



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta přírodovědně-humanitní  
a pedagogická



# Vliv sucha na stav lesních porostů na území CHKO Jizerské hory v souvislosti s výskytem lýkožrouta smrkového

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

B1301 Geografie

*Studijní obor:*

Aplikovaná geografie

*Autor práce:*

**Tomáš Linhart**

*Vedoucí práce:*

RNDr. Jan Kocum, Ph.D.

Katedra geografie





## Zadání bakalářské práce

# Vliv sucha na stav lesních porostů na území CHKO Jizerské hory v souvislosti s výskytem lýkožrouta smrkového

*Jméno a příjmení:* **Tomáš Linhart**  
*Osobní číslo:* P18000268  
*Studijní program:* B1301 Geografie  
*Studijní obor:* Aplikovaná geografie  
*Zadávající katedra:* Katedra geografie  
*Akademický rok:* **2019/2020**

### Zásady pro vypracování:

#### Cíle:

- Obecná rešerše literatury týkající se problematiky sucha a jeho kategorizace se zaměřením na sucho hydrologické
- Literární rešerše týkající se problematiky zdravotního stavu lesních porostů na území CHKO Jizerské hory se zaměřením na výskyt lýkožrouta smrkového (biologie, výskyt, historie kůrovcových kalamit), posouzení hlavních f-g faktorů ovlivňujících zdravotní stav lesa v zájmovém území
- Základní fyzicko-geografická analýza území CHKO Jizerské hory
- Zhodnocení hydrologických poměrů v zájmovém území především v souvislosti s výskytem suchých period, posouzení zdravotního stavu lesa v zájmovém území se zřetelem na výskyt lýkožrouta smrkového a hydrologického sucha
- Posouzení vztahu mezi hydrologickým suchem a kůrovcovou aktivitou v zájmovém území

#### Metody:

- Podrobná literární rešerše studované problematiky z dostupných zdrojů
- Analýza dostupných mapových podkladů a jejich tvorba s využitím vrstev GIS, terénní průzkum
- Základní statistická analýza dostupných hydrologických časových řad a dat o kůrovcových kalamitách

Rozsah grafických prací:  
Rozsah pracovní zprávy:  
Forma zpracování práce:  
Jazyk práce:

40 stran  
tištěná/elektronická  
Čeština



### Seznam odborné literatury:

- BLINKA P., 2004. *Klimatologické hodnocení sucha a suchých období na území ČR v letech 1876–2003*. In: ROŽNOVSKÝ, J., LISTCHMANN, T. (Eds.). *Seminář: Extrémy počasí a podnebí*. 1. vyd. Brno: Český hydrometeorologický ústav. ISBN 80-86690-12-1.
- BRÁZDIL R., TRNKA M. a kol., 2015. *Sucho v českých zemích: Minulost, současnost, budoucnost*. 1. vyd. Brno: Centrum výzkumné globální změny AV ČR, s. 13. ISBN 978-80-87902-11-0.
- SKUHRAVÝ V., 2002. *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) a jeho kalamity*. Praha: Agrospoj. ISBN 80-7084-238-5.
- ZUMR V., 1985. *Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (Ips typographus L.) a ochrana proti němu*. Studie ČZV 17 (1985): str. 105.

Vedoucí práce: RNDr. Jan Kocum, Ph.D.  
Katedra geografie

Datum zadání práce: 18. prosince 2019  
Předpokládaný termín odevzdání: 30. dubna 2021

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.  
děkan

L.S.

doc. RNDr. Kamil Zágoršek, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 2. června 2020

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

31. března 2021

Tomáš Linhart

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu mé práce panu RNDr. Janu Kocumovi, Ph.D., za věcné rady, ochotu, trpělivost a jeho odborného vedení při tvorbě této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Liboru Dostálovi z Lesů ČR za cenné konzultace a poskytnutí dat o lýkožroutu smrkovém. Děkuji také Českému hydrologickému úřadu za poskytnutí hydrologických dat. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu během celého studia.

# Anotace

Tato bakalářská práce se zaměřuje na hydrologické sucho a jeho souvislost s výskytem lýkožrouta smrkového v chráněné krajinné oblasti Jizerské hory. Pozornost je věnována zejména období od roku 2000 do roku 2019. Popisuje a vysvětluje příčiny kalamitních stavů kůrovce v průběhu sledovaného období i historie a zaměřuje se především na souvislosti s hydrologickým suchem. Hlavními metodami použitými pro zpracování tohoto tématu je podrobná literární rešerše a analýzy hydrologických a kůrovcových dat.

**Klíčová slova:** lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), smrkové monokultury, kůrovcová kalamita, degradace lesních porostů, sucho, hydrologické sucho, minimální průtoky, Jizerské hory, chráněná krajinná oblast

# Annotation

This bachelor thesis focuses on the hydrological drought and his connection with Spruce Bark Beetle in the Jizera Mountains PLA focusing on the period from 2000 to 2019. Describes and explains the causes of bark beetle outbreaks during this period and in the history to focus primarily on connection with hydrological drought. Main methods used for processing this topic is detailed literature research and analysis of hydrological and bark beetle data.

**Key words:** Spruce Bark Beetle (*Ips typographus*), spruce monocultures, bark beetle outbreak, degradation of forest stands, drought, hydrological drought, low flow, Jizera Mountains, Protected Landscape Area

# Obsah

1	Úvod .....	12
2	Struktura práce a její cíle .....	13
3	Stav poznání .....	14
3.1	Hydrologické sucho .....	14
3.1.1	Definice sucha.....	14
3.1.2	Druhy sucha .....	16
3.1.3	Hydrologické sucho a jeho dopady v lesnictví .....	16
3.2	Lýkožrout smrkový .....	17
3.2.1	Morfologie a taxonomické zařazení .....	17
3.2.2	Rozšíření lýkožrouta smrkového .....	18
3.2.3	Vývojový cyklus .....	20
3.2.4	Let lýkožrouta smrkového .....	21
3.2.5	Napadení stromu .....	22
3.2.6	Rozdíly v poměru samic a sameců .....	23
3.2.7	Problematika kalamitního přemnožení .....	23
3.2.8	Historie kalamit.....	24
3.2.9	Současná situace kalamit .....	27
3.3	Další fyzicko-geografické faktory ovlivňující zdravotní stav lesa .....	28
3.3.1	Abiotičtí škodliví činitelé.....	28
3.3.2	Biotičtí škodliví činitelé.....	29
3.3.3	Antropogenní škodliví činitelé.....	29
4	Materiál a metody .....	30
4.1	Použitá data .....	30
4.1.1	Data pro mapovou tvorbu .....	30
4.1.2	Hydrologická data .....	30
4.1.3	Data o lesích a lýkožroutu smrkovém.....	31
4.2	Použité metody .....	31
4.2.1	Tvorba mapových výstupů.....	31
4.2.2	Analýza hydrologických a lesnických dat .....	31
5	Fyzicko-geografická charakteristika území.....	32
5.1	Vymezení zájmového území .....	32
5.2	Geologické a geomorfologické poměry .....	33



5.3	Půdní poměry .....	34
5.4	Klimatické podmínky .....	36
5.5	Hydrologické poměry .....	37
5.6	Ochrana přírody .....	39
6	Výsledky .....	42
6.1	Analýza odtokového režimu .....	42
6.1.1	Režim dlouhodobých průměrných denních průtoků .....	43
6.1.2	Režim dlouhodobých průměrných měsíčních průtoků .....	48
6.1.3	Režim průměrných ročních průtoků .....	50
6.1.4	Analýza podprůměrně vodných roků .....	53
6.2	Analýza dat o lýkožroutu smrkovém a lesích .....	58
6.3	Vztah hydrologického sucha a kůrovcové aktivity .....	60
7	Diskuse .....	62
8	Závěr .....	64
9	Zdroje .....	65
9.1	Tištěné zdroje .....	65
9.2	Elektronické zdroje .....	67
9.3	Legislativa .....	70
10	Seznam příloh .....	71
11	Přílohy .....	72

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma časového postupu sucha hydrologickým cyklem a jeho souvisejících jevů.....	15
Obrázek 2: Dynamika rozmnožování lýkožrouta smrkového .....	21
Obrázek 3: Vymezení zájmového území .....	32
Obrázek 4: Geologické poměry v CHKO Jizerské hory.....	34
Obrázek 5: Půdní poměry v CHKO Jizerské hory.....	36
Obrázek 6: Vodstvo v CHKO Jizerské hory.....	39
Obrázek 7: Maloplošná zvláště chráněná území v CHKO Jizerské hory .....	41
Obrázek 8: Zkoumané vodoměrné stanice v CHKO Jizerské hory .....	43
Obrázek 9: Vývoj průměrných denních průtoků pro měrné profily během hydrologických let 2000–2019 .....	45
Obrázek 10: Křivka průměrného překročení dlouhodobých průměrných denních průtoků .....	46
Obrázek 11: Průměrné měsíční průtoky zkoumaných profilů za hydrologické roky 2000–2019 .....	48
Obrázek 12: Procentuální podíl ročních období na odtoku za období 2000–2019.....	49
Obrázek 13: Průměrné roční průtoky Jezdecké za hydrologické roky 2000–2019 s klouzavým průměrem.....	51
Obrázek 14: Průměrné denní průtoky Jezdecké v porovnání s roky podprůměrnými....	54
Obrázek 15: Srovnání průměrných překročených dnů s roky 2003 a 2015.....	55
Obrázek 16: Srovnání průměrných měsíčních průtoků .....	56
Obrázek 17: Procentuální podíl ročních období na odtoku za období 2000–2019 vs. roku 2003 a 2015.....	56
Obrázek 18: Změna v procentuálním zastoupení dřevin v Jizerských horách .....	58
Obrázek 19: Porovnání v množství napadeného dřeva v České republice .....	59
Obrázek 20: Množství napadeného dřeva v m <sup>3</sup> v lesní správě Jablonec nad Nisou.....	59
Obrázek 21: Porovnání množství napadeného dřeva za jednotlivé roky s průměrnými ročními průtoky.....	60

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Taxonomické zařazení lýkožrouta smrkového .....	18
Tabulka 2: Procentuální zastoupení zón v CHKO Jizerské hory.....	40
Tabulka 3: Základní charakteristika zkoumaných povodí .....	42
Tabulka 4: Základní statistická charakteristika zkoumaných profilů v rozmezí hydrologických let 2000–2019 .....	44
Tabulka 5: M-denní průtoky z období 2000–2019 .....	46
Tabulka 6: Průměrná decilová odchylka za hydrologická roky 2000–2019 .....	47
Tabulka 7: Koeficient $C_v$ průměrných denních průtoků za období 2000–2019.....	47
Tabulka 8: Koeficient $C_v$ průměrných měsíčních průtoků za období 2000–2019.....	49
Tabulka 9: Koeficient $K_r$ za sledované období 2000–2019.....	50
Tabulka 10: Hodnocení toku za jednotlivé roky.....	51
Tabulka 11: Slovní hodnocení pravděpodobnosti $P_i$ .....	52
Tabulka 12: Porovnání statistických údajů.....	57

## Seznam zkratek

AOPK	Agentura ochrany přírody a krajiny
CENIA	Česká informační agentura životního prostředí
ČGS	Česká geologická služba
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
DMR 5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
CH	chladná (oblast)
CHKO	Chráněná krajinná oblast
km <sup>2</sup>	kilometr čtverečný
m <sup>3</sup>	metr krychlový
m n. m.	metrů nad mořem
MT	mírně teplá (oblast)
S-JTSK	System jednotné trigonometrické sítě katastrální
VÚV T.G.M.	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
WMS	Web Map Service (webová mapová služba)

# 1 Úvod

Problematikou lýkožrouta smrkového se lidé zabývají již desítky let. Tento škůdce devastuje především oblasti smrkových monokultur a stává se tak jedním z největších ničitelů smrkových lesů v celé Evropě. Lýkožrout smrkový ovšem nemusí být vždy považován za nepřitele lesů. Naopak, ve zdravém lese má pozitivní funkci, tento brouk zbavuje les stromů, které nejsou v dobrém zdravotním stavu. Problém nastává, pokud je les postižen jinými faktory, které způsobují, že je les ve špatném zdravotním stavu a je tudíž vůči lýkožroutu smrkovému velice zranitelný. V takovém případě může dojít ke kalamitnímu přemnožení lýkožrouta a následné devastaci krajiny.

Kvůli klimatickým změnám tu máme stále větší hydrologické extrémny, mezi které patří různé druhy sucha (klimatické, půdní, hydrologické) nebo povodně. Tato bakalářská práce zkoumá vztah mezi klimatickým suchem a lýkožroutem smrkovým, snaží se tuto souvztažnost buďto potvrdit, nebo vyvrátit.

V oblasti Jizerských hor již několikrát lýkožrout smrkový způsobil značné škody. V 60.–80. letech 20. století byly stromy v Jizerských horách postiženy imisemi z továren a elektráren ze severu Čech, které zapříčinily neschopnost lesa bránit se proti lýkožroutu. Ve 21. století však přišla nová výzva, a to ve smyslu klimatických změn, které by mohly způsobit stejné následky jako imise v minulosti, a zapříčinit nemožnost lesů bránit se proti kůrovcovým kalamitám. Proto by se mělo k problematice vlivu sucha na kůrovcovou aktivitu přistupovat velice opatrně a věnovat jí pozornost, kterou si zaslouží.

## 2 Struktura práce a její cíle

Pro psaní bakalářské práce byly určeny k řešení tyto stěžejní cíle:

- vyznačit území CHKO a určit jeho základní geografické vlastnosti s pomocí geografických informačních systémů
- za pomoci rešerše charakterizovat biologii lýkožrouta smrkového, popsat rozšíření tohoto škůdce v Evropě a v České republice, prozkoumat problematiku kůrovcových kalamit a jejich historii ve zkoumaném území
- definovat sucho, rozdělit jej do kategorií a zaměřit se především na sucho hydrologické; za pomoci hydrologických dat z vybraných řek na daném území určit, zda se ve zkoumané oblasti projevuje hydrologické sucho či se odtokový režim řek liší jinak
- prozkoumat zdravotní stav lesa v daném území se zřetelem na smrkové monokultury, charakterizovat problematiku těchto monokultur v souvislosti s lýkožroutem smrkovým a hydrologickým suchem
- podle hydrologických a statistických analýz určit, zda má hydrologické sucho vliv na kůrovcovou aktivitu v daném území
- popsat další možné fyzicko-geografické činitele ohrožující zdravotní stav lesů v CHKO Jizerské hory

Celá bakalářská práce je členěna do kapitol a jejich podkapitol, přičemž úvodní kapitoly se zabývají vymezením zájmového území a fyzicko-geografickou charakteristikou oblasti za pomoci literární rešerše a vytvořených map.

V další části se práce zaměřuje na literární rešerši lýkožrouta smrkového, jeho morfologii, oblast rozšíření, problematiku smrkových monokultur a hydrologického sucha, seznámení se s historií a současným vývojem kalamit jak v celé České republice, tak na území CHKO Jizerské hory. Důraz se přitom klade na zdravotní stav lesů a jejich proměnu v souvislosti s kůrovcovými kalamitami.

Následuje rešerše hydrologických extrémů se zaměřením na hydrologické sucho. Na tuto pasáž navazují hydrologické analýzy, ty jsou v posledních částech práce hodnoceny v souvislosti s vývojem poslední kůrovcové kalamity ve zkoumaném území. Před zmíněným hodnocením souvislostí se práce zabývá i dalšími potenciálními činiteli, které mohou ohrožovat lesy ve vymezené oblasti.

V samotném závěru dochází k rekapitulaci cílů a jejich zhodnocení.

## 3 Stav poznání

### 3.1 Hydrologické sucho

S hydrologickými extrémami se setkáváme kvůli klimatickým změnám a důsledkům těchto změn čím dál tím více. Tyto klimatické změny mají v hydrologii za následek výraznou změnu objemu vody oproti normálu. Hladný (2009) udává, že mezi základní projevy klimatických změn se řadí přílišný nadbytek, případně nedostatek vody, který se následně projevuje povodní nebo suchem v zasažené lokalitě.

Z výše uvedeného vyplývá, že rozlišujeme dva základní projevy hydrologických extrémů. Jsou jimi sucho a povodeň. V povědomí obyvatel České republiky hrají významnější roli povodně. V minulosti docházelo k jejich výrazné medializaci. Jejich následky jsou ničivé a okamžité, dochází ke ztrátě lidských životů, škodám na majetku apod. Sucho se naopak projevuje pomalým vznikem a dlouhou dobou trvání (Blinka, 2004). Povodně jsou více zohledněny i v českých zákonech. Zatímco povodně jsou jasně definovány ve vodním zákoně, sucho v legislativě nikterak specifikováno není.

Hydrologický extrém sucho se dělí do několika typů. Jedná se o sucho meteorologické, zemědělské, hydrologické či socioekonomické. Pozornost je zde věnována zejména suchu hydrologickému, jeho vztahu ke zdravotnímu stavu lesních porostů ve zkoumaném území a jeho dopadům na výskyt lýkožrouta smrkového. Aktuálnost této tematiky podtrhuje i skutečnost, že po povodních představují sucha druhý nejvýznamnější hydrometeorologický extrém v naší zemi s významnými dopady na ekonomiku (Brázdil, Trnka a kol. 2015, str. 14).

#### 3.1.1 Definice sucha

Vymezení pojmu sucho je problematické nejen v českých zákonech, ale i mezi odbornou společností. V literatuře nalezneme nespočet definic sucha, žádná však není obecně uznávaná. Wilhit a Glantz (1985), Lloyd-Hughes (2013) a další autoři říkají, že obecná objektivní definice sucha neexistuje. Nicméně se shodují na tom, že sucho může být definováno jako záporná odchylka vodní bilance od klimatického normálu v dané oblasti, během určitého časového intervalu.

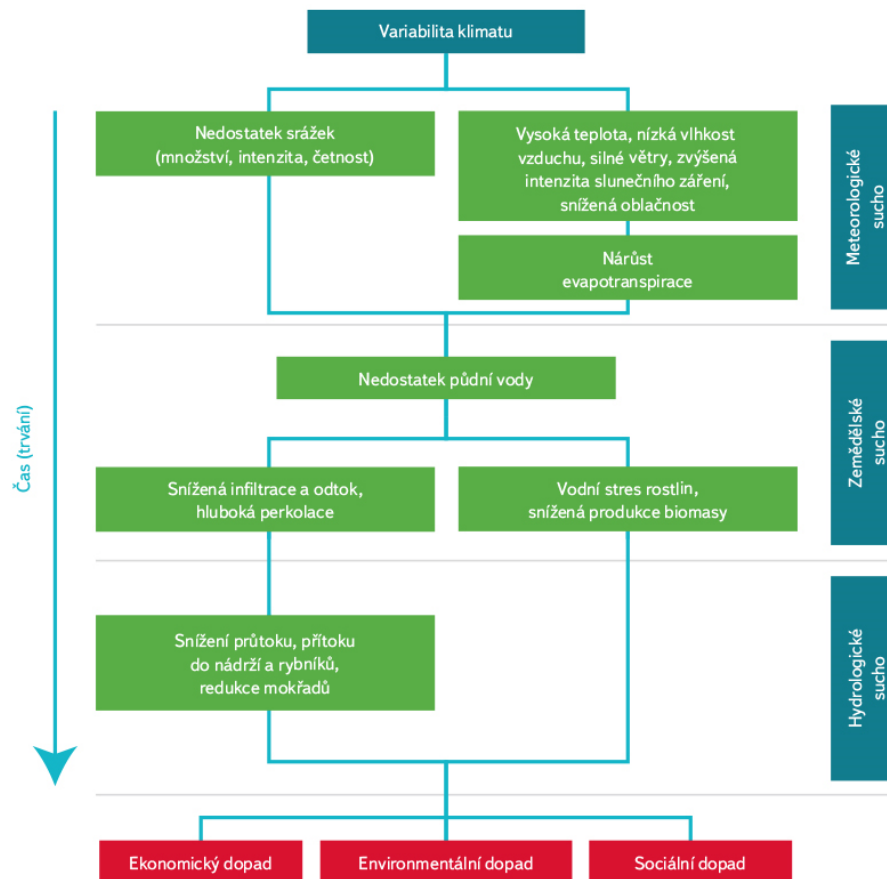
Základním faktorem pro vznik sucha je tudíž záporná odchylka vodní bilance. Důležitá je ale i řada dalších činitelů, které přispívají ke vzniku suchých period. Mezi

ně řadíme např. zvyšující se ztráty vody evapotranspirací, změny v rozložení srážek během roku, snižování vlhkosti půdy atd.

Pro lepší pochopení sucha napomohla Thornthwaiteova klasifikace podnebí z roku 1947, která rozlišuje 3 hlavní druhy sucha v rámci celého světa.

- Stálé sucho vyskytující se v nejsušších klimatických pásech.
- Sezónní sucho vyskytující se v některých klimatických pásech a v oblastech monzunového podnebí.
- Nahodilé sucho vyskytující se v důsledku nepravidelných a proměnlivých četností a intenzit výskytu srážek (Rožnovský 2012, str. 5).

Většina autorů však definice sucha dělí podle převažujících projevů do čtyř základních typů (Wilhite a Glantz, 1985). Patří mezi ně sucho meteorologické, agronomické, hydrologické a socioekonomické. Tyto typy sucha jsou na sobě často závislé (viz obrázek č. 1). Dále jsou definované a popsány níže.



Obrázek 1: Schéma časového postupu sucha hydrologickým cyklem a jeho souvisejících jevů (Vizina 2018)

### 3.1.2 Druhy sucha

**Meteorologické sucho** je nejčastěji definováno jako nedostatek srážek oproti normálnímu stavu za určitý čas na určitém místě. Toto sucho předchází ostatním typům sucha (viz obrázek č. 1). Může však být ovlivněno či způsobeno mnoha jinými faktory než jen nedostatkem srážek. Mezi tyto faktory patří sluneční záření, teplota vzduchu, zesilující výpar, relativní vlhkost vzduchu, rychlost větru apod.

**Agronomické (zemědělské sucho)** nastává především v důsledku meteorologického sucha. Projevuje se nedostatkem vody pro růst rostlin a má trvání v měřítku týdnů až 6-9 měsíců (Brázdil, Trnka a kol. 2015, str. 13). Toto sucho je podmíněno množstvím vody, kterou rostlina potřebuje ve stávající vegetační fázi.

**Hydrologické sucho** může být hodnoceno na základě snížení průtoků vodních toků, velikosti odtoku z povodí, poklesu zásob podzemní vody, snížení vydatnosti pramenů apod. Sobišek a kol. (1993) udávají, že toto sucho se projevuje až za určitý čas po meteorologickém suchu a může probíhat i v době, kdy meteorologické sucho již dávno odeznělo. Deficit podzemních vod (groundwater drought) se obvykle vyvíjí měsíce až roky, kdežto deficit povrchových vod (streamwater drought) může trvat v řádu dní až měsíců (Tallaksen a kol., 2004). Toto sucho závisí kromě množství srážek také na geomorfologických, geologických, půdních a vegetačních vlastnostech, retenční schopnosti dané oblasti atd.

**Socioekonomické sucho** je poté důsledkem výše zmíněných druhů sucha a nastává, pokud mají tyto druhy sucha negativní dopady na lidskou společnost, zdraví jedinců a hospodářskou produkci. Nedostatek vody se může negativně promítnout do turistického ruchu, průmyslové produkce (v důsledku nedostatku technologické vody), produkce elektrické energie (nedostatek vody pro samotnou výrobu v případě vodních elektráren či nedostatek vody nutné pro chlazení), života obyvatel (nedostatek pitné vody, případně zemědělských produktů) a následně pak do celé ekonomiky a fungování společnosti (Brázdil, Trnka a kol. 2015, str. 13).

### 3.1.3 Hydrologické sucho a jeho dopady v lesnictví

Jak již bylo zmíněno výše, hydrologické sucho lze definovat jako deficit povrchových či podzemních vod a může probíhat i v době, kdy meteorologické sucho již dávno odeznělo. To může mít negativní dopady na rostliny v dané oblasti, které jsou zvyklé čerpat určité množství vody a způsobit tak, stejně jako při zemědělském suchu, vodní stres rostlin.



V takovém případě může sucho způsobit zhoršení fyziologického stavu dřevin a připravit tak vhodné podmínky pro kolonizaci stromu lýkožroutem smrkovým. Již Mrkva (1993) poukazuje na sucho jako na činitele, který je zodpovědný za škody napáchané kůrovcem.

Palátová (2004) se zabývá vlivem stresu způsobeného suchem na smrk ztepilý. Mezi negativní vlivy řadíme potlačený výškový nárůst a průměr kmene, redukovanou délku jehlic, zhoršenou celkovou vitalitu atd. Tyto dopady mohou způsobit neschopnost stromu efektivně se bránit napadení lýkožroutem smrkovým a způsobit tak jeho kalamitu. Tyto faktory jsou pro oblast CHKO Jizerské hory velice nebezpečné, protože lesy Jizerských hor jsou tvořeny převážně smrkovými monokulturami.

Hydrologické sucho lze pak hodnotit na základě hydrologických indexů, jejichž hodnoty lze stanovit např. pozorováním odtoku nebo zásob podzemní vody (Brázdil a kol., 2015). V následujících kapitolách se zabývám především změnami v odtokovém režimu řek, snížením průtoků či nerovnoměrným rozložením průtoků v roce ve zkoumané oblasti.

## **3.2 Lýkožrout smrkový**

### **3.2.1 Morfologie a taxonomické zařazení**

Vajíčka těchto brouků mají eliptický tvar, bílou barvu a dosahují rozměrů 0,6 x 0,9 mm. Postupem času se z vajíčka stává larva, která má zpočátku taktéž bílou barvu, ta však začíná žloutnout a poté tmavnout. Vylíhnutí brouci mají bílou barvu. Dospělí jedinci mají barvu černohnědou až černou. Pouze chloupky na tykadlech a na končetinách jim zůstanou žluté. Zbarvení je lesklé, ale protože mají velkou část těla pokrytou chloupky, barva se zdá matná. Délka těchto dospělců se pohybuje od 4,8 mm do 5,5 mm s šířkou přibližně 1,9 mm. Zbarvení a jednotlivá stádia lýkožrouta smrkového jsou k vidění v příloze č. 6.

Samici lze rozeznat od samce výraznějším ochlupením těla a rýhami pod ústním ústrojím. Kvůli velikosti však tyto odlišnosti lze s přesností určit pouze za pomoci lupy či mikroskopu. Schlytera a Cederholma (1981) udávají, že dalšími znaky, kterými se odlišují samečci od samic, může být výraznější hrbolek na horní části hlavy nad mandibulami u sameců nebo třetí zub na zadní části krovek, který podle nich má být větší u sameců než u samic. Tyto odlišnosti však nebývají v mnoha případech patrné.

Taxonomii, neboli klasifikaci, lýkožrouta smrkového lze odvodit z tabulky č. 1. Druh *Ips typographus* (lýkožrout smrkový) je řazen do rodu *Ips* (lýkožrout), tribus *Ipini* (lýkožrouti), podčeleď *Ipinea* (kůrovcovci), čeleď *Scolytidea* (kůrovcovití), nadčeleď *Curculionoidea* (nosatci). Ta se řadí do třídy *Insecta* (hmyz), která se řadí do kmene *Arthropoda* (členovci).

Lýkožrout smrkový je jedním ze šesti zástupců tohoto rodu u nás, přičemž morfologicky nejpodobnější jsou lýkožrout severský – *Ips duplicatus* (Sahlberg), lýkožrout menší – *Ips amitinus* (Eichhoff) a lýkožrout modřínový – *Ips cembrae* (Heer) (Skuhrový 2002, str. 11). Podobnost mezi těmito druhy spočívá v zoubcích na konci krovek. Všechny výše zmínění kůrovci jich mají čtyři páry.

Nejznámějším z těchto brouků však zůstává lýkožrout smrkový, latinsky *Ips typographus* (L.). Jelikož způsobuje nejvíce škod a je tak nejvíce medializovaný. V druhovém názvu má tento brouk v závorce „L“. Toto „L“ je zde uvedeno, protože dříve se řadil do jiného druhu, a to do druhu *Dermestes*. Až v roce 1894 jej Reitter přeřadil do rodu *Ips*.

Tabulka 1: Taxonomické zařazení lýkožrouta smrkového

Zařazení	Latinský název	Český název
Říše	Animalia	živočichové
Kmen	Arthropoda	členovci
Třída	Insecta	hmyz
Řád	Coleoptera	brouci
Nadčeleď	Curculionoidea	nosatci
Čeleď	Scolytidae	kůrovcovití
Podčeleď	Ipinea	kůrovci
Tribus	Ipini	lýkožrouti
Rod	<i>Ips</i>	lýkožrout
Druh	<i>Ips typographus</i> (L.)	lýkožrout smrkový

### 3.2.2 Rozšíření lýkožrouta smrkového

Tento brouk se vyskytuje na rozsáhlých územích Evropy i Asie. Přítomnost lýkožrouta smrkového byla zaznamenána od západní Evropy, Pyrenejí či Irska, až k východní Asii, kde působil škody na východním pobřeží Číny či dokonce i v Japonsku. Zaujímá tedy rozsáhlé plochy od západu na východ, ale i od severu na jih.

V Asii tvoří severní hranici oblast arktické tundry mezi 68–69° severní šířky, jižní pak probíhá severním Kazachstánem, Mongolskem a Čínou (Skuhřavý 2002).

V kontextu Evropy se lýkožrout ztepilý vyskytuje především ve střední Evropě, dále směrem na severovýchod až k severským státům, jako jsou Finsko, Norsko a Švédsko, které jsou známé svým vysokým procentuálním zastoupením jehličnanů. Největší problémy s lýkožroutem měli na území Německa, Polska a severní Itálie. V Německu byly nejvíce zasaženy především oblasti na jihovýchodě, ohroženy byly ve velké míře i Šumavské lesy. Často s ním mají problémy i ve Francii, především v blízkosti hranic s Německem, ale i na území francouzských Alp. Mezi státy, kde se Ips typographus vyskytuje celoplošně, patří Belgie, Nizozemsko, Rakousko či Švýcarsko. Menší problémy poté způsobuje na území Velké Británie, Irska či Španělska. Vyskytuje se například i na Balkánském poloostrově, ve Slovinsku, Chorvatsku, Bosně a Hercegovině nebo Srbsku. Naprosto ušetřena od tohoto hmyzu je snad pouze Albánie, ve které tvoří smrk pouze jedno procento lesní plochy.

Rozšíření lýkožrouta úzce koreluje s hranicí výskytu smrku ztepilého, jenž v podstatě kopíruje tyto hranice (viz příloha č. 7). Je to způsobeno tím, že tyto brouci nejčastěji napadají tento strom, živí se jeho lýkem a dřevinou a v mnoha případech také pod kůrou těchto stromů přezimují. Smrk ztepilý je v Evropě, v České republice či v CHKO Jizerské hory nejvíce rozšířeným stromem. Přes 50 % lesní plochy v České republice zaujímá právě smrk ztepilý (viz příloha č. 7). Kůrovec může napadat i jiné druhy stromů, avšak pouze jehličnaté. Na našem území byl zjištěn na modřínu opadavém (*Larix decidua*), smrku ajanském (*Picea jezoensis*), smrku sibiřském (*Picea obovata*), smrku omorice (*Picea omorica*), borovici korejské (*Pinus koraiensis*), borovici kleči (*Pinus mugo*), borovici sibiřské (*Pinus sibirica*), borovici lesní (*Pinus sylvestris*) a borovici pyrenejské (*Pinus uncinata*) (Lesnická práce 2019). Avšak největší problémy způsobuje tento škůdce na smrkových monokulturách, jelikož jsou v našem prostředí nejrozšířenější a často bývají velice zranitelné vůči jiným faktorům prostředí.

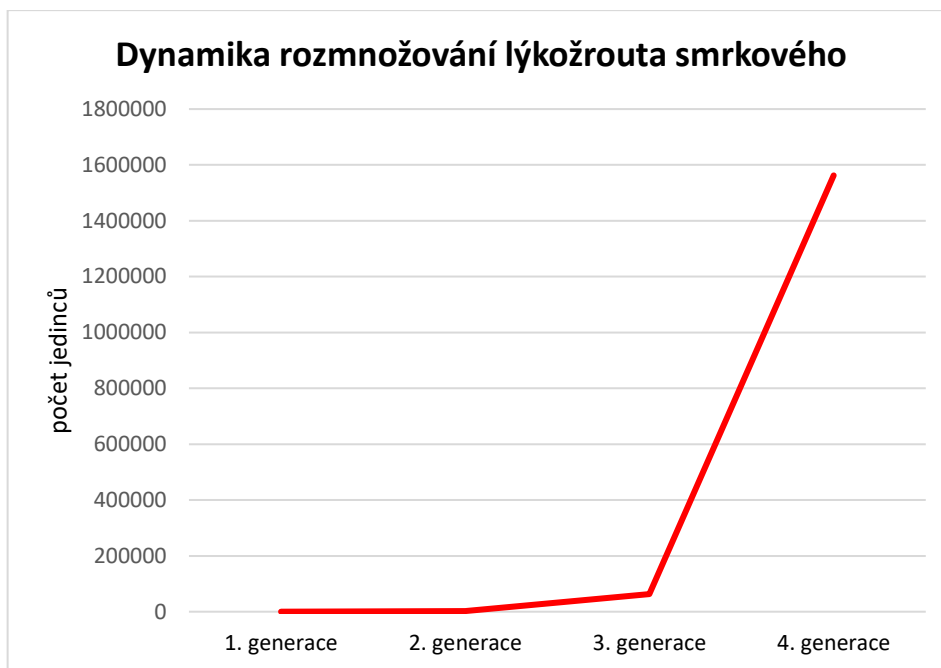
Lýkožrout smrkový je především horský (montánní) druh, přizpůsobil se však i životu v nižších nadmořských výškách, takže je běžný v pahorkatinném (kolinním) a nížinném (planárním) výškovém stupni (Skuhřavý 2002, str. 19). Nedělají mu proto problémy vyšší ani nižší nadmořské výšky v CHKO Jizerské hory. Komárek (1925) a další autoři se domnívají, že se brouk vyskytuje pouze v těch oblastech, kde je smrk autochtonní a v oblastech, kde je smrk nepůvodní se nevyskytuje ani lýkožrout smrkový. Smrk je však na většině území v Evropě i Asii autochtonní, pouze výrazným způsobem

v průběhu let vzrostlo jeho procentuální zastoupení na úkor ostatních druhů stromů. To platí i o naší zájmové oblasti.

### 3.2.3 Vývojový cyklus

Vývojový cyklus kůrovce v našich podmínkách začíná z jara. Přezimuje v půdě nebo pod kůrou stromů, podle toho, v jaké vývojové fázi ho zastihla zima. Toto zimoviště opouští, když denní teploty vystoupí na 18–20 °C. Poté prodělává několikadenní fázi dospívání, na konci této fáze začíná nalétávat na stromy. Lýkožrout smrkový prochází čtyřmi vývojovými stádii. Jedná se o vývoj z vajíčka na larvu, poté na kuklu a v závěru na dospělého jedince (viz příloha č. 6). Celý tento proces trvá okolo 6 až 10 týdnů. Teplota výraznou měrou ovlivňuje délku této doby. Platí, že čím vyšší teploty, tím kratší vývojový cyklus. Přičemž zkrácení délky cyklu může mít výrazný vliv na vznik kůrovcových kalamit. Důvodem je, že lýkožrout smrkový má poté více času na zplození dalších generací.

Lýkožrout smrkový je polygammí druh. To znamená, že jeden sameček je schopen oplodnit několik samiček. V tomto případě až 5. Každá samička je schopna naklást až 50 vajíček. To, že je samička schopna naklást až 50 vajíček, dokazuje, jaký má kůrovec neuvěřitelný rozmnožovací potenciál a nárůst jedinců mezi jednotlivými generacemi může být enormní. Kdyby například v 1. generaci měl lýkožrout smrkový 50 samiček a každá by nakladla 50 vajíček, měla by 2. generace 2500 jedinců, z toho by byla asi polovina samiček. Ty by byly schopny naklást až 62 500 vajíček. To by byl počet jedinců 3. generace. Rozdíl mezi 3. a 4. generací je pak rozhodující, jelikož 4. generace by měla až přes 1 500 000 jedinců. A právě enormní nárůst jedinců mezi 3. a 4. generací může způsobit kůrovcovou kalamitu (viz obrázek č. 2).



Obrázek 2: Dynamika rozmnožování lýkožrouta smrkového (Zdroj dat: UHUL, vlastní zpracování)

### 3.2.4 Let lýkožrouta smrkového

Let lýkožrouta smrkového má obrovské dopady na šíření kůrovcových kalamit, jelikož právě jeho let určuje, jakou oblast kůrovec zasáhne. Je však téměř nemožné určit, jak daleko či jakým směrem brouk poletí. Největší vliv na let má směr a rychlost větru, ale také to, jak daleko se nachází stromy s příhodnými podmínkami pro rozmnožování brouka. Nicméně ani směr větru nemusí nutně udávat, kam se kůrovec vydá. Brouci mohou být lákáni feromony brouků nacházejících se jinde, než kam vane vítr, a proto se nemusí nutně řídit směrem větru. Rychlost větru může mít vliv na přeletovou vzdálenost lýkožrouta smrkového i na rychlost šíření kůrovcových kalamit. Dále může záležet i na členitosti terénu, jelikož brouk většinou létá ve výšce 1 až 3 metrů, a tak může okolní krajina tvořit přirozenou překážku v jeho letu.

Záleží i na tom, o jakou generaci se jedná. 1. generace lýkožrouta smrkového spálila veliké množství tukových zásob přes zimu, a proto nemá tak velkou sílu na přelet, jako další generace. Zpravidla tak 1. generace migruje na kratší vzdálenosti, než následující generace. Přitom v příznivých podmínkách může tato generace započít let již začátkem dubna, kdy denní teploty přesáhnou 20 °C.

Zumr (1991) vypustil 4800 jedinců lýkožrouta smrkového a ulovil maximum značených jedinců ve vzdálenosti do 1000 m, kdežto v bližším okolí jich ulovil méně. Mnoho vědců provádělo testy s vypuštěním označených jedinců a jejich následného přepočítání. Vzdálenosti jejich nálezů se liší v desítkách až stovkách metrů, podstata však

zůstává stejná. Shodují se, že v blízkosti lapačů se najde velice málo jedinců. Jejich největší výskyt je asi do 1500 m od místa vypuštění. Poté jejich počty se vzdáleností klesají.

S největší pravděpodobností tak lýkožrout létá na vzdálenosti do 1–3 km. Avšak jsou známy i případy, kdy byli brouci schopni letět i na vzdálenost přesahující 8 km. Výzkum Komárka z roku 1931 potvrdil, že lýkožrout smrkový je schopen cestovat na vzdálenosti až několik desítek kilometrů. Zjistilo se, že přes 750 jedinců bylo schopno překonat vzdálenost 25–30 km.

Let má proto na kůrovcové kalamity a jejich šíření velký vliv. Místa s výskytem lýkožrouta smrkového nemusí představovat hrozbu pouze pro lokální lesy, ale i pro lesy nacházející se mimo postižené oblasti.

### **3.2.5 Napadení stromu**

Pro nálet na strom existují dvě hypotézy. První říká, že oslabené smrky produkují kvůli chemickým změnám v lýku atraktant, který láká lýkožrouta smrkového. Ten tímto způsobem při letu vyhledává oslabené smrky. Jedinci, kteří nalétnou na strom jako první, se nazývají „průzkumníci“. Ti pak vypouštějí agregační feromony a tím lákají ostatní jedince k nalétnutí na strom. Druhá teorie předpokládá, že se kůrovec šíří náhodně a nalétává na stromy rovnoměrně. Načež po přiletu „průzkumníci“ přilákají ostatní jedince jako v prvním případě.

Platí, že samci lákají samičky feromony. Tyto feromony byly zkoumány a nyní se díky nim vyrábí syntetické látky, které pomáhají v boji proti kůrovci. Poté, co je dostatek brouků na stromu, začnou kůrovci vylučovat antiagregační feromony. Ty mají za účel řídit rozmístění kůrovce na stromu nebo řídit nálet na další stromy.

Po přistání na strom začne samec hloubit tzv. snubní komůrku, do které láká samice. Samice po oplodnění samcem začne hloubit tzv. matečnou chodbu, která je rovnoběžná s osou kmene. Do této chodby klade oplodněná vajíčka. Každá matečná chodba může obsahovat až 50 vajíček.

Vylíhlé larvy se živý pletivem stromu. Tak jak larvy rostou, chodbičky se postupně rozšiřují a na jejich konci larva (posledního) instaru vytváří tzv. kukelní komůrku. Po kuklení vylézá z komůrky dospělý brouk – lýkožrout smrkový (Skuhravý 2002, str. 12).

### 3.2.6 Rozdíly v poměru samic a samců

Poměr samců k samicím je v přírodě za normálních podmínek přibližně stejný. Pravděpodobnost pohlaví vajíčka je také stejná, přibližně 50 na 50. Avšak při kůrovcové kalamitě v Bavorsku vědci odhalili, že se poměr pohlaví během kalamit mění. Lobinger (1996) zjistil, že na počátku kalamity, která trvá obvykle několik let, převažují samice (1 : 1,89), kdežto od čtvrtého do sedmého roku se zvyšuje podíl samců (1 : 0,89). Tento faktor je velice důležitý jak pro zjištění, ve které fázi se kalamita nachází, tak pro boj se samotným kůrovcem.

I při náletech brouků na strom se jejich poměry liší. Ve větším množství nejdříve vylétávají samci a až pak samice. Poté, co samci přilétnou na strom, přibývá velkého množství samic, až jich je na stromě dvakrát až třikrát tolik. Je to způsobeno tím, že je sameček schopen oplodnit více samic.

### 3.2.7 Problematika kalamitního přemnožení

Pro řadu druhů hmyzu je typické, že se střídá období přemnožení s jeho normálním stavem. Kůrovec nejprve nebyl považován za hmyz, který má pravidelné kalamitní stavy. Domnívali jsme se, že jeho kalamity jsou způsobeny nepředvídatelně, kvůli jiným faktorům. Například kvůli vzniklým polomům po bouřkách. V průběhu let však i díky škodám, které v lesích páchal, přitahoval stále větší pozornost odborníků, médií a veřejnosti, a tak stal se pro mnoho přírodovědců bodem zájmu. Ti nakonec kůrovce zařadili mezi pravidelně se opakující škůdce. Zjistili, že se střídají období, kdy jej v přírodě jde jen stěží nalézt s obdobími, kdy počet jedinců prudce stoupá. Toto období trvá rok, ale i několik let a jedná se o tzv. kalamitní přemnožení. Kalamity tedy vznikají díky schopnosti těchto brouků rychle a exponenciálně se rozmnožovat (viz obrázek č. 2). Během tří až čtyř let se populační hustota škodlivého druhu může zvýšit až 20 000 či 50 000 násobně (Skuhřavý 2002, str. 32).

V historii byl jedním z hlavních faktorů, způsobujících kůrovcové kalamity, již výše zmiňovaný nadbytek padlého dřeva kvůli polomům. Kalamitě tedy většinou předcházela např. vichřice, která způsobila rozsáhlé devastace stromů, na jejichž dřevě došlo k populační explozi kůrovce. Téměř se stoprocentní jistotou lze říci, že kůrovcové kalamity vznikají jako následek jiných úzce souvisejících událostí, které způsobí obrovský vzrůst populační hustoty tohoto škůdce.

Dnes však čelíme jinému významnému faktoru, který může nepřímo způsobovat přemnožení lýkožrouta smrkového, a tím je sucho. Sucho má nejen za následek oslabení

stromu, ale často i jeho samotné uschnutí či úmrtí. Stromy oslabené suchem nemají dostatečnou obranyschopnost proti škůdcům. Nedostatek vody totiž způsobuje, že strom není schopen tvořit pryskyřici, kterou se stromy brání proti škůdcům, pokud se dostanou pod kůru stromu. Princip je v tomto případě podobný jako u polomů po vichřicích. V lese je velké množství dřeva, na kterém může docházet k již zmiňované populační explozi kůrovce.

### **3.2.8 Historie kalamit**

První zmínky o kůrovcových kalamitách pochází z Německa z roku 1473. Předpokládá se, že proběhlo mnoho kalamit i před rokem 1473, ale záznamy se buď nedochovaly, nebo nebyly sepsány. Od roku 1473 se však začalo objevovat stále více literatury o kůrovcových kalamitách a lýkožroutu smrkovém. Skuhravý (2002) a mnoho dalších autorů na základě záznamů rozdělili kůrovcové kalamity v evropských zemích do 4 období. První období od roku 1473 do roku 1800. Druhé období od roku 1801 do roku 1900. Třetí období od roku 1901 do roku 1950. A čtvrté období, které probíhalo od roku 1951 do roku 2000. Přičemž kůrovcovým kalamitám v Evropě dominovaly především tři kalamity.

#### **3.2.8.1 Kalamity od roku 1473 do roku 1800**

Jak bylo již popsáno výše, mezi první zaznamenané kalamity patří ta z roku 1473, která se vyskytovala v Německu, v oblasti Harzu. Další kalamity byly zaznamenány v letech 1640 až 1649 nebo v roce 1677. Větší a ničivější kalamity byly zaznamenány mezi lety 1692 až 1710 a mezi lety 1701 až 1703. Všechny tyto kalamity se nacházely v Německu, v oblasti národního parku Hochharzu nebo v Elbingerodském revíru. V té době přezdívali lýkožroutu smrkovému Fliegender schwarter Wurm (neboli létající černý červ).

Největší kalamita v tomto období proběhla v 80. letech 18. století opět v oblasti Harzu. Tato kalamita trvala přes třicet let a z Harzu se šířila do okolních lesů. Pouze na území Harzu zničila přes 3,4 miliony m<sup>3</sup> dřevní hmoty. Tehdy v Německu existovaly dva názory na lýkožrouta smrkového. Jedni tvrdili, že larvy jsou primárním činitelem a působí usychání stromů. Druzí tvrdili, že primárním činitelem je sucho a usychající stromy jsou sekundárně napadány larvami lýkožrouta smrkového (Skuhravý 2002, str. 35).



Kalamity však nevznikaly pouze v Německu. Na konci 18. století se objevily kalamity v Polsku. A to především v oblast Mazurských jezer. Capecki (1986) tvrdí, že tyto kalamity nastaly v místech, kde byly původní dřeviny nahrazeny smrky.

### **3.2.8.2 Kalamity od roku 1801 do roku 1900**

Během tohoto období zpráv o kalamitách v Evropě přibývalo. Kůrovcové kalamity působily škody na již známých místech, jako jsou oblasti Harzu v Německu či v okolí Mazurských jezer v Polsku. Objevily se však i nové lokality napadení, mezi které patří okolí Schwarzwaldu v Německu, Hannoveru, severní Itálie, Olštýnska v Polsku, Vestergötlandu ve Švédsku, ve třech švýcarských kantonech apod. Také v Českých zemích se objevily první kalamity.

V Čechách na Šumavě došlo ke kalamitě v letech 1834–1839 (Jelínek, 1988). Kalamitu způsobily větrem poškozené stromy, na kterých měl kůrovec příhodné podmínky k přemnožení. V konečném důsledku lýkožrout smrkový zničil šestkrát více stromů než počáteční větrná kalamita.

Další oblastí v České republice, zasaženou kůrovcovou kalamitou, byly Jeseníky. Kalamita byla způsobena opět velkým množstvím polomů, které zde zanechala větrná smršť. Ta zde proběhla ve dvou obdobích, první v roce 1821 a druhá v roce 1833.

První velká významná kalamita, která měla nadnárodní dopady, proběhla v letech 1868–1878 a postihla především Rakousko, Bavorsko a dnešní území České republiky. V menší míře zasáhla i Ukrajinu a Rusko. Do Česka se přitom dostala ze dvou směrů. Z bavorských lesů se dostala na Šumavu a z Rakouska, odkud postupovala především směrem na Jeseníky. Proto byly nejvýraznější škody napáchány především v oblasti Šumavy a Jeseníků.

### **3.2.8.3 Kalamity od roku 1901 do roku 1950**

V tomto období již kůrovcové kalamity postihly většinu zemí v celé Evropě. Jediné země, které nebyly ve větší míře zasaženy kalamitami, byly státy na Pyrenejském poloostrově. Skandinávské země, kromě Švédska, se také těmto přírodním katastrofám vyhnuly. Jizerské hory ovšem ovlivnily především kalamity ve střední Evropě, proto zde budeme brát v potaz především tyto kalamity.

Mezi lety 1942 až 1953 proběhla doposud největší kůrovcová kalamita v celé střední Evropě. Byla nazvána Velká kůrovcová kalamita německá a středoevropská. Jednalo se o období, kdy byly teploty vyšší a srážky menší, než byl dosavadní průměr. Svůj podíl viny měla na kalamitě i 2. světová válka. V té době byl také zanedbán zásadní

princip uplatňovaný v lesním hospodářství, tzv. princip „čistého hospodaření“ v lesích (Skuhravý 2002, str. 44). Lesy byly poškozeny postupujícími frontami a po válce nebyly peníze na odstranění poškozených a odumřelých stromů. Z Německa se tak tato kalamita šířila do střední Evropy a opět zasáhla Českou republiku. Výrazné škody napáchala jak na našem zájmovém území Jizerských hor, tak na dalších významných pohorích, jako jsou Krkonoše, Lužické hory, Šumava, Jesenické hory, Krušné hory atd. Tato kalamita neničila pouze smrkové monokultury, ale dokonce i smíšené lesy s převahou listnatého porostu. Lýkožrout smrkový zničil většinu stromů, které přesahovaly věk 40 let. Bylo to způsobeno tím, že smrky starší šedesáti let mají podkorní vrstvu velmi silnou, a tudíž vhodnou pro vývoj larev lýkožrouta smrkového (Skuhravý 2002, str. 45). Kůrovec při této kalamitě napadl jen v České republice až 2,3 mil. m<sup>3</sup> dřeva.

Až na tuto kalamitu bylo pro Česko toto období relativně klidné, s pouze lokálními problémy přemnožení kůrovce. Načež zbytek kalamit se Jizerským horám zcela vyhnul.

#### **3.2.8.4 Kalamity od roku 1951 do roku 2000**

O tomto období již není problém získat informace, jelikož problematikou kůrovcových kalamit se zabývalo mnoho badatelů. Avšak tyto badatelé se soustředili převážně na popisování probíhajících kalamit v jednotlivých oblastech, opomíjeli ale fakt, že hmyz se lidskými hranicemi neřídí.

Kvůli chladnějšímu podnebí ve střední Evropě během první poloviny tohoto časového rozmezí, nebyl lýkožrout smrkový schopen většího populačního růstu. Tento, pro kůrovce limitující faktor, způsobil relativně klidné období bez kůrovcových kalamit. Až v druhé polovině došlo ke změně situace.

Během tohoto období Evropu zasáhla jedna z nejrozsáhlejších kůrovcových kalamit. Kalamita zasáhla území Jizerských hor doposud nejvýrazněji a způsobila změnu krajinného rázu v chráněné krajinné oblasti Jizerské hory. Dokonce zde svou devastací přírody způsobila i změnu mikroklimatu. Proběhla v letech 1970–2000 a postihla území celé střední Evropy. Lýkožrout smrkový se tehdy přemnožil hlavně proto, že v počátcích jeho gradace byla podceněna možnost přemnožení a nebyla včas učiněna potřebná opatření (Skuhravý 2002, str. 59). Kalamitě napomohlo dlouhodobé sucho v letech 1982 a 1983 i silné vichřice, které způsobily rozsáhlé polomy. V chráněné krajinné oblasti Jizerské hory a přilehlých oblastech však k přemnožení brouka dopomohl ještě jeden velký faktor, a tím byly imise SO<sub>2</sub> a fluoru z elektráren. Ty se nacházely v Německu, Polsku, ale i v České republice. Jednalo se o elektrárny v tzv. Černém trojúhelníku, který v roce 1957 produkoval emise 45 tis. tun a v roce 198 až 500 tis. tun (zejm. Turozsów,

Hagenwerder, Boxberg) (Lesy ČR, 2018). Stromy byly těmito imisemi natolik poškozeny, že se nemohly bránit proti lýkožroutu smrkovému. Dalším faktorem byla změna procentuálního zastoupení dřevin v průběhu 20. století v lesích CHKO Jizerské hory (viz obrázek č. 18).

Tato kalamita způsobila rozsáhlé opětovné zalesňování krajiny Jizerských hor. Smrk se stal méně dominantní dřevinou, stále však tvoří asi 67 % všech dřevin. Za změnu k lepšímu lze považovat výsadbu odolnějších dřevin. Jsou jimi např. smrk pichlavý, smrk omorika či různé druhy borovic.

### **3.2.9 Současná situace kalamit**

Současná kalamita je svým průběhem velice dlouhá. Pro současný stav kalamity byl kritický rok 2014, ale její vznik lze datovat už do roku 2003. Kalamitu dělíme do dvou výrazných vln. První vlna měla trvání od roku 2003 do roku 2010 a druhá vlna od přelomu roku 2014/2015 po současnost. Přičemž druhá vlna je horší než první, co se týče počtu napadeného dřeva v metrech krychlových.

Důležitou roli v této kalamitě hraje sucho. Rok 2003 se vyznačoval výrazným suchem, které odstartovalo kalamitu. V době, kdy se do jisté míry začalo dařit kalamitu potlačit, přišly orkány Kyrill (2007) a Emma (2008), což opět kůrovcovou situaci zhoršilo (mezistromy.cz, 2018). Po roce 2011 se situace uklidnila a objem vytěženého dřeva v důsledku napadení lýkožroutem smrkovým byl opět menší. Ale v roce 2014 nastalo sucho, které odstartovalo 2. vlnu kůrovcové kalamity. Toto sucho přetrvává dodnes a tím způsobuje příhodné podmínky pro rozvoj kalamity.

#### **3.2.9.1 Situace v CHKO Jizerské hory**

Kalamitou nebyly Jizerské hory zatím značně postiženy. Je tomu tak díky mnoha faktorům. Jedním z nejdůležitějších je samotná poloha Jizerských hor. Nachází se totiž na severu České republiky a zmíněná kalamita se šíří od jihu, stejně jako tomu bylo v mnoha předchozích případech. Kůrovec nejdříve napadl oblast Moravy a Šumavy, postupuje však stále více na sever. V ohrožení jsou již i Krkonoše. Rambousková (2019) uvedla, že kůrovec ohrožuje až třetinu porostů v Krkonošském národním parku. Mnoho odborníků se však nebojí pouze o stromy v Krkonoších, ale již i o stromy v Jizerských horách.

Dalším důležitým faktorem, který může hrát roli ve prospěch Jizerských hor, je kalamita z 80. let 20. století, která má značný vliv na současnou situaci. V lesích, jež byly kvůli imisím zcela zničené, se při jejich obnově udály změny, které je dnes proti

kůrovci částečně chrání (Stránský, 2020). Jak je zmíněno v kapitole 1.8.4, při zalesňování po předchozí kalamitě byly vysázeny odolnější jehličnaté stromy. Důležitý je také věk stromů. Průměrné stáří lesů se díky této výsadbě značně snížilo. Mnoho stromů zde nepřekračuje věkovou hranici čtyřiceti let. Mladší stromy mají obvykle lepší obranyschopnost vůči škůdcům a nabízí pro ně mnohem méně lýka než stromy starší.

I přes to, že lokalita Jizerských hor nebyla zatím přímo zasažena postupující kalamitou z jihu, neznamená to, že zde kůrovec nepáchal žádné škody. Kalamita se zde pouze neprojevovala v takovém množství, jako na jiných částech České republiky. Časové schéma odpovídá současnému vývoji v České republice.

### **3.3 Další fyzicko-geografické faktory ovlivňující zdravotní stav lesa**

Hlavní faktory ohrožující zdravotní stav lesa – lýkožrouta smrkového či sucho – jsme uvedli výše. Existuje však mnohem více faktorů, které zdravotní stav lesa mohou ovlivňovat. Je proto důležité zmínit se i o ostatních hrozbách, působících na vitalitu stromů. Faktory ovlivňující zdravotní stav lesa rozdělujeme do tří základních skupin, a to na abiotické škodlivé činitele, biotické škodlivé činitele a antropogenní škodlivé činitele.

#### **3.3.1 Abiotičtí škodliví činitelé**

Abiotické faktory (vlivy) jsou neživé faktory, mezi které patří např. klimatické, hydrologické, půdní a povětrnostní vlivy (déšť, mráz, vítr, sníh, slunce), oheň a agresivní chemikálie (mezistromy.cz, 2017). Mezi hlavní abiotické škodlivé činitele řadíme např. vítr, sníh, sucho, povodně, požáry či námraza a ledovku. Za zmínku v mnou zkoumané oblasti stojí především vítr, sníh a námraza.

Jedním z nejvýznamnějších abiotických faktorů poškozujících stromy je bezesporu vítr. V jeho důsledku dochází v lese ke vzniku polomů a k vývrátům stromů, a to i na rozsáhlých plochách. Je nebezpečný tím, že poškozuje i zdravé dospělé smrkové porosty. Vítr napáchal v minulosti na území CHKO Jizerské hory rozsáhlé škody.

Sníh je nebezpečný jak pro mladší, tak pro starší stromy. Poškozuje stromy nejčastěji na jaře (těžký sníh) (mezistromy.cz, 2017). Námraza může být nebezpečná především u mladých porostů, avšak rizikem může být i pro starší stromy, kterým může

způsobovat ulamování vršků. S těmito faktory se stromy v Jizerských horách potýkají každoročně, jsou však devastující pouze pro jednotlivé stromy, nikoli pro celou oblast.

### **3.3.2 Biotičtí škodliví činitelé**

Jedná se o škodlivé působení organismu na jiné organismy. Tyto činitele dále dělíme do skupin na živočišné, bakteriální, virové a rostlinné (mezistromy.cz, 20017).

Lýkožrouta smrkového řadíme právě do živočišné skupiny, a to do podkorních hmyzů, které jsou schopné napáchat devastující škody v lesních ekosystémech. Jiní biotičtí činitelé zde páchají pouze lokální škody.

### **3.3.3 Antropogenní škodliví činitelé**

Antropogenní škodliví činitelé jsou faktory vzniklé lidskou činností, které ohrožují zdravotní stav lesů. Mezi tyto činitele řadíme imise, požáry způsobené člověkem, škody způsobené posypovou solí nebo dokonce úniky chemikálií.

Za zmínku z antropogenních škodlivých činitelů stojí především imise. Ty byly popsány již v kapitole 3.2.8.4 a ohrožovaly zkoumanou oblast především ve 20. století, kdy docházelo k překračování emisních limitů v elektrárnách tzv. černého trojúhelníku. Stromy nebyly jakkoli schopné bránit se proti této hrozbě a docházelo k oslabování vitality lesů či k jejich úhynu. V posledních desetiletích se imisní zátěž významně snížila a nyní je na minimálních hodnotách. I přes to mohou v půdě přetrvávat staré imisní zátěže.

Právě půda a matečné horniny, ze kterých vzniká půda, mají na imisní dopady významný vliv. Pokud se v půdě nachází minerály, jako jsou vápník či hořčík, oblast je méně náchylná na kyselé deště. Tyto minerály je totiž dokáží neutralizovat. V Jizerských horách jsou však půdy chudé na tyto prvky, a tak je celá oblast velice náchylná na imisní zátěže.

## **4 Materiál a metody**

### **4.1 Použitá data**

#### **4.1.1 Data pro mapovou tvorbu**

Pro fyzicko-geografickou analýzu a pro analýzu hydrologických povodí v oblasti bylo vytvořeno pět vlastních tematických map. Jedná se o mapu vymezující zájmové území, mapu geologických poměrů, půdních poměrů, mapu znázorňující říční síť s hydrologickými rozvodími a výškovými poměry území a o mapu vykreslující lokalizaci zkoumaných vodoměrných stanic a jejich povodí.

Data pro tematický obsah map byla získávána od různých institucí, většinou z WMS služeb a jejich portálů. Pro geologickou mapu byla využita data České geologické služby, konkrétně z jejich Geologické mapy v měřítku 1 : 500 000. Česká informační agentura životního prostředí poskytla datovou vrstvu o půdních poměrech s měřítkem 1 : 50 000.

Pro topografický podklad dvou map bylo využito výškopisu a pro jednu mapu byl použit mapový podklad ortofotomapy. Výškopis byl vytvořen díky DMR 5G, který poskytuje Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK). Ortofotomapu rovněž poskytuje ČÚZK. Pro zobrazení vodních toků, vodních ploch, rozvodnic a lokalitu vodoměrných stanic byly využity datové vrstvy DIBAVOD od Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka. Státní hranice a hranice zájmového území poskytla digitální vektorová geografická databáze České republiky ArcČR® 500, která vznikala ve spolupráci ARCDATA PRAHA, s.r.o., Zeměměřického úřadu a Českého statistického úřadu.

#### **4.1.2 Hydrologická data**

Data pro hodnocení odtokových režimů byla naměřena hydrologickými stanicemi Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Jedná se o průměrné denní průtoky (Qm) z hydrologických let 2000–2019. Tato data jsou dostupná díky experimentálním povodím založeným v 80. letech 20. století. Podle Ducháčka (2015) měla tato experimentální povodí dokázat předpoklad, že po rozsáhlém odlesnění vrcholových oblastí postižených kůrovcem a škodlivými imisemi dojde k výrazným změnám

v hydrologické bilanci horských toků v Jizerských horách. Díky této studii fungují hydrologické stanice dodnes a mají tak přínos pro mnoho geografických studií.

### **4.1.3 Data o lesích a lýkožroutu smrkovém**

Data o lýkožroutu smrkovém byla poskytnuta krajským ředitelstvím Lesů České republiky v Liberci, který patří do státního podniku Lesů České republiky. Data jsou generalizovaná na lesní správy, a proto jsme vybrali lesní správu Jablonce nad Nisou, do které patří převážná část CHKO Jizerských hor. Údaje jsou v metrech krychlových napadeného dřeva kůrovcem.

I data o lesích, jejich stavu či změně byly převážně získávány z Lesů ČR, avšak převážně z jejich webových portálů či tištěných statistických ročenek.

Další údaje o lýkožroutu smrkovém byly získány z webového portálu mezistrymy.cz. Jedná se vzdělávací portál o lese, dřevě a přírodě, který vychází z vědeckých studií a podložených dat.

Data byla také získávána z lesnických ročenek Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

## **4.2 Použité metody**

### **4.2.1 Tvorba mapových výstupů**

Všech pět map bylo vytvořeno v programu ESRI ArcGIS Pro, ve verzi 2.6 a 2.7. Veškeré mapy obsahují základní kompoziční prvky (mapové pole, název, měřítko, legenda, tiráž) a některé mapy obsahují také některé doplňkové kompoziční prvky (severku či doplňkovou mapu). Mapy byly tvořeny v souřadnicovém systému S-JTSK, v tzv. Křovákově zobrazení.

### **4.2.2 Analýza hydrologických a lesnických dat**

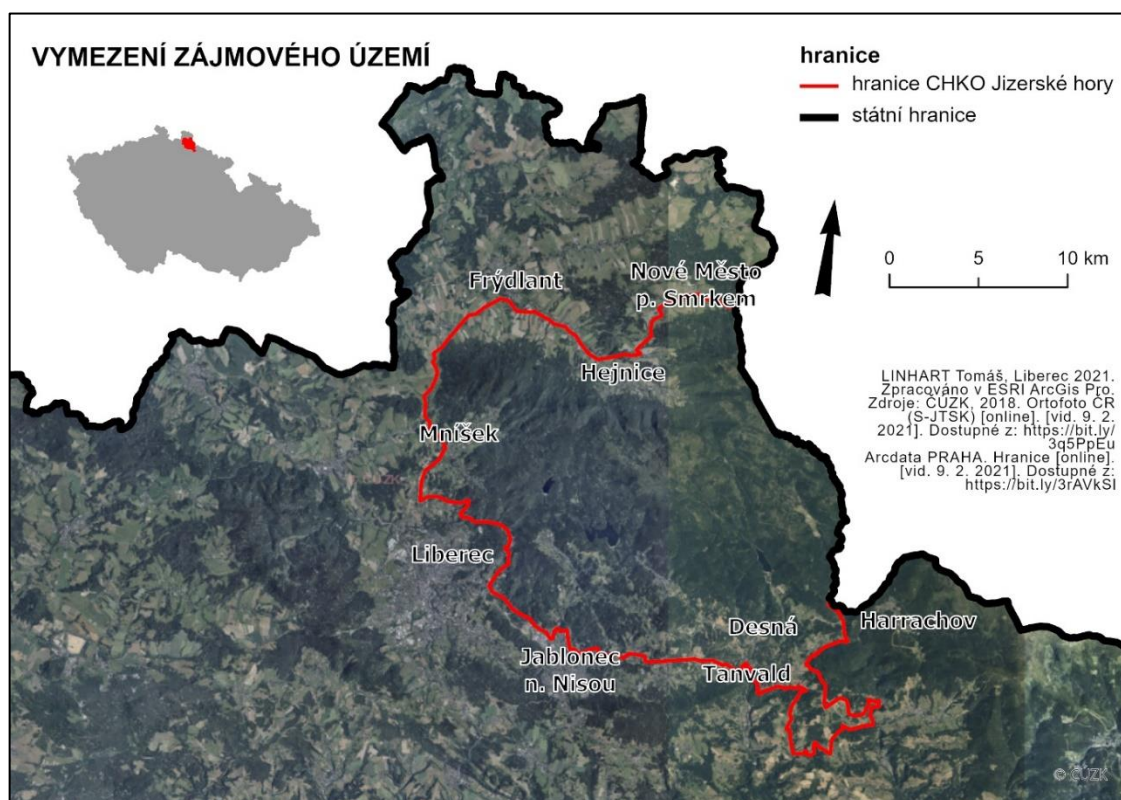
Pro analýzu hydrologických dat, dat o lesích a lýkožroutu smrkovém byl využit program MS Excel. V tomto programu došlo k zhodnocení poskytnutých dat a následnému převodu do grafické podoby, za účelem vytvoření grafů a tabulek pro lepší přehlednost a orientaci.

## 5 Fyzicko-geografická charakteristika území

Tato kapitola se zabývá základní fyzicko-geografickou charakteristikou území. Podává základní informace o lokalitě území, o jeho přírodních poměrech a dějích. Pochopení těchto fyzicko-geografických charakteristik je velice důležité pro další postup v práci.

### 5.1 Vymezení zájmového území

Chráněná krajinná oblast Jizerské hory je člověkem vymezené území, sloužící k ochraně přírody Jizerských hor a jejich podhůří. Tato CHKO se nachází na severu České republiky, přičemž celá oblast je situována v Libereckém kraji. Svoji východní částí hraničí s Polskem a na jihovýchodě s Krkonošským národním parkem. CHKO Jizerské hory je v Libereckém kraji vymezena obcemi Nové město pod Smrkem, Hejnice, Frýdlant, Mníšek, Liberec, Jablonec nad Nisou, Tanvald a Kořenov.



Obrázek 3: Vymezení zájmového území



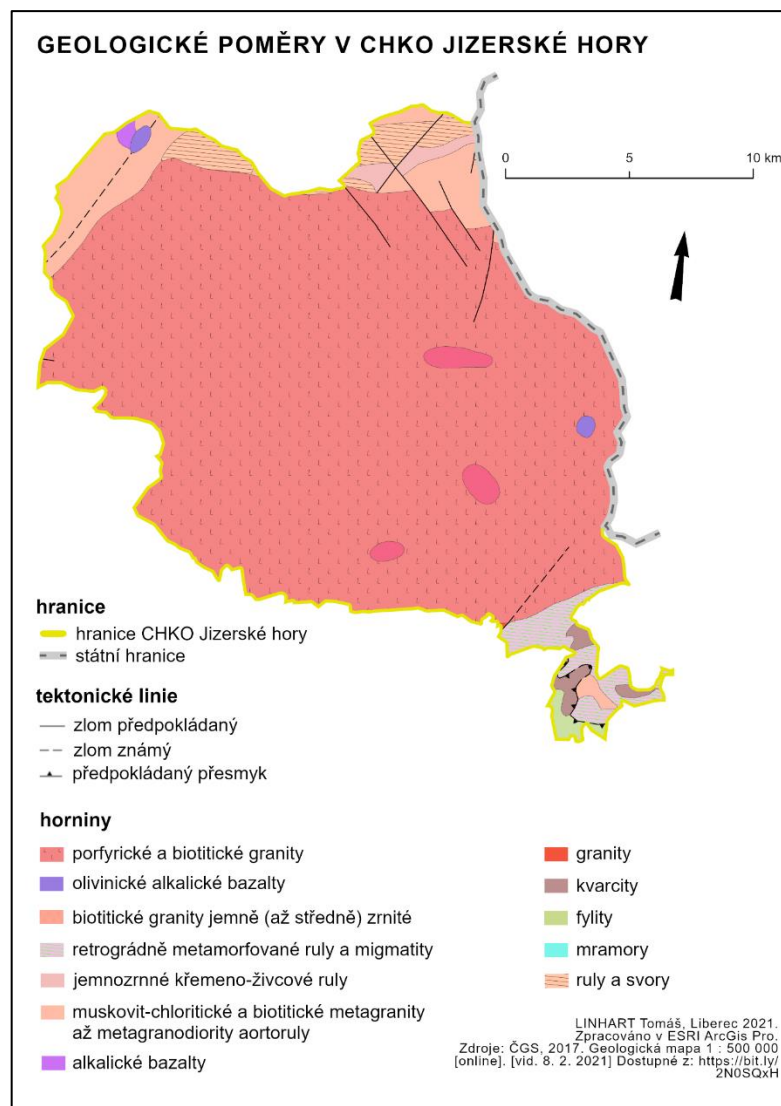
## 5.2 Geologické a geomorfologické poměry

V rámci Českého masivu patří Jizerské hory do nejseverněji položené jednotky, zvané Lugikum. Tato jednotka se skládá z Krkonošsko-jesenického krystalinika, které je z největší části tvořeno Krkonošsko-jizerským plutonem. Chlupáč a spol. (2011, str. 209) uvádějí, že tento pluton je vyplněn jádrem klenbovitě struktury a také jeho vnitřní stavba je klenbovitá. Vznikl při variském vrásnění magmatickou činností a je tvořen zejména žulou. Díky svému stáří však některé horniny stačily metamorfovat, a tak zde lze nalézt např. fylity nebo svory. Obecně jsou tyto horniny velice chudé na minerální látky. Na několika místech tento pluton prostupují také třetihorní výlevné vyvěřeliny (zejména na Bukovci – 1005 m n. m.) (AOPK ČR 2019a).

Geomorfologický celek Jizerské hory se nachází na severovýchodě Krkonošsko-jesenické subprovincie, někdy nazývané jako Západosudetská oblast, která je situována na severu České vysočiny. Česká vysočina náleží do subsystému Hercynského pohoří, patřícího do Hercynského systému. Geomorfologický celek Jizerské hory dále dělíme na dva podcelky – Jizerská hornatina a Smrčská hornatina.

Na českém území zaujímají Jizerské hory rozlohu cca 420 km<sup>2</sup>, v Polsku přibližně 200 km<sup>2</sup> (Balatka, 2009a). Avšak CHKO Jizerské hory se nachází pouze na české straně, na polské straně není žádné přeshraniční bilaterální chráněné území přírody. Nejvyšší vrchol Jizerských hor se nachází na polské straně a je jím vrchol Wysoka kopa s nadmořskou výškou 1126 m. Druhý nejvyšší vrchol Jizerských hor, nejvyšší vrchol nacházející se na českém území a zároveň nejvyšší vrchol Smrčské hornatiny, je hora Smrk s nadmořskou výškou 1124 m. Třetí nejvyšší vrchol a zároveň nejvyšší vrchol Jizerské hornatiny je Jizera s nadmořskou výškou 1122 m.

Pohoří Jizerských hor se začalo formovat v prvohorách, během tzv. variského vrásnění. Dále bylo v průběhu druhohor vystaveno mocné sedimentaci. Avšak ve třetihorách došlo k opětovnému oživení zlomů při saxonské tektogenezi, které způsobilo znovu vyzdvižení ker Jizerských hor. Díky tomu jsou pro zdejší reliéf charakteristické ploché kupy, plošiny, zaoblené hřbety a široká údolí, na okrajích jsou příkré svahy s mladými údolními vzniklými erozí (AOPK ČR 2019a).



Obrázek 4: Geologické poměry v CHKO Jizerské hory

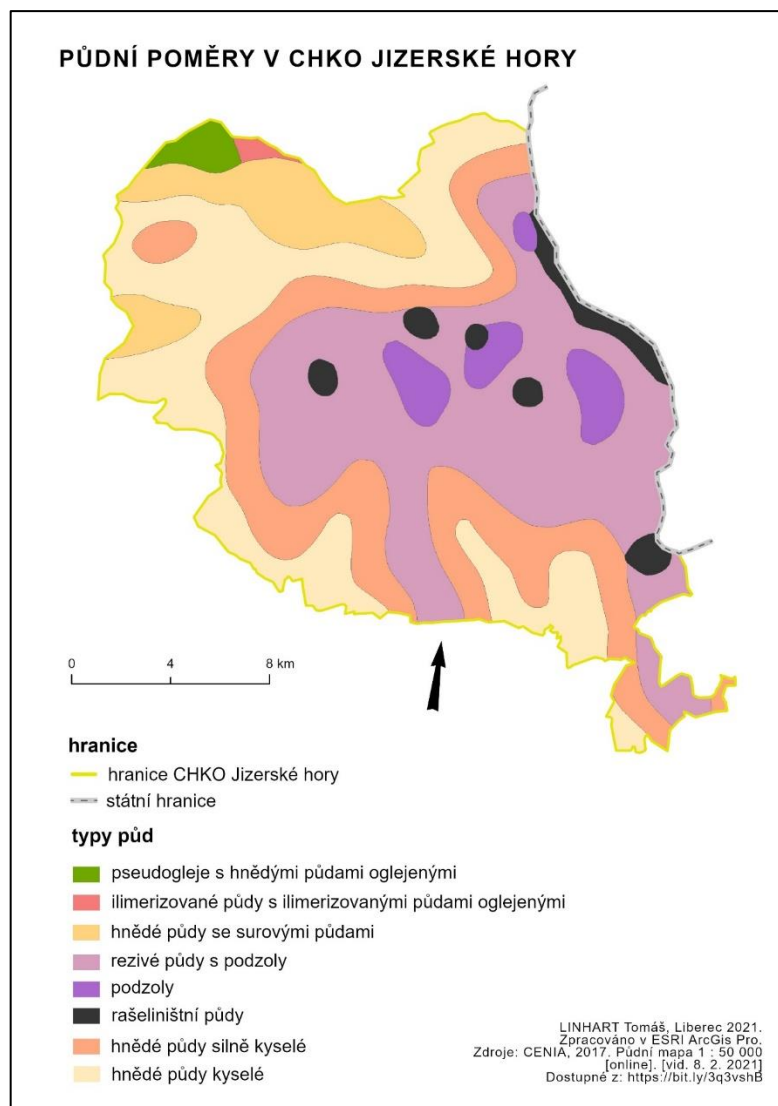
### 5.3 Půdní poměry

Půdní, neboli pedologické poměry, úzce souvisí se vsakováním vody a tím značně ovlivňují odtok řek a zdejší krajinu. Hlavními jednotkami pro klasifikaci půd jsou půdní typy, které jsou ovlivňovány mnoha faktory. Mezi tyto faktory patří např. nadmořská výška, matečný substrát, vegetační substrát kvantita edafonu v půdě, klima (především teplota), apod. V poslední době mají na kvalitu půdy vliv antropogenní činnosti. Člověk může svou činností měnit množství živin v půdě, hutnost půdy, kontaminovat ji chemickými látkami atd.

Z hlediska nadmořské výšky lze půdní typy vyskytující se v CHKO rozdělit do dvou hlavních skupin. První skupinou jsou podzolové a kryptopodzolové půdy, které

se vyskytují především ve vyšších nadmořských výškách. Druhou skupinou, nacházející se především v nižších polohách a v okrajových částech CHKO, jsou kambizemě. Dále se na vrchovištních rašeliništích vyskytují organozemě a organozemní gleje (AOPK 2019d). V lokalitách vyššího výskytu vody v krajině se vyskytují gleje. Jsou zde i litozemě a rankery, které se nacházejí především na severních skalnatých svazích Jizerských hor (AOPK 2019d). Výjimečně pak tvoří půdotvorný substrát vulkanity; na těchto horninách jsou vyvinuty eutrofní kambizemě s bohatou vegetací (Hložek, 2012).

Na vyvěřelých horninách vznikají především kyselé půdy, ke kyselosti půd přispívají i smrkové monokultury. Tyto faktory zapříčiňují, že se v CHKO vyskytují především půdy s nízkými hodnotami pH. Toto potvrzuje i AOPK (2019d), která udává, že z hlediska půdní reakce se v Jizerských horách jedná především o půdy silně kyselé až kyselé (pH 3,5–5,5).



Obrázek 5: Půdní poměry v CHKO Jizerské hory

## 5.4 Klimatické podmínky

Oblast Jizerských hor lze klimaticky charakterizovat dle Quittovy klasifikace z roku 1971. Podle Quitta (1971) najdeme v Jizerských horách 5 klimatických oblastí. Takovýto počet klimatických oblastí je způsoben především výraznou výškovou diferenciací Jizerských hor, díky které je celá oblast srážkově i teplotně velice variabilní. Tyto oblasti lze rozdělit do dvou skupin.

První skupina se nachází v klimaticky chladných oblastech, jedná se o oblasti s názvem CH4, CH6 a CH7. Kdy CH4 leží v nejchladnější části Jizerských hor, CH5 ve vrcholových partiích a CH7 v některých prameništích řek. Do této skupiny spadá největší část Jizerských hor, kde jsou nejvíce zastoupené klimatické oblasti CH6 a CH7.

Tyto oblasti jsou charakteristické dlouhou chladnou zimou, krátkým létem, vlhkým a chladným jarem a podzimem. Jsou také charakteristické pro dlouhou dobu, kdy je na zemi přítomna sněhová pokrývka.

Druhá skupina se nachází v mírně teplých oblastech nazvaných MT4 a MT7. Tvoří menší část Jizerských hor a leží především v nižších nadmořských výškách a podhůřích. Charakteristické jsou mírným a krátkým jarem, suchým létem, krátkým podzimem a suchou zimou.

Území Jizerských hor je známo pro své rekordy v množství srážek, jedná se o jednu z nejvíce srážkově bohatých oblastí v celé České republice. Průměrné roční úhrny srážek se zde pohybují mezi 800–1700 mm. Jizerské hory drží republiková prvenství v denních, měsíčních i ročních srážkových úhrnech (AOPK ČR 2019e). Rekord v denním úhrnu srážek byl zaznamenán v roce 1897, kdy napršelo 345 mm vody v oblasti Nové Louky. Roční rekord úhrnu srážek byl naměřen na Jizerce roku 1926. Za tento rok napršelo 2201 mm vody. Nejdeštivějším místem je Bílý potok, kde každoročně naprší v průměru 1705 mm.

I průměrná roční teplota je velice závislá na nadmořské výšce a pohybuje se v rozmezí 4–7 °C. V podhůřích a nižších nadmořských výškách jsou průměrné roční teploty okolo 7 °C, zatímco ve vyšších nadmořských výškách se průměrné roční teploty pohybují okolo 4 °C. Ve vrcholových partiích se dokonce dostává průměrná roční teplota pod 4 °C (Tolasz et al., 2007).

## 5.5 Hydrologické poměry

Území Jizerských hor protíná hlavní evropské rozvodí, které rozděluje celou oblast na dvě úmoří. Severní část CHKO Jizerských hor patří do úmoří Baltského moře a jižní část do úmoří Severního moře. Severní část je odvodňována povodím Odry a jižní část je odvodňována povodím Labe. Povodí Odry je zde odvodňováno zejména řekami Smědou a Lužickou Nisou a povodí Labe je odvodňováno především řekami Jizerou a Kamenicí. Povodí Odry je zde zastoupeno čtyřmi povodími III. řádu a povodí Labe je zde zastoupeno pouze jedním povodím III. řádu (viz obrázek č. 6). Pro hydrologickou analýzu CHKO Jizerských hor v kapitole 6 byly vybrány řeky Smědá, Černá Desná a Černá Nisa.

Smědá pramení mezi vrcholy Jizery (1122 m n. m.) a Černým vrchem (1025 m n. m.). Tato řeka spadá do povodí Lužické Nisy, do které se vlévá na polské

straně a odvodňuje velké území severní části CHKO. Celková délka povodí je 51,9 km, přičemž na české straně má délku 46 km. Plocha povodí v Česku činí 238 km<sup>2</sup>, celkově poté 331 km<sup>2</sup>. Na polské straně, v blízkosti českých hranic, byla na této řece vybudována přehradní nádrž Witka.

Černá Desná pramení v blízkosti řeky Smědé, se kterou sdílí část své hydrografické hranice. Avšak teče směrem k jihozápadu. Spadá do povodí Kamenice, která je pravostranným přítokem Jizery. Délka toku je pouze 10 km. Společně s Bílou Desnou tvoří zdrojnicí pro řeku Desnou, jež se po 2,3 km vlévá do Kamenice. Na řece Černá Desná je vybudována přehradní nádrž Souš, která plní účel zásobárny pitné vody a ochrany před povodněmi.

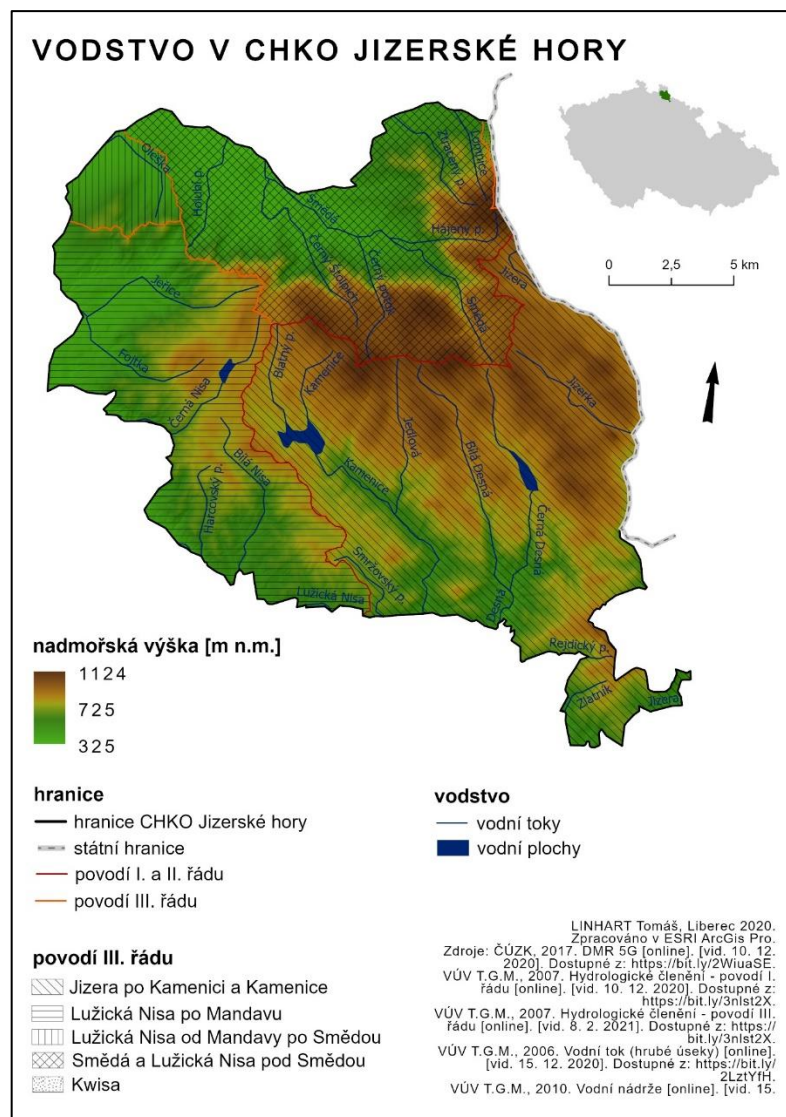
Černá Nisa pramení východně od Olivetské hory (886 m n. m.) a je pravostranným přítokem Lužické Nisy, do které se vlévá v Liberci. Její délka činí 14,2 km a povodí dosahuje plochy 27 km<sup>2</sup>. Na řece byla na začátku 20. století vybudována vodní nádrž Bedřichov, nejvýše položená přehrada Jizerských hor.

Nejnámější řekou Jizerských hor je Jizera, na jejímž horním toku se nachází přírodní rezervace Rašeliniště Jizerky. Jizera, pramenící na úbočí hory Smrk, svou polohou v Jizerských horách kopíruje státní hranici České republiky s Polskem. Jedná se o jeden z nejvýznamnějších pravostranných přítoků Labe.

Pro vodní režim oblasti mají zásadní význam rozsáhlé lesní komplexy, které byly donedávna pro Jizerské hory typické, a spolu s nimi i rašeliniště (AOPK ČR 2019f).

V roce 1978 byla v hranicích území CHKO Jizerské hory vyhlášena Chráněná oblast přirozené akumulace vod (CHOPAV) (AOPK ČR 2019f). A to i přes to, že většina území se nachází na hydrologicky špatně prostupných horninách. Na území se totiž nachází rašeliniště, mokřady i řada vodních nádrží vybudovaných člověkem. Rašeliniště zde tvoří tzv. rašelinná jezírka. Jsou jimi např. Na Čihadle, Klečové louky, Rašeliniště Jizerky, atd. V CHKO Jizerské hory se nachází vodní nádrže Bedřichov, Josefův důl a Souš. Na území se nacházela i přehrada na Bílé Desné. Ta ovšem byla funkční pouze 10 měsíců mezi lety 1915–1916, poté došlo k jejímu protržení. Kvůli této katastrofě se jí začalo přezdívat Protržená přehrada nebo Protrženka.

U obcí Lázně Libverda a Nové město pod Smrkem lze nalézt slabé minerální prameny. Jde o kalcium-bikarbonátové kyselky s různým obsahem železnatých iontů (AOPK ČR 2019f).



Obrázek 6: Vodstvo v CHKO Jizerské hory

## 5.6 Ochrana přírody

Ochrana území, která se provádí prostřednictvím zvláště chráněných území, je jedním z nejvýznamnějších nástrojů ochrany přírody a krajiny. CHKO Jizerské hory patří mezi velkoplošná zvláště chráněná území a byla vyhlášena 1. 1. 1968. Chráněné krajinné oblasti jsou v zákoně č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny definovány jako rozsáhlá území s harmonicky utvářenou krajinou, charakteristicky vyvinutým reliéfem, významným podílem přirozených ekosystémů lesních a trvalých travních porostů s hojným zastoupením dřevin, popřípadě s dochovanými památkami historického osídlení (MZP 2020). Vysoké procentuální zastoupení lesů v Jizerských horách, které činí až 73 % rozlohy CHKO (269 km<sup>2</sup>), bylo proto také jedním z důvodů jeho vyhlášení

(AOPK ČR 2019b). Z velké části se jedná o smrkovou monokulturu, proto se v současné době klade důraz na navýšení listnatých stromů zastoupených jilmy, lípami a jinými podobnými dřevinami (AOPK ČR 2019c). Lesy zde prošly řadou změn, jež byly způsobeny člověkem i přírodou. Smrkové monokultury zde byly postiženy ekologickou katastrofou.

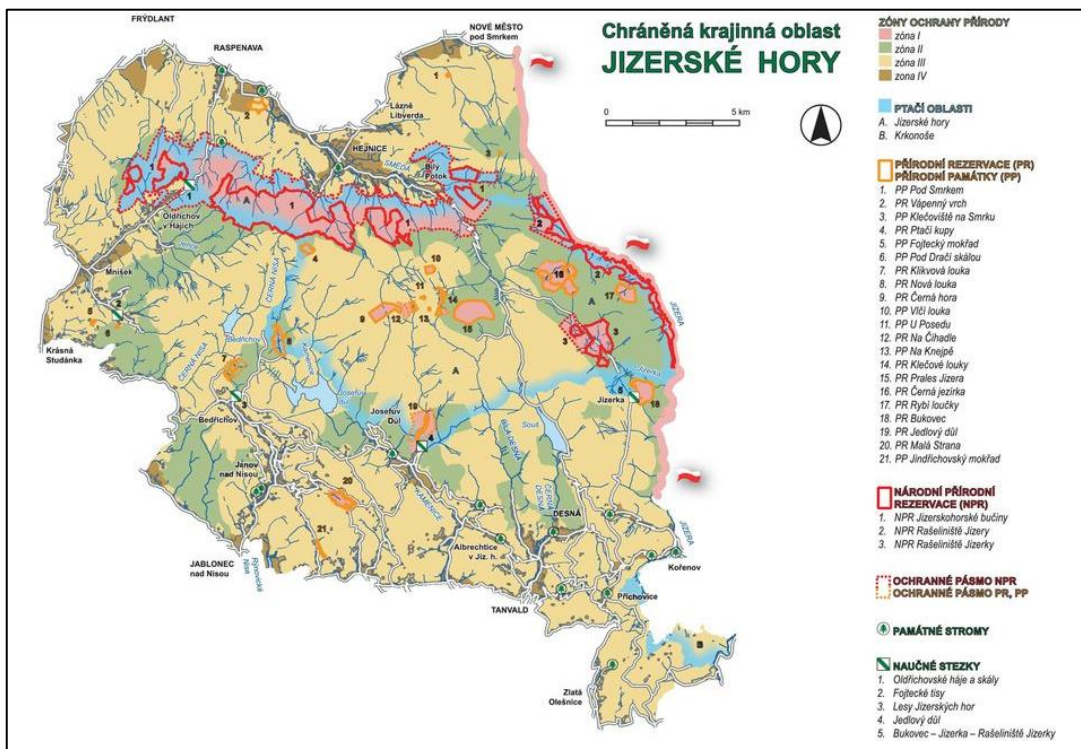
Na území CHKO Jizerské hory se dále nachází také 26 maloplošných zvláště chráněných území, z toho 3 národní přírodní rezervace, 13 přírodních rezervací a 12 přírodních památek, jejichž účelem je chránit nejcennější lokality s výskytem vzácných druhů rostlin a živočichů (Hušek, Sýkorová 2014). Tato maloplošná chráněná území zaujímají více než 10 % rozlohy CHKO. Také se zde nachází mnoho památných stromů, biotopy vybraných chráněných druhů velkých savců a chráněná území dle soustavy Natura 2000, což jsou ptačí oblasti a evropsky významné lokality. Lokalit z Natura 2000 je zde 8 a ptačí oblast zaujímá až třetinu rozlohy CHKO.

CHKO jsou rozdělena do zón. Ty dělíme do 4 stupňů, přitom do I. stupně řadíme nejvýznamnější lokality nacházející se v CHKO a do IV. stupně naopak nejméně významné území. Procentuální rozloha těchto zón je popsána v tabulce č. 2.

*Tabulka 2: Procentuální zastoupení zón v CHKO Jizerské hory (Zdroj dat: AOPK ČR, vlastní úprava)*

	I. zóna	II. zóna	III. zóna	IV. zóna
rozloha zón	10 %	18 %	66 %	6 %





Obrázek 7: Maloplošná zvláště chráněná území v CHKO Jizerské hory (Balák 2007)

## 6 Výsledky

### 6.1 Analýza odtokového režimu

Podkapitola je rozdělena na 4 části. V první části analyzujeme průměrné denní průtoky, v druhé části průměrné měsíční průtoky a v třetí části průměrné roční průtoky. V poslední části pak porovnáváme průměrný hydrologický rok s roky, které byly svou vodností podprůměrné.

Pro hydrologickou analýzu byla vybrána data ze tří hydrologických profilů lokalizovaných na třech různých řekách zájmového území. Lokalita profilů byla vybrána tak, aby celkově pokryla, a díky tomu zhodnotila, celé území chráněné krajinné oblasti. Jak již bylo zmíněno v kapitole 5.5, území protíná hlavní evropské rozvodí a rozděluje tak celou oblast na dvě úmoří. Proto byly vybrány řeky z obou částí. První řeka patří do úmoří Baltského moře a zbylé dvě do úmoří Severního moře. Důvodem pro vybrání tří odlišně velikých povodí je předpoklad, že povodí o různých velikostech se při hydrologických extrémech liší ve svém hydrologickém chování.

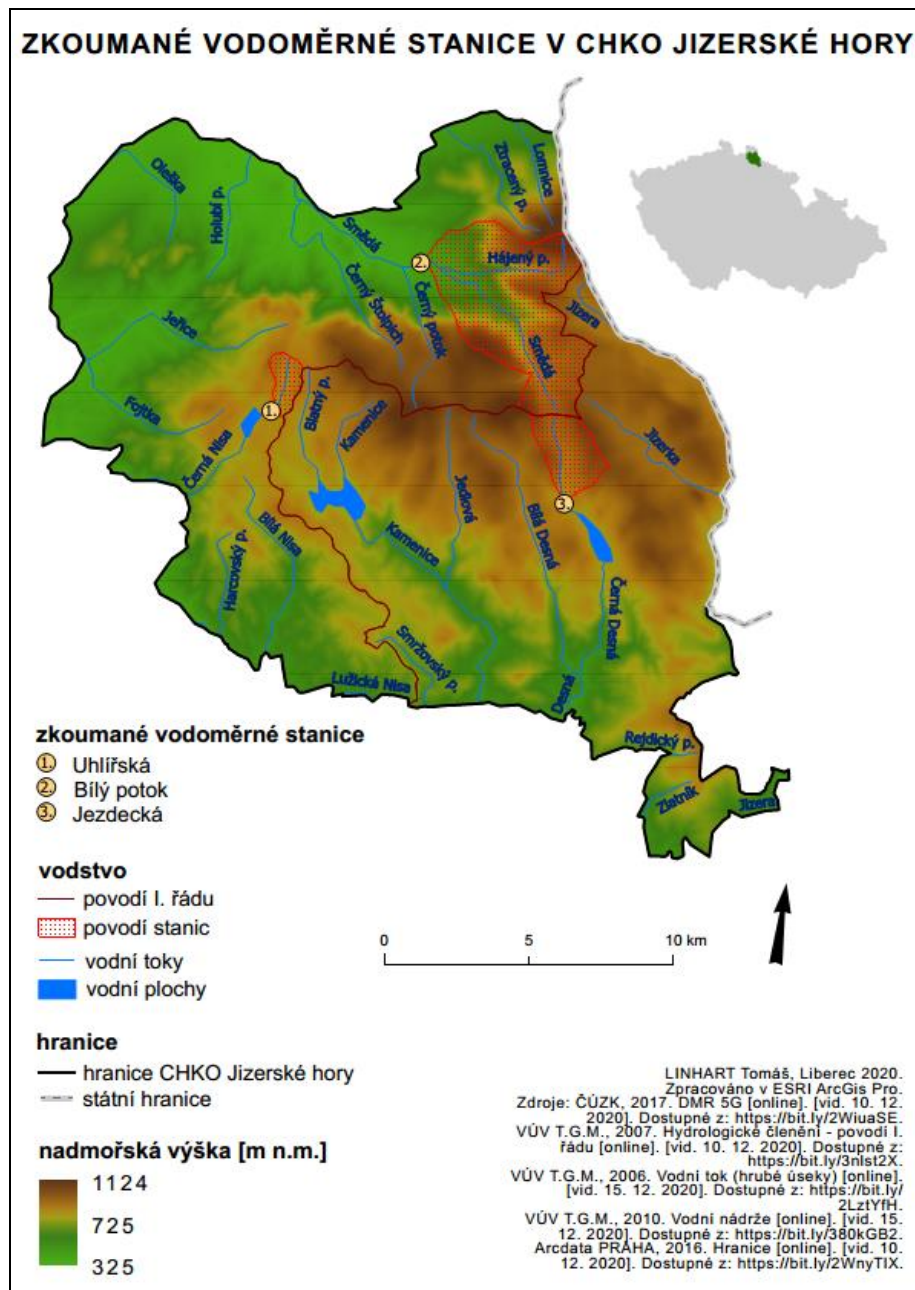
V rámci území bylo vybráno povodí s větší, střední a malou rozlohou. Základní charakteristika vodních toků a jejich lokalita je uvedena v tabulce č. 3 a obrázku č. 8.

Kvůli horské poloze Jizerských hor zde většina řek pramení, nejedná se o průtokovou oblast (viz obrázek č. 8). To platí i pro zkoumaná povodí. Z hlediska polohy můžeme všechny řeky považovat za horní toky. Vzhledem k tomu, že žádná řeka až na Smědou nedisponuje významnějším přítokem z jiné řeky, nelze hodnotit tvar jejich říční sítě. Říční koryta všech řek jsou velice rovná a od pramene k vodoměrným stanicím překonávají značné výškové převýšení (viz obrázek č. 8).

Tabulka 3: Základní charakteristika zkoumaných povodí

Vodní tok	Název vodoměrné stanice	Plocha povodí (km <sup>2</sup> )	Úmoří
Smědá	Bílý potok	26,53	Baltské moře
Černá Desná	Jezdecká	4,72	Severní moře
Černá Nisa	Uhlířská	1,80	Baltské moře

Řeku Smědou zkoumáme na profilu Bílý potok, kde dosahuje velikost povodí řeky 26,53 km<sup>2</sup>. Vodní tok Černá Desná hodnotíme na profilu Jezdecká s plochou povodí 4,72 km<sup>2</sup> a řeku Černá Nisa na profilu Uhlířská, jejíž velikost povodí činí 1,8 km<sup>2</sup>.



Obrázek 8: Zkoumané vodoměrné stanice v CHKO Jizerské hory

### 6.1.1 Režim dlouhodobých průměrných denních průtoků

Průměrné denní průtoky jsou hodnoceny pomocí grafických tabulek, základní statistiky, čar průměrných denních průtoků, čar překročení průměrných denních průtoků, decilové odchylky, koeficientu variability a m-denních průtoků.

Tabulka 4: Základní statistická charakteristika zkoumaných profilů v rozmezí hydrologických let 2000–2019  
(Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

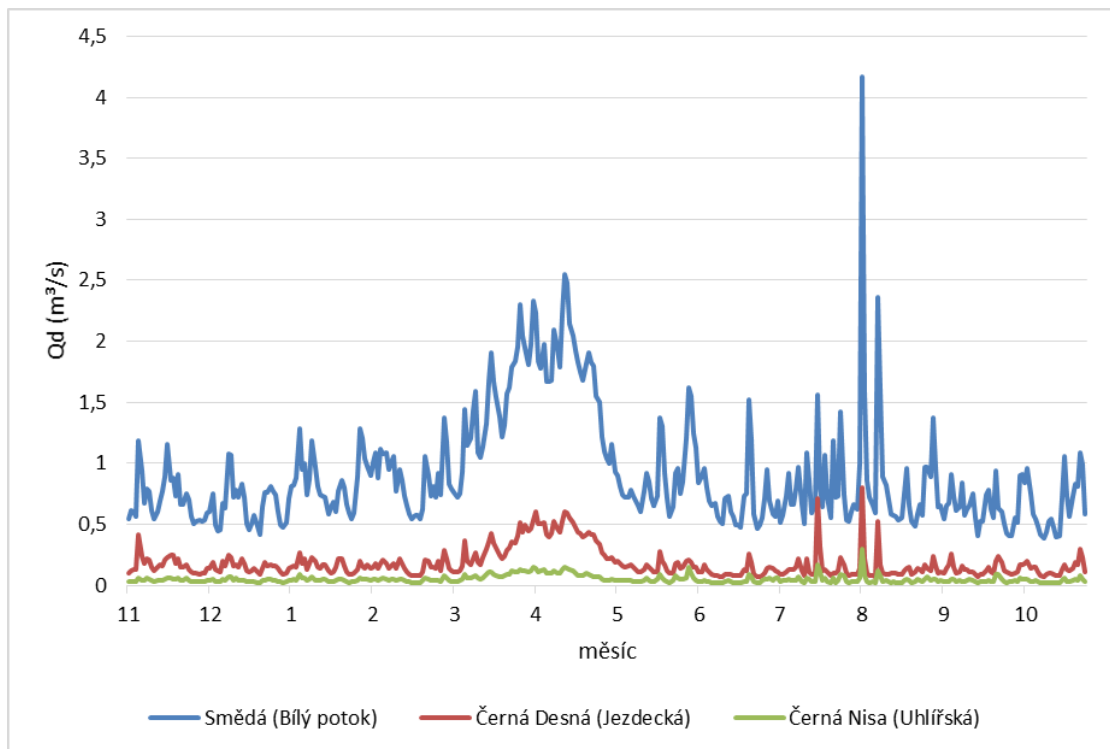
	Bílý potok	Jezdecká	Uhlířská
Průměrný průtok (m <sup>3</sup> /s)	0,921	0,183	0,051
Maximální denní průtok (m <sup>3</sup> /s)	40,500	10,805	3,340
Minimální denní průtok (m <sup>3</sup> /s)	0,044	0,019	0,006
Rozpětí (max. – min.)	40,456	10,786	3,334
Průměrný maximální denní průtok (m <sup>3</sup> /s)	4,166	0,799	0,297
Průměrný minimální denní průtok (m <sup>3</sup> /s)	0,390	0,067	0,019
Medián	0,494	0,086	0,029
Směrodatná odchylka	1,142	0,338	0,100

Průměrný průtok Smědé na měrném profilu Bílý potok je 0,9214 m<sup>3</sup>/s. Maximální naměřený průtok ze dne 7. 8. 2006 činil 40,5 m<sup>3</sup>/s. Absolutní minimum zaznamenala stanice 13. 10. 2015 s průtokem pouze 0,044 m<sup>3</sup>/s. Rozpětí mezi maximálním a minimálním denním průtokem je 40,455 m<sup>3</sup>/s.

Průměrný průtok měrné stanice Jezdecká na řece Černá Desná je 0,9214 m<sup>3</sup>/s, maximální denní průtok s 10,805 m<sup>3</sup>/s byl zaznamenán 7. 8. 2006 a minimální denní průtok s 0,019 m<sup>3</sup>/s 5. 9. 2013.

Průměrný průtok vodního toku Černá Nisa na profilu Uhlířská je 0,0507 m<sup>3</sup>/s. Maximální průtok byl 3,34 m<sup>3</sup>/s naměřený 7. 8. 2010 a minimální průtok, jež byl naměřen 30. 11. 2018, činil pouhých 0,006 m<sup>3</sup>/s.

Všechny tyto řeky mají svá minima průtoků na podzim, zatímco svých maxim dosahují v létě, přesněji řečeno v srpnu.



Obrázek 9: Vývoj průměrných denních průtoků pro měrné profily během hydrologických let 2000–2019  
(Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

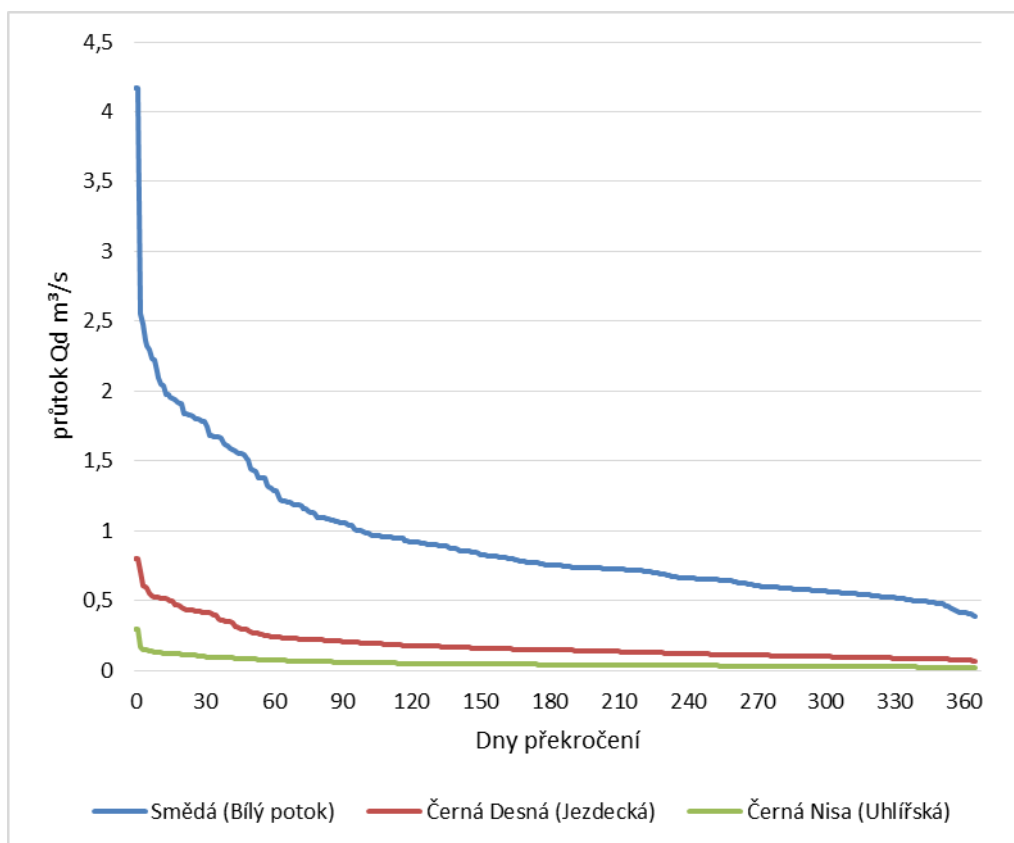
Vývoj průměrných denních průtoků je znázorněn na obrázku č. 9, z něhož je patrné, že nejvyšších průtoků dosahuje řeka Smědá. Ta má také ze všech nejvýraznější výkyvy. Naopak nejmenší průtoky má řeka Černá Nisa, která má také nejmenší rozdíl mezi maximálním a minimálním průměrným denním průtokem.

Všechny měrné profily vykazují komplexní odtokový režim, a to sněhovo-dešťový, popřípadě dešťovo-sněhový (s podtypem kontinentální Evropy). Pro tyto typy odtokového režimu je charakteristické, že, co do objemu vody, dosahují řeky díky kombinaci tání a dešťových srážek svých maxim na jaře. Letní srážky jsou méně objemné než jarní srážky, avšak výkyvy v denních průtocích jsou vyšší v létě. To způsobují letní bouřkové srážky, při kterých naprší velké množství vody za krátkou dobu. To platí i pro všechny zkoumané toky. Tudíž své maximální denní průtoky mají řeky zaznamenané v srpnu. Průměrné denní průtoky na jaře nedosahují letních maxim, ale jsou mnohem konstantnější, co se týče denních výkyvů, a to díky již zmiňovanému sněhu, který postupně odtává.

Z obrázku č. 9 se také dozvídáme, že i přes odlišný průměrný průtok řek, mají všechny toky podobný, téměř totožný, vývoj průměrných denních průtoků v hydrologických letech. To dokazuje, že i když se řeky uvnitř CHKO Jizerské hory vyskytují v různých polohách, celá tato oblast podléhá stejným přírodním podmínkám.

Tabulka 5: M-denní průtoky z období 2000–2019 (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

	Q30	Q60	Q90	Q120	Q150	Q180	Q210	Q240	Q270	Q300	Q330	Q360
Bílý p.	1,78	1,29	1,06	0,92	0,83	0,75	0,72	0,66	0,61	0,57	0,52	0,41
Jezdecká	0,41	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,07
Uhlířská	0,10	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02



Obrázek 10: Křivka průměrného překročení dlouhodobých průměrných denních průtoků (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

$$D = \frac{(Q30 - Q60)}{10}$$

D ... decilová odchylka

Křivky průměrných denních překročení nám znázorňují, v kolika dnech v roce byl dosažen nebo překročen daný průtok a dávají nám tak informaci o rozkolísanosti vodních průtoků. Řeka Smědá má oproti ostatním vodním tokům vyšší vodnost i více dnů s větším průtokem. Avšak všechny řeky mají výrazný přechodový rozdíl mezi Q30 a Q60, a poté se jedná již o pozvolnější přechody (viz obrázek č. 10).

Tabulka 6: Průměrná decilová odchylka za hydrologická roky 2000–2019 (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

	Smědá (Bílý potok)	Černá Desná (Jezdecká)	Černá Nisa (Uhlířská)
Decilová odchylka	0,126	0,030	0,007

Pro vypočítání variability průměrných denních průtoků a určení jejich rozkolísanosti byla vypočítána decilová odchylka a variační koeficient. Netopil (1984, str. 120) o decilové odchylce udává, že se jedná o průměr odchylek jednotlivých sousedních decilů, kde jsou decily hodnoty průtoků, které rozdělují uspořádanou řadu na skupiny.

Celková průměrná rozkolísanost je s hodnotou 0,126 nejvyšší u řeky Smědé. Naopak rozkolísanost Černé Desné je s hodnotou 0,003 nejmenší. Variabilita tohoto toku je velice zanedbatelná. Souhrnně mají však všechny řeky velice malou rozkolísanost průměrných denních průtoků.

Tabulka 7: Koeficient  $C_v$  průměrných denních průtoků za období 2000–2019 (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

	Smědá (Bílý potok)	Černá Desná (Jezdecká)	Černá Nisa (Uhlířská)
Koeficient $C_v$	0,522	0,651	0,615

$$C_v = \frac{\sigma}{Q_m} = \frac{\sqrt{\frac{\sum(Q_d - Q_m)^2}{n}}}{Q_m}$$

$\sigma$  ... směrodatná odchylka

$Q_m$  ... průměrný denní průtok

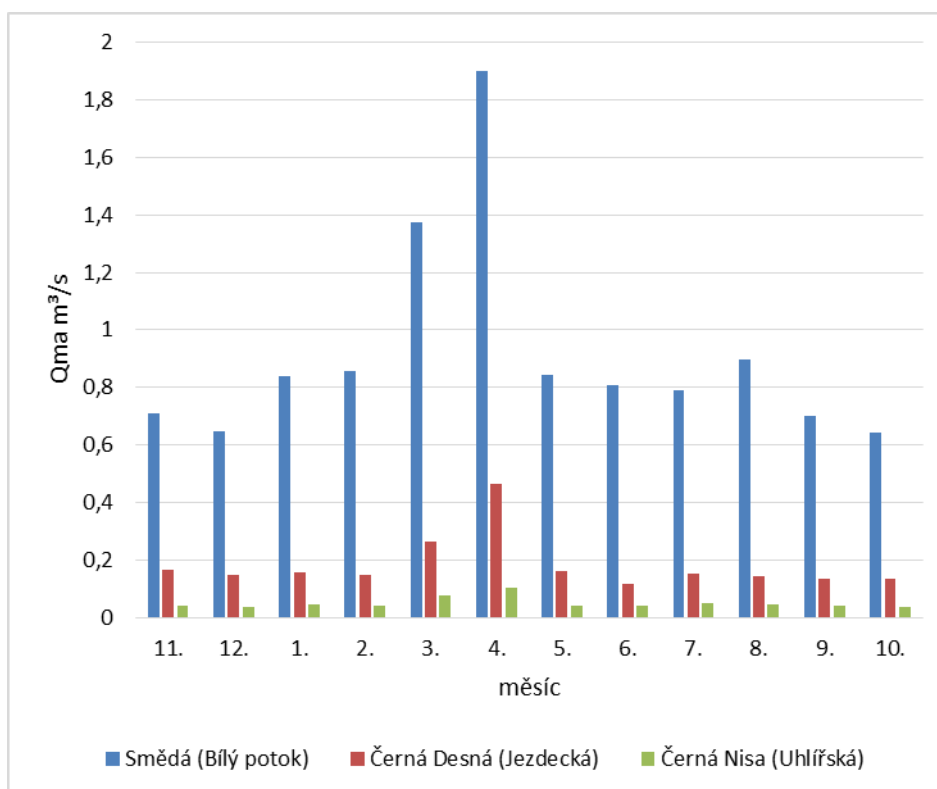
Decilová odchylka popsaná výše však udává pouze rozpětí decilů. Proto se pro lepší určení statistické míry variability používá variační koeficient (neboli koeficient  $C_v$ ). Nejvhodnější mírou variace je variační koeficient, který bere zřetel na rozdílnou průměrnou vodnost řek (Buková 2013, str. 48).

Koeficient  $C_v$ , neboli variační koeficient, vychází odlišně než decilová odchylka. Tento koeficient vypočítáme jako podíl směrodatné odchylky ( $\sigma$ ) a průměrného průtoku ( $Q_m$ ) (Netopil, 1984). Rozkolísanost s ohledem na průměrnou vodnost řek vychází nejmenší u vodního toku Smědá a naopak největší je u Černé Desné. I přes to, že zkoumáme tři různě veliká povodí, nabývá variační koeficient u všech pozorovaných

profilů téměř stejných hodnot. Z toho lze usoudit, že rozkolísanost vodních toků je ve zkoumaném území srovnatelná.

### 6.1.2 Režim dlouhodobých průměrných měsíčních průtoků

V druhé části hodnotím průměrné dlouhodobé měsíční průtoky, a to za pomoci grafického znázornění průměrných měsíčních průtoků, koeficientu  $K_r$ , koeficientu variability apod.



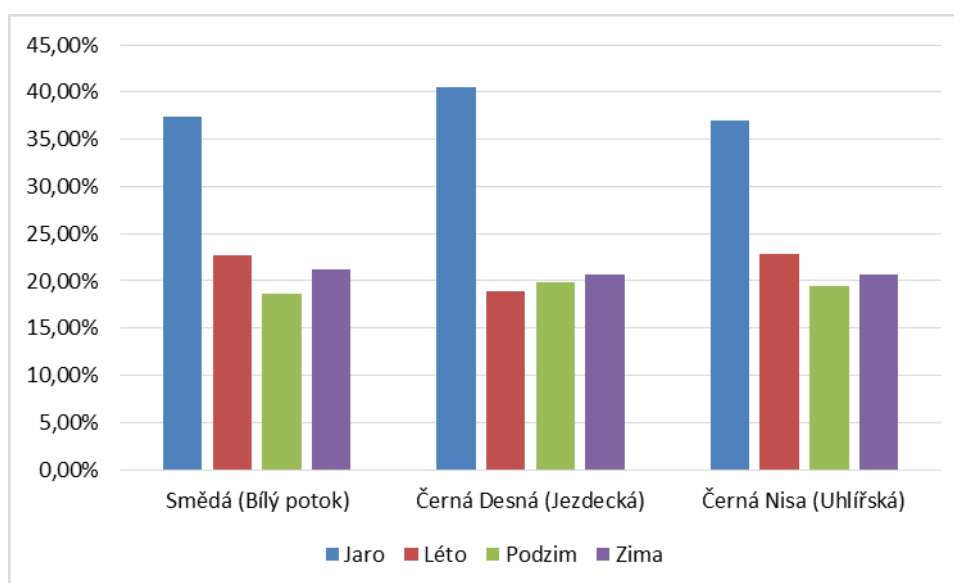
Obrázek 11: Průměrné měsíční průtoky zkoumaných profilů za hydrologické roky 2000–2019 (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Opět se ukazuje, že nejvíce vodné jsou řeky na jaře, zejména v březnu a dubnu, díky již zmiňovanému tání ledu a sněhu, i díky jarním srážkovým úhrnům. Poté je dominantní na průměrný měsíční průtok především srpen.

$$p\% = \frac{Q_m}{\sum Q_m} * 100$$

Qm ... průměrný měsíční průtok





Obrázek 12: Procentuální podíl ročních období na odtoku za období 2000–2019 (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Pomocí výše uvedeného vzorce lze vypočítat procentuální podíl jednotlivých měsíců na ročním odtoku. Prostřednictvím toho se lze dopočítat podílu ročního období na odtoku (viz obrázek č. 12). A i pomocí podílu ročních období na odtoku lze hodnotit jeho vyrovnanost, kde procentuální hodnota nejvyššího ročního období udává míru vyrovnanosti. Pokud je tato hodnota mezi 20–30 %, jedná se o vyrovnaný vodní tok, pokud je hodnota mezi 30–50 %, jedná se o mírně nevyrovnaný, pokud je mezi 50–80 %, jedná se o značně nevyrovnaný, a pokud hodnota přesahuje 80 %, jde o velmi nevyrovnaný vodní tok.

Tabulka procentuálního podílu ročních období na odtoku pouze dokazuje, co již bylo popsáno v kapitole 6.1.1., a sice, že nejvyšší podíl na odtoku má jaro. Všechny řeky mají procentuální zastoupení jarního odtoku v hodnotě mezi 30 až 50 %, a proto se řadí podle této klasifikace mezi vodní toky mírně nevyrovnané.

Tabulka 8: Koeficient  $C_v$  průměrných měsíčních průtoků za období 2000–2019 (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

	Smědá (Bílý potok)	Černá Desná (Jezdecká)	Černá Nisa (Uhlířská)
Koeficient $C_v$	0,379	0,499	0,380

Koeficient  $C_v$  pro průměrné měsíční průtoky se podobá koeficientu  $C_v$  pro průměrné denní průtoky. Řeka Smědá je taktéž nejméně rozkolísaná, zatímco řeka

Černá Desná je nejvíce rozkolísaná. Koeficienty vyjadřují ještě menší rozkolísanost než u denních průměrů, které byly již samy o sobě značně malé.

Tabulka 9: Koeficient  $K_r$  za sledované období 2000–2019 (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

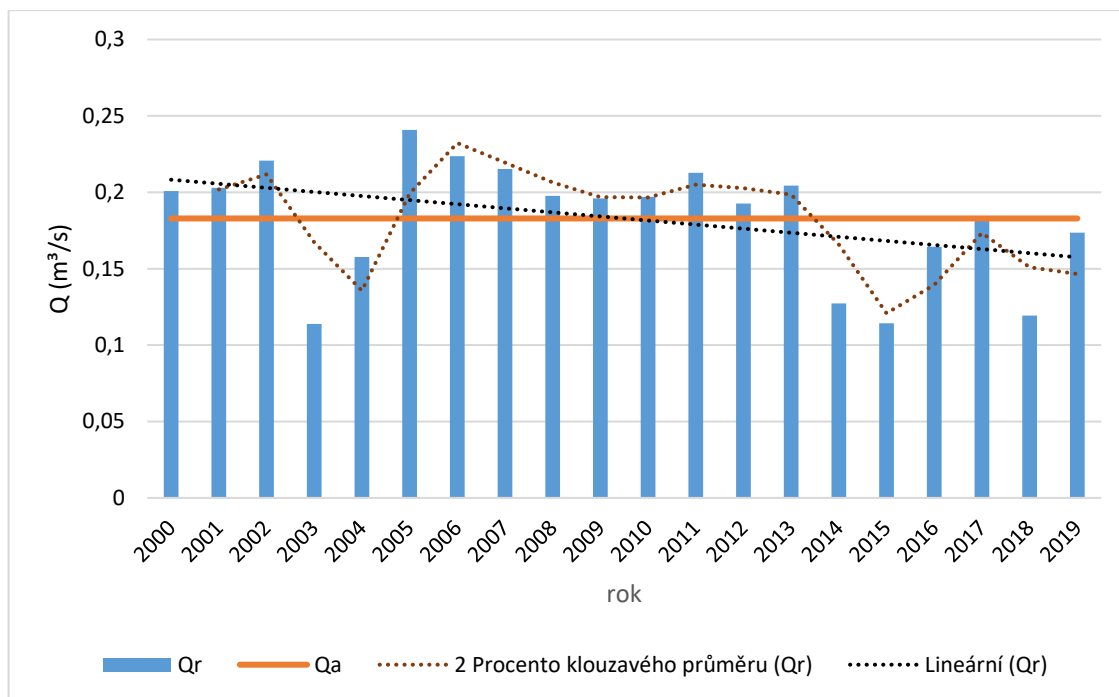
	Smědá (Bílý potok)	Černá Desná (Jezdecká)	Černá Nisa (Uhlířská)
Koeficient $K_r$	3,112	3,922	3,226

Koeficient  $K_r$  také představuje jednu z možností zhodnocení statistické míry variability odtoku. Koeficient  $K_r$  může nabývat hodnot od 0 (při ideálně vyrovnaném odtoku) do 22, kdy celoroční množství vody odeče za jediný měsíc (Suda, Herber, 2003). Všechny řeky vykazují tento koeficient relativně nízký, a i přes malé odchylky velice podobný. Nejvyšší hodnoty nabývá Jezdecká, poté Uhlířská a Bílý potok.

### 6.1.3 Režim průměrných ročních průtoků

V této podkapitole zkoumám průměrné roční průtoky pomocí grafu průměrných ročních průtoků, klouzavého průměru a pravděpodobnosti překročení průtoků. Pravděpodobnost překročení průměrných ročních průtoků je uvedena v tabulce č. 10, přičemž slovní hodnocení pravděpodobností lze nalézt v tabulce č. 11.

V předchozích kapitolách bylo mnohokrát dokázáno, že zkoumané řeky jsou si velice podobné, stejně tak je tomu u průměrných ročních průtoků, kdy data z Českého hydrologického ústavu ukazují totožný průběh za sledované období. Z těchto důvodů byla pro lepší a přehlednější analýzy vybrána pouze řeka Černá Desná na profilu Jezdecká. Tato řeka byla vybrána i pro porovnání průměrného hydrologického roku s roky, které byly svou vodností podprůměrné.



Obrázek 13: Průměrné roční průtoky Jezdecké za hydrologické roky 2000–2019 s klouzavým průměrem (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Tabulka 10: Hodnocení toku za jednotlivé roky (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Rok	Q <sub>r</sub>	P <sub>i</sub> (%)	Hodnocení vodnosti
2000	0,201	37,75%	V
2001	0,203	32,84%	V
2002	0,221	13,24%	V
2003	0,114	96,57%	MS
2004	0,158	76,96%	S
2005	0,241	3,43%	MS
2006	0,224	8,33%	MS
2007	0,215	18,14%	V
2008	0,198	42,65%	P
2009	0,196	52,45%	P
2010	0,197	47,55%	P
2011	0,213	23,04%	V
2012	0,193	57,35%	P
2013	0,204	27,94%	V
2014	0,127	81,86%	S
2015	0,114	91,67%	MS

<b>2016</b>	0,164	72,06%	S
<b>2017</b>	0,183	62,25%	S
<b>2018</b>	0,119	86,76%	S
<b>2019</b>	0,174	67,16%	S

Tabulka 11: Slovní hodnocení pravděpodobnosti  $P_1$

0–10 %	mimořádně vodný rok	MV
11–40 %	vodný rok	V
41–60 %	průměrně vodný rok	P
61–90 %	málo vodný rok	S
91–100 %	mimořádně málo vodný rok	MS

$$P\% = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} * 100$$

m ... pořadí  $Q_r$  uspořádaných sestupně

n ... počet členů řady  $Q_r$

Během dvaceti hydrologických let, od roku 2000 do roku 2019, byl naměřen průměrný roční průtok Jezdecké 0,1829 m<sup>3</sup>/s. Více než polovina průměrných ročních průtoků přesahuje tento dlouhodobý průměrný průtok. Roky, které nedosáhly dlouhodobého průměrného průtoku, lze rozdělit do dvou období.

Do 1. období lze zařadit hydrologické roky 2003 a 2004, kdy řeka Černá Desná zažila skokový pokles vodnosti, oproti předchozímu roku. Rok 2003 patří s hodnotou průměrného ročního průtoku 0,1138 m<sup>3</sup>/s do mimořádně málo vodného roku a je nejméně vodným rokem za celé sledované období (viz tabulka č. 10). Hydrologický rok 2004 byl více vodný oproti roku 2003, i přes to se však nepřiblížil k hodnotě dlouhodobého průměrného ročního průtoku a patří mezi málo vodné roky.

Poté však devět let v řadě, od roku 2005 do roku 2013, přesahovaly roční průtoky dlouhodobý průměrný roční průtok, z toho první dva roky tohoto časového úseku řadíme do mimořádně vodného roku. Rok 2005 je s hodnotou 0,2408 m<sup>3</sup>/s průměrného ročního průtoku dokonce nejvíce vodným rokem ve sledovaném období.

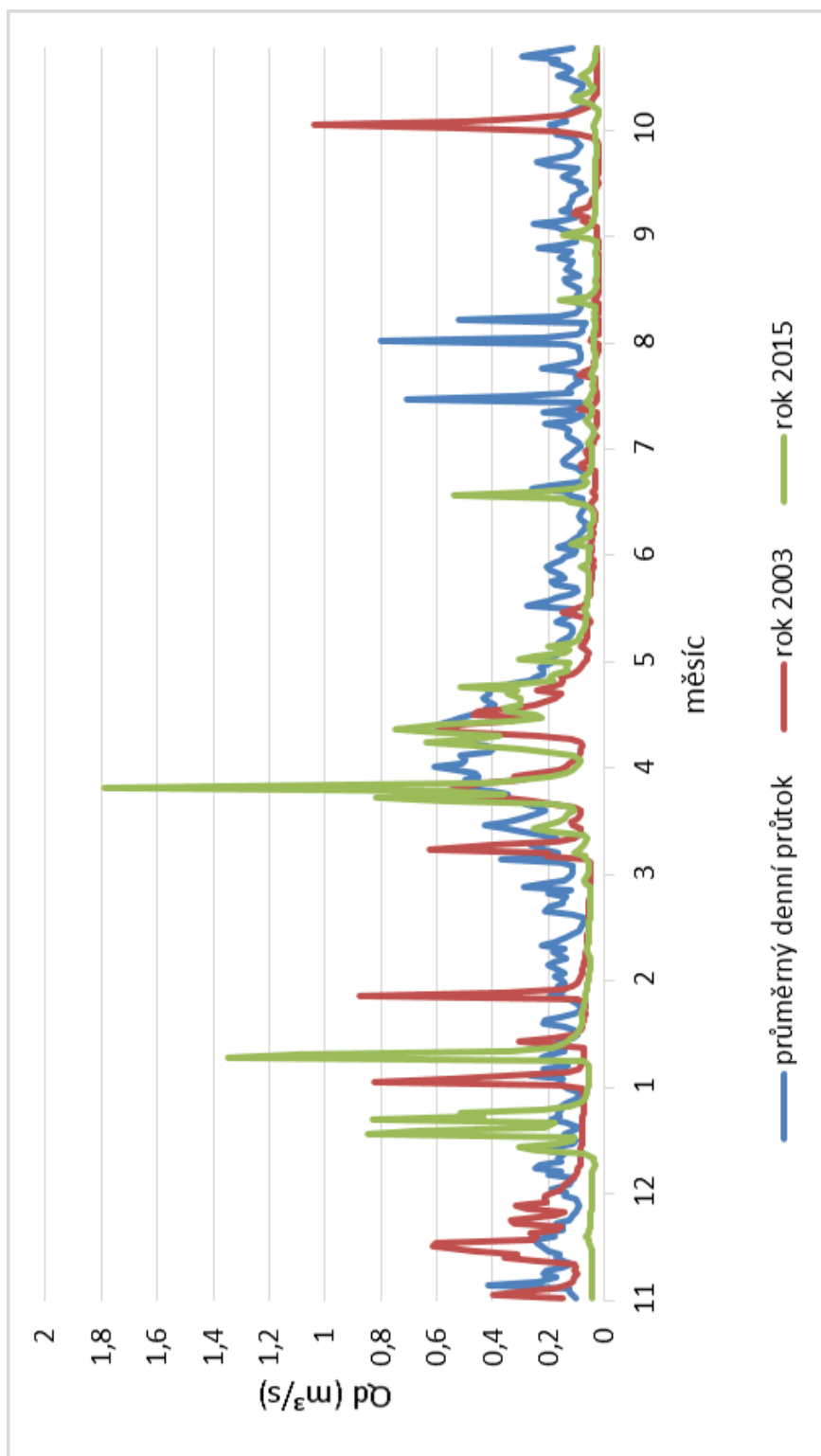
Druhé období začalo v roce 2014, kdy oproti předchozím rokům došlo opět k mimořádnému poklesu vodnosti toku. Rok 2015 byl pro 2. období nejméně vodným rokem a řadíme jej do mimořádně málo vodného roku. Tento rok je druhým nejméně vodným rokem za 20 sledovaných hydrologických let. Po těchto dvou letech ovšem

nedošlo ke zlepšení jako v prvním období a až do konce sledovaného období řadíme všechny roky do málo vodných let. Rok 2018 byl opět velice podprůměrný a je třetím nejméně vodným rokem za zkoumaný čas.

Fakt, že dochází k poklesu hladiny řek a k hydrologickému suchu, dokazuje jak klouzavý průměr, tak i lineární spojnice trendu (viz obrázek č. 13). Lineární spojnice trendu postupem času zcela zřetelně klesá a klouzavý průměr vykazuje v řadu let výrazné výkyvy, které jsou velice podprůměrné oproti normálnímu stavu.

#### **6.1.4 Analýza podprůměrně vodných roků**

Tato kapitola porovnává dlouhodobě průměrný vodný rok s dvěma nejméně vodnými roky, a to z hydrologických let 2003 a 2015. Zaměříme se jak na statistické srovnání těchto hydrologických let, tak na jejich grafické porovnání.



Obrázek 14: Průměrné denní průtoky Jezdecké v porovnání s roky podprůměrnými  
(Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

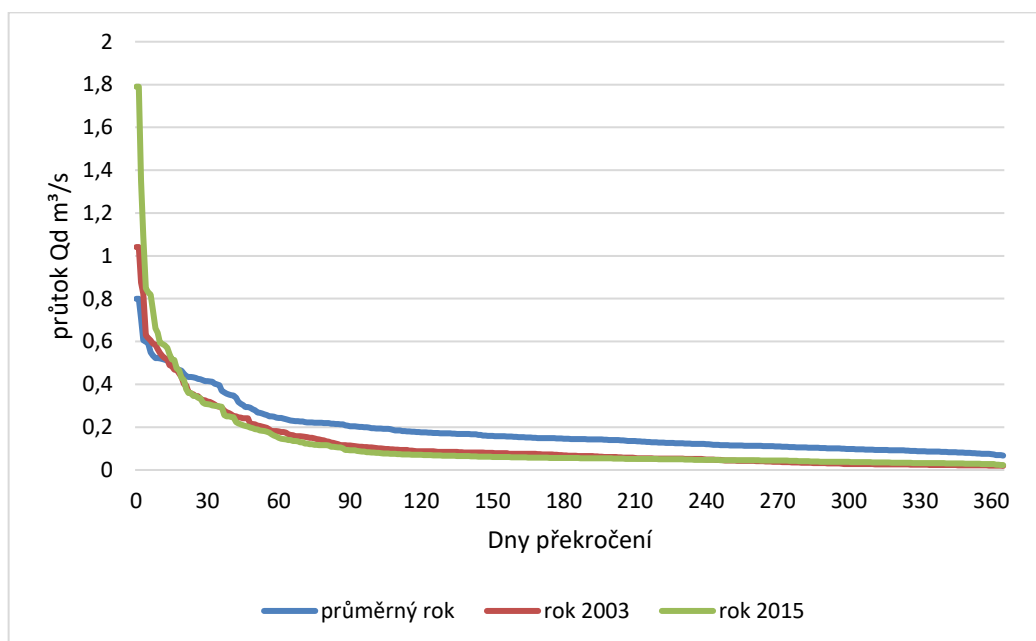
Denní průtoky podprůměrných vodních roků jsou více rozkolísané a mají více dní s minimálními, ale i maximálními průtoky. Zatímco dlouhodobý průměrný denní průtok zaznamenává svá první maxima až na jaře, podprůměrné roky mají svá první maxima již v lednových či únorových měsících. To může být způsobeno dřívějším táním sněhu,

ale i zimními srážkami v podobě deště, namísto sněhu. Při jarním tání dosahují svých maximálních průtoků dříve, křivky průměrných denních průtoků nejsou jednotné v čase, a proto je zde znát větší výskyt maxim i minim. Tento jev může být způsoben dřívějším a razantnějším nástupem jara.

Naopak léto a začátek podzimu mají podprůměrné roky mnohem stálější a bez větších denních průměrů. Skoro všechny dny v těchto ročních období jsou svou vodností velice podprůměrné a je zde málo dní bohatých na průtok. Avšak tyto dny zdaleka nedosahují takových hodnot jako u průměrných dlouhodobých denních průtoků.

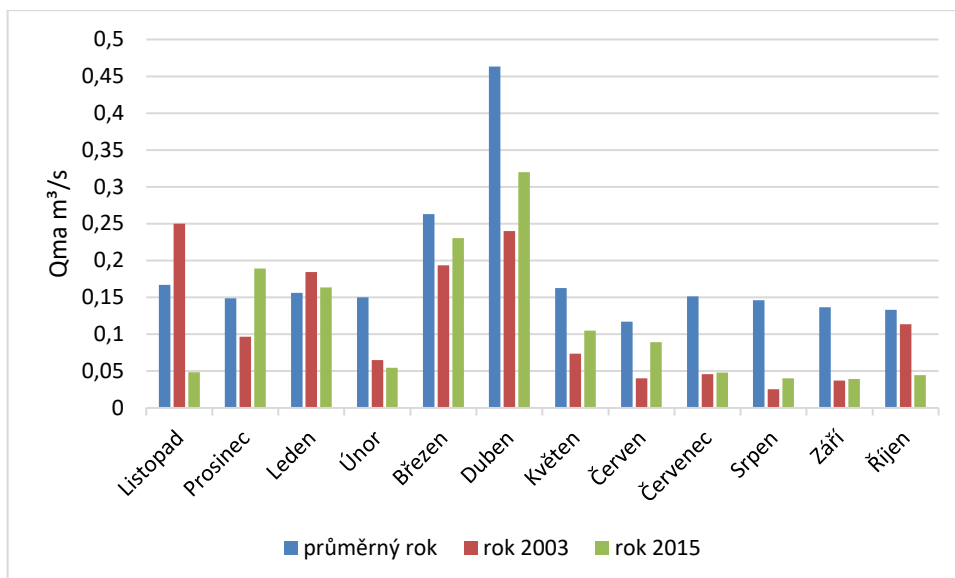
Konec podzimu se liší u všech tří sledovaných období. Dlouhodobý průměrný denní průtok je svým objemem vodnosti ve středu porovnávaných let. Rozkolísanost je zde znát díky podzimním dešťovým srážkám. Rok 2003 je více vodný i rozkolísaný a rok 2015 naopak velice podprůměrný a málo rozkolísaný.

Obecně lze o zkoumaných podprůměrných letech říci, že mají vyšší rozkolísanost a vodnost v zimě, zaznamenávají dřívější nástup jara, které je rozkolísanější. Jejich léto a podzim jsou oproti normálnímu chodu řeky velice podprůměrné.



Obrázek 15: Srovnání průměrných překročených dnů s roky 2003 a 2015 (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

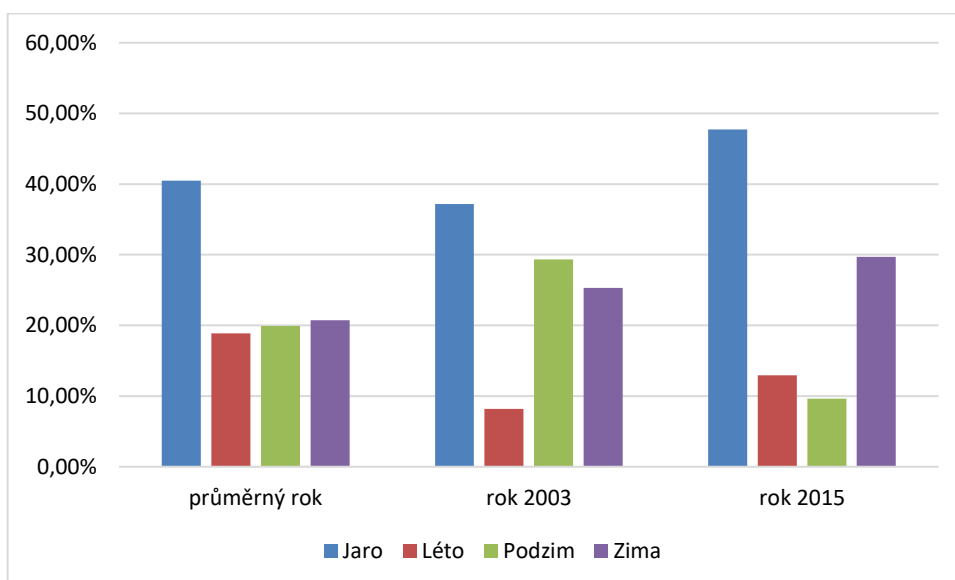
I zde se prokazuje vyšší rozkolísanost roků 2003 a 2015 oproti průměrným rokům. Tyto roky mají více dnů s vyššími naměřenými maximy denních průtoků, ale také mají mnohem více dnů s menšími a minimálními průtoky.



Obrázek 16: Srovnání průměrných měsíčních průtoků (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Přestože vykazují roky 2003 a 2015 vyšší rozkolísanost, průměrné měsíční průtoky mají všeobecně nižší. Pouze leden byl v letech 2003 a 2015 průtokově bohatší oproti průměrnému roku. Dále pak v listopadu roku 2003 a prosinci roku 2015 překročily svými průtoky průměrný rok.

Zimní a jarní měsíce jsou v porovnání s průměrným rokem více vyrovnané a letní a podzimní měsíce zaznamenávají vyšší rozdíly v měsíčních průtocích.



Obrázek 17: Procentuální podíl ročních období na odtoku za období 2000–2019 vs. roku 2003 a 2015 (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

Pro průměrný rok je podíl ročních období na odtoku největší na jaře s hodnotou okolo 40 % a ostatní roční období jsou velice vyrovnaná se zhruba 20% podílem na celkovém odtoku.



Podprůměrné roky se v procentuálním podílu ročních období na odtoku oproti dlouhodobému průměru liší. Stále je nejdominantnějším obdobím jaro, avšak ve zbylých obdobích se roční podíly odtoků různí. Procentuální podíl zimy na ročním odtoku je vyšší. V roce 2015 mělo léto a podzim celkový podíl na ročním odtoku dohromady pouze asi 20 %. Léto v roce 2003 se podobalo létu v roce 2015, avšak podzim mají tyto podprůměrné roky rozdílný. V roce 2003 měl podzim procentuální podíl na ročních obdobích vyšší než zima. Je to způsobeno především nadprůměrnými průtoky v posledním měsíci podzimu (viz obrázek č. 16). Ostatní měsíce podzimu byly podprůměrné.

Všechna zkoumaná období mají zastoupení nejvyššího ročního období v hodnotě mezi 30 až 50 %, a řadíme je tudíž mezi vodní toky mírně nevyrovnané.

Tabulka 12: Porovnání statistických údajů (Zdroj dat: ČHMÚ, vlastní zpracování)

	průměrný rok	rok 2003	rok 2015
Decilová odchylka	0,033	0,030	0,027
$C_v$ dny	0,650	1,230	1,570
$K_r$	3,922	7,273	7,809

Decilová odchylka vychází nejvyšší u dlouhodobého průměrného roku. Udává však pouze absolutní rozpětí, ve kterém se pohybuje asi jen 85 % členů řady, pro možnost srovnání toků různých vodností je třeba použít relativní variaci (Buková, str. 47).

Koeficient  $C_v$  i koeficient  $K_r$  nám prozrazují, že rozkolísanost podprůměrně vodných roků je až dvakrát vyšší, než průměrná rozkolísanost za hydrologické období 2000–2019.

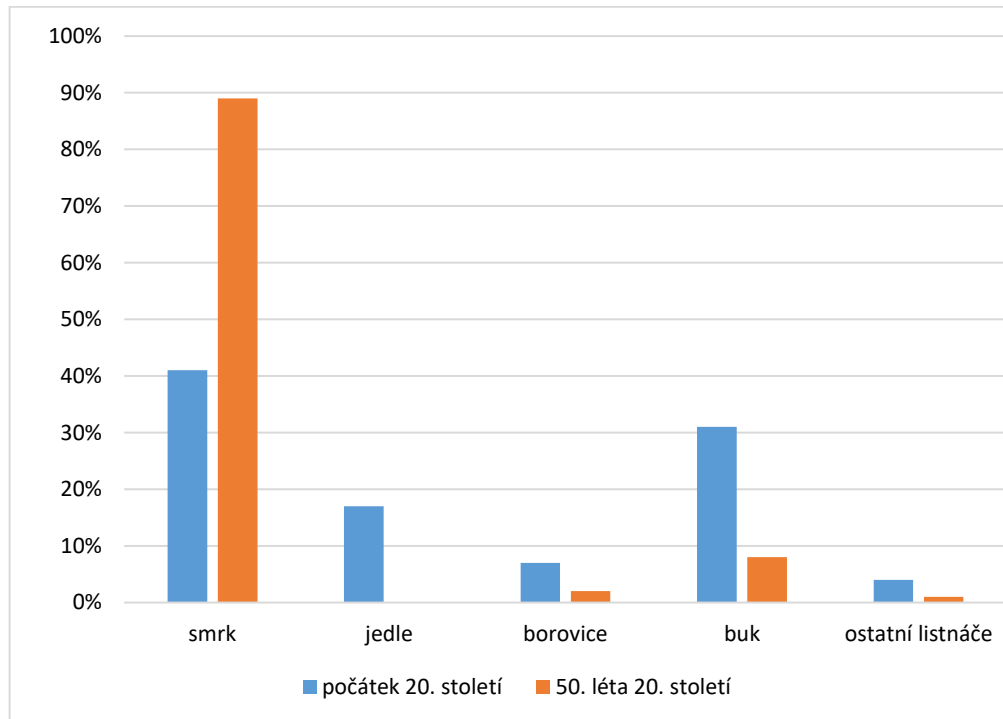
### **Celkové hodnocení hydrologických analýz**

Z výše uvedených analýz vyplývá, že za hydrologická období od roku 2000 do roku 2019 zažila oblast 2 periody hydrologického sucha. Rozkolísanost hydrologicky suchých let je výrazně vyšší než let průměrných. I vodnost průtoku v čase ve zkoumané oblasti dlouhodobě klesá. Tyto náhlé změny mohou způsobovat vodní stres rostlin a zhoršit tak schopnost lesů bránit se vůči napadení škůdci.

Patrná je i změna v délce zimy a rychlosti nástupu jara, kdy u méně vodných let je délka zimního období kratší a nástup jara rychlejší a razantnější.

## 6.2 Analýza dat o lýkožroutu smrkovém a lesích

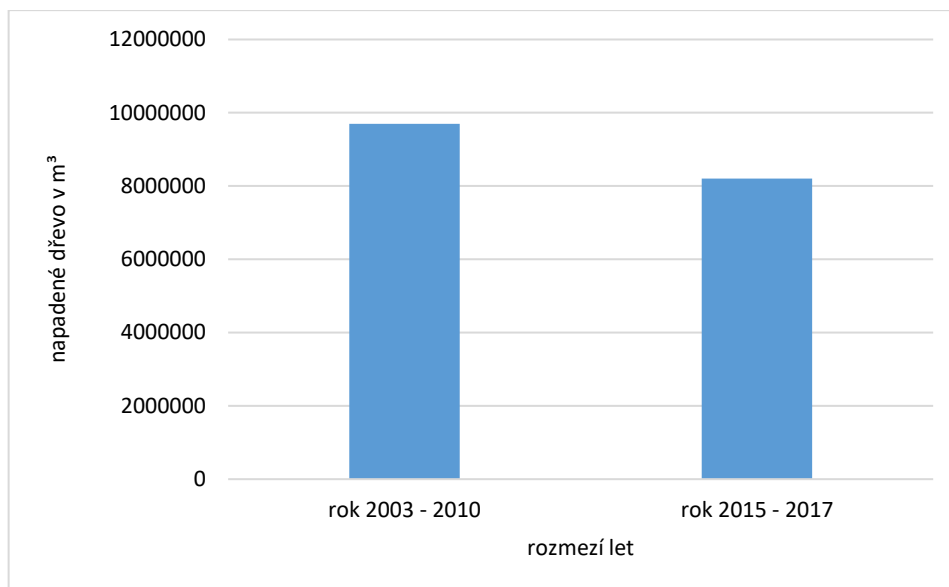
V této části se bakalářská práce zabývá analýzou vývoje v procentuálním zastoupení dřevin ve zkoumaném území a zkoumá průběh současné kůrovcové kalamity jak v celé České republice, tak v Jizerských horách.



Obrázek 18: Změna v procentuálním zastoupení dřevin v Jizerských horách  
(Zdroj dat: Lesy ČR 2018, vlastní zpracování)

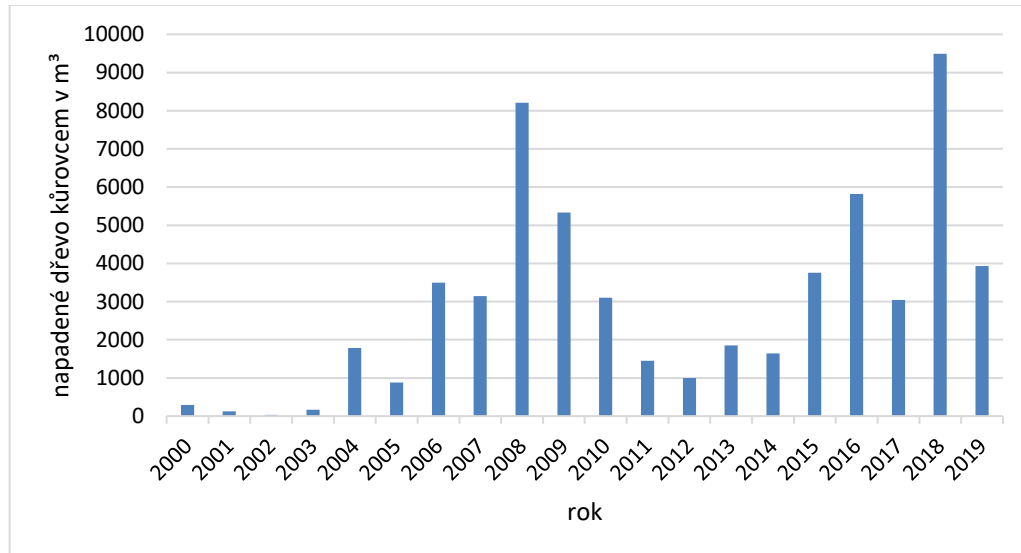
Skutečnost, že během let došlo ke změně v poměru zastoupení dřevin, dokazuje obrázek č. 18. Z něho je patrně viditelná změna v procentuálním zastoupení jehličnatých a listnatých stromů v CHKO Jizerské hory.

Tato změna již měla, a stále může mít neblahé dopady na vitalitu lesů při kůrovcových kalamitách.



Obrázek 19: Porovnání v množství napadeného dřeva v České republice (mezistromy.cz, vlastní zpracování)

O průběhu současné kalamity informuje již kapitola 3.2.9. Literární řešerše této kapitoly odpovídá datům z obrázku č. 19. Na něm je patrný rozdíl v množství napadeného dřeva v jednotlivých letech, kdy mezi lety 2003–2010 bylo skoro stejné množství napadeného dřeva jako za dva roky v letech 2015–2017. Z toho vyplývá, že druhá vlna kůrovcové kalamity může mít daleko větší následky než 1. vlna.



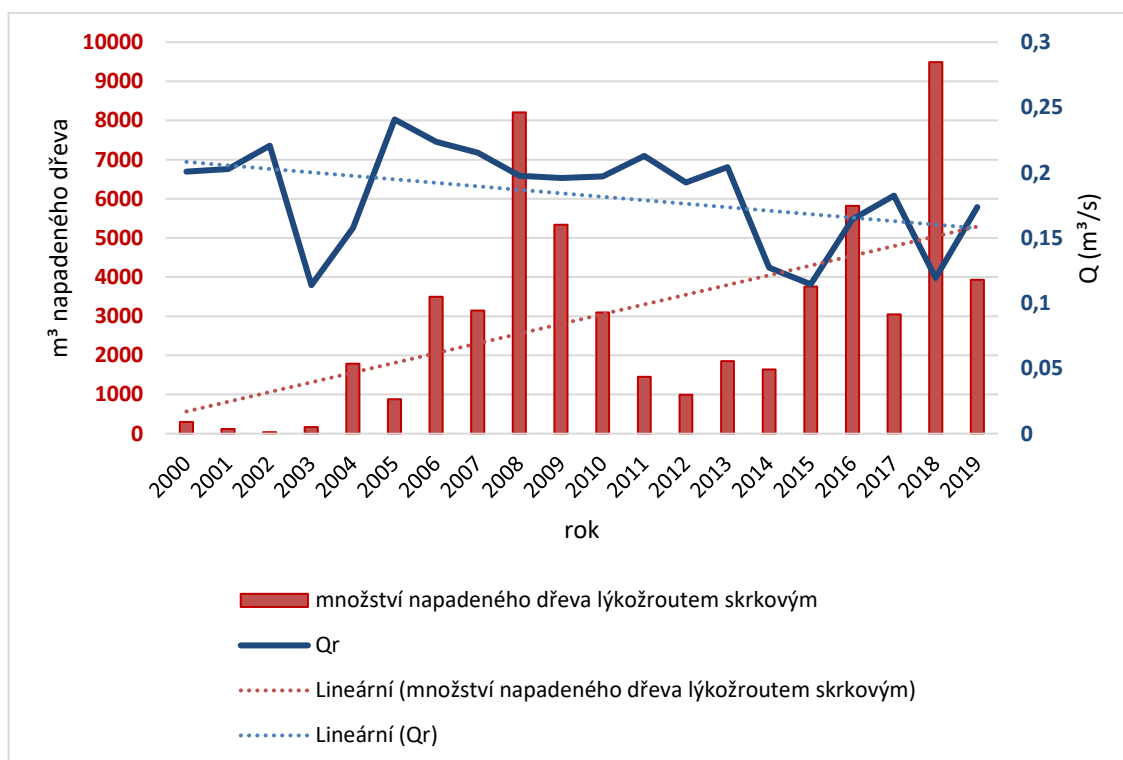
Obrázek 20: Množství napadeného dřeva v m³ v lesní správě Jablonec nad Nisou (Zdroj dat: Lesy ČR 2019, vlastní zpracování)

Na obrázku č. 20 si lze všimnout dvou vln stávající kalamity v oblasti Jizerských hor. První začala v roce 2004 a maxima dosáhla v roce 2008. Od té doby kalamita postupně klesala. Po roce 2012 však opět začala její intenzita stoupat a v roce 2018 překonala maxima první vlny.

Odpovídá tak průběhu kalamity probíhající v České republice, přičemž i zde je patrné, že druhá vlna má větší dopady na porosty v lese než vlna první. Nicméně co do rozsahu, v CHKO Jizerské hory byly doposud napáchány minimální škody, oproti jiným zasaženým částím České republiky.

### 6.3 Vztah hydrologického sucha a kůrovcové aktivity

Pro posouzení vztahu mezi hydrologickým suchem a kůrovcovou aktivitou v zájmovém území byly vybrány statistické údaje z kapitol o lýkožroutu smrkovém a o analýze hydrologického sucha. Jedná se o data z obrázku č. 13 a obrázku č. 20, které byly pro lepší přehlednost komprimovány v jeden obrázek (viz obrázek č. 21).



Obrázek 21: Porovnání množství napadeného dřeva za jednotlivé roky s průměrnými ročními průtoky (Zdroj dat: ČHMÚ, Lesy ČR, vlastní zpracování)

Z obrázku č. 21 lze jasně vyvodit vztah mezi množstvím napadeného dřeva kůrovcem a průměrnými průtoky. Pokud průměrné průtoky klesnou, zvýší se množství zasaženého dřeva lýkožroutem smrkovým. U obou ukazatelů jsou zřetelné dvě vlny.

Neplatí však, že ve stejný rok, ve kterém došlo k poklesu průměrného průtoku, stoupá množství napadeného dřeva kůrovcem. Zřetelné je to jak v roce 2003, tak v roce 2014. Tyto roky jsou oproti předchozím výrazně méně vodné, nicméně k výraznějšímu vzrůstu množství napadeného dřeva kůrovcem dochází až následující rok. Může to být

způsobeno tím, že během hydrologicky podprůměrného roku dochází pouze ke vzrůstu populace lýkožrouta smrkového, a proto dochází k jeho přemnožení a páchání škod až v následujících letech.

Do roku 2003 bylo v CHKO Jizerské hory velice málo stromů napadených tímto podkorním hmyzem. Po tomto hydrologicky podprůměrném roce však došlo k nárůstu množství lýkožrouta smrkového. Kvůli rozmnožení v roce 2003 a 2004 byl kůrovec v dané oblasti přítomen i přes vyrovnaní průměrného ročního průtoku na obvyklé hodnoty. V letech 2007 a 2008 zasáhly oblast orkány Kyrill a Emma, které měly za následek rozsáhlé polomy. Tyto polomy posloužily pro další rozmnožení kůrovce.

Po tomto období se situace s kůrovcem začala postupně zmírňovat, a to až do roku 2014. V tomto roce došlo k dalšímu poklesu průměrného ročního průtoku, který od tohoto data zažíval pouze málo vodné či velice málo vodné roky. To má za následek opětovné zvýšení množství populace lýkožrouta smrkového a s ním spojeného množství napadeného dřeva kůrovcovými kalamitami. Tomuto období vévodil především rok 2018, kdy došlo k enormnímu nárůstu napadeného dřeva v metrech krychlových.

## 7 Diskuse

Pro vyhodnocení hypotézy, zda má hydrologické sucho vliv na aktivitu lýkožrouta smrkového v CHKO Jizerské hory, bylo nutné potvrdit dvě základní premisy. První premisou je výskyt hydrologického sucha ve zkoumaném území. Druhým významným předpokladem je výskyt lýkožrouta smrkového ve zkoumané oblasti, a to i za normálního stavu.

Skuhravý (2002) tvrdí, že lýkožrout smrkový se vyskytuje především v horských (montánních) oblastech, přizpůsobil se však i životu v nižších nadmořských výškách, takže je běžný v pahorkatinném (kolinním) i nížinném (planárním) výškovém stupni. Z map nacházejících se v kapitole 5 víme, že oblast CHKO Jizerské hory je velice členitá. Nacházejí se tam oblasti vyšších nadmořských výšek, které převládají, ale i oblasti nižších nadmořských výšek. Tudíž zkoumaná oblast patří přesně do výškových stupňů, ve kterých lze očekávat výskyt lýkožrouta smrkového. Komárek (1925) říká, že se brouk vyskytuje pouze v těch oblastech, kde je smrk autochtonní. To, že je smrk v CHKO Jizerské hory původní, jsme si dokázali na obrázku č. 18. Mnoho autorů (Jelínek, Lobinger, Skuhravý atd.) se ve svých pracích zmiňuje o výskytu lýkožrouta smrkového v Jizerských horách. Tento závěr dokládají i poskytnutá data o lýkožroutu smrkovém a množství napadeného dřeva v čase.

Už v roce 1985 Wilhit a Glantze definovali sucho jako zápornou odchylku vodní bilance od klimatického normálu v dané oblasti během určitého časového intervalu. Na této definici se zakládalo i mé zkoumání o hydrologickém suchu v CHKO Jizerské hory. Na základě poskytnutých dat o denních průtocích a jejich následné podrobné analýze docházím k závěru, že v této oblasti se za posledních dvacet hydrologických let opravdu hydrologické sucho objevuje. Neprojevuje se zde však pouze deficit v průtocích řek, ale díky analýzám těchto řek byla zjištěna větší rozkolísanost všech zkoumaných vodních toků. Na vyšší rozkolísanost řek během hydrologického sucha poukazuje i Conway (2005), který řešil hydrologické sucho např. na africkém kontinentu.

Výskyt hydrologického sucha i lýkožrouta smrkového v CHKO Jizerské hory se potvrdil a je tedy možné přistoupit k výzkumnému cíli, který má určit, zda hydrologické sucho souvisí s kůrovcovými kalamitami.

Za tímto účelem došlo k propojení analýz o lýkožroutu smrkovém a o hydrologickém suchu. Výsledkem je prokazatelná souvislost mezi oběma činiteli. Sucho má opravdu negativní vliv na množství napadeného dřeva kůrovcem na území

CHKO Jizerské hory. I Mrkva (1993) potvrzuje, že sucho je zodpovědné za škody napáchané kůrovcem.

Hodapp (1954) či Skuhravý (2002) poukazují na fakt, že kůrovcové kalamity mají největší dopady na lesy až rok či více let od data, kdy proběhla suchá epizoda. Při souhrnných analýzách jsem došel ke stejnému závěru. Oba roky s nejvyšší aktivitou lýkožrouta smrkového jsou zaznamenány až rok či déle po hydrologických minimech na území CHKO Jizerské hory.

Zjistil jsem také, že i přes zvýšenou kůrovcovou aktivitu na zkoumaném území, nepůsobí kůrovec tak rozsáhlé škody jako v jiných oblastech České republiky. Tento jev je patrný i na tak blízkém území, jako je Krkonošský národní park. Menší náchylnost vůči kůrovci přisuzujeme především nucené obměně lesa po kůrovcové kalamitě v letech 1970–2000, kdy došlo k omlazení stromů a k nahrazení méně odolných typů stromů těmi odolnějšími. Stránský (2020) je stejného názoru, když tvrdí, že lesy, které byly zasaženy imisemi a následně zcela zničeny, jsou nyní částečně chráněny proti kůrovci.

## 8 Závěr

Prvotním cílem předložené práce byla fyzicko-geografická charakteristika území CHKO Jizerské hory se zaměřením na jeho hydrologické poměry. Prostřednictvím literární rešerše a čtyř vlastních tematických map bylo celé zájmové území z pohledu jednotlivých disciplín fyzické geografie zanalyzováno a detailně popsáno, přičemž dílčí výstupy byly dány do souvislosti právě s ohledem na hydrologický rozměr práce.

Hlavním cílem práce bylo ovšem posouzení vztahu mezi výskytem hydrologického sucha a kůrovcovou aktivitou v zájmovém území a zhodnocení zdravotního stavu zdejších lesních porostů v kontextu této problematiky. Za tímto účelem byla nejprve provedena zevrubná rešerše zdrojů informací o lýkožroutu smrkovém (např. za jakých podmínek hrozí jeho kalamitní přemnožení) a suchu s důrazem na sucho hydrologické. Byla stanovena základní hypotéza hovořící o těsném vztahu mezi častějším výskytem sucha v posledních letech a intenzifikací kůrovcových kalamit ve stejném období. V rámci rešerše literatury týkající se lýkožrouta smrkového a jeho historie byly nalezeny obecné příčinné souvislosti s hydrologickým extrémem sucha.

Za účelem potvrzení či vyvrácení nastolené hypotézy byl na základě dat o množství napadeného dřeva lýkožroutem smrkovým ve zkoumaném území analyzován vývoj počtu tohoto hmyzu od roku 2000 do roku 2019. Výstupy jednoznačně potvrdily zvyšující se trend z pohledu jeho množství. Z hydrologického hlediska bylo využito dat o průměrných denních průtocích za stejné období ze tří profilů v rámci CHKO Jizerské hory. Profily byly vytipovány tak, aby byly jednak rovnoměrně rozmístěny v ploše zájmového území, a především aby uzavíraly různě velká povodí. Analýzy hydrologických dat byly vytvořeny s cílem prokázat rostoucí trend výskytu suchých period ve zkoumaném území. Tento fakt byl ve všech profilech potvrzen jak snížením obecných odtokových charakteristik, tak mírnější formou zimních období, vyšší rozkolísaností průtoku apod. Nicméně byly zmíněny i další fyzicko-geografické faktory ovlivňující zdravotní stav lesa v zájmovém území, vč. abiotických, biotických a antropogenních činitelů. Hlavním výsledkem práce bylo tedy potvrzení hypotézy nastolené na počátku jejího řešení, a to na podkladě dostatečně dlouhých, dvacetiletých, datových řad. Lze tedy konstatovat, že výskyt hydrologického sucha, jeho časoprostorové rozložení, s velmi vysokou mírou pravděpodobnosti významně souvisí mimo jiné s prokazatelnou intenzifikací kůrovcové aktivity projevující se v CHKO Jizerské hory v posledních letech.



## 9 Zdroje

### 9.1 Tištěné zdroje

BALATKA, B., 2009. Horopis Jizerských hor. In: Karpaš, R. (ed.): Jizerské hory. O mapách, kamení a vodě. 1. vyd., Nakl. RK, Liberec, 258–266 s.

BLINKA, P., 2004. Klimatologické hodnocení sucha a suchých období na území ČR v letech 1876–2003. In: ROŽNOVSKÝ, J., LISTCHMANN, T. (Eds.). Seminář: Extrémy počasí a podnebí. 1. vyd. Brno: Český hydrometeorologický ústav. ISBN 80-86690-12-1.

BRÁZDIL, R., TRNKA, M. a kol., 2015. Sucho v českých zemích: Minulost, současnost, budoucnost. 1. vyd. Brno: Centrum výzkumné globální změny AV ČR, s. 400. ISBN 978-80-87902-11-0.

BUKOVÁ, E., 2013. Analýza srážko-odtokového režimu v povodí Slatinného potoka (Krušné hory). Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Milada Matoušková.

CAPECKI, Z., 1986. Gradacja zagrożenia lasów górskich i możliwości ich ochrony. Sylvan 130 (2 - 3): 3–23.

CONWAY, D., 2005. From headwater tributaries to international river: observing and adapting to climate variability and change in the Nile Basin. Global Environmental Change 15: 99–114 s.

HLADNÝ, J., 2009. Hydrologické extrémy a změny klimatu. In: NĚMEC, J., KOPP, J. (Eds.). Vodstvo a podnebí v České republice. Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha: Consult. s. 62–63. ISBN 80-903482-7-0.

HLOŽEK, M., 2012. Regionální morfologické rozdíly údolní sítě jizerských hor. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Zbyněk Engel.

HODAPP, W., 1954. Der Verlauf der Fichtenborker Kallamität in Baden seit 1942. Str. 11-93. In: Wellenstein G. (ed.): Die grosse Borkenkäferkalamität in Südwestdeustschland 1944-1951. Ringingen: Forstschutzstelle Sudwest, 11–93 str.

Zdroj: <https://www.mezistromy.cz/lesni-kalamity/historie-kalamit-v-evrope/odborny>

HUŠEK, J., SÝKOROVÁ, J., 2014. Maloplošná zvláště chráněná území. In: KARPAŠ, R. (Ed.) a kol. Jizerské hory – 3: O lesích, dřevu a ochraně přírody. 1. vyd. Liberec: Nakladatelství RK. ISBN 978-80-87100-26-4.

CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRÁNÍK, Z., 2011. Geologická minulost České republiky. 2. oprav. vyd. Praha: Academia, s. 209. ISBN 978-80-200-1961-5.

KEMEL, M., 1996. Klimatologie, meteorologie, hydrologie. Vydavatelství ČVÚT, Praha, 2000, 290 s.

KOMÁREK J., 1925. Studium o kůrovci smrkovém (*Ips typographus*). Lesnická Práce, č. 4, s. 101–108.

LOBINGER, G., 1996. Variations in sex ratio during an outbreak of *Ips typographus* (Coleoptera, Scolytidae) in South Bavaria. Anzeiger für Schädlingskunde. Pflanzenschutz - Umweltschutz 69: str. 51–53.

MRKVA R., 1993. Sucho 1992 a kůrovcová kalamita. Lesnická práce, 72, 37–39.

NETOPIL, R. a kol. 1984. Fyzická geografie I. SPN, Praha, 272 s.

PALÁTOVÁ, E., 2004. Effect of increased nitrogen depositions and drought stress on the development of young Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. Stands. Dendrobiology, 51, 41-45.

PFEFFER, A., 1954: Kůrovec - lýkožrout smrkový a boj proti němu. Nakladatelství Brázda, Praha, 46 s.

PFEFFER, A. 1989. Kůrovcovití a jádrohlodovití. Academia, Praha, 137 s.

QUITT, E., 1971. Klimatické oblasti Československa. Brno: Academia.

SHAW, E. M., 1994. Hydrology in practice. Chapman & Hall, London, 569 s.

SKUHRAVÝ, V., 2002. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Praha: Agrospoj. ISBN 80-7084-238-5.

- SCHLYTER, F., Cederholm, I., 1981. Separation of the sexes of living spruce bark beetles, *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae). *Z. Angew. Ent.* 92: 42–47 s.
- SOBÍŠEK, B. a kol., 1993. Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia, Ministerstvo životního prostředí České republiky. Praha. První vydání. 594 s. ISBN 80-85368-45-5.
- SUDA, J., HERBER, V. 2003. Cvičení z fyzické geografie I. – hydrologie. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 93 s.
- SVEJKOVSKÁ, A., 2016. Sucho z pohledu ohrožení cenných ekosystémů. Brno. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta. Vedoucí práce Ing. Hana Středová, Ph.D.
- TALLAKSEN, L. M., VAN LANEN, H. A. J. (Eds.), 2004. Hydrological drought: Processes and estimation methods for streamflow and groundwater. *Developments in water science*, 48, Elsevier, 579 s.
- TOLASZ, R. a kol., 2007. Atlas podnebí Česka. 1. vyd. Praha: ČHMÚ v koedici s Univerzitou Palackého v Olomouci, s. 232–233. ISBN 978-80-86690-26-1 (ČHMÚ). ISBN 978-80-244-1626-7 (UP).
- WILHITE, D. A., GLANTZ, M. H., 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. In: *Water International* 10. 111–120 s.
- ZUMR, V., 1985. Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.) a ochrana proti němu. *Studie ČAZV* 17 (1985): str. 1–106.

## 9.2 Elektronické zdroje

- AOPK ČR, 2010. Plán péče o Chráněnou krajinnou oblast Jizerské hory [online]. Liberec. [vid. 23. 2. 2021]. Dostupné z: <https://jizerskehory.ochranaprirody.cz/res/archive/139/018385.pdf>
- AOPK ČR, 2019a. Geologie. In: [jizerskehory.ochranaprirody.cz](http://jizerskehory.ochranaprirody.cz) [online]. [vid. 18. 1. 2021]. Dostupné z: <http://jizerskehory.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-ochko/geologie/>

- AOPK ČR, 2019b. Základní údaje o CHKO. In: jizerskehory.ochranaprirody.cz [online]. [vid. 19. 1. 2021]. Dostupné z: <http://jizerskehory.ochranaprirody.cz/zakladniudaje-o-chko/>
- AOPK ČR, 2019c. Lesnictví. In: jizerskehory.ochranaprirody.cz [online]. [vid. 19. 1. 2021]. Dostupné z: <http://jizerskehory.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-ochko/lesnictvi/>
- AOPK ČR, 2019d. Půdní poměry. In: jizerskehory.ochranaprirody.cz [online]. [vid. 19. 1. 2021]. Dostupné z: <http://jizerskehory.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-ochko/pudni-pomery/>
- AOPK ČR, 2019e. Klimatické poměry. In: jizerskehory.ochranaprirody.cz [online]. [vid. 21. 1. 2021]. Dostupné z: <http://jizerskehory.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-ochko/klimaticke-pomery/>
- AOPK ČR, 2019f. Hydrologie. In: jizerskehory.ochranaprirody.cz [online]. [vid. 24. 1. 2021]. Dostupné z: <http://jizerskehory.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-ochko/hydrologie/>
- BALÁK, I., 2007. CHKO Jizerské hory. In: jizerskehory.ochranaprirody.cz [online]. [vid. 19. 1. 2021]. Dostupné z: <http://jizerskehory.ochranaprirody.cz/res/archive/043/007594.pdf?seek=1369396445>
- ČHMÚ, 2019c. Sucho. In: portal.chmi.cz [online]. [vid. 28. 2. 2019]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Definice\\_sucha.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Definice_sucha.html)
- ČHMÚ, 2020. Hydrologie: Denní data [online]. [cit. 10. 10. 2020]. Dostupné z: [https://www.chmi.cz/historicka-data/hydrologie/denni\\_data/denni-data-dle-z.-123-1998-Sb](https://www.chmi.cz/historicka-data/hydrologie/denni_data/denni-data-dle-z.-123-1998-Sb)
- DEWOLF GROUP, 2019. Kůrovec – lýkožrout smrkový a severský. Jak se ho zbavit? In: dewolf.cz [online]. [vid. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.dewolf.cz/blog/jak-se-zbavit-kurovce/>
- DUCHÁČEK, L., 2015. Experimentální povodní ČHMÚ v Jizerských horách – historie, analýza dat a přínos pro hydrologickou službu [online]. [vid. 21. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.vuvh.sk/Zbornik2015/Docs/Z36.pdf>

- LESNICKÁ PRÁCE, 2019. Lesní ochranná služba: kurovcoveinfo [online].  
[vid. 20. 4. 2020]. Dostupné z: <http://archiv2019.kurovcoveinfo.cz/skudci/lykozrout-smrkovy>
- LESY ČR, 2018. Vývoj lesů v Jizerských horách [online]. 25. 10. 2018  
[vid. 6. 12. 2020]. Klášter Hejnice. Dostupné z:  
<https://jizerskehory.ochranaprirody.cz/res/archive/407/067184.pdf>
- LESY ČR, 2019. Těžba napadeného dřeva lýkožroutem smrkovým [dataset]. 2. 2. 2019.  
Krajské ředitelství Lesy ČR.
- MATOUŠKOVÁ, M. Zpracování hydrologických dat. Prezentace. In: [web.natur.cuni.cz](http://web.natur.cuni.cz)  
[online]. [vid. 28. 2. 2021]. Dostupné z:  
<https://www.natur.cuni.cz/geografie/fyzgeo/sobr/pedagogicka-cinnost/metody-ve-fg-i/zpracovani-hydrologickych-dat-milada/hydrometrie-ii-prednaska/>
- Mezi stromy, 2017. Rozdělení škodlivých činitelů (škůdci lesů). In: [mezistromy.cz](http://mezistromy.cz)  
[online]. [vid. 17. 2. 2021]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/lesni-skudci/rozdeleni-skodlivych-cinitelu/odborny>
- Mezi stromy, 2018. Historie lesních kalamit v ČR. In: [mezistromy.cz](http://mezistromy.cz) [online].  
[vid. 9. 12. 2020]. Dostupné z: <https://www.mezistromy.cz/lesni-kalamity/historie-kalamit-v-cr/odborny>
- RAMBOUSKOVÁ, M., 2019. Kůrovec se šíří výš a výš. V ohrožení jsou už i  
Krkonoše. In: [seznamzpravy.cz](http://seznamzpravy.cz) [online]. [vid. 10. 12. 2020]. Dostupné z:  
<https://www.seznamzpravy.cz/clanek/kurovec-se-siri-vys-a-vys-krkonose-letos-vytezi-rekordni-mnozstvi-napadeneho-drivi-80894>
- ROŽNOVSKÝ, J., 2012. Sucho na území ČR a jeho dopady. In: [chmi.cz](http://chmi.cz) [online].  
Praha: Český hydrometeorologický ústav, s. 60. [vid. 10. 2. 2021]. Dostupné z:  
[https://www.chmi.cz/files/portal/docs/katastrofy/26zasedani/Roznovsky\\_sucho\\_230412.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/katastrofy/26zasedani/Roznovsky_sucho_230412.pdf)
- STRÁNSKÝ, J., 2020. Paradox: Katastrofa z osmdesátých let teď pomáhá Jizerským  
horám přežít kůrovce. In: [libereckezpravy.cz](http://libereckezpravy.cz). [online]. [vid. 10. 12. 2020]. Dostupné z:  
<https://www.libereckezpravy.cz/paradox-katastrofa-z-osmdesatych-let-ted-pomaha-jizerskym-horam-prezit-kurovce-klimaticka-zmena/>

VIZINA, A., HANEL, M. a kol., 2018. HAMR: online systém pro zvládání sucha – operativní řízení během suché epizody. In: vtei.cz [online]. [vid. 28. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2018/10/hamr-online-system-pro-zvladani-sucha-operativni-rizeni-behem-suche-epizody/>

### **9.3 Legislativa**

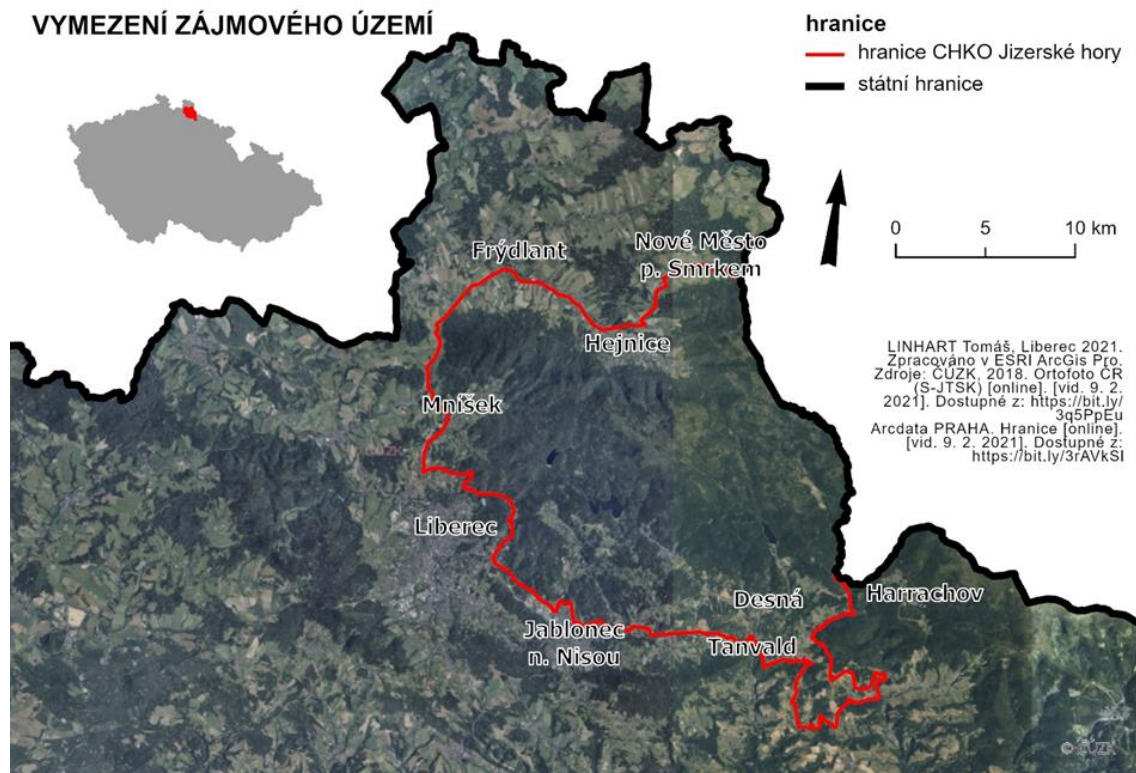
Zákon č. 254/2004 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: Sbírka zákonů. 25. 7. 2004.

## 10 Seznam příloh

Příloha č. 1: Vymezení zájmového území .....	72
Příloha č. 2: Geologické poměry v CHKO Jizerské hory .....	73
Příloha č. 3: Půdní poměry v CHKO Jizerské hory .....	74
Příloha č. 4: Vodstvo v CHKO Jizerské hory .....	75
Příloha č. 5: Maloplošné zvláště chráněná území v CHKO Jizerské hory .....	76
Příloha č. 6: Zbarvení lýkožrouta smrkového a jeho stádia.....	76
Příloha č. 7: Hlavní oblasti rozšíření smrku ztepilého ve Střední Evropě .....	77
Příloha č. 8: Zkoumané vodoměrné stanice v CHKO Jizerské hory .....	78

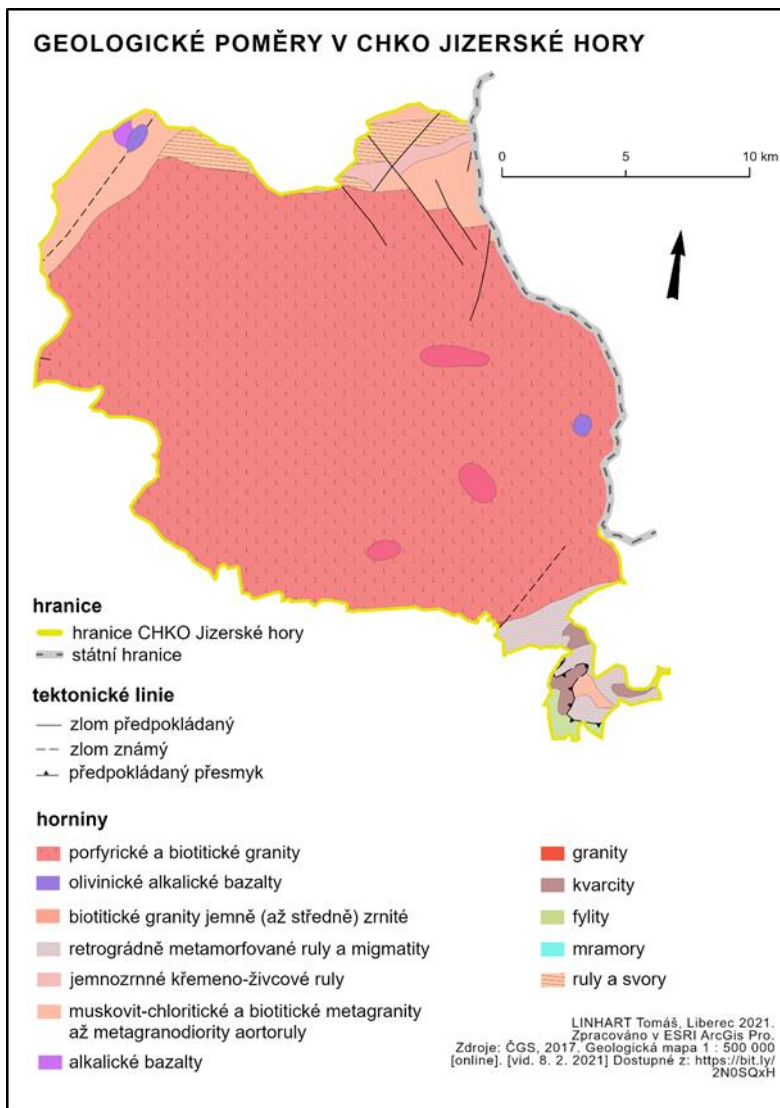
# 11 Přílohy

Příloha č. 1: Vymezení zájmového území

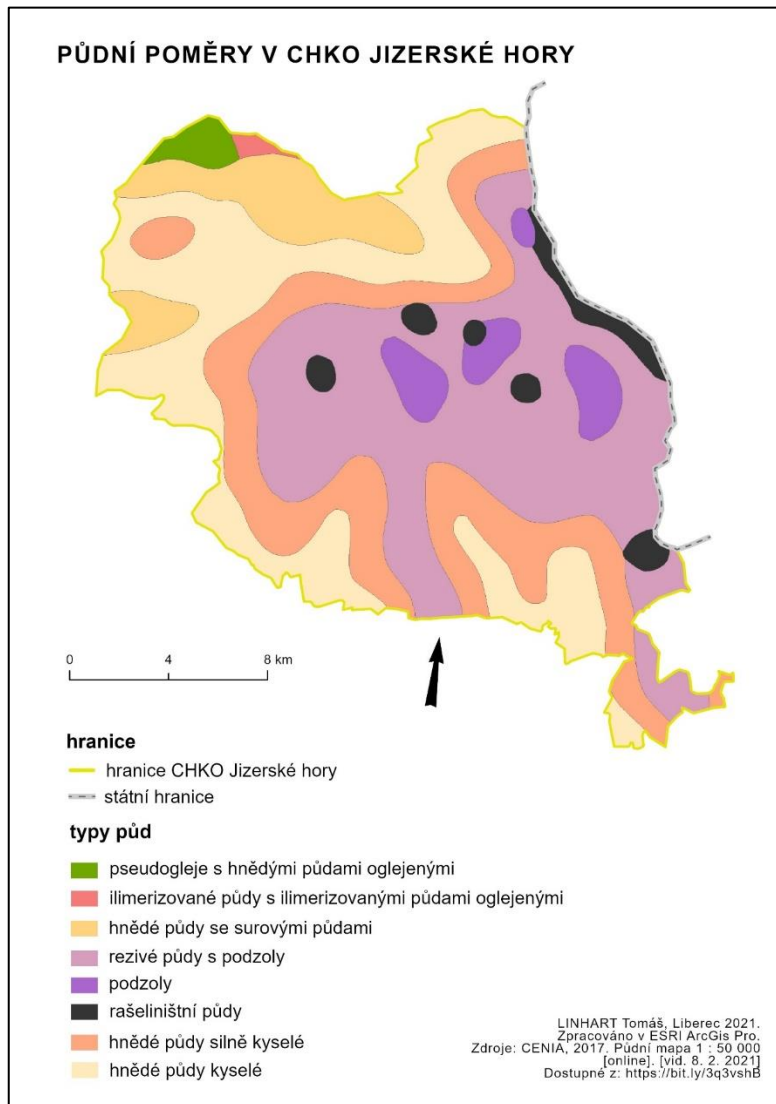




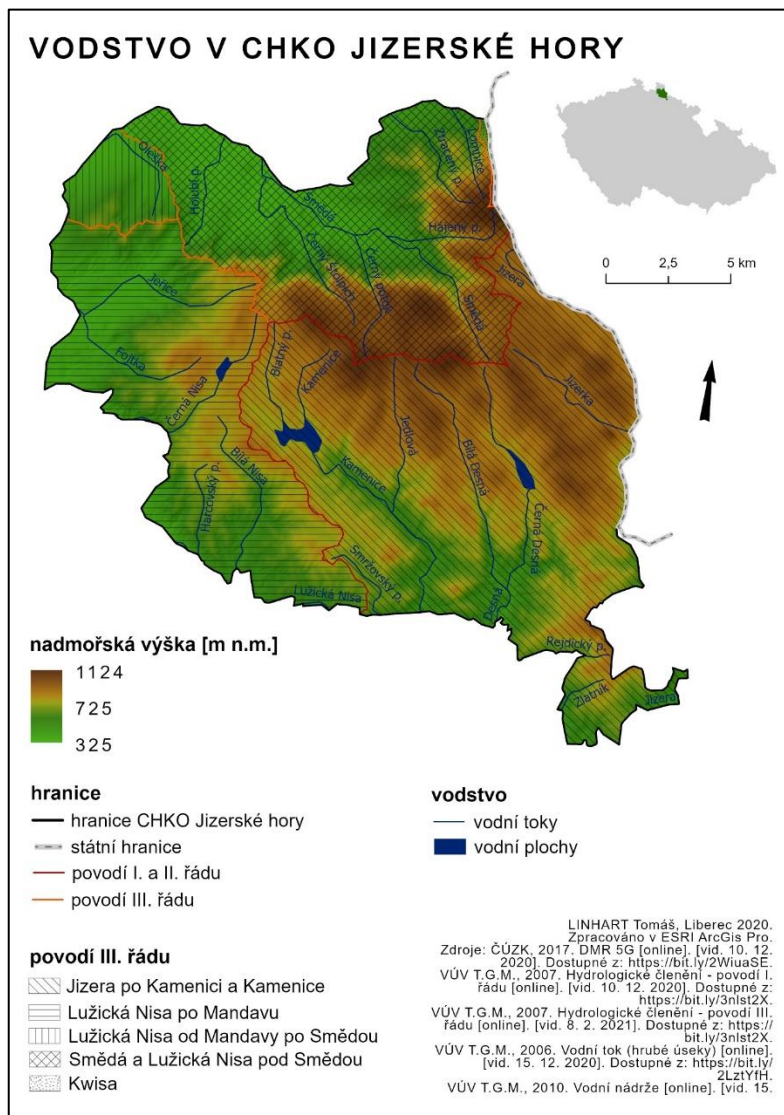
Příloha č. 2: Geologické poměry v CHKO Jizerské hory



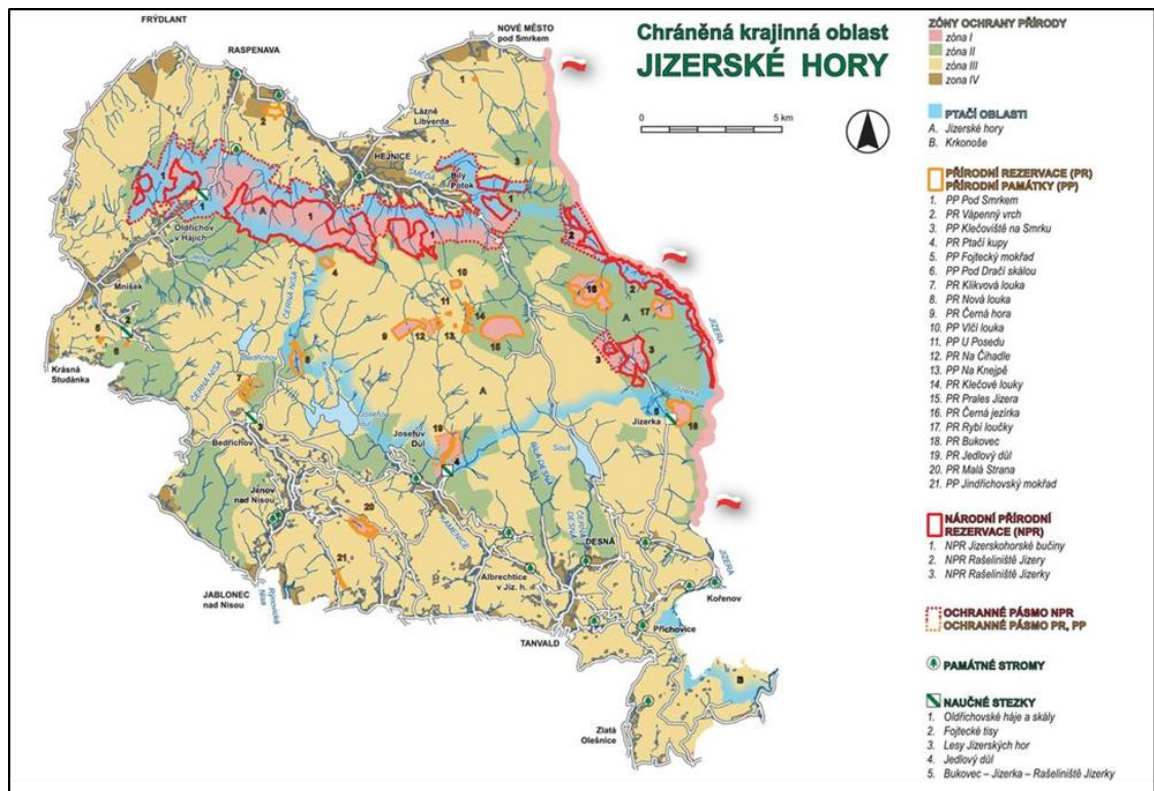
### Příloha č. 3: Půdní poměry v CHKO Jizerské hory



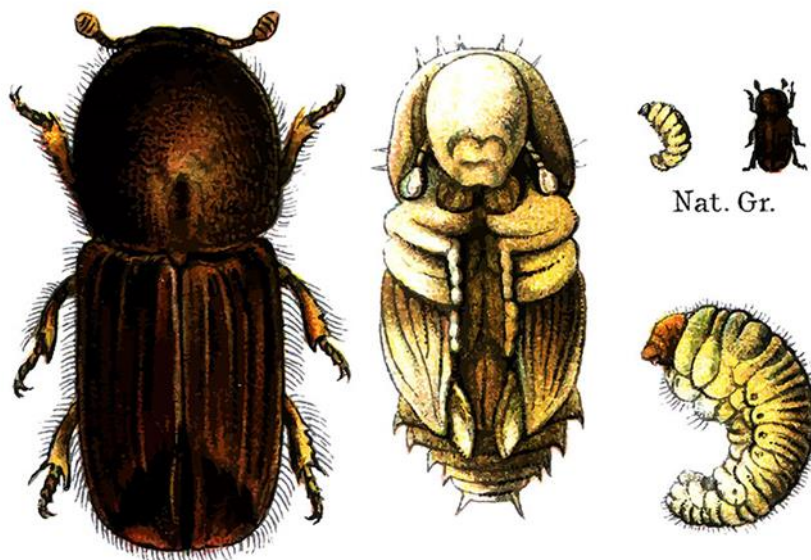
Příloha č. 4: Vodstvo v CHKO Jizerské hory



Příloha č. 5: Maloplošné zvláště chráněná území v CHKO Jizerské hory (Balák, 2007)



Příloha č. 6: Zbarvení lýkožrouta smrkového a jeho stádia (DEWOLF GROUP, 2019)



Příloha č. 7: Hlavní oblasti rozšíření smrku ztepilého ve Střední Evropě (Skuhravý 2002)



Příloha č. 8: Zkoumané vodoměrné stanice v CHKO Jizerské hory

