VÚKOZ Průhonice

VÝZKUMNÝ ÚSTAV SILVA TAROUCY
PRO KRAJINU A OKRASNÉ ZAHRADNICTVÍ, v.v.i.

Květnové náměstí 391
Průhonice, PSČ 252 43
Česká republika

Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk

Management napadených porostů

Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk. Management napadených porostů.
Certifikovaná metodika

Karel Černý & Veronika Strnadová

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.
Květnové nám., 391
Průhonice, 252 43

cerny@vukoz.cz, 296 528 232

Fotografie: Karel Černý & Veronika Strnadová

Vypracováno s podporou projektu VaV SP/2d1/36/07 Ministerstva životního prostředí ČR.

Schváleno k použití Ministerstvem životního prostředí ČR (č. j. 31987/ENV/12, 1998/610/12 ze dne 4.5.2012).

Recenzenti:
RNDr. Jaroslava Marková CSc. (katedra botaniky, PřF UK Praha)
Doc. RNDr. Michal Tomšovský, Ph.D. (ÚOLM, LDF, Mendelova Univerzita Brno)

Poděkování: Autoři děkují zejména Šárce Gabrielové za excelentní spolupráci v laboratoři a veškerou pomoc, dále děkují brněnským kolegům Doc. Dr. Michalu Tomšovskému, Ph.D. a Dr. Petře Štěpánkové, Ph.D. za analýzu české populace druhu *P. alni*, Mgr. Jiřímu Vaitovi (Povodí Vltavy, státní podnik) za všestrannou pomoc a velké množství informací z terénu, kolegům Ing. Tereze Hrubé za pomoc při vypracovávání mapového výstupu a kvantifikaci rizika, Dr. Boženě Gregorové, Mgr. Vladimíru Holubovi a Ing. Nele Filipové za spolupráci na některých skleníkových a laboratorních testech a mnoha dalším kolegům za informace o výskytu choroby. Poděkování patří i recenzentům za cenné podněty a připomínky.

© Karel Černý & Veronika Strnadová, 2011

Obsah

Obsah……....2
1. Cíl a uplatnění metodiky …….…….....3
2. Úvod…….……4
2.1. Chřadnutí olší a *Phytophthora alni*……....4
2.2.Vliv *P. alni* na olše a jejich porosty, průběh onemocnění……..5
2.3. Symptomy choroby……5
3. Metodika……...7
3.1. Přehled informací důležitých v kontextu řešeného problému.……...…….....7
3.1.1. Olše lepkavá v břehových porostech…….…7
3.1.1.1. Použití olše lepkavé v břehových porostech ……...7
3.1.1.2. Voda jako limitující faktor v použití olše lepkavé……...7
3.1.1.3. Šíření olše……8
3.1.2. *Phytophthora alni* jako limitující faktor použití olše lepkavé……. ..8
3.1.2.1. Výskyt patogenu a choroby na hostitelích……...……8
3.1.2.2. Výskyt patogenu v různých typech porostů a stanovišť……..9
3.1.2.3. Výskyt patogenu v lesních porostech……10
3.1.2.4. Šíření patogenu v ČR…….....11
3.1.2.5. Způsoby šíření patogenu v ČR……...11
3.1.2.6. Šíření patogenu v rámci lokality a toku……12
3.1.2.7. Infradruhová struktura a patogenita……...12
3.1.2.8. Vazba patogenu a výskytu choroby na faktory prostředí……...13
3.1.2.9. Dopady infekce z hlediska hospodaření v porostech……14
3.1.3. Shrnutí klíčových informací……15
3.2. Ochrana a opatření……...16
3.2.1. Prevence……16
3.2.2. Lesnické školky……17
3.2.2.1. Školkařský materiál……...17
3.2.2.2. Opatření ve školkách……17
3.2.2.3. Přehled přípravků použitelných proti *P. alni*……17
3.2.2.4. Popis účinku a použití přípravků ……..18
3.2.3. Možnost introdukce patogenu s vodou……19
3.2.4. Práce v napadených porostech……..20
3.2.4.1. Kácení v lesních porostech……20
3.2.4.2. Probírky v břehových porostech……20
3.2.4.3. Sanační kácení poškozených olší v břehových porostech……21
3.2.4.4. Práce v porostech, těžba dřeva, skládkování……22
3.2.4.5. Desinfekce techniky……...23
3.2.5. Management olše, náhradní dosadby, dlouhodobá péče……...23
3.2.5.1. Výsadby a pěstování olší – pravidla……..23
3.2.5.2. Náhradní dosadby dřevin……...25
3.2.5.3. Průběžné probírky a péče o porosty, prevence……..26
3.3. Shrnutí ochranných opatření……27
4. Závěr……..29
5. Srovnání novosti postupů……...30
6. Popis uplatnění metodiky……..……30
7. Ekonomické aspekty…….……..30
8. Seznam použité související literatury……31
9. Seznam publikací, které předcházely metodice……..33

1. Cíl a uplatnění metodiky

Phytophthora alni (*Oomycetes*, *Chromista*) je nebezpečný invazní patogen olší, který je příčinou současného hromadného onemocnění olší ve velké části Evropy a významné škody způsobuje i v ČR. Zanedbání rozvoje choroby, kterou tento organismus způsobuje a její následné rozšíření může vést ke značným škodám v oblasti vodohospodářství, lesnictví a v ochraně přírody.

Cílem této metodiky je poskytnout pracovníkům subjektů, které spravují břehové porosty vodních toků a nádrží, návod pro péči o tyto porosty v podmínkách invaze nebezpečného patogenu olší *Phytophthora alni*.

Předložená metodika představuje integrovaný soubor opatření (agrotechnických, biologických, chemických a dalších), která, pokud budou používána, mohou výrazně přispět ke snížení škod, které invaze zmíněného organismu přináší. Účelem metodiky je dlouhodobě udržet vliv *P. alni* v břehových porostech na takové úrovni, aby nebyly výrazně narušeny jejich funkce ekologické, technické a další.

2. Úvod

2.1. Chřadnutí olší a *Phytophthora alni*

V osmdesátých letech 20. stol. se objevilo v západní Evropě epidemické chřadnutí olší a jako jeho původce byl identifikován agresivní, rychle se šířící a do té doby neznámý patogen z rodu *Phytophthora*. Organismus byl poprvé popsán roku 1995 pod jménem „alder-*Phytophthora*“ (Brasier & al. 1995) a po bližších taxonomických studiích mu byl přiznán status druhu a dáno jméno *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk 2004 (Brasier & al. 2004). Organismus je hybridního původu, je poměrně polymorfní a v současné době jsou známy tři poddruhy - nejvíce nebezpečný je nominální poddruh - *P. alni* subsp. *alni* (dříve znám pod jménem „standard type“), další dva subsp. *P. a. uniformis* a *P. a. multiformis* jsou patogenní méně (Brasier & al. 2004).

Phytophthora alni je oligofágní druh – z přírody je znám pouze na olších – *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *A. cordata* a *Duschekia alnobetula* a celosvětově je jejich vůbec nevýznamnějším patogenem (Jung et Blaschke 2004). Výskyt patogenu byl v ČR prokázán na olši lepkavé a olši šedé (Černý et Strnadová 2010), většina údajů o výskytu pochází z olše lepkavé (Černý et Strnadová. unpubl.).

Druh *Phytophthora alni* byl v České republice poprvé izolován v roce 2001 (Černý et al. 2003). Na základě našich zjištění lze jednoznačně usoudit, že se na území ČR vyskytoval už před. rokem 2000 např. v povodí Lužnice, Berounky, Ohře, Ploučnice, Jizery, ale obvykle způsoboval pouze lokální škody (Černý et al. 2006). Nelze vyloučit, že chřadnutí olší pozorované Jančaříkem (Jančařík, 1993) v jižních Čechách v osmdesátých a devadesátých letech minulého století bylo způsobeno tímto patogenem. V současné době je druh *Phytophthora alni* v ČR už značně rozšířen – do konce r. 2010 bylo chřadnutí olší identifikováno na více než čtyřech stech lokalitách po celé ČR, přičemž těžiště jeho výskytu je v západní části státu. Výskyt hromadného fytoftorového chřadnutí olší je potvrzen např. v povodí Vltavy, Berounky, Ohře, Ploučnice, Jizery, Labe, Orlice, Sázavy, Lužnice, Jihlavy a Moravy. Parazit působí značné škody na stovkách km vodních toků (místy je chřadnutí olší kalamitní) a vyskytuje se už nejspíše v tisících km břehových porostů (Černý & Strnadová 2010). Nejvyšší frekvence výskytu patogenu je v Jihočeském kraji, směrem na severovýchod postupně klesá, minimální riziko napadení olší je dosud v Moravskoslezském kraji (Černý et al. 2011b). Přesná kvantifikace rozšíření dosud nemohla být provedena, nicméně velmi pravděpodobně je situace v ČR (jmenovitě v západní části státu), co se břehových porostů týče, velmi podobná situaci v sousedním Bavorsku, kde bylo tímto parazitem v různé míře napadeno cca 50 %, tj. zhruba 4500 km břehových porostů olší (Jung & Blaschke 2004).

Patogen napadá zejména břehové porosty velkých řek, středních a malých toků do šířky 1 m i břehové porosty vodních nádrží a rybníků. Patogen se vyskytuje také v občasně zaplavovaných nivách až několik set metrů od vodního toku, v periodicky zaplavovaných územích, výtopách, bažinách a slatinách. Podle zahraničních údajů se může objevit i v lesních porostech, lesních školkách a jinde. Drtivá většina údajů z ČR se týká břehových porostů nebo porostů, které bývají zaplavovány. Pouze výjimečně bylo zjištěno napadení porostů lesních a napadení olší v lesních školkách doposud nebylo prokázáno v ČR vůbec, přesto je ale jeho výskyt pravděpodobný (Černý & Strnadová 2010). Potenciálně se ovšem patogen může objevit všude tam, kde se vyskytují jeho hostitelé.

2.2.Vliv *P. alni* na olše a jejich porosty, průběh onemocnění

Olše napadené patogenem chřadnou, během jednoho nebo několika let odumírají nebo jsou vážně poškozeny a jejich funkce v břehovém porostu bývají více či méně redukovány. Nejčastěji poškozeny bývají kořeny a krčky olší rostoucích přímo v linii břehu. Rozsah poškození dřeviny (prosychání korun) závisí na množství nekrotizovaných kořenů, případně na rozsahu poškození obvodu krčku. Pro dřevinu je nebezpečné především napadení krčků, kdy dochází k relativně největším škodám v poměrně krátkém čase.

Hostitel je také schopen infekci přežít – což samozřejmě závisí na tom, ve které fázi napadení patogen odumře (faktory, které se na tomto procesu podílejí, nebyly dosud studovány, lze předpokládat, že se jedná o kombinaci obranných mechanismů, kompetice ze strany mikrobiální flóry a faktorů prostředí). Zpravidla dochází k odumření kořenů ve svahu břehu a části krčku. V důsledku poškození kořenových systémů bývá redukována jejich stabilizační funkce a v jejím důsledku dochází k erozi břehu a dalším negativním doprovodným jevům.

Napadení porostu probíhá v první fázi nejčastěji skrytě na kořenech olší, obvykle bez typických doprovodných symptomů na nadzemních částech. S postupným zvětšujícím se rozsahem poškození kořenů a krčků se začínají objevovat změny v olistění napadených stromů a případně i symptomy na krčcích a bázích kmenů a porost začíná ohniskovitě prosýchat. Zpravidla v této fázi je výskyt onemocnění identifikován, tehdy už ale může být (v závislosti na dalších faktorech) většina olší v porostu do různé míry napadena. V další fázi napadení kulminuje, některé stromy odumírají, jiné jsou trvale poškozeny. Po několika letech vrcholící epidemie mnohdy musí dojít k několika vlnám sanačního kácení. Četnost výskytu choroby na stanovišti nakonec klesá současně s redukcí počtu olší (respektive spíše s poklesem množství živého substrátu, který může být patogenem kolonizován – nejčastěji kořenů a krčků olší v břehové linii či v její blízkosti). Porosty olší v podmínkách příznivých pro rozvoj patogenu mohou být významně postiženy (poškozena může být velká většina stromů v porostu – až 50 – 90(100)%. Nakonec pravděpodobně dochází k ustavení určité oscilující rovnováhy mezi hostitelem a parazitem. K ustavení této rovnováhy dochází tehdy, když se olše na složení břehového porostu nepodílejí více než jen několika desítkami procent. Stabilizační funkce zbylého porostu olší je ovšem minimální, protože i přeživší stromy mají obvykle značně poškozenou část kořenového systému, která je přímo v břehu. V případech masivního napadení porostu může dojít k jeho téměř úplné destrukci.

2.3. Symptomy choroby

Identifikace symptomů fytoftorového onemocnění olší v porostech byla podrobně rozebrána v předcházející metodice i s dostatečnou fotodokumentací (Černý & al. 2010b), proto zde jsou uvedeny jen nejzákladnější informace a obrazový doprovod (obr. 1).

Fytoftorové chřadnutí olší je charakteristické přítomností ohnisek napadených dřevin, pro které je typická chlorotizace olistění, drobnolistost, řídnutí v celém objemu korun a posléze postupné chřadnutí a odumírání větví. Typická ohniska jsou tvořena odumřelými či odumírajícími stromy v jeho středu; stromy na okrajích jsou poškozeny méně. V počáteční fázi rozvoje choroby se napadení projevuje jen mírně prořídlým chlorotickým olistěním některých stromů v porostu. Na nábězích kořenů, krčcích a bázích kmenů chřadnoucích jedinců (nejčastěji do cca 1 – 2 m výšky) jsou přítomny červenavě až černavě zbarvené exudáty, pod nimiž se nalézají jazykovité, nejčastěji medově zbarvené či rudé (později až černavé) jazykovité nekrózy vodivých pletiv a spodních vrstev kůry. Vývoj nekróz a přítomnost exudátů je ovšem silně závislá na mnoha faktorech, což může na některých lokalitách výrazně znesnadnit odhalení přítomnosti patogenu (např. v iniciální fázi napadení porostu, nebo naopak po dlouhodobějším napadení, kdy populace hostitele i parazita jsou značně redukovány anebo na stanovištích pro patogen nepříznivých), proto je někdy nutno vyšetřit až několik desítek jedinců. V případě dlouhodobě napadeného porostu, kdy se nepodaří objevit

symptomy akutního napadení, lze nemoc identifikovat na základě poškození kořenů a charakteristických vpadlých, zavalujících jazykovitých poškození bází jedinců. Tato poškození jsou často kryta rozpraskanou kůrou a mnohdy se na zdravých pletivech v okolí poškození vyvíjejí adventivní kořeny. Spolehlivým důkazem přítomnosti patogenu je jeho izolace z poškozených pletiv (viz předchozí metodika).

Obr. 1. Symptomy fytoftorového onemocnění olší

1A. Počáteční symptomy v porostu (chlorotizace a zmenšení listů)
1B. Pokročilá fáze napadení (prosychání porostu)
1C. Exudáty na borce
1D. Nekróza vodivých pletiv
1E. Nekróza krčku

3. Metodika

3.1. Přehled informací důležitých v kontextu problému

Pro stanovení vhodných efektivních postupů pěstování olše v prostředí s výskytem *P. alni* je rozhodující co nejpodrobnější znalost ekologie hostitele a jeho význam a použití a rovněž ekologie patogenu a etiologie choroby.

3.1.1. Olše lepkavá v břehových porostech

3.1.1.1. Použití olše lepkavé v břehových porostech

Olše lepkavá má své klíčové poslání v břehových porostech jako dřevina vhodná ke zpevňování břehů. Jeden plně vzrostlý strom zabezpečuje část svahové stěny o délce přibližně 2,5 – 3 m. Olše je vhodná k zabezpečování svahů břehů menších toků o hloubce 0,8 m, s menším sklonem, bez výrazné erozní činnosti a vždy jen jako primární porost, nikoliv jako pařezina. Kořenový systém olše je tvořen dvěma typy kořenů. Hlavní kořenové větve odbočují pod úhlem 15 – 90° a dorůstají někdy větší délky (ve stáří 15 – 20 let až 5 m), síť těchto kořenů je však relativně velmi řídká. Druhá část kořenového systému je tvořena velkým množstvím tenčích kořenů, které tvoří hustou spleť dosahující ovšem pouze do nevelké vzdálenosti od báze kmene. Rychlost růstu olše spolu s jejími ekologickými nároky (tolerance vůči vysoké hladině podzemní vody), morfologií kořenového systému a značnou odolností vůči mechanickým poraněním ji činí velmi vhodnou k výsadbám v náročných podmínkách břehových porostů. Vždy je ale při výsadbě nutné vzít v úvahu poměry stanoviště (sklon a hloubka koryta atp.) a olše doplňovat výsadbou dalších druhů dřevin (Válek 1977). Jako vhodná dřevina byl na základě podobných nároků (jasanové olšiny) a morfologie kořenového systému (dlouhé větve, které jsou schopné velmi dobře provázat jednotlivá izolovaná „oka“ tvořená olšemi) velmi často v minulosti vysazován jasan. Bližší informace o využití olše lepkavé uvádí Strnadová & al. (2007).

Shrnutí: Olše lepkavá je obtížně nahraditelná dřevina zejména v břehových porostech na menších tocích s menším sklonem a s nižší výškou břehu. Vzhledem k velmi efektivnímu kořenovému systému, který dokonale chrání břeh, je v některých lokalitách téměř nezastupitelná. V některých oblastech ČR je olše klíčový taxon břehových porostů.

3.1.1.2. Voda jako limitující faktor v použití olše lepkavé

Olše lepkavá je výrazně vlhkomilná dřevina a společně s vrbou snáší nejlépe z našich stromů vysokou půdní vlhkost. Na půdách organogenních, slatinných a glejových, kde je vrstva organogenního původu vysoká od několika desítek cm do několika metrů a kde kolísá hladina vody (po jarním tání je až několik desítek cm nad povrchem půdy, později klesá a v létě je max. několik desítek cm pod povrchem půdy – půda ale zůstává stále vlhká) je olše jedinou dřevinou, která může vytvářet souvislý lesní porost – mokřadní olšiny (Pancer-Kotejowa & Zarzycki 1980). Olše lepkavá špatně reaguje na výraznější pohyby hladiny spodní vody a letní záplavy – v době vegetace vydrží zaplavení bez poškození jen asi 14 dní (Úradníček & al. 2001). Válek (1977) výslovně uvádí, že olše v létě nesnáší vícedenní zatopení vodou. V důsledku letních povodní v r. 2002 v ČR mnohde došlo k dlouhodobému zaplavení nebo alespoň stoprocentnímu nasycení půdy vodou, které trvalo několik týdnů až měsíců. Prosychání olší v břehových porostech v roce 2003 bylo průkazně pozi-

tivně korelováno s hladinou kulminace při povodních v roce 2002 (Strnadová & al. 2006), poškození olše lepkavé v důsledku zaplavení bylo prokázáno pokusně (Strnadová & al. 2010).

Déletrvající zaplavení způsobuje anatomické změny v pletivech kořenů, je inhibován jejich vegetativní růst, redukováno větvení a tvorba mykorrhiz. Kromě těchto změn dochází k inhibici fyziologických funkcí – fotosyntéza a transport uhlovodíků jsou zpomaleny či zastaveny a dochází k poklesu absorpce živin v důsledku redukce biomasy kořenů (Kozlowski 1997). Následkem odumření větší či menší části kořenového systému dojde ke změně poměru podzemní a nadzemní biomasy a postupně se objeví typické symptomy chřadnutí – chlorotizace a zmenšení listů a jejich předčasný opad, někdy zvýšená plodnost a zmenšení plodů, řídnutí olistění a posléze odumírání výhonů a větví zejména v horních partiích korun. V důsledku zaplavení dochází také někdy k tloustnutí kmene následkem zvýšené tvorby parenchymatických pletiv v xylému a floému (Kozlowski 1997), ke zvýšené tvorbě adventivních kořenů a ke zduření lenticel (Strnadová & al. 2006). Zaplavení a saturace půdy vodou má za následek změnu její struktury, výrazný pokles obsahu kyslíku a jeho sníženou dostupnost, výrazné zvýšení koncentrace oxidu uhličitého a změnu redoxního potenciálu. V anaerobním, redukujícím prostředí pak dochází k uvolňování řady potenciálně toxických látek do půdy (např. aldehydy, ketony, merkaptany a mnohé jiné) mikroorganismy nebo kořeny rostlin (Kozlowski 1997). V důsledku zaplavení dochází také ke změnám v aktinorhizních a mykorhizních vztazích, např. k odumírání symbiotických baktérií r. *Frankia* (viz např. Struková & al. 1996) a změnám ve složení mikrobiální flóry. V důsledku oslabení je pak hostitel napadán nejrůznějšími patogeny včetně patogenů z r. *Phytophthora* (Gregorová & Černý 2003; Vyhlídková & al. 2005, aj.).

Shrnutí: Olše lepkavá snáší vysokou hladinu spodní vody, ale je velmi citlivá vůči záplavám v letním období. Účinky záplav jsou komplexní včetně predispozice vůči *P. alni*. Pravděpodobně jakýkoliv stres může predisponovat olši vůči patogenu a většímu dopadu choroby.

3.1.1.3. Šíření olše

Olši lze do značné míry charakterizovat jako r/s stratéga, produkujícího značné množství lehkých semen, která plavou po hladině. Snadné šíření olše je jednou z příčin současného stavu, kdy vzhledem ke stávajícímu způsobu hospodaření v břehových porostech na mnoha místech potlačila další druhy dřevin, které bude nutné opět do břehových porostů ve větší míře zavádět.

Shrnutí: Olše má tendenci se samovolně intenzivně šířit v břehových porostech. V péči o porosty je nutno tento fakt zohlednit.

3.1.2. *Phytophthora alni* jako limitující faktor použití olše lepkavé

3.1.2.1. Výskyt patogenu a choroby na hostitelích

Patogen je recentního hybridogenního původu (vznikl pravděpodobně v osmdesátých letech minulého století v západní Evropě) a jeho hostitelé nemají vůči němu dosud vytvořeny dostatečně efektivní obranné mechanismy. Vůči patogenu jsou velmi citlivé všechny evropské druhy olší – z našich druhů to jsou olše lepkavá, olše šedá a olšička zelená.

Drtivá většina (více než 95 %) izolačně prokázaných výskytů *P. alni* pochází z olše lepkavé, zbylých cca 5 % údajů připadá na olši šedou. Tento rozdíl je mj. dán odlišnou ekologií a rozšířením obou druhů a nikoliv hypotetickou nižší citlivostí olše šedé. Napadení olšičky zelené není v ČR známo – příčinou je jednak odlišná ekologická nika patogenu a olšičky, které se tak mohou

v přírodě setkat spíše výjimečně a jednak malý význam a omezené rozšíření tohoto hostitele, jehož napadení tak spíše může ujít pozornosti.

Shrnutí: V rámci ČR je jednoznačně nejvýznamnější poškození porostů s olší lepkavou.

3.1.2.2. Výskyt patogenu v různých typech porostů a stanovišť

Nejvíce ohroženy jsou rozsáhlé monokulturní porosty olší (či porosty s dominantní olší) podél toků a nádrží a mokřadní olšiny zejména v mezofytiku, kde je nejvíce údajů o výskytu. V termofytiku je údajů méně, což souvisí spíše s menší rozlohou oblasti a odlišným složením porostů. Pokud jsou v termofytiku olše napadeny, pak je rozsah poškození obvykle značný (slepá ramena v Polabí aj.). Výskyt v oreofytiku byl zjištěn sporadicky (Šumava), což může být způsobeno předpokládanou citlivostí patogenu vůči nízkým zimním teplotám (Černý & al. 2011a), lokálně jsou ovšem škody na olši šedé poměrně značné (NPR Blanice).

Do současné doby bylo fytoftorové onemocnění olší zaznamenáno na více než 400 lokalitách v úsecích mnoha set km vodních toků. Naprostá většina lokalit (98,5 %) výskytu choroby se nacházela v těsné blízkosti vodního toku nebo nádrže jako pravděpodobného zdroje infekce. Nejdelší vzdálenost lokality výskytu infekce od volné hladiny toku či nádrže byla cca 200 m. Podobně např. Gibbs & al. (1999) zjistili, že frekvence výskytu choroby je cca 7× častější ve vzdálenosti do 1 m od břehu než ve vzdálenosti 1 – 10 m. Z celkového počtu známých údajů o výskytu choroby v ČR bylo 361, tj. 87,6 % zaznamenáno v břehových porostech a navazujících porostech vodních toků od drobných vodotečí po dolní toky velkých řek (nivy, doprovodné olšiny, lužní lesy, parky v nivách) a 51 údajů choroby (12,4 %) bylo zjištěno v břehových porostech nádrží a jejich doprovodných porostech (výtopy, podhrází atp.).

Pro rozložení infekce v krajině je charakteristická mozaikovitost – např. porosty některých toků jsou zasaženy silně, zatímco jiné (i porosty sousedních toků) vůbec, nebo jen sporadicky. To pravděpodobně souvisí se způsobem šíření choroby v krajině.

Patogen byl nalezen v následujících druzích výsadeb: břehové porosty vodních toků a nádrží a jejich doprovodné porosty, porosty v zaplavovaných nivách, výtopy rybníků a podhrází, mokřadní olšiny v okolí vodních toků, prameniště, parky v nivách vodních toků a v jejich okolí, stromořadí ve vlhkých polohách poblíž toků a porosty na hrázích. Pouze v jednom případě byl zjištěn výskyt infekce mimo vodní tok či nádrž a to v okolí skládky dřeva v jasanové olšině, odkud se patogen pravděpodobně rozšířil z infikovaného složeného materiálu do okolního porostu.

Patogen nebyl zjištěn v lesních porostech. Výskyt patogenu nebyl zjištěn v lesních školkách a v ČR dosud nebyl prokázán přenos patogenu infikovanými sazenicemi. Veškeré nálezy v nových dosadbách byly učiněny v okolí vodních toků s napadenými staršími břehovými porosty. Patogen rovněž nebyl zjištěn v melioračních ani v rekultivačních výsadbách.

Výskyt choroby byl potvrzen v různých typech biotopů – v první řadě se jedná o mokřadní olšiny (L1) a údolní jasanovo-olšové luhy (L2.2). V obou těchto společenstvech patogen může způsobit významné škody, které v krajním případě mohou končit téměř naprostou destrukcí porostu dřevin. Zejména v případě mokřadních olšin, kde je olše lepkavá nejdůležitější a často dokonce jedinou dřevinou, může patogen způsobit velmi významné škody, v jejichž důsledku může dojít nejen k zásadní změně hospodaření v porostu, ale lze očekávat i zásadní změny v bylinném patru (v důsledku poklesu zápoje stromového patra a zvýšeného světelného požitku).

Patogen byl rovněž zjištěn v horských olšinách s olší šedou (L2.1) na Šumavě (kde způsobuje např. významné poškození porostu v NPR Blanice) a lokálně i jinde. Výskyt patogenu je znám i z měkkých a tvrdých luhů Polabí. Škody jsou ovšem v těchto společenstvech spíše méně významné a lze je identifikovat např. při okrajích tůní a slepých ramen s porosty olší, jejichž náhrada je poměrně snadná (přehled tab. 1).

Na základě současných znalostí lze mezi společenstva, kde může dojít k největším škodám, zařadit zejména mokřadní olšiny (svaz *Alnion glutinosae*) a některé asociace podvazu *Alnenion glutinoso-incanae* – zejména *Stellario-Alnetum glutinosae* a *Carici remotae-Fraxinetum* (tab. 1). Nelze vyloučit, že může lokálně dojít i k většímu poškození dalších společenstev – zejm. *Alnetum incanae* a dále *Pruno-Fraxinetum* a *Arunco sylvestris-Alnetum glutinosae* (vždy v souvislosti s četností olší a dostupností vody – tedy ve vlhčích křídlech asociací).

Řadu porostů, kde byl výskyt patogenu zjištěn, lze jen s obtížemi klasifikovat, protože se jedná často o velmi degradované, fragmentární či zcela umělé porosty na mnohdy pozměněných stanovištích. Většinu z nich lze nejspíše přiřadit k údolním jasanovo-olšovým luhům L2.2 nebo k mokřadním olšinám (L1).

Tab. 1. Výskyt fytoftorového onemocnění olší v biotopech ČR a odpovídajících jednotkách fytocenologického, typologického a geobiocenologického členění (podle Chytrý & al. 2001, 2010; Moravec & al. 2000; Neuhäuslová 2003; Plíva 1987; upraveno, zjednodušeno); tučně vyznačena společenstva s potenciálně nejvýznamnějším dopadem patogenu.

Natura 2000	Fytocenologie	Lesnická typologie	Geobiocenologie
L1 mokřadní olšiny	***Carici acutiformis-Alnetum*** ***Carici elongatae-Alnetum*** ***Calamagrostio canescentis-Alnetum*** ***Thelypterido palustris-Alnetum glutinosae***	**1G2-4 vrbová olšina (mokřadní iniciální, přechodná js.)** **1T1-3 březová olšina (bezkolencová, ostřicová, slatinná)**	**1–4 B–C 5b Alneta inf. et sup.** **1–4 (A)AB 5b Betuli-alneta inf. et sup**.
L2.1 horské olšiny s olší šedou	*Alnetum incanae*	6L luh olše šedé	(5)6 BC–C 5a Alneta incanae
L2.2 údolní jasanovo-olšové luhy	*Pruno-Fraxinetum* ***Stellario-Alnetum glutinosae*** *Arunco sylvestris-Alnetum glutinosae* ***Carici remotae-Fraxinetum*** *Piceo-Alnetum*	**1G1 vrbová olšina lužní** 2L potoční luh **3L1-3 jasanová olšina (bršlicová, bažanková, ostřicová)** **5L montánní jasanová olšina** 3U4 javorová jasenina ostřicová 1T9 smrková olšina	**2–5 BC–C (4)5a Fraxini-alneta inf. et sup.** (2)3–5 BC 4(5a) Fraxini-alneta aceris inf. et sup. 5–6 (A)B–BC 5b Picei-alneta
L2.3 tvrdé luhy nížinných řek	*Querco-Ulmetum*	1L jilmový luh	1–3 BC–C (4)5a Querci roboris-fraxineta inf. et sup.
L2.4 měkké luhy nížinných řek	*Salici-Populetum* *Salicetum albae*	1U1 topolový luh kopřivový 1U2 topolový luh vrbový	1–3 C (4)5a Ulmi-fraxineta populi inf. et sup. 1–3 B–C 5b Alni glutinosae-saliceta inf. et sup.

Shrnutí: V ČR se choroba objevuje spíše ve středních a nižších polohách a v zásadě je její výskyt omezen na břehové porosty vodních toků a nádrží a na porosty doprovodné. Nejvíce napadenými biotopy jsou údolní jasanovo-olšové luhy, mokřadní olšiny a umělé výsadby olší podél vodních toků.

3.1.2.3. Výskyt patogenu v lesních porostech

Přestože choroba v ČR v lesních porostech v souvislosti s dosadbou olší dosud zjištěna nebyla, lze předpokládat, že se patogen v lesních porostech dříve či později objeví. Situace v Bavorsku může být určitým modelem, jak by toto šíření mohlo vypadat. V Bavorsku došlo v 90. letech minulého století k rozsáhlým náhradním výsadbám olší ve vlhčích polohách za smrkové monokultury, které byly poškozeny vichřicí v r. 1990. Olše byly také často využívány při zalesňování zemědělské půdy. Ve velké části těchto nových dosadeb (přes 32 %, což činilo v celkové ploše 1655 ha) byly zjištěny symptomy choroby. Patogen byl do výsadeb introdukován spolu se sazenicemi olší. Z těchto výsadeb se patogen dále šířil splachy, drenážemi atd. tedy obvyklými způsoby, takže došlo k následné infekci dalších olšin po spádnici a nakonec břehových porostů v okolí vodních toků a nádrží (Jung & Blaschke 2004). Je naprosto zřejmé, že podobné riziko hrozí i u nás a nelze vyloučit, že v některých oblastech se napadené mladé lesní výsadby olší mohou vyskytovat (např. Šumava).

Shrnutí: Riziko zavlečení patogenu do lesních porostů v ČR je reálné, proces by mohl mít identický průběh a dopad jako v sousedním Bavorsku.

3.1.2.4. Šíření patogenu v ČR

V současné době dochází k invaznímu šíření patogenu v povodích téměř v celé ČR, zejména však v západní části státu. Během deseti let, kdy výzkum fytoftorového chřadnutí v ČR probíhá, neustále přibývají další údaje o výskytu choroby, ale zároveň se zvyšuje i poškození porostů, které byly dlouhodobě sledovány. Tento trend potvrzují i mnohé zahraniční údaje (Jung & Blaschke 2004, Schumacher & al. 2006, Gibbs & al. 1999 aj.), proto lze jednoznačně usoudit, že epidemie je stále na postupu.

Patogen byl zjištěn téměř na celém území republiky s výjimkou povodí Odry. Nejvyšší četnost výskytu patogenu a škod jím způsobených je v Jihočeském kraji, směrem na severovýchod frekvence výskytu postupně klesá, minimální riziko napadení olší je dosud v Moravskoslezském kraji (Černý & al., 2011b). Patogen expanduje na východ a je jen otázkou času, kdy se výrazné poškození porostů objeví i v oblastech, kde se nyní patogen vyskytuje málo nebo vůbec.

Shrnutí: Patogen v ČR zdomácněl a stal se součástí břehových porostů a mokřadních olšin. Patogen způsobuje největší škody v Jihočeském kraji a v dalších oblastech Čech, směrem na východ jeho současný význam klesá. Patogen se šíří jak v místech výskytu, tak dále na východ a v budoucnu se pravděpodobně rozšíří i do dalších, dosud nezasažených oblastí.

3.1.2.5. Způsoby šíření patogenu v ČR

V ČR byly zatím s větší či menší mírou jistoty doloženy následující způsoby šíření patogenu na větší vzdálenosti: vodou po proudu či při zaplavení lokality, vodou s násadou ryb (velmi pravděpodobné) a při dopravě a skládkování infikovaného materiálu (spíše výjimečný případ?).

Z prací zahraničních autorů a rovněž z našich sledování vyplývá, že se patogen primárně šíří vodou po proudu toku – a to buď ve formě volných zoospor, nebo spolu s infikovaným, vodou unášeným materiálem. Dalším hlavním způsobem šíření je introdukce s infikovanými sazenicemi ze školek (Jung & Blaschke 2004 aj.). Vzhledem k našim výsledkům (viz výše) lze jednoznačně říci, že v rámci ČR se patogen primárně šíří vodou a napadá porosty obvykle v nejbližším okolí vodních toků a nádrží a to v závislosti na dostupnosti vody. Šíření prostřednictvím školkařského materiálu nebylo zatím v rámci ČR potvrzeno, přesto je ale velmi pravděpodobné.

Další doložené či teoreticky možné způsoby šíření patogenu jsou: zálivkou kontaminovanou vodou (ve školkách), splachy z výše položených infikovaných výsadeb, drenážemi, spolu s násadou ryb z rybích sádek nebo při výlovech s kontaminovanou vodou, ale také při stavebních a těžebních pracích v napadených porostech, s kontaminovanou technikou a spolu s infikovaným vytěženým materiálem.

Z výsledků průzkumu území o ploše cca 420 km^2 na České Sibiři (lokalizace zdrojů infekce) vyplynulo následující. Z celkem 32 identifikovaných zdrojů infekce se ve 30 případech jednalo o rybníky, ve dvou případech o mokřady – mokřadní olšinu olše šedé s občasně tekoucí vodotečí a prameništní mokřadní olšinu olše lepkavé. V obou případech se nepodařilo zjistit původ infekce (zavlečení se sazenicemi bylo možné vyloučit). Tyto výsledky lze interpretovat tak, že ve sledovaném území jsou možnými hlavními zdroji infekce chovné rybníky.

Prostředí hlavních chovných rybníků (voda o vysoké koncentraci iontů) je pravděpodobně pro přežívání patogenu a zejména jeho šíření (pro přežití volných zoospor ve vodě) mnohem vhodnější než prostředí s vodou o menším obsahu rozpuštěných látek (viz Kong & al. 2012). Přítomnost chovných rybníků pravděpodobně může podporovat dlouhodobé udržení populace patogenu o vysokém reprodukčním a infekčním potenciálu.

Další otázku je, nakolik mohou být produkční rybníky primárními místy, do kterých je infekce zavlékána. Nelze vyloučit, že patogen může být introdukován na další lokality ve vodě s ná-

sadou ryb pocházející ze zamořeného zdroje. Bylo by žádoucí tyto předpoklady ověřit dalšími výzkumy a možnost přenosu patogenu touto cestou plně prokázat nebo vyloučit.

Shrnutí: Pro *P. alni* je typické šíření zejména podél vodních toků směrem po proudu. Velmi pravděpodobnými dlouhodobými zdroji infekce v krajině mohou být chovné rybníky a úseky toků pod nimi. Patogen pravděpodobně může být zavlékán ve vodě s násadou ryb. Potenciálně značný význam do budoucna může mít šíření s infikovaným školkařským materiálem olší.

3.1.2.6. Šíření patogenu v rámci lokality a toku

Patogen se šíří v rámci toku i lokality velmi rychle a skrytě – první příznaky napadení porostu jsou špatně identifikovatelné a může dojít k záměně příčiny poškození.

Primárně jsou napadány kořeny a krčky dřevin ve vodě. Na napadených pletivech se vytvářejí ve vodním prostředí zoosporangia, jež uvolňují infekční partikule – bičíkaté zoospory, které jsou pasivně unášeny vodou a mohou samy aktivně chemotakticky vyhledávat pletiva hostitelů na vzdálenost cca několika desítek cm. Vzhledem k pasivnímu unášení vodou je zjevné, že se patogen může v rámci toku rychle rozšířit na dlouhé vzdálenosti.

Bylo zjištěno, že největší hustota inokula je kolem stromů bez výrazných symptomů infekce, které mají vysokou pravděpodobnost, že budou napadeny – tj. rostou v břehové linii a/nebo v blízkosti stromů v počáteční fázi chřadnutí. V okolí silně poškozených (proschlých) či dokonce odumřelých stromů je denzita inokula malá (Marçais et al. 2007). To znamená, že hlavními zdroji infekce jsou ponejvíce živí, asymptomatičtí či pouze chlorotičtí jedinci hostitele. Z toho vyplývá fakt, že šíření choroby probíhá pravděpodobně velmi skrytě. Ohnisko výskytu patogenu může několik let ucházet pozornosti, dokud nedojde k výraznějšímu poškození porostu nebo se neobjeví typické symptomy na bázích kmenů. V případě objevení se typických symptomů napadení už může mít velká část stromů v břehové linii do větší či menší míry poškozené části kořenových systémů, které jsou pro patogen dostupné – tzn. volné kořeny ve vodě, kosterní kořeny a krčky.

Výše uvedenému odpovídá fakt, že výskyt choroby v ČR byl velmi často a náhle identifikován na mnoha místech v dlouhých úsecích toků najednou. Jako příklad lze uvést např. Berounku, Ohři, Lužnici, Jihlavu a Sázavu, jejichž břehové porosty jsou v celé délce toku (včetně mnoha přítoků) více či méně kontinuálně napadeny.

Dále lze předpokládat, že se patogen v rámci lokality může šířit splachy, drenážemi, odvodňovacími příkopy, při záplavách, půdní vodou atp.

Shrnutí: Šíření patogenu je velmi rychlé v rámci lokality i toku a probíhá v prvních fázích skrytě.

3.1.2.7. Infradruhová struktura a patogenita

Druh *P. alni* se člení na tři poddruhy a pokusně bylo zjištěno, že nominátní poddruh *P. alni* subsp. *alni* je nejvíce patogenní (Brasier et al. 2004, Jung et Blaschke 2004) a poddruhy *P. a. uniformis* a *P. a. multiformis* jsou patogenní méně. Bylo zjištěno (Tomšovský et al. in litt.), že na území ČR se vyskytují pouze poddruhy dva – *P. a. alni* a *P. a. uniformis*, přičemž první poddruh se podílí na populaci patogenu z 88 %, poddruh *P. a. uniformis* pouze 12 %. Výskyt méně patogenního poddruhu je v ČR roztroušený – dosud byl zjištěn na sedmi lokalitách v západních, středních, jižních Čechách a na Prostějovsku, nicméně lokálně způsobuje přibližně stejné škody jako poddruh nominátní (Prostějov, Strakonice). Z uvedeného vyplývá, že možnost rozdílného rizika v různých částech ČR plynoucího z potenciální variability patogenu v rámci ČR je minimální.

Shrnutí: Nominátní a nejvíce patogenní poddruh tvoří dominantní část populace patogenu, riziko v rámci ČR je všude vysoké.

3.1.2.8. Vazba výskytu patogenu a choroby na faktory prostředí

Na základě excerpce literatury a vlastních výzkumů lze identifikovat celou řadu faktorů, na kterých je rozvoj choroby a její význam závislý.

Jako jeden z hlavních faktorů ovlivňujících výskyt choroby a rozsah poškození porostů je četnost výskytu hostitele – olše v monkulturních hustých výsadbách (často o sponu 2 – 3 m nebo menším) jsou podstatně více poškozeny, než tomu je v porostech smíšených. Rozsah poškození souvisí ovšem spíše s množstvím substrátu (tj. dostupných kořenových systémů), který může patogen kolonizovat a na kterém se může namnožit. Na tom pak závisí množství inokula v blízkém okolí. Je zjevné, že např. v povodí Vltavy, kde je dominantní složkou břehových porostů olše, jsou škody způsobené patogenem poměrně značné. Na základě našich průzkumů i zahraničních zdrojů lze konstatovat, že napadena a poškozena může být i dominantní část porostu – až 80 nebo 100 % dřevin na lokalitě.

Velmi významný faktor v epidemiologii je voda, protože se v ní patogen rozmnožuje a šíří. Choroba se častěji vyskytuje na lokalitách s lepší dostupností vody a na lokalitách častěji zaplavovaných. Na lokalitách sušších se choroba častěji vyskytuje na vlhčích mikrostanovištích. Obecně se choroba více vyskytuje v lokalitách s dlouhou periodou zdržení záplavové vody, jako jsou záplavová území, slepá ramena, mokřadní olšiny, dále oblasti s občasným zdržením vody jako jsou úseky toků nad mosty, nadjezí, výtopy a podhrází rybníků a nádrží nebo pásy rákosin (Jung & Blaschke 2004).

Pro šíření patogenu jsou pravděpodobně velmi významné povodně. Během letních povodní v r. 2002 se patogen rozšířil v břehových porostech v rámci velké části postiženého území povodí Vltavy. Došlo také k jeho masivnímu šíření v rámci jednotlivých lokalit a zaplavených území mimo původní lokace výskytu infekce. Proto je možné, že se v současné době napadené porosty olší vyskytují i dále od vodních toků – ale typicky jen v nivách, které byly zaplaveny v r. 2002 – takové porosty byly identifikovány např. v nivách Lužnice, Berounky a jejích přítoků, Vltavy v Praze aj.

Bylo pokusně prokázáno, že zaplavení indukuje pokles rezistence hostitele (redukce příjmu dusíku aj., investice do přebudování kořenového systému) a urychluje rozvoj infekce (Strnadová & al. 2010). To znamená, že periodické zaplavení, povodně nebo vysoká hladina spodní vody mohou mít za následek vyšší četnost infekcí a rychlejší průběh epidemie a v důsledku i vyšší ztráty dřevin. To se velmi pravděpodobně dělo na mnoha lokalitách po povodních v r. 2002.

Velmi důležitá je pozice hostitelské dřeviny ve vztahu k hladině vody. Pro břehové výsadby olší je typické, že se nacházejí přímo v břehové linii a krčky či kosterní kořeny dřevin jsou přímo v úrovni hladiny a tedy v dosahu infekčního inokula. Právě napadení krčků je pro dřeviny zásadně nebezpečné (vzhledem k relativně malému obvodu krčku může patogen při stejném rozsahu nekrózy způsobit podstatně větší škody než na kořenech). Pozice výsadby (tedy pozice krčku vůči hladině vody) se ukázala být velmi významnou v poškození porostů olší ve Spreewaldu (Schumacher et al. 2006), kde porosty, které byly vysazeny výše na březích (a nebyly zaplaveny při vyšších stavech), byly podstatně méně napadeny. Podobně se tento faktor ukázal jako statisticky významný v poškození olší v břehových porostech Lomnice (Strnadová et al. 2006). Nejčastějším místem vstupu infekce jsou lenticely a nesuberizované kořínky na krčku (Jung et Blaschke 2004).

Významným faktorem v rozšíření choroby je pravděpodobně sklon toku. Je udáváno, že výskyt choroby je častější v lokalitách s pomalejším prouděním vody v nižších polohách. Podél toků s rychlejším prouděním (typicky horských potoků) je výskyt choroby nižší (Thoirain et al. 2007). To potvrzují i naše sledování, byť zatím data nebyla dopodrobna vyhodnocena. To je velmi pravděpodobně obecný jev, který lze vysvětlit několika způsoby. Např. je logické, že tlak infekčního ino-

kula bude vyšší v oblastech s větším povodím (a tedy větší možností výskytu a zavlečení choroby) – tedy na dolních tocích. Rovněž se ukázalo (výzkum v rámci projektu na Mastníku), že rychlost proudění vody může souviset s rozsahem poškození porostů – např. při měření rychlosti proudění se ukázalo, že stromy s menší rychlostí proudu u krčku (resp. s existencí drobných tišin v kořenových systémech) jsou více napadeny. Lze zde tedy usuzovat na vliv unášecí schopnosti vody, kdy zoospory patogenu mohou mít v místech s větším prouděním vody menší příležitost aktivně dosáhnout kořenu olše, což je naopak spíše možné ve stojaté vodě.

Další faktory, které byly korelovány s výskytem choroby, např. jílovité půdy v březích a vyšší teplota vody (Thoirain et al. 2007) spíše mohou souviset s pomalejším prouděním v nižších polohách a s usazováním drobnějších jílovitých částic. Podobně korelace výskytu choroby v břehových porostech vodních toků s obsahem dusíku ve vodě (Gibbs et al. 1999) může být spíše vyjádřením faktu, že dolní toky řek jsou obvykle bohatší na živiny než toky horní. Obsah živin ve vodě samozřejmě koreluje s elektrickou vodivostí (obsahem iontů), ta je ale i na dolních tocích řek řádově nižší než v chovných rybnících. Roztok o stejné vodivosti neměl na přežívání zoospor patogenu průkazný vliv (Kong & al. 2012).

Shrnutí: Choroba se častěji vyskytuje na zaplavovaných místech a lokalitách s dlouhodobou vysokou hladinou vody. Na povodněmi stresovaných olších patogen způsobuje podstatně větší škody. Povodně přispívají i k šíření patogenu. Častěji jsou infikovány olše, jejichž krček se nachází v úrovni hladiny vody. Choroba se častěji vyskytuje v místech s pomalým prouděním vody.

3.1.2.9. Dopady infekce z hlediska hospodaření v břehových porostech

Po několika letech vrcholící epidemie zpravidla musí dojít k několika vlnám sanačního kácení. Četnost výskytu choroby na stanovišti nakonec klesá současně s redukcí počtu olší (respektive spíše s poklesem množství živého substrátu, který může být patogenem kolonizován – tedy nejčastěji kořenů a krčků olší v břehové linii či v její blízkosti). Porosty olší v podmínkách příznivých pro rozvoj patogenu mohou být významně postiženy (poškozena může být velká většina stromů v porostu – až 50 – 90(100)%. Nakonec pravděpodobně dochází k ustavení určité oscilující rovnováhy mezi hostitelem a parazitem. K ustavení této rovnováhy dochází zhruba tehdy, když se olše na složení břehového porostu nepodílejí více než jen několika desítkami procent. V tomto stavu je ovšem stabilizační funkce zbylého porostu olší podstatně menší, protože i přeživší stromy mají obvykle značně poškozenou část kořenového systému v břehové linii. V případě masivního napadení porostu může dojít k jeho úplné destrukci.

Patogen obvykle není schopen vyhubit celý porost či lokální populaci olší – to pouze v případě masivní infekce, značně exponovaného (mokřadní olšina se stabilně vysokou hladinou spodní vody) či stresovaného porostu (např. povodněmi). V dlouhodobě napadených porostech pak můžeme vidět skupiny výmladků (s omezenými kořenovými systémy, které obvykle nemají vliv na stabilitu břehu), vzrostlé původní a do větší či menší míry poškozené exempláře (s redukovanými kořenovými soustavami a hojícími se poraněními na bázích kmenů) a jen několik málo zcela zdravých jedinců, které patrně jen díky náhodě infekci nebo jejímu většímu dopadu unikly. Významným způsobem se v poškozených porostech projevuje rezavec lesknavý (*Inonotus radiatus*), který kolonizuje obnažené dřevo krčků a způsobuje bílou hnilobu dřeva, v jejímž důsledku dochází často ke zlomům kmenů poškozených olší v pařezových částech. Je zřejmé, že na tocích se značným výskytem *P. alni* nebude do budoucna možné zakládat a udržet funkční a zdravé břehové porosty s výrazně dominantní olší.

Dopad *P. alni* ve vodohospodářství lze zhruba sledovat ve dvou směrech. Jednak v nutnosti odstranit odumřelé či odumírající olše (jejich kořenové systémy jsou nejen nefunkční, ale vzhledem ke značné křehkosti dřeva olší tu existuje akutní riziko pádů kmenů či jejich částí a dalších škod) a nahradit je novou dostatečně efektivní a stanovištně odpovídající výsadbou, což s sebou nese další

problémy např. v určení skladby dřevin. Druhý dopad lze vidět ve změněné statice břehů v důsledku porušení ochranné stabilizační funkce olšových výsadeb a jejich kořenových systémů. V důsledku napadení břehového porostu olší dochází k rychlé a významné redukci prokořenění břehu a tím k relativně rychlým změnám ve stabilitě. Následkem snížené stability břehů pak může docházet k jejich mechanickému narušování příčným prouděním a erozi, později pak ke změnám v jejich tvaru a tvaru koryt, ke vzniku tůní, k podemílání kořenových systémů skupin výmladků a jejich pádů do koryta, ke změnám v průtočnosti a k dalším, s tím spojeným, důsledkům. Tyto změny mohou z ochranářského hlediska být v určitém směru dokonce pozitivní a v nevyužívaných oblastech je jistě nelze hodnotit apriori záporně. V oblastech využívaných či dokonce osídlených mohou mít ale v dlouhodobější perspektivě lokálně značně negativní význam, zejména na tocích s vyšším kolísáním průtoků.

Je tedy zřejmé, že největší význam patogenu bude na tocích, které nemají regulované břehy a kde je stabilita břehů založena na porostech stromových výsadeb s dominantní olší – tedy na menších a středních tocích ve středních a nižších polohách, meandrujících v nivách s břehovými porosty založenými na olších (či s přítomnými zbytky společenstev mokřadních nebo jasanových olšin). Jako další faktor, který pak bude nutno vzít v úvahu při posouzení dopadu patogenu na stabilizační funkci porostů olší, je plocha povodí, výkyvy v množství srážek a tedy v objemech průtoků a zvýšené nároky na zpevnění břehů. Je velmi pravděpodobné, že na úsecích toků s vyššími frekvencemi abnormálně vysokých průtoků a záplav budou alespoň některé břehové porosty olší častěji vystavovány stresům, vliv patogenu a v důsledku i mechanické poškození břehů tam pak může mít významnější dopad.

Shrnutí: Hlavní dopady patogenu z hlediska ochrany břehů lze identifikovat ve dvou oblastech – poškození ochranných břehových porostů jako takových a následné poškození břehů, které nejsou chráněny odumřelými kořenovými systémy napadených dřevin. V místech s výraznějším výskytem *P. alni* nebude možné obnovit plně funkční břehové porosty s dominantní olší.

3.1.3. Shrnutí klíčových informací

1. Olše lepkavá je obtížně nahraditelná dřevina zejména v břehových porostech na menších tocích s menším sklonem a s nižším břehem. Vzhledem k velmi efektivnímu kořenovému systému, který dokonale chrání břeh, je v některých lokalitách téměř nezastupitelná. V některých oblastech ČR je olše klíčový taxon břehových porostů.

2. Olše má tendenci se samovolně intenzivně šířit v břehových porostech. V péči o porosty je nutno tento fakt vzít v úvahu.

3. Olše lepkavá snáší vysokou hladinu spodní vody, která se dlouhodobě může se pohybovat při povrchu půdy, nicméně je velmi citlivá vůči záplavám v letním období. Účinky záplav jsou komplexní včetně predispozice vůči *P. alni*. Pravděpodobně jakýkoliv stres může predisponovat olši vůči patogenu a většímu dopadu choroby.

4. V rámci ČR patogen *Phytophthora alni* jednoznačně nejvýznamněji poškozuje porosty s olší lepkavou.

5. V ČR se choroba objevuje spíše ve středních a nižších polohách a v zásadě je její výskyt téměř absolutně omezen na břehové porosty vodních toků a nádrží a na porosty doprovodné. Nejvíce napadenými biotopy jsou údolní jasanovo-olšové luhy, mokřadní olšiny a umělé olšové výsadby podél toků.

6. Riziko zavlečení patogenu do lesních porostů v ČR je reálné, šíření v lesních porostech může mít pravděpodobně identický průběh a dopad jako v sousedním Bavorsku.

7. Patogen v ČR zdomácněl a stal se součástí stanovišť břehových porostů a mokřadních olšin. Patogen způsobuje největší škody v Jihočeském kraji a v dalších oblastech Čech, směrem na

východ jeho současný význam klesá. Patogen se šíří jak v místech výskytu tak i dále na východ a v budoucnu se rozšíří i do dalších, dosud nezasažených oblastí.

8. Pro *P. alni* je typické šíření zejména podél vodních toků směrem po proudu. Velmi pravděpodobnými dlouhodobými zdroji infekce v krajině mohou být chovné rybníky a úseky toků pod nimi. Patogen pravděpodobně může být zavlékán ve vodě s násadou ryb. Potenciálně značný význam do budoucna může mít šíření s infikovaným školkařským materiálem olší.

9. Šíření patogenu je velmi rychlé v rámci lokality i toku a probíhá v prvních fázích skrytě.

10. Nominátní a nejvíce patogenní poddruh *Phytophthora alni* subsp. *alni* tvoří dominantní část populace patogenu – nebezpečnost choroby je v rámci ČR všude vysoká.

11. Choroba se častěji vyskytuje na zaplavovaných místech a lokalitách s dlouhodobou vysokou hladinou vody. Na stresovaných olších (zejména povodněmi) patogen způsobuje podstatně větší škody. Povodně přispívají k šíření patogenu. Častěji jsou infikovány olše, jejichž krček se nachází v úrovni hladiny vody. Choroba se častěji vyskytuje v místech s pomalým prouděním vody.

12. Hlavní dopady patogenu z hlediska ochrany břehů lze identifikovat ve dvou oblastech – poškození ochranných břehových porostů jako takových a následné poškození břehů, které nejsou chráněny odumřelými kořenovými systémy napadených dřevin. V místech s výraznějším výskytem *P. alni* nebude možné obnovit plně funkční břehové porosty s dominantní olší.

3.2. Ochrana a opatření

Opatření k omezení šíření a vlivu patogena jsou v rámci celé Evropy stále ve stádiu vypracovávání a ověřování a řada z nich nemusí být plně účinná či vždy použitelná. Obecně lze říci, že ochrana olší v břehových porostech je komplikovaná a to zejména tehdy, pokud lze předpokládat permanentní zásobování porostu infekčním inokulem splavovaným z horních partií toku.

3.2.1. Prevence

Prevence rozvoje choroby a rozpadu porostů je nejdůležitějším krokem v managementu porostu olší a břehových porostů obecně. Jakmile dojde k zavlečení patogenu, jeho eradikace je problematická a málo pravděpodobná. Proto je potřeba pokusit se uchránit alespoň nejcennější mokřadní olšiny, drobnější či větší izolovaná povodí a další porosty před invazí patogenu. Dále je zapotřebí uchránit dosud zdravé porosty před zásadním dopadem invaze a největšími škodami prováděním vhodných pěstebních zásahů ještě před rozvinutím choroby.

Mj. z těchto důvodů lze doporučit vést evidenci o rozšíření patogenu (toky, kilometráže, lokality), možných zdrojích šíření, nejvíce invazibilních lokalitách a také o porostech a oblastech, kde hrozí největší škody a to jak ekonomické, tak ekologické. Pro tuto práci a práce další (vyhledávání ohnisek choroby, práce v porostech) je samozřejmě potřeba dostatečně proškolit technický personál. Je také zjevné, že zde by měl navázat další výzkum mj. s využitím geostatistických metod.

Shrnutí: Je nutno vyškolit kvalitní personál, který bude schopen identifikovat symptomy choroby a kvalifikovaně provádět práce v porostech. Je nutná evidence výskytu choroby a je vhodné provádět kvalifikované odhady jejího dalšího postupu. Je potřebné provádět důsledně navrhovaná opatření v zasažených porostech i v porostech dalších, u kterých lze předpokládat napadení v blízkém budoucnu.

3.2.2. Lesnické školky

3.2.2.1. Školkařský materiál

Jedním ze základních způsobů šíření *P. alni* je šíření spolu s infikovaným materiálem ze školek (Gibbs et Lonsdale 1998, Jung et Blaschke 2004). Z výzkumů provedených v zahraničí vyplývá, že infikovaný materiál byl vždy zakoupen z velkých školkařských podniků, které se zabývají nejen přímou produkcí ale i nákupem a další distribucí materiálu. V podobných podnicích je velká migrace materiálu z různých oblastí a riziko zavlečení a následné rozšíření infekce je poměrně značné. Naproti tomu patogen nebyl zjištěn ve školkách, kde se pěstovaly sazenice z vlastních semen.

Rizikovým faktorem se ukázala rovněž zálivka, pokud byla voda k zavlažování čerpána z toků s infikovanými olšemi.

Při nákupu sazenic je vhodné zaměřit se na identifikaci symptomů možného napadení – nekróz krčků, shnilých kořenů, chlorotického olistění. V případě podezření je vhodné sazenice ponechat v karanténě na bezpečném místě do odeznění efektu potenciálně použitých fungicidů (cca 1 – 2 měsíce) a případnému objevení se typických symptomů choroby.

Vhodný je nákup materiálu z vlastních či ověřených zdrojů.

Shrnutí: Je vhodné provádět výsadby olší s použitím zdravého a kontrolovaného materiálu.

3.2.2.2. Opatření ve školkách

V lesních školkách patří k možným opatřením pravidelná kontrola zdravotního stavu sazenic olší (zejména v letních měsících), dezinfekce závlahové vody či změna jejího zdroje (nelze doporučit zejména čerpání závlahové vody z povrchových zdrojů – zejména vodních toků) a změna sortimentu pěstovaného materiálu na plochách s výskytem *P. alni* minimálně po tři roky. Samozřejmě lze doporučit desinfekci pracovního nářadí, techniky, čištění obuvi a další postupy při podezření infekce (viz dále). Doporučit lze pěstování materiálu z místních ověřených zdrojů (při dovozu materiálu cizího nelze vždy zaručit absenci infekce, což platí zejména pro velké školky zabývající se výkupem a dalším prodejem materiálu).

Shrnutí: V lesních školkách je možné efektivně provádět řadu opatření (změna pěstebních postupů, změna zdroje zavlažovací vody, změna sortimentu, použití fungicidů atd.), kterými je možné docílit produkce zdravých sazenic olší.

3.2.2.3. Přehled přípravků použitelných proti *P. alni*

V lesních školkách lze doporučit použití přípravků chemických i biologických, kterých je dostupné poměrně velké množství s různými typy účinku (Tab. 2).

Nejpoužívanější fungicidy s aktivitou proti hnilobám kořenů a bází stromů způsobovaných patogeny z rodu *Phytophthora* jsou metalaxyl a fosetyl-Al. Aplikují se vesměs zálivkou do půdy k bázi dřevin, případně sprejem, namočením sazenic, nátěrem bází kmenů či poranění, injektáží anebo granulemi. Obecně se doporučuje používat kombinaci systemických a kontaktních fungicidů, což moderní komerční přípravky obvykle splňují. Důvodem je samozřejmě kombinace několika různých způsobů potlačení patogena (často se jako druhý fungicid používá mancozeb, který má kontaktní a preventivní účinky a inhibuje např. klíčení zoospor).

Substrát lze v případě potřeby (např. pro přípravu místa pro novou výsadbu) a za současného podezření přítomnosti infekce dezinfikovat půdními fumiganty.

Vhodné je doplnit ošetření fungicidy také dalšími postupy, které mohou vést k potlačení patogenu (úprava vodního režimu, provzdušnění substrátu, změna pH substrátu, dodání mikroelementů apod.).

Tab. 2 – Přehled přípravků použitelných proti *Phytophthora alni* ve školkách

Obchodní název	Účinná látka
ACROBAT MZ WG	dimetomorf 90 g/kg, mancozeb 600 g/kg
ALIETTE BORDEAUX	fosetyl-Al 250 g/kg + oxychlorid mědi 420 g/kg
ALIETTE 80 WG	fosetyl-Al 800g/kg
BASAMID GRANULÁT	dazomet 970g/kg
FLOWBRIX	oxychlorid měďnatý 660/g/l
CUPROCAFFARO	oxychlorid mědnatý 869,6 g/kg
KUPRIKOL 250 SC	oxychlorid mědnatý 420 g/l
KUPRIKOL 50	oxychlorid mědnatý 840 g/kg
MIKAL M	fosetyl-Al 44 % + mancozeb 26 %
POLYVERSUM	*Pythium oligandrum* $1x10^6$ spor/g
PREVICUR 607 SL	propamokarb 607 g/l
PROPLANT	propamokarb-hydrochlorid 722 g/l
RIDOMIL GOLD COMBI PEPITE	metalaxyl-M 50 g/kg + folpet 400 g/kg
RIDOMIL GOLD MZ PEPITE	mancozeb 640 g/kg + metalaxyl-M 40 g/kg
RIDOMIL GOLD MZ 68 WP	mancozeb 640 g/kg + metalaxyl-M 40 g/kg
RIDOMIL GOLD PLUS 42.5 WP	oxychlorid mědi 40 % + metalaxyl-M 2,5 %
SUPRESIVIT	*Trichoderma harzianum* Rifai aggr. 14×10^9 spor/g

3.2.2.4. Popis účinku a použití přípravků

Měďnaté přípravky se používají vesměs k přímé ochraně rostlin, přičemž určující je koncentrace Cu^{2+} iontů. Většinou se aplikují postřikem. Jejich použití je kontaktní, preventivní a/nebo kurativní. Měďnaté přípravky lze kombinovat s jinými fungicidy, např. s metalaxylem (obchodní název Ridomil Gold Plus 42,5 WP) nebo s fosetylem-Al (Aliette Bordeaux).

Metalaxyl a další fenylamidy patří mezi systemické fungicidy. Jsou to ochranné látky, které jsou translokovány rostlinou, většinou xylémem, výjimečně i floémem. Jejich efektivita je tedy výrazně větší (nehrozí tolik smývání dešťovými srážkami) a působí delší dobu. Metalaxyl inhibuje syntézu rRNA, což vede k omezení až zastavení růstu patogena, protože na ribozómech dochází k syntéze proteinů. Klíčení zoosporangií a encystovaných zoospor inhibuje nepatrně, protože tyto struktury mají ribozómů pro vyklíčení dostatek. Pro použití na dřevinách je možné provést aplikaci postřikem, nátěrem a injektáží. Metalaxyl se aplikuje také do půdy, odkud se dostává do kořenů a do celé rostliny. Opakované použití metalaxylu na jedné lokalitě vede ovšem postupně k jeho rychlejší biodegradaci půdní mikroflórou (Erwin & Ribeiro, 1996).

Fosetyl-Al a produkt jeho rozkladu, kyselina fosforečná, je specifický fungicid s odlišným působením na různé druhy patogenů, přičemž často také rozhoduje způsob aplikace a místo napadení. Při použití fosetylu-Al (resp. kys. fosforečné – účinnou látkou je fosforečný anion) je inhibována tvorba sporangií již při koncentracích kolem 1 - 2 μg/ml kys. fosforečné. Růst mycelia je inhibován až při řádově vyšších koncentracích a efekt se spíše projevuje jako fungistatický než fungitoxický. Fungicid potlačuje rovněž klíčení zoospor. Metabolismus a aktivita patogenu jsou použitím přípravku změněny takovým způsobem, že obranný mechanismus hostitele je vytvořen rychleji a může být účinnější (například se zvyšuje tvorba fytoalexinů). Společný efekt fungicidu a funkčního obranného systému hostitele je letální. Transport tohoto fungicidu v rostlinách probíhá velmi dobře oběma směry. Přípravek lze aplikovat injektáží, postřikem, zalitím, natěrem poškozených míst aj. Jeho použití může být preventivní i kurativní, přípravek lze s úspěchem použít i při chronických chorobách (Erwin & Ribeiro, 1996).

Karbamát propamokarb má omezenou systemickou aktivitu a používá se vesměs proti chorobám kořenů a krčků rostlin. Lze ho používat jak preventivně tak kurativně postřikem, zálivkou, nátěrem či injektáží.

Dimetomorf inhibuje klíčení zoospor a sporangií za velmi nízkých koncentrací a v některých případech je pro patogen letální. Tento fungicid ovlivňuje procesy řídící tvorbu buněčných stěn patogenů. Jeho účinky jsou srovnatelné s fenylamidy, je lokálně systemický a ochranný a lze ho použít např. v případech, kde se setkáme s kmeny rezistentními vůči metalaxylu. Způsob použití je obdobný jako u ostatních látek (Erwin & Ribeiro, 1996).

Biologické přípravky jsou v současné době schváleny v ČR dva – preparát Polyversum s oosporami mykoparazitické houby *Pythium oligandrum* a Supresivit obsahující konidie *Trichoderma harzianum*. Jejich účinost může být nižší než přípravků chemických, nicméně velkou výhodou je jejich šetrnost k prostředí.

Shrnutí: Jako fungicidní přípravky s účinkem proti *P. alni* lze doporučit zejména látky s obsahem metalaxylu, fosetylu-Al, propamokarbu, dimetomorfu a oxychloridu mědi. Je vhodné používat systemické fungicidy a přípravky kombinované. Vhodné je střídat použití různých fungicidů.

3.2.3. Možnost introdukce patogenu s vodou

Patogen se v ČR primárně šíří podél vodních toků. Velmi pravděpodobně jsou významnými primárními zdroji a ohnisky infekce v krajině chovné rybníky a jejich soustavy. Existuje vážné podezření, že patogen může být zavlékán spolu s násadou ryb ze zamořených lokalit (výtažníků, komorových rybníků, sádek) do hlavních chovných rybníků a dalších lokalit (včetně vodních toků), odkud se pak patogen šíří dál už samovolně. Řešením problému by byla lokalizace zdrojů infekce v povodí rybníků využívaných v prvních fázích výroby (plůdek a násada) a eliminace či redukce těchto zdrojů.

Při převozu násady do chovných rybníků a jinam by bylo vhodné používat vodu bezpečných povrchových zdrojů (případně ze studní či vrtů) a nikoliv přímo z rybníka – zdroje infekce. V rámci procesů souvisejících s transportem násady a jejím skladováním by mělo být průběžně desinfikováno a čištěno používané zařízení a nádrže.

Sádky s velkými objemy a obraty ryb (u kterých lze předpokládat, že mohou mít významnou roli v zavlékání patogenu) by měly mít zabezpečený zdroj vody prostý infekce (likvidace zdroje infekce, změna zdroje vody, filtrace). Jako velmi významný prvek v managementu se opět jeví kontrola a případná úprava břehových porostů kolem vodního zdroje sádky.

Oblast vyžaduje další výzkum. Velmi prospěšná by mohla být spolupráce na úrovni správce toku, rybářství, rybářského svazu a ochrany přírody (např. na Třeboňsku).

Shrnutí: Chovné rybníky jsou velmi pravděpodobnými významnými zdroji infekce. Při vypouštění násady ryb pravděpodobně může docházet k zavlékání infekce. Vhodná je spolupráce mezi správcem toků, rybářstvími, rybářským svazem a ochranou přírody. Problematika vyžaduje další výzkum.

3.2.4. Práce v napadených porostech

Další možností, jak zpomalit postup invaze a snížit množství potenciálních škod, je úprava hospodaření v napadených porostech olší (nebo které jsou dostatečně invazibilní, viz dále).

Odstraňování napadených dřevin a prevence šíření patogenu do zdravých porostů jsou v zásadě jedinou metodou ochrany v systémech, kde je nízká hladina inokula a kde nelze použít z nějakých důvodů jiná efektivní opatření (např. postřik fungicidem). Při pracích v napadených porostech je samozřejmě nutné dodržovat určité bezpečnostní a hygienické zásady (viz výše).

3.2.4.1. Kácení v lesních porostech

V případě napadení lesních porostů může být celý porost nebo jeho napadená část vykácena. Experimentálně bylo zjištěno (Jung & Blaschke 2006), že efekt kácení a výmladkového hospodaření v napadených lesních výsadbách olší, které byly infikovány už ze školky, je mizivý (olše v lesních porostech měly napadené drobné kořeny na kterých patogen přežil). V letech následujících po kácení jednotlivé stromy postupně stále hůře obrážely a výmladky častěji odumíraly. V tomto případě lze spolehlivě patogen eliminovat z lokality pouze změnou pěstované dřeviny, což může být na řadě stanovišť problém. Vzhledem k tomu, že *P. alni* subsp. *alni* pravděpodobně netvoří trvalá stádia a je citlivá vůči kompetici ze strany ostatních mikroorganismů (viz Černý & al. 2011, Jung & Blaschke 2004 aj.), lze očekávat, že po cca 3 letech by bylo možné na lokalitě znovu olše vysadit. Razantní kácení napadených lesních výsadeb lze spíše doporučit (samozřejmě s ohledem na další funkce porostu, ochranu přírody atp.), protože může dojít k likvidaci celého ohniska jako zdroje infekce pro širší okolí.

Shrnutí: V lesních porostech je odstranění napadených olší a jejich (i dočasná) náhrada jinou dřevinou (pokud to nároky stanoviště umožní) vhodnou možností, jak snížit množství infekčního inokula na lokalitě a v jejím okolí.

3.2.4.2. Probírky v břehových porostech

Probírky v břehových porostech, na rozdíl od kácení v lesních výsadbách, mohou přinést částečný efekt (srv. Gibbs 2003, Jung & Blaschke 2006). Příčina je pravděpodobně v tom, že stromy v lesních výsadbách mají obvykle napadené kořeny, zatímco dřeviny v břehových porostech (a typicky v linii břehu) bývají kolonizovány přímo na krčcích plovoucími zoosporami (Jung & Blaschke 2004), takže dochází k nekrotizaci částí krčků, kořenů ve svahu břehu pod místem napadení a pletiv bází kmenů nad ním. Část kořenového systému směrem k břehu zůstává mnohdy delší dobu zdravá či úplně infekci přežije. Napadený strom (kmen) je obvykle značně poškozen nebo odumře, nicméně z přeživších pletiv pařezu jedinec často obráží. (Samozřejmě u těchto přeživších stromů dochází k poklesu ochranné funkce kořenového systému a mohou následovat změny ve stabilitě břehu a eroze.) Obrost vytvořený na části přeživšího pařezu samozřejmě vybízí k výmladkovému hospodaření – to ale má v břehových porostech značné technické nedostatky (viz. výše, Válek 1977) a minimálně by měla následovat opakovaná probírka výmladků. Tento postup lze s jistými omezeními doporučit, ale poslouží pouze pro dočasné oddálení vlastního řešení.

Probírky a kácení v břehových porostech mohou mít více cílů, které by teoreticky mohly napomoci při řešení situace. Cílem může být a) redukce množství inokula na lokalitě (redukce rozsahu živých pletiv hostitele, na kterých se patogen aktuálně množí), 2) preventivní redukce množství kolonizovatelného substrátu na lokalitě (např. při běžných probírkách, viz výše) a tedy snížení pravděpodobnosti uchycení patogenu či spíše omezení jeho vlivu na lokalitě, 3) likvidace důsledků rozvoje choroby v porostu. V současné době samozřejmě probíhá kácení spíše s posledním cílem.

Efekt kácení s cílem eliminovat zdroj inokula je vzhledem k tomu, že se patogen obvykle dostatečně namnoží dříve, než jsme za běžných podmínek schopni zaznamenat poškození břehového porostu, sporný. Význam by toto kácení mohlo mít teoreticky v případě nalezení a eradikace drobných ohnisek výskytu patogenu v horních partiích toků, prameništích, v okolí rybníků používaných k chovu plůdku a násady a zejména v lesních výsadbách. Jakmile se totiž populace patogenu ustaví, je již velmi problematické zabránit masivnímu šíření infekce v napadeném porostu a dále po proudu toku a je prakticky nemožné ho z břehového porostu trvale eliminovat. Velký význam má každé nové ohnisko choroby právě jako zdroj inokula, jímž budou dříve či později infikovány zdravé břehové porosty olší a dostupné mokřadní olšiny dále po spádnici a po proudu (přičemž může dojít k dalšímu šíření patogenu např. ve školkách a sádkách, viz. výše). Razantní eliminace drobných ohnisek může ovšem být problematicky přijímána ze strany ochrany přírody a krajiny, samospráv, vlastníků pozemků atd.

Preventivní probírky s cílem snížit množství substrátu, který patogen může kolonizovat, mohou mít dlouhodobě značný význam ve spojení s dosadbami dalších dřevin a spolu s kvalitní dlouhodobou péčí o porost. Při těchto probírkách je zapotřebí snížit podíl olší v břehové linii a v její blízkosti (cca 2 – 5 m; šířka závisí zejména na výšce břehu, dostupnosti vody, morfologii koryta aj.). Při probírkách je zejména vhodné se zaměřit na úseky a stanoviště, kde situace nevyžaduje výraznější přítomnost olší. V tomto ohledu může lokálně situaci komplikovat značná pařezová výmladnost olše a snadné šíření semeny. Zmlazení olší později může konkurovat žádoucím dřevinám – je tedy možné doporučit uměřené a cílené použití roundupu.

Shrnutí: Kácení symptomatických a poškozených stromů z důvodu redukce populace patogenu nemá zásadní význam (patogen se množí spíše na asymptomatických či lehce poškozených stromech s dostatkem zdravých pletiv; takovéto stromy jsou obvykle ovšem z řady důvodů shledány jako nevhodné k odstranění). Preventivní probírky a snížení podílu olší a jejich náhradu jinými, stanovištně odpovídajícími taxony dřevin lze jednoznačně doporučit ve vybraných invazibilních úsecích břehových porostů (břehové linii).

3.2.4.3. Sanační kácení poškozených olší v břehových porostech

Sanační kácení odumřelých a odumírajících olší je samozřejmě nutné z praktických a zřejmých důvodů. Z dosavadních zkušeností vyplývá, že v porostech s dominantní olší, které jsou značně napadeny *P. alni*, musí proběhnout více vln kácení. Typické je to např. pro střední a dolní úseky řek (např. Ohře, Berounka a přítoky, Jihlava, Lužnice atp.) drobné meandrující toky v nivách (Moravská Dyje, Mastník) atd. Zdravotní situace porostu po probírce se sice napohled zlepší, nicméně vzhledem k tomu, že proces infekce a namnožení patogenu probíhá na krčcích a kořenech víceméně symptomatických dřevin, se vlastně nic podstatného v průběhu epidemie nemění. obvykle pak po dvou až čtyřech letech je nutno v napadeném porostu znovu zasáhnout, takže se práce v porostech prodražují. Na druhou stranu extrémně rozsáhlé kácení může břeh a břehovou linii ještě více destabilizovat.

Obecně lze k odstranění doporučit dřeviny s více než cca 50 % proschnutím koruny nebo cca 50 % poškozením obvodu krčku nebo kořenů (pokud je napadení kořenů viditelné). Tyto dřeviny sice mohou invazi patogenu přežít, ale jejich poškození je obvykle takového rázu, že i kdyby na nich nedošlo k dalšímu rozvoji infekce, tak budou několik let živořit a nakonec odumřou v důsledku poškození sekundárními parazity nebo dojde k jejich pádu vzhledem k infekci odhaleného krčku dřevokaznými houbami a následnému rozvoji hniloby (viz výše).

Shrnutí: Z hlediska poškození lze jednoznačně doporučit k odstranění dřeviny s více než 50% poškozením krčku či proschnutím koruny. Na více poškozených dřevinách dochází k rozvoji dalších patogenů, které mohou být příčinou jejich úhynu.

3.2.4.4. Práce v porostech, těžba dřeva, skládkování

Kácení v napadených porostech či oblastech by mělo probíhat ve zvláštním režimu, který by zaručil, aby byla minimalizována míra nechtěného zavlékání patogenu v rámci těžených porostů a zejména aby nedošlo k zavlečení patogenu na další lokality.

Kácení napadených stromů musí probíhat jen v nejchladnějších měsících roku, kdy je patogen nejméně aktivní (druhá polovina zimy) – sníží se riziko šíření patogenu při práci v porostech i zavlečení patogenu s materiálem či na pracovním nářadí a technice jinam. Velmi riskantní je těžba, přeprava a skládkování infikovaného materiálu v teplých měsících roku a počátkem zimy.

Infekční agens se může objevit přímo v materiálu, který je zpracováván – infikovány jsou zpravidla dolní části kmenů (zejména spodní vrstvy kůry, vodivá pletiva), nicméně při práci může snadno dojít k infekci jakékoliv živé části kmenů a větví, se kterými se pracuje, infekční mohou být rovněž piliny. Patogen se také vyskytuje v půdě (mycelium, zoospory) v okolí napadených stromů nebo na kořenech (agens tedy může ulpívat na mechanizaci, obuvi atp.), atd.

Samozřejmostí je dbát na opatrnost při práci v napadených porostech obecně, např. při stavebních pracích. V případě podezření kontaminace lze doporučit očištění, omytí či desinfekci pracovního nářadí, kontaminovaných částí techniky, obuvi (např. Savo nebo Persteril ve spreji).

Při postupné práci ve více porostech, z nichž některé mohou být infikovány, lze doporučit nejprve práce v porostech zdravých a posléze přejít do porostů podezřelých a napadených. Pravidla by měla zejména platit, pokud budou práce plánovány v téže době i v povodích či olšinách dosud nenapadených a prostorově (např. proti proudu) oddělených od lokalit s výskytem infekce. Podobně lze při zásazích na jednom toku postupovat shora po proudu dolů. V rámci porostu by se mělo postupovat podobně – od míst bez infekce k místům s výskytem choroby. Stromy s výskytem aktivních lézí na krčku, které budou určeny ke kácení, by měly být zřetelně označeny provozním technikem. Tyto stromy by měly být při těžbě odstraňovány z porostu jako poslední a se zvláštní opatrností, aby se minimalizovala možnost šíření infekce v rámci porostu.

Při likvidaci infekčního materiálu může v úvahu připadat pálení spodních částí infikovaných kmenů přímo na lokalitě (vhodné zejména při likvidaci primárních ohnisek) nebo na jiném bezpečném místě. Zbytky potenciálně infekčního materiálu (štěpiny, větve, špalky atd.) by měly být rovněž zlikvidovány (spáleny nebo bezpečně uloženy).

V místech, kde je možné akceptovat přiměřené použití Roundupu, lze na jaře zatřít živá pletiva pařezů akutně infikovaných stromů (dojde k odumření jak pletiv olše, tak následně patogenu).

Skládkování vytěženého materiálu. S vytěženým materiálem je nutno zacházet jako s infekčním – infikovány jsou zpravidla dolní části kmenů, nicméně v průběhu prací může dojít ke kontaminaci jakýchkoli živých pletiv olší, se kterými se pracuje. Vytěžený materiál nesmí být složen poblíž zdravých porostů olší (nebo dokonce v nich), případně v těsné blízkosti toků, kde se patogen dosud nevyskytuje, odvodňovacích příkopů, drenáží atp. Za mírných zim může patogen ve vytěženém materiálu přežívat poměrně dlouhou dobu – pokusně bylo zjištěno, že je schopen bez problémů dlouhodobě přežít teploty –2,5 °C a i krátkodobější sestupy pod –5 až –7,5 °C. Lze předpokládat, že při teplotách nad nulou, se patogen může ve vytěženém materiálu dokonce dále šířit (Černý & al. 2011a). Za vhodných teplotních a vlhkostních podmínek se na pletivech (např. v prasklinách borky) mohou vytvořit zoosporangia a zoospory spolu se splachy uniknout z místa skládky do porostu nebo do vodoteče.

Odumřelé dřeviny (a mrtvá pletiva obecně) nemohou být patogenem kolonizovány a lze s nimi normálně nakládat.

Shrnutí: Kácení v napadených porostech lze provádět jen v zimním období. Práce by nejprve měly probíhat v porostech zdravých a potom v napadených (po toku dolů atp.). V napadených porostech by dřeviny s akutním výskytem choroby, které jsou určeny k vykácení, měly být technikem viditelně označeny a v průběhu prací odstraňovány z porostu jako poslední a se zvláštní opatr-

ností. Infekční materiál by měl být zlikvidován. Velmi riskantní je přeprava infekčního materiálu a jeho skládkování na místech, kde hrozí únik infekce do vodních zdrojů a zdravých porostů.

3.2.4.5. Desinfekce techniky

Chlornan sodný (Savo) lze použít při dezinfekci techniky, pracovních nástrojů, obuvi a dalšího vybavení. K likvidaci zoospor by měla postačit koncentrace stejná jako u jiných druhů r. *Phytophthora* – tzn. 1 – 2 mg/l, zatímco pro likvidaci mycelia je zapotřebí koncentrace řádově vyšší, 20 – 50 mg/l případně až 100 – 200 mg/l. Při likvidaci patogenu v půdě se někdy musí použít koncentrace vyšší, až 200 – 500 mg/l (Erwin et Ribeiro 1996). Problémem může být skutečnost, že dochází k vyšší vazbě aktivní látky na organickou hmotu (k patogenu se pak dostane jen malé množství). Pro dezinfekci techniky a dalšího vybavení lze samozřejmě použít širší spektrum přípravků, např. kyselinu peroctovou (Persteril). Používaná technika by měla být očištěna a případně dezinfikována (postříkání sprejem) zejména tehdy, když může hrozit zavlečení patogenu jinam – tj. při přechodu práce z porostu napadeného do zdravého.

Shrnutí: Používanou mechanizaci a pracovní nářadí je vhodné čistit, případně dezinfikovat.

3.2.5. Management olše, náhradní dosadby, dlouhodobá péče

Všechna výše zmíněná opatření mohou dílčím způsobem zpomalit šíření infekce v povodí. Pokud však nedojde ke komplexní a trvalé změně hospodaření v břehových porostech (zejména v citlivých a invazibilních porostech), lze očekávat s velkou pravděpodobností následující škody:

1. Podstatně větší a dlouhodobější škody v břehových porostech s vyšším zastoupením olše; jejich náprava bude delší a dražší.
2. Odumření či značné poškození velké části nových dosadeb olší (v závislosti na vzdálenosti od břehové linie), které budou dosazovány do porostů již napadených (škody se mohou projevit až za cca 10 – 15 let, jakmile se dostatečně rozrostou kořenové systémy mladých olší).
3. V lokalitách, kde je výrazněji namáhaný břeh bez zpevnění (např. hlinitý břeh fixovaný jen kořenovými systémy olší) lze očekávat pokles jeho stability, erozi, změny v břehové linii, průtočnosti koryt a případně další doprovodné jevy.
4. Po odeznění vrcholu epidemie na jednotlivých tocích (trvání vrcholu epidemie lze těžko odhadovat, na základě vývoje na Mastníku se může velmi přibližně jednat o 10 – 15 let; pravděpodobně se délka trvání může v závislosti na faktorech prostředí velmi lišit), lze očekávat výraznější dosadby olší nebo jejich opětovné samovolné šíření. Poté, co mladé olše dorostou do větších rozměrů (resp. kořenové systémy mladých olší dosáhnou určitého rozsahu), dojde pravděpodobně k dalšímu výraznějšímu namnožení patogenu a nastartuje se nový cyklus epidemie.

3.2.5.1. Výsadby a pěstování olší – pravidla

V břehových (a lesních) porostech je obecně nutná výsadba zdravého materiálu olší (viz výše). Do napadených porostů, kde probíhá počátek či vrchol epidemie by neměly být dosazovány olše vůbec, protože mohou být snadno infikovány a může dojít k jejich odumření i během jednoho roku. Podobně není vhodné dosazovat olše do porostů, kde lze invazi v brzké době očekávat. S náhradními dosadbami olší je potřeba počkat minimálně do doby, dokud nedojde k poklesu množství infekčního inokula v prostředí na únosnou míru. Při dosadbách olší do poškozených je vždy vhodné zhodnotit stanovištní poměry a olše vysazovat na místa, kde je riziko infekce menší, případně olše dosazovat v omezeném a nezbytně nutném množství a na potřebná místa.

V břehových porostech s výskytem *P. alni* musí během následujících let klesnout podíl olše v břehové linii a v její bezprostřední blízkosti (cca 2 – 5 m) na míru, která bude odpovídat rovnováze mezi výskytem hostitele a patogenu. Olše by se v konečném stavu měly podílet na složení porostů s výskytem *P. alni* maximálně cca 20(30) %. Lze jednoznačně předpokládat, že situace si to stejně vynutí – rozdíl bude jen v ceně opatření a v délce procesu stabilizace. Samotné odstraňování odumřelých a poškozených olší v břehové linii a v břehovém porostu lze vnímat jen jako součást většího souboru opatření.

Náhradní dosadby olší by měly, pokud budou nutné, být zakládány výše ve svahu břehu tak, aby krček dřeviny nebyl v dosahu volné hladiny vody (maximálně s výjimkou jarních povodní) a aby se během předpokládaného následujícího vývoje břehové linie do kontaktu s vodou pokud možno nedostal.

Olše bude do budoucna nutné nahradit v postižených částech toků všude tam, kde bude možné najít vhodný ekologický a funkční ekvivalent (jiný náhradní taxon) a všude tam, kde podmínky prostředí budou podmiňovat výraznější rozvoj choroby (viz výše). Následující pravidla samozřejmě neplatí absolutně, ale jako obecná doporučení, která je za současných znalostí problému vhodné reflektovat.

Olši nebude nutno používat na místech, kde

1. je zpevněný břeh jiným způsobem (zához, rovnanina…) nebo je koryto a břehy kamenité a dostatečně stabilní
2. je minimální kolísání průtoků a břeh není namáhán (např. regulované úseky pod vodními díly, drobné vodoteče, aj.)
3. stanoviště umožňuje zdárný rozvoj dalších dřevin, funkčně i ekologicky adekvátních situaci

Olši nebude vhodné za současného výskytu *P. alni* používat

1. v monokulturních porostech
2. v místech s vysokou hladinou spodní vody (nízký břeh, jesepní břehy)
3. v místech s vysokým kolísáním hladiny vody a častými povodněmi
4. v místech s minimálním prouděním (malý sklon koryta, slepá ramena, nadjezí, výtopy atp.)
5. nízko v břehu – s krčky v břehové linii
6. v oblastech s dlouhodobou vysokou frekvencí výskytu patogenu (v blízkosti permanentního zdroje inokula – např. napadené mokřadní olšiny)
7. ve zdrojových oblastech vody pro výtažníky, komorové rybníky a sádky pro chov a skladování plůdku a násady

Olši bude možné použít

1. ve směsi s dalšími dřevinami
2. v málo invazibilních lokalitách a porostech
4. na místech s vyšším prouděním vody a sklonem koryta
5. na místech s nižší hladinou spodní vody
6. v místech se stabilnějšími průtoky a menším stresem
7. na místech, která vyžadují zpevnění kořeny olší (výsepní a namáhané břehy)
8. výše v břehu s krčky mimo omočený profil koryta

Shrnutí: Olši bude možné nahradit v porostech na dostatečně stabilních nebo zpevněných březích, v místech s minimálním kolísáním průtoků, v místech s malým zatížením břehů a v lokalitách, které umožní zdárný rozvoj jiných dřevin. Olše nebude možné v dosavadní míře pěstovat v podmínkách, které favorizují patogen, tj. v monokulturních porostech, v místech s extrémně vysokou hladinou spodní vody, v místech s častými záplavami, v místech s minimálním prouděním

vody nebo na březích stojatých vod a nízko v břehu s krčky v břehové linii. Olši bude možné používat ve směsi s jinými dřevinami, v málo invazibilních lokalitách a porostech, na místech s rychlejším prouděním vody nebo s nižší hladinou spodní vody, v místech se stabilnějšími průtoky a nízkým stresem. Za výše zmíněných podmínek bude za určitých ztrát možné olše udržet v břehových porostech tak, aby plnily alespoň lokálně ekologické, technické i krajinářské funkce. Jejich užití v březích by mělo být v první řadě vázáno na technické potřeby – primárně (alespoň v břehové linii) musí být olše používány na místech, která zpevnění kořenovými systémy akutně vyžadují a ve spektru použitelných dřevin nebude možné nalézt vhodný ekvivalent.

3.2.5.2. Náhradní dosadby dřevin

Pěstování vícedruhových břehových porostů může mít pozitivní dopad v několika oblastech. Velmi významné je obecné zvýšení diverzity na stanovišti (a to nejenom dřevin, ale zejména závislých druhů). Ve vícedruhových porostech lze vhodnou kombinací dřevin a rozvržením výsadeb dosáhnout vyššího ochranného efektu. Vícedruhové porosty bývají málokdy kompletně destruovány při nejrůznějších kalamitách a epidemiích chorob – typickým příkladem je právě dopad fytoftorového onemocnění olší v druhově chudých porostech s dominantní olší. Pokud by patogen invadoval do druhově pestřejších porostů, obecně by škody byly nižší, protože by byly poškozeny jen olše jako část porostu a velmi pravděpodobně by řada olší mohla být poškozena méně anebo vůbec vzhledem k pravděpodobným nižším hladinám inokula. Podobně lze čekat, že stabilita břehů by byla méně ohrožena. Mimoto je obnova částečně postiženého porostu samozřejmě mnohem jednodušší a levnější než obnova porostu celého.

V postižených porostech lze vysazovat většinu taxonů dřevin, které se běžně vyskytují ve společenstvech měkkých, tvrdých luhů a jasanovo-olšových luhů, mokřadních vrbin a dalších společenstev kolem vod. Ke zpevnění souvisejících svahů se rovněž nabízí poměrně široká škála dřevin (Tab. 2). Hlavními faktory, ke kterým je potřeba přihlédnout při volbě druhového složení dosadeb je samozřejmě výšková zonace společenstev, požadavky stanoviště (zejména hladina vody, dále např. expozice, sklon), technické požadavky na zpevnění břehu (eroze) a svahu (sesuvy), ekofyziologické nároky jednotlivých taxonů dřevin a technické charakteristiky kořenových systémů dřevin (mnohdy je pro odpovídající dřevinu potřeba zvolit vhodné mikrostanoviště) a nakonec i fytopatologická rizika.

Jako náhradní dřeviny zejména vhodné ke zpevnění břehů lze uvést vrby (bílou, křehkou, křovité vrby), střemchu hroznovitou, jasan ztepilý, javor klen, lípu malolistou, topol bílý a topol černý (včetně jejich kříženců), dub letní a jilmy.

Jako nevhodné dřeviny do břehových porostů a navazujících porostů lze považovat obecně cizí dřeviny, ovocné dřeviny, dále břízu, osiku, buk, třešeň, smrk, jedli, modřín atd.

Z fytopatologického hlediska je nutno reflektovat v první řadě grafiózu jilmů (a zejména ekologické nároky přenašečů) a nekrózu jasanů, které mohou výrazně poškodit či zahubit dosadby i celé plně vzrostlé porosty.

Je rovněž zřejmé, že adekvátní náhradu za olši lepkavou a olši šedou (vzhledem k jejich unikátnímu kořenovému systému a ekofyziologickým vlastnostem) nebude možné najít. V tomto směru je vhodné navázat studiem rezistence olše, výběrem odolných genotypů a šlechtěním.

Shrnutí: V břehových porostech s dominantní olší je zapotřebí snížit podíl olší v břehové linii a v její blízkosti. Je nutné do břehových porostů zavádět další stanovištně a technicky odpovídající dřeviny, jimiž bude olše alespoň částečně nahrazena. Jako nejvhodnější druhy lze uvést pro stanoviště s vysokou hladinou spodní vody vrbu bílou, vrbu křehkou, střemchu hroznovitou, topol černý, topol bílý, jasan ztepilý a jilm vaz. Na místech s nižším stresem pak lze vhodně použít např. dub letní, javory klen a mléč, jilm horský, jilm habrolistý, lípy srdčitou a velkolistou a jiné dřeviny. V kontextu obnovy bude vhodné používat ve větší míře křoviny, např. křovité vrby (vrbu nachovou,

v. popelavou, v. trojmužnou a v. košíkářskou), krušinu olšovou, brslen evropský, lísku obecnou a kalinu obecnou. Dřeviny bude nutné používat v souladu s jejich ekofyziologickými nároky a požadavky stanoviště.

Tab. 2. Nástin přehledu dřevin, které je možno použít v břehových a doprovodných porostech

taxon	Užití v břehových porostech	V doprovodných porostech (na svazích)	Tolerance k vyšší hladině spodní vody vody	Poznámka
Stromy				
Borovice lesní		++	+	světlomilná
Dub letní	++	++	++	vysoká konkurence
Habr obecný		++		pomalý růst
Jasan ztepilý	++	++	++	nekróza jasanu
Javor babyka	+	++	+	pomalý růst
Javor klen	++	++	+	
Javor mléč	++	++	+	řidší kořenový systém než klen
Jeřáb obecný		++		nesnáší poranění
Jilm habrolistý	+	++	++	grafióza
Jilm horský	++	+	++	grafióza
Jilm vaz	++	+	++	grafióza
Lípa srdčitá	++	++	+	
Lípa velkolistá	++	++	+	
Olše lepkavá	++		++	fytoftorové onemocnění
Olše šedá	++	+	++	fytoftorové onemocnění
Střemcha hroznovitá	++	++	++	
Topol bílý	++		++	kořeny z návětrné strany
Topol černý	++		++	kořeny z návětrné strany
Vrba bílá	++		++	
Vrba křehká	++		++	
keře				
Bez černý	+	+	+	
Brslen evropský	++	++	++	
Kalina obecná	++	++	++	
Krušina obecná	++	++	++	
Líska obecná	+	++	++	
Olšička zelená	++	++	+	omezený areál, *P. alni*
Ptačí zob obecný	+	++	+	
Svída krvavá	+	++	+	
Tavolník vrbolistý	++	+	++	omezený areál
Vrby – křovité*	++	+	++	fixace břehů
Zimolez černý	++	++	++	

* např. vrba nachová, v. popelavá, v. košíkářská, v. trojmužná a některé další v omezených areálech

3.2.5.3. Průběžné probírky a péče o porosty, prevence

V břehových porostech samozřejmě opakovaně a dlouhodobě probíhají probírky a dosadby různých dřevin bez ohledu na přítomnost *P. alni*. Je velmi žádoucí, aby na tocích a v oblastech, kde se choroba ještě nevyskytuje, už byla péče o břehové porosty přizpůsobena budoucí invazi – alespoň ve výrazně invazibilních porostech. Bylo by tak možno předejít pravděpodobně velkým ztrátám, zejména v některých oblastech (např. v Ostravské pánvi) a alespoň zčásti se vyvarovat situace, která probíhá v některých nejvíce napadených oblastech Čech (povodí Vltavy, povodí Ohře). Management takových porostů by měl podléhat podobným zásadám a v principu by mělo postupně dojít ke snížení podílu olše zejména v břehové linii a v její blízkosti všude tam, kde to je možné a zvýšení podílu dalších ekologicky a technicky vhodných dřevin.

Shrnutí: Při pěstebních zásazích v dosud nenapadených porostech by měla být preventivně uplatňována pravidla v klíčových bodech stejná, jako v porostech napadených (snížení podílu olše, zvýšení podílu dalších, stanovištně a technicky odpovídajících dřevin). Pokud tato opatření budou uplatněna včas, může být výrazně omezeno riziko rozpadu porostů a nejhorších ztrát v budoucnu.

3.3. Shrnutí ochranných opatření

1. Je nutno vyškolit kvalitní personál, který bude schopen identifikovat chorobu a provádět kvalifikovaně práce v porostech. Je nutná evidence výskytu choroby a je vhodné provádět kvalifikované odhady jejího dalšího postupu. Je potřebné provádět důsledně navrhovaná opatření v zasažených porostech i v porostech dalších, u kterých lze předpokládat napadení v blízkém budoucnu.

2. Při výsadbách olší používat zdravý a kontrolovaný materiál.

3. V lesních školkách je možné efektivně provádět řadu opatření (změna pěstebních postupů, změna zdroje zavlažovací vody, změna sortimentu, použití fungicidů atd.), jejichž pomocí je možné docílit produkce zdravých sazenic olší.

4. Jako fungicidní přípravky s účinkem proti *P. alni* lze doporučit zejména látky s obsahem metalaxylu, fosetylu-Al, propamokarbu, dimetomorfu a oxychloridu mědi. Je vhodné používat systemické fungicidy a přípravky kombinované. Vhodné je střídat použití různých fungicidů.

5. Chovné rybníky jsou velmi pravděpodobnými významnými zdroji infekce. Při vypouštění násady ryb pravděpodobně může docházet k zavlékání infekce. Vhodná je spolupráce mezi správcem toků, rybářstvími, rybářským svazem a ochranou přírody. Problematika vyžaduje další výzkum.

6. V lesních porostech je odstranění napadených porostů olší a jejich (i dočasná) náhrada jinou dřevinou (pokud to nároky stanoviště umožní) vhodnou možností, jak snížit množství infekčního inokula v lokalitě a jejím okolí.

7. Kácení v napadených porostech lze provádět jen v zimním období. Práce by nejprve měly probíhat v porostech zdravých a potom v napadených (po toku dolů atp.). V napadených porostech by dřeviny s akutním výskytem choroby, které jsou určeny k vykácení, měly být technikem viditelně označeny a v průběhu prací odstraňovány z porostu jako poslední a se zvláštní opatrností. Infekční materiál by měl být zlikvidován. Velmi riskantní je přeprava infekčního materiálu a jeho skládkování na místech, kde hrozí únik infekce do vodních zdrojů a zdravých porostů.

8. Používanou mechanizaci a pracovní nářadí je vhodné čistit, případně dezinfikovat.

9. Kácení symptomatických a poškozených stromů z důvodu redukce populace patogenu nemá zásadní význam (patogen se množí spíše na asymptomatických či lehce poškozených stromech s dostatkem zdravých pletiv; takovéto stromy jsou obvykle ovšem z řady důvodů shledány jako nevhodné k odstranění). Preventivní probírky a snížení podílu olší a jejich náhradu jinými, stanovištně odpovídajícími taxony dřevin lze jednoznačně doporučit ve vybraných invazibilních úsecích břehových porostů (břehové linii).

10. Z hlediska poškození lze jednoznačně doporučit k odstranění dřeviny s více než 50% poškozením krčku či proschnutím koruny. Na více poškozených dřevinách dochází k rozvoji dalších patogenů, které je mohou zahubit.

11. Olši bude možné nahradit v porostech na dostatečně stabilních nebo zpevněných březích, v místech s minimálním kolísáním průtoků, v místech s malým namáháním břehů a v lokalitách, které umožní zdárný rozvoj jiných vhodných dřevin. Olše nebude možné v dosavadní míře pěstovat v podmínkách, které favorizují patogen, tj. v monokulturních porostech, v místech s extrémně vysokou hladinou spodní vody, v místech s častými záplavami, v místech s minimálním prouděním vody nebo na březích stojatých vod a nízko v břehu s krčky v břehové linii. Olši bude možné používat ve směsi s jinými dřevinami, v málo invazibilních lokalitách a porostech, na místech s rychlejším prouděním vody, místech s nižší hladinou spodní vody, se stabilnějšími průtoky a s

nízkým stresem. Za výše zmíněných podmínek bude za určitých ztrát možné olše udržet v břehových porostech tak, aby plnily alespoň lokálně ekologické, technické i krajinářské funkce. Jejich užití by mělo ovšem v první řadě být vázáno na technické potřeby v březích – primárně (alespoň v břehové linii) musí být olše používány na místech, která zpevnění kořenovými systémy akutně vyžadují a ve spektru použitelných dřevin nebude možné nalézt vhodný ekvivalent.

12. V břehových porostech s dominantní olší je zapotřebí snížit podíl olší v břehové linii a v její blízkosti. Je nutné do břehových porostů zavádět další stanovištně a technicky odpovídající dřeviny, jimiž bude olše alespoň částečně nahrazena. Jako nejvhodnější druhy lze uvést pro stanoviště s vysokou hladinou spodní vody vrbu bílou, vrbu křehkou, střemchu hroznovitou, topol černý, topol bílý, jasan ztepilý a jilm vaz. Na místech s nižším stresem pak lze vhodně použít např. dub letní, javory klen a mléč, jilm horský, jilm habrolistý, lípy srdčitou a velkolistou a jiné dřeviny. V kontextu obnovy bude vhodné používat ve větší míře křoviny, např. křovité vrby (vrbu nachovou, v. popelavou, v. trojmužnou a v. košíkářskou), krušinu olšovou, brslen evropský, lísku obecnou a kalinu obecnou. Dřeviny je nutno vysazovat v souladu s jejich ekofyziologickými nároky a požadavky stanoviště.

13. Při pěstebních zásazích v dosud nenapadených porostech by měla být preventivně uplatňována pravidla v klíčových bodech stejná, jako v porostech napadených (snížení podílu olše, zvýšení podílu dalších, stanovištně a technicky odpovídajících dřevin). Pokud tato opatření budou uplatněna včas, může být výrazně omezeno riziko rozpadu porostů a nejhorších ztrát v budoucnu.

4. Závěr

Fytoftorové onemocnění olší způsobené invazním patogenem *Phytophthora alni* je vážným problémem v porostech s dominantní olší. Onemocnění se typicky vyskytuje v břehových porostech a v dalších porostech vodou významně ovlivněných – údolních jasanovo-olšových luzích a v mokřadních olšinách. Patogen do současné doby v ČR způsobil značné ztráty a dále se šíří a to nejen v místech svého výskytu, ale obsazuje další území směrem na východ. Je naprosto zřejmé, že patogen v ČR zdomácněl a stal se běžnou součástí některých typů stanovišť a společenstev a je s ním nutno nadále počítat v péči o invadované porosty a společenstva.

Předložená metodika představuje integrovaný soubor opatření (agrotechnických, biologických, chemických a dalších), které, pokud budou akceptovány, mohou výrazně přispět ke snížení škod, které invaze zmíněného organismu přináší. Účelem metodiky je dlouhodobě udržet vliv *P. alni* v břehových porostech na takové úrovni, aby nebyly narušeny jejich funkce ekologické, technické a další.

Předložená metodika je vypracována na základě vlastních terénních i laboratorních sledování provedených v rámci výzkumného projektu VaV SP/2d1/36/07 a publikovaných výsledků zahraničních fytopatologů a odráží současný stav poznání v tomto oboru. Je zřejmé, že se stav poznání bude dále rozvíjet a lze předpokládat, že metodiku bude nutno v budoucnu modifikovat či rozšiřovat a to i na základě zpětné vazby, kterou přinese aplikace první verze metodiky.

Předložená metodika řeší problematiku péče o porosty napadené *P. alni* pokud možno integrovaným způsobem a na úrovni současných znalostí v oboru. Je ale zřejmé, že při současném obecně neuspokojivém stavu břehových porostů, je nutno k jejich obnově přistupovat komplexně a předložená metodika je jen určitou součástí komplexních opatření, která jsou připravována v rámci projektu NAZV QI 92A207.

5. Srovnání novosti postupů

Předkládaná metodika obsahuje nový postup, vyvinutý pro hospodaření v břehových porostech s olší lepkavou napadených invazním patogenem olší *Phytophthora alni*. Metodika je určena v první řadě pro technické a odborné pracovníky Povodí ČR., LČR, ochrany přírody a dalších subjektů, kteří zodpovídají za hospodaření v břehových porostech vodních toků. Metodika je určena i pro pracovníky dalších institucí a subjektů podléhajícím rezortům MZe a MŽP – např. SRS nebo AOPK. Předkládaná metodika je v rámci ČR zcela nová.

6. Popis uplatnění metodiky

Metodika je především určena zaměstnancům subjektů podléhajících rezortům MZe a MŽP, zejména jednotlivým povodím (PVL, POH aj.), AOPK ČR, LČR, SRS a dalším.

Metodika bude uplatněna v péči o břehové porosty s dominantní olší poškozené v důsledku invaze nebezpečného patogenu olší – *Phytophthora alni* a o porosty, které tímto patogenem mohou být poškozeny v budoucnu.

7. Ekonomické aspekty

Zhodnocení finančních aspektů dopadu *P. alni* v ČR je velmi obtížné, protože invaze stále probíhá a areál patogenu není ustálený a proto, že vyčíslení škod je metodicky obtížné. Pro ilustraci lze velmi hrubě odhadnout část škod, které patogen způsobil jen na závodě Horní Vltava – kde došlo k odumření mnoha desítek tisíc olší. Škody v důsledku odumření porostů olší se pohybovaly kolem 30 – 500 mil. Kč na 10 tis. olší v závislosti na použité metodice oceňování dřevin (Koch/VÚKOZ 2009, AOPK ČR 2009 a MF 456/08 Sb.) a to jsou jen škody odvíjející se od počtů odstraněných dřevin.

Reálné náklady spojené s invazí patogenu (odstranění dřevin, následná výsadba) lze vyjádřit na 100 m standardního poškozeného břehového porostu s dominantní olší (spon 7 m, 50% olší odumřelých či téměř odumřelých, zbytek napaden s perspektivou kácení do 5ti let – nezahrnuto v ceně) následovně (asanace 22 tis. Kč, náhradní výsadba: 69 tis., rozvojová péče 52 tis., celková cena 144 tis. Kč/100m (Bulíř in Černý et al. 2010a; ceny prací dle Katalog popisů a směrných cen stavebních prací, ÚRS Praha 2009; výsledné ceny jsou odvozeny od cen prací v r. 2010, cena vč. 20% DPH). Pokud uvážíme, že v současné době jsou napadeny stovky km břehových porostů, které bude nutno rekonstruovat, tak se dostáváme k částkám pohybujícím se v řádu stovek milionů až miliard Kč (částka 1 mld. Kč zhruba odpovídá nákladům na rekonstrukci břehových porostů vodního toku o délce 500 km). Pro porovnání lze uvést, že Povodí Vltavy, státní podnik v současné době spravuje cca 25 tis. km vodních toků. Při odhadu známých škod lze z výše známých skutečností odvodit, že patogen způsobil škody na jejichž odstranění a následnou rekonstrukci porostů bude potřeba vynaložit cca 205 mil. Kč/10 tis. odumřelých olší.

Při výpočtu škod metodou služeb ekosystémů, které zohledňují produkci kyslíku, klimatizační službu atd. (Seják et al. 2003; v teoretické rovině se lze ovšem opírat o celou řadu dalších publikací a výzkumů) při průměrném sponu vzrostlých olší 4 × 4 m lze vypočíst, že výše zmíněné ztráty pro státní podnik Povodí Vltavy, závod Horní Vltava, dosáhly 600 mil.Kč/rok/10 tis. odumřelých olší. Reálné škody jsou ovšem vyšší (do odhadu lze navíc zahrnout redukci funkcí přeživších stromů) a pohybují se pravděpodobně v řádu několika desítek mld. Kč.

8. Seznam použité související literatury

BRASIER, C.M., ROSE, J., GIBBS, J.N. (1995): An unusual Phytophthora associated with widespread alder mortality in Britain. Plant Pathol., 44: 999–1007.

BRASIER, C.M., KIRK, S.A., DELCAN, J., COOKE, D.E.L., JUNG, T., MAN IN'T VELDT, W.A. (2004): *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. Mycol. Res., 108: 1172–1184.

ČERNÝ K., GREGOROVÁ B., HOLUB V. & STRNADOVÁ V. (2003): First finds of „alder-*Phytophthora*" in the Czech Republic. Czech. Mycol., 55: 291–296.

ČERNÝ K., GREGOROVÁ B., STRNADOVÁ V. & HOLUB V. (2006): *Phytophthora alni* – a Serious Invasive Pathogen of Alders in the Czech Republic. Kniha příspěvků, XVII česká a slovenská konference o ochraně rostlin, ČZU, Praha, 190–195.

ČERNÝ K. & STRNADOVÁ V. (2010): Phytophthora Alder Decline: Disease Symptoms, Causal Agent and its Distribution in the Czech Republic. Plant Prot. Sci., 46: 12–18.

ČERNÝ K., BAROŠ A., BULÍŘ P., GABRIELOVÁ Š, GREGOROVÁ B., HAVRDOVÁ L., HRUBÁ T., KOZLÍKOVÁ K., MRÁZKOVÁ M., PILAŘOVÁ P., STRNADOVÁ V. & VELEBIL J. (2010a): Obnova a dlouhodobý, přírodě blízký management břehových porostů vodních toků. Roční zpráva projektu QI92A207. 45 s.

ČERNÝ K., STRNADOVÁ V., GREGOROVÁ B. & MRÁZKOVÁ M. (2010b): Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk – identifikace choroby, odběr vzorků. Certifikovaná metodika. VaV SP-2d1/36/07. Certifikace 1.2.2011 MŽP (čj. 6405/ENVV/11, 110565/ENV/10), 26 p.

ČERNÝ K., STRNADOVÁ V. & FILIPOVÁ N. (2011a): Can global warming affect the survival and impact of *P. alni* subsp. *alni*? Proceedings of the Fifth International IUFRO Working Party 7.02.02 Meeting at Montesclaros, Spain, 23-27 May 2011. Abstracts Book, 90 – 91.

ČERNÝ K., STRNADOVÁ V. & HRUBÁ T. (2011b): Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v České republice.- Specializovaná mapa s odborným obsahem. NAZV QI 92A207. Certifikace 18.3.2011 MZe (č.j. 54683/2011-MZE). 4 p.

ERWIN D.C. & RIBEIRO O.K. (1996): Phytophthora diseases worldwide. APS, St. Paul, 562 s.

GIBBS J.N., CECH T., JUNG T. & STREITO J.-C. (2003): Field studies on dissemination of the alder *Phytophthora* and disease development. In: GIBBS J.N., DIJK VAN C., WEBBER J. (eds.), *Phytophthora* disease of alder in Europe. Forestry Commission, Edinburgh, 55–64.

GIBBS J.N., LIPSCOMBE M.A. & PEACE A.J. (1999): The impact of *Phytophthora* disease on riparian populations of common alder (*Alnus glutinosa*) in southern Britain. Eur. J. For. Pathol., 29: 39–50**.**

GREGOROVÁ B. & ČERNÝ K. (2003): Chřadnutí olší ve světě a u nás.- Zprávy Les. Výzkumu, 48: 123–124.

CHYTRÝ M., KUČERA T. & KOČÍ M. /eds./ (2001): Katalog biotopů české republiky. AOPK ČR, Praha, 304 s.

CHYTRÝ M., KUČERA T., KOČÍ M., GRULICH V. & LUSTYK P. /eds/ (2010): Katalog biotopů České republiky. 2. vydání, AOPK ČR, Praha, 445 s.

JANČAŘÍK, V. (1993): Usychání olší. Les. Práce, 72: 14–16.

JUNG, T. & BLASCHKE, M. (2004): *Phytophthora* root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes of spread and possible management strategies. Plant Pathol., 53: 197–208.

JUNG T. & BLASCHKE M. (2006): Management strategies for the Phytophthora root and collar rot epidemic of alders in Bavaria. In: BRASIER C.M., JUNG T., OSSWALD W. /eds./: Progress in Research on Phytophthora Diseases of Forest Trees. Forest Research, Farnham, 61–66.

KONG P., LEA-COX J.D. & HONG C.X. (2012): Effect of electrical conductivity on survival of *Phytophthora alni*, *P. kernoviae* and *P. ramorum* in a simulated aquatic environment. Plant Pathol., http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3059.2012.02614.x/full.

KOZLOWSKI T.T. (1997): Responses of woody plants to flooding and salinity [online]. Three Physiology Monograph No. 1 [cit. 2007–26–11]. Victoria, Heron Publishing. s. 1–29. Dostupný z WWW:< http://heronpublishing.com/tp/monograph/kozlowski.pdf>.

MARCAIS B., HUSSON C., AGUAYO J. & ELEGBEDE F. (2007): Epidemiology of the Alder Phytophthora. In: GOHEEN E., FRANKEL S.J.M. /tech. coords./, Phytophthoras in Forest and Natural Ecosystems. USDA Forest Service, Albany, 303.

MORAVEC J., HUSOVÁ M., CHYTRÝ M. & NEUHÄUSLOVÁ Z. (2000): Přehled vegetace České republiky, sv. 2. Hygrofilní, mezofilní a xerofilní opadavé lesy. Praha, Academia, 2000. 319 s.

NEUHÄUSLOVÁ Z. (2003): Přehled vegetace České republiky, sv. 4. Vrbotopolové luhy a bažinné olšiny a vrbiny. Academia, Praha, 78 s.

PANCER-KOTEJOWA E. & ZARZYCKI K. (1980): Zarys ekologii. s. 229–257. In Bialobok S. /ed./: Olsze. Pańswowe wydawnictwo naukove, Poznań, 350 s.

PLÍVA K. (1987): Typologický klasifikační systém ÚHÚL.ÚHÚL, Brandýs nad Labem. 52 s.

SEJÁK J., DEJMAL I. & al. (2003): Hodnocení a oceňování biotopů České republiky. 429 s.

SCHUMACHER J., LEONHARD S., GRUNDMANN B.M. & ROLOFF A. (2006): New alder disease in Spreewald biosphere reserve – causes and incidental factors of an epidemic. Nachricht. Deut. Pflanzenschutz., 58: 140–147.

STRNADOVÁ V., BREJCHOVÁ P. & ČERNÝ K. (2007): Olše lepkavá, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. a její chřadnutí na modelovém příkladu břehových porostů řeky Lomnice.- Acta Průhoniciana 86: 15–38.

STRNADOVÁ V., ČERNÝ K., BREJCHOVÁ P., GREGOROVÁ B., HOLUB V. & GABRIELOVÁ Š. (2006): The Epidemy of Alder Decline in the Czech Republic – the Effect of *Phytophthora alni* and Floods in 2002. Kniha příspěvků, XVII česká a slovenská konference o ochraně rostlin, ČZU, Praha, 356–361.

STRUKOVÁ S., VOSÁTKA M. & POKORNÝ J. (1996): Root symbioses of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. and their possible role in alder decline: A preliminary study. Folia Geobot. Phytotax., 31: 153–162.

THOIRAIN B., HUSSON C. & MARÇAIS B., 2007. Risk factors for the *Phytophthora*-induced decline of alder in northeastern France. Phytopathology, 97: 99–105.

ÚRADNÍČEK L., MADĚRA P., KOLIBÁČOVÁ S. & ŠEFL J. (2001): Dřeviny České republiky. Matice lesnická, Písek, 333 s.

VÁLEK Z. (1977): Lesní dřeviny jako vodohospodářský a protierozní činitel. SZN, Praha, 203 s.

VYHLÍDKOVÁ I., PALOVČÍKOVÁ D., RYBNÍČEK M., ČERMÁK P. & JANKOVSKÝ, L. (2005): Some aspects of alder decline along the Lužnice River. J. For. Sci., 51: 381–391.

9. Seznam publikací, které předcházely metodice

ČERNÝ K. (2011): Nebezpečné patogeny lesních dřevin *Phytophthora alni* a *Chalara fraxinea*: rozšíření, význam a možná rizika vyplývající z jejich zdomácnění. Zpr. Ochr. Lesa 15: 71–75.

ČERNÝ K., STRNADOVÁ V. & FILIPOVÁ N. (2011): Can global warming affect the survival and impact of *P. alni* subsp. *alni*? Proceedings of the Fifth International IUFRO Working Party 7.02.02 Meeting at Montesclaros, Spain, 23-27 May 2011. Abstracts Book, 90 – 91.

ČERNÝ K., STRNADOVÁ V. & HRUBÁ T. (2011): Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v České republice.- Specializovaná mapa s odborným obsahem. NAZV QI 92A207. Certifikace 18.3.2011 MZe (č.j. 54683/2011-MZE). 4 p.

ČERNÝ K. & STRNADOVÁ V. (2010): Phytophthora Alder Decline: Disease Symptoms, Causal Agent and its Distribution in the Czech Republic. Plant Prot. Sci., 46: 12–18.

STRNADOVÁ V., ČERNÝ K., HOLUB V. & GREGOROVÁ B. (2010): The effects of flooding and *Phytophthora alni* infection on black alder.- J. For. Sci., 56:41–46.

ČERNÝ K., STRNADOVÁ V., GREGOROVÁ B., MRÁZKOVÁ M. (2010): Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk – identifikace choroby, odběr vzorků. Certifikovaná metodika. VaV SP-2d1/36/07. Certifikace 1.2.2011 MŽP (čj. 6405/ENVV/11, 110565/ENV/10). 26 p.

CERNY K., GREGOROVA B., STRNADOVA V., HOLUB V., TOMSOVSKY M. & CERVENKA M. (2008): *Phytophthora alni* causing the decline of black and gray alders in the Czech Republic. Plant Pathol., 57: 370

ČERNÝ K., STRNADOVÁ V. & GABRIELOVÁ Š. (2008): Nové poznatky o rozšíření *Phytophthora alni* Brasier et al. 2004 v ČR. Mykol. Listy 104: 56.

ČERNÝ K., STRNADOVÁ V., GREGOROVÁ B., HOLUB V. & GABRIELOVÁ Š. (2008): Nový invazní patogen *Phytophthora alni* a epidemické chřadnutí břehových porostů olší v ČR. Ochr. Přír., 63: 6–9.

STRNADOVÁ V., ČERNÝ K. & GABRIELOVÁ Š. (2008): *Phytophthora alni* a povodně – dva hlavní faktory zodpovědné za chřadnutí olší v ČR. Les. Práce, 87: 20–21.

STRNADOVÁ V. & ČERNÝ K. (2007): Současné poškození břehových porostů olší z pohledu ochrany krajiny. In: Dreslerová et Packová /ed./ Ohrožené dřeviny České republiky, Geobiocenologické spisy, 12: 180–183.

STRNADOVÁ V., BREJCHOVÁ P. & ČERNÝ K. (2007): Olše lepkavá, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. a její chřadnutí na modelovém příkladu břehových porostů řeky Lomnice. Acta Průhoniciana 86: 15–38.

ČERNÝ K., GREGOROVÁ B., STRNADOVÁ V. & HOLUB V. (2006): *Phytophthora alni* – a Serious Invasive Pathogen of Alders in the Czech Republic.- Kniha příspěvků, XVII česká a slovenská konference o ochraně rostlin, Praha, 12.14.9. 2006, 190–195.

ČERNÝ K., GREGOROVÁ B., STRNADOVÁ V., HOLUB V. & MRÁZKOVÁ M. (2006): Poznámky k metodice odběru vzorků dřevin pro fytopatologické vyšetření s důrazem na choroby houbového původu. Rostlinolékař, 17: 27–29.

ČERNÝ K., GREGOROVÁ B., STRNADOVÁ V., HOLUB V. & MRÁZKOVÁ M. (2006): Poznámky k metodice odběru vzorků dřevin pro fytopatologické vyšetření s důrazem na choroby houbového původu.- Rostlinolékař, 17: 27–29.

STRNADOVÁ V., ČERNÝ K., BREJCHOVÁ P., GREGOROVÁ B., HOLUB V. & GABRIELOVÁ Š. (2006): Chřadnutí olší v České republice – role *Phytophthora alni* a povodní v r. 2002. Mykol. Listy, 97: 46–47.

STRNADOVÁ V., ČERNÝ K., BREJCHOVÁ P., GREGOROVÁ B., HOLUB V. & GABRIELOVÁ Š. (2006): The Epidemy of Alder Decline in the Czech Republic – the Effect of *Phytophthora alni* and Floods in 2002.- Kniha příspěvků, XVII česká a slovenská konference o ochraně rostlin, Praha, 12.14.9. 2006, 356–361.

ČERNÝ K., GREGOROVÁ B., HOLUB V. & STRNADOVÁ V. (2003): First finds of „alder-*Phytophthora*“ in the Czech Republic. Czech. Mycol., 55: 291–296.