

# Hoře, hořce, hořečky

## II. Přežije v Čechách hořeček český?

**V některých zemích (nám nejbliže např. v Německu) je stanovena tzv. odpovědnost státu za celosvětovou ochranu daného rostlinného nebo živočišného druhu. Zjednodušeně řečeno, za druhy široce rozšířené, byť všude velmi vzácné, nese daný stát menší zodpovědnost než za druhy s malým areálem, nebo dokonce endemity dané země. Pokud by něco takového platilo pro Českou republiku, tak za výskyt hořečku mnohotvarého českého (*Gentianella praecox* subsp. *bohemica*) bychom nesli jednu z nejvyšších odpovědností. Co o něm víme, abychom se mohli této role co nejlépe zhostit, si ukážeme v následujícím článku našeho „hořkého“ seriálu.**

Hořeček mnohotvarý český je dvouletá bylina s přímou, jednoduchou nebo častěji již od báze větvenou lodyhou (obr. 2). Tvar a větvení se může měnit po poškození rostliny např. posečením, při pastvě apod. Lodyžních článků (internodií) může být 4–16, nejčastěji 6–12 a jsou přibližně stejně dlouhé. Přízemní listy (za květu často již odumřelé) dorůstají délky až 4,5 cm. Květy složené z kalicha a koruny jsou téměř výhradně pětičetné, ojediněle se na rostlině vyskytnou i čtyřčetné. Zářezy mezi kališními cípy mají proměnlivý tvar od širokého U (obr. 1), které je vždy přítomno, po úzké V. Velikost rostliny a počet květů v květenství je velmi variabilní podle sezony a typu stanoviště. Výška rostlin kolísá nejčastěji v rozmezí 5–35 cm, hořeček může ale dosahovat i výšky 75 cm. Počet květů bývá 2–50, výjimečně jich bylo zjištěno až 360.

Hořeček mnohotvarý český je endemitem Českého masivu a subendemitem České republiky. Historický areál (viz mapa v prvním dílu – Živa 2013, 2: 58–61) zahrnuje ČR (většinu území kromě západních a severozápadních Čech a jihovýchodní a východní Moravy), severní Rakousko (sever Horních Rakous a severozápad Dolních Rakous), Bavorsko (jen západ Dolního Bavorska) a jižní Polsko (rozšíření není zcela známé, zřejmě jen Dolnoslezské, Opolské a Slezské vojvodství). Přestože jde o determinace obtížný taxon a nelze tedy použít většinu starších nedokladovaných literárních údajů, je historicky věrohodně doložen z více než 700 lokalit v celém areálu. Na území České republiky v minulosti rostl roztroušeně až hojně od nížin (historické minimum bylo zaznamenáno ve Štětí, ca 170 m n. m.) až do hor (historické i současné výškové maximum – Kvilda, Vilémov, ca 1 030 m n. m.), s těžištěm v pahorkatinách a podhorských územích. V letech 2000–12 bylo v ČR evidováno celkem 73 populací v pěti oblastech (viz mapa rozšíření po r. 2000 v prvním dílu tohoto seriálu). Nejvíce lokalit (53)



se dosud zachovalo na Šumavě a v šumavsko-novohradském podhůří. Další 11 leží v oblasti Českomoravské vrchoviny, dvě se nacházejí na Dražanské vrchovině a 6 přežilo v severovýchodních Čechách (dvě v Krkonoších, tři v Orlických horách a jedna na Broumovsku). Jediná izolovaná bohatá populace zůstala na Táborsku. V celém areálu byl druh od r. 2000 zaznamenán pouze na 116 lokalitách: Česká republika – 73, Rakousko – 30, Německo – 9, Polsko – 4. Z těchto 116 míst výskytu se však v posledních pěti letech (2008–12) objevil na pouhých 91 lokalitách alespoň jeden kvetoucí hořeček.

### Experimenty s obhospodařováním

Z informací o historických lokalitách i z pozorování těch nynějších bylo zřejmé, že zásadní roli v přežití a dlouhodobé existenci velké většiny populací hořečků hraje pastva nebo seč. Nebylo však jasné, jak hospodaření působí přímo na rostliny hořečků, a proto na způsob, dobu a frekvenci obhospodařování hořečkových lokalit panovaly velmi rozdílné názory. Vliv typu obhospodařování na různé životní fáze dvouletého hořečku mnohotvarého české-

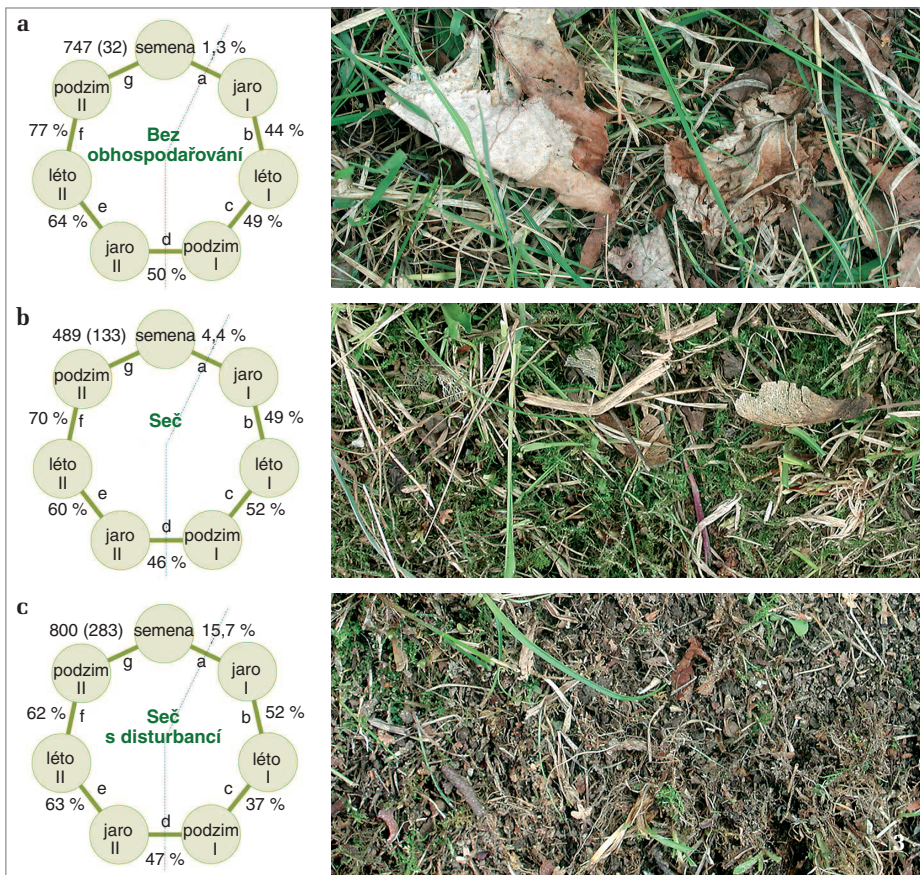
**1** Zářezy mezi kališními cípy hořečku mnohotvarého českého (*Gentianella praecox* subsp. *bohemica*) jsou proměnlivého tvaru od širokého U po úzké V. Na snímku květ z lokality Hartmanice, ochranná koutek Hamižná, s typickými zářezy ve tvaru širokého písmene U (6. září 2005)

**2** Hořeček mnohotvarý český na lokalitě Chvalšiny, louka nad městem (27. září 2001). Snímky J. Brabce

**3** Vzcházení, přežívání a produkce semen hořečku mnohotvarého českého na třech typech ploch podle způsobu obhospodařování: a – bez obhospodařování, b – pouze seč s odstraněním posečené biomasy, c – seč s narušením drnu vyhrabáváním železnými hráběmi. Vlevo je vždy diagram přežívání, vpravo pohled do experimentální plochy. Rohy mnohoúhelníku představují jednotlivé fenologické fáze (či jejich doby) v rámci dvouletého životního cyklu. Strany mnohoúhelníku označují přechody mezi životními fázemi, číslo znamená průměrné procento přežívání. Hodnoty u přechodu g ukazují průměrný počet semen na jednu rostlinu, v závorce je uveden počet rostlin prošlých celým životním cyklem z původně stejného počtu 63 000 semen v každém ze tří způsobů obhospodařování.

Semena byla vyseta do připravených ploch 20 × 20 cm vždy po dozrání na podzim (přelom října a listopadu). V těchto čtvrcích byl následně zaznamenáván počet hořečků po celou dobu dvouletého cyklu, vždy třikrát ročně: na přelomu dubna a května – rostliny s děložními listy (jaro I) a rostliny obnovující se z přízemních pupenů (jaro II); na přelomu června a července – mladé růžice (léto I) a dvouleté rostliny s prodlužovacím růstem (léto II); v září – velké růžice (podzim I) a kvetoucí nebo plodící rostliny (podzim II). Podle: J. Brabec a kol. (2011), zjednodušeno





## Hrajeme si s modely populační dynamiky

Výsevové experimenty popsané v předchozím textu nám umožnily hledání kritických fází životního cyklu. Ukázali jsme si, že takovou fází je u hořečku mnohotvarého českého vzcházení semen. Pojdme ale dále. V populační biologii se již před mnoha lety objevily maticové modely populační dynamiky (Caswell 1989), jejichž výpočetní hodnota a využitelnost se díky výpočetní technice neustále zlepšují. Princip maticových modelů spočívá v práci s pravděpodobnostmi přežití v jednotlivých fázích životního cyklu za různých podmínek (způsoby obhospodařování, roky – tudíž jiný průběh počasí atd.). Zjednodušeně řečeno, program podle našeho zadání (buď náhodně, nebo naopak podle určitého systému) vybírá pravděpodobnosti přežití jednotlivých životních fází a modeluje, jak by za daných podmínek vypadala populace s určitými vstupními parametry – např. velikost populace (v našem případě počet kvetoucích jedinců, jednoletých exemplářů a semen v semenné bance). Z dat, která máme k dispozici z terénních experimentů pro jednotlivé roky, a ze studia životaschopnosti semenné banky (studium semenné banky viz Živa 2013, 2: 58–61) lze pak modelovat vývoj populace pro následujících 10, 100 nebo 1 000 let (ukázka modelu na obr. 4).

Že jde o utopii? Že přece nevíme, jaké budou podmínky za rok, natož za 10 nebo více let? Ano, to je pravda. Výstupy maticového modelování populační dynamiky nesmíme číst jako informaci, jak budou studované populace vypadat za určitou dobu. Modely nám říkají jen to, jaké trendy vývoje mají naše experimentální populace za podmínek v letech, kdy jsme informace o populacích sbírali. Model se nenechává spočítat pouze jednou, ale třeba tisíckrát a z toho se vypočítá průměr odhadovaného vývoje modelové populace. Maticové modely umožňují hledat odpovědi např. na následující typicky ochranné otázky: Jak dlouho trvá úplné vyhynutí populace hořečku mnohotvarého českého určité velikosti po ukončení obhospodařování? Odpověď nabízejí např. obr. 5. Nebo obdobně: Jaká je pravděpodobnost úspěšnosti obnovy neobhospodařované nebo nevhodně obhospodařované populace tohoto poddruhu po zahájení vhodných pravidelných zásahů? Odpověď lze vyčíst z obr. 6.

Stále modelování nedůvěřujete? Pochybovat se musí, a to nejen v populační biologii rostlin. Také je potřeba stále mít na paměti omezení modelů, které vycházejí ze sběru populačně biologických dat: 1) vždy je potřeba se dívat, zda máme k dispozici údaje z dostatečného počtu populací a počtu let; 2) velký vliv na výsledky modelování má často správný odhad životaschopnosti semenné banky (v případě naší dvouletky to platí obzvlášť a jistá opatrnost je na místě); 3) veškeré experimenty jsme prováděli v bohatých stabilizovaných populacích. Parametry rostlin, zejména životaschopnost semen z jiných (např. menších) populací mohou být odlišné. To je omezení, kterému se nelze vyhnout. Získat kvalitní populačně biologické údaje lze jen tam, kde můžeme provádět experimenty v dostatečném počtu opakování atd.

ho byl dlouhodobě experimentálně studován na čtyřech lokalitách v ČR v letech 2000–07 (podrobný popis životního cyklu dvouletých hořečků najdete v prvním dílu seriálu). Sledovány byly tři typy obhospodařování – bez obhospodařování, seč a seč s narušením drnu (obr. 3). Obhospodařování ploch bylo provedeno vždy na podzim před experimentálním vysetím hořečků. Z výsledků vyplývá, že celkově nejlépe prosperují rostliny na plochách posečených s následnou disturbancí (důsledně vyhrabání stařiny a mechorostů železnými hráběmi). Průkazné rozdíly mezi jednotlivými typy obhospodařování byly zaznamenány pouze ve dvou ze 7 sledovaných fází životního cyklu, a to při vzcházení (viz obr. 3, přechody a) a při přežívání letního období jednoletými semenáčky (obr. 3, přechody c). Hořečky vzcházejí nejméně v neobhospodařovaných porostech, přibližně třikrát více v plochách sečených a zhruba desetinásobně v místech obhospodařovaných sečí s disturbancí. Tento trend se v jednotlivých letech nemění. Naopak jednoleté rostliny přežívají letní období (obr. 3, přechody c) v průměru nejlépe v sečených plochách (zhruba 50 %), o něco hůře v neobhospodařovaných (ca 46 %) a výrazně nejhůře v sečených s disturbancí (přibližně 36 %). Podrobnější analýzou se však ukázalo, že různá míra přežívání letního období platí pouze pro extrémně suché sezony (ve sledovaném období to byl r. 2003).

V podobném experimentu jsme testovali vliv podzimního obhospodařování (po vysemenění hořečků na přelomu října a listopadu) na přežívání již vzrostlých jednoletých růžic druhu. Na jaře po zásahu nejlépe přežívají růžice v plochách ošetřených pouze sečí, hůře v porostech bez ošetření i ve čtvercích sečených s na-

rušením drnu. Podzimní obhospodařování má naopak kladný vliv na následné přežívání rostlin v dalším období. Celkově je tak vliv podzimního managementu na přežívání do stadia kvetoucích rostlin příznivý (podrobnější vyhodnocení a statistické analýzy najdete v citované práci Brabec a kol. 2011).

Pro ochrannou praxi z výsledků vyplývá, že nejlépe ovlivnitelnou fází životního cyklu je vzcházení. Jednoznačně nejvhodnějším typem obhospodařování pro vzcházení hořečku mnohotvarého českého se jeví seč po vysemenění rostlin spojená s narušováním drnu (vyhrabáním, vláčením), která vytváří značnou mezerovitost vegetace. Mezery v porostu (meziprostory, v populační biologii nazývané gapy z anglického gap – díra, mezera) přetrvávají do doby klíčení hořečků (tj. duben až květen). Brát ohled na to, že v některých letech dochází v porostu ošetřeném sečí s narušením drnu k výraznějším úhynu semenáčků během letního přísušku, nemá příliš opodstatnění. Podíl rostlin, které projdou celým životním cyklem, je na plochách s narušením drnu vždy výrazně vyšší než na místech pouze sečených, a to i v suchších sezonách. Průběh počasí v sezoně navíc nelze dopředu předpovědět. Extrémně suché roky (viz dále v textu), kdy dojde na lokalitě k úhynu všech nebo téměř všech vzešlých rostlin (a tím k výraznému zásahu do semenné banky), přichází ve středoevropských podmínkách s periodou přibližně jedenkrát za 20 let. Tudíž nemá smysl s nimi v plánech obhospodařování počítat. Jak tyto výsledky převést do samotných návrhů obhospodařování hořečkových lokalit, kdy a jak často sekat nebo pást, kdy a s jakou intenzitou narušovat drn, si podrobně rozebereme v příštím dílu seriálu.

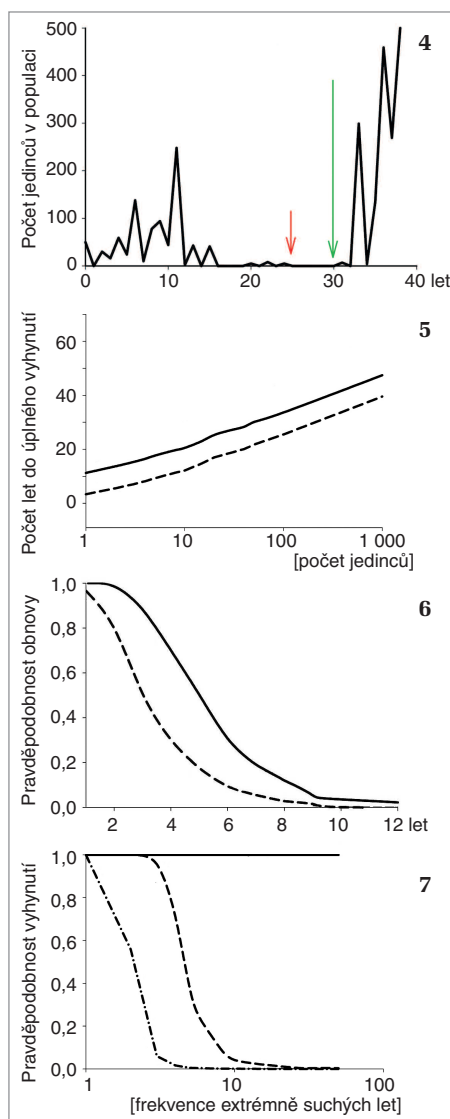


Zbývá tedy poslední argument pochybovačů – zda populace fungují podle modelů i reálně. Zkoušeli jste např. obnovovat malé či vymírající populace? Tomuto tématu se podrobně budeme věnovat příště.

### Bude sucho, přežijeme?

V ekologii je již mnoho let dobře známo, že dlouhodobé přežívání populací rostlin a živočichů neurčují průměry, ale extrémní (např. holomrazy, extrémní sucha, nebo naopak srážkové přírůstky, dlouhé trvání sněhové pokrývky) a jejich frekvence. Pro hořeček mnohotvarý český máme údaje ze čtyř lokalit z let 2000–07. Za tuto dobu jsme zachytili jak roky průměrné, tak např. extrémně suchou sezonu 2003. Během března až září 2003 byl celkový srážkový úhrn v Kašperských horách na Šumavě pod 280 mm; pro srovnání v r. 2002 to bylo přes 950 mm (šlo o rok s extrémními povodněmi) a v ostatních letech experimentů kolísaly srážkové úhrny za stejné měsíce v rozmezí asi 550–700 mm.

Jak vypadala situace přímo na hořečkových lokalitách, např. v jihozápadních Čechách? V některých biotopech (např. krátkostébelná podhorská a horská smilková louka, širokolístá a acidofilní suché trávníky, sušší partie mezických, středně vlhkých ovsíkových luk a pastvin s pohánkou hřebenitou – *Cynosurus cristatus*; viz obr. 6) byla vegetace v srpnu 2003 tak vyprahlá, že se snížila pokryvnost bylinného patra nejméně o jednu čtvrtinu, mnohde i více. Ještě daleko větší snížení zápoje jsme zaznamenali u mechového patra (často až o 50 %). Na loukách a pastvinách se v porostu hojně vytvořily různé velké mezery ve vegetaci: plošky volné půdy, i v tomto případě nazývané gapy. V popsávaných biotopech uschly během června až srpna všechny exempláře hořečeků, a to jak jednoleté růžice, tak dvouleté rostliny chytající se v r. 2003 kvést. K velkým ztrátám došlo během léta i na mezických lokalitách. Odhadem (z experimentálních výsevů i z vlastních zkušeností) odumřelo asi 90 % jednoletých růžic a 80 % dvouletých hořečeků, které měly kvést. Sucho r. 2003 způsobilo, že na lokalitách nevykvetl buď žádný hořeček, nebo jen několik exemplářů. Ty ještě na mnoha místech zaschly během květu a nepřinesly téměř žádná životaschopná semena. Následkem úhynu jednoletých růžic byl počet kvetoucích rostlin na mnoha lokalitách v r. 2004 ještě menší. V r. 2005 naše experimentální lokality naopak bohatě vykvetly. Obecně si o fluktuacích v počtu kvetoucích hořečeků v jednotlivých letech povíme později (ve čtvrtém dílu seriálu). Teď si jen položíme otázku, proč bylo v r. 2005 najednou tolik kvetoucích hořečeků, když v r. 2003 nedozrála na lokalitách žádná nebo téměř žádná semena a náš studovaný druh je dvouletý. Vysvětlení je jednoduché. Sucho r. 2003 vytvořilo gapy, v nichž na jaře 2004 v hojném počtu vyklíčila semena z dlouhodobé semenné banky. Rostliny hořečku díky snížené konkurenci ostatních druhů také dobře přežily a v r. 2005 hromadně vykvetly. Vypadá to tedy, že extrémní sucho zapůsobilo na populace hořečeků (alespoň na ty stabilní s velkou semennou bankou) spíše kladně. Jak vyplývá z klimatických dat, normální frekvence suchých



let podobných jako r. 2003 je v našich podmínkách přibližně jednou za 20 let. Co by se stalo, kdyby se podobné extrémní sezony opakovaly častěji? To je další otázka, na kterou dovedou odpovědět maticové modely populační dynamiky. Umožňují simulovat situaci, kdy přísušek přijde s různou četností (obr. 7). Graf ukazuje velký rozdíl v přežívání extrémního sucha mezi jednotlivými typy obhospodařovaných lokalit. Neobhospodařované populace zahynou se 100% pravděpodobností při jakékoli frekvenci suchých let. Nejméně náchylné k vyhynutí vlivem častého přísušku jsou lokality sečené s disturbancí, kde je téměř nulová pravděpodobnost vymření již od frekvence sucha jednou za pět a více let. To je zajímavé, protože mezery ve vegetaci vytvořené vyhrabáváním nebo vláčením mají tendenci více vysychat a rostliny jsou na nich více vystaveny nedostatku vody. Na druhou stranu se na těchto plochách vytváří v důsledku přísušku zřejmě daleko více míst vhodných ke klíčení (gapy) než u pouze sečených lokalit, kde je 50% pravděpodobnost zániku populace už při frekvenci přísušku zhruba jednou za 8 let.

Kde všude hořečky přežily a jak se jejich lokality obhospodařují, si ukážeme v příštím dílu. Průvodcem nám bude zejména hořeček drsný *Sturmův* (*G. obtusifolia* subsp. *sturmiana*), specializovaný na biotopy vlhkých pastvin západních a jihozápadních Čech.

**4** Ukázka modelování (jeden průběh modelu) vývoje obnovované populace hořečku mnohotvarého českého na základě analýzy přechodových matic. Východí byla populace o velikosti 50 jednoletých růžic a 50 kvetoucích exemplářů. Tato populace se během prvních 30 let neobhospodařovala. Nejprve počet kvetoucích rostlin ještě meziročně kolísá v řádu desítek až stovek (prvních asi 15 let), poté se přiblížil nule (zhruba v období mezi 15. a 30. rokem). Po pětileté absenci kvetoucích jedinců (její počátek ukazuje červená šipka) byla zavedena (zelená šipka) každoroční seč s disturbancí jako optimální management. Optimalizace obhospodařování se poprvé projevila po třech letech od zavedení a následně došlo k postupnému růstu populace.

**5** Doba do úplného vyhynutí populace po ukončeném obhospodařování v závislosti na velikosti populace. Plná linka ukazuje odhad doby úplného vyhynutí populace, čárkovaná odhad doby výskytu posledního kvetoucího exempláře. Doba vyhynutí populace byla spočítána na základě 1 000 opakování (tzv. běhů modelu). Model např. odhaduje, že malá populace v počtu 10 kvetoucích jedinců zcela vymizí asi za 20 let po ukončení obhospodařování, přičemž kvetoucí rostliny se přestanou objevovat zhruba po 10 letech.

**6** Pravděpodobnost úspěšné obnovy ze semenné banky po zavedení každoročního obhospodařování (plná čára – seč s disturbancí, přerušovaná čára – pouze seč) populace v závislosti na době od zaznamenání posledního kvetoucího hořečku mnohotvarého českého. Odhad pravděpodobnosti obnovení populace byl spočítán na základě 1 000 opakování modelu na obr. 4. Frekvence suchých let je ve výpočtech na obr. 4–6 nastavena jednou za 20 let, což odpovídá klimatickým datům. Model náhodně využívá kompletní populačně biologická data popisující životní cyklus druhu na čtyřech modelových populacích s různým vegetačním krytem v letech 2000–07. Dvě modelová místa výskytu druhu jsou mezická, tedy středně vlhká (mezické krátkostébelné louky svazu *Violion caninae* a mezické louky svazu *Arrhenatherion elatioris*), dvě se nacházejí na sušších stráních (vegetace širokolístých trávníků svazu *Bromion erecti* a svazu *B. erecti* s přechodem k vegetaci trávníků svazu *Koelerio-Phleion*).

**7** Pravděpodobnost vyhynutí malé populace (10 kvetoucích jedinců) v závislosti na frekvenci extrémně suchých let. Normální frekvence je jedenkrát za 20 let. Neobhospodařovaná populace (plná linka), pouze každoroční seč (přerušovaná), každoroční seč s disturbancí (čárkovaná). Další parametry odpovídají modelu na obr. 6. Obr. 4–7 podle A. Bucharové a kol. (2011), zjednodušeno

Použitá literatura je uvedena na webových stránkách Živý.