

10. Přirozená odolnost a trvanlivost dřeva.

Dřevo i materiály na jeho bázi je přírodním konstrukčním materiálem, nalézajícím pro své výhodné mechanické a fyzikální vlastnosti stále široké uplatnění ve stavebnictví – v minulosti, v současné době a pravděpodobně i v budoucnosti. Bohužel vzhledem ke své chemické skladbě a anatomické struktuře je trvanlivost dřeva i výrobků z něj značně omezená; dřevo je napadáno a postupně destruováno celou řadou biotických škůdců (houby, plísňe, hmyz, cizopasně rostliny) i abiotickými činiteli (ohně, povětrnost, záření atd.), přičemž dřevokazné houby, protože ničí základní stavební prvky dřeva (celulózu a/nebo lignin) jsou jedním z nejvýznamnějších škůdců dřeva.

Pro posouzení a stanovení rizika napadení konkrétní dřevěné konstrukce zabudované v určitém prostředí dřevokaznými houbami a pro kvalifikovaný odhad její životnosti jsou rozhodující tyto dva faktory, které je nutno znát:

- a) parametry prostředí, v němž bude dřevo zabudováno, tj. obecně řečeno stanovit třídu jeho ohrožení;
 - b) přirozenou odolnost dřeva, které bude použito na konstrukci, proti dřevokazným houbám.
- Znalost a vyhodnocení těchto základních faktorů pro konkrétní podmínky pak m. j. umožňuje kvalifikovaně posoudit nutnost případné další ochrany konkrétní dřevěné konstrukce i její způsob – konstrukční, chemická aj.

Jednotlivé třídy ohrožení dřeva biotickými škůdci definuje a parametry klasifikace stanovuje soustava mezinárodních evropských norem EN 335 – 1, 2, 3; platná samozřejmě i v ČR (je členem CEN).

Zásady klasifikace a hlavní parametry jsou uvedeny v tabulce č. 1.

V tuzemsku se třída ohrožení 5 nevyskytuje a podle zkušeností naší laboratoře působí dřevokazné houby relativně největší škody na dřevu zabudovaném v třídě ohrožení 2 (vlhké, uzavřené a neklimatizované prostory v interiérech staveb).

Přirozená trvanlivost dřeva je jeho odolnost proti napadení dřevokaznými organismy. Pro jednotlivé dřeviny se zkouší metodami popsány v příslušných evropských normách a výsledky se porovnávají s výsledky referenčních dřevin. Na základě zkušebních výsledků se přirozená trvanlivost konkrétní dřeviny proti napadení biotickými škůdci klasifikuje:

- pěti třídami u napadení houbami;
- třemi třídami u napadení dřevokazným hmyzem;
- třemi třídami u napadení termity a mořskými škůdci (v tuzemsku se nevyskytují).

Přirozenou trvanlivost dřeva definuje, jednotné metody jejího zjišťování a způsoby klasifikace stanovuje a přirozenou trvanlivost i impregnovatelnost vybraných dřevin používaných v Evropě uvádí evropské normy EN 350 – 1, 2 (rovněž převzaté ČR) a to:

EN 350 – 1 je návodem na zkoušení a klasifikaci přirozené trvanlivosti dřeva;

EN 350 – 2 je přehledem údajů o přirozené trvanlivosti a impregnovatelnosti vybraných dřevin používaných v Evropě.

Přirozenou odolnost dřeva proti dřevokazným houbám je možno podle EN 350–1 experimentálně stanovit a/nebo ověřit:

- a) polní zkouškou,
- b) laboratorní zkouškou.

Polní zkouška se provádí podle EN 252 (4. třída ohrožení – exteriér v kontaktu se zemí) nebo i podle EN 330 (3. třída ohrožení – exteriér bez kontaktu se zemí). Jsou to zkoušky dlouhodobé, trvající minimálně 5 let (i více než 10 let) a zjistí se při nich skutečná přirozená odolnost testované dřeviny (její životnost) proti komplexnímu působení biotických škůdců i abiotických činitelů v konkrétním regionu, v porovnání s odolností referenční (neodolné) dřeviny – bělového dřeva buku lesního a/nebo borovice lesní.

Klasifikace přirozené odolnosti dřeva proti dřevokazným houbám na základě výsledků polních zkoušek provedených podle EN 252 je patrná z tabulky č. 2.

Kromě nesporných výhod provádění a interpretace polních zkoušek do praktického života, existuje i celá řada nedostatků této metody, např.:

- zkoušky jsou dlouhodobé a jsou ukončeny až po úplné destrukci zkušebních těles (stupeň napadení 4);
- výsledky jsou závislé na konkrétním místě realizace (regionu) a klimatických podmínkách; jejich zobecnění je problematické;
- prozatím nepostihují významnou expozici – interiér s vysokou vlhkostí (2. třída ohrožení);
- způsob vyhodnocení je individuální (vizuální) a závisí na praxi a zkušenostech posuzovatele.

V naší laboratoři realizujeme polní expoziční zkoušky již více než 25 let (od r. 1974) a na základě zkušeností jsme rozšířili způsob hodnocení napadení zkušebních

těles z pouze vizuálního na sledování poklesu jejich mechanických parametrů, zvláště modulu pružnosti v ohybu nedestruktivní metodou. Některé zajímavé výsledky získané v průběhu našich zkoušek uvádíme v tabulce č. 3 spolu s kritérii pro vizuální klasifikaci napadení při polní zkoušce podle EN 252.

Laboratorní zkoušky je možno realizovat v zásadě dvěma metodami:

- a) podle EN 113 – zjistí se odolnost testovaného dřeva proti dřevokazným houbám Basidiomycetes – hnědá a bílá hniloba dřeva;
- b) podle ENV 807 – zjistí se odolnost testovaného dřeva proti dřevokazným houbám Ascomycetes – měkká hniloba dřeva.

Laboratorní zkouška podle EN 113 je klasická mykologická zkouška na agar-sládové živné půdě, při které se zjišťuje hmotnostní úbytek zkušebních těles po jejich 16-týdenní expozici v čisté kultuře konkrétní dřevokazné houby Basidiomycetes. Klasifikace přirozené odolnosti dřeva proti dřevokazným houbám na základě výsledků laboratorní zkoušky provedené podle EN 113 je zachycena v tabulce č. 4 a jsou zde uvedeny i základní podmínky této mykologické zkoušky, jak ji realizujeme v naší laboratoři.

Laboratorní zkouška podle ENV 807 (v r. 2002 inovována) je mykologická zkouška v přírodním půdním substrátu (nesterilizované zahradní zemině), při které se zjišťuje hmotnostní úbytek zkušebních těles po jejich až 32-týdenním uložení v aktivním substrátu. Dřevo je při ní napadáno nejen dřevokaznými houbami (především Ascomycetes), ale i dalšími půdními mikroorganismy, bakteriemi apod.; zkouška je fakticky laboratorní verzí polní zkoušky se všemi jejími přednostmi i nedostatky. Klasifikaci přirozené odolnosti dřeva proti dřevokazným houbám a mikroorganismům způsobujícím „měkkou hnilobu“ na základě výsledků laboratorní zkoušky provedené podle ENV 807 uvádíme v tabulce č. 5 spolu se základními podmínkami této mykologické zkoušky, jak ji provádíme v naší laboratoři.

Hodnotícím kritériem obou popsaných laboratorních metod zjišťování přirozené odolnosti dřeva proti dřevokazným houbám je hmotnostní úbytek zkušebních těles v průběhu zkoušky. Jedná se sice o objektivní ukazatel s přímou návazností na mechanické parametry dřeva (jeho užitné vlastnosti), ale bohužel málo citlivý; již nízké hmotnostní úbytky (do cca 5 %) způsobují významný pokles některých mechanických parametrů dřeva, zvláště houževnatosti (až o cca 35 %). V tabulce č. 6 uvádíme porovnání hmotnostních úbytků a poklesu houževnatosti dřeva při laboratorních mykologických zkouškách, zjištěné naší laboratoří.

V závěru této přednášky jsou v tabulkách č. 7 a 8 uvedeny hodnoty přirozené odolnosti některých vybraných jehličnatých a listnatých dřevin používaných v Evropě. Přehled byl zpracován podle EN 350 – 2 (třídy odolnosti jednotlivých dřevin) a doplněn o odhad jejich pravděpodobné trvanlivosti v středoevropském regionu, v exteriéru a v kontaktu se zemí (4. třída ohrožení) vypočtený na základě polních zkoušek prováděných naší laboratoří.

Je ale nutné upozornit, že v přednášce prezentované výsledky a z nich odvozené údaje o předpokládané trvanlivosti dřeva korespondující s EN 350 – 1, 2, nevyjadřují automaticky skutečnou životnost (dobu služby) prvků dřevěných konstrukcí, zvláště mechanicky namáhaných, protože pokles pevnostních parametrů dřeva je rychlejší než viditelný stupeň jeho poškození a navíc je dřevo obvykle vždy napadáno a destruováno celým komplexem škůdců i abiotických činitelů společně; ne každým druhem izolovaně a/nebo postupně. Životnost dřevěných prvků a konstrukcí může být pak významně (až nepříjemně) zkrácena, a proto především v náročných expozicích (2. až 4. třídy ohrožení) má nezastupitelnou úlohu účinná a komplexní ochrana dřeva – konstrukční a/nebo chemická. Její řešení je jedním z nosných programů VVÚD Praha, Výrobní zkušební laboratoře v Březnici.

Tabulka č. 1

Definice tříd ohrožení dřeva biotickými škůdci – klasifikace podle EN 335-1, 2, 3

Třída ohrožení dle EN 335	Charakteristické vlivy a podmínky	Prostředí a příklady použití	Biotičtí škůdci dřeva ^{x)}
0	vlhkost dřeva vždy nižší než 10 %	klimatizované interiéry s relativní vlhkostí max. 60 % (obytné místnosti)	žádné
1	vlhkost dřeva 10 % ÷ 20 %	neklimatizované suché interiéry (půdní prostory, krovy)	I
2	vlhkost dřeva někdy může přesáhnout 20 %	neklimatizované interiéry s relativní vlhkostí vzduchu i více než 80 % (sklepy, prádelny)	F _B , I, P, B
3	vlhkost dřeva často větší než 20 % + působení povětrnosti	exteriéry, ale bez kontaktu se zemí (venkovní obklady a konstrukce)	F _B , I, P, B
4	vlhkost dřeva stále vyšší než 20 % + působení povětrnosti a kontakt se zemí	dřevo zabudované do země a/nebo vody (i částečně) (sloupy, pražce, chlad. věže)	F _A , F _B , I, P, B
5	vlhkost dřeva stále vyšší než 20 % + působení mořské vody	dřevo zabudované do mořské vody (i částečně) (lodě, zařízení přístavů)	mořští škůdci F _A , F _B

Pozn.: ^{x)} význam symbolů:

I dřevokazný hmyz

F_A houby Ascomycetes (měkká hniloba)

F_B houby Basidiomycetes (hnědá a bílá hniloba)

B dřevozbarvující houby (zamodráání)

P plísně

Tabulka č. 2

Přirozená odolnost dřeva proti dřevokazným houbám - určená na základě výsledků polních zkoušek provedených podle EN 252

Třída odolnosti podle EN 350-1, 2	Průměrná životnost zkušebních těles zjištěná zkouškou podle EN 252
--	---

číselné označení	slovní klasifikace	vyjádřená jako násobek životnosti referenčních těles $x^x)$	při průměrné životnosti referenčních těles 5 roků
1	velmi trvanlivé	více než 5 x	více než 25 roků
2	trvanlivé	3,0 x ÷ 5,0 x	(15 ÷ 25) roků
3	středně trvanlivé	2,0 x ÷ 3,0 x	(10 ÷ 15) roků
4	málo trvanlivé	1,2 x ÷ 2,0 x	(6 ÷ 10) roků
5	netrvanlivé	méně než 1,2 x	méně než 6 roků

Pozn.: $x^x)$ = průměrná životnost referenčních těles v konkrétním regionu, např. při zkouškách realizovaných VZL Březnice byla životnost:

- referenčních těles z bukového dřeva 2 ÷ 4 roky
- referenčních těles z bělí borovice lesní 4 ÷ 6 roků

Tabulka č. 3

Vizuální hodnocení napadení zkušebních těles a pokles jejich mechanických parametrů při polní expoziční zkoušce podle EN 252

Dřevina: bělí borovice lesní

Doba expozice (roky)	Průměrný stupeň napadení podle EN 252 $x^x)$	Hodnoty mechanických parametrů [%]		
		modul pružnosti v ohybu	pevnost v ohybu	houževnatost
0	0	100	100	100
1	1,3	75	-	-
2	2,1	67	73	40
3	2,8	57	-	-
4	3,0	46	52	20
5	3,2	35	-	-
6	3,8	20	23	10

Pozn.: $x^x)$ stanovený vizuálním posouzením dle kritérií EN 252 a její klasifikační stupnice:

Klasifikační stupeň	Slovní označení	Kritéria pro klasifikaci
0	žádné napadení	žádné pozorovatelné změny v povrchové tvrdosti, ani barvě zkušebního tělesa
1	slabé napadení	viditelné změny barvy nebo povrchové narušení (do hloubky max. 1 mm) na omezených plochách zkušebního tělesa
2	střední napadení	významné změny středního rozsahu, např. narušení do hloubky max. 3 mm podzemní části zkušebního tělesa
3	silné napadení	velkoplošné rozrušení dřeva do hloubky max. 5 mm nebo jeho změknutí na malých ohraničených plochách až 15 mm
4	znehodnocení	zlomení zkušebního tělesa při lehkém úderu

Tabulka č. 4

přirozená odolnost dřeva proti dřevokazným houbám - určená na základě výsledků laboratorních zkoušek podle EN 113

Třída odolnosti podle EN 350-1, 2		Průměrný hmotnostní úbytek zkušebních těles zjištěný zkouškou podle EN 113 [%]	
číselné ozn.	slovní vyjádření	vyjádřený jako násobek úbytku referenčních těles x^x	při úbytku referenčních těles 40 %
1	velmi trvanlivé	méně než 0,15 x	< 6,0
2	trvanlivé	0,15 x ÷ 0,30 x	(6,0 ÷ 12,0)
3	středně trvanlivé	0,30 x ÷ 0,60 x	(12,0 ÷ 24,0)
4	málo trvanlivé	0,60 x ÷ 0,90 x	(24,0 ÷ 36,0)
5	netrvanlivé	více než 0,90 x	> 36,0

Pozn.: ^{x)} x = průměrný hmotnostní úbytek referenčních těles při konkrétní zkoušce

Podmínky zkoušky:

Listnaté dřeviny:

- referenční dřevina: buk lesní
- testovací houby: *Serpula lacrymans*
Gloeophyllum trabeum
Coriolus versicolor
- doba zkoušky (expozice): 16 týdnů

Jehličnaté dřeviny:

- referenční dřevina: běl borovice lesní
- testovací houby: *Serpula lacrymans*
Gloeophyllum trabeum
Poria placenta
- doba zkoušky (expozice): 16 týdnů

Tabulka č. 5

Přirozená odolnost dřeva proti dřevokazným houbám - určená na základě výsledků laboratorních zkoušek podle ENV 807

Třída odolnosti podle EN 350-1, 2		Průměrný hmotnostní úbytek zkušebních těles zjištěný zkouškou podle ENV 807 [%]		
číselné ozn.	slovní vyjádření	vyjádřený jako násobek úbytku referenčních těles x^x	při úbytku referenčních těles	
			33 [%] (buk)	24 [%] (borovice)
1	velmi trvanlivé	méně než 0,10 x	< 3,3	< 2,4
2	trvanlivé	0,10 x ÷ 0,20 x	(3,3 ÷ 6,6)	(2,4 ÷ 4,8)
3	středně trvanlivé	0,20 x ÷ 0,50 x	(6,6 ÷ 16,5)	(4,8 ÷ 12,0)
4	málo trvanlivé	0,50 x ÷ 0,80 x	(16,5 ÷ 26,4)	(12,0 ÷ 19,2)
5	netrvanlivé	více než 0,80 x	> 26,4	> 19,2 %

Pozn.: ^{x)} x = průměrný hmotnostní úbytek referenčních těles při konkrétní zkoušce

Podmínky zkoušky:Listnaté dřeviny:

- referenční dřevina: buk lesní
- testovací substrát: aktivní nesterilizovaná zahradní zemina (kompost)
- doba zkoušky (expozice): min. 32 týdnů

Jehličnaté dřeviny:

- referenční dřevina: běl borovice lesní
- testovací substrát: aktivní nesterilizovaná zahradní zemina (kompost)
- doba zkoušky (expozice): min. 32 týdnů

Tabulka č. 6

Hmotnostní úbytky a pokles houževnatosti dřeva při laboratorních zkouškách podle EN 113 a ENV 807

Dřevina: běl borovice lesní

Zkouška podle ENV 807		Zkouška podle EN 113	
Hmotnostní úbytek [%]	Houževnatost [%] (100 % = neexpon. tělesa)	Hmotnostní úbytek [%]	Houževnatost [%] (100 % = neexpon. tělesa)
max. 1,0	min. 85	max. 3,0	min. 76
1,0 ÷ 2,4	85 ÷ 75	3,0 ÷ 6,0	76 ÷ 60
2,4 ÷ 4,8	75 ÷ 65	6,0 ÷ 12,0	60 ÷ 45
4,8 ÷ 12,0	65 ÷ 46	12,0 ÷ 24,0	45 ÷ 15
12,0 ÷ 19,2	46 ÷ 24	24,0 ÷ 36,0	15 ÷ 5
více než 19,2	méně než 24	více než 36,0	méně než 5

Pozn.: Hmotnostní úbytky při zkouškách:

podle ENV 807 a exp. době 32 týdnů - 24 %

podle EN 113 a exp. době 16 týdnů - 40 %

Nižší hmotnostní úbytky (a poklesy houževnatosti) byly získány zkrácením expoziční doby.

Tabulka č. 7

Přirozená odolnost některých vybraných dřevin proti dřevokazným houbám

Jehličnany – středoevropský region

Dřevina		Třída odolnosti podle EN 350-1, 2	Pravděpodobná trvanlivost v třídě ohrožení 4 (EN 335-1, 2) [rok]
český název	botanický název		
Borovice lesní	<i>Pinus sylvestris</i>	3 ÷ 4 ^{x)}	6 ÷ 15 ^{x)}
Borovice černá	<i>Pinus nigra</i>	4 ^{x)}	6 ÷ 10 ^{x)}
Borovice vejmutovka	<i>Pinus strobus</i>	4 ^{x)}	6 ÷ 10 ^{x)}
Douglaska	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	3	10 ÷ 15
Jedle	<i>Abies alba</i>	4	6 ÷ 10
Modřín	<i>Larix decidua</i>	3 ^{x)}	10 ÷ 15 ^{x)}
Smrk ztepilý	<i>Picea abies</i>	4	6 ÷ 10
Smrk sitka	<i>Picea sitchensis</i>	5	3 ÷ 6
Tis červený	<i>Taxus baccata</i>	2 ^{x)}	15 ÷ 25 ^{x)}
Zerav řasnatý (cedr červený)	<i>Thuja plicata</i>	2 ^{x)}	15 ÷ 25 ^{x)}

Pozn.: ^{x)} Údaje platí pro jádrové dřevo;
bělové dřevo je klasifikováno třídou odolnosti 5 (trvanlivost menší než 6 let).

Tabulka č. 8

Přirozená odolnost některých vybraných dřevin proti dřevokazným houbám

Listnáče – středoevropský region

Dřevina		Třída odolnosti podle EN 350-1, 2	Pravděpodobná trvanlivost v třídě ohrožení 4 (EN 335-1, 2) [rok]
český název	botanický název		
Akát bílý	Robinia pseudopapacia	2 ^{x)}	15 ÷ 25 ^{x)}
Buk lesní	Fagus sylvatica	5	2 ÷ 6
Bříza obecná	Betula pendula	5	2 ÷ 6
Dub letní ÷ zimní	Quercus robur	2 ^{x)}	15 ÷ 25 ^{x)}
Habr obecný	Carpinus betulus	5	2 ÷ 6
Jasan ztepilý	Fraxinus excelsior	5	2 ÷ 6
Jilm polní	Ulmus carpinifolia	4	6 ÷ 10
Olše šedá	Alnus glutinosa	5	2 ÷ 6
Ořešák vlašský	Juglans regia	3 ^{x)}	10 ÷ 15 ^{x)}
Teak	Tectona grandis	1 ÷ 3	více než 10

Pozn.: ^{x)} Údaje platí pro jádrové dřevo;
bělové dřevo je klasifikováno třídou odolnosti 5 (trvanlivost menší než 6 let).