

## ANALÝZY DOPADŮ KLIMATICKÉ ZMĚNY NA ÚZEMÍ JIHOMORAVSKÉHO KRAJE



Červen 2016



**Zpracoval: Dr. Ing. Jaromír Macků**



## OBSAH

1	Úvod .....	9
2	Vybrané údaje o lesích JmK .....	11
3	Klimatické charakteristiky LVS .....	19
3.1	Vyhodnocení klimat. charakteristik lesních vegetačních stupňů dle PLO .....	20
3.2	Vymezení klimaticko-vegetačních segmentů a jejich variant .....	25
4	Scénář klimatické změny .....	29
4.1	Materiál a metody .....	29
4.2	Úroveň regionální .....	31
4.3	Úroveň porostu .....	33
4.4	Výsledky .....	34
5	Kvantifikace rizika ohrožení smrkových porostů dle scénáře .....	47
5.1	Současný stav zastoupení smrkových porostních typů v LVS dle PLO .....	47
5.2	Zastoupení smrkových porostních typů dle scénáře klimatické změny .....	48
6	Kvantifikace rizika ohrožení lesních porostů suchem dle scénáře D+E .....	51
6.1	Současný stav zastoupení ohrožených lesních porostů suchem .....	51
6.2	Zastoupení ohrožených lesních porostů suchem dle scénáře klim. změny .....	51
7	Závěr .....	55
8	Literatura .....	57
9	Přílohy .....	59

## SEZNAM TABULEK

TABULKA 1.: OBECNÉ ÚDAJE O VÝMĚRÁCH A LESNATOSTI .....	11
TABULKA 2.: VLASTNICKÉ VZTAHY.....	12
TABULKA 3.: KATEGORIZACE LESŮ .....	14
TABULKA 4.: FUNKCE, DATA, VLASTNOSTI - PLOŠNÝ PODÍL .....	15
TABULKA 5.: PLOCHA STUKTUROVANÝCH LVS .....	24
TABULKA 6.: KLIMATICKO-VEGETAČNÍ SEGMENTY DLE ZAUJATÝCH PLO.....	25
TABULKA 7.: KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY LVS V KVS.....	26
TABULKA 8.: PLOCHA KVS.....	27
TABULKA 9.: POSUN LVS DLE SCÉNÁŘŮ .....	36
TABULKA 10.: POSUN LVS DLE SCÉNÁŘŮ .....	37
TABULKA 11.: POSUN LVS DLE SCÉNÁŘŮ .....	38
TABULKA 12.: POSUN LVS DLE SCÉNÁŘŮ .....	40
TABULKA 13.: POSUN LVS DLE SCÉNÁŘŮ .....	41
TABULKA 14.: POSUN LVS DLE SCÉNÁŘŮ .....	42
TABULKA 15.: POSUN LVS DLE SCÉNÁŘŮ .....	44
TABULKA 16.: SROVNÁNÍ STAVU A POSUNU LVS DLE SCÉNÁŘŮ KLIMATICKÉ ZMĚNY .....	45
TABULKA 17.: ZASTOUPENÍ SMRKOVÝCH POROSTNÍCH TYPŮ V JMK DLE PLO A LVS .....	47
TABULKA 18.: ZASTOUPENÍ SMRKOVÝCH POROSTNÍCH TYPŮ DLE PLO A LVS DLE SCÉNÁŘE KLIMATICKÉ ZMĚNY D+E .....	49

## SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1.: VLASTNICKÉ VZTAHY .....	13
OBRÁZEK 2.: ŘEŠENÉ ÚZEMÍ A ZASTOUPENÍ PLO .....	21

## SEZNAM GRAFŮ

GRAF 1.: PLOŠNÝ PODÍL POZEMKŮ.....	11
GRAF 2.: VLASTNICKÉ VZTAHY DLE PLOCHY.....	14
GRAF 3.: POROSTNÍ PLOCHA ZA SUBKATEGORIE LESA.....	15
GRAF 4.: DRUHOVÁ SKLADBA LESŮ .....	16
GRAF 6.: ROZBOR ZASTOUPENÍ PLO V KRAJI, TYPOLOGIE, ZÁKLADNÍ HS.....	17
GRAF 5.: VĚKOVÁ STRUKTURA POROSTŮ.....	16
GRAF 7.: PŘEVAŽUJÍCÍ CÍLOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ V KRAJI (CHS).....	17
GRAF 8.: ZASTOUPENÍ EDAFICKÝCH ŘAD .....	18
GRAF 9.: VYMEZENÍ ŘÍDÍCÍCH LVS V ZAUJATÝCH PLO:.....	21
GRAF 10.: PLOCHA ZONÁLNÍCH LVS.....	23
GRAF 11.: PLOCHA STUKTUROVANÝCH LVS.....	24
GRAF 12.: ZASTOUPENÍ KVS.....	27
GRAF 13.: PRŮM. ROČNÍ TEPLOTA DLE LVS A SCÉN .....	35
GRAF 14.: PRŮM. ROČNÍ SRÁŽKY DLE LVS A SCÉNÁŘŮ.....	35
GRAF 15.: STRESOVÝ FAKTOR D10 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	35
GRAF 16.: STRESOVÝ FAKTOR T30 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	36
GRAF 17.: PRŮM. ROČNÍ TEPLOTA DLE LVS A SCÉN .....	36
GRAF 18.: PRŮM. ROČNÍ SRÁŽKY DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	36
GRAF 19.: STRESOVÝ FAKTOR D10 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	37
GRAF 20.: STRESOVÝ FAKTOR T30 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	37
GRAF 21.: PRŮM. ROČNÍ TEPLOTA DLE LVS A .....	37
GRAF 22.: PRŮM. ROČNÍ SRÁŽKY DLE LVS A SCÉNÁŘŮ.....	38
GRAF 23.: STRESOVÝ FAKTOR D10 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	38
GRAF 24.: STRESOVÝ FAKTOR T30 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	38

GRAF 25.: PRŮM. TEPLOTA DLE LVS A SCÉNÁŘŮ	GRAF 26.: PRŮM. SRÁŽKY DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	39
GRAF 27.: STRESOVÝ FAKTOR D10 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ	GRAF 28.: STRESOVÝ FAKTOR T30 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	39
GRAF 29.: PRŮM. TEPLOTA DLE LVS A SCÉNÁŘŮ	GRAF 30.: PRŮM. SRÁŽKY DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	40
GRAF 31.: STRESOVÝ FAKTOR D10 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ	GRAF 32.: STRESOVÝ FAKTOR T30 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	40
GRAF 33.: PRŮM. TEPLOTA DLE LVS A SCÉNÁŘŮ	GRAF 34.: PRŮM. SRÁŽKY DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	41
GRAF 35.: STRESOVÝ FAKTOR D10 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ	GRAF 36.: STRESOVÝ FAKTOR T30 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	42
GRAF 37.: PRŮM. TEPLOTA DLE LVS A SCÉNÁŘŮ	GRAF 38.: PRŮM. SRÁŽKY DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	43
GRAF 39.: STRESOVÝ FAKTOR D10 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ	GRAF 40.: STRESOVÝ FAKTOR T30 DLE LVS A SCÉNÁŘŮ .....	43
GRAF 41.: ZASTOUPENÍ PSEUDOZONÁLNÍCH LVS DLE SCÉNÁŘŮ KLIMATICKÉ ZMĚNY .....		44
GRAF 42.: SROVNÁNÍ STAVU A POSUNU LVS DLE SCÉNÁŘŮ KLIMATICKÉ ZMĚNY .....		45
GRAF 43.: ZASTOUPENÍ SMRKOVÝCH POROSTNÍCH TYPŮ DLE PLO A LVS .....		48
GRAF 44.: ZASTOUPENÍ SMRKOVÝCH POROSTNÍCH TYPŮ DLE PLO A LVS DLE SCÉNÁŘE KLIMATICKÉ ZMĚNY .....		49
GRAF 45.: POROVNÁNÍ SMRKOVÝCH POROSTNÍCH TYPŮ DLE PLO A LVS DLE SCÉNÁŘE KLIMATICKÉ ZMĚNY .....		50
GRAF 46.: STRUKTUROVANÉ ZASTOUPENÍ LVS V KVS XÉRICKÉM (PLO 35) .....		51
GRAF 47.: ZASTOUPENÍ LESNÍCH POROSTŮ OHROŽENÝCH SUCEM DLE SCÉNÁŘE KLIMATICKÉ ZMĚNY .....		52
GRAF 48.: POROVNÁNÍ ZASTOUPENÍ LESNÍCH POROSTŮ OHROŽENÝCH SUCEM DLE SCÉNÁŘE KLIMATICKÉ ZMĚNY .....		53





## 1 ÚVOD

Podle řady autorů je reakce lesních ekosystémů na synergické působení přírodních a antropogenních stresových faktorů komplexní proces, probíhající na více úrovních časoprostorové škály v časových intervalech od několika minut (úroveň listu) až po desetiletí (úroveň porostu), který lze označit jako reakci na „multiple stress impacts“ (mnohonásobné působení stresových faktorů).

V souladu se scénáři klimatické změny je možné očekávat posun zonálních lesních vegetačních stupňů (LVS) o jeden až dva níže (JANOŠ, 2011). Lze předpokládat, že změněné stanovištní podmínky budou působit jako predispoziční stresor a predisponovat jednotlivé dřeviny i celé porosty lesních dřevin k aktivizaci dalších, zvláště pak biotických stresorů. Zejména významný bude dopad na smrkové porosty. V současné době je nejcitlivější dřevinou k environmentálnímu stresu včetně znečištění prostředí v regionu střední Evropy smrk ztepilý. Druhým fenoménem klimatické změny je dopad sucha na lesní ekosystémy, zejména na úrovni 1. zonálního LVS. Především je ohrožena obnova lesa a jeho podstata vůbec.

Scénáře klimatické změny pro území ČR jsou tvořeny výstupy regionálního klimatického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ, který byl zpracován v ČHMÚ pobočce Brno (ŠTĚPÁNEK, P., SKALÁK, P. AND FARDA, A., 2008 V letech 1991 – 2009 byl zaznamenán vzestup průměrné roční teploty o 0,8 oC. V krátkodobém výhledu by se měla průměrná roční teplota zvýšit přibližně o 1,1 oC bez výraznějších sezonních změn.

V regionálním měřítku JmK (zastoupeno 7 Přírodních lesních oblastí -PLO) se na úrovni 1 – 4 LVS očekává nárůst prům. roční teploty do roku 2071 o 1,1oC a do roku 2099 o 2,2 oC. U průměrných ročních srážek se předpokládá mírný pokles. Jako podstatnější se jeví nevyrovnanost parametrů klimatických dat v průběhu roku a to zejména ve vegetačním období. Epizody přívalových dešťů a naopak období horkých vln představují rizika ohrožení vitality lesních ekosystémů a rozhodující atributy jevu, který označujeme za klimatickou změnu.

Simulace klimatické změny a s nimi spojené nejistoty naznačují, že ani v budoucnu nelze pokračování současných trendů vyloučit a že je třeba se jimi seriózně zabývat. V lesním hospodářství existuje významná pravděpodobnost narušení stávajících lesních ekosystémů s převahou smrku. Zásadní význam budou mít abiotické změny (sucho, letní přísušky, vysoká teplota a její extrémní výkyvy typu horkých vln apod.) a následné biotické iniciační stresory (savý a listožravý hmyz, houbový patogeny) (Pretl, 2010).



## 2 VYBRANÉ ÚDAJE O LESÍCH JMK

Zdroj: NLP 2 (www.uhul.cz, 2014)

Tabulka 1.: Obecné údaje o výměrách a lesnatosti

		plocha (ha)	lesnatost (%)
Celková výměra		719 522	
z celk. výměry	ne-lesní půda (*)	516 278	
	PUPFL (**)	203 245	28,25
z PUPFL	porostní půda	196 848	27,36
	bezlesí, jiné a ostatní pozemky (***)	6 397	
procento porostní půdy z PUPFL			96,85

Pozn.: Celková výměra a PUPFL převzaty z KN

(\*) veškerá půda mimo PUPFL

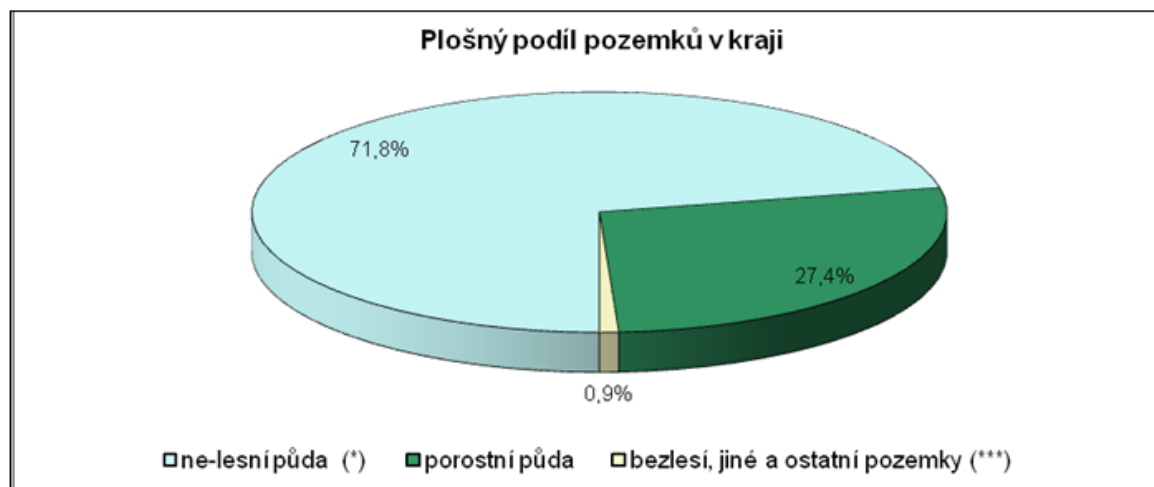
(\*\*) PUPFL

a) z hlediska lesnického = bezlesí + porostní plocha + jiné pozemky

b) z hlediska KN = dle způsobu ochrany pozemku RZO = 26

(\*\*\*) rozdíl evid.plochy z PUPFL a por.plochy z LHP

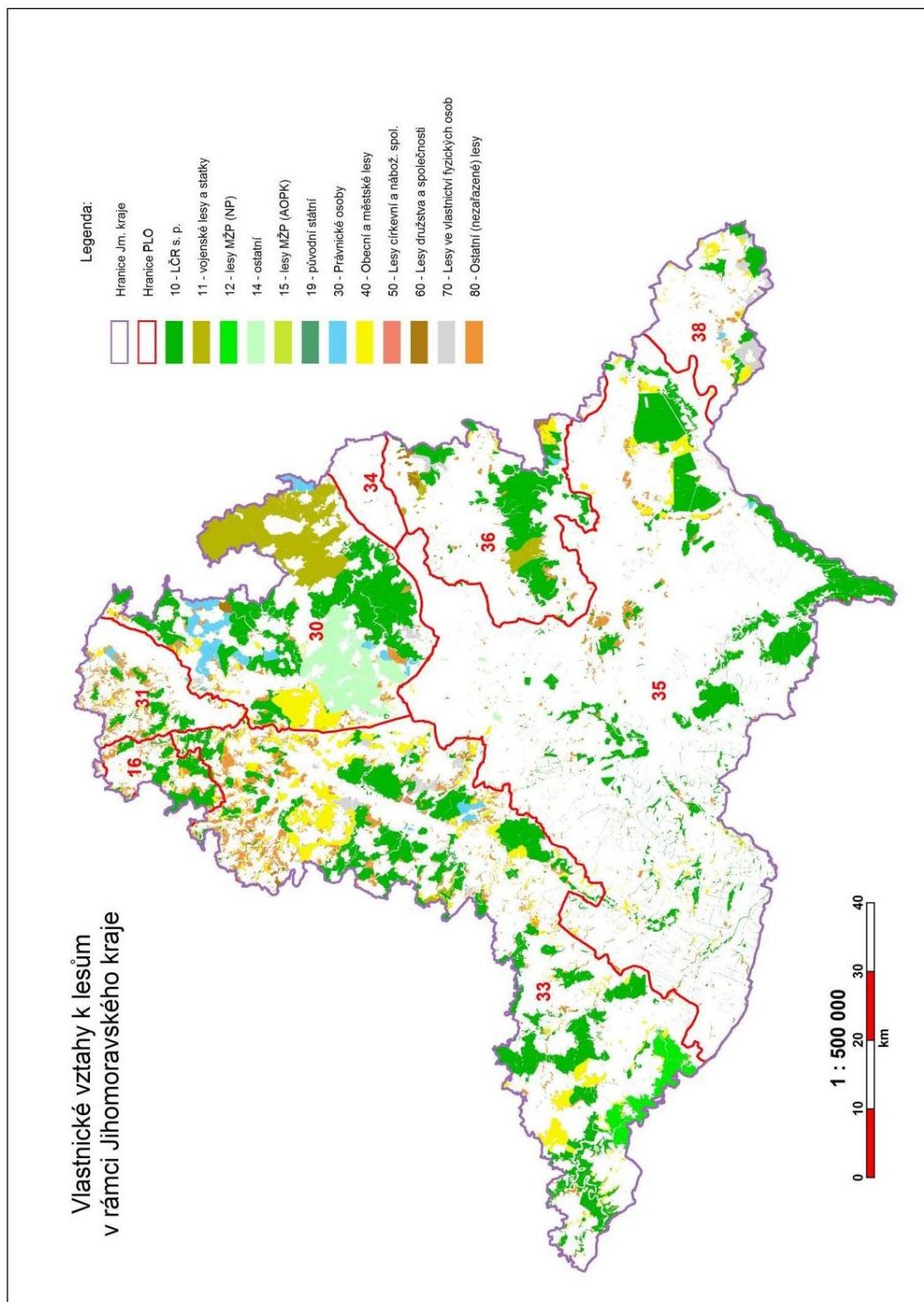
Graf 1.: Plošný podíl pozemků



Tabulka 2.: Vlastnické vztahy

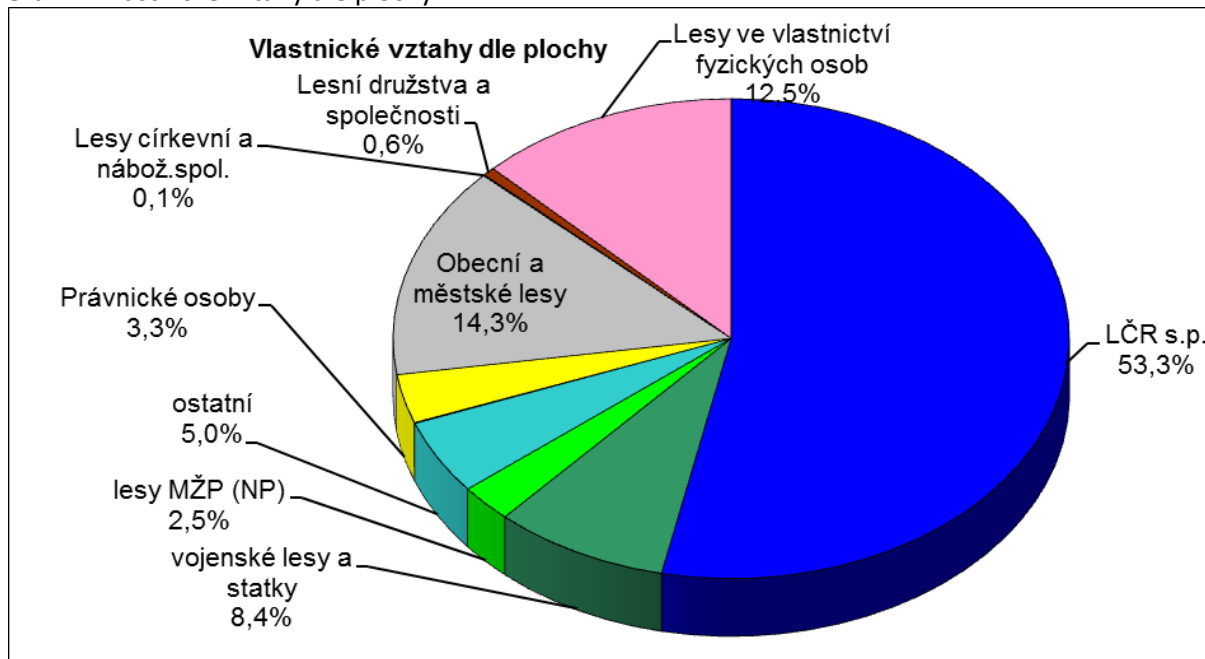
			por.půda (ha)	% por. půdy
1x	Státní lesy		136 410	69,30
10	z toho	LČR s.p.	104 923	53,30
11		vojenské lesy a statky	16 460	8,36
12		lesy MŽP (NP)	5 003	2,54
13		krajské lesy (střední školy aj.)	2	0,00
14		ostatní	9 901	5,03
15		lesy MŽP (AOPK)	31	0,02
19		původní státní (**)	90	0,05
30	Právnícké osoby		6 471	3,29
40	Obecní a městské lesy		28 167	14,31
50	Lesy církevní a nábož.spol.		136	0,07
60	Lesní družstva a společnosti		1 140	0,58
70	Lesy ve vlastnictví fyzických osob		24 524	12,46
90	Ostatní (nezařazené) lesy		0	0,00
CELKEM			196 848	100,0

(\*\*) původní velké LHP ve státním vlastnictví - platnost od 1981 – do 1996, částečně platnost od 1997  
soukromníci a obce zde hospodaří dle výpisu z LHP a nové vlastní LHP budou mít až při obnově LHP



Obrázek 1.: Vlastnické vztahy

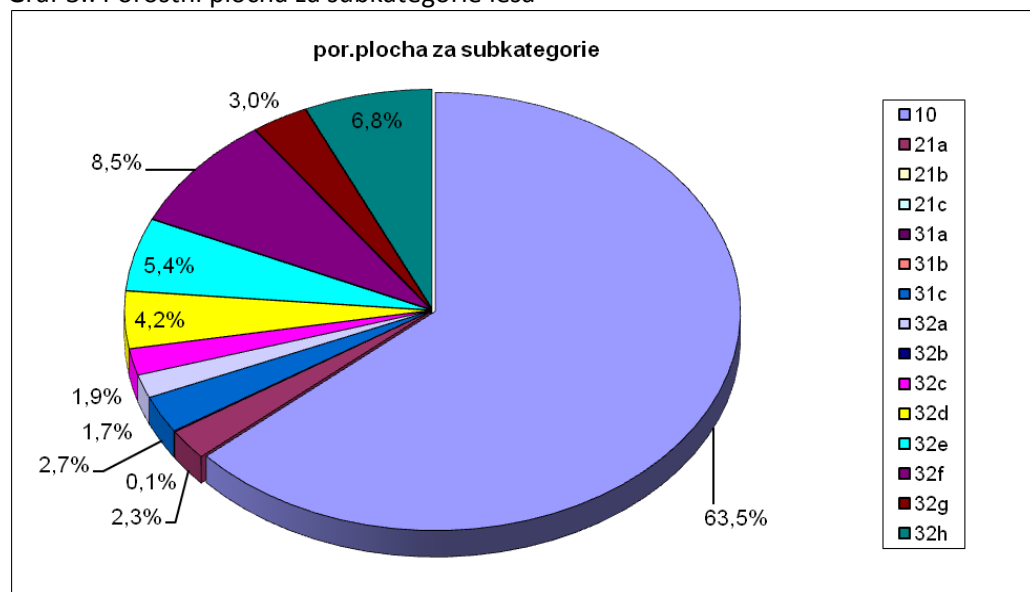
Graf 2.: Vlastnické vztahy dle plochy



Tabulka 3.: Kategorizace lesů

Subkategorie	porostní půda ha	% celk.
10 lesy hospodářské	125 004	63,5
21a mimořádně nepříznivá stanoviště	4 430	2,3
21b vysokohorské lesy	0	
21c lesy v klečovém lesním vegetačním stupni	0	
31a pásma ochrany vodních zdrojů I.stupně	143	0,1
31b ochranná pásma zdrojů léčivých a minerálních vod	0	
31c území nár. parků a nár. přírodních rezervací	5 368	2,7
32a 1.zóny CHKO, přír.rezervace, přírodní památky	3 375	1,7
32b lázeňské lesy	0	
32c příměstské a rekreační lesy	3 812	1,9
32d lesy sloužící lesnickému výzkumu a výuce	8 277	4,2
lesy se zvýšenou funkcí ochrannou (půda,voda,klima,krajina)	10 538	5,4
32f lesy významné pro uchování biodiverzity	16 666	8,5
32g uznané obory a samostané bažantnice	5 868	3,0
32h jiný veřejný zájem	13 367	6,8
<b>CELKEM</b>	<b>196 848</b>	<b>100,0</b>

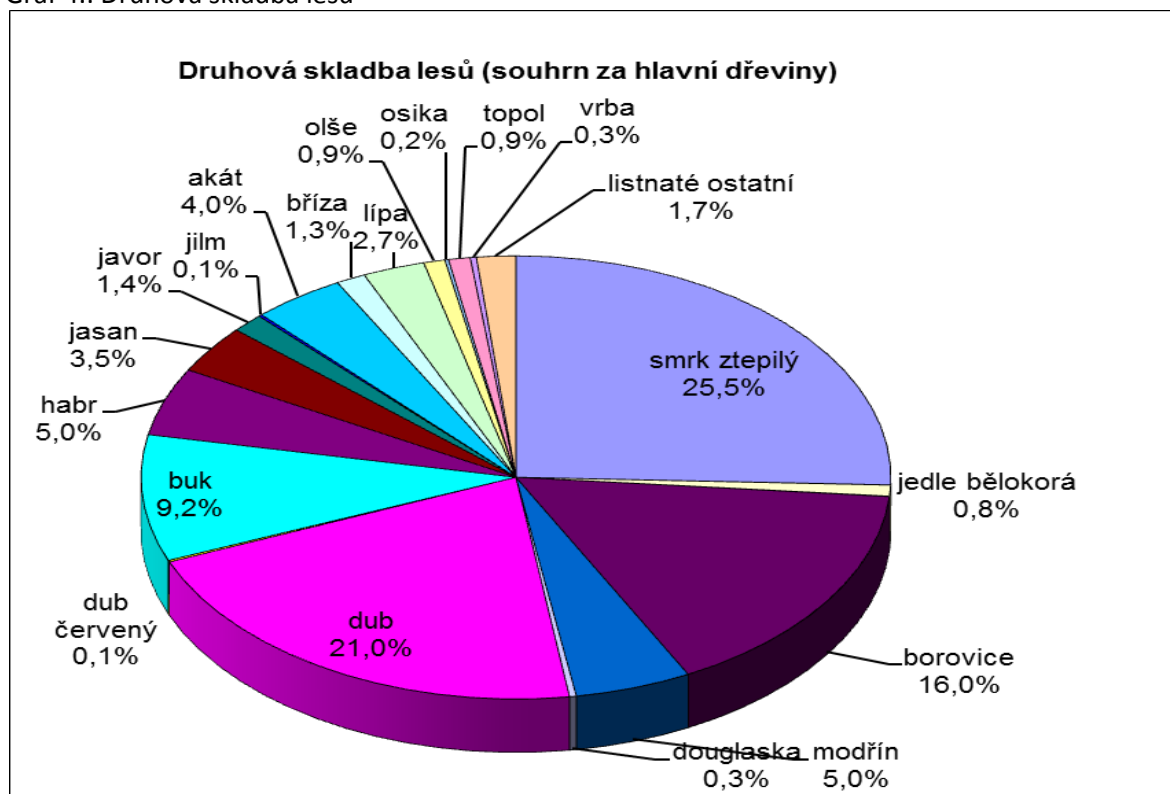
Graf 3.: Porostní plocha za subkategorie lesa



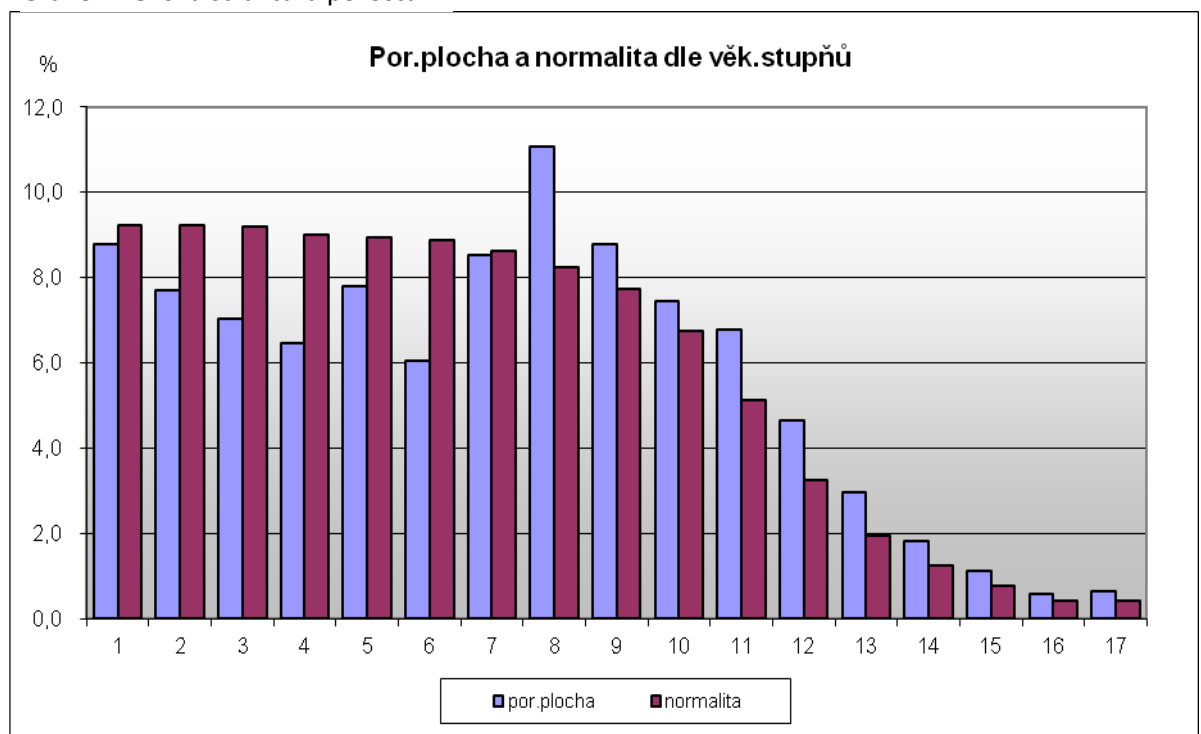
Tabulka 4.: Funkce, data, vlastnosti - plošný podíl

PUPFL v kraji celkem z OPRL: 204597.1 (ha)		VRSTVA OPRL		kraj		204597,10	
TAB. D	Funkce			ha z PUFL	% z PUFL		
	Chráněná oblast přirozené akumulace vod	CHOPAV		9 793,61	4,79		
	PHO vodních zdrojů stupeň 1	PHO1		475,74	0,23		
	PHO vodních zdrojů všech stupňů	PHO vše		13 956,00	6,82		
	Pásma léčivých zdrojů	PALZ		1 958,59	0,96		
	Národní parky	VCHU		5 400,70	2,64		
	Velkoplošná chráněná území CHKO	VCHU		14 638,67	7,16		
	Maloplošná chráněná území PP,NPP,PR,NPR	MZCHU		4 094,16	2,00		
	Přírodní parky	VCHU		41 682,28	20,37		
	Lesy rekreační a lázeňské	LAZN + MEST		2 360,49	1,15		
	Lesy po potřebu výuky	SKOL		15 079,28	7,37		
	Genové základny	GENO		6 313,66	3,09		
	Biocentra ÚSES	ÚSES		35 146,72	17,18		
	Obory a bažantnice	MYSL		15 025,07	7,34		
	Lesy ovlivněné rekreací	REKR		2 126,50	1,04		
	Pásmo ohrožení imisemi A	POIM - A		0,00	0,00		
	Pásmo ohrožení imisemi B	POIM - B		0,00	0,00		
	Pásmo ohrožení imisemi C	POIM - C		5 035,30	2,46		
	Pásmo ohrožení imisemi D	POIM - D		199 561,80	97,54		
	Poškození zvěří (loupání) plošné	ZVER - P		13 939,74	6,81		
	Poškození zvěří (loupání) rozptýlené	ZVER - R		0,00	0,00		

Graf 4.: Druhová skladba lesů

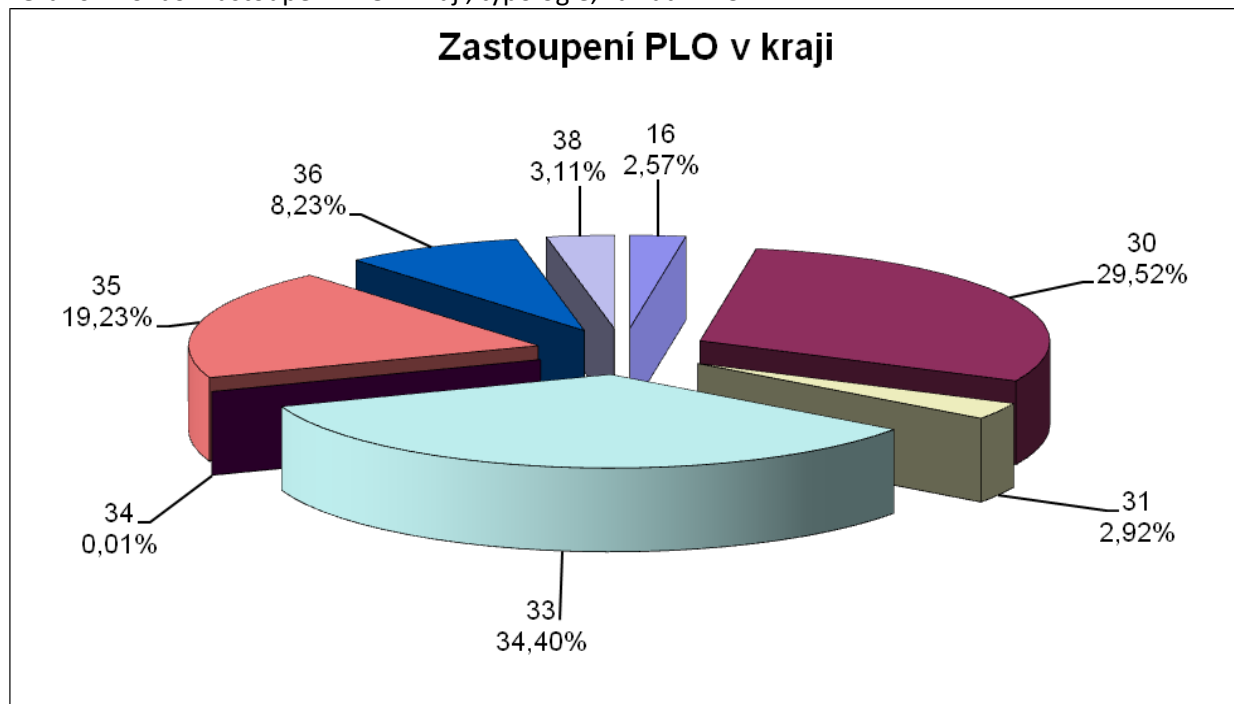


Graf 5.: Věková struktura porostů



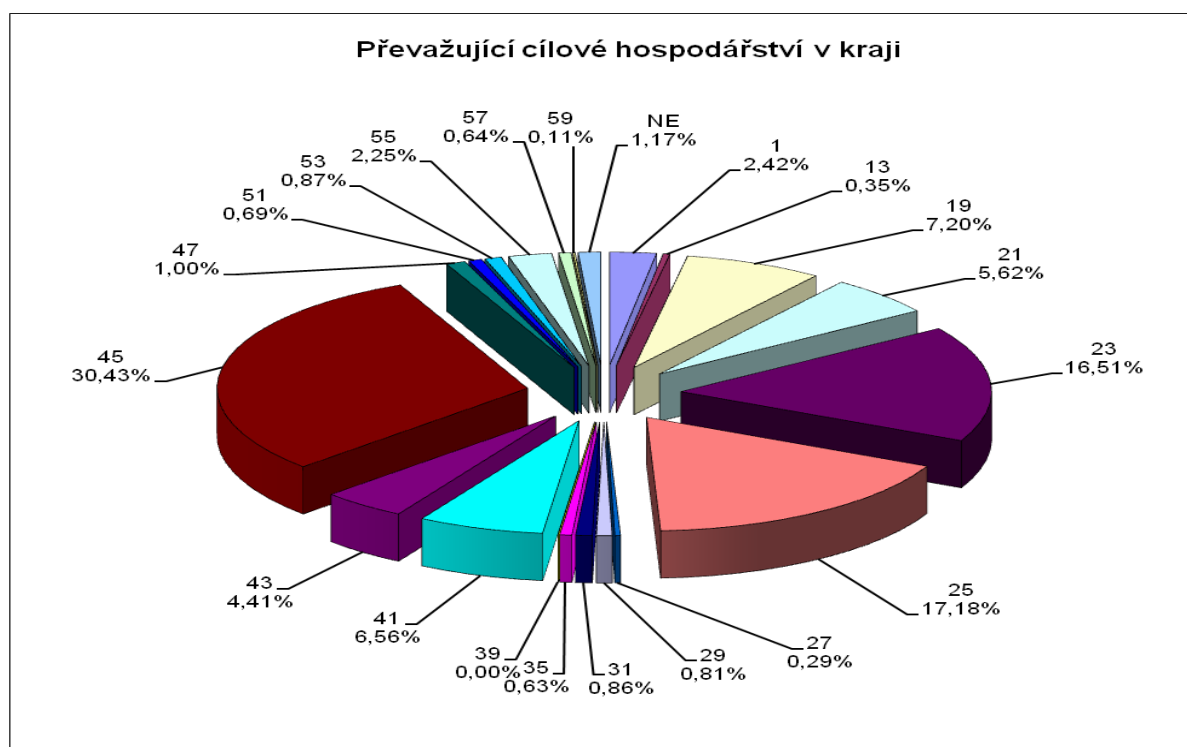


Graf 6.: Rozbor zastoupení PLO v kraji, typologie, základní HS

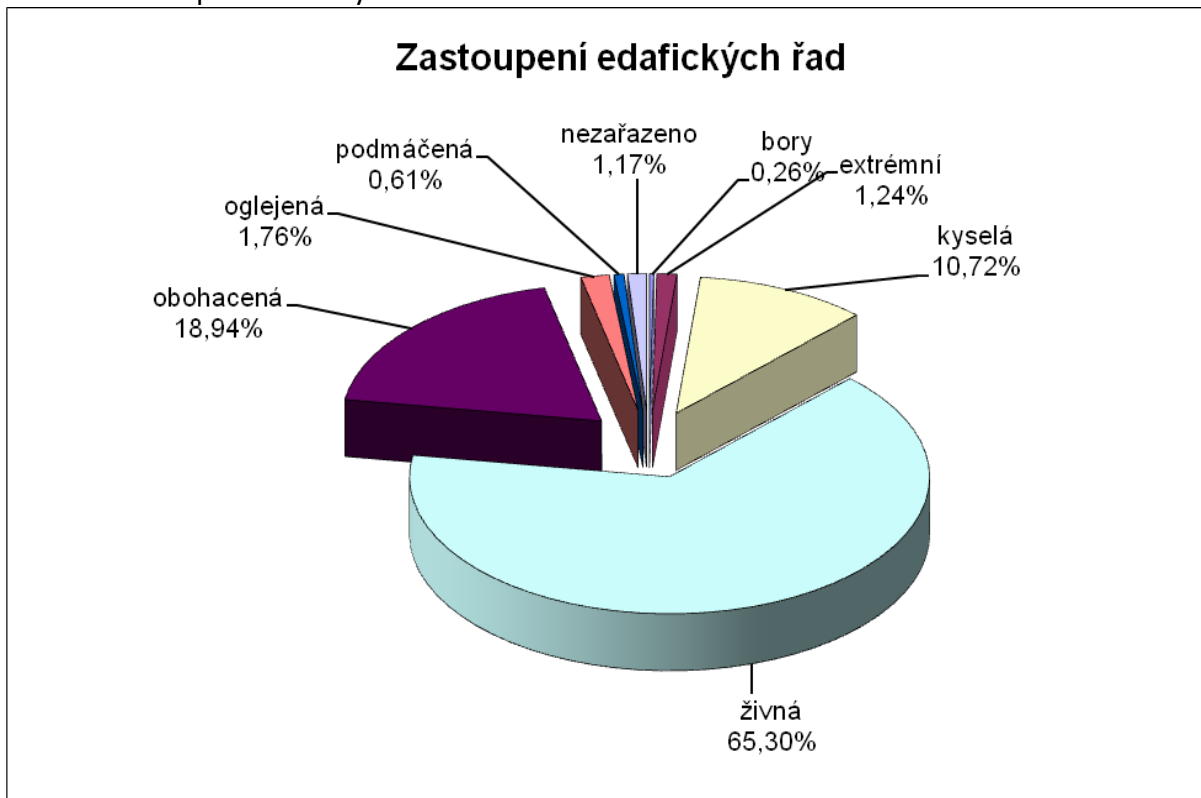


Pozn.: PLO...přírodní lesní oblast, HS...hospodářský soubor (jednotka rámcového plánování)

Graf 7.: Převažující cílové hospodářství v kraji (CHS)



Graf 8.: Zastoupení edafických řad



### 3 KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY LVS

Současný stav klimatu je odrazem dlouhodobého geohistorického vývoje a od 18. století i odrazem vlivu ekonomické aktivity člověka, při které dochází k urychlování přirozené změny obsahu CO<sub>2</sub> v ovzduší. Rostou i koncentrace dalších radiačně aktivních plynů, zejména metanu a oxidu dusného, závažná je otázka ozonu. Uvedený vývoj změn klimatu má v podmínkách mírného pásma řadu negativních dopadů na lesy. Současně ovlivňuje jak procesy v půdě, tak fyziologii stromů a v konečném důsledku spolu s imisním působením či v součinnosti s dalšími stresory vyvolává značné oslabení rezistence dřevin, jež může vést ke snížení ekologické stability porostů a celých současných lesních ekosystémů.

Principem vyhodnocení klimatických dat LVS je úzká vazba mezi zastoupením jednotek lesnické typologie (ÚHÚL, 2008) a klimatickými daty. Nedílným zdrojovým materiálem byla mapa Lesních vegetačních stupňů. Doplnkovým zdrojem je Atlas podnebí Česka (VOŽENÍLEK, V., 2007), resp. podklady obsahující regionalizaci klimatických okrsků.

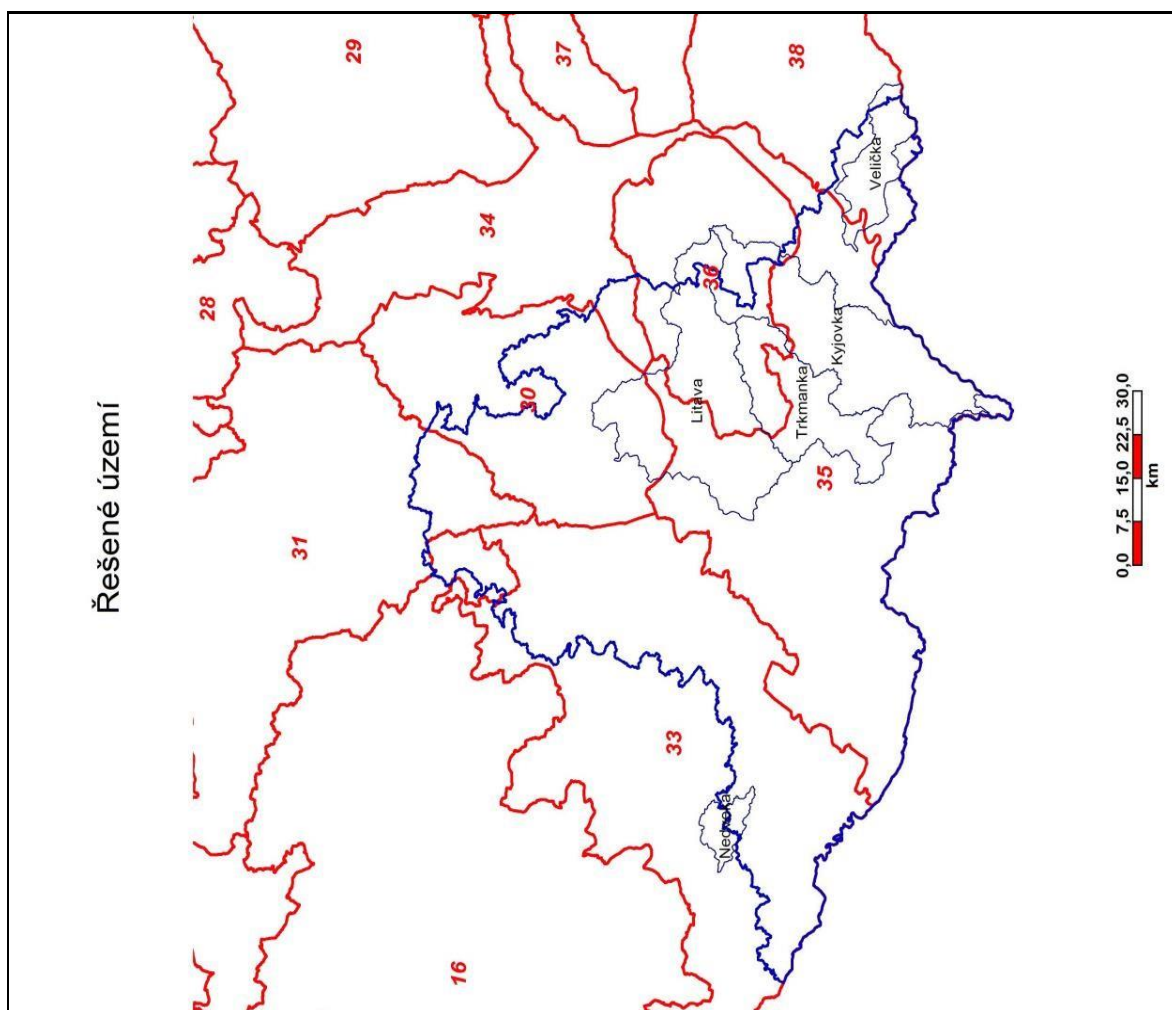
Dosavadní stav vymezených LVS se opíral o nepřímou induktivní metodu vyjádřením výškového klimatu (vertikální stupňovitosti) na základě klimaxové dřevinné skladby souborů živné řady (ÚHÚL, 2008). Exaktní odvození klimatických charakteristik LVS bylo dosud achillovou patou lesnické typologie. Podílí se na tom jednak malá hustota klimatických stanic ČHMÚ a jednak jejich nevhodné umístění z hlediska rozložení lesních komplexů.

Obecně pak platí princip, že ve vyšších nadmořských výškách (od 4 LVS) je limitujícím faktorem teplota, srážek je relativní dostatek. V nižších polohách jsou naopak limitujícím faktorem převážně srážky (AMBROZ, Z., 1977).

### **3.1 VYHODNOCENÍ KLIMATICKÝCH CHARAKTERISTIK LESNÍCH VEGETAČNÍCH STUPŇŮ DLE PLO**

Hodnoty ročních srážek, průměrných ročních teplot a stresového faktoru D10 a T30 dle LVS v zastoupených Přírodních lesních oblastech (16, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38) byly zpracovány na úrovni lineární regresní analýzy včetně limitních hodnot. Tyto výsledky, resp. značné rozpětí hodnot klimatických dat v LVS byly podkladem pro vymezení oblastí normálních, oblastí suchých – xerických a srážkově nadnormálních – ombrických (MACKŮ, J., 2012).

Obrázek 2.: Řešené území a zastoupení PLO

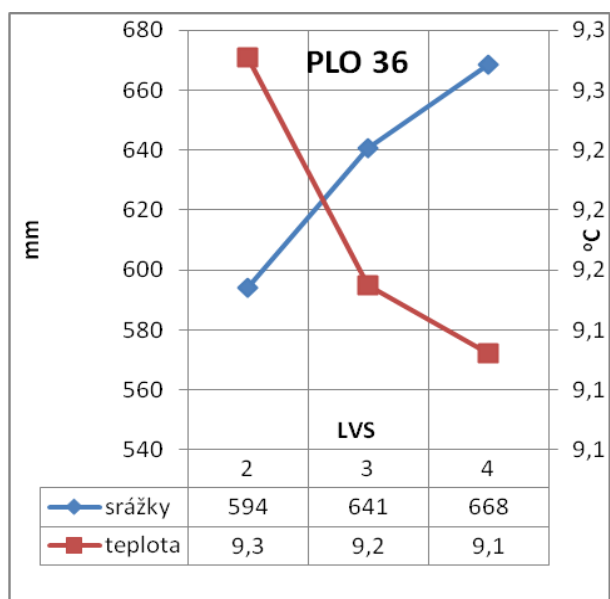
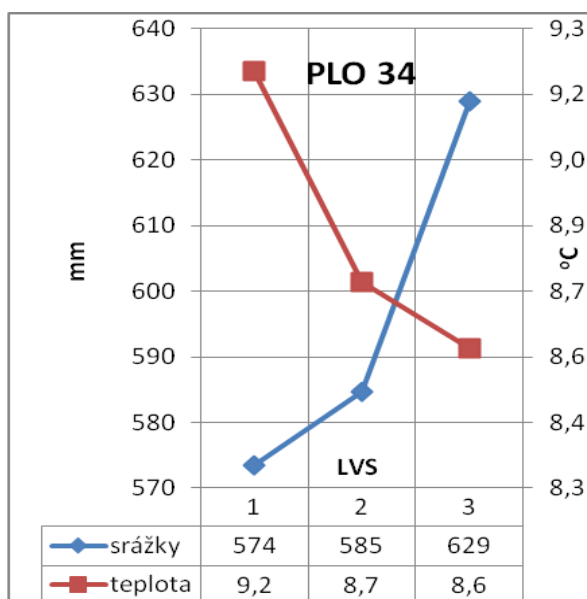
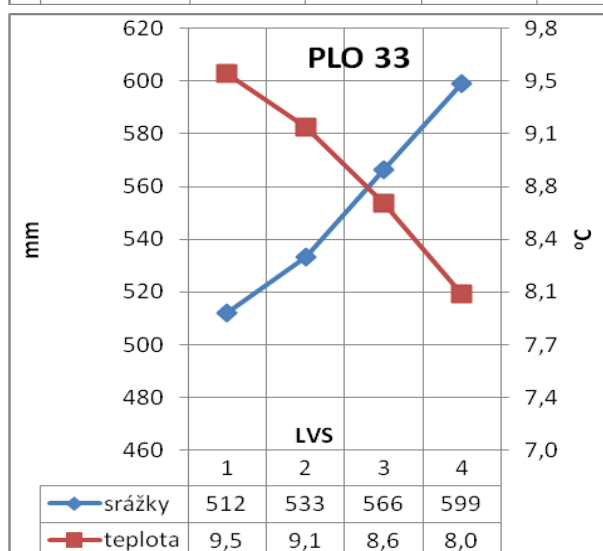
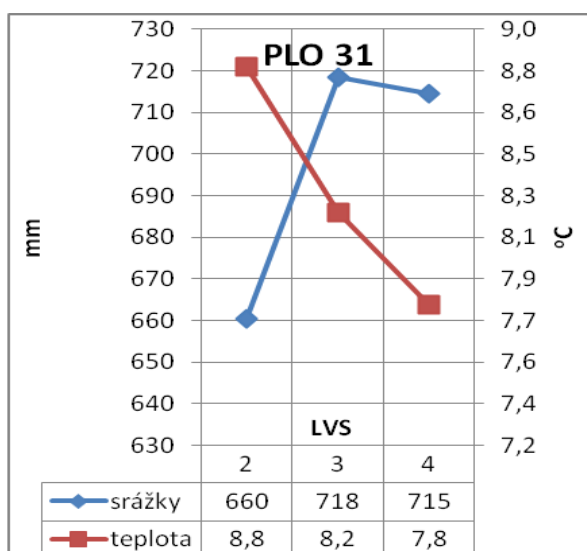
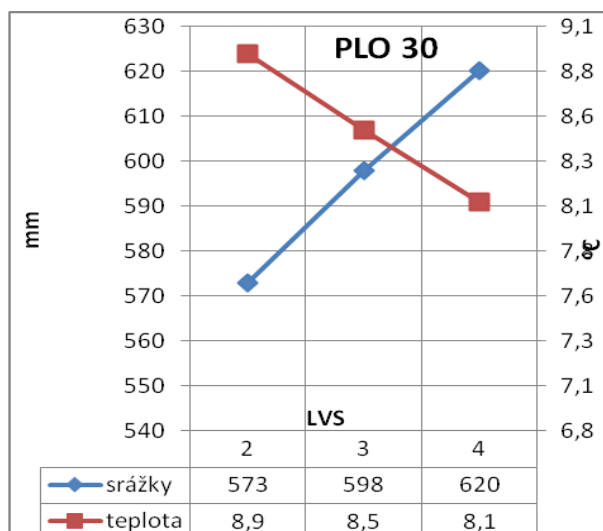
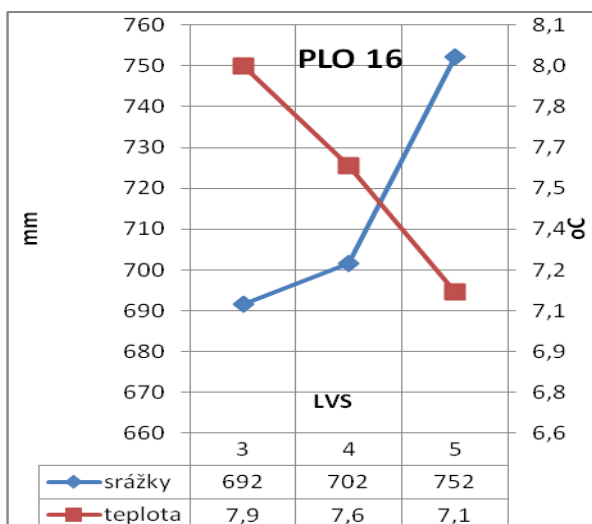


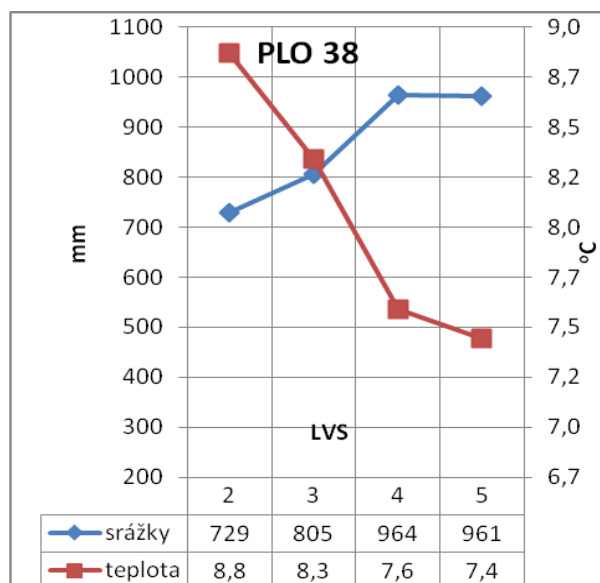
Pozn.: PLO 16...Českomoravská vrchovina, PLO 30...Drahanská vrchovina, PLO 31 ...Českomoravské mezihoří, PLO 33...Předhoří Českomoravské vrchoviny, PLO 34 ... Moravské úvaly, PLO 35... Jihomoravský úval, PLO 36 ...Středomoravské Karpaty, PLO 38...Bílé Karpaty

Pro vyhodnocení byla použita polynomičká regrese (zvláštní případ lineární regrese), která představuje proložení (aproximaci) hodnot šetřených klimatických dat, polynomem. Koeficienty hledaného polynomu jsou metodou nejmenších čtverců vypočteny tak, aby součet druhých mocnin odchylek původních hodnot od získaného polynomu byl minimální. Na základě velikosti odchylek průběhu polynomu bylo možno diferencovat odchylky hodnot klimatických dat od normálního průběhu a vymezit limitní (xerické či ombrické) hodnoty charakterizující jejich průběh v PLO.

Klimatickou podmíněností ekologických variant vegetační stupňovitosti se zabývali Zlatník (1957) a Ambros (1977). V tomto pojetí byly vymezeny a zpracovány řídicí LVS:

Graf 9.: Vymezení řídicích LVS v zaujatých PLO:





Pro PLO a v nich zastoupené zonální LVS byla zpracována predikce (na základě předchozího zpracování regresních analýz) průběhu ročních srážek a průměrných teplot. Průsečík těchto hodnot prezentuje řídící LVS v dané PLO. Vymezení řídících LVS v PLO je kritériem pro odvození klimatických variant. Vyšetřený průběh hodnot ročních srážek a průměrných teplot

charakterizuje (předvídá) klimatické parametry řídících LVS.

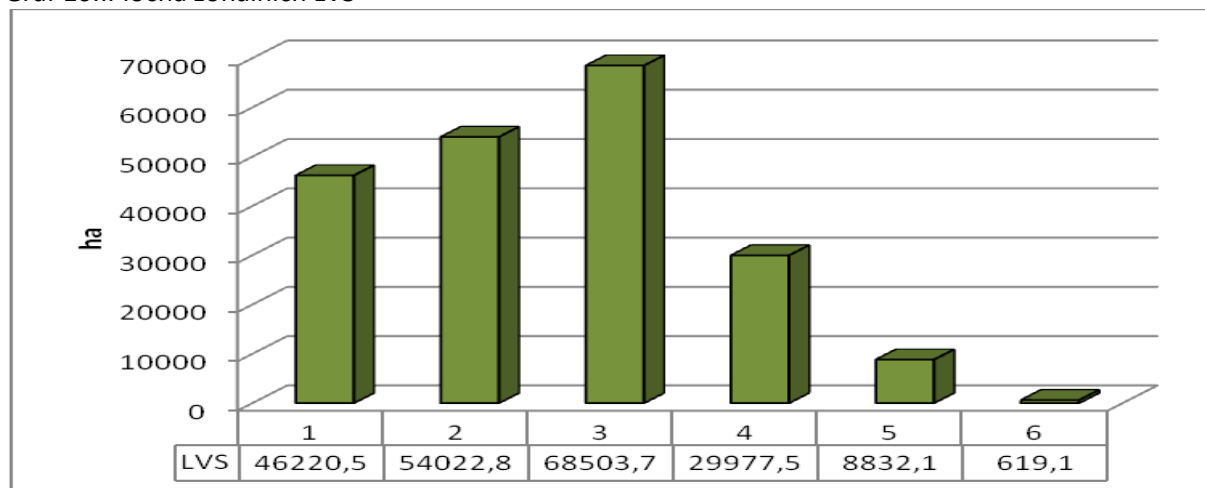
V PLO 35 se vyskytují pouze 1 - 2 LVS, které

mají klimatické charakteristiky identické:

PLO	LVS	prům. teplota	roční srážky
35	1,2	9,9	535

Zastoupení zonálních lesních vegetačních stupňů (LVS) v JmK (ÚHÚL, 2011):

Graf 10.:Plocha zonálních LVS

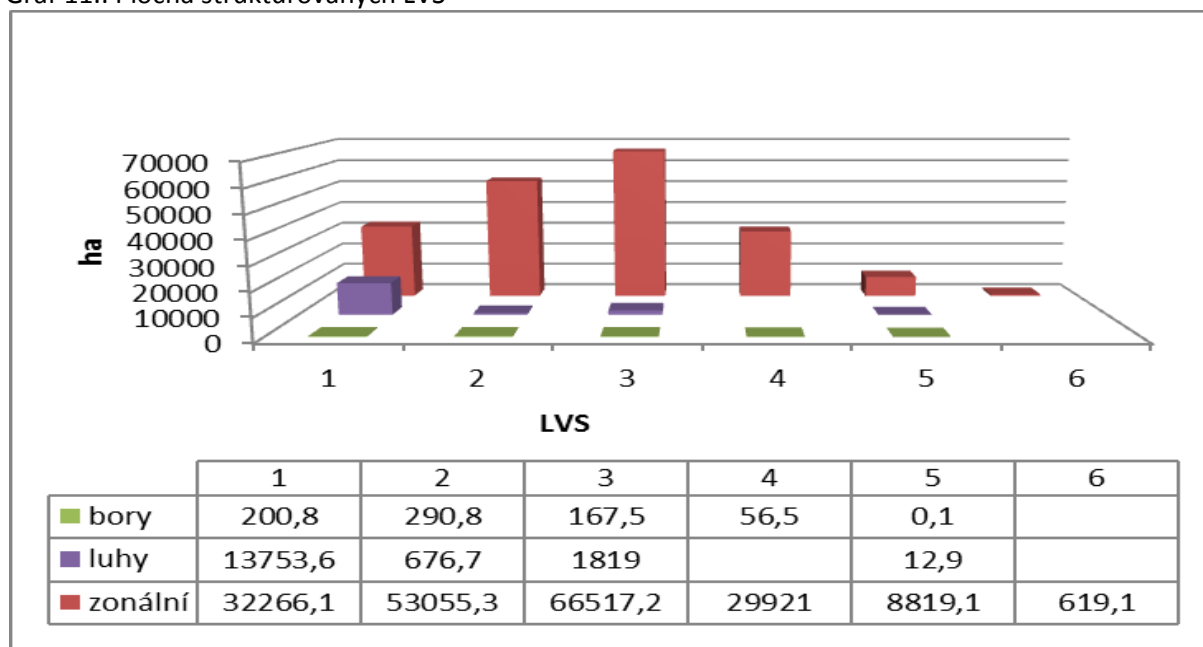


Tabulka 5.: Plocha stukturovaných LVS

		1	2	3	4	5	6	celkem (ha)
<b>plocha (ha)</b>		46220,5	54022,8	68503,7	29977,5	8832,1	619,1	208175,7
<b>bory</b>		200,8	290,8	167,5	56,5	0,1		715,2
niv	1L	13753,6						13753,6
	2L		676,7					676,7
	3L			742,1				742,1
	3U			1076,9				1076,9
	5L					12,9		12,9
<b>Redukovaná*</b>		32266,1	53055,3	66517,2	29921	8819,1	619,1	191197,8

\*mimo azonálních borů a luhů

Graf 11.: Plocha strukturovaných LVS



Komentář: Zonální LVS mají v JmK zastoupení v 1 LVS 22,2 %, v 2 LVS 26 %, v 3 LVS 32,9 %, ve 4 LVS 14,4 %, v 5 (6) LVs 4,5 %. Za pozornost stojí zastoupení 7,8 % luhů a unikátní téměř 44,5 % zastoupení 1+2 LVS.

Příloha 1: Zastoupení LVS v JmK



### 3.2 VYMEZENÍ KLIMATICKO-VEGETAČNÍCH SEGMENTŮ A JEJICH VARIANT

Na základě zpracovaných analýz řídících LVS pro jednotlivé PLO lze navrhnout varianty Klimaticko-vegetačních segmentů (KVS) Macků. J., 2014. Normální varianta předpokládá vyrovnaný průběh průměrné teploty a srážek, ve variantě xerické jsou teploty vyšší a srážky nižší, ve variantě ombrické pak je to naopak.

Tabulka 6.: Klimaticko-vegetační segmenty dle zaujatých PLO

KVS		varianta		
označení	název	x	n	o
1	db	35		
2	bkdb		34	
3	dbbk		30,31,33,36	38
4	bk		16	

Zásadní poznatek, který vyplynul při zpracování dat je, že klimatické charakteristiky zonálních LVS jsou poplatné rámci KVS. Jednotky PLO nám umožňují vnést do řešení problematiky neoddělitelný aspekt vazby na potenciální a současnou vegetaci.

Podle spektra a rozložení klimatických charakteristik LVS zpracovaných pro jednotlivé PLO lze agregovat PLO do KVS a jejich variant. Hypotézu opodstatnění kvantifikovat KVS a jejich varianty bylo ovšem nutno ověřit (MACKŮ, J., 2015). K tomu byla využita metoda regresních analýz makroklimatických dat dle LVS. Teprve potom bylo přikročeno k podrobným klimatickým charakteristikám LVS dle variant KVS. Variabilita klimatických parametrů zonálních LVS je značná. Termín segment proti oblasti je uplatňován ze dvou důvodů. Jednak oblast chápeme, jako spojitě území, proti segmentu, který představuje svým způsobem mozaiku víceméně modelových ploch s přibližně stejnými klimatickými parametry LVS.

Tabulka 7.: Klimatické charakteristiky LVS v KVS

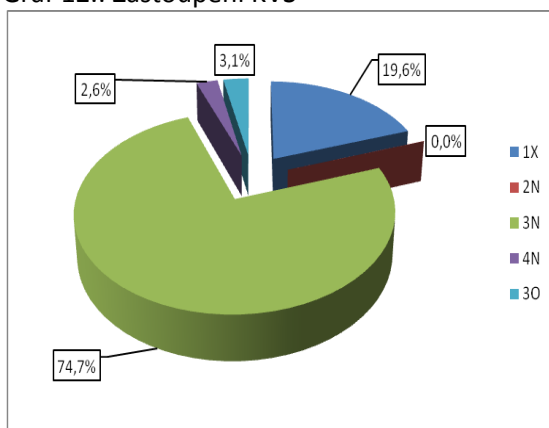
KVS		LVS	TEPLOTA			SRÁŽKY		
ozn.	varianta		min	max	mean	min	max	mean
<b>1</b>	<b>x</b>	<b>1</b>	<b>9,3</b>	<b>10,3</b>	<b>9,9</b>	<b>429,5</b>	<b>652,6</b>	<b>534,6</b>
<b>2</b>	<b>n</b>	1	8,3	10,2	9,3	443,3	758,2	569,0
		<b>2</b>	<b>8,4</b>	<b>9,9</b>	<b>9,0</b>	<b>468,1</b>	<b>725,8</b>	<b>600,8</b>
		3	8,2	9,1	8,6	565,4	734,7	638,4
<b>3</b>	<b>n</b>	1	8,3	9,8	9,2	485,7	653,8	543,3
		2	7,7	9,7	8,8	490,4	733,5	587,3
		<b>3</b>	<b>7,3</b>	<b>9,4</b>	<b>8,4</b>	<b>509,9</b>	<b>816,3</b>	<b>637,2</b>
		4	7,2	8,8	8,0	548,2	825,3	663,7
		5	6,8	8,2	7,4	614,2	945,3	754,8
<b>3</b>	<b>o</b>	2	7,6	9,5	8,8	541,7	1027,3	729,5
		<b>3</b>	<b>7,4</b>	<b>9,5</b>	<b>8,6</b>	<b>602,8</b>	<b>1159,6</b>	<b>799,3</b>
		4	6,4	8,9	7,9	714,1	1384,2	969,6
<b>4</b>	<b>n</b>	2	8,2	9,8	8,8	518,5	639,4	579,4
		3	7,4	9,3	8,2	538,1	857,7	680,0
		<b>4</b>	<b>7,2</b>	<b>8,7</b>	<b>8,0</b>	<b>593,3</b>	<b>847,8</b>	<b>702,0</b>
		5	6,4	8,9	7,6	561,4	1007,4	762,1
		6	6,4	7,9	7,1	700,0	1034,3	880,1

Výsledky potvrdily vazbu klimatu na jednotky potenciální přirozené vegetace. Každé variantě KVS je přiřazen řídicí LVS a z toho plynoucí vymezení limitujících faktorů teplot a srážek. Dokumentované výsledky umožňují rovněž predikci v souvislosti s posunem LVS, jako dopadu globální klimatické změny. Podrobně tak lze sledovat trend posunu LVS v jednotlivých variantách KVS a preferovat tak postup a výběr následných opatření. Tato následná zjištění umožňují případnou aplikaci na adaptibilitu lesních porostů v souvislosti se scénáři globální klimatické změny na exaktním základě.

Tabulka 8.: Plocha KVS

KVS	PLO	ha
1X	35	40867,6
2N	34	53,4
3N	30,31,33,36	155446,3
4N	16	5382,2
3O	38	6426
Suma		208175,5

Graf 12.: Zastoupení KVS



Příloha 2: Mapa Klimaticko- vegetačních segmentů (KVS)



## 4 SCÉNÁŘ KLIMATICKÉ ZMĚNY

### 4.1 MATERIÁL A METODY

Na základě celé řady poznatků o dopadu klimatické změny na evropské lesy lze hypotetizovat, že genetická variabilita převážné většiny hospodářských dřevin je širší než očekávaná změna klimatu (KELLOMAKI A KOL., 2000). To nepřímo potvrdily i výsledky vícerozměrné analýzy RDA v programu CANOCO, zjišťující míru vysvětlené variability nahodilých těžeb různými faktory. Nejvíce variability, dané samotným porostem a jeho stanovištěm, vysvětlily stanovištní podmínky zahrnuté do klasifikace lesního typu (10,5%), potom ostatní stanovištní a porostní charakteristiky, jako sklon, expozice, věk porostu a zásoba dřevní hmoty v porostu (8,2%), klimatická data vysvětlila jenom 3,7% (podrobněji viz PRETEL KOL., 2010; Příloha 05–2). Ovšem při současné úrovni intenzifikace lesní výroby v ČR není možné na to spoléhat.

I když variabilita hospodářských dřevin je široká, ve významném měřítku jsou některé dřeviny pěstovány na hranici své tolerance (zejména smrk ztepilý), a proto i relativně malá změna klimatu může mít významné negativní ekonomické důsledky. Metodika pro odhad pravděpodobného vývoje lesních porostů s převahou smrku ztepilého vychází z ekosystémové platformy prezentované zonálními LVS pro dvě základní prostorové úrovně:

(1) regionální, tj. pro úroveň PLO či větších agregovaných jednotek do Klimaticko-vegetačních segmentů (Macků, 2014); (2) pro úroveň porostu (resp. dílce) determinovaného typologickou jednotkou.

Při řešení tohoto okruhu problémů hlavní důraz byl kladen na odhad vývoje klimatických stresových faktorů do konce tohoto století. Zdrojem byly podklady ČHMÚ dle modelu ALADINCLIMATE/CZ (ŠTĚPÁNEK, P., SKALÁK, P. and FARDA, A. 2008, ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P. and SKALÁK, P. 2009) pro časová období:

- A 1961– 1990,
- B 1991 – 2010,
- C 2011 – 2040,
- D 2041 – 2070,
- E 2071 – 2099

První závěry byly formulovány ve výstupech Dopady změny klimatu a návrhy adaptačních opatření v sektoru lesnictví (JANOŠ, D., a kol. 2011). Výstupem jsou prostorové průměry základních klimatických charakteristik pro všechny lesní vegetační stupě (LVS), vyskytující se v jednotlivých PLO:

- průměrná denní teplota,
- denní úhrn srážek,
- průměrná denní rychlost větru,

- vlhkost vzduchu a sluneční záření

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)

Výpočet daného (teplotního, srážkového, atd.) pole probíhal na podkladě bodových pozorování. Pro výpočet byly použity technické řady stanic, tzn., že původní staniční řady byly podrobeny kontrole kvality, homogenizaci a byly doplněny chybějící hodnoty v měřeních. Samotný výpočet technických řad vychází z metody IDW, kdy použité údaje okolních stanic jsou nejprve standardizovány na nadmořskou výšku bodu, pro který počítáme novou řadu, a poté je váženým průměrem spočtena nová hodnota. Nastavení parametrů výpočtů se lišilo pro každý meteorologický prvek. Tyto staniční údaje byly interpolovány v ploše metodou univerzálního lineárního krigingu, před samotným výpočtem byly uplatněny lokální regresní závislosti dané veličiny na nadmořské výšce, kde váhovým koeficientem byla hodnota koeficientu determinace  $R^2$  v každé buňce rastru. Vzhledem k zaměření projektu byl při řešení tohoto okruhu problémů kladen hlavní důraz na odhad vývoje klimatických stresových faktorů do konce tohoto století.

Vyhodnocení scénáře klimatické změny v jednotlivých obdobích se opírá o průběh stresových faktorů, prům. teploty a srážky za vegetační období (V5A) ve sledovaných obdobích podle LVS na základě proložených regresních křivek. Na úrovni takto uspořádaného srovnání rizikových faktorů lze vygenerovat rozsah podmínek splňující limity pro smrk, případně jejich posun do pseudozonálních LVS. Srovnávacím obdobím ke scénářům je současné období B. Určujícím kritériem je průběh stresového faktoru D10 a prům. ročních teplot.

Analýzy stresových faktorů 10D a T30 v režimu vegetačního období (WEG5A) byly zpracovány v prvním kroku dle LVS vyskytující se v zastoupených PLO JmK pro období C-E. Tím byl vytvořen potřebný „standard“, jak se tyto veličiny chovají. Především byl porovnáván jejich průběh za období C-E k současnému stavu období B, resp. trendu vývoje od období A. Na tomto základě bylo možno sestavit „posun“ LVS na úrovni regionální.

V druhém kroku následuje úvaha podmiňující vliv dalších činitelů na úrovni porostní, zejména houbových patogenů a hmyzích kalamit, které mohou klimatické změny provázet. Jejich výsledný dopad může být daleko brutálnější než samotná klimatická změna.

## 4.2 ÚROVEŇ REGIONÁLNÍ

Srovnávací ekosystémovou platformou je spektrum LVS v zastoupených PLO (16, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38) v rámci JmK. Rozhodujícím aspektem pro vyhodnocení klimatických dat jsou LVS odpovídající „normálnímu sledu vegetačních stupňů“. Tím se rozumí posloupnost lesních vegetačních stupňů vzniklých pod vlivem klimatu se zvyšující se nadmořskou výškou od nížin do hor, kde se neuplatňuje expoziční a inverzní mezoklima.

Konstrukce používaného typologického systému ÚHÚL(1971) a parovinný charakter hercynské oblasti vytváří více méně mozaikovitý či velmi členitý charakter vegetační stupňovitosti. V koncepci vegetační stupňovitosti se totiž nevychází z nadmořské výšky, ale především ze složení vegetace a navíc druhová skladba ve vegetačním stupni není jednotná (rozdíly půdní, reliéfové, mezo- a mikroklimatické).

Mapované typologické jednotky však neztrácejí smysl. Zůstávají a platí pro rámec vymezených ekologických podmínek trvalých i dynamických (co do intenzity), kam se řadí i klimatická změna. Konkrétní průvodní znaky klimatické změny nejsou všeobecně známy. Lze však předpokládat velmi citlivou reakci dřevinné synuzie, jako edifikátoru lesní geobiocenózy, různým stupněm poškození a následnou změnou vitality. Ta se projeví redukcí běžného přírůstu, celkového průměrného přírůstu, změnou struktury fytocenózy (druhová, abundance a dominance), změnou vlastností ekotopu indikovaného vlhkostními, světelnými a tepelnými poměry, prouděním vzduchu na rozsáhlých holinách a v prosvětlených porostech, provázenou změnou humusové formy a koloběhu živin (pH, sorpční komplex, vytěsňování AL apod.). Stresovaná stadia lesních společenstev jsou provázena zpravidla sníženou fruktifikací dřevin, nižší klíčivostí a vitalitou semenáčků nebo úplnou neplodností semen a tím dochází k celkovému oslabení regeneračních schopností ekosystému.

Předpokládané klimatické změny dle scénáře modelu ALADIN-CLIMATE/CZ, zejména období D a E mají za následek změnu ekologických podmínek charakterizujících SLT. Srovnávací základnou je konstrukce potenciální přírodní vegetace, která je definována (TUXEN R., 1956) jako vegetace při odmyšlené činnosti člověka s diferenciací primátem dřevin. Zásadní pro poznání strategie změn je trajektorie směru sledu stadia regresivní sukcese (NILSSON, 1899) ve směru postupné degradace nebo soustavného poškozování až ničení pod působením nějakého rušivého faktoru takže nemůže být dosažena závěrečná fytocenóza. Tato činnost má za následek buď udržování méně vyvinutého stavu vegetace nebo degradaci vegetace až na degradační stadia agregací, popř. až na klimatem nebo člověkem podmíněný ireverzibilní stav – paraklimax.

V našich podmínkách v návaznosti na vývoj vegetace v postglaciálu (vystřídaly se 4 typy klimatu) je pojem klimax postradatelný (ZLATNÍK A., 1976). V tomto smyslu je preciznější formulace: vůdčí ekologická řada – půda – vegetační stupeň. Podobně R. Mikyška v duchu curišsko-montpellierské školy nazval podrostový synuziální komplex hospodářsky změněných lesů facielními degradačními fázemi a považuje je za modifikace *as* a *subas*, vzniklé antropickými zásahy nebo kalamitou. Případy následků kombinace vlivu člověka a klimatu označuje R. TUXEN jako paraklimax, A. Zlatník jako pseudozonální vegetaci.

Důležitá je vazba na ekologické rozlišení vegetace, vyjadřující projev vztahu ekologické konstituce taxonů k podmínkám území svou přítomností či absencí. Dle průběhu stresových faktorů zejména v období D a E dochází k drastickému posunu vegetační stupňovitosti do nižších pseudozonálních LVS.

Obecně pak 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. Čtvrtý LVS je možné obecně považovat za LVS se stejným vlivem teploty i srážek. Tudíž 4. LVS budeme považovat za rozmezí nárůstu významu teploty a poklesu významu srážek směrem k vyšším stupňům a naopak nárůstu významu srážek a významu teploty směrem k nižším LVS. To je zásadní premisa pro vyhodnocení posunu LVS.



### 4.3 ÚROVEŇ POROSTU

Z hlediska adaptačního potenciálu lesních porostů jsou rozhodující rizika houbových patogenů a hmyzích konzumentů, apod. Synergické působení extrémních klimatických výkyvů, dlouhodobé přirozené acidifikace půdy a antropogenních vlivů, především imisní zátěže a hospodářských zásahů, má na téměř celém území střední Evropy v posledních desetiletích za následek snižování vitality lesních porostů. Naprosto zásadní význam mají v procesu chřadnutí smrku abiotické, především klimatické stresové faktory jako predispoziční, případně iniciační stresory (JANKOVSKÝ A KOL., 2004).

K nejvýznamnějším abiotickým stresorům náleží sucho, především v předjaří a jarních měsících. Letní přísušky se uplatňují jako významný predispoziční faktor pro vznik kořenových hnilob. Významným rizikem je u smrku kombinace abiotických stresorů, kterými jsou letní přísušky a vysoká teplota v kombinaci s vysokou vzdušnou vlhkostí, které mohou jako mortalitní stresor zapříčiňovat přehřátí pletiv. Klimatické extrémy v zimě jsou pro smrk rizikové především narušením dormance relativně teplým obdobím a náhlým poklesem teplot pod bod mrazu. Biotické faktory se uplatňují především jako iniciační stresory (např. savý a listožravý hmyz). V kombinaci s působením abiotických predispozičních stresorů mohou působit jako mortalitní stresory. V případě lýkožrouta smrkového a větru poskytují polomy vhodné podmínky pro nastartování jeho gradací a ohrožení okolních porostů.

Adaptační potenciál porostu souvisí se schopností stromu odolávat komplexnímu působení stresových faktorů (zjišťuje se pomocí odolnostního potenciálu), a jeho schopností regenerace asimilačních orgánů cestou tvorby sekundárních výhonů (POLÁK A KOL., 2007). Samotný adaptační potenciál (v našem pojetí) není vlastností stromu a především závisí na tom, na co se má strom adaptovat.

Jiným způsobem, jak odhadnout riziko rozpadu porostu s převahou smrku ztepilého je využít údajů z LHP o stanovištních a porostních podmínkách jednotlivých porostních skupin a údajů o nahodilých těžbách z lesní hospodářské evidence (LHE) a tyto údaje dosadit do regresní rovnice. Vliv jednotlivých faktorů na nahodilou těžbu a na rozpad porostů se doporučuje zjišťovat pomocí faktorové analýzy. Na základě vyhodnocení korelační matice pro každý rok jednotlivě a poté i pro všechny roky lze usuzovat, že existuje vzájemná souvislost mezi nahodilou těžbou v jednotlivých letech. Pravděpodobnost rozpadu porostu lze počítat pomocí polynomiální a logistické regrese.

Každá z těchto metod je vhodná pro určité podmínky a jejich možnost použití závisí především na dostupných datech. Pro některé výpočty je nutné mít ještě údaje z trvalých či polotrvalých ploch. Hlavní závisle proměnnou může být ve většině případů procento nahodilých těžeb v jednotlivých letech, nejlépe za jedno a půl pořizovacího období LHP (cca 15 let). Tímto způsobem lze spočítat pravděpodobnost rozpadu jednotlivých porostních skupin v rámci menšího (revír) či většího (lesní hospodářský celek) území. To je jeden z možných postupů výpočtu koeficientů rizika rozpadu porostů metodou obecných lineárních modelů, založený na logistické regresi (PRETEL A KOL., 2010).

Predikované hodnoty pravděpodobnosti silného poškození a následného rozpadu porostů s převahou smrku ztepilého, stejně tak jako hodnoty pravděpodobnosti rozpadu porostů, získané při zjišťování adaptačního potenciálu porostů, se doporučuje použít jako vstupy do „stresového modulu“ růstového simulátoru Sibyla pro odhad vývoje konkrétního porostu podle scénářů klimatické změny, včetně změny v biomase lesních porostů, a tím i změny v poskytování hlavních služeb lesních ekosystémů (PRETEL A KOL., 2010).

#### 4.4 VÝSLEDKY

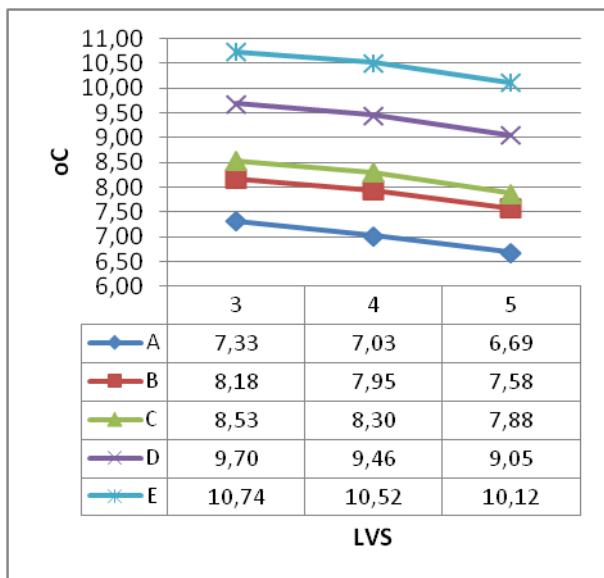
Srovnávacím kritériem pro vitalitu smrkových porostů je průběh stresových faktorů „standardu“ 4 LVS pro období B. Střední hodnota stresového faktoru 10D v režimu 5VA je 49 dní a 7,4 dní pro T30. Hodnoty stresových faktorů LVS ve sledovaných obdobích C-E, které nedosahují těchto limitů jsou považovány za rizikové a neslučitelné s podmínkami pro pěstování smrkových porostů (JANOŮŠ, D., 2011). Podobně je tomu u rizika ohrožení suchem. Za „standard“ lze považovat stresové faktory 1 LVS v xérickém KVS pro období B se střední hodnotou 10D pro 72,6 dní a T30 pro 10,4 dní. Hodnoty stresových faktorů v obdobích C-E, které nedosahují těchto limitů jsou považovány za rizikové pro obnovu a za zachování podstaty lesního ekosystému.

Pro posun stávajících LVS na úroveň LVS pseudozonálních je rozhodující trend stresového faktoru 10D mezi obdobím B a scénáři c, D a E::

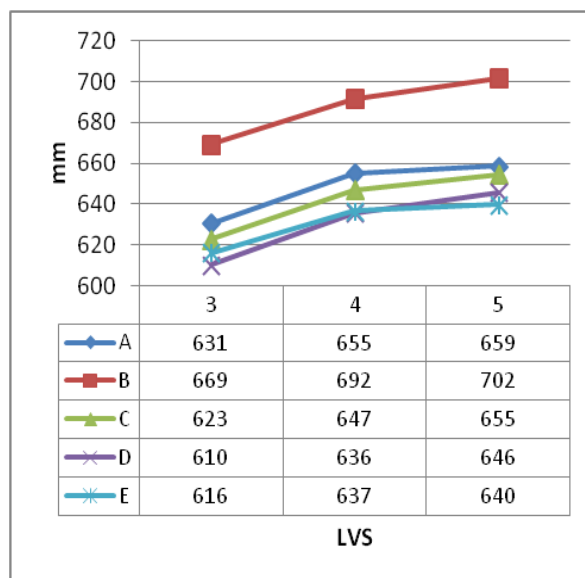
- prům. roční teplota
- prům. roční srážky
- počet dní dle stresového faktoru D10 za vegetační období 5VA
- počet dní dle stresového faktoru T30 za vegetační období 5VA

# PLO 16 Českomoravská vrchovina

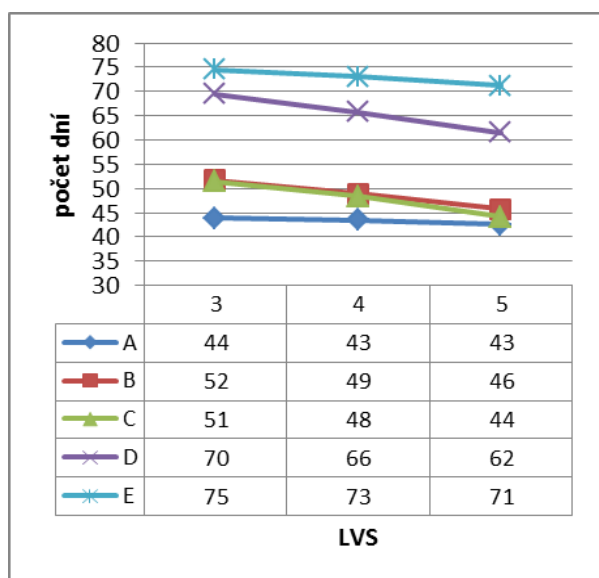
Graf 13.: Prům. roční teplota dle LVS a scén



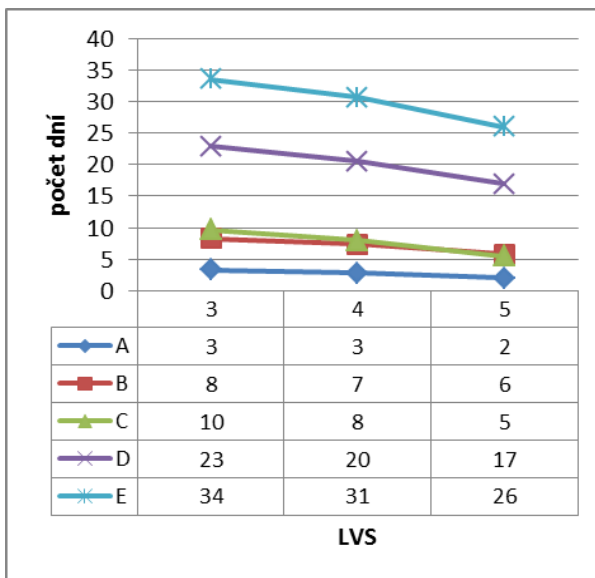
Graf 14.: Prům. roční srážky dle LVS a scénářů



Graf 15.: Stresový faktor D10 dle LVS a scénářů



Graf 16.: Stresový faktor T30 dle LVS a scénářů



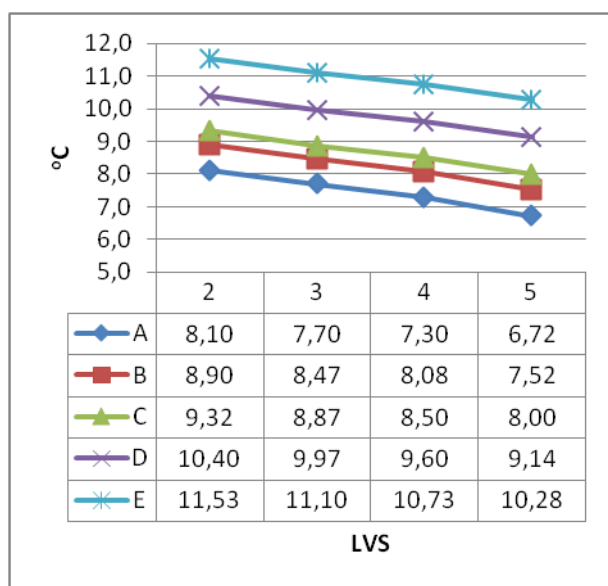
Komentář: Řídící 4 LVS vykazuje nárůst prům. roční teploty v období D o 1,5 °C a v období E o 2,6 °C, roční srážky vykazují pokles v období C o 45 mm a v období D+E o 55 mm. Stresové faktory D10 vykazují nárůst v období D o 13, resp. 24 dní v období E a faktor T30 v období D o 11, resp. o 20 dní. Z uvedených parametrů lze odvodit následující posun LVS:

Tabulka 9.: Posun LVS dle scénářů

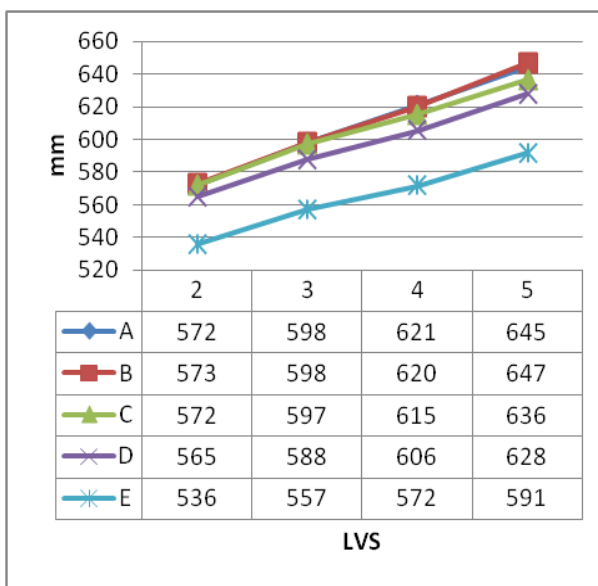
LVS/období				
LVS	B	C	D	E
3	3	3	2	2
4	4	4	3	3
5	5	5	4	4

## PLO 30 Dražanská vrchovina

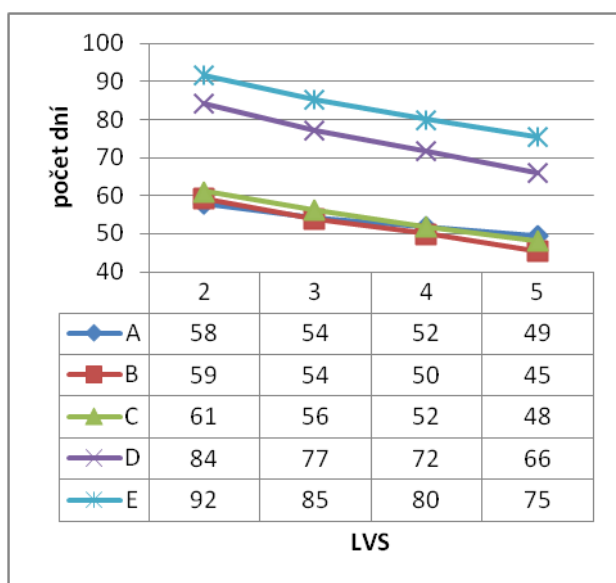
Graf 17.: Prům. roční teplota dle LVS a scén



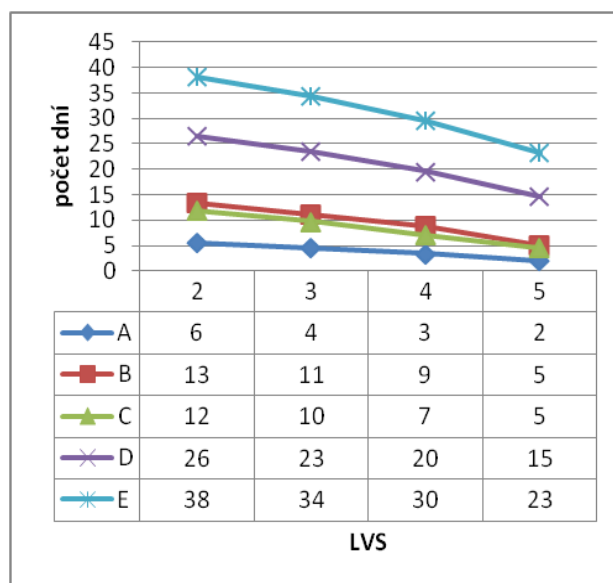
Graf 18.: Prům. roční srážky dle LVS a scénářů



Graf 19.: Stresový faktor D10 dle LVS a scénářů



Graf 20.: Stresový faktor T30 dle LVS a scénářů



Komentář: Řídící 3 LVS vykazuje nárůst prům. roční teploty v období C o 0,4 °C, v období D o 1,5 °C a v období E o 2,6 °C, srážky vykazují pokles v období D o 10 a v období E o 41 mm.

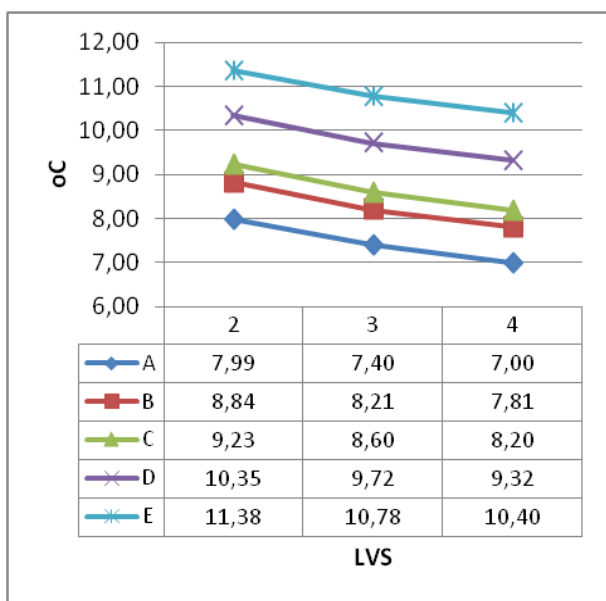
Stresový faktor D10 vykazují v období D nárůst o 23, resp. 31 dní v období E a stresový faktor T30 v období D nárůst o 11, resp. 23 dní v období E. Z uvedených parametrů lze odvodit následující posun LVS:

Tabulka 10.: Posun LVS dle scénářů

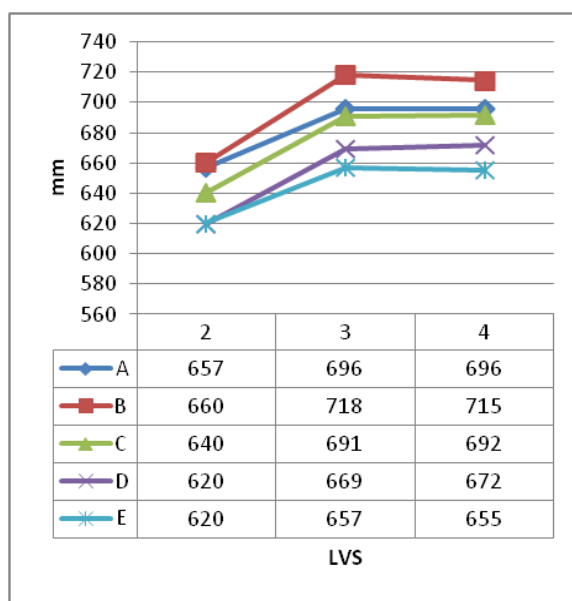
LVS	LVS/období			
	B	C	D	E
2	2	2	1	1
3	3	3	2	2
4	4	4	3	3
5	5	5	4	4

### PLO 31 Českomoravské mezihoří

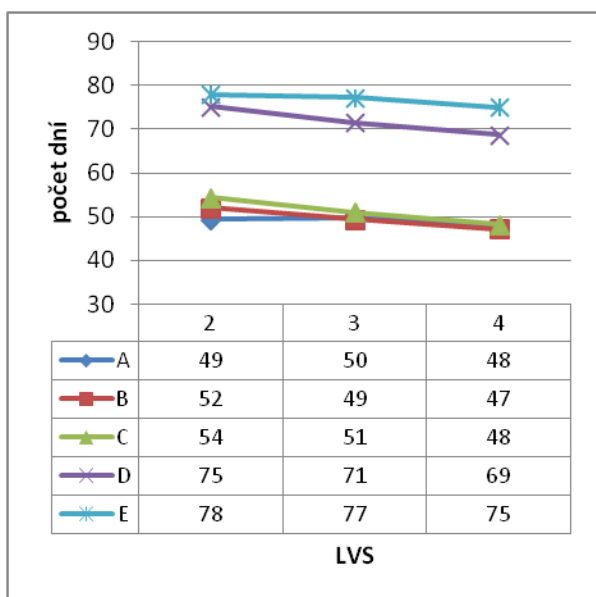
Graf 21.: Prům. roční teplota dle LVS a



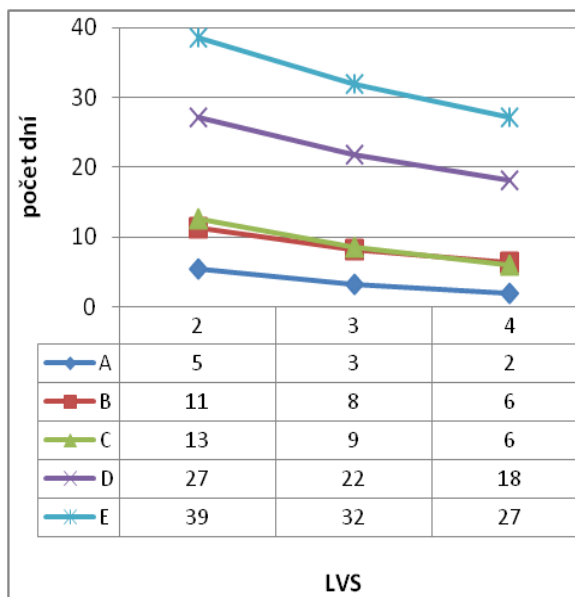
Graf 22.: Prům. roční srážky dle LVS a scénářů



Graf 23.:Stresový faktor D10 dle LVS a scénářů



Graf 24.:Stresový faktor T30 dle LVS a scénářů



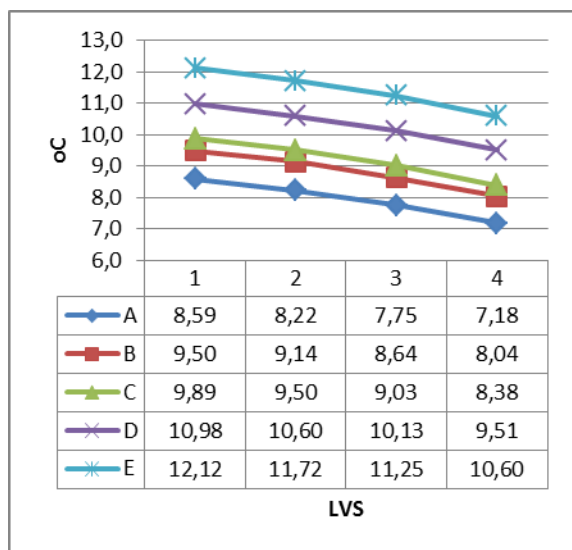
Komentář: Řídící 3 LVS vykazuje nárůst prům. roční teploty v období C o 0,4 °C v období D o 1,5 °C a v období E o 2,5 °C, srážky vykazují pokles v období C o 27mm, v období D o 39 mm a v období E o 62 mm. Stresové faktory D10 vykazují v období D nárůst o 22, resp. 28 dní v období E. Faktor T30 má nárůst v období D o 14, resp. o 24 dní v období E. Z uvedených parametrů lze odvodit následující posun LVS:

Tabulka 11.: Posun LVS dle scénářů

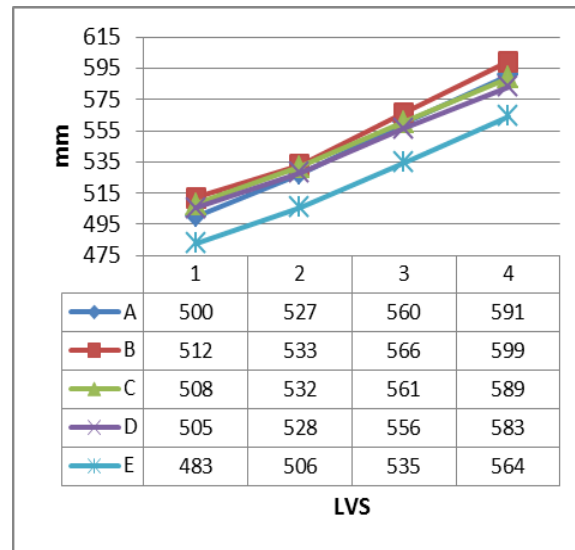
LVS/období				
LVS	B	C	D	E
2	2	2	1	1
3	3	3	2	2
4	4	4	3	3

# PLO 33 Předhoří Českomoravské vrchoviny

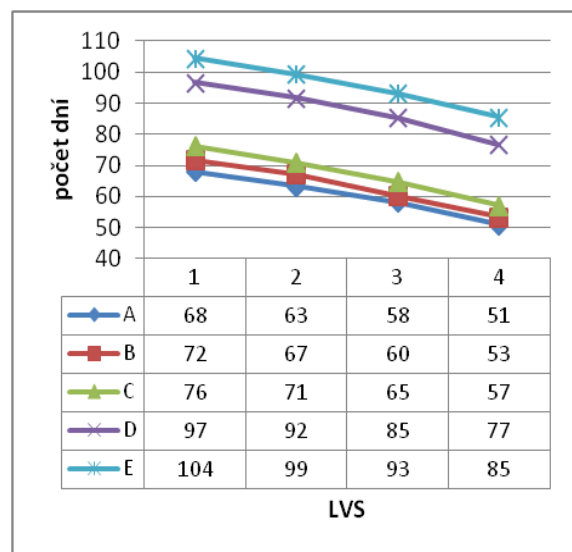
Graf 25.: Prům. teplota dle LVS a scénářů



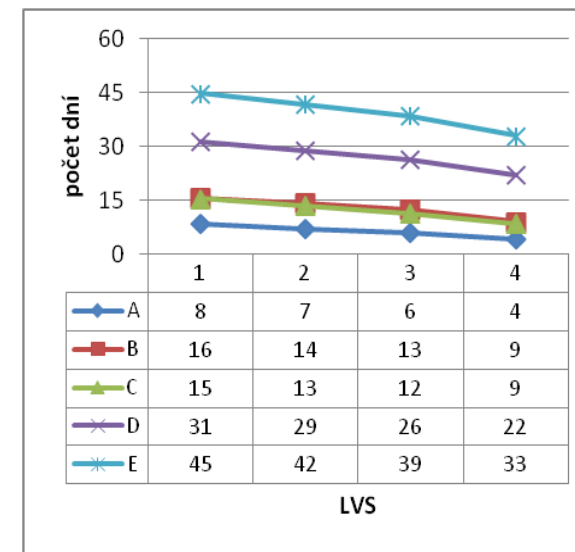
Graf 26.: Prům. srážky dle LVS a scénářů



Graf 27.: Stresový faktor D10 dle LVS a scénářů



Graf 28.: Stresový faktor T30 dle LVS a scénářů



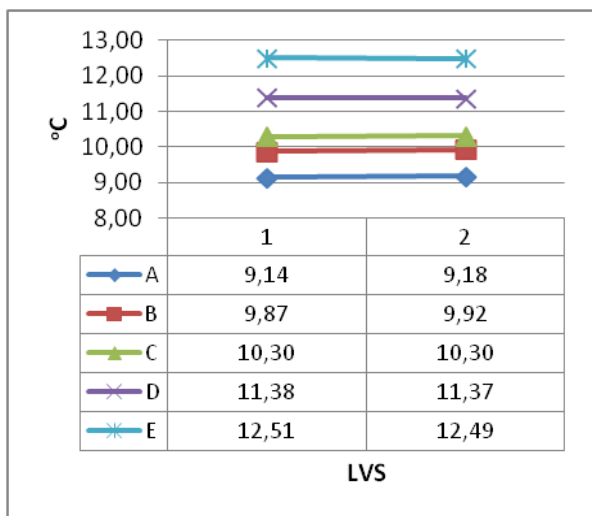
Komentář: Řídící 3 LVS vykazuje nárůst prům. roční teploty v období D o 1,5 °C a v období E o 2,6 °C, srážky vykazují pokles v období D o 10 mm a 32 mm v období E. Stresové faktory D10 vykazují v období D nárůst o 25, resp. 29 dní v období E a faktor T30 o 12, resp. o 27 dní. Z uvedených parametrů lze odvodit následující posun LVS:

Tabulka 12.: Posun LVS dle scénářů

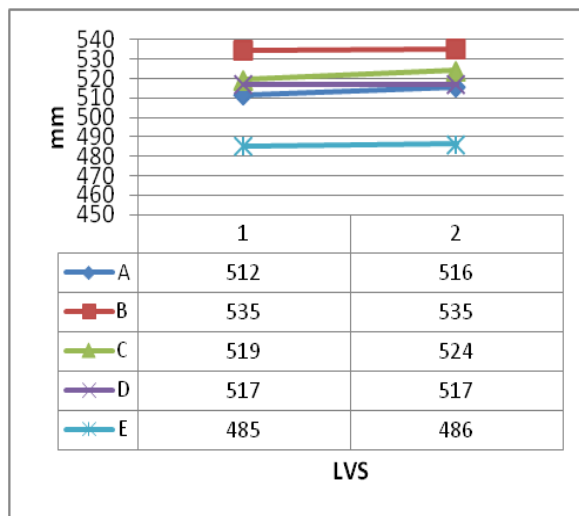
LVS/období				
LVS	B	C	D	E
1	1	1	1	1
2	2	2	1	1
3	3	3	2	2
4	4	4	3	3

PLO 35 Jihomoravské úvaly

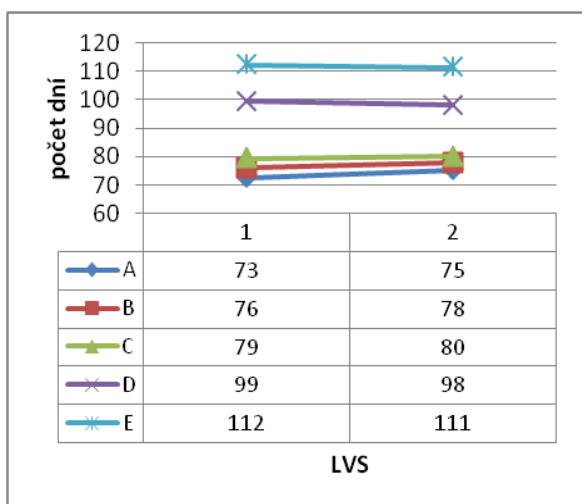
Graf 29.: Prům. teplota dle LVS a scénářů



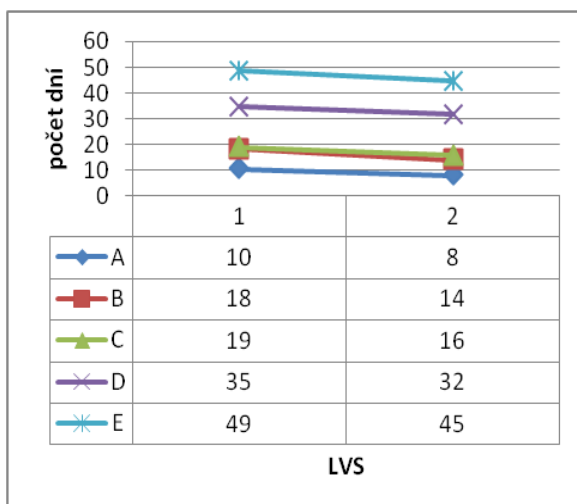
Graf 30.: Prům. srážky dle LVS a scénář



Graf 31.: Stresový faktor D10 dle LVS a scénářů



Graf 32.: Stresový faktor T30 dle LVS a scénářů





Komentář: KVS varianta xerická. Řídící 1 LVS vykazuje nárůst prům. roční teploty v období C o 0,4 °C, v období D o 1,5 °C a v období E o 2,6 °C, srážky vykazují pokles v období C o 15 mm, v období D 18 mm a v období E 50 mm. Stresové faktory D10 vykazují v období D nárůst o 23, resp. 36 dní v období E a faktor T30 nárůst o 17 v období D, resp. o 31 dní v období E. Z uvedených parametrů lze odvodit následující posun LVS:

Tabulka 13.: Posun LVS dle scénářů

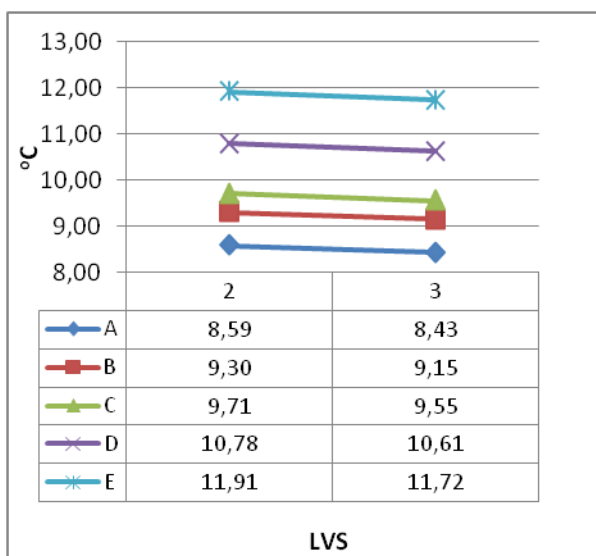
LVS/o období				
LVS	B	C	D	E
1	1	1	1A*	1A*
2	2	2	1	1

1A\* xerická anomálie 1 LVS

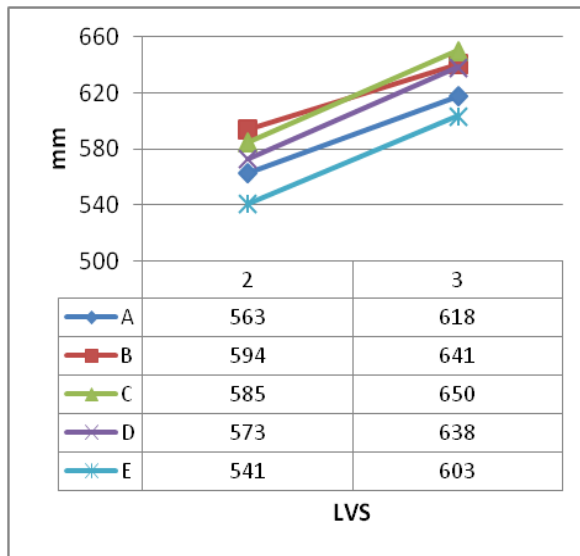
Extrémní nárůst stresových faktorů posouvá stávající 1LVS na úroveň xerické anomálie klimatických dat LVS 1A.

### PLO 36 Středomoravské Karpaty

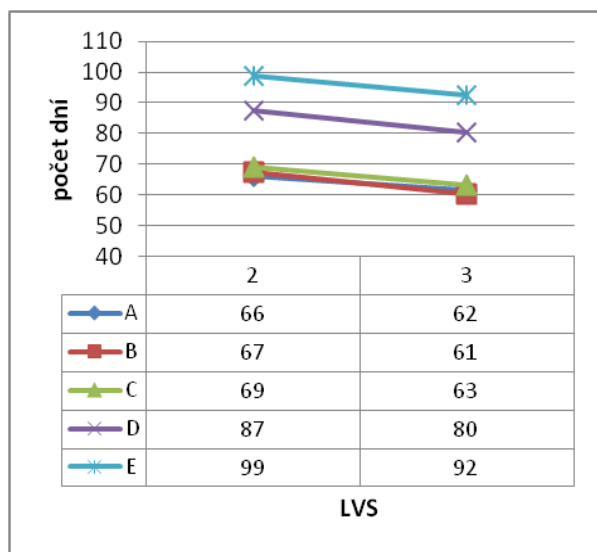
Graf 33.: Prům. teplota dle LVS a scénářů



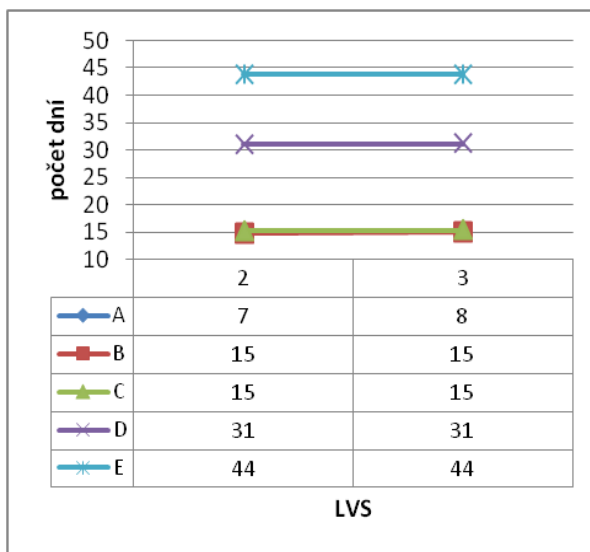
Graf 34.: Prům. srážky dle LVS a scénářů



Graf 35.: Stresový faktor D10 dle LVS a scénářů



Graf 36.: Stresový faktor T30 dle LVS a scénářů



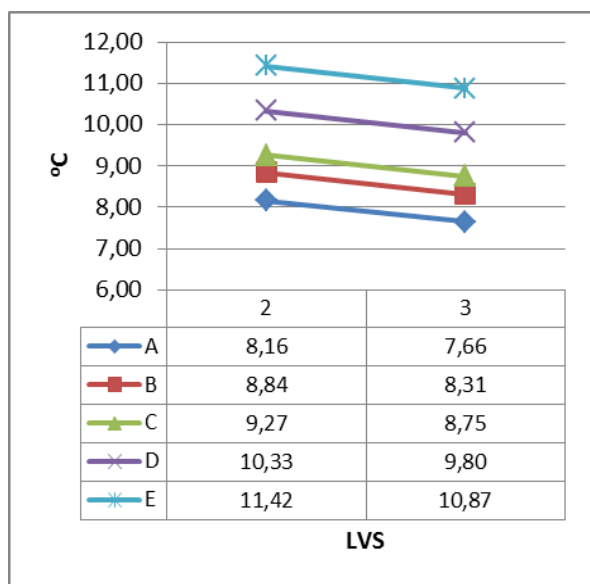
Komentář: KVS varianta normální. Řídící 3 LVS vykazuje nárůst prům. roční teploty v období D o 1,5 °C a v období E o 2,6 °C, srážky vykazují pokles až v období E o 36 mm. Stresové faktory D10 vykazují v období D nárůst o 19, resp. 31 dní v období E a faktor T30 v období D o 16, resp. o 29 dní v období E. Z uvedených parametrů lze odvodit následující posun LVS:

Tabulka 14.: Posun LVS dle scénářů

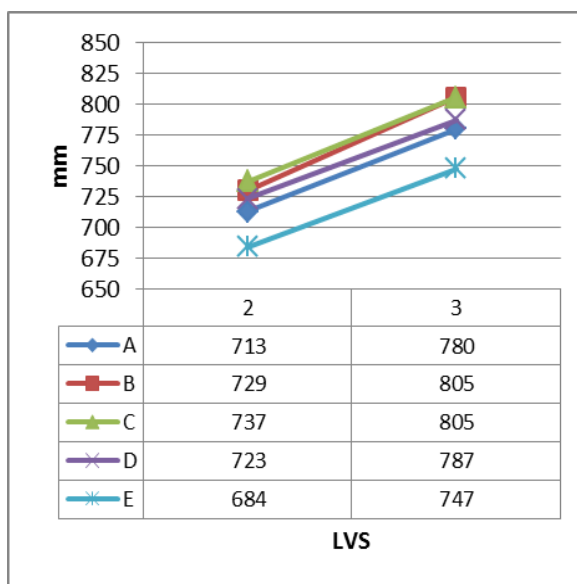
LVS/období				
LVS	B	C	D	E
2	2	2	1	1
3	3	3	2	2

## PLO 38 Bílé Karpaty

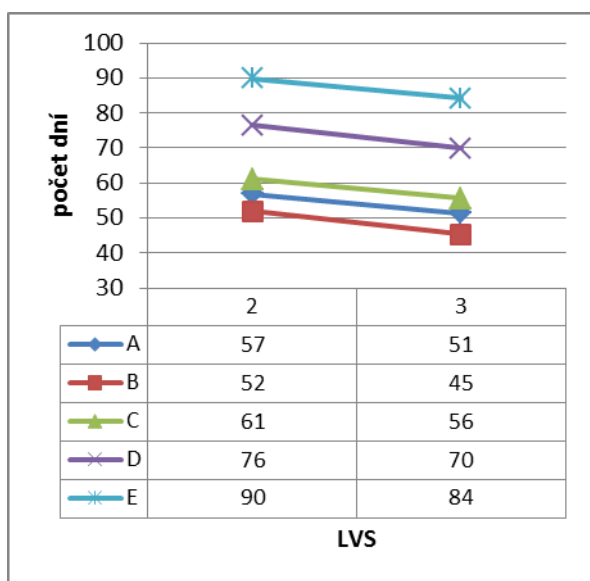
Graf 37.: Prům. teplota dle LVS a scénářů



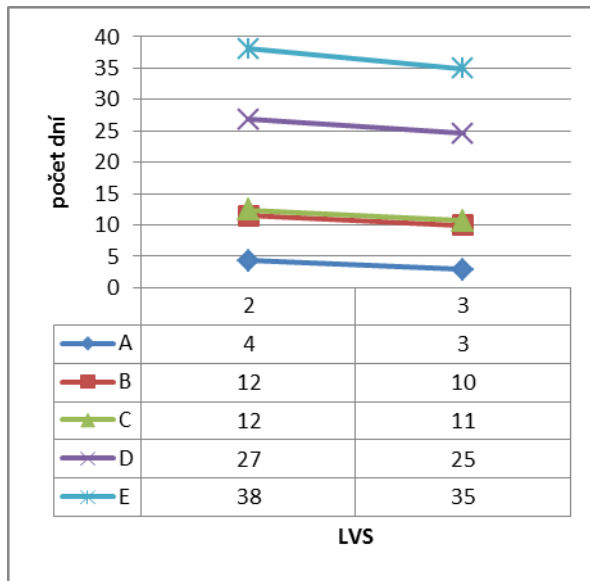
Graf 38.: Prům. srážky dle LVS a scénářů



Graf 39.: Stresový faktor D10 dle LVS a scénářů



Graf 40.: Stresový faktor T30 dle LVS a scénářů



Komentář: : KVS variant ombrická. Řídící 3 LVS vykazuje nárůst prům. roční teploty v období D o 1,5 °C a v období E o 2,6 °C, srážky vykazují pokles o 18 mm v období D a o 58 mm v období E. Stresové faktory D10 vykazují v období C nárůst o 10 dní, v období D nárůst o 25, resp. 39 dní v období E a faktor T30 má nárůst v období D o 15, resp. o 25 dní v období E. Z uvedených parametrů lze odvodit následující posun LVS:

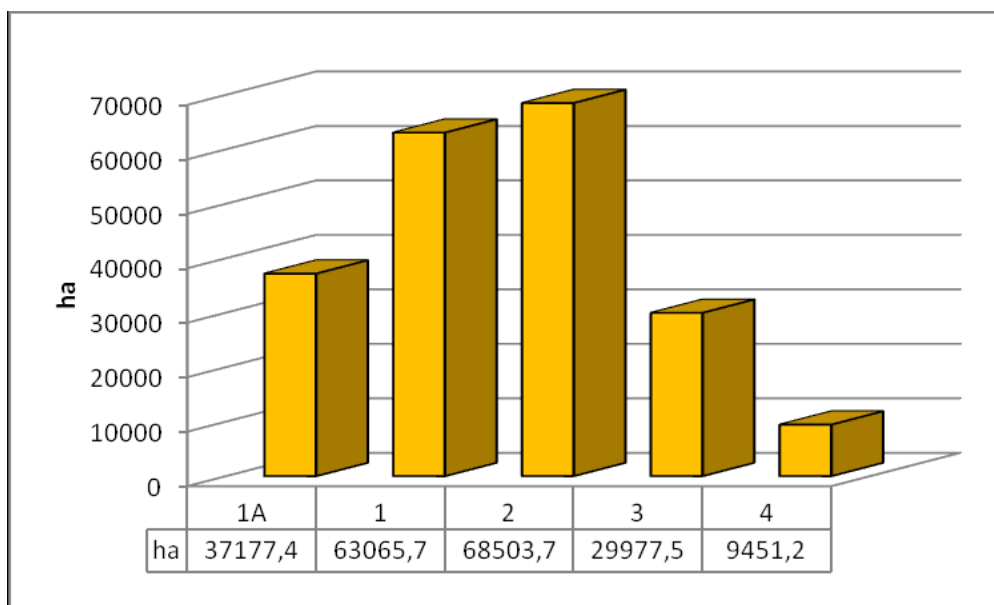
Tabulka 15.: Posun LVS dle scénářů

LVS/období			
LVS	C	D	E
2	2	1	1
3	3	2	2

PLO 34 Hornomoravský úval má v JmK zastoupení jen 0,01 % lesů v KVS normální. Řídícím je 2 LVS, který podobně jako v navazujících PLO vykazuje posun ve scénáři D a E do 1 pseudozonálního LVS.

V rámci predikce analýz klimatických parametrů LVS dle scénářů se předpokládá setrvačnost dopadu klimatické změny, než se tyto změny projeví. V období C by nemělo dojít k posunu LVS. V obdobích D – E lze na základě provedené analýzy naopak přepokládat posun LVS zpravidla o jeden až dva LVS směrem k nižším LVS. Vzhledem k předpokládané setrvačnosti dopadů klimatické změny na posun LVS je časový posun období D+E vztažen k počátku období E, tj. 2071!

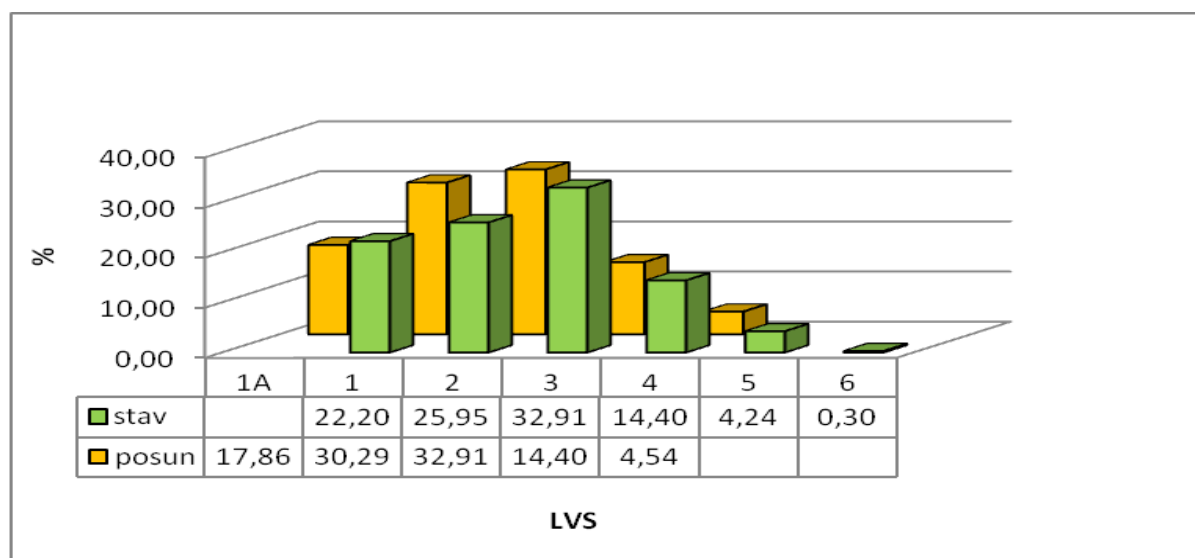
Graf 41.: Zastoupení pseudozonálních LVS dle scénářů klimatické změny



Tabulka 16.: Srovnání stavu a posunu LVS dle scénářů klimatické změny

posun	LVS	1A	1	2	3	4	5	6	suma (ha)
HA		37177,4	63065,7	68503,7	29977,5	9451,2			208175,5
%		17,86	30,29	32,91	14,40	4,54			100
STAV			46220,5	54022,8	68503,7	29977,5	8832,1	619,1	208175,7
%			22,20	25,95	32,91	14,40	4,24	0,30	100

Graf 42.: Srovnání stavu a posunu LVS dle scénářů klimatické změny



Komentář: Podle scénáře D+E xérická anomálie 1A LVS dosahuje 17,9 % zastoupení v JmK, spolu s 1LVS je to téměř 50 % (48,1%). Následuje 2LVS s 33 % a 3LVS s 14,4 %. Současný stav zastoupení 4 a 5 (6) LVS s 18,9 % se při scénáři redukuje na pouhých 4,5% ve 4 LVS.

Příloha 3: Mapa zastoupení LVS dle scénáře klimatické změny



## 5 KVANTIFIKACE RIZIKA OHROŽENÍ SMRKOVÝCH POROSTŮ DLE SCÉNÁŘE

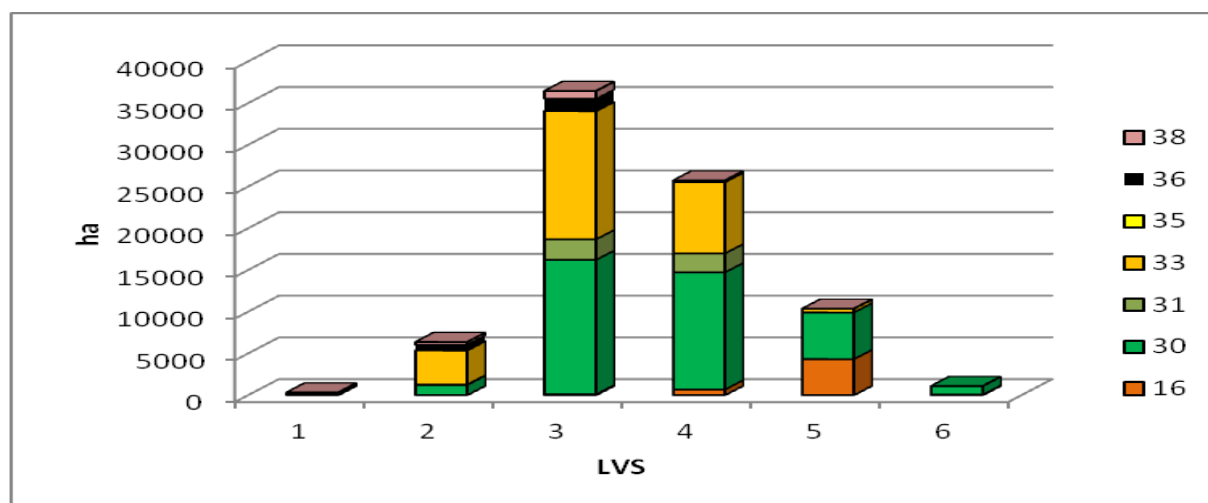
### 5.1 SOUČASNÝ STAV ZASTOUPENÍ SMRKOVÝCH POROSTNÍCH TYPŮ V LVS DLE PLO

Smrkových porostních typů (porostní skupina se zastoupením smrku nad 50%) je v JmK 80 355 ha, tj. 41 % porostní půdy. Dle PLO a LVS je jejich struktura následující:

Tabulka 17.: Zastoupení smrkových porostních typů v JmK dle PLO a LVS

	PLO							
LVS	16	30	31	33	35	36	38	ha
1		20		155	138	3	14	330
2		1229	62	4068	17	677	319	6372
3	108	16120	2463	15361		1469	940	36461
4	683	14046	2275	8534			197	25735
5	4324	5591	1	437			8	10362
6	65	1030						1096
ha	5180	38036	4801	28555	156	2149	1478	80355

Graf 43.: Zastoupení smrkových porostních typů dle PLO a LVS



Komentář: Nejvyšší zastoupení smrkových porostů 47,3 %, tj. 38 tis. ha je v PLO 30, z toho 42 % v 3 LVS a 37% ve 4 LVS. Následuje PLO 33 s 35,5 %, tj. 28 tis. ha, z toho 14 % v 2 LVS, 53 % ve 3 LVS a 30% ve 4 LVS. V PLO 16 je zastoupeno 6,4%, tj. 5 180 ha, z toho 13 % ve 4 LVS a 83 % v 5 LVS.

Příloha 4: Mapa zastoupení smrkových porostních typů – stav

## 5.2 ZASTOUPENÍ SMRKOVÝCH POROSTNÍCH TYPŮ DLE SCÉNÁŘE KLIMATICKÉ ZMĚNY

Dle zpracovaných analýz scénáře klimatické změny ALADIN/CLIMATE.CZ a následného vyhodnocení dopadu na posun LVS v rámci PLO zastoupených v JmK je predikce k roku 2071

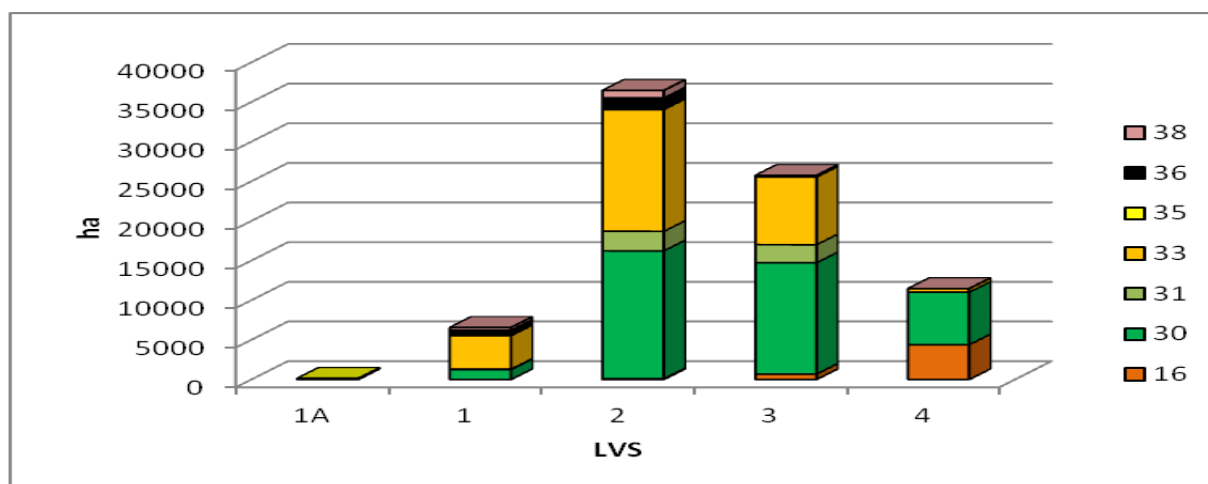
(scénář D + E) následující:



Tabulka 18.: Zastoupení smrkových porostních typů dle PLO a LVS dle scénáře klimatické změny D+E

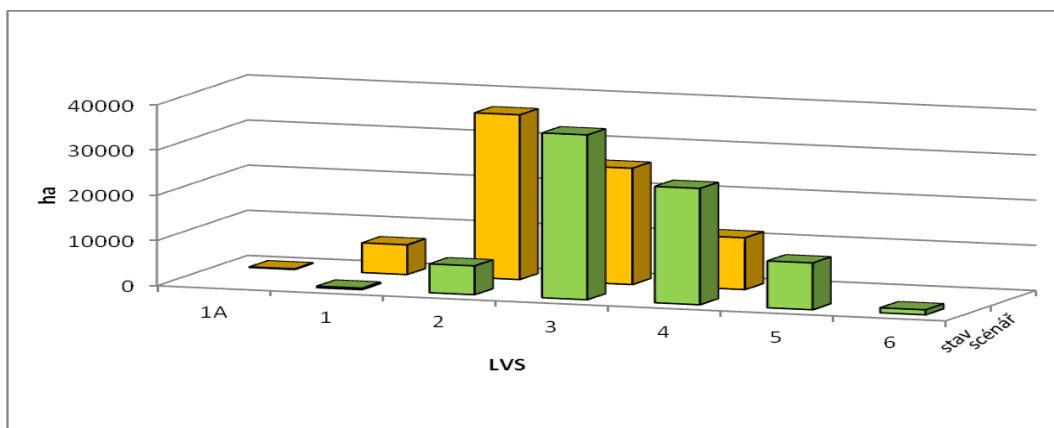
SLT	PLO							ha
	16	30	31	33	35	36	38	
1A					138			138
1		1249	62	4222	17	680	333	6563
2	108	16120	2463	15361		1469	940	36461
3	683	14046	2275	8534			197	25735
4	4390	6622	1	437			8	11457
ha	5180	38036	4801	28555	156	2149	1478	80355

Graf 44.: Zastoupení smrkových porostních typů dle PLO a LVS dle scénáře klimatické změny



Komentář: Scénář klimatické změny predikuje zastoupení smrkových porostních typů na úrovni 4 LVS na ploše 11 tis. ha (14,3%) z toho na PLO 16 5.1 tis. ha a PLO 30 na ploše 6.6 tis. ha. Na úrovni 3 LVS je to 25.7 tis. ha (32%) z toho na PLO 30 14 tis. ha a PLO 33 8.5 tis. ha. Nejvyšší zastoupení vykazuje 2 LVS na ploše 36.4 tis. ha (45,4 %) z toho 16,1 tis ha na PLO 30 a 15,3 tis. ha na PLO 33,

Graf 45.: Porovnání smrkových porostních typů dle PLO a LVS dle scénáře klimatické změny



Komentář: Z predikce scénáře posunu LVS zastoupených smrkových porostních typů vyplývá navýšení anomálie xérické varianty LVS 1A o 100%, LVS 1 o 95%, LVS 2 o 83% a naopak pokles zastoupení LVS 3 o 42 % a 4 LVS o 125%. Stávající smrkové porostní typy v 5 a 6 LVS dle scénáře se přesouvají na úroveň 4 LVS.

V celkové bilanci dopadů scénáře klimatické změny lze konstatovat, že podmínky pro vitalitu smrku lze akceptovat jen na úrovni 4 LVS na ploše 11 457 ha, tj. 14% smrkových porostů. Na úrovni 3 LVS lze vzít v úvahu zastoupení ekotypu „chlumního“ smrku (úzká údolí a žleby) cca z 10%, tj. 8 000 ha. Celkem je tedy ohroženo rozpadem stávajících cca 75 % smrkových porostů, tj. 60 tis ha. Především na úrovni od současného 4 LVS níže.

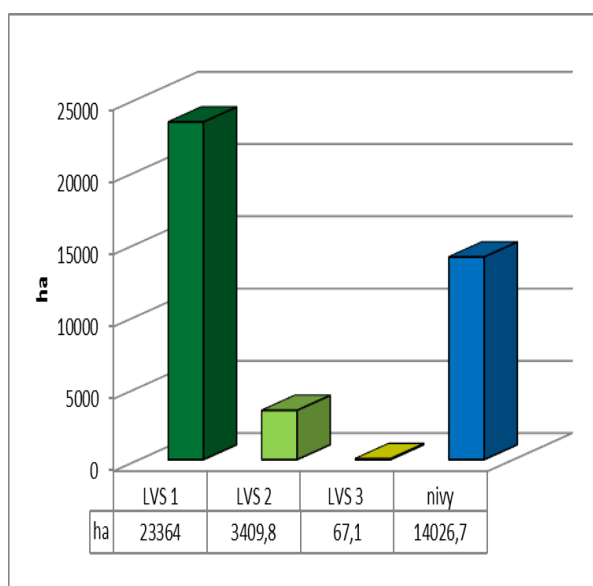
Příloha 5: mapa zastoupení smrkových porostních typů – scénář klimatické změny

## 6 KVANTIFIKACE RIZIKA OHROŽENÍ LESNÍCH POROSTŮ SUCHEM DLE SCÉNÁŘE D+E

### 6.1 SOUČASNÝ STAV ZASTOUPENÍ OHROŽENÝCH LESNÍCH POROSTŮ SUCHEM

Dle zpracovaných analýz scénáře klimatické změny ALADIN/CLIMATE.CZ a následného vyhodnocení dopadu na posun LVS v rámci PLO 35 Jihomoravské úvaly, rep. KVS xérického je predikce k roku 2071 (scénář D + E) následující:

Graf 46.: Strukturované zastoupení LVS v KVS xérickém (PLO 35)



Komentář: Z celkové plochy 40 867 ha je zastoupeno 57,2 % LVS 1 – dubového, 8,3 % LVS buko-dubového, 0,2 % 3LVS budo-bukového a 34,3 % údolních niv (13L).

Citlivost lesních dřevin na klimatické podmínky a charakter ekotopu je dána jejich ekologickými nároky. Čím jsou ekologické podmínky vzdálenější od optima tím jsou lesní porosty zranitelnější.

Výrazné riziko představují společenstva s omezeným hydrickým režimem habrových doubrav na pískách s arenickými subtypy nevyvinutých půd a habrových doubrav na spraších s arenickými subtypy hnědozemí.

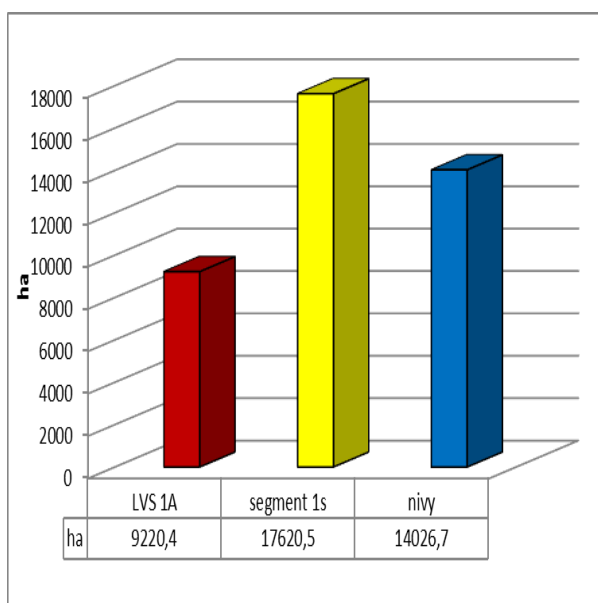
Příloha 6: Mapa zastoupení lokalit ohrožených suchem - stav

### 6.2 ZASTOUPENÍ OHROŽENÝCH LESNÍCH POROSTŮ SUCHEM DLE SCÉNÁŘE KLIMATICKÉ ZMĚNY

Stanovení kritérií pro identifikaci lesních porostů ohrožených suchem vychází s kombinace ekologických nároků dřevin a z hydrických vlastností půdy. V ekosystémovém pojetí klasifikace lesních společenstev lze tuto skutečnost vyjádřit prostřednictvím charakteristik jednotek lesnické typologie a stávajících porostních typů, resp. stupně přirozenosti porostu (MACKŮ, J., 2012). Hydrolimity lesních půd RVK (retenční vodní kapacitu) či VVK ((využitelnou vodní kapacitu půdy) lze odvodit dle I. kategorie zrnitosti půdy (MACKŮ, J., 1982), které jsou součástí databáze lesních půd (ÚHÚL Brandýs n.L.). Samotná kritéria např. hydrolimitu VVK

nejsou pro lesní ekosystémy akceptovatelná. Výsledné hodnoty VVK vyjadřují jen rámcově schopnost jednotlivých půdních typů v závislosti na zrnitosti a fyziologické hloubce půdy zásobovat rostliny vodou. Dřeviny disponují jednak sacím silou řádu několika desítek MPa a jednak dokážou regulovat uzavřením listových průduchů intenzitu evapotranspirace. Limitující jsou především ekologické vlastnosti dřevin a jim odpovídající vlastnosti ekotopu. Na základě ekosystémového pojetí jednotek lesnické typologie a stávajících porostních typů, resp. jejich ekologických nároků, se lze v ohrožení lesních porostů suchem dobře orientovat.

Graf 47.: Zastoupení lesních porostů ohrožených suchem dle scénáře klimatické změny

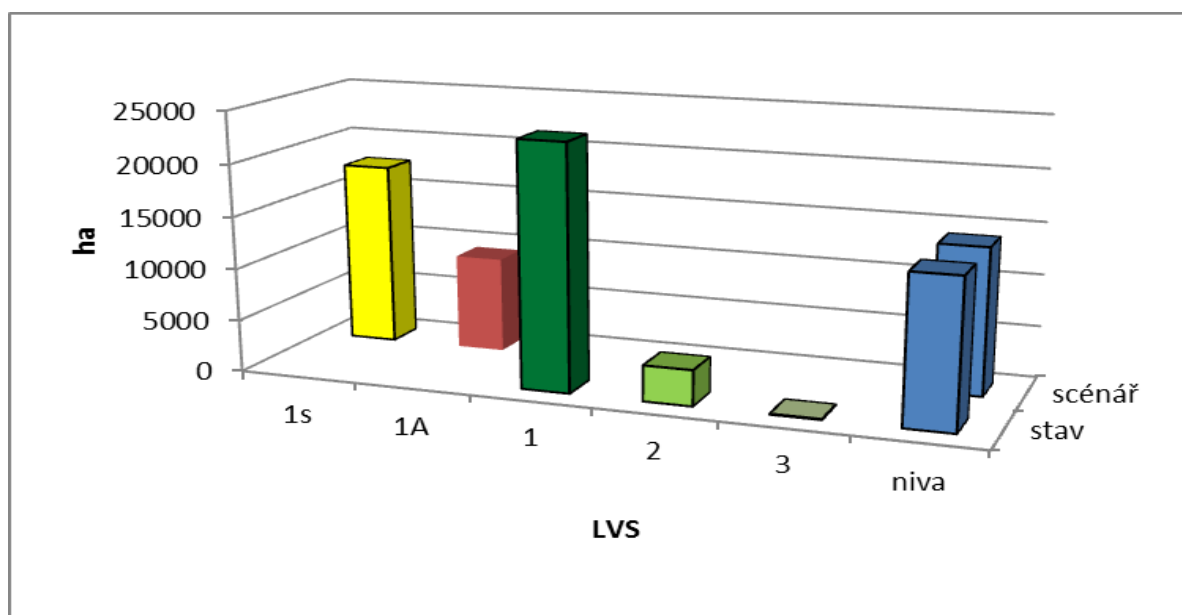


Parametry klimatu podle scénáře typu D+E řadí 1LVS do xerické varianty 1A s ohrožením výrazným suchem a na arenických substrátech typu vátých písků do varianty KVS typu 1s –vyjíměčného sucha. Zastoupení LVS 1A je 22,6 % a KVS typu 1s 43,1 %. Varianta segmentu 1s je upřesněním LVS 1A pro vysychavé arenické substráty proti půdám na spraších. Je tak zahrnuto i hledisko vlastností ekotopu.

Pokud jde o nívy, jedná se o typické azonální společenstvo, kde dynamika vodního režimu je závislá na volné hladině podzemní vody korespondující s úrovní hladiny vodoteče. Při minimálních průtocích

je riziko ohrožení výrazným suchem a naopak při povodňových vlnách může dojít k záplavám a luh má funkci přirozeného poldru.

Graf 48.: Porovnání zastoupení lesních porostů ohrožených suchem dle scénáře klimatické změny



Pozn.: Vyjádření stupně sucha ([www.intersucho.cz](http://www.intersucho.cz)): - bez rizika sucha, - snížená úroveň půdní vláh, - počínající sucho, - mírné sucho, - výrazné sucho, - výjimečné sucho, - extrémní sucho.

Příloha 7: Mapa zastoupení lokalit ohrožených suchem – scénář klimatické změny



## 7 ZÁVĚR

Modelové scénáře možného vývoje klimatu v dalších desetiletích jsou hodně závislé na tzv. emisních scénářích, tj. na odhadu budoucího vývoje lesních ekosystémů a na změnách hospodaření. Scénáře vývoje klimatu nejsou předpovědi počasí na desítky let dopředu. Lze však usuzovat jak se bude nadále zvyšovat teplota, měnit režim srážek a rizikových faktorů. V každém případě je potřeba být připraveni na častější výskyt horkých vln (T30) a suchých období (D10), na větší podíl krátkodobých srážek, méně sněhových srážek a vyšší výpar.

Výsledky scénáře dle modelu ALADIN- CLIMATE/CZ potvrdily vazbu klimatu na jednotky potenciální přirozené vegetace. Je tak možná predikce v souvislosti s posunem LVS, jako dopadu globální klimatické změny. Toto následné zjištění umožňuje případnou aplikaci na adaptabilitu lesních porostů v souvislosti se scénáři globální klimatické změny na exaktním základě. Konkrétní průvodní znaky procesu změny klimatu po poslední době ledové jsou známy jen povšechně. Především velmi citlivě reaguje dřevinná synuzie, jako edificátor lesní

geobiocenózy, různým stupněm vitality růstu. Dále změnou fytocenózy (druhová, abundance a dominance), změnou ekotopu, provázenou změnou humusové formy a koloběhu živin (pH, sorpční komplex, vytěšňování Al apod.). Stresovaná stadia lesních společenstev jsou provázena zpravidla sníženou fruktifikací dřevin, nižší klíčivostí a vitalitou semenáčků nebo úplnou neplodností semen a tím dochází k celkovému oslabení regeneračních schopností ekosystému.

Vlastní geneze globální klimatické změny na stresem zatížené ekosystémy je složitou záležitostí, zatím nedostatečně objasněnou. Především musí být jasno v tom, proč některé porosty na stejných stanovištních podmínkách ztrácejí vitalitu a jiné v odlišné PLO odolávají - jinak může dojít ke zcela zkresleným závěrům. Rozhodující roli hraje vedle klimatických podmínek zřejmě genetika porostu, vazba na ekotop a mezoklimatické podmínky. Takováto diferenciacie musí být podložena konkrétními údaji o původnosti porostů, klimatu a mezoklimatu daného území. Důvodem je vzájemný synergismus stresových faktorů a jejich obtížná kontrolovatelnost, v jakém stádiu se ekosystém nachází. Je zřejmé, že odolnost dřevin významně ovlivňuje trofnost půdy (podloží, ale i příznivá humifikace vlivem příměsí listnáčů) a příznivé vlhkostní poměry v závislosti na obsahu a kvalitě humifikace, resp. mineralizace.

Riziko zranitelnosti lesního ekosystému, coby původně klimaxového společenstva, ovlivněného klimatickou změnou je značné. Především je tu zrádnost setrvačnosti zdánlivě neprojevující se žádnou nebo málo přesvědčivou reakcí. O to brutálnější může být rychlý kolaps celého systému. Konečný impuls může být vyvolán zcela nevinným spouštěcím mechanismem na principu mávnutí „motýlího křídla“. Výsledek poškození může ale rychle vést ke strukturálním změnám s náhradou plevelných druhů. Začít cestou uplatněním adaptačních opatření ve smyslu pojetí „principu předběžné opatrnosti“ je naprosto prioritní už z podstaty lesního ekosystému, neboť se jedná o běh na dlouhou trať.





## 8 LITERATURA

- Ambroz, Z., 1977: *Přehled a stručná charakteristika variant vegetační stupňovitosti ČSFR*. Lesnická fakulta VŠZ Brno, 6.str., 1 příloha
- JANKOVSKÝ J., CUDLÍN, P., ČERMÁK, P., MORAVEC, I. 2004. *The prediction of development of secondary Norway spruce stands under the impact of climatic change in the Drahaný highlands (The Czech Republic)*. *Ekologia (Bratislava)*, 23, Supplement 2/2004, 101-112
- JANOUSH D., A KOL., 2011: *Dopady změny klimatu a návrhy adaptačních opatření v sektoru lesnictví*, Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i., 19 str. (3 přílohy).
- JANOUSH, J. A KOL., 2002: *Projekt VaV/740/1/01 Klimatická změna a klimatické fluktuace normály vybraných klimatologických prvků na území ČR, dílčí projekt 02 Výzkum dopadů klimatické změny vyvolané zesílením skleníkového efektu na sektor lesního hospodářství*, 63 str.
- VOŽENÍLEK, V. A KOL., 2007: *Atlas podnebí Česka*, ČHMÚ, Univerzita Palackého v Olomouci, 255 str., ISBN 978-80-86690-26-1
- KELLOMAKI, S., KARJALAINEN, T., MOHREN, F., LAPVETELAINEN, T. (EDS.), 2000, *Expert assessments on the likely impacts of climate change on forests and forestry in Europe*. *EFI Proceedings* 34.
- MACKŮ, J., 1982: *Stanovení hodnot polní kapacity a jejich využití v pedologické a inženýrskogeologické praxi*, ÚHÚL Brandýs nad Labem, s. 5
- MACKŮ J. in MOLDAN B.- SOBÍŠEK B., 1995: *Závěrečná zpráva projektu: Územní studie změny klimatu ČR*, NKP ČR, 55 stran, I-III Dodatky
- MACKŮ, J. a kol., 1996, 1999: *Metodika Oblastních plánů rozvoje lesů*, ÚHÚL Brandýs n.L., 119 str.
- MACKŮ J. a kol., 2004: *Pracovní postupy Oblastních typologických elaborátů*, ÚHÚL Brandýs n.L., 33 str.
- MACKŮ J., 2012: *Návrh cílové druhové skladby*, NLP II. manuskript
- MACKŮ, J., 2012: *Methodology for establishing the degree of naturalness of forest stands*. *Acta univ. Agric. Et. Silv. Mendel., Brun., LX, No. 5*, pp. 161-166
- MACKŮ, J., 2014: *Climatic characteristics of forest vegetation zones of the Czech republic*, *Journal of Landscape Ecology* (2014) vol. 7/ No 3, pp. 39-48
- MACKŮ, J., 2015: *Klimatické charakteristiky lesních vegetačních stupňů v lesnic-typologickém klasifikačním systému lesů ČR*, ÚHÚL Brandýs nad Labem, ISBN: 978-80-90599-6-7, pp. 74
- MIKYŠKA, R., 1989: in DYKJOVÁ D. a kol.: *Metody studia ekosystémů*, Academia Praha, 1989, 690 str.
- NILSSON A., 1899: in DYKJOVÁ D. a kol.: *Metody studia ekosystémů*, Academia Praha, 1989, 690 str.
- POLÁK, T., CUDLÍN, P., MORAVEC, I., ALBRECHOTVÁ, J., 2007, *Macroscopic indicators for the retrospective assessment of Norway spruce crown response to stress in the Krkonoše Mountains*. *Trees* 21, 23-35

PRETEL, J. ET AL., 2010, Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření (IV), Závěrečná zpráva o řešení projektu VaVSP/1a6/108/07 za rok 2010, ČHMÚ 2010

ŠTĚPÁNEK, P., SKALÁK, P. AND FARDA, A., 2008: RCM ALADIN-Climate/CZ simulation of 2020-2050 climate over the Czech Republic. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině (Mikulov 9. – 11.9.2008). CD-ROM. ISBN 978-80-86690-55-1

ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., SKALÁK, P., 2009: Data quality control and homogenization of air temperature and precipitation series in the area of the Czech Republic in the period 1961–2007. *Advances in Science and Research*, 3, 23–26

ŠTĚPÁNEK, P., 2011: Klimatická data pro LVS v PLO ČR ČHMÚ, pobočka Brno

Tüxen R., 1956: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. *Angewandte Pflanzensoziologie*, 13: 5–55.

Zlatník, A., 1976: *Lesnická fytocenologie*. Praha, SZN Praha: 455 s.

ÚHÚL BRANDÝS N. L. : Oblastní plány rozvoje lesů, 1997- 2003

[www.uhul.cz](http://www.uhul.cz)

[www.intersucho.cz](http://www.intersucho.cz)

## 9 PŘÍLOHY

Příloha 1 : Mapa zastoupení lesních vegetačních stupňů (LVS)

Příloha 2 : Mapa Klimaticko-vegetačních segmentů (KVS)

Příloha 3 : Mapa zastoupení lesních vegetačních stupňů dle scénáře klimatické změny (ScLVS)

Příloha 4: Mapa zastoupení smrkových porostních typů – stav (SM)

Příloha 5: mapa zastoupení smrkových porostních typů – scénář klimatické změny (ScSM)

Příloha 6: Mapa zastoupení lokalit ohrožených suchem – stav (S)

Příloha 7: Mapa zastoupení lokalit ohrožených suchem – scénář klimatické změny (ScS)