

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Ústav pro životní prostředí**

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí  
Studijní obor: Ochrana životního prostředí



**Bakalářská práce**

**Vliv počasí a podnebí na kůrovcové kalamity na  
Šumavě**

*The impact of weather and climate on bark beetle calamity in  
Šumava mountains*

**Lukáš TŮMA**

Praha, srpen 2014

Vedoucí práce: RNDr. Ivan SLÁDEK, CSc.

**Jméno a příjmení autora:** Lukáš Tůma  
**Název bakalářské práce:** Vliv počasí a podnebí na kůrovcové kalamity na Šumavě  
**Název práce v angličtině:** The impact of weather and climate on bark beetle calamity in Šumava mountains  
**Katedra:** Ústav pro životní prostředí  
**Vedoucí bakalářské práce:** RNDr. Ivan Sládek, CSc.  
**Rok obhajoby:** 2014

## **Abstrakt:**

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) je přirozený škůdce lesa, který se živí na jehličnatých stromech, zejména pak na smrkovém porostu. Z odborné literatury vyplývá, že teplé a suché počasí podporuje populační růst kůrovce, zatímco chladné a vlhké počasí jeho růst brzdí. Teplota je důležitá z hlediska rychlosti vývoje – ovlivňuje počet generací, které kůrovec během roku stihne vytvořit a dále ovlivňuje jeho přežívání v zimě. Nedostatek srážek oslabuje smrky a činí je snáze napadnutelné kůrovcem. Hojnost srážek naopak umožňuje namnožení plísni a jiných přirozených nepřátel kůrovce.

Cílem praktické části této práce bylo analyzování závislosti populační dynamiky lýkožrouta smrkového na počasí, a to na základě dat z NP a CHKO Šumava. Nepodařilo se prokázat statisticky významný vliv teploty a srážek na rychlost růstu populace lýkožrouta smrkového. Rychlost růstu byla signifikantně závislá pouze na abundanci lýkožrouta v předchozím roce. Pro další zkoumání vztahu klimatických ukazatelů a populační dynamiky lýkožrouta by bylo třeba získat kvalitnější a dlouhodobější data o početnosti lýkožrouta; těžené kůrovcové dříví může být zatíženo různými rušivými (např. ekonomickými) vlivy.

## **Klíčová slova**

lýkožrout smrkový, kůrovec, Šumava, gradace, klima, teplota, srážky

## **Abstract:**

European spruce bark beetle (*Ips typographus*) is a natural forest pest that feeds on coniferous trees, mainly on spruce. Previous studies showed that population growth of bark beetle is supported by warm and dry weather and hindered by cold and humid weather. Temperature affects development rates and influences the number of generations bark beetle may produce during one season; furthermore, it affects survival rates during the winter. Low precipitation leads to water stress of spruce trees which become more prone to bark beetle infestation. High precipitation promotes growth of mold and other natural enemies of bark beetle.

The aim of the experimental part of this thesis was to analyze the relationship between population dynamics of bark beetle and weather, using data from the Šumava national park. Data did not show a significant effect of temperature and precipitation on the population growth rate of bark beetle. The growth rate was significantly correlated only with the abundance of bark beetle in the previous year. For further examination of population dynamics of bark beetle in connection with climate characteristics, it would be required to obtain better and more long-term data on bark beetle abundance; harvested bark beetle wood may be influenced by a variety of interfering (e.g. economical) effects.

## **Keywords**

spruce bark beetle, Šumava, gradation, climate, temperature, precipitation

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci: *Vliv počasí a podnebí na kůrovcové kalamity na Šumavě* vypracoval samostatně pod vedením RNDr. Ivana Sládka, CSc., a uvedl v ní všechny použité literární a jiné odborné zdroje v souladu s právními předpisy, vnitřními předpisy Karlovy univerzity a vnitřními akty řízení Karlovy univerzity a Přírodovědecké fakulty UK.

V Rožmitále pod Třemšínem dne 11. srpna 2014

---

vlastnoruční podpis autora

## **Poděkování:**

Zde bych velmi rád poděkoval panu RNDr. Ivanu Sládkovi, CSc., a prof. RNDr. Pavlovi Kindlmannovi, DrSc., za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěli k vypracování této bakalářské práce.

## OBSAH

1.	ÚVOD .....	6
2.	NP A CHKO ŠUMAVA .....	6
2.1.	GEOLOGIE .....	6
2.2.	OROGRAFIE .....	7
2.3.	PŮDY .....	10
2.4.	PODNEBÍ .....	10
2.5.	VODSTVO .....	12
2.6.	VEGETAČNÍ KRYT .....	13
2.6.1.	LESY .....	14
2.6.2.	LOUKY .....	16
2.6.3.	RAŠELINIŠTĚ .....	16
2.7.	FLÓRA A FAUNA .....	17
2.7.1.	ŘASY ŠUMAVSKÝCH POTOKŮ .....	17
2.7.2.	MECHOROSTY .....	17
2.7.3.	HOUBY .....	18
2.7.4.	CÉVNATÉ ROSTLINY .....	18
2.7.5.	SAVCI .....	18
2.7.6.	PTÁCI .....	19
2.7.7.	BROUCI .....	19
2.7.8.	OBOJŽIVELNÍCI .....	20
2.8.	ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A JEHO OCHRANA .....	20
3.	LÝKOŽROUT SMRKOVÝ .....	21
3.1.	BIOLOGIE A BIONOMIE .....	21
3.2.	POPULAČNÍ DYNAMIKA .....	23
3.3.	VLIV KŮROVCE NA LESNÍ EKOSYSTÉM .....	25
3.4.	MANAGEMENT A OCHRANA LESŮ .....	27
3.5.	VLIV POČASÍ A KLIMATU NA KŮROVCOVÉ KALAMITY NA ŠUMAVĚ .....	28
4.	PRAKTICKÁ ČÁST .....	28
4.1.	CÍL A HYPOTÉZA PRAKTICKÉ ČÁSTI .....	28
4.2.	VSTUPNÍ DATA A METODA ZPRACOVÁNÍ .....	28
4.3.	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	29
4.4.	ZÁVĚR .....	35
5.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	36
6.	PŘÍLOHA .....	38

## 1. ÚVOD

V několika posledních letech mě osobně velmi zaujala problematika lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a jeho spojitost s NP a CHKO Šumava. Rozhodl jsem se tedy této oblasti věnovat se zaujetím nad otázkou, zda existuje vliv mezi počasím, klimatem a kůrovcovými kalamitami. Na základě dostupných dlouhodobých pozorování aspektů počasí, zejména pak teploty a úhrnu srážek, a intenzity výskytu lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*), bych rád našel vztahy mezi oběma druhy jevů. Cílem je popsat závislost mezi populační dynamikou lýkožrouta smrkového v NP Šumava a klimatickými ukazateli (teplotou a srážkami). Cílem práce je také získání objektivních vědeckých poznatků, nikoli podpora či negace kterékoli z „politických“ koncepcí řešení kůrovcových kalamit, které spolu v ČR soupeří.

## 2. NP a CHKO ŠUMAVA

### 2.1. GEOLOGIE

Oblast Šumavy dle geologického hlediska tvoří horninová tělesa různého stáří. Současný georeliéf Šumavy se tvoří stamilióny let a je tvořen pestrou škálou horninového složení (Anděra et al. 2003).

Šumava je z geologického hlediska řazena do Moldanubika. Moldanubikum zde tvoří soubory přeměněných hornin předprvohorninového stáří a hlubinné vyvřeliny. Do souboru Moldanubika patří i Novohradské hory, Český les, Českomoravská vrchovina a zasahuje až k Dunaji (Anděra et al. 2003).

Šumavské moldanubikum je nejvýznamnější oblastí výskytu zlata v krystalinických jednotkách Českého masívu (Babůrek et al. 2006). Moldanubikum Šumavy se rozděluje na několik základních geologických jednotek a to na jednotvárnou jednotku, pestrou jednotku, granulitové masivy, jednotku Královského hvozdu a jednotku Kaplickou (Anděra et al. 2003).

**Jednotvárná jednotka** je svých rozsahem největší. Nachází se v okolí Volyně, Kašperských Hor, Volyně, Prachatic a Českého Krumlova. Plagioklasové pararuly ať biotitické či muskovitické, které byly migmatitizovány, jsou součástí horninového složení. Mezi dominantní nerosty, které tvoří zdejší horniny, můžeme zařadit křemen, biotit, draselné živce, muskovit a granát (Anděra et al. 2003).

**Pestrá jednotka** se od jednotvárné jednotky liší svým pestrým horninovým složením. Převážnou část hornin zde též tvoří plagioklasové pararuly v mnoha odrudách, avšak nachází se zde i krystalické vápence, tak zvané mramory, amfibolity a grafitické horniny. V menší

míře jsou zde zastoupeny i dolomitické a grafitické vápence. Zastoupeny jsou zde i ortoruly a granulity (Anděra et al. 2003).

**Granulitové masivy** jsou tvořené třemi masívy. Prvním je masív Blanského lesa, následovaný křišťanovským masívem a konče masívem prachatickým. Název masívu vypovídá o horninovém složení, kdy se zde nachází právě granulity, horniny světlých barev složené z draselného živce, dále křemene a granátu (Anděra et al. 2003).

**Jednotka Královského hvozdu** se nalézá v pohraničí od Nýrska po Železnou Rudu, táhnoucí se až ke Kvildě. Z horninového složení zde můžeme mluvit o kvarcitech a krystalickém vápenci. Z minerálu se zde ve větší míře nachází křemen, muskovit, biotit a granáty (Anděra et al. 2003).

**Kaplická jednotka** se vyskytuje v okolí Vyššího Brodu. Nejvíce zastoupenou horninou jsou biotiticko-muskovitické pararuly a svorové ruly. Z minerálů je zde zastoupen křemen, živce a slídy. Z Moldanubika tvoří tato část nejmladší jednotku (Anděra et al. 2003).

Na území Šumavy zasahuje ze severu plutonický komplex, který je tvořen kolineckým, klatovským a střelskohoštickým výběžkem. Horninové složení zde představují živce, křemen, biotit a amfibolicko-biotické granodiority. Moldanubický plutón zasahuje na Šumavu od jihovýchodu. Je tvořen masívem Plechého, masívem Želnavské hornatiny a masívem prášilským. Horninové složení zde tvoří biotitická žula a adamellit (Anděra et al. 2003).

Na nerostné suroviny je pak Šumava velmi chudá. Vyskytují se zde ložiska stříbra, zlata, zinku a olova. Jedná se o ložiska, která byla kdysi vytěžena, některá by potřebovala další průzkum a některá by přinesla velmi negativní zásah do životního prostředí, kdyby se mělo jednat například o těžbu zlata u Kašperských Hor (Anděra et al. 2003). V malém množství se zde vyskytují i rudy železa (Anděra et al. 2003).

## 2.2. OROGRAFIE

NP a CHKO Šumava se nachází v jihozápadní části České republiky sousedící s NP Bavorský les v Německu. Samotný název „Šumava“ zřejmě vznikl z charakteristiky lesního prostředí, které vydává za pohybu větru „šumění“ (Anděra et al. 2003).

Jedno z prvních geografických vytyčení oblasti vykonal v polovině 19. století významný český geolog Jan Krejčí. Napsal knihu Der Bohmerwald, na které spolupracoval pan profesor Josef Wenziga. Oblast Šumavy byla rozdělena na dva celky a to na samotnou Šumavu a Český les. V dnešní době nám tyto subprovincie spojuje celek Všerubské







Díky řekám Úhlava, Křemelná, Vydra, Blanice a Vltava, které prohloubily zarovnaný reliéf, se vytvořil systém horských hřbetů Šumavy s relativně většími výškovými rozdíly. Součástí Trojmezenské hornatiny je nejvyšší vrch **Plechý** (1378 metrů nad mořem). Na Boubínské hornatině je to vrch **Boubín** (1362 metrů nad mořem). A na Želnavské hornatině je to pak **Lysá**, která dosahuje výšky 1228 metrů nad mořem (Balatka a Kalvoda 2006).

### 2.3. PŮDY

Šumavské podhůří je tvořeno nejhojnějším českým půdním typem a to **hnědými půdami**, které se vyskytují v nadmořské výšce od 450 do 800 metrů nad mořem. Zdejší půda je bohatší na horninový skelet, a tak je vhodná spíše pro lesní hospodářství než pro zemědělství (Babůrek et al. 2006). V nivách vodních toků se pak vyskytují gleje, které vznikají za přítomnosti prostředí s trvale vysokou hladinou podzemních vod (Babůrek et al. 2006).

**Podzoly** jsou hlavním půdním typem horské Šumavy. Tyto půdy jsou charakteristické pro chladné a vlhké klima v polohách nad 800 m n. m. Vyvíjejí se pod slabou humusovou vrstvou, kde se vnitro půdním zvětráváním uvolňují oxidy a hydroxidy železa do spodních půdních horizontů (Babůrek et al. 2006). Alpínské půdní formy se vyvinuly během glaciálního a postglaciálního vývoje na masívu Jezerní hory, dále na Poledníku a mezi Roklanem a Luzným. Charakterizuje je hrubý štěrk zvlněného řádu, girlandové půdy a šestiboké útvary tvoří polygonální půdy (Babůrek et al. 2006).

**Nivní půdy** vznikají v údolích řek a tvoří jej říční náplavy. Ploché uložení nivních sedimentů vytváří typické krajinné tvary. Typickým příkladem je Mrtvý luh Vltavy (Babůrek et al. 2006).

Ve skalních výchozech se vytvářejí **rankery**, které jsou charakteristické humusovým horizontem nasedajícím přímo na skalní podloží.

Půdní fond Šumavy je z asi 85 až 90 % pokryt lesy, z 10 až 15 % trvalými travními porosty (hlavně loukami a pastvinami), dále komunikacemi a stavbami (Babůrek et al. 2006).

### 2.4. PODNEBÍ

Česká republika je vnitrozemským státem, který leží v mírných zeměpisných šířkách severní polokoule. Z hlediska umístění ČR v Evropě, je možné říci, že se naše republika nachází v oblasti přechodného klimatu středoevropského, v západní části území je

větší vliv oceánu, směrem na východ vzrůstá vliv kontinentu. Oblast Šumavy patří do kategorizace CH2, CH3 – chladná 2 a 3 (Voženílek 2007).

Na počátku 19. století byly na Šumavě zřízeny první meteorologické stanice. Na těchto stanicích se měřily hlavně srážky. Vůbec první stanicí byla meteorologická stanice v obci Srní. Postavena zde byla již v roce 1818. Po vzniku Československa se obor meteorologie a klimatologie více rozvíjel, a tak vznikly nové meteorologické stanice po ČSR. Meteorologická stanice Churáňov leží ve výšce 1122 metrů nad mořem a je jedinou stanicí ve středu Šumavy, která má více jak třicetiletou řadu naměřených hodnot (Anděra et al. 2003).

Podnebí Šumavy se dělí na dvě části. První část tvoří pohraniční pásmo Šumavy a přilehlých údolí Vltavické brázdy, horní Vltavy, Otavy a jihozápadní část Boubínské hornatiny a Želnavské hornatiny. Druhá klimatická oblast se skládá ze severovýchodní části Šumavského podhůří (Anděra et al. 2003).

Šumavu lze dle klimatického členění zařadit do chladné oblasti středoevropského středohorského typu podnebí. Do mírně teplého klimatického členění můžeme zařadit údolí Vltavy a jižní svahy Želnavské hornatiny. V této klimatické oblasti dochází jen k malým výkyvům roční teploty a srážek (Anděra et al. 2003).

K nejchladnější části Šumavy patří Šumavské pláně, které zabírají rozlohu 450 kilometrů čtverečních a jsou tak největším a nejvyšším souvislým územím ve střední Evropě (Anděra et al. 2003).

Z meteorologické stanice Churáňov můžeme díky jejím dlouholetým měřením teploty vyzorovat, že zima na stanici vrcholí během poloviny ledna a února. Naopak nejvyšší teploty jsou na Šumavě dosaženy začátkem srpna. Tropické dny s hodnotou větší jak 30 °C se vyskytly v pěti letech a to ve čtyřech letech po jednom dni. V roce 1983 pak byla naměřená nejvyšší dosažená hodnota a to 34.2 stupně Celsia. Nejchladnější měsíc byl v únoru – 14.2 °C. Nejchladnějším dnem byl pak 30. leden 1987 s teplotou -41.6 °C. Vegetační období trvá 150 dní (Anděra et al. 2003).

Šumava má tři srážková pásma. Prvním pásmem je návětrná část Šumavy, která je návětrím vůči jihozápadnímu proudění vzduchu. Druhé pásmo je tvořené vrcholem Boubín a Churáňov. Třetím pásmem je závětrná část Šumavy, kterou tvoří vrcholy jako Javorník, Libín a Blanský les s Kletí (Anděra et al. 2003).

Na vrcholu Březník spadne v průměru za rok 1552 mm srážek, a tak se stává nejdeštivějším místem na Šumavě. Zimní srážky v podobě sněžení tvoří 40 % všech ročních srážek. Se sněžením se dle meteorologických údajů můžeme na Churáňově setkat v každém měsíci – v roce 1978 zde sněžilo již 31. srpna a v roce 1971 zde sněžilo 1. července.

Důležitým klimatickým faktorem pro rozvoj vegetace je oblačnost, sluneční svit a vítr. V centrální části Šumavy ve výšce nad 1000 metrů nad mořem je v létě oblačnost vyšší než v podhůří a v zimě je to naopak. Na Šumavě převládá vítr severozápadního směru. Nejsilnější vítr se přehnal přes Šumavu 1. března 1990 a to rychlostí 162 kilometrů za hodinu a způsobil velké škody na porostu jehličnatých stromů (Anděra et al. 2003).

Na sklonku roku 1875 vznikly na Šumavě, za silného větru a sněhu, velké škody a to v podobě kalamitních polomů, které lesníci nestačili zpracovat, a tak v návaznosti na polomy následovala i kůrovcová kalamita (Anděra et al. 2003).

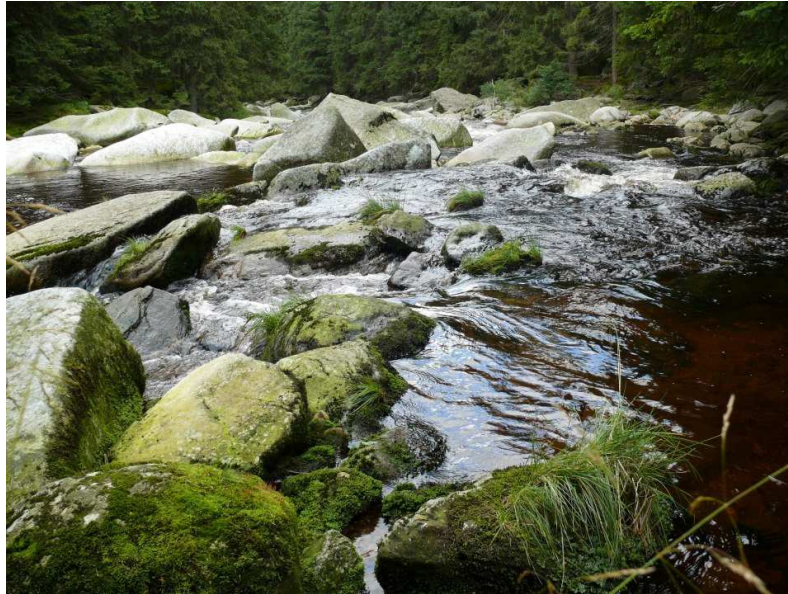
V roce 2002 nastala na Šumavě rapidní změna úhrnu srážek, kdy byl dlouhodobý průměrný úhrn srážek na stanici Churáňov překonán. Dlouholetý úhrn srážek 1091 mm za rok byl roku 1995 navýšen na 1470 mm, ale v roce 2002 byl opět překonán na 1549 mm srážek za rok (Anděra et al. 2003).

## 2.5. VODSTVO

Šumava je vodohospodářsky velmi významnou oblastí a byla v roce 1978 vyhlášena chráněnou oblastí přirozené akumulace vod (Anděra et al. 2003).

NP a CHKO Šumava je velmi bohatá na vodní toky, rašeliniště a slatiniště. Můžeme zde zmínit některé z nich. U obce Křišťanov ve výšce 972 metrů nad mořem pramení řeka Blanice, která ústí u Putimi ve výšce 362 metrů nad mořem do řeky Otavy. Délka toku je 93 kilometrů a rozkládá se na ploše povodí o velikosti 804,9 km<sup>2</sup>. Říčka Křemelná pak pramení půl druhého kilometru od vrcholu Pancíře ve výšce 1214 metrů nad mořem a zhruba 5 kilometrů od Čeňkovy pily ústí do řeky Vydry. Řeka Úhlava pramení na západním svahu Pancíře ve výšce 1110 – 1150 metrů nad mořem v okolí Irlovské louky. Řeka ústí do řeky Radbuzy v Plzni. Délka toku činí necelých 108,5 kilometrů a má povodí o ploše 919,4 kilometrů čtverečních. Pramen Vltavy se nachází 1,5 kilometru od Černé Hory ve výšce 1315 m n. m. (Anděra et al. 2003).

Dalšími významnými toky jsou například říčka Vydra či Slatinský potok. Vydra má charakter horské říčky (Obr. 3). Vydra má povodí o velikosti 146,2 km<sup>2</sup>. Vodní zajímavostí je na Šumavě Schwarzenberský plavební kanál, který byl vybudován rodem Schwarzenbergů v období (1789 - 1822). Propojuje dvě úmoří a to Severního a Černého moře (Anděra et al. 2003).



**Obr. 3 Říčka Vydra (NP a CHKO Šumava)**

Autor: Lukáš Tůma

## 2.6. VEGETAČNÍ KRYT

Vegetační kryt na Šumavě je dán klimatem, reliéfem terénu, vlhkostí, horninovým a půdním podložím a lidskou činností. V oblastech Šumavy se původně rozprostírala třetihorní vegetace, která s nástupem ledových dob ustoupila na jih Evropy. V chladných obdobích na pláních Šumavy převažovala stepní vegetace jalovců, bříz a vrb v keříkovitých formách. V dobách meziledových byla na Šumavě podobná vegetace, jakou známe dnes. Před 10 000 lety začaly na Šumavu pronikat z jihu jehličnaté stromy. Nejprve to byly borovice, které posléze vytlačil smrk. Postupně se na Šumavě začala tvořit výšková vegetační pásma stromového porostu. V nižších polohách se začaly objevovat jedle a buky, níže pak javory a jilmy. Stabilizace vegetačního pokryvu Šumavy nastala před 3000 lety, kdy se objevilo pro Šumavu typické složení smíšených horských lesů. Květnaté bučiny, převažující v nadmořské výšce od 600 metrů nad mořem, se staly místem pro rozvoj keřového patra zimolezu a lýkovce. Bylinné patro, jak jej známe dnes, tvořila například kyčelnice, žindava, řeřišnice a svízeľ. V nadmořské výšce 1200 m n. m. jsou typické horské smrčiny a na určitých částech se objevují i klečové porosty (Anděra et al. 2003).

Na Šumavě se vyskytuje několik druhů smrčiny. Významný biotop tvoří papratkové smrčiny, což jsou smrčiny, kde se v hojném počtu vyskytuje papratka horská (*Athyrium distentifolium*) a vysoké subalpínské byliny. Dále třtinové smrčiny, kde je dominantním druhem metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*).

Podmáčené a rašelinné smrčiny vznikají na velmi podmáčeném podloží. Mechové patro má zde největší pokryvnost, která dosahuje 70 procent a tvoří jej rašeliníky (*Sphagnum spp.*) (Šantrůčková H., Vrba J. 2010).

## **2.6.1. LESY**

### **2.6.1.1. HISTORIE ŠUMAVSKÉHO LESA**

Hvozdy Šumavy jsou od nepaměti považovány za hluboké lesy. Doloženým keltským názvem pro Šumavu je „Gabreta“. Když zajdeme dále do historie, tak narazíme na název „Hule Silva“, což je název používaný již Řeky. Hluboké hvozdy se táhly od dnešního Českého lesa po Novohradské hory. Rozsáhlý prales byl kolonizován na česko-bavorském pomezí v 9. století. Vládcí Čech si již v minulosti uvědomovali, že hluboký les je přirozenou obranou království, a tak zanechali významnou část Šumavy v majetku Koruny, dnes nese část Šumavy název Královský hvozd. V další době lesa spíše ubývalo, člověk potřeboval dále více a více dřeva na zbraně, domy, později na všechny druhy průmyslu. V druhé polovině 20. století přišel režim, který mocensky uchopil určitá pohraniční území, která obehnal ostnatým plotem a vystěhoval osady a vesnice. Šumava se tak znovu obnovovala, les se vrátil do míst, kde byl dříve vymýcen. Ostatně i v literatuře 18-20. století se o významu Šumavy a jejich krásách zmiňují někteří místní spisovatelé, například Adalbert Stifter či Karel Klostermann (Šantrůčková a Vrba 2010).

V roce 1970 byl v Německu vyhlášen Národní park Bavorský les (Heurich et al. 2011). V České republice byl pak o 21 let později v roce 1991 vyhlášen Národní park Šumava. Během staletí postihovaly lesy Šumavy orkány a vichřice. Posledním takovým největším orkánem byl v roce 2007 orkán Kyrill. Vstupem České republiky do EU a později do Schengenského prostoru znamenala pro Šumavu a Bavorský park spojení do názvu „Divoké srdce Evropy“ (Šantrůčková a Vrba 2010).

### **2.6.1.2. PROBLEMATIKA ŠUMAVSKÉHO LESA**

Přirozené smrčiny na Šumavě vypadaly před několika staletími jinak než dnes. Typickým příkladem může být Boubínský prales, který je v jádru přirozeným lesem, který je kolem obehnan hospodářskou smrkovou monokulturou. V minulosti převládala v nižších polohách směs buku a jedle. Smrkový les se vyskytoval až ve větších nadmořských výškách a od 1000 do 1200 metrů nad mořem, kde zcela převažoval. Původní smrčiny se vyznačovaly neprostupností s mnoha vývraty a tlejícími stromy. Porost tvořily 200 až 300leté smrky. Na

tlejších stromech vyrůstaly nové semenáčky, které představují přirozenou obnovu lesa. Působení vichřice a lýkožrouta smrkového sehrávaly hlavní roli v obnově celého lesního ekosystému (Šantrůčková a Vrba 2010).

Při vývratu stromů dochází k prosvětlení a uvolnění místa. Dosud zmlazující se podrost zaujme uvolněný prostor pro svůj rychlejší růst. Polomy krátce polámaných stromů jsou okamžitou příčinou namnožení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Stromy se v poškozeném stavu nemohou účinně bránit, a tak se lýkožrout smrkový rychle množí (Šantrůčková a Vrba 2010).

Dynamika vývoje horského smrkového lesa je podmíněna disturbancemi, a to jak vichřicemi, tak zásahem lýkožrouta smrkového. Následuje obnova porostu. Zmlazuje se smrk a další stromy, podrost v počátku obsahuje pionýrské druhy. Zejména kvůli vnitrodruhové konkurenci se zmlazující se les prořezuje. Lesní podrost pomalu stárne a starší stromy uvolňují prostor nově zmlazujícímu se podrostu. Po 400 letech od narušení stromového patra se dostáváme do fáze, kdy lesní podrost připomíná prales. Tak je završen tzv. „velký cyklus lesa“ (Šantrůčková a Vrba 2010).

Šumavu postihlo za posledních 25 let několik větrných kalamit. Nejsilnější z nich přišla v noci z 18. na 19. ledna 2007. Orkán „Kyrill“, způsobil velmi vážné poškození lesa. Vítr se přes meteorologickou stanici Churáňov přehnal rychlostí 137 kilometrů za hodinu. Lokality, kde se v minulosti nahodile těžilo, byly orkámem poškozené nejvíce. Bylo to v místech, kde se v předchozích letech opakovaně zasahovalo proti kůrovci, a to kácením napadených stromů (Šantrůčková a Vrba 2010).

Šumavské smrčiny byly v posledních letech rozparcelovány do menších ostrůvků a kvůli kůrovci byly ještě navíc rozředěné. Stromy, které původně rostly v zapojeném lese, se najednou ocitly v porostních stěnách. Smrkový porost měl nezavětvené kmeny a korunu jen v horní části. Takovýto porost nemohl obstát při zvýšeném poryvu větru, který navíc na otevřených pasekách zesiluje. Vývraty dále značně vznikaly na hřebenech, kde byla oslabena stabilita lesa prořezáváním podrostu. Výsledkem bylo poškození dřeva v rozsahu 750 000 m<sup>3</sup>. (Šantrůčková a Vrba 2010) Důvodem tak obsáhlého poškození lesa bylo průběžné provádění asanace, jejímž důsledkem vznikaly fragmenty porostů, které málo odolávají i menším poryvům větru. Po roce 1995 došlo k významnému zmenšení 1. zóny NP v okolí Modravy a v následujících letech byly vydávány povolenky pro asanace zlomů a vývratů napadených kůrovcem. Toto neuvážené hospodaření může v budoucnosti způsobit velké škody nejen na Šumavě. Orkán „Kyrill“ z 18. na 19. ledna 2007, bohužel způsobil i poškození

cenné oblasti geneticky původních šumavských smrků, kterým bylo více jak 140 let (Šantrůčková a Vrba 2010).

## **2.6.2. LOUKY**

### **2.6.2.1. HISTORIE ŠUMAVSKÝCH LUK**

Louky a pastviny nejsou původní vegetací. Vznikly odlesňováním a kolonizací pohoří člověkem. Přesto se na loukách nachází mnoho domácích druhů z rašelinišť. Od 2. poloviny 19. století jsou bezlesé zóny znovu intenzivně zalesňované. V tradičním šumavském zemědělství se kombinovaly lukařské a pastvinářské postupy. Ve vyšších polohách, kolem 1000 metrů nad mořem, se sekaly louky jednou za rok. Většina travních porostů ve vyšší části hor sloužila jen k pastevectví. Jedním z dominantních druhů rostlin byla nízká nenáročná tráva, smilka tuhá (*Nardus stricta*). Na bohatých půdách se vyskytovala brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*), (Anděra et al. 2003).

Velkou část bezlesí také tvořila rašeliniště, která navazovala na mokřadní louky. Na mokřadních loukách převládaly ostřice a suchopýry. Na podmáčených loukách, kde neprobíhalo pastevectví, se za občasného hnojení objevovaly trojštětové louky s kerblíkem lesním (*Anthriscus sylvestris*). V 2. polovině 20. století po vysídlení německého obyvatelstva byla velká část využívaných luk a pastvin opuštěna, a tak se rašelinné procesy po přerušení odvodňovacích struh znovu rozšiřovaly (Anděra et al. 2003).

### **2.6.3. RAŠELINIŠTĚ**

Na Šumavě se celý rašeliništní izolovaný ekosystém vyvíjel nerovnoměrně od počátku holocénu. Rašeliniště vznikala na podmáčených šumavských pláních a v údolních nivách. Hlavním určujícím faktorem pro vznik rašelinišť je objem srážek a zvodnění spodními prameny. Rašeliniště je typ mokřadního ekosystému. Výrazně se zde hromadí odumřelé organické hmoty z rašeliníku. Za omezeného přístupu vzduchu zde probíhá proces karbonizace, při níž vzniká humolit. Vrstvy humolitu mají vliv na pH půdy a mikroklíma. Díky svému pomalému procesu v ekosystému, rašeliniště představují archiv historie vývoje biotopu. Rašeliniště má konzervační vlastnosti a spolu s kyselým prostředím umožňuje uchování cenných rostlinných a živočišných zbytků pro následující výzkum. Rašeliniště má typický tvar „bult“. Jezírka se pak nazývají „blanky“ (Anděra et al. 2003).

Struktury utváří rašeliník z rodu *Sphagnum*. Homolity vzniklé karbonizací dosahují hloubky až 7 metrů (Anděra et al. 2003).





**Obr. 4 Rašeliniště v NP a CHKO Šumava (zdroj: ŽENA-IN.cz)**

## **2.7. FLÓRA A FAUNA**

### **2.7.1. ŘASY ŠUMAVSKÝCH POTOKŮ**

Šumavské potoky obsahují řadu vzácných druhů, které jsou charakteristické pro nejčistější vody. Kameny jsou porostlé rozsivkami a sinicemi. Za zmínku jistě patří skupiny zelených řas rody (*Ulothrix*, *Microspora* a *Draparnaldia*). Nejvíce zastoupenou řasovou skupinou jsou rozsivky (*Tabellaria flocculosa*, *Pinnularia*, *Diatoma hamalis*). Ochrana šumavských toků je závislá na míře emisí, znečišťujících látek, které jsou mokrou depozicí smývány z atmosféry do půdy a vod. Primárním problémem byla expozice oxidů síry, která vzniká spalováním hnědého uhlí. V dnešní době však emise kyseliny siřičité mnohem klesly. Dalším problémem je eutrofizace (Anděra et al. 2003).

### **2.7.2. MECHOROSTY**

„Jest od dávna tradicí botanickou nechoditi do Šumavy, poněvadž se zde kloudného nenajde. Každý, kdo Šumavou procestoval, podepíše tuto špatnou pověst slavných hvozdů českých. Jest tu sice několik rostlin..., které v Čechách jen pro toto horstvo jsou omezeny, ale celková flora jest nejvš chudá a jednotvárná“. (J. Velenovský, Mechy české 1897: 53-54). Na Šumavě se však nachází pestrá vrchoviště, kde se vyskytuje řada zástupců. Na kyselém humusu zde rostou zástupci: dvouhrotec chvostnatý (*Dicranum scoparium*), travník Schreberův (*Pleurozium schreberi*), rokytník skvělý (*Hylocomium splendens*) a podobně. Vyskytuje se zde také velké množství jedinců vázaných na tlející kmeny (Anděra et al. 2003).

### 2.7.3. HOUBY

Šumava je spolu s částí Rakouska a Německa největším lesním komplexem ve střední Evropě, a tak zde rostou vzácné druhy hub. Boubínský prales je bohatou mykologickou lokalitou. Na Šumavě dosud známe na 2000 druhů hub. Houby mají pro svou symbiózu se stromy v podobě ektotrofní mykorhizy velmi důležitou roli. Houby dávají stromu anorganické látky, zejména dusík a také zlepšují stromu příjem vody. Strom naopak dává houbě organické látky. Symbióza je tedy prospěšná oběma. Díky mykorhize stromy lépe rostou v horském prostředí a lépe odolávají kyselým půdám. Kyselé deště však mohou mykorhizu narušit. Typickým druhem ektotrofní mykorhizy je například pavučinec (*Cortinarius*), holubinka (*Russula*), vláknice (*Inocybe*) (Anděra et al. 2003).

### 2.7.4. CÉVNATÉ ROSTLINY

Šumava patří svou větší částí do chladné oblasti s malými teplotními výkyvy s vysokými srážkami. Vyskytuje se zde tedy chladnomilné společenstvo horské květeny a vegetace. Jihovýchodní část a okraje Šumavy patří již do mírně teplé oblasti s menším úhrnem srážek. Jsou zde tedy teplomilnější druhy typická pro podhorská společenstva květeny a vegetace. Vývoj šumavské květeny se utvářel během 20 000 let. Během celého období po poslední době ledové, se území Šumavy díky dobrému umístění v blízkosti Alp obohatilo o mnoho druhů. Šumava je tedy velmi bohatá na glaciální relikty. Mnohé druhy se na území Šumavy dostaly díky postupujícímu ledovci. Rostliny se zde uchovaly dodnes díky chladnému horskému podnebí. Jedná se zejména o druhy z řad hořců. Můžeme jmenovat například hořec šumavský (*Gentiana pannonica*). Dále je to blatnice bahenní (*Scheuchzeria palustris*), (Anděra et al. 2003).

### 2.7.5. SAVCI

Na území Šumavy žily různé druhy šelem, některé z nich však byli během 17-18. století vyhubeny. Můžeme jmenovat medvěda hnědého (*Ursus arctos*), vlka obecného (*Canis lupus*), rysa ostrovida (*Lynx lynx*) či kočku divokou (*Felis silvestris*).

Na Šumavě se v současnosti pohybuje 67 zjištěných druhů savců. Savci se zde vyskytují od zalesněného podhůří, po pláně, rašeliniště a centrální hřebeny. Vyskytují se zde jak šelmy, tak kopytníci s příkladem jelena lesního (*Cervus elaphus*), tak drobní savci s příkladem rejska obecného (*Sorex araneus*). V nižších a středních polohách se vyskytují druhy, které nejsou v centrálně plně zalesněných lesích běžné. Patří, jsem druhy z řad

netopýrů. Díky antropogennímu zásahu v průběhu 80. let 20. století, se na Šumavu vrátil rys ostrovid (*Lynx lynx*) a od zmíněného data se zde vyskytuje i los (*Alces alces*). V následujících letech lze očekávat i návrat vlka obecného (*Canis lupus*) a kočky divoké (*Felis silvestris*), (Anděra et al. 2003).

### 2.7.6. PTÁCI

V dnešní době na Šumavě hnízdí zhruba 142 ptačích druhů. Hnízdních druhů tu může být více, ale nejsou prokazatelné údaje o hnízdění, jako tomu je v případě chřástala kropenatého (*Porzana porzana*). Na Šumavě se vyskytuje jedna z ptačích oblastí vyhlášena nařízením vlády č. 681 o rozloze 968,44 kilometrů čtverečných. Ptačí oblast patří do kategorie územní ochrany, zaměřená na zachování početnosti populací vyjmenovaných druhů ptáků a stavu jejich životního prostředí. Mezi významné druhy ptáků Šumavy patří například tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*), (Obr. 5), datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*), sýc rousný (*Aegolius funereus*), chřástal polní (*Crex crex*), kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*). Na Šumavě se také vyskytuje 20 evropsky významných druhů, mezi které patří výr velký (*Bubo bubo*), včelojed lesní (*Pernis apivorus*), sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*) nebo ledňáček říční (*Alcedo atthis*) (Anděra et al. 2003).



**Obr. 5 Tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*)** (zdroj: LETISTECCR.CZ 2014)

### 2.7.7. BROUCI

Na Šumavě se nachází řada druhů brouků. Mezi nejznámější patří roháč obecný (*Lucanus cervus*) a kovařík (*Orithalus serraticornis*). Velmi významným a přitom kriticky ohroženým druhem v České republice je střevlík Ménetriesův (*Carabus menetriesi*). Dále se

zde vyskytují: (*Oreonebria castanea sumavica*, *Pterostichus selmanni roubali*), jsou endemity Šumavy. Do pozornosti širokého spektra veřejnosti se v posledních letech dostal lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), který je spojen s problematikou kůrovcových kalamit (Anděra et al. 2003).



**Obr. 6** Střevlík Ménetriešův (*Carabus menetriesi*) (zdroj: FOTOHANC.WZ.CZ 2014)

### 2.7.8. OBOJŽIVELNÍCI

Obojživelníci jsou ektotermní živočichové, a tak jsou závislí na teplotě okolí. Na Šumavě je chladné klima, takže jejich druhové spektrum je zde chudé. Na Šumavě se vyskytuje 11 druhů obojživelníků. Obojživelníci jsou vázáni na vodní plochy, ale valně většině z nich stačí tůň, příkopy nebo periodické kaluže. Mezi obojživelníky se zde hojně vyskytuje čolek horský (*Triturus alpestris*), ropucha obecná (*Bufo bufo*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), ropucha zelená (*Bufo viridis*), (Anděra et al. 2003).

## 2.8. ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A JEHO OCHRANA

Jedním z prvních chráněných územních celků na světě byl vyhlášen Boubínský prales a to v roce 1858. Ochrana území vznikla díky osvícenosti tehdejších majitelů území, rodu Schwarzenbergů. Chráněná krajinná oblast Šumava byla v roce 1963 s rozlohou 163 000 ha plochy největším velkoplošným chráněným územím Československa, což vydrželo až do vzniku NP v roce 1991. Šumava jako celek je jedním z nejrozsáhlejších lesních komplexů

střední Evropy a díky své poloze se na ni s pohybem pevninského ledovce rozšířilo mnoho druhů fauny, která je typická pro severskou tundru. Na Šumavě se nachází mnoho cenných biotopů. Můžeme jmenovat klimaxové horské smrčiny, rašeliniště, kary šumavských ledovcových jezer, balvanité sutě. Rozmanitost biotopů a zachovalost ekosystému má za následek poměrně vysokou alfa diverzitu. Vyskytuje se zde řada endemických, ohrožených a reliktních druhů (Anděra et al. 2003). Mnoho národních parků v Evropě má na rozdíl od NP a CHKO Šumava, mnohem větší jádrovou bezzásahovou zónu. V ČR je to věcí novelizace legislativy (Hruška a Křenová 2013). Ochranu biotopů v NP a CHKO Šumava podporuje NATURA 2000 (Bláha et al. 2013).

### 3. LÝKOŽROUT SMRKOVÝ

#### 3.1. BIOLOGIE A BIONOMIE

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), (Obr. 7) patří do čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*), podčeledi kůrovcovitých (*Scolytinae*). Hostitelské dřeviny tvoří smrk, borovice a modřín. Lýkožrout smrkový dosahuje velikosti těla 4,55–5 mm. Charakteristický znak pro dospělé je výskyt čtyř zubů na krovkách, přičemž na krovkách kůrovce smrkového je mezi zuby stejná vzdálenost. Tímto znakem se odlišuje od ostatních zástupců. Staří dospělci mají hnědočernou barvu. Mladí dospělci jsou po larválním svlékání žlutavý a postupně hnědnou.

V Euroasii patří lýkožrout smrkový k nejvýznamnějším přirozeným škůdcům zejména smrkového porostu. Úspěšným je i pro svou schopnost se rozmnožovat v různých biotických a klimatických podmínkách. Jeho areál sahá od západu z Francie, na sever ke Skandinávským zemím, na východ od Bulharska přes Kavkaz až do Číny. Jižní hranici tvoří severní Itálie. V tomto areálu napadá lýkožrout smrkový hlavně dřeviny smrku ztepilého (*Picea abies*).

Brouci lýkožrouta přirozeně napadají oslabené stromy. Při větrných kalamitách, kdy mohou vzniknout rozsáhlé škody na lesním porostu v podobě polomů či vývrátů, ke kterým se navíc přidá teplé a slunečné počasí, se tak vytváří ideální podmínky pro namnožení lýkožrouta smrkového. V polomech a vývratech se stromy nemohou účinně bránit, lýkožrout se v nich přemnoží a začne v okolí napadat i zdravé stromy, což způsobí hromadné kůrovcové kalamity (Kindlmann et al. 2012).

Nejvíce napadenými stromy jsou zejména smrky, které jsou ve věku od 70 až 100 let a rostou na jižní osluněné straně. Lýkožrout se vyvíjí v lýkové části stromu, kam jej lákají těkavé látky v podobě carénu, limonenu a dalších. Nálety na strom provádějí primárně samci, kteří vytvoří pod kůrou takzvanou „snubní komůrku“. Samci poté začnou vylučovat agregační

feromony, kterými vábí samičky. Do každé ze snubních komůrek nalétnou dvě až tři samičky. Samci se samicemi se začnou pářit. Následně začnou samice hloubit vertikální mateřské chodbičky, kam kladou po stranách vajíčka. Jedna samička může naklást až 80 vajíček. Četnost potomstva záleží na hustotě náletu kůrovce. Čím více je strom napadený, tím vytvářejí samičky kratší vertikální chodbičky, které jsou kolmé k mateřské chodbě a kladou i méně vajíček. Při velké hustotě může dojít k protínání larválních chodeb, což může vyústit ve vzájemný kanibalismus larev. Další fáze vývoje larvy nastává ve vytvoření kukelní komůrky na konci své chodbičky, ve které dochází k metamorfóze. Brouci, kteří dokončili svůj vývoj na podzim, zpravidla vyletují až následující jaro, přičemž přezimují buď pod kůrou stromů, nebo – je-li lýko předchozím žírem příliš narušeno a kůra začíná ze stromu opadávat – v hrabance v jejich bezprostřední blízkosti. V nižších nadmořských výškách platí, že za ideálních podmínek může mít lýkožrout smrkový až tři vývojové cykly do konce léta. Lýkožrout má ale jako ostatní organismy své predátory, může jej napadnout houbová či bakteriální infekce. Je také zjištěno, že má kůrovec sníženou úspěšnost přezimování s dlouho trvající teplotou pod  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ve vyšších nadmořských výškách přezimuje lýkožrout výhradně v podobě dospělce. V nižších nadmořských výškách může přezimovat i ve formě třetího instaru larvy či kukly (Kindlmann et al. 2012).

Jak již bylo řečeno, vývoj lýkožrouta významně záleží **na teplotě**. V minulosti se realizovalo několik studií, při jaké teplotě je schopen lýkožrout dokončit svůj úživný žír. Zjistilo se, že velmi záleží na faktu, z jakého prostředí brouka k výzkumu odeberete. Pokud tak učiníte z laboratorního chovu při konstantní teplotě kolem  $30^{\circ}\text{C}$ , brouk jej nemusí dokončit ani při teplotě pod  $20^{\circ}\text{C}$  a pokud odeberete brouka na podzim, kdy se již aklimoval, dokáže svůj žír dokončit i při teplotě do  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Kindlmann et al. 2012).

Dále bylo zjištěno, že délka vývoje brouka záleží **na kvalitě potravy** (Kindlmann et al. 2012). Během jarních a podzimních měsíců bylo zjištěno, že jednotlivé výseky dřeva mají nižší nutriční kvalitu (Kindlmann et al. 2012).

Posledním významným faktorem je **fotoperiodismus**. V naší zeměpisné šířce dochází ke zpomalení životních pochodů vývoje brouka během druhé poloviny srpna, kdy denní světlo klesne pod 14,7 hodiny. Za prahovou teplotu, po jejímž překročení nemají fotoperiodické podmínky zásadnější vliv na vývoj lýkožrouta smrkového, je možné považovat  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Kindlmann et al. 2012).



**Obr. 7** Lýkožrout smrkový (zdroj: E-UČEBNICE.WEBNODE.CZ 2014)

### 3.2. POPULAČNÍ DYNAMIKA

Lýkožrout smrkový patří mezi kambifágní hmyz, tedy hmyz, který se živí lýkem dřevin. Všechny druhy hmyzu, které se živí lýkem mají stejnou, či podobnou životní strategii, mají stejný biotop, využívají stejnou niku, kde vykazují stejné potřeby. Podléhají proto podobné populační dynamice, tzn. vývoji početnosti v čase. Typickým znakem pro jejich populační dynamiku jsou cyklické gradace – v době velké úživnosti prostředí populace lýkožrouta smrkového prudce naroste, způsobí velký žír a velké ekonomické škody na lesním porostu. Tato období vysokých populačních hustot jsou posléze vystřídána obdobími, kdy je početnost kůrovce relativně malá (Kindlmann et al. 2012).

Odtud pochází vznik pojmu „lesní škůdce“, protože dělá významné ekonomické škody. Tato problematika je však vnímána pouze z pohledu lidské populace, avšak v přírodě vlastně každý jedinec na úkor toho druhého žije, či prospívá díky potlačení jednoho druhu populace druhou populací.

Populační dynamika „lesních škůdců“ je ovlivněna mnoha faktory, z nichž nejdůležitější jsou (pořadí faktorů bez ohledu na jejich důležitost) (Kindlmann et al. 2012):

- F1. interakce s hostitelskou rostlinou,
- F2. parazité, predátoři a houby,
- F3. počasí v době sezóny, ale i během přezimování,
- F4. druhová skladba a věková rozrůzněnost porostu,

## F5. oslabení hostitelské rostliny externími vlivy, především silné vichřice.

„Lesní škůdci“ cyklicky graduji. Za vším stojí mechanismus schopnosti se rychle namnožit a následně kvůli neúživnosti prostředí, abiotickým nebo biotickým faktorům rychle zahynout. Populace lýkožrouta smrkového, „lesního škůdce“, napadne strom, který je oslaben houbovou infekcí, zasažený bleskem, polámaný vichřicí, oslaben průmyslovými emisemi. Oslabený strom napadá proto, neboť pokud je strom zdravý, začne bránit všemi svými prostředky. Zejména se například snaží vniklého vetřelce zalít pryskyřicí. Hmyz tak zahyne a nemá šanci se namnožit. Pokud je strom však oslabený, nemůže se účinně bránit – o to více, pokud strom napadne větší množství jedinců populace lýkožrouta smrkového. Lýkožrout se v tomto a okolních oslabených stromech velmi rychle namnoží a začne napadat i třeba okolní zdravé stromy, které se obrovskému náporu lýkožrouta neubrání. Nastává „kůrovcová kalamita“. Populace „lesního škůdce“ mnohonásobně převyšuje běžný počet populace, než když je populace v klidové fázi. Kvůli obrovskému namnožení dochází během času k neúživnosti prostředí a populace začne velmi rychle vymírat. Populace „lesního škůdce“ se na nízkém počtu populace zastaví a setrvává do té chvíle, než přijde například větrná kalamita, která by jim poskytla mnoho oslabených stromů. Stejně tak mohou nastat pro lýkožrouta i vhodné klimatické podmínky pro jeho ideální namnožení (Kindlmann et al. 2012).

Podobně je tomu u stejnověkových smrkových monokultur, které jsou člověkem pěstované z důvodů ekonomické výhodnosti v nižších nadmořských výškách na úkor přirozených listnatých stromů. Zde je několik faktorů, které nahrávají k přemnožení lýkožrouta a tedy ke vzniku kůrovcové kalamity. Stromy jsou stejnověké, a tak dorostou do napadnutelné velikosti ve stejné době. Stačí, aby přišla větrná kalamita, a lýkožrout se ihned namnoží. Na místo škody se znovu vysadí stejnověké monokultury a celý děj se opakuje (Kindlmann et al. 2012).

Lýkožrout smrkový vyhledává oslabené stromy ve svém nejbližším okolí, a tak vytváří kruhovitě ohniska napadených stromů, protože úspěch populace lýkožrouta přímo závisí na počtu napadených stromů v okolí napadeného stromu. Dalšímu šíření kůrovce lze zabránit ochranným koridorem o šířce od 500 do 1000 metrů (Kindlmann et al. 2012).

Mezi laiky panuje obecné přesvědčení, že bojem proti kůrovci se škody jím způsobené zmenší. Problematika je však složitější, což ukázala zkušenost na Slovensku a v Polsku po větrné kalamitě ze dne 19. listopadu 2004. Na polské straně, kde byly lesy ponechány bez lidského zásahu, došlo k menší kalamitě, než na straně slovenské, kde bylo proti kůrovci zasahováno. Grodzki et al. (2006) přisuzují silný pokles lýkožroutem napadených stromů



během let 1996 - 1997 chladnému a deštivému počasí během těchto let a zvýšené aktivitě jejich přirozených nepřátel. To podporuje domněnku, že výše uvedené faktory (přirození nepřátelé a počasí v době sezóny), mohou mít za určitých okolností na populační dynamiku lýkožrouta výrazně větší negativní vliv než lidské asanační zásahy (Kindlmann et al. 2012).

Cyklické populační gradace jsou tedy závislé na kombinaci vlivů počasí, přirozených nepřátel, hostitelských rostlin, tedy smrku a houbových a jiných infekcí. Názor odborníků na problematiku kůrovce byl médií potlačován, a tak kácení bezzásahových zón gradovalo až do roku 2011, kauzou u Ptačího potoka. Je však dokázáno, že cyklus kůrovcové gradace trvá okolo pěti let a spočívá ve zpožděných zpětných vazbách (Kindlmann et al. 2012).

Jádrové zóny NP je třeba zachovat, aby se zde mohl nadále vyvíjet přirozený ekosystém. Není tedy možné zde vyvíjet zásahy na odstranění kůrovce formou plošného vykácení. Proti kůrovci by se mělo zasahovat v okolních nárazníkových zónách do té míry, aby se nešířil z NP do hospodářských jehličnatých lesů mimo NP. Tímto způsobem můžeme zachovat jádrové zóny NP. Zásah proti kůrovci musí být včasný, a konaný na malých ohniscích a to výběrově. Takovýto způsob je mnohem efektivnější než plošná asanace (Kindlmann et al. 2012).

Umělým vysazováním stromů po holosečném kácení se nevytvoří přirozený les, který by lépe kůrovci odolával. Nevytvoří se ani rychleji nový les, protože bez zastínění dojde k vysušení bylinného patra. Po zapojení uměle vysazeného lesa dojde k vytvoření stejnověké smrkové monokultury, která bude náchylnější na gradace kůrovce, protože doroste do meze napadení kůrovcem ve stejné době (Kindlmann et al. 2012).

### **3.3. VLIV KŮROVCE NA LESNÍ EKOSYSTÉM**

Namnožená populace lýkožrouta smrkového může způsobit rozpad stromového patra (Obr. 8). Stane se tak při napadení stejnověké, v menší míře i různověké smrkové monokultury. Změní se tak podmínky a osluněnost půdy. Při běžném výskytu lýkožrouta s přirozenou strukturou lesa dochází k napadení jednotlivých stromů a osluněnost půdního povrchu a jiné podmínky se mění velmi málo (Kindlmann et al. 2012).

V NP a CHKO Šumava došlo za posledních třicet let k několika větrným kalamitám, kdy došlo k namnožení lýkožrouta smrkového do takové míry, že se zcela rozložilo stromové patro. Nejvíce bylo poškozeno okolí kolem Modravy a samotné lesy kolem vrcholu Březník. Rozklad stromového patra nastal i u Plešného jezera. Na těchto místech můžeme jasně vidět, jak se les přirozeně obnovuje dle fytoocenologických snímků, které se prováděly v několika letech na více místech (Kindlmann et al. 2012). Fytoocenologické snímky nám ukazují, že se

les přirozeně obnovuje. Díky „mrtvému lesu“ dochází k zastínění bylinného patra, kde se může rozrůstat brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) a ostružiník maliník (*Rubus idaeus*). Dále místo obsadily pionýrské druhy dřevin, zejména pak jeřáb ptačí (*Sorbus aucupa*) (Kindlmann et al. 2012).

V podrostu se pak zmlazuje budoucí přirozenější a stabilnější les. Roste zde nová generace smrku ztepilého (*Picea abies*), který postupně přeroste bylinné patro, které postupným zarůstáním keřového a stromového patra přijde o plošné oslunění a postupně se velmi zredukuje (Kindlmann et al. 2012).

V roce 2003 a v roce 2004 byly na Šumavě nadprůměrné teploty a menší úhrn srážek, než v minulých dvaceti letech. Nadprůměrné teploty přály namnožení kůrovce a méně srážek znamenalo pro smrkový porost oslabení vitality. Smrky byly méně rezistentní proti kůrovci a v roce 2005 skon stromového patra započal (Kindlmann et al. 2012).

Typickým příkladem rezistence sukcesně vzniklého přirozeného lesa je Židovský les. V 19. století byl zde les vykácen a volná plocha sloužila jako pastvina pro skot. Po druhé světové válce se nechalo území přirozené sukcesí, jen v některých částech byl vysazen smrk. Z výzkumu tohoto území vyplývá, že porosty vniklé spontánní sukcesí odolávají i namnožené populaci lýkožrouta smrkového. Řídkost porostu smrku, který je navíc velmi zavětvený, není pro lýkožrouta tolik atraktivní. V předchozích letech tímto územím prošla nová gradace populace lýkožrouta smrkového, který zde vyselektoval smrky, které rostly v souvisle zapojených částech, které byly kdysi uměle vysazeny (Kindlmann et al. 2012).



**Obr. 8 „Mrtvý“ les nad pramenem Vltavy (zdroj: CESTOVÁNÍ.IDNES.CZ 2014)**

### 3.4. MANAGEMENT A OCHRANA LESŮ

Klíčový význam účinné ochrany lesa před napadením kůrovcem má odstraňování či asanace atraktivního materiálu v podobě polomů či vývratů, kam by mohli lýkožrouti nalétnout a namnožit se. Dalším opatřením je použití feromonových lapačů, lapáků a samotné loupání dříví.

Těžba stromů, které jsou napadené lýkožroutem, je základním opatřením, které zapříčiní snížení populace druhu, avšak se musí používat s jistými pravidly a zavčasu. Následujícím opatřením je použití feromonových lapačů. V České republice se používají šterbinové a křížové lapače. Počet odchycených brouků je minimální (Duelli et al. 1997). Odchycený počet brouků nám spíše udává dynamiku populace lýkožrouta než početní výskyt (Kindlmann et al. 2012).

Dalším typem opatření jsou lapáky, které se skládají z kusu zdravého smrku, který je pouze odvětven a kůra je zachována. Lapáky se proti vyschnutí překrývají větvemi (Kindlmann et al. 2012).

Základem pro rozhodování o dalších postupech managementu lesů s ohledem na vliv lýkožrouta ve velkoplošných chráněných územích, tedy i v NP Šumava, je diferenciací území podle uplatňovaného přístupu. Jedná se o stanovení takzvaných bezzásahových území, lemovaných ochrannou zónou, na kterou navazují území s lesy, kde se proti šíření lýkožrouta aktivně bojuje (Kindlmann et al. 2012).

V místech, kde se vytvářejí bezzásahové zóny, se musí uplatnit jisté principy. Původnost lesních porostů je jedním ze zásadních kritérií, avšak vyvolává jisté střety zájmů. Fenotyp horských smrčín nemusí být původní, ale je zapotřebí, aby splňoval podmínky odpovídajícím stanovištním podmínkám. Bezzásahové zóny by měla lemovat ochranná, tzv. nárazníková zóna. Ve vytyčené ochranné zóně se nesmí proti lýkožroutu zasahovat.

Družice Landsat TM5 vyhodnotila díky jednotlivým záznamům, že se v NP Šumava les skutečně přirozeně obnovuje. Družicové snímky také ukazují, že na vytěžených pasekách je obnova pomalá. Vytěžené plochy totiž dle družice vykazují mnohem teplejší zemský povrch, který stěžuje uchycení smrkových semenáčků (Kindlmann et al. 2012). Potenciál přirozeného zmlazení smrkového lesa se pohybuje od 400 do 14 900 jedinců na ploše 1 hektaru (Hamerník et al. 1999). V obnově přirozených porostů druhově převažuje smrk (97 %), jeřáb je zastoupen do 3 % (Svoboda et al. 2011).

V Národním parku Bavorský les v Německu se prováděly studie regenerace lesa a oproti roku 1991, kdy byla hustota regenerace 978 stromů na hektar, se hustota zvýšila na 4502 stromů na hektar v roce 2005 (Heurich 2009).

### **3.5. Vliv počasí a klimatu na kůrovcové kalamity na Šumavě**

Z dostupné literatury jsem nabyl mnoha poznatků, které potvrzují, že faktory počasí a klimatu působí nejen na vývojový cyklus lýkožrouta smrkového, ale také hlavní měrou na prostředí, kde lýkožrout smrkový žije, kde se vyskytuje. V tomto prostředí (jehličnatý les), nachází lýkožrout svůj úkryt, potravu a prostor pro rozmnožování. Za okolností dlouhodobého nízkého úhrnu srážek ve vegetační době, dlouhé sluneční fotoperiody a vysoké denní i noční teploty, se lýkožroutovi smrkovému daří, vývojový cyklus se urychluje a díky tomu může mít lýkožrout několik generací za rok. Naopak v případě nízké teploty, dlouhodobého vysokého úhrnu srážek a krátké sluneční fotoperiody se lýkožroutovi nedaří. Jeho vývojový cyklus trvá více dní, protože je ektotermním organismem, který je závislý na teplotě okolí. S dlouhodobým vlhkým počasím navíc lýkožroutovi hrozí napadení plísněmi a houbami, které mohou významně ovlivňovat úmrtnost v populaci.

## **4. PRAKTICKÁ ČÁST**

### **4.1. Cíl a hypotéza praktické části**

Cílem praktické části bakalářské práce bylo popsat závislost mezi populační dynamikou lýkožrouta smrkového v NP Šumava a klimatickými ukazateli (teplotou a srážkami). Dle rešerše odborné literatury lze předpokládat, že vyšší teploty a podprůměrné srážky napomáhají růstu lýkožrouta, naopak nízké teploty a hojnost srážek podporují spíše zpomalení či pokles kůrovcové gradace.

### **4.2. Vstupní data a metoda zpracování**

Prvním krokem praktické části bylo získání meteorologických dat, konkrétně průměrných měsíčních teplot a měsíčních srážek z meteorologické stanice Churáňov. Data byla získána z archivu Českého hydrometeorologického ústavu v Praze. Pro výpočet dlouhodobého průměru byla vybrána data od roku 1981 do roku 2013. Data pro rok 2012 a 2013 byly získány od Českého hydrometeorologického ústavu na bázi žádosti, smlouvy a finančního poplatku za data.

Dále byla získána data o kůrovcových kalamitách na základě žádosti na správě NP a CHKO Šumava. Správa poskytla údaje o objemu těžeb kůrovcem napadeného dříví [ $m^3$ ], a to roční data z let 1991–2013 a dále data měsíční z let 1996–2009. Měsíční data o kůrovci nakonec nebyla pro potřeby analýzy využita.

Roční těžby kůrovcového dříví byly vzaty jako proxy pro abundanci lýkožrouta a 1. derivací těchto těžeb byla aproximována rychlost růstu populace lýkožrouta. Dle 1. derivace byly roky rozděleny na ty, ve kterých populace lýkožrouta ubývala ( $1.der < 0$ ) a na ostatní období, ve kterých populace rostla ( $1.der > 0$ ).

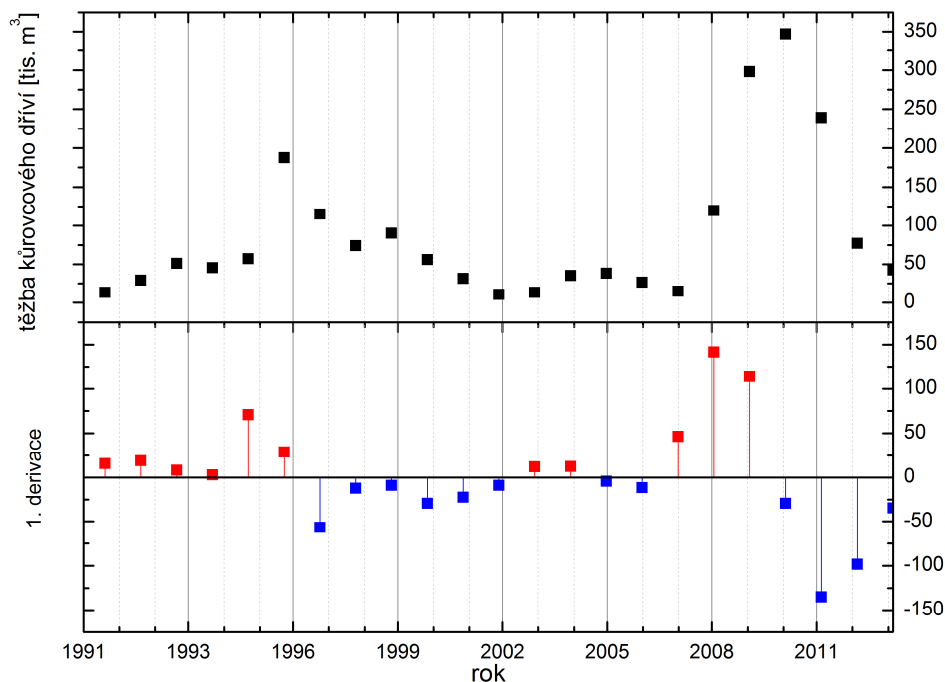
Z meteorologických dat byly vypočteny 33-leté průměry jak pro roční, tak měsíční hodnoty (teplot a srážek). Od ročních, resp. měsíčních dat byly pak tyto průměry odečteny a získány odchylky. Dále byly vypočteny mediány záporných a kladných odchylek a použity k odlišení „malých“ (odchylky nižší než nebo rovné mediánu) a „velkých“ odchylek (odchylka vyšší než medián). Roky, resp. měsíce byly rozřazeny do 4 kategorií podle množství srážek: malá záporná odchylka (-s), velká záporná odchylka (-S), malá kladná odchylka (s), velká kladná odchylka (S). Podobně byly roky, resp. měsíce kategorizovány dle teploty (-t, -T, t, T). Vzniklo tak 16 (4x4) kategorií počasí, do kterých byly všechny roky a měsíce rozřazeny.

Analýza dat byla provedena v programech OriginPro 8.5 a R. Pro porovnání četností v kategoriích počasí pro období, kdy populace kůrovce ubývala a rostla byl použit Fisherův exaktní test (varianta chí-kvadrát testu pro očekávané četnosti menší než 5). Dále byla metodou lineární regrese testována závislost rychlosti růstu na abundanci lýkožrouta na meteorologických ukazatelích z předešlého roku (konkrétně byly použity jejich odchylky od 33-letého průměru).

### **4.3. VÝSLEDKY A DISKUZE**

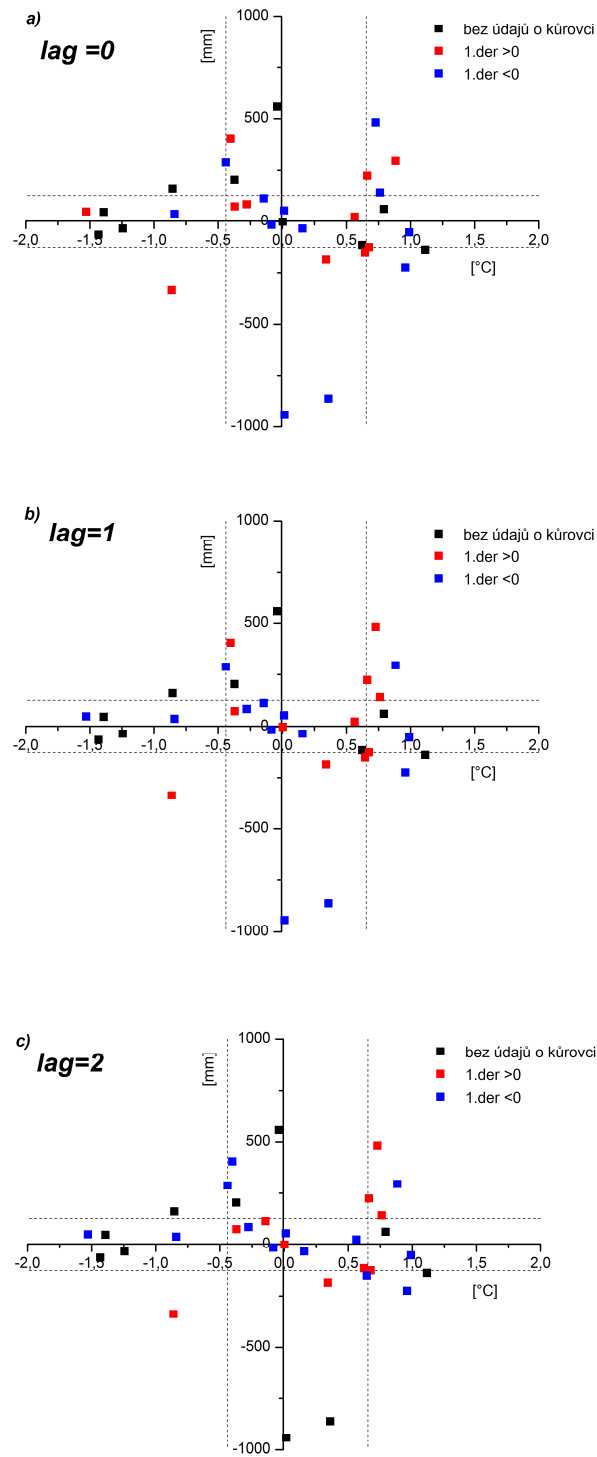
Získaná meteorologická data jsou uvedena v Příloze 1 v tabulkách 1, 2 a 3.

Na grafu 1 jsou zobrazena roční kůrovcová data, ze kterých byla vypočtena 1. derivace a tím získány roky, ve kterých populace lýkožrouta ubývala, resp. rostla. Cyklus kůrovcové gradace trvá okolo pěti let a spočívá ve zpožděných zpětných vazbách (Kindlmann et al. 2012). Zdá se, že tento cyklus můžeme pozorovat i na tomto grafu od roku 2007–2009.

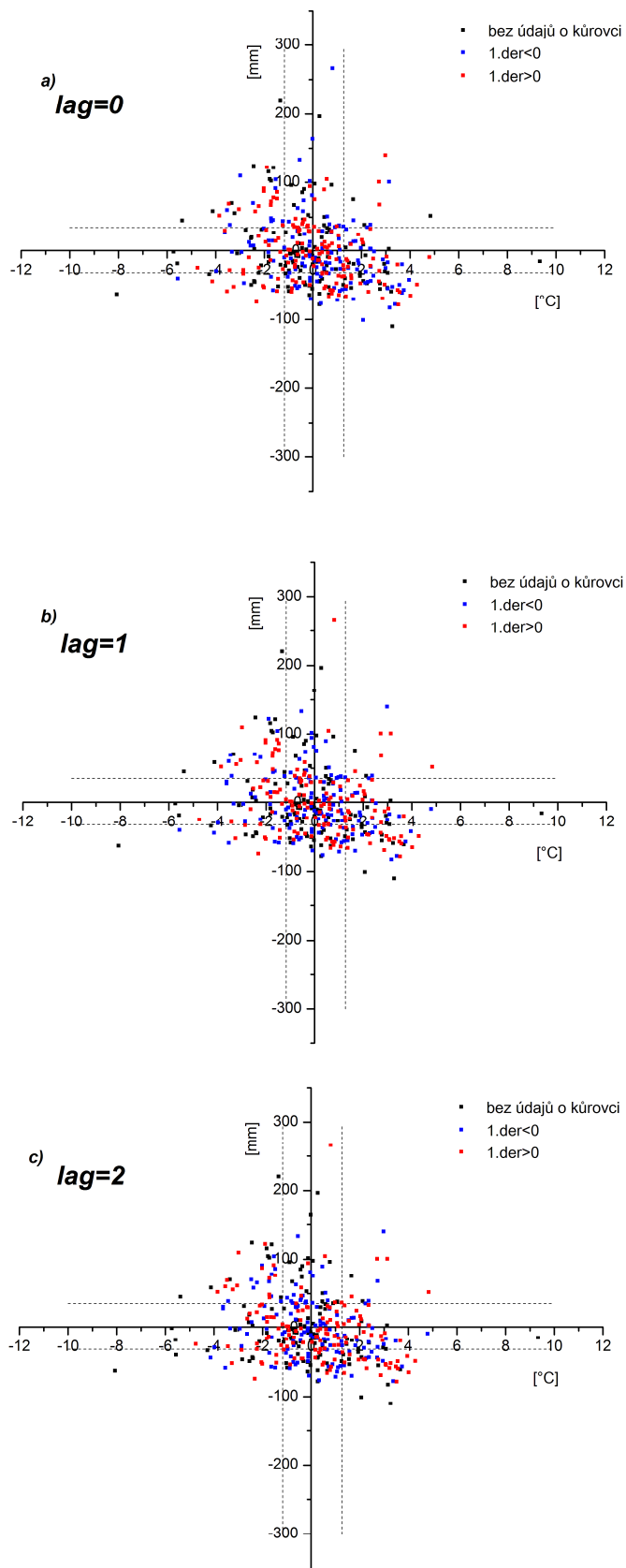


Graf 1 Těžba kůrovcem napadeného dřeva v letech 1991–2013 (horní část). V dolní části grafu je znázorněna 1. derivace, podle které byly určeny období, ve kterých populace kůrovce ubývala (1. derivace záporná, modře) a ostatní období (1. derivace kladná, červeně).

V grafu 2 je znázorněno rozřazení jednotlivých let do jednotlivých kategorií počasí. Odlišení let, ve kterých populace kůrovce ubývala, resp. rostla bylo provedeno ve třech variantách. Buď byla bodu přiřazena hodnota derivace z téhož roku nebo bylo zavedeno určité zpoždění (tzv. lag), se kterým počasí na derivaci působí. Bylo uvažováno jednoleté a dvouleté zpoždění. Pokud by data odpovídala našemu předpokladu, že teplé a suché počasí podporuje růst populace lýkožrouta, v pravé dolní části grafu bychom viděli převahu červených bodů, naopak modré body by měly převažovat v levé horní části (chladné a vlhké počasí). Bohužel žádný takový trend není patrný a to s žádným z uvažovaných zpoždění. Podobně jsou vyobrazena měsíční data v grafu 3 rovněž bez zřetelného trendu.



Obr. 2 Rozřazení jednotlivých roků ( $t$ ) z období 1981–2013 dle jejich odchylek od průměrné roční teploty (osa x, [°C]), odchylek od průměrného ročního úhrnu srážek (osa y, [mm]) a rychlosti růstu lýkožrouta (1.derivace) v roce  $t+lag$ , tedy: (a) v témže roce, (b) v následujícím roce, (c) v druhém následujícím roce. Body znázorňují jednotlivé roky. Přerušovanou čarou jsou vyznačeny mediány kladných a záporných odchylek.



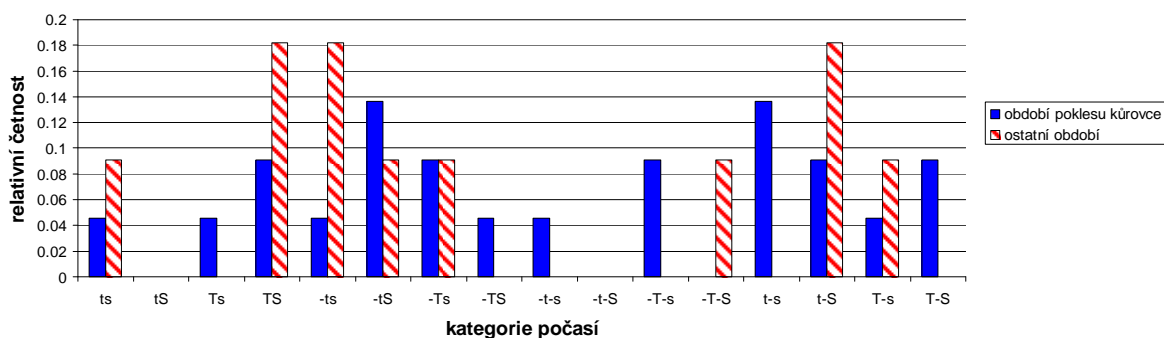
Obr. 3 Rozřazení jednotlivých měsíců z období 1981–2013 dle jejich odchylek od průměrné měsíční teploty (osa x, [°C]), odchylek od průměrného měsíčního úhrnu srážek (osa y, [mm]) a



rychlosti růstu lýkožrouta (1.derivace) v roce  $t+\text{lag}$ , tedy: (a) v témže roce, (b) v následujícím roce, (c) v druhém následujícím roce. Body znázorňují jednotlivé měsíce. Přerušovanou čarou jsou vyznačeny mediány kladných a záporných odchylek. Pozn. U měsíců byl vždy pro daný měsíc odečítán 33-letý průměr teplot v daném měsíci, např. pro leden 1985 byl vypočítán 33-letý průměr lednových teplot a ten poté odečítán od lednové teploty z roku 1985

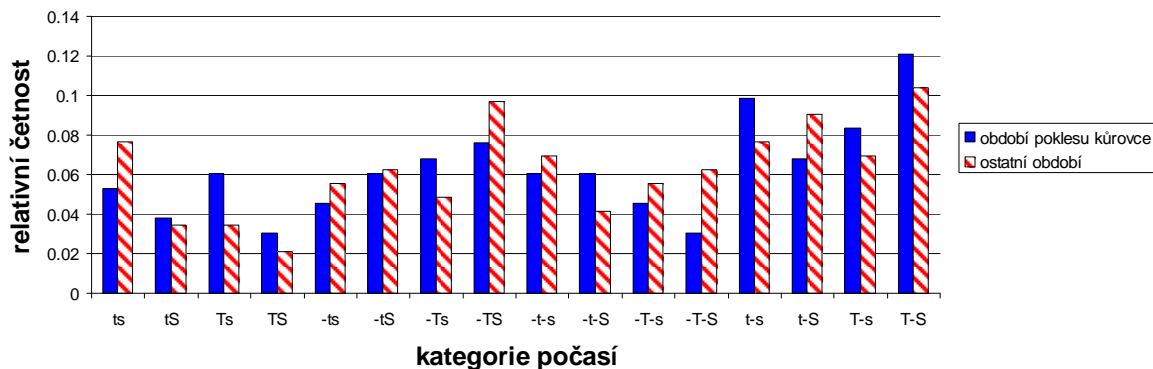
Stejná data jsou vyobrazena pomocí relativních četností ve sloupcových grafech (Graf 4 a 5). Z grafu 4 je patrné, že velmi nízká teplota se vyskytuje současně jak s poklesem (-TS, -T-s), tak i s růstem kůrovce (-T-S, -Ts). Velký nedostatek srážek se vyskytuje současně s růstem (t-S, -T-S) ale i s poklesem (T-S) kůrovce. Právě pro velmi teplé a velmi suché počasí (T-S) jsou četnosti v nesouladu s hypotézou kdy bychom očekávali rozvoj kůrovce, v našich ročních datech ale pouze ubýval. V měsíčních datech (Graf 5) lze v obdobích, kdy kůrovec ubýval, vidět vyšší četnost v kategoriích s chladnějším (-Ts, -t-s) ale oproti předpokladům zejména v kategoriích s teplejším počasím (Ts, TS, T-s, T-S, t-s). Podobně nezřetelný vliv mají srážky - v nejsušších měsících kůrovec jak ubývá (T-S, -t-S), tak prosperuje (-T-S, t-S).

Uvedené rozdíly v rozdělení četností mezi obdobími kdy kůrovec klesal a zbylým obdobími však nejsou statisticky významné ani pro roky (Fisherův exaktní test,  $p=0.4423$ ), ani pro měsíce ( $p=0.858$ ).



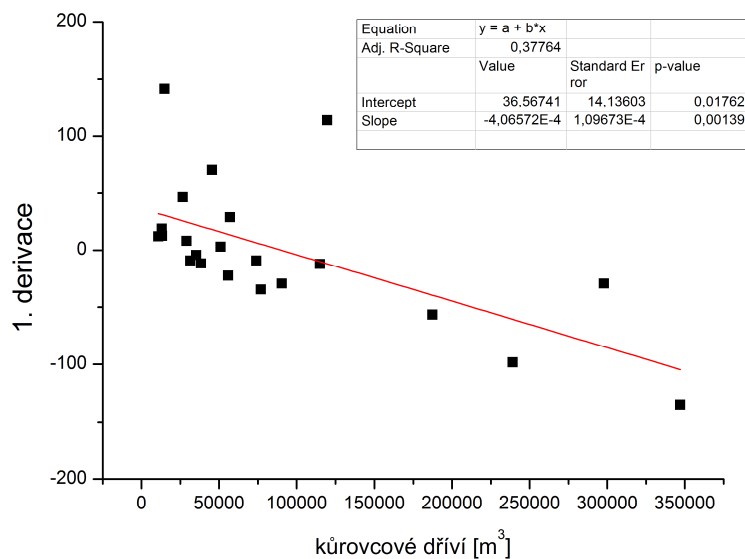
Obr. 4 Četnost jednotlivých kategorií počasí v letech, kdy kůrovec ubýval ve srovnání se zbylým obdobím (pro roční data 1991–2013). Kategorie počasí byly vytvořeny dle odchylek od průměrné roční teploty a ročního úhrnu srážek. Malá písmena značí odchylky menší nebo rovné mediánu (tedy mírně vyšší nebo nižší hodnoty teplot a srážek), velká písmena značí odchylky větší. Znaménko mínus před písmenem značí zápornou odchylku.

Např. t-S je kategorie roků s mírně vyšší teplotou a s výrazně nižšími srážkami oproti 33-letému průměru.



Obr. 5 Četnost jednotlivých kategorií počasí v letech, kdy kůrovec úbyval, ve srovnání se zbylým obdobím (pro měsíční data teplot a srážek z období leden 1996–červenec 2009). Kategorie počasí byly vytvořeny dle odchylek od průměrné měsíční teploty a průměrného měsíčního úhrnu srážek. Malá písmená značí odchylky menší nebo rovné mediánu (tedy mírně vyšší nebo nižší hodnoty teplot a srážek), velká písmena značí odchylky větší. Znaménko mínus před písmenem značí zápornou odchylku. Např. t-S je kategorie měsíců s mírně vyšší teplotou a s výrazně nižšími srážkami oproti 33-letému průměru.

Kromě využití kategorií byl vztah rychlosti růstu a meteorologických podmínek zkoumán lineární regresí. Je známo, že rychlost růstu lýkožrouta je závislá na početnosti lýkožrouta (Kindlmann et al. 2012) – to je dáno vnitrodruhovou kompeticí o zdroje – nemá-li se kůrovec již kam šířit, jelikož žír napadl většinu dostupného dřeva, nemůže populace již růst a početnost začne klesat. Statisticky významný vztah rychlosti růstu a abundance v předcházejícím roce zobrazuje graf 6. Bohužel, po přidání klimatických ukazatelů jako dalších prediktorů do modelu s abundancí nebyl jejich vliv na rychlost růstu signifikantní (data nejsou zobrazena). Byl testován jak vliv průměrné roční teploty, tak vliv ročního úhrnu srážek se zpožděním 1 a 2 roky.



Graf 6 Lineární závislost 1. derivace a množství kůrovcového dříví vytěženého v předcházejícím roce

Závěrem lze diskutovat, zda data o kůrovci byla dostatečně kvalitní a dlouhodobá, aby umožnila testovat danou hypotézu. Množství vytěženého kůrovcového dříví může být ovlivněno i dalšími vlivy než jen skutečnou abundancí lýkožrouta a může být zatíženo neznámým a proměnlivým zpožděním. Jinou vhodnou proměnnou by byl například výskyt kůrovcových souší (Matějka 2008) nebo počet chycených jedinců ve feromonových lapačích (Duelli et al. 1997).

#### 4.4. ZÁVĚR

Nepodařilo se nalézt statisticky významný vliv teploty a srážek na rychlost růstu populace lýkožrouta smrkového. Rychlost růstu byla signifikantně závislá pouze na abundanci lýkožrouta v předchozím roce. Pro další zkoumání vztahu klimatických ukazatelů a populační dynamiky lýkožrouta by bylo třeba získat kvalitnější a dlouhodobější data o početnosti lýkožrouta; těžené kůrovcové dříví může být zatíženo různými rušivými (např. ekonomickými) vlivy a není ideálním proxy.

K rozšíření databáze by bylo vhodné navázat spolupráci se zahraničím, zejména s Německem, Slovenskem a Polskem, kde dochází k podobným kůrovcovým kalamitám. Bylo by tak možné např. porovnávat odezvu lýkožrouta na orkán v kombinaci s různými meteorologickými

podmínkami. Dále by bylo vhodné využít leteckých snímků – vytvořit dostatečně dlouhou řadu snímků tak, aby mohly sloužit k časovému rozboru.

## 5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Anděra M. et al. 2003. Šumava – příroda, historie, život. Baset, 800 s.

Balatka B., Kalvoda J. 2006. Geomorfologické členění reliéfu Čech. Kartografie Praha, 79 s.

Babůrek J., Pertoldová J., Verner K., Jiříčka J. 2006. Průvodce geologií Šumavy. Správa NP a CHKO Šumava, Česká geologická služba, Praha, 118 s.

Bláha J., Křenová Z., Romportl D. 2013. Can NATURA 2000 mapping be used to zone the Šumava NP? European Journal of Environmental Sciences 3: 57-64.

Duelli P., Zahradnik P., Knizek M., Kalinova B. 1997. Migration in spruce bark beetles (*Ips typographis* L.) and the efficiency of pheromone traps. Journal of Applied Entomology 121: 297-303.

Grodzki W., Jakuš R., Lajzová E., Sitková Z., Maczka T., Škvarenina J. 2006. Effects of intensive versus no management strategies during an outbreak of the bark beetle in the Tatra Mts. in Poland and Slovakia. Annals of Forest Science 63: 55-61.

Hamerník J., Kohlík V., Leugner J., Podrázský V. 1999. Natural regeneration of declined spruce stands on permanent research plots in the Bohemian forest National park preliminary results. Silva Gabreta 3: 155-160.

Heurich M. 2009. Progress of forest regeneration after a large-scale *Ips typographus* outbreak in the subalpine *Picea abies* forests of the Bavarian Forest National Park. Silva Gabreta 15: 49-66.

Heurich M., Baierl F., Gunther S., Sinner K. F. 2011. Management and conservation of large mammals in the Bavarian Forest NP. Silva Gabreta 17: 1-18.

Hruška J., Křenová Z. 2012. Proper zonation – an essential tool for the future conservation of the Šumava National Park. European Journal of Environmental Sciences 2: 62-72.

Kindlmann P., Matějka K., Doležal P. 2012. Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody. Karolinum, Praha, 325 s.

Matějka K. 1999. Monitoring stavu lesů v Národním parku Šumava – zpracování dat do roku 1999. [http://www.infodatasys.cz/sumava/IFER\\_SUM\\_1999.pdf](http://www.infodatasys.cz/sumava/IFER_SUM_1999.pdf)

Míková T., Valeriánová A., Voženílek V. 2007. Atlas podnebí ČR. Český hydrometeorologický ústav, 256 s.

Svoboda M., Wild J., Zenáhlíková J. 2011. The state and development of natural regeneration before and one year after a dieback in the tree layer of a mountains spruce forest in the Trojmezí area of the Šumava National Park. *Silva Gabreta* 17: 37-54.

Šantrůčková H., Vrba J. 2010. Co vyprávějí šumavské smrčiny. Správa NP a CHKO Šumava, Přírodovědecká fakulta Jihočeské Univerzity, Česká společnost pro ekologii, Vimperk, 153 s.

#### **Zdroje obrázků:**

[1] Geomorfologie. [online]. [cit. 2014-08-10]. Dostupné

z: [http://www.herber.kvalitne.cz/FG\\_CR/geomorfologie.html](http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/geomorfologie.html)

[2] NP Šumava. [online]. [cit. 2014-08-10]. Dostupné z:

<http://geografie.kvalitne.cz/ochrana/sumava.htm>

[4] ŽENA-IN.cz - Tip na podzimní výlet Šumavská rašeliniště – Magazín. [online]. [cit.

2014-08-10]. Dostupné z: [http://zena-in.cz/clanek/tip-na-podzimni-vylet-sumavska-raseliniste/np\\_sumava.html](http://zena-in.cz/clanek/tip-na-podzimni-vylet-sumavska-raseliniste/np_sumava.html)

[5] LETISTE.CZ – Aktuality [online]. [cit. 2014-08-10]. Dostupné z:

<http://www.letistecr.cz/aktuality/-roku-2012-tetrev-hlusec.aspx/birdlife.html>

[6] FOTOHANC.WZ.CZ [online]. [cit. 2014-08-10]. Dostupné z:

<http://www.fotohanc.wz.cz/zhanc.html>

[7] E-UČEBNICE.WEBNODE.CZ – Brouci [online]. [cit. 2014-08-10]. Dostupné z:

<http://e-ucebnice.webnode.cz/news/brouci/misabt.html>

[8] CESTOVÁNÍ.IDNES.CZ - Přes hřeben Šumavy na kole. Těšte se na 200 km a tři dny tiché samoty [online]. [cit. 2014-08-10]. Dostupné z:

[http://cestovani.idnes.cz/pres-hreben-sumavy-na-kole-teste-se-na-200-km-a-tri-dny-tiche-samoty-pxe-tipy-na-vylet.aspx?c=A100809\\_135035\\_igcechy\\_hig/idnes.html](http://cestovani.idnes.cz/pres-hreben-sumavy-na-kole-teste-se-na-200-km-a-tri-dny-tiche-samoty-pxe-tipy-na-vylet.aspx?c=A100809_135035_igcechy_hig/idnes.html)

## 6. PŘÍLOHA

Tabulka 1 Roční úhrny srážek a průměrné roční teploty v letech 1981-2013, meteorologická stanice Churáňov

rok	srážky [mm]	teplota [°C]
1981	1620	4.9
1982	1124	5.8
1983	923	6.1
1984	1028	3.7
1985	997	3.5
1986	1223	4.1
1987	1110	3.6
1988	1266	4.6
1989	946	5.6
1990	1061	5.0
1991	726	4.1
1992	876	5.3
1993	1137	4.6
1994	935	5.6
1995	1468	4.6
1996	1111	3.4
1997	1045	4.9
1998	1116	5.0
1999	1027	5.1
2000	1008	6.0
2001	1176	4.8
2002	1545	5.7
2003	911	5.6
2004	1147	4.7
2005	1350	4.5
2006	1204	5.7
2007	1286	5.6
2008	1086	5.5
2009	1357	5.9
2010	1100	4.1
2011	838	5.9
2012	201	5.3
2013	120	5.0

Tabulka 2 Měsíční úhrny srážek v letech 1981-2013, meteorologická stanice Churáňov

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1981	48.0	45.0	70.0	50.0	100.0	55.0	243.0	100.0	109.0	300.0	200.0	300.0
1982	90.0	50.0	150.0	50.0	49.0	100.0	100.0	150.0	50.0	100.0	35.0	200.0
1983	126.5	66.1	55.5	101.1	92.0	97.5	17.0	169.7	38.1	40.6	77.9	41.4
1984	155.1	112.3	50.7	70.0	114.2	60.8	106.4	58.3	184.0	30.5	60.0	25.6
1985	69.7	47.4	78.4	94.1	79.5	101.0	72.4	212.5	41.2	15.6	136.9	48.4
1986	192.2	18.2	85.9	62.4	171.0	102.4	107.5	109.4	29.5	118.0	24.8	201.7
1987	132.8	70.4	99.0	47.6	165.5	96.7	138.5	71.5	91.0	29.2	84.6	82.7
1988	91.1	171.3	223.6	38.5	42.8	132.1	106.4	109.2	58.6	16.6	86.3	189.2
1989	28.5	62.5	52.9	113.2	50.0	88.4	151.7	88.3	113.0	53.5	46.0	97.6
1990	40.7	132.9	46.6	98.9	64.3	100.3	75.9	108.1	102.2	85.1	134.0	71.9
1991	36.2	28.9	30.7	13.9	70.8	29.9	156.4	103.4	30.5	28.8	77.5	118.8
1992	30.5	58.3	129.4	75.4	29.2	72.6	80.3	38.2	79.8	140.9	92.2	49.6
1993	104.5	59.1	59.5	30.5	105.3	139.4	149.9	71.6	76.9	81.5	50.6	208.1
1994	73.7	27.1	132.7	68.9	72.3	71.2	67.8	114.3	62.3	66.6	67.7	110.8
1995	173.6	52.1	167.1	105.0	127.1	195.4	105.8	146.1	159.6	30.9	110.1	94.9
1996	29.2	53.5	55.9	56.0	141.9	110.5	193.2	110.3	112.1	115.7	88.2	44.9
1997	11.2	116.1	114.0	105.4	103.3	61.2	231.6	45.3	28.0	87.9	40.0	101.1
1998	61.0	24.3	130.1	40.6	62.7	143.8	89.9	46.7	144.6	212.9	106.5	53.3
1999	87.4	151.2	44.7	52.6	70.2	77.6	157.2	106.7	65.3	25.8	64.4	124.0
2000	78.5	92.2	181.0	30.9	109.9	86.3	126.0	60.4	65.7	83.3	35.1	58.9
2001	50.9	65.4	136.3	110.8	81.8	119.8	83.3	118.6	94.9	37.7	112.2	163.8
2002	61.8	181.8	145.2	56.3	49.0	107.8	94.4	382.7	129.7	171.2	83.2	81.7
2003	164.3	48.0	33.9	52.6	107.6	55.3	115.6	51.5	19.8	131.6	19.1	111.5
2004	145.7	111.3	111.7	72.0	108.9	143.0	84.8	59.8	85.1	59.2	126.3	39.6
2005	117.9	150.2	73.6	78.3	81.9	95.1	221.6	238.5	118.5	32.8	61.7	79.6
2006	92.6	96.6	122.4	125.3	120.6	136.6	108.0	226.2	27.1	30.5	66.4	51.7
2007	188.2	72.9	124.6	10.1	118.7	64.5	138.4	71.1	168.8	78.2	150.9	99.8
2008	43.5	149.1	139.8	110.1	59.4	77.6	127.0	109.9	100.7	47.8	67.0	54.4
2009	28.2	116.9	135.9	58.2	184.7	244.1	203.0	79.4	46.1	118.0	59.0	83.6
2010	58.4	49.2	81.9	49.3	141.1	155.1	166.3	160.2	44.3	22.7	68.4	102.6
2011	71.2	29.7	29.6	42.0	122.9	108.3	125.6	58.6	51.4	75.3	0.8	122.1
2012	161.5	41.2	16.9	96.7	49.0	142.4	228.8	152.0	91.9	56.4	55.9	117.6
2013	120.0	88.9	53.3	57.5	139.4	267.9	26.2	115.5	59.6	55.1	70.7	42.8

Tabulka 3 Měsíční průměrné teploty v letech 1981-2013, meteorologická stanice Churáňov

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1981	-2.0	-1.0	2.5	3.3	8.6	11.6	12.0	12.5	10.1	4.1	-1.0	-2.0
1982	-3.6	-1.0	0.0	5.6	8.7	12.2	14.3	13.0	12.6	5.8	2.7	-1.5
1983	-1.2	6.4	-0.2	4.7	8.4	11.9	17.1	13.4	9.8	4.9	-0.1	-2.0
1984	-4.1	-5.7	-3.0	1.7	6.5	9.5	11.7	12.6	7.8	6.7	2.3	-2.0
1985	-8.9	-7.2	-1.6	2.5	9.2	8.8	13.8	12.7	9.9	5.3	-3.5	0.5
1986	-5.1	-11.0	-1.3	4.0	10.7	11.1	12.5	12.9	8.5	5.9	2.2	-2.2
1987	-8.7	-2.7	-6.2	4.1	5.7	10.1	13.3	11.2	11.6	5.3	0.7	-1.7
1988	-0.2	-3.3	-2.9	3.6	9.7	10.8	13.4	13.0	8.9	6.1	-1.9	-2.7
1989	-0.1	0.0	2.3	3.7	8.7	10.1	13.3	12.6	10.2	6.4	-0.5	-0.1
1990	-1.1	1.9	2.6	2.0	9.6	11.0	12.4	14.2	7.0	6.8	-2.6	-4.5
1991	-2.8	-6.2	2.4	2.1	4.3	9.6	14.6	13.8	10.9	3.4	0.2	-3.8
1992	-2.5	-1.5	-0.6	2.3	9.7	12.3	14.8	17.1	9.9	2.4	1.1	-1.8
1993	-1.3	-2.9	-1.9	5.4	10.6	11.3	11.6	12.9	8.9	4.5	-2.8	-1.7
1994	-1.9	-3.8	1.9	3.1	8.3	12.3	17.4	14.2	9.9	3.7	3.1	-1.2
1995	-4.8	-0.2	-2.2	3.9	8.5	9.9	16.2	13.0	7.9	8.4	-1.3	-4.9
1996	-4.8	-5.8	-4.6	4.1	8.7	12.4	11.6	12.5	5.9	5.5	1.0	-5.8
1997	-3.0	-0.7	1.2	0.7	8.9	11.8	12.3	14.6	10.4	3.0	0.5	-1.5
1998	-1.5	0.8	-1.1	4.9	9.7	12.6	12.8	13.5	8.9	4.9	-3.0	-3.0
1999	-0.8	-5.4	0.9	4.2	9.5	11.2	14.6	13.2	12.6	4.8	-1.0	-3.1
2000	-4.5	-1.4	-0.5	6.6	10.8	13.8	10.9	14.8	9.8	7.8	3.0	0.0
2001	-3.0	-1.8	0.8	2.4	10.9	10.1	14.0	14.7	6.9	9.4	-1.4	-5.8
2002	-2.2	0.2	1.2	3.2	11.2	14.3	14.0	14.4	7.8	3.9	2.6	-2.6
2003	-4.8	-5.8	0.9	3.4	11.1	16.2	14.8	17.6	10.3	1.6	2.9	-1.6
2004	-5.7	-2.7	-1.1	4.7	7.1	11.1	13.0	14.3	9.7	6.7	-0.1	-1.2
2005	-3.5	-6.4	-1.7	4.9	9.3	12.6	13.7	11.7	10.5	7.4	-0.4	-4.5
2006	-4.5	-4.6	-2.7	3.7	8.7	13.3	17.5	10.6	12.6	9.0	3.5	1.0
2007	-0.6	0.1	1.4	7.6	10.1	13.5	13.4	13.2	7.5	4.1	-1.1	-2.0
2008	-0.6	-0.2	-0.9	3.7	10.1	13.2	13.7	13.3	8.1	6.0	2.0	-2.4
2009	-4.2	-3.7	-0.7	8.9	9.5	14.9	13.9	14.8	11.1	4.2	4.1	-3.0
2010	-7.3	-3.9	-0.9	4.8	7.4	12.5	16.2	12.6	7.8	3.8	1.7	-5.6
2011	-2.8	-3.5	1.2	7.1	9.8	12.3	12.0	14.7	11.7	5.3	4.0	-1.2
2012	-3.7	-8.5	2.7	4.5	10.6	13.0	13.7	14.5	9.9	5.6	3.0	-2.4
2013	-3.9	-5.5	-3.3	4.2	7.8	11.9	15.9	14.3	8.8	6.9	0.5	1.4