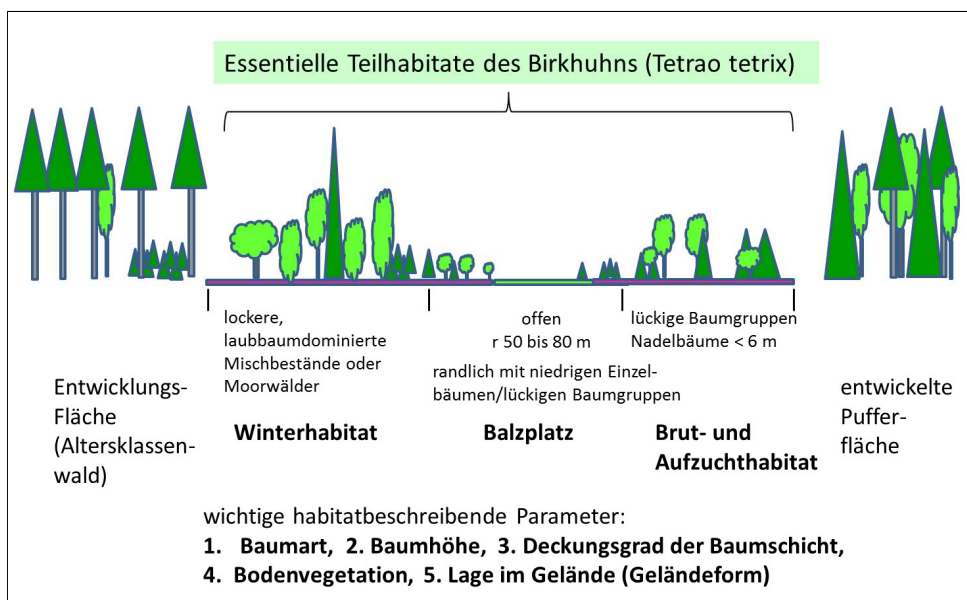
Zde vyzkoušená metoda vychází ohledně potřebných prvků prostředí biotopů tetřívka obecného z těchto předpokladů :

- Optimální biotopy tetřívka obecného na hřebeni Krušných hor se nacházejí na hranicích rostoucího lesa, tedy v oblastech prolínání lesa a bezlesí (například rašeliniště a okraje rašelinišť) nebo ve stádiu vývoje lesa pomocí pionýrských druhů dřevin. Tyto optimální biotopy jsou charakterizovány řídkými nízkými porosty s vysokým podílem pionýrských druhů dřevin a s přízemní vegetací bohatou na bobulovité keře.
- Tyto podmínky biotopů, které tetřívci preferují, lze s dostatečnou spolehlivostí popsat a prostorově přiřadit pomocí zde zvolených dat z dálkového průzkumu a parametrů biotopů.

Cíl vyvíjené metody spočívá v tom, aby bylo možné na základě výše uvedených předpokladů a dat zhodnotit a lokalizovat uvnitř určité oblasti alespoň potenciálně vhodné biotopy tetřívka obecného. Posouzení situace přírodního stanoviště tetřívka obecného tak má vycházet z pokud možno objektivní a ověřitelné základny a zároveň ukázat prostorové podmínky pro management preferovaných biotopů tetřívka obecného.

2.5.2. Hodnocení různých dílčích biotopů

Hodnocení vhodnosti biotopu konkrétní oblasti je ztíženo tím, že v průběhu roku tetřívci využívají různě strukturované dílčí biotopy a tím kladou různé požadavky na své přírodní stanoviště. Na začátku jara vypadají optimální tokaniště pro samice a samce jinak než biotopy pro hnízdění a vodění kuřat, které potřebují samice a kuřata na konci jara a v létě. Jiné znaky, resp. charakteristiky vykazují optimální biotopy na přezimování (obrázek 5).



Obrázek 5: Schéma biotopů využívaných tetřívkem obecným v lese

Plošně zjištěné parametry biotopů proto byly posouzeny samostatně pro každý dílčí biotop (tokaniště, biotop pro hnízdění a vodění kuřat, podzimná/zimní biotop), aby bylo možno lokalizovat struktury v oblasti, které umožňují posouzení vhodnosti některého z těchto tří dílčích biotopů.

Samostatné posouzení jednotlivých tří dílčích biotopů bylo provedeno i z toho důvodu, že struktury biotopů, které jsou považovány za potřebné pro jednotlivé dílčí biotopy, se prolínají. Jednoznačné přiřazení dílčích biotopů v rámci samostatného posouzení, například na základě výšky stromu nebo stupně pokrytí korunami stromů, není možné, výsledky všech tří samostatných posouzení v mnoha případech spíše ukazují oblasti, které vyhovují požadavkům na strukturu více dílčích biotopů, a proto se i prostorově prolínají.

2.5.3. Definice mezí vhodnosti a tříd vhodnosti pro parametry biotopu

Aby bylo možné posoudit vhodnost dané čtvercové buňky jakožto součást jednoho ze tří dílčích biotopů, byly pro každý dílčí biotop definovány speciální meze vhodnosti a/nebo třídy vhodnosti na základě pěti parametrů biotopu každé čtvercové buňky.

Přitom byly meze vhodnosti a třídy vhodnosti stanoveny pro parametry biotopu „výška stromu“ a „stupeň pokrytí korunami stromů“. Čtvercové buňky, u nichž výška stromu nebo stupeň pokrytí korunami stromů stanovenou mez překročily, byly ze souboru buněk, které jsou případně vhodné biotopy, vyňaty. Hodnoty výšky stromu a stupně pokrytí korunami stromů pod touto mezí byly rozděleny do tří tříd vhodnosti („ještě vhodné“, „vhodné“ a „velmi vhodné“).

Pro parametry biotopu „skupina druhů stromů“ a „typ přízemní vegetace“ byly definovány také tři třídy vhodnosti. Díky tomu nemůže dojít k tomu, že určité čtvercové buňky s horším hodnocením kombinace druhů stromů nebo typů přízemní vegetace budou automaticky vyňaty jakožto nevhodné pro daný dílčí biotop. Jedinou výjimkou je typ přízemní vegetace „kamený“, u jehož detekce bylo přiřazení dané čtvercové buňky k typům biotopu „biotop pro hnízdění a vodění kuřat“ nebo „biotop vhodný pro přezimování a potravní základnu“ vyloučeno.

Co se týče parametru biotopu „tvar reliéfu“, byla použita pouze jedna mez vhodnosti, která vedla k eliminaci čtvercových buněk v údolních zářezech a na strmých dolních svazích. V ostatních částech projektového území vykazoval terén tak málo reliéfních rozdílů, že vytvářet další třídy vhodnosti různých tvarů reliéfu nebylo smysluplné.

Meze vhodnosti a třídy vhodnosti parametrů biotopu, zvolené pro jednotlivé dílčí biotopy, jsou popsány spolu s výsledky hodnocení biotopů v kapitole 3.2.

2.5.4. Výpočet kumulativních hodnot biotopu pro každou čtvercovou buňku

Parametry biotopu každé čtvercové buňky byly – podle toho, ve kterém rozmezí hodnot, resp. ve které třídě vhodnosti se nacházely – ve vztahu k příslušnému dílčímu biotopu hodnoceny jedním bodem (za „ještě vhodné“), dvěma body (za „vhodné“) nebo třemi body (za „velmi vhodné“). V případě čtyř parametrů biotopu (výška stromu, stupeň pokrytí korunami stromů, skupina stromů, typ přízemní vegetace) by mohla každá čtvercová buňka dosáhnout maximálně dvanáct bodů.

Vzhledem k tomu, že ne všechny čtyři výše uvedené parametry biotopu měly pro posouzení vhodnosti biotopů stejnou váhu, byly vždy dva parametry vůči ostatním dvěma parametrům hodnoceny dvojnásobnou váhou. Tak například do součtu bodů čtvercové buňky byly pro posouzení dílčího biotopu „tokaniště“ hodnoty parametrů „výška stromu“ a „stupeň pokrytí korunami stromů“ hodnoceny faktorem 2. Tím, že některé body vždy dvou biotopů byly sčítány dvakrát, činila maximálně dosažitelná hodnota 18 bodů pro každou čtvercovou buňku a každý dílčí biotop.

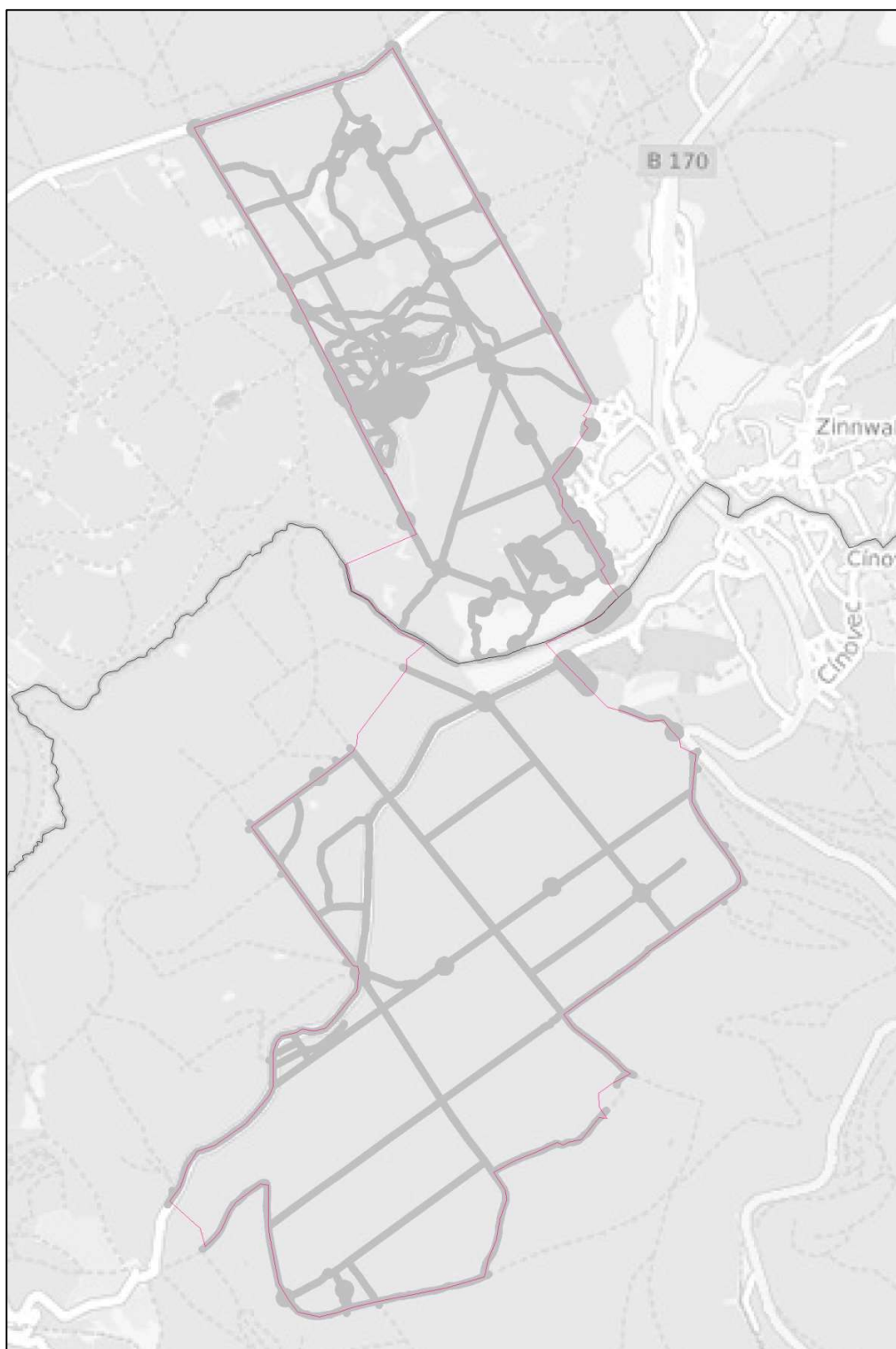
Parametr biotopu „tvar reliéfu“ nebyl vzhledem k nízkému diferencujícímu účinku do tohoto třístupňového systému hodnocení zahrnut. Jak již bylo uvedeno, byly oblasti, které jsou z důvodu svého tvaru reliéfu jako biotop tetřívka obecného nevhodné, z tohoto posuzování zásadně vyloučeny.

2.5.5. Zohlednění rušivých vlivů cest a budov

Chceme-li v určité oblasti posoudit rozsah biotopů, které jsou pro tetřívka obecného využitelné, je třeba zohlednit i rušivý vliv často frekventovaných cest a turistických zařízení. Přinejmenším bezprostřední okolí takových objektů nepřichází jako biotop tetřívka obecného v úvahu. Proto byly v této studii tyto plochy vyřaty z potenciální plochy biotopů tetřívka obecného, která byla určena výše uvedeným postupem.

Katalog a geografická data objektů, které jsou posuzovány jako rušivé, pocházejí z obecně přístupných a přeshraničně disponibilních dat z OpenstreetMap. Vybrány byly širší cesty (avšak ne menší stezky) a pevné budovy jako horské chaty Kahlebergbaude a Lugsteinbaude (avšak ne přístřešky v lese, vyhlídky v krajině, lavičky atd.). Podél vybraných cest byla vytvořena oboustranná nárazníková zóna o dvaceti metrech, v okolí vybraných budov to byla nárazníková zóna dlouhá 50 metrů. Pro všechny oblasti resp. čtvercové buňky, které se v převážné většině nacházely uvnitř nárazníkové zóny, se předpokládalo, že z důvodu příliš velkého rušivého vlivu za biotopy tetřívka obecného považovány být nemohlou. Ve svém souhrnu zahrnují tyto nárazníkové zóny plochu 170 hektarů (19 % projektového území).

Přehled o cestách a budovách s příslušnými nárazníkovými zónami ukazuje následující zobrazení (obrázek 6). Je zřejmé, že z důvodu větší hustoty rušivých objektů je alikvotní ztráta potenciální plochy biotopů na německé straně vyšší (25 % projektového území) než v české části projektového území (16 % plochy).



Obrázek 6: Oblasti v okolí širších cest, budov a objektů ostatní turistické infrastruktury, které byly z hodnocení biotopů vyňaty

2.6. Prognóza vývoje biotopů

Jak již bylo popsáno v kapitole 1.1., podléhají biotopy tetřívka obecného jak v projektovém území, tak i obecně v Krušných horách rychlým změnám. Zejména se bude teprve nedávno provedená výsadba původního smrku projevovat tak, že zatímco smrky rychle rostou a koruny stromů se dotýkají, oblasti s měkkým listnatým dřevem nebo méně vitální porosty nepůvodních přípravných dřevin se tak rychle měnit nebudou, resp. porosty budou dokonce postupně odumírat.

Scénář bez přestavby lesa:

Aby bylo možné v projektovém území alespoň zhruba odhadnout následky tohoto procesu změn, byl v tomto prvním scénáři pro čtvercové buňky, v nichž původní smrk byl určen jako převládající druh stromu, vývoj výšek stromů a stupňů pokrytí korunami stromů nově posouzen. Přitom se vycházelo z toho, že smrkové porosty a mladé smrkové porosty vyrostou ročně o třicet centimetrů a stupeň pokrytí korunami stromů stoupne během deseti let o nejméně pět desetin. Tato prognóza vývoje výšek stromů a stupňů pokrytí korunami stromů byla provedena na dobu deseti a dvaceti let. Takto prognózované hodnoty pro čtvercové buňky s převládajícím smrkem byly spolu se všemi ostatními čtvercovými buňkami podrobeny opětovnému posouzení biotopů podle metody popsané v kapitole 2.5.

Pro všechny ostatní druhy stromů (měkké listnaté dřeviny, nepůvodní přípravné dřeviny), které charakterizují projektové území, se v tomto prvním scénáři pro jednoduchost vycházelo z toho, že nedojde k jasnému vývoji směrem k vyšším a hustším porostům a s nimi spojeným změnám biotopů. Pro plochy bezlesí, kde v době sběru dat nebyly detekovány žádné stromy, se předpokládá, že tyto plochy zůstanou i nadále v nezalesněném stavu.

Scénář s přestavbou lesa:

Posouzen byl ještě druhý scénář, v rámci něhož porosty smrku pichlavého, borovice pokroucené a modřínu, které již nyní značně odumírají, budou v příštích deseti letech nahrazeny výsadbami původních smrků. Data týkající se druhu stromu, výšky stromu a stupně pokrytí korunami stromů všech čtvercových buněk, v nichž v době sběru dat převládaly výše uvedené tři druhy nepůvodních přípravných dřevin, byla v tomto scénáři – opět velmi zjednodušeně – přepsána daty smrkového porostu o výši jednoho metru se stupněm pokrytí 0,2 ke konci prvního desetiletí. Pro další desetiletí se předpokládal růst o tři metry a zvýšení stupně pokrytí korunami stromů o 0,5 na 0,7. Pro tato dvě období bylo celé území za těchto předpokladů podrobeno dvěma hodnocením ohledně vhodnosti biotopu.

3. Výsledky

3.1. Deskriptivní prezentace výsledků dálkového průzkumu

Před hodnocením výsledků dálkového průzkumu ohledně vhodnosti projektového území jako biotopu tetřívka obecného budou parametry biotopu, které byly zjištěny pro každou čtvercovou buňku, prezentovány deskriptivně v podobě map, tabulek a grafů.

Tato prezentace výsledků bude provedena jak pro celé projektové území, tak i rozčleněně pro českou a německou část území. Tento způsob prezentace výsledků má názorně zprostředkovat dojem jak o nashromážděných datech, která byla získána pomocí dálkového průzkumu, tak i o rozdílných lokálních podmínkách, než budou tato data podrobena další interpretaci.

3.1.1. Rozložení druhů stromů, hodnocení validity dat

Výsledky dálkového průzkumu ohledně parametru biotopu „druh stromu“ jsou uvedeny v tabulce 8. Vyhodnocen a zobrazen je převládající druh stromu v jednotlivých čtvercových buňkách. Pokud byly v jednotlivých čtvercových buňkách detekovány další druhy stromů, tak tyto zde nebyly zohledněny.

Výsledky dálkového průzkumu ohledně parametru biotopu „druh stromu“ jsou uvedeny v tabulce 8. Vyhodnocen a zobrazen je převládající druh stromu v jednotlivých čtvercových buňkách. Pokud byly v jednotlivých čtvercových buňkách detekovány další druhy stromů, nejsou zde zohledněny.

Tabulka 8: Rozložení druhů stromů v projektovém území – jak celkově, tak i v českém a německém dílčím území. Zdroj dat: Sentinel-2 (2018) a digitální ortofotosnímky (2016/2017)

Druh stromu / skupina druhů stromů	Plocha [ha]	Podíl [%]	Plocha CZ [ha]	Podíl CZ [%]	Plocha DE [ha]	Podíl DE [%]
smrk	358	41	247	46	111	34
smrk pichlavý	162	19	136	25	26	8
borovice (pokroucená)	100	11	45	8	55	17
borovice kleč	58	7	43	8	15	5
modřín	83	10	32	6	51	16
měkké listnaté dřeviny	78	9	30	6	48	14
buk	2	0	0	0	2	0
ostatní listnaté dřeviny	4	0	0	0	4	1
bez údajů	27	3	8	1	19	6
součet	872	100	541	100	331	100

V téměř devadesáti procentech čtvercových buněk převládají druhy jehličnatých stromů, na necelé desetinu plochy převládají druhy měkkých listnatých dřevin a jen na velmi malé ploše tři procent nerostou žádné stromy nebo tak málo stromů, že v příslušné čtvercové buňce nebylo možné detekovat některý druh stromu.

Nejčastěji se vyskytující druh stromu v projektovém území je smrk ztepilý (*Picea abies*), následuje smrk pichlavý (*Picea pungens*), jehož podíl na ploše je přibližně poloviční vůči podílu na ploše smrku pichlavého. Borovice (zejména borovice pokroucená /*Pinus contorta*) a borovice kleč (*Pinus mugo*) mají dohromady přibližně stejný podíl na ploše jako smrk pichlavý. Zbývajících deset procent z celkových devadesáti procent plochy s jehličnatými stromy připadá na modřín (*Larix spec.*).

Ve skupině měkkých listnatých dřevin, kterou tvoří necelých deset procent plochy, převládá bříza bělokorá (*Betula pendula*) a jeřáb obecný (*Sorbus aucuparia*).

Srovnání české a německé části ukazuje, že podíly smrku a smrku pichlavého jsou vyšší v české části území, naproti tomu v německé části území roste procentuálně více borovic, modřínů a i více stromů měkkých listnatých dřevin.

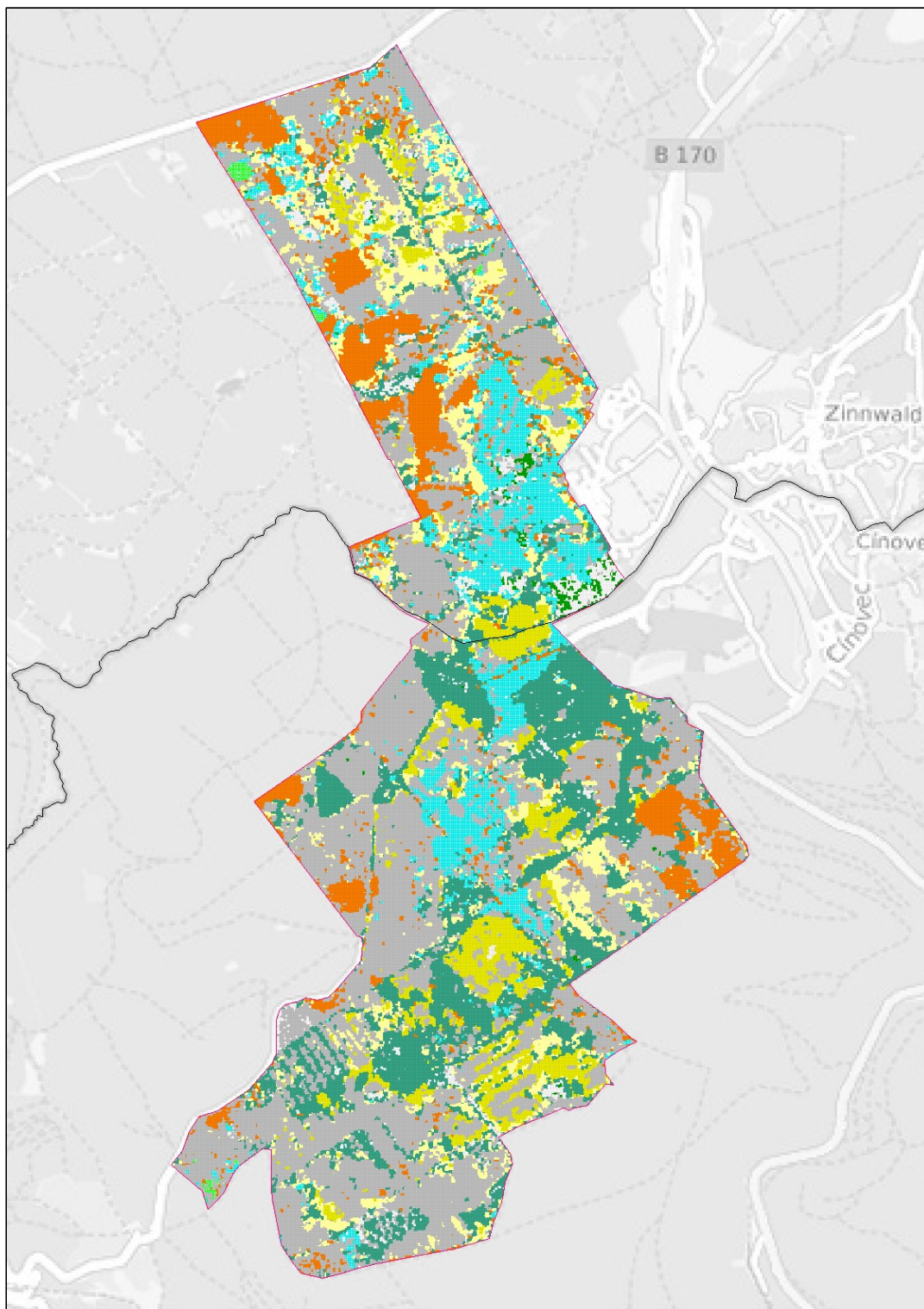
Podíváme-li se na druhy nepůvodních přípravných dřevin (smrk pichlavý, borovice pokroucená a modřín), které postupně odumírají, činí podíl těchto druhů na každém dílčím území přibližně čtyřicet procent (stav 2018).

Následující mapa (obrázek 7) ukazuje prostorové rozložení druhů stromů v projektovém území. Nápadná je koncentrace stromů měkkých listnatých dřevin v prostoru Lugsteinu na německé straně a Cínoveckého rašeliniště na české straně. Kromě toho se rysuje, že zatímco zejména v centrálních částech projektového území existuje ještě poměrně mnoho ploch s druhy nepůvodních přípravných dřevin, okrajové oblasti jsou charakterizovány většinou ještě spíše mladými porosty smrku v rámci znovuzalesnění.

Hodnocení validity dat:

Parametr „druh stromu“ je z parametrů biotopu určených dálkovým průzkumem oním parametrem, který vykazuje největší nejistoty. Zejména rozlišování různých druhů jehličnatých stromů není vždy možné bez chyb. Již při letném pohledu na mapu rozložení druhů stromů (obrázek 7) je nápadné, že větší porost borovice pokroucené na severu projektového území podél silnice Rehefelder Straße byl chybně detekován jako porost smrku. Rovněž větší souvislá plocha s borovicí klečí jižně od vrchu Kahleberg nebyla rozpoznána korektně a byla vymezena jako smrkový porost.

Ze čtvercových buněk, které byly nahodile ověřeny, vykazovalo 28 % neplauzibilní výsledky ohledně automatizovaného určení druhů stromů, zejména ohledně různých druhů jehličnatých stromů. Pouze rozlišení porostů modřínu od porostů borovice a smrku bylo téměř bez chyb. Stejně tak rozlišení druhů listnatých a jehličnatých stromů bylo přesné.



Obrázek 7: Rozložení druhů stromů/skupin druhů stromů v projektovém území.
Zdroj dat: Sentinel-2 (2018) a digitální ortofotosnímky (2016/2017)

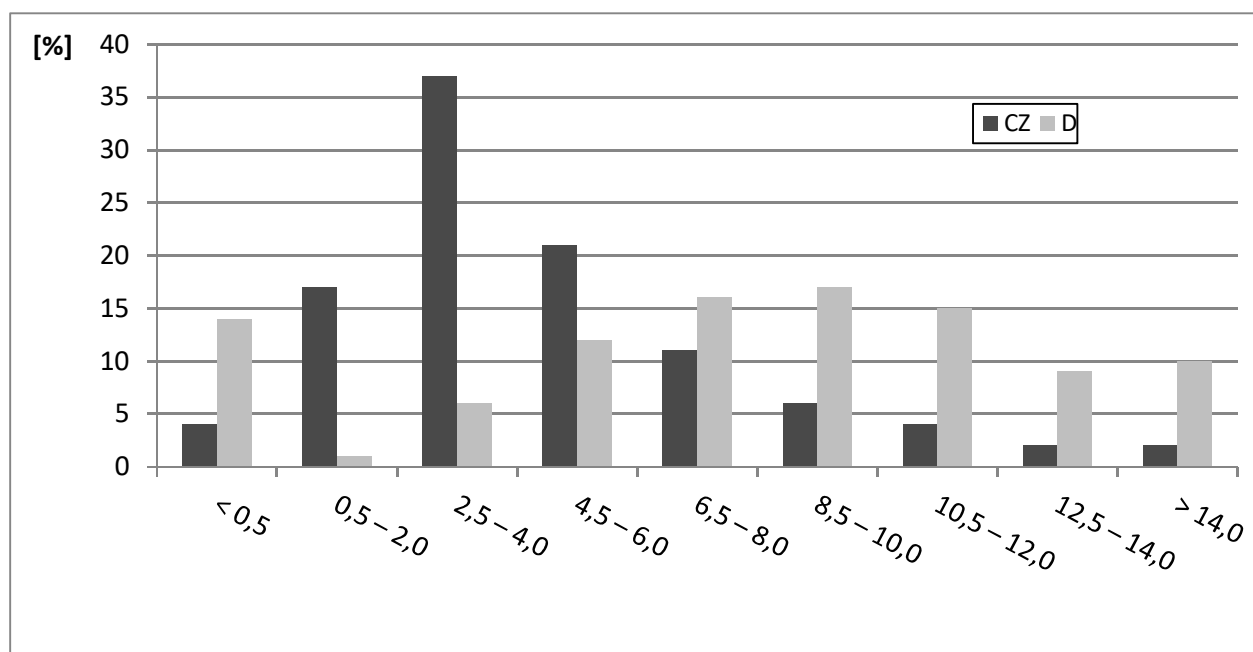
3.1.2. Rozložení výšek stromů, hodnocení validity dat

Na ploše dvou třetin projektového území mají stromy výšku od dvou do deseti metrů (tabulka 9). V rozložení výšek stromů jsou ovšem značné rozdíly mezi českou a německou částí území.

Tabulka 9: Rozložení výšek stromů v projektovém území - jak celkově, tak i v českém a německém dílčím území. Zdroj dat: digitální model terénu Sasko (2016), DRM 5G Czech Republic (2017), digitální model povrchu Sasko (2017), normovaný digitální model povrchu 2017 (LUP 2019)

Výška stromů [m]	Plocha [ha]	Podíl [%]	Plocha CZ [ha]	Podíl CZ [%]	Plocha DE [ha]	Podíl DE [%]
< 0,5	68	8	21	4	47	14
0,5 – 2,0	78	9	75	17	3	1
2,5 – 4,0	221	25	200	37	21	6
4,5 – 6,0	153	18	114	21	39	12
6,5 – 8,0	110	13	57	11	53	16
8,5 – 10,0	89	10	33	6	56	17
10,5 – 12,0	67	8	19	4	48	15
12,5 – 14,0	42	5	13	2	29	9
> 14,0	44	5	9	2	35	10
součet	872	100	541	100	331	100

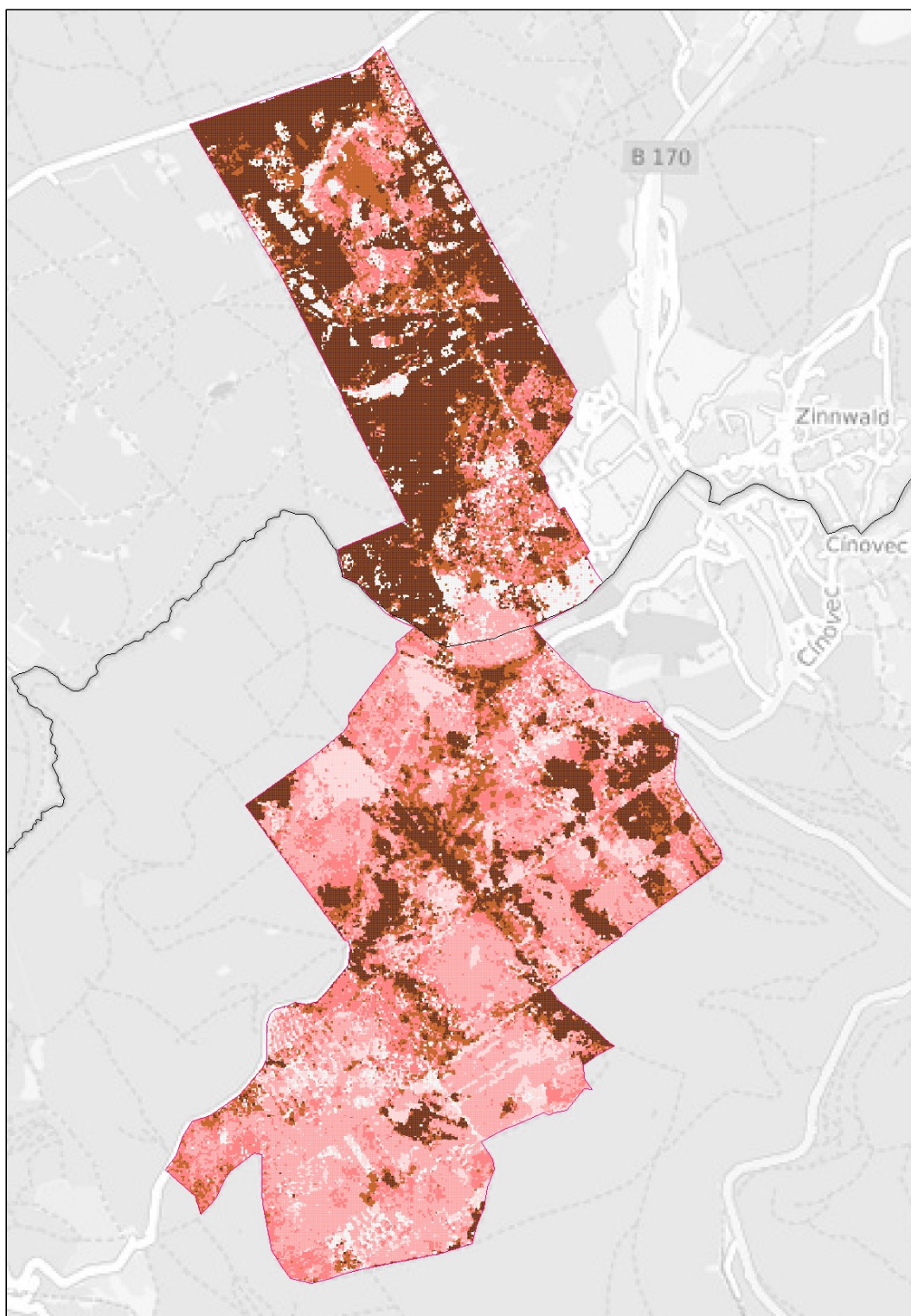
V německé části území je významný podíl čtvercových buněk, v nichž byla detekována výška stromů pod padesáti centimetrů, dvě třetiny stromů jsou však vyšší než šest metrů (obrázek 8). Naproti tomu mělo v české části území v roce 2017 osmdesát procent stromů maximální výšku šesti metrů.



Obrázek 8: Procentní rozložení výšek stromů v české a německé části projektového území

Nejvyšší stromy na německé straně stojí v prostoru mezi Kahlebergem a Lugsteinem, jakož i severně od Kahlebergu, v Česku v okolí chráněného území Cínovecké rašeliště (obrázek 9).

Oblasti s nižším porostem najdeme na německé straně především na vrcholech Kahlebergu a Lugsteinu.



Obrázek 9: *Prostorové rozložení výšek stromů v projektovém území*

Hodnocení validity dat:

Přesnost určení výšek stromů lze posoudit jako vysokou. Jak srovnání s lesnickými daty výšek stromů, tak i přesnější posouzení nahodile vybraných čtvercových buněk ukázala téměř vesměs plauzibilitu výsledků dálkového průzkumu.

Struktury stromů a jejich různé výšky, které jsou rozpoznatelné na leteckém snímku, spolehlivě odrážejí i data z dálkového průzkumu.

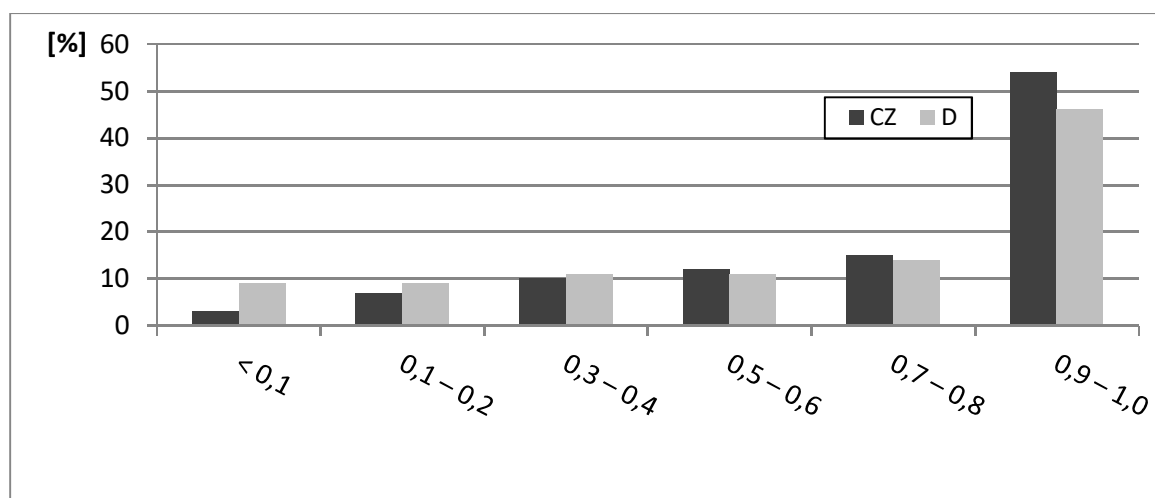
3.1.3. Rozložení stupňů pokrytí korunami stromů, hodnocení validity dat

Necelá čtvrtina celého projektového území vykazuje stupeň pokrytí korunami stromů maximálně 40 % a je tím plochou bezlesí nebo lesní porost je řídký. V německé části projektového území činí plocha téměř úplného bezlesí nebo úplného bezlesí přibližně třicet hektarů a je tím dvojnásobně tak velká jako v české části (viz tabulku 10), jinak jsou rozdíly ohledně stupňů pokrytí korunami stromů spíše nepatrné.

Tabulka 10: Stupně pokrytí korunami stromů v projektovém území - jak celkově, tak i v českém a německém dílčím území. Zdroj dat: digitální model terénu Sasko (2016), DRM 5G Czech Republic (2017), digitální model povrchu Sasko (2017), normovaný digitální model povrchu 2017 (LUP 2019)

Stupeň pokrytí korunami stromů [%]	Plocha [ha]	Podíl [%]	Plocha CZ [ha]	Podíl CZ [%]	Plocha DE [ha]	Podíl DE [%]
< 0,1	44	5	15	3	29	9
0,1 – 0,2	67	8	37	7	31	9
0,3 – 0,4	87	10	52	10	35	11
0,5 – 0,6	103	12	65	12	38	11
0,7 – 0,8	129	15	82	15	47	14
0,9 – 1,0	442	51	291	54	152	46
součet	872	100	541	100	331	100

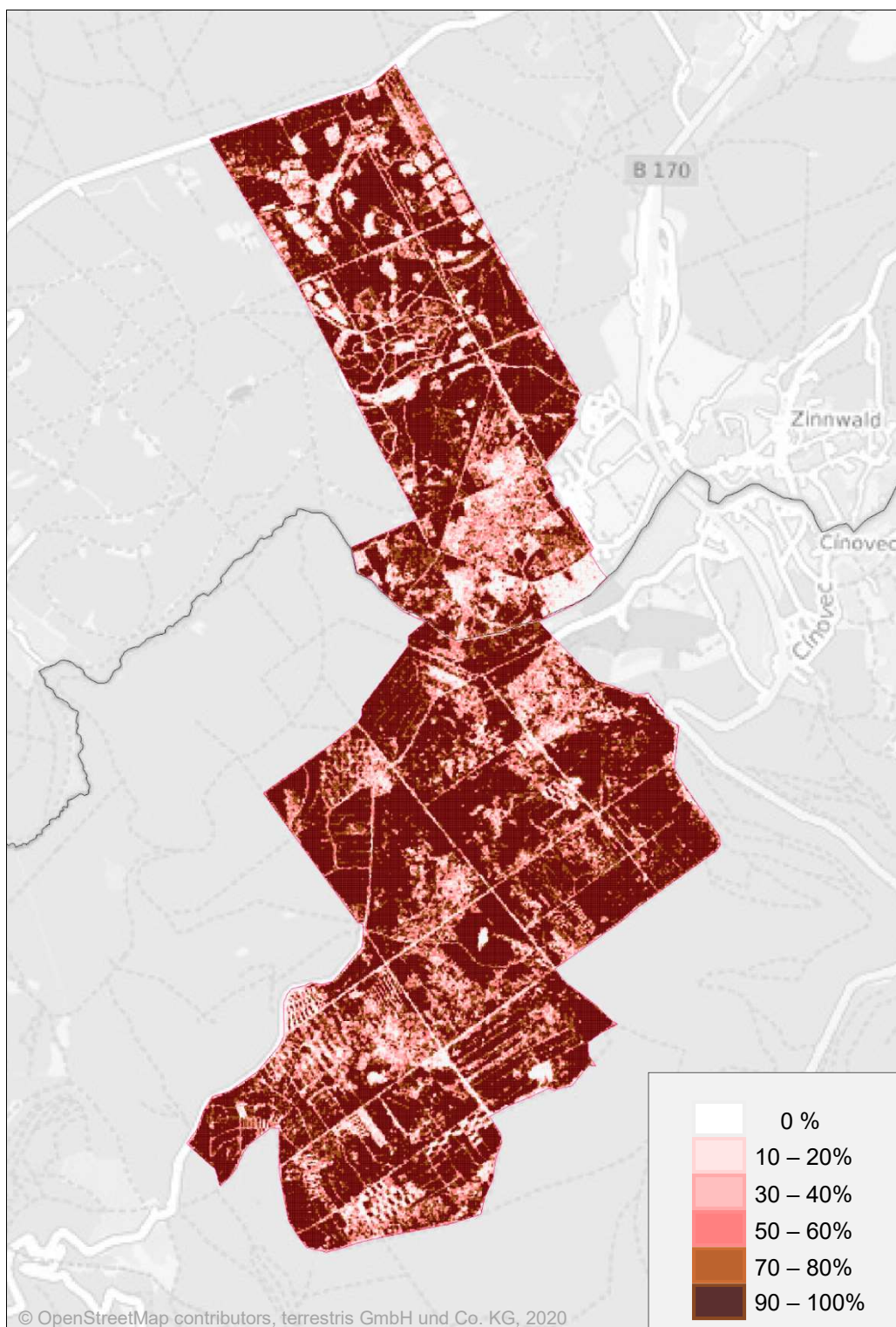
Největší blok tvoří oblasti s hustým porostem dřevin (stupně pokrytí korunami stromů 0,9 – 1,0). Tyto oblasti zaujímají jak na české, tak i na německé straně zhruba polovinu území (viz obrázek 10).



Obrázek 10: Procentní rozložení stupňů pokrytí korunami stromů v české a německé části projektového území

Obrázek 11 ukazuje prostorové rozložení oblastí s různou hustotou porostu dřevin. Nápadné jsou poměrně velké oblasti s málo stromy u Lugsteinu, západně od golfového hřiště na Cínovci a

severně od Pramenáče. Jasně rozpoznatelné jsou i aktuální plochy přestavby lesa a trvalé paseky u Kahlebergu.



Obrázek 11: Prostorové rozložení stupňů pokrytí korunami stromů v projektovém území

Hodnocení validity dat:

Již vizuální srovnání výsledků dálkového průzkumu s leteckými snímky ukazuje, že automatizovaně zjištěné stupně pokrytí korunami stromů jsou plauzibilní a výsledky dálkového průzkumu zřejmě téměř korektně ukazují rozložení oblastí s různou hustotou dřevin a oblastí bezlesí. Pomocí nahodile vybraných čtvercových buněk, které byly přesněji posouzeny, lze podíl

přesně odhadnutých stupňů pokrytí korunami stromů uvést se zhruba 95 procenty. Je však třeba upozornit na to, že stromy nižší než jeden metr se zásadně řadí k přízemní vegetaci, a proto jsou tyto oblasti ohledně stupňů pokrytí korunami stromů považovány za oblasti bezlesí.

3.1.4. Rozložení typů přízemní vegetace, hodnocení validity dat

Pro zhruba polovinu projektového území nebylo možné pomocí dálkového průzkumu zjistit žádná data o přízemní vegetaci resp. přízemní vegetaci se nepodařilo přiřadit konkrétnímu typu (kategorie "ostatní vegetace"). Ve druhé polovině plochy v přízemní vegetaci převládají (většinou vysoké) traviny nebo bobulovité keře (tabulka 11).

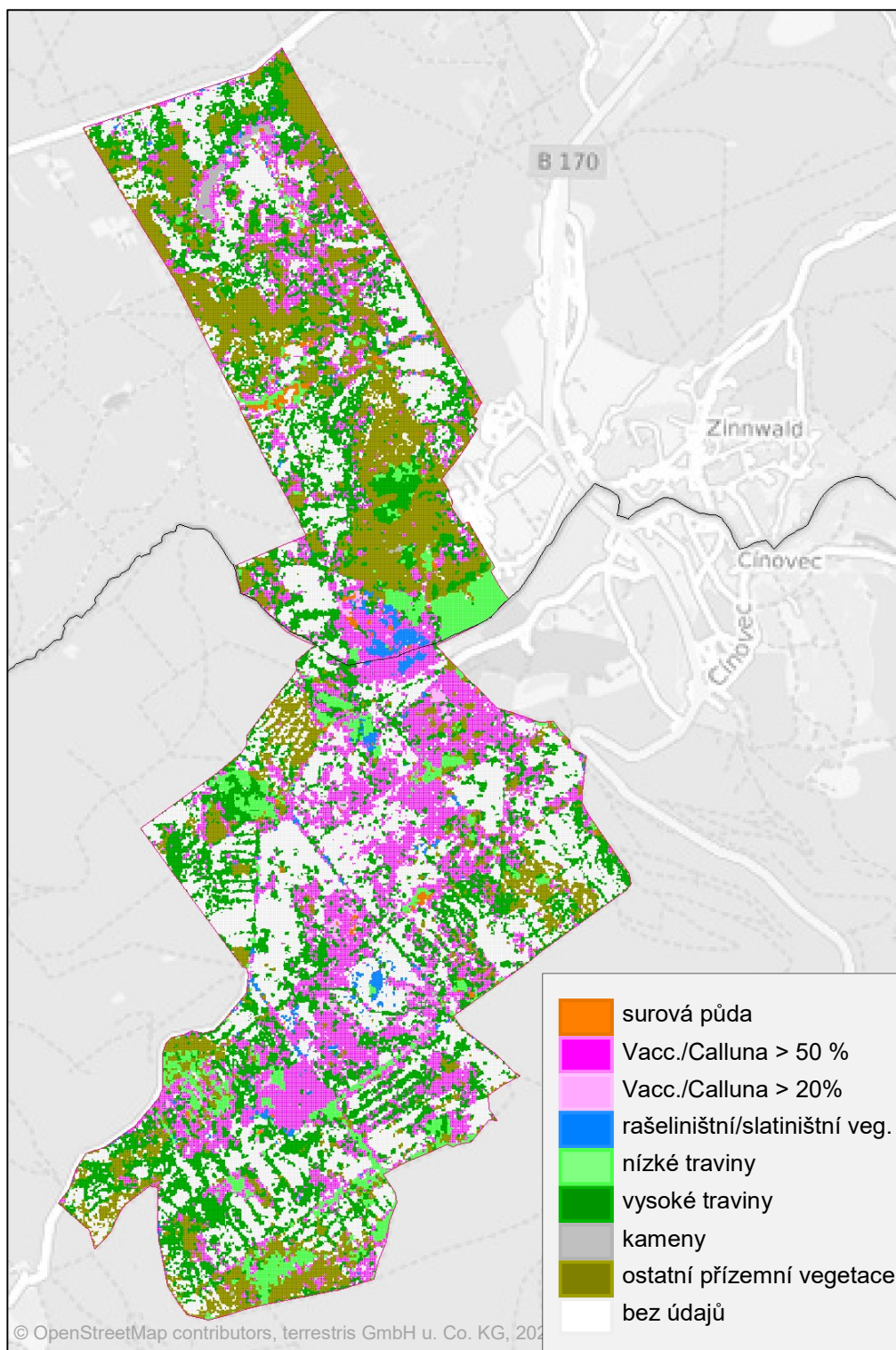
Tabulka 11: Rozložení typů přízemní vegetace v projektovém území - jak celkově, tak i v českém a německém dílčím území. Zdroj dat: Sentinel-2 (2018) a digitální ortofotosnímky (2016/2017)

Typ přízemní vegetace	Plocha [ha]	Podíl [%]	Plocha CZ [ha]	Podíl CZ [%]	Plocha DE [ha]	Podíl DE [%]
polokeře > 50 %	173	20	127	23	46	14
polokeře > 20 %	8	1	7	1	1	0
vysoké traviny	211	24	130	24	81	24
nízké traviny	46	5	31	6	15	5
rašeliništní/slatiništní vegetace	11	1	6	1	5	1
kameny	3	0	0	0	3	1
surová půda	4	0	1	0	3	1
ostatní vegetace	153	18	56	10	97	29
bez údajů	264	30	182	34	82	25
součet	872	100	541	100	331	100

Zejména podíl plochy s bobulovitými keři je na české straně zřetelně vyšší, absolutní plocha čtvercových buněk bohatých na bobulovité keře je dokonce téměř třikrát tak velká jako plocha na německé straně.

Obrázek 12 ukazuje prostorové rozložení typů přízemní vegetace v projektovém území. Zřetelně větší plocha s bobulovitými keři na české straně a jejich koncentrace v odvodněných rašeliništních oblastech ve střední části a na severu českého dílčího území je jasně vidět. Na německé straně se výskyt bobulovitých keřů soustřeďuje na okrajové oblasti Georgenfeldského rašeliniště (Geogenfelder Hochmoor) a na okolí vrchu Kahleberg.

Rovněž je zřejmé, že kategorie "ostatní vegetace" má podstatně větší podíly na německé straně, zejména na lokalitě Lugstein. Tento výsledek svědčí o tom, že se jedná o směs různých vegetačních typů. Případně je to také následek sukcese vegetace bohaté na bobulovité keře směrem k travinné a bylinné vegetaci v důsledku opakovaného vápnění půdy v této oblasti.



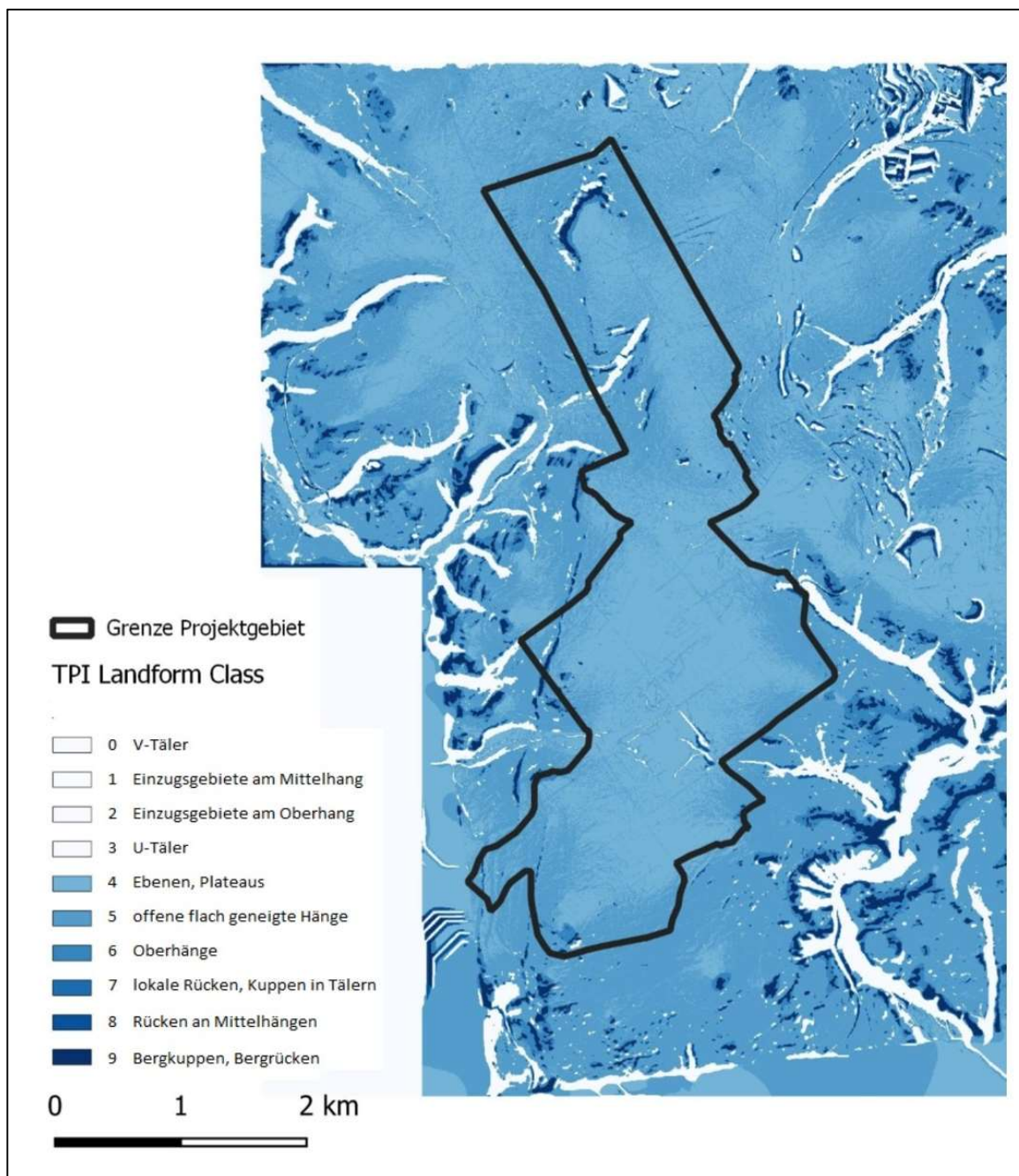
Obrázek 12: Prostorové rozložení typů přízemní vegetace v projektovém území

Hodnocení validity dat:

Plauzibilita výsledků dálkového průzkumu ohledně typů přízemní vegetace byla ověřena hlavně pomocí terestrického mapování biotopů a vegetačních snímků projektovým partnerem Ametyst (VOLF 2019). Zásadně nebyly zjištěny žádné neplauzibility, pouze vymezení nízkého a vysokého travního porostu nebylo vždy přesné (5 % čtvercových buněk, které byly nahodile ověřeny).

3.1.5. Rozložení tvarů reliéfu

Jak již bylo zmíněno, je projektové území charakterizováno malými výškovými rozdíly reliéfu. Jedná se o kopcovitou náhorní rovinu s mírně strmými svahy a plochými pánvemi. Toto ukazuje i vyhodnocení digitálního modelu terénu (obrázek 13).



Obrázek 13: Vyhodnocení tvarů terénu prostřednictvím desetistupňové klasifikace.
Zdroj dat: digitální model terénu Sasko (2016), DRM 5G Czech Republic (2017)

Ubýtek potenciální plochy biotopů z důvodu nevýhodných tvarů terénu by nemelo v projektovém území hrát větší roli. Hlubší zářezy v terénu existují jen mezi Kahlebergem a Lugsteinem, oblasti se strmějšími svahy najdeme jen na severním svahu Kahlebergu.

Obrázek 13 ale i ukazuje, že je projektové území mimo své hranice obklopeno početnými hlubokými zářezy v terénu.

3.2. Výsledky hodnocení biotopů

Hodnocení projektového území ohledně jeho vhodnosti jako biotop tetřívka obecného se provádí podle metodiky popsané v kapitole 2.5. Do výsledků, které budou prezentovány, budou zahrnuty jen čtvercové buňky, které ležely mimo oblast s rušivými vlivy cest a nebyly situovány ve strmějších zářezech terénu. Z celkem cca 87.200 čtvercových buněk (872 ha) projektového území je to přibližně osmdesát procent (70.200 buněk / 702 ha). Necelých dvacet procent (17.000 buněk / 170 ha) bylo z výše uvedených důvodů z hodnocení biotopů vyloučeno a považováno za nevhodné.

3.2.1. Typ biotopu "tokaniště"

Optimálními tokaništi jsou oblasti s řídkým lesním porostem až oblasti bezlesí s nízkou přízemní vegetací, které tetřívku obecnému umožňují dobrý rozhled do všech stran. V ideálním případě se tyto oblasti nacházejí v řídkých přípravných porostech a na jejich okrajích najdeme vegetační struktury s nízkým řídkým porostem, který se pozvolna stane hustším. Přechodové oblasti na ostatní dílčí biotopy jsou plynulé, náhlé přechody na husté a/nebo vysokokmenné lesní porosty škodí vhodnosti biotopu jako tokaniště.

Vycházejí z těchto optimálních oblastí byly definovány třídy vhodnosti a meze vhodnosti pro typ biotopu "tokaniště". Ohledně parametru „druh stromu“ byly čtvercové buňky s porostem měkkých listnatých dřevin a bez porostu dřevin nebo jen s velmi nízkým porostem dřevin ("bez údajů") nejlépe hodnoceny. Další odstupňování se zakládá na tom, že nepůvodní přípravné druhy dřevin často vykazují řídkší struktury porostu, často i s mezerami, než velmi vitální smrky a proto jsou lépe posouzeny ohledně jejich vhodnosti jako biotop tetřívka obecného.

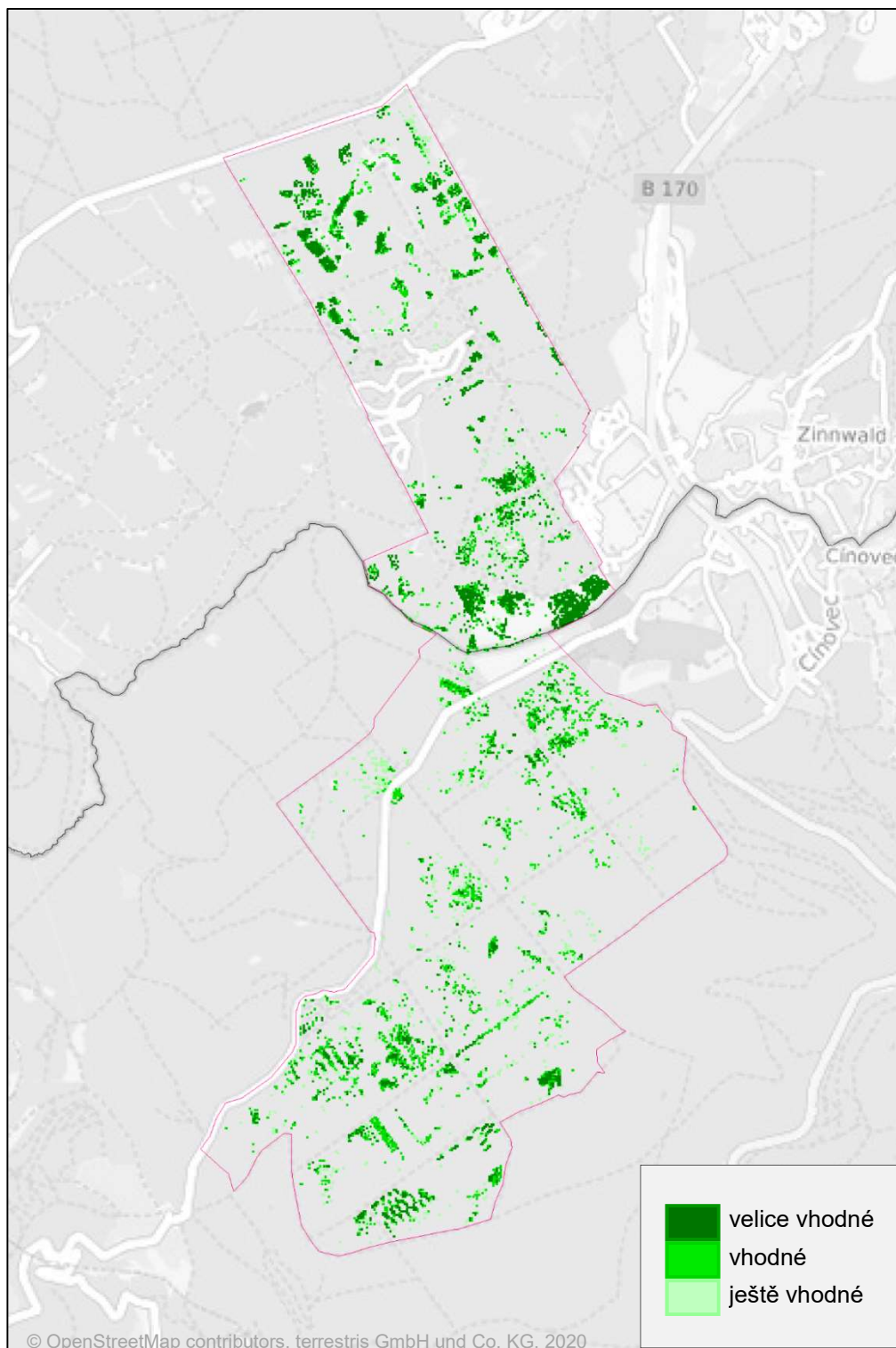
Ohledně stupně pokrytí korunami stromů a výšky stromů jsou obzvláště výhodné hodnoceny oblasti bezlesí a/nebo oblasti s velmi řídkým porostem s jen nízkými stromy, ale i oblasti s trochu vyššími stromy, kde porost není příliš hustý, lze ještě přiřadit typu biotopu "tokaniště", jestliže příslušné čtvercové buňky nejsou u všech jednotlivých parametrů hodnoceny jen hodnocením "ještě vhodné". Čtvercové buňky, v nichž stromy měly stupeň pokrytí korunami stromů vyšší než třicet procent, nebo byly vyšší než čtyři metry, byly pro typ biotopu "tokaniště" hodnoceny jako nevhodné.

Tabulka 12: Třídy vhodnosti a meze vhodnosti pro typ biotopu "tokaniště"

Vhodnost	Druh stromu/skupina druhů stromů	Stupeň pokrytí korunami stromů	Výška stromu	Typ přízemní vegetace
velmi vhodné (3 body)	měkké listnaté dřeviny, bez údajů	0 - 10 %	0 – 0,5 m	polokeře > 50 %, nízké traviny, surová půda
vhodné (2 body)	borovice, borovice kleč, modřín, smrk pichlavý	20 %	1 – 1,5 m	polokeře < 50 %, rašeliništní/slatiništní vegetace
ještě vhodné (1 bod)	smrk, buk, ostatní listnaté dřeviny	30 %	2 – 4 m	vysoké traviny, kameny, ostatní vegetace, bez údajů
nevhodné (vyloučené)	žádné	> 30 %	> 4 m	žádné
váha	prostá	dvojnásobná	dvojnásobná	prostá

Parametrům biotopu „Stupeň pokrytí korunami stromů“ a „Výška stromů“ byla v rámci výpočtu hodnoty biotopu přiřazena dvojnásobná váha. Důvodem je skutečnost, že pro tento typ biotopu je rozhodující ne příliš husté, nízké stromové patro.

Obrázek 14 ukazuje prostorové rozložení čtvercových buněk, které v rámci tohoto hodnocení získaly nejméně deseti bodů ohledně své vhodnosti jako tokaniště. Jak se dalo očekávat, výsledek ukazuje, že nejlépe byly v projektovém území hodnoceny oblasti bezlesí nebo oblasti s velmi řídkým porostem dřevin, a proto je výsledek plauzibilní.



Obrázek 14: *Prostorové rozložení čtvercových buněk, které při hodnocení oblasti jako typ biotopu "tokaniště" získaly nejméně deset bodů, odstupňováno podle počtu bodů*

Celkem bylo identifikováno přibližně 7.100 čtvercových buněk (71 ha), které získaly podle výše uvedených kritérií hodnocení nejméně deset bodů a jsou pro typ biotopu "tokaniště" považovány za "ještě vhodné" (tabulka 13). Je to zhruba osm procent projektového území o rozloze 872 ha. Větší oblasti, které jsou jako tokaniště velmi vhodné, se rýsují v okrajových částech

Georgenfeldského rašeliniště (Georgenfelder Hochmoor), Cínoveckého rašeliniště a na jihovýchodním svahu Pramenáče. Jako velice vhodné tokaniště byly podle zde zvoleného schématu hodnocení posouzeny i louky východně od Georgenfeldského rašeliniště (Georgenfelder Hochmoor) z důvodu neexistujícího porostu stromů a nízkého travního porostu a nedávno založené plochy přestavby lesa u Kahlebergu.

Tabulka 13: Součty ploch a podílů ploch čtvercových buněk, které jsou vhodné jako tokaniště kuřat – jak celkově, tak i pro českou a německou část projektového území

Hodnocení	Plocha CZ [ha (%)]	Plocha DE [ha (%)]	Plocha celkem [ha (%)]
velice vhodné (18 - 16 bodů)	10 (2)	20 (6)	30 (3)
vhodné (15 - 13 bodů)	17 (3)	9 (3)	25 (3)
ještě vhodné (12 - 10 bodů)	12 (2)	4 (1)	16 (2)
součet	38 (7)	33 (10)	71 (8)

Plocha oblastí vhodných jako tokaniště je v českém dílčím území poněkud větší (541 ha) než v německém dílčím území (331 ha), procentní podíl biotopů vhodných jako tokaniště je ovšem na německé straně vyšší než na české straně.

Ohledně zde prezentovaných součtů ploch je třeba zohlednit, že tyto zahrnují i izolovaně situované čtvercové buňky, které výše uvedená kritéria hodnocení sice splňují, ale z důvodu příliš malé rozlohy ve skutečnosti nejsou vhodné jako tokaniště. Proto jsou výše uvedené hodnoty ploch tendenčně příliš vysoké.

Následná automatizovaná eliminace takových izolovaně situovaných "nevhodných" buněk by sice byla možná, nebyla ale provedena, aby výsledky hodnocení byly popsány transparentně. Většina čtvercových buněk vhodných jako tokaniště vykazuje shluky a prostorové rozložení potenciálních nebo skutečných tokanišť je jasně rozpoznatelné (viz shora).

3.2.2. Typ biotopu "biotop pro hnízdění a vodění kuřat"

Primární funkce biotopu pro hnízdění a vodění kuřat spočívá v zajištění dostatečného pokrytí korunami stromů pro snášky a později pro kuřata, a dostatečné potravní nabídky, zejména pro kuřata. Na rozdíl od tokanišť by tyto biotopy neměly být úplně bez stromů, nýbrž alespoň řídce zalesněny a měly by i zahrnout oblasti s vyšším pokrytím korunami stromů. Kromě toho jsou kvalitní biotopy pro hnízdění a vodění kuřat charakterizovány nízkou přízemní vegetací, ideálně s vysokým podílem bobulovitých keřů a bohatou nabídkou hmyzu, zejména v prvních týdnech života kuřat. Vysoká hustá tráva má značně negativní vliv na kvalitu biotopu, jelikož při mokrých povětrnostních podmínkách kuřata se rychle nachlazují.

Tabulka 14 ukazuje kritéria hodnocení, která byla pro čtvercové buňky stanovena, aby bylo možné rozhodnout o jejich vhodnosti jako biotop pro hnízdění a vodění kuřat. Buňky bez pokrytí korunami stromů byly jako nevhodné vyřazeny, rovněž oblasti se stupněm pokrytí korunami stromů vyšším než šedesát procent. Maximálně "přípustné" výšky stromů pro biotopy hnízdění a vodění kuřat byly výškou deseti metrů stanoveny poměrně vysoké (na rozdíl od výšky stromů uvedené v aktuálním Programu na ochranu populace tetřívka obecného pro Svobodný stát Sasko (Saský zemský úřad pro životní prostředí, zemědělství a geologii [LfULG] 2019), protože by jinak matematicky z výpočtu vypadlo mnoho oblastí s řídkým porostem, zejména u Lugsteinu.

Jak již bylo zmíněno, obzvlášť důležitou roli pro biotopy pro hnízdění a vodění kuřat hraje přízemní vegetace, proto byl tento parametr při hodnocení vhodnosti biotopů hodnocen dvojnásobnou

váhou a čtvercové buňky se skalnatými oblastmi bez přízemní vegetace byly pro tento typ biotopu hodnoceny jako nevhodné. Dvojnásobnou váhou byl hodnocen i parametr "stupeň pokrytí korunami stromů", a to z důvodu významnosti řídkého porostu stromů.

Tabulka 14: *Třídy vhodnosti a meze vhodnosti pro typ biotopu "biotop pro hnízdění a vodění kuřat"*

Hodnocení	Druh stromu/skupina druhů stromů	Stupeň pokrytí korunami stromů	Výška stromu	Typ přízemní vegetace
velmi vhodné (3 body)	měkké listnaté dřeviny	10 - 20 %	0,5 – 2 m	polokeře > 50 %, nízké traviny, surová půda
vhodné (2 body)	borovice, borovice kleč, modřín, smrk pichlavý	30 – 40 %	2,5 – 4 m	polokeře < 50 %, rašeliništní/slatiništní vegetace
ještě vhodné (1 bod)	smrk, buk, ostatní listnaté dřeviny, bez údajů	50 – 60 %	4,5 – 10 m	vysoké traviny, ostatní vegetace, bez údajů
nevhodné (vyloučení)	žádné	< 10 % > 60 %	< 0,5 m > 10 m	kameny
váha	prostá	dvojnásobná	prostá	dvojnásobná

Obrázek 15 (na následující straně) ukazuje výsledek hodnocení čtvercových buněk ve vztahu na typ biotopu "biotopy pro hnízdění a vodění kuřat" formou mapy. Podle toho je v české části projektového území mnohem více ploch, které nabízejí tetřívku obecnému v této citlivé fázi života dobré šance na přežití, mimo jiné některé plochy s hodnocením "vhodné" und "velmi vhodné". Čtvercové buňky, které byly hodnoceny jako velmi vhodné, jsou jednak buňky s vhodnými strukturami lesa a jednak buňky s vhodným rozložením bobulovitých keřů, které na české straně zaujímají podstatně větší plochu než v německé části projektového území (viz kapitolu 3.1.4.).

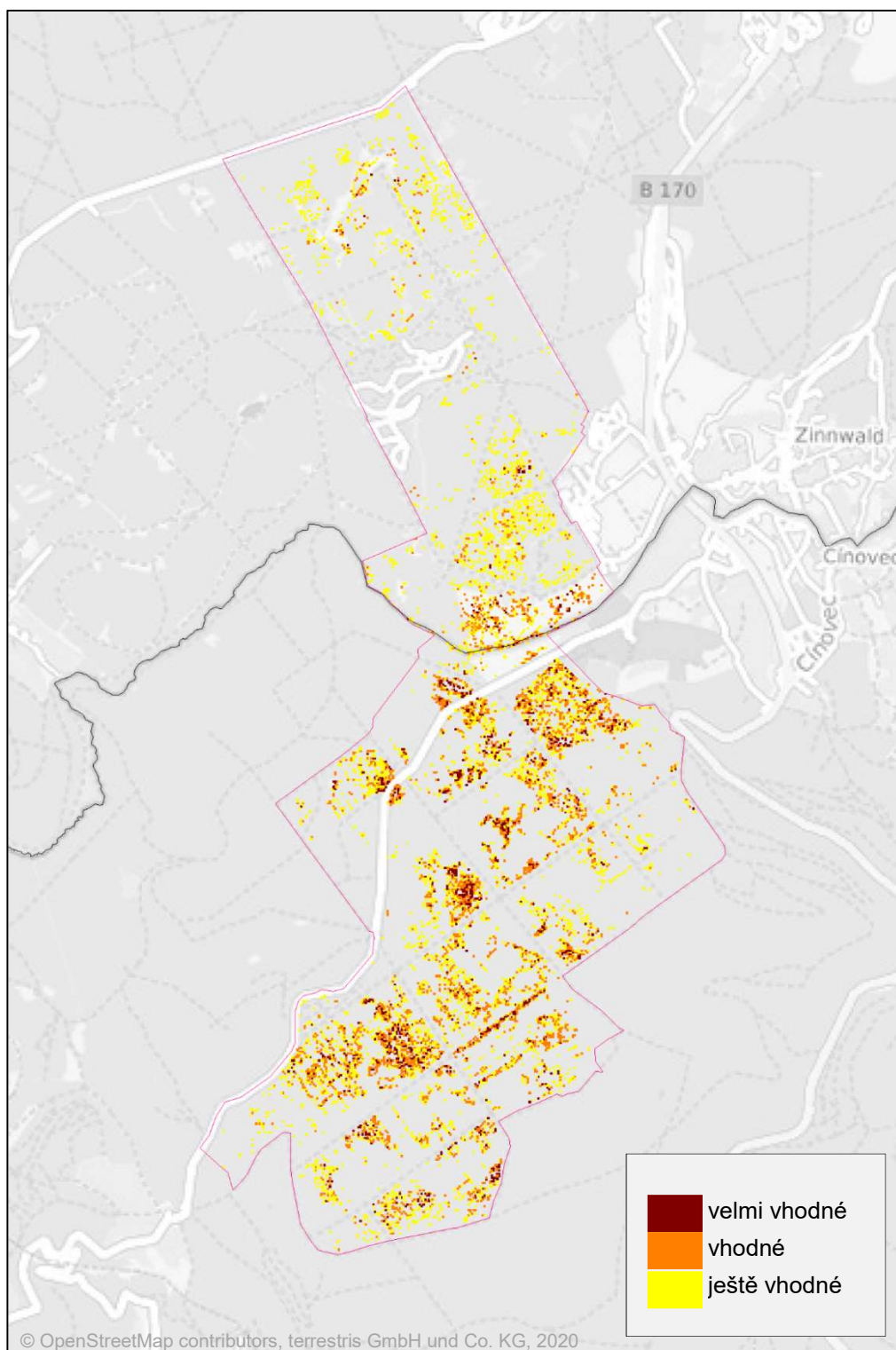
Výše uvedené rozdíly se také odrážejí ve vyhodnocení ploch a podílů ploch čtvercových buněk, které jsou pro tento typ biotopu považovány za vhodné (tabulka 15). Rozsah biotopů pro hnízdění a vodění kuřat je na české straně třikrát tak velký jako na německé straně, kde v lépe hodnocených kategoriích téměř nejsou žádné plochy.

Tabulka 15: *Součty ploch a podílů ploch čtvercových buněk, které jsou vhodné jako biotopy pro hnízdění a vodění kuřat – jak celkově, tak i pro českou a německou část projektového území*

Hodnocení	Plocha CZ [ha (%)]	Plocha DE [ha (%)]	Plocha celkem [ha (%)]
velmi vhodné (18 - 16 bodů)	10 (2)	1 (0)	10 (1)
vhodné (15 - 13 bodů)	29 (5)	4 (1)	33 (4)
ještě vhodné (12 - 10 bodů)	36 (7)	17 (5)	53 (6)
součet	74 (14)	22 (7)	96 (11)

Na rozdíl od bilance ploch tokanišť se tento typ biotopu posuzuje tak, že výše uvedené údaje o plochách skutečný rozsah biotopů pro hnízdění a vodění kuřat v území spíše podceňují, jelikož čtvercové buňky, které byly hodnoceny jako vhodné, jsou v mnoha případech úzce propojeny se čtvercovými buňkami, které byly z důvodu hustšího nebo chybějícího porostu a/nebo neidentifikovatelné přízemní vegetace vyňaty. V případě maloplošného propojení s převážně "vhodnými" čtvercovými buňkami budou tyto buňky zajisté využívány jako biotopy, a to z důvodu možných míst úkrytu kuřat, i když čtvercové buňky kritériím nevyhovují. Větší souvislé oblasti s

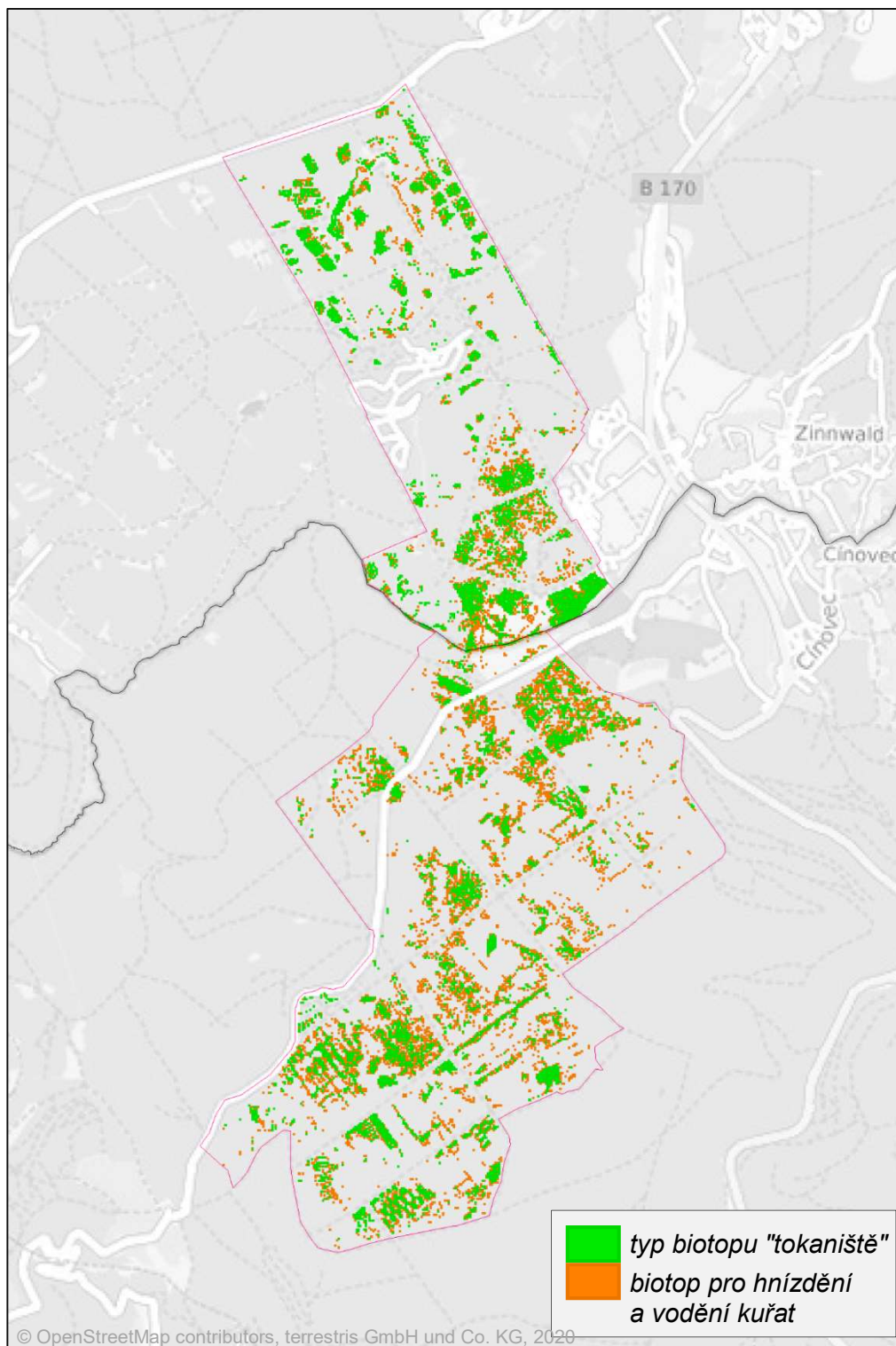
hustším porostem stromů nebo oblasti bezlesí jsou ale v každém případě jako biotopy pro hnízdění a vodění kuřat nevhodné. Proto platí i pro tento typ biotopu, že mapové zobrazení výsledků hodnocení nemůže skutečně vhodné oblasti podle hranic čtvercových buněk úplně přesně vymezit, ale stěžejní prostorové rozložení vhodných biotopů pro hnízdění a vodění kuřat je rozpoznatelné a bylo plauzibilně popsáno.



Obrázek 15: *Prostorové rozložení čtvercových buněk, které při hodnocení jako "biotop pro hnízdění a vodění kuřat" získaly nejméně deset bodů, odstupňováno podle počtu bodů*

Společné zobrazení čtvercových buněk vhodných jako "tokaniště" nebo "biotopy pro hnízdění a vodění kuřat" ukazuje převážně úzké propojení obou typů biotopů v projektovém území (obrázek

16). Ohledně vhodnosti území jako biotop tetřívka obecného je to pozitivně. Plocha, která byla přiřazena k jednomu typu biotopu nebo oběma typům, činí celkem 146 hektarů (17 %), což je zhruba šestina plochy projektového území. Podíl této plochy je na české a německé straně téměř stejný (česká strana : 93 ha / 17 %; německá strana: 53 ha / 16 % příslušného dílčího území).



Obrázek 16: *Prostorové rozložení čtvercových buněk, které při hodnocení jako "tokaniště" nebo "biotopy pro hnízdění a vodění kuřat" získaly nejméně deset bodů, přičemž je nutno přihlídnout k tomu, že mnoho biotopů, které jsou vhodné jako tokaniště, současně plní i funkce pro hnízdění a vodění kuřat.*

3.2.3. Typ biotopu "podzimní/zimní biotop"

Primární funkce podzimních a zimních biotopů spočívají v zajištění dostatečného úkrytu a klidu, jakož i dostatečné potravní nabídky v přízemní vegetaci a korunách stromů v podobě poupat a jehlic. Vhodné podzimní a zimní biotopy se vyznačují řídkým porostem stromů s nemalým podílem měkkých listnatých dřevin a jehličnatými stromy resp. skupinami jehličnatých stromů, jejich větve sahají až na lesní půdu, přízemní vegetace je v optimálním případě charakterizována vysokým podílem polokeřů.

Tabulka 16 ukazuje kritéria hodnocení čtvercových buněk ohledně typu biotopu "podzimní/zimní biotop". Stejně jako v případě biotopů pro hnízdění a vodění kuřat byly buňky bez pokrytí korunami stromů nebo s pokrytím korunami stromů vyšším než šedesát procent vyňaty jako nevhodné. Mez maximálně povolených výšek stromů ovšem nebyla stanovena a i odstupňování výšek stromů a stupňů pokrytí korunami stromů bylo v dobře ohodnocených třídách vhodnosti "velkoryseji" zvoleno než u biotopů pro hnízdění a vodění kuřat. Hodnocení parametru "přízemní vegetace" bylo provedeno shodně jako u biotopů pro hnízdění a vodění kuřat. Parametry "stupeň pokrytí korunami stromů" a "typ přízemní vegetace" byly hodnoceny vyšší váhou než parametry "skupina druhů stromů" a "výška stromu".

Tabulka 16: Třídy vhodnosti a meze vhodnosti pro typ biotopu "podzimní/zimní biotop"

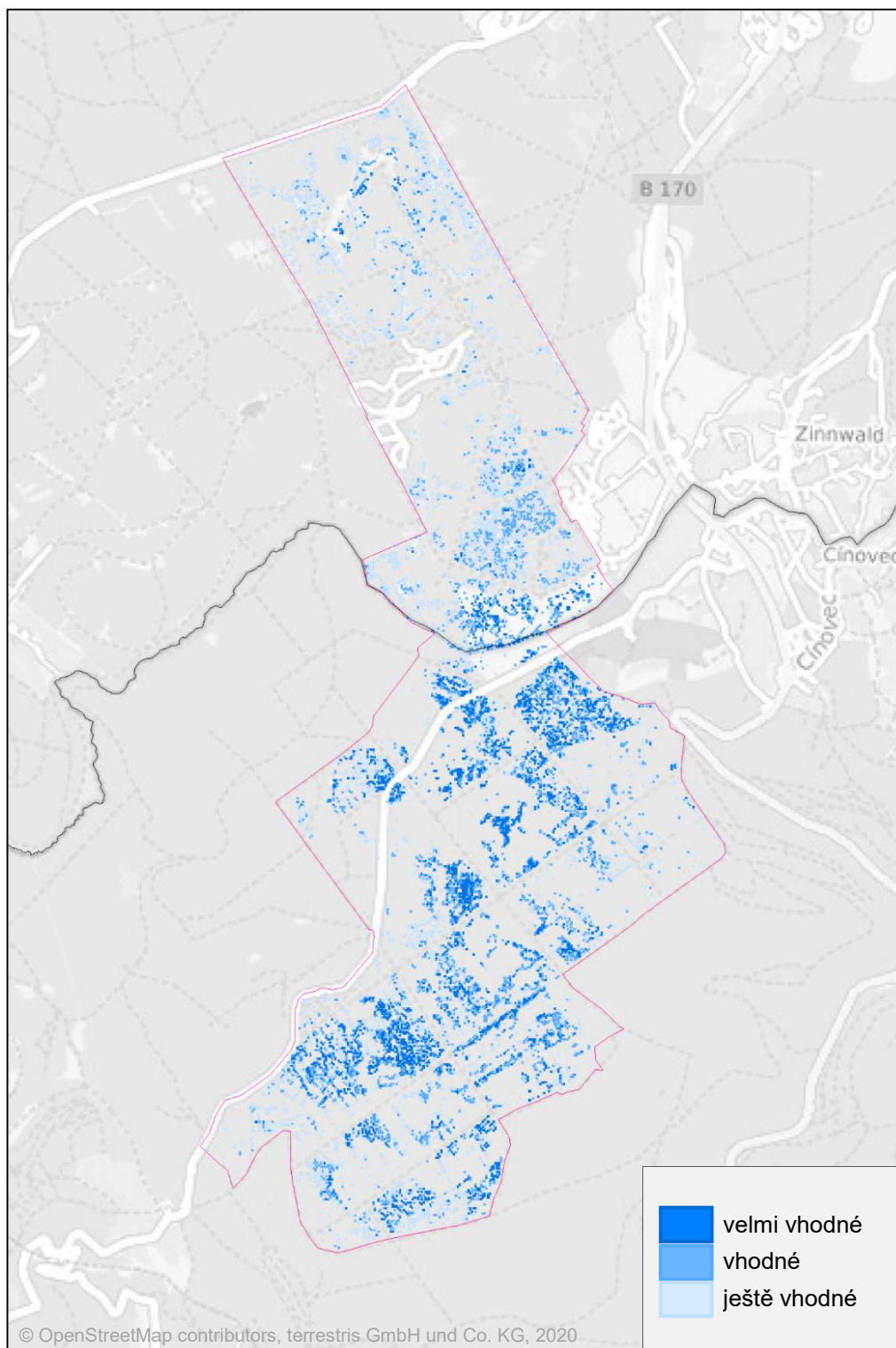
Hodnocení	Druh stromu/skupina druhů stromů	Stupeň pokrytí korunami stromů	Výška stromu	Typ přízemní vegetace
velmi vhodné (3 body)	měkké listnaté dřeviny	10 - 40 %	0,5 – 3 m	polokeře > 50 %, nízké traviny, surová půda
vhodné (2 body)	borovice, borovice kleč, modřín, smrk pichlavý	50 %	3,5 – 6 m	polokeře < 50 %, rašeliništní/slatiništní vegetace
ještě vhodné (1 bod)	smrk, buk, ostatní listnaté dřeviny, bez údajů	60 %	> 6 m	vysoké traviny, ostatní vegetace, bez údajů
nevhodné (vyloučené)	žádné	< 10 % > 60 %	< 0,5 m	kameny
váha	prostá	dvojnásobná	prostá	dvojnásobná

Plocha vhodných podzimních a zimních biotopů, která byla určena podle těchto širších kritérií, je z důvodu převážně hustých porostů stromů jen o 30 hektarů větší než plocha biotopů pro hnízdění a vodění kuřat (viz tabulku 17). Předpokládá se ale i v tomto případě, že skutečná plocha vhodných podzimních a zimních biotopů je z důvodu maloplošného propojení s "vyňatými" buňkami větší než byla vypočtena.

Tabulka 17: Součty ploch a podílů ploch čtvercových buněk, které jsou vhodné jako podzimní/zimní biotopy – jak celkově, tak i pro českou a německou část projektového území

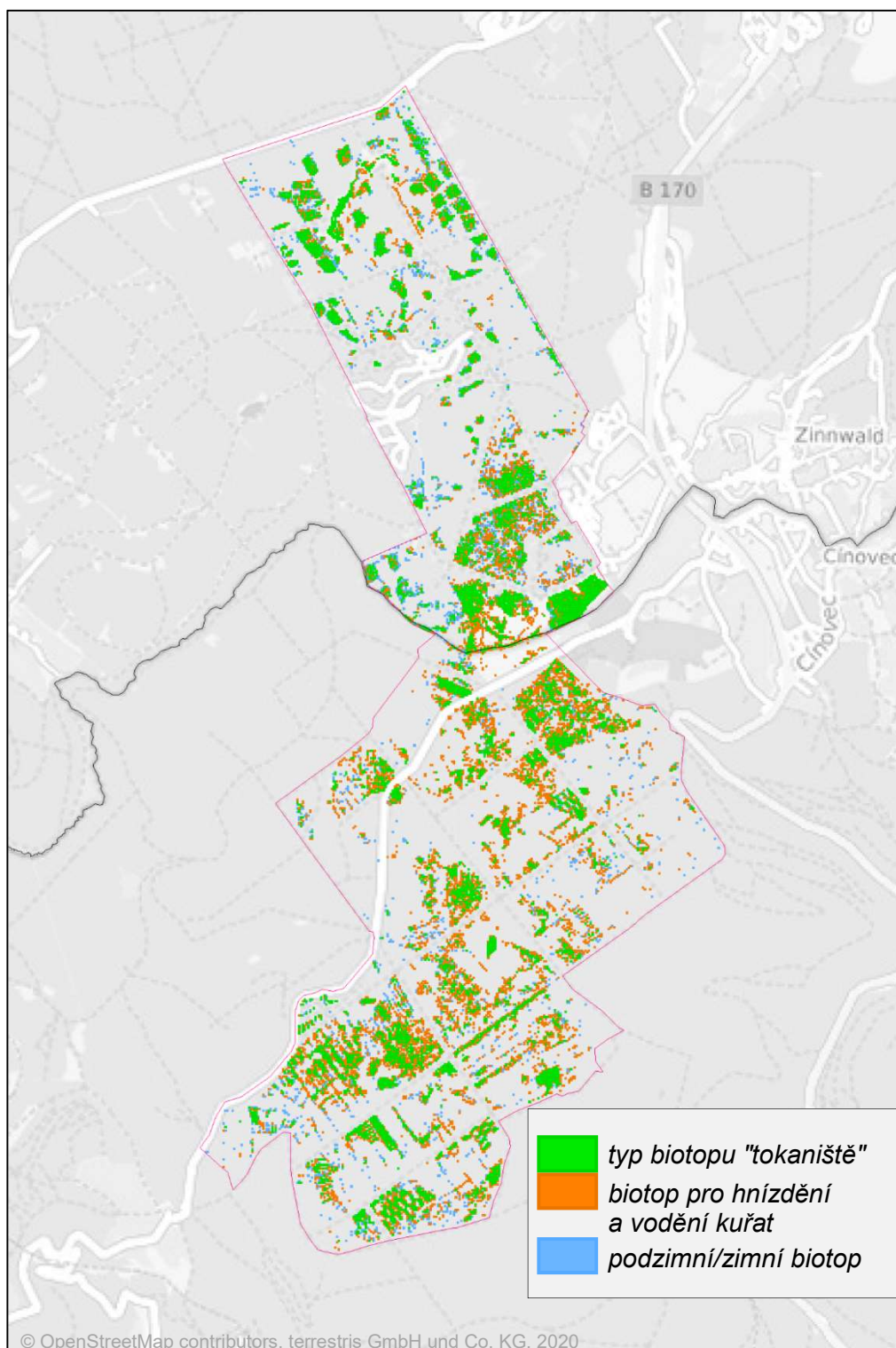
Hodnocení	Plocha CZ [ha (%)]	Plocha DE [ha (%)]	Plocha celkem [ha (%)]
velmi vhodné (18 - 16 bodů)	27 (5)	2 (1)	30 (3)
vhodné (15 - 13 bodů)	30 (5)	11 (3)	41 (5)
ještě vhodné (12 - 10 bodů)	31 (6)	25 (8)	56 (6)
součet	88 (16)	38 (12)	126 (14)

Tento dojem zprostředkovává i mapové zobrazení výsledků hodnocení pro tento typ biotopu (obrázek 17). Mapa ukazuje, že podle zde zvolených kritérií je oblast mezi Pramenáčem a Lugsteinem velmi vhodnou oblastí nejen jako biotop pro hnízdění a vodění kuřat, nýbrž i jako podzimní a zimní biotop, že ale i početné jiné plochy v projektovém území vyhovují výše definovaným požadavkům kladeným na tento typ biotopu.



Obrázek 17: *Prostorové rozložení čtvercových buněk, které při hodnocení jako "podzimní/zimní biotop" získaly nejméně deset bodů, odstupňováno podle počtu bodů*

Zobrazujeme-li výsledky hodnocení pro všechny tři typy biotopu společně (obrázek 18), tak jsou oproti obrázku 16 zřejmé zejména čtvercové buňky podzimních a zimních biotopů hodnocených podle těchto širších kritérií. Zhruba pětinu celé plochy projektového území (176 hektarů) lze přiřadit k některému z uvedených tří typů biotopu. Tento podíl je v české části projektového území (107 ha / 20 %) a v německé části projektu (69 ha / 21 %) téměř stejný.



Obrázek 18: *Prostorové rozložení čtvercových buněk, které jako biotopy "tokaniště", "biotop pro hnízdění a vodění kuřat" nebo "podzimní/zimní biotop" získaly nejméně deset bodů*

3.3. Výsledky prognóz pro biotopy

Jak již bylo popsáno v kapitole 2.6., další vývoj biotopů v projektovém území byl prognózován pro dva scénáře na období deseti let a dvaceti let.

V prvním scénáři (bez přestavby lesa) byl prognózován pouze výškový růst stromů a stupeň pokrytí korunami stromů smrkových porostů zjištěných v době sběru dat (2018), zatímco plochy bezlesí, nepůvodní přípravné dřeviny a měkké listnaté dřeviny byly ohledně jejich vhodnosti jako biotopy a rozložení ponechány v aktuálním stavu.

Ve druhém scénáři (s přestavbou lesa) se navíc vycházelo z toho, že do konce prvního desetiletí budou postupně odumírající porosty nepůvodních přípravných dřevin, a to smrk pichlavý, modřín a borovice pokroucená, úplně nahrazeny porosty smrku a ve druhém desetiletí porosty na mladé smrkové porosty. Pro plochy bezlesí, porosty borovice kleče a měkké listnaté dřeviny se i v tomto scénáři vycházelo z toho, že opatřeními přestavby lesa nebudou dotčeny.

3.3.1. Scénář bez přestavby lesa

Následující tabulky a mapy ukazují, jak se hodnocení biotopů v projektovém území bude měnit, jestliže všechny smrkové porosty, které byly detekovány v roce 2018, budou po deseti letech o tři metry vyšší a po dvaceti letech o šest metrů vyšší a stupeň pokrytí korunami smrků po deseti letech stoupne o 0,5, resp. po dvaceti letech se bude jednat o zápoj horizontální úplný.

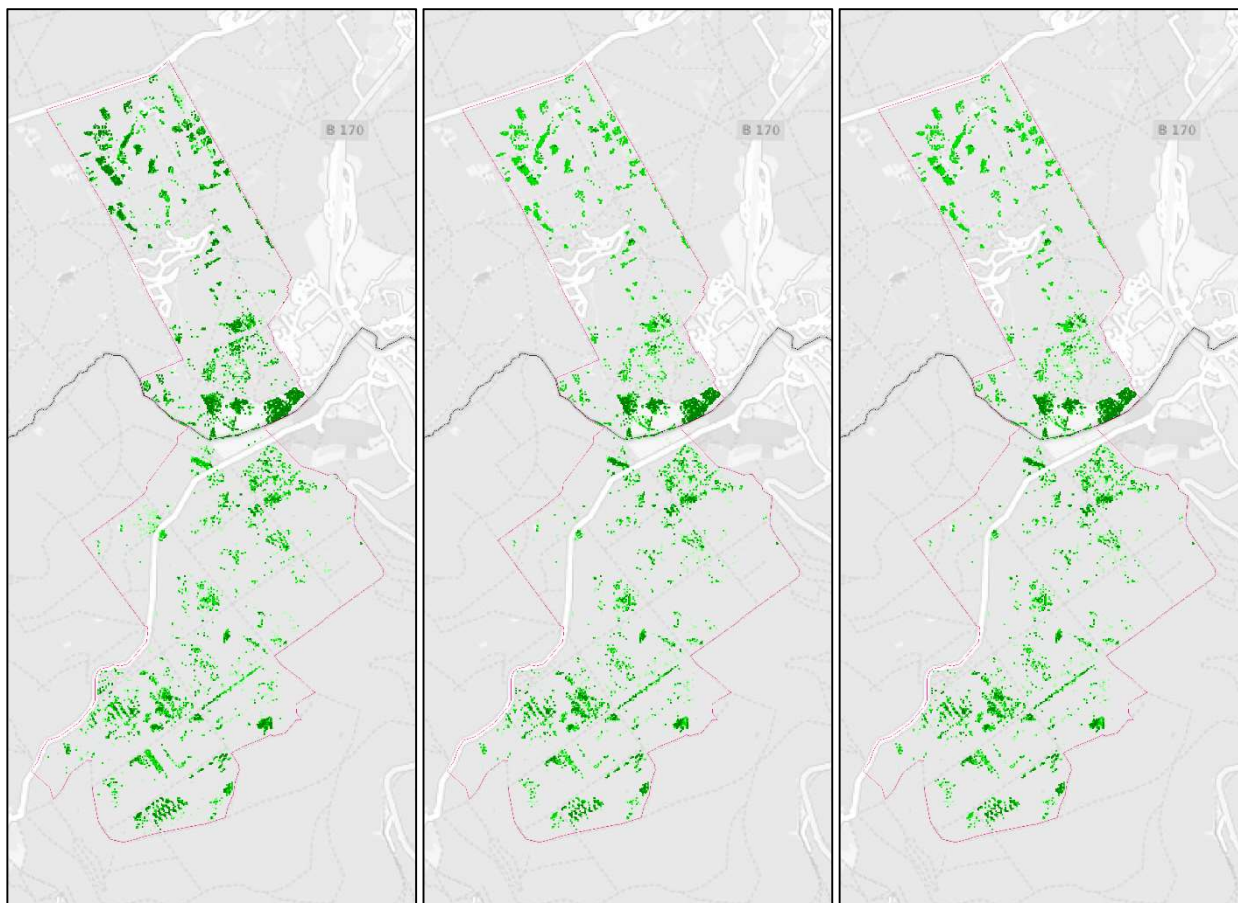
Tato prognóza výšek stromů a stupňů pokrytí korunami stromů na čtvercových buňkách s převládajícím smrkem se podle rozložení druhů stromů týká v roce sběru dat 358 hektarů (viz kapitolu 3.1.1.), což je 41 % projektového území. Pro všechny ostatní plochy se vychází z toho, že se hodnocení biotopů resp. vhodnost biotopů nebude měnit.

a) Prognóza vývoje biotopů tokaniště:

Tabulka 18: Součet ploch a podílů čtvercových buněk vhodných jako tokaniště aktuálně a pro prognózované období 10 let a 20 let, zde scénář bez přestavby lesa

Hodnocení	Aktuální plocha [ha (%)]	Prognóza 10 let [ha (%)]	Prognóza 20 let [ha (%)]
velmi vhodné (18 - 16 bodů)	30 (3)	17 (2)	17 (2)
vhodné (15 - 13 bodů)	25 (3)	30 (3)	30 (3)
ještě vhodné (12 - 10 bodů)	16 (2)	15 (2)	15 (2)
součet	71 (8)	62 (7)	62 (7)

V době sběru dat (2018) převládaly smrky na zhruba devíti hektarech, což byla plocha hodnocená jako vhodná pro biotop tokaniště. Vycházejí ze zde předeměných předpokladů týkajících se dalšího růstu smrku v těchto čtvercových buňkách, budou během desetiletí smrky ztrácet svoji vhodnost pro tento typ biotopu. Tato přeměna se soustřeďuje na plochy s mladším porostem dotčené přestavbou lesa v okolí Kahlebergu, západně od komunikace mezi Cínovcem a obcí Nové Město a na severním a jižním svahu Pramenáče (obrázek 19).



Obrázek 19: *Prognózaný vývoj čtvercových buněk ohledně jejich vhodnosti jako biotop „tokaniště“, zde scénář bez přestavby lesa. Zleva doprava: v době sběru dat, po deseti letech, po dvaceti letech (vysvětlivky viz obrázek 14)*

Převážná část čtvercových buněk, které byly v době sběru dat hodnoceny jako plochy vhodné jako tokaniště (62 hektarů), leží mimo oblasti, v nichž převládají smrk, a podle předpokladů scénáře zůstane vhodnou oblastí jako tokaniště i v dalších dvou desetiletích. Čtvercové buňky, které byly hodnoceny jako vhodné, a se ve druhé polovině prognózaného období již nebudou měnit, jsou zobrazeny na obrázku 19.

Podle této prognózy některé nově založené plochy přestavby lesa východně a západně od Kahlebergu zůstanou trvale zachovány jako možná tokaniště. Důvodem této – nesprávné – prognózy je, že tyto velmi mladé smrkové porosty nelze prostředky dálkového průzkumu detekovat a proto jsou interpretovány jako plochy bezlesí.

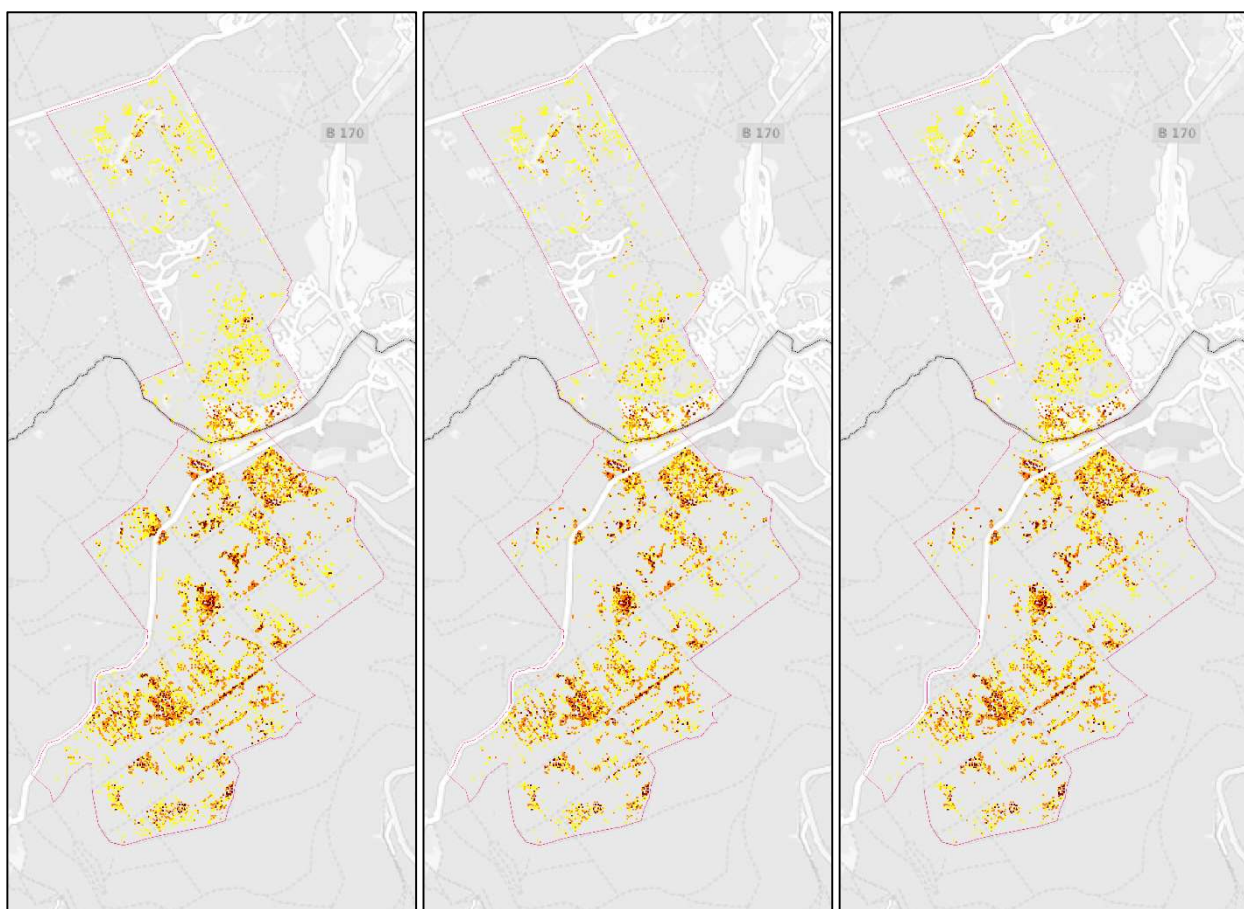
b) Prognóza vývoje biotopů pro hnízdění a vodění kuřat:

Plocha, která je vhodná jako biotop pro hnízdění a vodění kuřat, ubývá v prvním desetiletí o 15 hektarů, ve druhém desetiletí jen o 2 hektary (viz tabulku 19), takže i po dvou desetiletích zůstanou zachovány více než čtyři pětiny (82 %) biotopů pro hnízdění a vodění kuřat, protože se v tomto scénáři vychází z toho, že stav těchto ploch, které již na začátku byly hodnoceny jako vhodné plochy z důvodu řídkého porostu měkkých listnatých dřevin a nepůvodních přípravných dřevin, jakož i přízemní vegetace bohaté na bobulovité keře, se nebude měnit ani po dvaceti letech (viz kapitulu 3.2.2).

Nevýznamnější plochy, kde dojde k úbytku biotopů pro hnízdění a vodění kuřat – stejně jako u tokanišť – jsou plochy přestavby lesa s mladšími porosty, které jsou na začátku řidší (obrázek 20).

Tabulka 19: *Součet ploch a podílů čtvercových buněk vhodných jako biotopy pro hnízdění a vodění kuřat aktuálně a pro prognózované období 10 let a 20 let, zde scénář bez přestavby lesa*

Hodnocení	Aktuální plocha [ha (%)]	Prognóza 10 let [ha (%)]	Prognóza 20 let [ha (%)]
velmi vhodné (18 - 16 bodů)	10 (1)	9 (1)	9 (1)
vhodné (15 - 13 bodů)	33 (4)	30 (3)	30 (3)
ještě vodné (12 - 10 bodů)	53 (6)	42 (5)	42 (5)
součet	96 (11)	81 (9)	79 (9)



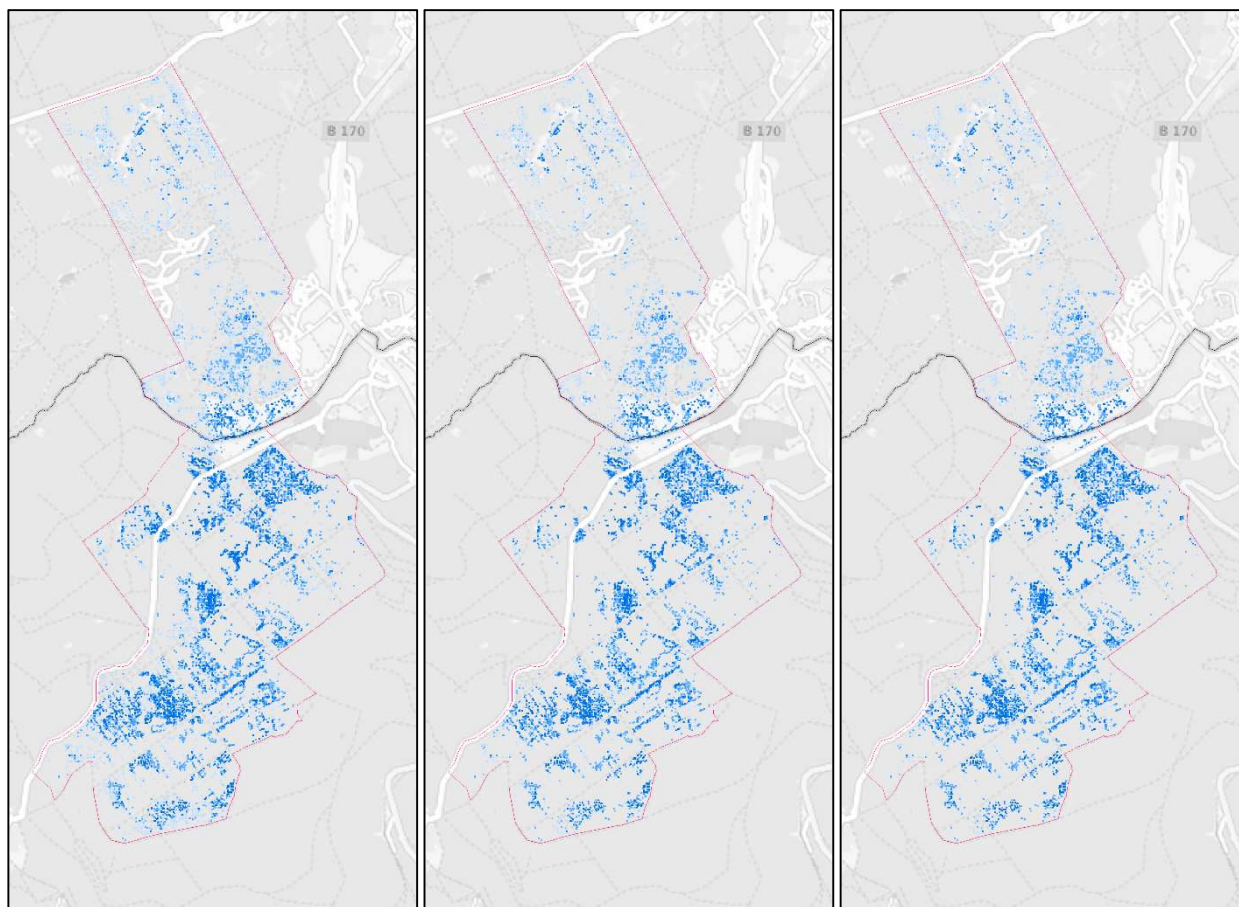
Obrázek 20: *Prognózovaný vývoj čtvercových buněk ohledně jejich vhodnosti jako „biotop pro hnízdění a vodění kuřat“, zde scénář bez přestavby lesa. Zleva doprava: v době sběru dat, po deseti letech, po dvaceti letech (vysvětlivky viz obrázek 15)*

c) Prognóza vývoje podzimních/zimních biotopů

Ve zde zvoleném scénáři plocha podzimních/zimních biotopů ubývá za dvacet let o necelou čtvrtinu (tabulka 20). K úbytku biotopů dojde i u tohoto typu biotopu již v prvním desetiletí v porostech mladých smrků, kde stupeň pokrytí korunami stromů rychle přibývá. Užitelnými podzimními/zimními biotopy po dobu celého prognózovaného období zůstanou porosty měkkých listnatých dřevin, smrku pichlavého, modřínu, borovice kleče a borovice pokroučené, pokud jejich stupeň pokrytí korunami stromů není vyšší než 0,6.

Tabulka 20: *Součet ploch a podílů čtvercových buněk vhodných jako podzimní/zimní biotop aktuálně a pro prognózované období 10 let a 20 let, zde scénář bez přestavby lesa*

Hodnocení	Aktuální plocha [ha (%)]	Prognóza 10 let [ha (%)]	Prognóza 20 let [ha (%)]
velmi vhodné (18 - 16 bodů)	30 (3)	26 (3)	26 (3)
vhodné (15 - 13 bodů)	41 (5)	38 (4)	38 (4)
ještě vhodné (12 - 10 bodů)	56 (6)	37 (4)	34 (4)
součet	126 (14)	100 (12)	97 (11)

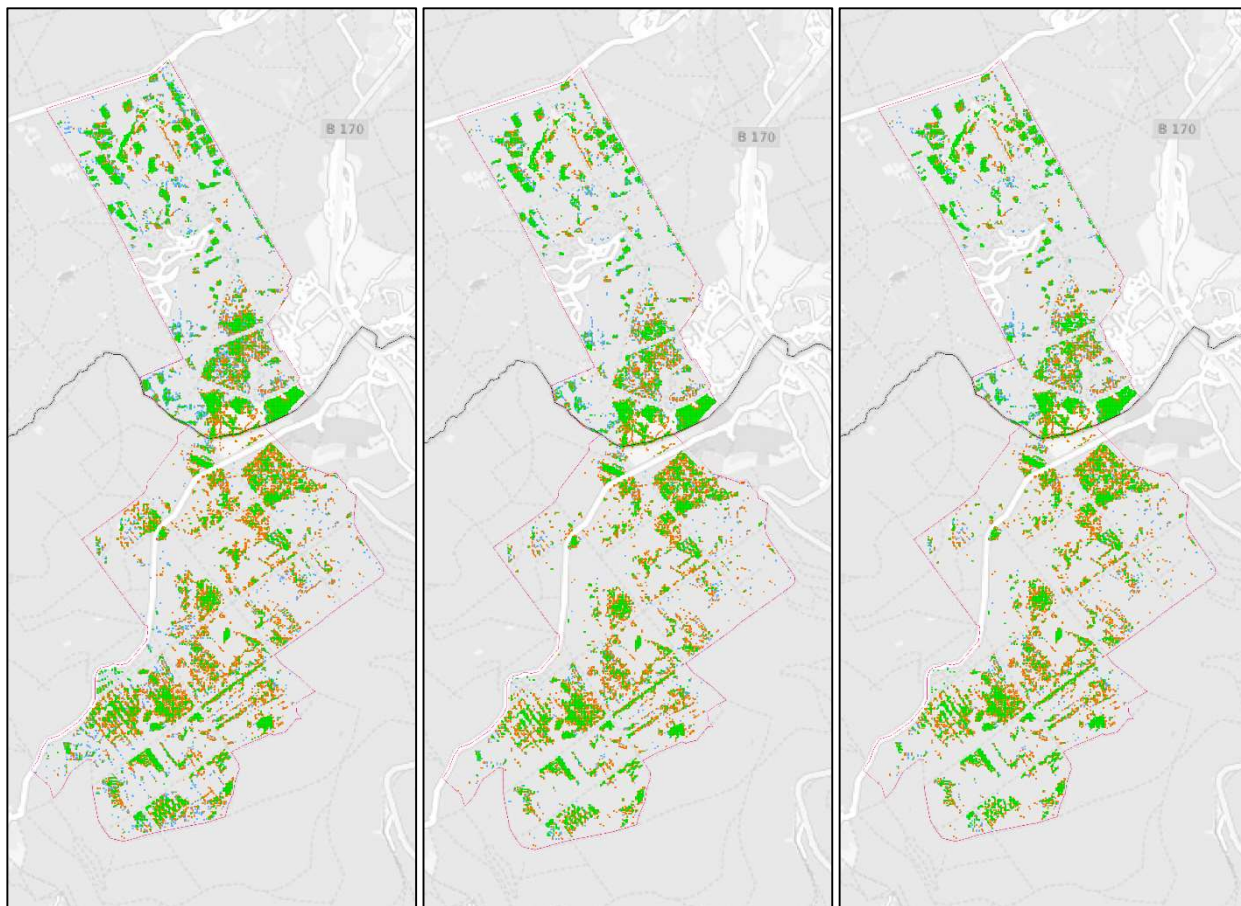


Obrázek 21: *Prognózaný vývoj čtvercových buněk ohledně jejich vhodnosti jako „podzimní/zimní biotop“, zde scénář bez přestavby lesa. Zleva doprava: v době sběru dat, po deseti letech, po dvaceti letech (vysvětlivky viz obrázek 17)*

Tabulka 21 a obrázek 22 ukazují prognózovaný vývoj biotopů v souhrnu všech tří typů biotopu za předpokladu, že se rozložení druhů stromů v projektovém území nebude měnit. Dalším růstem již existujících porostů smrků se plocha biotopů bude zmenšovat o zhruba pětinu (37 ha / 21 %), přesto ale podle tohoto scénáře zůstanou v projektovém území poměrně velké souvislé plochy, které jsou pro tetřívka obecného využitelné.

Tabulka 21: *Prognózovaný vývoj plochy čtvercových buněk, které při hodnocení biotopů "tokaniště", "biotop pro hnízdění a vodění kuřat" nebo "podzimní/zimní biotop" získaly nejméně deset bodů, zde scénář bez přestavby lesa*

Dílčí území	Aktuální plocha [ha]	Prognóza 10 let [ha]	Prognóza 20 let [ha]
CZ	107	85	83
DE	69	57	56
součet	176	142	139



Obrázek 22: *Prognózované rozložení čtvercových buněk, které při hodnocení typů biotopů "tokaniště", "biotop pro hnízdění a vodění kuřat" nebo "podzimní/zimní biotop" získaly nejméně deset bodů, zde scénář bez přestavby lesa. Zleva doprava: v době sběru dat, po deseti letech, po dvaceti letech (vysvětlivky viz obrázek 18)*

3.3.2. Scénář s přestavbou lesa

Ve scénáři s přestavbou lesa je prognózován nejen vývoj výšek stromů a stupňů pokrytí korunami stromů stávajících smrkových porostů, nýbrž se předpokládá úplná přestavba porostů již nyní odumírajících porostů smrku pichlavého, borovice pokroucené a modřínu v prvním desetiletí prognózovaného období. Přitom se – velmi zjednodušeně – vychází z toho, že na konci prvního desetiletí všechny ještě existující porosty těchto tří druhů stromů byly přeměněny na smrkové porosty s ještě nízkou výškou (1 m) a nízkým stupněm pokrytí korunami stromů (0,2), jejichž vývoj pak bude ve druhém desetiletí pokračovat stejně jako u všech ostatních smrkových porostů (viz kapitola 2.6.)

Tato prognóza vývoje druhů stromů, výšek stromů a stupňů pokrytí korunami stromů ve čtvercových buňkách s převládajícím smrkem, smrkem pichlavým, borovicí pokroucenou a modřínem se týká plochy 703 hektarů, což jsou zhruba čtyři pětiny (81 %) projektového území a tím je tato plocha dvojnásobně tak velká jako plocha ve scénáři bez přestavby lesa.

Z přestavby lesa jsou v tomto scénáři vyňaty porosty měkkých listnatých dřevin a borovice kleče, jakož i plochy bezlesí, zjištěné v době sběru dat. Pro tyto plochy se vychází z toho, že – z důvodu ochrany biotopů nebo jejich situování v chráněných územích – na nich nebude vysazován původní smrk, nýbrž jejich stav bude zachován z důvodu jejich vhodnosti jako biotopy.

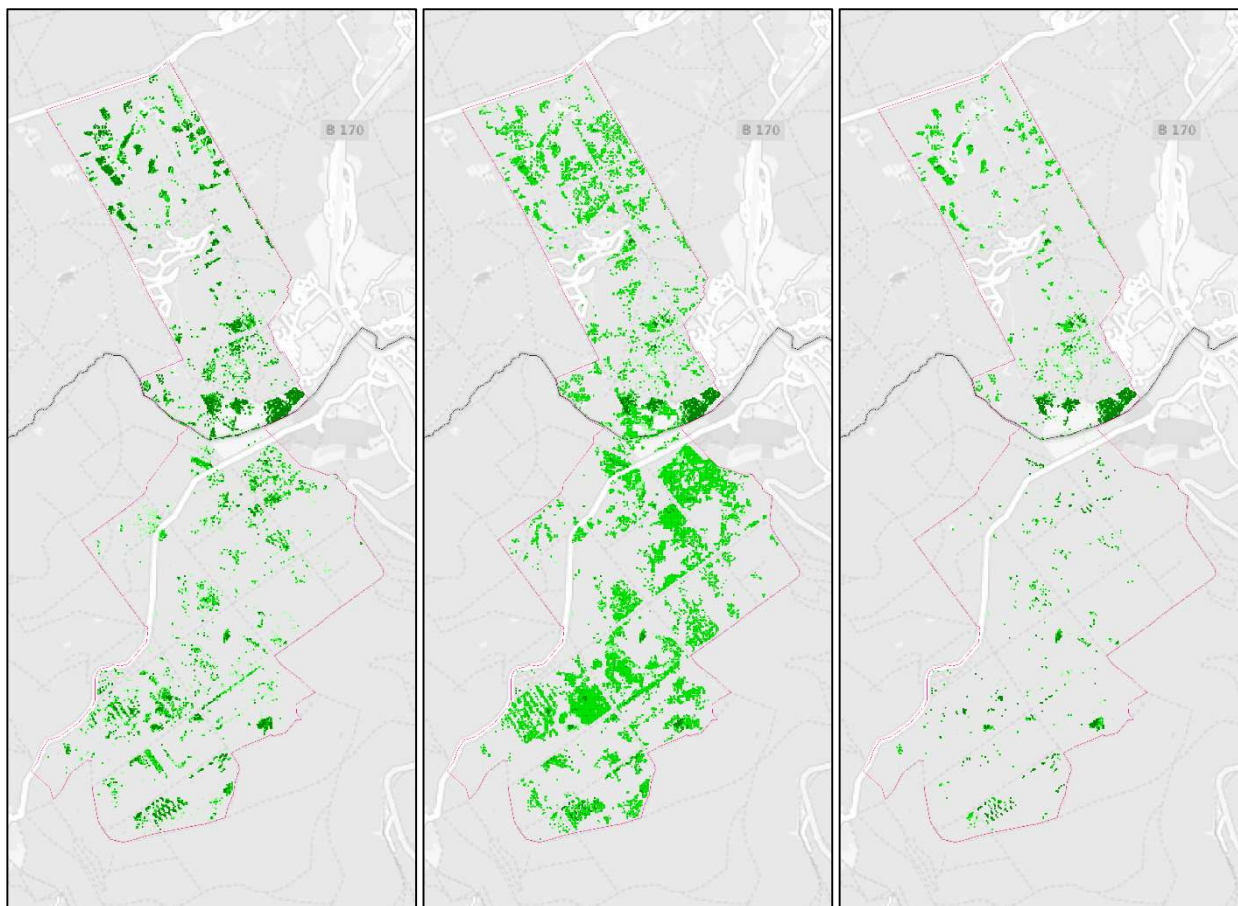
a) Prognóza vývoje biotopů tokaniště:

Tabulka 22 ukazuje, že v tomto scénáři v prvním desetiletí plocha vhodná jako tokaniště značně přibývá z důvodu mnoha porostů nízkého smrkového mláží s nízkým stupněm pokrytí korunami stromů, na konci druhého desetiletí ovšem činí už jen přibližně čtyřicet procent původní plochy.

Tabulka 22: Součet ploch a podílů čtvercových buněk vhodných jako tokaniště aktuálně a pro prognózované období 10 let a 20 let, zde scénář s přestavbou lesa

Hodnocení	Aktuální plocha [ha (%)]	Prognóza 10 let [ha (%)]	Prognóza 20 let [ha (%)]
velmi vhodné (18 - 16 bodů)	30 (3)	10 (1)	10 (1)
vhodné (15 - 13 bodů)	25 (3)	124 (15)	16 (2)
ještě vhodné (12 - 10 bodů)	16 (2)	11 (2)	4 (0)
součet	71 (8)	145 (18)	30 (3)

Podle toho větší oblasti vhodné jako tokaniště budou za dvacet let už jen u Lugsteinu a u Georgenfeldského rašeliniště (Georgenfelder Hochmoor) (obrázek 23). Ve skutečnosti by se podle této prognózy některé zbývající plochy přestavby lesa u Kahlebergu měly z výše uvedené plochy ještě odečíst. Ještě nízké smrkové porosty nebudou v rámci automatizované detekce druhů stromů detekovány a proto jejich výškový růst nebude prognózován. Rovněž odečtena musí být plocha několika čtvercových buněk, které byly hodnoceny jako vhodné, nebo i mensích skupin čtvercových buněk, které z důvodu jejich velikosti nejsou reálně vhodnými jako tokaniště. Proto je prognózovaná hodnota zbývajících plochy 30 hektarů spíše příliš vysoká.



Obrázek 23: Prognózaný vývoj čtvercových buněk ohledně jejich vhodnosti jako „tokaniště“, zde scénář s přestavbou lesa. Zleva doprava: v době sběru dat, po deseti letech, po dvaceti letech (vysvětlivky viz obrázek 14)

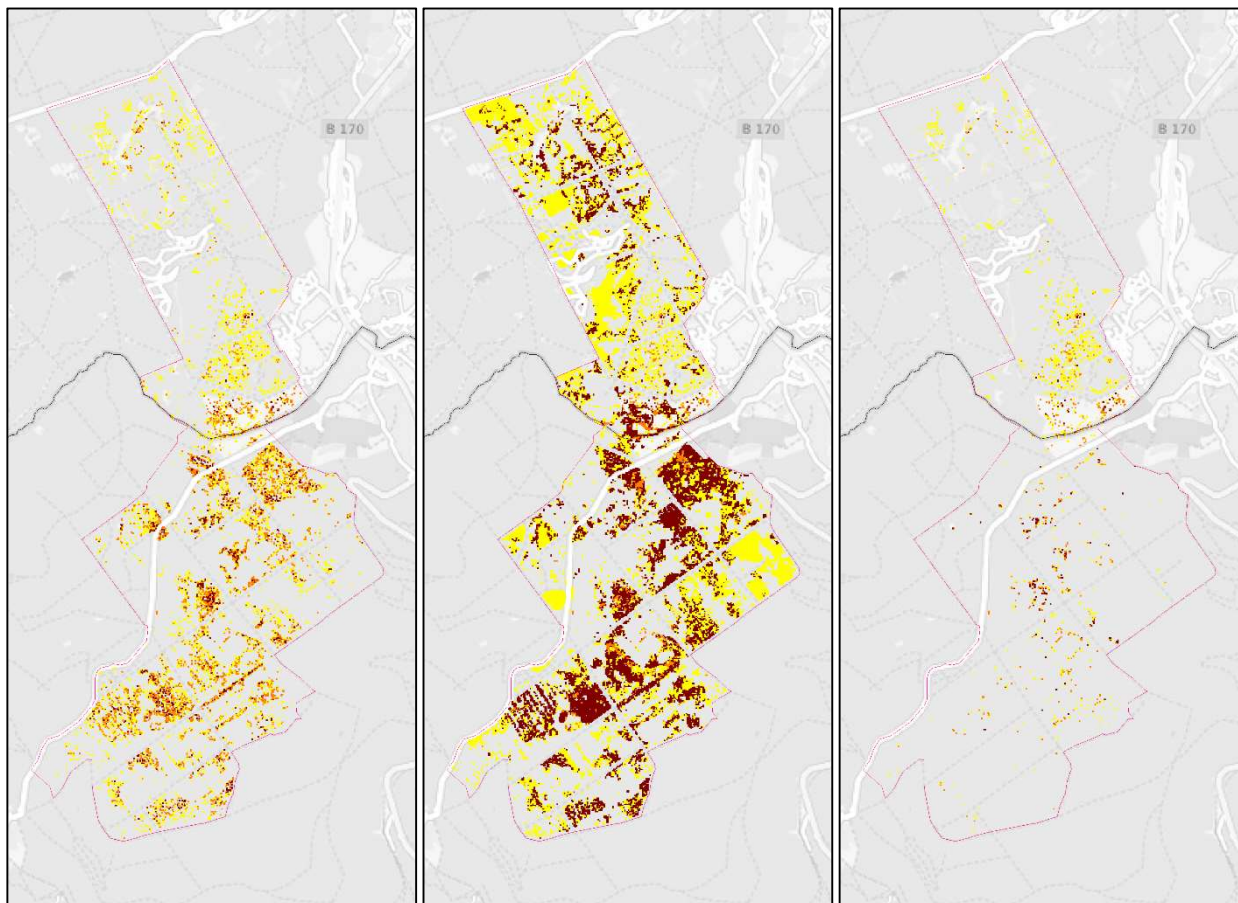
b) Prognóza vývoje biotopů pro hnízdění a vodění kuřat:

Plocha biotopů pro hnízdění a vodění kuřat kolísá v prognóze vývoje ještě více než u tokanišť (tabulka 23). Velká nabídka nízkých řídkých smrkových porostů na konci prvního desetiletí vede k tomu, že počet vhodných čtvercových buněk stoupne na trojnásobek, ale po dalších deseti letech klesne na pětinu výchozího stavu.

Tabulka 23: Součet ploch a podílů čtvercových buněk vhodných jako biotopy pro hnízdění a vodění kuřat aktuálně a pro prognózané období 10 let a 20 let, zde scénář s přestavbou lesa

Hodnocení	Aktuální plocha [ha (%)]	Prognóza 10 let [ha (%)]	Prognóza 20 let [ha (%)]
velmi vhodné (18 - 16 bodů)	10 (1)	110 (13)	2 (0)
vhodné (15 - 13 bodů)	33 (4)	11 (1)	5 (1)
ještě vhodné (12 - 10 bodů)	53 (6)	160 (18)	14 (2)
součet	96 (11)	281 (32)	20 (2)

Obrázek 24 ukazuje, že nejen tato plocha, ale i kvalita biotopů pro hnízdění a vodění kuřat je dočasně vyšší než byla na začátku, protože v rámci přestavby lesa budou ve větší míře prosvětleny i plochy bohaté na bobulovité keře. Koneckonců ale po dvaceti letech zůstanou jen oblasti, které jsou z přestavby lesa vyňaty. Podle našich předpokladů jsou to jen oné plochy, které byly od samého začátku osázeny měkkými listnatými dřevinami nebo borovicí klečí.



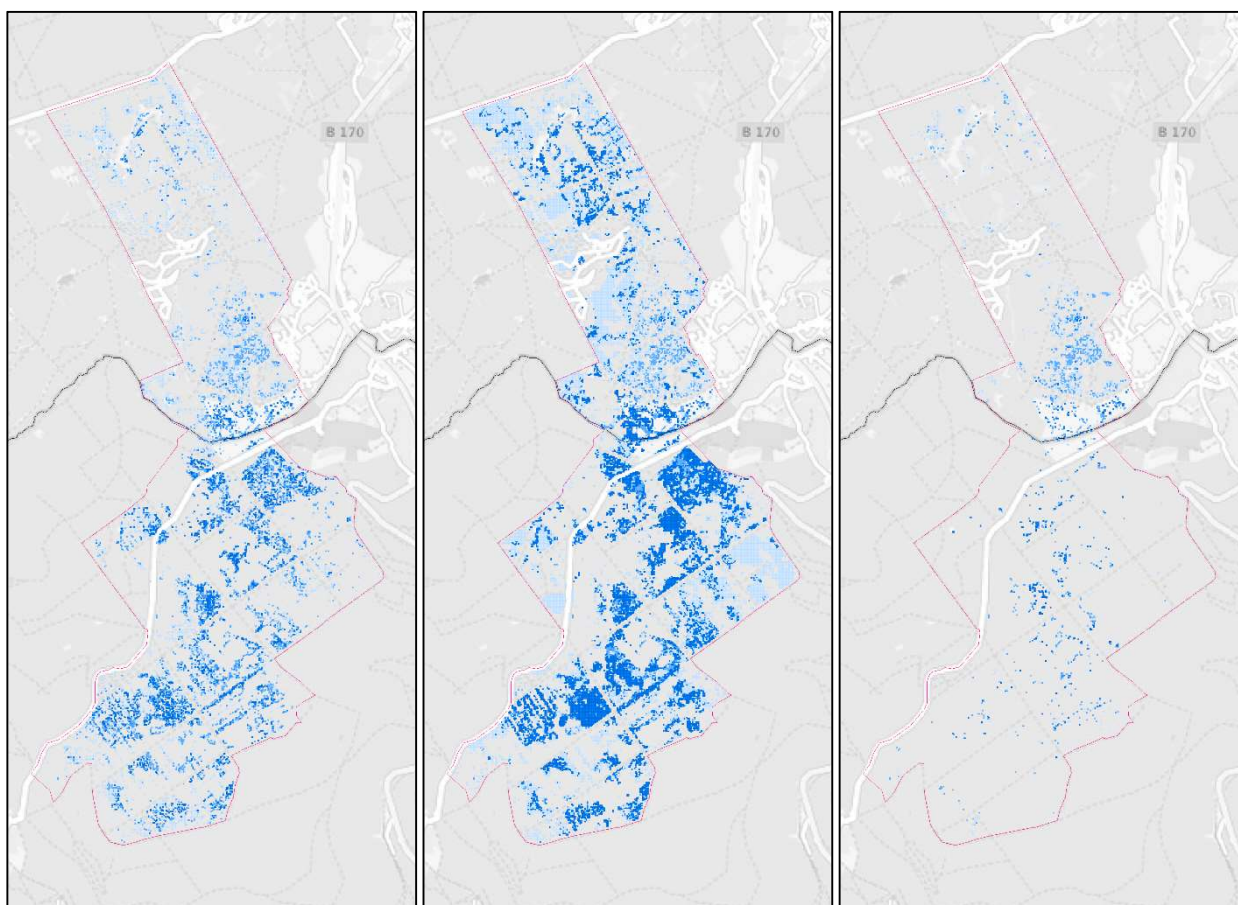
Obrázek 24: *Prognózaný vývoj čtvercových buněk ohledně jejich vhodnosti jako „biotop pro hnízdění a vodění kuřat“, zde scénář s přestavbou lesa. Zleva doprava: v době sběru dat, po deseti letech, po dvaceti letech (vysvětlivky viz obrázek 15)*

c) Prognóza vývoje podzimních/zimních biotopů

Prognóza vývoje podzimních/zimních biotopů je podobná jako prognóza biotopů pro hnízdění a vodění kuřat (tabulka 24, obrázek 25). Ubýtek plochy, který je podmíněn růstem nově vysázených smrků v rámci přestavby lesa, bude v prvním desetiletí kompenzován předpokládaným plošným prosvětlením porostů, po dalších deseti letech ovšem zůstane už jen pětina původní plochy tohoto typu biotopu.

Tabulka 24: *Součet ploch a podílů čtvercových buněk vhodných jako podzemní/zimní biotopy aktuálně a pro prognózované období 10 let a 20 let, zde scénář s přestavbou lesa*

Hodnocení	Aktuální plocha [ha (%)]	Prognóza 10 let [ha (%)]	Prognóza 20 let [ha (%)]
velmi vhodné (18 - 16 bodů)	30 (3)	112 (13)	4 (0)
vhodné (15 - 13 bodů)	41 (5)	17 (2)	10 (1)
ještě vhodné (12 - 10 bodů)	56 (6)	158 (18)	11 (1)
součet	126 (14)	288 (33)	25 (3)



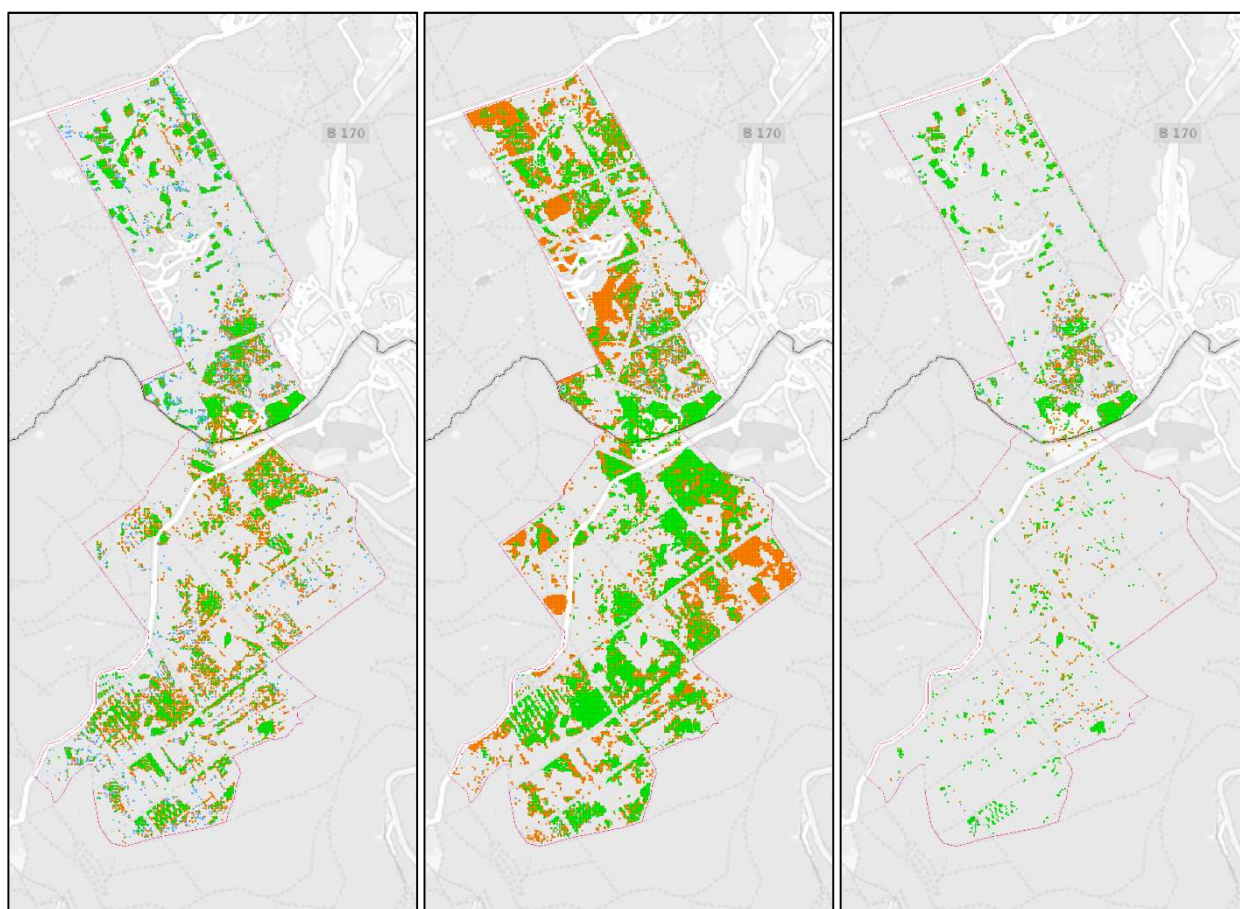
Obrázek 25: *Prognózovaný vývoj čtvercových buněk ohledně jejich vhodnosti jako „podzemní/zimní biotop“, zde scénář s přestavbou lesa. Zleva doprava: v době sběru dat, po deseti letech, po dvaceti letech (vysvětlivky viz obrázek 17)*

Tabulka 25 a obrázek 26 ukazují výsledky této prognózy ve souhrnu všech tří typů biotopů. Zatímco ve scénáři bez přestavby lesa po dvaceti letech v celém projektovém území zůstanou ještě čtyři pětiny plochy biotopů z roku 2018, zůstanou ve scénáři s přestavbou lesa po dvaceti letech jen zhruba třicet procent plochy biotopů, která byla vypočtena za rok 2018. Tato plocha se soustřeďuje na Georgenfeldské rašeliniště (Georgenfelder Hochmoor), zarostlé borovicí klečí, a na plochy s porostem měkkých listnatých dřevin a plochy bezlesí u Lugsteinu, jakož i západně a východně od Georgenfeldského rašeliniště (Georgenfelder Hochmoor), což jsou plochy, které jsou podle předpokladů tohoto scénáře z opatření přestavby lesa resp. znovuzalesnění vyňaty. Ve

zbývající části území budou zbývající buňky zřejmě tak malé, že již nebudou vhodné jako biotop tetřívka obecného. Proto plocha čtvercových buněk, vhodných jako biotop, která je uvedena v tabulce 25, je příliš vysoká.

Tabulka 25: *Prognózovaný vývoj plochy čtvercových buněk, které při hodnocení biotopů "tokaniště", "biotop pro hnízdění a vodění kuřat" nebo "podzimní/zimní biotop" získaly nejméně deset bodů, zde scénář s přestavbou lesa*

Dílčí území	Aktuální plocha [ha]	Prognóza 10 let [ha]	Prognóza 20 let [ha]
CZ	107	187	14
DE	69	127	38
součet	176	314	52



Obrázek 26: *Prognózovaný vývoj čtvercových buněk, které při hodnocení biotopů "tokaniště", "biotop pro hnízdění a vodění kuřat" nebo "podzimní/zimní biotop" získaly nejméně deset bodů, zde scénář s přestavbou lesa. Zleva doprava: v době sběru dat, po deseti letech, po dvaceti letech (vysvětlivky viz obrázek 18)*

4. Diskuze

4.1. Vhodnost metody dálkového průzkumu, náklady na data a vyhodnocení

Kromě popisu biotopů v projektovém území bylo dalším cílem výzkumu zjistit, do jaké míry jsou takovéto analýzy biotopů za použití přeshraničně dostupných satelitních dat a za pomoci z velké části automatizovaného vyhodnocení možné (viz kapitulu 2). V případě, že se tato metoda osvědčí jako vhodná a dostatečně efektivní, bylo by možno ji použít pro posuzování biotopů tetřívka obecného i mimo toto projektové území.

Vývoj metody a ověřování různých dat z dálkového průzkumu byl zadán formou smlouvy o dílo společnosti LUP (Luftbild Umwelt Planung GmbH, 2019). Závěrečná zpráva společnosti k této smlouvě o dílo tvoří přílohu této zprávy.

Použitelnost výsledků:

Zásadně lze konstatovat, že kombinací satelitních dat a dat z leteckých snímků ve spojení s digitálními modely povrchu a terénu (viz kapitulu 2.3), která byla definována jako optimální kombinace, a využitím z velké části automatizovaných algoritmů pro vyhodnocování, bylo možno dosáhnout použitelných a alespoň na úrovni území dostatečně přesných výsledků z hlediska zjišťovaných parametrů biotopů (výška stromů, stupeň pokrytí korunami stromů, skupina druhů stromů, typ přízemní vegetace) a jejich rozložení v území. Osvědčil se rovněž následný výpočet digitálního modelu povrchu na bázi novějších leteckých snímků (viz kapitulu 2.2.), provedený pro českou část projektového území tak, aby bylo možno získat data o výšce stromů a stupni pokrytí korunami stromů s přeshraničně podobnou aktuálností.

Na svůj limit se však tato metoda dostává především v případě automatizovaného rozlišování skupin druhů stromů, a to především v případě rozlišení skupiny druhů jehličnanů (viz. kapitulu 3.1.1.). Stejně tak automatizovaně zjištěné stupně pokrytí korunami stromů velmi mladých stromů nejsou vždy přesné. Stromy s výškou menší, nežli jeden metr, jsou zde používány algoritmy rozeznány jako přízemní vegetace. V důsledku toho jsou pak tyto plochy považovány za bezlesí (viz kapitulu 3.1.3.).

Náklady na pořízení a vyhodnocení dat:

Pořízení dat pro projektové území o rozloze zhruba 860 hektarů bylo pro státní podnik Sachsenforst (Saské lesy) spojeno s relativně nízkými náklady (viz kapitulu 2.2.). Pokud se zaměříme pouze na data, která se nakonec ukázala být velmi vhodná (LUP 2019), tak za letecké snímky a digitální modely povrchu a terénu českého dílčího území bylo nutno vydat 775,00 EUR jako poplatek za jejich užití, všechna ostatní data (letecké snímky a digitální modely terénu a povrchu na německé straně, satelitní data Sentinel-2B, přeshraniční data k cestám a budovám) byla pro saský státní podnik Sachsenforst (Saské lesy) dostupná zdarma. Přepočteno na celé projektové území tak získání těchto dat stálo zhruba jedno euro na hektar.

Náklady na vývoj metody a vyhodnocení dat firmou LUP činily 40.460,00 EUR, v přepočtu na rozlohu projektového území zhruba 47,00 EUR na hektar. V této částce nejsou zahrnuty personální náklady na zaměstnance státního podniku Sachsenforst (Saské lesy). V případě přenesení vyvinuté metody na jiná území je nutno počítat s výrazným poklesem nákladů na vyhodnocování za hektar, jelikož odpadají náklady na vývoj metody a (i nadále nutné) vyhledání referenčních ploch v území je především v případě větších ploch spojeno s degresivními náklady.

Pokud tyto náklady srovnáme s paralelně probíhajícím projektem státního podniku Sachsenforst (Saské lesy), v rámci kterého mají být pomocí podobných metod získány údaje o stavu lesů pro celou lesní plochu Saska (520 000 ha), pak se náklady v tomto projektu pohybují ve výši cca 2,00 EUR za hektar. Výše těchto nákladů ukazuje, že zde zvolená metoda umožňuje za únosných nákladů zjišťovat parametry biotopů tetřívka obecného a že je možné tuto metodu z hlediska jejich nákladů přenést i na jiná, rozlehlejší území.

4.2. Evaluace hodnocení biotopů

Snahou této studie bylo, neměřit vhodnost biotopů pro tetřívka obecného vždy samostatně podle jednotlivých parametrů biotopů (jako výška stromů nebo stupeň pokrytí korunami stromů), ale získat pomocí jasného postupu hodnoty biotopů a jejich rozložení v území pomocí kombinace několika parametrů biotopů, získaných pomocí dálkového průzkumu. Detaily k výpočtu těchto hodnot biotopů jsou uvedeny v kapitolách 2.5. a 3.2.

Do této metody hodnocení vstupuje řada předem stanovených předpokladů ohledně příznivého, méně příznivého a nevhodného charakteru zde zjištěných parametrů biotopu. Posouzení výsledků tak začíná už u otázky, zda byly hranice tříd pro posuzování jednotlivých parametrů - a to po tři různé typy biotopů – zvoleny smysluplně, resp. plauzibilně. Zde formulované předpoklady k nutným vlastnostem biotopů tetřívka obecného jsou z velké míry shodné s popisem typů cílových biotopů v Programu na ochranu populace tetřívka obecného pro Svobodný stát Sasko (Saský zemský úřad pro životní prostředí, zemědělství a geologii [LfULG] 2019).

Jak již bylo zmíněno, nelze v důsledku zde zvolené metody hodnocení provést striktní oddělení různých dílčích biotopů (tokaniště, biotopy pro hnízdění a vodění kuřat, podzimní/zimní biotopy) podle charakteru jejich parametrů. Řídké, nízké porosty, vhodné jako biotop pro hnízdění a vodění kuřat, mohou být současně i kvalitními podzimními/zimními biotopy. Výsledkem je široký, věcný a použitím těchto kritérií na stávající data i prostorově širší překryv výše popsanych tří dílčích biotopů.

I přesto je však třeba ve výsledku procesu hodnocení konstatovat, že mezi tokaništi a biotopy pro hnízdění a vodění kuřat lze vyzorovat určitou územní diferenciaci. A to i přesto, že jsou oba dílčí biotopy navzájem úzce spojeny, což by mělo odpovídat skutečným poměrům projektového území. Zatímco čistá tokaniště zabírají podle zde zvolené metody hodnocení rozlohu zhruba sedmdesát hektarů projektového území, je celková rozloha biotopů pro hnízdění a vodění kuřat dvakrát tak vysoká. Zdá se tedy, že zde zvolené meze vhodnosti jsou vhodné k zachycení rozdílů v územním rozložení těchto dvou typů biotopů.

V případě použití zde zvolených kritérií pro podzimní/zimní biotopy stoupá kumulovaná plocha biotopů pouze nepatrně o třicet hektarů. To znamená, že plochy, vhodné jako podzimní/zimní biotopy, se v tomto území z velké části kryjí s biotopy pro hnízdění a vodění kuřat. Důvodem tohoto nízkého přírůstku plochy biotopů, vhodných pro přezimování, je definicí daná horní mez stupně pokrytí korunami stromů 60 procent pro tento typ biotopu. V tomto území existuje jen velmi málo ploch, jejichž stromy jsou sice vyšší, nežli deset metrů (ta tvoří hranici pro biotopy pro hnízdění a vodění kuřat), ale jejichž stupeň pokrytí korunami stromů současně není vyšší, nežli šedesát procent. Porosty vyšší než deset metrů jsou zpravidla hustěji zapojeny.

Zde zvolená definice podzimních/zimních biotopů nepředstavuje alespoň pro toto území větší přínos pro identifikaci nejen tokanišť a biotopů pro hnízdění a vodění kuřat, ale i další plochy, vhodné pro biotop tetřívka obecného. Z důvodů hustého zápoje celé řady porostů to zřejmě odpovídá i skutečným podmínkám.

Zásadní metodické omezení zde zvolené metody hodnocení spočívá v nezohlednění sousedských vztahů mezi čtvercovými buňkami pro hodnocení příslušných jednotlivých buněk a celkový výsledek představuje „mozaiku“ jednotlivých hodnocení a takto je třeba jej i hodnotit.

Tak například jednotlivé, izolovaně ležící buňky, kterým byla prostřednictvím metody hodnocení připsána určitá vhodnost biotopu, nelze fakticky do tohoto typu biotopu zařadit v případě, že nemají žádné spojení s větším souborem podobně zařazených buněk. Samostatné statistické vyhodnocení a automatizovaný výpočet těchto izolovaně ležících buněk nebyl z důvodů náročnosti realizován. Na druhou stranu však lze oblasti, v nichž dochází k „zahuštění“ buněk se zařazením ke stejnému typu biotopu, zpravidla dobře rozeznat.

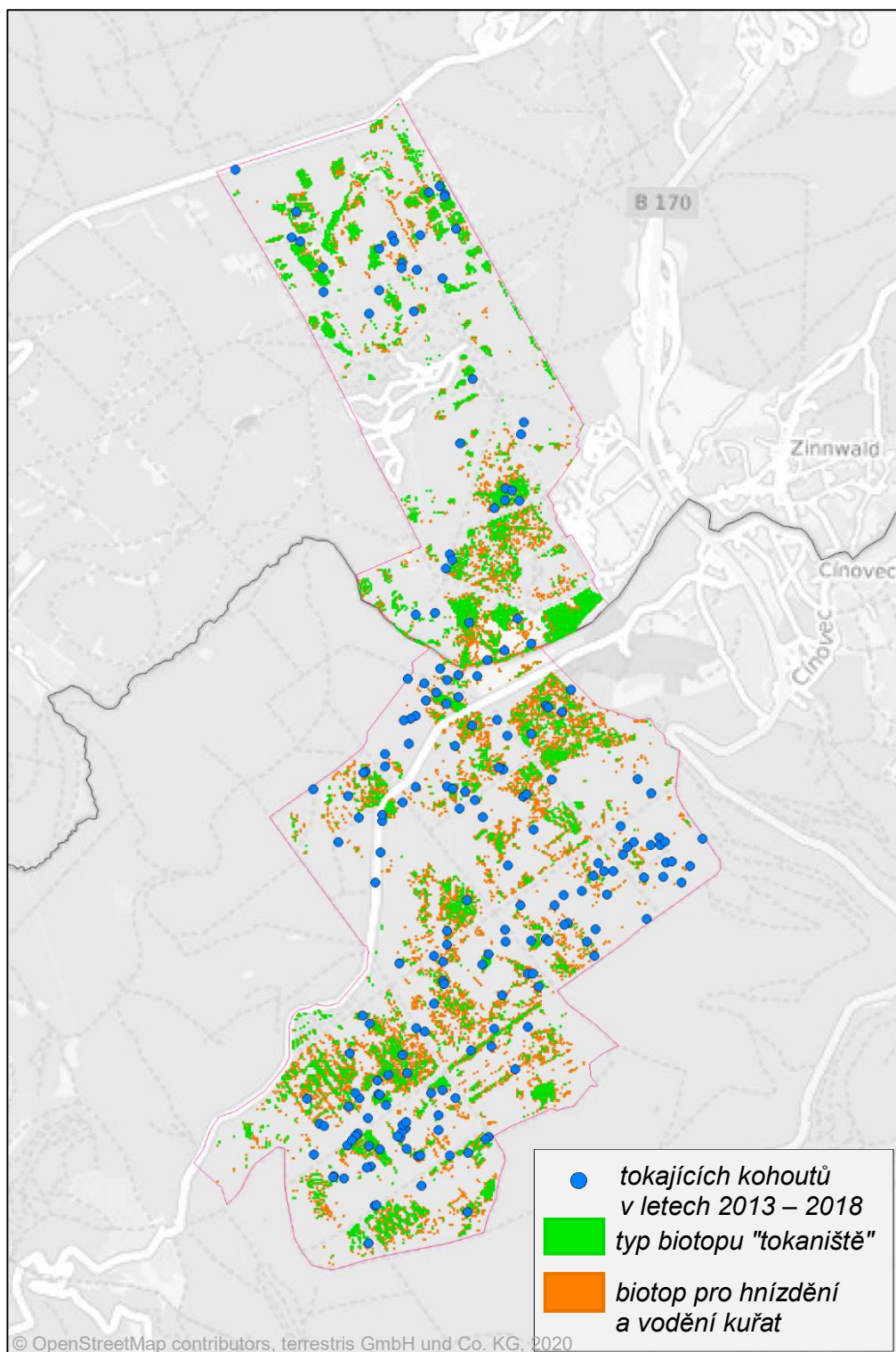
Stejně tak nebyla v hodnocení „biotopových buněk“ zohledněna výška stromů v sousedních buňkách, které nebyly přiřazeny žádnému typu biotopu. Je známo, že tetřívka se vyhýbá prudkému rozmezí s vysokými, zapojenými porosty (STRAUß et al. 2017). Tyto efekty jsou v projektovém území v současně době hodnoceny spíše jako podřadné, jelikož zde i zapojené porosty dosud vykazují relativně nízkou výšku (viz tabulku 9). V územích s vysoko vzrostlými lesními porosty je případně nutno takovéto aspekty při vymezování potenciálních ploch biotopů (podobně jako ve zde provedeném vyloučení oblastí v blízkosti pozemních komunikací a budov) v daném případě integrovat.

V rámci této studie nemůže a nemá být předložen vědecký důkaz, že biotopy, které byly na základě shora uvedených předpokladů identifikovány jako vhodné, jsou také tetřívkem využívány. Údaje o celoročním využití území tetřívkem v tomto projektovém území k tomu nepostačují.

Rozsáhlejší data o výskytu tetřívka obecného existují pouze pro období toku a i tato data nejsou vždy polohově přesné. Důvodem je skutečnost, že během sčítání jsou tokající kohouti často pouze slyšet, nikoli vidět. Sloučíme-li pozorování tokajících kohoutů v letech 2013 až 2018 s polohou tokanišť, hodnocených jako vhodné, a s tím úzce souvisejících biotopů pro hnízdění a vodění kuřat (obrázek 27), je sice patrná korelace mezi hodnocením biotopu a sledovacími body, ale neexistuje tu žádný absolutní soulad. Řada tokajících kohoutů byla (s částečně omezenou přesností) pozorována i mimo oblasti, hodnocené jako vhodné. I z tohoto je patrné, že pomocí této metody lze vymezit potenciální biotopy, skutečné využití biotopů tetřívkem však není s tímto vymezením vždy identické.

Přesto lze souhrnně konstatovat, že pomocí této zvolené metody lze zjistit a popsat pro tetřívka obecného příznivé a nepříznivé struktury biotopů s vysokým územním rozlišením. Toto velmi vysoké územní rozlišení při hodnocení biotopů přesahuje rámec dosavadních metod evaluace biotopů tetřívka obecného pomocí prostředků dálkového průzkumu (Reimoser et al. 2000, STRAUß und SODEIKAT 2000, DÜSTERHÖFT 2006, WERTH und KRAFT 2015).

V tomto smyslu mohou tato data a z nich odvozené mapy sloužit jako základ pro cílená, přitom ale i na malém území prováděná diferencovaná opatření managementu biotopu tetřívka obecného. V případě opakovaných záznamů by měla být tato metoda vhodná pro velmi detailní záznam změn biotopů.



Obrázek 27: Pozorování tokajících kohoutů v letech 2013 – 2018 a čtvercové buňky, které jako "tokaniště" nebo "biotopy pro hnízdění a vodění kuřat" získaly nejméně deset bodů

4.3. Evaluace prognóz biotopů

Oba scénáře vycházejí ze silně zjednodušených, a ne bezpodmínečně reálných základních předpokladů z hlediska vývoje lesa a biotopů v projektovém území. Úplné upuštění od výsadby dalších smrků v tomto území (scénář 1) nenastane, stejně tak nenastane kompletní přeměna všech porostů smrku pichlavého, modřínu a borovice pokroucené na smrkové porosty během jednoho desetiletí (scénář 2). V případě těchto scénářů se tedy nejedná o předpovědi skutečně očekávatelného dalšího vývoje biotopů v tomto území, nýbrž jde o hledání odpovědi na otázku, jaké důsledky by různé strategie hospodaření měly na střednědobý vývoj biotopů tetřívka obecného v území.

Reálně bude v budoucnu nějaký meziscénář, který je však obtížné předpovědět a který závisí na individuálních rozhodnutích o managementu na jednotlivých plochách. Stejně tak nelze předpovědět opatření, která budou v tomto území cíleně přijímána za účelem zachování a optimalizace biotopů tetřívka obecného, jako například prosvětlení porostů v okolí tokanišť nebo biotopů pro hnízdění a vodění kuřat. Tato opatření nejsou ani obsažena ve shora uvedených scénářích.

Další slabou stránku zde formulovaných prognóz představuje skutečnost, že již vysázené, dosud ale velmi nízké smrky, často nejsou prostředky dálkového průzkumu rozeznány a výchozí data pro prognózu vývoje porostu tak neodpovídají všude skutečné situaci.

Jako poslední kritický bod týkající se metody prognózy je zde třeba znovu uvést aspekt, zmíněný již v kapitole 4.2., a to nezohlednění sousedských vztahů především v případě sousedících vysokých, zapojených lesních porostů. Pro vyhodnocení stávajícího stavu v roce 2018 bylo možno tento aspekt z důvodů obecně nízkého porostu v projektovém území zanedbat. Během následujících dvaceti let však nyní existující mladé smrkové porosty vyrostou, zahrnutí takovýchto sousedských vztahů do hodnocení biotopů tak získá na významu a zřejmě ještě znovu sníží rozsah potenciálně vhodných biotopů. Nicméně již současná prognóza podle scénáře 2 dává pro rozlehlé části projektového území poznat tak silnou izolaci ještě zbývajících „biotopových buněk“, že tam po dvaceti letech nebude existovat souvislý, pro tetřívka obecného vhodný biotop (viz kapitolu 3.3.2.).

I přes shora uvedená omezení lze z – i když jen teoretických – výsledků prognóz biotopů odvodit některé závěry:

- Velká část oblastí, které byly v roce 2018 identifikovány jako vhodné, by si vhodnost jako biotop tetřívka obecného udržela patrně i střednědobě, pokud by v těchto oblastech byly zastavena další opatření přestavby lesa na původní smrkové lesy. Z oblastí, hodnocených v roce 2018 jako vhodné, byla pouze pětina již osázena smrky.
- Intenzivní, plošná přestavba lesa směrem k původním smrkovým lesům může životní podmínky tetřívka obecného dokonce na čas zlepšit, střednědobě však tyto plochy jako biotopy zaniknou. Zbývajících plochy biotopů by podle předpokladů těchto prognóz byly tak malé, že by přežití místní dílčí populace bylo nejisté.
- V koncepcích hospodaření pro toto území by proto měly být co možná nejdříve identifikovány dostatečně velké plochy, které mají být v dlouhodobém horizontu zachovány jako biotopy tetřívka obecného a ve kterých budou způsob rekonstrukce lesa a péče o les prioritně uzpůsobeny stanovištním nárokům tetřívka obecného.

4.4. Stanoviska projektových partnerů

Předložená zpráva byla v říjnu roku 2020 zaslána Saskému zemskému úřadu pro životní prostředí, zemědělství a geologii (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, LfULG), nižšímu orgánu ochrany přírody okresu Saské Švýcarsko-Východní Krušnohoří (Sächsische Schweiz-Osterzgebirge) a členům místní pracovní skupiny pro realizaci Programu na ochranu populace tetřívka obecného v oblasti zvláštní ochrany (SPA) Kahleberg a Lugsteingebiet se žádostí o zpracování stanoviska. Po překladu zprávy do češtiny byl český překlad této zprávy zaslán v prosinci 2020 i českým projektovým partnerům (Ústecký kraj, Spolek Ametyst, Lesy České republiky, s.p.) s prosbou o zaslání stanoviska. Původně plánovaná závěrečná porada a diskuse metodiky a výsledků se všemi partnery projektu musela být z důvodů pandemie koronaviru bohužel zrušena a bude realizována později. Obsah níže uvedených stanovisek je zde tedy pouze shrnut, není však diskutován. To je úkolem dosud neuskutečněné závěrečné porady, případně následných úprav metodiky. Úplná znění stanovisek jsou uvedena v příloze k této zprávě.

Svá stanoviska zaslal do poloviny února 2021 Saský zemský úřad pro životní prostředí, zemědělství a geologii, okres Saské Švýcarsko-Východní Krušnohoří (Sächsische Schweiz-Osterzgebirge) a Dr. Steffens jako zástupce dobrovolných ornitologů v místní pracovní skupině pro oblast Kahleberg-Lugsteingebiet.

Stanovisko Saského zemského úřadu pro životního prostředí, zemědělství a geologii:

Metodu, použitou pro identifikaci a vyhodnocení potenciálních stanovišť, považujeme i přes některé nepřesnosti a chybná zařazení, kterým nelze zabránit, v zásadě za použitelnou. Doporučujeme metodu dále ověřit a rozvíjet prostřednictvím přenosu na další místa výskytu tetřívka. Pro dosažení transparentnosti a důvěry ve výsledky ze strany všech aktérů by zde mělo být jasně rozlišováno mezi výsledky inventarizace stávajícího stavu a následnou interpretací těchto dat. Navrhujeme ověřit různé varianty hodnocení a z nich odvozené mapové podklady.

Kromě pokud možno korektního hodnocení jednotlivých čtvercových buněk je důležitý i význam a výpovědní hodnota územního rozložení čtvercových buněk, vyhodnocených jako vhodných a to jak pro posouzení vhodnosti stanoviště, tak i pro jeho cílený management biotopů. Cílem tohoto managementu by neměly být homogenní typy cílových biotopů, ale maloplošný mix různých struktur, které byly vyhodnoceny jako vhodné.

Prognózy biotopů, obsažené v předmětné zprávě, jsou interpretovány tak, že i v případě scénáře bez přestavby lesa jsou pro zachování dostatečně velkých biotopů tetřívka obecného nutná další opatření k prosvětlení lesů a že je nutno zcela upustit od vysazování smrků.

Stanovisko nižšího orgánu ochrany přírody okresu Saské Švýcarsko-Východní Krušnohoří (Sächsische Schweiz-Osterzgebirge):

Výsledek analýzy biotopů je považován za vhodný k tomu, aby bylo možno příslušným způsobem provádět hodnocení různých dílčích biotopů v projektovém území. Upozorňujeme na jisté nepřesnosti při hodnocení půdní vegetace v oblasti Lugsteinu a na problematiku rušivých vlivů sousedních struktur (vysoké porosty stromů, cesty bez pohledové ochrany), které pomocí této metodiky nelze hodnotit.

Z hlediska prognóz biotopů považujeme třetí scénář s cíleným managementem biotopů za žádoucí. Okres doporučuje tuto metodu po ukončení projektu v tomto smyslu dále rozvíjet a aplikovat na biotopy tetřívka obecného na obou stranách hranice.

Stanovisko Dr. Steffense:

Projekt a jeho výsledky hodnotí zásadně pozitivně. Data k rozhodujícím parametrům biotopů ve vysokém rozlišení, a to i pro větší územní jednotky, lze totiž získat pouze pomocí metod dálkového průzkumu. Tato data obsahují důležité informace pro krátkodobý i střednědobý management biotopů. Jako nedostatek prognózy biotopů shledává chybějící scénář s aktivními opatřeními na úpravu biotopů. Dále upozorňuje na metodicky podmíněné nezohlednění vlivů okolí a propojení parametrů biotopů, přičemž územní těžiště různých typů biotopů jsou však i přesto patrná.

Ohledně získaných dat doporučuje vyfiltrovat z dat dálkového průzkumu druhy dřevin jeřáb ptačí a bříza z důvodů jejich rozdílného významu jako potravní rostliny a nezahrnovat je do skupiny "měkkých listnatých dřevin". Ohledně validity dat upozorňuje, že kromě případů, uvedených v kapitole 3.1.1. se jako chybné ukázalo i rozlišení druhů dřevin borovice pokroucená a borovice kleč.

Obsáhlé připomínky se týkají postupu při hodnocení biotopů:

- Obsahový rozpor při hodnocení typu biotopu „tokaniště“ byl opraven v tom smyslu, že faktoru „půdní vegetace“ byla přiřazena prostá váha, faktorům „výška stromů“ a „stupeň pokrytí korunami stromů“ byla přidělena dvojnásobná váha. Údaj, uvedený v tabulce 12, pocházel ze starší verze textu a omylem nebyl přepracován. Výsledky, obsažené ve zprávě (mimo jiné obr. 14, tabulka 13) odpovídaly znění této upravené varianty, zaslané ve stanovisku, další změny zde tedy nejsou nutné. Tím bylo vyhověno obsahové kritice příliš vysoké váhy, která při hodnocení typu biotopu „tokaniště“ byla přiřazena půdní vegetaci.
- Při hodnocení typu biotopu „biotop pro hnízění a vodění kuřat“ je přípustná horní hranice výšky stromů 10 m považována za příliš vysokou, zatímco stupeň pokrytí korunami stromů ve výši nejméně 20 procent by podle názoru Dr. Steffense mohl být v případě tohoto typu biotopu definován i nižší.
- V rámci hodnocení druhů dřevin je upozorněno na skutečnost, že mozaiku různých druhů dřevin, a to i s určitým podílem jehličnatých dřevin, je zásadně nutno hodnotit pozitivněji, nežli monokulturu měkkých listnatých dřevin, hodnocení tohoto aspektu však v případě zde zvolené metody naráží na metodické hranice (důvodem je skutečnost, že tyto smíšené formy lze v rámci malých, samostatně hodnocených čtvercových buněk zobrazit a popsat velmi obtížně).
- Nezohlednění i málo používaných, zatravněných cest z plochy biotopů je považováno za příliš restriktivní.
- Oproti tomu je hodnocení forem terénu považováno za nedostatečně přísné. Více zahloubené oblasti se severní expozicí, jako například v oblasti biatlonové střelnice, nejsou tetřívkem obecným vyhledávány již z důvodů jejich topografie.

Ohledně prognóz vývoje biotopů nesouhlasí se scénářem, který byl v této zprávě zvolen a podle kterého zůstanou porosty měkkých listnatých dřevin z hlediska jejich vhodnosti pro biotopy během příštích dvaceti let z velké části stabilní. Místo toho je nutno i během tohoto období provádět v těchto porostech prosvětlování za účelem údržby biotopů, i když změny budou probíhat méně rychleji, nežli v oblastech, dominovaných jehličnany.

5. Souhrn

Snahou této studie bylo, popsat a vyhodnotit situaci biotopů tetřívka obecného pomocí prostředků dálkového průzkumu na příkladu 860 hektarů velkého česko-německého projektového území ve východním Krušnohoří. Vyhodnocování dat z dálkového průzkumu by přitom mělo být pokud možno automatizované, aby bylo možno tuto metodu efektivně přenést i na další, větší území.

Kombinace ze zdarma dostupných satelitních dat (Sentinel-2B), pokud možno aktuálních leteckých snímků a digitálních modelů terénu a povrchu se osvědčila jako použitelný základ, na němž lze získat data, potřebná pro popis a hodnocení biotopů tetřívka obecného.

V rastru 10 x 10 m (celkem 87.200 čtvercových buněk) byly zjišťovány převládající druhy stromů, výška stromů, stupeň pokrytí korunami stromů a pokud možno i typ přízemní vegetace. Automatizovaný sběr těchto dat poskytl dostatečně spolehlivé výsledky, které jsou popsány formou tabulek a rastrových map.

Na základě těchto čtyř parametrů je každá čtvercová buňka hodnocena podle její vhodnosti jako tokaniště, jako biotop pro hnízdění a vodění kuřat a jako podzimní/zimní biotop. Metodika vyhodnocení a jeho výsledky jsou zobrazeny jako tabulky a rastrové mapy.

Byla rovněž provedena prognóza dalšího vývoje lesa a tím tedy i vývoje biotopů v projektovém území pomocí dvou scénářů (bez přestavby lesa, s komplexní přestavbou lesa během deseti let).

Výsledky poloautomatizovaného dálkového průzkumu, hodnocení biotopů a prognóza biotopů budou diskutovány.

6. Seznam literatury a zdrojů

- Breimann, L. (2001): "Random Forests". Machine Learning. 45 (1): 5–32.
- Český úřad zeměměřický a katastrální ČÚZK Geoportal <https://geoportal.cuzk.cz>
- Coppes, J., Suchant, R., Ganz, S., Kohling, M., & Adler, P. (2019): Auerhuhn-relevante Strukturen aus der Luft erkennen. AFZ-DerWald, (03), 38–41.
- Düsterhöft, H. (2006): Analyse von Satelliten-Fernerkundungsdaten zur Habitatbewertung für Birkhuhnpopulationen in einer integrierten GIS-Umgebung. Hochschule Vechta.
- ESA European Space Agency https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/Copernicus
- Frick, A. (2011): Vegetationsmonitoring in der Döberitzer Heide auf Basis von Fernerkundungsdaten. Workshop Monitoring Döberitzer Heide. Fachbeiträge des LUGV, Heft Nr. 123 (pp. 14-19).
- GAF AG, <https://www.gaf.de>
- Geofabrik GmbH, <https://www.geofabrik.de/> © OpenStreetMap contributors. Abgerufen: 2019.
- Heurich, M. (2006): Evaluierung und Entwicklung von Methoden zur automatisierten Erfassung von Waldstrukturen aus Daten flugzeuggetragener Fernerkundungssensoren; Forstl. Forschungsber. München, Nr. 202, 331 S.
- Hoffmann, K. et al. (2017): Sachsenforst setzt auf Fernerkundung. LWF aktuell 2017 Heft 4, S. 26-29.
- Hydro-Consult, Dr. Dittrich & Partner (2018): Hydrologische Analyse und Revitalisierungsplanung für den Bereich des Grenzgrabens im Ziel 3-Projekt „TetraoVit – Revitalisierung von Mooren und Habitatmanagement für das Birkhuhn“ Dresden, 16.11.2018. 60S.
- Itzerott, S. (2011): Fernerkundungsdaten - Basis für das flächenhafte Monitoring der Döberitzer Heide. Workshop Monitoring Döberitzer Heide. Fachbeiträge des LUGV, Heft Nr. 123 (pp. 6-13).
- Jenness, J. (2006): *Topographic Position Index (TPI) v.1.3a. TPI_Documentation.pdf*. . Von <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm> abgerufen
- Krüger, T. (2004): Die Auswirkungen des Waldsterbens und der Einfluß weiterer Faktoren auf die Populationsschwankungen des Birkhuhns (*Tetrao tetrix* L.) im sächsischen Erzgebirge auf Grundlage einer Luftbildanalyse. Diss. TU Dresden, 235 S.
- Krüger, T., & Herzog, S. (2004): Ein Modell zur Entwicklung der Birkhuhnlebensräume im sächsischen Erzgebirge. In Birkhuhnschutz heute, Band 2 (pp. 69–76).
- LfULG. (2019): Artenschutzprogramm Birkhuhn für den Freistaat Sachsen. 92 S., www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/ArtenschutzprogrammBirkhuhn_LfULG-SBS-SMUL_Endfassung_Versi.pdf
- Luftbild, Umwelt Planung GmbH. (2019): (Semi-) automatisierte Differenzierung von Vegetationsstrukturen mit Methoden der Fernerkundung zum Zwecke der Strukturanalyse und -prognose von Birkhuhnhabitatgebieten. Endbericht 10/2019. Unveröffentlicht.
- Planet Labs Inc. <https://www.planet.com/products/planet-imagery/>
- Reimoser, F., Erber, J., Leitner, H. (2000): Biotopeignung für Raufusshühner im Nationalpark OÖ Kalkalpen. Endbericht. Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie, Wien. 76 S.
- Šímová, P.; Bejček, V.; Málková, P.; Štasný, K. (2004): Ökologische Ansprüche und Management von Standorten des Birkhuhns (*Tetrao tetrix*) im Erzgebirge. In Birkhuhnschutz heute, Bd. 2, S. 16-24

- Strauß, E., & Sodeikat, G. (2000): Erfassung und Bewertung von Birkwildlebensräumen mittels Fernerkundung. Erste Ergebnisse einer Pilotstudie. In Birkhuhnschutz heute, Band 1 (pp. 122–124).
- Strauß, E.; Sodeikat, G.; Tost, D.; Neubauer, D. (2017): Birkhuhn-Management in der Lüneburger Heide. Vortrag bei Auftakt-Symposium zum Artenhilfsprogramm für Birkhühner in Sachsen, www.sbs.sachsen.de/download/sbs/6_Birkhuehner_in_Sachsen_DrStrauss.pdf
- Svobodová, J.; Bejček, V.; Málková, P.; Štasný, K. (2011): Low survival rate of Black Grouse (*Tetrao tetrix*) in maturing forest growths in the Krušné hory Mts. *Sylvia* 11, S. 77-89
- Terrestris GmbH und Co. KG, <https://www.terrestris.de/> © OpenStreetMap contributors. Abgerufen: 2020
- Tomšová, H.; Bejček, V.; Málková, P.; Štasný, K. (2004): Radio-telemetrische Untersuchung der Raumaktivitäten des Birkhuhns (*Tetrao tetrix*) in Immissionsgebieten des Erzgebirges. In Birkhuhnschutz heute, Bd. 2, S. 12-15
- Volf, O. (2019): Terrestrische Kartierung des TetraoVit-Projektgebietes. Methodik und Ergebnisse. Unveröffentlicht.
- Wendel, D. (2018): Exkursion NSG Georgenfelder Hochmoor am 25.08.2018. *Tafelsilber der Natur*, (S. 2).
- Werth, H. & B. Kraft (2015): Studies of Black Grouse (*Tetrao tetrix*) at the Riedberger Horn. *Ber. Vogelschutz* 52

Vydavatel:

státní podnik Sachsenforst (Saské lesy) (SBS)
Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirna, místní část Graupa
telefon: +49 3501 542-0
telefax: +49 3501 542-213
e-Mail: poststelle.sbs@smul.sachsen.de
internet: www.sachsenforst.de

SBS je podřízeným orgánem Saského státního ministerstva energetiky, ochrany klimatu, životního prostředí a zemědělství.

Redakce:

Dr. Michael Homann
Hermann Metzler
Markus Weise
státní podnik Sachsenforst (Saské lesy)
oddělení 53 Ochrana přírody v lese

Karina Hoffmann
státní podnik Sachsenforst (Saské lesy)
oddělení 45 FGIS, kartografie, geodetické práce

Fotografie:

SBS – titulní stránka

Redakční uzávěrka:

24.02.2021