

# KONCEPCE KATALOGU ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ NA ZMĚNU KLIMATU, PŘEHLED RIZIKOVÝCH MOMENTŮ – VÝCHODISKA PRO NAVRŽENÁ ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ

Výstup z projektu FRAMEADAPT  
EHP-CZ02-OV-1-019-2014

*Petr Čermák, LDF MENDELU Brno*

# KLIMATICKÁ ZMĚNA



**80té roky 20. století** – první vědecké důkazy o hrozbě globální klimatické změny.

**1988** – WMO a Programem OSN pro životní prostředí (UNEP) založen Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC – Intergovernmental Panel for Climate Change).

**2014** – 5. hodnotící zpráva IPCC potvrzuje, že změna klimatu probíhá již nyní a její dopady v blízké budoucnosti zasáhnou všechny kontinenty i oceány .

www.ipcc.ch

ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

WHO UNEP

Languages IPCC web pages Search

Home  
Organization  
Procedures  
Working Groups / Task Force  
Activities  
Calendar  
Meeting Documentation  
News and Outreach  
Publications and Data  
Presentations and Speeches  
IPCC Scholarship Programme  
Links  
Contact

About Focal Point Media and Journalists Researchers and Students Bureau

Fifth Assessment Report (AR5)

CLIMATE CHANGE 2014 Synthesis Report

CLIMATE CHANGE 2013 The Physical Science Basis

CLIMATE CHANGE 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability

CLIMATE CHANGE 2014 Mitigation of Climate Change

AR6 SR1.5 SRÖCC SR2 Methodology Report AR5

44th Session of the IPCC, Bangkok, Thailand

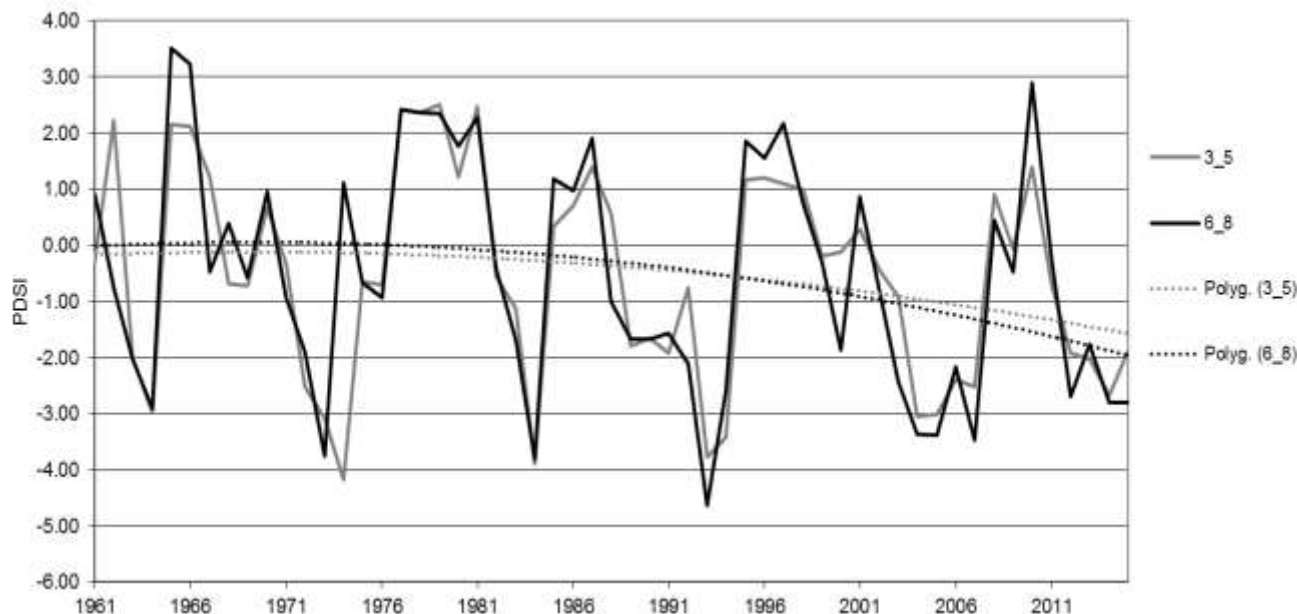
Recent Meeting Reports

# KLIMATICKÁ ZMĚNA



## V ČR – distribuce srážek, dostupnost vody v půdě

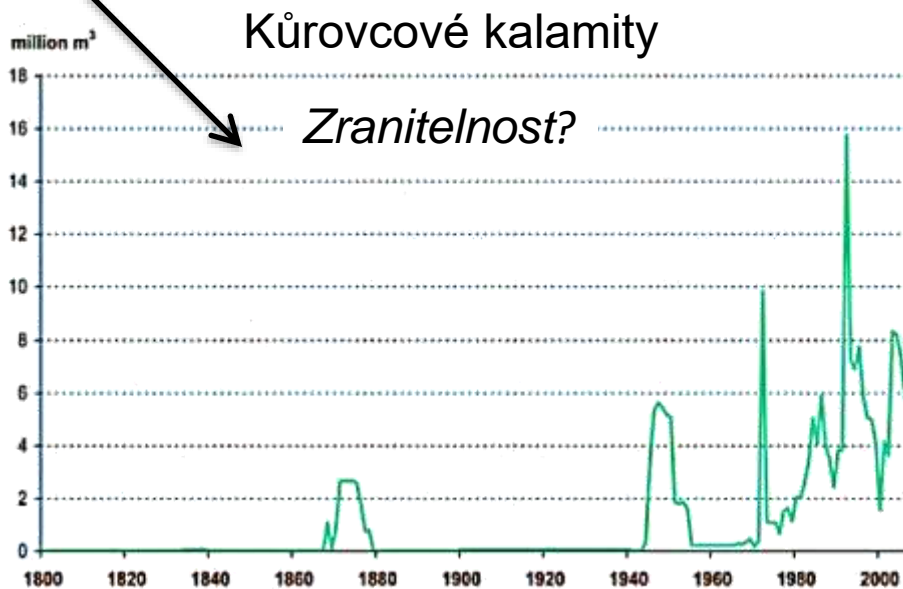
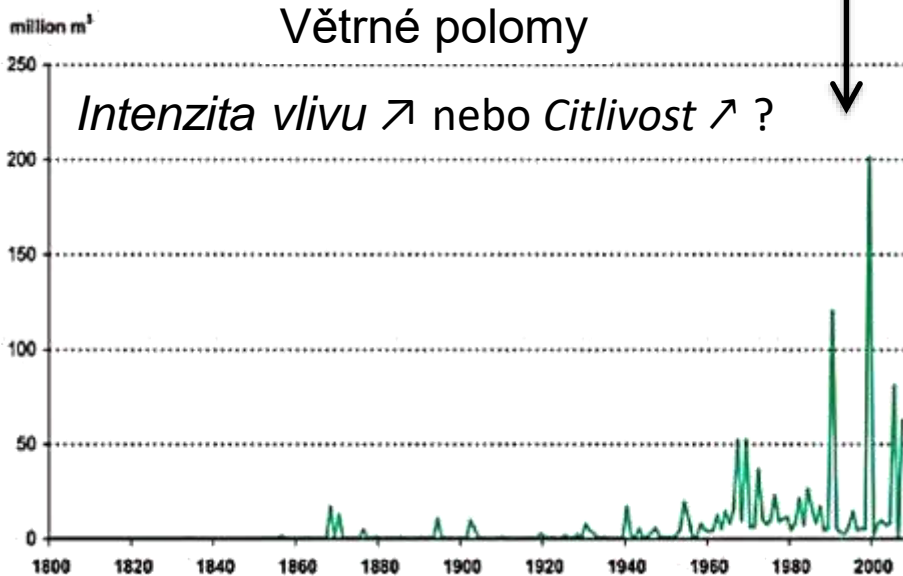
- většinou nejsou dosud zjištěny žádné signifikantní poklesy jarních měsíčních srážek (byť i ty byly v některých lokalitách pozorovány);
- **kombinace vyššího celkového záření, vyšší teploty a deficit tlaku vodních par zvyšujících evapotranspiraci, společně s dřívějším začátkem vegetační doby vedou k rychlejšímu vyčerpání zásob vody v půdě.**



*Průměrné měsíční hodnoty Palmerova indexu závažnosti sucha (PDSI) v oblasti Libavé pro období března–květen (3\_5) a červen–srpen (6\_8), 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)*

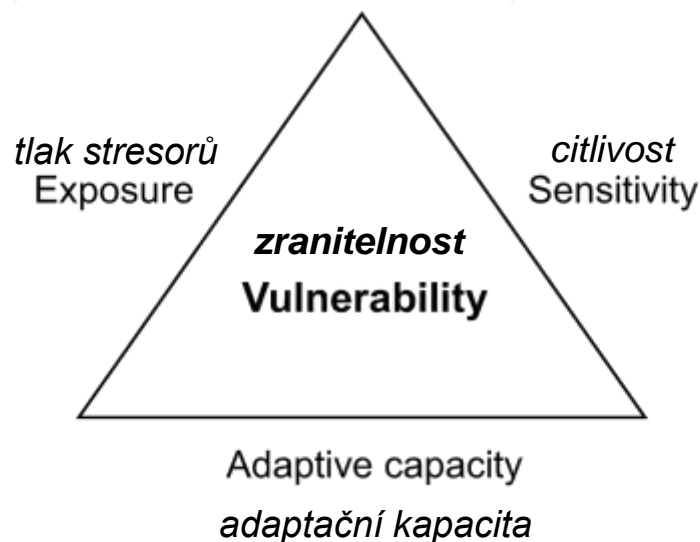
# DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY

V Evropě zřejmý nárůst poškození lesa



Zranitelnost ekosystémů, respektive dopady klimatických změn na ně jsou dány vzájemně provázanými změnami tlaku na ekosystémy vyvíjeného, jejich citlivosti a jejich adaptační kapacity.

Dle Dobbertin, DeVries, 2008; Bolte et al. 2009, Lindner et al., 2010, Bolte et al. 2014.



# ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ = NUTNOST



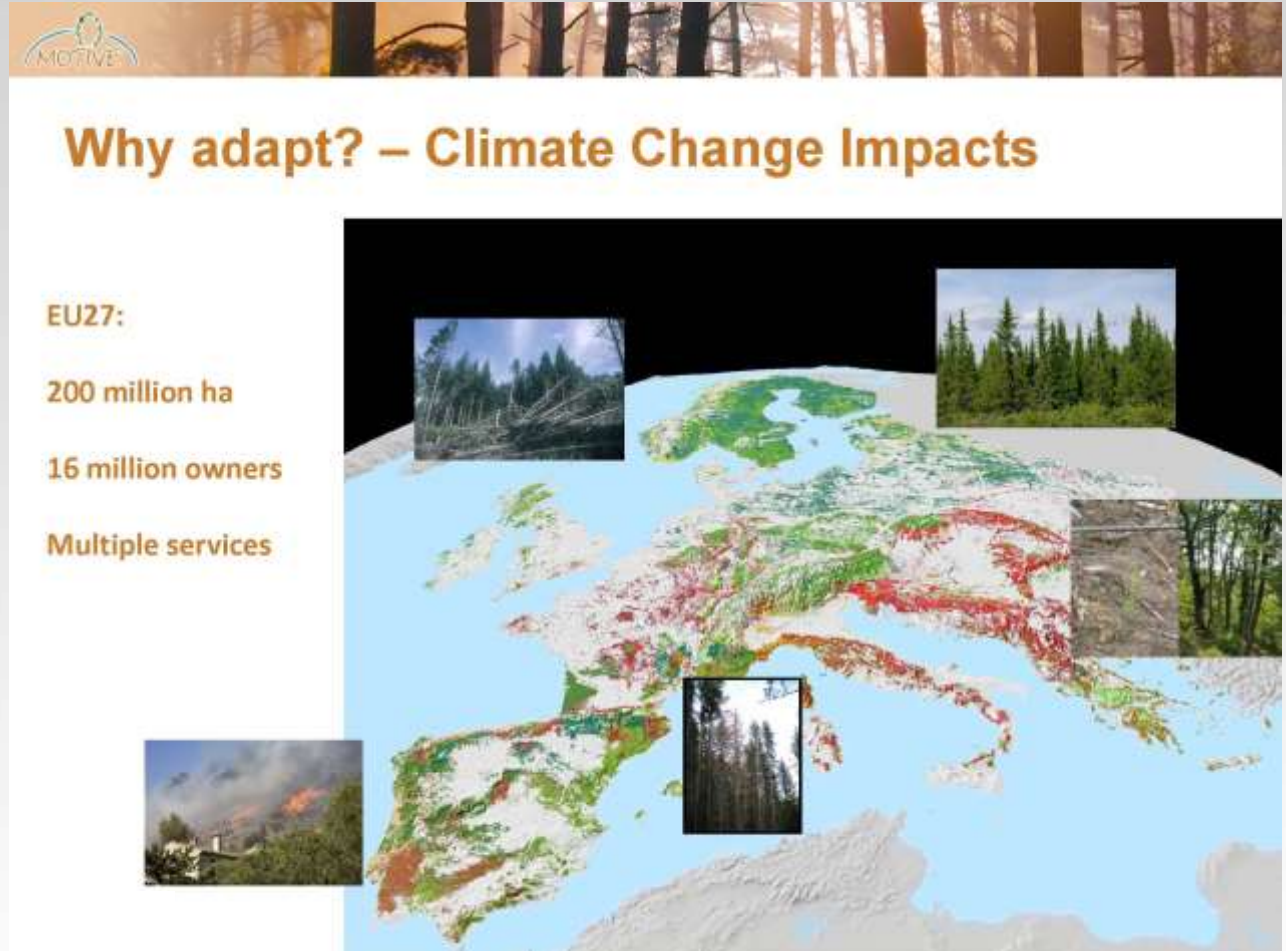
Zásadně se mění  
podmínky  
pro hospodaření.

Nárůst rizik.

Vlastnictví lesa a  
způsoby hospodaření  
v něm jsou velmi  
rozdílné.



**Potřeba metodického  
vedení, rámců  
pro hospodaření.  
Potřeba existence  
ekonomických a  
legislativních opatření**



# Jak adaptovat? Obecné přístupy

## OCHRANA STRUKTUR LESA – "reaktivní", „beze změny“

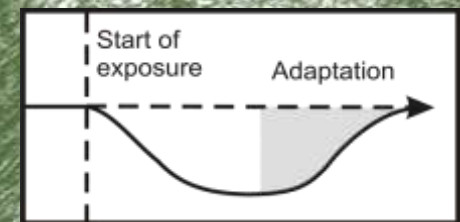
- Zachování stávajících struktur lesa tam, kde jsou pro to podmínky, kde jsou nízké nepříznivé dopady nebo vysoká odolnost ke GKZ
- Vysoká pravděpodobnost pro zlepšení stability pěstebními opatřeními
- *Rostoucí riziko rozpadu, vysoké riziko významných ztrát*

## AKTIVNÍ ADAPTACE – "výhledová", "proaktivní"

- Introdukce nových druhů/proveniencí – „asistovaná migrace“
- Změna obmýtlí, struktur porostu (například hustoty), změna způsobů výchovy...
- Disturbanční management (ovlivňování vzniku disturbancí, management na disturbancí vzniklých plochách...)
- *Vysoké náklady, vysoké vynaložené úsilí – odborná, časová, provozní i ekonomická náročnost*

## PASIVNÍ ADAPTACE – „bez opatření“

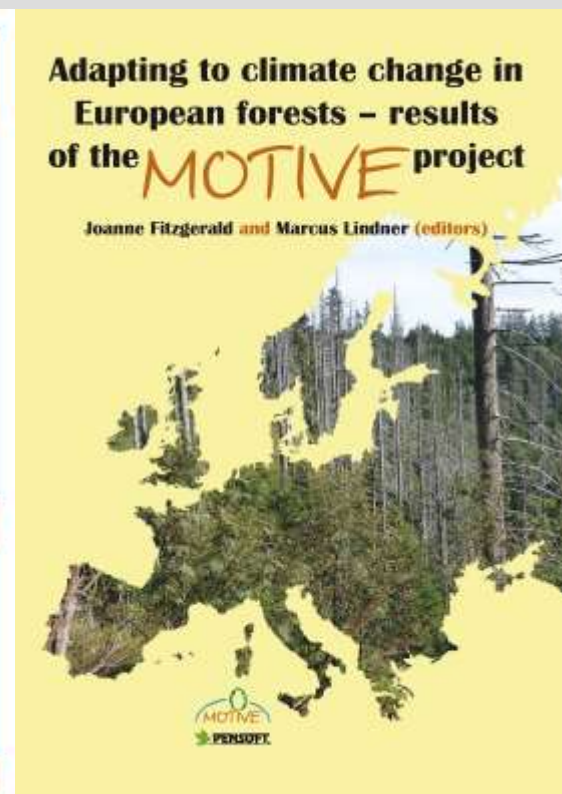
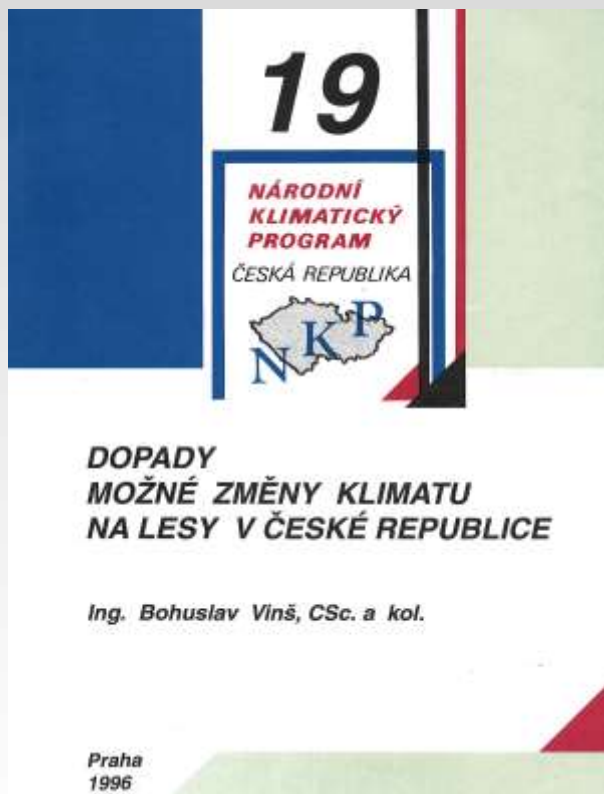
- Žádné aktivní zasahování
- Použití spontánních adaptačních procesů (sukcese, přírodní výběr)
- Akceptovatelné pro lesy nízkého ekonomického (ekologického) významu
- *Žádná opatření – příznivý poměr cena-prospěch*



# ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ = NUTNOST



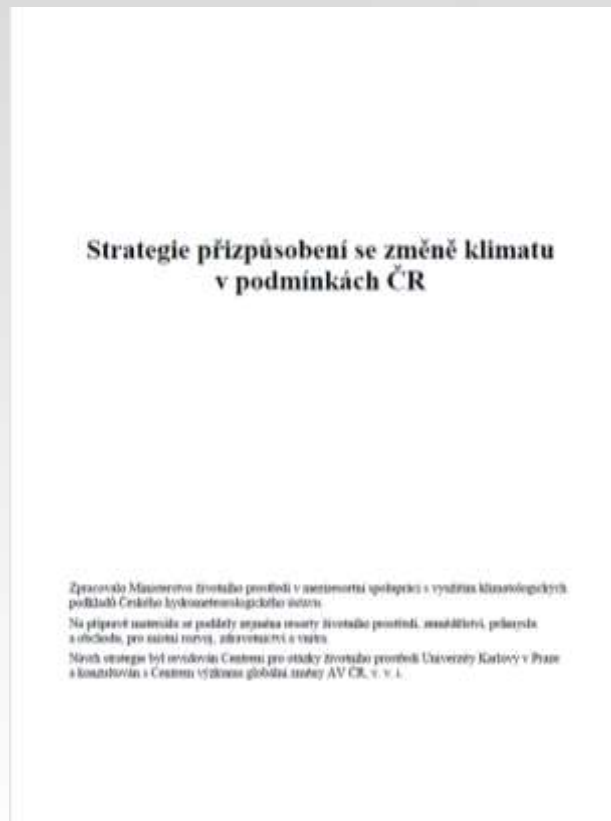
Dopady GZK a adaptační opatření již minimálně 20 let řešeny na všech úrovních, základní teze definovány, chybí však rozpracování do provozně uchopitelných detailů – rámce hospodaření, východiska pro výběr hospodářských alternativ, legislativní prostředí...



# ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ = NUTNOST



K 16. dubnu 2013 Evropská Komise zveřejnila **Strategii EU pro přizpůsobení se změně klimatu** společně s rozsáhlou dopadovou studií a několika průvodními dokumenty. **Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR** byla v říjnu 2015 schválena vládou ČR.





# ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ = NUTNOST



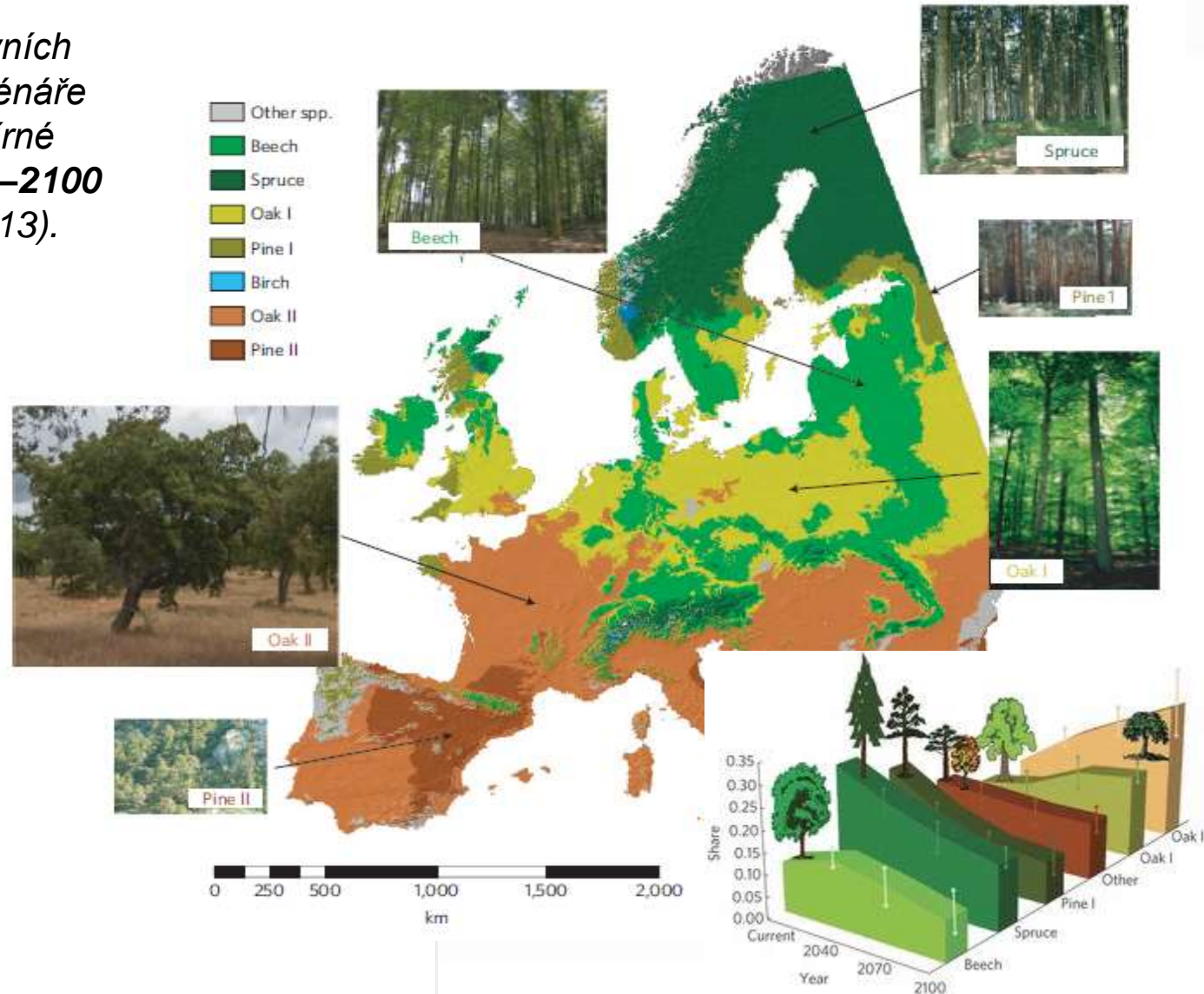
Potenciální rozšíření hlavních dřevin v Evropě podle scénáře A1B, CLM/ECHAM5 – mírné oteplení pro období 2070–2100 (HANEWINKEL et al., 2013).

**VÝRAZNÉ ZMĚNY  
PODMÍNEK PRO  
PĚSTOVÁNÍ DŘEVIN**



**NUTNOST ZMĚN  
HOSPODAŘENÍ**

**UPŘESNIT RIZIKA  
A PRAVDĚPODOBNÉ  
DOPADY PRO ČR**



# Optimální klimatické podmínky pro smrk, probíhající klimatické změny vedoucí k vodnímu deficitu a z nich vyplývající důsledky a ohrožení pro jeho pěstování



## Optimální podmínky pro smrk = perhumidní:

- Langův dešťový faktor nad 120
- průměrná roční teplota pod 6°C
- roční srážky 700–800 mm a více
- De Martonneho index aridity  $I > 60$
- vegetační doba 120–130 dní

častější výskyt období s teplotou v noci pod bodem mrazu a ve dne nad ním a to i výrazně – nedostatek dostupné vody v půdě (zmrzlá půda) s rizikem vytranspirování

vyšší záření, vyšší teploty, nižší vlhkost vzduchu, nerovnoměrnost srážek = nedostatek vody v půdě na jaře a na začátku léta či po celou vegetační sezónu a to zejména v nižších polohách (3. a 4. lvs)

zvýšená četnost extrémních klimatických jevů – bořivých větrů (rozpad porostu), extrémně horkých dní (predispozice, vysoký výpar)

prodloužení vegetační doby – dřívější vyčerpání vody z půdy; riziko pozdní lignifikace a následného poškození mrazem

*délka vegetační doby ve 4. stupni je přibližně 140–150 dní, v roce 2030 by mohla být ještě o 10–15 dní delší.*

- ***pokles radiálního růstu smrku v pahorkatinách a nižších horských polohách***
- ***snížení vitality a chřadnutí smrkových porostů***
- ***vyšší riziko rozpadu porostů***
- ***pokles rozlohy lesa vhodné pro pěstování smrku, respektive pro jeho rentabilní a bezpečné pěstování***

# KATALOG obecných rámcových lesnických adaptačních opatření



## VÝCHODISKA:

- výstupy Národního klimatického programu
- klíčová akce 6 Národního lesnického programu
- analýza výsledků prvního a opakovaného cyklu inventarizace krajiny CzechTerra
- dosavadní terénní výzkum řešitele a partnerů projektu

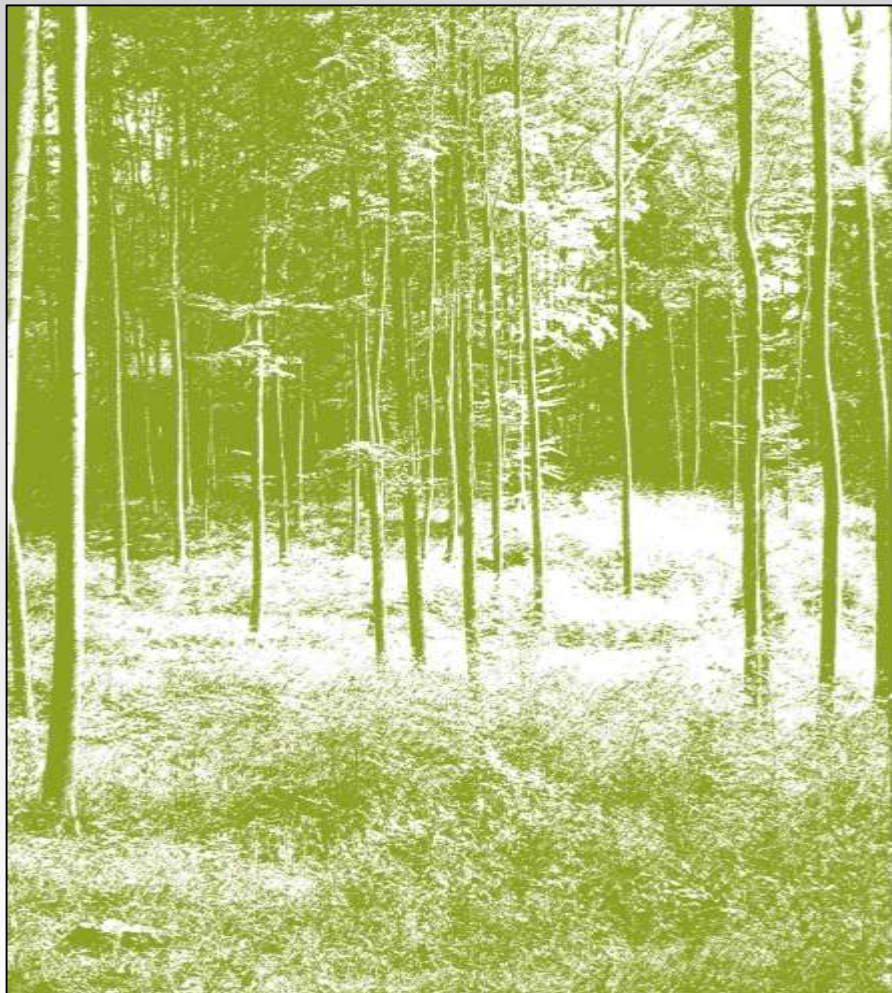


Cílem je, aby vytvořený přehled–katalog lesnických adaptačních opatření mohl být klíčem pro jejich výběr v konkrétních situacích, na konkrétních majetcích a lokalitách.

## Cílová skupina:

- vlastníci lesa a lesní hospodáři
- orgány státní a veřejné správy – podklad pro metodické řízení

# KATALOG obecných rámcových lesnických adaptačních opatření



**PETR ČERMÁK • VLADIMÍR ZATLOUKAL • EMIL CIENCIALA  
RADEK POKORNÝ • JAN KADAVÝ • MICHAL KNEIFL • JIŘÍ KADLEC  
LUMÍR DOBROVOLNÝ • ANTONÍN MARTINÍK • TOMÁŠ MIKITA  
ZDENĚK ADAMEC • PETR KUPEC • ROMAN SLOUP • LUDĚK ŠIŠÁK  
KAREL PULKRAB • MIROSLAV TRNKA • FRANTIŠEK JUREČKA**

---

## **KATALOG LESNICKÝCH ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ**

---



Realizováno v rámci projektu EHP-CZ02-OV-1-019-2014  
FRAMEADAPT Rámce a možnosti lesnických adaptačních  
opatření a strategií souvisejících se změnami klimatu

*Podpořeno grantem z Islandu, Lichtenštejska a Norska.  
Supported by grant from Iceland, Liechtenstein and Norway*

---

**BRNO, PRAHA  
2016**

# KATALOG

## Přehled rizikových momentů

### příklad **SUCHO**



## SUCHO

### OBECNÉ CÍLE HOSPODAŘENÍ (ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ)

- » zlepšení vodní bilance
- » udržení přízevných mikroklimatických a mezoklimatických podmínek
- » snížení evapotranspirace
- » snížení intercepce
- » zvýšení infiltrace
- » zvýšení retence
- » snížení rizika plošného odumírání porostů suchem
- » snížení rizika kalamitního výskytu biotických činitelů (po predispozici suchem)
- » zvýšení druhové a strukturální bohatosti lesa
- » revitalizace narušení půd převážně biologickou cestou
- » snížení možnosti vlivu bořivého větru

### ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ

#### SPECIFICKÁ PRO DANÉ SUBRIZIKO

#### primární nedostatek vody

- » výsadba na pozizim
- » krytokořená sadba
- » vhodné skladování a přeprava sazebního materiálu
- » výchova redukcí počet jedinců (nižší odběr a menší intercepce)
- » vyklizování biomasy z povrchu půdy (dílič efekt)<sup>1</sup>
- » úprava prostorové skladby – ovlivnění konkurence (nadzemní / podzemní)
- » omezení záměrného (primární) i sekundárního odvodnění (špatně trasované cesty, koleje, rýhy)
- » zvýšení prostorové diversity porostů (vyšší ukládání sněhu) a zastoupení jehličnanů (zpomalení odtávání sněhu)

#### nedostatek vody při náhlém nárůstu teplot na začátku jara (fyziologická sypanka)

- » obnova pod clonou porostu (omezená uplatnitelnost v boreální oblasti – limitující teplota pod porostem)

### ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ

#### PRO RIZIKOVÝ MOMENT JAKO CELEK

- » postupné snížení obmýtí
- » zvýšení pestrosti dřevinné skladby – více hluboko kořenících (> infiltrace) a listnáčů (<intercepce a kyselá depozice); podpora dřevin s vyšší odolností k suchu a vyšší efektivitou využití vody
- » využití pionýrských a melioračních dřevin
- » podpora přirozených adaptačních procesů – maximalizace využití přirozené obnovy, využití vegetativní obnovy (+uzřízení vhodného klimatu pro generativní obnovu)
- » dvoufázová obnova na kalamitních holinách
- » využívání sljí a podsljí
- » rozrůznění věkové a prostorové struktury – jednotlivé, houčkovité a skupinovitě smíšené (malé skupiny)
- » maloplošné podrostití a nepasečné způsoby hospodaření
- » vytváření kvalitního polopropustného porostního pláště
- » časnější výchovné zásahy; podpora vitálních stromů (korun)

#### snížená schopnost příjmu vody poškozeným kořenovým systémem

#### zvýšená citlivost vůči přísuškům u dřevin s posunem kořenů k půdnímu povrchu – do H eventuálně H/A horizontu (důsledek acidifikace a nutriční degradace)

#### narušená mykorrhíza (důsledek acidifikace a nutriční degradace)

- » zvýšení zastoupení dřevin s melioračním efektem
- » zmenšení zastoupení neopadavých jehličnanů pro snížení kyselé depozice
- » omezení stromové metody a zvýšení podílu dřeva ponechaného k dekompozici – zlepšení bazické saturace a mikroklimatu, omezení poškození kořenových náběhů

- » ponechávání vyššího podílu biomasy k dekompozici (tenké dříví a kůra), omezení pálení kletu, výroby energ. štěpky a stromových metod<sup>1</sup>
- » úprava odtokových poměrů – rušení nevhodného odvodnění, revitalizace erozních rýh, kolejí a pojezdových tras soustředujících vodu, rozptylování vody soustředěné lesními cestami

<sup>1</sup> Vykltování biomasy z půdního povrchu by v krátkodobém měřítku měla vést k zlepšení přístupu vody k půdě (snížení intercepce), v dlouhodobém měřítku ovšem může být efekt odlišný – ponechání biomasy může snížit výpar z půdy.

<sup>2</sup> Viz předchozí poznámka



# KATALOG

## Přehled adaptačních opatření

### příklad **POSTUPNÉ SNÍŽENÍ OBMÝTÍ**



## POSTUPNÉ SNÍŽENÍ OBMÝTÍ

relevantní pouze pro pasečný způsob hospodaření v lese vysokokmenném,  
prioritní by však mělo být co nejširší uplatnění výběrů

### V oblasti HÚL:

postupné snižování obmýtí v rámcich platné legislativy při tvorbě LHP  
plánování reálné výše předmýtní těžby a nahodilých těžeb

### V provozní praxi:

nezasetřování méně atraktivních starých porostů na úkor přetěžování atraktivních  
porostů na počátku mýtnosti

snížení podílu nahodilých těžeb v předmýtních porostech

### Pokud se vyčerpají předchozí možnosti:

úprava legislativy - snížení dolní meze doporučených rozpětí obmýtí pro HS  
(podmíněno správnou interpretací závazného ustanovení maximální celkové výše těžeb  
v praxi)

### RIZIKOVÉ MOMENTY, PRO JEJICHŽ ŘEŠENÍ JE ADEKVÁTNÍ

- » sucho
- » zvýšení četnosti bořivých větrů
- » zvýšený výskyt dřevokazných hub
- » zvýšení pravděpodobnosti přemnožení kambioxylofógního hmyzu

### PŘÍNOSY (CÍLE REALIZACE)

- » snížení pravděpodobnosti plošného rozpadu porostu
- » snížení množství dřeva znehodnoceného hnilobami
- » snížení rizika kalamitních přemnožení hmyzích škůdců
- » snížení podílu nahodilých těžeb
- » snížení četnosti vzniku kalamitních holin a proředených porostů
- » snížení nákladů

### MOŽNÁ RIZIKA VYPLÝVAJÍCÍ Z REALIZACE

- » vyšší těžební procenta zejména u starších porostů mohou vést k rozvoji pasečného hospodaření a k širšímu využívání umělé obnovy, včetně zkrácení obnovních dob
- » chybná interpretace obmýtí jako předpisu těžeb (správné je to však horní limit) může znamenat skokové navýšení těžeb a tak i nárůstu emisí CO<sub>2</sub>
- » razantní (plošné náhlé) snížení obmýtí může v důsledku těžební nepřipravenosti porostů vést k nárůstu nahodilých těžeb (snížení obmýtí realizovat jen v předem stabilizovaných porostech schopných přirozené obnovy)

- » snížení podílu zralostních stádií porostů (vyšší biodiverzita), může vést k poklesu biodiverzity v územích s vysokým podílem porostů se snižovaným obmýtním
- » snížení půdoochranné funkce
- » nižší využití růstového potenciálu dané dřeviny a produkčního potenciálu stanoviště



# KATALOG

## Katalog rizikových momentů

### příklad Zvýšení pravděpodobnosti přemnožení kambioxylofágního hmyzu



## ZVÝŠENÍ PRAVDĚPODOBNOSTI PŘEMNOŽENÍ KAMBIOXYLOFÁGNIHO HMYZU

### Specifikace rizikového momentu

Kambioxylofágní hmyz je typickým mortalitním faktorem v oslabených, poškozených či chřadnoucích porostech, charakteristický tomu tak bývá u epizod chřadnutí vyvolaných suchem. Mezi rizikové druhy patří zejména kůrovcovití brouci na smrků ztepilém: lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), lýkožrout severský (*Ips duplicatus*) nebo lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*). Při silných predispozicích mohou však být výrazné problémy způsobeny či spolupůsobeny i dalšími druhy, jako je např. lýkohub matrný (*Pityophtorus pityographus*) či lýkožrout menší (*Ips amitinus*); kalamičné poškození mohou být i další, zejména jehličnaté, dřeviny. V důsledku postupující GKZ je však možné, že se kalamičné uplatní i druhy, které se v našich podmínkách dosud nepřemnožují či dokonce ani nevyskytují.

### Predikce jeho výskytu při GKZ

VAN VLIET (2008) uvádí, že 62% pozorované proměnlivosti načasování fázi životního cyklu organismů různých taxonů lze vysvětlit změnami podnebí. Očekávané zvýšení teploty ve vegetační sezóně (včetně zvýšení výskytu dní s extrémně vysokými teplotami) a častější období přísušků či sucha budou obecně vytvářet příznivé podmínky pro gradace populací hmyzu, a to zejména polyvoltinních druhů. Je také možné, že některé monovoltinní druhy se stanou druhy bivoltinními. Při vyšší teplotě bude na jaře dříve začínat akti-

vita zimujících jedinců, bude se zkracovat doba vývoje jedné generace a tak zároveň zvyšovat počet generací. S narůstající teplotou dojde navíc k prodloužení vegetační doby a tak i období, v kterém může vývoj škůdců probíhat – důsledkem bude opět zvýšení počtu generací (dokončení vývoje generace, jejíž vývoj byl dříve ukončen nevhodnými klimatickými podmínkami). Sníže tak bude moci dojít k strmým gradacím, které mohou mít výrazné destruktivní účinky. Pravděpodobnost přemnožení může být dále zvyšována častějšími větrnými bouřemi (nárůst jejich frekvence je součástí některých klimatických predikcí) a následnými polomy. Kromě přímých vlivů klimatických změn na biologii kůrovcovitých a na dřeviny samé (přímé poškození klimatickými extrémními, které umožní nálet kůrovcovitých), se projeví také vlivy nepřímé, tj. snížení vitality stromů a tak i jejich schopnosti odolávat atakům kambioxylofágů (viz obr.).

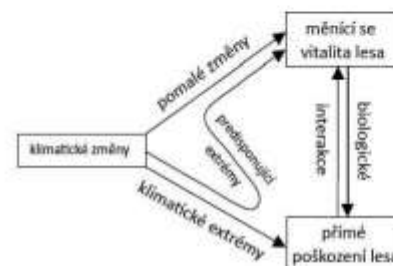
### Nejvýznamnější dopady na les a lesní hospodářství

**Ekonomické dopady** – ekonomické důsledky rozpadu porostů (náklady na kontrolu, obranu a ochranu, snížení výnosů).

**Omezení možnosti využití jemnějších přírodě blízkých forem hospodaření, negativní dopady na vertikální a horizontální strukturu** – po kalamičné zůstávají velké holny, na kterých lze použít pouze umělou obnovu, vzniklé porosty jsou věkově, výškově unifikované,

v důsledku toho v následných porostech zůstává vysoké riziko poškození větrem či sněhem, stejně tak hmyzími škůdci.

**Omezení úmyslných těžeb a jejich důsledky** – vysoké nahodilé těžby vedou k snížení úmyslných nahodilých těžeb a tím i k předířování kalamičnou nepostížených porostů (a tak opět i zvyšování rizika jejich poškození), obvykle také vede vysoký objem nahodilých těžeb k menší či pozdější realizaci výchovných těžeb.



Konceptuální model dopadů z klimatických změn (klimatických extrémů a rostoucí teploty) na vitalitu lesa dle SCHLYTER et al. (2006) a ÖHRN (2012).

### Navržená adaptační opatření:

**monitoring, prevence, včasné vyhledání a sanace napadených stromů;**

**zvýšení druhové, věkové a prastarové diversity lesa** – včetně vyššího podílu MZO, limitu podílu jehličnanů, zásada „minimálně 5x20 %“;

**rozvoj využití predátorů a parazitoidů** – vývoj a ověření nových biologických prostředků na ochranu dřevín;

**snížení obměty** – obecné snížení rizika kalamičného přemnožení;

*dlouhá obnavní doba, větší uplatnění výběrů a sukcesních dřevin.*



# KATALOG

## Katalog adaptačních opatření

### příklad ZMĚNA DŘEVINNÉ SKLADBY



## ZMĚNA DŘEVINNÉ SKLADBY

### CÍLE:

- zvýšení odolnosti a adaptability porostů
- snížení (rozložení) rizika rozpadu porostu
- zvýšení strukturní bohatosti
- zvýšení mechanické stability
- snížení rizika vzniku kalamitních holin
- zvýšení biodiverzity
- zlepšení stavu lesních půd
- zlepšení koloběhu živin
- zvýšení infiltrace
- snížení teplotní extremity



### Specifikace adaptačního opatření

Vzhledem k měnícím se podmínkám prostředí, opakovaným epizodám chřadnutí dřevin a plošným rozpadům porostů vlivem abiotických faktorů jsou změny dřevinné skladby nutné.

Jednotlivé druhy dřevin se při změně environmentálních podmínek nebudou moci na celé řadě míst bezpečně pěstovat (jakkoliv tam dnes jejich porosty jsou). A naopak příznivé podmínky pro některé z dřevin mohou nastat i na územích, kde dříve příznivé nebyly – zejména vertikální vymezení vhodných oblastí pro pěstování jednotlivých dřevin se bude vzhledem k rostoucím teplotám vzduchu pravděpodobně posouvat.

Základním cílem je dosáhnout co největší pestrosti

druhové skladby, a to ve všech prostorových měřítcích. Navýšení zastoupení či uplatnění v dřevinné skladbě mimo dosavadní lokality se bude týkat především buku, dubu, javoru, lipy, habru, z jehličnanů lze doporučit především širší uplatnění jedle a modřinu. Kromě všech dřevin již dnes zahrnutých jako cílové dřeviny do doporučených dřevinných skladeb jednotlivých hospodářských souborů bude potřebné více využívat přípravné dřeviny, jako jsou bříza, jeřáb, osika či olše. Otevřenou otázkou zůstává i širší uplatnění introdukovaných dřevin, a to pouze ve směsích.

Adaptační opatření lze rozdělit do podopatření:

- celkové zvýšení pestrosti dřevinné skladby – uplatnění principu minimálně 3x20 %, větší

uplatnění sukcesních dřevin;

- zvýšení podílu hluboko kořenících dřevin;
- zvýšení podílu suchuodolných dřevin;
- zvýšení zastoupení listnáčů a snížení jehličnanů;
- zvýšení podílu melioračních a zpevňujících dřevin.

### Důvody k jeho realizaci

Podíl listnáčů na celkové ploše lesů v ČR narůstá velmi pozvolně, v roce 2013 tvořil 25,2 % z celkové plochy lesů. Lesy v ČR jsou však stále z více než 50 % tvořeny smrkem. Jeho podíl na celkové ploše lesních porostů v dlouhodobém horizontu sice stabilně klesá (mezi roky 2000–2013 poklesl o 2,9 p.b.), nicméně, tento pokles je nerovnoměrný a neodráží změny podmínek pro bezpečné pěstování smrku, tj. nárůst teplot a změny distribuce srážek. Lze přitom předpokládat, že podíl území s akceptovatelnými podmínkami pro pěstování smrku bude již v roce 2030 pod hodnotou současného zastoupení smrku.

Základním důvodem pro požadavek celkového zvýšení pestrosti dřevinné skladby je odůvodněný předpoklad vyšší schopnosti druhově bohatých lesů adaptovat se na změny prostředí (včetně klimatických změn). Kromě druhového rozrůznění je zároveň potřebné věkové rozrůznění (viz adaptační opatření ZMĚNY FORMY SMÍŠENÍ A TEXTURY POROSTŮ a PŘECHOD NA MALOPLŮŠNÉ PODROSTNÍ AVYBĚRNÉ FORMY HOSPODAŘENÍ).

Na jednotlivé změny podmínek reagují odlišně jedinci různých dřevin (a různého věku). Lze přitom předpokládat, že alespoň některé ze zastoupených druhů dřevin budou schopny danou změnu podmínek zvládnout bez větších negativních dopadů – zvýšení bezpečnosti produkce je tak dané především rozložением rizika, lze totiž předpokládat, že nedojde k plošnému onemocnění či chřadnutí všech druhů dřevin najednou, znatelně vyšší je pak také mechanická stabilita smíšených porostů.

Další důvody pro tvorbu smíšených porostů mohou být

biologické i ekonomické povahy. Biologické aspekty zahrnují snahu o zlepšování např. půdních podmínek, vodního režimu a mikro(mezo)klimatu nebo zvyšování biodiverzity. Ekonomické aspekty pak zahrnují snahu o zvyšování hodnotové produkce porostů přimíšením cenných hospodářských dřevin (modřin, třešň, břek, javor klen, apod.).

Dalšími důvody pro intenzifikaci snahy o změny dřevinné skladby je fakt, že dosavadní změny dřevinné skladby v ČR probíhají s řadou problémů. Podíl jedle se na celkové ploše lesů od roku 1995 stabilně pohybuje kolem 1 %, a to i přesto, že její podíl na umělé výsadbě činí téměř 5 %. Při obnově lesa se v posledních desetiletích stále více uplatňují listnaté stromy a to nejen duby a buk, ale i další druhy, jejich zastoupení v mladých porostech nad 10 let je ovšem velmi často znatelně nižší než při založení porostu. V obou případech je hlavní příčinou selektivní poškozování okusem. Změny dřevinné skladby tedy musí být doprovázeny změnami mysliveckého hospodaření a důslednou ochranou minoritně zastoupených dřevin (viz opatření SNÍŽENÍ VLIVU ZVĚŘE NA POROSTY).

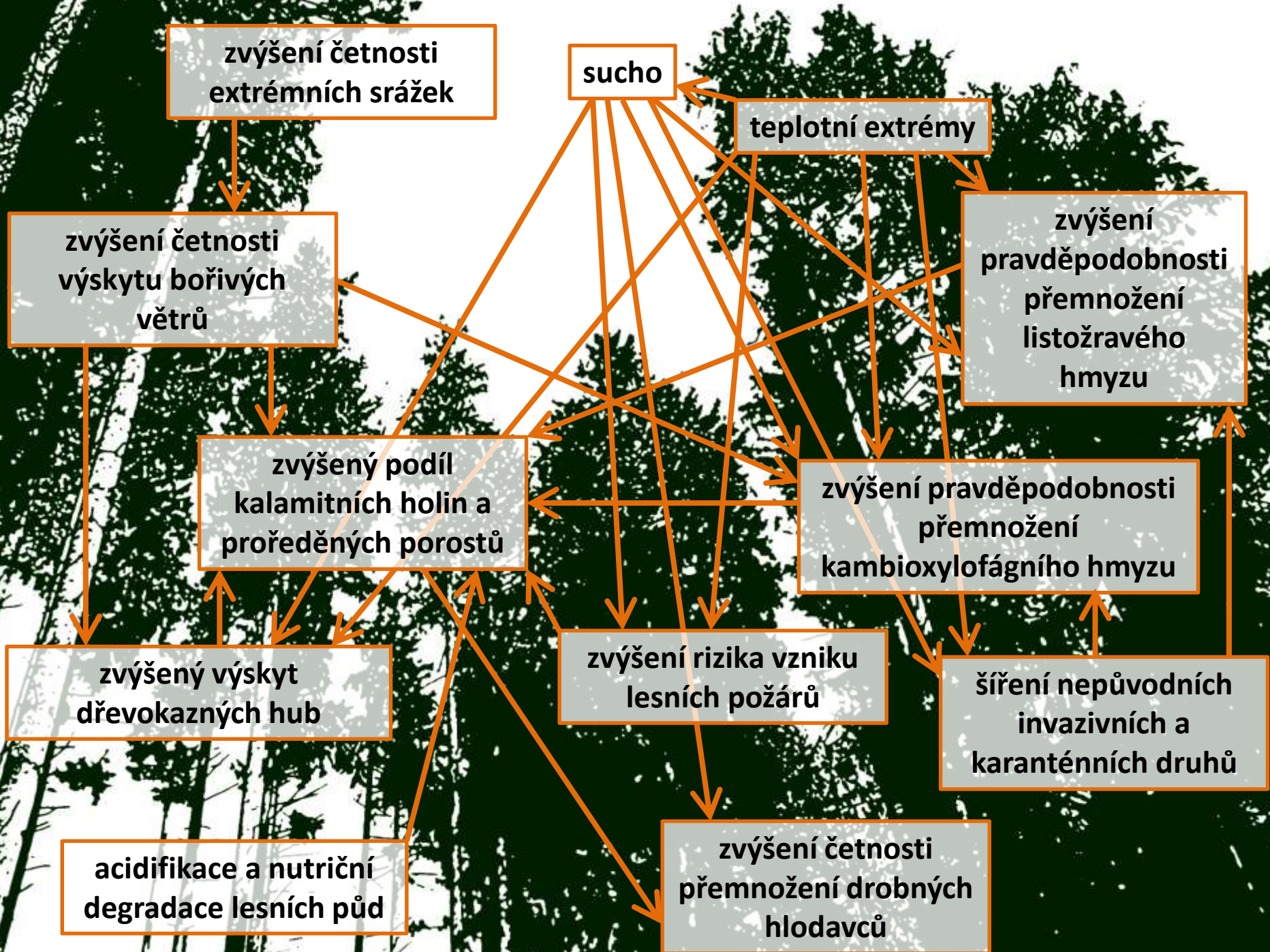
### Možná rizika realizace adaptačního opatření

- u některých směsí může dojít snížení objemu a tak i hodnoty produkce;
- náročnější výchova smíšených porostů – zvýšení nároků na provozní personál;
- snížení podílu jehličnanů přináší na jedné straně zvýšení mechanické stability vůči sněhu i větru, na druhé straně snižuje intercepci a zrychluje jarní odtávání sněhu;
- zvýšené náklady na vnašení a udržení nových druhů dřevin;
- zvýšení mezidruhové kompetice – nebezpečí těžko kontrolovatelné přirozené obnovy či invaze konkurní dřeviny.



A photograph of a forest. In the foreground, a large, dark tree trunk is visible on the left side. The background is filled with a dense stand of trees, with sunlight filtering through the canopy, creating a bright, hazy atmosphere. The overall scene is a natural, wooded area.

# PŘEHLED RIZIKOVÝCH MOMENTŮ



zvýšení četnosti extrémních srážek

sucho

teplotní extrém

zvýšení četnosti výskytu bořivých větrů

zvýšení pravděpodobnosti přemnožení listožravého hmyzu

zvýšený podíl kalamitních holin a proředěných porostů

zvýšení pravděpodobnosti přemnožení kambioxylofágního hmyzu

zvýšený výskyt dřevokazných hub

zvýšení rizika vzniku lesních požárů

šíření nepůvodních invazivních a karanténních druhů

acidifikace a nutriční degradace lesních půd

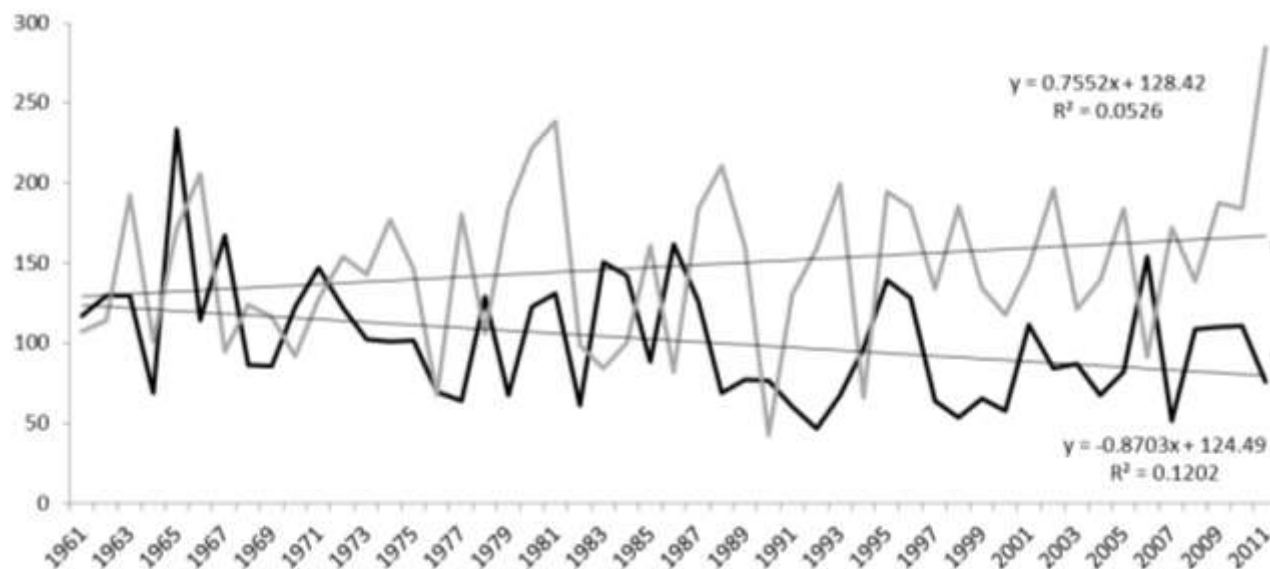
zvýšení četnosti přemnožení drobných hlodavců

# SUCHO



## Probíhající změny, predikce

- nedojde k výrazným změnám ročních úhrnů srážek;
- očekávané jsou změny v distribuci a extremitě srážek;
- obecně ohroženější je východní část s vyšší kontinentalitou;
- kombinace vyššího celkového záření, vyšší teploty a deficitu tlaku vodních par zvyšujících evapotranspiraci, společně s dřívějším začátkem vegetační doby vedou a povedou k rychlejšímu vyčerpání zásob vody v půdě.



Průměrné měsíční hodnoty úhrnu srážek na Karlštejsku v obdobích:  
**dubén–květen**  
červen–červenec

*Nedostatek srážek v klíčovém období pro růst při nezměněném úhrnu srážek za vegetační sezónu*

# SUCHO

## Probíhající změny, predikce



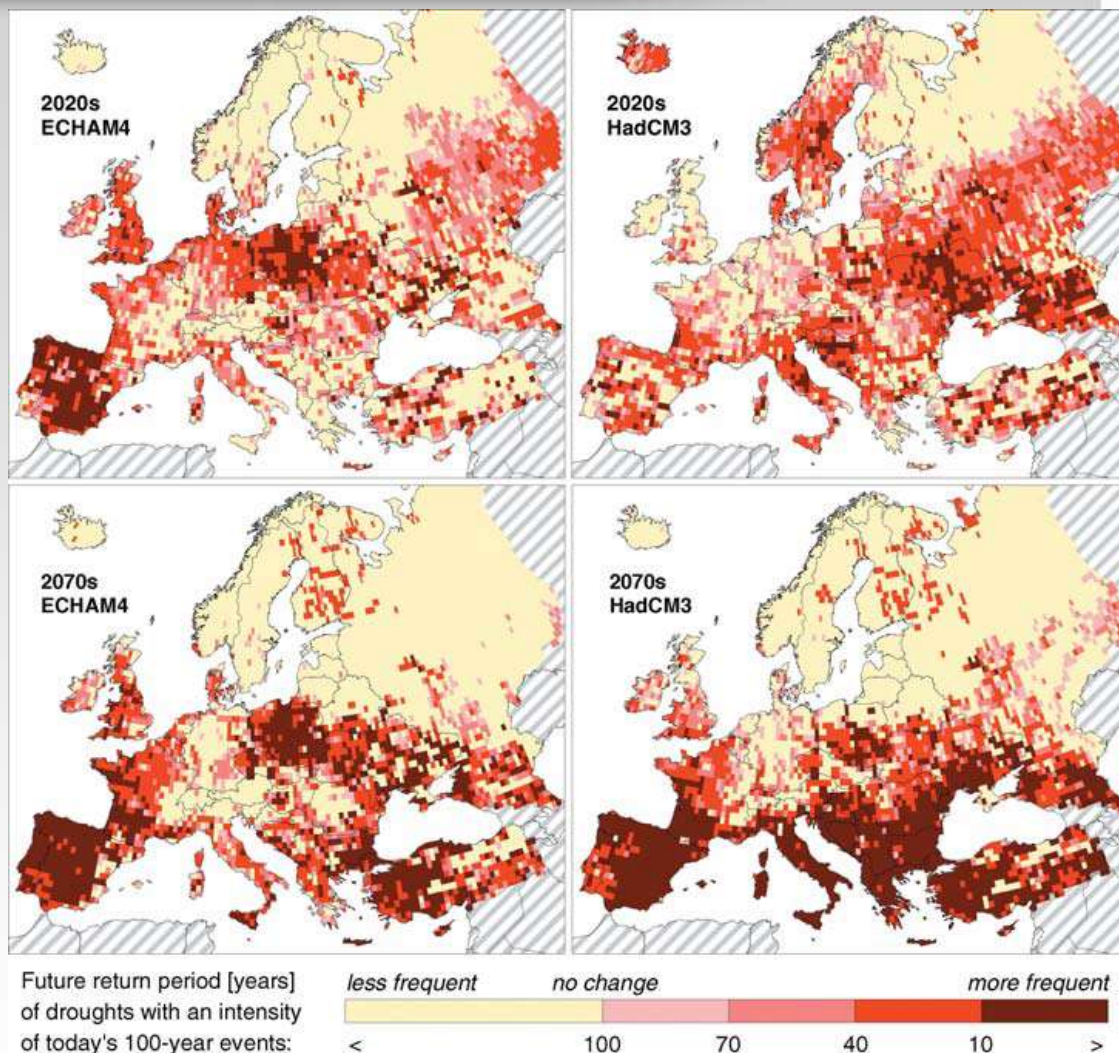
Výskyt tzv. 100letého sucha je očekáván v 21. století každých 10–50 let.



**chřadnutí dřevin  
změna dřevinné skladby  
(samovolná i tlak na  
úmyslnou managementovou  
změnu)**

**zabránění možnosti realizace  
adaptačních opatření**

*Změny v opakování 100letého sucha – srovnání mezi 1961–1990 a simulací pro 2020s a 2070s (modely klimatu ECHAM4 a HadCM3) dle Lehner et al. (2006).*

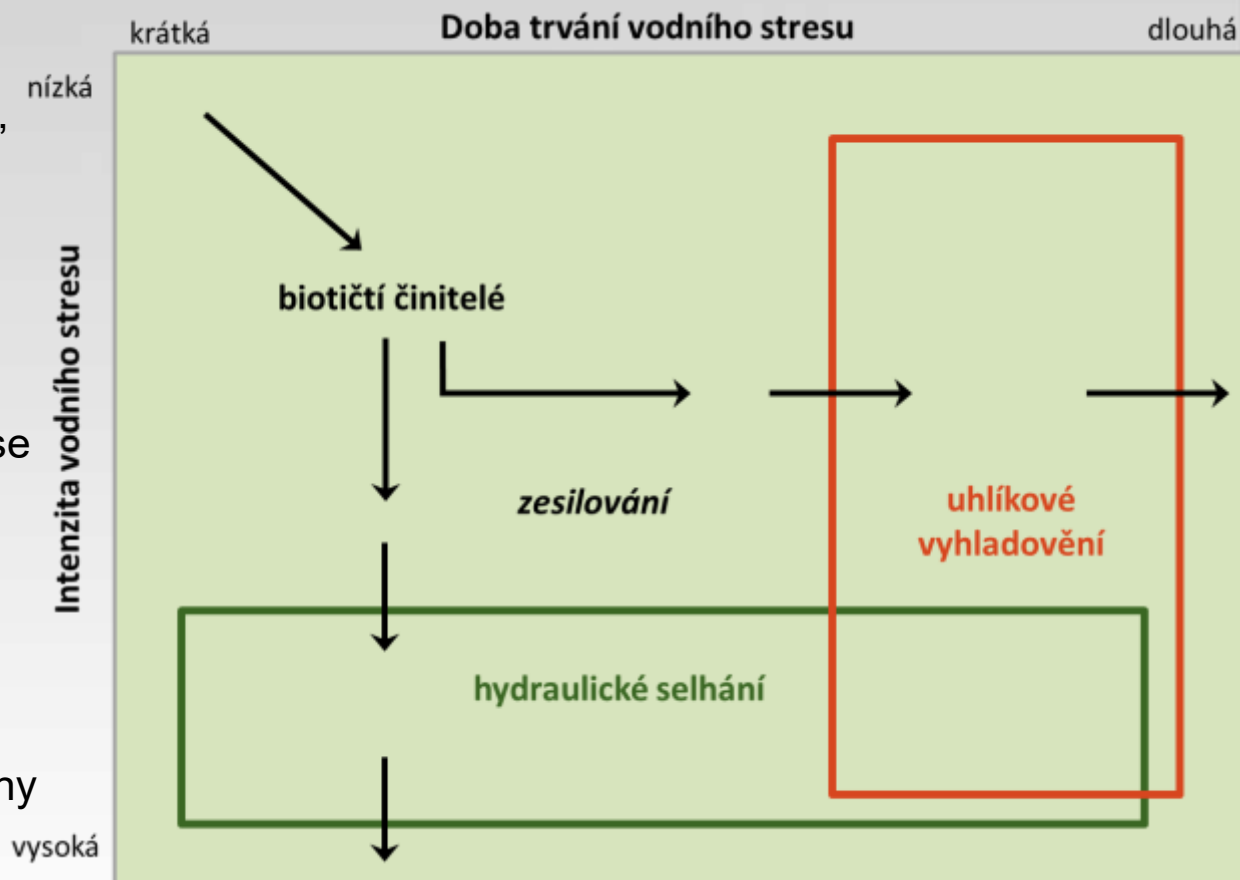


# SUCHO

**Mechanismy, které mohou při suchu vést k plošnému hynutí stromů** (McDowell et al. 2008)



- 1) hydraulické selhání**  
kavitace vodních sloupců (vznik vzduchových bublin, které přerušují tok vody v trachejích)
- 2) uhlíkové vyhladovění**  
deficit C a související metabolické omezení – snížení schopnosti bránit se biotickým činitelům
- 3) zvětšení populací biologických činitelů**  
vlivem vyšší teploty – kalamitní dopady na oslabené hostitelské dřeviny

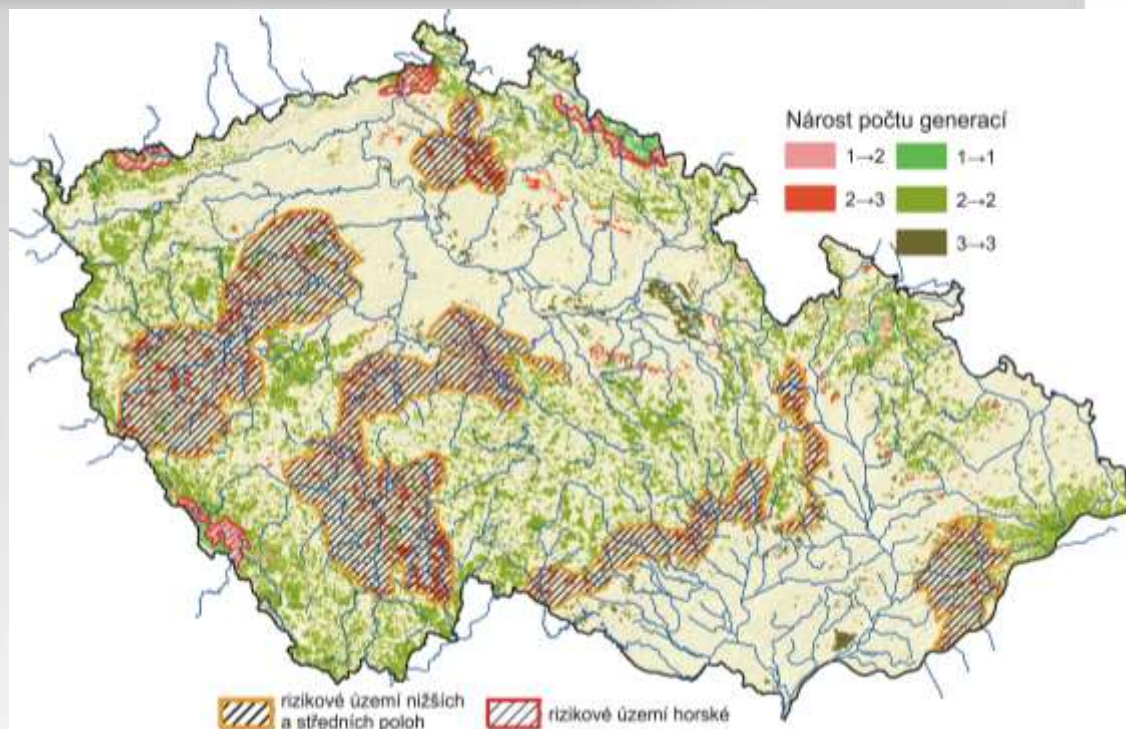


# SUCHO



## Ohrožení škůdci a chorobami

- přemnožení zejména vícegeneračních druhů, jako jsou **kůrovcoví brouci** na smrku;
- jarní či letní přísušky jsou typickým spouštěčem **akutního průběhu napadení václavkami** rodu *Armillaria*;
- předpokládat zde zvýšené uplatnění dalších hmyzích škůdců a houbových patogenů (např. vaskulárních mykóz, hub rodu *Phytophthora*);
- očekávané jsou **změny areálů škůdců a patogenů** – posun směrem na sever a do vyšších nadmořských výšek



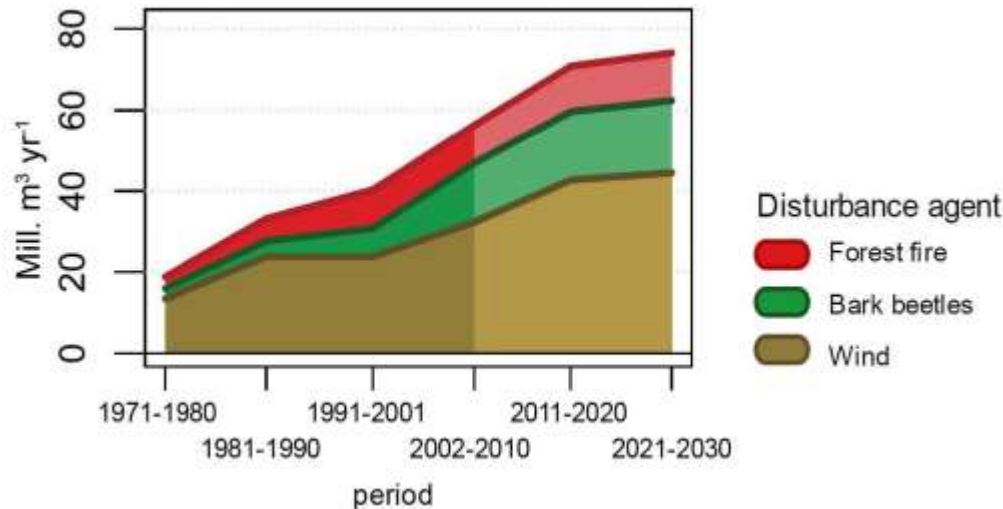
Rozložení rizikových oblastí, ve kterých je možné v období 2021–2050 očekávat nárůst počtu generací lýkožrouta oproti období 1961–1990. (HLÁSNY et al. 2015)

# ZVÝŠENÍ ČETNOSTI VÝSKYTU BOŘIVÝCH VĚTRŮ

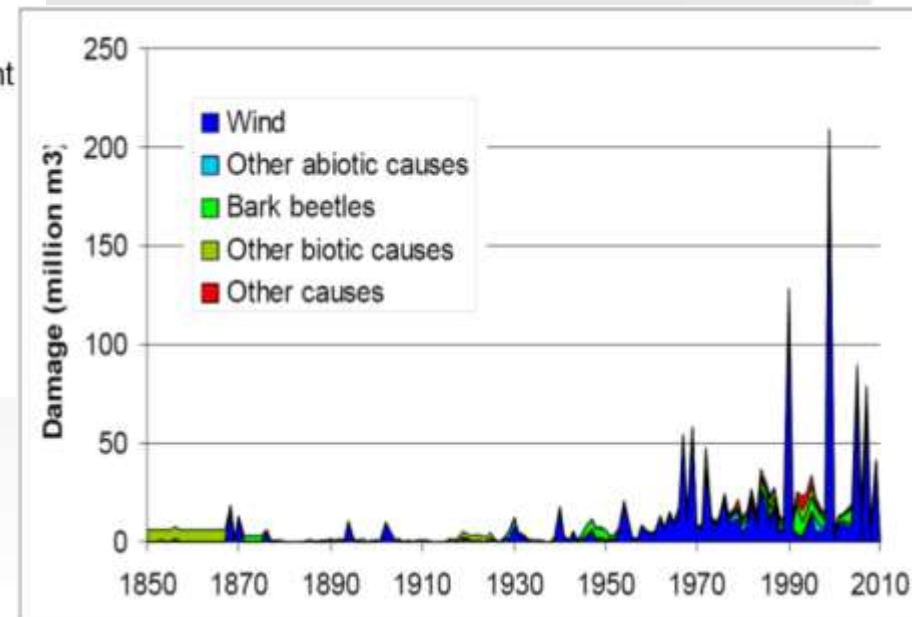


## Predikce

Z průzkumu výskytu silných větrů v českých zemích vyplývá, že do budoucna **není možné dlouhodobě predikovat chování větru a výskyt vichřic** na našem území. **Obecně je možné konstatovat, že globální oteplování bude mít vliv na nestabilitu celkové termální stratifikace a nasycení atmosféry, což může mít za následek vyšší frekvenci výskytu silných větrů.**

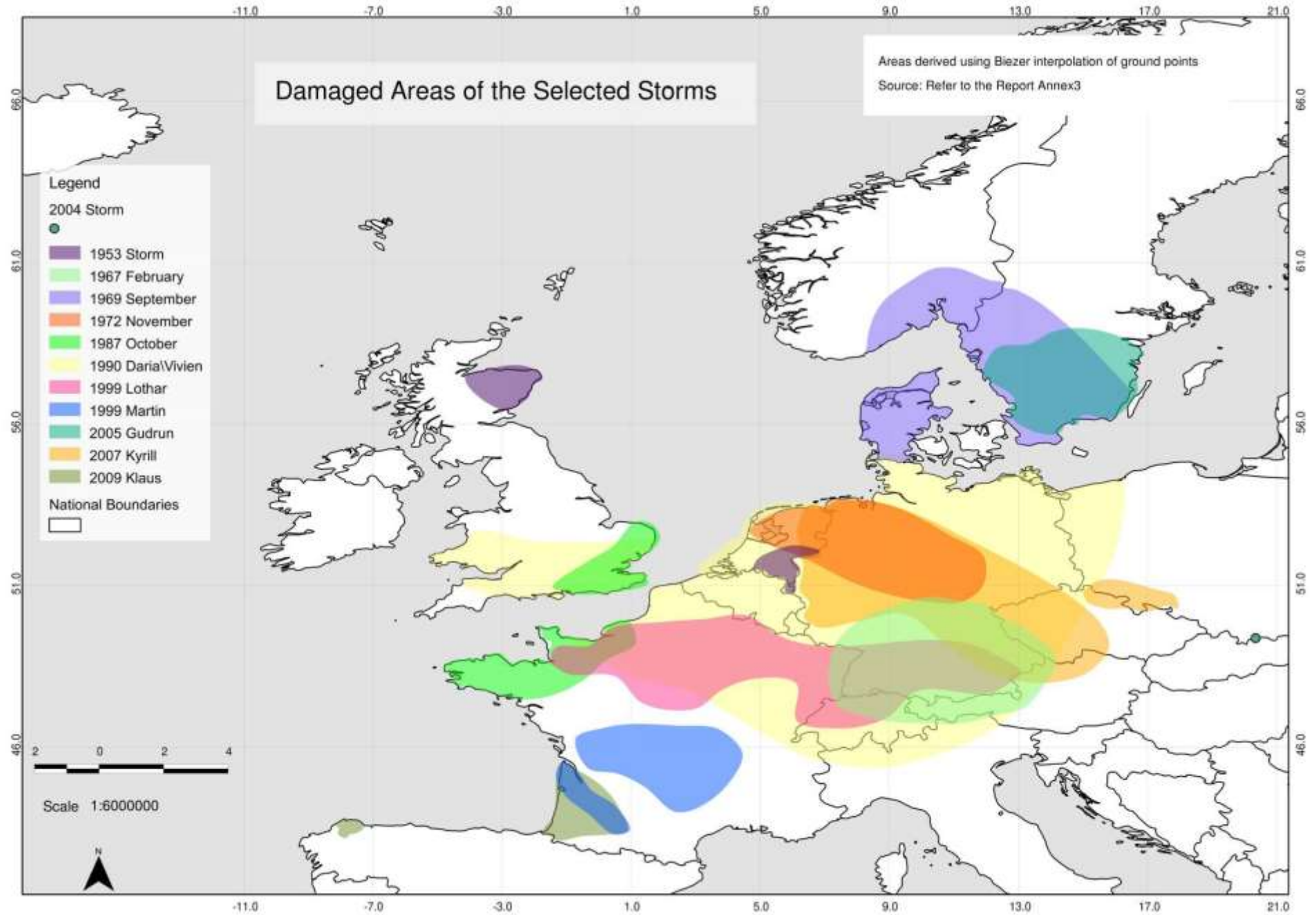


*Poškození evropských  
lesů (Schelhaas 2008)*



*Nárůst disturbancí v lesích Evropy*

*Zdroj: European Forest Institute [www.efi.int](http://www.efi.int)*



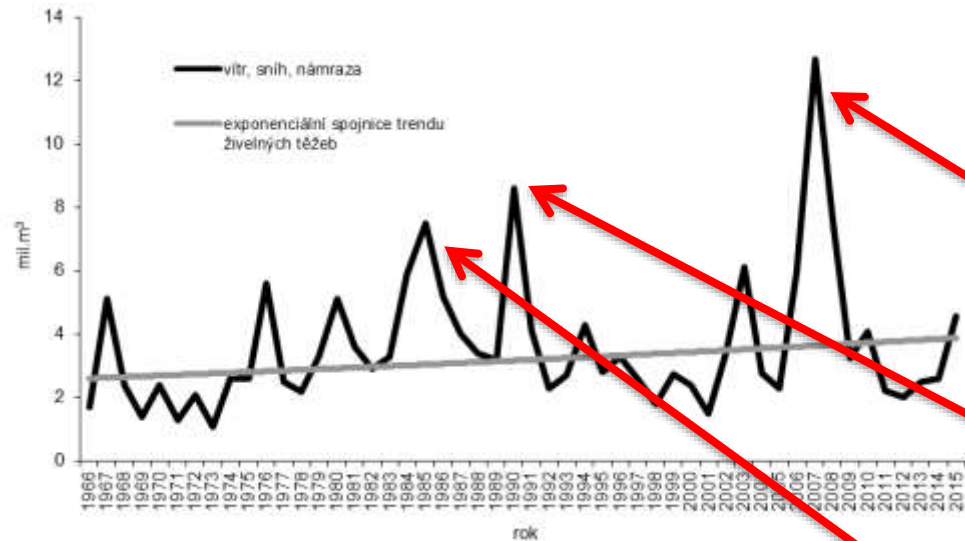
Zdroj: Gardiner et al. 2012



# ZVÝŠENÍ ČETNOSTI VÝSKYTU BOŘIVÝCH VĚTRŮ



## Důsledky

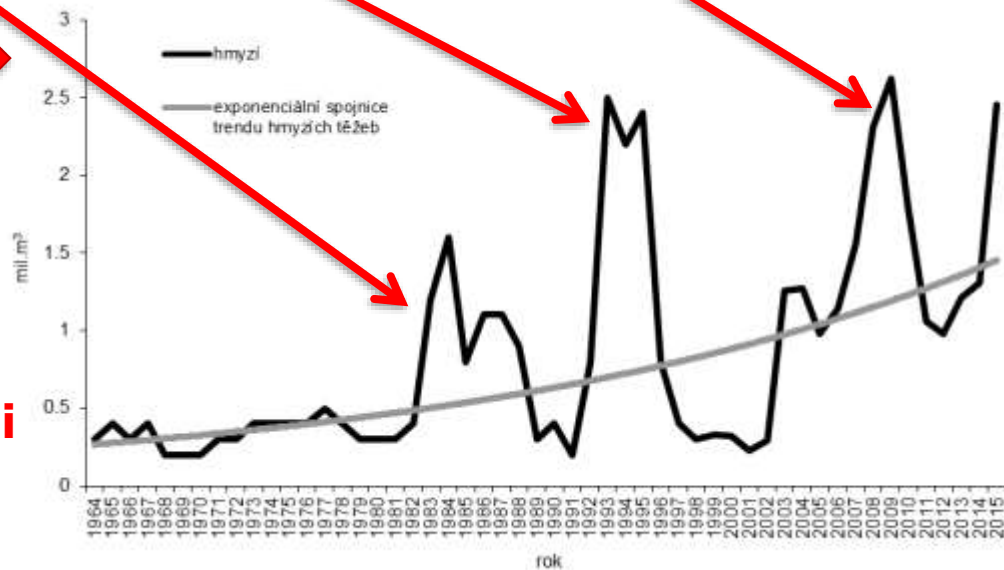


**multiplikační efekt  
vzájemně se podporující faktory**

- omezení možností využití jemnějších přírodě blízkých forem hospodaření
- na holinách lze použít pouze umělou obnovu
- vzniklé porosty jsou věkově, výškově unifikované



**zůstává vysoké riziko poškození  
větrem, sněhem a hmyzími škůdci  
zabránění možnosti realizace  
adaptačních opatření**



# ZVÝŠENÝ PODÍL KALAMITNÍCH HOLIN A PROŘEDĚNÝCH POROSTŮ



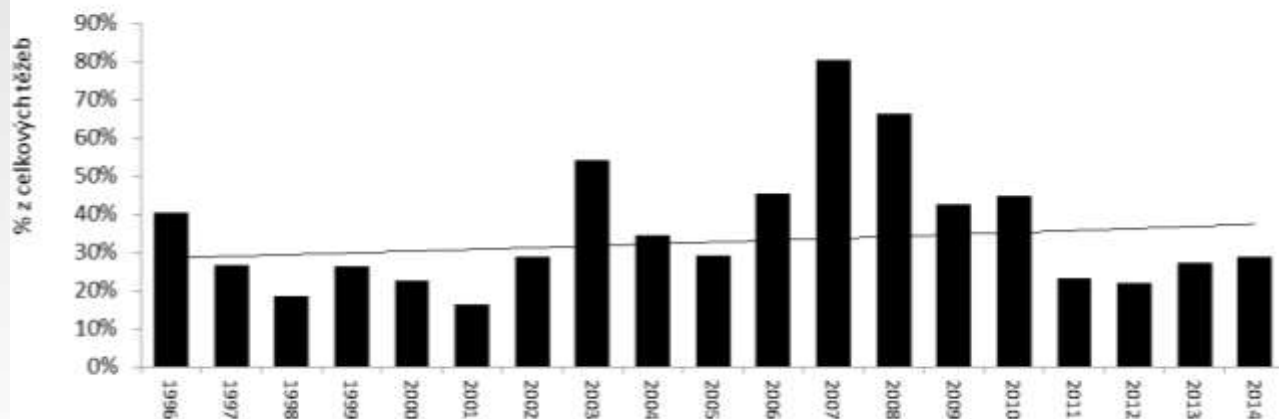
Sekundární riziko, s probíhajícími GKZ lze očekávat nárůst kalamitních událostí. Ohroženy budou především labilní nepůvodní smrkové porosty (monokultury) v nižších a středních polohách.

**Výše nahodilých těžeb v m<sup>3</sup> v trendu ztelně roste**, mírnější je nárůst nahodilých těžeb ve vztahu k celkové výši ročních těžeb.

Nejnižší nahodilé těžby byly koncem padesátých let dvacátého století, s vůbec nejnižším objemem 765 tis. m<sup>3</sup> v roce 1959.

Nejnižší relativní podíl nahodilé těžby na celkové těžbě byl v roce 1956 a 1959 (9 %), nejvyšší v letech 1985 (83 %), 1993 (81 %) a 2007 (80 %), **za období po roce 1989 je pak průměrný podíl nahodilé těžby 44 %.**

Procentuální podíl nahodilých těžeb z celkových



# ZVÝŠENÍ ČETNOSTI EXTRÉMNÍCH SRÁŽEK



## Predikce

Predikovány a v posledních dvaceti letech také pozorovány jsou změny distribuce srážek, zejména zvýšení četnosti tzv. „very wet days“

Předpověď:

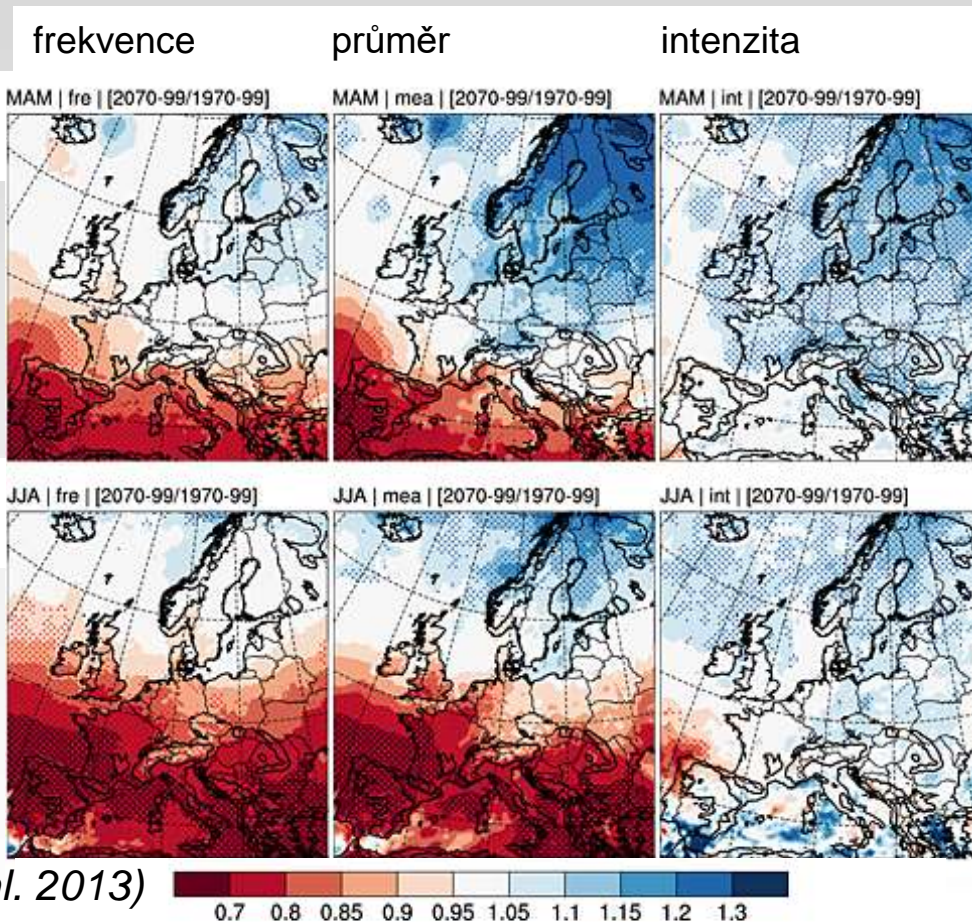
- víceméně nezměněný úhrn
- méně časté intenzivnější srážky
- delší období se slabými či žádnými srážkami



**vyšší riziko eroze, sesuvů,  
povodní**

**vyšší pravděpodobnost  
vzniku sucha (zvýšení  
odtoků na úkor zásaku)**

*Predikce srážek pro 2070–2099 ve  
srovnání s 1970–1999 (Rajczak et al. 2013)*

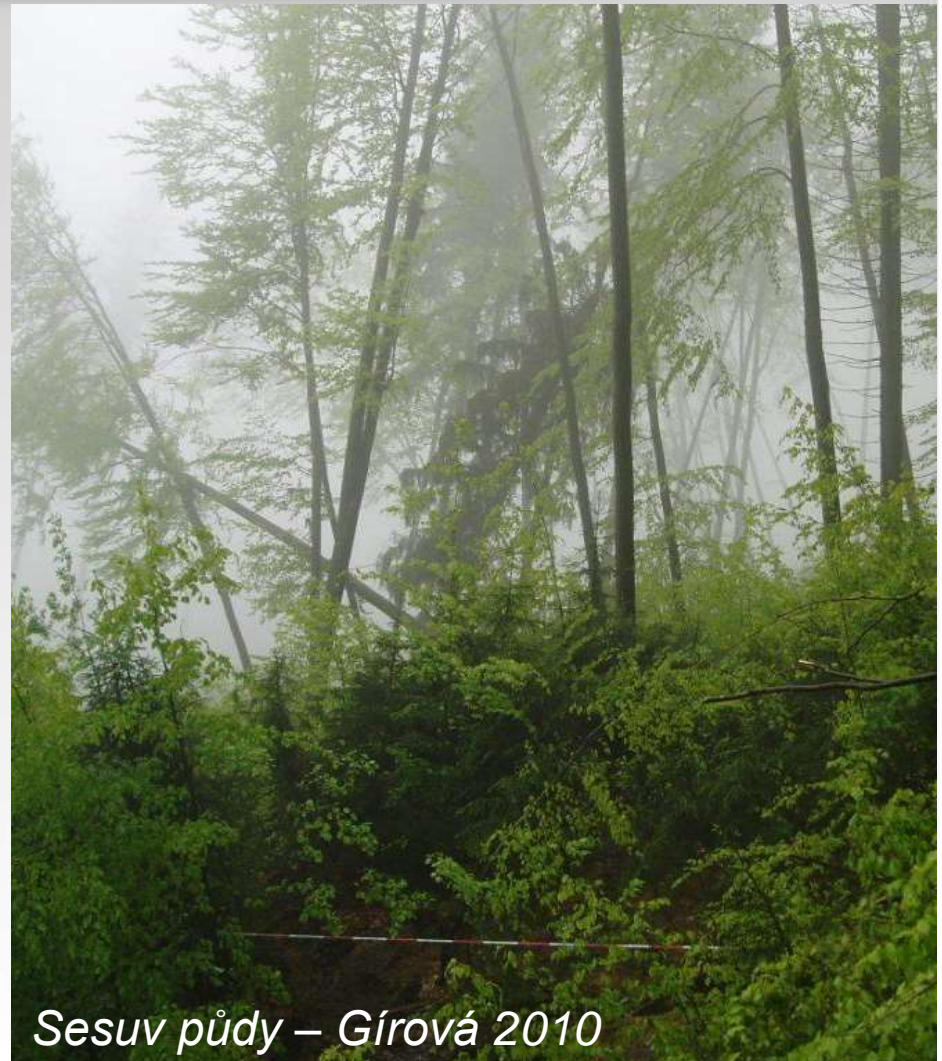


# ZVÝŠENÍ ČETNOSTI EXTRÉMNÍCH SRÁŽEK



## Další důsledky:

- vývraty při zvýšeném zamokření půd v důsledku bleskových povodní;
- vznik zlomů v důsledku jarního mokrého sněhu;
- likvidace asimilačního aparátu při extrémních krupobitích;
- zvýšení ohrožení biotickými stresory – podmínky pro infekce dřevokazných hub a gradace populací podkorního hmyzu;
- zvýšení nezdarů zalesnění – zejména vlivem erozně-sedimentačního procesu;
- ohrožení lesotechnické infrastruktury – lesní vodní síť, lesní dopravní síť atp.



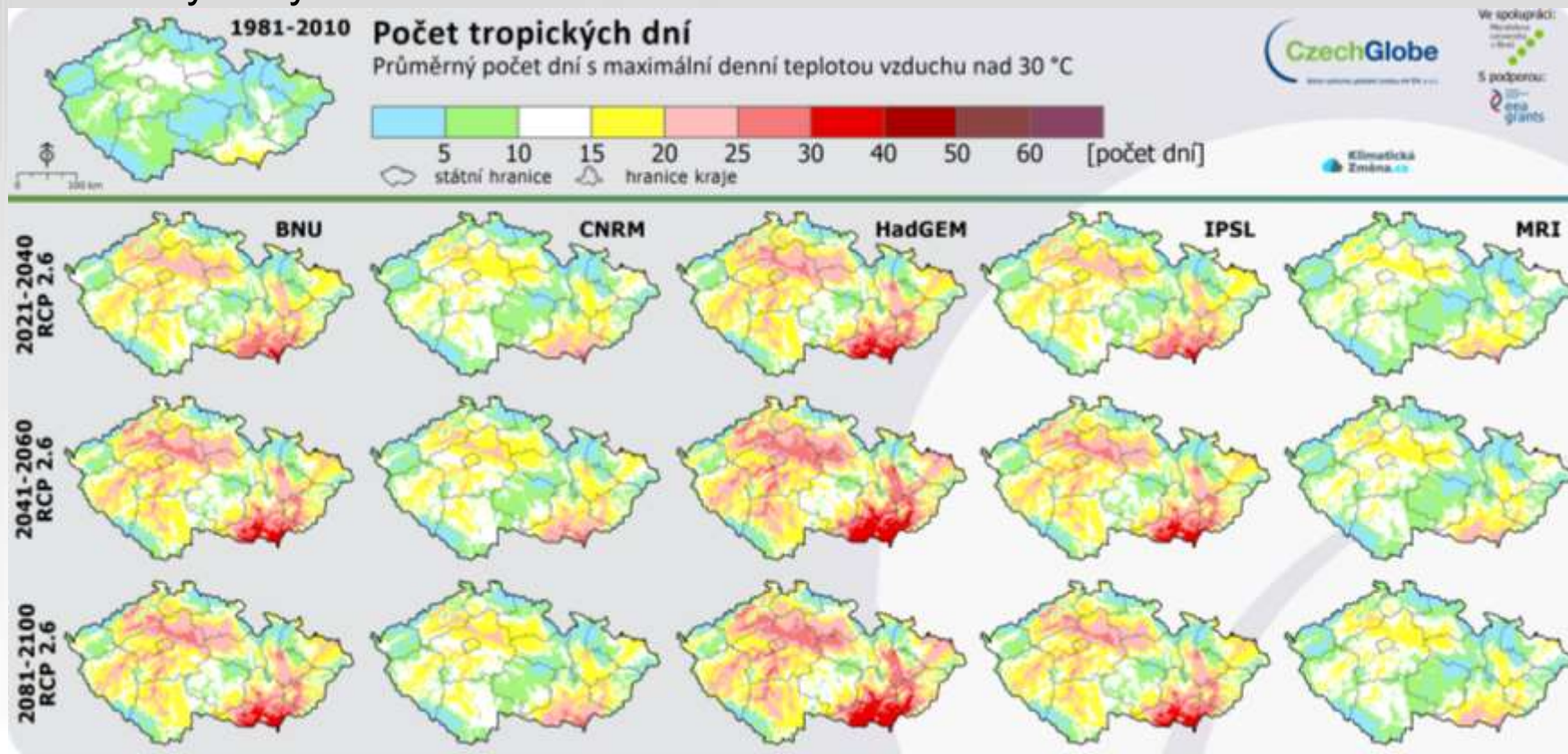
*Sesuv půdy – Gírová 2010*

# TEPLOTNÍ EXTRÉMY



## Dosavadní změny a predikce

Roční extrémů denní maximální teploty a délky horkých období vykazují téměř na celém území ČR **vzestupný trend** (většinou statisticky významný), zatímco trendy ročních extrémů denních minimálních teplot a délky studených období jsou statisticky nevýznamné.

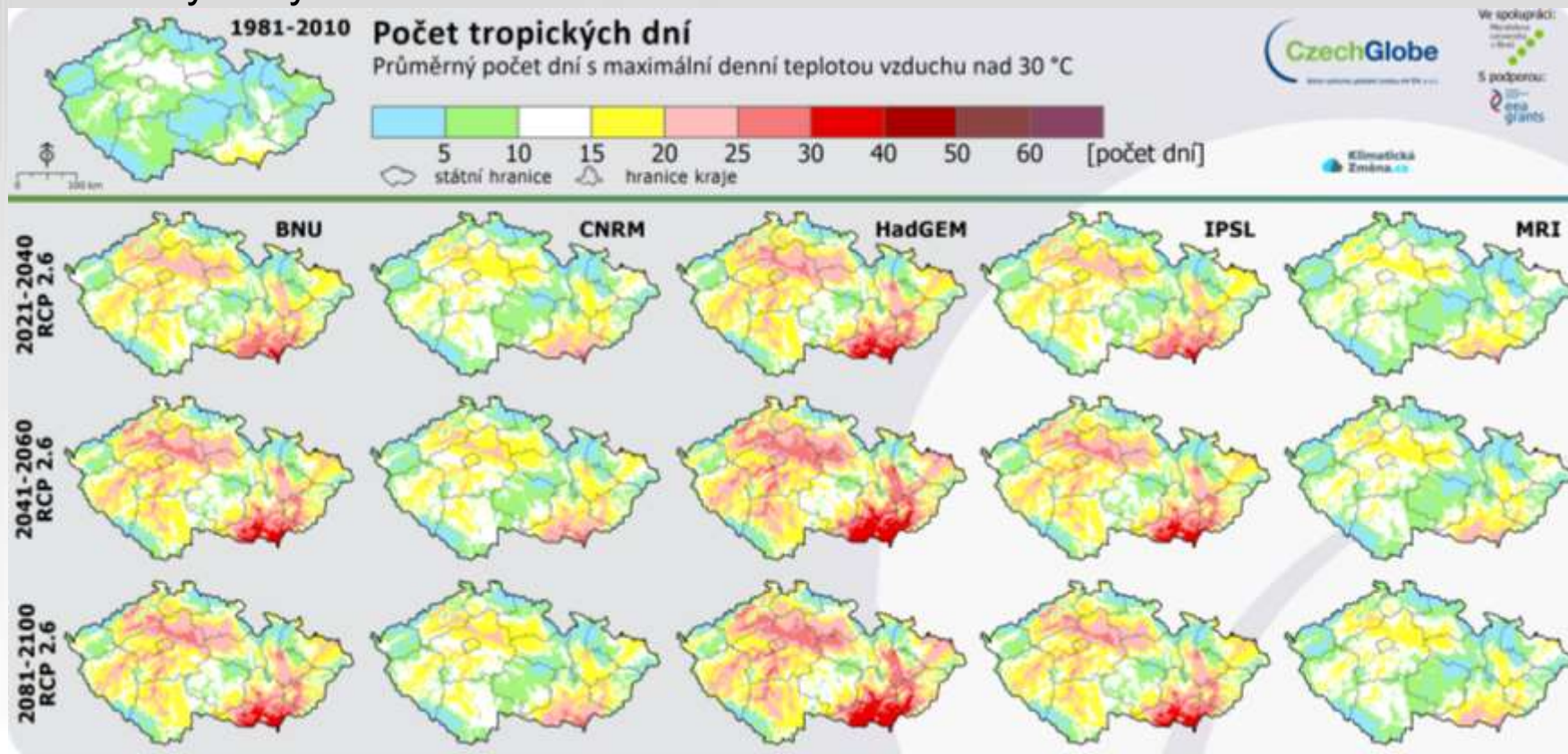


# TEPLOTNÍ EXTRÉMY



## Dosavadní změny a predikce

Roční extrémní denní maximální teploty a délky horkých období vykazují téměř na celém území ČR **vzestupný trend** (většinou statisticky významný), zatímco trendy ročních extrémů denních minimálních teplot a délky studených období jsou statisticky nevýznamné.



# TEPLOTNÍ EXTRÉMY



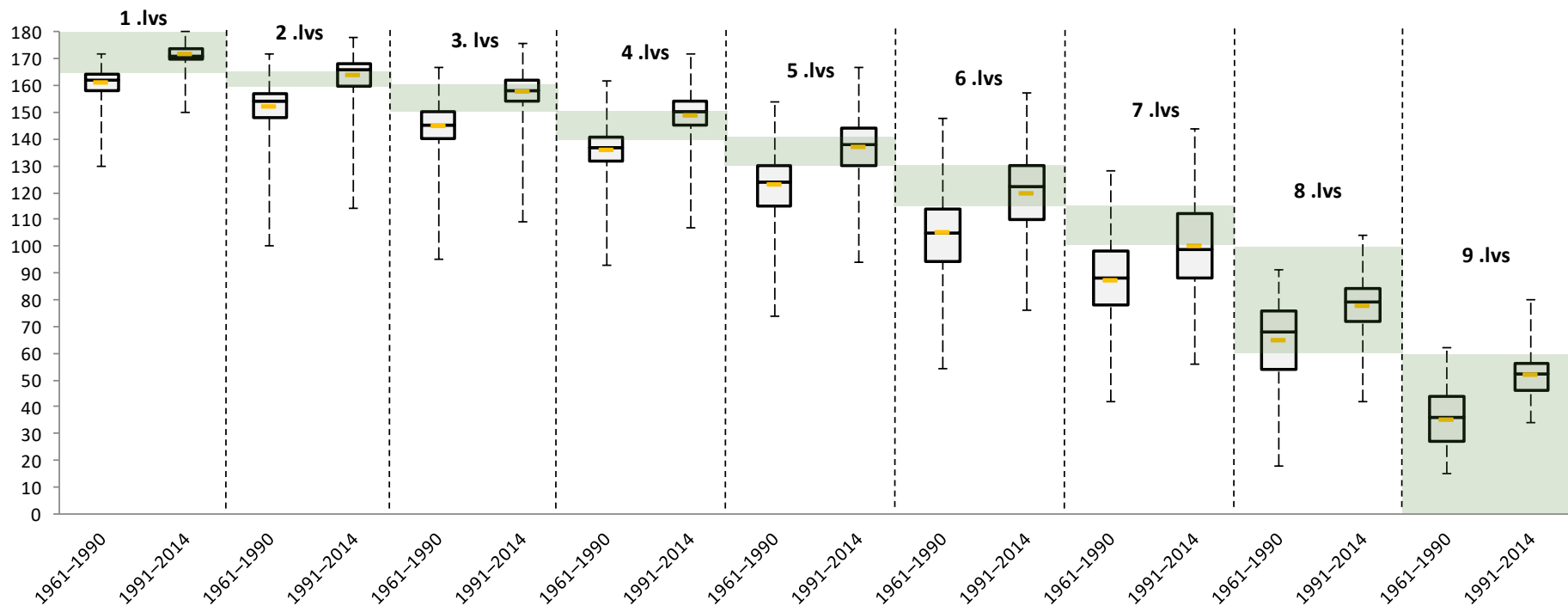
## Dosavadní změny a predikce

S nárůstem teploty je spojeno i prodlužování délky vegetační sezóny, zejména její dřívější začátek.



**Poškození především mladých porostů (kultur, nárostů a mlazin) pozdními mrazy, snížení produkce semen v důsledku omrzání květů.**

délka vegetační sezóny ve dnech (počet dní s průměrnou teplotou nad 10°C /souvisle období/)



zeleně jsou vyznačeny hodnoty uváděné Plívou (1991)

# TEPLOTNÍ EXTRÉMY

## Důsledky:

- nezdary zalesnění, zvýšená mortalita přirozeného zmlazení;
- korní spála;
- zkrácení období vhodných podmínek pro obnovu a zalesňování;
- vyšší teploty, delší vegetační sezóna a sucho pravděpodobně usnadní rychlejší a četnější rozvoj kalamitních škůdců;
- vyšší teploty v zimním období dovolí pravděpodobně přežívání většímu množství kalamitních škůdců.

Ohroženými dřevinami budou především dřeviny s nízkými nároky na teplotu a s vysokými požadavky na zásobování vodou.





# ZVÝŠENÍ PRAVDĚPODOBNOTI PŘEMNOŽENÍ LISTOŽRAVÉHO HMYZU



**Obecně očekáván nárůst poškození daný lepšími podmínkami pro vývoj (vyšší teplota) a vyšší predispozicí dřevin.**

Důležitým faktorem ovlivňující gradace nebude jen teplota, ale také srážky, suchá období mohou přispět k **vyššímu přežívání raných vývojových stádií** (např. vlivem nižšího výskytu plísní) i k **jejich vyšší mortalitě** (např. v důsledku menšího množství dostupné potravy).

Vyšší teploty a vyšší množství přežívajících defoliátorů **mohou mít kladný vliv na oponenty, parazitoidy a zejména choroby.**

Klimatické změny mohou vést ke **změnám nutričních hodnot rostlinných pletiv** a to jak k jejich snížení, tak zvýšení, v závislosti na druhu rostliny a konkrétních podmínkách.



Kromě druhů, které se u nás už v minulosti kalamitně uplatnili (zejména zástupci čeledí Erebidae, obalečovitých Tortricidae či píďalkovitých Geometridae), je možné, že se kalamitně uplatní i druhy, které se dosud v našich podmínkách nepřemnožují či dokonce nevyskytují

# ZVÝŠENÍ PRAVDĚPODOBNOTI PŘEMNOŽENÍ KAMBIXYLOFÁGNÍHO HMYZU



- příznivé podmínky pro gradace populací hmyzu, a to zejména polyvoltinních druhů;
- je možné, že některé monovoltinní druhy se stanou druhy bivoltinními;
- při vyšší teplotě bude na jaře dříve začínat aktivita zimujících jedinců, bude se zkracovat doba vývoje jedné generace a tak zároveň **zvyšovat počet generací**;
- s narůstající teplotou dojde navíc k **prodloužení vegetační doby a tak i období, v kterém může vývoj škůdců probíhat** – důsledkem bude opět zvýšení počtu generací (dokončení vývoje generace, jejíž vývoj byl dříve ukončen nevhodnými klimatickými podmínkami);



**zvýšení pravděpodobnosti s výrazně  
destruktivními účinky**

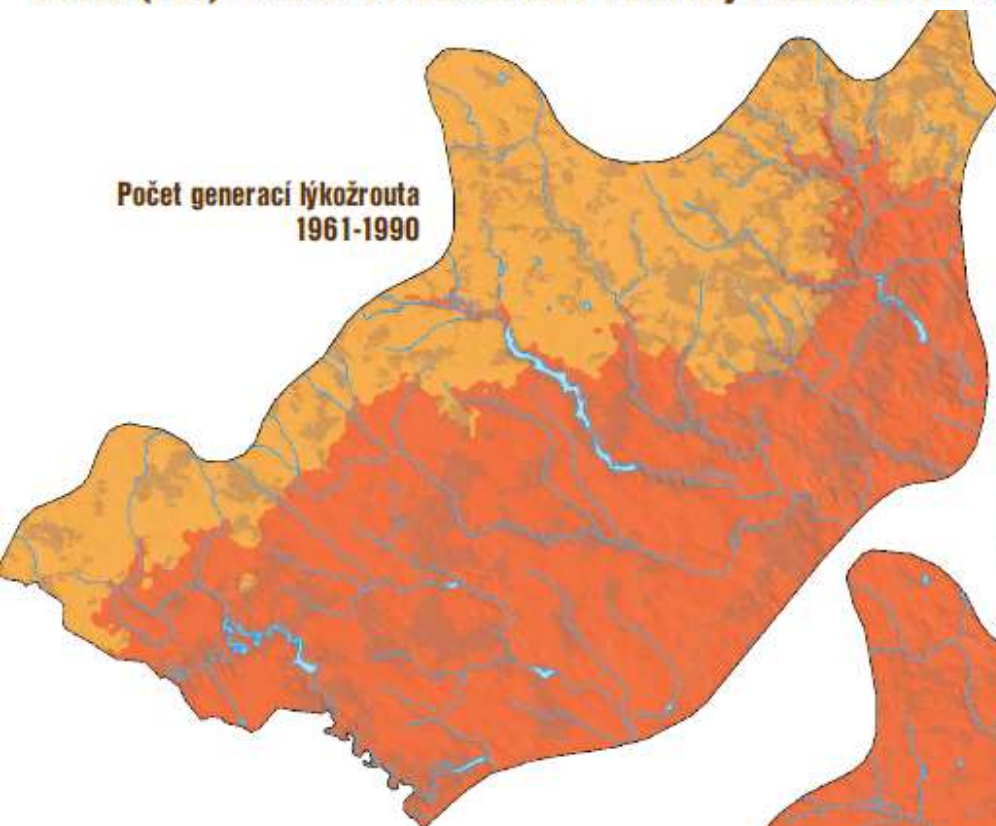


častější větrné polomy

# Očekávaná změna počtu generací lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) v přírodní lesní oblasti (PLO) Předhoří Českomoravské vrchoviny v období 2071–2100 oproti období 1961–1990

Autoři: T. HLÁSKY, J. HOUŠKA, M. TUREČEK

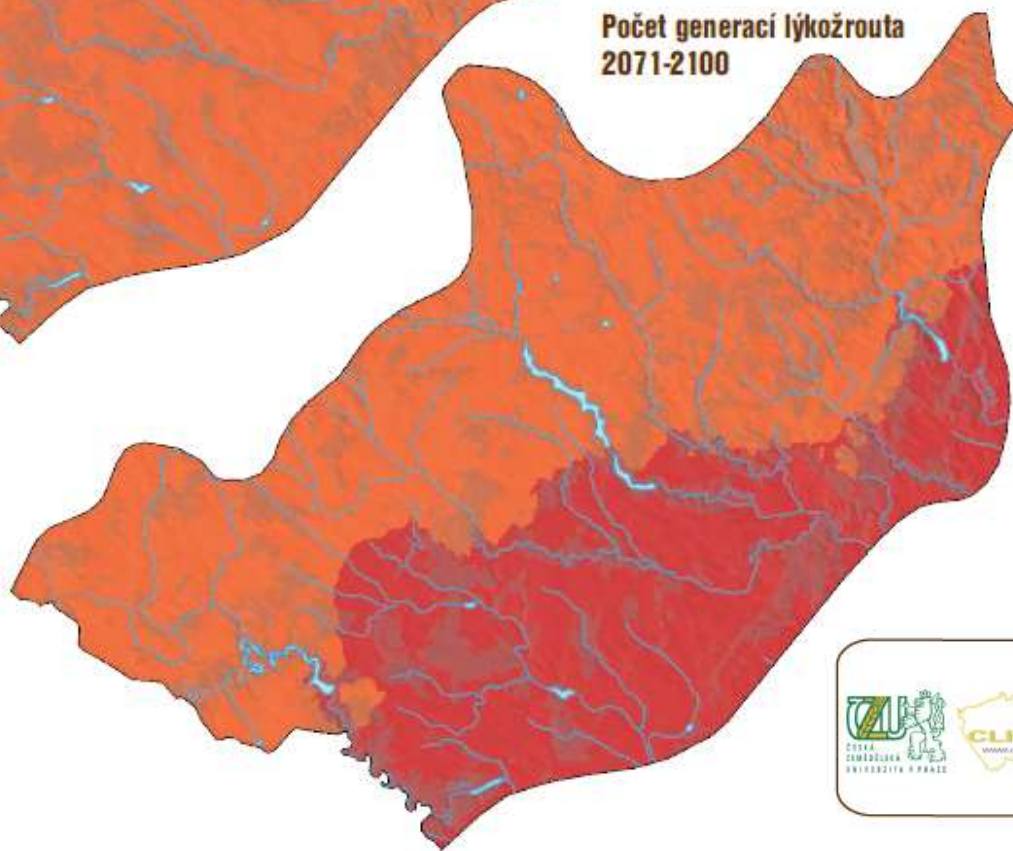
Počet generací lýkožrouta  
1961-1990






2 generace      3 generace      4 generace

Varlanta	A	B	A	B	A	B
1961-1990	64	80	36	20	-	-
2021-2050	31	46	69	54	-	-
2071-2100	-	-	79	93	21	7

Počet generací lýkožrouta  
2071-2100



## LEGENDA

-  říční síť
-  státní hranice
-  přírodní lesní oblasti

-  2 generace
-  3 generace



Tato mapa byla vytvořena v rámci Specifického výzkumu na ČZU FLD KOLM a v rámci projektu NAZV QH1067 „Vyhodnocení dopadů globálních klimatických změn na rozšíření a volněžroutů *Ips typographus* (L.) (Col: Curculionidae, Scolytinae) ve smrkových porostech České republiky jako východisko pro jejich trvale udržitelný management“ ([www.dlmip.cz](http://www.dlmip.cz)).

Česká zemědělská univerzita v Praze – Fakulta lesnická a dřevařská, Praha, 2011

# ŠÍŘENÍ NEPŮVODNÍCH INVAZIVNÍCH A KARANTÉNNÍCH DRUHŮ



Řada studií považuje současné šíření invazivních a karanténních druhů rychlostí a rozsahem za výrazně převyšující obdobné události v minulosti a považuje je za projev globálních změn – **narušené ekosystémy jsou obecně k biologickým invazím náchylnější.**

Přesnější dlouhodobá predikce toho, se kterými druhy budou spojeny největší problémy, či které druhy se nejvíce budou šířit je nemožná.



**bude narůstat význam vývoje kvalitních metod identifikace potencionálně vysoce rizikových druhů, jejich brzkého odhalení v ekosystémech a postupů umožňující případnou rychlou reakci – realizaci potřebných opatření**

*Dothistroma septosporum* –  
červená sypanka borovice



# ZVÝŠENÝ VÝSKYT DŘEVOKAZNÝCH HUB



změny fyziologických procesů dřevin

změny vlastností dřevokazných hub



**zvýšení schopnosti hub infikovat dřeviny**  
**zvýšení predispozice dřevin pro napadení houbami**



**zvýšení výskytu kořenových hnilob**



**Iniciace napadení vaskulárními mykózami** – postupující hniloba kořenů snižuje možnosti příjmu vody, zavadající strom je nalétáván kůrovci, kteří na svém těle přenášejí spory hub rodu *Ophiostoma*



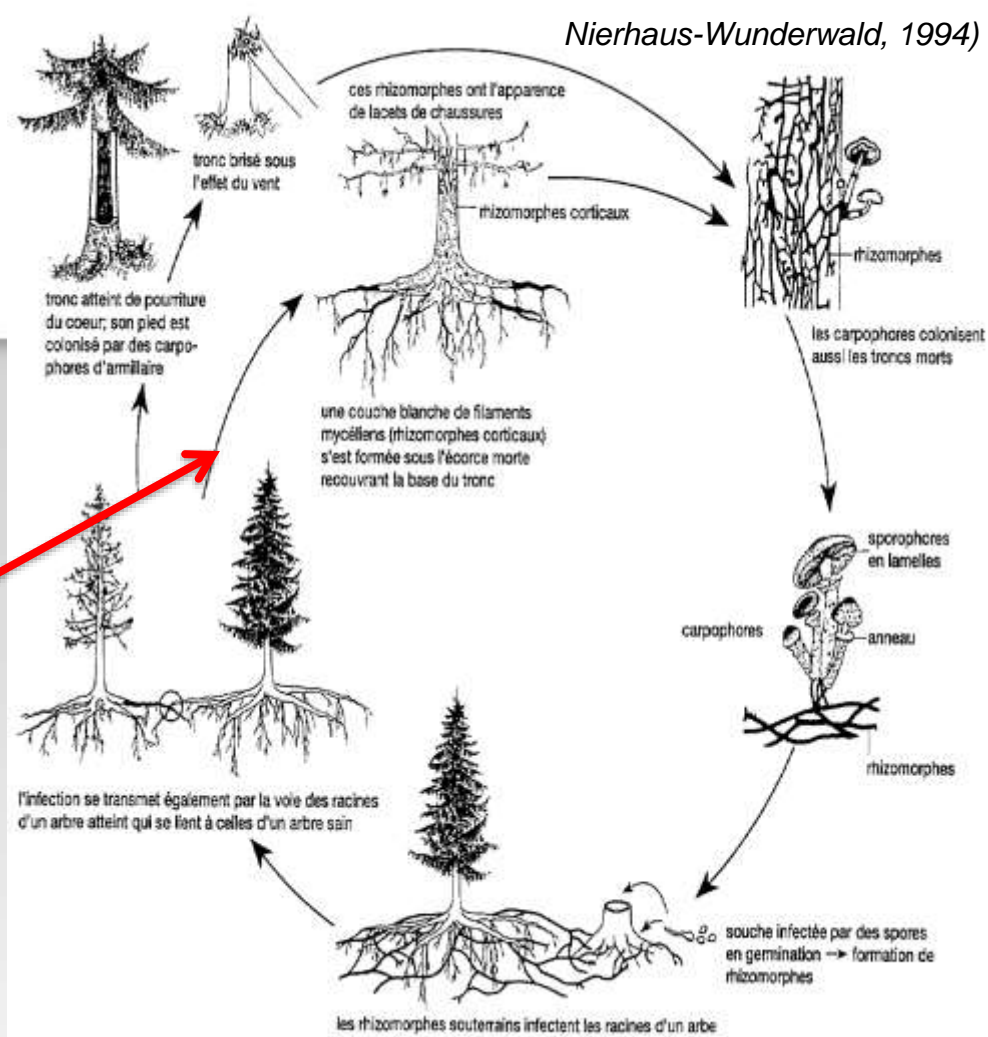
patogeni vaskulárních pletiv dále **destabilizují hospodaření s vodou a prohlubují oslabení umožňující další nálet kůrovců**

# ZVÝŠENÝ VÝSKYT DŘEVOKAZNÝCH HUB

se zvyšující se teplotou a stresem suchem (a tím sníženou odolností dřevin) by se **václavky** mohly stát **agresivnějšími**, s **častějším akutním průběhem napadení**



progresivní odumírání středně starých smrkových porostů, a to zejména s doprovodným atakem lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus*) a lýkožrouta severského (*Ips duplicatus*)



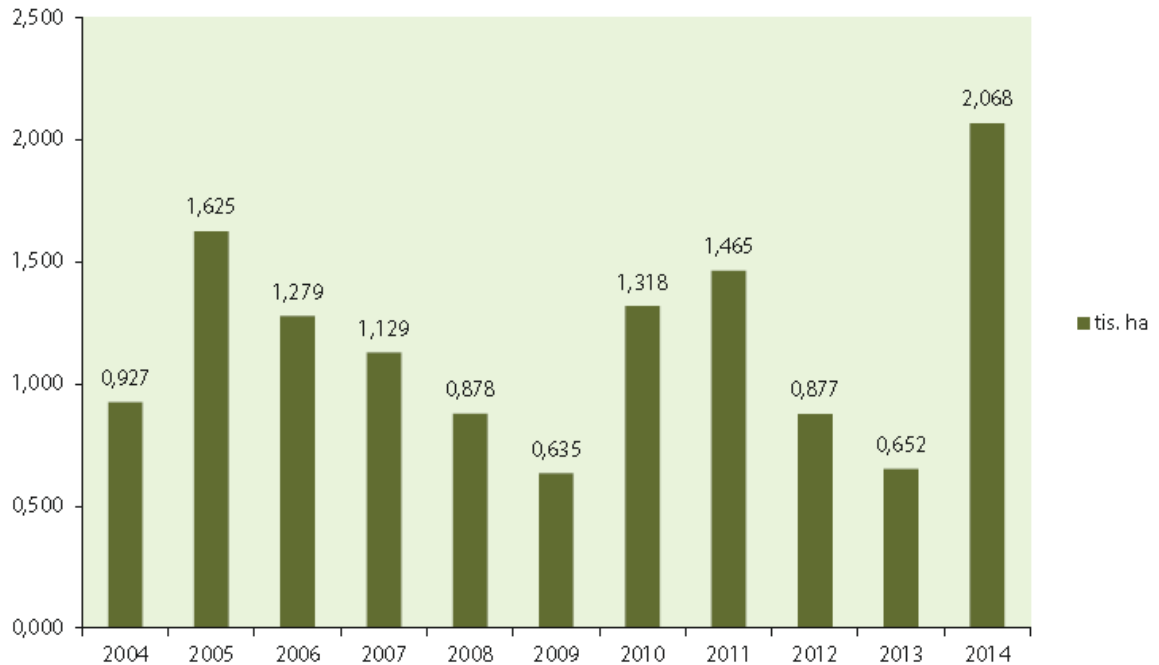
# ZVÝŠENÍ ČETNOSTI PŘEMNOŽENÍ DROBNÝCH HLODAVCŮ



Jde o méně významné sekundární riziko. K přemnožení hlodavců přispívá suchý podzim a mírný průběh zimního počasí. Obojí lze v rámci předpovídaných klimatických změn očekávat.



Graf 3.6.2.2.4  
Evidovaný výskyt hlodavců v letech 2004 až 2014 v tis. ha  
Recorded occurrence of rodents between 2004 and 2014 (1 000 ha)



Pramen: VÜLHM  
Source: FGMRI

# ACIDIFIKACE A NUTRIČNÍ DEGRADACE LESNÍCH PŮD



– nemá přímou vazbu na globální změny klimatu (GZK). Zvyšování teploty a v principu také zvyšování koncentrace CO<sub>2</sub> může podpořit produkci biomasy a rozkladné procesy v půdě, ale kvantifikace tohoto vlivu je v praxi pod hranicí rozlišitelnosti dostupných metod.

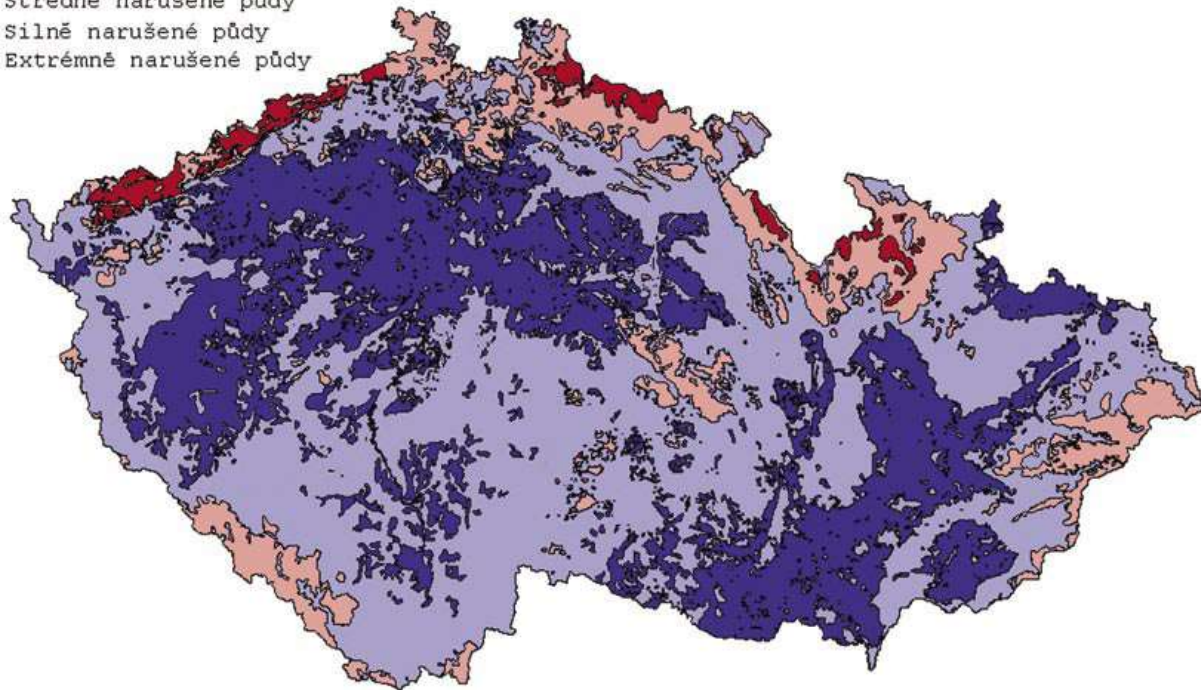


**narušený půdní chemismus vede k oslabení zdravotního stavu porostů a snižuje jejich odolnost vůči ostatním vlivům**

**omezuje možnosti realizace adaptačních opatření**

- Mírně narušené půdy
- Středně narušené půdy
- Silně narušené půdy
- Extrémně narušené půdy

Vymezení zón narušení půd (HRUŠKA, CIENCIALA 2001).





# ZVÝŠENÍ RIZIKA VZNIKU LESNÍCH POŽÁRŮ



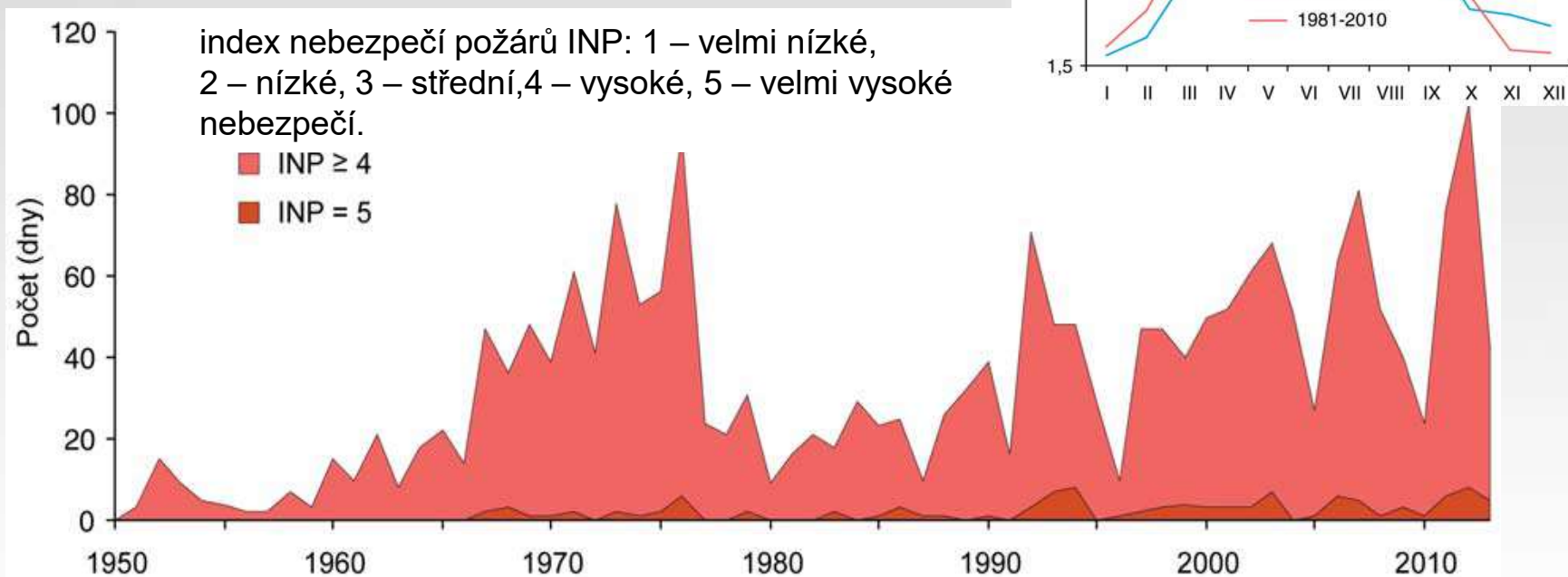
## Dosavadní změny a predikce

Řady průměrných počtů dnů s vysokým a velmi vysokým nebezpečím požárů (INP  $\geq 4$ ) a velmi vysokým nebezpečím požárů (INP = 5)

vykazují pro Českou republiku **statisticky významný vzestupný trend v období 1951–2013:**

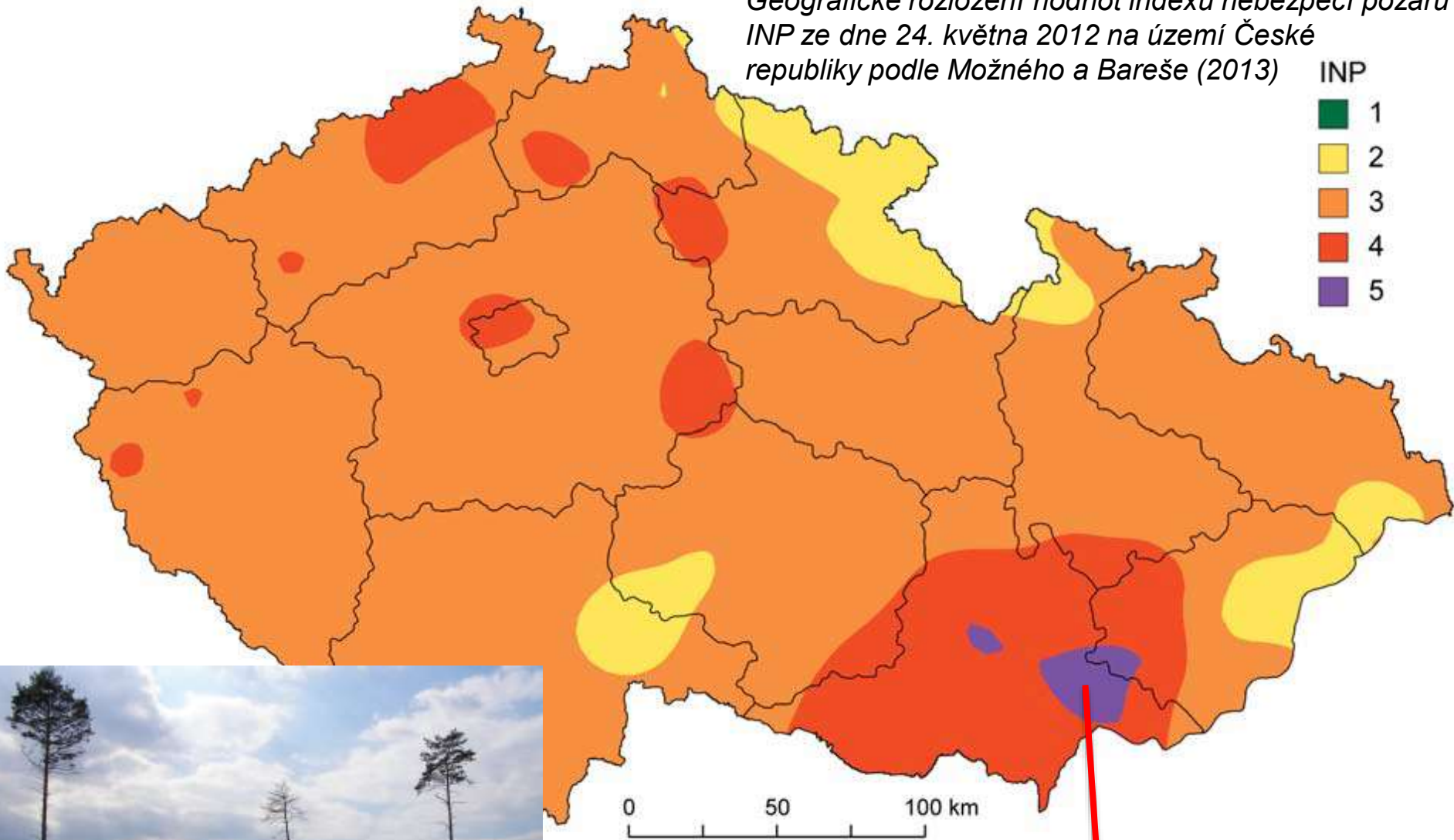
**0,76 dne.rok<sup>-1</sup> pro INP  $\geq 4$**

**0,07 dne.rok<sup>-1</sup> pro INP = 5**



*Průměrný počet dnů s vysokým a velmi vysokým nebezpečím požárů (INP  $\geq 4$ ) a velmi vysokým nebezpečím požárů (INP = 5) v letech 1951–2013 v České republice (Brázdil, Trnka et al. 2015)*

Geografické rozložení hodnot indexu nebezpečí požárů  
INP ze dne 24. května 2012 na území České  
republiky podle Možného a Bareše (2013)



požár borového lesa u Bzence v oblasti  
„Moravské Sahary“ s výměrou 174 ha  
v roce 2012

# ZVÝŠENÍ RIZIKA VZNIKU LESNÍCH POŽÁRŮ



## Důsledky

Nárůst četnosti a velikosti požárů lze čekat zejména v neohroženějších regionech s vysokým podílem snadno zápalných a dobře hořlavých porostů v západních a severních Čechách (např. Českosaské Švýcarsko), v Polabí a na jižní Moravě (zejména tzv. Moravská Sahara).



## Ekonomické dopady

**Obtížná obnova rozsáhlých požářišť** – narušení půdního prostředí, extrémní mikroklima, silné ohrožení biotickými činiteli (klikoroh, ponravy chroustů, drobní hlodavci).

**Negativní dopady na vertikální a horizontální strukturu lesa** – vznik unifikovaných stejnověkových jednoetážových porostů

