

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská



Podkladová studie analýzy současného stavu lesních ekosystému v oblasti ochrany lesa v chráněných územích Tusheti

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

vedoucí řešitelského kolektivu

Mgr. Karolina Lukášová, Ph.D.

Mgr. Jiří Trombik

**Praha
2016**

Obsah

Obsah.....	2
Úvod.....	3
Cíle terénní studie.....	4
Průběh gradace v Tusheti	5
Studijní lokality	7
Metodika.....	11
Revize lokalit s výskytem gradace T. minor	11
Testování feromonových odparníků určených k monitoringu T. minor.....	12
Příprava lapacích polen určených k monitoringu kůrovců na borovici.....	14
Hodnocení intenzity úživného žíru T. minor na lokalitách s výskytem gradace kůrovců.....	15
Analýza patogenních organismů u borových kůrovců	16
Statistická analýza dat	17
Výsledky a diskuse.....	18
Výsledky revize lokalit s výskytem gradace T. minor	18
Výsledky testování feromonových odparníků určených k monitoringu.....	24
Vyhodnocení lapacích polen určených k monitoringu kůrovců na borovici.....	29
Hodnocení intenzity úživného žíru T. minor na lokalitách s výskytem gradace kůrovců.....	30
Analýza patogenních organismů u borových kůrovců	31
Závěry a doporučení pro ochranu lesa v Tusheti.....	33
Návrhy managementu.....	33
Další postup v roce 2017 - využití snímků dálkového průzkumu Země	35
Použitá literatura.....	37
Přílohy	39

Úvod

Cílem práce podle smlouvy s Mendlovou univerzitou byla aktivní spolupráce na dále uvedených Výstupech a aktivitách.

Aktivité projektu č. 1.1.2 – Analýza současného stavu lesních ekosystémů a inventarizace lesa, tj. monitoring především druhového spektra kůrovců na borovicích a dalších druhů (s ohledem na druhové složení dřevin a jejich zastoupení, rozvoj škodlivých činitelů – zvážení naléhavosti a potenciálního dalšího rozvoje). Výstupem aktivity budou kvantitativní a kvalitativní hodnocení druhového spektra kůrovců na borovicích a dalších druhů a jejich působení včetně posouzení intenzity, dále návrh rámcových metodických postupů a doporučení v rámci ochrany lesa;

Aktivité projektu č. 1. 2. 3 - Analyticko-syntetické práce ochrany lesa, tj. vyhodnocení působení na zdravotní stav lesních ekosystémů a potenciálního ohrožení významnými biotickými faktory;

Aktivité č. 1. 4. 2 projektu – Workshopy a semináře ve spolupráci s příjemci, tj. aktivní účast alespoň na jednom terénním workshopu konaném v červnu či červenci roku 2016. Cílem workshopu bude naučit členy cílové skupiny pracovat na sběru dat o lesních ekosystémech v rámci ochrany lesa a vyhodnotit působení biotických činitelů včetně schopnosti plánování aktivních opatření.

Studie byla podkladem pro projekt Lesnická inventarizace a trvale udržitelné lesnické hospodaření v chráněných oblastech Tusheti (ČRA č.07/2015/08). Studie si klade za úkol sumarizovat údaje týkající se ochrany lesa v chráněných územích Tusheti nacházející se na území Gruzie.

Terénní studie hodnotí aktuální i minulý stav porostů v NP Tusheti. V letech 2009-2014 proběhla v Tusheti gradace lýkohuba menšího *Tomicus minor* (Hartig, 1834), jako důsledek stromů poškozených – polámaných sněhem. Lýkohubi se namnožili na kmenech, ale nejviditelnější známky napadení byly až napadené prýty při úživném žíru brouků, kdy porosty vykazovaly barevné změny jehličí. Podle dostupných údajů činila rozloha borového lesa se známkami napadení 4 350 hektarů

V roce 2015 byly sumarizovány všechny práce, které mají vztah k ochraně lesa Tusheti, ze získaných poznatků byly získány podklady pro terénní a laboratorní práce, které započaly v roce 2016.

Zástupci České zemědělské univerzity v Praze (viz autorský kolektiv) navštívila Tusheti dvakrát. Během první studie (červen 2016) probíhalo hodnocení napadení kůrovci na pěti lokalitách, kde se v minulosti vyskytla gradace, a byly instalovány feromonové lapače s pěti typy odparníků určené pro zhodnocení efektivity této metody.

Během druhé návštěvy v srpnu 2016 byly zaměstnancům a lesníkům přímo v Tusheti představeny pilotní výsledky projektu, navržen management a doporučení pro prevenci vzniku další gradace. Vše bylo provedeno prostřednictvím Workshopu „Ochrana lesa proti kůrovci v Národním parku Tusheti“ konaného 5. srpna 2016 v Omalu (Příloha 1-4). Na pěti studijních lokalitách byly poté navíc hodnoceny škody úživným žírem *T. minor*, tyto výsledky jsou přiloženy dále ve Zprávě.

Cíle terénní studie

- I. zjištění populační hustoty kůrovců na lokalitách, kde probíhala gradace v letech 2009-2014
- II. zhodnocení efektivity různých typů feromonových odparníků na monitoring kůrovců vázaných na borovice
- III. popis druhové diverzity kůrovců a shrnutí aktuálního stavu populací v NP Tusheti
- IV. analýza druhového spektra patogenů u nejpočetnějších druhů kůrovců v NP Tusheti

Průběh gradace v Tusheti

Hlavních příčin vzniku gradace kůrovců v Tusheti bylo hned několik. V první řadě dospěly porosty do ideálního věku (60 a více let), kdy jsou nejvíce atraktivní jako potravní zdroj pro obsazení lýkohuby rodu *Tomicus*. Byly totiž v poškozených lokalitách založeny v 50. letech 20. století (Tomiczek 2013) na pastvinách. V roce 2008 došlo navíc k jejich rozsáhlému poškození větrem a sněhem a bylo pozorováno dvouleté chřadnutí borovic v důsledku prodlužování délky vegetačního období (Tomiczek 2013).

Národní park Tusheti je bezzásahová zóna, poškozené ani ležící stromy se neodstraňují, a tím může být stav a míra výskytu uschlých a padlých stromů vysoká, což zapříčinilo rozšíření primárních a druhotných škůdců a dalších patogenů, které následně vyvolávají onemocnění (Supatašvili et al. 2013). V rámci studií v minulosti byly zjištěny kořenové hniloby [*Armillaria* spp. a *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.] na pařezech a zbytcích po zlomech, což mohlo mít vliv na stabilitu a pravděpodobně ovlivnilo intenzitu napadení kůrovci (Tomiczek 2013).

Počátek gradace *T. minor* v letech 2009 byl pomalý, objevilo se napadení pouze na 10-20 borovicích. Nejprve byly napadány oslabené, zlomené a ležící poškozené borovice, odkud však došlo k pozvolnému šíření na zdravé stromy (Supatašvili et al. 2013) a poté k rozsáhlému poškození porostů (*Pinus kochiana* Klotzsch ex K. Koch) v důsledku namnožení lýkohubů v roce 2012 (Tomiczek 2013). V roce 2013 docházelo k postupnému namnožení a usychání původně zdravých stromů (Supatašvili et al. 2013). Vedle hlavního poškození druhem *Tomicus minor*, se objevily škody lýkožroutem vrcholkovým *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827). Další druhy kůrovců na borovici jakými jsou *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758) a *Ips sexdentatus* (Börner, 1776) se vyskytovali pouze lokálně a v nízkých početnostech (Tomiczek 2013).

Rozsah napadení v roce 2014 se pohyboval okolo 4000 hektarů v důsledku šíření lýkohuba menšího. V důsledku působení lýkohuba docházelo k usychání jednotlivých skupin stromů, a také na značné ploše lesa docházelo k usychání mladých výhonů a masivní změně barvy borových porostů (Supatašvili et al. 2013).

V roce 2015 došlo ke značnému zlepšení zdravotního stavu porostů a snížení populačních hustot kůrovců, poškození zralostním žírem *T. minor* bylo odhadováno přibližně

na 10 % stromů. Hlavní příčinou mohly být klimatické podmínky během zimy 2014/2015, kdy teploty dlouhodobě výrazně klesly, a protože *T. minor* zimuje právě během zralostního žíru v prýtech, mohla být mortalita zimujících imag nadprůměrně být vysoká.

V posledních dvou letech gradace *T. minor*, tj. 2014 – 2015, proběhl na území Tusheti monitoring kůrovců pomocí feromonových odparníků. Používaly se lapače typu Boregard s feromonovým odparníkem Tomowit (600 lapačů v roce 2014, 300 lapačů v roce 2015).

Data však nebyla solidně vyhodnocena, odhaduje se, že se celkem odchytilo jen <200 brouků. Nebyla provedena ani determinace. Výrobce (WITASEK PflanzenSchutz GmbH, Rakousko) odůvodňuje nízkou efektivitu feromonového odparníku na vysoké nadmořské výšce ve studované oblasti (Kereselidze a Tsiklauri, pers. comm.). Důvodů však může být více včetně vlastního typu pasti (viz. dále).

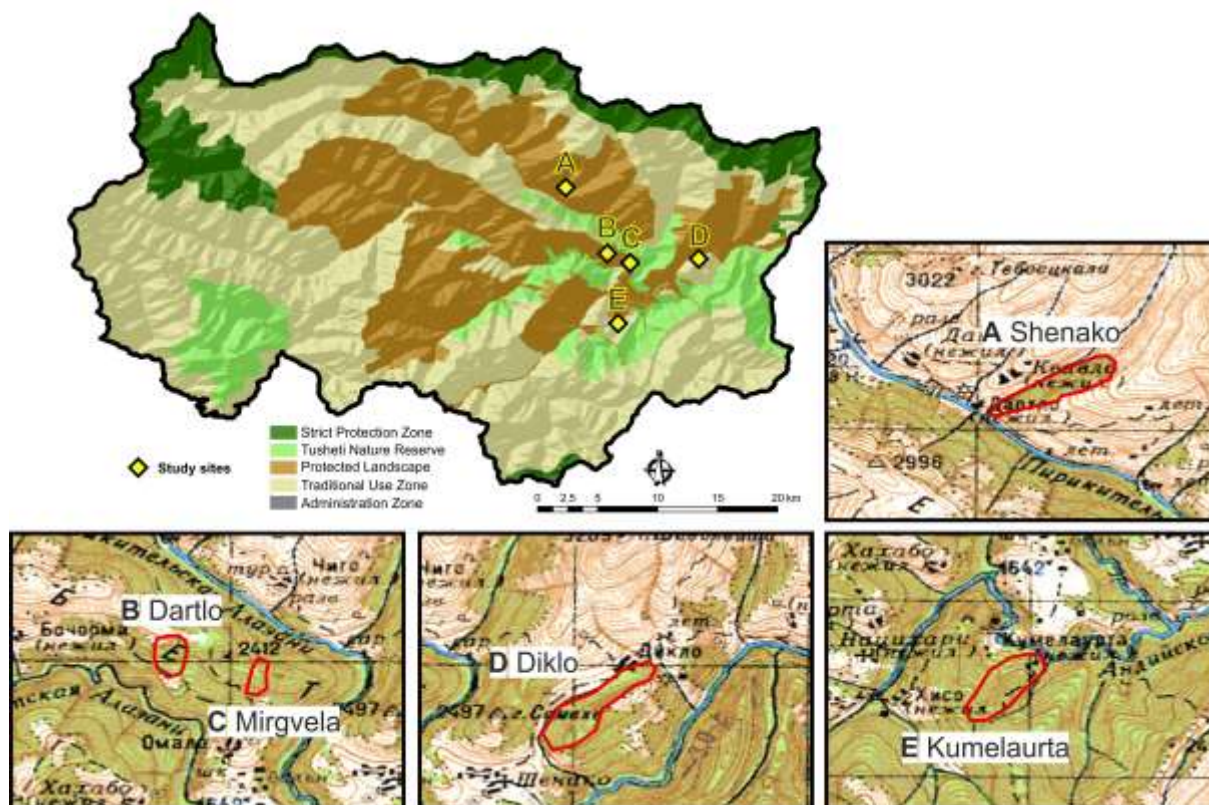
Studijní lokality

Na základě porady s pracovníkem Agency of Protected Areas: ing. Onisem Ichirauli v Omalu bylo vybráno pět dostupných studijních ploch, kde se v minulosti projevila gradace lýkohubem menším *T. minor*, a na kterých bylo provedeno studium populační hustoty kůrovců a analýza druhového spektra patogenů (Obr. 1-6, Tabulka 1).

Zhodnocení efektivity různých typů feromonových odparníků na monitoring kůrovců vázaných na borovice pomocí lapacích polen bylo provedeno pouze na lokalitě Mirgvela (Tabulka 1).

Tabulka 1: Studijní lokality s GPS souřadnicemi nadmořskými výškami na území NP Tusheti v roce 2016.

Lokalita	N	E	nadmořská výška (m n.m.)
Shenako	42,445	45,588	2080
Dartlo	42,440	45,580	2300
Mirgvela	42,389	45,636	2263
Diklo	42,392	45,687	2153
Kumelaurta	42,344	45,627	1788



Obr. 1: Studijní lokality na území NP Tusheti v roce 2016.



Obr. 2: Studijní lokalita Shenako v roce 2016. Foto: Lukášová



Obr. 3: Studijní lokalita Dartlo v roce 2016. Foto: Lukášová



Obr. 4: Studijní lokalita Mirgvela v roce 2016. Foto: Lukášová



Obr. 5: Studijní lokalita Diklo v roce 2016. Foto: Lukášová



Obr. 6: Studijní lokalita Kumelaurta v roce 2016. Foto: Lukášová

Metodika

*Revize lokalit s výskytem gradace *T. minor**

Během pobytu v Tusheti od 11. do 19.6.2016 byly postupně revidovány studijní lokality, kde se vyskytlo poslední přemnožení lýkohuba menšího (Tabulka 1, Graf 1-6).

Na každé ploše byly vybrány dva transektu ve dvou liniích napříč porostem, kde byl hodnocen zdravotní stav stromů (vždy 200 stromů na lokalitu) a zjišťovány populační hustoty a druhové složení kůrovců.

Napadení bylo na transektu zjišťováno nejen na stojících stromech, ale také na polomovém dříví, zlomech i vývratech. Analýza byla prováděna vždy na nejsilnější spodní části kmene dostupné k odkornění na ploše 10 x 20cm (vzorek) (Obr. 7).

Do připravených formulářů byly zapisovány determinované druhy kůrovců, počet závrťů na vzorku a rovněž reprodukční úspěch na této ploše, který byl určen dle počtu výletových otvorů z jednotlivých požerků. Z každého revidovaného stromu byly zaznamenány základní charakteristiky: průměr, výška a stav (zdravý strom, souše, vývrat, zlom).



Obr. 7: Průběh revize na lokalitě Diklo v roce 2016. Foto: Lukášová

Testování feromonových odparníků určených k monitoringu *T. minor*

Na lokalitě Mirgvela bylo 12.6.2016 postaveno celkem 25 feromonových lapačů po skupinách pět typů feromonových odparníků (Acuwit, IAC Ecolure, Sexowit, Tomowit a kontrolní etanolový odparník) určených k odchyту kůrovců vázaných na borové porosty (Tabulka 2). Lapače byly umístěny na okraj borového porostu, zachycené pomocí lanka o větve stojících stromů do výšky zhruba 150 cm (Obr. 8).

Tabulka 2: Rozmístění feromonových odparníků umístěných v lapačích typu Boregard na lokalitě Mirgvela v roce 2016.

Lapač	Feromonový odparník	N	E
1	ACUWIT	42,396	45,618
2	IAC ECOLUR	42,396	45,618
3	SEXOWIT	42,396	45,618
4	TOMOWIT	42,396	45,618
5	ETHANOL	42,396	45,618
6	ACUWIT	42,397	45,616
7	IAC ECOLUR	42,397	45,616
8	SEXOWIT	42,397	45,616
9	TOMOWIT	42,397	45,616
10	ETHANOL	42,397	45,616
11	ACUWIT	42,395	45,617
12	IAC ECOLUR	42,395	45,617
13	SEXOWIT	42,395	45,617
14	TOMOWIT	42,395	45,617
15	ETHANOL	42,395	45,617
16	ACUWIT	42,393	45,617
17	IAC ECOLUR	42,393	45,617
18	SEXOWIT	42,393	45,617
19	TOMOWIT	42,393	45,617
20	ETHANOL	42,393	45,617
21	ACUWIT	42,393	45,618
22	IAC ECOLUR	42,393	45,618
23	SEXOWIT	42,393	45,618
24	TOMOWIT	42,393	45,618
25	ETHANOL	42,393	45,618

Lapače byly kontrolovány a vybírány každý den po dobu jednoho týdne a ponechány do další kontroly, která proběhla 1.8.2016. Přimo v terénu byl sledován počet a druhové

spektrum kůrovců. Část druhů byla uskladněna v 70% ethanolu a determinována odborníkem (M. Knížek, VÚLHM, Jíloviště-Strnady) v Praze. V lapačích byl rovněž sledován počet necílových druhů hmyzu, především predátorů kůrovců (pestrokrovečníci rodu *Thanasimus*, druhy rodu *Rhizophagus*).



Obr. 8: Feromonový lapač určený k monitoringu *T. minor* v roce 2016. Foto: Lukášová

Příprava lapacích polen určených k monitoringu kůrovců na borovici

Ke každé skupině (5 kusů) lapačů na lokalitě Mirgvela byla 13.6.2016 postavena tři polena (celkem 15 lapacích polen) o délce 0,5 m a průměru mezi 15-20 cm (Obr. 9), která byla ponechána k zachycení druhového spektra kůrovců do 3.8.2016, kdy byly odkorňovány po celé délce. Zaznamenávány byly tloušťky lýka, počty druhů nebo skupin podkorního hmyzu, intenzita napadení a stadium vývoje.



Obr. 9: Instalované lapací poleno na lokalitě Mirgvela v roce 2016. Foto: Lukášová

Hodnocení intenzity úživného žíru *T. minor* na lokalitách s výskytem gradace kůrovců

Během srpnové revize (3.-5.8.2016) studijních lokalit (Tabulka 1) v NP Tusheti bylo hodnoceno napadení čerstvých prýtů borovic úživným žírem *T. minor*. Čerstvé prýty (zelené jehlice vonící po pryskyřici) byly sčítány na ploše 1 m² pod minimálně 50 borovicemi na jednom transektu na každé lokalitě. Za napadené byly považovány prýty s přítomností dospělců *T. minor* nebo s přítomností otvoru po úživném žíru a drtinek (Obr. 10).



Obr. 10: Živý výhon borovice s úživným žírem *T. minor* při srpnové kontrole v roce 2016. Foto: Lukášová

Analýza patogenních organismů u borových kůrovců

Z každé lokality byli rovněž individuálně pomocí exhaustoru odebráni živí kůrovci hloubící chodby a kladoucí vajíčka (Obr. 11), u kterých bylo laboratorně studováno druhové složení patogenů.

Dospělci byli podle lokalit a druhů umístěni do plastových nádob typu Eppendorf (2,5 ml) a uskladněni při teplotě -4 °C (pro udržení vlhkosti byla přidána navlhčená gáza). Během jednoho měsíce byli všichni jedinci vypitváni pomocí chirurgických pinzet na Fakultě lesnické a dřevařské v Praze a byla provedena inspekce vnitřních orgánů – trávicí soustavy, pohlavních orgánů, Malphigických trubic a tukového tělesa pod světelným mikroskopem Nikon Eclipse při zvětšení 40-400x. Zjišťována byla přítomnost virů, mikrosporidií, prvoků, hlístic a endoparazitoidů. Patogenní organismy byly zaznamenány do připravených formulářů a vyfotografovány pomocí kamery zabudované v mikroskopu.



Obr. 11: Odběr živých dospělců *T. minor* z čerstvého náletu určených k analýze patogenních organismů v roce 2016. Foto: Lukášová

Statistická analýza dat

Získaná data byla převedena do tabulkového procesoru MS Excel 2016 a poté graficky a statisticky vyhodnocena v programu STATISTICA 12 (testy normality, korelace, Kruskal Wallis test, ANOVA).

Výsledky a diskuse

Výsledky revize lokalit s výskytem gradace *T. minor*

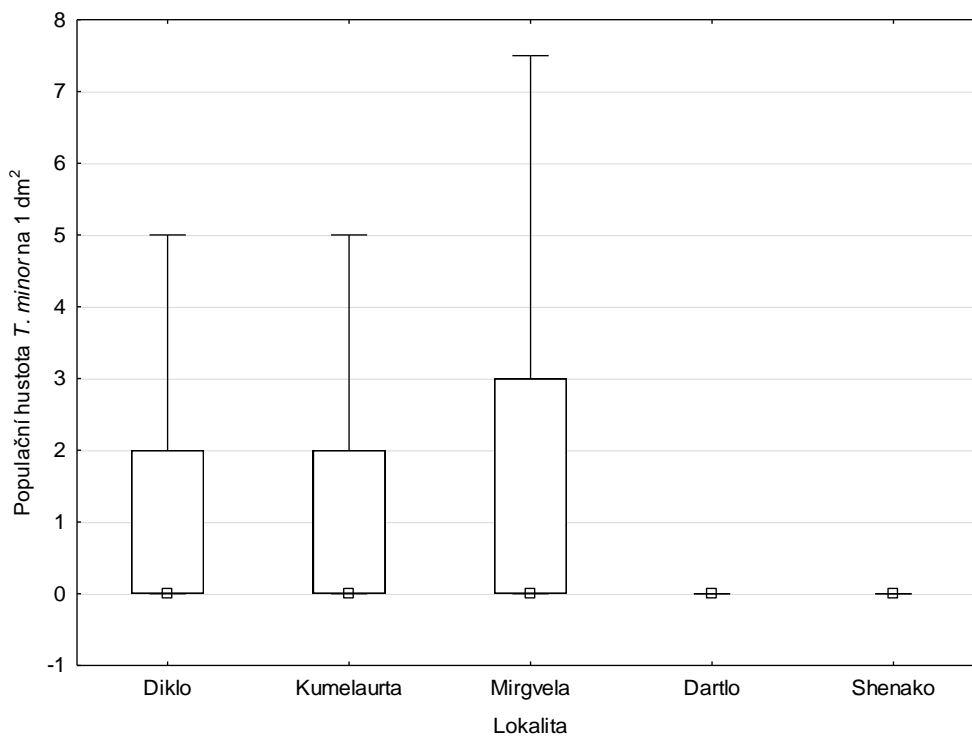
Celkem bylo na pěti studijních lokalitách v roce 2016 revidováno 1000 kůrovcových souší, zlomů, vývratů a zdravých stromů o průměru $26,4 \pm 9,7$ cm (Tabulka 3), na kterých byly zjištěny požerky z předchozí gradace.

Požerky *Tomicus minor* byly zjištěny na všech studovaných lokalitách. Jeho reprodukční úspěch (normalita: Shapiro-Wilk $W = 0,52059$, $p < 0,0001$; Kruskal Wallis test (4;999) = 44,4664; $p < 0,00001$) i populační hustoty (normalita: Shapiro-Wilk $W = 0,52651$, $p < 0,0001$; Kruskal Wallis test (4;999) = 46,6603; $p < 0,00001$) však byly průkazně nejnižší na lokalitě Dartlo (Graf 1 a Graf 2). Na této lokalitě úplně chyběl druh *T. piniperda* a jeho populační hustoty i reprodukční úspěch byly velmi nízké, nejvyšší byly na lokalitě Shenako (populační hustota: normalita: Shapiro-Wilk $W = 0,0342$, $p < 0,0001$; Kruskal Wallis test (4;999) = 13,522; $p > 0,01$; reprodukční úspěch: normalita: Shapiro-Wilk $W = 0,06409$, $p < 0,0001$; Kruskal Wallis test (4;999) = 10,1016; $p > 0,05$).

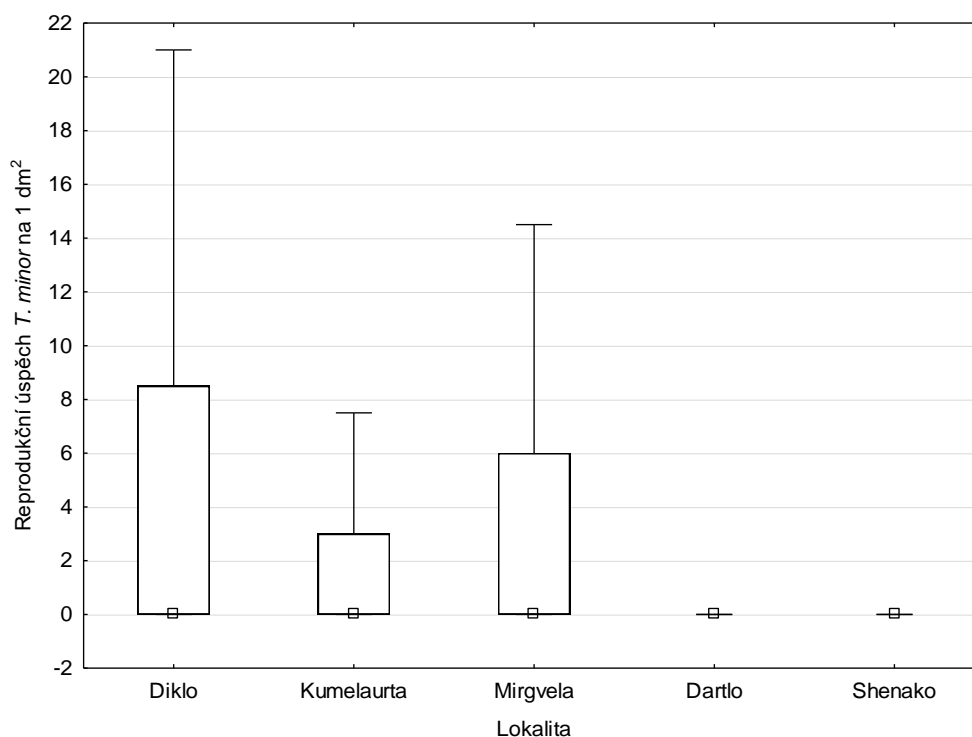
Populační hustota a reprodukční úspěch na 1 dm² byly srovnatelné na všech lokalitách pouze v případě *I. sexdentatus* (normalita: Shapiro-Wilk $W = 0,01957$, $p < 0,0001$; Kruskal Wallis test (4;999) = 3,0233; $p > 0,05$), což bylo zřejmě dáno i poměrně nízkými stavy populace v porostech. V případě *I. acuminatus* byla největší populační hustota (normalita: Shapiro-Wilk $W = 0,11253$, $p < 0,0001$; Kruskal Wallis test (4;999) = 19,8832; $p < 0,0001$) i reprodukční úspěch (normalita: Shapiro-Wilk $W = 0,11374$, $p < 0,0001$; Kruskal Wallis test (4;999) = 19,7518; $p < 0,0001$) zaznamenán na lokalitě Diklo (Tabulka 3).

Tabulka 3: Napadení a reprodukční úspěch borových kůrovců na studijních lokalitách v roce 2016.

Lokalita	Průměr kmene	TM /dm ²	TM reprodukce	TP /dm ²	TP reprodukce	IAC /dm ²	IAC reprodukce	IS /dm ²	IS reprodukce
Shenako	26,84	1,07	3,12	0,06	0,28	0,02	0,09	0,01	0,01
Dartlo	28,05	0,27	1,02	-	-	0,03	0,09	-	-
Mirgvela	23,93	1,50	4,29	0,01	0,02	0,03	0,05	-	-
Diklo	25,98	1,71	5,74	0,01	0,37	0,09	0,44	0,00	0,01
Kumelaurta	26,04	1,75	3,76	0,00	0,01	0,02	0,06	-	-



Graf 1: Srovnání populačních hustot *T. minor* na jednotlivých lokalitách. Krabici tvoří boxplot \pm 25%-75% kvartil. Svorka představuje rozsah neodlehých hodnot.



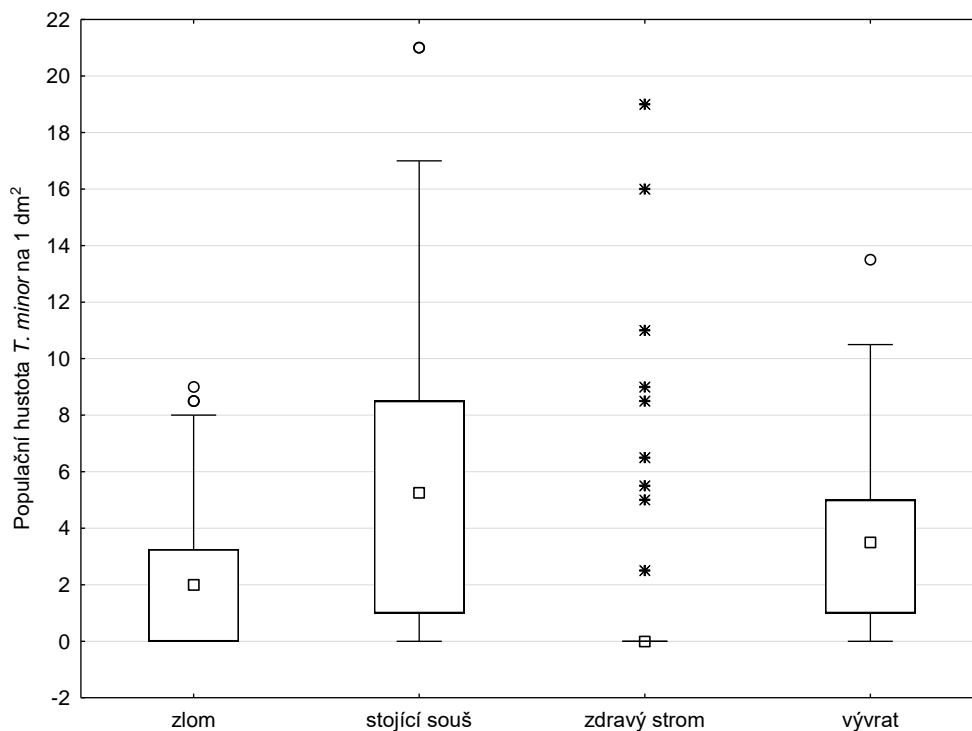
Graf 2: Srovnání reprodukčního úspěchu *T. minor* na jednotlivých lokalitách. Krabici tvoří boxplot \pm 25%-75% kvartil. Svorka představuje rozsah neodlehých hodnot.



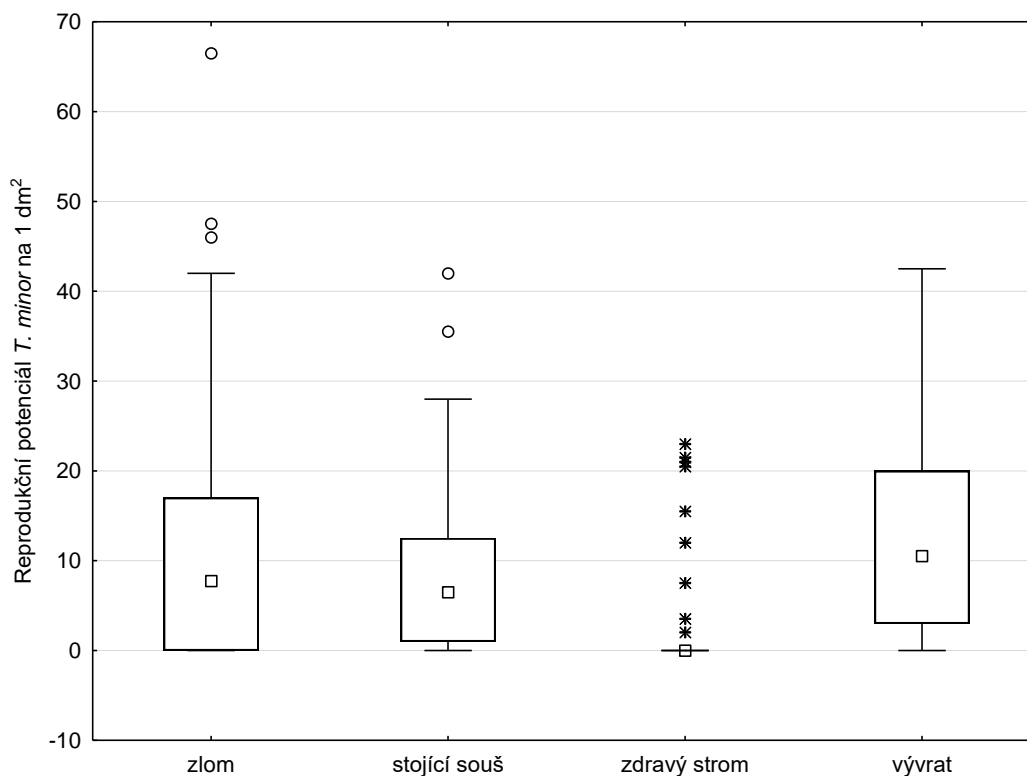
Obr. 12: Vývrát napadený *T. minor* ze staršího náletu na lokalitě Diklo. Foto: Lukášová



Obr. 13: Výletové otvory *T. minor* ze staršího náletu na lokalitě Diklo. Foto: Lukášová



Graf 3: Srovnání populačních hustot *T. minor* na různých typech zdrojového materiálu. Krabici tvoří boxplot ± 25%-75% kvartil. Svorka představuje rozsah neodlehých hodnot. Kroužky představují odlehle hodnoty a hvězdičky extrémy.



Graf 4: Srovnání reprodukčního potenciálu *T. minor* na různých typech zdrojového materiálu. Krabici tvoří boxplot ± 25%-75% kvartil. Svorka představuje rozsah neodlehých hodnot. Kroužky představují odlehle hodnoty a hvězdičky extrémy.

Staré požerky lýkohuba menšího *T. minor* byly pozorovány nejčastěji na stojících odumřelých stromech, běžně také na vývratech a zlomech bez statisticky signifikantních rozdílů (Graf 3; Obr. 12-13). Čerstvý nálet byl zjištěn pouze ojediněle (Graf 3; Obr. 14) a na zelených stromech v porostech byly závrtý *T. minor* zaznamenány minimálně (Kruskal Wallis test: $H(3, N = 999) = 657,7756$, $p < 0,001$). Naopak reprodukční úspěch *T. minor* byl nejvyšší na zlomech a vývratech, o něco nižší na stojících stromech, avšak statisticky signifikantní rozdíly byly zjištěny pouze u zdravých stojících stromů, kde byl zjištěn pouze minimální reprodukční úspěch (Kruskal Wallis test: $H(3, N = 999) = 639,4232$, $p < 0,001$; Graf 4).

Populační hustoty i reprodukční úspěch *I. acuminatus* je nejvyšší na zlomech, statisticky signifikantní je rozdíl pouze mezi zlomy a zdravými stromy [populační hustota - Kruskal Wallis test: $H(3, N = 999) = 152,2604$, $p < 0,001$; reprodukční úspěch: Kruskal-Wallisův test: $H(3, N = 999) = 152,4200$, $p < 0,001$].

Druhy *I. sexdentatus* a *T. piniperda* jsme vzhledem k nízkému zastoupení v porostech dále neanalyzovali, nejnižší hodnoty populačních hustot i reprodukčního potenciálu byly vždy na zdravých stromech.



Obr. 14: Čerstvý nálet *T. minor* na stojící strom na lokalitě Dartlo v roce 2016. Foto: Lukášová

Pro další úpravu managementu ochrany lesa proti kůrovci doporučujeme ilegálně kácené stromy odstranit, na místech, kde není možno dříví odvézt, preferovat odkornění. Vyvrácené stromy není vhodné odřezávat, zvyšuje se jejich atraktivita pro kůrovce. Zlomy by měly být z porostu důsledně odstraňovány nebo alespoň rovněž odkorněny, neboť na zlomech mají nejvýznamnější kůrovci na borovici v Tusheti nejvyšší reprodukční potenciál.

Výsledky testování feromonových odparníků určených k monitoringu

Během monitoringu kůrovců v NP Tusheti a zhodnocení jejich efektivity bylo zaznamenáno celkem 7 druhů podkorního hmyzu a jeden druh - *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) (171 jedinců) i jeden rod predátorů kůrovců – *Rhizophagus* spp. (215 jedinců). Vedle druhů v Tusheti běžně známých jako je *T. minor* (25 jedinců), *T. piniperda* (5 jedinců), *I. acuminatus* (207 jedinců) a *I. sexdentatus* (31 jedinců) byl zjištěn druh *Orthotomicus longicollis* (Gyllenhal, 1827) (41 jedinců), *Pityophthorus lichtensteinii* (Ratzeburg, 1837) (18 jedinců) a *Hylastes ater* (Paykull, 1800) (20 jedinců) (Tabulka 2; Obr. 15-16) ve 25 feromonových lapačích.

Celé druhové spektrum nejlépe zachycuje feromonový odparník ACUWIT, který zároveň byl nejefektivnější při monitoringu *T. minor* (i když statisticky neprůkazně v důsledku nízkých odchytů; Kruskal Wallis test: $H(4;75) = 2,174$; $p = 0,7038$). Příznivý je také nejvíce poměr mezi odchycenými kůrovci a jejich predátory, protože tento odparník zachytí 1,6x více kůrovců než predátorů (Tabulka 2).

Vedle problematického nalezení nejefektivnějšího feromonového odparníku je rovněž problematické užití lapače typu Boregard. Během výzkumu v NP Tusheti bylo zjištěno, že vedle cílových druhů kůrovců zachycuje také velké množství predátorů, kteří kůrovce v lapačích požírají a znemožňují tak monitoring (Obr. 16). Ve sběrné nádobě se vyskytuje poměrně značné množství otvorů a skrz ně jsou schopny menší druhy kůrovců uletět (vlastní pozorování). Na i uvnitř lapačů se hromadí velké množství nečistot a dešťová voda z lapačů neodtéká a navíc jsou lapače náchylné působením větru k pádu, neboť jsou pouze na drátku zavěšeny na větve borovic (Obr. 17-19).

Tabulka 4: Odchyty jednotlivých druhů kůrovců a jejich predátorů do různých feromonových lapačů na lokalitě Mirgvela v roce 2016.

Druh/Feromonový odparník	ACUWIT	IAC ECOLUR	SEXOWIT	TOMOWIT	ETHANOL
<i>Ips acuminatus</i>	110	77	20	0	0
<i>Ips sexdentatus</i>	13	14	4	0	0
<i>Tomicus minor</i>	11	3	5	5	1
<i>Tomicus piniperda</i>	3	1	1	0	0
<i>Pityophthorus lichtensteinii</i>	3	4	5	1	5
<i>Orthotomicus longicollis</i>	26	5	10	0	0
<i>Thanasimus formicarius</i>	48	54	65	4	0

<i>Rhizophagus</i> spp.	56	124	33	1	1
<i>Hylastes ater</i>	1	19	0	0	0



Obr. 15: Zachycení dospělci kůrovců ve feromonovém lapači na lokalitě Mirgvela v roce 2016. Foto: Lukášová



Obr. 16: Zachycení dospělci predátorů *Thanasimus formicarius* ve feromonovém lapači na lokalitě Mirgvela v roce 2016. Foto: Lukášová



Obr. 17: Nečistoty na lapači typu Boregard na lokalitě Dartlo v roce 2016. Foto: Lukášová



Obr. 18: Nečistoty uvnitř lapače typu Boregard na lokalitě Dartlo v roce 2016. Foto: Lukášová



Obr. 19: Lapač typu Boregard ležící po pádu v porostu na lokalitě Dartlo v roce 2016. Foto: Lukášová



Obr. 20: Lapač typu Theyson. Foto: Lubojacký

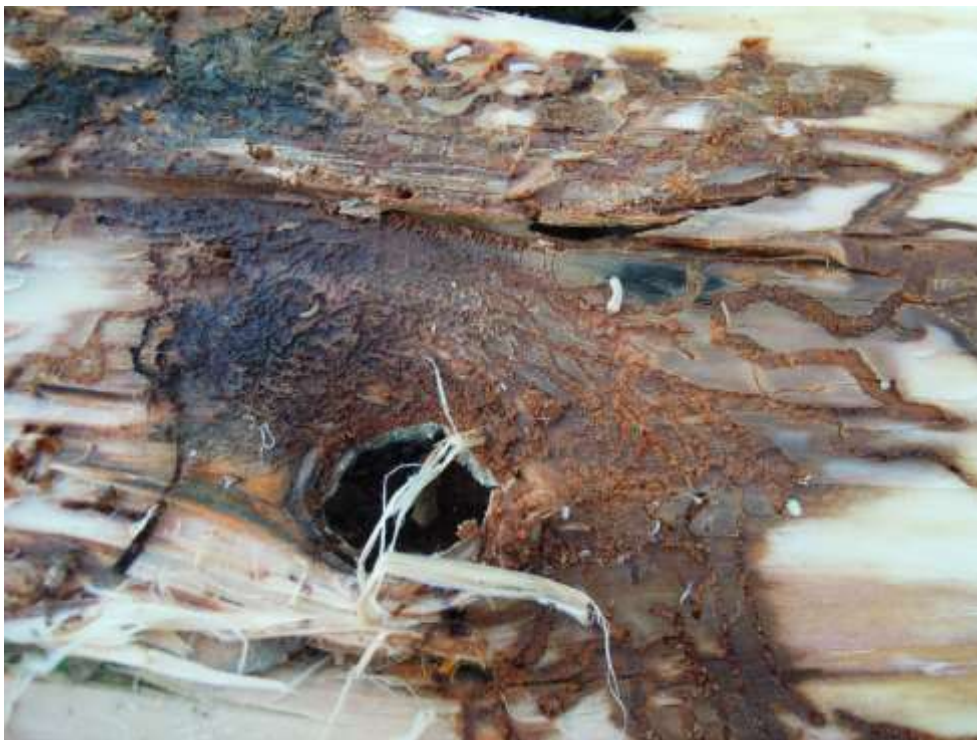
Pro zefektivnění monitoringu doporučujeme případně užití lapačů typu Theyson (jeden ponechán přímo na správcovi APA Omalo), který se přichycuje na stabilní tyče přímo do země (Obr. 20). Tímto ukotvením a postavením lapače cca 15 m před borový porost (dle návodu) předejdeme všem výše zmíněným negativům lapače Boregard a kontrola v porostech bude zjednodušena, neboť jednou postavené lapače je možno v porostu ponechat dlouhou dobu (několik sezon), aniž by hrozilo jejich poškození. Počet predátor zachycených do těchto lapačů je rovněž velmi nízký.

Vyhodnocení lapacích polen určených k monitoringu kůrovců na borovici

Z původně 25 instalovaných lapacích polen v červnu roku 2016, bylo do srpna zachováno celkem 9. Průměrná délka lapacích polen byla $45,9 \pm 4,3$ cm, průměr $16,3 \pm 3,6$ cm a tloušťka lýka $2,8 \pm 0,8$ mm.

Po odkornění byly zjištěny 4 rodiny *I. sexdentatus* (populační hustota 0,2 matečné chodby na 1 dm²), dvě rodiny *P. lichtensteinii* (populační hustota 0,01 rodiny na 1 dm²) a jedna rodina *O. longicollis*. Silné napadení bylo zaznamenáno pro druh *H. ater* ve stadiu larev (Obr. 21), dále byli zjištěny larvy smoláků rodu *Pissodes*, klikorohů rodu *Hylobius* a lýkohubů rodu *Hylurgops*.

Druhové složení na lapacích polenech bylo odrazem druhového spektra podkorního hmyzu v okolních porostech i ve feromonových lapačích. Pro monitoring rodu *Ips* a *Tomicus* je potřeba lapací zařízení instalovat již před zimou nebo co nejdříve na jaře (dle dostupnosti lokalit).



Obr. 21: Odkorněná část lapacího polena na lokalitě Mirgvela v roce 2016. Foto: Lukášová

Hodnocení intenzity úživného žíru *T. minor* na lokalitách s výskytem gradace kůrovců

Průměrně byla zjištěna intenzita napadení borových prýtlů na studovaných lokalitách $0,16 \pm 0,13$ na 1m^2 . Nejvyšší napadení bylo zjištěno na lokalitě Diklo, nejnižší na lokalitě Dartlo (Tabulka 5), což odpovídá hodnotám zjištěným v rámci populačních hustot na jednotlivých lokalitách, viz. výše.

Tabulka 5: Hustota borových prýtlů napadených úživným žírem *T. minor* na studovaných lokalitách v roce 2016.

Lokalita	Prýty/ $1\text{m}^2 \pm \text{SE}$
Shenako	$0,18 \pm 0,38$
Dartlo	0
Mirgvela	$0,11 \pm 0,32$
Diklo	$0,39 \pm 0,60$
Kumelaurta	$0,11 \pm 0,31$

Hodnocení opadaných prýtlů zasažených úživným žírem lýkohubů rodu *Tomicus* je běžnou metodou hodnocení velikosti populace míry poškození borovic (Lieutier et al. 2015). Míra napadení výhonů koresponduje s početností dospělců rodu *Tomicus* a může pomoci odhadnout potenciál napadení zdravých stromů (Längström 1979). Námi zjištěné průměrné hodnoty napadení odpovídají vesměs nízkým populačním hustotám, neboť kritické počty se podle jednotlivých autorů mění. Ve Švédsku je základní stav definován jako hodnota nižší $0,1$ výhonu/ m^2 během roku odpovídá zhruba 1000 jedinců na 1 ha porostů (Längström a Hellqvist 1990, Ehnström et al. 1995). Na druhou stranu v Polsku je kritický počet stanoven na hodnotě $0,5$ výhonu/ m^2 (Borkowski 2001) a ve Francii mezi hodnotami $0,2$ - $0,4$ výhonu/ m^2 (Sauvard et al. 1987). Z uvedených informací vyplývá, že v roce 2017 neočekáváme výskyt gradace lýkohobů rodu *Tomicus* v NP Tusheti.

Analýza patogenních organismů u borových kůrovců

Z odebraných vzorků kůrovců jsme identifikovali patogenní organismy u tří nejběžnějších druhů v NP Tusheti.

Z vyšetřovaných 195 jedinců *I. acuminatus* z lokality Mirgvela byla zjištěna přítomnost střevních hlístovek u 40 % jedinců a napadení gregarinou *Gregarina typographi* Fuchs, 1915 u 5 % dospělců (Obr. 22). Stejně druhové spektrum na identické lokalitě bylo zjištěno také u 12 odebraných jedinců *I. sexdentatus*, a to 33% parazitace hlístovkami a 8% infekce gregarinami (Tabulka 6).

Tabulka 6: Přehled patogenních organismů zjištěných u tří druhů kůrovců na studovaných lokalitách v roce 2016. N...počet analyzovaných jedinců, hlístovky...procento napadení kůrovců střevními hlísticemi, *Gregarina typographi*...procento jedinců napadených gregarinami *Gregarina typographi*.

Druh	Lokalita	Datum	N	hlístovky	<i>G. typographi</i>
<i>I. acuminatus</i>	Mirgvela	17.06.2016	195	39,50%	4,60%
<i>I. sexdentatus</i>	Mirgvela	17.06.2016	12	33,00%	8,30%
<i>T. minor</i>	Shenako	18.06.2016	130	6,20%	-
<i>T. minor</i>	Dartlo	17.06.2016	177	3,40%	-
<i>T. minor</i>	Mirgvela	16.06.2016	138	-	-
<i>T. minor</i>	Diklo	13.06.2016	207	-	-



Obr. 22: Gametocysty a trofozoiti *G. typographi* ve střevě *I. acuminatus* na lokalitě Mirgvela v roce 2016. Foto: Lukášová

Patogeny *T. minor* byly studovány na celkem 4 lokalitách u 652 jedinců. Jedinými potvrzenými patogenními organismy u tohoto druhu byly střevní hlístovky na pouze dvou lokalitách (Tabulka 6, Obr. 23).



Obr. 23: Střevní hlístice u *T. minor* na lokalitě Shenako v roce 2016. Foto: Lukášová

Význam patogenů v populační dynamice kůrovců v NP Tusheti můžeme shrnout jako minimální. Gregariny se v současnosti považují za komenzální organismy bez většího negativního vlivu na životaschopnost populací. Stejně jako hlístice, které se ve všech populacích kůrovců vyskytují v poměrně vysokých procentech, ale letálně na ně nepůsobí (Lukášová a Holuša 2012).

Závěry a doporučení pro ochranu lesa v Tusheti

V rámci řešeného projektu byl proveden důsledný monitoring druhového spektra kůrovců na borovicích a dalších druhů s významem pro ochranu lesa pomocí několika metod. Současný stav populací kůrovců považujeme v současnosti opět za latentní fázi bez zjevných významných škod a ohrožení porostů. Výsledky projektu byly představeny na terénním workshopu konaném v Omalu, kde byly účastníkům doporučeny a představeny jednotlivé postupy monitoringu a prevence další kůrovcových gradací.

Další závěry:

- po případném vzniku výrazných škod/polomů sněhem se mohou zjištěné druhy kůrovců na borovici opět namnožit a gradace *T. minor* se může opakovat
- dospělci *T. minor* napadají vedle zlomů a ležících kmenů také stromy stojící, nálet je sice intenzivní, ale reprodukční úspěch nižší
- pokud se objeví vývraty následkem lokálních silných větrů, mohou být vývraty atraktivní pro kůrovce až další roky (kořeny jsou totiž stále spojeny s půdou a stromy zasychají pomaleji)
- po několika letech předpokládáme vždy ukončení gradace *T. minor*, protože borovice v horách jsou v dobrém fyziologickém stavu
- během vrcholu gradačního cyklu vznikají zejména sice viditelné škody úživným žírem *Tomicus* spp. v prýtech, žír není pro stromy mortalitní a pouze je oslabuje. Napadené prýty opadnou a další rok opět vyraší.

Návrhy managementu

- po silných sněhových polomech přistoupit v navazující sezóně k monitoringu (pouze pro kontrolu průběhu gradace) a evidenci škůdců v kritických oblastech
- s monitoringem je nutné začít co nejdříve (ideálně druhá polovina května)
- monitoring lapači Theyshon a odparníky Acuwit (ne Tomowit!!!) = není obranná metoda !!! nebo pomocí lapacích polen o délce 1 m
- lapače umísťovat po pěti na dostupných lokalitách
- v létě (červenec-srpen) přistupovat k monitoringu napadení prýtů na 1m² (kritický počet prýtů je do 0,5 na 1m²)

- ilegálně kácené stromy odstranit nebo odkornit (těžba je nejčastější v nižších mírnějších terénech po okrajích pastvin)
- vyvrácené stromy neodřezávat (urychlíme tím nálet kůrovců), případně odkornit (vše samozřejmě na dostupných místech)

Další postup v roce 2017 - využití snímků dálkového průzkumu Země

- 1) Pro vytvoření zón napadení kůrovci budou kromě terénního studia (výskyt kůrovcových ohnisek, dřevinná skladba) jako podporná metoda využity digitální záznamy dálkového průzkumu Země.
- 2) Údaje dálkového průzkumu Země jsou dostupné jako komerční produkty a jako produkty volně dostupné pro veřejné využití so specifickými omezeními. S ohledem na charakter studie použijeme produkty z druhé skupiny. Na lesnictví specificky zaměřeným produktem je např. produkt Globální změny lesů 2000-2014 (Hansen et al. 2013). Tento globální produkt je rozdělený do výřezů o velikosti 10x10 stupňů zeměpisné šířky a délky a tvoří sedm údajových sad. Všechny soubory obsahují 8-bitové hodnoty a mají prostorové rozlišení 1 sekundu na pixel, anebo asi 30 m na pixel u rovníku. Základním produktem je stromová pokrývka pro rok 2000 (treecover2000). Stromový kryt v roce 2000 je definovaný jako vegetace vyšší než 5 m. Kódovaný je jako procentuální podíl takové pokrývky v obrazovém elementu v rozsahu 0-100 (Obr. 24).

Dalším produktem sady jsou ztráty lesní pokrývky 2000-2014 (ztráta), kódovaná jako 1 (ztráta) nebo 0 (bez ztráty). Obdobným produktem je přírůstek lesní pokrývky 2000-2012 (přírůstek) v období 2000-2012, definovaný jako pravý opak ztráty, tj. změna nelesních ploch na lesné v rámci sledovaného období, zakódovaná jako 1 (přírůstek) nebo 0 (žádný přírůstek).

Dalším produktem je rok ztráty lesní pokrývky (lossyear), produkt je kódovaný jako 0 (bez ztráty), nebo hodnotou v rozsahu 1-13, což představuje ztrátu v letech 2001-2014, v daném pořadí. Datová maska (datamask) reprezentuje oblasti bez dat (0), mapované rozlohy (1), a trvalé vodné útvary (2). Odvození tematické vrstvy doplňují mozaiky satelitních snímků Landsat k začátku sledovaného období (přibližně r. 2000 – první kompozit) a ke konci sledovaného období (přibližně r. 2014 – poslední kompozit). Mozaiky jsou vytvořeny jako medián pozorování z vegetačního období ve čtyřech spektrálních pásmech, konkrétně kanály Landsat 3, 4, 5 a 7. Jsou normalizovány přepočtem na odrazivost nad atmosférou (TOA) a jsou konvertovány na 8-bitový rozsah dat.

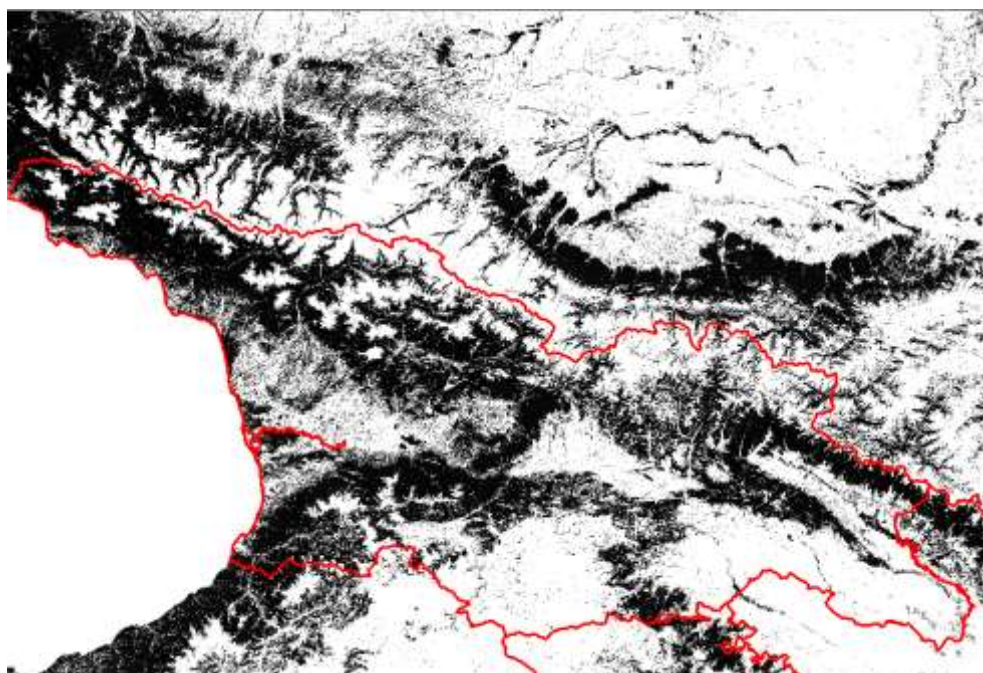
Kromě uvedené sady produktů z mapování lesní pokrývky jsou dále volně dostupné satelitní záznamy Landsat z archívu USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), a to v sadách

Global Land Survey (1990, 2000, 2005, 2010) a Landsat Archive (údaje satelitů Landsat4-5, Landsat 7, Landsat 8).

Spektrální údaje je možné zpracovat přímo (DN hodnoty), anebo z nich odvodit tzv. indexy, které jsou méně citlivé na zastínění v horských oblastech. Ve všeobecnosti při klasifikaci lesů jsou významné spektrální kanály ve viditelné a blízké infračervené části spektra a jejich vzájemné kombinaci využívané pro detekci stromové vegetace, rozlišení listnatých a jehličnatých porostů a pro detekci zdravotního stavu.

Prostorové rozlišení záznamů Landsat je na úrovni 30m a umožňuje detekci objektů větších než 0,1ha. Pro detekci objektů a jevů menšího rozsahu a pro podrobnější identifikaci jevů detekovaných na záznamech s nižším prostorovým rozlišením je možno použít záznamy s vysokým prostorovým rozlišením dostupné přes Google Maps nebo i s historickým přehledem v rámci Google Earth.

- 3) Získaná data budou dále zpracována vhodnými nástroji GIS (geografické informační systémy) a na základě konfrontace takto získaných výstupů s daty s terénního monitoringu budou vylíšeny zóny ohrožení podkorních hmyzech a pro jednotlivé zóny budou stanoveny zásady diferencovaného managementu s využitím výsledků předchozích aktivit (dominantní druhy, populační hustota, neefektivnější lapací zařízení a feromonový odparník).



Obr. 24: Stromová pokrývka (tmavá barva) pro rok 2000 (Zdroj: Hansen/UMD/Google/USGS/NASA).

Použitá literatura

- Borkowski A. 2001. Threats to pine stands by the pine shoot beetles *Tomicus piniperda* (L.) and *Tomicus minor* (Hart.) around a sawmill in southern Poland. *Journal of Applied Entomology*, 125: 489-492.
- Ehnström B., Längström B., Hellqvist C. 1995. Insects in burned forests—forest protection and faunal conservation (preliminary results). *Entomologica Fennica*, 6: 109-117.
- Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S. V., Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C. O., Townshend J. R. G. 2013: High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342: 850–53.
- Längström B. 1979. Breeding of pine shoot beetles in cleaning residues of Scots pine and subsequent shoot damage on remaining trees. *Skogsentomologiska Rapporter, Sveriges Lantbruksuniversitet*, 1, 52 pp.
- Längström B., Hellqvist C. 1990. Spatial distribution of crown damage and growth losses caused by recurrent attacks of pine shoot beetles in pine stands surrounding a pulp mill in southern Sweden *Journal of Applied Entomology*, 110: 261-269.
- Lieutier F., Langstrom B., Faccoli M. 2015. The genus *Tomicus*. In: *Bark beetles: Biology and ecology of native and invasive species.* (Vega F.E., Hofstetter R.W., eds). Academic Press. pp. 371-426.
- Lukášová K., Holuša J. 2012: Patogeny lýkožroutů rodu *Ips* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): review. *Zprávy lesnického výzkumu*, 3: 230-240.
- Sauvard D., Lieutier F., Levieux J. 1987. Repartition spatiale et dispersion de *Tomicus piniperda* L. (Coleoptera: Scolytidae) en foret d'Orleans. *Annals of Forest Science*, 44: 417-434.
- Supatašvili A., Tavadze B., Goginašvili N., Urušadze T., Kizikelašvili O. 2013: TuSeTis daculi teritoriebis fiWvnarebis satyeo-paTologiuri mdgomareobis Seswavlisa da maTi gamajansaRebeli RonisZiebebis SemuSavebis Sesaxeb. V. Gulisashvili institut, Tbilisi, Tbilisi.

Tomiczek Ch. 2013: Untersuchung des Schädlingsbefalls von Kiefernbeständen sowie von Schäden in natürlichen Buchsbaumbeständen in Georgien. Austrian Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape, Wien, 18 pp.

Přílohy

Příloha 1: Pozvánka na Workshop konaný 5.8.2016 v Návštěvním centru v Omalu.



Department of Forest Protection Entomology
Czech University of Life Sciences Prague
Kamýčká 129, 165 21 Praha 6 – Czech Republic
Tel.: +420 224 383 739,
e-mail: holusa@fd.czu.cz, www.fid.czu.cz/en/

Dear colleagues,

this is the invitation in **Forest protection against bark beetles in Tusheti National Park**, a half-day workshop intended to help you better understand some of the issues that foresters face on a daily basis.

The workshop includes a practical experience of last research (June 2016) in Tusheti National Park focused on bark beetle situation and discussion of forest pest, and other relevant information in forest management in Tusheti National Park.

Workshop Plan Template

Title: Forest protection against bark beetles in Tusheti National Park

Target Audience: Rangers, Foresters

Length: half day

Workshop Goal: Discuss the forest pest situation in Tusheti and possibilities of forest protection management, pheromone traps demonstration

Learning Objectives: forest pest management, methods of monitoring, biological control

The workshop is planned for **August 5th 2016, from 9:00 a.m. to 14:00 p.m. at Tusheti National Park Visitor Centre in Omalo**. The number of participants is limited to 10 persons. They should have a basic knowledge on forest protection matters.

We will offer a number of presentations by specialists from the departments of Forest Protection and Entomology and on the other hand practical demonstrations of pests.

Regards

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Příloha 2: Prezenční listina Workshopu konaného 5.8.2016 v Návštěvním centru v Omalu.



Insect pest in Tusheti, Czech University of Life Sciences in Prague and Mendel University in Brno, Czech Republic

Name and surname	Organisation	E-mail address
მოსე იმრაული	Tusheti Protected areas	377107813.
გივი ნახაშიანი	სადაცო/ს. ვეშაგურიძე	599 859 256
ზურაბ შარვაში	სადაცო/ს. ვეშაგურიძე	577 96 1199
ალიონ ბაგრაძე	სადაცო/ს. ვეშაგურიძე	577 1018 78
Natia Veshaguridze	Tusheti protected areas administration	na-vesha@yandex.com
კახა იაკობი	Tusheti protected areas	599 859 250

FOREST INVENTORY AND SUSTAINABLE FORESTRY IN PROTECTED AREAS OF TUSHETI (NO. 07/2016/08)

ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И НЕПРЕРЫВНОЕ ЛЕСОУСТРОЙСТВО В ОХРАНЯЕМЫХ РЕГИОНАХ ТУШЕТИ (НО: 07/2016/08)

Příloha 3: Fotografie z Workshopu konaného 5.8.2016 v Návštěvním centru v Omalu.



Příloha 4: Prezentace v rámci Workshopu konaného 5.8.2016 v Návštěvním centru v Omalu.

