

# VYHODNOCENÍ PĚSTOVÁNÍ JEDLE BĚLOKORÉ OD SBĚRU SEMENNÉ SUROVINY PO ZAJIŠTĚNÝ POROST V PODMÍNKÁCH 3. A 4. LVS

EVALUATION OF SILVER FIR SILVICULTURE FROM SEED COLLECTION TO ESTABLISHED STANDS UNDER CONDITIONS OF THE 3<sup>RD</sup> AND 4<sup>TH</sup> FOREST VEGETATION ZONES

MICHAL BLEDÝ<sup>1,2)</sup> - STANISLAV VACEK<sup>1)</sup> - ZDENĚK VACEK<sup>1)</sup> - JAN CUKOR<sup>1,3)</sup> - JAKUB ČERNÝ<sup>1,3,4)</sup> ✉ - VÁCLAV ŠIMŮNEK<sup>1)</sup> - JOHANA PECHAČOVÁ<sup>3)</sup> - PAVEL BRABEC<sup>1)</sup> - JAN BUDÍNSKÝ<sup>1)</sup> - MICHAL KUBĚNKA<sup>5)</sup> - JOSEF GALLO<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchbát, Czech Republic

<sup>2)</sup>Colloredo-Mannsfeld spol. s r. o., Švabínská 279, 338 08 Zbír, Czech Republic

<sup>3)</sup>Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Czech Republic

<sup>4)</sup>Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

<sup>5)</sup>Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Studentská 95, 532 10 Pardubice 2, Czech Republic

✉ e-mail: [cerny@vulhmop.cz](mailto:cerny@vulhmop.cz)

ORCID: M. Bledý 0009-0002-5745-2609

S. Vacek 0000-0002-5234-1881

Z. Vacek 0000-0002-7269-4174

J. Cukor 0000-0002-0003-3174

J. Černý 0000-0002-9954-1506

J. Budínský 0009-0005-2859-6963

M. Kuběnka 0000-0001-6636-1018

J. Gallo 0000-0002-7169-6477

## ABSTRACT

Silver fir (*Abies alba* Mill.) is a key native tree species in Central European forests, exhibiting high production capacity and ecological and adaptive potential under ongoing global climate change (GCC). This study focuses on a comprehensive evaluation of fir cultivation, from seed material collection through seed quality and planting stock performance to the economic aspects of stand establishment and securing under the conditions of the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> forest vegetation zones in Czechia (Central Bohemian and Plzeň regions). The results revealed pronounced inter-annual variability in seed purity, ranging from 5.8% (2022) to 18.9% (2024), with a mean value of approximately 14%, representing the highest values among native conifers. Seed germination capacity did not differ significantly from long-term averages during the evaluated period (46% in 2018, 52% in 2020, and 57% in 2022); however, a marked decline to 23% was observed after one year of frozen storage. The frequency of strong seed years was estimated at approximately four years. Mean absolute planting stock yield for the period 2018–2025 reached 3,262 seedlings kg<sup>-1</sup> on substrate and 2,582 seedlings kg<sup>-1</sup> on mineral soil. Post-planting losses over a ten-year period ranged between 10% and 15%. Economic analysis indicated that the costs of establishing and securing 1 ha of silver fir stands, including minimum planting densities, five years of follow-up management, fencing, chemical protection of plantations, one removal of undesirable tree species, and one thinning operation, amounted to 229,000–238,800 CZK/ha. The obtained results confirm the high production, ecological, and adaptive potential of silver fir as a promising species for the conversion of spruce-dominated and other monocultures and for developing structurally stable forest stands with substantial carbon sequestration potential under GCC conditions.

For more information see [Summary at the end of the article.](#)

**Klíčová slova:** lesní hospodářství; klimatická změna; lesní školky; produkce osiva; ekonomické hodnocení; doporučení pro praxi

**Key words:** forest management; climate change; forest nurseries; seed production; economic evaluation; practice recommendations

## ÚVOD

Jedle bělokora (*Abies alba* Mill.) patří mezi klíčové dřeviny středo-evropských lesů s vysokým ekologickým, produkčním a adaptačním potenciálem (TINNER et al. 2013; BUCHER 2014; SAN-MIGUEL-AYANZ et al. 2016; MIKULENKA et al. 2020; BLEDÝ et al. 2024). S postupující globální klimatickou změnou (GKZ) se v lesních ekosystémech častěji objevují různé typy disturbancí, které výrazně ovlivňují mortalitu, růstové procesy i zdravotní stav stromů (SEIDL et al. 2017; MCDOWELL et al. 2020; VACEK et al. 2023; VEJPUSTKOVÁ et al. 2023), což se odráží i v reprodukci dřevin (VACEK, HEJCMAN 2012; HACKETT-PAIN et al. 2019; FOEST et al. 2024). Stabilní a úspěšná reprodukce stromů je proto nezbytná pro zachování strukturálně a funkčně stabilních lesních porostů (CLARK et al. 2021; BOGDZIEWICZ 2022; FALK et al. 2022).

Periodicita semenných let u dřevin, včetně jedle bělokore, je v podmínkách GKZ předmětem výrazného vědeckého zájmu (např. PEARSE et al. 2016; BOGDZIEWICZ et al. 2019, 2023, 2024; ŠIMŮNEK et al. 2026). Většina druhů lesních dřevin produkuje semena nepravidelně, s delšími a víceletými intervaly mezi silnými semennými roky (KOENIG, KNOPS 2000; MARTÍN et al. 2015; KOENIG et al. 2020). Na individuální variabilitu plodnosti mají vliv faktory jako věk a velikost stromu, genotyp, stav porostu, stanovištní podmínky, obhospodařování a environmentální změny (KANG 2003). Jedle začíná plodit u solitérních jedinců ve věku 25–35 let a v zapojených porostech ve věku 60–70 let, přičemž kvetení probíhá od května do poloviny července v závislosti na nadmořské výšce a semenné roky se vyskytují v dvouletých intervalech v nižších polohách, zatímco ve vyšších polohách každých tři až pět let (BLEDÝ et al. 2024). Z tohoto důvodu je nezbytné sledovat plodivost jedle bělokore dlouhodobě, aby bylo možné kvantifikovat variabilitu semenných let v závislosti na stanovišti a struktuře porostu a pochopit její ekologické důsledky pro dynamiku lesních ekosystémů (KNOPS et al. 2007; SZABÓ 2012; KOENIG et al. 2020). Tento přístup umožňuje rovněž zohlednit vliv predátorů semen (CURRAN, LEIGHTON 2000; KOENIG, KNOPS 2001) a přispívá k efektivnějšímu plánování sběru semen i podpory přirozené obnovy (WOLF 2003; GREENE, JOHNSON 2004; BROOME et al. 2007; PUKKALA et al. 2010).

U jedle bělokore se v posledních letech projevuje trend ústupu z nižších, teplejších a sušších poloh. Naopak lepší prosperita byla zaznamenána ve vyšších nadmořských výškách a na severní hranici jejího areálu (JAWORSKI 2011; FICKO et al. 2011; GAZOL et al. 2015; ČAVLOVIČ et al. 2015; ŠIMŮNEK et al. 2023). Předpokládá se, že GKZ omezí její přirozené rozšíření (DOBROWOLSKA et al. 2017). Historicky byl pokles jedle bělokore v ČR a dalších evropských státech zaznamenán během imisních kalamit 60.–90. let 20. století, kdy synergické působení abiotických, biotických a antropogenních faktorů výrazně snížilo její zastoupení (SENN, SUTER 2003; ELLING et al. 2009; VRŠKA et al. 2009; VACEK et al. 2015; MIKULENKA et al. 2020). Po výrazném snížení imisí koncem 90. let došlo k obnovení růstu a vitality porostů (VACEK et al. 2007; ELLING et al. 2009; BOŠEĀA et al. 2014; BÜNTGEN et al. 2014; ČAVLOVIČ et al. 2015), avšak současný podíl jedle ve srovnání s její přirozenou druhovou skladbou stále zůstává v ČR nedostatečný: 1,3 % vs. 19,8 % (POLENO et al. 2009; MZE 2024). Trend zvyšování zastoupení jedle na území ČR je pozitivní, stále však není plně využito jejího potenciálu k nahrazení smrku ztepilého (*Picea abies* [L.] Karst.) ve středních a vyšších polohách (POLENO et al. 2009; MZE 2025). Jedle bělokora vyžaduje intenzivní ochranu a management zejména na oglejených a podmáčených stanovištích, kde nemá adekvátní náhradu (POLENO et al. 2009). Populace z východní hranice areálu mohou mít významný potenciál zmírnit negativní dopady oteplování v kontextu GKZ (FADY et al. 1999, 2016; MIHAI et al. 2018; TEODOSIU et al. 2019).

I přes větší pozornost věnovanou obnově jedle se její zastoupení zvyšuje jen pozvolna, což je dáno zejména vysokými škodami způsobenými spárkatou zvěří (VACEK et al. 2015, 2022; CUKOR et al. 2023). Reprodukční materiál jedle může být v ČR využit k obnově přibližně

5 000 ha ročně podle legislativně stanovených minimálních počtů, přičemž v období 2010–2022 bylo ročně sesbíráno 5,9–134,5 tun semenné suroviny, vylouštěno 0,6–13,4 tun semen a vyprodukováno 1,8–40,3 milionu semenáčků/sazenic s narůstající tendencí v posledních letech (BLEDÝ et al. 2024). V produkci osiva byly zaznamenány výrazné semenné roky v letech 2015 (48,6 t), 2018 (78,9 t), 2020 (115,7 t), 2022 (134,5 t) a 2024 (58,3 t), které současně odrážely zvýšenou poptávku po sadebním materiálu v souvislosti s rozsáhlou kůrovcovou kalamitou a následnou obnovou kalamitních ploch v ČR (MZE 2025). Sběr šišek jedle v našich podmínkách probíhá převážně ručně trháním ze stojících, případně vytěžených stromů (KUPKA 2005). Z pohledu vlastníka lesa je ekonomicky nejefektivnější sběr z pokácených stromů, pokud disponuje dostatkem zdrojů semenného materiálu. V současnosti jsou takové možnosti značně omezeny a sběr se proto realizuje z větší části ze stojících stromů, což klade vyšší nároky na organizaci práce i manipulaci se šiškami. Velikost jedlových šišek se pohybuje v rozmezí délky od 7,6 do 19,9 cm a tloušťky od 2,9 do 5,2 cm (ANISZEWSKA, BŁUSZKOWSKA 2016).

V ČR je však v současnosti stále nedostatek uznaných zdrojů reprodukčního materiálu jedle bělokore, i když za posledních 5 let došlo k nárůstu o 23,2 % v roce 2022, což plošně odpovídá 4451,17 ha, přičemž dominují identifikované (54,4 %) a selektované (40,2 %) zdroje (MZE 2024). Cílem tohoto článku bylo komplexně vyhodnotit parametry semenné suroviny a osiva jedle bělokore, kvalitu osiva, výpěstnost semenáčků a sazenic, ekonomickou efektivitu pěstování ve školkařských provozech a semennou produkci ve středních a západních Čechách, a to jako nezbytný předpoklad úspěšné obnovy jedlových porostů. Současně práce poskytuje lesnickému provozu doporučení pro využití jedle bělokore při přeměně monokultur smrku i dalších dřevin a při budování strukturálně bohatých a diverzifikovaných lesů s vysokou produkcí a potenciálem sekvestrace uhlíku v kontextu probíhající GKZ.

## MATERIÁL A METODIKA

### Zájmové území

Zájmové území se nachází v Plzeňském kraji na majetku společnosti Colloredo-Mannsfeld spol. s r. o., převážně ve 3. a 4. lesním vegetačním stupni (300–721 m n. m.). Území představuje oblast mírně teplého klimatického regionu s přechodem k chladnějším polohám. Podle klimatické Köppen-Geigerovy klasifikace náleží k mírnému oceánickému podnebí (Cfb; PEEL et al. 2007; BECK et al. 2018). Průměrná roční teplota vzduchu se zde pohybuje mezi 6,5 a 8,0 °C, přičemž vegetační období trvá zhruba od dubna do října. Roční úhrn srážek dosahuje 600–750 mm, s maximem v letních měsících. Z hlediska typologie se jedná zejména o *Querceto-Fagetum acidophilum*, *Fagetum acidophilum*, *Abieti-Querceto-Fagetum variohumidum*, *Querceto-Abietum variohumidum mesotrophicum*, *Abieto-Quercetum variohumidum acidophilum*, *Querceto-Abietum variohumidum acidophilum*, *Querceto-Fagetum oligo-mesotrophicum* a *Fagetum oligo-mesotrophicum* (VIEWEGH et al. 2003), přičemž převládajícími půdními typy zde jsou kambizemě a pseudogleje.

### Sběr semenné suroviny, luštění osiva a hodnocení jeho kvality

Sběr semenné suroviny byl prováděn v letech 2018–2025 vždy v období od konce srpna do poloviny září z vybraných porostů fenotypové třídy B s nadprůměrnou produkcí. Luštění osiva bylo prováděno přirozeným způsobem, tj. ponecháním šišek v dobře větraném prostoru s pravidelným přesunem semenné suroviny pro zamezení jejího napadení houbovými patogeny. Následně byly jednotlivé složky semenné suroviny odděleny na frakce pomocí selekce na sítěch s vibračním po-

hybem. Osivo bylo dále na sítěch s rozdílnou velikostí ok mechanicky odkřídleno a poté bylo osivo s drobnými nečistotami finálně dočištěno pomocí vzduchového separátoru nečistot. Doba přirozeného rozpadu se obecně pohybovala v rozmezí 1 až 2 měsíců po terénním sběru.

Praktické vyhodnocení oddílů osiv jedle bělokore probíhalo porovnáním parametrů sypavosti šišek a klíčovosti osiva, přičemž byly sledovány rozdíly mezi roky sběru a vliv časového období sběru na sypavost a klíčovost. Veškeré operace byly podrobeny ekonomickému zhodnocení v cenách v místě i v čase obvyklých. Sypavost šišek udává poměr váhy osiva vylouštěného ze semenné suroviny. Klíčovost semen je udávána jako procentuální podíl semen, která za stanovených podmínek vyklíčí a vytvoří životaschopné semenáčky. Klíčovost oddílů jedle pocházejících z vlastních sběrů (Colloredo-Mannsfeld spol. s r. o.) na území Plzeňského kraje byla hodnocena testy osiva podle ČSN 48 1211 ve výzkumné stanici Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti v Kunovicích.

### Způsoby provádění sítě

Síje byly prováděny do minerální půdy i pěstebního substrátu. V největší míře byly využity podzimní síje s termínem do konce měsíce listopadu. Jarní síje byly prováděny pouze u stratifikovaných oddílů osiv a probíhaly po kritickém období pozdních mrazů v druhé polovině měsíce května tak, aby osivo vyklíčilo po tomto nepříznivém období a nebylo s vysokou pravděpodobností ohroženo mrazem. Ošetření proti houbovým patogenům bylo provedeno před vlastním výsevem standardními přípravky k ochraně rostlin. K zásypu sítě byl použit sklářský písek s výškou zásypu 1–2 cm.

### Výpěstnost semenáčků a sazenic

Výpěstnost semenáčků byla sledována na třech vybraných lokalitách semenišť pro pěstování semenáčků v tzv. dunemanech (pěstební okna s betonovými či dřevěnými rámy) v letech 2020–2024. Výpěstnost sazenic byla sledována v pěti lesních školkách pro prostokořennou sadbu a v jedné lesní školce pro krytokořennou sadbu od 400 m n. m. do 535 m n. m. v rámci několika oddílů osiva původu (PLO 7; 3. a 4. LVS) ve výše uvedeném časovém rozmezí. Do hodnocení byla zahrnuta výroba prostokořenných i krytokořenných sazenic. Standardní srovnávané oddíly sadebního materiálu se pohybovaly ve věku 3–5 let v těchto pěstebních vzorcích 2+k1; 2+k2; 2+2; 2+3. Ekonomická analýza výpěstnosti semenáčků a sazenic zahrnuje náklady na vylouštění osiva, substrát, školkování semenáčků (z půdy do půdy/z půdy do obalu), dále náklady na péči o oddíly ve struktuře: cena práce za mechanické pleť, cena práce za ošetřování herbicidy a fungicidy, cena přípravků pro ochranu rostlin, podíl vstupní ceny pěstebních sadbovačů, cena práce při sítí/školkování, cena práce za přípravu a expedici sazenic. Do hodnocení byly zahrnuty průběžné výsledky na základě výpěstnosti ks/kg. Výpěstnost semenáčků byla porovnávána při pěstování na substrátu a minerální půdě. Předmětem hodnocení byla kvalita a vyspělost sadebního materiálu, početnost, poškození a ekonomické zhodnocení. Základním ukazatelem byly přepočty jedinců na kg osiva. Současně byly hodnoceny a srovnávány výpěstnosti na 1 m<sup>2</sup>.

### Ekonomické zhodnocení následné péče a zajištěnosti jedlových kultur

Ekonomické hodnocení zahrnuje náklady na založení a následnou péči o jedlové kultury vztažené na plochu 1 ha. Do kalkulace jsou zahrnuty náklady na přípravu půdy pro obnovu lesa (Kč/ha), odstranění klestu (Kč/ha), první sadba jamková (Kč/ks), cena sazenice (Kč/ks), ošetření proti klikorohu borovému (*Hyllobius abietis* L.) – dvě

ošetření v prvním roce po výsadbě (Kč/ha), mechanickou ochranu kultur (Kč/ha): 7 zásahů do 5 let věku kultury v pruzích, chemickou ochranu kultur (Kč/ha): 5 zásahů, oplocení: 400 běžných metrů včetně nákladů na opravu oplocenek a následné rozebrání oplocení (Kč/km), náklady na prostrhávání/výřez nežádoucích dřevin: 1 zásah (Kč/ha) a první prořezávku (Kč/ha).

Zajištěnost porostu je definována zákonem jako porost, v němž jsou jedinci po ploše rovnoměrně jednotlivě nebo skupinovitě rozmístěni a jejich počet je alespoň 80 % minimálního počtu pro obnovu nebo zalesnění uvedeného v příloze č. 4 k vyhlášce 456/2021 Sb., jedinci vykazují trvalý výškový přírůst a jedinci jsou odrostlí negativnímu vlivu buřene a nejsou výrazně poškozeni. V této formě je hodnocen výpočet zajištěnosti uměle zakládaných kultur v 5. roce věku porostu u všech druhů dřevin. Je však nutné zahrnout vliv růstové dynamiky dřevin individuálně a taktéž přistoupení k ekonomickému vyhodnocení. Při použití těchto kritérií byla jedle zařazena do skupiny, kdy zajištěnost porostu nastává ve středních polohách v 7. roce od založení kultury. Zvýšení nákladů tedy spočívá pouze ve dvou letech následné péče navíc. Pro státní vlastníky je vyhodnocení vytvořeno bez ohledu na státní dotační politiku. Pro nestátní vlastníky je tato kalkulace doplněna o propočty s dotací státu dle nařízení vlády (NV) č. 30/2014 Sb., ve znění novelizováno NV č. 455/2021 Sb., přičemž v loňském roce (2025) prozatím beze změny výše příspěvků a jeho podrobných změn souvisejících s novelizací zákona o lesích.

## VÝSLEDKY

### Vyhodnocení sypavosti šišek

U hodnocených oddílů osiva jedle bělokore pocházejících z Brdské vrchoviny (3.–4. LVS) byly v rámci sběrů semenné suroviny, realizovaných v Plzeňském kraji zjištěny výrazné rozdíly v hodnotách sypavosti šišek. Nejnižší sypavost šišek byla sledována u oddílu osiva v roce 2022 (5,8 %). Při srovnání oddílů s rozdílným termínem sběru (konec srpna a polovina září) je rozdíl v sypavosti pouze 0,6 %. Při srovnání sypavosti mezi oddíly osiva z různých porostů taktéž nejsou významné rozdíly (0,7 %). Nejvyšší sypavost se u zkoumaných oddílů pohybovala na úrovni 18,9 %. Naopak krajní hodnota nejnižší sypavosti dosahovala hodnoty 5,8 %. Extrémně špatná sypavost 5–6 % hraničí s efektivitou sběru. V tomto případě je osivo zatíženo neúměrně vysokými náklady (1 800 Kč/kg). Extrémně vysoká sypavost ekonomickou efektivitu výrazně zlepšuje, avšak sama o sobě nevyovídá o skutečném pěstebním výsledku. Vysoký podíl semen v některých případech nemá dostatečné kvalitativní parametry, jako jsou klíčovost, životnost a energie klíčení.

Rozsah sběru semenné suroviny byl determinován aktuální potřebou a poptávkou po reprodukčním materiálu a současně odpovídal periodicitě semenných let. Na území Plzeňského kraje byl v hodnoceném období zaznamenán výskyt semenného roku v průměru jednou za dva roky, přičemž silné semenné roky se v dlouhodobém průměru opakovaly v intervalu přibližně čtyř let (Tab. 1). Za silné semenné roky lze dle dostupných informací označit v zájmovém území roky 2018, 2020, 2022 a 2024. Nejvyšší sypavost šišek byla v letech 2024 (17,6 %) a 2025 (14,2 %). Z jednotlivých oddílů osiva v letech předchozích bylo provedeno srovnání, v jehož rámci byl u téhož oddílu zjištěn rozdíl v sypavosti šišek od 5,8 % do 22,4 %.

### Kvalita osiva

Kvalita semen hodnocených v období 2018–2022 vykazovala meziroční variabilitu v základních morfologických i fyziologických parametrech. Absolutní hmotnost semen dosáhla v roce 2020 hodnoty 45,66 g

**Tab. 1.**

Sběry semenné suroviny jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) na území Plzeňského kraje v letech 2005–2025.

Collections of reproductive material of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Plzeň region during 2005–2025.

Rok/ Year	Množství/ Quantity (kg)	Množství vylouštěného osiva/Quantity of extracted seed (kg)	Skutečná sypavost šišek/Actual cone seed yield (%)
2005	291	/	/
2006	537	/	/
2011	160	/	/
2013	659	/	/
2015	460	/	/
2017	248	/	/
2018	1953	207,01	10,60
2020	4180	415,91	9,95
2022	5086	449,09	8,83
2024	1468	258,95	17,64
2025	197	28,00	14,21

při počtu 11 104 klíčivých semen na kg, zatímco v roce 2022 (mateřský porost v nadmořské výšce 460 m n. m.) činila 36,78 g. Nižší hmotnosti odpovídá vyšší počet menších klíčivých semen (14 461 ks/kg). Klíčivost oddílů osiva dosáhla v roce 2018 hodnoty 46%, v roce 2020 52% a v roce 2022 57%, avšak po ročním skladování mražením u oddílů z roku 2022 poklesla na 23%. Mezi jednotlivými roky sběru byly zaznamenány výrazné rozdíly v klíčivosti semen, které korelují s množstvím srážek během období zvýšené potřeby vody pro fruktifikaci a s dostupností vody ve vegetačním období, která ovlivňuje tvorbu semen.

Na základě výsledků je vhodné realizovat výsevy pro produkci prostokořenných semenáčků v podzimním termínu. Jarní sje do obalů by se měly na základě výsledků provádět v období od 15. do 20. května, kdy již nebyl zaznamenán žádný výskyt poškození pozdními mrazy. U jarních výsevů je nezbytné používat výhradně stratifikované oddíly osiva, přičemž délka stratifikace by neměla být kratší než 6 týdnů (optimálně 7–8). Konkrétní termíny výsevu je však vždy nutné přizpůsobit nadmořské výšce lesní školky a lokálnímu riziku výskytu pozdních jarních mrazů.

### Výpěstnost semenáčků, jejich kvalita a poškození

Při pěstování semenáčků jedle bělokoré v období 2020–2025 byly prokázány významné rozdíly v klíčení a následné výpěstnosti mezi technologií výsevu na minerální půdě a na substrátu. Dlouhodobý průměrný rozdíl ve výpěstnosti činil přibližně 55% ve prospěch substrátového pěstování. Do této kategorie byly zahrnuty i výsevy realizované na minerální půdě se substrátovým secím lůžkem o tloušťce 2–5 cm. Průměrná absolutní výpěstnost na substrátu dosáhla 3 115 ks/kg čistého osiva (včetně mezních hodnot), po vyloučení extrémních výsledků 3 262 ks/kg. Naproti tomu průměrná výpěstnost na minerální půdě po vyloučení mezních hodnot činila 2 582 ks/kg. Zaznamenány byly výrazné extrémy: minimálně 869 ks/kg u ročně mraženého oddílu s klíčivostí 23% a maximálně 5 231 ks/kg u kvalitního oddílu (podzimní sje, klíčivost 46%) se substrátovým secím lůžkem.

Výpěstnost přepočtená na 1 m<sup>2</sup> byla výrazně ovlivněna výsevovou dávkou a klíčivostí osiva. Oddíly s nízkou výsevovou dávkou a klí-

čivostí 20–30% dosahovaly 140–160 ks/m<sup>2</sup>. Při standardní klíčivosti 40–60% a výsevové dávce 0,18 kg/m<sup>2</sup> bylo dosaženo 586–826 ks/m<sup>2</sup>. Vyšší výsevové dávky (0,235–0,645 kg/m<sup>2</sup>) vedly k produkci 1 000–1 750 ks/m<sup>2</sup>, avšak tyto porosty byly silně přehoustlé, s vyšším rizikem napadení houbovými patogeny, slabším vývojem kořenového krčku a nutností intenzivního přihnojování. Za optimální lze považovat výsevovou dávku přibližně 0,25 kg/m<sup>2</sup>, která minimalizuje riziko nízké produkce při slabší klíčivosti a současně omezuje vznik růstové nevyrovnanosti.

V průběhu sledovaného období bylo opakovaně zaznamenáno významné poškození semenáčků pozdními jarními mrazy. Klimatická variabilita se projevovala rychlým nástupem vysokých jarních teplot následovaným prudkým ochlazením, což vedlo k časnému rašení a následnému poškození mrazem, nejčastěji mezi 5. a 20. květnem. U dvouletých semenáčků dosahovalo poškození 80–90% jedinců na exponovaných plochách. Na trvale zastíněných semeništech s vlivem okolních porostů bylo poškození výrazně nižší (20–30%). Jako účinné preventivní opatření se jeví zakládání semenišť v trvale zastíněných polohách a použití ochranných překryvů při predikci poklesu teplot pod -3 °C, přičemž nejzávažnější škody byly zaznamenány při teplotách pod -5 °C. Přikrývky z netkané textilie by neměly být v přímém kontaktu s rostlinami. V praxi se osvědčilo vložení distančních prvků (např. PE přepravek) k zabránění slehnutí krycího materiálu na semenáčky.

### Ekonomické zhodnocení pěstování sadebního materiálu

Do ekonomického zhodnocení byly zahrnuty veškeré náklady spojené s produkcí sadebního materiálu jedle bělokoré včetně režijních nákladů podniku. Cena osiva je primárně závislá na způsobu jeho získávání. Vlastní sběr ze zdrojů podniku umožňuje získat osivo přibližně za třetinu tržní ceny. Průměrná cena osiva v ČR se pohybuje v rozmezí 1 200–1 500 Kč/kg, maximálně 1 850 Kč/kg. Náklady osiva se liší podle sběru osiva a stupně zralosti šišek. Ze stojících stromů se cena pohybuje v rozmezí 35–120 Kč/kg, resp. u pokácených stromů 10–20 Kč/kg. Luštění činí 900–1 050 Kč/kg, doprava závisí na vzdálenosti mezi sběrným místem a luštinou a stratifikace se pohybuje od 0–60 Kč/kg ve vlastní režii (0 Kč při podzimním výsevu, přirozená stratifikace) do 120 Kč/kg (náklady na stratifikaci osiva službou). Cena vypěstovaného semenáčku závisí na klíčivosti semen a úspěšnosti pěstování, přičemž největší riziko představují mrazy během vzcházení ve druhém roce. Po dosažení dvouletého stáří se standardní cena semenáčku pohybuje mezi 0,80–1,80 Kč/ks, při průměrné výpěstnosti s hodnotou 1,50 Kč/ks na substrátovém lůžku a 0,99 Kč/ks na minerální půdě.

Z hlediska prostokořenného sadebního materiálu je výpěstnost sazenic ekonomicky značně závislá na počtu vypěstovaných semenáčků. Od doby dopěstování školovaného semenáčku již nedochází k vysoké mortalitě jedinců. Úroveň ztrát po zaškolení je zpravidla do 5%. Vyšší ztráty jsou způsobeny při třídění materiálu (netvární jedinci, nedostatečně silné kořenové krčky atd.) Celková ztráta od školování do výsadby schopné sazenice činí v praxi 14%. Tato hodnota byla zjištěna dlouhodobým sledováním pěstebních výsledků u firmy Colloreto-Mannsfeld spol. s r. o. Poškození mrazem dále výpěstnost výrazně snižuje z důvodu vyšší míry vzniku netvárných jedinců.

Aktuální průměrné náklady na vypěstovanou prostokořennou sazenici jedle ve věku 5 let při rozdílné vstupní ceně semenáčků uvádí Tab. 2. Výslednou cenu v nejvyšší míře ovlivňují lidská práce (66%) a cena semenáčku (21%). Výsledná cena v rozmezí 4,40–7,98 Kč/ks je tedy silně závislá na úspěchu školkařského subjektu. Zásadní vliv na cenotvorbu výsledné sazenice mají včasné zásahy proti plevelům herbicidními prostředky: preemergentní na bázi dimethenamidu-P a pendimethalinu (Wing P, Agil) i postemergentní přípravky na bázi

glyfosátu a fluazifop-P-butylu (Fusilade, Roundup, Shyfo, Glister). Včasnost zásahů proti plevelům dokáže změnit (zlevnit anebo naopak prodražit) cenu výsledné sazenice až o 25 %. Zkrácení produkce na 4 roky sníží náklady o 8–25 %. Zkrácená produkce (4 roky pěstování) je vždy silně závislá na vyspělosti semenáčků. Vypělý semenáček je v praxi definován výškou 8–10 cm s dostatečně silným kořenovým krčkem a bohatým kořenovým vlášením. U nadměrně vyspělých semenáčků, které dosahují velikosti 15–22 (25) cm, je vysoká pravděpodobnost, že dojde ke zkrácení doby produkce výsledné sazenice jedle.

V kontextu krytokořenného sadebního materiálu představuje technologie na vzduchovém polštáři intenzivní způsob pěstování semenáčků jedle s výrazným zrychlením procesu výroby sazenic. V ojedinělých případech lze části oddílů dopěstovat již za dva roky. Semenáčky jsou v prvním roce vyklíčeny v malých obalech typu miniplug (např. QP 166), které slouží jako startovací jednotky pro rostliny. V období od června do srpna jsou tyto semenáčky přesazovány do větších obalů (QP 24, 40, 60 apod.), kde jsou dopěstovány po dobu 1,5 vegetačního období. Ve druhém roce dosahují výšky 15–25 cm. Standardní doba pěstování sazenic v obalu činí obvykle tři roky (v2+k1; k1+k1; k1+k1+k1).

Úspěšnost pěstování sazenic jedle v obalu je ovlivněna především velikostí obalu, vyspělostí přesazovaného semenáčku a typem použitého obalu (prostokořenný či krytokořenný). Nejčastěji se využívá přesazování z menšího obalu do většího (mini plug → standardní obal) nebo přesazování prostokořenného semenáčku přímo do standardního obalu. Oba způsoby jsou účinné, přičemž přesazování prostokořenných semenáčků je náročnější a finančně nákladnější a při neodborné manipulaci hrozí deformace kořenového systému. Výhodou této technologie je možnost využití vyspělých semenáčků pro rychlé dopěstování sazenic s vysokou výsadbovou schopností již během jednoho vegetačního období. Při třídění semenáčků pro školkování do minerální půdy se standardně používají velikosti 6–10 cm a 10–15 cm, zatímco větší jedinci jsou vhodné pro krytokořennou sadbu, kde jejich vyspělost zvyšuje pravděpodobnost úspěšného dopěstování kvalitních sazenic během jednoho roku. Náklady na vypěstování krytokořenných sazenic se v tomto případě značně odvíjejí od ceny vstupních faktorů (Tab. 3). Jejich procentuální struktura je následující: práce 48 %, materiál 43 %, režie 9 %. Zásadní vliv na konečnou cenu má výpěstnost, množství dopěstovaného sadebního materiálu, cena lidské práce a doba pěstování.

**Tab. 2.**

Cenová kalkulace nákladů prostokořenných sazenic jedle (26–35 cm, věk 2+3) vycházející z cen z let 2020–2025 při rozdílné vstupní ceně semenáčků (0,7–2,0 Kč/ks).

Cost calculation of bare-root silver fir seedlings (26–35 cm, age 2+3) based on prices from 2020–2025, assuming varying initial seedling costs (0.7–2.0 CZK per seedling).

	Cena (Kč)/Price (CZK)			
Semenáček (ks)/Seedling (pcs)	0,70	0,90	1,30	2,00
Školkování (ks)/Nursery (pcs)	1,00	1,00	1,00	1,00
Vyzvedávání/Pick-up	1,00	1,00	1,00	1,00
Chemické a mechanické pletí 3 roky (0,35–1,00 Kč ročně)/ Chemical and mechanical weeding 3 years (0.35–1.00 CZK per year)	1,05	1,50	2,00	3,00
Hnojivo/Fertilizer	0,25	0,25	0,25	0,25
Režie 10 %/Overhead 10%	0,40	0,47	0,56	0,73
<b>Celková cena sazenice (Kč/ks bez DPH)/ Total price of the seedling (CZK/piece excluding VAT)</b>	<b>4,40</b>	<b>5,12</b>	<b>6,11</b>	<b>7,98</b>
<b>Průměrná cena sazenice (Kč/ks bez DPH)/ Average price of the seedling (CZK/piece excluding VAT)</b>	<b>5,90</b>			

### Ekonomické vyhodnocení zajištěnosti porostů

Jeden hektar uměle obnoveného porostu za předpokladu použití minimálních hektarových počtů jedle bělokoré stojí v rozmezí 75 000–85 000 Kč dle aktuální ceny sazenic a ceny zalesnění (není započtena cena přípravy půdy a odstraňování klestu). Ztráty z prvního zalesnění se pohybují v desetiletém průměru na úrovni 10–15 %. Pokud srovnáme ztráty po prvním zalesnění mezi jednotlivými druhy dřevin, řadí se jedle na první místa v ujmavosti. Průměrné ztráty ostatních

**Tab. 3.**

Cenová kalkulace nákladů krytokořenných sazenic jedle typu obalu QP 24 T/16 (15–25 cm/26–50 cm, věk 2+1) vycházející z cen z let 2020–2025.

Cost calculation of containerized silver fir seedlings of container type QP 24 T/16 (15–25 cm/26–50 cm, age 2+1) based on prices from 2020–2025.

	Cena (Kč/ks)/ Price (CZK/ piece)
Školkování, plnění substrátu, mytí sadbovačů/ Nursery, filling substrate, washing planters	1,80
Práce pletí/Weeding work	0,76
Semenáček/Seedling	1,50
Zálivka, elektřina/Watering, electricity	0,15
Hnojiva, fungicidy/Fertilizers, fungicides	0,18
Vyzvedávání, balení, včetně materiálů/ Pick-up, packaging, including materials	0,90
Substrát/Substrate	0,91
Odpisy sadbovačů/Planter depreciation	0,35
Režie 10 %/Overhead 10%	0,65
<b>Celková cena sazenice (Kč/ks bez DPH)/ Total price of the seedling (CZK/piece excluding VAT)</b>	<b>7,20</b>

dřevin se celkově pohybují okolo 24%. Jednotlivý výčet ztrát podle druhů dřevin je následující: SM 25%, BO 32%, DG 30%, DBZ 14%.

Vyhodnocení nákladů na zajištění porostu jedle bělokoré vztažené na 1 ha pro státní vlastníky ukazuje, že při kalkulaci s minimálním počtem sazenic a s pětiletou následnou péčí (včetně ožínání v pružích, chemické ochrany kultur, opravy oplocenek), oplocením, jedním výřezem nežádoucích dřevin a jednou prořezávkou činí průměrné náklady 229 000–238 800 Kč/ha (Tab. 4). Pro srovnání byly vypočítány náklady u dalších hlavních dřevin: 273 000–296 000 Kč/ha (BK), 260 000–298 000 Kč/ha (DBZ), 217 000–234 000 Kč/ha (BO) a 156 000 Kč/ha (SM).

U nestátních vlastníků lze využitím státních dotačních titulů podle NV č. 455/2021 Sb. (dříve NV č. 30/2014 Sb.) výrazně snížit náklady na zajištěnou kulturu. Dotace zahrnují: obnovu lesa melioračními dřevinami 15 Kč/ks, základní cílovou dřevinu 9 Kč/ks, oplocení (400 bm) 70 000 Kč/km, následnou péči o porost do 5 let 16 000 Kč/ha a výchovu porostů 10 000 Kč/ha. Při využití uvedených dotačních titulů se cena zajištěné kultury snižuje na 44 515–59 571 Kč/ha. Pokud vlastník disponuje školkařským provozem a vlastním reprodukčním materiálem, lze náklady snížit až na 15 000–19 000 Kč/ha zajištěné kultury. S ohledem na průměrný budoucí výnos z 1 ha lesa v ČR (70 000–250 000 Kč) představují vynaložené náklady přibližně 7–21% z očekávaného výnosu. Při zohlednění průměrné zásoby jedle 520 m<sup>3</sup>/ha ve věku 100 let na vodou ovlivněných a živných stanovištích v podmínkách 3.–4. LVS a současného průměrného zpeněžení 1 950 Kč/m<sup>3</sup> lze budoucí tržby z dříví odhadnout až na dvojnásobek uvedeného rozmezí.

## DISKUSE

Prezentované výsledky dokládají mimořádnou ekologickou plasticitu jedle bělokoré a poukazují na skutečnost, že její potenciál při umělé obnově lesů v podmínkách České republiky dosud není plně využíván. Růstová dynamika jedle v uměle založených kulturách na živných, kyselých i oglejených stanovištích prokazatelně převyšuje růst dubu letního, který je obecně považován za dřevinu s rychlým juvenilním růstem (POLENO et al. 2009). Často uváděný argument o pomalém růstu jedle bělokoré tak není v současných podmínkách opodstatněný. Limitujícím faktorem širšího uplatnění jedle bělokoré zůstávají především škody způsobené spárkatou zvěří. Jedle bělokorá je dlouhodobě hodnocena jako nejvíce poškozovaná dřevina v rámci obnovy lesa na území ČR (VACEK et al. 2022; BRABEC et al. 2024). Současně však představuje klíčovou složku při formování druhově pestrých, strukturně diferencovaných a ekologicky stabilních porostů s vysokým potenciálem přirozené obnovy (VACEK et al. 2015, 2025). Z tohoto důvodu je nezbytné přistoupit k aktivnímu a koordinovanému lesnickému i mysliveckému managementu (CUKOR et al. 2023). Ochrana jedle proti poškozování zvěří by měla být ve středních polohách zajištěna minimálně do věku 40 let, ve vyšších až do 50 let. Po odstranění hlavního oplocení ve věku nad 10 let se jako dostatečná jeví ochrana kosterní složky porostu v rozsahu 100–200 jedinců na hektar (BLEDÝ et al. 2024). Nerespektování těchto zásad vede k nedostatečnému využití produkčního i ekologického potenciálu jedle, a tím i k promarnění možnosti efektivní transformace smrkových či jiných monokulturních porostů směrem k vysoce produkčním, kvalitativně hodnotným a stabiálním smíšeným lesům.

**Tab. 4.** Celkové ekonomické zhodnocení zajištěné kultury jedle bělokoré v době 7 let bez režijních nákladů roku 2024. Do kalkulace zajištění porostu byly použity minimální počty sazenic dle současně platné legislativy (u krytokořenné sadby snížený počet o 10%). Overall economic assessment of a secured silver fir culture over 7 years, excluding overhead costs for the year 2024. The calculation of stand establishment was based on the minimum number of seedlings required by current legislation (with a 10% reduction for containerized seedlings).

Uvažované počty vysazených jedinců (ks/ha) Considered numbers of planted individuals (pcs/ha)	3 500	3 150
Výkon PČ/ druh reprodukčního materiálu/ Performance of WA/type of reproductive material	PK 26–50 cm	QP 26–50 cm
Příprava půdy pro obnovu (Kč/ha)/Soil preparation for renewal (CZK/ha)	4 414	4 414
Odstraňování klestu (Kč/ha)/Remove slash (CZK/ha)	8 935	8 935
První sadba jamková / dutý rýč (Kč/ks)/First planting pit / hollow spade (CZK/piece)	22 750	20 475
Cena nakupované sazenice (Kč/ks)/Price of purchased seedling (CZK/piece)	15	20,5
Cena sazenic na 1 ha (přepočítáno na použité minimální počty)/ Price of seedlings per 1 ha (conversion to the min. numbers used)	52 500	64 575
Cena oplocení (ha), uvažováno 400 bm/Price of fencing (ha), considered 400 bm	42 490,4	42 490,4
Oprava oplocenek + rozebírání starých oplocenek/ Repair of fences + dismantling of old fences	6 800	6 800
Ožínání v pružích, četnost 7 zásahů/Strip weeding, frequency of 7 interventions	49 000	49 000
Chemická ochrana lesních porostů, 5 let ošetřování/ Chemical protection of forest stands, 5 years of treatment	22 380	22 380
Ochrana proti klikorohu 2× v prvním roce výsadby/ Protection against weevil 2× in the first year of planting	3 608	3 608
Výřez nežádoucích dřevin 1×/Cutting of undesirable tree species 1×	9 123	9 123
Prořezávky 1×/Pre-commercial thinning 1×	7 000	7 000
<b>Náklady na 1 ha celkem bez dotací (Kč)/ Total costs per 1 ha without subsidies (CZK)</b>	<b>229 000</b>	<b>238 800</b>

Literatura dlouhodobě uvádí relativně nízkou klíčivost semen jedle bělokore, která je zpravidla kolem 40 % (SKOŘEPA 2006), přičemž extrémně nízké hodnoty byly zaznamenány např. u semenného roku 2000 (20 %; ŘEZNIČKOVÁ et al. 2010). Naopak při použití kvalitních oddílů osiva a dlouhodobé stratifikace může klíčivost dosahovat až 85 % (BEZDĚČKOVÁ, ŘEZNIČKOVÁ 2012). Výsledky této studie potvrzují obvyklé rozmezí klíčivosti 46–57 %, což odpovídá běžně publikovaným hodnotám pro podmínky střední Evropy. Celková klíčivost je determinována především kvalitou konkrétního oddílu osiva (VINCENT 1965; ŠMELKOVÁ 2009), zatímco rozdíly mezi fenotypovými třídami porostů nebyly v absolutní hmotnosti významné (PROCHÁZKOVÁ 2005). Údaje MZE (2025) uvádějí v posledním desetiletí průměrnou životnost čistého osiva 48 % (rozmezí 20–51 %), což odpovídá dlouhodobému kolísání pozorovanému i v našem souboru dat.

Významná meziroční variabilita byla zjištěna také u sypavosti šišek, která se v hodnocených letech pohybovala od 5,8 % (2022) do 18,9 % (2024). Průměrná hodnota sypavosti jedle je uváděna kolem 14 % (ŠMELKOVÁ 2009), což představuje nejvyšší podíl využitelného osiva mezi domácími jehličnany; ze 100 kg semenné suroviny lze získat přibližně 14 kg čistého osiva (vyhláška č. 82/1996 Sb.).

Absolutní hmotnost semen vykazuje značnou variabilitu v závislosti na provenienci, nadmořské výšce i semenném roce. MACHANÍČEK, PRUDÍČ (1989) uvádějí průměrné hodnoty jedle bělokore 36,4 g (fenotyp šumavský), 41,4 g (fenotyp lužický) a 46,1 g (fenotyp slezský), přičemž hmotnost semen klesá se stoupající nadmořskou výškou a roste v gradientu západ–východ. Podle ČSN 48 1211 obsahuje 1 kg osiva přibližně 21 000 semen. Při průměrné čistotě 85 %, absolutní hmotnosti 47,4 g a klíčivosti 45 % to představuje zhruba 8000 klíčivých semen na kg (BLEDÝ 2023). Námi zjištěné hodnoty absolutní hmotnosti 45,66 g (2020) odpovídaly 11 104 klíčivým semenům na kg, zatímco nižší hmotnost 36,78 g (2022) byla spojena s vyšším počtem (14 461 ks) klíčivých semen na kg. Tento vztah potvrzuje skutečnost, že menší a lehčí semena mohou při obdobné životnosti zvyšovat počet klíčivých semen v hmotnostní jednotce (ŘEZNIČKOVÁ et al. 2010).

Z hlediska školkařské praxe se jako klíčový faktor jeví délka stratifikace. Pro jarní výsevy je vhodné prodloužit stratifikaci na 6–7 týdnů, čímž dochází k urychlení vzházení přibližně o tři týdny oproti nestratifikovanému osivu (BEZDĚČKOVÁ, ŘEZNIČKOVÁ 2012). ŠMELKOVÁ (2009) doporučuje stratifikaci v délce 30 dnů při teplotě +3 °C s postupným zvýšením vlhkosti na 30 %, nicméně výsledky prezentované studie

naznačují, že delší stratifikace může být v podmínkách jarních výsevů stabilnějším řešením z hlediska synchronizace a dynamiky vzházení.

Zastoupení jedle bělokore při umělé obnově v ČR vykazuje dlouhodobě pozitivní vývoj (Tab. 5). Od roku 2020 se postupně zvyšuje roční plocha její umělé obnovy. V roce 2024 dosáhla 1 292 ha, což odpovídá 4,4 % podílu na celkové umělé obnově. Z hlediska produkčního a ekologického potenciálu by se tato hodnota měla blížit k 8–10 % plochy první obnovy. Při srovnání s hospodařením u firmy Colloredo-Mannsfeld spol. s.r.o. je tato hodnota za ČR o 4 % nižší (MZE 2025). Ekonomické aspekty poukazují na možnosti navýšení podílu jedle v lesních porostech s nižšími náklady ve srovnání s ostatními jehličnany. Zároveň z těchto zhodnocení lze doporučit rozšíření činnosti lesnických provozů o školkařství i semenářství. Je zřejmé, že integrované zajištění školkařství, semenářství i sběru ve vlastní režii může správci lesa výrazně zlepšit ekonomiku hospodaření. Dalším neopomenutelným a zásadním aspektem je garantovaný původ osiva. Ten zajišťuje stanovištní vhodnost v rámci přenosu reprodukčního materiálu z populací adaptovaných na místní podmínky.

Výsledky také jednoznačně poukazují na významný vliv pěstebního prostředí na výpěstnost semenáčků. Při porovnání technologií byl zaznamenán přibližně 55% rozdíl ve prospěch pěstování na substrátu oproti minerální půdě. Po eliminaci krajních hodnot dosáhla průměrná produkce na substrátu 3 262 ks/kg osiva, což se přibližuje celostátnímu průměru 3 500 ks/kg uváděnému bez ohledu na půdní podmínky (MZE 2025). Naproti tomu produkce na minerální půdě dosahovala po očištění dat o extrémy 2 582 ks/kg, což potvrzuje nižší efektivitu této technologie. Soubor dat zahrnoval rovněž výrazné odchylky, které dokumentují citlivost výpěstnosti na kvalitu osiva i způsob zpracování. Nejnižší hodnota 869 ks/kg byla zaznamenána u oddílu skladovaného jeden rok v mrazu s klíčivostí 23 %, zatímco maximální hodnota 5 231 ks/kg byla dosažena u kvalitního oddílu při podzimním výsevu se substrátovým secím lůžkem a klíčivostí 46 %. Celkové rozpětí dosažených hodnot koresponduje s údaji ze Slovenska, kde se produkce jedlových semenáčků pohybuje mezi 3 000 a 4 000 jedinci z 1 kg osiva (ŠMELKOVÁ 2009).

Ekonomické hodnocení produkce sadebního materiálu jedle bělokore ukazuje, že náklady na sazenici jsou silně závislé na způsobu získávání osiva, technologii pěstování a následné péči, přičemž vlastní sběr osiva může snížit náklady až na třetinu tržní ceny. Výpěstnost semenáčků a velikost ztrát od školkování do výsadbyschopné sazení

**Tab. 5.**

Umělá obnova jedle bělokore na území ČR v letech 2010–2024 (MZE 2025).

Artificial regeneration of silver fir in the Czech Republic in 2010–2024 (MZE 2025).

Rok/Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Obnova v letech/ Regeneration by year (ha)	1 274	1 188	974	872	886	884	945	1 143
Podíl na umělé obnově v letech/ Artificial regener. share by year (%)	5,8	5,5	4,9	4,4	4,4	4,7	4,7	5,7
Počet sazenic (ks)/ Number of seedlings (pcs)	5 096 000	4 752 000	3 896 000	3 488 000	3 544 000	3 536 000	3 780 000	4 572 000
Rok/Year	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Obnova v letech (ha) / Regeneration by year (ha)	1 078	1 392	1 585	1 491	1 635	1 637	1 292	
Podíl na umělé obnově v letech/ Artificial regener. share by year (%)	5,1	4,9	4,7	3,7	4,1	4,6	4,4	
Počet sazenic (ks)/ Number of seedlings (pcs)	4 312 000	5 568 000	6 340 000	5 964 000	6 540 000	6 548 000	5 168 000	

ce (cca 14%) významně ovlivňují konečnou cenu, přičemž mrazové poškození a kvalita semen mají zásadní dopad. Technologie pěstování krytokořených sazenic umožňuje zkrácení doby produkce a využití vyspělých semenáčků pro rychlou výrobu výsadby schopného materiálu. Navíc krytokořeně sazenice dosahují lepších výsledků v drsnějších a náročnějších mikroklimatických nebo trofických podmínkách (KOWALKOWSKI et al. 2025). Průměrné náklady na 1 ha uměle obnoveného porostu se pohybují mezi 229 000–238 800 Kč/ha, které lze u nestátních vlastníků snížit využitím dotačních titulů až na 15 000–19 000 Kč/ha. Vzhledem k očekávanému budoucímu výnosu z 1 ha lesa představují náklady na zajištěnou kulturu jedle jen 7–21 % potenciální tržní hodnoty dříví. Nicméně je důležité zohlednit i genetickou stránku ovlivňující růstovou dynamiku jedle a její odolnost vůči GKZ (FULÍN et al. 2023; ČÁP et al. 2024).

## ZÁVĚR

Praktické hodnocení oddílů osiva jedle bělokore v zájmovém území prokázalo značnou variabilitu sypavosti šišek a klíčivosti semen, přičemž sypavost se pohybovala mezi 5,8–18,9 % a klíčivost mezi 23–57 %, přičemž rozdíly byly výrazně ovlivněny ročními podmínkami, a to především množstvím srážek. Náklady na zpracování osiva byly na úrovni 387–1 771 Kč/kg v závislosti na výši režijních nákladů využití služeb při zpracování osiva (nákup služby) či nákupu hotového osiva. Složení těchto nákladů lze rozložit na jednotlivé náklady; na sběr (35–80 Kč/kg suroviny), luštění (71,40–1200 Kč/kg osiva), uskladnění (10–120 Kč/kg osiva) a stratifikaci osiva. Popsané náklady jsou kalkulovány z dlouhodobých nákladů firmy Colloredo-Mannsfeld spol. s r. o. (uváděné spodní hodnoty rozpětí a porovnáním s aktuálními cenami semenářského závozu Lesů ČR Týniště nad Orlicí. Sběry semenné suroviny v rámci kraje i celé ČR potvrzují střídání silných semenných let každé 2 až 4 roky a korelují s poptávkou po sadebním materiálu, zejména v souvislosti s kůrovcovou kalamitou. Cena sběru šišek ze stojících stromů se pohybovala v rozmezí 35–80 Kč/kg v závislosti na stupni zralosti šišek a obtížnosti jejich sběru. Výpěstnost semenáčků se lišila podle půdních podmínek, použitého substrátu a kvality oddílů osiva, přičemž průměrná výpěstnost bez extrémních případů dosahovala 2 582–3 335 ks/kg, s výrazně vyšší efektivitou na substrátu. Výpěstnost sazenic byla v rozmezí 2 100–4 200 ks/kg. Cena vypěstovaného semenáčku dosahovala 0,70–2,00 Kč/ks. Cena vypěstovaných sazenic byla na úrovni 4,40–7,98 Kč/ks. Z ekonomického zhodnocení zajištěnosti kultur vyplývá výše nákladů na zajištění 1 ha v rozmezí 228 000–238 800 Kč (bez využití dotačních titulů a vlastního reprodukčního materiálu). S využitím dotací státu a vlastního reprodukčního materiálu dosahují náklady zcela odlišné hodnoty 15 000–19 000 Kč/ha. Zajištění kultur jedle bělokore nastává po 7 letech. Vynaložené náklady představují přibližně 7–21 % očekávaného budoucího výnosu z 1 ha. Srovnání v této studii taktéž poukazuje na vysokou míru efektivity při využívání státních dotací dle NV č. 30/2014 Sb. Uměle založené porosty jedle prokazují vysokou růstovou dynamiku na kyselých, oglejených i živných stanovištích a mají výrazný potenciál nahradit nejen smrkové monokulturální porosty, ale i přispět ke kvalitnímu managementu lesních porostů, pokud bude zajištěna jejich účinná ochrana před zvěří. V celkovém shrnutí výsledky potvrzují vysokou plasticitu jedle bělokore a její nezastupitelnou roli při tvorbě odolných smíšených lesních porostů v ČR v kontextu GKZ.

### Poděkování:

Studie vznikla za finanční podpory projektů Národní agentury pro zemědělský výzkum č. QL26010390 „Chytře zakládané a pěstované lesy jako významný příspěvek k uhlíkové neutralitě ČR“ a QL26010393 „Udržitelné lesnictví: vliv struktury lesních porostů na růst, přirozenou obnovu, biodiverzitu půd a dlouhodobou stabilitu ekosystémů“.

## LITERATURA

- ANISZEWSKA M., BŁUSZKOWSKA U. 2016. Variability of silver fir (*Abies alba* Mill.) cones – variability of cone parameters. *Lešné Prace Ba-dawcze*, 77 (3): 221–229.
- BECK H.E., ZIMMERMANN N.E., MCVICAR T.R., VERGOPOLAN N., BERG A., WOOD E.F. 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 5: 180214. DOI: 10.1038/sdata.2018.214
- BEZDĚČKOVÁ L., ŘEZNÍČKOVÁ J. 2012. Vliv předosevní přípravy na klíčivost a vzházivost semen jedle bělokore. [Effect of pre-sowing treatment on the germination and emergence of silver fir seeds]. *Zprávy lesnického výzkumu*, 57 (3): 249–256.
- BLEDÝ M. 2023. Využití jedle bělokore (*Abies alba* Mill.) v přírodě blízkém hospodaření v podmínkách 2.–4. lesního vegetačního stupně. Rešerše disertační práce. Praha, Česká zemědělská univerzita, FLD.
- BLEDÝ M., VACEK S., BRABEC P., VACEK Z., ČUKOR J., ČERNÝ J., ŠEVČÍK R., BRYNYCHOVÁ K. 2024. Silver fir (*Abies alba* Mill.): Review of ecological insights, forest management strategies, and climate change's impact on European forests. *Forests*, 15 (6): 998. DOI: 10.3390/f15060998
- BOGDZIEWICZ M., ASCOLI D., HACKET-PAIN A., KOENIG W.D., PE-ARSE I.S., PESENDORFER M.B., SATAKE A., THOMAS P., VACCHIA-NO G., WOHLGEMUTH T., TANENTZAP A. 2019. From theory to experiments for testing the proximate mechanisms of mast seeding: an agenda for an experimental ecology. *Ecology Letters*, 23 (2): 210–220. DOI: 10.1111/ele.13442
- BOGDZIEWICZ M. 2022. How will global change affect plant reproduction? A framework for mast seeding trends. *New Phytologist*, 234 (1): 14–20. DOI: 10.1111/nph.17682
- BOGDZIEWICZ M., KELLY D., TANENTZAP A.J., THOMAS P., FOEST J., LAGEARD J., HACKET-PAIN A. 2023. Reproductive collapse in European beech results from declining pollination efficiency in large trees. *Global Change Biology*, 29 (16): 4595–4604. DOI: 10.1111/gcb.16730
- BOGDZIEWICZ M., CHYBICKI I., SZYMKOWIAK J., ULASZEWSKI B., BURCZYK J., SZAREK-ŁUKACZEWSKA G., MEYZA K., SZTUPECKA E., LEDWOŃ M., PIECHNIK Ł., SEGET B., KONDRAT K., GAZDA A., ŻY- WIEC M. 2024. Relatives reproduce in synchrony: kinship and individual condition shape intraspecific variation in masting phenotype. *The Royal Society Proceedings B*, 291: 20232732. DOI: 10.1098/rspb.2023.2732
- BOŠELA M., PETRÁŠ R., SITKOVÁ Z., PRIWITZER T., PAJTÍK J., HLAVATÁ H., SEDMÁK R., TOBIN B. 2014. Possible causes of the recent rapid increase in the radial increment of silver fir in the Western Carpathians. *Environmental Pollution*, 184: 211–221. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.08.036
- BRABEC P., ČUKOR J., VACEK Z., VACEK S., SKOTÁK V., ŠEVČÍK R., FUCHS Z. 2024. Wildlife damage to forest stands in the context of climate change – a review of current knowledge in the Czech Republic. *Central European Forestry Journal*, 70 (4): 207–221. DOI: 10.2478/forj-2024-0016
- BROOME A., HENDRY S., PEACE A. 2007. Annual and spatial variation in coning shown by Forest Condition Monitoring programme data for Norway spruce, Sitka spruce and Scots pine in Britain. *Forestry*, 80: 17–28. DOI:10.1093/FORESTRY/CPL046
- BUCHER H.U. 2014. *Abies alba*. In: *Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie*. Hoboken, NJ, USA, Wiley: 1–18.

- BÜNTGEN U., TEGEL W., KAPLAN J.O., SCHAUB M., HAGEDORN F., BÜRGI M., BRÁZDIL R., HELLE G., CARRER M., HEUSSNER K.-U., HOFMANN J., KONTIC R., KYNCL T., KYNCL J., CAMARERO J.J., TINNER W., ESPER J., LIEBHOLD A. 2014. Placing unprecedented recent fir growth in a European-wide and Holocene-long context. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12: 100–106. DOI: 10.1890/130089
- CLARK J.S., ANDRUS R., AUBRY-KIENTZ M., BERGERON Y., BOGDZIEWICZ M., BRAGG D.C., BROCKWAY D., CLEAVITT N.L., COHEN S., COURBAUD B., DALEY R., DAS A.J., DIETZE M., FAHEY T.J., FER I., FRANKLIN J.F., GEHRING C.A., GILBERT G.S., GREENBERG C.H., GUO Q., LAMBERS J.H.R., IBANEZ I. JOHNSTONE J., KILNER CH.L., KNOPS J., KOENIG W.D., KUNSTLER G., LAMONTAGNE J.M., LEGG K.L., LUONGO J., LUTZ J.A., MACIAS D., MCINTIRE E.J.B., MESSAOUZ Y., MOORE CH.M., MORAN E., MYERS J.A., MYERS O.B., NUNEZ CH., PARMENTER R., PEARSE S., PEARSON S., POULTON-KAMAKURA R., READY E., REDMOND M.D., REID CH.D., RODMAN K.C., SCHER C.L., SCHLESINGER W.H., SCHWANTES A.M., SHANAHAN E., SHARMA S., STEELE M.A., STEPHENSON N.L., SUTTON S., SWENSON J.J., SWIFT M., VELEN T.T., WHIPPLE A.V., WHITMAN T.G., WION A.P., ZHU K., ZLOTIN R. 2021. Continent-wide tree fecundity driven by indirect climate effects. *Nature Communications*, 12: 1242. DOI: 10.1038/s41467-020-20836-3
- CUKOR J., VACEK Z., VACEK S. 2023. Škody zvěří. In: Novák, J., Káček, D. et al. (eds.): Podpora a perspektiva jedle bělokoré v České republice. Strnady, VÚLHM – VS Opočno: 212–227.
- CURRAN L.M., LEIGHTON M. 2000. Vertebrate responses to spatiotemporal variation in seed production of mast-fruited Dipterocarpaceae. *Ecological Monographs*, 70 (1): 101–128.
- ČÁP J., FULÍN M., BERAN F., DOSTÁL J., KOMÁRKOVÁ M. 2024. Comparison of the growth of the provenances of silver fir (*Abies alba* Mill.) on research plots in the regions Novohradské hory and Českomoravská vrchovina at the age of 50 years. *Journal of Forest Science*, 70 (1): 14–23. DOI: 10.17221/113/2023-JFS
- ČAVLOVIĆ J., BONČINA A., BOŽIĆ M., GORŠIĆ E., SIMONČIĆ T., TESLAK K. 2015. Depression and growth recovery of silver fir in uneven-aged Dinaric forests in Croatia from 1901 to 2001. *Forestry*, 88 (5): 586–598. DOI: 10.1093/forestry/cpv026
- DOBROWOLSKA D., BONČINA A., KLUMPP R. 2017. Ecology and silviculture of silver fir (*Abies alba* Mill.): A review. *Journal of Forest Research*, 22: 326–335. DOI: 10.1080/13416979.2017.1386021
- ELLING W., DITTMAR C., PFAFFELMOSE K., RÖTZER T. 2009. Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany. *Forest Ecology and Management*, 257: 1175–1187. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.10.014
- FADY B., FOREST I., HOCHU I., RIBOLLET A., DE BEAULIEU J.-L., PASTUSZKA P. 1999. Genetic differentiation in *Abies alba* (Mill.) populations from south-eastern France. *Forest Genetics*, 6: 129–138.
- FADY B., ARAVANOPOULOS F.A., ALIZOTI P., MÁTYÁS C., VON WÜHLISCH G., WESTERGREN M., BELLETTI P., CVJETKOVIC B., DUCCI F., HUBER G., KELLEHER C.T., KHALDI A., KHARRAT M.B.D., KRAIGER H., KRAMER K., MÜHLETHALER U., PERIC S., PERRY A., ROUSI M., SBAY H., STOJNIC S., TIJARDOVIC M., TSVEJKOV I., VARELA M.C., VENDRAMIN G.G., ZLATANOV T. 2016. Evolution-based approach needed for the conservation and silviculture of peripheral forest tree populations. *Forest Ecology and Management*, 375: 66–75. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.05.015
- FALK D.A., VAN MANTGEM P.J., KEELEY J.E., GREGG R.M., GUTTERMAN C.H., TEPLY A.J., YOUNG J.N., MARSHALL L.A. 2022. Mechanisms of forest resilience. *Forest Ecology and Management*, 512: 120129. DOI: 10.1016/j.foreco.2022.120129
- FICKO A., POLJANEC A., BONČINA A. 2011. Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline? *Forest Ecology and Management*, 261 (4): 844–854. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.12.014
- FOEST J.J., BOGDZIEWICZ M., PESENDORFER M.B., ASCOLI D., CUTINI A., NUSSBAUMER A., VERSTRAETEN A., BURKHARD B., CHIANUCCI F., MEZZAVILLA F., GRATZER G., KUNSTLER G., MEESENBURG H., WAGNER M., MUND M., COOLS N., VACEK S., SCHMIDT W., VACEK Z., HACKET-PAIN A. 2024. Widespread breakdown in masting in European beech due to rising summer temperatures. *Global Change Biology*, 30 (5): e17307. DOI: 10.1111/gcb.17307
- FULÍN M., DOSTÁL J., ČÁP J., NOVOTNÝ P. 2023. Evaluation of silver fir provenances at 51 years of age in provenance trials in the Předhoří Hrubý Jeseník and Nízký Jeseník Mts. regions, Czech Republic. *Journal of Forest Science*, 69 (2): 44–59. DOI: 10.17221/181/2022-JFS
- GAZOL A., CAMARERO J.J., GUTIÉRREZ E., POPA I., ANDREU-HAYLES L., MOTTA R., NOLA P., RIBAS M., SANGÜESA-BARRERA G., URBINATI C., CARRER M. 2015. Distinct effects of climate warming on populations of silver fir (*Abies alba*) across Europe. *Journal of Biogeography*, 42 (6): 1150–1162. DOI: 10.1111/jbi.12512
- GREENE D.F., JOHNSON E.A. 2004. Modelling the temporal variation in the seed production of North American trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 34: 65–75. DOI: 10.1139/x03-188
- HACKET-PAIN A., ASCOLI D., BERRETTI R., MENCUCINI M., MOTTA R., NOLA P., PIUSSI P., RUFFINATTO F., VACCHIANO G. 2019. Temperature and masting control Norway spruce growth, but with high individual tree variability. *Forest Ecology and Management*, 438: 142–150. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.02.014
- JAWORSKI A. 2011. Hodowla lasu. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. *Silviculture. Characteristics of forest trees and shrubs*. Warszawa, PWRiL: 556 s.
- KANG K.-S. 2003. Estimation of fertility variation in forest tree populations. *Forestry*, 76: 329–344. DOI: 10.1093/forestry/76.3.329
- KNOPS J.M.H., KOENIG W.D., CARMEN W.J. 2007. Negative correlation does not imply a tradeoff between growth and reproduction in California oaks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104: 16982–16985. DOI: 10.1073/pnas.0704251104
- KOENIG W.D., KNOPS J.M.H. 2000. Patterns of annual seed production by northern hemisphere trees: a global perspective. *The American Naturalist*, 155: 59–69. DOI: 10.1086/303302
- KOENIG W.D., KNOPS J.M.H. 2001. Seed-crop size and eruptions of North American boreal seed-eating birds. *Journal of Animal Ecology*, 70: 609–620. DOI: 10.1046/j.1365-2656.2001.00516.x
- KOENIG W.D., KNOPS J.M.H., CARMEND J.H. 2020. Can mast history be inferred from radial growth? A test using five species of California oaks. *Forest Ecology and Management*, 472: 118233. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118233
- KOWALKOWSKI W., JAGIELLO R., BARANOWSKA M., BARZDAJN W. 2025. Silver fir restitution: The role of seedling stock type in adapting to various environmental conditions. *Journal of Forest Science*, 71 (7): 358–371. DOI: 10.17221/28/2025-JFS
- KUPKA I. 2005. Reaction of Silver fir (*Abies Alba* Mill.) plantation to fertilization. *Journal of Forest Science*, 51 (3): 95–100. DOI: 10.17221/4547-JFS
- MACHANÍČEK J., PRUDIČ Z. 1989. Rozbor základních parametrů jakosti lesního osiva borovice a jedle v ČR v období 1961–1985. *Práce VÚLHM*, 74: 89–125.

- MARTÍN D., VÁZQUEZ-PIQUÉ J., CAREVIC F.S., FERNÁNDEZ M., ALEJANO R. 2015. Trade-off between stem growth and acorn production in holm oak. *Trees*, 29: 825–834. DOI: 10.1007/s00468-015-1162-y
- MCDOWELL N.G., ALLEN C.D., ANDERSON-TEIXEIRA K., AUKEMA B.H., BOND-LAMBERTY B., CHINI L., CLARK J.S., DIETZE M., GROSSIORD C., HANBURY-BROWN A., HURTT G.C., JACKSON R.B., JOHNSON D.J., KUEPPERS L., LICHSTEIN J.W., OGLE K., POULTER B., PUGH T.A.M., SEIDL R., XU C. 2020. Pervasive shifts in forest dynamics in a changing world. *Science*, 368 (6494): eaaz9463. DOI: 10.1126/science.aaz9463
- MIHAI G., MIRANCEA I., BIRSAN M.V., DUMITRESCU A. 2018. Patterns of genetic variation in bud flushing of *Abies alba* populations. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 11 (2): 284. DOI: 10.3832/for2314-011
- MIKULENKA P., PROKŮPKOVÁ A., VACEK Z., VACEK S., BULUŠEK D., SIMON J., ŠIMŮNEK V., HÁJEK V. 2020. Effect of climate and air pollution on radial growth of mixed forests: *Abies alba* (Mill.) vs. *Picea abies* (L.) Karst. *Central European Forestry Journal*, 66 (1): 23–36. DOI: 10.2478/forj-2019-0026
- MZE 2024. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2023. Praha, Ministerstvo zemědělství: 126 s.
- MZE 2025. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2024. Praha, Ministerstvo zemědělství: 128 s.
- PEARSE I.S., KOENIG W.D., KELLY D. 2016. Mechanisms of mast seeding: resources, weather, cues, and selection. *New Phytologist*, 212: 546–562. DOI: 10.1111/nph.14114
- PEEL M.C., FINLAYSON B.L., MCMAHON T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11 (5): 1633–1644. DOI: 10.5194/hess-11-1633-2007
- POLENO Z., VACEK S., PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ŠTEFANČÍK I., MIKESKA M., KOBLIHA J., KUPKA I., MALÍK V., TURČÁNI M., DVOŘÁK J., ZATLOUKAL V., BÍLEK L., BALÁŠ M., SIMON J. 2009. Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 952 s.
- PROCHÁZKOVÁ Z. 2005. Kvalita semene jedle bělokore. In: Neuhöferová, P. (ed.): Jedle bělokora. Sborník referátů. 31. 10. – 1. 11. 2005, Srní. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 119–124.
- PUKKALA T., HOKKANEN T., NIKKANEN T. 2010. Prediction models for the annual seed crop of Norway spruce and Scots pine in Finland. *Silva Fennica*, 44: 629–42. DOI: 10.14214/sf.131
- ŘEZNIČKOVÁ J., BEZDĚČKOVÁ L., PROCHÁZKOVÁ Z. 2010. Sběr a zpracování šišek, skladování, předosevní příprava a kvalita semen jedle bělokore (*Abies alba*): literární rešerše. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (3): 180–186.
- SAN-MIGUEL-AYANZ J., DE RIGO D., CAUDULLO G., DURRANT T.H., MAURI A. 2016. European atlas of forest tree species. *Abies alba* in Europe: Distribution, habitat, usage and threats. Luxembourg, Publications Office of the European Union: 201 s.
- SEIDL R., THOM D., KAUTZ M., MARTIN-BENITO D., PELTONIEMI M., VACCHIANO G., WILD J., ASCOLI D., PETR M., HONKANIEMI J., LEXER M.J., TROTSIUK V., MAIROTA P., SVOBODA M., FABRIKA M., NAGEL T.A., REYER C.P.O. 2017. Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, 7 (6): 395–402. DOI: 10.1038/nclimate3303
- SENN J., SUTER W. 2003. Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. *Forest Ecology and Management*, 181 (1–2): 151–164. DOI: 10.1016/S0378-1127(03)00129-4
- SKOŘEPA H. 2006. Jedle bělokora v našich lesích. *Živa*, 3: 108–110.
- SZABÓ P. 2012. Sources and methods to reconstruct past masting patterns in European oak species. *Arboricultural Journal*, 34 (4): 203–214. DOI: 10.1080/03071375.2012.749117
- ŠIMŮNEK V., PROKŮPKOVÁ A., VACEK Z., VACEK S., CUKOR J., REMEŠ J., HÁJEK V., D'ANDREA G., ŠÁLEK M., NOLA P., PERICOLO O., HOLZBACHOVÁ Š., RIPULLONE F. 2023. Silver fir tree-ring fluctuations decrease from north to south latitude—solar irradiance and NAO are indicated as the main influencing factors. *Forest Ecosystems*, 10: 100150. DOI: 10.1016/j.fecs.2023.100150
- ŠIMŮNEK V., TROJAN V., VACEK Z., VACEK S., CUKOR J., BLEDÝ M., PODRÁZSKÝ V., STEJSKAL J., HÁJEK V., GALLO J., BRABEC P., LEHNEROVÁ L., PAŘÍZKOVÁ A. 2026. Effect of weather cycles on cone harvesting for six coniferous species in Czech forest management. *Forest Ecology and Management*, 606: 123524. DOI: 10.1016/j.foreco.2026.123524
- ŠMELKOVÁ L. 2009. Zakladanie lesa. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta: 339 s.
- TEODOSIU M., MIHAI G., FUSSI B., CIOCÍRLAN E. 2019. Genetic diversity and structure of silver fir (*Abies alba* Mill.) at the south-eastern limit of its distribution range. *Annals of Forest Research*, 62 (2): 139–156. DOI: 10.15287/afr.2019.1436
- TINNER W., COLOMBAROLI D., HEIRI O., HENNE P.D., STEINACHER M., UNTENECKER J., VESCOVI E., ALLEN J.R.M., CARRARO G., CONDERA M., JOOS E., LOTTER A.F., LUTERBACHER J., SAMARTIN S., VALSECCHI V. 2013. The past ecology of *Abies alba* provides new perspectives on future responses of silver fir forests to global warming. *Ecological Monographs*, 83: 419–439. DOI: 10.1890/12-2231.1
- VACEK S., HEJCMAN M. 2012. Natural layering, foliation, fertility and plant species composition of a *Fagus sylvatica* stand above the alpine timberline in the Giant (Krkonoše) Mts., Czech Republic. *European Journal of Forest Research*, 131: 799–810. DOI: 10.1007/s10342-011-0553-x
- VACEK S., VACEK Z., BULUŠEK D., BÍLEK L., SCHWARZ O., SIMON J., ŠTÍCHA V. 2015. The role of shelterwood cutting and protection against game browsing for the regeneration of silver fir. *Austrian Journal of Forest Science*, 132 (2): 81–102.
- VACEK S., VACEK Z., CUKOR J., ČERNÝ J. 2025. Jak mohou ovlivňovat škody zvěří zakládání smíšených lesů? *Lesnická práce*, 104 (3): 36–37.
- VACEK Z., VACEK S., CUKOR J., MIKULENKA P. 2022. Struktura, produkce a škody zvěří ve smrkjedlových porostech v genové základně Hochwald. In: Remeš J., Vacek Z. (eds.): Pěstování jedle bělokore v podmínkách klimatické změny. 18. 10. 2022, Stará Ves u Rýmařova, Potočná 396, Chata Severka. Praha, Česká lesnická společnost: 23–33.
- VACEK Z., VACEK S., CUKOR J. 2023. European forests under global climate change: review of tree growth processes, crises and management strategies. *Journal of Environmental Management*, 332: 117353. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.117353
- VEJPUSTKOVÁ M., ČIHÁK T., FIŠER P. 2023. The increasing drought sensitivity of silver fir (*Abies alba* Mill.) is evident in the last two decades. *Journal of Forest Science*, 69 (2): 67–79. DOI: 10.17221/172/2022-JFS
- VIEWEGH J., KUSBACH A., MIKESKA M. 2003. Czech forest ecosystem classification. *Journal of Forest Science*, 49 (2): 74–82. DOI: 10.17221/4682-JFS

- VINCENT G. 1965. Lesní semenářství. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 307 s.
- VRŠKA T., ADAM D., HORT L., KOLÁŘ T., JANÍK D. 2009. European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) rotation in the Carpathians – a developmental cycle or a linear trend induced by man? *Forest Ecology and Management*, 258 (4): 347–356. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.03.007
- Vyhláška č. 82/1996 Sb., o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin.
- WOLF H. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for silver fir (*Abies alba*). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 6 s.

## EVALUATION OF SILVER FIR SILVICULTURE FROM SEED COLLECTION TO ESTABLISHED STANDS UNDER CONDITIONS OF THE 3<sup>RD</sup> AND 4<sup>TH</sup> FOREST VEGETATION ZONES

### SUMMARY

Silver fir (*Abies alba* Mill.), as a key native tree species in Central European forests, shows high production capacity and ecological and adaptive potential under ongoing global climate change (GCC). The study focuses on a comprehensive evaluation of fir cultivation, from seed material collection through seed quality and planting stock performance to the economic aspects of stand establishment and securing under the conditions of the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> forest vegetation zones (400–535 m a.s.l.) in the Czech Republic (Central Bohemian and Pilsen regions).

The study aims to comprehensively evaluate parameters of reproductive material and seed, seed quality, yield of seedlings and planting stock, economic efficiency of nursery cultivation, and seed production in central and western Bohemia as prerequisites for successful restoration of silver fir stands, and to provide recommendations for forestry practice for using silver fir in the conversion of Norway spruce and other monocultures and in building structurally diverse forests in the context of GCC.

The area of interest lies in the Pilsen Region on the property of Colloredo-Mannsfeld Ltd. The climate is temperate oceanic (Cfb) according to the Köppen-Geiger classification with a mean annual air temperature of 6.5–8.0 °C, a vegetation season roughly from April to October, and annual precipitation of 600–750 mm with a summer maximum.

Reproductive material collection and seed processing were carried out in 2018–2025, always from late August to mid-September, from selected stands of phenotypic class B with above-average production. Seed extraction was performed by a natural method, i.e., cones were left in a well-ventilated space with regular handling to prevent fungal infestation. The period of natural disintegration is stated to be generally 1–2 months after field collection. Components were separated by vibrating sieves, seeds were mechanically dewinged using sieves of different mesh sizes, and final cleaning of small impurities was done using an air separator. Practical evaluation compared cone seed yield, defined as the ratio of extracted seed weight to collected reproductive material weight, and seed germination, focusing on differences among collection years and the effect of the collection period on yield and germination. Germination of seed lots from the company's own collections was tested according to Czech National Standard No. 48 1211 at the Forestry and Game Management Research Institute, Research Station Kunovice.

Collections of reproductive material in the Pilsen Region over 2005–2025, including extracted seed quantities and actual cone seed yield for the evaluated years, are summarized in Tab. 1. For the years with extraction data in the table, actual cone seed yield is reported as 10.60% (2018), 9.95% (2020), 8.83% (2022), 17.64% (2024), and 14.21% (2025). Interannual variability in seed purity is also reported, ranging from 5.8% (2022) to 18.9% (2024), with a mean value of approximately 14%.

For germination, the tests showed that the germination capacity of the evaluated seed lots did not differ significantly from average values in the period: 2018 (46%), 2020 (52%), and 2022 (57%), while after one year of storage and freezing, germination declined to 23%. The differences in germination among collection years were recorded, and these differences correlated with precipitation during periods of increased water demand for fructification and with water availability during the growing period, affecting seed formation. In the seed-quality section, absolute seed weight is reported as 45.66 g in 2020 with 11,104 viable seeds per kg, and 36.78 g in 2022 (maternal stand at 460 m a.s.l.) with 14,461 viable seeds per kg.

Nursery sowings were conducted into mineral soil and into growing substrates. Autumn sowings (by the end of November) were used most frequently. Spring sowings were performed only with stratified seeds after the critical late-frost period in the second half of May, so that germination would occur after this high-risk frost period. Before sowing, standard plant protection products were used to control fungal pathogens. As a cover, a 1–2 cm thick layer of glass sand was used. Seedling yield was evaluated as individuals per kg of seed and per m<sup>2</sup>. Seedling cultivation was monitored on three seedbed localities (in “dunemans”) in 2020–2024 and in forest nurseries for bare-root and containerized stock across 400–535 m a.s.l.

Results state a substantial effect of cultivation environment on yield. About 55% of the long-term average difference in yield is reported in favor of substrate cultivation compared with mineral soil. This category includes sowings conducted on mineral soil with a 2–5 cm substrate seedbed. Average absolute yield on substrate is reported as 3,115 seedlings/kg of clean seed, including boundary values, and 3,262 seedlings/kg after excluding extreme results. The corresponding mean yield on mineral soil after excluding extreme values is 2,582 seedlings/kg. Extreme values are reported as 869 seedlings/kg for a lot frozen for one year with 23% germination, and 5,231 seedlings/kg for a quality lot under autumn sowing with a substrate seedbed and 46% germination. Yield per m<sup>2</sup> is reported as 140–160 seedlings/m<sup>2</sup> at low sowing rates with 20–30% germination; 586–826 seedlings/m<sup>2</sup> at 0.18 kg/m<sup>2</sup> and 40–60% germination; and 1,000–1,750 seedlings/m<sup>2</sup> at higher sowing rates (0.235–0.645 kg/m<sup>2</sup>), with those denser stands described as strongly overstocked, with higher fungal-pathogen risk and weaker root collar development, requiring intensive fertilization. Based on the results, an approximately 0.25 kg/m<sup>2</sup> sowing rate can be considered optimal. It also reports repeated substantial damage of seedlings by late spring frosts, most often between 5 and 20 May: in exposed areas, damage in two-year seedlings reached 80–90%, while in permanently shaded seedbeds, damage was 20–30%. Preventive measures stated include establishing seedbeds in permanently shaded positions and using protective covers when air temperatures are forecast to drop below -3 °C, with the most severe damage below -5 °C. Covers should not be in direct contact with plants.

Economic calculations for planting stock production are presented for bare-root and containerized material. A cost calculation for bare-root seedlings (26–35 cm, age 2+3) based on prices from 2020–2025, showing total costs of 4.40–7.98 CZK per seedling depending on initial seedling cost (0.7–2.0 CZK), and stating that labor (66%) and seedling price (21%) most strongly affect the result are presented in Tab. 2. A cost calculation for containerized seedlings of container type QP 24 T/16 (15–25 cm / 26–50 cm, age 2+1) based on 2020–2025 prices, reporting a total cost of 7.20 CZK per seedling and a stated percentage structure of labor 48%, materials 43%, and overhead 9% (Tab. 3).

Concerning stand establishment and securing, this study reports that artificial regeneration of 1 ha of silver fir stand using minimum legally required planting densities costs 75,000–85,000 CZK, depending on seedling and planting prices, excluding soil preparation and removal of harvest residues. Losses after the initial planting average 10–15% over ten years. A seven-year cost calculation for a secured silver fir culture based on minimum legal numbers of seedlings (with a 10% reduction for containerized stock) results in total costs of 229,000 and 238,800 CZK/ha for two compared options (Tab. 4). The study further found that, when relevant subsidy schemes are applied (e.g., for site preparation, planting, fencing and subsequent care), the cost of a secured culture may decrease to 44,515–59,571 CZK/ha, and that owners with their own forest nursery operation and their own reproductive material may reduce costs further to 15,000–19,000 CZK/ha. Artificial regeneration of silver fir in the Czech Republic over 2010–2024 is summarized in terms of area, share in artificial regeneration, and numbers of seedlings, indicating that the share reached 4.4% in 2024 (Tab. 5).

*Zasláno/Received: 21. 02. 2026*

*Přijato do tisku/Accepted: 16. 03. 2026*