

# ZKUŠENOSTI S INTRODUKOVANÝMI DRUHY BOROVIČ V ARBORETU SOFRONKA A JEJICH POUŽITÍ V IMISNÍCH OBLASTECH KRUŠNÝCH HOR

Jan Kaňák

## Abstrakt

### **Kaňák, J.: Zkušenosti s introdukovanými druhy borovic v arboretu Sofronka a jejich použití v imisních oblastech Krušných hor**

Pracoviště VÚLHM v Plzni (Arboretum Sofronka), založené v r. 1956 se specializuje na pěstování dostupných druhů rodu *Pinus*. Na všech výsadbách, včetně provenienčních pokusů se ponechávají kultury svému přirozenému vývoji a nijak se do nich nezasahuje. Tímto způsobem se snažíme využívat jejich přirozených vlastností a respektovat jejich roli v sukcesi a tím i jejich dlouhodobé adaptace.

Introdukce druhů rodu *Pinus* do České republiky začala před více než 200 lety, zpočátku z důvodů okrasných (parky), později z ekonomických (zvýšení produkce, odolnosti, apod.). Některých introdukovaných druhů lze použít při rekultivacích, pro vytvoření pionýrského stadia lesního ekosystému při převodu zemědělských půd nízké bonity zpět na lesní půdu a na produkčních plochách (tzv. lignikultury) mimo přírodní lesní ekosystémy.

Introdukce může sloužit jako vhodný doplněk při pěstování lesů tam, kde nejsou domácí druhy úspěšné (např. imise, rekultivace), naše domácí druhy však vzhledem k jejich dlouhodobým adaptacím nemohou nikdy nahradit. Krátkodobé adaptace na nová stanoviště neznamenají ještě definitivní úspěch introdukce. Při oteplování klimatu a s tím souvisejícím ubýváním vláh resp. vlhkosti však není vyloučené, že právě introdukované dřeviny mohou hrát hlavní roli při záchraně před rozpadem našich ekosystémů právě vlivem sucha a oteplování.

Nikdy nelze předem tvrdit, že introdukce není možná. Všechny druhy totiž disponují možnostmi, které mnohdy ani nesouvisí s podmínkami jejich současného areálu, ale souvisí s jejich evolucí a prehistorií.

*Pinus strobus*, která tvoří rozsáhlé porosty především v severních Čechách, má obrovskou kolonizační schopnost. Vytlačuje původní populaci borovice lesní a donedávna byla odolná všem parazitům, včetně rzi vejmutovkové (*Cronartium ribicola*). To je zřejmě způsobené její geologickou minulostí a rozsahem jejího areálu.

*Pinus contorta*, která je dodnes ve svém areálu výskytu selektována vulkanickou činností, je díky tomu odolná vůči imisím. Introdukce tohoto druhu do imisních oblastí Krušných hor má tedy vynikající výsledky.

**Klíčová slova:** introdukce, adaptace, selekce, evoluce, Mayrův efekt zakladatele, Arboretum Sofronka, Česká republika, rod borovice: b. pohorská, b. Jeffreyova, b. těžká, b. rumelská, b. černá, b. limba, b. pokroucená (výsadby v imisních oblastech, provenienční pokusy), b. vejmutovka (kolonizační schopnost, rez vejmutovková), ekosystémy, sukcese, dlouhodobé adaptace, potomstva, změny klimatu, pionýrské stadium lesního ekosystému.

## Abstract

### **Kaňák, J.: Experience with the introduced pine species in Arboretum Sofronka and their use in the immission areas of Ore Mts.**

Activities of the Arboretum Sofronka in Plzeň (detached work place of FGMRI), which has been established in 1956, are aimed at planting of disposable species of genus *Pinus*. Plantings are left to its own natural course, without any treatments. This way we used to use the natural traits of the tested species and respect their role in succession, thereby their long-term adaptation, too.

Introduction of the species of genus *Pinus* to the Czech Republic has started more than 200 years ago, at first for decorative reasons (parks), later for economic reasons (increasing of production, resistance, etc.). Some of those introduced species can be used at forestry reclamation, also to create a pioneer stage of the forest ecosystem, while transforming low quality agricultural soil back to forest soil and on the production plantations (lignicultures) outside of the natural forest ecosystems.

Introduction can be used as suitable addition of silviculture in such areas, where original species are not successful (e.g. because of immission load, forestry reclamation), but it cannot substitute our autochthonous species, regarding their long-term adaptation. Short term adaptations to new habitats do not mean a definitive success of introduction yet. During the weather heating and the humidity decrease related to it, the fact that introduced species could play the main role in the rescue from destruction of our ecosystems due to the influence of draught and heat, cannot be excluded.

In advance, we can never say that the introduction is impossible. All species have their capacities, which often are not even related with the existing conditions in its actual habitat but are related to its evolution and prehistory.

*Pinus strobus*, which has create extensive stands especially in North Bohemia, is species of enormous colonization ability. This species pushes out autochthonous Scots pine. Also, this species was by now resistant against all parasitic diseases, including white pine blister rust (*Cronartium ribicola*). It is brought about by its geological background and extension of its area distribution, probably.

*Pinus contorta*, which till these days is being selected by the volcanic activity in its natural habitat, is thanks to it resistant to immissions. The introduction of this species to the immission areas of Ore Mts. therefore has excellent results.

**Key words:** Introduction, adaptation, selection, evolution, Mayr's Founder effect, Arboretum Sofronka, Czech republic, Genus *Pinus*: *P. monticola*, *P. jeffreyi*, *P. ponderosa*, *P. peuce*, *P. nigra*, *P. cembra*, *P. contorta* (afforestation at immission areas, test of provenances), *Pinus strobus* (colonizing ability, *Cronartium ribicola*), ecosystems, succession, long-term adaptation, progeny, changes of climate, pioneer stage of the forest ecosystem.

## Úvod

Arboretum Sofronka je pracovištěm Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti a introdukcí různých druhů rodu *Pinus* se zabývá prakticky od svého založení v r. 1956.

Od založení arboreta do současné doby bylo na ploše cca 22 ha vysázeno 61 druhů borovic z celého světa a tato sbírka se stala jednou z největších na euroasijském kontinentu. Do současné doby přežilo cca 37 druhů, z toho reprezentativně je zastoupeno 16 druhů borovic, které se zde úspěšně adaptovaly, plodí a přirozeně se zmlazují. Další druhy přežili v jednom nebo několika exemplářích, ostatní vyhynuly buď po první zimě, nebo během několika let po výsadbě.

U druhů, které jsou zastoupeny velkým počtem proveniencí, tj. vzorků z různých částí jejich oblasti rozšíření, byla studována jejich biologie, životní strategie a šíření po ústupu posledního zalednění. Tím byly získány originální informace o řadě významných zákonitostí, které přímo souvisejí s metodami jejich pěstování.

## Introdukce – historie, výhody a rizika introdukce druhů rodu *Pinus* v podmínkách ČR

Rozlišení původních (domácích) a introdukovaných druhů je téměř otázka filozofická. Je modřín na našem území původní? Kde ano a kde ne? Je borovice černá opravdu introdukovaným druhem, když např. v okolí Plzně existuje mnoho paleontologických nálezů tohoto druhu z období třetihor? Jestliže vezmeme jako mezník dobu poledovou, pak jsou zmiňované druhy u nás opravdu nepůvodní, i když se nám to zdá především u modřínu téměř absurdní. Zvláště když jsou tyto druhy u nás natolik adaptované, že si jejich nepřítomnost v našich lesních porostech nedovedeme už ani představit.

Po prvních pokusech s introdukcí cizích dřevin (před cca 200 lety), které byly zaměřeny především na oživení zámeckých výsadeb a parků, se dostalo do popředí hledisko hospodářské, tedy vyšší produkce introdukovaných dřevin v porovnání se dřevinami původními a toto hledisko je zajímavé pro praktického lesního hospodáře dodnes.

Výrazný nárůst introdukce nastal zvláště na přelomu 19. a 20. století, kdy po delším suchém období nastala kalamita sypavky a zakládané porosty borovice lesní hromadně hynuly. Byla snaha ji nahradit jinými druhy borovic, které touto sypavkou netrpěly. Z této doby jsou i nejstarší porosty či jejich fragmenty především amerických druhů borovic, které jsou roztroušené prakticky po celém území Čech a Moravy. Nejvíce zastoupená je v těchto výsadbách borovice vejmutovka, borovice banksovka, místy i borovice tuhá, z evropských druhů pak především borovice černá, řidčeji borovice rumelská. Později se ukázalo, že z hlediska kvality a produkce splňovala představu lesního hospodáře pouze vejmutovka a na vápencích borovice černá; borovice tuhá a banksovka byly produkčně a především kvalitou (křivé a větevnaté kmeny) pro naše nároky nepoužitelné. To však bylo způsobeno především použitím nevhodných proveniencí.

Neméně zajímavý je i fakt, že některé introdukované druhy mohou mimo své produkce nabídnout i další přednosti, např. odolnost vůči nepříznivým vlivům stanoviště, biotickým i abiotickým činitelům apod. To se dostává do popředí především v posledních 40 letech zhoršováním životních podmínek jednak průmyslovou činností (exhalace plynů a popílků a následná degradace půdy apod.) a jednak oteplováním zemského povrchu, které má za následek snižování půdní a vzdušné vlhkosti. Introdukované dřeviny, protože se vyvíjely v rozdílných ekologických podmínkách, (které jsou podobné dnešním poměrům u nás), mohou těmto vlivům čelit mnohem lépe, než naše domácí druhy. To je i případ úspěšné introdukce smrku pichlavého a borových exot do imisních poloh Krušných hor. Zvláště borovice pokroucená (*Pinus contorta*), která je dodnes ve svém areálu výskytu selektována sopečnými plyny, je příkladem dřeviny, která je díky tomu odolná vůči imisnímu zatížení. Přijetím zákona na ochranu přírody č. 114/1992 se však použití introdukovaných dřevin v imisních oblastech velmi zkomplikovalo. Navíc v té době snížením emisí a především díky opakujícím se klimaticky příznivým zimám převládal optimistický názor na zalesnění imisních holin našimi původními druhy. To se ukázalo jako předčasné po několika nepříznivých zimách (1995-7), kdy zkolabovaly porosty tzv. náhradních dřevin (nepůvodní bříza) a objevily se opět rozsáhlé škody na mladých smrkových kulturách. Z těchto důvodů se do centra pozornosti dostaly opět druhy, které jsou sice nepůvodní, ale mnohem odolnější, než naše domácí druhy.

Vynikající schopnosti některých introdukovaných druhů vytvářet pionýrské (iniciální) stadium lesního ekosystému na nelesních půdách se využívá především při rekultivacích půd po antropogenní činnosti, především výsypek po těžbě uhlí. Z rodu *Pinus* se opět nejlépe osvědčila borovice pokroucená, protože tento druh je jedním z nejvýraznějších a nejúspěšnějších pionýrů, a dále borovice rumelská.

V souvislosti se vstupem ČR do EU se velmi často hovoří o nutnosti omezení zemědělské výroby, což bude znamenat převést nerentabilní zemědělskou půdu nízké bonity zpět na lesní půdu. To je další případ, kde bude možné využít některých introdukovaných druhů pro vytvoření pionýrského stadia lesního ekosystému. Ty totiž, na rozdíl od našich pionýrských druhů (bříza, jívka, jeřáb aj.), mají mnohem nižší nároky na stanoviště a přitom vyšší produkční schopnost. Jejich použití je tedy po všech stránkách výhodnější. Navíc, jedná-li se o pionýrské stadium, počítá se s tím, že v další fázi, až splní svoji roli, budou tyto introdukované druhy nahrazeny našimi druhy původními, klimaxovými.

Jistě je třeba počítat v budoucnu i s tím, že na částech převáděné zemědělské půdy budou vznikat i produkční plochy na „výrobu“ dřevní suroviny, tzv. lignikultury, surovinové plantáže se sortimentem introdukovaných vyšlechtěných rychlerostoucích kultivarů či hybridů. Z hlediska ochrany přírody i lesních hospodářů to bude mnohem šetrnější řešení, než zavádění těchto „průmyslových metod“ do normálních přirozených lesních ekosystémů.

Introdukce má však i svá úskalí. To, co je na jedné straně výhodou, se stává na straně druhé nevýhodou. Jak již bylo konstatováno, ... „*introdukované dřeviny, protože se vyvíjely v rozdílných ekologických podmínkách, (které jsou podobné dnešním poměrům u nás), mohou tedy těmto vlivům čelit mnohem lépe, než naše domácí druhy.*“ To je sice pravda, ale na straně druhé musíme konstatovat, že právě neúčast v koevoluci s okolím bývá hlavním problémem u introdukovaných druhů. Klasickým případem je rez vejmutovková (*Cronartium ribicola*) a borovice vejmutovka (*Pinus strobus*). Tato rez se vyskytuje běžně v Evropě (a patrně i v Asii), kdežto na americkém kontinentu je zcela neznámá. V Evropě střídá mezihostitele z rodu *Ribes* a pětijehličné druhy borovic, většinou limbu, nebo borovici rumelskou (*Pinus peuce*). Na napadených borovicích těchto druhů nepůsobí prakticky žádné škody, napadená větévka či větev zasychá a rez se dále nešíří. Při výskytu této rzi na pětijehličných borovicích amerického původu však rez postupuje z větve až na kmen a po několika letech po napadení strom hyne. Proto je dnes limitujícím faktorem většího rozšíření pětijehličných amerických druhů borovic v Evropě. Z Evropy se ovšem tato rez dostala v 19. století (pěstováním sazenic vejmutovky a jejich dovozem z Německa do USA z „ekonomických důvodů“ !!!) do Ameriky, kde dodnes působí obrovské škody. Zdá se, že v současné době je na americkém kontinentu jedinou šancí v boji s ní vyhledávání odolných jedinců a jejich vzájemné křížení a množení.

Dalším úskalím introdukce může být kalamitní rozšíření introdukovaného druhu, známé především u bylin (např. bolševník). Důvodem této invaze je nedostatek nebo absence „nepřátel“ druhu (predátorů, škůdců, parazitů, cizopasníků, chorob), které v původním přirozeném ekosystému udržují druh v rovnováze s okolím. Dříve bylo mnoho takových příkladů z nižší rostlinné (bolševník) i živočišné říše (králíci v Austrálii) a zdálo se, že u stromů toto nebezpečí nehrozí. V současné době se však již dá hovořit o invazi a kolonizaci přirozených ekosystémů v Labských pískovcích (a částečně i v okolí Hradce Králové) borovici vejmutovkou. Přitom prakticky na celém území ČR je pěstování vejmutovky provázeno problémy se zmiňovanou rzí vejmutovkovou. Kuriózní ovšem je, že ve vejmutovkových porostech v Labských pískovcích se tato rez vyskytuje zřídka. Průběh invaze vejmutovky v CHKO Labské pískovce naznačil, že by mohlo jít o začátek procesu přemnožení tohoto druhu na daném území, i když jeho populace byla složená zatím jen z vitálních jedinců. Další šíření tedy mělo dříve či později znamenat pravděpodobné snížení vitality a obranyschopnosti jedinců a blížící se kolaps podpořený rzí, nebo jiným parazitem. To se potvrdilo již nedlouho po vyhlášení Národního parku České Švýcarsko, kdy se objevily ve větším měřítku hynoucí stromy vejmutovky, a to z nejrůznějších příčin. Jakoby perioda mimořádné kolonizační schopnosti končila a druh se po svém „přemnožení“ samovolně dostával do útlumu.

## Závěr

Na těchto několika případech je zřejmé, že introdukce může sloužit jako zajímavý a účelný doplněk při pěstování lesů (modřín, douglaska, borovice černá, borovice pokroucená, dub červený aj.), může v některých případech i dočasně nahradit naše domácí druhy (pionýrské stádium ekosystému) a můžeme s ní úspěšně počítat i při zakládání umělých produkčních ploch s krátkou dobou obmýti (surovinové plantáže, tzv. lignikultury). Navíc, při oteplování klimatu a s tím souvisejícím ubýváním vláhly resp. vlhkosti není vyloučené, že právě introdukované dřeviny mohou hrát hlavní roli při záchraně před rozpadem našich ekosystémů právě vlivem sucha a oteplování.

Zřejmě však zatím nelze počítat s tím, že bychom některé naše domácí druhy plně nahradily druhy introdukovanými. Dlouhodobé adaptace našich domácích druhů na místní poměry jsou jejich nenahraditelnou devizou a o jejich rezervách nemáme mnohdy ani tušení. Adaptace cizích druhů na naše podmínky jsou z hlediska evoluce příliš krátké na to, abychom si byli jisti jejich úspěšnou a bezproblémovou introdukcí i v budoucnu (srv. prosychání borovice černé).

*V této souvislosti není možné se nezmínit o některých ochráncích přírody, bojujících proti všemu co je cizí, pod záštitou ochrany našich původních druhů. Pakliže se introdukované druhy s druhy domácími nekříží (jako je tomu u rodu *Pinus*), nemohou je tedy nijak geneticky ovlivnit. Naopak, nekontrolovatelné přenosy osiva a sazenic **našich** druhů z jedné oblasti do druhé, či dokonce ze zahraničí, mohou mít za následek degradaci našich cenných regionálních populací!*



Veškerý sadební materiál byl vypěstován ve vlastní školce na Sofronce z osiva, získaného soukromou cestou od vědeckých a výzkumných pracovníků z různých států, díky osobním kontaktům zakladatele arboreta, popřípadě výměnou s různými institucemi. **Ve školce i ve výsadbách se zásadně nepoužívalo hnojení ani chemická ochrana, do výsadeb se nezasahuje ani probírkou nebo prořezávkou. Kultury se ponechávají svému přirozenému vývoji, který je ovlivňován pouze přírodním výběrem, neboť vědecké pracoviště genetiky a šlechtění lesních dřevin se nezabývá produkcí dřevní suroviny, nýbrž získáváním informací o vnitřních schopnostech a evoluci zkoumaných druhů pouze v přirozených podmínkách prostředí.**

U druhů, které jsou zastoupeny velkým počtem proveniencí, tj. vzorků z různých částí jejich oblastí rozšíření, byla studována jejich biologie, životní strategie a šíření po ústupu posledního zalednění. Tím byly získány originální informace o řadě významných zákonitostí, které přímo souvisejí s metodami jejich pěstování.

V těchto souvislostech byla na Sofronce popsána řada teorií a hypotéz, které vznikly především při řešení ekologické katastrofy Krušných hor vlivem imisí (Kaňák, K., 1988a, b, 1993). Sofronka se stala pracovištěm, které se zabývá evolucí lesa, aplikovanou v ekosystémovém pojetí zacházení s lesem, tedy teorií biologického způsobu pěstování lesa. Tento způsob využívá především přirozených vlastností rostlinných druhů, přitom plně respektuje jejich roli v sukcesi a tím i jejich adaptace. Vylučuje tedy veškeré necitlivé zásahy a intervence člověka do lesních ekosystémů, což úzce souvisí se současným pojetím péče o les.

---

Pro použití introdukovaných druhů mohou být různé důvody. Jestliže vezmeme v úvahu především hledisko hospodářské a ekonomické, pak nás mohou zajímat v podstatě tato kritéria:

- produkce a kvalita dřeva
- odolnost vůči biotickým a abiotickým činitelům
- nadprůměrné pionýrské vlastnosti (schopnost obsazovat a kolonizovat plochy narušené antropogenní činností)
- estetický význam
- badatelský význam

Z hlediska produkce se na Sofronce nejlépe osvědčila pětijehličná severoamerická **borovice pohorská** (*Pinus monticola*), velmi blízce příbuzná s borovicí vejmutovkou. Areál vejmutovky zasahuje od Minnesoty a Ontaria až na východní pobřeží k Atlantickému oceánu, kdežto *P. monticola* osadila západní pobřeží Pacifiku a příliš nezasahuje do vnitrozemí (Alberta, Montana, Idaho). Avšak, ještě mnohem více než vejmutovka, je citlivá na rez vejmutovkovou. Z původní výsadby z r. 1958 zůstaly pouze fragmenty a dosadba potomstev zdravých stromů nedopadla o mnoho lépe. Podobné výsledky mají i výsadby této borovice jinde v Evropě včetně arboret a botanických zahrad. Na Sofronce byly v průběhu 25 let vysázeny 3 proveniencce se stejným výsledkem. Vezmeme-li v úvahu její citlivost a fakt, že doložený přenos aecíí rzi je i 5 km, je její použití v Evropě naprosto neperspektivní. To platí i pro další produkčně zajímavé pětijehličné severoamerické druhy jako *P. lambertiana*, borovice s vůbec největší produkcí (výška až 80 m, výčetní průměr až 6m!), které jsou u nás schopné přežít a *P. strobiformis*.

**Borovice vejmutovka** (*Pinus strobus*) je nejznámější severoamerickou introdukovanou borovicí u nás (od r. 1805) i v celé Evropě (od r. 1705). I přes svou citlivost na zmiňovanou rez vytváří u nás produkčně i kvalitou velmi slušné porosty. V Kanadě a USA je jedním z nejoblíbenějších druhů borovice, jednak pro svoji vysokou produkční schopnost a jednak i pro svoje nezvykle příznivé vlastnosti dřeva (amer. pattern pine = modelářská borovice). Výrazná vosková vrstva na jehlicích ji zřejmě chrání proti imisím, a proto jim celkem dobře odolává.

Ve východní polovině pevniny vytvořila pozoruhodný areál, který už naznačuje ohromný ekologický potenciál tohoto druhu, takřka bez ohledu na maritimní (N.F. 53° z.d.) či kontinentální klima (j. Manitoba 95° z.d), boreální podmínky (N.F 51° s.š.) či skoro subtropické poměry jižní hranice států Tennessee - Georgie (35° s.š.). Pravděpodobně v době největšího amerického zalednění pokračovala v migraci podél pobřeží Mexického zálivu až do jižního Mexika a Guatemaly. Tam vytvořila varietu *chiappensis* podle náhorní pláně Chiappas na Yucatanu a centrum areálu z malých ostrůvků tam přežívá dodnes, ale stále více ohrožované člověkem. Toto extrémní rozpětí mezi boreálními poměry

v New Foundlandu a až po tropické lesy Guatemaly vysvětluje, proč tento druh má takovou dravost při obsazování prostoru, který je jinak půdně i klimaticky příznivý, ať už se jedná o Labské pískovce nebo okolí Hradce Králové. Tato tak výrazná ekologická anomálie není známa u žádného jiného druhu rodu *Pinus*. Na pískovcových skalních masivech Českého Švýcarska úspěšně vytlačuje původní populaci borovice lesní a přitom zároveň sestupuje do vlhkých a studených soutěsek, kde úspěšně konkuruje místnímu smrku. Navíc opadem jehličí zabraňuje jakémukoliv zmlazení, mimo vejmutovky. To velmi dobře znají i lesníci z Labských pískovců a okolí Hradce Králové, kde se zmlazuje pod porostem zdejší původní borovice lesní. Mimo svou odolnost vůči stále se zvyšujícímu suchu je i velmi tolerantní i vůči imisím v Krušných horách.

Dalším druhem, který je z hlediska produkce velice slibný, je tříjehličná **borovice Jeffreyova** (*Pinus jeffreyi*). Její areál se táhle vnitrozemím (Skalisté hory) podél pobřeží Pacifiku od Oregonu až do Mexika (Baja California). Bohužel, na Sofronce ani jinde v ČR nejsou známy provenienční výsadby s tímto druhem, a proto lze pouze spekulovat o proveniencích vhodných pro naše podmínky. Navíc ve srovnání s běžnými druhy borovic roste jejich kořenový systém od vyklíčení a v juvenilním stadiu velmi rychle (u jednoletých sazenic 30-40 cm), což by mohlo být problematické z hlediska jejich provozního pěstování. Jako téměř každá introdukovaná dřevina se však může v našich podmínkách setkat s tím, s čím se ve svém přirozeném areálu ve své evoluci dosud nesetkala. Na Sofronce byly výsadby s tímto druhem po relativně velmi úspěšných 40 letech poškozeny začátkem léta (2001) kroupami, které podchlادily přehřáté (38 °C) nevyzrálé letorosty a ty jevily známky omrznutí. Následně do některých takto oslabených jedinců (cca 30 %) vnikly houby, které dílo zkázy dokončily a během dvou let některé i uhynuly.

Prakticky podobně je na tom její blízká příbuzná, **borovice těžká** (*Pinus ponderosa*), která patří mezi produkčně nejdůležitější druhy borovic na severoamerickém kontinentu. I její areál je podobný, zasahuje však i více na sever do Kanady (B.C.) a více do vnitrozemí (Montana, Dakota, Colorado, N. Mexico). I v tomto případě nejsou k dispozici výsledky provenienčních pokusů a setkáváme se s ní spíše v městských výsadbách. Jistě by stálo za úvahu věnovat oběma těmto druhům větší pozornost, protože jejich produkce a ekologické nároky je přímo předurčují pro širší použití v našich podmínkách.

Velmi zajímavým a nedoceneným introdukovaným druhem je **borovice rumelská** (*Pinus peuce*) z Balkánských hor. Její ostrůvkovitý areál je vázaný na žulové podloží (na rozdíl od borovice Heldreichovy, se kterou se „střídá“ podle podloží - ta roste výhradně na vápencích). Borovice rumelská patří k odolným pětijehličným druhům, které odolávají v imisích, rostou bez problémů na kyselých půdách (pH=3) a navíc jsou produkčně velmi zajímavé. Roste s úspěchem na různých stanovištích a všude je velmi vitální. V Krušných horách je výsadba už z r. 1920 (Blatenský vrch) a po oplocení je zřejmá její schopnost přirozeně se zmlazovat. Na saské straně Krušných hor jsou poměrně rozsáhlé výsadby (cca 60 let staré). V 80. letech jsme založili několik pokusných výsadeb na imisně nejexponovanějších místech Krušných hor (Kovářská, Měděnec, Vejprty) a patří zde k nejlepším. Na Sofronce jsou 4 provenience z Bulharska a Makedonie ze 60. let.

Snad nejběžnější introdukovanou borovicí u nás je **borovice černá** (*Pinus nigra*), která byla již od minulého století vysazována při zalesňování všech vápencových holí na území Čech i Moravy. Jak už bylo zmíněno, v třetihorách byla rozšířena prakticky na celém území ČR. Je to typický pionýrský druh s širokou ekovalencí, který velmi dobře roste i na kyselých půdách (pH=3) v Krušných horách. V poslední době se u nás setkáváme s nápadným prosycháním této borovice, které je primárně způsobeno především klimatickými extrémami (přísušky a teplotní extrémami a zvraty). Oslabené borovice jsou napadány houbami (především *Ascocalyx abietina*, *Sphaeropsis sapinea*) a v poslední době i sypavkou červenou (*Mycosphaerella pini*). Na Sofronce je provenienční výsadba (19 proveniencí z celého areálu druhu), která roste dosud bez poškození, stejně jako výsadby této borovice, které jsme vysazovali v 80. letech v Krušných horách.

Dalším druhem, který s úspěchem roste v imisích je **borovice limba** (*Pinus cembra*) a její blízké příbuzná **borovice sibiřská** (*Pinus sibirica*). Rostou však velmi pomalu, takže z hlediska produkčního jsou méně zajímavé. Nicméně, kvalita jejich dřeva je všeobecně známa a vysoce ceněna.

Nejzajímavější z hlediska produkce, odolnosti vůči biotickým a abiotickým činitelům a nadprůměrných pionýrských vlastností (schopnost obsazovat a kolonizovat plochy narušené antropogenní činností) je druh **borovice pokroucená** (*Pinus contorta* Dougl.).

Tato borovice pochází z oblastí severní Ameriky s bohatou vulkanickou činností a odtud pramení její odolnost k imisím. Ve vulkanických pohořích vytváří primární stadia lesních ekosystémů na lávových polích, její vitality a pionýrských vlastností se využívá k eliminaci klimatických extrémů a ochraně půdy před erozí pro vytvoření primárního stadia sukcese, tedy podmínek nezbytných pro klimaxové druhy v oblastech postižených sopečnou činností nebo imisním zatížením. (Při inventarizaci v Krušných horách bylo nalezeno několik lokalit s tímto druhem z dřívější doby, především velmi kvalitní porosty na saské straně.)

---

Tento druh je třeba posuzovat podle 4 samostatných subspecií (Critchfield, 1957), které se od sebe dost nápadně liší.

- **ssp. contorta** Critchfield (1957) – borovice pobřežní, obsazující úzké pásmo pobřežních hor od mysu Mendocino až po Aljašku. Nízké (max 10-14 m), netvárné stromy s deštníkovitou korunou, větevnaté, krátké jehlice úzké s množstvím prúduchů, šišky zpětně postavené na větvích, otvírají se po dozrání.
- **ssp. bolanderi** Critchfield (1957) – borovice Bolanderova, malý ostrovní výskyt na křídových útesech u Mendocina (Kalifornie), extrémní produkce pylu, šišky asymetrické, velké, boulovité, serotinní. Pyskyřičné kanálky na jehlicích chybí, což je hlavní rozlišující znak této subspecie.
- **ssp. latifolia** Critchfield (1957) – borovice tyčová (Kaňák K., 1980 – srv. lodgepole pine), agresivní pionýr na požářištích a lávových polích, intolerantní sukcesní typ, šišky tvrdé a těžké, apofýzy vypouklé. Areál největší z těchto ssp., celé pásmo Skalistých hor od Aljašky až po Colorado, na západ až do Britské Kolumbie. Dlouhé jehlice střední tloušťky, šišky těžké, asymetrické, serotinní. Stromy 15-22 m, někde až 30-35 m, max 48m. Používá se na výrobu pražců, telegrafních sloupů, pilotů a stavbu lodí.
- **ssp. murrayana** Critchfield (1957) – borovice Murrayova. Pomalejší růst (vysokohorská), široké jehlice, šišky odstálé, dozadu směřující, symetrické, otvírají se po dozrání. Areál: oregonské Kaskádové pohoří, Sierra Nevada, východní část pohoří Siskiyou Mts. a izolované populace v horách jižní Kalifornie a Baja California (Mexiko).

S výjimkou ssp. bolanderii jsou u nás ostatní subspecie běžné.

---

Tato borovice, tisíce let selektovaná stárou vulkanickou činností v místě svého přirozeného rozšíření, je zvyklá zmlazovat se na popeli a pemze lávových polí (Critchfield, 1980). Proto nemá problémy s imisními škodami a jediným jejím problémem v Krušných horách jsou vysoké stavy jelení zvěře. V případě ochrany před zvěří je dnes jedinou dřevinou, která může vytvořit souvislý a kvalitní přípravný porost, pod jehož ochranu je možno následně podsazovat místní variantu odolného smrku, který je rozmnožován řízkou, původní buk, jedlí a jako příměs náhorní variantu borovice lesní - tzv. hercynská směs (Kaňák, K., 1993). Navíc dřevní surovina *contorty* je na rozdíl od jiných průkopnických dřevin ekonomicky zhodnotitelná.

Protože tento druh je jedním z nejvýraznějších a neúspěšnějších pionýrů téměř ve všech stresových podmínkách střední Evropy, věnovali jsme mu největší pozornost (Kaňák, J., 2001). Na Sofronce je zastoupen 35 proveniencemi, zahrnujícími celý jeho areál, další (paralelní) plochy byly založeny v Mláce (již. Čechy) a v Krušných horách u Vejprt. Další rozsáhlé výsadby s tímto druhem byly realizovány ve spolupráci s Ing. Dimitrovským (VÚMZP) při rekultivacích výsypkových stanovišť na Sokolovsku. Dnes se dá s jistotou říci, že se *contorta* osvědčila ve všech podmínkách, od imisí až po rekultivace.

První výsledky měření těchto ploch byly zpracovány a publikovány v závěrečné zprávě K. Kaňáka, VÚLHM 1988. Od té doby probíhala další měření a vyhodnocení, která byla shrnuta v závěrečných zprávách VÚLHM (Kaňák, J., 1996, 2001). Porovnáním výsledků rytmu růstu na všech třech paralelních provenienčních plochách jsme pro různé účely použití navrhli oblasti (provenience) areálu tohoto druhu, odkud by bylo vhodné získávat osivo. Pro imisní polohy Krušných hor jsou vhodné především provenience **ssp. latifolia** ze Skalistých hor od Wyomingu, Oregon, až po hranici mezi kanadskými préríjními proveniencemi a oblastí Severozápadních teritorií. Jejich mortalita v nejexponovanější imisní oblasti Krušných hor se pohybuje okolo 20-30% od začátku výsadby a nijak výrazně se nemění. Naopak, pro nižší polohy jsou nejvhodnější oregonské provenience pobřežní



**ssp. contorta** (v provenienčním pokusu na Sofronce prvních 8 míst!), teprve za nimi následují provenience **ssp. latifolia** (9.-20. místo). V závěru jsou, stejně jako na krušnohorské lokalitě provenience **ssp. murrayana** z horní hranice lesa kalifornských Sierr (Kaňák, J., 1996, poslední měření v r. 1999 beze změn).

Dá se říci, že jelení zvěř a ne imisní zátěž je dnes limitujícím faktorem zalesnění v oblasti Krušných hor. V některých případech tento stav bezprostředně ovlivňuje růst a zdravotní stav hodnocených stromů nad rámec vlastních a ověřovaných stresových faktorů.

Z poznatků získaných na výzkumných plochách v imisních oblastech se odvíjí i další strategie na jejich využití při obnově lesa a jeho funkcí, především v nejproblematictějších podmínkách vlastních Krušných hor. Informace o zkoumaných druzích v „pásmu boje o přežití“ jsou velmi cenné, protože ve stresových situacích jsou projevy zkoumaných druhů vždy mnohem výraznější a tím i zajímavější.

Tento druh, hojně používaný především ve skandinávských zemích, má u nás pro své vlastnosti, velké perspektivy. Je zajímavé, že se v našich porostech *contorty* dosud neobjevilo mykózní poškození, např. ve Švédsku zcela běžné a místy až kalamitního rozsahu. Nicméně po našich zkušenostech s introdukcí nepůvodních dřevin i s tím musíme počítat. Je třeba si uvědomit, že na rozdíl od nás, rozlohy, na kterých se *contorta* ve Skandinávii pěstuje, jdou do tisíců hektarů.

Některé druhy borovic se na Sofronce podařilo vypěstovat, přestože podmínky (především klimatické) v areálu jejich přirozeného rozšíření tomu neodpovídají. U těch, které přežily, byl potvrzen tzv. Mayrův efekt zakladatele (Mayr, 1979), tj. případ, kdy z populace, jež podlehla extinkci, přežil jeden nebo několik málo jedinců, kteří vytvořili zakladatelskou populaci nové varianty druhu se změněnými znaky genetické architektury. Typickým příkladem tohoto efektu v arboretu Sofronka jsou druhy *Pinus pungens*, *Pinus virginiana*, *Pinus attenuata* a *Pinus serotina*. Tyto druhy však mají význam spíše badatelský, resp. estetický, z hlediska hospodářského (produkci, odolností a kvalitou) jsou nepodstatné. (Kaňák, J., 2004)

## Literatura

- CRITCHFIELD, W.B. 1957. *Geographic variation in Pinus contorta*. Maria Moors Cabot Foundation, Publ. Nop. 3. 118 pp.
- CRITCHFIELD, W.B. 1980. *The distribution, genetics and silvics of lodge polepine*. -Proc. IUFRO joint meeting of WPs, Vancouver, Vol.1:65-94.
- KAŇÁK, J. 1996. *Hodnocení pokusných výsadeb s cizokrajnými druhy rodu Pinus*. – Závěrečná zpráva v.ú. č. 9004, et. 03, VÚLHM Jiloviště-Strnady.
- KAŇÁK, J. 1998. *Arboretum Sofronka Plzeň, VÚLHM Jiloviště-Strnady*. – SPAS Plzeň.
- KAŇÁK, J. 1999. *Introdukované druhy borovic v Arboretu Sofronka a jejich testování ve stresových podmínkách Krušných hor*. – Acta Průhoniana 68, Průhonice.
- KAŇÁK, J. 2001. *Hodnocení výzkumných ploch s druhem Pinus contorta Dougl.* – Dílčí závěrečná zpráva v.ú. č. 01/9011, VÚLHM Jiloviště – Strnady.
- KAŇÁK, J. 2004. *Možnosti a úskalí introdukce některých druhů rodu Pinus*. – Sborník „Perspektivy lesnické dendrologie a šlechtění lesních dřevin“, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kostelec n. Č. lesy, 2004. ISBN 80-213-1164-9.
- KAŇÁK, K. 1971. *Druhy a provenience borovic v arboretu Sofronka. Výsledky introdukce v letech 1958 - 1968*. - In: *Arboretum Sofronka*, 70 p., Praha, 1971.
- KAŇÁK, K. 1988 a. *Teoretické podklady pěstební strategie v imisních oblastech*. – In: *Sborn. ref. z konf. „Možnosti obnovy a zvýš. stability les. porostů v oblastech pod vlivem imisí“*, ČSVTS Ústí n.Labem, 13.10.1988: 62-70.
- KAŇÁK, K. 1988 b. *Využití odolnějších druhů borovice k zalesnění imisní oblasti Krušných hor*. – *Realizační výstup R7, VÚLHM Jiloviště – Strnady*, 1988, 14 p.
- KAŇÁK, K. 1993. *Alternativní řešení rekonstrukce lesa v imisních oblastech*. – *Lesnická práce* 1, 72/1993. p: 10-13.
- MAYR, E. 1979. *Evolution und die Vielfalt des Lebens*. -Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- MIROV, N.T. 1967. *The Genus Pinus. 2. Paleobotanical record and Paleogeography*. pp.24 - 128.- The Ronald Press Comp., New York.
- VAILOV, N.I. 1951. *The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants*. -The Ronald Press Comp. ex: *Chronica Botanica, Frans Verdoorn, Vol.13, No.1/6:1-366,37 ill.*

*Kontakt*

**Ing. Jan Kaňák**

[sofronka@sofronka.cz](mailto:sofronka@sofronka.cz)

Tel.: 377 521 886

*Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti*

*pracoviště Plzeň – Bolevec*

*Arboretum Sofronka*

*P.O. Box 125*

*304 25 PLZEŇ 1*