OPRL II.

KLIMATICKÁ ZMĚNA A NÁVRH ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ V LESÍCH

PLO 7 Brdská vrchovina

1. Úvod
2. Podklady
3. Kritéria pro vyhodnocení scénářů KZ
4. Návrh adaptačních opatření
5. Přílohy

1. ÚVOD

Potenciál rezistence a rezilience lesních porostů v souvislosti s klimatickou změnou (KZ) je podmíněn **ekologickými limity lesních dřevin, vlastnostmi půdy a klimatickými podmínkami, především stresovými klimatickými faktory.** Rozhodující je **ekologická stabilita** lesního ekosystému, tj. schopnost vyrovnat se se změnou environmentálních podmínek. Podstatnou myšlenkou je zdůraznění neoddělitelné vazby jednotek potenciální přirozené vegetace s charakteristikami klimatu (Tüxen, 1956; Moravec, 1998).

Platí princip, že ve vyšších nadmořských výškách je limitujícím faktorem teplota, srážek je relativní dostatek. V nižších polohách jsou naopak limitujícím faktorem převážně srážky. Negativní vliv zvýšené teploty se zde projevuje prostřednictvím zvýšené evapotranspirace. Klasifikace klimatu v lesních ekosystémech je charakterizována vegetační stupňovitostí. Lesní vegetační stupně (LVS) jsou dále podmíněny charakterem mezoklimatu (topoklimatu) za spolupůsobení některých vlastností ekotopu. Jde tedy o celý komplex podmínek ovlivňujících výsledný poměr klimaxových dřevin.

Hlavními determinátory rozdílů výškového a expozičního klimatu jsou na prvním místě stromovité synusie hlavní úrovně přirozených lesních cenóz, reagující rozhodným způsobem na délku vegetační doby a na případné negativní vlivy klimatu (Zlatník, 1976). Dřevinnou skladbou charakterizované LVS jsou základními jednotkami pro nepřímé vyjádření výškového klimatu (vertikální stupňovitosti). Pro označení LVS je rozhodující dřevinná skladba ekologické živné řady, kde je kromě výraznější diferenciace bohatých fytocenóz i užší závislost na výškovém klimatu. Dochází tak k vymezení zonálních LVS, které ctí posloupnost nadmořské výšky.

2. PODKLADY

Hlavním zdrojovým materiálem jsou podklady ČHMÚ, které byly zpracovány ve spolupráci s Centrem výzkumu globální změny AV ČR. Odvozená klimatická data byla zpracována pro zonální LVS v rámci přírodních lesních oblastí (PLO). Principem vyhodnocení klimatických dat pro LVS je úzká vazba mezi LVS a klimatickými charakteristikami. Exaktní odvození klimatických charakteristik lesních vegetačních stupňů moderními geostatistickými metodami bylo z hlediska rozložení lesních komplexů s absencí klimatických stanic nezbytné.

Pracovníky brněnské pobočky ČHMÚ byly spočítány prostorové průměry základních klimatických charakteristik (průměrná denní teplota, denní úhrn srážek) pro **období A (1961–1990)** a pro **období B (1991–2009)** pro zonální LVS, vyskytující se v jednotlivých PLO (Macků, 2014; 2015).

Kromě těchto základních charakteristik byl zjišťován i výskyt klimatických extrémů – počet dní s denním úhrnem srážek menším než 1 mm, které se ve vegetačním období vyskytly v obdobích delších než 10 dnů za sebou (D10), počet dnů ve vegetačním období, kdy byla průměrná denní teplota vyšší než 30 °C (T30).

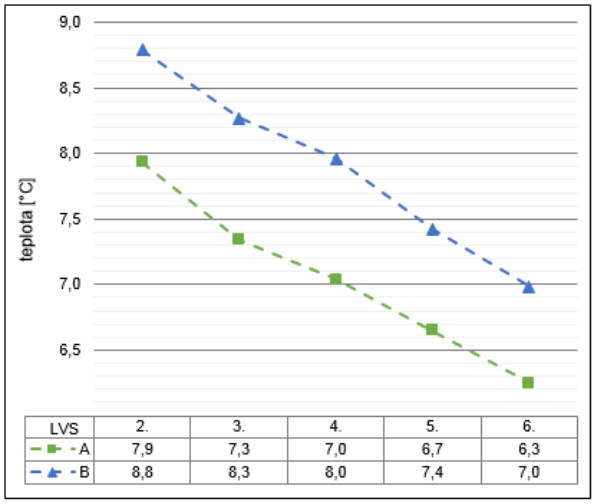
Porovnáním průběhu klimatických dat v obdobích A, B získáme přehled o jejich změnách a trendech. V současné době je k dispozici 30letý tzv. **operativní klimatický normál pro období 1981–2010, ozn. období B** dle LVS v PLO, jako srovnávací platforma pro scénáře KZ.

Modely scénářů KZ, které byly použity pro výpočet budoucích podmínek, byly vybrány kombinací objektivních a subjektivních kritérií ze souboru 40 vhodných GCMs (General Circulation Models), reprezentujících scénář **HadGem** s variantami tzv. **RCP** (Representative Concentration Pathways), kdy se zvýší radiační působení o **4,5 W·m^{-2}** (RCP 45) a zvýšení radiačního působení o **8,5 W·m^{-2}** (RCP 85). Klimatická data scénáře KZ HadGem s variantami RCP 45 a RCP 85 byla zpracována pro období **B = 1981–2010, C = 2021–2040, D = 2041–2060, E = 2081–2100.**

3. KRITÉRIA PRO VYHODNOCENÍ SCÉNÁŘŮ KZ

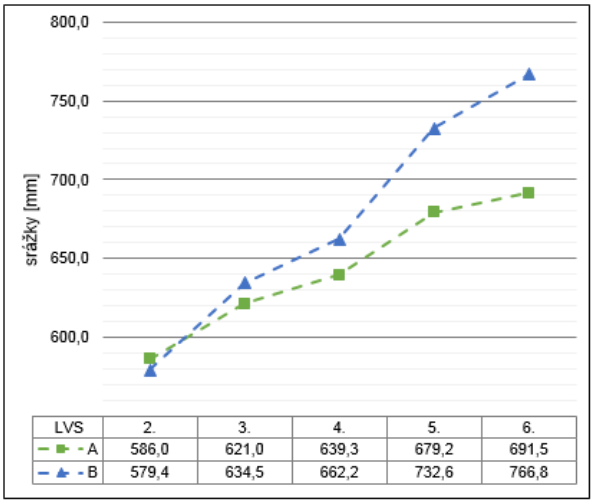
Klimatické limity lesních dřevin jsou vymezeny LVS dle zařazení klimatických variant PLO a jejich parametry. Ohrožené jsou především smrkové porostní typy (PT) překračující limitní parametry střední hodnoty stresového faktoru D10 ve vegetační sezóně na 45,8 dní a na 7,4 dní pro T30.

3.1 Průběh trendů vybraných klimatických dat dle LVS v obdobích A 1961–1990, B 1991–2009



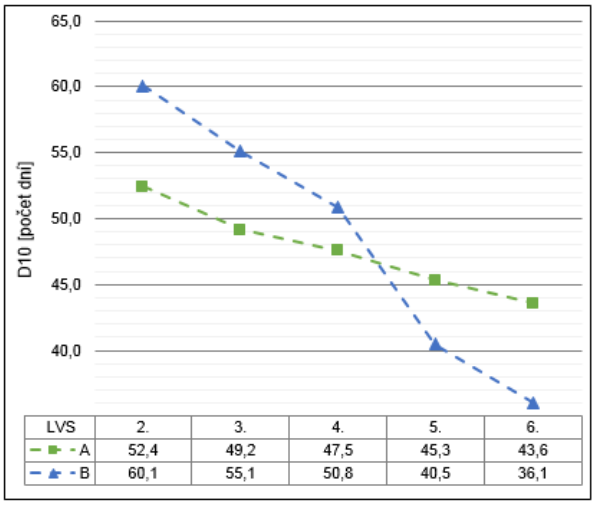
LVS	2.	3.	4.	5.	6.
A	7,9	7,3	7,0	6,7	6,3
B	8,8	8,3	8,0	7,4	7,0

Obr. 1: Průběh průměrných ročních teplot



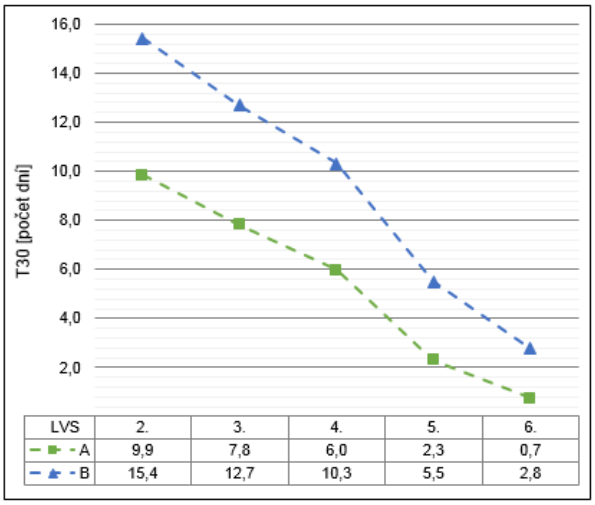
LVS	2.	3.	4.	5.	6.
A	586,0	621,0	639,3	679,2	691,5
B	579,4	634,5	662,2	732,6	766,8

Obr. 2 : Průběh sumy ročních srážek



LVS	2.	3.	4.	5.	6.
A	52,4	49,2	47,5	45,3	43,6
B	60,1	55,1	50,8	40,5	36,1

Obr 3: Průběh stresového faktoru D10



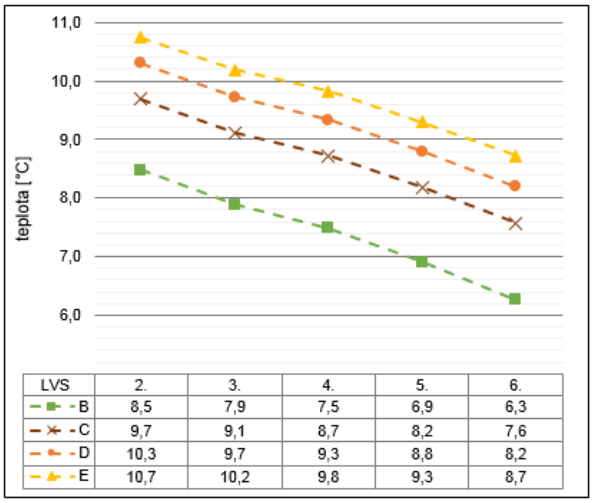
LVS	2.	3.	4.	5.	6.
A	9,9	7,8	6,0	2,3	0,7
B	15,4	12,7	10,3	5,5	2,8

Obr. 4: Průběh stresového faktoru T30

Komentář: Průměrná roční teplota vykazovala nárůst 0,7–1 °C, roční suma srážek nárůst 13,5–75,3 mm, mimo 2. LVS, stresový faktor T30 nárůst o 2,1–5,5 dnů a faktor D10 v průměru nárůst od 1,3–7,7, mimo 5.–6. LVS, kde byl úbytek v rozmezí 4,8–7,5 dne.

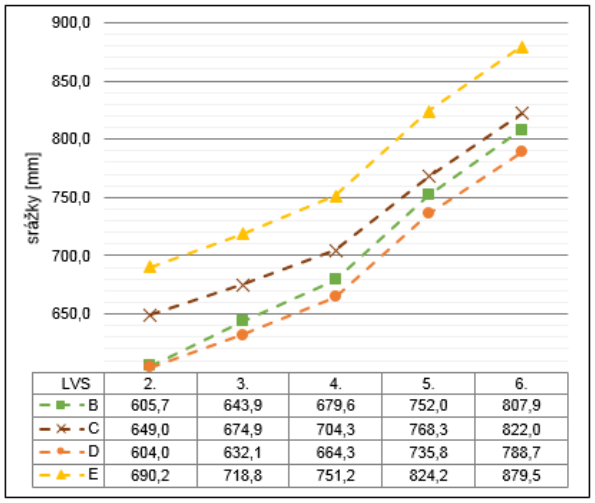
3.2 Průběh variant scénáře KZ HadGem

3.2.1 Varianta RCP 45



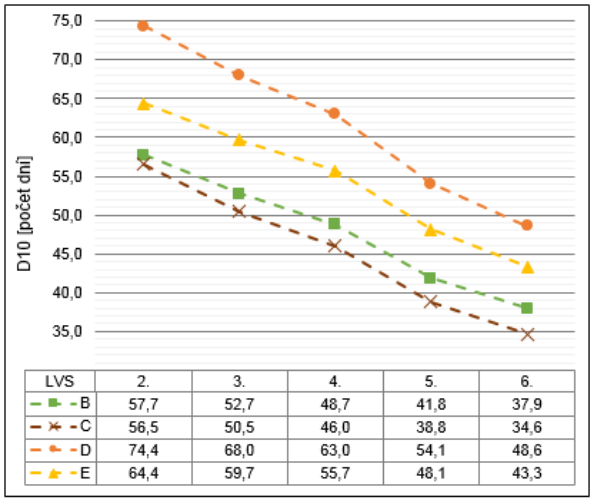
LVS	2.	3.	4.	5.	6.
B	8,5	7,9	7,5	6,9	6,3
C	9,7	9,1	8,7	8,2	7,6
D	10,3	9,7	9,3	8,8	8,2
E	10,7	10,2	9,8	9,3	8,7

Obr. 5: Průběh průměrných ročních teplot



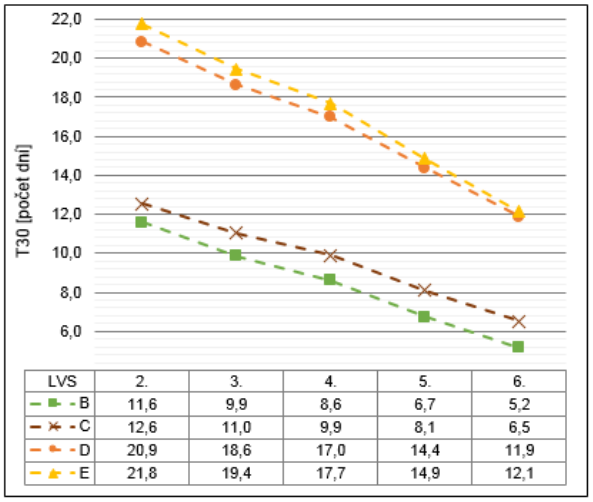
LVS	2.	3.	4.	5.	6.
B	605,7	643,9	679,6	752,0	807,9
C	649,0	674,9	704,3	768,3	822,0
D	604,0	632,1	664,3	735,8	788,7
E	690,2	718,8	751,2	824,2	879,5

Obr. 6: Průběh roční sumy srážek



LVS	2.	3.	4.	5.	6.
B	57,7	52,7	48,7	41,8	37,9
C	56,5	50,5	46,0	38,8	34,6
D	74,4	68,0	63,0	54,1	48,6
E	64,4	59,7	55,7	48,1	43,3

Obr. 7: Průběh stresového faktoru D10

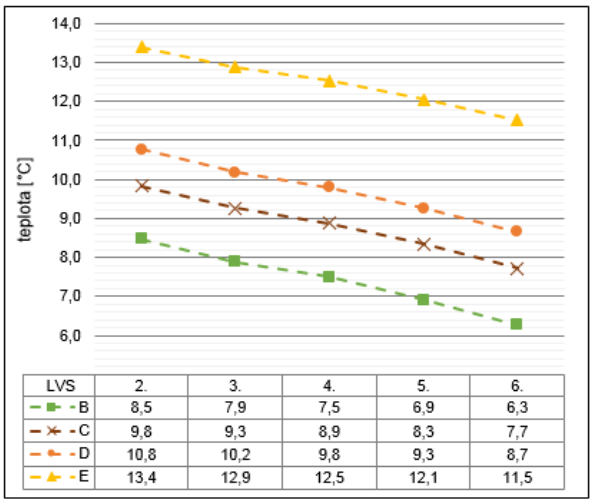


LVS	2.	3.	4.	5.	6.
B	11,6	9,9	8,6	6,7	5,2
C	12,6	11,0	9,9	8,1	6,5
D	20,9	18,6	17,0	14,4	11,9
E	21,8	19,4	17,7	14,9	12,1

Obr. 8: Průběh stresového faktoru T30

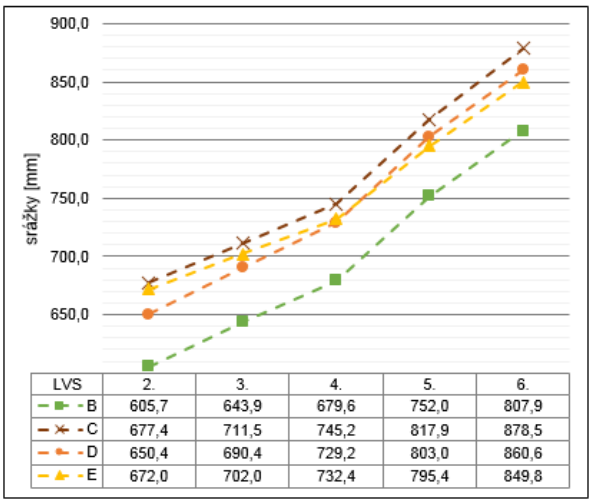
Komentář: Nárůst průměrné roční teploty představuje 2,2–2,4 °C, nárůst sumy ročních srážek je v rozmezí 71,6–84,5 mm, stresový faktor T30 má nárůst o 6,9–10,2 dní, stresový faktor D10 narůstá v období D o 10,7–16,7 dní.

3.2.2 Varianta RCP 85



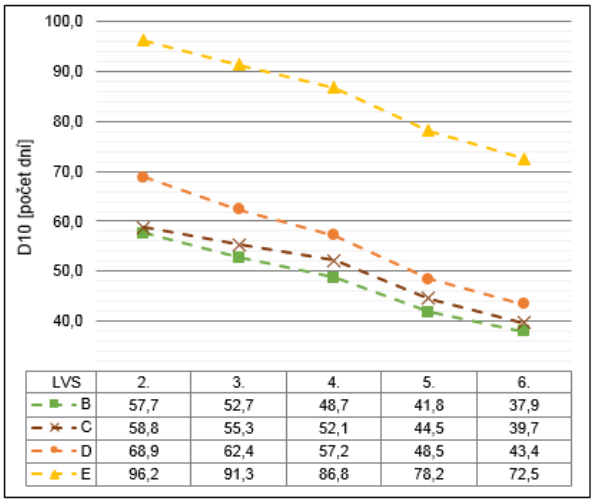
LVS	2.	3.	4.	5.	6.
B	8,5	7,9	7,5	6,9	6,3
C	9,8	9,3	8,9	8,3	7,7
D	10,8	10,2	9,8	9,3	8,7
E	13,4	12,9	12,5	12,1	11,5

Obr. 9: Průběh průměrných ročních teplot



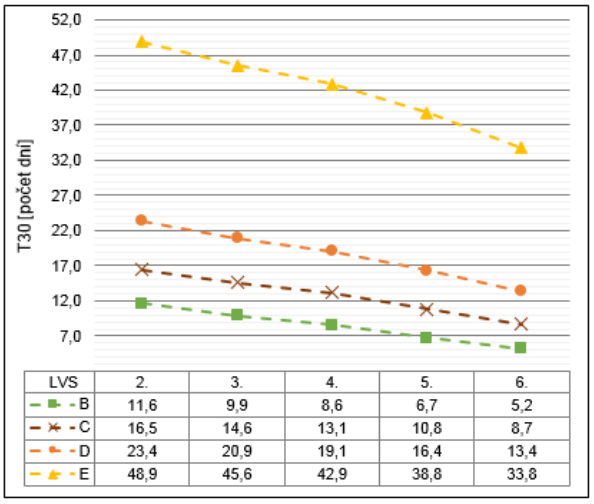
LVS	2.	3.	4.	5.	6.
B	605,7	643,9	679,6	752,0	807,9
C	677,4	711,5	745,2	817,9	878,5
D	650,4	690,4	729,2	803,0	860,6
E	672,0	702,0	732,4	795,4	849,8

Obr. 10: Průběh sumy ročních srážek



LVS	2.	3.	4.	5.	6.
B	57,7	52,7	48,7	41,8	37,9
C	58,8	55,3	52,1	44,5	39,7
D	68,9	62,4	57,2	48,5	43,4
E	96,2	91,3	86,8	78,2	72,5

Obr. 11: Průběh stresového faktoru D10



LVS	2.	3.	4.	5.	6.
B	11,6	9,9	8,6	6,7	5,2
C	16,5	14,6	13,1	10,8	8,7
D	23,4	20,9	19,1	16,4	13,4
E	48,9	45,6	42,9	38,8	33,8

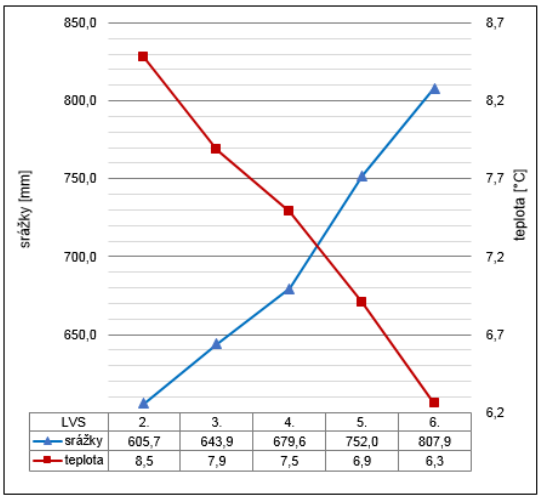
Obr. 12: Průběh stresového faktoru T30

Komentář: Nárůst průměrné roční teploty se pohybuje v rozmezí 4,9–5,2 °C, suma ročních srážek od 65,9–71,7 mm, zejména v období C. Nárůst stresového faktoru T30 v období E je extrémní od 28,6–37,3 dní, nárůst stresového faktoru D10 se pohybuje v období E o extrémních 34,6–38,5 dní.

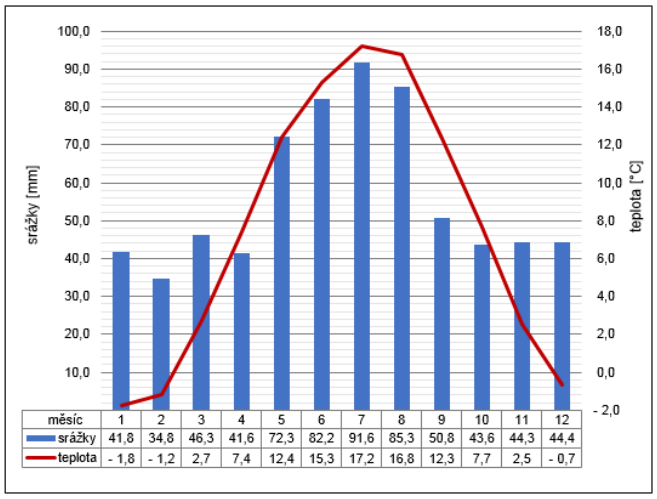
3.3 Predikce scénáře KZ na úroveň LVS

3.3.1 Vymezení řídícího LVS

Zásadním krokem pro predikci KZ na úroveň LVS je vymezení řídícího LVS v PLO z podkladů operativního klimatického normálu (1981–2010). Ten je determinován průsečíkem sumy ročních srážek a ročních průměrných teplot PLO. Řídící LVS je charakterizován vyrovnanými hodnotami sumy ročních srážek a průměrných ročních teplot. Podrobný průběh sumy ročních srážek a průměrných ročních teplot dokumentuje klimadiagram, reprezentativnost pak zastoupení LVS v PLO.

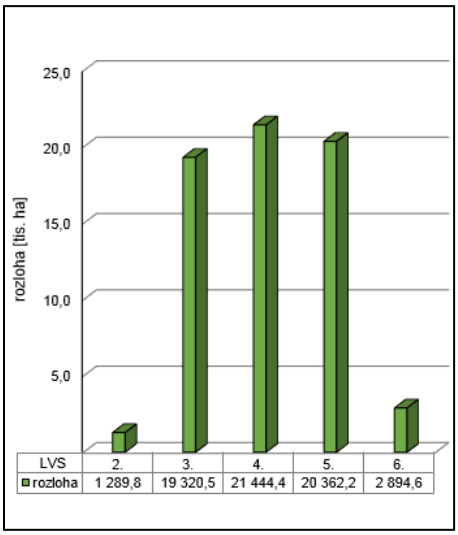


Obr. 13: Průběh roční sumy srážek a průměrných teplot

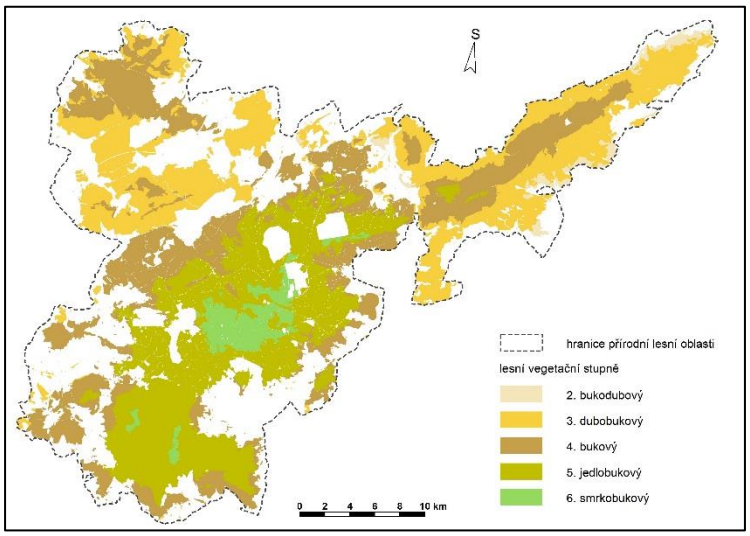


Obr. 14: Klimadiagram pro 4. LVS

Srovnávací platformou pro vyhodnocení scénářů zkoumané PLO je zonální 4. LVS. S klimatickými parametry: průměrnou roční teplotou 7,5 °C, sumou ročních srážek 679,6 mm, stresovými faktory D10 s hodnotou 48,7 dní a T30 s 8,6 dny náleží PLO k variantě normální.



Obr. 15: Zastoupení LVS v PLO 7



Obr. 16: Prostorová lokalizace LVS v PLO 7

3.3.2 Aproximace klimatických dat scénáře KZ na úroveň transformovaných LVS

Výchozím podkladem pro aproximaci LVS jsou parametry šetřených klimatických dat řídícího 4. LVS pro normální variantu ve srovnatelných PLO 2a, 5b+c, 7, 16 a 19 pro jednotlivá období. Aktualizace stavu zastoupení LVS je k 1. 1. 2019.

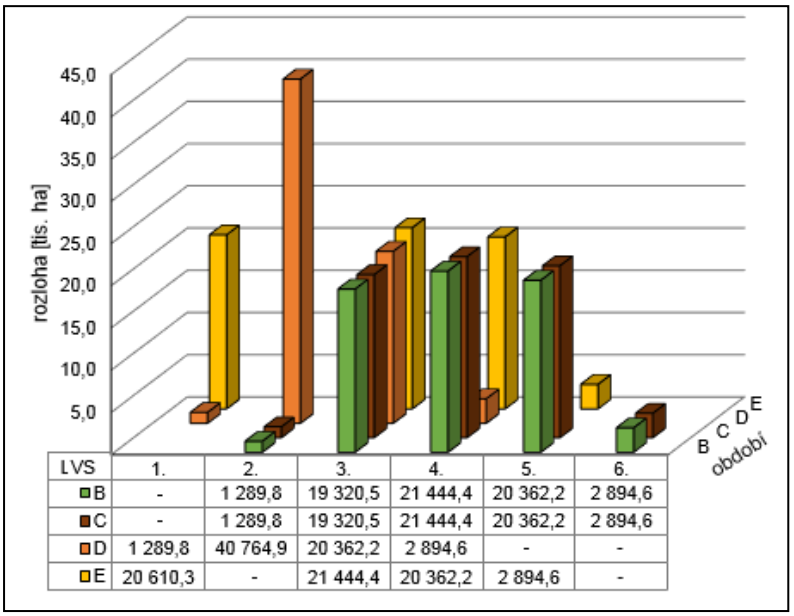
Transformaci LVS v jednotlivých obdobích lze považovat pouze za orientační.

Tab. 1: Srovnání hodnot klimatických dat v období B pro 4. LVS normální varianty KVS

LVS	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**6.**
teplota [°C]	8,2	8,0	7,6	7,2	6,6
srážky [mm]	666,8	681,4	712,1	786,5	788,2
D10 [počet dní]	52,1	50,4	47,3	42,8	38,4
T30 [počet dní]	9,2	8,1	6,9	6,4	4,3

Aproximací hodnot šetřených dat vytvořením bodového pole proloženého polynomickou regresí dostaneme hodnotu transformovaného LVS. Výsledné zastoupení transformovaných LVS je orientační, podstatné jsou hodnoty klimatických dat v dané klimatické variantě PLO.

Varianta RCP 45



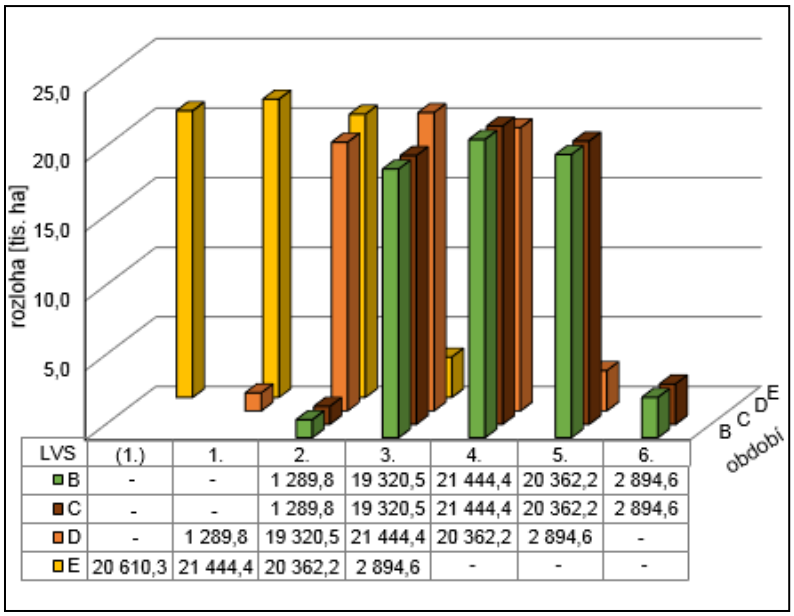
Obr. 17: Zastoupení LVS v jednotlivých obdobích

Tab. 2: Aproximace LVS v jednotlivých obdobích

LVS	období			
	B	C	D	E
2.	2.	2.	1.	1.
3.	3.	3.	2.	1.
4.	4.	4.	2.	3.
5.	5.	5.	3.	4.
6.	6.	6.	4.	5.

Komentář: Transformací jsou dotčena období D–E. LVS jsou transformací sníženy o 1–2 LVS. V období E na úrovni 5.–6. LVS jsou tyto LVS transformovány o 1 LVS níže. Prostorová lokalizace transformovaných LVS dle období je patrná z mapové přílohy.

Varianta RCP 85



Obr. 18: Zastoupení LVS v jednotlivých obdobích

Tab. 3: Aproximace LVS v jednotlivých obdobích

LVS	období			
	B	C	D	E
2.	2.	2.	1.	(1.)
3.	3.	3.	2.	(1.)
4.	4.	4.	3.	1.
5.	5.	5.	4.	2.
6.	6.	6.	5.	3.

Komentář: V období D dochází k transformaci LVS o jeden LVS níže. V období E reaguje transformace LVS na anomálii klimatických dat na úrovni 2.–3. LVS, označenou jako (1.) LVS. Transformace 4.–6. LVS se promítá níže o 3 LVS. Prostorová lokalizace transformovaných LVS dle období je patrná z mapové přílohy.

4. Návrh adaptačních opatření

4.1 Vymezení ohrožených porostních typů

Smrkové porosty se v PLO 7 (stav k 30. 4. 2019) vyskytují na 47,2 tis. ha (72,2 % PLO), z toho představují monokultury 19,7 tis. ha (41,8 %), dominantní zastoupení smrku 17,7 tis. ha (37,5 %) a majoritní zastoupení smrku 9,7 tis. ha (20,6 %). Dle analýz klimatických dat v jednotlivých obdobích KZ jsou ohroženy smrkové porostní typy dle variant KZ a období:

- varianta RCP 45: v současnosti a v období C na úrovni 2.–4. LVS představuje 25,7 tis. ha (54,5 %), v obdobích D–E na úrovni 2.–5. LVS, tj. 40,5 tis. ha (85,9 %), ve struktuře monokultury 15,3 tis. ha (37,8 %), dominantní 15,9 tis. ha (39,4 %) a majoritní 9,2 tis. ha (22,7 %);
- varianta RCP 85: v obdobích B–D stejně jako v RCP 45 období D–E, v období E celá populace sm.

Rozdílnou reakci mohou vykazovat smrkové porosty dle struktury smíšení, kdy nejvíce zranitelné jsou monokultury a porosty s dominantním zastoupením smrku.

4.2 Návrh základních hospodářských doporučení

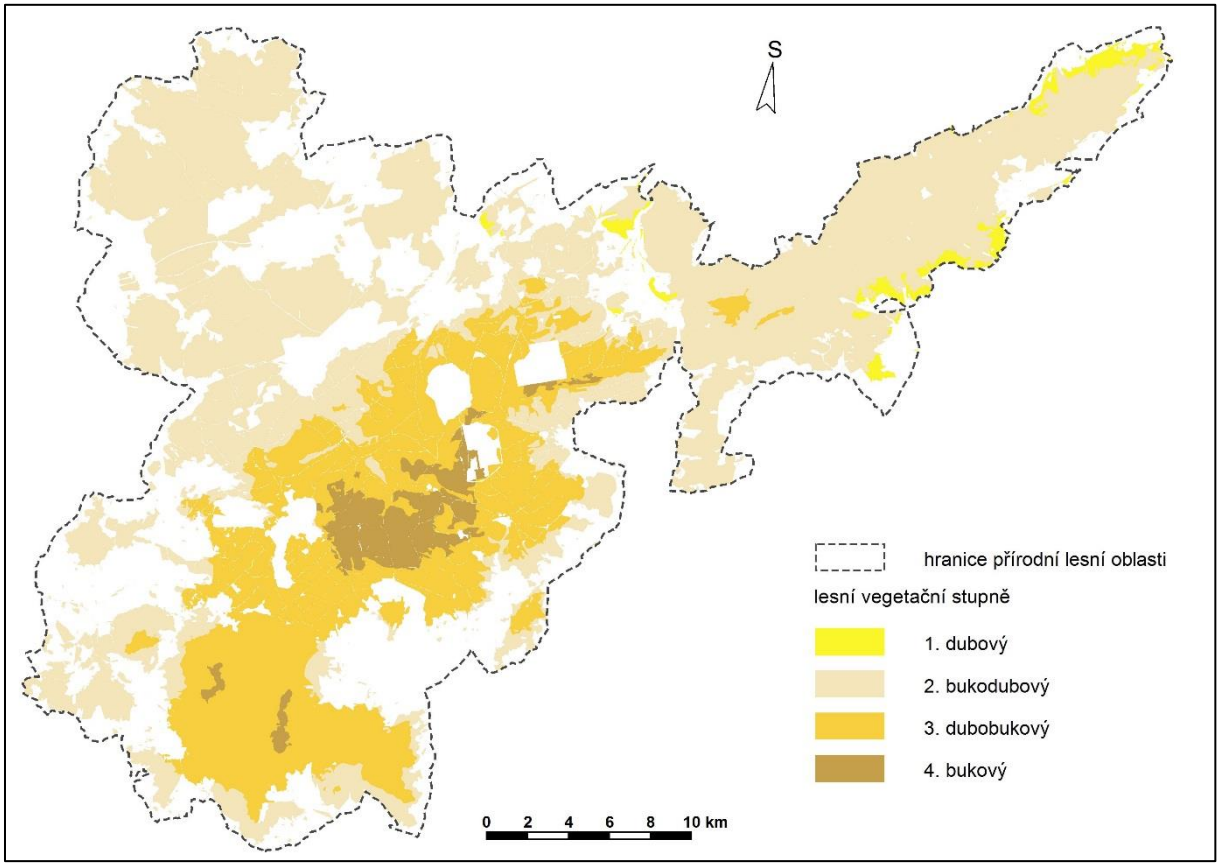
Posoudit propojení váhy mezi naplněním klimatických scénářů v jednotlivých obdobích, podmíněných pravděpodobností spouštěcího mechanismu pro napadení porostů houbovými patogeny, vychází z pojetí principu předběžné opatrnosti. Východiskem pro návrh základních hospodářských doporučení je vyhl. č. 298/2018 Sb. Zde jsou navrženy alternativy CDS včetně zastoupení MZD.

Pro modelové PT to představuje na úrovni CDS majoritní podíl zastoupení dřevin na úrovni přirozené druhové skladby pro danou variantu HS. Hospodářský způsob směřovat k bohatě strukturovaným lesům, kde časová úprava postupně ztrácí smysl. Pro zajištění obnovy lesa lze očekávat nárůst lesa nízkého či sdruženého.

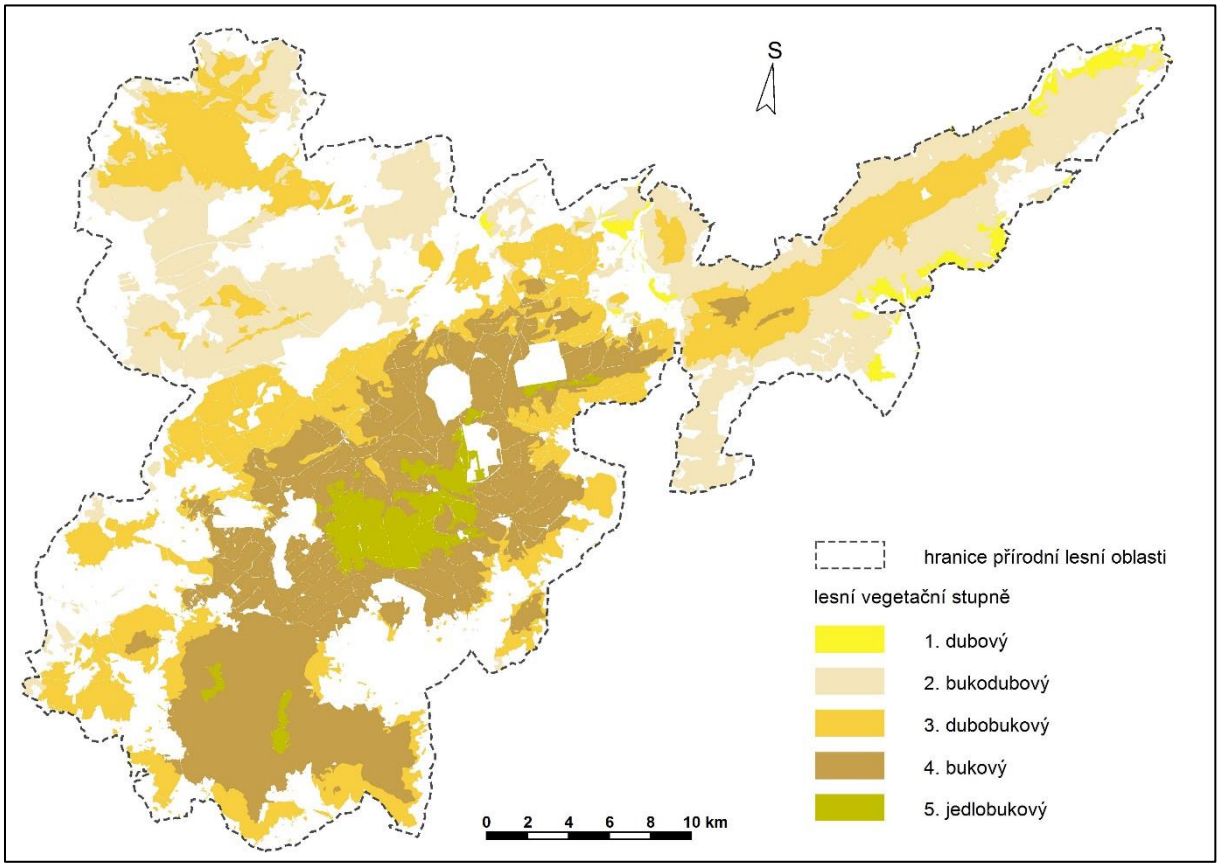
Na úrovni modifikovatelných PT eliminovat výchovou zastoupení smrku ve prospěch listnáčů, dobu obmýtí přizpůsobit zdravotnímu stavu porostů a vytvářet podmínky pro zajištění obnovy bohatě strukturovaným lesům. Znamená to postupnou přeměnu druhové skladby ve prospěch listnatých taxonů buku, dubu zimního, klenu atd.

Na úrovni porostů modelu vzdálených, tj. převážně smrkových a dominantních monokultur, je východiskem pro střednědobé plánování jejich zdravotní stav, neboť případné kalamity nelze plánovat. Cílem je vytvářet podmínky pro zajištění obnovy pro modelové PT.

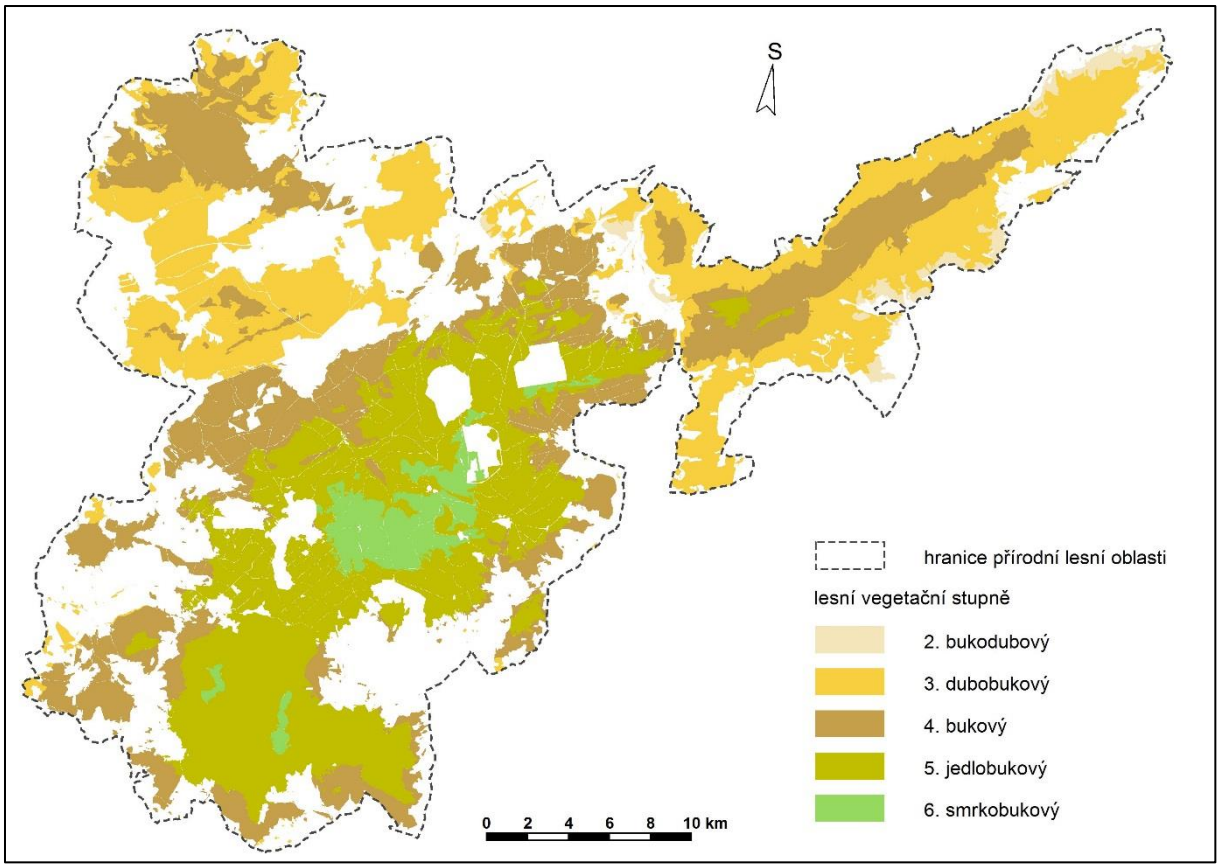
5. Přílohy



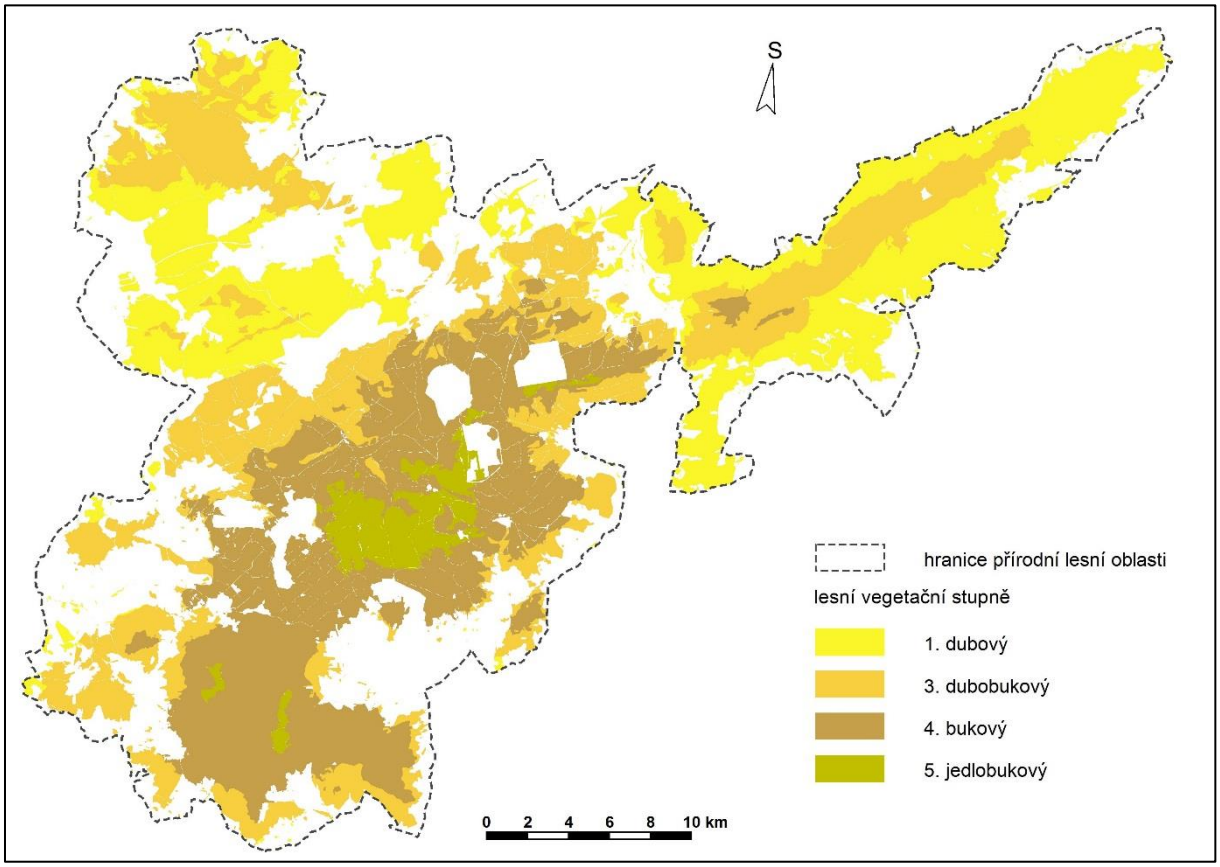
Obr. 1: Prostorová lokalizace transformovaných LVS v PLO 7 dle scénáře HadGem varianty RCP 45 v období D



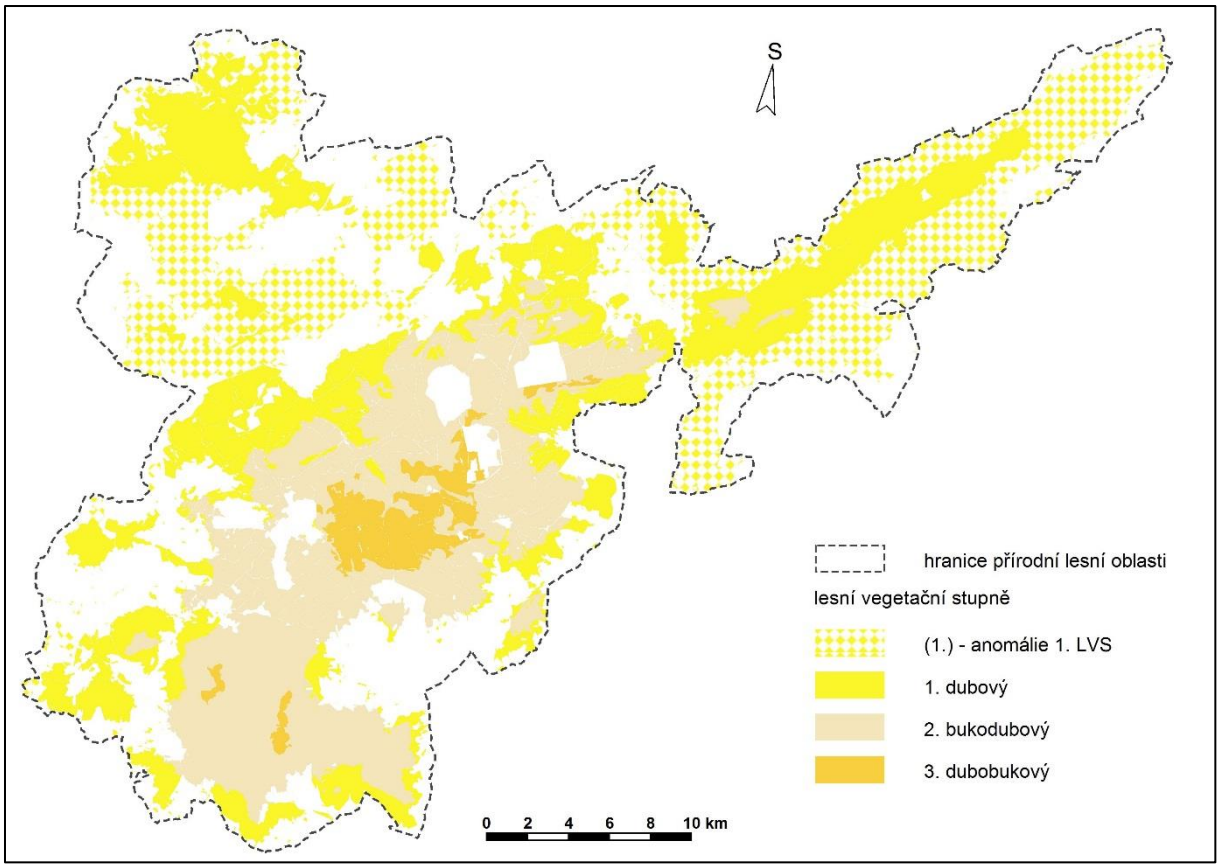
Obr. 2: Prostorová lokalizace transformovaných LVS v PLO 7 dle scénáře HadGem varianty RCP 85 v období D



Obr. 3: Prostorová lokalizace transformovaných LVS v PLO 7 dle scénáře HadGem varianty RCP 45 i 85 v období C



Obr. 4: Prostorová lokalizace transformovaných LVS v PLO 7 dle scénáře HadGem varianty RCP 45 v období E



Obr. 5: Prostorová lokalizace transformovaných LVS v PLO 7 dle scénáře HadGem varianty RCP 85 v období E