



Modřín je konkurenčně slabou dřevinou, a i proto s oblibou obsazuje skalní nebo suťovitá stanoviště, kde je výrazně omezena konkurence ostatních dřevin. Ústupem do takových biotopů mohl vytvářet refugiační populace. Foto: Jindřich Prach

MODŘÍN OPADAVÝ – VHODNÁ DŘEVINA PRO BUDOUCÍ SMÍŠENÉ LESY?

Pavel Bednář a kolektiv

Modřín opadavý patří bezesporu mezi dřeviny, jejichž přítomnost v lesních porostech je vizuálně velmi dobře patrná. Proto je dobré znám i široké laické veřejnosti. Na druhou stranu byl lesnickým výzkumem dlouhodobě opomíjen a pozornost mu byla věnována pouze okrajově. Mnohé zažité poznatky o jeho ekologii a vlastnostech se proto opírají spíše o empirii a subjektivní hodnocení než o vědecká fakta podložená odpovídajícími výzkumy. Tento příspěvek zahajuje seriál článků věnovaný dosavadnímu poznatkům o modřínu a představuje nový projekt LARIXUTOR, zaměřený na využití modřínu opadavého v lesích ČR.

Již literární rešerše dosavadních studií ukazuje, že poznatky o modřínu opadavém (*Larix decidua* Mill.) jsou mezernaté. K dotvoření celistvého obrázku o této dřevině je mnohdy nutné využít zdroje se starou datací nebo práce věnované jiným druhům rodu *Larix* spp. To do jisté míry umožňuje vysoká míra příbuznosti jednotlivých druhů a především jejich obdobné ekologické nároky.

Modřín je jedním z mála opadavých jehličnanů, což je z hlediska evoluce efektivní adaptace na kontinentální klima s drsnou a tuhou zimou. Je stromem s pří-

mým, na bázi někdy šavlovitě prohnutým kmene. Dosahuje výšky až 50 m, výčetního průměru kmene přes jeden metr a dožívá se až 500 let. Větve odstávají od kmene v pravém úhlu a mívají konce nahoru srpovitě prohnuté. Větvení nižšího řádu bývá splývavé. Modříny v horských polohách mívají často velmi nepravidelný habitus s asymetrickou korunou, s bočními vrcholy a silnými větvemi. Modřín si uchovává spící pupeny i na silnějším kmeni a za určitých podmínek z nich může obrážet jemnými výhony (ÚRADNÍČEK ET AL. 2001).

EKOLOGIE MODŘÍNU

Půdy a stanoviště

Modřín roste na širokém spektru stanovišť od nivních poloh až po strmá horská úbočí (SCHMIDT ET AL. 1976). Nejlépe prosperuje na hlubokých, dobře strukturovaných a vzdušných půdách horských úbočí nebo údolí, nejčastěji s půdní texturou štěrkovitou, písčitou nebo hlinitou. Může se ovšem vyskytovat i na stanovištích s mělkými kamenitými půdami (i vápenatého podloží, které mu vyhovuje) s níže položenou hladinou podzemní

vody (MATRAS A PÁQUES 2008; ENGLISCH ET AL. 2011). Vyhýbá se půdám vysloveně zamokřeným (KÖLLING A ZIMMERMANN 2007), které zvyšují také mortalitu jeho obnovy (WARD ET AL. 2019). Na odpovídajících půdách vytváří za normálních okolností hluboký a široce rozložitý kořenový systém. Jde o srdcítý kořenový systém tvořený silnými sbíhavými, šikmo nebo svisle dolů směrujícími hlavními postranními kořeny (s typickým oválným průřezem; oddělující se záhy zpod pařezu), ze kterých se vyvíjejí postranní kořeny nižších řádů s vertikálními kořeny (KÖSTLERA ET AL. 1968 IN SLODIČÁK ET AL. 2017). To se promítá do jeho obecně vysoké mechanické odolnosti vůči působení abiotických faktorů, stejně jako do jeho půdoochranné funkce zejména v horských polohách a na exponovaných stanovištích. V mladších porostech, většinou v kombinaci se zanedbanou porostní výchovou, se může objevovat snížená mechanická stabilita modřínu a s tím zvýšená dispozice k vývrátům (především působením sněhu). Ještě více může být mechanická stabilita snížena v dospělých původně plně zapojených porostech (především v přeštíhlených, pěstebně zanedbaných), které byly náhle výrazně rozvolněny (mnohdy se v takových případech modřín ocítá ve výstavkovém postavení). V těchto porostech pak vznikají vývraty modřínů působením větru.

Modřín často (spolu-) utváří horní hranici lesa, hlavně v mnoha oblastech Alp (nezřídka společně s limbou), kde se podílí na tvorbě společenstev s vysokou ekologickou hodnotou (FELLNER ET AL. 2016, OBOJES ET AL. 2018). Stejně tak někdy roste na severní hranici limitu stromového růstu v rámci horizontální zonace vegetace (GOWER A RICHARDS 1990). Je konkurenčně slabou dřevinou, a i proto s oblibou obsazuje skalní nebo suťovité stanoviště, kde je výrazně omezena konkurence ostatních dřevin.

Teplota a srážky

Ekologická nika modřínu odpovídá spíše kontinentálnímu klimatu s nižší vzdušnou vlhkostí a množstvím slunečních dní a minimálním ročním srážkovým úhrnem 450 mm, optimálně s průměrnou roční teplotou 0–10 °C, přičemž například v Rakousku je za spodní hranici jeho rozšíření uváděna průměrná roční teplota 13,5 °C (WOLFSLEHNER ET AL. 2011;

FALK ET AL. 2012). Patří mezi dřeviny odolné vůči drsnému klimatu (hlavně nízkým teplotám) a mezi dřeviny s širokou amplitudou ekologické valence vůči klimatickým podmínkám. Díky této vlastnosti se vypořádá i s nízkým srážkovým úhrnem během vegetačního období (i pouhých 20–30 % z celkového ročního úhrnu) a s převahou jasných, teplých a bezesrážkových dní (SCHMIDT ET AL. 1976). Navzdory tomu jsou ale produkce a růst modřínu závislé na dostatku vláhy, zatímco zásobení živinami má význam jen okrajový (GOWER A RICHARDS 1990). Silně vysychavé půdy nebo oblasti s velmi nízkými srážkami se promítají do jeho dramaticky redukovaného, pomalého přírůstu. Právě nárůst extremity v rámci globální změny klimatu (GKZ) na již tak vysychavých stanovištích může vést ke zvýšenému stresu modřínu a jeho odumírání. Pro přežití modřínu v takových podmínkách je pak rozhodující míra zadržení vláhy ze sněhu a následně její dostupnost v půdě na jaře (LÉVESQUE ET AL. 2013). Na druhou stranu dopady GKZ mohou vést k rozšíření podmínek výhodných pro modřín, a to směrem ke stanovištěm, kde dosud dominovaly jiné dřeviny, jejichž ústup (a oslabení jejich konkurenční síly) s nárůstem extremity podmínek přinese zvýhodnění modřínu.

V rámci ontogenetického vývoje modřínu jsou semenáčky v prvních pěti letech života citlivé k vysokým teplotám a nedostatku vláhy (STEED A GOEKING 2020), a z toho důvodu dochází ke zvýšené mortalitě nebo často i k úplným ztrátám semenáčků na jižních a západních expozicích svahů (naopak za nejhodnější jsou označovány expozice S, SZ, SV; SCHMIDT ET AL. 1976). Poté je modřín k teplotním extrémům mimořádně dobře přizpůsobený. Snadno se zmlazuje na odkryté minerální půdě nebo na plochách po požárech. V pozdějších fázích jeho růstu jej mohou poškodit pouze silné pozdní mrazy, a to významnou (až totální) ztrátou šíštic nebo poškozením čerstvě vyrašeného (nebo rašícího) jehličí. V případě jehličí je modřín vždy schopen alespoň částečné regenerace a znovuobnovení (SCHMIDT ET AL. 1976).

Coby opadavý jehličnan má k dispozici kratší vegetační období k tomu, aby dosáhl obdobné produkce biomasy jako neopadavé jehličnany. To se může jevit jako nevýhodné v chladných temperačních a boreálních oblas-



Modřín se opadem jehličí evolučně adaptoval na tuhou kontinentální zimu, aby pak efektivně využil délku vegetačního období, disponuje celou řadou morfologických, anatomických a zvláště fyziologických adaptací. Foto: red.

ZAPOJTE SE DO PROJEKTU I VY!

WWW.POZNEJMODRIN.CZ

Pro výzkum modřínu opadavého, jehož součástí je i zkoumání jeho původu a výskytu na našem území, oceníme vaše tipy na lokální populace (i jednotlivé stromy) modřínu, které jsou na daných lokalitách dle ústních či písemných informací přítomny po více generacích a pravděpodobně nebyly obnovovány výlučně uměle. Zvláště pak oceníme populace na exponovaných stanovištích, s výlučným habitem apod. Uvítáme také (i kusé) tipy na možnou přítomnost modřínu ve starých dřevěných konstrukcích v rámci ČR.

Více informací najdete na
WWW.POZNEJMODRIN.CZ





Modřín se dobře obnovuje na otevřených plochách, kde zdárně a rychle odrůstá. Využívá zde svoji pionýrskou strategii růstu a toleranci k mikroklimatickým extrémům stanoviště. Vyhovuje tím otázka jeho využití v přípravných porostech. Foto: Petr Pokorný

tech, kde je léto chladné a krátké. Modřín proto disponuje řadou fyziologických, anatomických a morfologických adaptací (GOWER A RICHARDS 1990). Patří k nim až dvojnásobná rychlosť fotosyntézy, umožněná i vyšší (o 25–49 %) koncentrací dusíku v listoví (MATYSSEK 1986), a vyšší výtěž fotosyntézy v přepočtu na jednotku dusíku biomasy jehlic (GOWER A RICHARDS 1990). Dále je to vyšší specifická listová plocha snižující energetickou náročnost tvorby pletiv jehličí, která se u modřínu běžně pohybuje mezi 120–210 cm²/g (SCHULZE ET AL. 1985), oproti například cca 40–55 cm²/g u smrku. V neposlední řadě jde také o efektivnější tvar koruny a její vnitřní architekturu (GOWER A RICHARDS 1990). Modřín vyniká také schopností vysoce efektivního vedení (až dvojnásobného oproti SM ve shodných podmínkách), uchování a získání vody jako adaptace související pravděpodobně s vyšší maximální rychlosť fotosyntézy (GOWER A RICHARDS 1990). Obdobně je prokázána jeho vysoká efektivita v získávání a využití živin, má například vyšší schopnost získat dusík z půdy v porovnání s BO (potenciálně častým konkurentem modřínu;

MALAGOLI ET AL. 2000). Disponuje i mimořádnou schopností zpětné redistribuce dusíku z jehlic před opadem – v průměru 77 %, což je více než u neopadavých jehličnanů (v průměru 58 %) i než u listnatých dřevin (v průměru 52 %) a je to významná adaptace snižující energetickou náročnost tvorby jehlic (GOWER A RICHARDS 1990).

Světlo

Modřín je považován za typický světlomilný druh (BOTTERO ET AL. 2013). Je ale prokázáno, že například u semenáčků do pěti let stáří může být zástin pro modřín i prospěšný (kvůli jejich citlivosti k vysokým teplotám a nedostatku vláhy). Profituje ze zástinu zvláště tehdy, pokud se nejedná o zástin vegetací, která si s ním konkuruje o vodu ve stejných (svrchních) půdních horizontech, jež v této fázi vývoje semenáčky modřínu prokoreňují. V takovém případě mohou semenáčky modřínu vykazovat při časnéčném zástinu mortalitu na úrovni kolem 25 % oproti mortalitě okolo 75 % na otevřené ploše (pod silným zástinem ale mortalita překračuje 90 %; HAIG ET AL. 1941 IN SCHMIDT ET AL. 1976; STEED

A GOEKING 2020). Uvedený pozitivní vliv zástinu platí především na písčitých a vysíachavých půdách, kde zástin významně napomáhá formování přirozené obnovy (SCHMIDT ET AL. 1976). V přirozených podmínkách modřín úspěšně využívá rozvratové (disturbanční) dynamiky horských lesů a zdárně se obnovuje na vzniklých plochách. Výhodnější jsou pro něj plochy po polomech než části lesa odumřelé vlivem biotických škůdců (tedy než po stojícím odumřelém lese). Podíl přirozené obnovy modřínu oproti obnově jiných dřevin (typicky stín snášenlivých) pak dále narůstá v případech, kdy je to ještě podpořeno vyšší skeletnatostí půdy nebo silnější konkurenční buřeně (kterou zvládá lépe než většina ostatních dřevin; BOTTERO ET AL. 2013). Význam světla je u přirozené obnovy modřínu zásadní a variabilita světelných podmínek je pro formování obnovy významnější než variabilita v dostupnosti vody (tedy pokud nejde o výrazný nedostatek vody, který se pak stává limitním faktorem; STEED A GOEKING 2020). Obecně platí, že modřín nemůže být v zástinu dlouho. Pokud bude přirozeně dlouhodobě vystaven konkurenci stín snášejících druhů dřevin, může být z porostní skladby postupně vytlačován. Z uvedeného plyne, že je vhodnou dřevinou při obnově rozsáhlých (typicky pokalamitních) holin a jiných otevřených ploch, kde se velmi dobře obnovuje a zdárně a rychle odrůstá. Využívá zde svoji pionýrskou strategii růstu a toleranci k teplotním (mikroklimatickým) extrémům. Jeho rychlý růst v mládí mu umožňuje rychle zlepšovat ekologické podmínky takových stanovišť i pro následnou obnovu dalších dřevin, čímž vyhovuje otázka jeho využití coby přípravné dřeviny.

MODŘÍN V POROSTNÍCH SMĚSÍCH

Modřín se jeví jako perspektivní dřevina při tvorbě porostních směsí. Problematicí tvorby a výchovy směsí s modřínem z pohledu zvýšení produkčního potenciálu, interakce s porostním prostředím a zvýšení ekologické stability lesních porostů přitom byla doposud věnována minimální pozornost. Většina studií se orientuje pouze na modřín jako takový, bez zhodnocení porostních směsí s modřínem a forem jejich smíšení. Vý-

zkušeností je klíčový i z důvodu nízké konkurenční síly modřínu (tedy pro obnovu a výchovu porostů) i z pohledu celkové produkce porostů.

Je známo, že jednotlivě přimíšený modřín je na živných a vodou dobře zásobených (a částečně i vodou ovlivněných) stanovištích významným nositelem objemové a hodnotové produkce. Posouzení současného produkčního potenciálu modřínu je problematické, neboť mimo jiné neexistují produkční modely pro modřín rostoucí ve směsích ani v silně rozvolněných, proředěných porostech, či dokonce ve výstavkovém postavení. Přitom modřiny ve výstavkovém postavení nebo v porostech silně proředěných nahodilou těžbou jsou významným, často dokonce největším nositelem porostních zásob v oblastech zasažených kalamitou.

VLIV MODŘINU NA PŮDU

Vlivu modřínového opadu na půdu je v literatuře věnováno více prostoru oproti jiným otázkám. Byla prokázána vyšší míra akumulace humusu modřínu oproti celé řadě listnatců jako LP, TR, DB, DBČ, BR, OL (PODRÁZSKÝ ET AL. 2002; PODRÁZSKÝ A ŠTĚPÁNÍK 2002; FROUZ ET AL. 2013). Pod modřínem bylo v nadložním humusu i ve svrchní minerální půdě oproti TR a LP zjištěno více dusíku a pro rostliny přístupného fosforu, ale méně dostupného draslíku a hořčíku (v minerální půdě i méně dostupného vápníku; PODRÁZSKÝ ET AL. 2002). Vyšší obsah dusíku (N) v modřínovém opadu byl prokázán i oproti SM a BO, ale totéž platí i o obsahu uhlíku (C) (FROUZ ET AL. 2013). Poměr C:N modřínového opadu je pak oproti BO a SM nižší a odpovídá hodnotě listnatých dřevin (okolo 33, tedy např. jako u DB a LP), hodnota sama o sobě ale nestačí pro hodnocení kvality opadu (FROUZ ET AL. 2013). Nízká hodnota C:N může být zvláště nevýhodná při zalesňování zemědělských půd, které jsou již tímto směrem vychýleny (KACÁLEK ET AL. 2010).

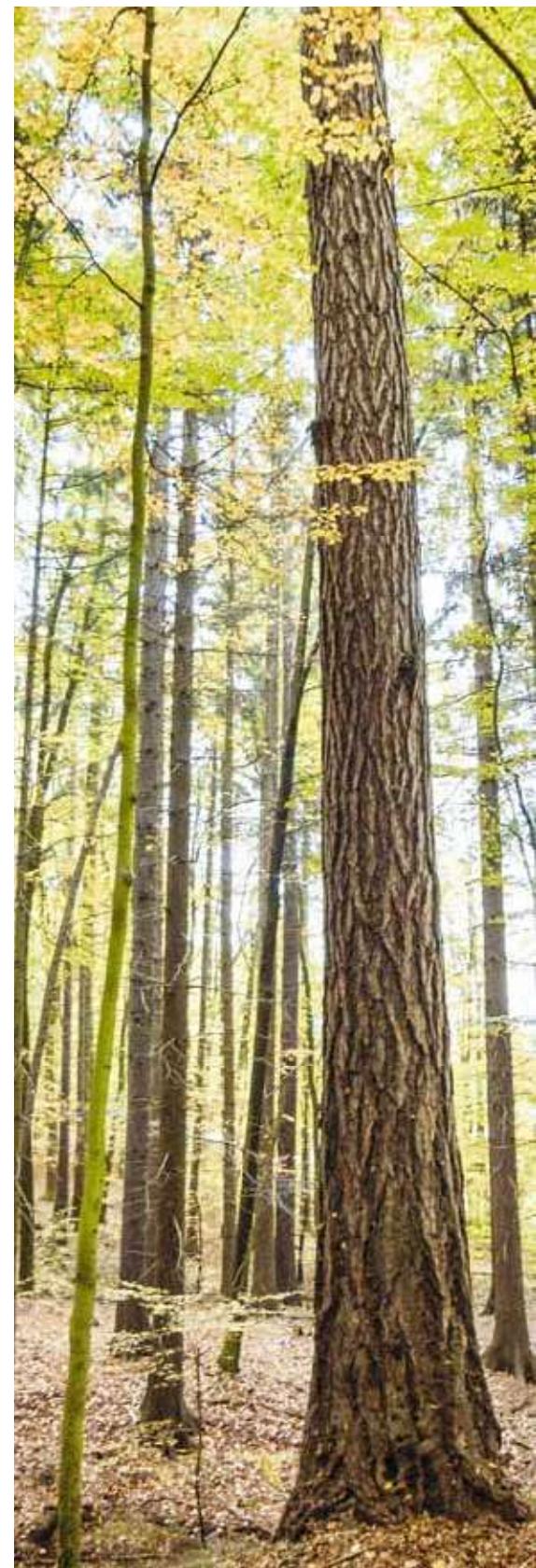
Humusová vrstva pod modřínem je tedy ve srovnání s listnatci typická svojí zvýšenou akumulací, ale srovnání s jehličnany tak jednoznačně není. Například v tyčkovinách (na rekultivovaných plochách) byla zjištěna sušina modřínových humusových vrstev shodná s BO a SM

($BO > MD > SM$, ale bez průkazných rozdílů; FROUZ ET AL. 2009), samotná mocnost humusové vrstvy bývá u modřínu a SM obdobná a vyšší než u BO (FROUZ ET AL. 2013). V nastávajících kmenovinách byla prokázána obdobná akumulace humusu jako u SM (celkově mírně nižší oproti SM, ale s vyšším podílem horizontu L; PODRÁZSKÝ ET AL. 2011).

Modřínový humus může být prokazatelně kyselejší než u SM i BO (o pH 0,5, resp. 0,4) a ještě výrazněji oproti listnatcům jako BR, LP, TR, DBČ s poklesem pH 0,5–0,8 (ALRIKSSON A ERIKSSON 1998; PODRÁZSKÝ ET AL. 2002; PODRÁZSKÝ A ŠTĚPÁNÍK 2002). Modřín působí na snížení biologické aktivity půdy oproti listnatým dřevinám, avšak například v porovnání s BO je biologická aktivita srovnatelná (JÓZEFOWSKA ET AL. 2016). Celková biomasa půdní mikrobioty je pod mladým modřínovým porostem oproti mnoha listnatcům také nižší (hlavně oproti OL a LP; přestože je identická s DB), avšak téměř stejná jako pod SM a BO ($BO > MD > SM$, ale bez průkaznosti rozdílů; FROUZ ET AL. 2013).

MODŘÍN VS. BIODIVERZITA A HLEDISKA OCHRANÁŘSKÁ

V ochraně přírody (např. v přírodních rezervacích apod.) bývá modřín paušálně zatracován a často systematicky eliminován. Takový přístup lze chápát u dřevin, kde existují důkazy o invazivním šíření, a může dávat smysl u dřevin původem z jiných kontinentů. Ale v případě modřínu, který je bezesporu původní dřevinou takříkajíc za rohem, minimálně v Alpách a Karpatech, příliš smysl nedává. Smysluplnější je připomínka k vlastnostem souvislého modřínového opadu, který bývá považován za nepříznivý i pro rozvoj bylinného patra. Čisté modřínové výsadby jsou považovány za chudé z pohledu biodiverzity. Jednotlivá pozorování ale naznačují, že je celá problematika mnohem komplexnější. Ukazuje se, že je zásadní nejen podíl modřínu v porostní druhotné skladbě, ale i interakce se synuzí okolních porostů. Jako příklad lze uvést NPR Karlštejn, kde dnes převažují dubo-habrové zapojené předržené pařeziny a nepravé střední lesy. Přimíšen je místy také modřín, a právě v těchto místech s modřínovým zápojem, přežívá



Modřín v porostní příměsi je zvláště na živných a vodou dobře zásobených stanovištích významným nositelem objemové a hodnotové produkce. Foto: Jindřich Prach



Zvláště dnes lze modřín efektivně využít pro přirozenou obnovu pokalamitních holin tam, kde je přítomen v okolních porostech nebo na holé ploše ve formě výstavků. Jeho rychlý počáteční růst pomáhá vyrovnat mikroklimatickou extremitu holých ploch pro následnou obnovu dalších dřevin. Foto: red.

populace světlomilného zvonovce liliolistého (*Adenophora liliifolia*), v současnosti extrémně vzácné bylinky, jejíž populace ubývá po celé Evropě.

Nelze vyloučit hypotézu, že přimíšený modřín přináší alespoň ostrůvkovitě do porostů tolik potřebné světlo, důležité pro světlomilné bylinky lesního podrostu (které dnes ve střední Evropě obecně ubývají). Modřín tak může svým způsobem suplovat někdejší činnosti člověka (např. uplatňování nízkého a středního lesa apod.), které vedly k tomu, že lesy v osídlených oblastech byly světlejší, než jak je známe dnes, a výskyt těchto vzácných bylinných druhů umožňovaly. Ostatně to, že modřín může být pro bylinné patro přínosem, ukazují také pozor-

ování z modřínových lesů například v Alpách nebo na Uralu.

DŘEVO MODŘÍNU

Modřínové dřevo je pevné, pružné a trvanlivé. Dřevo je značně pryskyřičnaté, pryskyřičné kanálky jsou drobné, soustředěné hlavně do letního dřeva. V Alpách se dříve z modřínu těžila pryskyřice, označovaná jako tzv. benátský terpentýn (ÚRADNÍČEK ET AL. 2001). Vhodné vlastnosti a široké uplatnění modřínového dřeva vedly v některých částech světa k zavádění sekundárních monokultur některých druhů modřínů (zejména *L. olgensis* a *L. kaempferi*) – například v SV Číně tyto porosty představují 2,6 milionu hektarů (LU ET AL. 2018). Řadí se mezi dřeva středně tvrdá, se středně vysokou hustotou ($\rho_0 = 650 \text{ kg.m}^{-3}$), hustota dřeva s věkem stromu narůstá. Nasákovost dřeva je nejnižší z domácích jehličnanů ($W_{\max} = 123\%$), z čehož plyne i jeho odolnost ve vodě. Je odolné i proti hnilibam, dobře se suší, málo se bortí a sesychá, dobře se opracovává a nevyskytuje se u něj zamodrání jako u borovice, ale hůře se impregnuje (POŽGAI ET AL. 1997; HORÁČEK, 1998). Kvalitní rezivo modřínu by mělo obsahovat nejméně 30% letního dřeva a mít hustotu (ρ_0) alespoň 600 kg.m^{-3} . Protože modřín v mládí rychle roste a dřevo má vysoký podíl juvenilní-

ho a jarního dřeva, uvedené požadavky v mládí obvykle nesplňuje.

PROJEKT LARIXUTOR

Nově řešený projekt LARIXUTOR (*Larix* – latinsky modřín; *utor* – latinsky „používat“, „využívat“, a také „zabývat se něčím“, „zacházet s něčím“) je zaměřen na využití modřínu opadavého v lesích ČR. Byl podpořen Národní agenturou pro zemědělský výzkum (více o projektu na www.POZNEJMODRIN.cz). Je soustředěn do několika oblastí, které se věnují:

- produkčnímu potenciálu modřínu v porostních směsích,
- jeho ekologickým nárokům a zvláště ekologii přirozené obnovy,
- jeho mikroklimatické funkci v přípravných porostech,
- paleobotanickému výzkumu druhotné skladby našich lesů během postglaciálu s důrazem na detekci modřínu i analýze nejstarších písemných pramenů o modřínu u nás,
- molekulárně-genetickým (fylogenetickým) analýzám původu našich modřínových populací,
- interakci modřínu s ohroženými druhy rostlin a společenstev.

Projekt vede Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., spoluřešiteli jsou Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy a Školní lesní podnik Kostelec nad Černými lesy (při České zemědělské univerzitě v Praze). Jeho řešení bude probíhat v letech 2021–2024, během kterých je počítáno s množstvím vědeckých i praktických výstupů, včetně uspořádání konference v posledním roce řešení.

V květnovém čísle Lesnické práce bude představena problematika, která je v souvislosti s modřinem často diskutována – otázka výskytu modřínu v ČR v průběhu postglaciálního období.

Citovaná literatura je k dispozici u autora.

Příspěvek vznikl v rámci projektu NAZV QK21010335 LARIXUTOR.

Autor:

Ing. et Ing. Pavel Bednář, Ph.D.
VÚLHM, v. v. i., VS Opočno
(odlouč. prac. Frýdek-Místek)
E-mail: bednar@vulhmop.cz