

IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů



LDF MENDELU v Brně



## DOPADOVÁ STUDIE JABLUNKOV

Emil Cienciala<sup>1</sup>, Vladimír Zatloukal<sup>1</sup>, Radek Russ<sup>1</sup>  
Petr Čermák<sup>2</sup>, Tomáš Žid<sup>2</sup>

---

Realizováno v rámci projektu EHP-CZ02-OV-1-019-2014

FRAMEADAPT Rámce a možnosti lesnických adaptačních opatření a strategií souvisejících se změnami klimatu

Výstup aktivity 3: **Lokální dopadové studie; 1. Dopadová studie Jablunkov**

Název programu:

**CZ02 – Biodiverzita a ekosystémové služby / Monitorování a integrované plánování a kontrola v životním prostředí / Adaptace na změnu klimatu**

Programová oblast:

**PA 7 – Adaptace na změnu klimatu**

Zprostředkovatel programu: Ministerstvo financí České republiky

Partner programu: Ministerstvo životního prostředí

---



*Podpořeno grantem z Islandu, Lichtenštejska a Norska.*

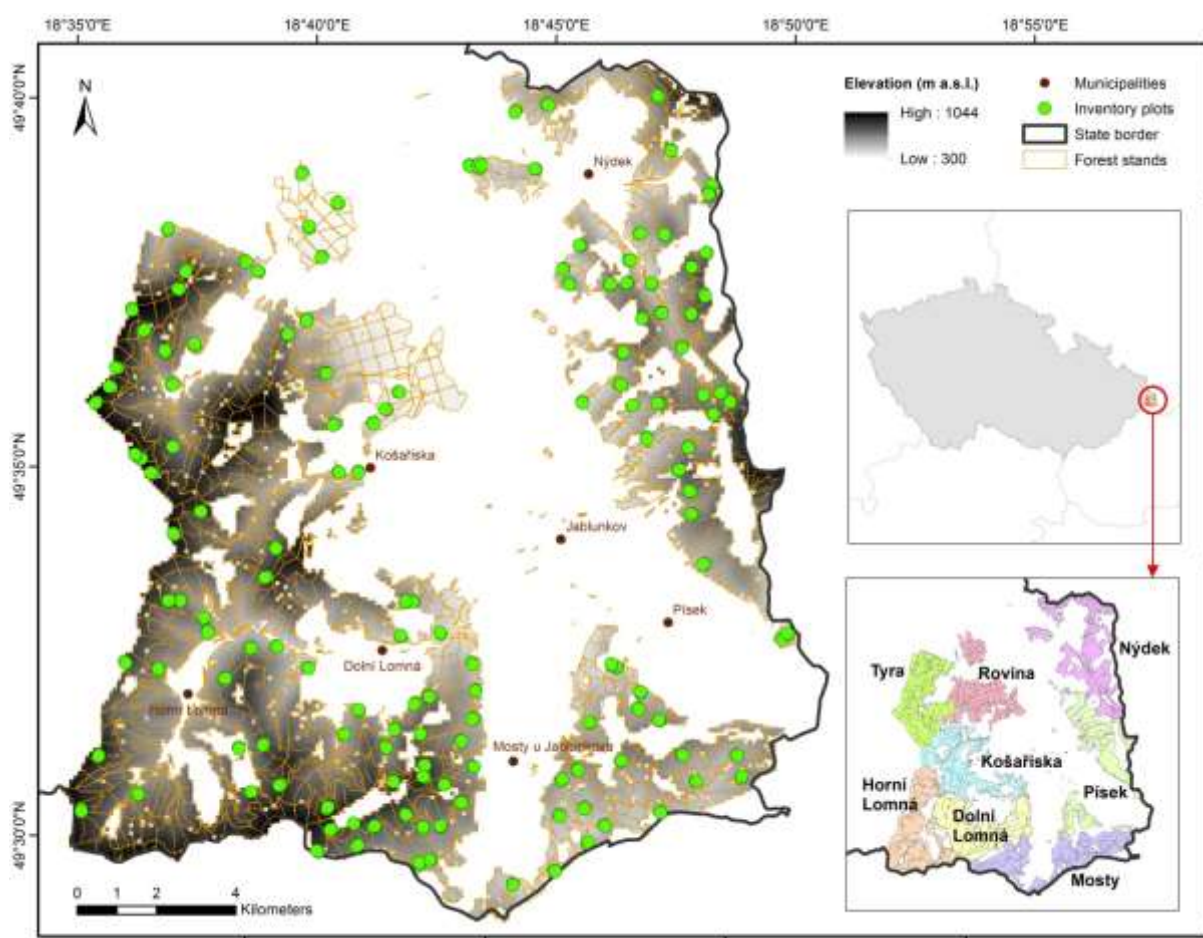
*Supported by grant from Iceland, Liechtenstein and Norway*

## OBSAH

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| ÚVOD .....                                                              | 3  |
| ČÁST I - ZDRAVOTNÍ STAV MLADÝCH A STŘEDNĚVĚKÝCH SMRKOVÝCH POROSTŮ ..... | 5  |
| ÚVOD .....                                                              | 5  |
| MATERIÁL a METODY .....                                                 | 5  |
| Monitorační plochy a výčet šetřených veličin .....                      | 5  |
| Indikátory zdravotního stavu .....                                      | 6  |
| VÝSLEDKY A DISKUZE .....                                                | 6  |
| Individuální indikátory .....                                           | 6  |
| Kompozitní indikátory rizika chřadnutí smrku .....                      | 12 |
| Vliv managementu na zdravotní stav smrku .....                          | 14 |
| ZÁVĚR K ČÁSTI I .....                                                   | 14 |
| ČÁST II - MONITORING STAVU KORUN SMRKU DOSPĚLÝCH POROSTŮ .....          | 15 |
| ÚVOD .....                                                              | 15 |
| METODIKA .....                                                          | 15 |
| VÝSLEDKY .....                                                          | 17 |
| <i>Vývoj klimatu v období 1961–2015</i> .....                           | 20 |
| ZÁVĚR K ČÁSTI II .....                                                  | 21 |
| ČÁST III – PODMIŇUJÍCÍ FAKTORY CHŘADNUTÍ SMRKU V OBLASTI .....          | 22 |
| ÚVOD .....                                                              | 22 |
| SYNTÉZA POZNATKŮ .....                                                  | 22 |
| ZÁVĚR K ČÁSTI III .....                                                 | 25 |
| ČÁST IV – ADAPTAČNÍ MANAGEMENT .....                                    | 26 |
| PRAMENY .....                                                           | 27 |
| AUTORSKÝ KOLEKTIV .....                                                 | 28 |

## ÚVOD

V posledních ca. 10 letech je v České republice věnována zvýšená pozornost stavu smrkových porostů, které jsou ohroženy postupující změnou klimatu a vyžadují adaptační opatření. Více jsou postiženy porosty v nižších nadmořských výškách, kde se smrk nachází mimo areál svého přirozeného zastoupení. Situaci zhoršuje dědictví dlouhodobého narušení půd acidifikací a nutriční degradací. Specificky rizikovým regionem se ukazuje oblast severovýchodní Moravy, kde se spojují obě výše zmíněná rizika. Tato studie se věnuje oblasti LHC Jablunkov, která leží na pomezí ČR, Polska a Slovenska (Obr. 1), kde se jako další rizikový faktor navíc uplatňuje i kontaminace půd těžkými kovy z přilehlé průmyslové aglomerace Ostravsko-Karvinska.

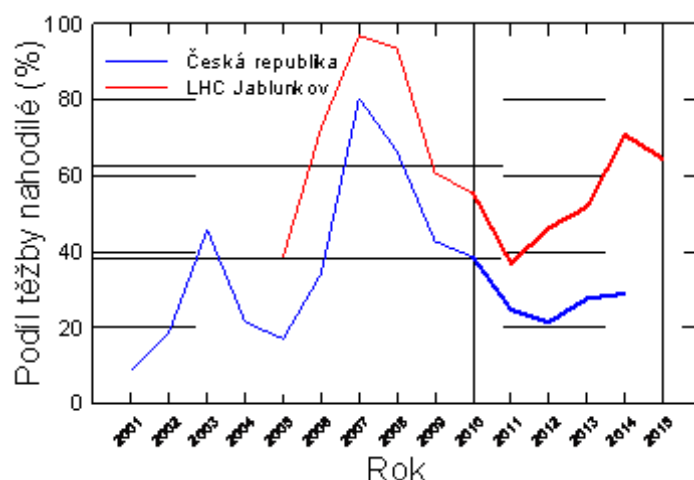


Obr. 1: Zájmová oblast projektu – LHC Jablunkov s vyznačením výškového gradientu a umístěnými monitoračními plochami v mladých a středněvěkových porostech smrku. Vpravo dole je členění LHC na jednotlivé revíry.

Hynutí a zhoršující se zdravotní stav smrku se promítá do vysokého podílu nahodilých těžeb – ten v zájmové oblasti (LHC Jablunkov) v dlouhodobém průměru dosahuje přes 60 % a je tak o třetinu vyšší, než (i tak poměrně vysoký) celorepublikový průměr (Obr. 2). To paralyzuje plánované lesnické hospodaření v oblasti a situace si vyžaduje pozornost.

Z těchto důvodů byly v oblasti LHC Jablunkov realizovány konkrétní projekty podpořené MŽP (CzechTerra, 2007-2011, VaV SP/2d1/93/07) a Grantovou službou podniku Lesy ČR (LASPROBES,

2010-2014, ID 43). Současný projekt FRAMEADAPT podpořený Norskými fondy částečně navazuje na tyto aktivity, kdy umožnil opakované šetření a analýzu stavu smrkových porostů v oblasti LHC Jablunkov (Obr. 1), kterou tento materiál předkládá.



**Obr. 2: Podíl těžby nahodilé na těžbě celkový; srovnání LHC Jablunkov s celou ČR dokumentuje zhoršující se zdravotní stav smrkových porostů v oblasti.**



**Obr. 3: Pohled na porosty s typickými příznaky hynutí smrku v oblasti LHC Jablunkov.**

První část této studie obsahuje analýzu vývoje zdravotního stavu smrku v oblasti LHC Jablunkov v období 2010-2015 na základě opakované inventarizace mladých a středněvěkových smrkových porostů (porosty do věku 65 let k roku 2015; Příspěvek IFER, ČÁST I). Druhá část poskytuje obdobnou analýzu, zaměřenou výhradně na dospělé porosty (věk nad 75 let v roce 2015; příspěvek MENDELU – ČÁST II). Třetí část obsahuje syntézu poznatků k příčinám chřadnutí smrku. Čtvrtá část shrnuje doporučení adaptačního managementu.

# ČÁST I - ZDRAVOTNÍ STAV MLADÝCH A STŘEDNĚVĚKÝCH SMRKOVÝCH POROSTŮ

## ÚVOD

Cílem této studie je analýza zdravotního stavu mladých (do 25 let) a středněvěkých (25-65 let k roku 2015) smrkových porostů v oblasti LHC Jablunkov na základě statistického šetření – opakovaného monitoringu v oblasti (Obr. 1). Analýza staví především na indikátorech, které lze v porostech objektivně šetřit a následně vyhodnotit.

## MATERIÁL a METODY

Šetření proběhlo ve třech opakováních. V letech 2010 a 2013 na 293 plochách v rámci projektu LASPROBES (č. 43, 2010-2014), a v roce 2015 v rámci tohoto projektu na 66 plochách. V roce 2010 se tak terestricky hodnotilo 7,5 tis. stromů smrku, v roce 2013 to bylo 7,0 tis. smrků a v roce 2015 pak 2,7 tis. jedinců smrku.

### Monitorační plochy a výčet šetřených veličin

Všechny inventarizační plochy byly zakládány jako trvalé zkusné plochy kruhového tvaru. V porostech do 20 let (vztaženo k roku 2010) mají tyto plochy poloměr 7 m (tj. plochu 153,9 m<sup>2</sup>), v porostech od 21 do 60 let (vztaženo k roku 2010) pak poloměr 12,62 m (tj. plochu 500 m<sup>2</sup>). Plochy pěstebního experimentu pak mají poloměr 12,62 m (tj. plochu 500 m<sup>2</sup>).

Na všech plochách bylo provedeno šetření stromového inventáře včetně obnovy, popis stanoviště a popis odumřelého dřeva (stojící souše, ležící mrtvé dřevo a pařezy či pahýly). Při šetření stromového patra byl kladen důraz na zjištění základních dendrometrických parametrů (výčetní tloušťka, výška pro vybrané vzorníkové stromy napříč tloušťkovým spektrem) a popisných charakteristik (dřevina, věk stromu, stav stromu, sociální postavení, výskyt zlomu, mechanického poškození, loupání či jiného typu poškození kmene). Pro zhodnocení zdravotního stavu stromu byla doplněna informace o výskytu výronu pryskyřice na bázi kmene a příčině výronu, pokud tento byl registrován. Na vybraných vzorníkových stromech bylo kromě celkové výšky stromu změřeno výše nasazení živé koruny a zároveň bylo provedeno hodnocení klasifikace stromu dle mezinárodní stupnice IUFRO (sociální postavení dle IUFRO, růstová tendence dle IUFRO a vitalita dle IUFRO), byl registrován výskyt suchého vrcholu, výskyt redukovaného vrcholového přírůstu a přítomnost barevných změn asimilačních orgánů (žloutnutí či hnědnutí).

V rámci zpracování terénních dat pak byly modelově dopočteny následující druhotné údaje:

- výšky stromů, které nebyly v terénu přímo měřeny pomocí lokálních výškových grafikonů parametrizovaných na úrovni jednotlivých dřevin pomocí výšek měřených vzorníkových stromů a prostřednictvím exponenciální růstové funkce
- objemy stromů pomocí platných objemových tabulek ČR
- relativní podíly výskytu definovaných druhů poškození stromů a jejich kompozitní indexy

## Indikátory zdravotního stavu

Hodnocení zdravotního stavu smrku je postaveno na výskytu následujících šesti „biotických“ a tří „mechanických“ indikátorů zdravotního stavu smrku:

Biotické indikátory - frekvence výskytu:

- i. souší smrku (zjišťovala se i příčina odumření stromu)
- ii. specifického ronění pryskyřice
- iii. suchého vrcholu
- iv. redukováného přírůstu terminálního prýtu resp. postranních letorostů
- v. barevných změn asimilačního aparátu
- vi. vitality podle IUFRO

Mechanické indikátory - frekvence výskytu

- vii. korunových zlomů
- viii. loupání a ohryzu kůry
- ix. mechanického poškození kmenů

Kromě výše uvedených základních indikátorů chřadnutí smrku jsou předmětem hodnocení rovněž kompozitní indikátor (CI3) zahrnující výskyt barevných změn asimilačního aparátu, suchého vrcholu a specifického ronění a dále index chřadnutí „souše + CI3“. Výskyt souší a příznaků chřadnutí v porostech je ovlivněn aplikovaným managementem sanitárních těžeb.

## VÝSLEDKY A DISKUZE

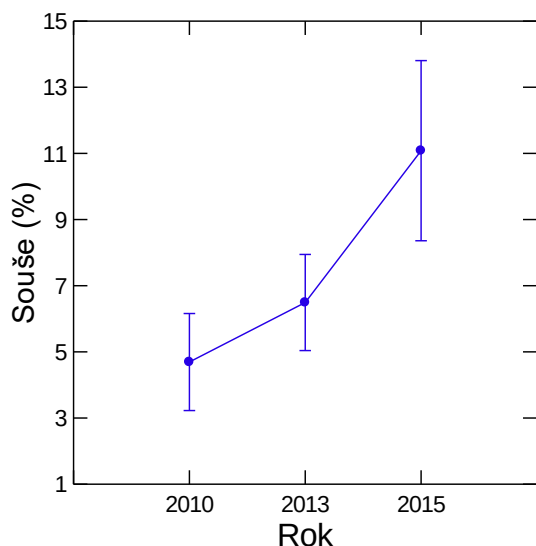
### Individuální indikátory

#### *i) Výskyt souší smrku*

Ve sledovaném období let 2010-2015 podíl souší zjištěných v mladých a středněvěkých porostech soustavně vzrůstá. Mezi roky 2010 a 2013 se zvýšil z necelých 5 na více než 6 %, v následujícím období do roku 2015 rostl ještě strměji a dosáhl cca 11 %. Nárůst výskytu souší v období 2010-2015 je statisticky průkazný ( $p < 0.001$ ). Rozbor dvaceti vzorků mycelia ze souší napadených václavkou provedený v rámci projektu LASPROBES prokázal téměř výhradní (95 %) přítomnost václavky smrkové (*Armillaria ostoyae*).

V roce 2013 byla provedena analýza příčin vzniku smrkových souší. Ta doložila, že dominantní příčinou bylo akutní napadení václavkou, druhým nevýznamnějším faktorem byl korunový zlom. Ostatní příčiny se vyskytovaly méně často (kůrovec, vývrát).

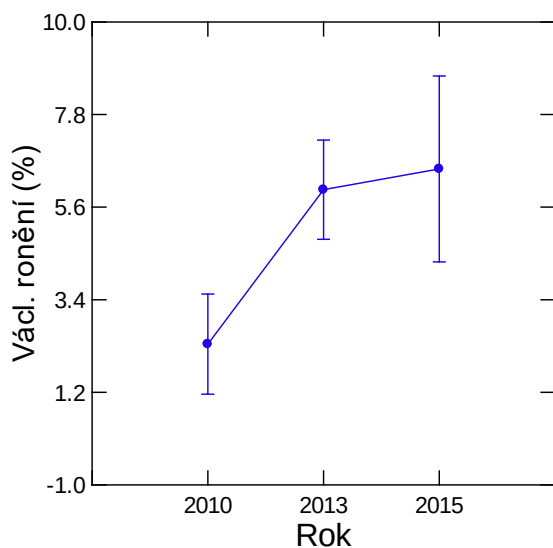
Opakovaným monitoringem průkazně doložený zvyšující se podíl smrkových souší nasvědčuje, že i přes intenzivní sanační management není zdravotní stav smrku v oblasti LHC Jablunkov stabilizovaný. Vývoj podílu smrkových souší je patrný z grafu na Obr. 4.



Obr. 4: Vývoj podílu smrkových souší v mladých a středněvěkových porostech na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015 (vlevo) a mycelium václavky na kmeni smrku (vpravo).

#### ii) Výskyt specifického ronění pryskyřice

Významným indikátorem chřadnutí smrku je specifické ronění pryskyřice, které velmi často doprovází akutní napadení smrku václavkou (Obr. 5). Ve sledovaném období 2010-2015 průkazně vzrostl podíl smrků s výskytem specifického ronění ( $p < 0.001$ ) z ca. 2 % na 6 %, přičemž v období 2010-2013 rostl počet takto postižených smrků strměji.

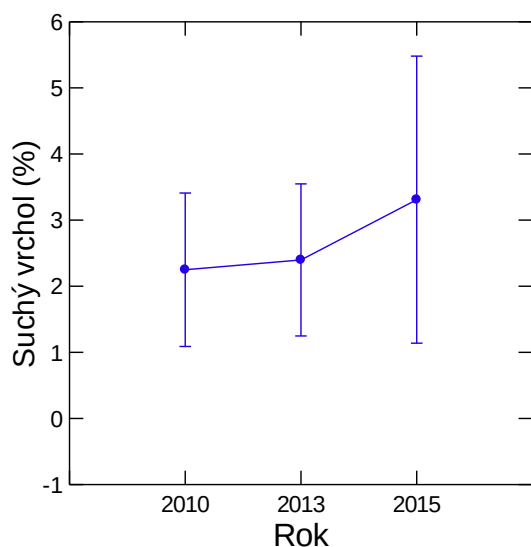


Obr. 5 Vývoj podílu smrků s výskytem specifického ronění v mladých a středněvěkových porostech na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015 (vlevo) a příklad specifického ronění pryskyřice na smrku, často provázející akutní napadení václavkou (vpravo).

### iii) Výskyt suchého vrcholu

Výskyt suchého vrcholu obvykle následuje po výrazné redukci výškového přírůstu a zpravidla bezprostředně předchází odumření smrku při akutním napadení václavkou (Obr. 6). Vznik suchého vrcholu u smrku může mít i jiné příčiny, zejména napadení kůrovci (např. lýkožroutem lesklým *Pityogenes chalcographus*), popř. kavitační přerušení přísunu vody v důsledku extrémního sucha aj. Charakter takto vzniklého suchého vrcholu je však odlišný.

V období let 2010 až 2013 se podíl smrku s výskytem suchého vrcholu neměnil. Následující období do roku 2015 indikuje jeho nárůst (i ten je však statisticky neprůkazný). Vývoj podílu smrků s výskytem suchého vrcholu v období let 2010 až 2015 je patrný z Obr. 6.



Obr. 6: Vývoj podílu smrků s výskytem suchého vrcholu v mladých a středněvěkých porostech na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015 (vlevo) a příklad suchého vrcholu smrku se zjevnou redukcí výškového přírůstu, která uschnutí vrcholu předcházela (vpravo).

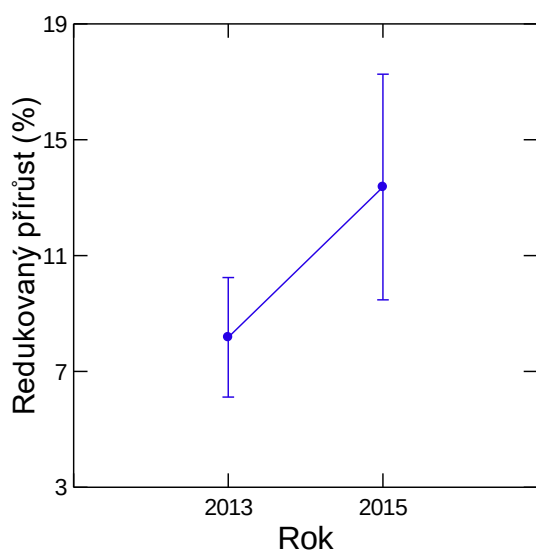
Výskyt suchého vrcholu v oblasti Beskyd hodnotili v letech 1992-2001 na 142 monitoračních plochách regionálního monitoringu zdravotního stavu lesů Černý *et al.* (2001). V tomto období výskyt suchého vrcholu nepřesáhl 1 % hodnocených stromů a v roce 2000 se nezjistil vůbec.

### iv) Výskyt výrazné redukce výškového přírůstu

Výrazná redukce výškového přírůstu zpravidla předchází vzniku suchého vrcholu a následnému odumření smrku po akutním napadení václavkou. K odumření smrku obvykle dochází již do dvou let od náhlé redukce výškového přírůstu. Redukce se projevuje u jednotlivých stromů nebo hloučků, zatímco okolní stromy plně přirůstají. Za výraznou redukcí výškového přírůstu se považuje jeho pokles pod 50 % oproti předchozímu roku. V případě extrémního sucha je nutno posoudit i vývoj výškového přírůstu v okolním porostu a na základě toho vyhodnotit příčinu.

Sledování výskytu výrazné redukce výškového přírůstu bylo do hodnocení zdravotního stavu smrku zařazeno na základě poznatků v průběhu řešení projektu LASPROBES v roce 2013 a opakováno v rámci tohoto projektu v roce 2015. Jsou proto k dispozici pouze výsledky šetření pro tyto dva roky.

Podíl mladých a středněvěkových smrků s výraznou redukcí výškového přírůstu v období mezi roky 2013 až 2015 vzrostl z ca 8 % na 13 %. Tento nárůst je statisticky průkazný ( $p=0.021$ ; Obr. 7).

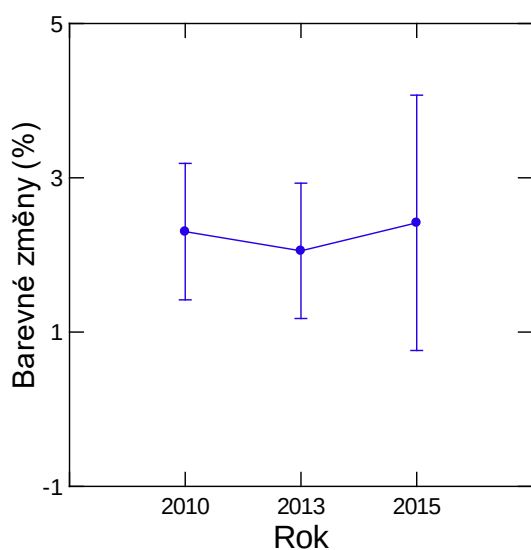


Obr. 7 Vývoj podílu smrků s výskytem výrazné redukce výškového přírůstu v mladých a středněvěkových porostech na LHC Jablunkov v období let 2013 a 2015 (vlevo) – a příklad redukce přírůstu za poslední dva roky (vpravo).

#### v) Barevné změny asimilačního aparátu

Z barevných změn asimilačního aparátu se zjistil pouze výskyt žloutnutí (Obr. 8). Žloutnutí asimilačního aparátu se vyskytovalo u cca 2 až 3 % smrků v mladých a středněvěkových porostech. Podíl žloutnutí během sledovaného období 2010-2015 nevykazuje statisticky průkazné změny (Obr. 8).

Barevné změny jsou považovány za relativně méně průkazný indikátor – jejich hodnocení je ovlivněno měnícími se světelnými poměry při šetření v porostech.

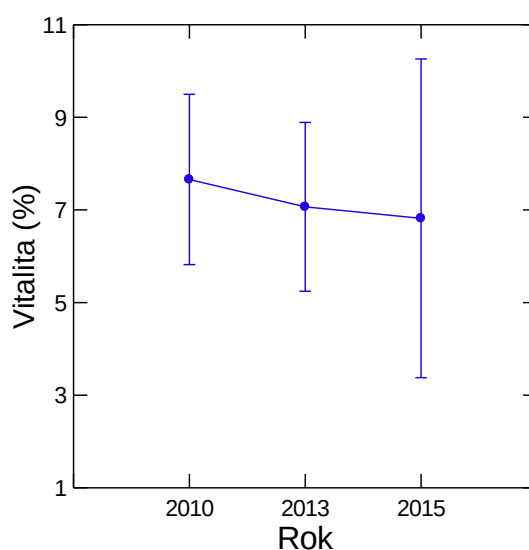


Obr. 8 Vývoj podílu smrků s výskytem barevných změn asimilačního aparátu v mladých a středněvěkových porostech na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015 (vlevo) a příklad jedince s výrazným žloutnutím asimilačního aparátu (vpravo).

Výše zmíněný dřívější regionální monitoring zdravotního stavu lesů v oblasti Beskyd (Černý et al. 2001) zjistil kolísavý podíl smrků s výskytem barevných změn asimilačního aparátu (1 až 22 % hodnocených jedinců).

#### *vi) Vitalita podle IUFRO*

Poslední z „biologických“ indikátorů je výskyt jedinců smrku se sníženou vitalitou. K tomu byla využita klasifikace podle IUFRO ([https://en.wikipedia.org/wiki/Crown\\_\(botany\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Crown_(botany))). Navzdory intenzivnímu sanitárnímu managementu (zdravotním výběrům), se podíl smrků se sníženou vitalitou v období 2010 až 2015 drží kolem 7 % (Obr. 9). Během hodnoceného období nedošlo v jeho výskytu ke statisticky průkazným změnám.

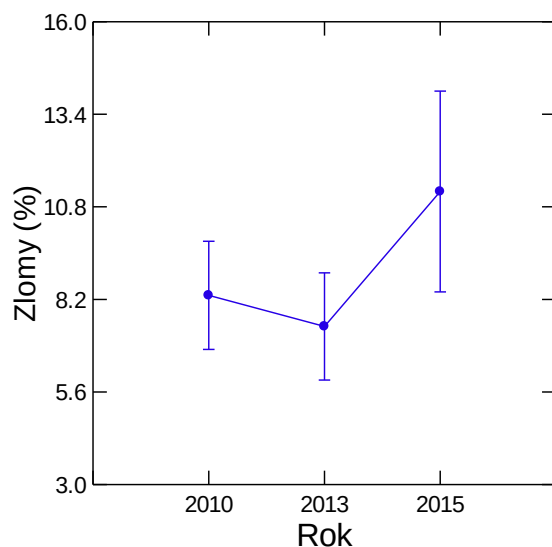


Obr. 9 Vývoj podílu smrků se sníženou vitalitou dle hodnocení IUFRO v mladých a středněvěkových porostech na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015

#### *vii) Výskyt korunových zlomů*

Korunové zlomy se na části LHC Jablunkov v hodnoceném období vyskytly ve zvýšené míře zejména v důsledku zátěže korun smrku velkým množstvím mokrého sněhu. Mohou však být způsobeny i silným nárazovým větrem. Kromě extrémních klimatických jevů se na jejich zvýšeném výskytu může podílet i snížená pevnost smrkového dřeva v důsledku intenzivního přírůstu vyvolaného zvýšenou depozicí dusíku a dalšími faktory.

Výskyt korunových zlomů u smrku se ve sledovaném období pohyboval zhruba od 8 do 11 %. Mezi šetřeními v letech 2010 až 2013 nedošlo ve výskytu korunových zlomů ke statisticky průkazným změnám, v následujícím období do roku 2015 je indikován jejich nárůst (na hranici průkaznosti –  $p = 0.067$ ; Obr. 10).

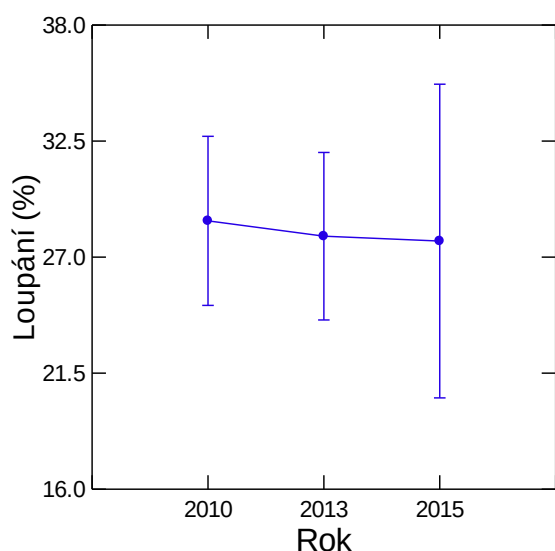


Obr. 10 Vývoj podílu smrků s výskytem korunových zlomů v mladých a středněvěkových porostech na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015

#### viii) Výskyt loupání a ohryzu kmene

Škody zvěří, především loupání a ohryz kmene s chřadnutím smrku přímo nesouvisí, ale zvyšují výskyt hnilob, zhoršují zdravotní stav porostů, destabilizují je a urychlují jejich rozpad. Proto je loupání a ohryz kmene sledován a hodnocen. Může soužit jako podklad pro lokální management zvěře.

Frekvence výskytu loupání a ohryzu kmene v mladých a středněvěkových porostech smrky byla během sledovaného období zhruba 27 % bez výrazného trendu (Obr. 11).

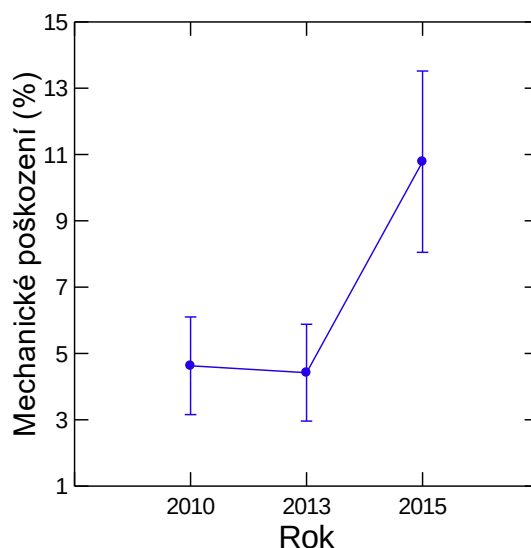


Obr. 11 Výskyt loupání na smrku v mladých a středněvěkových porostech na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015 (vlevo) a příklad čerstvého loupání/ohryzu (vpravo).

### **ix) Výskyt mechanického poškození**

Mechanické poškození je evidováno na spodní části kmene, popřípadě na kořenových náběžích. Vzniká především při těžbě a transportu dřeva, má kumulativní charakter a jeho riziko se zvyšuje s hmotností kmenů, s nimiž se manipuluje.

Během sledovaného období je na smrku zřetelný nárůst mechanického poškození patrný v roce 2015 ( $p < 0.001$ ; Obr. 12). Příčinou je především vysoká intenzita asanačního managementu související s chřadnutím smrku v oblasti, a s tím spojená vyšší frekvence pojezdu mechanizace v porostech.



**Obr. 12: Výskyt mechanického poškození smrku v mladých a středněvěkových porostech na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015.**

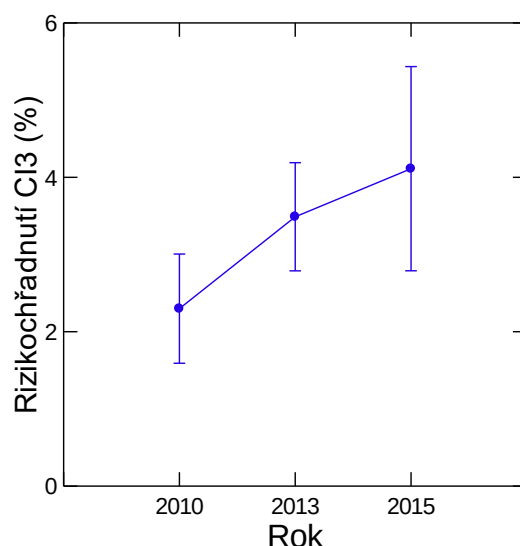
### **Kompozitní indikátory rizika chřadnutí smrku**

Pro hodnocení zdravotního stavu je vhodné vyžít jejich odůvodněnou kombinaci, která podchytí zdravotní stav objektivněji a šířeji. Níže jsou uvedené formy takovýchto kompozitních indikátorů, které byly pro hodnocení stavu smrkových porostů nejefektivnější.

#### **i) Kompozitní indikátor rizika chřadnutí CI3**

Kompozitní indikátor rizika chřadnutí CI3 je aritmetickým průměrem výskytu barevných změn asimilačního aparátu, suchého vrcholu a specifického ronění pryskyřice. Tyto indikátory byly hodnoceny na všech plochách v letech 2010, 2013 a 2015.

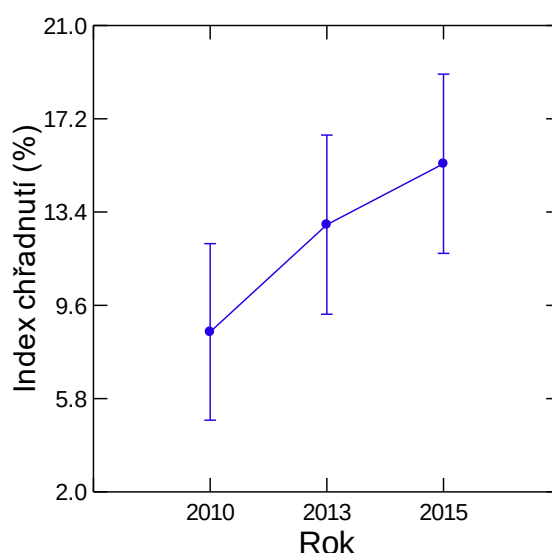
Podle CI3 podíl smrků s projevy chřadnutí v mladých a středněvěkových porostech během hodnoceného období narůstá. Mezi roky 2010 až 2015 vzrostl téměř na dvojnásobek z více než 2 % na cca 4 % (Obr. 13). Tento nárůst je statisticky průkazný pro hraniční roky sledovaného období ( $p = 0.016$ ).



Obr. 13 Vývoj kompozitního indikátoru chřadnutí CI 3 v mladých a středněvěkých porostech smrku na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015

#### ii) Index chřadnutí „Souše a CI3“

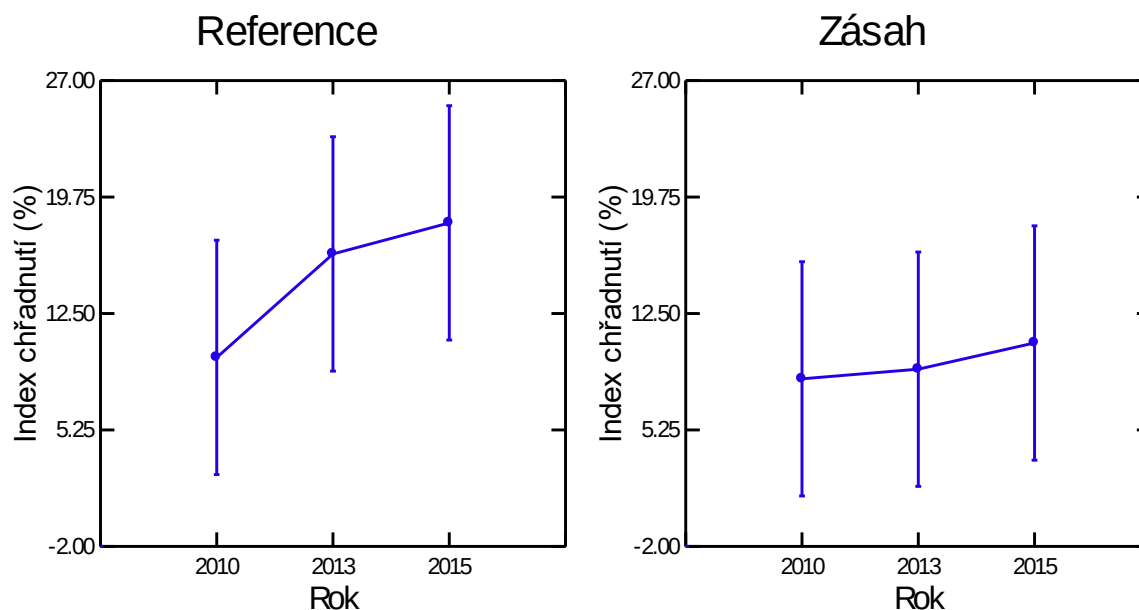
Index chřadnutí „Souše a CI3“ zahrnuje výskyt smrkových souší a komponenty indikátoru CI3. Tento index byl pro dosažení komparativnosti za celé sledované období hodnocen jak na 66 plochách společných pro projekt LASPROBES a FRAMEADAPT, tak i pro všechny plochy v daných letech šetření. Vývoj indexu má podobně vzestupný trend jako výše uvedený indikátor CI3, ale hodnotami leží výše (Obr. 14). V případě společných ploch ( $n=66$ ), index chřadnutí pro sledované období let 2010-2015 vzrostl z ca. 9 % na 15 % ( $p=0.030$ ; Obr. 14). Obdobně pro všechny sledované plochy, index chřadnutí vzrostl ze 7 na 15 % ( $p<0.001$ ).



Obr. 14 Vývoj kompozitního indikátoru chřadnutí „souše + CI3“ v mladých a středněvěkých porostech smrku na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015

### Vliv managementu na zdravotní stav smrku

Lesnický provoz má enormní zájem na vyhodnocení vlivu aktivního managementu na průběh chřadnutí. Z těchto důvodů byly v oblasti vyhodnoceny párové plochy se zásahem a bez zásahu. Jejich indikativní vyhodnocení shrnuje Obr. 15.



Obr. 15 Vliv managementu na výskyt projevů hynutí a chřadnutí ve středněvěkových porostech smrku na LHC Jablunkov v období let 2010 až 2015 (vývoj kompozitního indikátoru chřadnutí „souše + CI3“ na 28 referenčních a zásahových plochách pěstební experimentu).

Po realizaci zásahu na počátku roku 2010 je v dalším období podíl stromů smrku s projevy chřadnutí na zásahových plochách nižší, než na plochách referenčních – tento rozdíl je na hranici statistické průkaznosti ( $p=0.054$ ). Nižší podíl chřadnoucích smrků je však odrazem toho, že zásahem jsou odstraňovány především stromy s projevy chřadnutí a souše. Tyto výsledky proto nelze jednoznačně hodnotit a pro praktická doporučení je nutné dlouhodobější sledování a pravděpodobně četnější počet párových ploch experimentu.

### ZÁVĚR K ČÁSTI I

Opakovaný monitoring zdravotního stavu mladých a středněvěkových porostů přinesl aktuální údaje o vývoji chřadnutí smrku v oblasti Jablunkovska. Ukazuje se, že přes intenzivní sanační management chřadnutí smrku pokračuje. Kategorie mladých a středněvěkových porostů ještě umožňují aplikaci širšího spektra adaptačních opatření, což je rozvedeno v závěru tohoto dokumentu.

## ČÁST II - MONITORING STAVU KORUN SMRKU DOSPĚLÝCH POROSTŮ

### ÚVOD

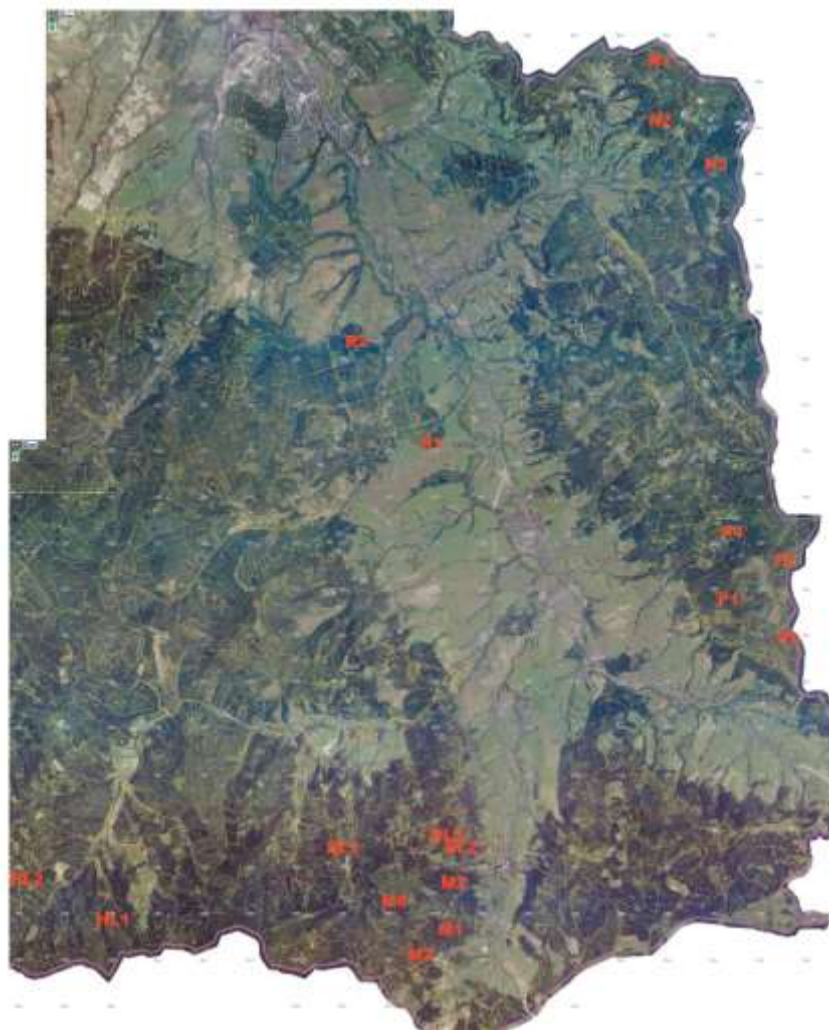
Monitoring stavu korun smrku u převážně dospělých smrkových porostů byl v roce 2008 realizován v rámci projektu MŽP ČR CzechTerra VaV SP/2d1/93/07, v roce 2015 pak pro projekt FRAMEADAPT.

### METODIKA

Zjišťování stavu korun probíhalo v roce 2008 na 19 plochách na 6 revírech LS Jablunkov, v roce 2015 bylo šetření realizován na 9 plochách, 8 původních a jedné nové (N5) na revíru Nýdek, kde z původních ploch byla zachována jen jedna. S výjimkou jedné plochy je hodnocen smrk v dospělých porostech ve věku nad 75 let k roku 2015. Přehled všech ploch je uveden v Tab. 1.

Tab. 1 Přehled monitorovaných ploch pro hodnocení zdravotního stavu převážně dospělých smrkových ploch

| Revír LS<br>Jablunkov | Název plochy | Číslo porostu | Soubor lesních<br>typů | Věk (2008) | GPS                     | m n. m. | Expozice | Sklon svahu | Počet stromů na<br>ploše |
|-----------------------|--------------|---------------|------------------------|------------|-------------------------|---------|----------|-------------|--------------------------|
| Nýdek                 | N1           | 104C8         | 5S, 5A                 | 78         | N 49°40,879 E 18°46,984 | 778     | SZ 280°  | 20°         | 30                       |
|                       | N2           | 107C9         | 5F                     | 83         | N 49°40,177 E 18°47,036 | 673     | SZ 325°  | 22°         | 30                       |
|                       | N3           | 110B11/1b     | 5S                     | 103        | N 49°39,709 E 18°48,030 | 601     | J 165°   | 30°         | 30                       |
|                       | N4           | 110C5         | 5S                     | 48         | N 49°39,351 E 18°42,251 | 560     | JZ 225°  | 20°         | 30                       |
| Písek                 | P1           | 218G10        | 5F, 5S                 | 95         | N 49°34,709 E 18°48,951 | 650     | Z 265°   | 15°         | 20                       |
|                       | P2           | 221B12/1c     | 5F, 5N                 | 114        | N 49°35,156 E 18°49,794 | 753     | JZ 225°  | 20°         | 20                       |
|                       | P3           | 221D9         | 5S                     | 82         | N 49°34,304 E 18°49,964 | 549     | SV 50°   | 25°         | 20                       |
|                       | P4           | 215F12        | 5S                     | 120        | N 49°35,551 E 18°48,973 | 759     | JZ 205°  | 18°         | 20                       |
| Horní<br>Lomná        | HL1          | 520D11        | 5S, 5F                 | 101        | N 49°30,422 E 18°38,367 | 765     | JV 135°  | 15°         | 20                       |
|                       | HL2          | 514A12        | 5S                     | 115        | N 49°30,821 E 18°36,721 | 794     | SZ 310°  | 13°         | 20                       |
| Mosty u<br>Jablunkova | M1           | 309D11        | 5S, 5K                 | 103        | N 49°30,635 E 18°44,493 | 666     | J 200°   | 10°         | 12                       |
|                       | M2           | 308C10        | 5S                     | 95         | N 49°31,101 E 18°44,408 | 706     | V 80°    | 14°         | 12                       |
|                       | M3           | 306C13/1a     | 5K                     | 121        | N 49°30,569 E 18°43,562 | 726     | Z 255°   | 12°         | 12                       |
|                       | M4           | 303C11/1a     | 5S                     | 104        | N 49°30,730 E 18°43,361 | 757     | VJV 115° | 10°         | 12                       |
| Dolní<br>Lomná        | DL1          | 417C9         | 5B                     | 83         | N 49°31,462 E 18°42,429 | 725     | VVS 80°  | 15°         | 12                       |
|                       | DL2          | 423E12        | 4S                     | 115        | N 49°31,552 E 18°44,460 | 607     | S 10°    | 10°         | 12                       |
|                       | DL3          | 423D9         | 5H                     | 84         | N 49°31,642 E 18°44,225 | 648     | SV 120°  | 7°          | 12                       |
| Rovina                | R1           | 726D11        | 4O                     | 103        | N 49°36,267 E 18°43,420 | 403     | S 340°   | 3°          | 12                       |
|                       | R2           | 721D9         | 4O                     | 83         | N 49°36,822 E 18°42,180 | 418     | S 230°   | 2°          | 12                       |



Obr. 16: Lokalizace ploch pro hodnocení zdravotního stavu dospělých porostů smrku

Tab. 2 Zařazení stromů do kategorií podle reakce koruny na působení stresových faktorů – kategorie stresové reakce (CUDLÍN et al. 2001).

| Kategorie stresové reakce        | Celková defoliace [%] |                            | Procento sekundární struktury [%] |                                     |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| rezistentní                      | ≤ 35                  | slabě až mírně poškozený   | ≤ 50                              | slabě až středně transformovaný     |
| rezilientní                      | ≤ 35                  | slabě až mírně poškozený   | > 50                              | silně až velmi silně transformovaný |
| poškozený a mírně transformovaný | ≥ 40                  | středně až silně poškozený | ≤ 50                              | slabě až středně transformovaný     |
| poškozený a silně transformovaný | ≥ 40                  | středně až silně poškozený | > 50                              | silně až velmi silně transformovaný |

U reprezentativního počtu stromů byly pomocí dalekohledu hodnoceny základní habituální charakteristiky podle Cudlína *et al.* (2001). Celkem bylo v roce 2008 hodnoceno 348 stromů, v roce

2015 pak 180 stromů. Nejprve byl popsán habitus stromu – sociální postavení, typ větvení, typ vrcholu, tvar koruny, výskyt kmenových, korunových a vrcholových zlomů. Koruna byla rozdělena vizuálně na tři části: horní – juvenilní část, střední produkční část a spodní saturační část. U juvenilní části byl hodnocen její tvar (podle modifikované metody Lesinského a Landmana (1995), u produkční části celková defoliace, defoliace primární struktury, procento sekundárních výhonů a typy poškození (Cudlín *et al.*, 2001). Dále byla hodnocena diskolorace, tj. žloutnutí a jiné barevné změny – odhadováno procento celkového objemu asimilačního aparátu s presencí diskolorace (v kroku po 5 %). Na základě defoliace a % sekundárních výhonů byly stromy přiřazeny do 4 kategorií stresové reakce (viz Tab. 2).

## VÝSLEDKY

Defoliace smrků byla v roce 2015 vysoká – průměrná hodnota 45,9 % je znatelně vyšší než průměrná defoliace smrku v ČR. Minimální zjištěnou hodnotou byla defoliace 25 %, maximální hodnotou 80 % (Tab. 3). Defoliace od roku 2008 narostla jak v průměrné hodnotě za celé území, tak v jednotlivých sledovaných porostech, viz Tab. 4 a Obr. 17. Podrobněji níže.

Tab. 3 Výsledky monitoringu stavu korun v roce 2015

| plocha        | počet stromů | Celková defoliace (%) |           |           | % sekundárních výhonů |           |            | Diskolorace              |                                                                   | Šišky (počet plodících stromů) |
|---------------|--------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|               |              | průměr                | minimum   | maximum   | průměr                | minimum   | maximum    | počet postižených stromů | průměrné % žloutnutí (zahrnuty pouze stromy s prezencí žloutnutí) |                                |
| N1            | 20           | 47.5                  | 35        | 70        | 60.3                  | 40        | 85         | 14                       | 12.1                                                              | 14                             |
| N5            | 20           | 40.3                  | 30        | 50        | 43.3                  | 30        | 80         | 13                       | 13.1                                                              | 16                             |
| P1            | 20           | 42.3                  | 35        | 60        | 40.5                  | 30        | 60         | 0                        | 0                                                                 | 16                             |
| P2            | 20           | 55.5                  | 40        | 80        | 48.0                  | 10        | 80         | 16                       | 21.6                                                              | 19                             |
| P3            | 20           | 47.8                  | 35        | 70        | 35.5                  | 10        | 80         | 4                        | 13.8                                                              | 19                             |
| HL1           | 20           | 48.5                  | 30        | 70        | 53.8                  | 30        | 100        | 0                        | 0                                                                 | 17                             |
| HL2           | 20           | 41.0                  | 25        | 60        | 47.0                  | 20        | 65         | 0                        | 0                                                                 | 20                             |
| M1            | 20           | 47.5                  | 35        | 60        | 40.5                  | 20        | 70         | 9                        | 10.6                                                              | 19                             |
| M2            | 20           | 42.8                  | 30        | 70        | 44.5                  | 30        | 60         | 9                        | 6.7                                                               | 18                             |
| <b>CELKEM</b> | <b>180</b>   | <b>45.9</b>           | <b>25</b> | <b>80</b> | <b>45.9</b>           | <b>10</b> | <b>100</b> | <b>65</b>                | <b>13.0</b>                                                       | <b>158</b>                     |

Průměrný podíl sekundárních výhonů byl v roce 2015 45,9 %, v roce 2008 byl vyšší – 52,3 %. U cca čtvrtiny stromů (26 %) došlo v minulých letech opakovaně k výrazné náhradě poškozeného asimilačního aparátu sekundárními výhony (% sekundárních výhonů vyšší než 50 %), viz rezilientní a poškozené a silně transformované stromy v Tab. 5. Mezi stromy byly značné rozdíly v tvorbě sekundárních výhonů, minimální podíl sekundárních výhonů byl 10 %, maximální 100 %, v průměrné hodnotě nebyly mezi porosty větší rozdíly (Tab. 3). Výrazně nadpoloviční zastoupení stromů

poškozených mírně transformovaných (Tab. 5) ukazuje na stresovou zátěž, která přesahuje (délkou nebo intenzitou svého působení) u většiny stromů možnosti vypořádat se s ní využitím opravných regeneračních mechanismů.

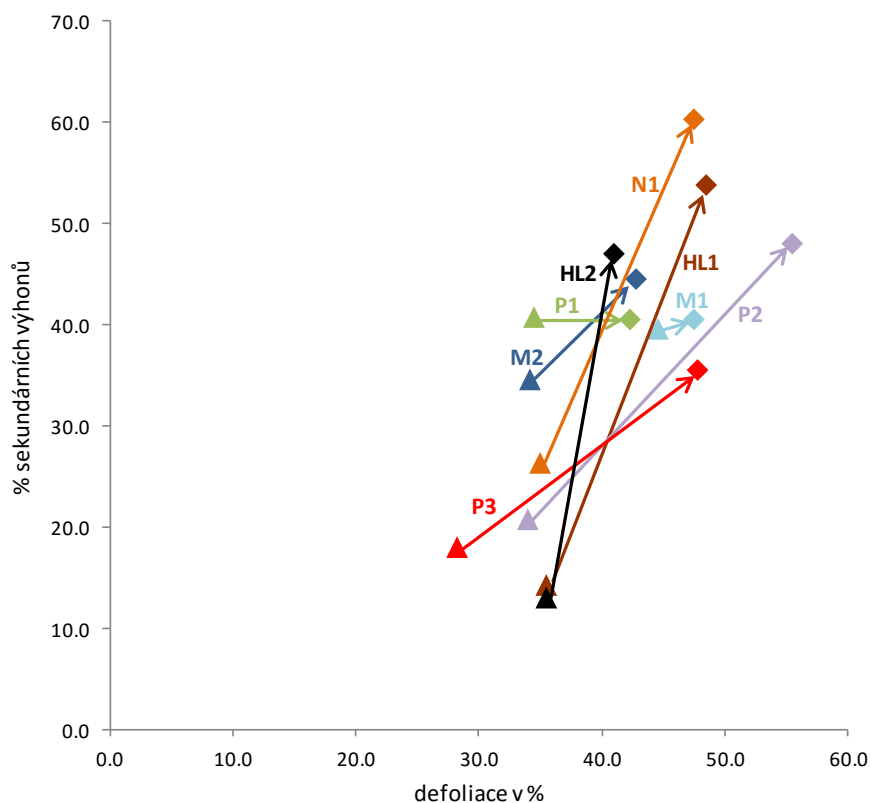
Z barevných změn bylo v roce 2015 pozorováno žloutnutí a to na 6 plochách (N1, N5, P2, P3, M1, M2), celkem bylo postiženo 65 stromů (36 %), v průměru bylo zasaženo 13 % koruny (Tab. 3), pouze u jednoho stromu na ploše P2 žloutla převažující část koruny (80 %).

**Tab. 4 Srovnání defoliace 2008 (MENDELU), 2009 (ÚHUL) a 2015 (MENDELU), červeně zvýšení defoliace=zhoršení stavu, zeleně snížení defoliace=zlepšení stavu.**

| Plocha       | Defoliace 2008 (MENDELU) | Defoliace ÚHUL 2009 | Rozdíl 2008–2009 | Poznámka                                               | Defoliace 2015 (MENDELU) | Rozdíl 2009–2015 | Poznámka                                                                   |
|--------------|--------------------------|---------------------|------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| N1           | 35%                      | 22%                 | -13%             | proveden zdravotní výběr mezi monitoringem MZLU a ÚHUL | 48%                      | 26%              | torzo porostu s chřadnoucími jedinci, umístění plochy jiné než 2008 a 2009 |
| N2           | 30%                      | 37%                 | 7%               |                                                        | –                        | –                | plocha neexistuje                                                          |
| N3           | 37%                      | 17%                 | -20%             | plocha skácena, 2009 monitorován vedlejší porost       | –                        | –                | plocha neexistuje, stejně jako vedlejší porost                             |
| N5           | –                        | –                   | –                |                                                        | 40%                      | –                | nová plocha 2015                                                           |
| P1           | 35%                      | 30%                 | -5%              |                                                        | 42%                      | 12%              |                                                                            |
| P2           | 34%                      | 40%                 | 6%               |                                                        | 56%                      | 16%              |                                                                            |
| P3           | 28%                      | 29%                 | 1%               |                                                        | 48%                      | 19%              |                                                                            |
| P4           | 37%                      | 32%                 | -5%              |                                                        |                          |                  |                                                                            |
| HL1          | 36%                      | 40%                 | 4%               |                                                        | 49%                      | 9%               |                                                                            |
| HL2          | 36%                      | 45%                 | 9%               |                                                        | 41%                      | -4%              |                                                                            |
| M1           | 45%                      | 50%                 | 5%               |                                                        | 48%                      | -3%              |                                                                            |
| M2           | 34%                      | 42%                 | 8%               |                                                        | 43%                      | 1%               |                                                                            |
| M3           | 36%                      | 48%                 | 12%              |                                                        | –                        | –                | 2015 nemonitorována                                                        |
| M4           | 31%                      | 44%                 | 13%              |                                                        | –                        | –                | 2015 nemonitorována                                                        |
| DL1          | 36%                      | 43%                 | 7%               |                                                        | –                        | –                | 2015 nemonitorována                                                        |
| DL2          | 38%                      | 47%                 | 9%               |                                                        | –                        | –                | 2015 nemonitorována                                                        |
| DL3          | 39%                      | 42%                 | 3%               |                                                        | –                        | –                | 2015 nemonitorována                                                        |
| R1           | 32%                      | 21%                 | -11%             |                                                        | –                        | –                | 2015 nemonitorována                                                        |
| R2           | 35%                      | 32%                 | -3%              |                                                        | –                        | –                | 2015 nemonitorována                                                        |
| <b>Total</b> | <b>35%</b>               | <b>37%</b>          | <b>2%</b>        |                                                        | <b>46%</b>               | <b>9%</b>        |                                                                            |

**Tab. 5 Počty stromů zařazených k jednotlivým kategoriím stresové reakce**

| plocha        | kategorie stresové reakce |             |                                  |                                  |
|---------------|---------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|
|               | rezistentní               | rezilientní | poškozený a mírně transformovaný | poškozený a silně transformovaný |
| N1            | 0                         | 1           | 6                                | 13                               |
| N5            | 3                         | 1           | 14                               | 2                                |
| P1            | 2                         | 2           | 15                               | 1                                |
| P2            | 0                         | 0           | 15                               | 5                                |
| P3            | 1                         | 0           | 17                               | 2                                |
| HL1           | 2                         | 0           | 11                               | 7                                |
| HL2           | 6                         | 1           | 6                                | 7                                |
| M1            | 0                         | 0           | 18                               | 2                                |
| M2            | 7                         | 0           | 10                               | 3                                |
| <b>CELKEM</b> | <b>21</b>                 | <b>5</b>    | <b>112</b>                       | <b>42</b>                        |



| Plocha | Defoliace |      |        | % sekundárních výhonů |      |        |
|--------|-----------|------|--------|-----------------------|------|--------|
|        | 2008      | 2015 | rozdíl | 2008                  | 2015 | rozdíl |
| N1     | 35.0      | 47.5 | 12.5   | 26.3                  | 60.3 | 34.0   |
| P1     | 34.5      | 42.3 | 7.8    | 40.8                  | 40.5 | -0.3   |
| P2     | 34.0      | 55.5 | 21.5   | 20.8                  | 48.0 | 27.3   |
| P3     | 28.3      | 47.8 | 19.6   | 18.0                  | 35.5 | 17.5   |
| HL1    | 35.5      | 48.5 | 13.0   | 14.3                  | 53.8 | 39.6   |
| HL2    | 35.5      | 41.0 | 5.5    | 13.0                  | 47.0 | 34.0   |
| M1     | 44.6      | 47.5 | 2.9    | 39.6                  | 40.5 | 0.9    |
| M2     | 34.2      | 42.8 | 8.6    | 34.6                  | 44.5 | 9.9    |

statisticky vysoce významný rozdíl mezi průměry

statisticky významný rozdíl mezi průměry

plochy s výrazným nárůstem defoliace i % sekundárních výhonů N1, P2, P3, HL1

plochy s mírným nárůstem defoliace a s výrazným nárůstem % sekundárních výhonů HL2

plochy s mírným nárůstem defoliace a mírným nárůstem % sekundárních výhonů M2

plochy s mírným nárůstem defoliace bez nárůstu % sekundárních výhonů P1

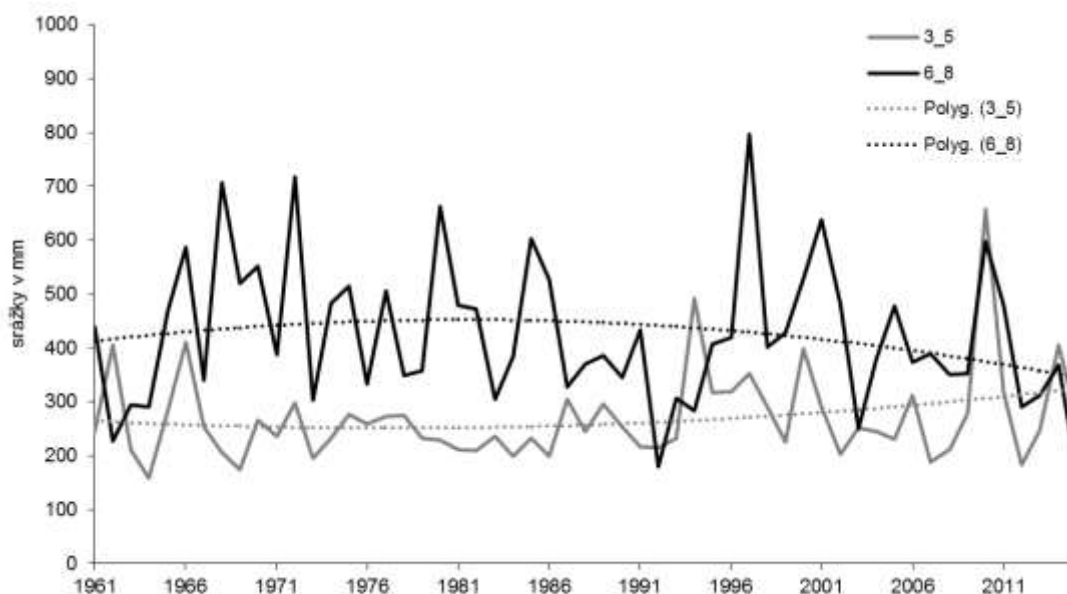
plochy bez nárůstu defoliace i % sekundárních výhonů M1

Obr. 17 Změny v defoliaci a % sekundárních výhonů mezi roky 2008 a 2015

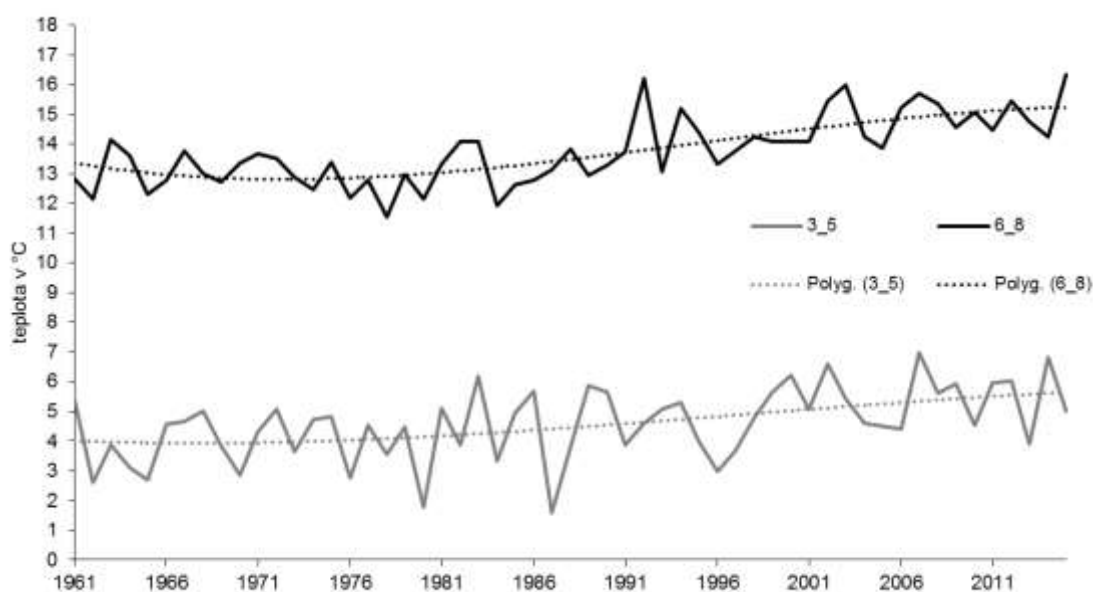
V období 2008–2015 prošly plochy různým vývojem stavu korun, společné pro jednotlivé vývojové trajektorie je zhoršení stavu (Obr. 17). Defoliace se statisticky významně zhoršila u 7 z 8 porostů, % sekundárních výhonů u 6 z 8 porostů. U 4 ploch došlo k výraznému nárůstu hodnot obou ukazatelů, pouze u jedné plochy, a to M1, byl stav v podstatě totožný s rokem 2008.

### **Vývoj klimatu v období 1961–2015**

Klima v oblasti Slezských Beskyd se za posledních cca padesát let zdatelně změnilo. Srážkové úhrny za vegetační sezónu se sice celkově se za sledované období víceméně nezměnily, vykazují však výrazné meziroční výkyvy (Obr. 18) a cca v posledních cca 20ti až 30ti letech také dochází častěji k jejich nerovnoměrné distribuci – přibývá příválových srážek a období s nízkými srážkami či zcela bez nich.

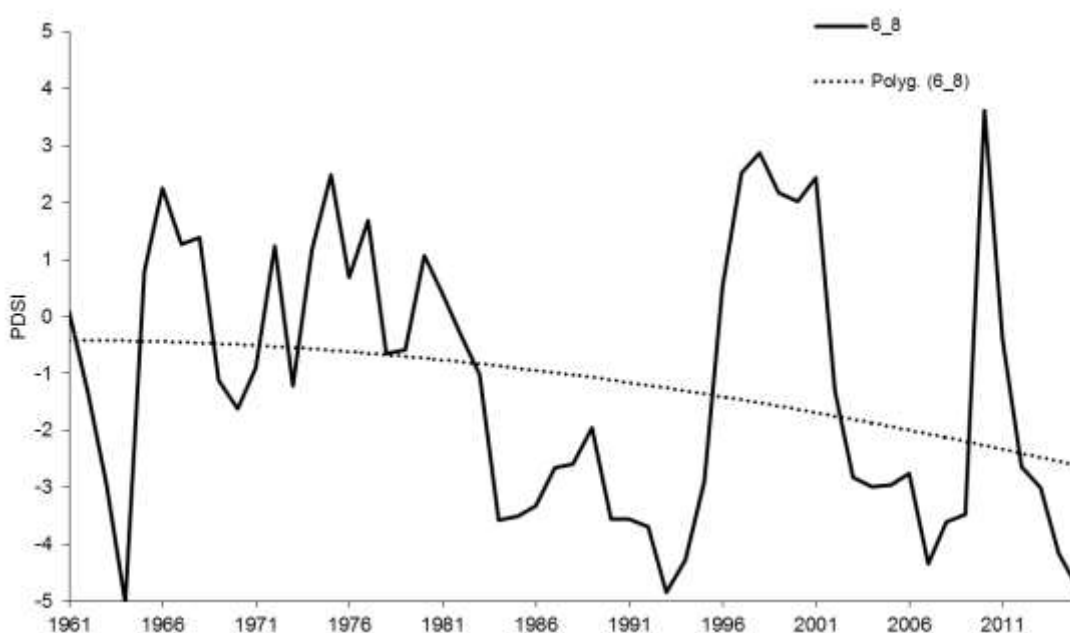


**Obr. 18 Srážkové úhrny za období březen–květen a červen–srpen**



**Obr. 19 Průměrné teploty pro období březen–květen a červen–srpen**

Ve stejném období rostly jak jarní (mírně), tak letní (výrazněji) teploty (Obr. 19). Zvýšení výparu z půdy a evapotranspirace dřevin podmíněné vyššími teplotami pak vedlo k úbytku disponibilní vody v půdě a tak i nárůstu výskytu sucha, což demonstruje pokles letních hodnot Palmerova indexu závažnosti sucha (Obr. 20) – propady jsou navíc víceleté, v minulosti převládaly deficity vody nepřesahující jednu vegetační sezónu. Suchá léta 2003–2009 byla jedním z významných iniciátorů chřadnutí smrku, deficit v posledních třech letech pak je pravděpodobně jedním z důvodů pozorovaného zhoršeného stavu korun.



Obr. 20 Průměrné měsíční hodnoty Palmerova indexu závažnosti sucha (PDSI) pro období červen–srpen (hodnoty v rozmezí cca -0,5 až +0,5 znamenají normální stav, záporné hodnoty pod -0,5 znamenají sucho, extrémní sucho pak je při hodnotách pod -4)

## ZÁVĚR K ČÁSTI II

Stav korun smrkových porostů na LS Jablunkov se oproti roku 2008 celkově zhoršil, mezi jednotlivými porosty existují významné rozdíly, a to jak v současném stavu, tak v jeho změně oproti roku 2008. Lze předpokládat, že jedním z významných faktorů ovlivňujících vitalitu a zdravotní stav smrku, jsou klimatické změny. U dospělých porostů jsou možnosti adaptivního managementu omezené. Bude se jednat především o změnu druhové skladby obnovou.

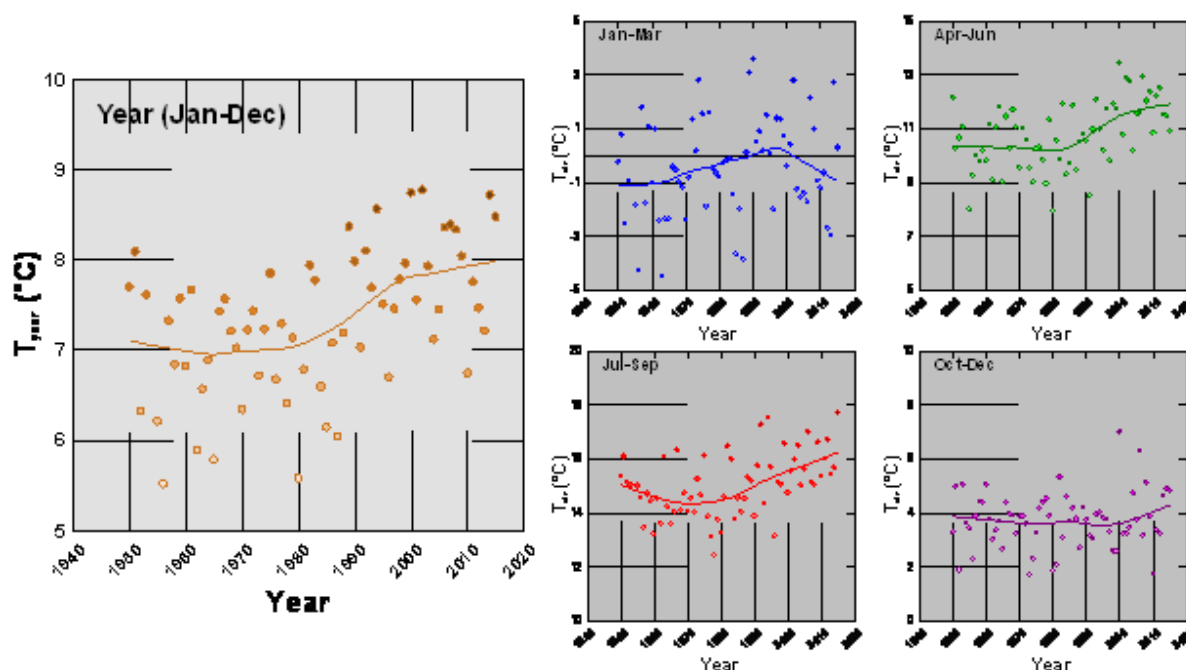
## ČÁST III – PODMIŇUJÍCÍ FAKTORY CHŘADNUTÍ SMRKU V OBLASTI

### ÚVOD

Pro pochopení vývoje zdravotního stavu smrkových porostů v oblasti LHC Jablunkov je nezbytná znalost základních faktorů a příčinných souvislostí, které jej ovlivňují. V projektech a studiích, které se v minulosti v zájmové oblasti uskutečnily, i ve výzkumu širšího zaměření, je publikována řada poznatků, jejichž rešerše umožňuje hlubší vhled do problematiky hynutí smrku na Jablunkovsku i v podobně postižených oblastech obecně. Z těchto důvodů je zde tato část zařazena.

### SYNTÉZA POZNATKŮ

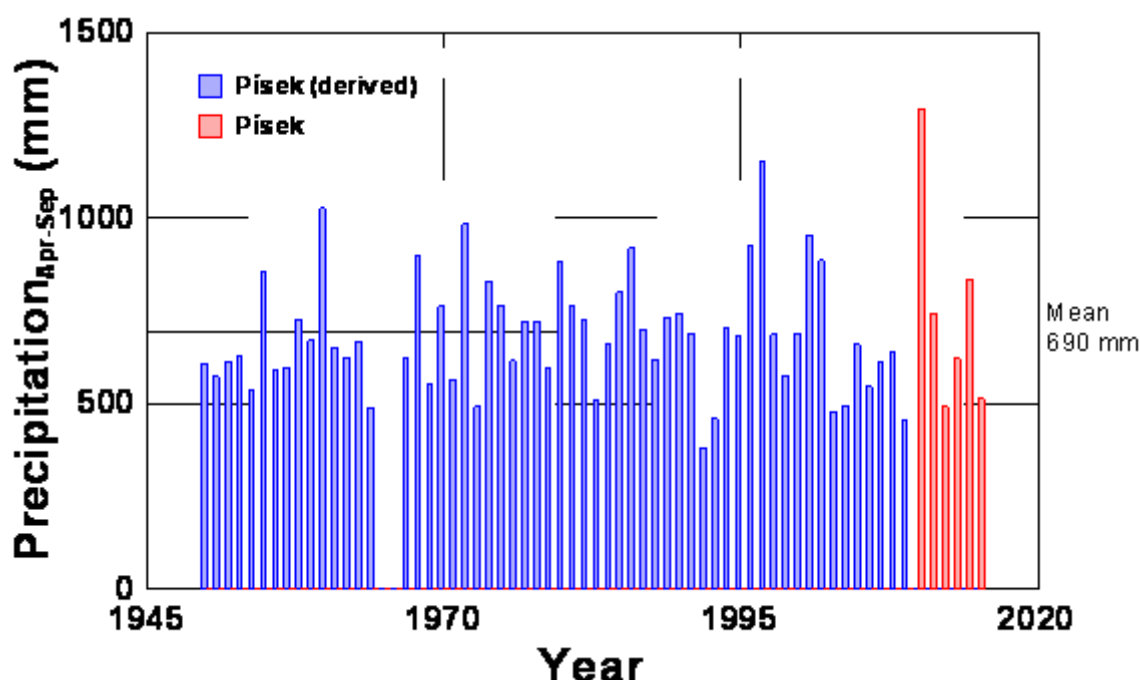
Z analýzy vývoje klimatu (projekt LASPROBES - Cienciala *et al.* 2014; Dopadová studie Jablunkov, Část II. – LDF MENDELU) je patrný nárůst teplot a indikována je i zvýšená rozkolísanost klimatu související s probíhající klimatickou změnou. Oproti klimatickému normálu (za období let 1961-1990) se v zájmové oblasti zvýšil celoroční teplotní průměr (2006-2015) o zhruba 1 °C. Analýza lokálních dat také ukázala, že nárůst teplot je výrazný především pro období vegetační periody a dosahuje ca 1.5 °C (Obr. 21).



Obr. 21: Vývoj celoroční průměrné teploty (vlevo) a kvartálních teplotních průměrů (vpravo) na bázi údajů ČHMÚ a vlastních měření v zájmové oblasti (lokalita Písek; <http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/P%C3%ADsek.IFER.html>)

Mění se také distribuce srážek s dopady na biotu: při víceméně nezměněných srážkových úhrnech (Obr. 22) snižují přívalové srážky jejich využitelnost vegetací. Je to důsledek snížené infiltrace a zvýšeného odtoku vody z území. Situaci ještě zhoršují změny fyzikálních vlastností půd související

s jejich acidifikací a nutriční degradací. Odtok vody z území zrychluje nevhodně vedená cestní síť, koleje a pojezdové trasy ve svazích i záměrné odvodnění území.



Obr. 22 Úhrn srážek za vegetační období (duben – září) vztahující se k lokalitě Písek. Údaje před rokem 2010 jsou odvozeny z měření ČHMÚ v Jablunkově, data od roku 2010 jsou vlastní údaje autorů z lokality Písek.

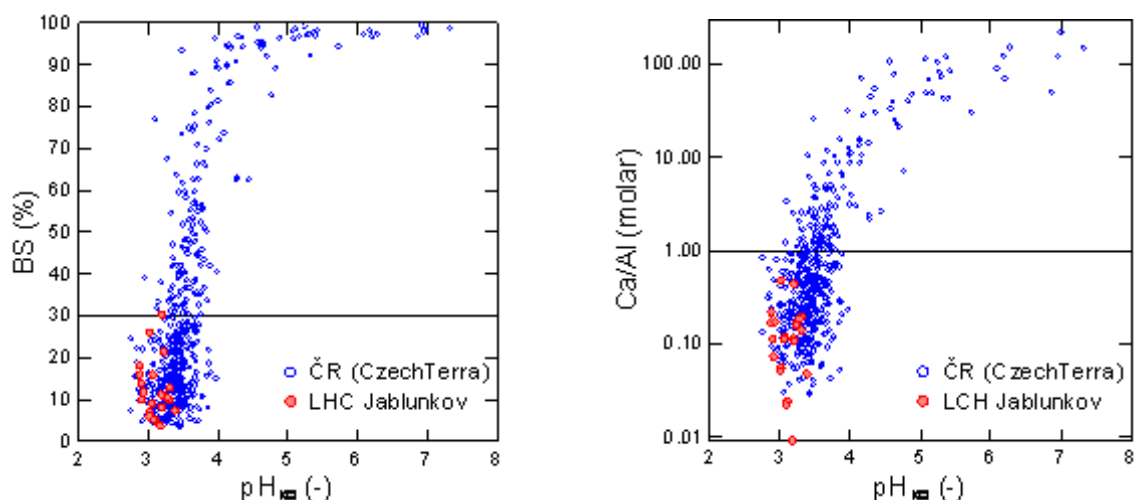
Nárůst teploty, zhoršená retence vody v území a periody sucha zvyšují stres vyvolaný nedostatkem dostupné vody, vůči kterému je mělce kořenící smrk zvláště citlivý. Klimatický stres vyvolaný nedostatkem srážek považují ve Slezských Beskydách za predispoziční faktor zhoršování zdravotního stavu smrku např. Čermák *et al.* (2009), kteří poukazují na vliv přísušků na snižování adaptačního potenciálu smrkových porostů a hodnotí je rovněž jako predispoziční faktor zhoršování zdravotního stavu smrku.

Vliv klimatických faktorů na zdravotní stav smrku je nezbytné hodnotit v kontextu se stavem lesních půd. Naprostá většina lesních půd (ca 80 %; Cienciala *et al.* 2014) na LHC Jablunkov spadá do primárně příznivých edafických kategorií náležejících do živné ekologické řady. Navzdory tomu výsledky rozborů půdních vzorků odebrané v rámci projektu LASPROBES na edafické kategorii S (svěží půdy) svědčí o nepříznivém stavu lesních půd, viz srovnání s celorepublikovou situací (Obr. 23).

Výsledky půdních rozborů dokumentují proces acidifikace a nutriční degradace, kterým lesní půdy v zájmové oblasti prošly. Extrémní imisní zatížení Moravskoslezských Beskyd z období 70. a 80. let minulého století je již minulostí. Na půdách však zanechalo dlouhodobé následky (Obr. 23). Přestože se depoziční toky v průběhu první dekády nového století stabilizovaly a nedosahují hodnot z nedávné minulosti (ČHMÚ ([http://www.chmi.cz/meteo/ok/images/st\\_cz.gif](http://www.chmi.cz/meteo/ok/images/st_cz.gif)), zůstává Jablunkovsko nadále jednou z nejzatíženějších oblastí v rámci republiky. Proto nelze pokračující, byť již nižší zátěž porostů

plynným znečištěním a depozicemi acidifikujících a eutrofizujících látek v kombinaci s dlouhodobou zátěží lesních půd z minulosti, v žádném případě při hodnocení zdravotního stavu lesa vynechat.

K acidifikaci a nutriční degradaci lesních půd přispívá rovněž změna druhové skladby ve prospěch jehličnanů, zejména smrku a vysoký odběr, popř. nevhodná skladba odebírané biomasy (Hruška 2001). Relativně vysoký podíl bazických prvků je zejména v zelené hmotě, tenkém dříví a v kůře. Rovněž rychlá mineralizace humusu při holosečném způsobu hospodaření a odvodňování lesních půd vedou ke ztrátám živin.



**Obr. 23** Nevhodný chemismus lesních půd na území LHC Jablunkov (červené body) v porovnání s celorepublikovými údaji lesních půd z projektu Inventarizace krajiny CzechTerra (modré body): bazická saturace vs. půdní kyselost (pH; vlevo), poměr kationtů vápníku vůči iontům trojmocného hliníku (Ca/Al) vs. půdní kyselost (vpravo). Limitní hodnoty příznivých půdních poměrů indikuje přerušovaná čára, hodnoty nižší jsou nepříznivé. Zdroj: archiv autorů.

V důsledku vysoké acidity dochází v lesních půdách k uvolňování hliníkových iontů  $Al_3^+$ . Vysoké koncentrace hliníkových iontů, resp. jejich nepříznivý poměr k bazickým kationtům (BC/Al, kde BC je suma  $Ca+Mg+K$ ), způsobují poruchy výživy stromu a odumírání jemných kořenů (Puhe a Ulrich 2001). Nepříznivé poměry BC/Al jsou zejména v minerálních půdních horizontech. V humusových horizontech, kde je část hliníkových iontů organicky vázaná a kde probíhá intenzivnější koloběh živin, je poměr BC/Al příznivější. Vůči vysokým koncentracím hliníkových iontů je citlivý zejména smrk (Rost-Siebert 1985 a Ebben 1991 in Hruška 2001). Důsledkem je posun kořenového systému k půdnímu povrchu do humusových horizontů, kde jsou poměry příznivější. Důsledkem povrchového kořenění je ovšem vyšší citlivost na přísušky, teplotní extrémy a náchylnost k vývratům. Tím, že kationty hliníku blokují příjem hořčíku (tvořícího součást chlorofylu) snižují rovněž účinnost fotosyntézy (Moravčík *et al.* 2001).

Dalším zátěžovým faktorem lesních půd Jablunkovska jsou těžké kovy. V rámci České republiky je tato oblast nejvíce kontaminována kadmíem (Cd) a zinkem (Zn) a nadprůměrně mědí (Cu) a olovem (Pb) (Fiala *et al.* 2013). Negativní ovlivnění růstu a funkce kořenů v souvislosti se zvýšenou koncentrací těžkých kovů v půdě uvádějí např. Helmisaari *et al.* (1999) a Menon *et al.* (2007), který pozoroval sníženou schopnost využívat vodu u porostů zatížených těžkými kovy. Na odumírání kořenového vlákna a jemných kořenů a narušení ektomycorrhizní symbiózy v důsledku zvýšené koncentrace

těžkých kovů a iontů trojmocného hliníku upozorňují také např. Blaschke (1986, 1990), Lepšová (2003a, 2003b) či Menon *et al.* (2005).

Důsledkem narušení jemných kořenů a mykorrhizní symbiózy jsou poruchy v příjmu vody, živin a v konečném důsledku chřadnutí stromů. Zvýšenou predispozici kořenového systému stromů oslabených vnějšími faktory vůči pronikání primárních parazitických hub rodů *Heterobasidion* a *Armillaria* uvádějí Antonín *et al.* (2013)

### ZÁVĚR K ČÁSTI III

Chřadnutí smrku na Jablunkovsku má multifaktoriální charakter. Snížená vitalita smrku má za následek aktivizaci biotických škodlivých činitelů, vedoucí až k postupnému odumírání lesa. Zásadní je dlouhodobě narušený půdní chemismus a nevhodné pěstování smrku v nízkých polohách mimo oblast přirozeného rozšíření. Zde je nárůst teplot pro smrk kritický. Tyto faktory přispívají k působení václavky, která u smrku přechází do akutní formy onemocnění. Ta vede k odumírání kambiálních pletiv a rychlému usychání. Na oslabených smrkových porostech je rovněž, a to zejména v suchých periodách, zvýšené riziko přemnožení kůrovců, především lýkožrouta smrkového a lýkožrouta severského.

## ČÁST IV – ADAPTAČNÍ MANAGEMENT

Tato část uvádí hlavní zásady pro adaptační management, které vycházejí ze závěrů projektu LASPROBES a byly autory této zprávy pouze formálně upraveny.

- Výchovu mladých a středněvěkových smrkových porostů je nezbytné diferencovat zejména podle jejich zdravotního stavu a zaměřit ji na zvýšení stability porostů, zrychlení koloběhu živin a podporu přimíšených dřevin.
- V porostech do věku 20 let se ke zvýšení disponibilní vláhy a živin provádí obvykle jeden silný prořezávkový zásah k redukci počtu jedinců. V porostech, v nichž se včas nerealizovaly silné prořezávky, se již opožděné silné zásahy s ohledem na zvýšené riziko destabilizace porostu neprovádějí, pouze se podporují nesmrkové příměsi a provádějí se asanační zásahy k tlumení kůrovcovitých. V porostech smrku ve věku 21-40 let, ve kterých se již provedly intenzivní výchovné zásahy, se provádí pouze asanační zásahy k zamezení šíření nebezpečných škůdců (kůrovcovitých) a nezbytné uvolnění nesmrkových příměsí, od dalších výchovných zásahů do 40 let se zpravidla upouští.
- Nezbytná je zásadní změna druhové skladby současných smrkových porostů na porosty smíšené s převahou listnatých dřevin. Smrk by měl být z cílové druhové skladby vyloučen ve 3. a 4. LVS (s výjimkou smrku pocházejícího z nadějně přirozené obnovy - v podílu do 10 %), v 5. LVS se doporučuje udržet podíl smrku v rozmezí 10 - 20 %, v 6. LVS do 30 % a na oglejených stanovištích vyšších poloh (CHS 57) do 40 %. Redukce smrku se doporučuje i na kyselých stanovištích (CHS 53). Snížený podíl smrku by měl být nahrazen produkčně zajímavými dřevinami s melioračními účinky.
- Snížený podíl smrku (diferencovaně podle stanovištních podmínek) se doporučuje nahradit zejména listnáči. Vzhledem k vysoké ekologické valenci a reprodukční schopnosti se uvažuje významným uplatněním buku, a to i při vědomí možných rizik jeho ohrožení houbovými patogeny. Vedle buku lesního se uplatní třešeň ptačí, jasan ztepilý, osika, klen, ale i jilm drsný, lípy, habr obecný, břízy, případně jíva.
- Z jehličnanů se jednoznačně doporučuje zvýšení podílu jedle bělokoré (dle podmínek až na 10 – 30 %), na vhodných stanovištích se doporučuje i zvýšení podílu borovice lesní. Z introdukovaných jehličnatých dřevin je jednoznačně doporučována příměs modřínu opadavého (do 10 %), některými autory i douglasky tisolisté. U introdukovaných dřevin je nutno mít na zřeteli, že jejich zavádění je omezeno na území mimo CHKO. Vzhledem k vlivu jehličnanů na zvyšování kyselé depozice by jejich podíl neměl cílově překročit 30 %, na vodou neovlivněných stanovištích 6. LVS max. 50 % a na oglejených a podmáčených stanovištích vyšších poloh (5. a 6. LVS) s přirozeně vyšším podílem jedle a smrku, výjimečně i více.
- U chřadnoucích smrkových porostů se s přihlédnutím ke zdravotnímu stavu porostů doporučuje zkrácení obmýtí, popřípadě prodloužení obnovní doby, resp. obojí tak, aby porosty před jejich rozpadem bylo při obnově možno využít ke zvýšení diverzity následného porostu.

## PRAMENY

- Antonín V., Jablonský I., Šašek V., Vančuříková Z. (2013). Houby jako lék. Ottovo nakladatelství, s.r.o. Praha. ISBN 978-80-7451-257-5. 199 s.
- Blaschke H. (1986). Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung mykorrhizierter Feinwurzeln von Fichten in Waldschadensgebieten. Forstw. Cbl 105, 477-487.
- Blaschke H. (1990). Mycorrhizal populations and fine root development on Norway spruce exposed to controlled doses of gaseous pollutants and simulated acid treatments. Environm. Pollut. 68, 409-418.
- Cienciala E, Zatloukal V., Beranová J., Kučera J., Russ R. et al. (2014). Lesnická adaptační strategie pro měnící se prostředí v podmínkách Moravskoslezských Beskyd (LASPROBES). Závěrečná zpráva projektu GS LČR č. 43., 105 stran.
- Cudlín, P., Novotný, R., Moravec, I., Chmelíková, E., 2001. Retrospective evaluation of the response of mountain forest ecosystems to multiple stress. Ekológia (Bratislava), 20: 108–124.
- Čermák P., Rybníček M., Žid T., Kolář T., Bočková H., Přemyslovská E. (2009). Klimatické faktory jako predispoziční a iniciační faktory chřadnutí smrkových porostů ve Slezských Beskydech. Příspěvek do sborníku z mezinárodní konference (Čeladná 2009) zpracován v rámci projektu MŽP ČR Czech Terra VaV SP/2d1/93/07.
- Černý M., Beranová J., Cienciala E., Holá Š., Vopěnka P. (2001). Analýza a vyhodnocení příčin chřadnutí lesů v Beskydech. Etapa II: Vyhodnocení a syntéza dat monitoringu. VaV/620/2/00. 23 s.
- Fiala P., Reininger D., Samek T., Němec P., Sušil A. (2013). Průzkum výživy lesa na území České republiky 1996 - 2011, ÚKZÚZ Brno, ISBN 978-80-7401-066-8, s. 149.
- Helmisaari H. S., Makkonen K., Olsson M., Viksna A., Malkonen E., (1999). Fine-root growth, mortality and heavy metal concentrations in limed and fertilized *Pinus silvestris* (L.) stands in the vicinity of a Cu–Ni smelter in SW Finland. Plant and Soil 209, 193–200.
- Hruška J. (2001). Změny poměru bazických kationtů a hliníku v půdním roztoku jako příčina poškození smrkových porostů. In Hruška, J., Cienciala, E. eds. (2001): Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví, MŽP 2001.
- Lepšová A. (2003a). Ektomykorhiza pod vlivem acidifikace, vápnění a hnojení lesa I. - Reakce kořenů a mykorrhiz. Lesnická práce 5/2003, str. 24-25.
- Lepšová A. (2003b). Ektomykorhiza pod vlivem acidifikace, vápnění a hnojení lesa II. - Interakce s hliníkem. Lesnická práce 6/2003, str. 22-23.
- Lesinski, J.A., Landman, G., 1995. Crown and branch malformation in conifers related to forest decline. In Cape, J.N., Mathy, P. (eds.). Scientific basis of forest decline symptomatology. Air Pollution Research Report 15. Commission of European Communities, Brussels: 95–105.
- Menon M., Hermle S., Abbaspour K. C., Günthardt-Goerg M. S., Oswald S. E., Schulin R. (2005). Water regime of metal-contaminated soil under juvenile forest vegetation. Plant and Soil 271, 227–241.
- Menon M., Hermle S., Günthardt-Goerg M. S., Schulin R. (2007). Effects of heavy metal soil pollution and acid rain on growth and water use efficiency of a zouny model forest ecosystem. Plant and Soil 297, 171–183.

- Moravčík P., Cienciala E., Hruška J. (2001). Zásady pro vápnění a dodávání živin a deficitních prvků do lesních půd. In. Hruška. J., Cienciala, E. eds. (2001): Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví. MŽP. S 79-83.
- Puhe J., Ulrich B. (2001). Global climate change and human impacts on forest ecosystems. *Ecological Studies* 143, p. 593.
- Turek, K., Rychtecká, P., Samec, P., Křístek, Š. 2009. Průzkum zdravotního stavu smrkových porostů v Těšínských Beskydech. Výzkumná zpráva, dep. ÚHUL Frýdek-Místek, 74 stran.

## AUTORSKÝ KOLEKTIV

1. Tým IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů
  - ČÁST I, III, IV
2. Tým MENDELU – Lesnická a dřevařská fakulta, Brno
  - ČÁST II