



Výzkumný ústav
lesního hospodářství
a myslivosti, v. v. i.



Výzkum citlivosti vybraných druhů rodu *Abies* k probíhajícím změnám prostředí

Ing. Josef Frýdl, CSc.

Ing. Monika Vejpustková, Ph.D.

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Útvar biologie a šlechtění lesních dřevin

Informační seminář

AKTUALITY Z OBLASTI INTRODUKCE LESNÍCH DŘEVIN

VÚLHM, v. v. i., Strnady 136, 7. 9. 2021



Výzkumný ústav
lesního hospodářství
a myslivosti, v. v. i.



Úvod:

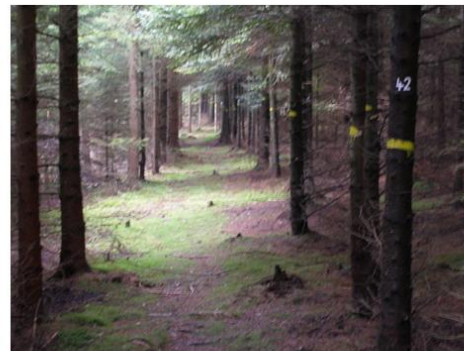
Prezentace navazuje na příspěvek „Dílčí výsledky hodnocení introdukovaných druhů rodu *Abies* na třech výzkumných plochách sérií **VÚLHM 1976**, **IUFRO 1980** a **IUFRO 1984**“, který byl prezentován na interním semináři „Intro“ 21. 10. 2016.

Předmětem výzkumu, na který předchází příspěvek odkazoval, bylo posouzení potenciálu vitality různých druhů rodu *Abies* testovaných na výzkumných plochách založených v různých stanovištních podmínkách.



Provenienční plocha č. 64 s potomstvy vybraných druhů rodu *Abies* série VÚLHM 1976.
Lokalita Údraž („U Nového“), Městské Lesy Písek (foto Ing. F. Beran)

VÚLHM 1976, č. 64 - Písek



Provenienční plocha č. 213 s potomstvy vybraných druhů rodu *Abies* série IUFRO 1980.
Lokalita Habr, LRS J. C. M. Zbiroh
(foto Ing. F. Beran)

IUFRO 1980, č. 213 - Zbiroh



Provenienční plocha č. 219 s potomstvy vybraných druhů rodu *Abies* série IUFRO 1984.
Lokalita Dražičky, soukromý vlastník (foto Ing. F. Beran)

IUFRO 1984, č. 219 - Dražičky

Prov. No.	Country, State, Area	Species	Provenance origin, name	Altitude	Latitude	Longitude
74	Czech Republic	<i>Abies alba</i>	Milevsko, Klučenice	410	49.6° N	14.2° E
81	Czech Republic	<i>A. alba</i>	Vyšší Brod, Vítkův Kámen	900	48.6° N	14.3° E
89	Lebanon	<i>A. cilicica</i>	Kammouha	1100	34.0° N	36.0° E
109	Greece	<i>A. cephalonica</i>	Peloponnese, Vytina	1250	37.6° N	22.1° E
121	Syria	<i>A. cilicica</i>	Djebel el Chouk, Lattakia	1300	35.8° N	36.0° E
130	Czech Republic	<i>A. alba</i>	Nasavrky, Podhůra	370	49.8° N	15.8° E
132	Bulgaria	<i>A. alba</i>	Rila Mts., Borovec	1200	42.2° N	23.6° E
135	Spain	<i>A. pinsapo</i>	Malaga, La Yunquera	250	36.7° N	4.7° E
136	Greece	<i>A. cephalonica</i>	Peloponnese, Vytina	1010	37.7° N	22.2° E
137	Greece	<i>A. borisii-regis</i>	Mt. Pindos, Pertuli	1200	39.8° N	21.3° E
223	Bosnia and Herzegovina	<i>A. alba</i>	Bosna, Sanski Most	1050	44.6° N	16.6° E
228	Italy	<i>A. alba</i>	Regello, Vallombrosa	1010	43.7° N	11.5° E
S 2	Slovakia	<i>A. alba</i>	Banská Bystrica, Radvaň	780	48.7° N	19.0° E

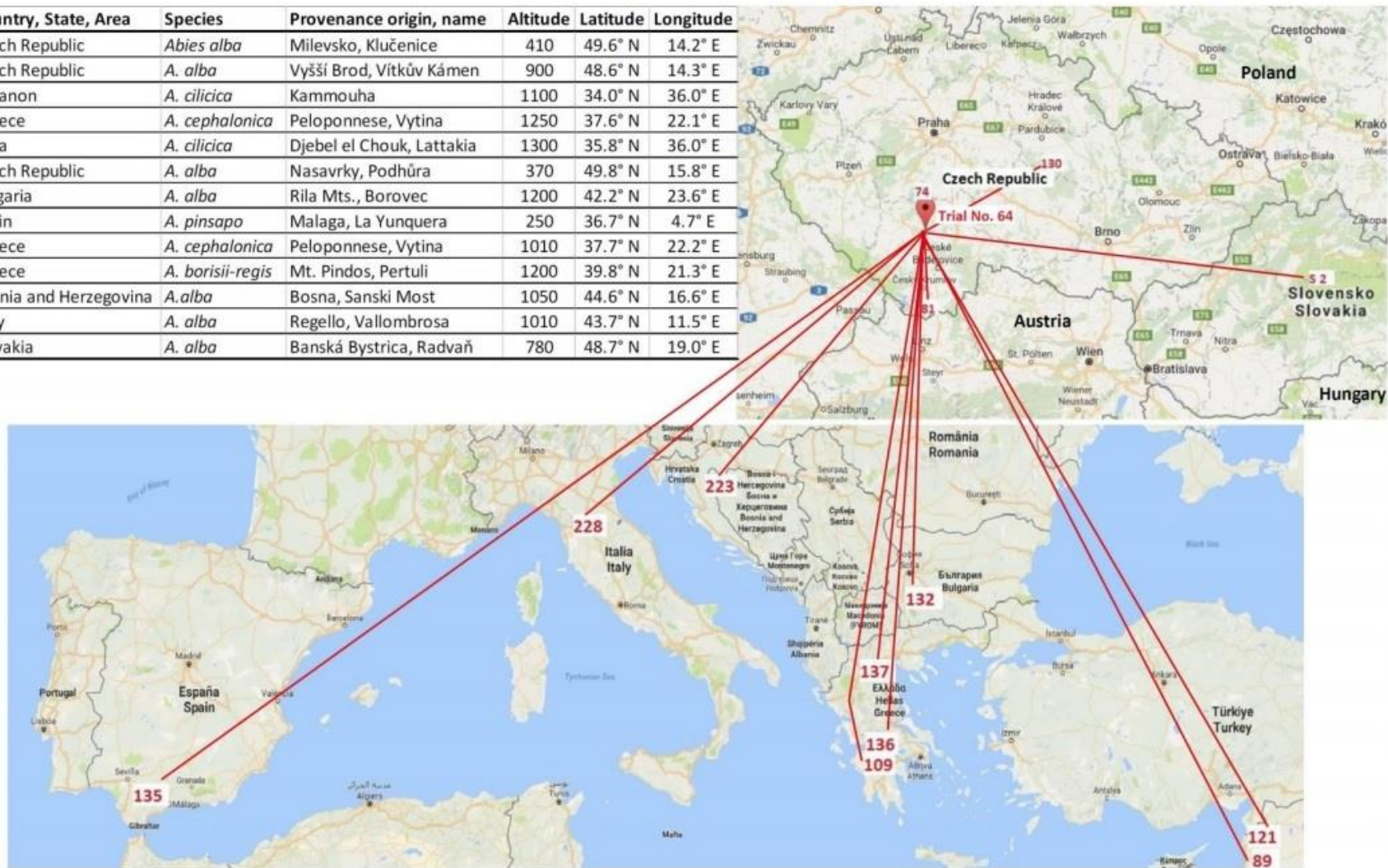


Figure 1. Origin of *Abies* spp. provenances tested in the trial No. 64, Pisek

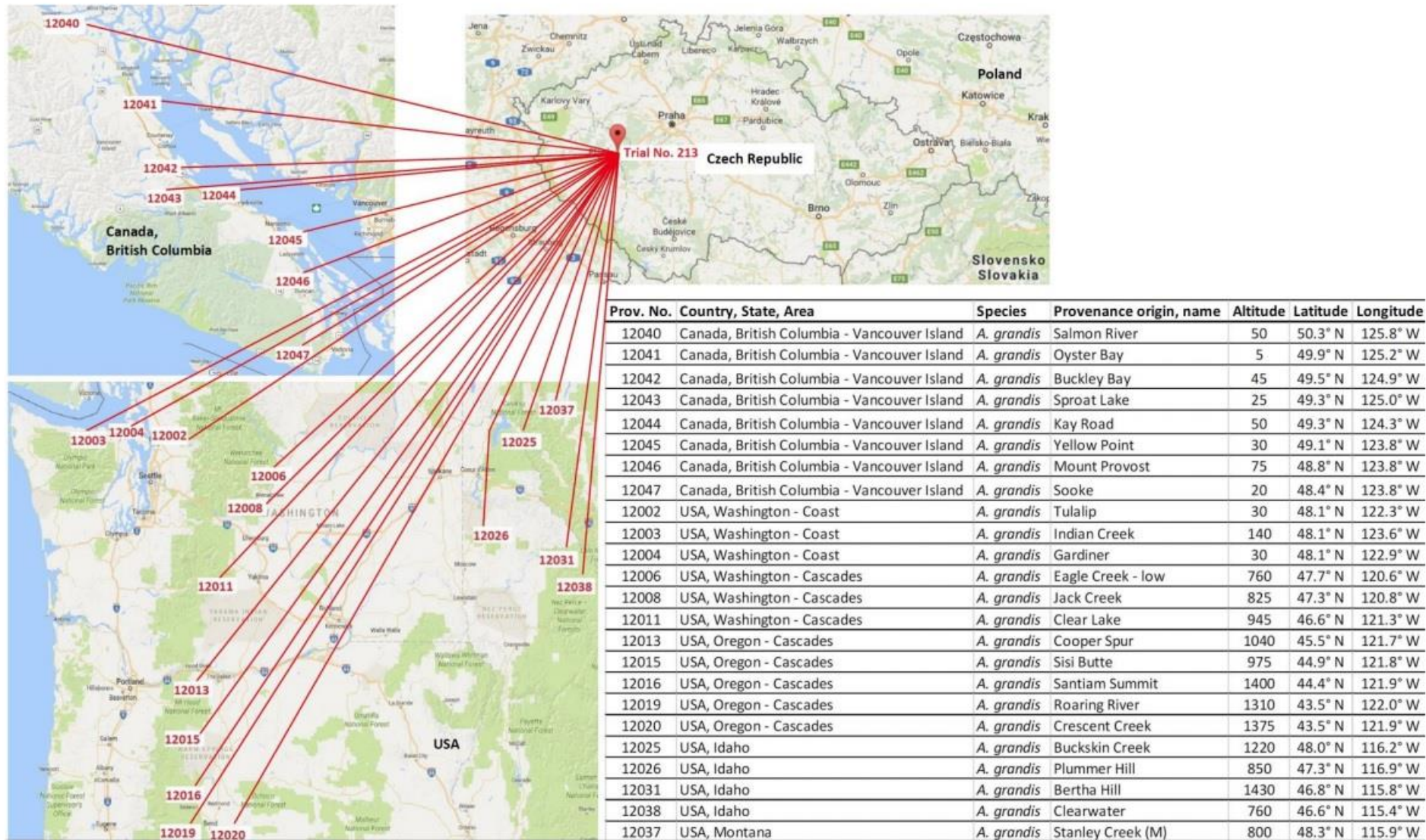
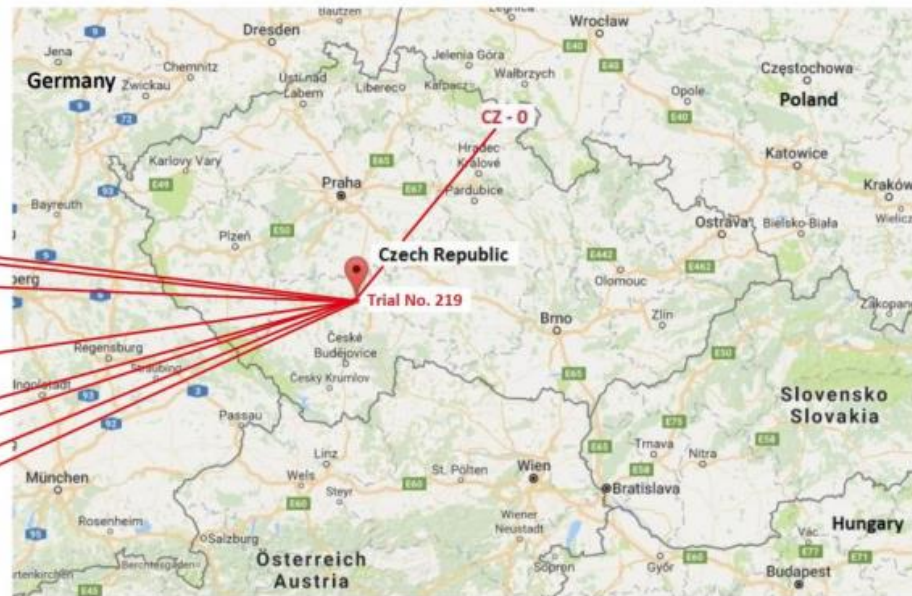
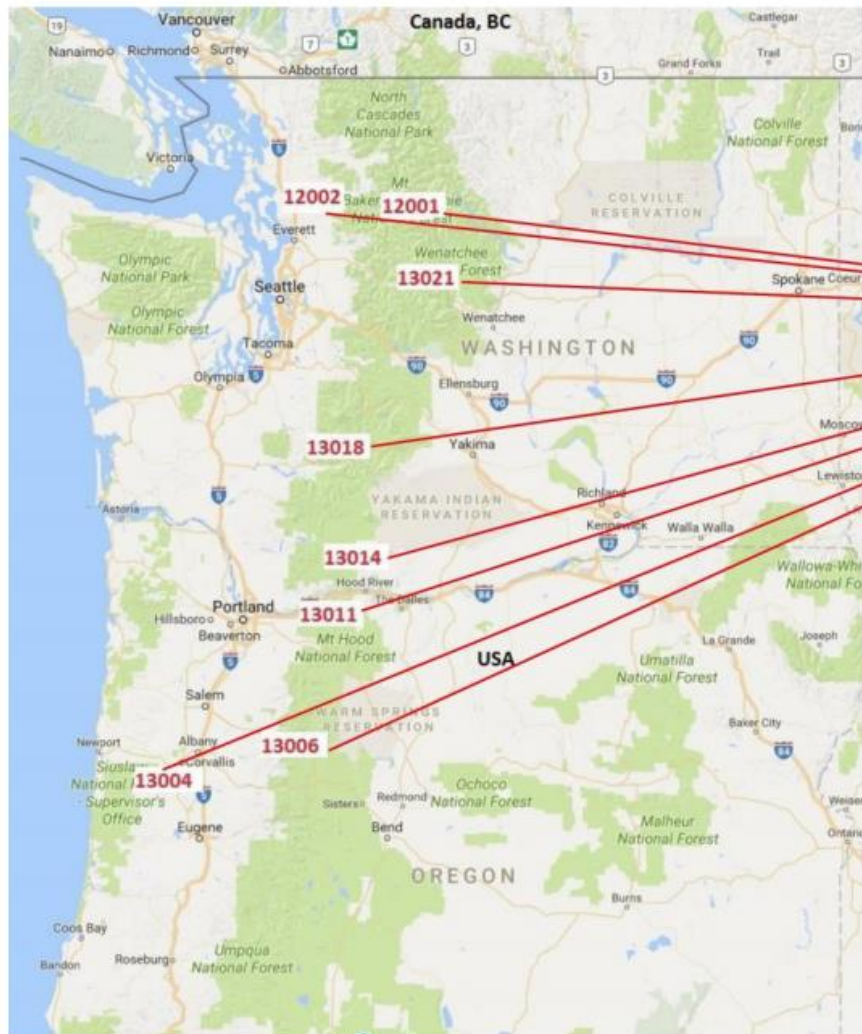


Figure 2. Origin of *Abies* spp. provenances tested in the trial No. 213, Zbiroh



Prov. No.	Country, State, Area	Species	Provenance origin, name	Altitude	Latitude	Longitude
CZ - 0	Czech Republic	<i>A. alba</i>	Adršpach	620	50.6° N	16.1° E
12001	USA, Washington	<i>A. grandis</i>	Buck Creek (Skamania)	400	48.3° N	121.4° W
12002	USA, Washington	<i>A. grandis</i>	Tulalip (Ellensburg)	30	48.1° N	122.3° W
13004	USA, Oregon	<i>A. procera</i>	Mary's Peak	1065	44.5° N	123.6° W
13006	USA, Oregon	<i>A. procera</i>	Snow Peak	1060	44.6° N	122.6° W
13011	USA, Oregon	<i>A. procera</i>	Larch Mtn.	975	45.5° N	122.1° W
13014	USA, Washington	<i>A. procera</i>	Red Mtn.	1220	45.9° N	121.8° W
13018	USA, Washington	<i>A. procera</i>	McKinley Lake	900	46.6° N	122.1° W
13021	USA, Washington	<i>A. procera</i>	Stevens Pass	1000	47.7° N	121.1° W

Figure 3. Origin of *Abies* spp. provenances tested in the trial No. 219, Dražičky

Dílčí výsledky hodnocení (Frýdl et al, 2018):

- Potomstva proveniencí *A. alba* - vysoké hodnoty vitality na všech třech lokalitách ve srovnání s *A. cephalonica* – stejně jako v případě hodnocení produkčních charakteristik).;
- Potomstva proveniencí *A. cilicica* a *A. pinsapo* jsou spíše homogenní, pokud jde o výsledky hodnocení jejich vitality na všech třech lokalitách;
- Vysoký potenciál druhu *A. grandis* byl potvrzen vynikajícím růstem; nejlépe si vedly provenience z pobřežních lokalit ve státě Washington;
- Růst druhu *A. procera* je pomalejší, než je tomu u druhu *A. grandis*, ale stále je rychlejší než u proveniencí druhu *A. alba*.
- Závěrem bylo možno vyslovit předpoklad, že zdravotní rizika, extrémní ekologické vzdálenosti v případě přenosu reprodukčního materiálu, trendové posuny tempa růstu a změna pořadí s věkem jsou nejistoty, které vyžadují velkou opatrnost při výběru proveniencí pro import.

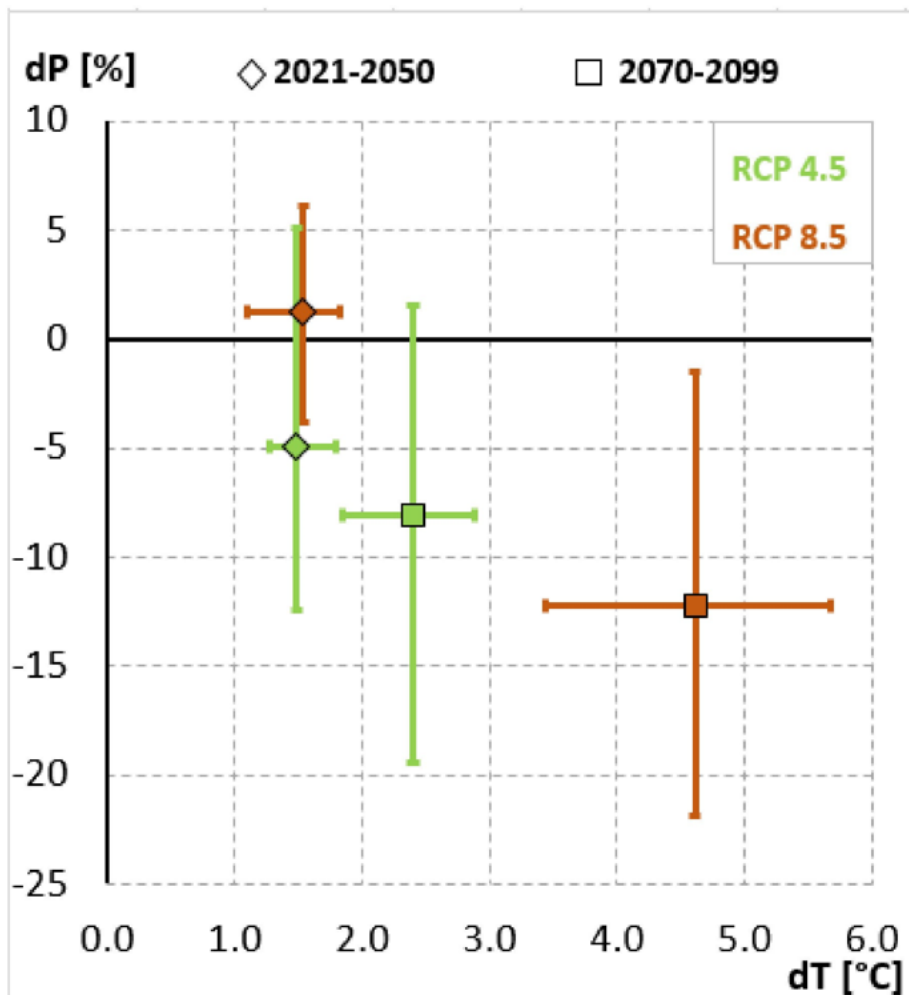
Frýdl, J.; Dostál, J.; Beran, F.; Čáp, J.; Fulín, M.; Frampton, J.; Božič, G.; Mátyás, C. Exotic *Abies* Species in Czech Provenance Trials: Assessment after Four Decades. *Acta Silv. Lign. Hung.* **2018**, 14, 1, 9–34

Výzkum citlivosti vybraných druhů rodu *Abies* k probíhajícím změnám prostředí

Úvod: Data získaná ověřováním proveniencí různých druhů rodu *Abies* na provenienčních plochách sérií **VÚLHM 1976 (č. 64 - Písek)**, **IUFRO 1980 (č. 213 - Zbiroh)** a **IUFRO 1984 (č. 219 - Dražičky)** byla znovu analyzována pomocí nového přístupu, aby se přímo odhadl růst jejich populací na jejich původních místech v individuálně generovaných budoucích klimatických podmínkách. Výsledky odhalily vysoký potenciál odolnosti vybraných druhů rodu *Abies*.

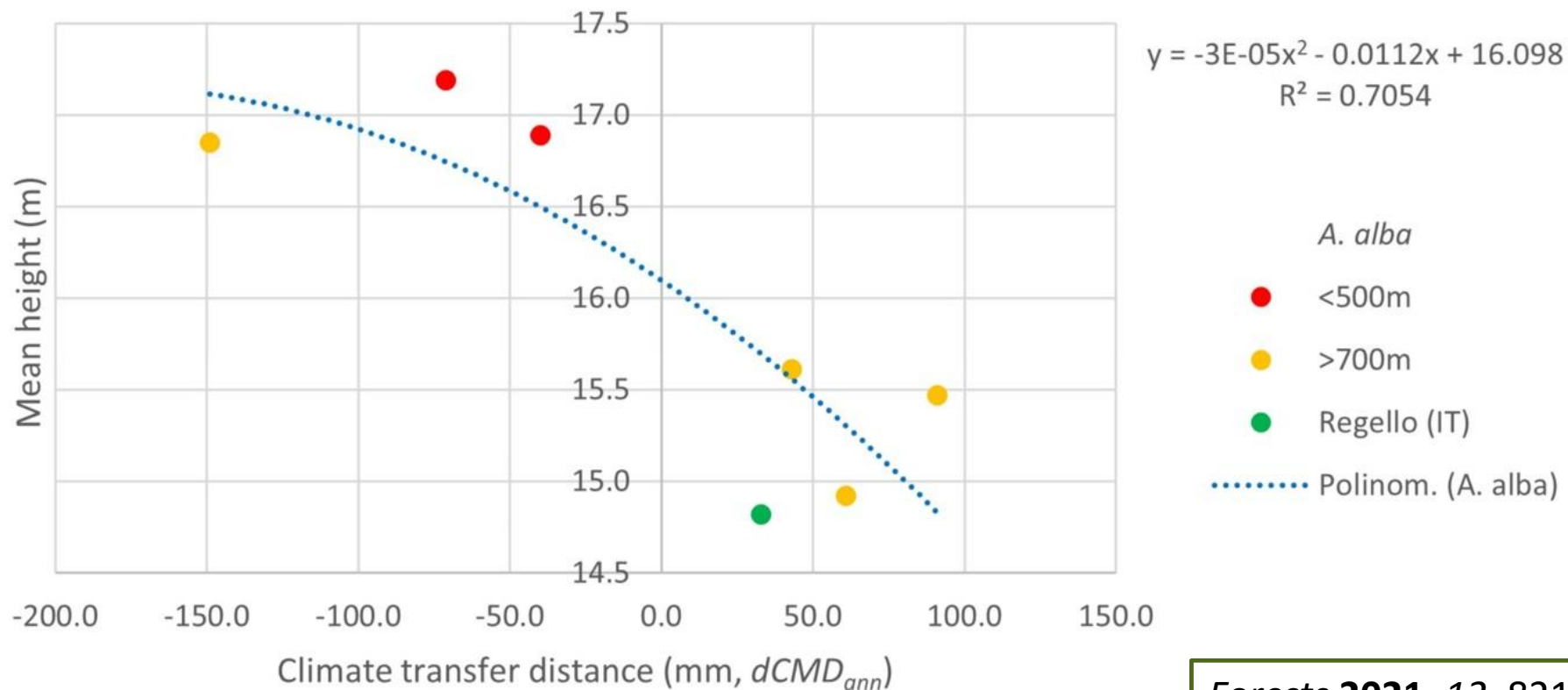
Souvislosti a cíle: Růst a životaschopnost jedle bělokoré v budoucích klimatických scénářích nejsou dosud dostatečně prozkoumány. Předmětem výzkumu byly vybrané charakteristiky minulého klimatu určující současné a předpokládané budoucí růstové charakteristiky s cílem analyzovat vyhlídky adaptivního pěstování a asistovaný přenos populací jedle bělokoré a zavádění nepůvodních druhů rodu *Abies*.

Metodika: K modelování charakteristik výškového růstu v rámci reakcí dospělých populací byl vybrán Hargreavesův klimatický deficit vlhkosti. Vzdálenost klimatického přenosu byla použita k hodnocení relativního vlhkostního deficitu u populací na testovacím místě, ve vztahu k minulým podmínkám, kterým se populace přizpůsobily. Data získaná využitím aplikací „RCP8.5 ClimateEU“ a „ClimateWNA pathway“ byly využita k určení individuálních minulých, současných a budoucích podmínek deficitu vlhkosti.



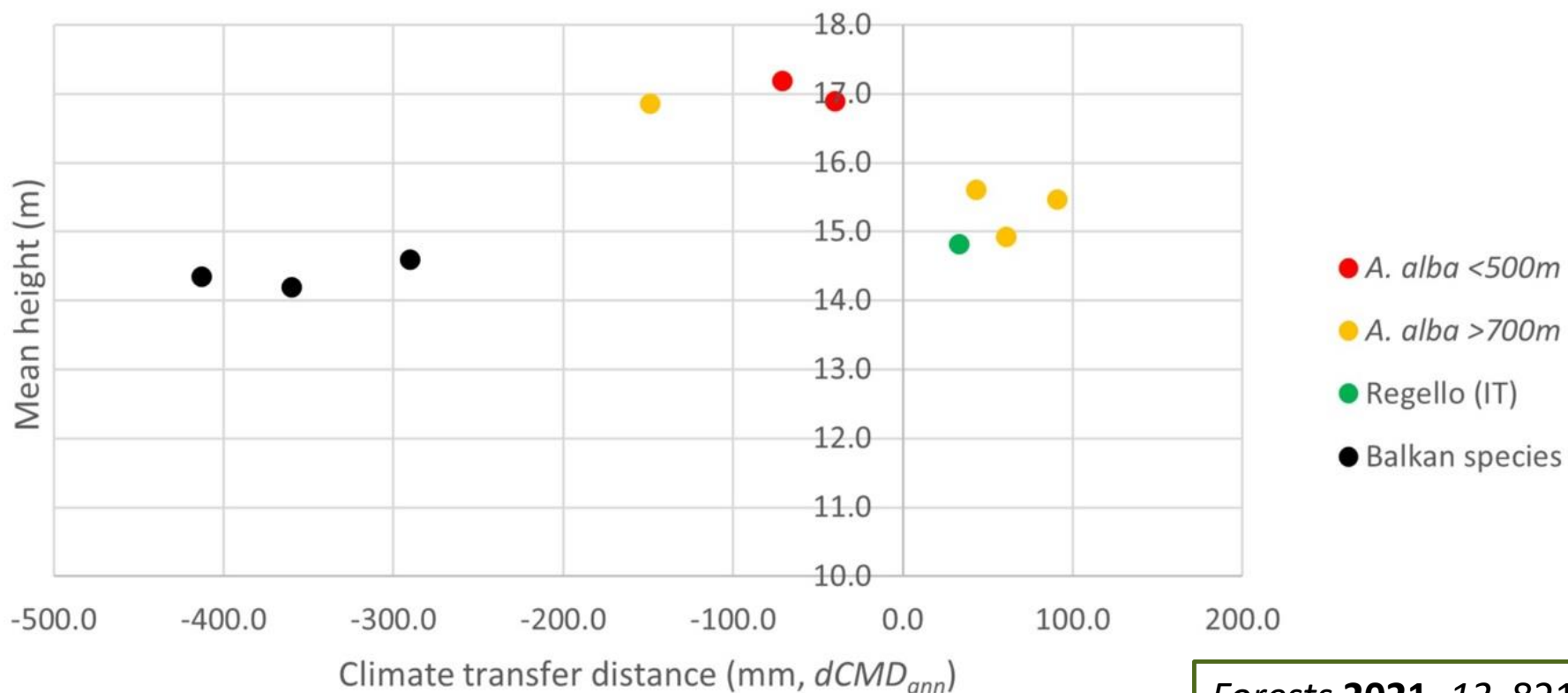
Forests **2021**, 12, 821

Obr 1. Očekávaná změna teploty (dT) a srážek (dP) v letním čtvrtletí (červen – červenec – srpen) v jihozápadním Maďarsku na xerických limitech jedle bělokoré na základě scénářů RCP4.5 a RCP8.5. Odkaz: průměr z let 1971 až 2000. Body: soubor znamená (10 simulací) předpokládaných změn. Chybové pruhy: 66% rozsah simulací (původní návrh B. Gálos, metoda výpočtu popsána v [6]).



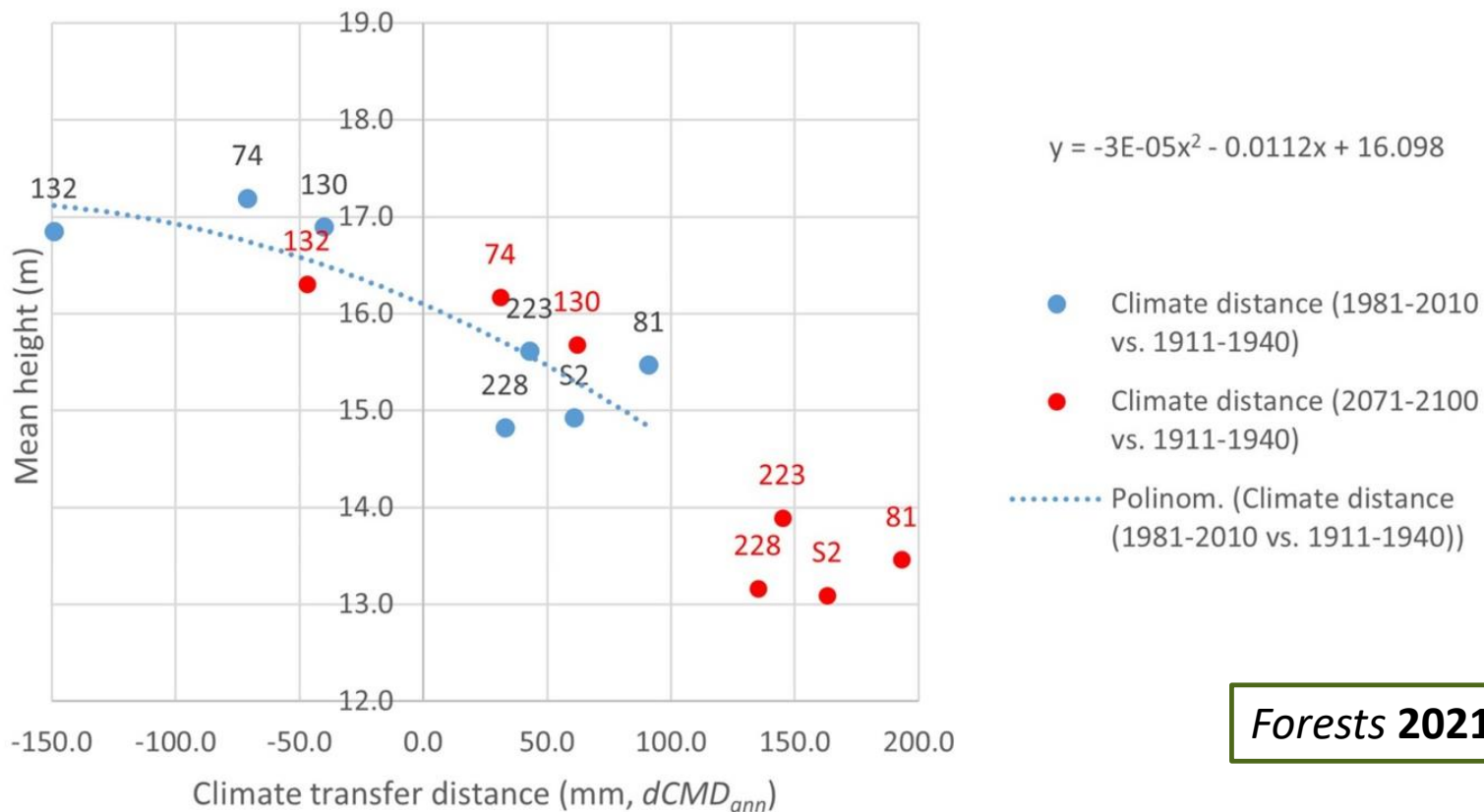
Forests **2021**, 12, 821

Obr 2. Střední výšková reakce a jednostranná rovnice přenosu proveniencí jedle bělokoré na vzdálenost přenosu klimatu (aktuální vs. minulost) vyjádřená v jednotkách ročního deficitu vlhkosti (mm srážek, $dCMD_{ann}$) na příkladu výzkumné plochy č. 64 - Písek. Regrese je významná při $p \leq 0,05$.



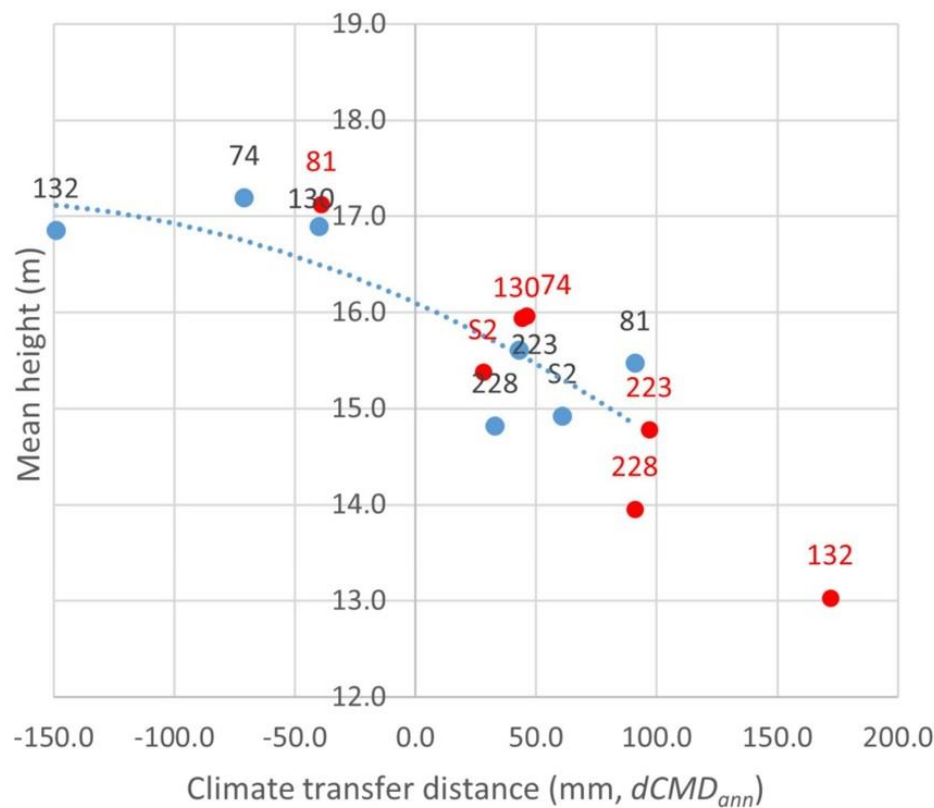
Forests 2021, 12, 821

Obr 3. Průměrná výšková reakce všech proveniencí na vzdálenost přenosu klimatu (aktuální vs. minulost) vyjádřená v ročním klimatickém deficitu vlhkosti (mm srážek $dCMD_{ann}$) na příkladu výzkumné plochy č. 64 - Písek. Provenience *A. cilicica* a *A. pinsapo* nejsou zobrazeny (úhyn).



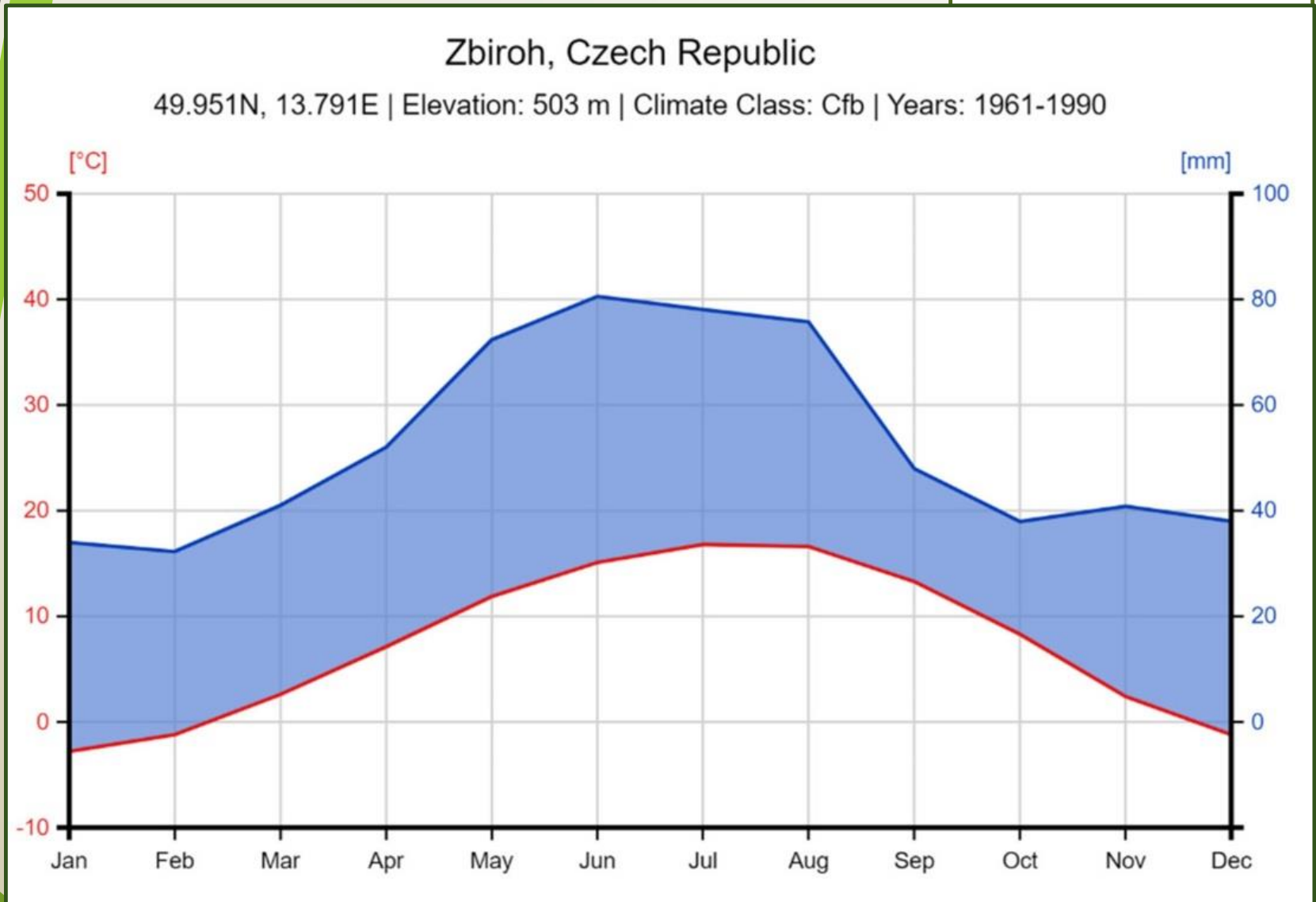
Forests 2021, 12, 821

Obr 4. Aktuální a budoucí vzdálenost přenosu klimatu a střední výšková reakce proveniencí jedle bělokoré na výzkumné ploše č. 64 - Písek. Jejich výkon je porovnáván ve dvou přenosových situacích, aktuálních výškách na testovacím místě (data naměřená v roce 2015, modré body) a předpokládaných výškách (klimatické období 2071–2100, odvozeno z ClimateEU, dráha RCP8,5, červené tečky). Přenosová rovnice pro současné a minulé klima byla extrapolována pro budoucí data. Vodorovná osa ukazuje vzdálenosti přenosu klimatu (deficit srážek mm). Pro srovnání jsou současné a budoucí výšky prezentovány jako hodnota indexu stanoviště pro věk 40 let, tj. v roce 2015.



Forests 2021, 12, 821

Obr 5. Srovnání hodnoty současné výšky bělokoré na výzkumné ploše č. 64 - Písek a odhadované budoucí průměrné výškové reakce na klimatické změny populací jedle bělokoré v jejich původním místě provenience. Jejich výkon je porovnáván ve dvou klimatických přenosových situacích, aktuálních výškách na testovacím místě (data naměřená v roce 2015, modré tečky) a předpokládaných výškách na počátku klimatického období 2071–2100 (odvozeno z ClimateEU, dráha RCP8,5, červené tečky). Přenosová rovnice pro současné a minulé klima byla extrapolována pro budoucí data. Vodorovná osa ukazuje klimatické vzdálenosti v jednotkách dCMD (mm srážkový deficit). Pro srovnání jsou současné a budoucí výšky prezentovány jako hodnota indexu stanoviště pro věk 40 let, tj. v roce 2015.



Obr 6. Klimatický diagram na příkladu výzkumné plochy č. 213 – Zbiroh (průměrné roční údaje za roky 1961–1990: teplota 7,2 °C; srážky: 586 mm). (Srovnání distribuce a sezónního rozložení srážek s letním maximem).

Everett, Washington, United States

Forests 2021, 12, 821

48.1N, 122.3W | Elevation: 78 m | Climate Class: Cfb | Years: 1961-1990



Obr 7. Klimatický graf meteorologické stanice Everett, Washington (průměrná roční data za roky 1961–1990: teplota 10,3 °C; srážky: 950 mm). Srovnání distribuce srážek „sub-středomořského typu“ s minimem srážek v červenci.

Výsledky: Profily tolerance vůči suchu získané využitím výše zmíněných aplikací charakterizovaly reakce importovaných (introdukovaných) proveniencí a předpovídají jejich budoucí výkonnost a schopnosti přežití. Jedle bělokorá vykazovala významnou diferenciaci mezi ostatními druhy rodu *Abies*, pokud jde o reakci na stres ze sucha. Při použití předpokládaného limitu tolerance k suchu představujícího 100 mm relativního deficitu vlhkosti se zdá, že většina testovaných populací jedle bělokoré může přežít předpokládané klima ve svých původních místech výskytu až do konce tohoto století. Vysoká úroveň přežití je pravděpodobná také u importovaných druhů balkánských jedlí a populací jedle obrovské, nikoli však u středomořských druhů.

Závěry: Další perspektivy (projekce) vývoje jsou tedy méně dramatické, než by se dalo předpokládat z výsledků obvyklých hodnocení stávajících experimentů, a to i s ohledem na odolnost populací. Použitá metodika vyplňuje současnou mezeru mezi experimentálně určenou adaptivní reakcí a predikcemi potřebnými pro rozhodnutí řídicího hospodářského managementu. Rovněž zdůrazňuje jedinečný potenciál provenienčního výzkumu.

(Mátyás et al, 2021)



Mátyás, C.; Beran, F.; Dostál, J.; Čáp, J.; Fulín, M.; Vejvustková, M.; Božič, G.; Balázs, P.; Frýdl, J. Surprising Drought Tolerance of Fir (*Abies*) Species between Past Climatic Adaptation and Future Projections Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>



Article

Surprising Drought Tolerance of Fir (*Abies*) Species between Past Climatic Adaptation and Future Projections Reveals New Chances for Adaptive Forest Management

Csaba Mátyás^{1,*}, František Beran², Jaroslav Dostál², Jirí Čáp², Martin Fulín², Monika Vejvustková³, Gregor Božič⁴, Pál Balázs¹ and Josef Frýdl^{2,*}



Citation: Mátyás, C.; Beran, F.; Dostál, J.; Čáp, J.; Fulín, M.; Vejvustková, M.; Božič, G.; Balázs, P.; Frýdl, J. Surprising Drought Tolerance of Fir (*Abies*) Species between Past Climatic Adaptation and Future Projections Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>

Academic Editor: Miroslav Šušteršič

Received: 11 May 2021

Accepted: 14 June 2021

Published: 22 June 2021

Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>

Academic Editor: Miroslav Šušteršič

Received: 11 May 2021

Accepted: 14 June 2021

Published: 22 June 2021

Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>

Academic Editor: Miroslav Šušteršič

Received: 11 May 2021

Accepted: 14 June 2021

Published: 22 June 2021

Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>

Academic Editor: Miroslav Šušteršič

Received: 11 May 2021

Accepted: 14 June 2021

Published: 22 June 2021

Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>

Academic Editor: Miroslav Šušteršič

Received: 11 May 2021

Accepted: 14 June 2021

Published: 22 June 2021

Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>

Academic Editor: Miroslav Šušteršič

Received: 11 May 2021

Accepted: 14 June 2021

Published: 22 June 2021

Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>

Academic Editor: Miroslav Šušteršič

Received: 11 May 2021

Accepted: 14 June 2021

Published: 22 June 2021

Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>

Academic Editor: Miroslav Šušteršič

Received: 11 May 2021

Accepted: 14 June 2021

Published: 22 June 2021

Reveals New Chances for Adaptive Forest Management. *Forests* **2021**, *12*, 821. <https://doi.org/10.3390/f12070821>

¹ Department of Biology and Forest Tree Breeding, Forestry and Game Management Research Institute, 252 02 Jilovité, Czech Republic; beran@vulhm.cz (F.B.); dostal@vulhm.cz (J.D.); cap@vulhm.cz (J.C.); fulin@vulhm.cz (M.F.)

² Department of Forest Ecology, Forestry and Game Management Research Institute, 252 02 Jilovité, Czech Republic; vejvustkova@vulhm.cz

³ Department of Forest Physiology and Genetics, Slovenian Forestry Institute, 1000 Ljubljana, Slovenia; gregor.bozic@gozdis.si

* Correspondence: matyas.csaba@uni-sopron.hu (C.M.); frydl@vulhm.cz (J.F.)

Abstract: Research Highlights: Data of advanced-age provenance tests were reanalyzed applying a new approach, to directly estimate the growth of populations at their original sites under individually generated future climates. The results revealed the high resilience potential of fir species. Background and Objectives: The growth and survival of silver fir under future climatic scenarios are insufficiently investigated at the xeric limits. The selective signature of past climate determining the current and projected growth was investigated to analyze the prospects of adaptive silviculture and assisted transfer of silver fir populations, and the introduction of non-autochthonous species. Materials and Methods: Hargreaves' climatic moisture deficit was selected to model height responses of adult populations. Climatic transfer distance was used to assess the relative drought stress of populations at the test site, relating these to the past conditions to which the populations had adapted. ClimateEU and ClimateWPA pathway RCP8.5 data served to determine individually past, current, and future moisture deficit conditions. Besides silver fir, other fir species from South Europe and the American Northwest were also tested. Results: Drought tolerance profiles explained the responses of transferred provenances and predicted their future performance and survival. Silver fir displayed significant within-species differentiation regarding drought stress response. Applying the assumed drought tolerance limit of 100 mm relative moisture deficit, most of the tested silver fir populations seem to survive their projected climate at their origin until the end of the century. Survival is likely also for transferred Balkan fir species and for grand fir populations, but not for the Mediterranean species. Conclusions: The projections are less dramatic than provided by usual inventory assessments, considering also the resilience of populations. The method fills the existing gap between experimentally determined adaptive response and the predictions needed for management decisions. It also underscores the unique potential of provenance tests.

Keywords: climate change; common garden; provenance test; silver fir; grand fir; Balkan firs; drought stress; resilience; climate transfer distance; adaptation

¹ Institute of Environmental and Earth Sciences, Faculty of Forestry, University of Sopron, 9400 Sopron, Hungary; balazs.pal@uni-sopron.hu

Děkujeme za pozornost



www.vulhm.cz