

OBNOVA LESA VE VYŠŠÍCH HORSKÝCH POLOHÁCH POSTIHOVANÝCH EXTRÉMními MRAZOVÝMI STRESY



Ing. VRATISLAV BALCAR, CSc.

Ing. ONDŘEJ ŠPULÁK, Ph.D.

Ing. DUŠAN KACÁLEK, Ph.D.

Ing. IVAN KUNEŠ, Ph.D.

LESNICKÝ PRŮVODCE

Certifikovaná metodika

1/2011

OBNOVA LESA VE VYŠŠÍCH HORSKÝCH POLOHÁCH POSTIHOVANÝCH EXTRÉMními MRAZOVÝMI STRESY

Certifikovaná metodika

Ing. Vratislav Balcar, CSc.

Ing. Ondřej Špulák, Ph.D.

Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.

Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Lesnický průvodce 1/2011

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště
<http://www.vulhm.cz>

Vedoucí redaktorka: Šárka Holzbachová, DiS.; e-mail: holzbachova@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-043-0

ISSN 0862-7657

MOUNTAIN FOREST RENEWAL ON SITES AFFECTED BY EXTREME FROST STRESS

Abstract

Frequency or severity of frost events affects young tree species; foresters get into difficulties to renew crop species under such conditions. The harshest sites are likely to be found in shallow valleys in mountains where natural and/or artificial conditions slow down air exchange and thus the cold air is being retained there. The frosts occur all year round. There are only few tree species which are able to cope with these conditions and grow readily without any additional support. These are mountain pine (*Pinus mugo* Turra) and bog pine (*Pinus rotundata* Link.). We found that the stands of the pines can provide the other tree species with shelter against frost as they show a canopy closure at least 60%. Based on the results from our experiments, we propose to use a two-step renewal on these sites. The pines should be planted first. Crop tree species such as Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) and mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) are planted into the pine stands later, preferably near northerly and westerly margins of pine crowns. Containerized planting stock should be used. Broadleaves should be planted into groups of 10 – 20 individuals.

Key words: forest regeneration, mountains, frost stress, mountain pine, bog pine, Norway spruce, Carpathian birch, mountain ash

Oponenti: Ing. Otto Kučera; LČR., s.p., LS Frýdlant v Čechách
Ing. Petr Navrátil, CSc.; ÚHÚL, pobočka Jablonec nad Nisou

Adresa autorů:

Ing. Vratislav Balcar, CSc., Ing. Ondřej Špulák, Ph.D., Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě 550, 571 73 Opočno
e-mail: balcarv@vulhmop.cz

Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.
Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská
Kamýčká 1176, 165 21 Praha 6 – Suchdol
e-mail: kunes@fld.czu.cz

Obsah:

ÚVOD	7
CÍL METODIKY.....	7
VLASTNÍ POPIS METODIKY	8
Lokality postihované extrémními mrazovými stresy	8
Charakteristika lokalit s výskytem mrazových stresů	8
Druhová skladba stanovišť v horách s rizikem extrémních mrazových stresů.....	8
Výskyt mrazových stresů	9
Doporučení pěstebních postupů při obnově lesních porostů na lokalitách extrémně zatížených mrazy	11
Založení přípravného porostu.....	11
Výsadba cílových dřevin.....	13
Ochrana výsadeb a vylepšování.....	14
Výchovná opatření.....	14
Přeměna stávajících porostů kleče nebo blatky	17
Odkazy na postupy obnovy v mrazových lokalitách středních a nižších poloh	18
Závěr	18
SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	19
POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	19
EKONOMICKÉ ASPEKTY	19
DEDIKACE	20
LITERATURA.....	21
Seznam použité související literatury	21
Práce autorů vztahující se k dané problematice	23
PŘÍLOHA – VÝCHOZÍ PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ METODIKY	24
Výzkumná šetření vývoje experimentálních výsadeb v prostředí extrémních mrazových stresů	24
Založení experimentu	24
Zjišťování prosperity výsadeb a hodnocení dřevin.....	24

Souhrn poznatků ze sledování vývoje experimentálních výsadeb v Jizerských horách	28
Orientační šetření na území horního toku Jizery	30
Poznatky o chování dřevin na sledovaných lokalitách postihovaných extrémními mrazovými stresy	30
Analýza struktury mladého porostu smrku vzniklého z přirozené obnovy	33
PODĚKOVÁNÍ PARTNERSKÝM ORGANIZACÍM.....	34
SUMMARY.....	35

ÚVOD

V důsledku silného znečištění ovzduší v sedmdesátých až devadesátých letech minulého století došlo k těžkému poškození lesních porostů zejména v horských podmínkách, kde dopad silné imisní zátěže zesílil i přirozené stresy prostředí pro dané lokality charakteristické. Postižené porosty, zvláště smrkové monokultury, byly vytěženy a na odlesněných plochách bylo třeba obnovit porosty tak, aby mohly alespoň částečně zabezpečit základní ekologické funkce lesa, především funkce půdoochranné a vodohospodářské (TESAŘ 1982, PEŘINA et al. 1984). Při zakládání nových porostů na územích devastovaných imisní zátěží se v první řadě uplatnily dřeviny poměrně tolerantní k imisím, u kterých se již při výsadbách počítalo s jejich pouze dočasným využitím a pozdější přeměnou na porosty s cílovou druhovou skladbou. Pro přeměnu porostů s dočasným uplatněním, tj. porostů náhradních dřevin, byla vypracována doporučení pěstebních postupů (BALCAR et al. 2007). Zpracována byla také metodika pěstování a použití sadebního materiálu smrku ztepilého pro horské oblasti (JURÁSEK et al. 2007).

Lokality s extrémním klimatem zatížené především mrazovými stresy, ať na nich došlo k odlesnění v důsledku imisí nebo vlivem extrémních klimatických situací (např. sněh), však pro úspěšnou obnovu porostů s požadovanou optimální druhovou skladbou vyžadují určité úpravy postupů nad rámec obvyklých pěstebních metod.

CÍL METODIKY

Cílem předkládané práce je doplnění dosavadních doporučení přeměn o metodická specifika obnovy porostů na lokalitách zatížených extrémními mrazovými stresy v horských polohách.

VLASTNÍ POPIS METODIKY

Lokality postihované extrémními mrazovými stresy

Charakteristika lokalit s výskytem mrazových stresů

Lokality s výskytem extrémních mrazových stresů se nacházejí převážně v mělkých údolích ve vyšších horských polohách pod horskými vrcholy a hřebeny. Údolí jsou uzavřena nebo téměř uzavřena přírodní či umělou překážkou. V oblasti Jizerských hor mohou být jejich příkladem lokality na horních tocích řeky Jizery a říčky Jizerky na Velké a Malé Jizerské louce v nadmořské výšce 800 až 900 m (obr. 3), na Šumavě jsou známe např. lokality Jezerní a Rokytská slat' v nadmořské výšce okolo 1 000 m. K poklesu teplot pod bod mrazu zde dochází v průběhu celého roku (tab. 1) a k následnému poškození lesních dřevin, a to jak v době vegetační (pozdní a časně mrazy) tak i mimo vegetační, kdy jsou dřeviny vystaveny extrémním mrazům bez sněhové pokrývky.

Ke vzniku mrazových epizod v těchto polohách dochází v průběhu radiačního typu nočního počasí, kdy se přízemní vrstva vzduchu o tloušťce několika málo desítek centimetrů rychle ochlazuje. Ze svahů mrazové kotliny studený vzduch stéká na její dno a vytváří tzv. jezero studeného vzduchu. Vytvoření jezera se prozrazuje – po ochlazení vzduchu na rosný bod – nevysokou přízemní mlhou, která může později stoupat (MUNZAR et al. 1989). Na dně mrazové kotliny pak vrstva studeného vzduchu dosahuje několika metrů nebo i více a na rozdíl od přízemního mrazu už nepostihuje jen nízké rostliny. Mrazová kotlina bývá chráněna před větrem, takže se v ní může mráz vyskytnout i v případech, kdy se na vrcholech hor díky větrným turbulencím nevyskytuje ani mráz přízemní. Charakteristickým znakem mrazové kotliny je tedy inverze teplot.

Druhá skladba stanovišť v horách s rizikem extrémních mrazových stresů

Mrazovými stresy v horských polohách jsou nejvíce postihovány porosty na stanovištích smrčín se soubory lesních typů 8S (svěží smrčina), 8G (podmáčená), 8R (vrchovištní), dále pak 8M (chudá), 8K (kyselá), 9K (klečová), 8F (svahová), 8A (klenová), 8V (podmáčená klenová), 8Q (podmáčená chudá) a 8T (podmáčená zakrslá smrčina).

Tab. 1: Průměrné a extrémní měsíční teploty (°C) měřené 200 cm nad terémem na lokalitě zatížené mrazovými stresy na Malé Jizerské louce v období VIII. 2004 – V. 2011

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Minimum	-34,9	-30,6	-27,9	-13,4	-10,2	-6,6	-4,3	-5,0	-6,6	-15,1	-24,0	-33,4	-34,9
Maximum	9,9	11,3	20,0	24,5	28,0	27,5	31,7	28,7	26,6	20,5	14,8	11,6	31,7
Průměr	-4,9	-4,5	-1,5	4,4	8,1	11,7	14,2	12,3	8,8	4,5	0,6	-4,4	4,1
Amplituda	44,8	41,9	47,9	37,9	38,2	34,1	36,0	33,7	33,2	35,6	38,8	45,0	66,6

V přirozené druhové skladbě dominoval smrk ztepilý, proto je také ve většině případů navrhován jako dřevina hlavní se zdůrazněním na vhodný genetický původ, díky kterému lze předpokládat vyšší potenciál tolerance ke stresům v daných extrémních horských podmínkách (PLÍVA 2000, tab. 2). Reálný výskyt smrku často úctyhodných dimenzí na těchto lokalitách obvykle dokládají vyskytující se zbytky pařezů.

Dále jsou do druhové skladby doporučovány bříza pýřitá pravá a bříza pýřitá karpatská, označované v pojetí poddruhů souhrnně zkratkou BRP. S ohledem na specifické ekologické podmínky (LOKVENC et al. 1992) byla bříza karpatská (BRkarp) později vylišena jako druh samostatný (HEJNÝ, SLAVÍK 1990; KUBÁT et al. 2002), i když otázka taxonomické klasifikace břízy karpatské není dosud dořešena (KUNEŠ et al. 2010). Dále je doporučován jeřáb ptačí, na podmáčených, rašelinných a klečových smrčinách pak i kleč horská. Návrhy druhové skladby porostů (PLÍVA 2000) obsahují i příměsi jedle bělokoré, buku lesního a javoru klenu, které však pro výsadby do extrémních mrazových poloh v horách doporučit nelze. V příznivějších polohách se mohou tyto dřeviny stát součástí obnovených porostů po jejich zapojení.

Výskyt mrazových stresů

Na sledovaných lokalitách zatížených mrazovými stresy v oblasti Jizerských hor jsou nejvíce poškozovány stromky do výšky ca 1 m. Symptomy poškození mrazem jsou ale často patrné i do výšky více než 2 m. Po překonání výšky 2 m lze již na vrcholech stromků ve většině případů očekávat pouze výjimečný výskyt poškození mrazovými stresy a u vitálních jedinců bez výrazných následků poškození lze počítat s jejich uplatněním v cílovém porostu. Kromě výsadeb kleče, která není mrazem poškozována, výsadby ostat-

Tab. 2: Soubory lesních typů v horských podmínkách nejvíce ohrožených mrazovými stresi (Pliva 2000, výběr)

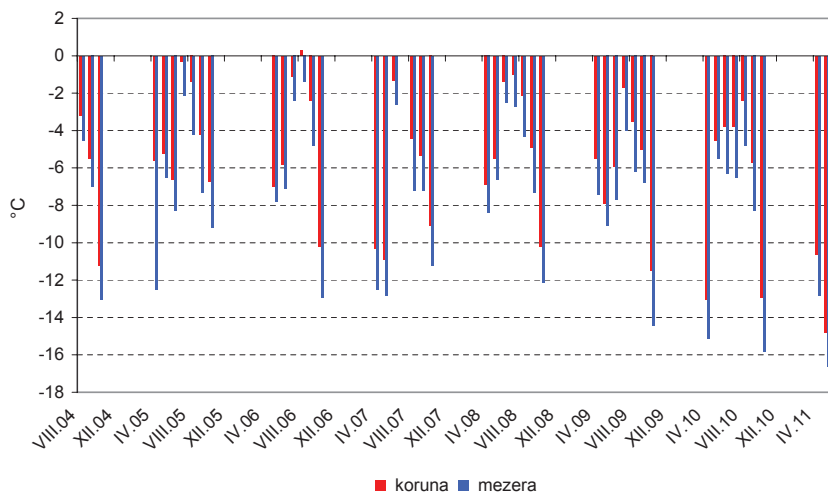
SLT	HS	DS přirozená	DS přípustná	Abiotické stresi
8S	75	SM10,JD, JR,(KL)	SM10,BK, JR,(KL,JD)	sníh, mraz
8G	79	SM9,(BRP,OLS, JR)1,(JD)	SM10,BRP,OLS,(JR)	zamoknění, mraz. polohy
8R	01	SM8,BRP2, JR,(KOS)	SM10,BRP,KOS	zamoknění, sníh, mraz
8M	73	SM 9, JR 1(BK,JD)	SM10, JR(BK)	sníh, námraza, mraz
8K	73	SM10,BK, JR,(JD,KL)	SM10,BK, JR	sníh, námraza, mraz
9K	03	SM5-8,KOS2-5, JR	SM5-8,KOS 2-5, JR	sníh, námraza, mraz
8F	71	SM10,JD,BK, JR,(KL)	SM10,JD,BK, JR,(KL)	sníh, značně mraz
8A	71	SM8,BK1, KL1, JR,(JD)	SM9,BK1, JR	sníh a mraz
8V	79	SM10,KL, OLS,(JD,BK,BRP, JR)	SM10,KL,(JD,BK)	zamoknění půdy
8Q	79	SM10, JR,BRP,(JD)	SM10, JR,BRP	i v mraz. polohách
8T	79	SM8,BRP2, JR,(KOS)	SM8,BRP2, JR,(KOS)	okraj rašelin, drsné klima

SLT = soubor lesních typů: 8S = svěží smrčina, 8G = podmáčená smrčina, 8R = vrchovištní smrčina, 8M = chudá smrčina, 8K = kyselá smrčina, 9K = klečová smrčina, 8F = svahová smrčina, 8A = klenová smrčina, 8V = podmáčená klenová smrčina, 8Q = podmáčená chudá smrčina, 8T = podmáčená zakrslá smrčina

HS = hospodářské soubory: 71 Exponovaná stanoviště horských poloh, 73 Kyselá stanoviště horských poloh, 75 Živná stanoviště horských poloh, 77 Ogležená stanoviště horských poloh, 79 Podmáčená stanoviště horských poloh, 01 Mimořádně nepříznivá stanoviště, 03 Lesy v klečovém vegetačním stupni

DS = druhová skladba podle dřevin (zkratka dřeviny, případně zastoupení v desítkách %)

Dřeviny: SM smrk ztepilý, JD jedle bělokorá, KOS borovice kleč, BK buk lesní, KL javor klen, BRP bříza pýřitá karpatská, JR jeřáb ptačí, OLS olše šedá



Obr. 1: Měsíční minima přizemních teplot vzduchu (30 cm nad terémem) v mrazové poloze Malé Jizerské louky ve vegetačních obdobích (IV. – X.), v letech 2004 – 2011 pod korunami přípravného porostu kleče a blatky a v prostní mezeře

ních dřevin mrazem trpí více v porostních mezerách než pod přípravným porostem kleče a blatky. Schopnost přípravného porostu tlumit mrazové stresy je zřejmě také z výsledků měření přízemních teplot vzduchu (30 cm nad terénem) uvnitř porostu a v porostních mezerách (obr. 1).

Doporučení pěstebních postupů při obnově lesních porostů na lokalitách extrémně zatížených mrazy

V souladu s dosavadními doporučeními pro obnovu lesních porostů na lokalitách zatížených mrazovými stresy (MRÁČEK, LOKVENC 1974; POLENO, VACEK et al. 2009) se také obnova lesních porostů na lokalitách s výskytem extrémních mrazových stresů ve vyšších horských polohách provádí ve dvou fázích – s využitím přípravného porostu. V první fázi je třeba založit přípravný porost z odolných dřevin, do jejichž krytu budou vnášeny dřeviny cílové druhové skladby. Obnova lesa začíná od klimaticky příznivějších poloh okrajů stávajícího porostu a odrostlých skupin, jsou-li přítomny, od sušších lokalit směrem do poloh otevřenějších, zamokřených.

Založení přípravného porostu

Na rozdíl od mrazových lokalit ve středních polohách (v ca rozmezí 620 až 800 m n. m., TOMAN 1959, 1961) jsou mrazové stresy v horských údolích mnohem drsnější (BALCAR, ŠPULÁK 2006; BALCAR et al. 2010) a výběr dřevin pro přípravné porosty je značně omezen. Z dosavadních výsledků našich experimentů a pozorování na extrémních mrazových lokalitách v horách lze pro založení přípravných porostů jednoznačně doporučit pouze borovici kleč (*Pinus mugo* Turra) a borovici blatku (*Pinus rotundata* Link.). Při jejich výběru bude přirozeně nutno brát ohled na požadavky a omezení výsadeb v rámci hlediska ochrany přírody – konkrétně na zákonná omezení, vyplývající ze zákona č. 114/92 Sb.

Při zakládání přípravných porostů borovici klečí a borovici blatkou bude výběr konkrétního druhu borovice záležet na specifiku dané lokality. V oblastech s přirozeným výskytem borovice kleče nebo blatky je vhodné využít sadební materiál místní proveniencie v souladu se zájmy ochrany přírody. Borovice kleč se vyskytuje přirozeně v horských lesních oblastech Šumava, Jizerské hory, Krkonoše, borovice blatka v oblastech Šumava, Orlické hory, Hrubý Jeseník, kříženec obou pak na Šumavě, v Novohradských horách a v Krušných horách (HEJNÝ, SLAVÍK 1988).

Z hlediska účinnosti krytu pro dřeviny druhé fáze obnovy dává odrůstání obou dřevin pro zdárnou obnovu lesa obdobné předpoklady.

K výsadbě přípravného porostu by měly být použity silnější obalované sazenice s výškou 26 - 35 cm, svými parametry odpovídající ČSN 48 2115 a ČSN 48 2115/Z2. Vysazuje se do jamek odpovídajících velikosti kořenů (například jamky o rozměrech 40 x 30 x 25 cm), optimální výsadbový spon je 2 x 2 m, tzn. 2 500 jedinců na ha. Dosažení výšky porostu vhodné pro zahájení druhé fáze obnovy (1 až 1,7 m, viz níže) lze očekávat za 8 až 12 let od výsadby (MRÁČEK, LOKVENC 1974).

Poznámka: Dosud málo zkušeností na extrémních stanovištích je s výsadbou olše šedé a břízy karpatské na volnou plochu. Výsledky Kuneše (KUNEŠ et al. 2007; KUNEŠ et al. 2009) nicméně naznačují, že se může jednat o perspektivní druhy i na těchto lokalitách, ačkoliv jejich krycí účinnost proti mrazu bude omezena spíše na vegetační sezónu.

Výsadba cílových dřevin

K druhé fázi obnovy porostů (výsadbě cílových dřevin) se přistupuje po dosažení průměrné výšky přípravného porostu 1 až 1,7 m (vyšší výšku volit zvláště u borovice blatky), při hustotě zápoje korun kolem 60 % pokrytí plochy, kdy již lze očekávat jeho pozitivní vliv na mikroklima v úrovni korun vysazovaných cílových dřevin (LOKVENC et al. 1992). Ve většině případů není vhodné hustotu přípravného porostu před výsadbou upravovat výchovným zásahem.

Pro druhou fázi obnovy porostů v horských podmínkách nejvíce postihovaných mrazovými stresi doporučujeme v závislosti na hospodářských souborech v obnovním cíli zastoupení smrku ztepilého (SM, *Picea abies* (L.) Karst.) 5 – 9, břízy karpatské (BRkarp, *Betula carpatica* W. et K.) + – 3, jeřábu ptačího (JR, *Sorbus aucuparia* L.) + – 1 (tab. 3).

Tab. 3: Návrh cílové druhové skladby lokalit v horských podmínkách nejvíce postiho-
vaných mrazovými stresi

Hospodářské soubory	Ohrožené SLT	Cílová druhová skladba
71; 73; 75	8F, 8A; 8M, 8K; 8S	SM 9 - 10, JR + - 1, BRkarp + - 1
79	8G, 8V, 8Q, 8T	SM 8-9, BRkarp 1-2, JR+1
01	8R	SM 7-9, BRkarp 1-2, KOS +-1, JR +
03	9K	SM 5-8, KOS 2-5, BRkarp +-1, JR +

Při druhé fázi obnovy porostů lze na stanovištích, kde se s borovicí klečí počítá také v cílové druhové skladbě, přiměřeně snížit výsadbové počty ostatních dřevin. K výsadbě ve druhé fázi se používají silné obalované sazenice, odpovídající parametřům daným ČSN 48 2115 a ČSN 48 2115/Z2 (tab. 4).

Tab. 4: Rozměry sazenic pro výsadbu cílových dřevin (ČSN 48 2115 a ČSN 48 2115/Z2)

Dřevina	Smrk ztepilý	Bříza karpatská	Jeřáb ptačí
Výška sazenic	36 – 45 cm***	51 – 70 cm	51 – 70 cm
Tloušťka kořenového krčku*	6 mm	6 mm	6 mm
Maximální věk**	6	4	4

* Nejmenší tloušťka kořenového krčku v mm

** Hodnota je již navýšena o povolené zvýšení max. věku při pěstování sadebního materiálu z 8. a 9. LVS

*** Horní mez stanovena podle doporučení lesního provozu (LS Frýdlant)

Pro tyto lokality nejsou vhodné výpěstky intenzivních technologií – plugy (JURÁSEK et al. 2007). Minimální rozměry obalů se řídí parametry danými příslušnou normou (ČSN 48 2115 a ČSN 48 2115/Z2). V současnosti se v mrazových lokalitách poloprovozně testují rovněž prostokořenné polodrostky a odrostky s intenzívně upravovaným kořenovým systémem a dosavadní výsledky jsou nadějně (KUNEŠ et al. 2011).

U všech typů sadebního materiálu je třeba klást důraz na kvalitu kořenového systému a šetrnou manipulaci před výsadbou. Pro přípravu kvalitního sadebního materiálu smrku ztepilého určeného k výsadbě na klimaticky extrémní lokality 8. LVS je doporučováno dopěstování (tj. po zaškolování semenáček nebo přesazení do pěstebních obalů) v lesních školkách v nadmořských výškách odpovídajících minimálně 500 m n. m. Dlouhodobější pěstování v nadmořských výškách nad 1000 m není z ekonomických, ani biologických hledisek výhodné. Optimum pro pěstování smrkových sazenic určených pro výsadbu do horských mrazových poloh je v nadmořských výškách 700 až 900 m (JURÁSEK et al. 2007).

Při druhé fázi obnovy porostů se nejprve do stanovištně nevhodnějších podmínek vysazují listnaté dřeviny (BRkarp, JR), následně je vysazen smrk. Výsadba smrku ztepilého se doporučuje ve výsadbové hustotě ca 3 400 sazenic na ha, přičemž minimální vzdálenost mezi jedinci se volí 1,5 m (odpovídá pravidelnému sponu 2 × 1,5 m). Bříza karpatská a jeřáb ptačí se vysazuje v hustotě 5 000 sazenic na ha

(odpovídá pravidelnému sponu 2 x 1 m). Pro výsadbu se volí jamková o minimálních rozměrech jamky 40 x 30 x 25 cm, případně též kopečková výsadba. Při výsadbě by mělo být využíváno terénních nerovností – přednostně sázet na vyvýšená místa, méně exponovaná přízemnímu mrazu, doporučuje se vyvarovat terénním depresím, zvláště podmáčeným. Sazenice smrku je vhodné vysazovat také do pařezů původního porostu, pokud jsou ve stadiu rozkladu měkké voštinové struktury (lze do nich lehce zapíchnout špičatý předmět, např. nůž). U listnáčů je potřeba při výsadbě k pařezům počítat se zvýšeným nebezpečím poškození myšovitými hlodavci.

Sazenice by měly být přednostně sázeny při severním až západním okraji korun klečových výsadeb. Tyto polohy jsou méně postihovány teplotními výkyvy (ŠPULÁK 2009; ŠPULÁK, SOUČEK 2010). Přimíšení listnatých sazenic do zakládané kultury s převahou smrku by mělo být hloučkové. Doporučovaná velikost hloučků při výsadbě je 10 až 20 sazenic (ŠINDELÁŘ et al. 2004). Přitom by měly být respektovány přirozené nároky dřevin a na lokalitách s výraznými rozdíly v zamokření půdy by měla být bříza karpatská přednostně umístěna na stanoviště podmáčená vyšší hladinou spodní vody, jeřáb na místa sušší. Příklad postupu a prostorového uspořádání výsadby při dvoufázové obnově porostu na extrémní mrazové lokalitě bez výrazných rozdílů v zamokření stanoviště a terénních překážek je uveden na obr. 2 (A, B, C, D).

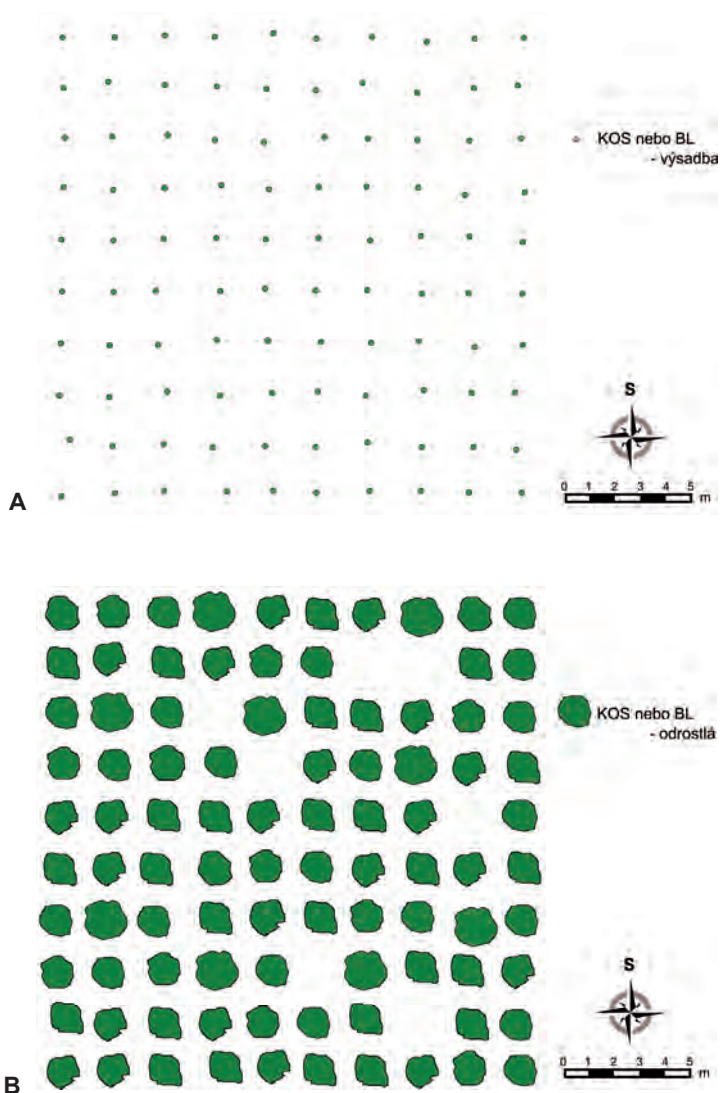
Ochrana výsadeb a vylepšování

Pro zajištění odrůstání dřevin druhé fáze obnovy lesního porostu je nutné zabezpečit ochranu vysazených kultur standardními lesnickými prostředky proti poškození zvěří, případně také myšovitými hlodavci. Tato opatření se týkají hlavně výsadeb listnatých dřevin, podle místních zkušeností však může nastat také potřeba ochrany výsadeb smrku. Nejúčinnější ochranou proti zvěři je oplocenka.

K vylepšování se přistupuje zpravidla při mortalitě přesahující 20 % z výsadbového počtu, zvláště při mortalitě koncentrované lokálně. Při lokálně koncentrované mortalitě je potřebné zjištění příčin úhynu a posouzení vhodnosti použité dřeviny a aplikovaných ochranných opatření.

Výchovná opatření

Vývoj cílových dřevin je nutno sledovat a dle potřeby uvolňovat jejich koruny odstraněním větví kleče nebo blatky, které by mohly cílové dřeviny deformovat. Při prožezávkách se odstraňují poškození jedinci, pokud je to nutné z hlediska ochrany



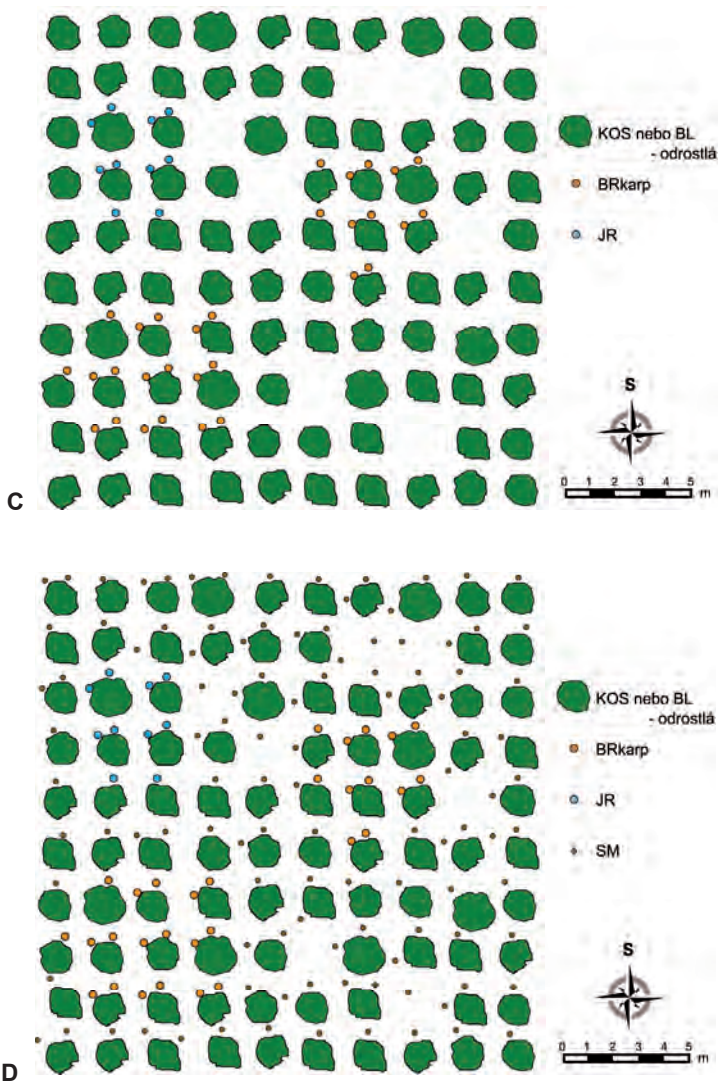
Obr. 2 A+B:

První fáze obnovy – založení a vývoj přípravného porostu:

A) výsadba porostu borovice kleče (KOS) nebo blatky (BL),

B) porost odrostlé kleče nebo blatky před zahájením druhé fáze obnovy.

Spon výsadby 2 x 2 m, prázdná místa = předpokládané (nahodilě) ztráty.



Obr. 2 C+D:

Druhá fáze obnovy – výsadba cílových dřevin v zastoupení smrk ztepilý (SM) 80 %, břiza karpatská (BRkarp) 15 % a jeřáb ptačí (JR) 5 %: C) výsadba cílových listnáčů BRkarp a JR do stanovištně vhodných podmínek, D) dosadba SM.

lesa a dále jedinci přípravného porostu, kteří ohrožují nebo negativně ovlivňují cílové dřeviny. Úpravy zastoupení dřevin by měly směřovat k cílové druhové skladbě. Při zdárném odrůstání výsadeb cílových dřevin extrémním klimatickým stresům vystupuje do popředí zvláště u smrku také produkční hledisko. Výraznější redukce keřů přípravného porostu je vhodná až po překonání kritické výšky u cílových dřevin.

Přeměna stávajících porostů kleče nebo blatky

Nezbytnost využití borovice kleče a blatky v první fázi obnovy lokalit s výskytem extrémních mrazových stresů byla ověřena také lesnickou praxí. V současnosti některé tyto poměrně vitální porosty přesahují průměrnou výšku doporučovanou pro zahájení výsadeb dřevin cílových (1 až 1,5 m). Jestliže pokryvnost přípravného porostu přesahuje 60 – 70 % plochy, je v tomto případě pro umožnění výsadeb vhodné snížit jeho hustotu individuálním vyřezáním keřů kleče na přibližně pravidelnou 50% pokryvnost a následně do porostů vstoupit s druhou fází obnovy.



Obr. 3: Lokalita na Velké Jizerské louce s extrémními mrazovými stresy (květen 2011) – přirozené bezlesí s extrémními mrazovými stresy v NPR Rašelišti Jizery

Vzhledem k růstové dynamice keřů kleče a blatky se dá předpokládat vyšší potřeba kontroly vývoje výsadeb a individuálního uvolňování odstraňováním jednotlivých větví.

Odkazy na postupy obnovy v mrazových lokalitách středních a nižších poloh

Obnově lesních porostů na horských lokalitách extrémně zatížených mrazovými stresy byla dosud věnována jen malá pozornost. Četnější práce, které se zabývají obnovou lesních porostů ve středních a nižších polohách zatížených mrazy uvádějí řadu poznatků a pěstebních doporučení (SLAVÍK 1954; TOMAN 1959, 1961, 1966; MRÁČEK 1966; MRÁČEK, LOKVENC 1974). Vyplývá z nich především potřeba volby dvoufázového obnovního způsobu rozděleného na založení porostu přípravného a až ve druhé fázi doplnění porostu o dřeviny cílové. Jako dřeviny tolerantní k mrazovým stresům jsou zde uváděny břízy bělokorá a pýřitá, jeřáb ptačí a olše šedá, které jsou proto navrhovány jako vhodné pro založení přípravných porostů. Do sortimentu dřevin cílových, vhodných pro druhou fázi obnovy jsou pak zahrnovány i jedle, buky a javory kleny, ty však pro extremitu klimatických podmínek v horských mrazových lokalitách použít nelze.

Závěr

Extrémní stresové lokality postihované mrazy v horách jsou většinou v oblastech CHKO. Zde jsou volby dřevin pro výsadbu usměrňovány zákonnými limity podle požadavků ochrany přírody. Toto hledisko je třeba respektovat, a to podle zón, které péči o lesní porosty do určité míry ovlivňují.

Z výsledků našich experimentů je zřejmé, že na horských mrazem stresovaných lokalitách lze pro přípravnou fázi obnovy použít borovici kleč (případně borovici blatku). Některé dřeviny používané v nižších polohách pro zakládání přípravných porostů, např. jeřáb ptačí, jsou na tyto lokality doporučovány až ve fázi druhé. Břízu bělokorou považujeme pro pěstování v horských extrémních mrazových podmínkách za nevhodnou a rovněž zde nedoporučujeme příměs buku, jedle a javoru kleny.

Význam lesních porostů na horských lokalitách zatížených extrémními mrazovými stresy představuje v první řadě zajištění nezbytných ekologických funkcí. I zde je však možno lesy využívat k produkci hodnotné dřevní hmoty, jak bylo v minulosti na mnohých lokalitách běžné.

SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Dvoufázová obnova lesa v horských podmínkách byla již dříve výzkumně řešena s použitím publikovaných zahraničních a tuzemských poznatků. V minulých letech byl řešen stav a naléhavost přeměn porostů náhradních dřevin včetně doporučení alternativ druhových skladeb. Tyto aktivity vyústily ve vznik recenzované metodiky pro praxi (BALCAR et al. 2007).

Nové požadavky na výzkum vyústily v řešení projektů zabývajících se prosperitou lesních dřevin ve změněných podmínkách prostředí a zaměřených na metody vnášení dalších dřevin do horských lesů. Mezi změněné podmínky patří také výskyt mrazových stresů v horách. Na takových lokalitách se mrazové epizody objevují celoročně a ztěžují tak zajištění kultur smrku, limitují obnovu odolnějšími pionýrskými listnáči (bříza karpatská, jeřáb ptačí) a prakticky znemožňují použití cílových listnáčů (buk, javor klen) a jedle.

V této metodice jsou nově specifikovány zásady dvoufázové obnovy počínající založením krycího porostu borovice kleče nebo borovice blatky, které po dosažení určitého stupně zápoje jsou schopné svými korunami chránit jedince cílových dřevin vysázené do jejich krytu. Metodika nově stanovuje parametry prostorového rozmístění jedinců krycího porostu i následné výsadby cílových dřevin ve vazbě na mikroklimatické podmínky lokalit s výskytem extrémních mrazů v horách.

POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena pro lesní hospodáře, projekční kanceláře, vlastníky a správce lesů, subjekty (lesnické) provádějící práce v lese, organizace státní správy lesů a ochrany přírody, lesnické školy a univerzity a lesnický výzkum. Má uplatnění jako recenzovaná (certifikovaná) metodika v tradiční edici Lesnický průvodce, VÚLHM v. v. i., Strnady.

EKONOMICKÉ ASPEKTY

Předkládaná doporučení mají za cíl optimalizovat pěstební postupy při obnově lesních porostů ve vyšších horských polohách postihovaných extrémními mrazovými stresy a předejít tak ztrátám lesních výsadeb především v kritickém období prvních let. Vzhledem k extrémně stanovištním podmínkám zde běžné postupy vznik lesních ekosystémů, plnicích především požadované společenské funkce, zajistit nemohou. Vzniklé ekonomické ztráty v případě nezdaru obnovy lesních porostů lze odhad-

nout na základě sociálně-ekonomické významnosti, kterou zde lesy mají. Jedná se hlavně o ztráty na snížení hydrických funkcí lesa, půdoochranných funkcí lesa a kulturně naučných funkcí lesa. Tyto ztráty zde činí zhruba 11,3 tis. Kč na 1 ha ročně (výpočet podle Metodiky hodnocení společenské sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesa. ŠIŠÁK et al. 2010). Při celkové výměře plochy porostů v souborech lesních typů ohrožených extrémními mrazovými stresy 44 097 ha (údaje o výměrách podle Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2009. MZe 2010) a při předpokladu výskytu lokalit s extrémními mrazovými stresy s nutností obnovy lesních porostů na 1 % z této výměry (tj. ca 441 ha) by celkové ztráty činily ca 5 mil. Kč ročně.

Protože se zmiňované lokality nacházejí většinou v chráněných oblastech s omezeným dřevoprodukčním významem, nebyly ztráty na produkci dřeva do výpočtu zařazeny, i když na některých místech (mimo rezervace apod.) by vznikaly i tyto ztráty.

DEDIKACE

Výzkumná šetření včetně vyhodnocení získaných výsledků uvedených v příspěvku byla provedena za institucionální podpory výzkumu a vývoje z veřejných prostředků NAZV č. QH92087 „Funkční potenciál vybraných listnatých dřevin a jejich vnášení do porostů v Jizerských horách“ a výzkumného záměru MZE 0002070203 „Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí“.

LITERATURA

Seznam použité související literatury

- CLARK, P. J., EVANS, F. C.: Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*, 35, 1954, 35, s. 445-453.
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (ed.): Květena ČSR 1. Praha, Academia 1988, s. 296, 298.
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (ed.): Květena ČR 2. Praha, Academia 1990. 540 s.
- JURÁSEK, A., LEUGNER, J., MARTINCOVÁ, J.: Specifika pěstování a využití sadebního materiálu smrku ztepilého *Picea abies* (L.) Karst. pro horské oblasti. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2007. 27 s. - Recenzované metodiky pro praxi. *Lesnický průvodce* 2/2007.
- KUBÁT, K. et al.: Klíč ke květeně České republiky. Praha, Academia 2002. 927 s.
- KUNEŠ, I., BALCAR, V., ZAHRADNÍK, D.: Influence of a planting hole application of dolomitic limestone powder and basalt grit on the growth of Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) and soil chemistry in the air-polluted Jizerské hory Mts. *Journal of Forest Science*, 53, 2007, 1, s. 505 – 515.
- KUNEŠ, I. et al.: Influence of pulverized limestone and amphibiolite mixture on the growth performance of *Alnus incana* (L.) Moench. plantation on an acidified mountain site. *Journal of Forest Science*, 55, 2009, 10, s. 469 – 476.
- KUNEŠ, I. et al.: Bříza byla a zůstává tématem pro lesnický provoz i výzkum. In: Prknová, H. (ed.). Bříza - strom roku 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze 2010, s. 32–36.
- LOKVENC, T. et al.: Zalesňování Krkonoš. Vrchlabí, Krkonošský národní park; Opocno, VÚLHM – Výzkumná stanice 1992. 111 s.
- MRÁČEK, Z.: Výškový růst kultur smrku a ochranných dřevin v mrazových polohách středohor. *Lesnický časopis*, 1966, s. 159 – 169.
- MRÁČEK, Z., LOKVENC, T.: Základy racionálního zalesňování. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1974. 83 s.
- MUNZAR, J. et al.: Malý průvodce meteorologií. Praha, Mladá fronta, 1989. 117 s.
- PEŘINA, V. et al.: Obnova a pěstování lesních porostů v oblastech postižených průmyslovými imisemi. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1984. 176 s.

- PLÍVA, K.: Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů. Brandýs n. Labem ÚHÚL 2000. 216 s. + příl.
- POLENO, Z., VACEK, S. et al.: Pěstování lesů. III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2009. 951 s.
- SLAVÍK, B.: Několik ekologicko-mikroklimatických měření při zalesňování. Práce Výzkumných ústavů lesnických ČSR, 6, 1954, s. 207-224.
- ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P.: MZD v lesích a lesnická legislativa. Lesnická práce, 83, 2004, č. 9, s. 455 – 457.
- ŠIŠÁK, L., ŠACH, F., ŠVIHLA, V., PULKRAB, K., ČERNOHOUS, V.: Metodika hodnocení společenské sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesa. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze 2010. 36 s. - Certifikovaná metodika.
- TESAŘ, V.: Obnovní cíle a náhradní porosty v imisních oblastech. In: Obnova lesa v imisních oblastech. Praha, ČAZ 1982, s. 75 – 80.
- TOMAN, J.: Zalesňování mrazových kotlin. Závěrečná zpráva. Strnady, VÚLHM, Výzkumná stanice Opočno 1959, s. 125.
- TOMAN, J.: Zalesňování mrazových kotlin na Českomoravské vysočině. Lesnická práce, 40, 1961, 8, s. 354 – 359.
- TOMAN, J.: Mikroklimatické poměry mrazových kotlin na Českomoravské vrchovině. Lesnický časopis, 12, 1966, č. 2, s. 139 – 158.
- ČSN 48 2115: Sadební materiál lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut 1998. 17 s.
- ČSN 48 2115/Z2: Změna Z2 Sadební materiál lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut, 2010. 8 s.
- Zákon č.114/92 Sb. O ochraně přírody a krajiny.
- Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2009. Praha, Ministerstvo zemědělství 2010. 112 s.

Práce autorů vztahující se k dané problematice

- BALCAR, V., ŠPULÁK, O.: Poškození dřevin pozdním mrazem a krycí efekt lesních porostů při obnově lesa v Jizerských horách. In: Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. Research results presented on international scientific conference. Opočno 5. – 6. 9. 2006. Ed. A. Jurásek, J. Novák, M. Slodičák. Jíloviště-Strnady, VÚLHM – Výzkumná stanice Opočno 2006, s. 399-407.
- BALCAR, V., SLODIČÁK, M., KACÁLEK, D., NAVRÁTIL, P.: Metodika postupů přeměn porostů náhradních dřevin v imisních oblastech. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2007. 34 s. - Recenzované metodiky pro praxi. Lesnický průvodce 3/2007.
- BALCAR, V., ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D.: Příspěvek k problematice porostotvorné funkce jehličnatých dřevin – tlumení mrazových extrémů v horách. Zprávy lesnického výzkumu, 54, 2009, 3, s. 157-165.
- BALCAR, V., ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D.: Tvorba druhové skladby horských lesů na lokalitách extrémně zatížených klimatickými stresy. Zprávy lesnického výzkumu, 55, 2010, č. 4, s. 241-250.
- KUNEŠ, I., BALÁŠ, M., BURDA, P., MILLEROVÁ, K.: Reintroducing broadleaves to mountain coniferous stands under harsh environmental conditions. Bulletin of Szent István Univerzity (Special issue). Gödöllő, 2011, s. 123 – 134.
- ŠPULÁK, O.: Příspěvek k poznání teplotních souvislostí prosadů jehličnatých porostů náhradních dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 54, 2009, Special, s. 59 – 66.
- ŠPULÁK O., SOUČEK J. 2010: Differences of air temperature in the interior and around the crown of young Norway spruce tree. Opera Corcontica, 47, 2010, Suppl. 1, s. 225-238.
- ŠPULÁK, O.: Rozdíl průběhu teplot při severním a jižním okraji mladé smrkové skupiny. In: Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí. 12. Mezinárodní symposium věnované diskuzi otázek pěstování lesů. Opočno 28. – 29. 6. 2011. Ed. D. Kacálek et al. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice Opočno, 2011, s. 243 – 252.

PŘÍLOHA – VÝCHOZÍ PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ METODIKY

Výzkumná šetření vývoje experimentálních výsadeb v prostředí extrémních mrazových stresů

Založení experimentu

Testované dřeviny byly vysazeny na výzkumnou plochu lokalizovanou v růstových podmínkách s extrémními mrazovými stresy v Jizerských horách (VP Kleč, BALCAR et al. 2009 a 2010). Výsadba byla realizována do porostu (nepůvodní) kleče a blatky ve vegetačním období 2005. Výška porostu kleče a blatky byla v roce 2005 ca 160 cm, v roce 2009 ca 240 cm. K výsadbě testovaných dřevin byly použity standardní sazenice používané v oblasti Jizerských hor (viz tab. 5).

Tab. 5: Charakteristika výsadby hodnocených dřevin

Dřevina	Původ	Stáří a druh sazenic	Výška
bříza bělokorá (<i>Betula pendula</i> Roth.)	Jizerské hory 8. LVS	1+k3+k2 krytokořenné	64 cm
bříza karpatská (<i>Betula carpatica</i> W. et K.)	Jizerské hory 8. LVS	1+4 prostokořenné	83 cm
jeřáb ptačí (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Jizerské hory 8. LVS	1+2+2 prostokořenné	124 cm
smrk ztepilý (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	Krkonoše 8. LVS	f1+2+k2 krytokořenné	66 cm
borovice kleč (<i>Pinus mugo</i> Turra)	Jizerské hory 8. LVS	f1+k2+k3 krytokořenné	39 cm

Zjišťování prosperity výsadeb a hodnocení dřevin

Prosperita testovaných dřevin byla v období prvních pěti let po výsadbě (2005 – 2010) hodnocena podle mortality, průměrného výškového růstu, průměrného výškového růstu nejvyšších jedinců (20 % z vysazeného počtu) a podle symptomů poškození stanovištními stresy v daném prostředí. Vzhledem k cíli využití získaných poznatků – doporučení pěstebních postupů včetně uplatnění přípravného

porostu – je prosperita výsadeb hodnocena ve třech skupinách, a to jako výsadba do porostu kleče a blatky, u porostního okraje a výsadba do porostních mezer.

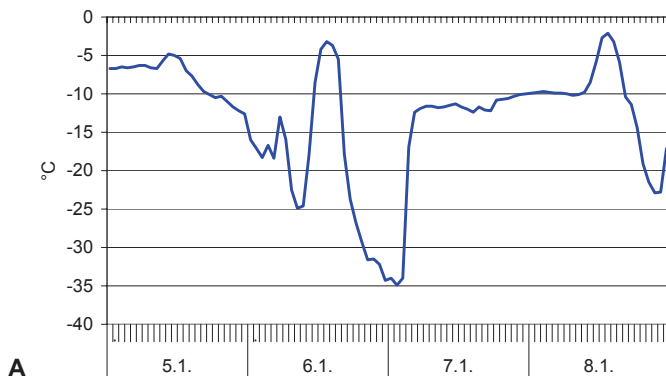
Z testovaných dřevin nejlépe prosperovala **borovice kleč**. Vykazovala nejnižší mortalitu (průměr 11 %, tab. 6) a poměrně velké relativní výškové přírůsty. Výsadba do přípravného porostu a u jeho okraje přitom vykazovala vyšší průměrné přírůsty než výsadba v porostních mezerách. Svou toleranci k akutním stresům na dané (mrazové) lokalitě prokázala jako jediná z testovaných dřevin absencí výrazných symptomů poškození po stresových situacích.

Tab. 6: Vývoj výsadeb dřevin testovaných v mrazové lokalitě Malé Jizerské louky v období 2005 – 2010

Dřevina	vysazeno	mortalita %	průměr ih %	max 20% – ih %
borovice kleč	porost	14	94	156
borovice kleč	okraj	6	97	160
borovice kleč	mezera	13	88	130
borovice kleč	celkem	11	93	149
bříza bělokorá	porost	38	63	131
bříza bělokorá	okraj	66	21	60
bříza bělokorá	mezera	77	-22	-15
bříza bělokorá	celkem	64	21	59
bříza karpatská	porost	20	44	77
bříza karpatská	okraj	39	38	57
bříza karpatská	mezera	22	30	67
bříza karpatská	celkem	27	38	67
jeřáb ptačí	porost	16	30	62
jeřáb ptačí	okraj	13	1	52
jeřáb ptačí	mezera	25	-19	33
jeřáb ptačí	celkem	18	4	49
smrk ztepilý	porost	17	88	134
smrk ztepilý	okraj	7	71	113
smrk ztepilý	mezera	23	64	92
smrk ztepilý	celkem	16	74	113

Pozn.: vysazeno = výsadby pod porost kleče a blatky u jeho okraje nebo do porostní mezery, mortalita (%), průměr ih % = průměrný výškový přírůst živých jedinců v roce 2010 (% z výsadbové výšky), max 20 % - ih % = průměrný výškový přírůst 20 % nejvyšších jedinců (% z výsadbové výšky)

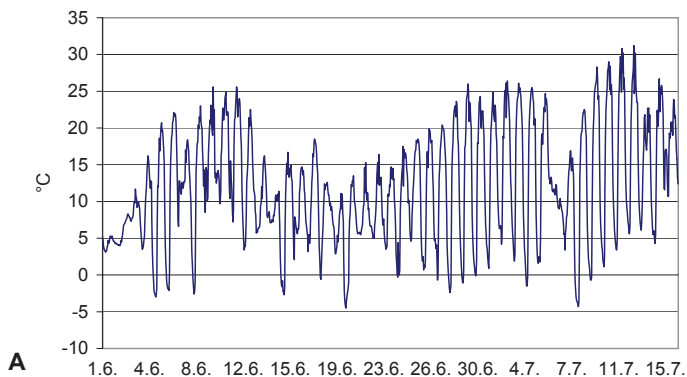
Výsadba **smrku ztepilého** vykazovala průměrnou mortalitu 16 %, průměrný přírůst 74 %, u nejvyšších jedinců pak 113 %. Stromky vysazené do porostu kleče a blatky a u jeho okraje prosperovaly přitom výrazně lépe (nižší mortalita, vyšší přírůsty, tab. 6) než výsadba do porostních mezer. Jedinci vysazení do porostních mezer rovněž vykazovali četnější výskyt symptomů poškození po extrémních klimatických stresech v mimovegetačních i vegetačních obdobích. Za příklad lze uvést poškození extrémním mrazem v lednu 2009 při poklesu teploty vzduchu na



Obr. 4 A+B: Teploty vzduchu +200 cm, hod termíny od 5. 1. do 8. 1. 2009 a poškození terminálního pupenu smrku ztepilého na Malé Jizerské louce

-34,9 °C, kdy (navzdory dormanci) umrzla část pupenů (hlavně terminálních) na 36 % jedinců rostoucích v porostních mezerách, v porostu kleče a blatky pouze na 10 %, při okraji porostu 4 % (obr. 4).

Silnému mrazovému stresu byly testované výsadby vystaveny koncem jara a počátkem léta 2010, kdy docházelo i k osmihodinovým nočním mrazům a teploty klesaly až na -4,3 °C. Čerstvě vyrašené letorosty (hlavně terminální) zmrzly, a to hlavně na smrcích vysazených do porostních mezer (u 45 % jedinců, obr. 5), stromky pod



Obr. 5 A+B: Teploty vzduchu +200 cm, hod termíny od 1. 6. do 15. 7. 2010 a poškození nových letorostů smrku ztepilého na Malé Jizerské louce

porostem kleče a blatky byly přitom poškozeny podstatně méně (symptomy u 7 %) podobně jako u porostního okraje (9 %).

Bříza bělokorá vykazovala výrazně vyšší mortalitu než ostatní testované dřeviny (v průměru 64 %). Z rozdílů mezi vývojem stromků vysazených do porostu kleče a blatky, u porostního okraje a do porostních mezer je jednoznačně patrný pozitivní vliv přípravného porostu na snížení mortality a výškový růst (tab. 6). Tento pozitivní vliv je i patrný z rozsahu poškození testovaných listnáčů po extrémním zimním mrazu počátkem ledna 2009 (tab. 7). V porovnání s vývojem ostatních testovaných dřevin se bříza bělokorá, vzhledem k celkově vysokým ztrátám a rozsahu poškození mrazovým stresem, jeví pro lesnické využití na extrémních mrazových lokalitách jako nejméně vhodná.

Tab. 7: Rozsah defoliace (%) po extrémním mrazovém stresu v lednu 2009

Dřevina	porost	okraj	mezera	průměr
bříza bělokorá	54	89	92	78
bříza karpatská	37	41	52	43
jeřáb ptačí	12	21	51	28

Výrazně nižší mortalitu a menší rozsah poškození mrazovým stresem vykazovala **bříza karpatská**. I když ztráty činí zhruba čtvrtinu z vysazeného počtu stromků (27 %) a průměrná defoliace po extrémním zimním mrazovém stresu 43 % (tab. 7), v porovnání s druhem předchozím je v daných růstových podmínkách pro výsadbu vhodnější. Rovněž na vývoji břízy karpatské je zde patrný pozitivní vliv přípravného porostu borovice kleče a borovice blatky.

Nejnižší ztráty a rozsah symptomů poškození z vysazených listnáčů byl zjištěn na **jeřábu ptačím**. Průměrná mortalita v průběhu pozorování činila 18 %, defoliace po extrémním zimním stresu v lednu 28 % (tab. 7). I na této dřevině poměrně tolerantní k mrazovým stresům dané lokality se projevil silný pozitivní účinek ekologického krytu přípravného porostu borovice kleče a borovice blatky.

Souhrn poznatků ze sledování vývoje experimentálních výsadeb v Jizerských horách

Z výsledků experimentálních šetření na výzkumné ploše na Malé Jizerské louce je patrná extremita prostředí vyvolávající poškození mrazovými stesy v průběhu celého roku. Pro obnovu lesního ekosystému na dané lokalitě se jeví jako nezby-

né použití dvoufázového obnovního postupu. Za dřevinu pěstebně vhodnou pro založení přípravného porostu lze považovat borovici kleč. Srovnatelný krycí účinek, jako má kleč, lze přisoudit rovněž borovici blatce. Pro uplatnění obou uvedených druhů v horských mrazových lokalitách je však nezbytné respektovat požadavek ochrany přírody na původnost druhu a provenience v zájmovém území.

Borovice kleč i borovice blatka jsou schopné překonávat mrazové stresy bez výrazného poškození i na horské holině a poskytnout již v mladých porostech ekologický kryt pro dřeviny cílové. Při výsadbě testovaných dřevin se zápoj (pokrytí celkové plochy korunami) přípravného porostu pohyboval zhruba od 30 do 90 %. Vyšší prosperitu vykazovaly výsadby v hustší, tj. východní části, kde se pokrytí pohybovalo mezi 70 až 90 %. I smrk ztepilý, který na lokalitě dříve tvořil porost ve formě dospělé stejnověkové monokultury, je k lokálním stresům v juvenilním stadiu příliš citlivý a nelze jej zde pro výsadbu na volné ploše doporučit. Z testovaných dřevin lze předpokládat za vhodné pro porostní příměs i jeřáb ptačí a břízu karpatskou. Břízu karpatskou lze na základě dosavadních poznatků doporučit pro poloprovozní testování možného uplatnění i v první fázi obnovy lesa na mrazem stresovaných lokalitách. Bříza bělokorá je pro výsadbu na dané extrémní lokalitě pro výsadbu nevhodná.

Orientační šetření na území horního toku Jizery

V srpnu 2011 proběhlo orientační šetření v přirozených a přírodě blízkých porostech v klimaticky extrémním území horního toku Jizery na lokalitě Velké Jizerské louky a okolí (včetně Národní přírodní rezervace (NPR) Rašeliniště Jizery). Ze sledování lze konstatovat následující poznatky, ke kterým bylo při vypracování metodických doporučení přihlédnuto.

Poznatky o chování dřevin na sledovaných lokalitách postihovaných extrémními mrazovými stresey:

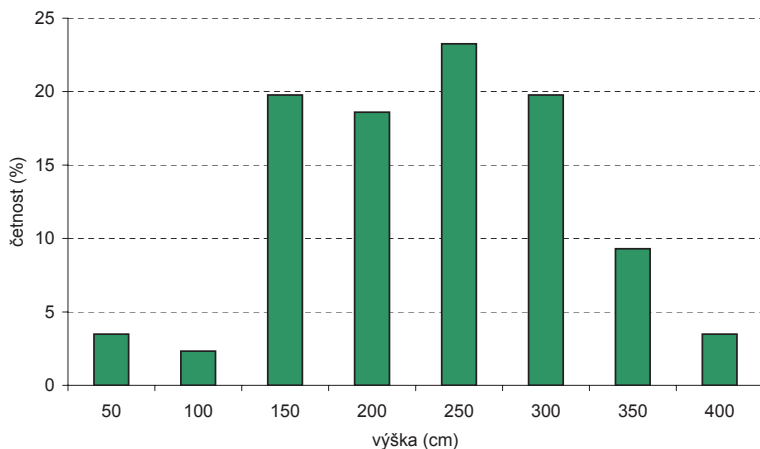
- Přirozené porosty kleče na vyvýšených plošinách sledovaného území dorůstají výšky přes 2 m, jsou zapojené, s přimíšeným smrkem. Smrk je schopen se pod tímto zápojem přirozeně zmlazovat, semenáčky přes výskyt mírných deformací



Obr. 6: Porost borovice kleče na lokalitě postihované extrémními mrazovými stresey na Velké Jizerské louce s doplňující výsadbou smrku ztepilého (srpen 2011); v pozadí Národní přírodní rezervace Rašeliniště Jizery

bazální části kmínků úspěšně prorůstají korunami kleče a tvoří horní rozvolněné patro porostu.

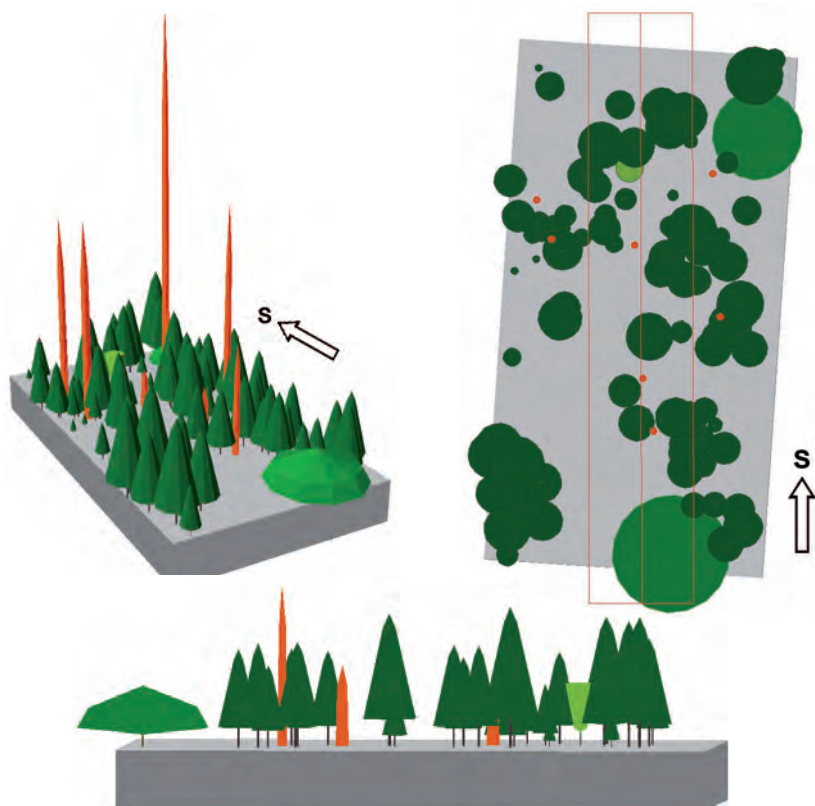
- Bříza karpatská a jeřáb ptačí se v porostech vyskytují jen jako přimíšené, podél toku Jizery je součástí porostů také jalovec obecný nízký (*Juniperus communis* subsp. *alpina* Čelak.).
- Výrazně podmáčené a periodicky zaplavované lokality jsou dřevinnou vegetací osídlovány jen jednotlivě na místech s lokálně příznivějšími edafickými podmínkami.
- Výskyt poškození jarními a letními mrazíky u smrku je více patrný v rozvolněných částech než v zapojených porostech. Na lokalitách vyhledávaných zvěří bylo poškození mrazem kombinováno s poškozením okusem. Poškození pupenů smrku zimním mrazem bylo ojedinělé.
- Jednotlivě se vyskytující jedinci smrku z přirozené obnovy na těžko zalesnitelných lokalitách trpěly v minulosti zimní desikací (ke které zde dochází i v současnosti).
- Z dimenzí smrkových pařezů vzniklých po úhynu dřívějšího lesního porostu vlivem imisní zátěže lze místy usuzovat na poměrně vyspělé smrkové kmenoviny v minulosti.
- Vyvýšená místa, např. staré tlející pařezy, jsou preferovanými mikrostanovišti pro výskyt a růst přirozené obnovy smrku ztepilého.



Obr. 7: Rozložení četnosti výšek smrků ztepilých na zkusné ploše

Analýza struktury mladého porostu smrku vzniklého z přirozené obnovy

Struktura mladého porostu z přirozené obnovy smrku ztepilého byla zjišťována v horní klimaticky exponované části NPR Rašeliníště Jizery (50°51'43.747"N 15°18'16.207"E, 835 m n. m.). Porost vznikl přirozenou obnovou rozpadajících se



Obr. 8: Prostorový model analyzovaného porostu na lokalitě Velká Jizerská louka: a) perspektiva, b) půdorys s vyznačeným S-J transektem, c) bokorys transektu. Tmavý jehličnan – smrk ztepilý, světlý deštníkovitý jehličnan – borovice kleč, světlý listnáč – jeřáb obecný, červený kmen – stojící souše či pahýl smrku

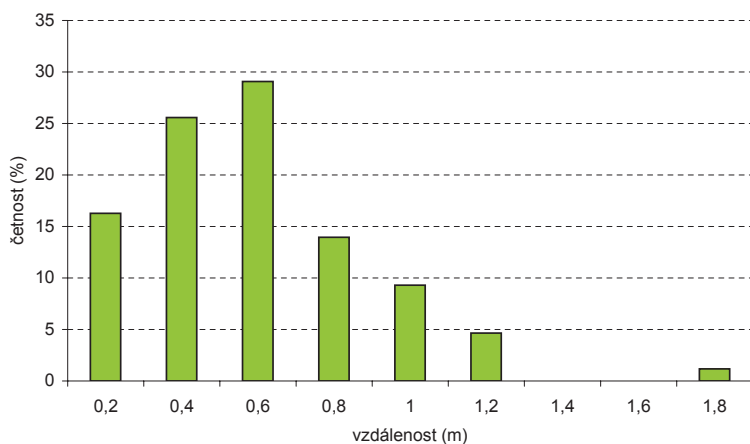
porostů v průběhu imisní kalamity. Byla zde založena zkusná plocha o velikosti 15 x 8 m, na které byly zaměřeny souřadnice a výšky stromů a keřů borovice kleče. Byl vytvořen prostorový plán porostu, vypočteny základní statistiky a index agregace.

Agregační index popisuje horizontální rozložení jedinců na ploše, jejich tendenci ke skupinovému nebo jednotlivému (náhodnému) rozmístění (CLARK, EVANS 1954). Jeho hodnota se pohybuje mezi 0 až 2,1491. Hodnoty blížíící se dolní hranici intervalu znamenají větší seskupení stromů na ploše, opačné hodnoty znamenají rozdělení náhodné.

Výsledky

Hustota porostu smrku činila 7 160 jedinců na hektar, borovice kleč a jeřáb se vyskytovaly vtroušeně. Průměrná výška smrku byla 214,2 cm, nejčastěji byly zastoupeny smrky o výšce mezi 200 a 250 cm (obr. 7). Na ploše se vyskytující stojící souše a ležící mrtvé dřevo dokládaly produkční potenciál stanoviště.

Smrky mají tendenci ke skupinovému uspořádání (obr. 8). Celkový agregační index porostu byl 0,92, smrk má agregační index ještě nižší (0,88). Průměrná vzdálenost mezi dvěma nejbližšími jedinci smrku dosahuje 0,51 m (obr. 9).



Obr. 9: Rozložení četnosti vzdáleností mezi dvěma nejbližšími smrky na zkusné ploše

Skupinové uspořádání obnovy je podmíněno nejen mikrostanovištními rozdíly, napomáhá také v klimaticky exponované lokalitě významnému příznivému ovlivňování porostního prostředí uvnitř skupin. Zároveň vlivem konkurence v korunovém prostoru dochází v rámci skupin k podpoře výškového růstu jedinců a tím k rychlejšímu odrůstání z prostoru výrazných teplotních stresů.

Poděkování partnerským organizacím

Náš dík patří organizaci Lesy ČR, s. p., lesní správě Frýdlant v Čechách za spolupráci při zakládání a provozu výzkumných ploch a SCHKO Jizerské hory za povolení vstupu na chráněná území pro naše terénní pozorování. Pracovníkům obou organizací patří náš dík i za podnětné připomínky při vypracovávání této metodiky.

MOUNTAIN FOREST RENEWAL ON SITES AFFECTED BY EXTREME FROST STRESS

Summary

Frost-affected forest sites can be found under various conditions. In 1970s – 1990s, harsh climate along with air pollution led to removal of spruce-dominated forests within large areas in the Czech mountains. The removal of tree cover obviously changed climatic conditions. There are localities situated in the mountains where air temperature drops frequently below zero even in growing season and there are also severe winter frosts ($-35\text{ }^{\circ}\text{C}$) causing damage to dormant plant tissues. These localities are often situated in shallow valleys where cold air is being retained frequently due to both natural and artificial conditions. The frost-affected sites were not completely treeless in the past since we found many remains of spruce stumps there. However, foresters still face difficulties to restore forest under these conditions; there is a need to find site-specific silvicultural methods how to plant and establish new crop successfully. The questions are: How do tree species respond to severe frosts? and What measures should be applied to restore a native forest there?

There are only few woody species that are able to cope with these conditions. Among conifers, both mountain pine (*Pinus mugo* Turra) and bog pine (*Pinus rotundata* Link.) are considered suitable species for these sites. However, these pines do not provide all demanded services of forest such as production and/or ecological functions. Being able to grow on these sites, the pines provide transplants of the other species with shelter. This offers us to use a two-step approach. We should plant the site with pines at regular spacing first (Fig. 2). As soon as mean height of pines reaches 1 – 1.5 m and canopy closure is at least 60%, we can plant the other tree species such as Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), Carpathian birch (*Betula carpatica* W. et K.) and mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) using containerized planting stock. Proposals of tree species composition for frost-affected mountain sites are dependent on the type of growing conditions (Tab. 3). Both broadleaves (birch and mountain ash) should be planted into groups (10 – 20 individuals). For the spruce transplants planting, foresters should prefer mounds and elevated places around the stumps for planting and avoid holes and water-logged depressions. Birch is able to cope with moist places better than mountain ash. Northerly to westerly margins of pine's crowns show milder climatic growing conditions, better for planting Norway spruce, Carpathian birch and mountain ash transplants. Plantations must be protected from game (fencing) and mice (application of traps with poison is strongly limited in protected areas). If more than 20% of initial number of seedlings dies, additional planting will be needed.

The stands should be thinned in terms of support of species which were planted into the sheltering pines, i.e. to remove pine branches impeding prosperity of new plantation and both damaged and dead individuals should be also removed. There are also areas being protected for nature conservation purposes where non-native populations of mountain pine and bog pine are present. In order to avoid breeding with local populations, the nursing pines should be removed as the crop species overgrow them and the threat of frost damage is over.

LESNICKÝ PRŮVODCE



Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.
www.vulhm.cz