

Posuzování provozní bezpečnosti a zdravotního stavu stromů

Skripta

Autorský kolektiv

Luděk Praus

Jaroslav Kolařík

Tomáš Mikita

Barbora Vojáčková



**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

Tato skripta byla vytvořena v rámci projektu InoBio – Inovace biologických a lesnických disciplín pro vyšší konkurenční schopnost, registrační číslo projektu CZ.1.07/2.2.00/28.0018. za přispění finančních prostředků EU a státního rozpočtu České republiky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenční schopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

Posuzování provozní bezpečnosti a zdravotního stavu stromů.....	1
Skripta.....	1
Autorský kolektiv.....	1
Luděk Praus.....	1
Jaroslav Kolařík.....	1
Tomáš Mikita.....	1
Barbora Vojáčková.....	1
1.Strom a člověk - pozitivní vlivy dřevin.....	6
1.1.Co je to vlastně strom?.....	6
1.2.Pozitivní funkce stromů.....	8
1.2.1.1.Sociální benefity.....	8
1.2.1.2.Estetické a architektonické benefity.....	9
1.2.1.3.Klimatické a fyzikální benefity.....	9
1.2.1.4.Ekologické benefity.....	11
1.2.1.5.Ekonomické benefity.....	11
1.2.2.Negativní působení stromů.....	11
1.3.Základní legislativní normy.....	12
1.3.1.Vlastnictví stromu.....	13
1.3.2.Práva a povinnosti vlastníka.....	13
1.3.3.Ochrana dřevin rostoucích mimo les.....	14
2.Hodnocení stromů.....	20
2.1.Hodnocení a kontroly základních ploch.....	20
2.1.1.Základní plocha - definice.....	20
2.1.2.Hodnocení základních ploch.....	20
2.2.Hodnocení a kontroly jednotlivých stromů.....	24
2.3.Hodnocení a kontroly skupin stromů.....	26
2.4.Základní inventarizace.....	27
2.4.1.Lokalizace stromu.....	27
2.4.2.Identifikace stromu.....	30

2.4.3.Zjišťování dendrometrických parametrů.....	32
2.5.Fyziologické stáří.....	32
2.6.Perspektiva.....	33
2.7.Parametry stavu stromu.....	33
2.7.1.Vitalita.....	34
2.7.1.1.Parametry hodnocení vitality.....	35
Defoliace.....	36
Malformace větvních struktur.....	38
Prosychání koruny.....	41
Vývoj sekundárních výhonů.....	42
Ostatní parametry.....	42
2.7.2.Zdravotní stav stromu.....	44
2.7.2.1.Definice zdravotního stavu.....	44
2.7.3.Typologie defektů.....	46
2.7.3.1.Popis hlavních typů defektů.....	47
2.7.3.2.Habituální defekty.....	48
Přeštíhlení kmene.....	49
Sekundární koruny.....	50
Nevhodný tvar koruny.....	52
Defektní větvení, tzv. tlaková vidlice.....	55
2.7.3.3.Poškození.....	59
Trhliny.....	62
Korní spála.....	65
Další typy trhlin a jejich vznik.....	65
Dutiny otevřené a uzavřené (centrální).....	68
Přítomnost reakčního dřeva.....	71
Infekce kmene či kořenů.....	72

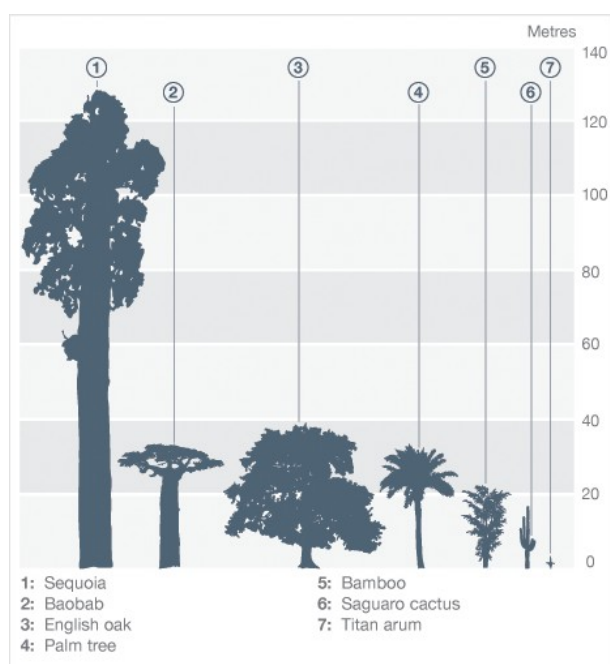
2.7.3.4.Symptomy oslabení kořenového systému.....	75
Poškození kořenového systému.....	75
Příčiny poškození KS.....	77
Další symptomy.....	78
2.8.Provozní bezpečnost.....	79
2.8.1.Stabilita versus provozní bezpečnost.....	79
Základní termíny.....	80
Složky systému stability stromu.....	81
2.9.Metody hodnocení.....	81
2.9.1.Vizuální hodnocení stromů.....	81
2.9.2.Doplňené vizuální hodnocení.....	82
2.9.3.Přístrojové metody hodnocení stavu a pravděpodobnosti se-	
lhání.....	82
Požadavky na přístrojové metody.....	83
2.9.4.Základní přehled dostupných metod hodnocení stability.....	84
2.9.4.1.Strukturální metody.....	84
LiDAR.....	84
GPR – ground penetrating radar.....	85
Akustická tomografie.....	88
Elektrická impedanční tomografie.....	89
Penetrografické metody.....	90
2.9.4.2.Funkční metody.....	91
Tahové zkoušky.....	91
Fractometer.....	92
Zdroje informací k dané problematice.....	93

1. Strom a člověk – pozitivní vlivy dřevin

Dřeviny a zejména stromy jsou v životě člověka vítanou, ba nezbytnou součástí. Již od počátku existence lidstva formují dřeviny náš životní prostor. Protože jsou to organizmy, které mají nezanedbatelné rozměry a jejichž časová přítomnost překonává mnoho generací, není divu, že stromy vnímáme velmi intenzivně.

Již naši fylogenetičtí předkové vítali stromy jako záruku bezpečí a úkryt před případnými predátory. Blíže v naší historii můžeme zaznamenat zprávy o kultech stromů, o posvátných hájích. Ty měli snad všechny národy, na jejichž území stromy rostou. A nesmíme zapomenout ani na biblický strom poznání dobra a zla. Většina národů má svůj národní strom. Nejen Čechové mají lípu a Německo dub. V Albanii a Řecku, Itálii je to oliva, Moldávie, Irsko, Estonsko mají dub, Skotsko má svojí borovici (Scotts Pine), Rusové a Finové břízu a i v pouštní zemi jako je Saúdská Arábie mají svůj „strom“ – datlovou palmu. Je vidět, že tyto obrovské organismy člověka vždy velmi zajímaly a přitahovaly.

1.1. CO JE TO VLASTNĚ STROM?



Obr. 1: Různé habitus stromů. Převzato z:

Na začátku je potřeba odpovědět na tuto, ač se to nezdá, ne zcela triviální otázku. Strom můžeme vnímat ve dvojím smyslu slova. Jako rostlinu se stromovitým růstem nebo jako to, čemu říkáme strom v našich končinách, tedy dřevinu se stromovým vzrůstem.

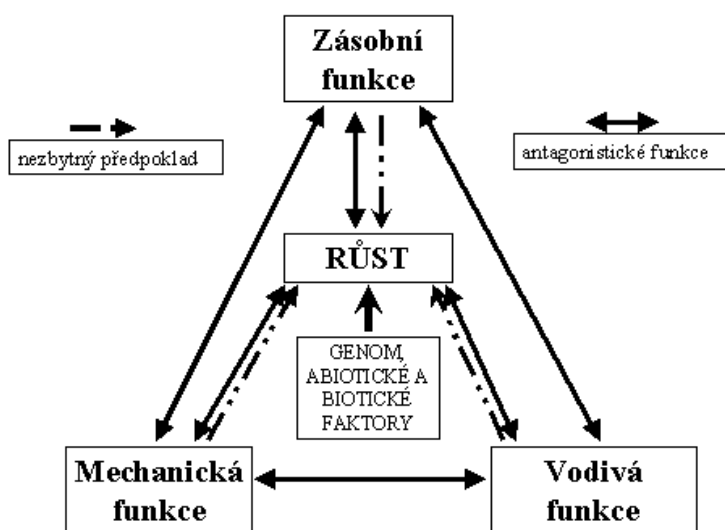
V případně prvního pohledu patří mezi stromy palmy, bambusy, ba dokonce i kaktusy. Podstatou je, že tyto rostliny sledují úspěšnou strategii – snaží se svůj asimilační aparát a rozmnožovací orgány vynést pomocí kmene nad ostatní konkurenty

a tím v kompetici o světlo prostor zvítězit. To sebou nese i určitou cenu, a tou je nutnost vytvářet nosný kmen, který je orgánem náročným. Pro jeho vytvoření je nutné velké množství živin a tudíž i vody, je mechanicky exponován a také ohrožen

různými organizmy, které by rády nahromaděnou biomasu využily pro sebe (dřevokazné houby). Strom tedy musí mít mechanismy jak získat dostatek živin a vody pro tvorbu a ochranu tohoto orgánu. Velmi náročné u takové konstrukce je zejména zásobení vodou. Zkuste si představit, jakou silou je nutno sát, abyste slámkou o průměru 1 mm (u našich kruhovitě pórovitých dřevin) nasáli vodu ze vzdálenosti několika desítek metrů. A to nehovoříme o jehličnanech, kde odpor proti proudění vody ve dřevě je mnohem větší (stačí si jen zopakovat základy anatomie dřeva).

A tím se dostáváme ke zúžené definici toho, co je to strom, která je typická pro naše podmínky, kde strom je dřevina se stromovým vzrůstem. Specifikem je vytváření speciálního pletiva – dřeva, sekundárního xylému. Toto pletivo je silně lignifikováno a má poměrně velkou pevnost a pružnost. Umožňuje stromu naplnit tři základní funkce: transportní, mechanickou a zásobní.

Mosbrugger (1990) uvádí následující schéma:



Obr. 2: Trojúhelník propojení funkcí stromu, podle Mosbrugger, 1990.

Ze schématu vyplývá, že dané funkce, respektive jejich požadavky na strukturu pletiva a tvar orgánů, jsou antagonistické. Dřevo samotné, i kmen a větve, je tedy nutno vnímat jako kompromisní strukturu.

Jak tedy definovat strom, co je typické a rozhodující pro další hodnocení? Je nutno si uvědomit několik základních charakteristik, které se mohou na první pohled zdát jasné a zřejmé, často však jednáme v přímém rozporu s nimi:

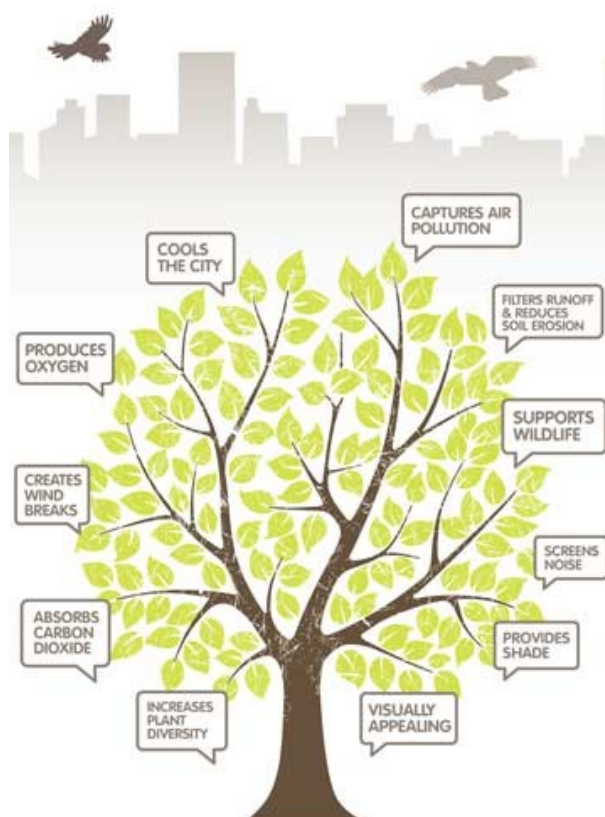
- Strom je autotrofní – ke svému růstu potřebuje nutně slunce. Nedostatek světla je nejsilnější stresor. Stromy jsou schopny pominout další požadavky trvalé existence (dostatečné nadimenzování, optimální tvar), jen aby se dostaly ke slunci.
- Stromy jsou (obvykle) velmi velké – kolize s nimi může mít fatální následky.
- Stromy jsou dlouhověké – existence stromu se počítá v řádech století. To je poměrně dlouhá doba pro často radikální změny prostředí. Strom musí mít mechanismy, jak se vyrovnat se změnou stanoviště.
- Stromy jsou imobilní – nemohou utéct, pokud nastane rychlá změna v jejich prostředí. V souvislosti s předchozím stromy musí být schopné výkyvy prostředí (zatížení, ekologické parametry) absorbovat a vyrovnat se s nimi. V opačném případě hrozí zánik jedince.

Tyto charakteristiky stromů je nutno respektovat. V opačném případě hrozí rozvoj habituálních defektů, odumírání vysazovaných a pěstovaných jedinců a ohrožení bezpečnosti okolí.

1.2. POZITIVNÍ FUNKCE STROMŮ

S přítomností dřevin v životním prostoru lidí je spojeno mnoho benefitů. Tyto pozitivní vlivy lze rozdělit do několika kategorií:

- Sociální
- Estetické a architektonické benefity
- Klimatické a fyzikální benefity
- Ekologické benefity
- Ekonomické benefity



1.2.1.1. Sociální benefity

Stromy a zeleň má přímý dopad na welfare obyvatel, na jejich psychickou, mentální i fyzickou pohodu. Poskytují prostor pro rekreaci, odpočinek, vzdělání. Mohou mít významnou a nezanedbatelnou historickou a kulturní hodnotu. Potřeba zeleně a stromů v okolí je bytostně vkořeněná do naší psýché, jako pozůstatek života našich biologických předků v savanách.

Veřejné užívání zelených ploch souvisí hlavně s průmyslovou revolucí a změnou sociálních poměrů. Do té doby (druhá pol. 19. stol.) byla rekreace v zeleni využívána převážně vládnoucí vrstvou. Rekreace se stala výslovnou součástí života po rozdělení času na pracovní dobu a osobní volno. Demografický vývoj vykazuje trend k větší urbanizaci prostředí, zvyšující se podíl skupin se speciálními požadavky, snižující se tolerance k dopravnímu zatížení a tendenci vyhledávat přírodní prostředí v blízkosti měst.

1.2.1.2. Estetické a architektonické benefity

Dřeviny svou časovou variabilitou tvarů, barev, textur, postavením dávají charakter krajině. Jsou významným prvkem architektonické úpravy krajiny a prostoru – definují ho, rámuje pohledy, zdůrazňují prvky. Umožňují získat člověku zkušenost s přírodou. Hlavním úkolem zeleně (z tohoto pohledu) je zlepšovat a napravovat urbanizovaný (ve smyslu přetechnizovaný) prostor. To je zprostředkováno pomocí změn barevnosti, struktury, tvarů a hustoty vegetace.

Výsledky psychologických studií ukazují, že vnímání estetické hodnoty závisí na charakteru populace a liší se mezi dětmi, teenagery a dospělými. Mladší skupiny preferují více přírodní, husté, „divoké“ lesy, děti a dospělí preferují více otevřené a kulturní plochy dřevin, přičemž děti preferují různorodě strukturované prostředí (více podnětů).

1.2.1.3. Klimatické a fyzikální benefity

Stromy a zeleň ochlazují významně prostor evapotranspirací, omezují a regulují proudění vzduchu, korigují teplotu a vlhkost městského prostředí. Působí jako zvuková bariéra, pohledový kryt, zachycují prach a pevné polutanty, inhibují mnoho látek škodlivých lidskému zdraví. Brání erozi půdy a výrazně zvyšují kvalitu

ovzduší tím, že významně snižují množství volných polutantů v ovzduší. Například snižují množství SO₂ a NO_x cca o 4-5 %. Velký význam a velký benefit dřevinné vegetace je zachycování a filtrování prachových částic. Nejefektivnější jsou stálezelené druhy a zejména stromy. Dokáží poutat až 25 % volných prachových částic - 8x nižší obsah prachových částic ve vzduchu v parcích a 4 x nižší v ulicích se stromy oproti plochám bez vegetace

Významné kolísání teplot ve městech, způsobené velkým podílem zpevněných povrchů s malou odrazivostí dokáže dřevinná vegetace účinně zlepšovat. Zpevněné povrchy mají nízkou odrazivost tepla (4 – 10 %), vegetace 10 – 35 %. Vegetace také odráží teplo do atmosféry; spotřebovává energii na fotosyntézu; ochlazuje vzduch při transpiraci a výparu vody a tím vším přispívá ke snížení teploty v prostředí, což ve městech může mít zásadní vliv na zdraví populace. S nárůstem průměrné teploty totiž narůstá i mortalita.

Vegetace také zvyšuje vlhkost vzduchu, což je pozitivní (15% zvýšení vlhkosti má za následek snížení teploty o 3,5 °C). dále zpomaluje odtok vody, který je v urbanizovaném prostředí velmi rychlý (zpevněné povrchy, kanalizace) a umožňuje vsakování vody. Zvyšuje vodní kapacitu půd díky evapotranspiraci, omezuje vliv dopadání kapek, erozi a vymývání polutantů. Vázání vody na povrchu rostlin zvyšuje vlhkost prostředí.

V neposlední řadě přispívá ke snížení hlučnosti prostředí tlumením hluku, nejlépe ve frekvencích 4 000 – 8000 Hz.

Hitem naší doby je cyklus uhlíku a jeho sekvestrace. I zde vegetace ve městech plní nezanedbatelnou pozitivní funkci. Vegetace měst sice poutá méně než 1 % C produkovaného v urbanizovaném prostředí, ale nepřímý efekt dřevin je snížení energetické náročnosti budov úpravou klimatických parametrů.

Příklady:

V Sacramento (CA) populace asi 6 mil. stromů představuje 238 000 tun uloženého uhlíku a odhaduje se, že nepřímým působením každoročně snižuje produkci CO₂ o 75 600 t.

Liverpool - „zastromené“ plochy váží až 0,13 t C na ha, což je zhruba dvojnásobek proti volným plochám. Na plochách s velkou populací vzrostlých stromů může být uloženo až 17 t uhlíku na ha, na volných plochách méně než 1 t/ha.

1.2.1.4. Ekologické benefity

Ztráta biodiverzity je jedním z největších problémů dnešního světa. Stromy ve městech a nelesní půdě jsou díky dimenzím a specifickému režimu často refugiem xylobiontních druhů živočichů, různých druhů hub, rostlin, místem hnízdění ptáků a úkrytem pro mnoho živočichů. Z tohoto pohledu jsou často nezastupitelné, protože městské stromy dosahují dimenzí, které v lesním prostředí již standardní nejsou, ale některé druhy jsou na ně vázány a ve stromech malých dimenzí vývoj nedokončí. Mnoho druhů těchto vázaných organismů patří mezi přísně chráněné a ohrožené organizmy.

1.2.1.5. Ekonomické benefity

Nezanedbatelná je i funkce ekonomická. Dřeviny poskytují i mnohé materiální benefity, počínaje plody vlastními i vázaných organismů, je možnost využití dřeva často velkých dimenzí a exotických taxonů. Neméně významné je i zvýšení ceny pozemků a nemovitostí s výsadbou dřevin. V minulosti bylo běžné v městech pěstovat ovocné stromy, tento ztracený zvyk se opět vrací a zahradničení opět ve městech začíná vzkvétat, jak se postupně zhoršuje kvalita dodávaných potravin a zvyšuje jejich cena.

1.2.2. Negativní působení stromů

Není všechno zlato, co se třpytí – koexistence stromů a člověka přináší také kolize. Když pomíneme standardní problémy, jako je padající listí a plody, jsou opravdu situace, kdy stromy svou existencí a přítomností mohou negativně působit na bezpečnost a zdraví člověka.

Některé stromy a dřeviny jsou toxické či alergenní. Nebezpečné jsou zejména dřeviny s lákavými, leč jedovatými plody, které mohou pozřít zejména děti. Patří sem například břečťan, štědřenec, ba i zimostřez. Nelze zapomenout ani na tis. Po dráždění kůže může přivodit škumpa. Lze najít i stromy u nás ne běžné, ale pěstované v arboretech či botanických zahradách – příkladem může být Toxi-

codendron v botanické zahradě MU v Brně. Dřeviny nemusí být přímo jedovaté, ale stačí jejich alergenní působení. Produkovaný pyl či semena mohou řádně potrápiti všechny alergiky.

1.3. ZÁKLADNÍ LEGISLATIVNÍ NORMY

Péči o dřeviny rostoucí mimo les upravuje zákon o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. a k němu příslušné vyhlášky – vyhláška ministerstva životního prostředí České republiky č. 189/2013 Sb. o ochraně dřevin a povolování jejich kácení a vyhláška ministerstva životního prostředí České republiky č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Dále se do péče o dřeviny promítají ustanovení dalších zákonů:

Zákon č. 2/1993 Sb. Listina základních práv a svobod

Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník

zákon č. 500/2004 Sb., správní řád

zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích

zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách

zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon)

zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích

zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Není v možnostech tohoto učebního textu podat zevrubou informaci, proto uvádíme pouze základní informace o legislativním rámci. Zájemce o hlubší poznání odkazujeme na vhodnou literaturu.

1.3.1. Vlastnictví stromu

Vlastníkem stromu je obvykle vlastník pozemku, na kterém strom roste. To vyplývá z ustanovení § 507 nového občanského zákoníku, který říká, že: „Součástí pozemku je rostlinstvo na něm vzešlé“. Proto je důležité dobře dřeviny zaměřovat, aby nedošlo k zanesení do vlastnictví jiné osoby.

Velkou výjimku tohoto ustanovení tvoří dřeviny, které rostou jako součást stavby, tedy dřeviny „na stavbách“, a to nejen na konstrukcích (střechách, terasách či fasádách budov), ale i dřeviny rostoucí na různých rybníčních a jiných hrázích, valech a jiných zemních tělesech, pokud tyto mají charakter stavby a tedy samostatné právní věci. Takové dřeviny jsou součástí stavby a jejich vlastníkem je vlastník této stavby, který nemusí být totožný s vlastníkem pozemku. Specifickou, ale v praxi nesmírně důležitou výjimkou je také silniční vegetace v tak zvaných průjezdních úsecích silnic.

1.3.2. Práva a povinnosti vlastníka

§ 1012 (NOZ)

Vlastník má právo se svým vlastnictvím v mezích právního řádu libovolně nakládat a jiné osoby z toho vyloučit. Vlastníku se zakazuje nad míru přiměřenou poměrům závažně rušit práva jiných osob, jakož i vykonávat takové činy, jejichž hlavním účelem je jiné osoby obtěžovat nebo poškodit.

§ 1013 (NOZ)

(1) Vlastník se zdrží všeho, co působí, že odpad, voda, kouř, prach, plyn, pach, světlo, stín, hluk, otřesy a jiné podobné účinky (imise) vnikají na pozemek jiného vlastníka (souseda) v míře nepřiměřené místním poměrům a podstatně omezují obvyklé užívání pozemku; to platí i o vnikání zvířat. Zakazuje se přímo přivádět imise na pozemek jiného vlastníka bez ohledu na míru takových vlivů a na stupeň obtěžování souseda, ledaže se to opírá o zvláštní právní důvod.

§ 1016

(1) Plody spadlé ze stromů a keřů na sousední pozemek náleží vlastníkově sousedního pozemku. To neplatí, je-li sousední pozemek veřejným statkem.

(2) Neučiní-li to vlastník v přiměřené době poté, co ho o to soused požádal, smí soused šetrným způsobem a ve vhodné roční době odstranit kořeny nebo větve stromu přesahující na jeho pozemek, působí-li mu to škodu nebo jiné obtíže převyšující zájem na nedotčeném zachování stromu. Jemu také náleží, co z odstraněných kořenů a větví získá.

(3) Části jiných rostlin přesahující na sousední pozemek může soused odstranit šetrným způsobem bez dalších omezení.

§ 1017

(1) Má-li pro to vlastník pozemku rozumný důvod, může požadovat, aby se soused zdržel sázení stromů v těsné blízkosti společné hranice pozemků, a vysadil-li je nebo nechal-li je vzrůst, aby je odstranil. Nestanoví-li jiný právní předpis nebo neplyne-li z místních zvyklostí něco jiného, platí pro stromy dorůstající obvykle výšky přesahující 3 m jako přípustná vzdálenost od společné hranice pozemků 3 m a pro ostatní stromy 1,5 m.

1.3.3. Ochrana dřevin rostoucích mimo les

Základním právním dokumentem pro ochranu mimolesní zeleně je zákon o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. Uvedme základní paragrafy:

§ 7

Ochrana dřevin

(1) Dřeviny jsou chráněny podle tohoto ustanovení před poškozováním a ničením, pokud se na ně nevztahuje ochrana přísnější (§ 46 a 48)¹ nebo ochrana podle zvláštních předpisů.

(2) Péče o dřeviny, zejména jejich ošetřování a udržování je povinností vlastníků. Při výskytu nákazy dřevin epidemickými či jinými jejich vážnými chorobami, může orgán ochrany přírody uložit vlastníkům provedení nezbytných zásahů, včetně pokácení dřevin.

§ 46

Památné stromy a jejich ochranná pásma

¹ § 46 - Památné stromy a jejich ochranná pásma, § 48 - Zvláště chráněné rostliny a živočichové

(1) Mimořádně významné stromy, jejich skupiny a stromořadí lze vyhlásit rozhodnutím orgánu ochrany přírody za památné stromy.

(2) Památné stromy je zakázáno poškozovat, ničit a rušit v přirozeném vývoji; jejich ošetřování je prováděno se souhlasem orgánu, který ochranu vyhlásil.

(3) Je-li třeba památné stromy zabezpečit před škodlivými vlivy z okolí, vymezí pro ně orgán ochrany přírody, který je vyhlásil, ochranné pásmo, ve kterém lze stanovené činnosti a zásahy provádět jen s předchozím souhlasem orgánu ochrany přírody. Pokud tak neučiní, má každý strom základní ochranné pásmo ve tvaru kruhu o poloměru desetinásobku průměru kmene měřeného ve výši 130 cm nad zemí. V tomto pásmu není dovolena žádná pro památný strom škodlivá činnost, například výstavba, terénní úpravy, odvodňování, chemizace.

(4) Zrušit ochranu památného stromu může orgán ochrany přírody jen z důvodu, pro který lze udělit výjimku dle § 56.

§ 8

Povolení ke kácení dřevin

(1) Ke kácení dřevin je nezbytné povolení orgánu ochrany přírody, není-li dále stanoveno jinak. Povolení lze vydat ze závažných důvodů po vyhodnocení funkčního a estetického významu dřevin.

(2) Povolení není třeba ke kácení dřevin z důvodů pěstebních, to je za účelem obnovy porostů nebo při provádění výchovné probírky porostů, a z důvodů zdravotních nebo při výkonu oprávnění podle zvláštních předpisů.6) Kácení z těchto důvodů musí být oznámeno písemně nejméně 15 dnů předem orgánu ochrany přírody, který je může pozastavit, omezit nebo zakázat, pokud odporuje požadavkům na ochranu dřevin nebo rozsahu zvláštního oprávnění.

(3) Povolení není třeba ke kácení dřevin na pozemcích, které jsou ve vlastnictví fyzických osob, jestliže pozemky užívají a jde-li o stromy se stanovenou velikostí, popřípadě jinou charakteristikou. Tuto velikost, popřípadě jinou charakteristiku stanoví ministerstvo životního prostředí obecně závazným právním předpisem.

(4) Povolení není třeba ke kácení dřevin, je-li jejich stavem zřejmě a bezprostředně ohrožen život či zdraví nebo hrozí-li škoda značného rozsahu. Ten, kdo za těchto podmínek provede kácení, oznámí je orgánu ochrany přírody do 15 dnů od provedení kácení.

§ 9

Náhradní výsadba a odvody

(1) Orgán ochrany přírody může ve svém rozhodnutí o povolení kácení dřevin uložit žadateli přiměřenou náhradní výsadbu ke kompenzaci ekologické újmy vzniklé pokácením dřevin. Současně může uložit následnou péči o dřeviny po nezbytně nutnou dobu, nejvýše však na dobu pěti let.

(2) Náhradní výsadbu podle odstavce 1 lze uložit na pozemcích, které nejsou ve vlastnictví žadatele o kácení, jen s předchozím souhlasem jejich vlastníka. Obce vedou přehled pozemků vhodných pro náhradní výsadbu ve svém územním obvodu po předběžném projednání s jejich vlastníkem.

(3) Pokud orgán ochrany přírody neuloží provedení náhradní výsadby podle odstavce 1, je ten, kdo kácí dřeviny z důvodů výstavby a s povolením orgánu ochrany přírody povinen zaplatit odvod do rozpočtu obce, která jej použije na zlepšení životního prostředí. Ten, kdo kácel dřeviny protiprávně, je povinen zaplatit odvod do Státního fondu životního prostředí České republiky.⁷⁾ Výši odvodů, podmínky pro jejich ukládání i případné prominutí stanoví zvláštní zákon.

§ 56

Výjimky ze zákazů u památných stromů a zvláště chráněných druhů rostlin, živočichů a nerostů

(1) Výjimky ze zákazů u památných stromů a zvláště chráněných druhů rostlin, živočichů a nerostů podle § 46 odst. 2, § 49, 50 a § 51 odst. 2 může v případech, kdy jiný veřejný zájem výrazně převažuje nad zájmem ochrany přírody, povolit orgán ochrany přírody.

(3) Výjimku ze zákazu u zvláště chráněných rostlin a živočichů lze udělit jen
a) v zájmu veřejného zdraví nebo veřejné bezpečnosti,

b) v zájmu obrany státu,

c) v zájmu bezpečnosti leteckého provozu nebo provozu na dopravně významné vodní cestě, nebo v zájmu stavby dálnice a rychlostní silnice,

d) v zájmu předcházení závažným škodám na úrodě, domácích zvířatech či lesích nebo závažným škodám v rybářském nebo vodním hospodářství,

e) za účelem ochrany živočichů, rostlin nebo jejich stanovišť nebo ochrany přírodních stanovišť,

f) pro účely výzkumu nebo vzdělávání,

g) pro účely opětovného osídlení určitého území populací druhu nebo opětovného vysazení v původním areálu druhu nebo pro chov v zajetí pro tyto účely, včetně umělého rozmnožování rostlin,

h) z ostatních naléhavých důvodů s výrazně převažujícím veřejným zájmem včetně těch, které jsou sociální a ekonomické povahy, jež mají příznivé důsledky pro životní prostředí, nebo

Výjimku lze udělit jen tehdy, neexistuje-li jiné uspokojivé řešení a pokud populace daného druhu bude udržena v příznivém stavu z hlediska ochrany.

§ 66

Omezení a zákaz činnosti

Orgán ochrany přírody je oprávněn stanovit fyzickým a právnickým osobám podmínky pro výkon činnosti, která by mohla způsobit nedovolenou změnu obecně nebo zvláště chráněných částí přírody, popřípadě takovou činnost zakázat.

§ 68

Opatření ke zlepšování přírodního prostředí

(1) Vlastníci a nájemci pozemků zlepšují podle svých možností stav dochovaného přírodního a krajinného prostředí za účelem zachování druhového bohatství přírody a udržení systému ekologické stability.

(2) K provádění péče o pozemky z důvodů ochrany přírody mohou uzavírat orgány ochrany přírody či obce s vlastníky či nájemci pozemků písemné dohody. Písemnou dohodou lze upravit rovněž způsob hospodaření ve zvláště chráněných územích a ptačích oblastech.

(3) Orgány ochrany přírody jsou oprávněny provádět samy či prostřednictvím jiného zásahy ke zlepšení přírodního a krajinného prostředí podle odstavce 1, neučiní-li tak k výzvě orgánu ochrany přírody vlastník či nájemce pozemku sám, zejména pokud jde o ochranu zvláště chráněných částí přírody a významných krajinných prvků.

(4) Vlastníci a nájemci dotčených pozemků jsou povinni strpět provádění zásahů podle odstavce 3 a umožnit osobám, které je zajišťují, vstup na pozemky. Orgán ochrany přírody je povinen předem vyrozumět vlastníky či nájemce o rozsahu a době zásahu. Za případné škody vzniklé vlastníkům či nájemcům pozemků v souvislosti s těmito zásahy odpovídá orgán ochrany přírody, který zásahy nařídil. Tím není dotčena odpovědnost osob provádějících tyto zásahy.

§ 69

Finanční příspěvek

(1) K uskutečnění záměrů uvedených v § 68 odst. 2 lze poskytnout finanční příspěvek vlastníkům nebo nájemcům dotčených pozemků za předpokladu, že se tito zdrží určité činnosti nebo provedou dohodnuté práce v zájmu zlepšení přírodního prostředí.

(2) Finanční příspěvek lze též poskytnout osobě, která provede náhradní ochranné opatření podle § 49 či 50.

(3) Příspěvek podle odstavce 1 může poskytnout na základě písemné dohody orgán ochrany přírody nebo obec. Bližší podrobnosti o podmínkách poskytování příspěvku i náležitosti dohody o jeho poskytování stanoví ministerstvo životního prostředí obecně závazným právním předpisem.

(4) Příspěvek podle odstavce 1 lze poskytovat i ze Státního fondu životního prostředí České republiky.

Toto jsou nejdůležitější paragrafy týkající se ochrany mimolesní zeleně. Komentář je mimo možnosti tohoto textu, informace případní zájemci získají v příslušných předmětech studia.

Pro další pravidla byly vydány dvě vyhlášky k tomuto zákonu. Je to vyhláška 395/1992 Sb. a pak nová a poměrně kontroverzní vyhláška 189/2013 Sb. o ochraně dřevin a povolování jejich kácení. Tento dokument doporučujeme nastudovat. Je dostupná například na adrese <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-189>.

2. Hodnocení stromů

2.1. HODNOCENÍ A KONTROLY ZÁKLADNÍCH PLOCH

2.1.1. Základní plocha - definice

Ve velkých celcích, jako jsou například města, je možné najít a rozlišit mnoho typově podobných ploch. Tyto části nazýváme základní plochy a dělíme do nich rozsáhlé populace stromů. Základní plocha je evidenční jednotka, která tvoří logicky vymezenou část systému zeleně, přičemž bychom měli dodržet následující zásady, aby vytvořený systém byl funkční:

- základní plocha by měla být funkčně homogenní (nesměšujeme různé funkční typy zeleně, například park a sídlištní zeleň),
- základní plocha má jednotný režim ochrany a návštěvnosti,
- základní plocha je logickou jednotkou systému zeleně (plochy vytváříme rozumně, vytvořit základní plochu například jen z jedné strany uličního stromořadí nemá moc velký smysl, pokud ovšem středem komunikace neprochází hranice katastrálního území),
- základní plocha respektuje potřeby údržby.

Základní plochy lze pro účely hodnocení stavu stromů a jejich skupin členit do dílčích prostorových jednotek.

2.1.2. Hodnocení základních ploch

Základní plochy jsou označovány zkratkou „ZP“ následovanou unikátním číslem konkrétní základní plochy v rámci projektu. Dílčí prostorové jednotky jsou označovány číslem v rámci nadřazené základní plochy za lomítkem. Využívání základní plochy a její zařazení do systému péče je charakterizované intenzivní třídou údržby.

Stupnice:

Třída	Popis	
1	Nejintenzivněji udržované reprezentativní plochy zeleně	
2	Intenzivní údržba silně zatěžovaných ploch zeleně	

3	Extenzivní údržba okrajových a méně významných ploch zeleně	
4	Údržba příměstských, rekreačních lesů a lesů zvláštního určení	
5	Plochy neudržované zeleně nebo udržované pouze příležitostně	

Vznikající standard hodnocení stromů doporučuje základní plochu charakterizovat také z pohledu:

- celkové hodnoty stability stromů na ploše
- hodnoty cíle pádu

Tyto parametry jsou určované metodou kvalifikovaného odhadu.

Celková hodnota stability charakterizuje aktuální stav celé populace stromů ZP, zejména z hlediska mechanické stability a zdravotního stavu. Slouží pro základní rozčlenění naléhavosti zásahu na dané ploše, a to spolu s následujícím parametrem hodnoty cíle pádu. Navrhovaná stupnice je následující:

1. - Plochy se stromy bez zásadních staticky významných defektů
2. – Plochy se stromy s defekty řešitelnými běžným péstebním zásahem
3. – Plochy se stromy s patrným občasným výskytem defektů, které je nutné řešit speciálními stabilizačními zásahy
4. – Plochy se stromy s častým výskytem defektů s nutností řešení speciálními stabilizačními zásahy. Občasný výskyt selhání stromů.
5. – Plochy se stromy s častým výskytem selhání stromů. Omezená možnost stabilizace péstebními zásahy.
6. – Plochy s havarijním stavem stromů na ploše, významný výskyt rozpadajících se stromů bez možnosti stabilizace.

Systém tedy rozčleňuje plochy na ty, které zásah nepotřebují vůbec, ty, které se do takového stavu dostanou běžným zásahem – např. bezpečnostním řezem, a dále jsou plochy, které už vyžadují speciální a tudíž nákladnější zásahy typu instalace vazeb, obvodových redukcí, až po plochy s nutností komplexní rekonstrukce. Nezapomeňme, že se jedná o souhrnnou charakteristiku plochy.

Hodnota cíle pádu charakterizuje riziko zásahu potenciálních cílů – objektů, které mohou být zásahem stromu či jeho části poškozeny nebo zničeny. Je stanovována pomocí frekvence výskytu osob, vozidel a majetku (zejména nemovitostí) v dopadové vzdálenosti stromů na základní ploše. Nehodnotí vůbec možnost selhání stromu! Hodnota se uvádí jako odhad převažující charakteristiky na celé základní ploše, jejíž nejvyšší parametr rozhoduje o zařazení plochy do konkrétního stupně. Stupnice:

Stupeň	Frekvence provozu	Typ komunikace	Hodnota majetku
1	konstantní provoz osob >35 za hodinu	dálnice, silnice I. třídy a hlavní ulice v zastavěném území	riziko vzniku škod na nemovitostech převyšující 2.000.000 Kč
2	provoz osob mezi 10 a 35 za hodinu, hřbitovy	silnice II. třídy a frekventované ulice v zastavěném území, parkoviště	riziko vzniku škod na nemovitostech mezi 400.000 a 2.000.000 Kč
3	provoz osob mezi 1 a 10 za hodinu	méně frekventované silnice nebo silnice s horší viditelností	riziko vzniku škod na nemovitostech mezi 80.000 a 400.000 Kč
4	provoz osob do 1 za den	méně frekventované silnice s dobrou viditelností	riziko vzniku škod na nemovitostech mezi 4.000 a 80.000 Kč
5	provoz osob v řádu 1 za den	silnice bez obecného přístupu (firemní, soukromé), zemědělské cesty	riziko vzniku škod na nemovitostech mezi 400 a 4.000 Kč
6	provoz osob v řádu 1 za týden	Žádný provoz automobilů	riziko vzniku škod pod 400 Kč

Příklad: na ulici, která je v okrajové části města a je málo frekventovaná (pohyb osob st. 3), ale je to výstavní čtvrť města s mnoha architektonicky cennými budovami, které stojí v dopadové vzdálenosti stromů (stupeň 1 podle hodnoty majetku). ZP bude mít hodnotu cíle pádu 1.

V případě, že se některá z charakteristik významně liší v některé z částí základní plochy, je vhodné tuto část hodnotit jako samostatnou dílčí prostorovou jednotku.

Kontroly stavu základních ploch probíhají v režimu pravidelných nebo nárazových kontrol. Pravidelně se ZP hodnotí v intervalu stanoveném vlastníkem, přičemž doporučený odstup hodnocená by neměl překročit 10 let, to je však pouze doporučení. Nárazové kontroly se provádějí po extrémních klimatických událostech (vichřice, silná sněhová pokrývka těžkého sněhu, povodně a podobně). Tímto typem kontrol lze zohlednit také charakter (sezónnost) využívání konkrétní plochy – například provedení kontroly plochy před plánovaným koncertem nebo jinou akcí v jinak málo využívaném parku.

Obsahem pravidelné kontroly plochy je:

- stanovení nebo kontrola základních charakteristik ZP, především celkové hodnoty stability, hodnoty cíle pádu a významných odchylek ve funkčním využívání,
- přítomnost skutečností, opodstatňujících doporučení individuální kontroly stromů,²
- skutečnosti vyžadující provedení zásahu na významné části stromů v ploše (například náhlé hromadné chřadnutí stromů vyvolá větší frekvenci výskytu suchých větví, které je nutno odstranit a podobně).

² Ne vždy je nutné provádět individuální hodnocení stromů. U některých ploch je zběžná kontrola dostatečnou, například málo používaný park, přecházející do lesoparku či do extravilánu, vystačí s takovýmto typem kontroly, kdy jsou nalezeny havarijní či nebezpečné stromy a ty jsou následně odstraněny/ošetřeny. Neprovádí se však lokalizace, individuální hodnocení všech stromů. Pokud na takové ploše ale vznikne třeba dětské hřiště, vznikne nová zástavba v okolí a plocha začne být navštěvována, je to právě tento případ a mělo by být provedeno individuální zhodnocení stavu stromů.

Obsahem nárazové kontroly plochy je vyhodnocení vzniklých rizikových stavů bezprostředně ohrožujících provozní bezpečnost plochy a návrh neodkladných opatření směřujících k nápravě. Současně probíhá kontrola stromů s instalovanými bezpečnostními vazbami.

Výstupem obou typů kontrol ZP je zpracovaný protokol, obsahující minimálně:

- datum kontroly
- typ kontroly
- osobu, která kontrolu provedla
- zjištěné skutečnosti
- seznam navržených opatření

Hodnocení základních ploch umožní optimalizaci využití finančních prostředků na péči o dřeviny. Seřazením základních ploch podle jejich stavu a hodnot cílů pádu umožní zvolit plochy nejvíce exponované a tudíž nejvíce preferované. To vše na základě poměrně jednoduché kontroly, bez nutnosti detailního hodnocení stromů.

2.2. HODNOCENÍ A KONTROLY JEDNOTLIVÝCH STROMŮ

Individuální hodnocení se provádí u stromů, které lze spolehlivě lokalizovat a u nichž je vhodné individuálně stanovit technologii zásahu. Je nutné alespoň na plochách intenzitní třídou údržby 1 a na plochách s vysokou hodnotou cíle pádu. Nicméně pokud chceme sestavit komplexní plán péče a kontrol stromů a jejich skupin je postupně vhodné zpracování kompletní individuální inventarizace stromů a jejich skupin na všech plochách zeleně.

Inventarizaci můžeme rozdělit na několik kroků nebo stupňů, z nichž ne všechny musí probíhat simultánně. Rozlišujeme tedy:

Základní inventarizaci, která zahrnuje:

- lokalizaci stromů
- určení základních taxonomických a dendrometrických údajů individuálních stromů

V opodstatněných případech mohou být po dohodě se zadavatelem taxonomické a dendrometrické údaje zjišťované pouze v omezeném rozsahu. Základní inventarizace může být prováděna kdykoliv během roku.

Dalším krokem je **dendrologický průzkum**, který zahrnuje v případě individuálních stromů:

- základní inventarizaci,
- fyziologické stáří,
- perspektivu,
- vitalitu,
- zdravotní stav,
- stabilitu.

Dendrologický průzkum je vhodné provádět v obdobích, kdy je možné provést komplexní zhodnocení stavu. Nelze jej tedy provést uspokojivě v období, kdy je vyšší sněhová pokrývka a není možné provést inspekci báze a stanoviště.

Vrcholem a naplněním účelu inventarizace je **návrh zásahů**; je obvykle součástí dendrologického průzkumu (pokud není stanoveno jinak) a zahrnuje:

- technologii zásahů (tedy co se má provést),
- naléhavost zásahů (kdy se to má provést),
- navrhované opakování zásahů (jak často se to má opakovat),
- sklonitost terénu.

Je velmi vhodné, aby výsledný návrh péče respektoval standardy péče o dřeviny, a to proto, aby definované zásahy měly jasný obsah a nedocházelo k míšení pojmů tím, že hodnotitel a realizátor označují stejným termínem jiný zásah.

Další součástí inventarizace mohou být **specializované průzkumy**. Ty jsou prováděny v případech zvláštní potřeby jako nadstavba dendrologického průzkumu, případně na základě zjištění tohoto průzkumu, a pokrývají jevy, které vyžadují speciálně školeného pracovníka, specifickou dobu provádění a podobně. Jejich seznam je v podstatě neohraničený. Z běžné praxe lze vyjmenovat následující:

- stanovení kompoziční hodnoty
- stanovení sadovnická hodnoty
- stanovení historického kontextu
- stanovení biologického potenciálu
- fytopatologický průzkum

a podobně. Tyto specializované průzkumy nejsou součástí těchto učebních textů.

Na základě informací ze specializovaných průzkumů lze modifikovat návrh plánu péče. Při hodnocení je vhodné brát do úvahy také časové hledisko, kdy které organizmy či jejich znaky je možné nalézt. To se týká zejména výskytu chráněných druhů organismů, dřevokazných hub s jednoletými plodnicemi a podobně. Někdy je nutné v jedné sezóně hodnocení zopakovat.

Ne vždy je nutné provádět takto rozsáhlé hodnocení, někdy postačí zjednodušená forma, například pouze stanovení parametrů stability a provozní bezpečnosti. Tento postup je možný, je však nutný souhlas zadavatele a je nutno ho upozornit na omezenou možnost dalšího používání takových dat.

2.3. HODNOCENÍ A KONTROLY SKUPIN STROMŮ

Často se setkáváme se stromy ve skupinách, kde není možné jednoznačně lokalizovat a identifikovat tyto stromy. Takovéto stromy se sdružují do skupin, pro něž se pak navrhuje zásah. Obdobně lze do skupin sdružit stromy s podobným stavem a tudíž i typem zásahu. Významné stromy, rostoucí v rámci skupiny stromů, lze vyčlenit a hodnotit individuálně.

Základní inventarizace skupin stromů zahrnuje:

- lokalizaci skupin
- stanovení rozlohy skupiny.

Dendrologický průzkum skupin stromů zahrnuje:

- uvedení počtu, případně procentuálního zastoupení jedinců jednotlivých taxonů
- slovní popis stavu skupiny

Návrh zásahu je obvykle součástí dendrologického průzkumu (pokud není stanoveno jinak) a zahrnuje:

- technologii zásahů,
- naléhavost zásahů,
- navrhované opakování zásahů,
- sklonitost terénu.

Stejně jako u individuálního hodnocení platí, že lze zpracovávat i hodnocení s omezeným rozsahem parametrů, pokud to je opodstatněné.

2.4. ZÁKLADNÍ INVENTARIZACE

2.4.1. Lokalizace stromu

Přesná lokalizace stromů je jedním ze základních předpokladů při posuzování zdravotního stavu stromu a plánování následných zásahů. Správná lokalizace je zásadně důležitá s ohledem na majetkové poměry, neboť jednoznačné polohové určení stromu rovněž jednoznačně identifikuje majitele v katastru nemovitostí.

U solitérních jedinců je poloha jednoznačným parametrem, a měla by být určena s maximální možnou přesností, s ohledem na účel lokalizace a možnosti pracovníka. Jistě by bylo krásné, mít všechny stromy geodeticky zaměřené, u populací stromů v našich městech je to však nereálné a příliš nákladné. Někdy ani sebelepší zaměřené neumožní zpětné dohledání konkrétního stromu. Ve stejnorodých hustých skupinách, porostech, či na velkých plochách je to téměř nereálné, a pak je nutné doplnit lokalizaci o jednoznačné označení stromu.

Stromy jsou reprezentovány individuálním bodem, který je zařazen ve zvoleném souřadném systému (u nás obvykle S-JTSK či Google Maps Projection). Přesný bod lokalizace je u jednokmenných stromů střed kmene na styku s půdou, u vícekmennů střed polykormonu.

V současnosti je lokalizaci možné provádět celou řadou metod, které mají různou výslednou přesnost i časovou náročnost sběru a zpracování dat.

1. Ruční zakreslení do mapy či ortofotosnímku

Nejjednodušším způsobem lokalizace stromu je ruční zakreslení polohy stromu do papírového mapového podkladu (základní či topografické mapy) na základě pouze subjektivní lokalizace polohy stromu oproti okolním objektům (komunikace, budovy). Tato metoda je časově velmi nenáročná, její nevýhodou je však nižší přesnost. Při digitálním zpracování dat se zvyšuje časová náročnost vzhledem k nutnosti následného překreslení pomocí ruční digitalizace v počítači nad mapovým podkladem. Sbíraná data je nutné zapisovat rovněž v papírové podobě a poté převádět do digitální databáze. Vyšší přesnosti je možné dosáhnout při zakreslení polohy stromů do leteckých ortofotosnímků, které v současnosti jsou dostupné ve velmi velkém rozlišení pro celé území naší republiky a umožňují velmi přesnou lokalizaci stromů. Opět je zde nutná digitalizace v počítači a ruční editace databáze. Určitou možností pro zefektivnění je zpracovávání lokalizace pomocí tabletu přímo do GIS. To však vyžaduje patřičné technické i softwarové vybavení.

Odhadovaná přesnost, podle typu podkladu a konkrétní situace, může být 1 – 10 m. nevyžaduje žádné speciální znalosti a je poměrně operativní.

2. Geodetické zaměření

Geodetické měření je založeno na použití geodetických měřících přístrojů, nejčastěji tzv. totálních stanic. Princip měření vychází většinou z tzv. polárního měření (měření horizontálního úhlu a vzdálenosti) z předem zaměřené sítě geodetických bodů (stanovisek). Metoda vykazuje velmi velkou přesnost polohového určení, její nevýhodou je však velmi velká časová náročnost a rovněž velké nároky na znalost metod měření a ovládání přístrojů. Metoda nalezne uplatnění pouze v případě za-

měrování větších celků s hustým porostem (např. parky a lesoparky), kde jiné metody nedosahují dostatečnou přesnost. Metoda rovněž vyžaduje dvojí zápis databáze dřevin (zápis na papír v terénu, editace v počítači).

3. GNSS měření

Metoda je založena na použití GNSS přístrojů (Globálních Navigačních Satelitních Systémů – nejčastěji GPS a GLONASS). Přesnost metody závisí na typu použitého přístroje a pohybuje se od řádu centimetrů až po několik metrů. Hlavním negativem při zaměrování dřevin je vždy přítomné stínění signálu korunou stromu. Výhodou metody je dnes již běžná možnost zadávání atributů k měřeným objektům, což urychluje tvorbu databáze a snižuje časovou náročnost při kancelářském zpracování.

4. Lokalizace na základě dat leteckého laserového skenování

Lokalizace je založena na automatizované identifikaci stromů a jejich vrcholů pomocí analýzy dat leteckého laserového skenování. Výhodou metody je přesná identifikace vrcholů stromů, zároveň je však možné přímo velmi přesně získat i informaci o výškách dřevin či tvaru koruny. Nevýhodou jsou velmi velké nároky na zpracování dat a také vyšší cena dat samotných. Uplatnění však může nalézt při mapování vegetace na územích větších obcí a měst.

5. Využití bezpilotních létajících prostředků (UAV)

Bezpilotní létající prostředky představují rychle se rozvíjející segment využitelný rovněž pro lokalizaci stromů. Princip spočívá v tvorbě detailních ortofotosnímků a digitálního modelu povrchu ze stereofotogrammetricky pořízených snímků a následném zpracování v prostředí GIS. Zpracování je poté obdobné jako v případě leteckého laserového skenování – identifikace stromů, jejich výšky, tvaru koruny aj. Přesnost metody je závislá na výšce letu a pohybuje se v řádu decimetrů.

6. Kombinace metod

Kromě výše zmíněných metod je možné využívat jejich kombinace. Z hlediska přesnosti i časové náročnosti se jeví stále jako nejefektivnější způsob kombinace měření pomocí GNSS (s tvorbou digitální databáze v terénu – zápis atributů do přístroje) s následným zpřesněním polohy na podkladu ortofotosnímků. Tato kombina-

ce poskytuje jednak rychlou lokalizaci v terénu a stejně tak i rychlý převod do počítače a po ruční úpravě polohy nad ortofotosnímkiem také ve výsledku dostatečnou přesnost. Zároveň metoda neklade velké nároky na uživatele, na přístrojové vybavení (stačí běžný turistický GNSS přístroj nebo mobilní telefon) a kancelářský software.

2.4.2. Identifikace stromu

Jednoznačnou identifikaci dřeviny může poskytnout pouze přímé označení některým z typu tagů. V praxi se používají v principu dva typy:

- instalace štítků (s číslem či s doprovodným čárovým kódem)
- zavedení rádiových čipů (RFID)

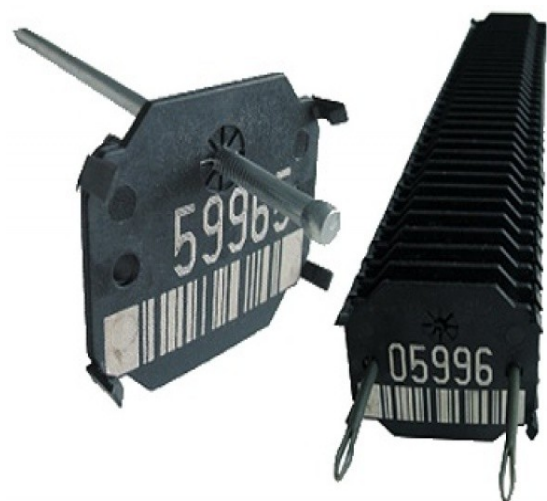
Starší a značně rozšířenější je metoda instalace štítků na kmeny stromů. Tento způsob označování dřevin je často používaný jako doprovodný identifikační systém v rámci větších spravovaných území (uliční stromořadí měst, parky, arboreta apod.). Používá se široké spektrum štítků s různým typem přichycení ke kmeni.



Jedna z možností označení stromu plastovým tagem, Kew Gardens, UK



Aluminiové štítky s číslem jsou nej-jednodušším způsobem označení stro-mu.



Systém Arbotag – speciální štítek s fi-xačními prvky, číslem a čárovým kódem (převzato z <http://www.arborobchod.cz/foto.php?foto=ARBOTAGC.jpg&kod=LA35C>)

 <p>Cable secured RFID or QR tags are more difficult to remove from trees.</p>	<p>Lze použít i jednoduché způsoby upevnění lankem, zde s QR kódem (obrázek převzat z http://www.nurserymag.com/nm1012-tree-traceability-regulations.aspx)</p>
	<p>RFID čip, který lze aplikovat do dřeva stromu.</p>

2.4.3. Zjišťování dendrometrických parametrů

Další důležitou skupinou parametrů, které jsou nutnou součástí každého hodnocení, je zjištění dendrometrických parametrů. Metody zjišťování jsou již ustálené a proto odkazují čtenáře na již vydanou literaturu, popisující velmi obsáhle způsob zjištění důležitých parametrů. Zjišťuje se: tloušťka kmene, výška stromu, výška spodního okraje koruny, šířka koruny. Pro popis postupu měření těchto parametrů lze použít učební texty do dendrometrie případně příručku oceňování dřevin rostoucích mimo les.

2.5. FYZIOLOGICKÉ STÁŘÍ

Jedním ze základních údajů je zařazené stromu do vhodné věkové kategorie. Vzhledem k charakteru růstu stromů nemá velký smysl pokoušet se odhadovat skutečné kalendářní stáří. Takový parametr nemá v podstatě využití, protože stromy stárnou rychleji či pomaleji v závislosti na stanovišti. V městském prostředí je proces stárnutí mnohem rychlejší než ve volné krajině nebo v lese. Proto se u stromů obvykle určuje tzv. fyziologické stáří, které charakterizuje strom z hlediska jeho vývojové ontogenetické fáze. Stupnice podle standardu je následující:

1. nová výsadba, jedinec ve fázi procesu ujímání, případně mladý strom odrůstající konkurenci trav a keřů
2. ujmутý (stabilizovaný) mladý strom ve fázi utváření architektury koruny do doby ukončení zapěstování koruny
3. dospívající jedinec s preferencí výškového přírůstu
4. dospělý jedinec
5. senescentní jedinec se známkami ústupu periferie koruny a zmlazování v její spodní části

2.6. PERSPEKTIVA

Tento parametr je jakýmsi souhrnem dvou pohledů na strom – jeho stavu a jeho vhodnosti na stanovišti. Může nastat situace, že máme ve správě strom, který je sice zdravý a nepoškozený, ale vůbec se do daného prostředí nehodí, má odlišnou ekologickou amplitudu nebo je jinak nevhodný. K vyjádření tohoto stavu slouží parametr perspektiva. Charakterizuje zjednodušeným způsobem předpokládanou délku jeho existence na daném stanovišti, danou stavem a vhodností, přičemž rozhodující je horší z parametrů. Stupnice navrhovaná standardem hodnocení stromů je následující:

- a) dlouhodobě perspektivní v řádu desetiletí
- b) krátkodobě perspektivní nebo na stanovišti dočasně udržitelný
- c) neperspektivní nebo na stanovišti nevhodný

Tento parametr poněkud předjímá i pěstební vhodnost stromu a není jen striktním zhodnocením stavu stromu. Pomáhá tak zohlednit pěstební nároky, což další parametry hodnocení neumožňují.

2.7. PARAMETRY STAVU STROMU

V následující kapitole se budeme soustředit výhradně na arboristické vnímání stromu, tedy na pohled z hlediska péče. V tomto kontextu je strom nahlížen ze dvou rovin: jako biologická entita a jako mechanická entita. První pohled nám říká, že strom je živý organizmus, který interaguje se svým prostředím. Tyto reakce musíme znát a musíme je také být schopni popsat. Druhý pohled vnímá strom jako vetknutý nosník velkých rozměrů, který je nutno udržovat v takovém stavu, aby nevznikla možnost poškození okolí jeho pádem nebo pádem jeho části. Strom je tedy duální objekt, který má biologickou a mechanickou složku. Proto také musíme hodnotit biologickou a mechanickou složku jeho existence. Biologickou složku nebo aspekt hodnotí parametr **vitalita** (někdy také nazývaný fyziologická vitalita) a druhý aspekt hodnotí parametr označovaný **zdravotní stav**.

K těmto dvěma parametrům se přidává ještě parametr popisující pravděpodobnost selhání stromu, případně riziko selhání stromu a zásahu nějakého potenciálního cíle. Je to **stabilita** stromu (striktně mechanická stabilita) a/nebo **provozní bezpečnost** stromu. Čím se liší? Stabilita se striktně týká pouze stromu a nevnímá vůbec jeho okolí. Budu-li mít strom s prasklou tlakovou vidlicí, bude hodnota jeho stability stejná, ať už poroste v centru města, v areálu školky nebo uprostřed polí. Oproti tomu provozní bezpečnost tuto stabilitu promítá do stanoviště stromu. Je to tedy dvojitá otázka: a) zda-li spadne/selže tento strom a b) zde-li dojde k ohrožení nějakého cíle při tomto selhání (poškození budov, vozidel nebo, v nejhorším případě, k poranění osob)?

2.7.1. Vitalita

Vitalita stromu (fyziologická vitalita, životaschopnost) charakterizuje jedince z pohledu dynamiky průběhu jeho fyziologických funkcí. Je to v podstatě míra schopnosti stromu reagovat na vnější či vnitřní změny, na stresory působící z jeho okolí i na vnitřní procesy. Kvalitativní i kvantitativní míra projevů těchto reakcí je

součástí procesu hodnocení. Hodnocení vitality se tedy provádí nepřímou (nemůžeme vidět vlastní vitalitu) a vychází ze skutečnosti, že strom, aby mohl žít, musí přirůstat a musí reagovat na vnější podněty. Růst a růstové reakce stromu jsou primárními znaky pro hodnocení vitality.

Vitalita je velmi dynamický parametr. Na rozdíl od zdravotního stavu, který se obvykle (pokud vynecháme katastrofické události) mění jen pomalu, vitalita se může dramaticky měnit v průběhu vegetace a to oběma směry. Na jednom stanovišti může být různá u různých druhů i například v rámci téhož druhu u různých věkových stádií. Na vitalitu má velký vliv například dostupnost vody a aerace půdy. Ukazatele vitality mohou mít značnou dynamiku mezi jednotlivými vegetačními obdobími. Hodnocení mohou negativně ovlivnit např. holožírny, extrémní klimatické vlivy, zásadní zásahy do stanovištních poměrů stromu. Při stanovování vitality je proto třeba brát do úvahy jednak druh stromu, jeho fyziologické stáří a aktuální poměry stanoviště, především srážkové. Stanovená vitalita je, vzhledem k výše uvedenému, výrazně vázána na okamžik hodnocení. Proto je také možné, při nutnosti minimalizovat náklady na hodnocení, stanovení vitality vynechat. Její projevy, resp. projevy významného snižování vitality, se zohlední ve stanovení stability, resp. provozní bezpečnosti. Platí totiž úměra, že pouze vitální strom je schopen samovolné stabilizace adaptačním růstem. Pouze strom vitální produkuje dostatek asimilátů na to, aby vytvářel nové vrstvy mechanických pletiv, aby vytvářel kalus a zavaloval případná poškození, pouze vitální strom dokáže vytvořit potřebný nadbytek stavebních látek pro thigmomorfogeneticky ovlivněný růst, adaptační růst.

2.7.1.1. Parametry hodnocení vitality

Jako základní parametry hodnocení vitality jsou užívány následující znaky:

- defoliace (počet ročníků jehlic)
- změny velikosti a barvy asimilačních orgánů
- významné napadení asimilačních orgánů chorobami či škůdci
- dynamika vývoje sekundárních výhonů

- změny formy větvení vrcholové části koruny
- prosychání na periferii koruny
- dynamika tvorby kalusu
- dynamika výškového přírůstu (u mladších vývojových stádií)

Proberme nyní některé z nich:

DEFOLIACE



Crown defoliation indicates reduced tree vitality. From the left to the right degree of defoliation (the loss of needles): no defoliation 0-10%, slight 10-25%, moderate 25-60%, and severe >60-99%.

Obr. 3: Defoliace smrku 0 - 10%, 10 - 25%, 25-60 % a 60 - 99 %. Převzato z www.metla.fi

Základním parametrem pro hodnocení vitality stromu je defoliace – stupeň odlistění. Je to odborný odhad nakolik má strom méně rozvinutý asimilační aparát ve srovnání s ideálem. Soustředíme se pouze na ztrátu způsobenou fyziologickými jevy, nikoliv ořezem, poškozením a podobně³.

³ Také defoliace vlivem pastvy listožravého hmyzu není důvodem pro snížení hodnoty vitality. Je však samozřejmé, že nutnost náhrady asimilačního aparátu bude pro strom znamenat nárok na energii a látky a může způsobit následný významný pokles vitality.

Defoliace je nespecifický symptom⁴ poškození dřevin, které je působené zpravidla více škodlivými faktory, přičemž mezi nejdůležitější patří znečištění ovzduší, vodní stres a kontaminace půdy, ale vliv může mít i řada biotických faktorů (lištožravý hmyz, houbová či bakteriální onemocnění apod.).

Ukázala se jako vyhovující pro zjišťování především industriálního poškození porostů. Hodnocení je postaveno na vyjádření procentuální ztráty asimilačního aparátu (tedy listů nebo jehlic) oproti ideálnímu stavu. Odhadujeme jej podle množství listů či jehlic, tak i jejich velikosti⁵ a distribuce v rámci koruny. Posuzuje se horní část koruny neovlivněná zápojem.

Jako doplňkový údaj může sloužit velikost listů, změny jejich zabarvení, příp. rozšíření nekrot. V případě barevných změn se rozlišují žloutnutí (chlorózy) a hnědnutí, odumírání (nekrózy). V případě jehličnanů se hodnotí, zda jsou barevné změny lokalizované na starších či mladších ročnících jehličí

U jehličnatých dřevin lze parametr defoliace do jisté míry kvantifikovat spočítáním ročníků jehlic. Projevuje se zde stresová reakce, v důsledku které dochází k odumírání a opadu jehlic poškozených ať již nedostatkem vody pro transpiraci nebo různým typem poškození (znečištění vzduchu, choroby, disfunkce apod.). Čím menší počet ročníků jehlic je na jedinci zjištěný, tím horší je jeho schopnost získávání energie fotosyntézou. Např. u *Picea abies* se za „normální“ považuje přítomnost 6-10 ročníků jehličí, u *Pinus silvestris* 4-5 ročníků.

4 Nespecifická reakce neumožňuje jednoznačně stanovit zdroj reakce. Oproti tomu specifické reakce na stresory nám tuto identifikaci umožňují.

5 Velikost listů je také ovlivněna stresem, čím jsou menší, tím je strom více zatížen a naopak. Je nutno brát do úvahy druhová specifika a také

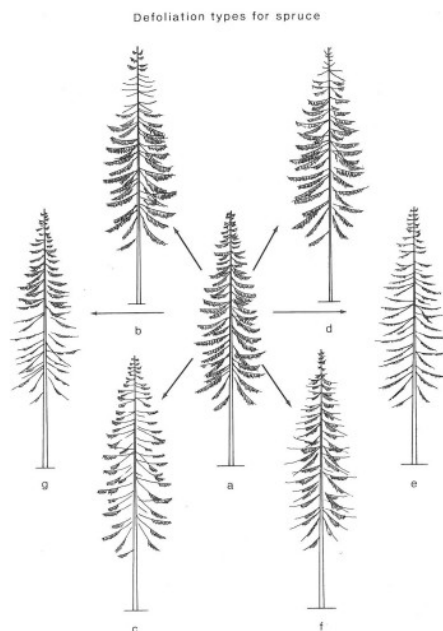


Figure 4.14 Different defoliation types in Norway spruce. A: no defoliation; b: sub-top defoliation; c: large window; d: top-dying; e: uniform loss of needles; f: peripheral defoliation; g: loss of needles from base upwards. From Innes (1990c), based on Westman and Lesinski (1986).

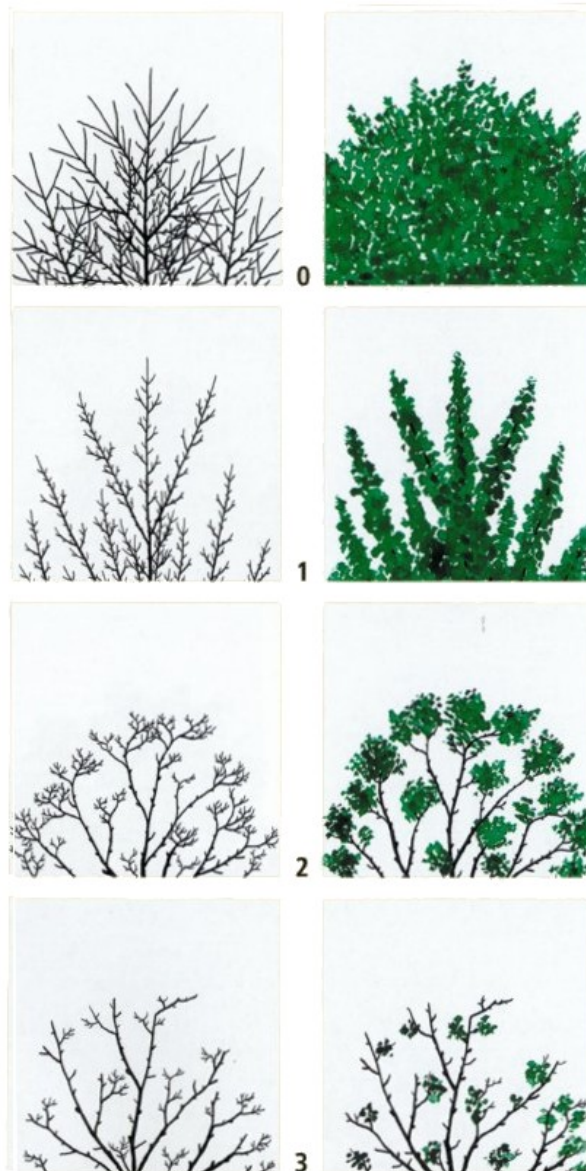
Obr. 4: Různé typy defoliace u smrku, převzato z Inees, 1993.

MALFORMACE VĚTEVNÍCH STRUKTUR

Defoliace je poměrně dynamický parametr. Pro ověření dlouhodobého trendu vitality stromů lze použít parametr malformací větvení vrcholového výhonu. Tzv. fázový model růstu výhonů zpracoval A. Roloff (Roloff, 1989) pro nejdůležitější evropské listnáče. Jednotlivé fáze jsou charakterizované rozdílným poměrem ve vývoji dlouhých a krátkých výhonů (makroblastů a brachyblastů).

Stupeň vitality	Popis stavu
0 - fáze explorace	Z vrcholových i postranních pupenů každoročně vyrůstají dlouhé výhony. Koruna je hustá, zaoblená a síťovitě zavětvená hluboko dovnitř koruny, bez vyčnívajících větví. Husté olistění bez větších mezer, zasahující opět hluboko do vnitřku koruny.
1 - fáze degenerace	Z terminálního pupene se ještě každoročně vyvíjejí dlouhé výhony (i když poněkud kratší), ze všech bočních pupenů vznikají téměř bez výjimky výhony krátké. Tím se zřetelně ochuzuje větvení a vznikají "rozně". Koruna je na okrajích roztřepená. V koruně se objevuje podíl suchých větví do 5%. Ve vnitřku koruny je větvení a tím i olistění poměrně husté. Až do tohoto stupně převažují na okraji koruny ještě přímé a průběžné hlavní osy vrcholových výhonů.
2 - fáze stagnace	Všechny pupeny, včetně vrcholových, vytvářejí pouze krátké výhony. Tím prakticky ustává další větvení (krátké výhony se nevětví) a výškový přírůst stromu. Rovné a průběžné větve na okraji koruny chybí a jsou nahrazeny "pařátovitými" větvemi. Řetízky krátkých výhonů s chomáčem listů na konci se za vegetace snadno lámou. V důsledku toho se vnitřek koruny nápadně

	prosvětluje, výhony s listy jsou nahroučeny v tenké vrstvě na okraji koruny. Jejich chomáčovitě uspořádání vede ke vzniku štětkovitých struktur a větších mezer v koruně.
3 - fáze rezignace	Vylamují se větší větve a odumírají celé partie koruny, včetně vrcholové. Pokračuje prosvětlování zbylých částí. Koruna se rozpadá na izolované "dílků koruny" a kostrovatí.



Obr. 5: Zobrazení fází dle Roloffa (Roloff, 2001)

Výhody této metody jsou dvě. Za prvé je to možno sledovat vývoj vitality stromu v průběhu uplynulých let a tedy hodnotit trend vitality daného jedince. V případě odběru vrcholového výhonu je dokonce možné provádět i kvantitativní analýzu a dojít k velice přesným výsledkům částečně srovnatelným s dendrochronologickou

analýzou. Druhou výhodou je možnost provádět hodnocení i mimo období vegetace, v neolistěném stavu. Akutní změny vitality se ovšem v malformacích projevují až se zpožděním.

Podrobný popis metody je uveden v knize Andrese Roloffa *Baumkronen, Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens* (Roloff, 2001) vč. tabulí zobrazujících růstové fáze pro nejvýznamnější druhy listnatých a jehličnatých dřevin. Seznam zobrazených druhů není příliš rozsáhlý a také není řešena otázka jednotlivých kultivarů, které se od základního druhu svými nároky mohou lišit, lišit se tedy bude i jejich reakce na prostředí.

U dřevin s vázaným růstem dochází k založení finální délky výhonu již v pupenu, zakládaném v roce předcházejícím. U těchto dřevin je délkový přírůst ukončený poměrně brzy (již po 2 až 4 týdnech). Na délku vytvářeného přírůstu má proto zásadní vliv klima a energetické zásoby stromu v předcházejícím roce. Mezi tento typ dřevin patří např. *Quercus, Fagus, Carpinus, Fraxinus, Acer, Aesculus, Robinia, Tilia, Prunus, Pinus*).

Druhou skupinou dřevin jsou dřeviny s volným růstem. U těch se výhon vytváří převážně v době, kdy dochází k jeho prorašení. Růst pak probíhá kontinuálně po celé období vegetace podle konkrétních klimatických podmínek. Zástupci tohoto typu dřevin jsou *Populus, Salix, Alnus, Betula, Larix*).

PROSYCHÁNÍ KORUNY

Jako další parametr fyziologické vitality je možné hodnotit i prosychání koruny. Hodnotí se prosychání koruny zejména ve vrcholové části koruny a v plášti koruny, nikoliv na zastíněných částech, uvnitř koruny, ovlivněné okolní vegetací nebo zastavbou a podobně. Proto je nutné také odlišit vliv jiných faktorů, jako je hustá koruna a podobně.

0 – prosychání nezjištěno

1 – prosychání jedno- až dvouletých výhonů bez patrné tendence dynamického rozšiřování proschlých částí

2 – prosychání silnějších větví, především v prostoru vrcholové partie koruny; patrná tendence dynamického ústupu koruny

3 – více než 40% objemu koruny prosychá, pokračující tendence

4 – koruna z převážné části proschlá

VÝVOJ SEKUNDÁRNÍCH VÝHONŮ

Další z reakcí stromu, která svědčí o jeho vitalitě je i tvorba sekundárních výhonů a výmladků kořenových a pařezových. Je to ovšem reakce velmi závislá na druhu, respektive interpretace je velmi závislá na druhu. Proto je nutné znát výmladnost hodnocených jedinců, kde a jak intenzivně vytvářejí sekundární výhony.

Tvorba sekundárních výhonů a výmladků může být iniciována buď změnou v okolí stromu, například uvolněním z porostu, ale také se může jednat o reakci na stres. V případě neschopnosti dopravovat vodu a dostatečně zásobovat primární strukturu větvení mají stromy tendenci nahrazovat stávající struktury sekundárními výhony, které rostou těsně napojené na běl a níže v koruně, jsou tedy velmi dobře zásobené vodou a živinami. Ve srovnání s primárními větvemi vykazují vždy bujnější růst. Typická je tato reakce u stromů v 5 stádiu fyziologického stáří, u veteránů, jak je vidět na obrázku.



Obr. 6: Starý strom s odumřelou korunou, která je nahrazena sekundárními výhony

OSTATNÍ PARAMETRY

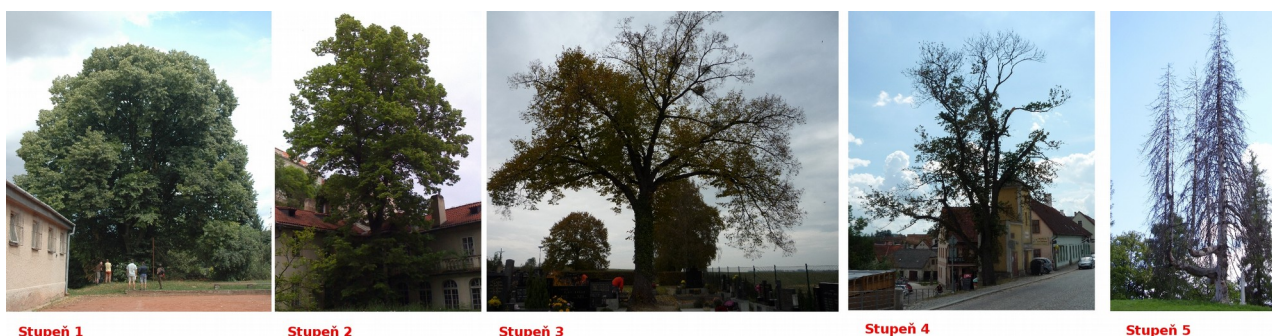
Mezi další parametry, které je možné pro hodnocení fyziologické vitality stromu použít patří např. dynamika vývoje kalusu v okolí poranění, schopnost adaptačního růstu v místech evidentních špiček napětí (kořenové náběhy, nasazení větví, asymetrické průřezy větví v trvalém ohybu a podobně).

Konečnou hodnotu vitality včetně jejího vlivu na perspektivu jedince je v podstatě možné spolehlivě stanovit až po několikaletém pozorování. Pokud máme vitalitu posoudit z jednoho pozorování, musí být bráno v potaz (buď jednotlivě nebo souhrnně) co nejvíce charakteristik. Vždy je nutné vycházet ze skutečnosti, že se jedná o hodnotu relativní a v průběhu času se poměrně dynamicky mění. Je vhodné seznámit se se stavem stanoviště, zda kontrolu provádíme v klimaticky běžném roce nebo je přisušek, neproběhly -li v okolí například rozsáhlé stavební práce, záplavy atd.

Vznikající standard hodnocení stromů navrhuje následující stupnici

Stupeň	Popis
1	výborná až mírně snižená
2	zřetelně snižená (stagnace růstu, prosychání koruny na periferii koruny)
3	výrazně snižená (začínající ústup koruny, odumřelý vrchol koruny)
4	zbytková vitalita (větší část koruny odumřelá)
5	suchý strom

Tabulka 1: Stupnice hodnocení vitality podle standardu SPPK 01 001:2014 Hodnocení stavu stromů



Obr. 7: Stupně vitality - modelové snímky

2.7.2. Zdravotní stav stromu

2.7.2.1. Definice zdravotního stavu

Jak již bylo naznačeno, stromy jsou ve své podstatě duální objekty, u nichž můžeme rozlišit biologický a mechanický aspekt jejich existence. Fyziologická vitalita popisuje biologickou stránku, parametr zdravotní stav (a ještě více pak stabilita stromu) popisuje onen mechanický rozměr. Parametr zdravotního stavu odráží stupeň mechanického oslabení a poškození jedince. Strom z tohoto úhlu pohledu vnímáme zejména jako konstrukci, jako jednostranně vetknutý nosník, v němž a na nějž působí rozličná namáhání, která způsobují vznik napětí. Tato napětí (mechanická) musí být přenesena dřevem stromu (a dalšími pletivy), aniž by došlo k jejich porušení – selhání. O tom, jestli bude strom z tohoto pohledu úspěšný rozhoduje jednoduchá rovnováha mezi působícími zatíženími (vítr, sníh, led, vlastní hmotnost) a tím, co si můžeme pro jednoduchost (byť ne zcela správně) označit jako nosnost stromu. Ta je definována jednak vlastnostmi materiálu (dřeva) – jeho pevností a tuhostí a dalšími parametry, dále množstvím materiálu (průměr kmene, výška stromu a podobně), no a také kvalitativním parametrem distribuce materiálu, jeho efektivního rozmístění v prostoru. Více bude o dané problematice pojednáno v kapitole Stabilita stromu.

Hledisko zdravotního stavu je důležité především proto, že z významné části charakterizuje provozní bezpečnost jedince (viz dále).

Do tohoto diagnostického pohledu jsou zahrnuty především následující ukazatele:

- mechanická poškození,
- napadení dřevními houbami, xylofágním hmyzem,
- přítomnost silných suchých větví,
- přítomnost dutin a výletových otvorů,
- přítomnost defektních a poškozených větvení.

Zdravotní stav hodnotí všechna narušení stromu jako mechanického elementu bez ohledu na to, zda významně ovlivní či neovlivní jeho stabilitu, pravděpodobnost selhání. Lze to ilustrovat na následujícím obrázku:



Obr. 8: Vysvětlení vztahu pojmů zdravotní stav - stabilita

Strom na tomto obrázku byl ošetřen velmi nevhodným způsobem. Vzniklá poranění výrazně zhoršují zdravotní stav stromu, který by mohl být charakterizován stupněm 3. stabilita tohoto stromu byla naopak velmi zvýšena, tento strom lze označit za zcela stabilní. Vidíte, že oba parametry stabilita a zdravotní stav sice staví na stejných základech, ale interpretace je odlišná.

Vznikající standard hodnocení stromů navrhuje následující stupnici:

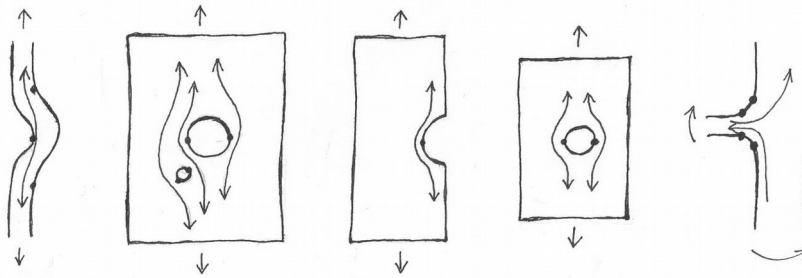
1. výborný až dobrý (defekty a poškození do malého rozsahu)
2. zhoršený (mechanické narušení významného charakteru)

3. výrazně zhoršený (souběh defektů či poškození snižující dožití hodnoceného jedince)
4. silně narušený (souběh defektů či poškození výrazně snižující dožití hodnoceného jedince)
5. havarijní/rozpadlý (akutní riziko rozpadu, případně rozpadlý jedinec)

2.7.3. Typologie defektů

Než se začneme zabývat jednotlivými typy defektů a vad, poškození, je nutno v souvislosti s pojmem defekt vyjasnit kontext hodnocení. Defekt je antropocentrická interpretace. Z našeho pohledu strom má nějaký defekt (například tlakové větvení nebo koruna tvořená kodominantními výhony), ale z pohledu stromu toto označení vůbec nemusí být relevantní. Mnoho těchto „defektů“ vzniká jako přirozená reakce na působení prostředí, například vysokou hustotu porostu. Strom tedy nebude mít tendenci vyhýbat se tvorbě těchto defektů. Naopak to musí být člověk, který bude technickými zásahy výskyt defektů minimalizovat. Pokud se pokusíme o celostní, holistický pohled, pak mnoho těchto defektů a vad je významnými biologicky atraktivními prvky, které umožňují přežití řadě dalších organismů vázaných na stromy. Z pohledu přírody tedy náš defekt je naopak benefitem a jeho sanace je poškozením stromu jako habitatu. Je vhodné vést v patrnosti tuto skutečnost, protože při plánování zásahů pak musíme odstraňovat příčinu, nikoliv následek.

Vliv defektů spočívá v tom, že narušují pravidelnost struktury dřeva ve kmeni, způsobují lokální zvýšení napětí, narušují uniformní tok napětí, který má strom tendenci přirozeně ustavovat. Každé takové narušení způsobuje změnu rozložení napětí ve dřevě, změnu chování kmene, a zvyšuje pravděpodobnost selhání stromu jako celku nebo jeho částí. Vznik špiček napětí je ukázán na následujícím obrázku.



Obr. 9: tok napětí v částech stromu s defekty s vyznačenými špičkami napětí (tečky), Mattheck, Breloer (2003)

2.7.3.1. Popis hlavních typů defektů

Studované defekty můžeme rozdělit z několika pohledů :

Podle typu na :

- defekty habituální
- poškození

Podle oblasti vlivu na :

- defekty narušující odolnost proti zlomu
- defekty narušující odolnost proti vyvrácení

Podle lokalizace na :

- defekty a poškození kořenového systému
- defekty a poškození báze
- defekty a poškození kmene
- defekty a poškození hlavního větvení
- defekty a poškození kosterních větví a koruny

Habituální defekty, jak název napovídá, jsou určité identifikované mechanicky nevýhodně vytvořené tvary a struktury stromu, „chyby“ v jeho habitu. Habituální defekty se mohou podílet jak na nevýhodném zvyšování zatížení (přeštíhlení – zvýšení těžiště), tak i na nedokonalém přenosu vznikajícího napětí změnou geometrie (např. tlaková vidlice apod.). Vznikají většinou jako reakce stromu na vnější působení, například zastínění, velmi vhodným nástrojem k jejich eliminaci jsou včasné zásahy, probírky, výchovné řezy a podobně.

Poškození, která vznikají působením vnějších zdrojů (člověk, technika, padající kameny, výkopy) jsou zdrojem nepravidelností v toku napětí. Způsobují lokální odchylky silových proudnic, čímž může docházet i ke vzniku napětí, na které dřevo není optimalizováno (tah / tlak kolmo na směr vláken) (Bodig, Jayne, 1993). Vznikají trhliny, které se mohou šířit a být příčinou rozsáhlých poškození, i selhání stromu. Zmenšují množství nosného materiálu (např. dutiny, zvláště v okolí větvení) případně zhoršují přenos napětí (otevřené trhliny výrazně snižují nosnost kmene v krutu a ohybu (Mattheck, 1991, Wessolly, Erb, 1998)). Umístění poškození pak určuje i míru nebezpečnosti poškození (Matheny, Clark, 1994). Je nutné také připomenout, že na rozdíl od habituálních defektů primárně umožňují, a bývají spojeny, s infekcí dřevokaznými houbami, protože otevírají vnitřní prostředí stromu těmto patogenům.

2.7.3.2. Habituální defekty

Jedná se o skupinu tvarových defektů zejména korun stromů, které zvyšují či nevhodným způsobem modifikují zátěž, vznikající při vanutí větru. Patří sem zejména:

- přeštíhlení
- sekundární koruny
- nevhodný tvar koruny (asymetrické, kodominantní)
- defektní větvení

PŘEŠTÍHLENÍ KMENE

Přeštíhlení je pojem, známý hlavně z lesnické praxe, kdy je podle štíhlostního koeficientu hodnocena stabilita porostu. Štíhlostní koeficient je poměr výšky stromu (h , v [m]) a jeho výčetní tloušťky ($d_{1,3}$, v [cm]). Je jím charakterizován tvar kmene. Závisí na dřevině, stanovišti, věku a zápoji okolního porostu. Štíhlostní koeficient vyjadřuje plnodřevnost nebo sbíhavost kmene a tím i odolnost proti škodám větrem. Štíhlostní koeficient sám o sobě má větší význam pro zvyšování stability vůči tlaku mokrého sněhu a námrazy. Většinou se předpokládá, že stromy s nižším štíhlostním koeficientem mají větší stabilitu i vůči působení větru; nemusí tomu tak být, poněvadž nižší štíhlostní koeficient se dociluje zpravidla u stromů s dlouhou a širokou korunou, které mají větší plochu koruny vystavenou proti větru.

Optimum hodnot tohoto poměru je pro lesní stromy udáváno v rozmezí 0,8 – 1,2 v závislosti na druhu. Platnost těchto hodnot je pro dřeviny rostoucí mimo les sporná a je vhodnější sáhnout po sofistikovanější metodě stanovení stability, buď metodě SIA nebo WLA.

Důvodem vzniku přeštíhlení je dominance primárního růstu, délkového růstu, fototropní růst. Habitus je typický pro stromy v zápoji nebo jinak stíněné, kdy nedostatek světla svým působením překonává vliv všech dalších stresorů a většina produkce asimilátů je alokována do délkového růstu tak, aby strom co nejdříve dosáhl maxima oslunění. Důsledkem změny habitu je nedostatečný průměr kmene, vysoko položené těžiště a tím i vznik větších napětí. Dalším důsledkem je zvýšená náchylnost k rozkmitání. Frekvence jsou nižší, vznikají vyšší napětí, opět je zvýšená pravděpodobnost selhání.

Defekt se vyskytuje u stromů v zahuštěných skupinách, v hustých alejích, v parkových porostech. Nebezpečný je tento jev po uvolnění z porostu do doby kdy se tloušťka kmene adaptačním růstem dostatečně nezvětší.

SEKUNDÁRNÍ KORUNY

Sekundární koruny jsou dalším příkladem změn, které jsou indukovány vnějším zásahem (hlubším řezem, odlomením části koruny, změnou oslunění apod.). Jako sekundární koruny označujeme stav, kdy po narušení (přírodní nebo člověkem způsobené) dojde k nahrazení ztracené části koruny prorašením výhonů ze spících či adventivních pupenů. To spolu vytváří komplex různých negativních jevů, charakteristických pro tento defekt.

Jak již bylo v kapitole Vitalita konstatováno, sekundární výhony jsou způsobem náhrady ztraceného asimilačního aparátu a jsou přirozenou reakcí stromu. Tím, že vyrůstají z

okrajových pletiv větví, je jejich růst velmi rychlý a dosahují zakrátko relativně velkých dimenzí. Zároveň však postrádají zakotvení do dřeva jako mají primární větve, a které umožňuje bezpečné upevnění i velmi těžkých větví. U sekundárních výhonů je toto napojení redukované a proto se snadno vylamují.

Dalším významným problémem je infekce kosterních větví, ke které často dochází, zejména po radikálních řezech či poškozeních. Při jejich opakování, například u tvarovacích řezů, dochází ke vzniku značného množství ran. Ty jsou s vysokou pravděpodobností v průběhu času infikované některou ze dřevokazných hub. Rozsah infekce je tím rozsáhlejší, čím starší části dřevního válce jsou při odstraňování sekundárních výhonů obnaženy. Velmi nebezpečné je, pokud se takové zásahy neprovádějí pravidelně a často, tak jak stanovuje standard. Při korektním provádění jsou odstraňované výhony malých rozměrů, vznikají jen malé rány a stromy se snadněji brání infekci. Pokud je ovšem koruna ponechána samovolnému vývoji, řez má spíše charakter opakovaného sesazování v dlouhých intervalech, vede takový postup k rozkladu v nasazení kosterních větví často k jejímu rozpadu.



Obr. 10: Sekundární koruna po redukčním řezu



Obr. 11: Strom s korunou tvořenou sekundárními výhony po minulém se-
sazení

K problematice stromů s tvarovanými či silně redukovanými korunami je třeba uvést ještě několik důležitých poznámek. Tento způsob zásahů byl v minulosti poměrně běžnou součástí hospodaření. Výmladkové hospodaření a pařeziny byly zdrojem stavebního materiálu malých rozměrů i píce pro hospodářská zvířata. Stromy s těmito zásahy žijí výrazně déle než stromy s primárními korunami (Lonsdale 1999, Konijnendijk 2012). Neustálé odebírání hmoty spolu s umělou redukcí velikosti a redukcí náporové plochy a nízkého uložení těžiště, které významným

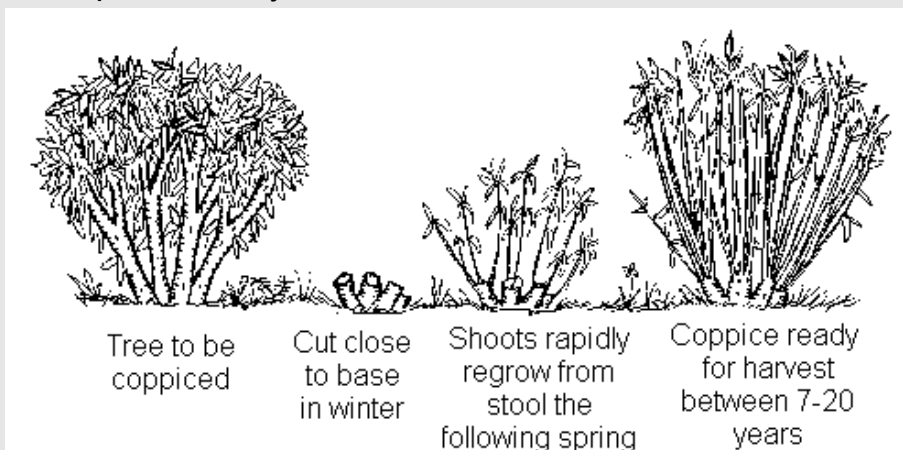
způsobem redukuje celkovou zá-
 těž stromu při větrném náporu,
 vede k prodloužení života v řádech
 desítek i stovek let. Termíny pollar-
 ding (ořezávání výhonů z vy-
 sokých stromů) a coppicing
 (pařeziny, ořezávání výhonů z
 pařezů).



Obr. 12: Typická hlava vytvářená pravidelným ořezáváním vý-
 honů. Převzato z <http://www.neneparktrust.org.uk>

Tyto stromy mají také tenden-
 ci vytvářet mnohem větší škálu ekologicky vysoce hodnotných prostředí – habitatů,
 pro vývoj xylobiontních organismů. Není tudíž jednoduše možné sekundární koruny
 možné pohlížet jako na negativní či výhradně defektní stav. Nebezpečí, které tyto
 stromy mohou představovat je možné bez výrazných problémů řešit kvalitní a konti-

S tímto jevem jsou spojeny dva termíny, které zaslouží vysvětlení: *pollar-
 ding* a *coppicing*. Pollarding je pěstování a ořezávání výhonů hlavovými
 řezy na vyšších stromech. Provádělo se tam, kde se zároveň na stejném
 prostoru prováděla pastva. Coppicing, pařezové hospodaření, je založeno
 na těžbě výhonů z pařezových výmladků. Takto byl pěstován stavební
 materiál menších dimenzí. Zároveň byly některé stromy ponechány jako
 zdroj kvalitnějšího řeziva větších dimenzí. Tyto typy porostů jsou dobře
 zachovány například ve Velké Británii a Francii, i u nás však tento způsob
 hospodaření prováděn byl, zanikl však.



Obr. 13: Pařezové hospodaření, snímek z www.wikipedia.com

nuální péčí.

NEVHODNÝ TVAR KORUNY

Nevhodný tvar koruny je komplexní habituální defekt, který zahrnuje několik typů defektů. První je zahuštěná koruna, ovlivněná vnitřní kompeticí výhonů. Je způsoben stejnými příčinami jako předchozí. Koruna stromu nevytváří standardní strukturu, ale je složena z několika navzájem si konkurujících kodominantních výhonů, rostoucích z hlavního větvení. Jednotlivé výhony si konkurují v kompetici o světlo a prostor.

Dalším typem nevhodné struktury koruny a jejího vzniku jsou sekundární výhony. Jedná se o poněkud jiný princip, než v předchozím. Zde jedná o jednorázový jev, prorašení sekundárních výhonů po nějaké události, které jsou následně ponechány. Impulsem k jejich růstu může být poranění a poškození koruny, sekundární výhony se tvoří jako náhrada odebrané listové plochy. Také stres a pokles vitality může být impulsem pro zvýšenou tvorbu výhonů. V neposlední řadě je tvorba sekundárních výhonů druhovým znakem. Na sekundárních výhonech je z hlediska provozní bezpečnosti a stability stromu rizikové to, že postrádají typickou závitkovou zónu, napojení do dřeva kmene. Zároveň mají díky svému postavení v blízkosti vodivých drah bujný růst. Dosahují rychle velké hmotnosti, postrádají však spolehlivé ukotvení ve kmeni. Snadno se tedy vylamují.

Negativní působení neplyne pouze z případného mechanického selhání samotného výhonu. Problémem je také poškození kmene a otevření vstupu pro patogenní organizmy. Sekundární výhony také odebírají živiny a vodu, potřebné pro stabilizační růst stromu. Vrchní partie koruny pak trpí nedostatkem vody a živin, rychleji degenerují a prosychají.

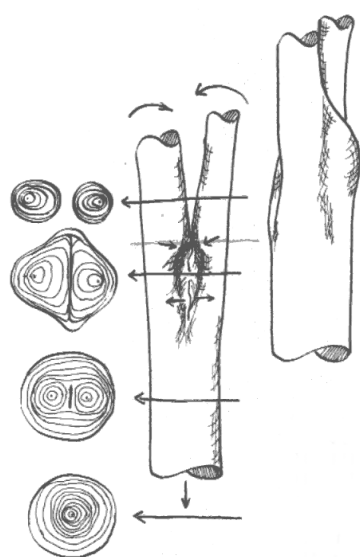


Obr. 14: Koruna a detail hlavního větvení stromu s NSK

Dále sem řadíme asymetrické tvary korun, opět často vzniklé poškozením nebo i asymetrickým osluněním, nejvýrazněji u světlomilných druhů dřevin. Asymetrická koruna umožňuje vznik torzních namáhání, která dřevo špatně snáší. Vznikají často v případě kompetice sousedních stromů o světlo, kdy stromy mají tendenci obsazovat volný osluněný prostor. Dokud skupina funguje jako celek, je situace relativně příznivá. K problémům dochází ve chvíli, kdy je skupina rozvolněna a stromy jsou náhle exponovány větrem. Určitá míra excentricity je běžná pro všechny stromy z důvodu nerovnoměrného osvětlení koruny (Skatter, Kučera, 2000). Excentricita většího rozsahu je většinou výsledkem buď poškození (odlomení kosterní větve, části koruny), nebo následkem zvýrazněného fototropního růstu (zejména u alejových stromů). Posunutí těžiště koruny mimo osu kmene má za následek vznik trvalého ohybového momentu, ale hlavně vznik torzního zatížení při zatížení větrem. Torzní zatížení je pro strom vždy rizikovým faktorem, a to vzhledem ke konstrukci kmene a charakteristice materiálu. Zejména u stromů s otevřenou dutinou je torzní namáhání kritickým prvkem, zvyšuje se pravděpodobnost selhání. Jako nevhodnou strukturu koruny je možné označit také vysoko vyvětvené formy, typické například pro les nebo vznikající nevhodnými zásahy v dolní polovině koruny. Dochází ke zvýšení ohybového momentu posunutím těžiště a změně mechanické od-

povědi na zatížení v dynamické oblasti, změně vlastních frekvencí koruny. Takovéto zásahy mohou být opodstatněné u komunikací či budov, silné vyvětvení pod těžištěm je potřeba vnímat jako chybu, ba i poškození stromu. Dochází, jak bylo již uvedeno, ke zvýšení těžiště a vznikají velké rány⁶ v extrémně namáhané části kmene, to zvyšuje pravděpodobnost infekce a následného selhání.

V některých případech se lze setkat s názorem, že vyvětlování korun či větví v rámci koruny vede ke snížení náporové plochy, event. k jejich odlehčení. Ano, to



Obr. 15: Schéma talkové vidlice (Mattheck, Breloer, 2003)

je pravda, nicméně je nutné vzít do úvahy další faktory. Z biomechaniky stromů víme, že síla větru je přímo úměrná velikosti náporové plochy, na kterou působí, a dále je přímo úměrná druhé mocnině rychlosti větru. Působící ohybový moment je pak funkcí síly a těžiště – ramene. Jestliže provedu zásah, jak je ukázán na ilustraci, dosáhnu snížení náporové plochy, ale zároveň zvýšení polohy těžiště. V dolních partiích je koruna vystavena menším rychlostem větru, takže takový zásah je málo efektivní, někdy naopak vede ke vzniku mechanicky méně výhodné situace.

DEFEKTNÍ VĚTVENÍ, TZV. TLAKOVÁ VIDLICE

Tlakové větvení je jedním z nejčastějších habituálních defektů. Vyskytuje se téměř u všech druhů stromů, včetně jehličnanů, i když u této skupiny dřevin se silnou apikální kontrolou je frekvence výskytu menší. Tlakové vidlice vznikají tam, kde stromy jsou nuceny nebo mají tendenci vytvářet úzká větvení. Tedy např. vlivem zástinu, vlivem vzájemné konkurence výhonů, preference úzkého větvení může být geneticky fixovaná (například rody *Populus*, *Tilia*).

⁶ Při takovémto typu zásahu musí být odstraňovány silné kosterní větve. Průměr řezných ran pak přesahuje doporučenou velikost řezných ran standardu řezu 5, resp. 10 cm.



Obr. 16: Rozlomená tlaková vidlice s patrným jazykem zarostlé kůry

Jedná se o úzké větvení, kde není prostor pro vytváření pevného propojení větví. Kůra, která je v normálním případě vytlačována mimo větvení a vytváří typický hřebínek, v případě tlakové vidlice zůstává mezi větvemi, resp. větví a kmenem. Tím je snížena pevnost spojení. Obě části vidlice jsou od sebe odděleny a nedochází k vytváření společného letokruhu. Tím je také pro přenos napětí k dispozici menší množství chemických vazeb a klesá pevnost spojení. Strom reaguje na tento stav tvorbou rozšířených ploch po stranách vidlice, které vytvářejí typický tvar, připomínající uši. Touto rozší-

řenou plochou se strom snaží kompenzovat nedostatek plochy k propojení uvnitř. Dalším růstem dochází ke zvyšování tlakového pnutí uvnitř větvení (odtud tlaková vidlice), dřevina se pak tvarově přizpůsobuje převládajícímu způsobu namáhání, tlaku. Takto vzniklá struktura snáší dobře tlakové namáhání, ale při zatížení tahem, který je pro větvení základní způsob namáhání, selhává. Dalšími diagnostickými znaky jsou ostré zaúhlení větvení a absence korního hřebínku.

Výsledkem takového habitu je snížená pevnost spojení. Je také nemožné adspekci odhadnout stav spojení, není možné zjistit plochu spojení. Dalším radiálním růstem výhonů dochází uvnitř vidlice ke zvyšování tlakového napětí (odtud tlaková vidlice). Spoj je tím destabilizován a stoupá pravděpodobnost selhání spojení. Opakem je vidlice tahová, která je považována za bezpečný typ větvení.



Obr. 17: Tlaková vidlice

Sanace defektu je obtížná. Jedná se o defekt vyvíjející se od mládí stromu a ve stádiu mladého jedince je tento růstový problém většinou poměrně snadno řešitelný. V podstatě jedinou možností je včasné odstranění či redukce problematického větvení v rámci výchovného nebo zdravotního řezu, tedy včasné odstraňování kodominantních výhonů a úzkých větvení. Pokud je ovšem defekt vyvinut v rozsahu, jak je vidět na obrázku, pak daný strom ztrácí z hlediska dlouhodobého rozvoje perspektivu. Pak lze sáhnout jen k technickému zásahu a větvení zajistit vratanou vazbou, případně předeplatou vazbou. To je samozřejmě nákladný zásah a je tedy nutno zvážit jeho efektivitu ve srovnání s možností výměny stromu.

Z hlediska zdravotního stavu začíná být signifikantní až v pokročilejších stádiích, a to především u taxonů dorůstajících se velkých rozměrů. U různých dřevin je patrné různé riziko vytváření tlakových vidlic a v důsledku různých materiálových vlastností dřeva je různé i riziko rozlomení tlakových vidlic již existujících.

Lonsdale (1999) uvádí výsledky terénních výzkumů zaměřených na mapování výskytu tlakových vidlic ve Velké Británii. Hodnocené parametry byly náchylnost ke tvorbě tlakových vidlic a pravděpodobnost selhání koruny v důsledku tlakových vidlic rozdělených do 5 stupňů :



Obr. 18: Prasklá tlaková vidlice

- 1 velice malá pravděpodobnost
- 2 malá pravděpodobnost
- 3 střední pravděpodobnost
- 4 vysoká pravděpodobnost
- 5 velice vysoká pravděpodobnost

Následující tabulka uvádí jednotlivé rody dřevin s hodnotou aritmetického průměru zjištěných parametrů.

Náchylnost k vytváření tlakových vidlic		Pravděpodobnost selhání koruny v důsledku tlakových vidlic	
Rod	Aritmetický průměr	Rod	Aritmetický průměr
JEHLIČNANY			
<i>Araucarya</i>	1.05	<i>Araucarya</i>	1.00
<i>Sequoia</i>	1.31	<i>Sequoia</i>	1.19
<i>Picea</i>	1.32	<i>Larix</i>	1.22
<i>Larix</i>	1.37	<i>Metasequoia</i>	1.27
<i>Sequoiadendron</i>	1.40	<i>Picea</i>	1.28
<i>Metasequoia</i>	1.41	<i>Taxus</i>	1.29
<i>Pseudotsuga</i>	1.46	<i>Sequoiadendron</i>	1.32
<i>Abies</i>	1.60	<i>Ginkgo</i>	1.35
<i>Taxodium</i>	1.70	<i>Pseudotsuga</i>	1.38
<i>Thuja</i>	2.04	<i>Abies</i>	1.52
<i>Pinus</i>	2.11	<i>Taxodium</i>	1.57
<i>Taxus</i>	2.21	<i>Pinus</i>	1.67
<i>Ginkgo</i>	2.52	<i>Thuja</i>	1.96
<i>Cupressus</i>	2.74	<i>Cupressus</i>	2.64
<i>Cupressocyparis</i>	2.78	<i>Cedrus</i>	2.92
<i>Cedrus</i>	2.96	<i>Cupressocyparis</i>	2.92
<i>Chamaecyparis</i>	3.17	<i>Chamaecyparis</i>	3.00
LISTNÁČE			
<i>Platanus</i>	1.32	<i>Carpinus</i>	1.32
<i>Carya</i>	1.50	<i>Alnus</i>	1.35
<i>Corylus</i>	1.52	<i>Corylus</i>	1.44
<i>Carpinus</i>	1.60	<i>Juglans</i>	1.62
<i>Zelkova</i>	1.62	<i>Platanus</i>	1.64
<i>Alnus</i>	1.77	<i>Pterocarya</i>	1.67
<i>Magnolia</i>	1.82	<i>Magnolia</i>	1.77
<i>Gleditsia</i>	1.91	<i>Quercus</i>	1.81
<i>Quercus</i>	1.93	<i>Pyrus</i>	1.92
<i>Castanea</i>	2.00	<i>Betula</i>	1.93
<i>Pyrus</i>	2.12	<i>Ulmus</i>	2.00
<i>Sorbus</i>	2.17	<i>Sophora</i>	2.07
<i>Ulmus</i>	2.27	<i>Castanea</i>	2.07
<i>Tilia</i>	2.32	<i>Prunus</i>	2.12
<i>Ailanthus</i>	2.36	<i>Sorbus</i>	2.22
<i>Paulownia</i>	2.42	<i>Paulownia</i>	2.31
<i>Catalpa</i>	2.44	<i>Tilia</i>	2.32
<i>Robinia</i>	2.48	<i>Morus</i>	2.43
<i>Prunus</i>	2.48	<i>Catalpa</i>	2.53
<i>Morus</i>	2.5	<i>Gleditsia</i>	2.55
<i>Betula</i>	2.52	<i>Acer</i>	2.68
<i>Juglans</i>	2.56	<i>Fraxinus</i>	2.76
<i>Acer</i>	2.77	<i>Ailanthus</i>	3.00
<i>Fraxinus</i>	3.32	<i>Robinia</i>	3.04
<i>Aesculus</i>	3.48	<i>Fagus</i>	3.54
<i>Populus</i>	3.56	<i>Aesculus</i>	3.54
<i>Fagus</i>	3.59	<i>Populus</i>	3.85
<i>Salix</i>	3.71	<i>Salix</i>	3.92

Tabulka 2: Tabulka výskytu tlakových vidlic dle Lonsdale, 1999

2.7.3.3. Poškození

Poškození vznikají působením vnějších faktorů biotických (škůdci, člověk) či abiotických (vítr, korní spála, mráz). Principem je otevření vnitřního prostoru stromu a odhalení pletiv, takže dochází k narušení transpiračního toku, toku asimilátů v lýku, embolizaci pletiv, otevření vstupu pro dřevokazné houby, v horších případech k odebrání mechanicky podstatného množství dřeva. O závažnosti rozhoduje jednak rozsah a jednak lokalizace poranění.



Obr. 19: Poškození stromu bobrem, Riga. Převzato z <http://www.martinezbeavers.org>

Rozsah poškození můžeme hodnotit podle toho jakou část po obvodu, délce kmene a do hloubky kmene poškození zasáhne. Rozhodující je (podle závažnosti):

- podíl zasaženého obvodu
- hloubka poškození
- plocha poškození
- délka poškození

Čím větší část obvodu je zasažena, tím více vodivých drah může být potenciálně porušeno. Extrémem může být kompletní porušení pletiva po celém obvodu, jak tomu je třeba při poškození stromů strunovou sekačkou. Lze to srovnat s tzv.

nakroužkováním kmene – stržením pletiv a umělým přerušением lýka po celém obvodu kmene, které se používá k likvidaci dřevin se silnou výmladností, například akátů.

Hloubka poškození určuje jednak jaký podíl vodivých elementů bude vyřazen a jednak, jaké bude snížení pevnosti a tuhosti kmene. U některých kruhovitě pórovitých dřevin, které mají funkčních jen několik posledních letokruhů, může hlubší poškození znamenat i zánik, kompletní přerušení transpiračního proudu. Na druhou stranu, stromy, za mnoho miliónů let vývoje takové typy poškození znají a umí se chránit. Základním prvkem ochrany je předimenzování transportní kapacity vodivých elementů, takže pro dopravení dostatečného množství vody a živin postačí zachování méně než 10 %



Obr. 20: Kmen lípy s rozsáhlým poškozením po rozlomení

funkčních pletiv. Navíc mají možnost příčného transportu vody a živin a díky spirálovitému uložení vodivých elementů, které se v podstatě vyskytuje u všech dřevin (byť jen malé) je zajištěno zachování transpiračního toku i nad přerušenými částmi.

Druhým aspektem hlubších poranění je přímo snížení tuhosti a pevnosti kmene. Kmen, který je v podstatě nosník, má tzv. ohybovou tuhost, což je součin materiálové tuhosti vyjádřené modulem pružnosti E a geometrické tuhosti vyjádřené momentem setrvačnosti plochy I . Poraněním se materiál okamžitě nenaruší, je však změněna geometrie kmene, tedy i moment setrvačnosti plochy. Čím hlubší poranění vznikne, tím větší je úbytek ohybové tuhosti.

$$\text{Ohybová tuhost} = E \cdot I$$

$$I = \frac{\pi \cdot D^4}{64}$$

Hlubší poranění jsou také snáze kolonizována, neboť dochází k otevření více vodivých elementů a šíření podél vláken, tedy lumeny buněk, je pro dřevokazné houby poměrně snadné.

Je velký rozdíl, z hlediska možnosti stromu bránit se průniku dřevokazných hub, zda se jedná o delší a úzké poškození (zatržení kůry a podobně) nebo široké a krátké (poškození například při parkování). Při stejné ploše, kratší poškození, zasahující ale větší část obvodu je nutné považovat za horší. Jak již bylo řečeno, průnik patogenních organizmů v podélném směru je jednoduchý, takže i u délkově méně rozsáhlého poškození dochází k rychlému šíření ve směru cév. Dlouhé a úzké poranění může umožnit napadení ve větší délce, ale embolizace a poškození vodivé funkce bude pravděpodobně menší.

Lokalizace poškození hraje důležitou roli ve vyhodnocení. Pokud k němu dojde někde na periferii, na kosterní větvi, je poměrně jednoduché ho sanovat a i z hlediska obrany stromu je taková situace příznivější, než je li zasažen například kmen. Nejcitlivější jsou místa, kde dochází ke sbíhání vodivých cest a sil a jejich intenzivnímu přenosu, tedy báze kmene, hlavní větvení a vlastní kmen. Poranění a následná hniloba v těchto místech může významně snížit stabilitu a zdravotní stav stromu, zejména báze, kde se sbíhají síly z celého stromu a je zde největší ohybový moment, je kritickým místem stromu. Navíc, při průniku patogenních organizmů je otevřena přímá cesta do kmene a kořenů, v cestě nestojí silné bariéry, jako jsou závitkové zóny větví. Postup patogenních organizmů tak může být velmi rychlý.

Kmen je rizikový tím, že případné poškození se může rychle šířit do větvení i do báze, tato intenzivní část stromu zajišťuje propojení kořenového systému a koruny a sdružuje veškeré vodivé dráhy do malého prostoru, kde jsou zranitelnější. V hlavním větvení se sbíhají síly z celé koruny, tok napětí je zde méně pravidelný, než například na kmeni a případná hniloba přímo ohrožuje ukotvení kosterních větví a může vést k rozlomení a rozpadu koruny.

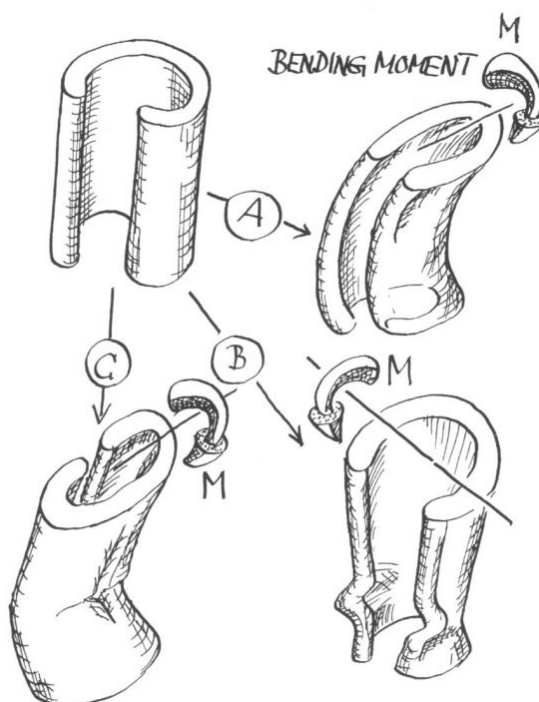
Nejkritičtější z hlediska hodnocení jsou poškození kořenového systému, například při stavebních pracích. Jak bylo uvedeno výše, průnik patogenních organizmů je v kořenech rychlý, kvůli absenci závitkových zón. K tomu se přidává také je-

den jednoduchý důvod – kořenový systém není možné vizuálně kontrolovat, protože není vidět. Tahle zdánlivá banalita nás odsuzuje k nutnosti čekat na nepřímé známky poškození kořenů, což může být pokles vitality nebo nálezy plodnic dřevokazných hub, nebo pak již známky selhání kořenového systému (a to už bývá pozdě). V případě intenzivních stavebních prací v blízkosti kmene lze poškození předpokládat téměř s jistotou, zvláště byla li k práci použita stavební technika. Ta může způsobit i poškození kořenů mimo hranu výkopu, utržením u báze, což je pak již úplně nezjistitelné bez použití přístrojových metod.

TRHLINY

Trhliny jsou hluboká poranění, způsobená oddělením vrstev dřeva nejčastěji v radiální rovině. Obvykle zabírají poměrně velkou délku zasaženého orgánu. Jejich vliv je dvojitý. Jednak otevírají cestu pro patogenní organismy ve velké ploše a hluboko do kmene. Druhý zásadní efekt je výrazné snížení torzní a ohybové tuhosti a pevnosti.

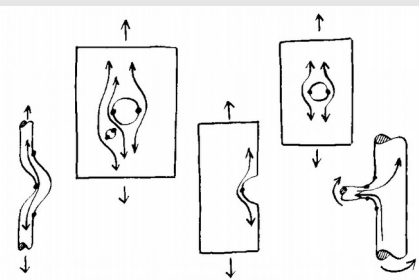
Trhliny vznikají tehdy, když příčně působící napětí překonají pevnost materiálu. Nejznámější jsou tzv. mrazové trhliny, jejich počet se ovšem přeceňuje. Vznikají tehdy, když se ochladí povr-



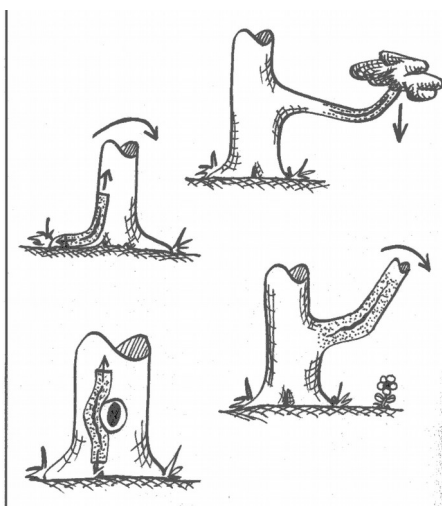
Obr. 21: Kolaps otevřeného profilu (Mattheck, Breloer, 2003)

chové vrstvy dřeva, dojde k jejich smrštění, teplejší jádrové dřevo si zachová svůj

Trhlina ve dřevě působí jako necelistvost. V okolí takových poškození dochází ke vzniku špiček napětí a k deviacím napětíového pole, což vede k dalšímu přetěžování materiálu a šíření trhliny. Doporučujeme nastudovat příslušné kapitoly z biomechaniky stromu.



Obr. 22: Lokalizace špiček napětí (Mattheck Breloer, 2003)



Obr. 23: Principy vzniku trhlin (Mattheck, Breloer, 2003)

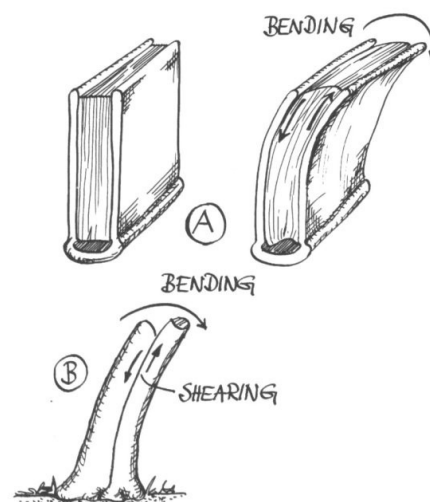
objem. Vznikají silná tahová příčná napětí, která mohou zapříčinit vznik trhliny. Tahová pevnost dřeva ve směru kolmo na směr vláken je nejmenší ze všech, pohybuje se do 5 MPa (Požgaj a kol., 1997).

Trhliny mohou vznikat také při ohybovém namáhání kmene a větví, zejména pokud je větev nevhodně tvarovaná, trhlina vznikne v tzv. neutrální rovině vlivem smykového namáhání.

Příčinou vzniku trhlin

mohou být také silné poryvy větru nebo silné torzní namáhání. Může dojít k iniciaci trhliny v malém rozsahu, následné další namáhání může velikost trhliny zvětšit. Trhlinu může také iniciovat zásah bleskem či jiné poranění, například korní spála.

Přítomnost trhlin se projevuje trvalými změnami v materiálu nosných prvků těla stromu. Na kmenech či větvích stromů se projevují buď jako patrné po-



Obr. 24: Princip vzniku trhliny v neutrální rovině (Mattheck, Breloer, 2003)



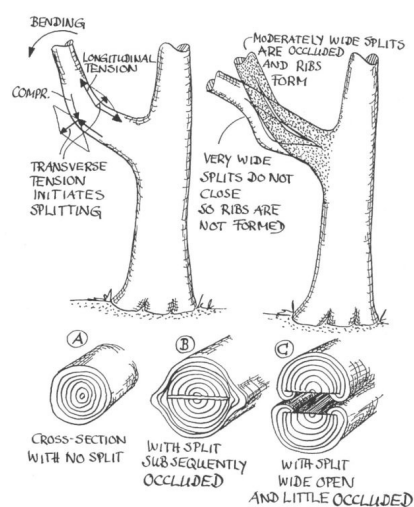
Obr. 25: Kmen stromu s patrnou trhlinou.

délné separace dřevních částí nebo jako vystouplá žebra (následkem vývoje ránového a reakčního dřeva kolem jejich okrajů).

Jestliže trhliny na kmenech jsou poměrně snadno detekovatelné, trhliny v kosterních větvích, často orientované horizontálně, je někdy obtížné při standardní kontrole najít. Součástí výbavy by měl být tedy i dalekohled, aby bylo možné kosterní větve při podezření na přítomnost trhliny, vyšetřit.

Lonsdale (1999) uvádí tyto symptomy pro hodnocení stavu a rozsahu dutin:

- Vývoj kalusu podél trhliny. Každá trhlina způsobuje lokální zvýšení napětí a tím stimuluje tvorbu kalusu. Pokud není vývoj kalusu patrný, je trhlina buď velmi čerstvá, nebo má hodnocený strom velice špatnou vitalitu.
- Nad trhlinou se obvykle vytváří typické žebro. Pokud je vrcholový úhel tohoto útvaru tupý, je to pozitivní známka toho, že se začíná vytvářet jediný letokruh a že rána je úspěšně uzavřená. Špatně zahojené a stále aktivní trhliny naopak lze rozlišit podle ostrého úhlu žebra a někdy patrné neuzavřené škvíry. Taková trhlina je stále aktivní a je nutno to považovat za velmi závažný symptom selhání.
- Sledujeme pečlivě, zda se jedná o trhlinu průběžnou nebo jen jednostrannou. V prvním případě je situace velmi závažná, neboť průběžná trhlina (rozuměj procházející celým průměrem kmene, větve) dělí nosný prvek na dvě části s výrazně sníženou geometrickou tuhostí (moment setrvačnosti plochy I). V případě pouze jednostranné trhliny je situace mechanicky příznivější, pravidelná kontrola je však nutná.
- V případě kumulace defektů je trhlina vždy významným zhoršením stavu.



Obr. 26: Vznik průběžné trhliny vlivem trvalého ohybového namáhání. Převzato z Mattheck, Breloer (2003)

KORNÍ SPÁLA

Dalším důvodem pro vznik trhlin může být lokální odumření kambia v důsledku jeho přehřátí pletiv slunečním zářením. Tento jev bývá označován jako korní spála. Tento typ trhlin vzniká především u nově vysazených stromů s nedokonalou ochranou kmene, na horní straně větví dospělých stromů u druhů s tenkou borkou a v některých případech i na kmenech na jižní expozici po náhlém uvolnění nebo po řezu.

V místech, kde dojde k odumření kambia, již nadále nemůže docházet k tloušťkovému přírůstu. I když je poranění následně překryté kalusem, vytváří se zde růstová deprese a později často trhlina. Ta se může vytvořit i ve vyšším věku jako následek přetížení předběžně poškozeného nosného prvku.



Obr. 27: Zavalené poranění s patrnou separací letokruhů

Přítomnost tohoto typu trhlin na horní straně silných kosterních větví je velmi obtížné detekovat při běžném vizuálním šetření. Navíc jsou tato

otevřená poranění velmi často vstupní branou pro průnik infekce dřevokaznými houbami, která následně dále zvyšuje závažnost defektu. V případech, kdy existuje podezření na výskyt tohoto typu defektu na sledovaném stromu je nutné vykonat kontrolu stavu nosných kosterních větví s využitím stromolezecké techniky.

DALŠÍ TYPY TRHLIN A JEJICH VZNIK

Trhliny nemusí být jen podélně orientované, ale může dojít i k porušení mezi letokruhy, a to tehdy, pokud je zde výrazný rozdíl ve vlastnostech dřeva (u reakčního dřeva), tam kde vede hranice reakčních zón CODITu, nebo delaminací při přetížení kmene. Z pohledu biomechaniky je vliv takového defektu poměrně malý,



Obr. 28: Příčná trhlina způsobená trvalým ohybovým zatížením

nicméně při souběhu defektů jsou zhoršujícím faktorem. Je nebezpečný tehdy, když znemožňuje správný přenos napětí, tedy například při torzním namáhání.

V případě, že uvnitř kmene šíří infekce, může v pokročilejších stádiích dojít ke stavu, kdy dojde i k lokálnímu zasažení bělí a kambia, čímž vzniká růstová deprese a může způsobit vznik viditelné trhliny.

Tento typ trhlin se nejčastěji vyskytuje u starých stromů, často s výrazně zhoršenou vitalitou (event. rostoucích ve zhoršených stanovištních poměrech). Z trhlin tohoto typu je možné často sledovat tzv. bakteriální výtok, tedy výtok tmavě zbarvené kapaliny, indikující, že ve kmeni dochází k dalšímu aktivnímu postupu infekce a k odumírání parenchymatických buněk při tvorbě reakční zóny

Ke vzniku trhlin může dojít i prostým přetížením materiálu nosného prvku bez předchozí přítomnosti defektu. Jedná se především o případy, kdy např. v důsledku extrémního náporu větru (např. po uvolnění stromu z porostu) dojde k náhlému zvýšení úrovně mechanického namáhání daných částí. Protože strom nemá čas na akutní zvýšení zátěže zareagovat adaptačním růstem, může dojít k přetížení některých částí a jejich porušení.

K přetížení nosných prvků dochází i v případě výše popsaných růstových defektů. Trhliny pod tlakovými vidlicemi často doprovází pokročilejší stádia tohoto defektu a indikují stav, kdy je rozpad oslabeného typu větvení již vysoce pravděpodobný. Protože tyto trhliny představují bránu pro průnik houbové infekce do již předem oslabeného větvení, jedná se často o stav, který nelze řešit žádným stabilizačním zásahem.

Příčiny vzniku trhlin jsou mnohé. Pro jejich pochopení je vhodné se seznámit s biomechanikou stromu, zejména s anisotropií dřeva a jejím vlivem na pevnost dřevěných konstrukcí (protože stromy nejsou nic jiného než dřevěné konstrukce). Pro zhodnocení vlivu trhliny na pravděpodobnost selhání je nutné si uvědomit:

- kde se trhlina nachází,



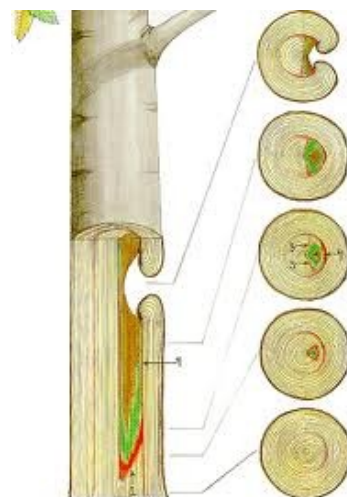
Obr. 29: Trhlina v tlakové vidlici po vichřici

- zda je spojena s jiným defektem,
- jak je hluboká, zda zasahuje celý průřez,
- zda-li je čerstvá nebo stará a zda-li strom reaguje na její přítomnost,
- pokud ano, je sanována nebo ne?

Na základě těchto poznatků lze naplánovat další nutný zásah.

DUTINY OTEVŘENÉ A UZAVŘENÉ (CENTRÁLNÍ)

Dutiny vznikají jako následek působení dřevokazných hub. Soužití dřevin a dřevokazných hub je velmi komplexní problematika. Za milióny let společného vývoje si stromy vytvořily mechanismy, jak se bránit, jak dlouhodobě koexistovat s dřevokaznými houbami. Ale i houby se naučily fungovat tak, aby jim hostitel co nejdéle vydržel. Jsou samozřejmě výjimky. Dokonce lze najít názory, že se nejedná o kompetici, ale o určitou formu soužití, kooperace, kdy houba rozkládá mechanicky nepotřebné dřevo uvnitř kmene a znovu ho uvádí do koloběhu živin. Také vzniklý



Obr. 30: CODIT, převzato z <http://www.na.fs.fed.us/>

dutý profil je mechanicky výhodnější – úspornější. Při menším množství materiálu (který je nutno chránit) je konstrukce dostatečně pevná. Mechanismy obrany stromu nejsou aktivní povahy (kdy by strom aktivně vyhledával houbu a ničil ji), ale spíše mechanismy pasivního odporu. V principu strom reaguje dvojím způsobem.

První je mobilizace modelu CODIT. Když je nějaká část stromu infikována, reakce stromu je izolovat patogenní organismus v napadené oblasti. Výsledkem může být vznik dutiny, kdy dřevo je rozloženo působením patogenního organismu, který se však nemůže šířit dál, protože mu v tom brání bariérová zóna.

Podíl [%] dutiny z průměru kmene	relativní pevnost dutého kmene	Podíl [%] dutiny z průměru kmene	relativní pevnost dutého kmene
99	4	81	57
98	8	80	59
97	11	75	68
96	15	70	76
95	19	65	82
94	22	60	87
93	25	55	91
92	28	50	94
91	31	45	96
90	34	40	97
89	37	35	98
88	40	30	99
87	43	25	99
86	45	20	99
85	48	15	99
84	50	10	99
83	53	5	99
82	55	solid	100

--- O 6 % slabší než plný kmen

Tabulka 3: Relativní pokles pevnosti dutého kmene ve srovnání s plnodřevným. Podle Coder (2000)

Druhou reakcí je nahrazování rozloženého dřeva novými vrstvami, tak aby celek byl opět mechanicky dostatečně dimenzován. Zde funguje tzv. thigmomorfogeneze, která je obsahem látky biomechaniky stromů, kam vás tímto odkazujeme. Klíčem ke stabilizaci je růst, tedy vitalita stromu. Strom, který je vitální dokáže defekty stabilizovat, strom, který vitální není, není schopen reagovat adaptačním růstem a je odsouzen k zániku.

Důležitou součástí pasivního systému obranu je předimenzování funkcí. Již na tento fenomén bylo upozorněno v kapitole zabývající se vitalitou stromu. I mechanické vlastnosti stromů jsou předimenzovány, takže skutečný průměr stromu může být třeba i deseti násobně větší, než je potřeba pro přenos napětí, které na tomto stromě generoval vítr o rychlosti 30 m/s – tedy vichřice. Stromy jsou tedy evidentně vybaveny mechanismem zabezpečení proti katastrofickým událostem.

Vliv dutiny na mechanické chování stromu se liší podle lokalizace dutiny. Dutiny umístěné ve kmeni mohou být nebezpečné, ale stromy obvykle dokáží takový defekt dobře stabilizovat, pokud jsou dostatečně vitální. Dutiny které se nacházejí například ve větvení nebo na bázi kmene jsou mnohem nebezpečnější, protože zde není pouze prosté ohybové namáhání jako ve kmeni nebo kosterní větvi, ale dochází zde k rozkladu a spojování sil z různých směrů, působení jiných napětí než při prostém ohybu. Dutina v místě větvení navíc brání vytvoření správného zakotvení větve a hrozí jejich vylamování. To je nutno vzít do úvahy.

Důležité je, zda se jedná o dutiny otevřenou nebo uzavřenou. Uzavřené dutiny, pokud mají dostatečně silnou zbytkovou stěnu a pokud strom může reagovat růstem, nemusí představovat velké riziko pro stabilitu stromu. Jak vyplývá z teorie ohybu, největší napětí přenášejí obvodové části nosníku – kmene.

Jako příklad lze uvést, že kmen s průměrem 50 cm a s centrální dutinou o průměru 25 cm má ještě 93,75 % ohybovou tuhost.

Problémy vyvstávají u dutin, které nemají dostatečně silnou zbytkovou stěnu. Takový strom je samozřejmě destabilizován a hrozí jeho selhání. Také tam, kde se patogenní organizmy dynamicky šíří a strom je zatím nedokázal izolovat hrozí nebezpečí selhání. Záleží na rychlosti růstu, zda přírůstek hmoty nahradí úbytek. Nutno podotknout, že zde neplatí přímá úměra, efektivita je posunuta ve prospěch stromu. Doporučujeme prostudovat kapitoly z biomechaniky stromu, které se týkají ohybového namáhání stromu.

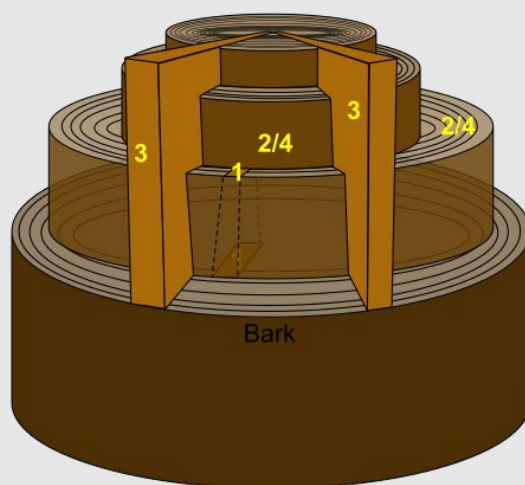
procentický podíl obvodu kmene otevřen	Rozsah dutiny (procento z průměru kmene)								
	10%	20	30	40	50	60	70	80	90
10%	10	10	10	10	10	9	8	6	3
20	20	20	20	20	19	17	15	12	6
30	30	30	30	30	28	26	23	18	10
40	40	40	39	39	38	35	30	24	13
50	50	50	49	49	47	43	38	29	17
60	60	60	59	59	56	52	46	35	20
70	70	70	69	69	66	61	53	41	24
80	80	80	79	78	75	70	61	47	27
90	90	90	89	88	85	78	68	53	31

Tabulka 4: Vliv otevřených dutin na pokles pevnosti kmene, podle Coder (2000)

Otevřené dutiny jsou vždy větším problémem pro provozní bezpečnost stromu než dutiny uzavřené. Otevření profilu snižuje kapacitu pro přenos smykového napětí (např. při torzním namáhání) a při přenosu příčných napětí (při ohybovém namáhání). Vzniká také větší nebezpečí poškození bariérové zóny a reakčních zón působením člověka nebo biotických faktorů. Nicméně strom je schopen i otevřenou dutinu úspěšně stabilizovat vytvářením mohutných vrstev dřeva na okrajích dutiny.

CODIT je zkratka z anglického „compartmentalization of decay in trees“ a je to model, který popisuje způsob, jakým dřeviny reagují na napadení dřevokaznými houbami. Tento model popsal v knize Alex Shigo.

Na rozdíl od živočichů, rostliny, tedy ani dřeviny, nemají schopnost hojení. Nejsou schopny hojit poškozené tkáně, nahrazovat je týmiž nebo jinými na stejném místě, jak to známe u člověka a živočichů. Stromy řeší napadení a poškození tím, že danou oblast izolují (aby se zabránilo šíření patogenních organismů dále do systému) a překryjí novou vrstvou pletiv.



Obr. 31: Zóny systému CODIT, zdroj en.wikipedia.org

Výše uvedený obrázek znázorňuje čtyři základní zóny, které strom buduje. V roce poškození, resp. v rámci stejné vegetační sezóny, vznikají reakční zóny 1-3. První RZ brání prostupu v podélném směru, druhá v radiálním a třetí v tangenciálním směru. Jejich tvorba je závislá na přítomnosti živých buněk (dřeňové paprsky a podobě). Jsou relativně slabé a bývají snadno překonány. V následující vegetační sezóně strom vytváří tzv. bariérovou zónu. Je to vrstva buněk změněných anatomicky i chemicky, které oddělují nově vytvářené dřevo. Tyto buňky poskytují velmi silnou fyziologickou ochranu, pro houby není snadné se přes ni dostat, mechanicky je však tato bariéra slabá a může být porušena, třeba při instalaci vrtané vazby.

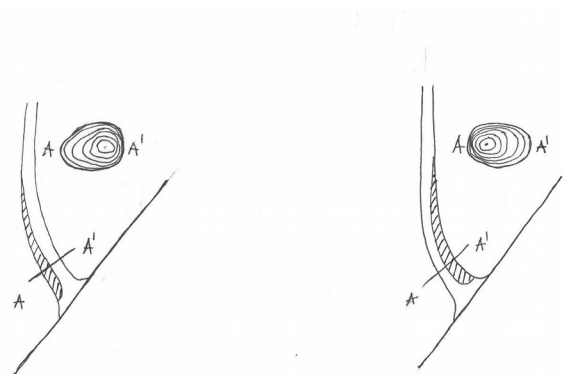
PŘÍTOMNOST REAKČNÍHO DŘEVA

Reakční dřevo je základním mechanismem přizpůsobení se stromu změněným podmínkám prostředí. Primárně se jedná o nástroj pro nastavení správné pozice kmene a větví, nežli o nástroj ke zpevňování namáhaných částí stromu. Nicméně

přítomnost vrstev reakčního dřeva, které má odlišné vlastnosti než dřevo běžné, vede ke změněnému mechanickému chování.

Typicky se reakční dřevo vždy vytváří v oblasti kořenových náběhů a v místech nasazení větví. Kořenové náběhy nemusí být výrazně patrné pouze u stromů, které jsou chráněné před větrným nápořem buď okolním hustým

porostem nebo zástavbou. Absence patrných kořenových náběhů často znamená, že báze kmene byla v minulosti zasypaná v důsledku zvýšení úrovně terénu. Tento jev může mít značně rušivý vliv na stav kořenového systému a je nutné jej proto evidovat a prověřit jeho důvody.



Tabulka 5: Tvorba reakčního dřeva u jehličnanů a listnáčů. Převzato z Kolařík a kol. (2010)

INFEKCE KMENE ČI KOŘENŮ

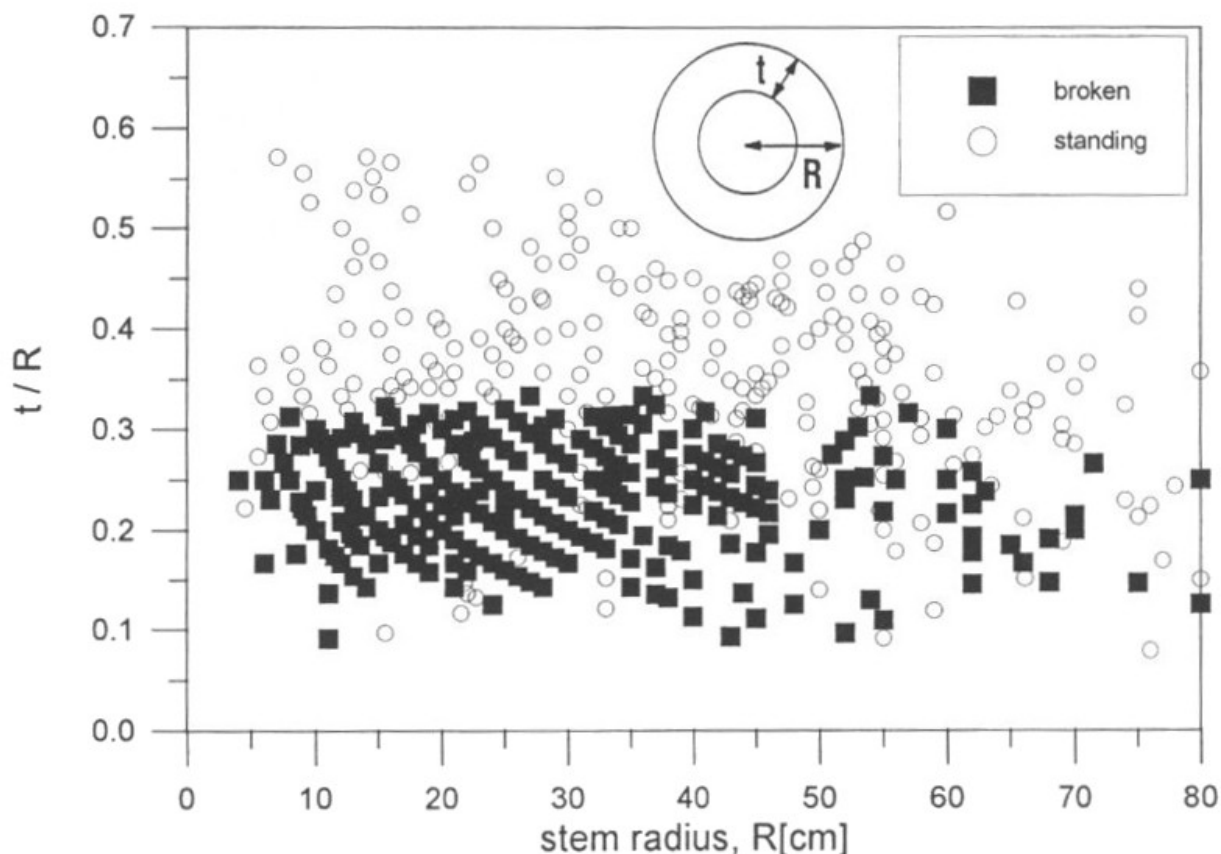
Přítomnost aktivní infekce dřevokaznými houbami je jedním z nedůležitějších parametrů pro stanovení zdravotního stavu. Pokud je poranění a tlející dřevo viditelné, je detekce jednoduchá. V případě, že dutina je centrální a nekomunikuje na povrch kmene, jsme odkázáni buď na vnější symptomy přítomnosti dutiny. Tím je zbytnění kmene v okolí dutiny, způsobené adaptačním růstem. Pak je možné vhodnou metodou ověřit přítomnost dutiny a její stav. Je-li uvnitř dutiny aktivní hniloba ovšem zjistíme pouze odběrem vzorků. Druhým symptomem je přítomnost plodnic hub. A zde začínají obtíže. Jednak je nutno jednotlivé druhy poznat a znát jejich ekofyziologické parametry, agresivitu apod. (což, jak předpokládáme ctený čtenář jistě ovládá), ale hlavně je nutno plodnice najít. U víceletých plodnic je to jednoduché, u jednoletých je situace obtížnější, je potřeba dostavit se ke stromu v příhodný čas, který je pro každý druh houby různý. Další problémem je, že některé

houby (zejména dřevomor kořenový) vytvářejí plodnice velmi nenápadné a i skryté pod povrchem půdy. Proto při podezření a infekci dřevokaznými houbami doporučujeme častější kontrolu jedince s cílem zachytit a určit parazitující druh.

Rozklad činností dřevních hub může probíhat v několika typech hnilob s různým vlivem na mechanické vlastnosti dřeva. Efektivita obranné reakce napadeného stromu je daná několika faktory, z nichž nejdůležitější jsou :

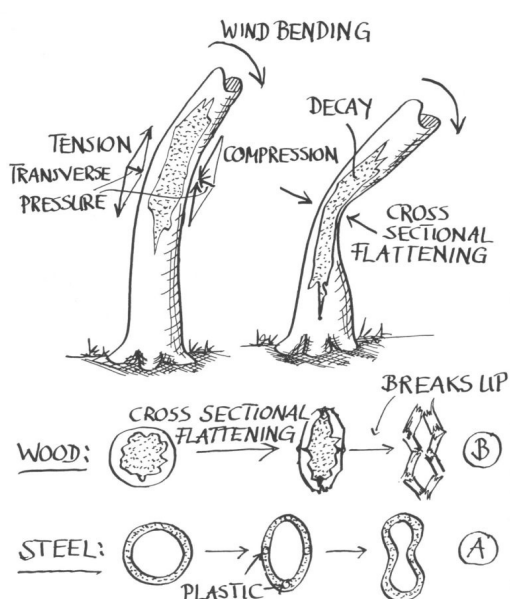
- rozsah iniciálního poranění
- schopnost kompartmentalizace daného taxonu (viz CODIT)
- úroveň fyziologické vitality daného jedince
- strategie kolonizující houby

K posouzení vlivu hniloby můžeme s úspěchem přistoupit jako k hodnocení dutin. Rozhodující tedy bude lokalizace, rozsah, tloušťka zbytkové stěny a průměr kmene, jejich vzájemný poměr. Posuzování „dostatečnosti“ zbytkové stěny dutin lze provádět buď pomocí vizuálních metod, v komplikovanějších případech využitím některého z přístrojových testů. Značné kritice byl podrobený přístup k hodnocení



Obr. 32: Data ukazující selhané stromy (plné čtverce) s ohledem na poměr zbytkové stěny a poloměru, Mattheck, Breloer (2003)

kové stěny proti poloměru kmene (t/R). Je doporučeno jako rizikové hodnotit všechny stromy, u nichž je tento poměr menší než 0,3 až 0,35 (viz obrázek). To u stromu o průměru kmene 60 cm znamená minimální sílu zbytkové stěny kolem 10 cm. U stromů větších průměrů jsou požadavky tohoto modelu neúměrně nadhodnocené – např. u stromu o průměru 100 cm by požadovaná zbytková stěna činila 17 cm (pro srovnání, podle metody SIA by pro lípu tohoto průměru s výškou 25 m byla požadovaná minimální zbytková stěna 5 cm). Na grafu je ovšem vidět, že mnoho stromů s nepříznivým poměrem t/R zůstalo stabilních. Takto schématické hodnocení je tedy příliš zjednodušující a vede k nadměrnému kácení stromů.



Obr. 33: Způsob selhání dutého kmene deplanací. Mattheck, Breloer, 2003

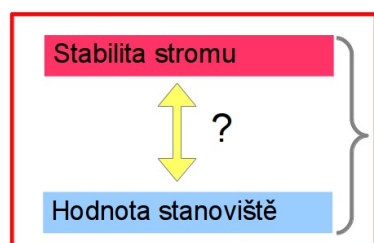
Velmi důležitý je proto v této souvislosti průzkum báze kmene a náběhů, a i okolí stromu, odpovídající rozsahu jeho minimálně nutného staticky významného kořenového systému (zhruba 1,5 – 2 násobek průměru kmene). Na kořenových náběžích se sleduje výskyt odumřelých částí, růstových depresí, přítomnost trhlin s vylučováním dřevního prachu či kolonizací mravenců, přítomnost mycelia či rhizomorf dřevokazných hub. Pozornost je nutné věnovat i zbytkům starých plodnic dřevokazných hub.

V oblasti staticky významného kořenového prostoru se sleduje především přítomnost trhlin, překážek pro růst kořenů, známky výkopové činnosti či navážek. Jako pomocné zařízení může být použita ocelová tyč k prozkoumání stavu kmene pod půdním povrchem.

2.7.3.4. Symptomy oslabení kořenového systému

Nejobtížnější částí vizuálního hodnocení stromů je kontrola kořenového systému. Je to samozřejmě dáno jeho nedostupností. Kořenové systémy jsou velmi přízpusobivé a jejich růst je více ovlivněn mechanickými vlastnostmi půdy, dostupnou vodou a živinami a dalšími faktory, nežli genetickým založením a druhem stromu. V

nepříznivých podmínkách i stromy s geneticky založeným například srdčitým ko-



PROVOZNÍ BEZPEČNOST

Obr. 34: Parametry vstupující do hodnocení provozní bezpečnosti

řevným systémem vytvářejí ploché kořenové systémy. Stabilita kořenového systému stromu je obecně dána třemi faktory :

- morfologií a rozsahem kořenového systému
- defekty kořenového systému
- fyzikálními vlastnostmi půdy

POŠKOZENÍ KOŘENOVÉHO SYSTÉMU

Kromě již zmíněného rozkladu kořenového systému dřevokaznými houbami může dojít k vyvrácení stromů z několika dalších hlavních důvodů.

Jedním z hlavních důvodů v prostředí měst je nedostatečný prostor pro vývoj kořenového systému. Prostor pro rozvoj kořenového systému



Obr. 35: Selhání kořenového systému po vichřici na lokalitě s omezenou možností prokořenění (hřbitov)

může být limitovaný buď mechanicky (přítomností fyzických překážek) nebo fyziologicky (zavodnění, vysoká hladina spodní vody, nedostatečná aerace, kontaminace půdy).

Tzv. **škrťící kořeny** (někdy nesprávně označované jako rotující) je takový defekt, kdy kořeny rostou kolem báze, kterou postupně obtačejí a zaškrcejí. Tím dochází k restrikci transpiračního proudu, transportu asimilátů, ale také k mechanické destabilizaci (defekt funguje jako pevný bod, přes nějž se může kmen stromu zlomit).

Postupné vyvracení stromu může indikovat náklon kmene. Ten nemusí hned znamenat selhání stromu. Je běžné, že stromy rostou nakloněné např. vlivem zástinu. Pokud je takový případ, strom nemusí být apriori nestabi-



Obr. 36: Strom rostoucí v přirozeném náklonu

lní, protože má k náklonu přizpůsobený i kořenový systém. Pouze u extrémně na-

kloněných stromů může trvalý ohybový moment a torzní namáhání větrem působit problémy. Fyziologický, přirozený náklon poznáme tak, že strom se snaží terminální výhon navrátit do přirozeného svislého tvaru. Také zvýšené ohybové namáhání stimuluje růst dřeva tak, že strom vytváří asymetrický průřez kmene, kdy delší osa je orientována ve směru působícího ohybu.

Strom, který je nakloněný vlivem poškození kořenového systému tyto symptomy nevytváří. Takový strom má přímý kmen, odkloněný o určitý úhel od vertikály, bez náznaku snahy o repozici vrcholu. Dalším symptomem je analogicky k předchozími symetrický průřez kmene,



Obr. 37: Strom vykazující selhání KS (foto M.Romanský)

tedy absence reakce stromu. Pokud se na návětrné (tahové) straně kmene vytváří výrazné nazdvižení půdy v okolí báze a radiální trhliny je nutné provést podrobnou kontrolu a pravidelně ji opakovat. Dobrým symptomem mechanického selhání je pak tlaková deformace na spodní straně kmene, připomínající vlnky. To už ovšem znamená akutní selhání dané části.

PŘÍČINY POŠKOZENÍ KS

Častým symptomem narušení kořenového systému především v městském prostředí jsou výkopové práce v blízkosti stromu, které nerespektují nutnou bezpečnou vzdálenost.

Je nutno rozlišit dva typy poškození. Poškození kořenů, ke kterému dochází téměř vždy v blízkosti stromů, kdy nejsou zasaženy kořeny mechanicky významné, strukturální. Poškozeny jsou tenčí kořeny se spíše transportní funkcí. Jejich poškozením dochází k otevření vstupu pro dřevokazné houby, což následně může vést i k mechanickému selhání, ovšem k akutnímu poškození kořenového systému, kdy by bezprostředně hrozilo selhání, nedochází.



Obr. 38: Poškození KS výkopovými pracemi (foto M.Romanský)

Druhým typem je přímé poškození mechanicky významných kořenů v blízkosti kmene. Toto poškození způsobuje bezprostřední snížení stability stromu a jeho potenciální selhání. K tomuto poškození může dojít i tehdy, když je báze kmene od hrany výkopu vzdálená dostatečně, ale k pracem je použita těžká mechanizace. Pak může snadno dojít k vytržení kořenů od báze, mimo hranu výkopu. Tato poškození jsou nejnebezpečnější, jsou totiž neověřitelná, ale otevírají možnost infekce přímo do báze, na nejkritičtější místo, navíc okamžitě postihují pevnost ukotvení stromu.

Proto jsou zaváděny oborové standardy, které stanovují prostor, který má být chráněn a v němž mají být zásahy eliminovány, nebo alespoň prováděny šetrnějšími způsoby. Stávající norma ČSN-DIN 18 920 definuje jako ochranné pásmo běžného stromu průmět koruny zvětšený o 1,5 m, event. 5-násobek průmětu koruny u sloupovitých kultivarů. V dohledné době by měl vstoupit v užívání standard ochrany stromů, v němž budou tyto parametry uvedeny. Doporučujeme k prostudování.

Nejznámějším patogenem kořenových systémů je dřevomor kořenový - (*Kretzschmaria deusta* syn. *Ustulina deusta*). Parazituje zejména na listnáčích, nejvíce na listnáčích bělových (lípy, buk, javory apod.). Je to agresivní dřevokazná houba, která dokáže způsobit



Obr. 39: Plodnice dřevomoru (foto M. Romanský)

rychlý pokles pevnosti dřeva a následné selhání stromu, které je těžko predikovatelné. Vizuálně se obtížně detekuje, protože plodnice jsou velmi nenápadné. Přesto by každý arborista měl být schopen tuto houbu poznat.

Obvykle se jako minimální rozsah mechanicky významných kořenů je uváděn kruh o průměru rovnajícím se dvojnásobku průměru kmene. Tento údaj je nutné skutečně brát jako naprosto nutnou **minimální** hranici pro hodnocení bezprostředního postižení stability stromu. Po zásahu do tohoto prostoru může dojít k okamžitému vyvrácení stromu bez dalšího oslabení.

DALŠÍ SYMPTOMY

V rámci hodnocení zdravotního stavu stromů je třeba sledovat i celou řadu dalších, většinou méně významných symptomů, které mohou tento parametr větší či menší měrou ovlivňovat.

V případě roubovaných stromů je nutné značnou pozornost věnovat kvalitě srůstu rouby s podnoží. Především u velkokorunných taxonů (např. *Fagus sylvatica* 'Atropunicea') se často jedná o rizikové místo. Je vhodné sledovat především vývoj reakčního dřeva v místě spoje, event. jakékoli symptomy probíhající infekce.



Obr. 40: Poškozený roub u stromu *Fagus sylvatica* 'Atropunices'

Specifikem jsou rakovinové nádory na kmenech a kosterních větvích. Jsou způsobené mnoha různými příčinami. Mohou je způsobovat mikroorganismy či některé druhy hmyzu. Největší problém těchto útvarů tkví v narušení optimalizované struktury pletiva a tím i napětového pole, což může vést při určitém zatížení k selhání orgánu. Proto je hodnotíme jako faktory zhoršující zdravotní stav a provozní bezpečnost, zejména pokud je velikost nádoru už nezanedbatelná.

2.8. PROVOZNÍ BEZPEČNOST

2.8.1. Stabilita versus provozní bezpečnost

Zbývá pojednat o dvou základních pojmech, stabilitě a provozní bezpečnosti, jejich vzájemném vztahu a použití.

Stabilita je obecně schopnost objektu setrvávat v neměnném stavu i přes případné narušování (Míchal, 1994). To je pro nás poměrně široká definice. Jak již bylo dříve uvedeno, v arboristice je naším eminentním zájmem bezpečnost obyvatel, zabránění kolizím se stromy. Proto i pojem stabilita je obvykle v našem oboru redukován na mechanický význam tohoto termínu a hovoříme o mechanické



Obr. 41: Strom se zhoršeným zdravotním stavem ale vysokou stabilitou

stabilitě. Ta je definována jako vyjádření pravděpodobnosti selhání stromu. Posuzujeme jej v podstatě podle stejných parametrů jako zdravotní stav. V tomto případě ovšem interpretujeme nejen přítomnost defektů a poranění, ale také jejich rozsah a vliv, jaký budou mít na možnost stromu selhat mechanicky. Rozdíl je dobře vidět na Obr. 41. Zobrazený strom má velmi nízkou hodnotu zdravotního stavu, ale vysokou stabilitu.

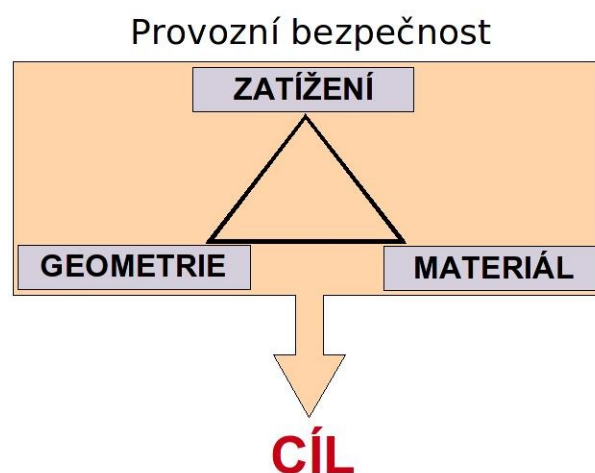
Provozní bezpečnost je již interpretovaná stabilita stromu. Do úvahy totiž k hodnotě stability, jako pravděpodobnosti selhání, přichází jednak dimenze stromu (míra potenciálu poškodit při selhání cíl) a hodnota cíle, který může být zasažen. A tak stejný strom, rostoucí v extravilánu obce má mnohem vyšší hodnotu provozní bezpečnosti, než strom stejné stability a zdravotního stavu, ale rostoucí například nad dětským hřištěm.

Pro potřeby hodnocení je nutné stabilitu nějakým způsobem kvantifikovat. To lze učinit některým z bezpečnostních koeficientů, faktorů. Jsou to parametry, které proti sobě staví parametr určující velikost zatížení, působícího na strom (např. napětí, deformace), a parametr určující nosnou kapacitu stromu či jeho části (pevnost, deformace na mezi pevnosti apod.).

Kvantifikovanou hodnotu stability lze určit například pomocí tahové zkoušky nebo akustické tomografie. Lze použít některou z metod, založených na principu výpočtu bezpečnostního koeficientu (WLA, SIA).

ZÁKLADNÍ TERMÍNY

Selhání – porušení stability. Situace, kdy dojde k vyvrácení stromu, jeho zlomení, případně odlomení části stromu. Selháním je výrazně ohrožena nebo v podstatě končí historie daného jedince, strom zaniká.



Obr. 42: Zobrazení konstrukce parametru provozní bezpečnost

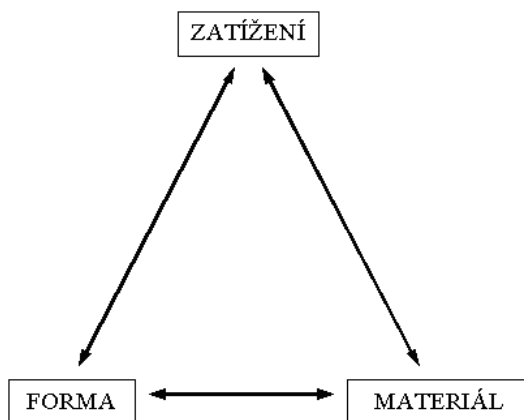
Nebezpečí selhání – zhodnocení možnosti kolize s potenciálním cílem, tedy možnost způsobit škodu na majetku či újmu na zdraví v důsledku selhání celého kmene či části koruny nebo v důsledku vyvrácení.

Riziko selhání – je procentuálně vyjádřená pravděpodobnost, že k selhání dojde. Při vyjádření rizika selhání je nutné brát v potaz pravděpodobnost a frekvenci příchodu silných větrů na daném stanovišti, rozsah poškození daného stromu, typ a frekvence péče apod.

Cíl pádu – objekty, které mohou být zasaženy stromem či jeho částí při selhání. V případě hodnocení provozní bezpečnosti se jedná především o kvantifikaci hodnoty majetku nacházejícího se v dopadové vzdálenosti od báze kmene a frekvence provozu chodců či automobilů v dané vzdálenosti. Více viz kapitola o hodnocení základních ploch.

SLOŽKY SYSTÉMU STABILITY STROMU

Z uvedeného výpočtu lze odvodit, že pro určení pravděpodobnosti selhání je nutné znát tři základní okruhy parametrů, zatížení, vlastnosti dřeva a geometrické parametry stromu. Následující dvě schémata nám ukáží jak je mechanická stabilita zapojena do systému vnitřní kontroly stromu. Můžeme to znázornit pomocí trojúhelníku statiky stromu.



Obr. 43: Trojúhelník stability stromu, podle Wessolly, 1992.

Trojúhelník stability stromu znázorňuje vztahy mezi jednotlivými složkami stability stromu. Schéma uvádí ve své práci Wessolly a Erb (1998). zobrazuje parametry definující stabilitu stromu a tedy i parametry, které je nutno uchopit, abychom byli schopni stabilitu stromu zhodnotit. Je tedy vhodné si uvědomit, že vizuální hodnocení je založeno když ne výhradně, tak podstatně, na hodnocení formy – tvaru – geometrie. Hledáme symptomy poškození. Jeho relevance je tedy omezená, byť vizuálně lze i parametr materiálu a zatížení omezen posoudit (exponovanost stromu, rozklad dřeva).

2.9. METODY HODNOCENÍ

2.9.1. Vizuální hodnocení stromů

Vizuální hodnocení, jak už název navozuje, je vyšetření stavu stromu, založené zejména na inspekci, tedy sledování viditelných symptomů. Klasikou v této oblasti je kniha *The body language of trees* (Mattheck, Breloer, 2003), která vyšla v několika doplněných vydáních. Pomocí znalosti toku napětí a reakce stromu na něj, znalostí jeho reakcí na mechanické dráždění i fyziologický stres je zkušený hodnotitel s poměrně vysokou úspěšností vyhodnocovat i skryté vady a defekty.

Hodnocení stromu může probíhat dvojí základní formou:

- bodováním vhodných parametrů (vitalita, stabilita)
- slovním popisem stromu – variantou je popis stromu pomocí předvolených formulářů.

První postup je v u nás běžný. Jsou zvolena kritéria (v arboristice nejčastěji třída vitalita, stabilita a zdravotní stav) a ta jsou pro daný strom zařazena do škály. Výhodou je snadná zpracovatelnost, možnost analýzy těchto dat, nevýhodou je větší náročnost na hodnotitele.

Druhý postup umožňuje zpracovat relativně kvalitní zhodnocení i méně zkušeným hodnotitelům. Jsou předepsány znaky, které se sledují a jejich přítomnost se zaznamenává do formuláře nebo do vhodného programu. Vzniká jakýsi popis stromu, který je sice plastičtější než obodování, ale neumožňuje tak dobré zpracování. Na druhou stranu mnoho defektů přímo implikuje určitý zásah, což je zde možno s úspěchem uplatnit. Tyto postupy se používají často v anglicky mluvících zemích.

2.9.2. Přístrojové metody hodnocení stavu a pravděpodobnosti selhání

Cílem přístrojových metod je zajištění konzistentní a objektivní kontroly stromu. Jde hlavně o detekci skrytých defektů, zjištění rozsahu defektů. Jsou také defekty, které nemohou být vizuálně hodnoceny, a to i tak kritické, jako je selhání kořenového systému. Zde se otvírá prostor pro metody založené na měření objektivních parametrů, které jsou spojeny se stabilitou stromu.

Základem stanovení stability stromu je řešení rovnice mezi zatíženími na jedné straně a pevností na straně druhé. Pokud jsou zatížení rovna pevnosti stromu nebo menší, můžeme říci, že strom je stabilní. Posun rovnováhy ve prospěch stromu znamená jeho zpevnění, tedy zvýšení stability a naopak.

Přístrojové metody jsou v podstatě bez výjimky zaměřeny na stanovení pevnosti stromu nebo jeho částí. Ta je funkcí množství materiálu, distribuce v prostoru a jeho vlastností. Nejde o pouhý součin pevnosti a množství, vlastní rozprostření materiálu v prostoru je stejně důležité, ne-li důležitější než prosté množství. Od přístrojových metod tedy očekáváme (máme očekávat) informaci o vlastnostech materiálu a/nebo jeho množství a/nebo jeho distribuci (rozuměj geometrii, tvaru kmene, větve – je-li dutý či plnodřevný atd.).

Z hlediska informace, kterou ta která metoda poskytuje, dělíme přístrojové metody na strukturální a na funkční. Strukturální jsou takové, které zkoumají strukturu, tedy kde se co nachází (kde jsou lokalizovány kořeny, kde je dutina, kde je větev, jaký má úhel atd.). Funkční metody zkoumají dostatečnost plnění určité funkce – tedy například měření transpiračního proudu, měření fotosyntetické aktivity, měření odolnosti proti zlomu. Oboje metody mají svůj velký význam a záleží na tom, CO chci vlastně zjistit, abych zvolil a vybral vhodnou metodu.

POŽADAVKY NA PŘÍSTROJOVÉ METODY

Použití přístrojových metod by mělo splňovat určité požadavky. Určitě velmi důležitým parametrem je ekonomičnost měření. Nároky na aplikaci metody by měly odpovídat hodnotě získaných dat a také hodnotě stromu. Na druhou stranu, extrémně nízká cena vyšetření nemusí být zárukou kvality, naopak!

Přístrojové metody by také měly být vhodné pro „polní použití“, tedy pokud možno mobilní nasazení v terénu a měly by být prakticky ověřené. Například vitalitu stromu lze charakterizovat měřením transpiračního toku. Měření je však náročné cenou přístrojů, nutností měřit jeden strom po dobu 24 hodin a poměrně masivním zásahem do stromu (instalace sond do kmene). Proto je, alespoň u nás, zatím doménou vědeckých analýz, byť komerční verze přístrojů jsou dostupné.

Z hlediska aplikace a výběru jsou důležité požadavky na:

1. maximální šetrnost měření
2. maximální komplexnost měření

Ad 1. Prostředí měst je pro stromy nesmírně stresující. Stromy v tomto prostředí stárnou rychleji a obecně mají zhoršenou vitalitu. Zhoršená vitalita ovšem znamená také zhoršenou obranyschopnost. Proto každý zásah, narušující vnitřní prostředí stromu je nutno považovat za nežádoucí. Bylo by poněkud tristní stanovit stabilitu stromu za cenu jeho poškození. Proto je nutno od přístrojových metod požadovat maximální šetrnost, minimální invazivitu, destruktivitu. Pokud to přesuneme do absurdní roviny – ideálním přístrojem pro detekci dutin je motorová pila. Její použití ovšem výrazně ovlivní budoucí stav stromu.

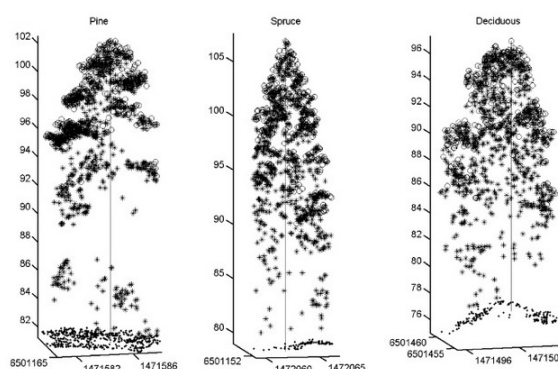
Ad 2. Při použití přístrojových metod je vhodné také brát do úvahy rozsah měření vlastností. Některé metody hodnotí vlastnosti pouze v bodě, respektive v linii, označme si je jako bodové. Sem patří kupříkladu hodnocení vývrtů či penetrografie. Poskytují nám nejméně rozsáhlou informaci a je potřeba je opakovat na více místech. Druhou skupinu tvoří metody hodnotící průřez kmene, plochu, můžeme je označit jako plošné. Sem náleží různé druhy tomografů, pracující na různých principech. Poslední skupinou jsou metody zkoumající určitou celou oblast kmene, tedy trojrozměrný objekt. Sem lze zařadit tahové zkoušky, třírozměrný tomograf či kupříkladu radar.

2.9.3. Základní přehled dostupných metod hodnocení stability

2.9.3.1. Strukturální metody

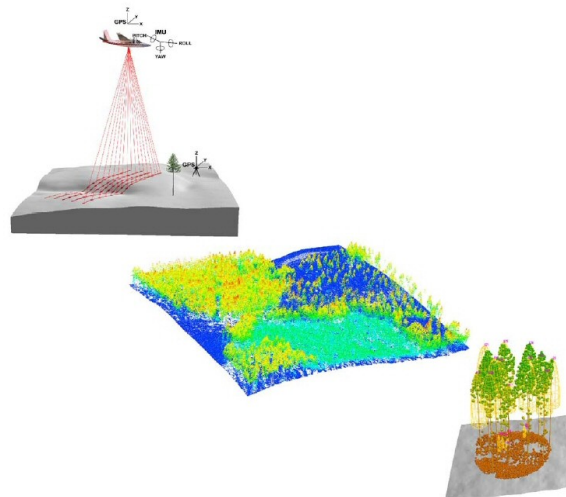
LIDAR

Metoda mapování objektů pomocí laseru. V současné době se využívá v dálkovém průzkumu lesů a jejich inventarizacích, jeho použití ve městech je již také v zájmu odborníků. Metoda umožňuje vytvoření prostorových modelů objektů na různé škále, od jednoho stromu až po kra-



Obr. 44: Snímky stromů pořízené LIDARem (převzato z www.e-education.psu.edu)

jinnou úroveň. Je možné ji využívat i v rámci leteckého průzkumu. Touto metodou je možné lokalizovat jednotlivé stromy, v některých případech i získávat různá dendrometrická data, jako je výška, objem koruny a podobně. Touto metodou získáme strukturální data (kde co je), nikoliv však kvalitativní informace. Zařízení je dostupné na LDF.

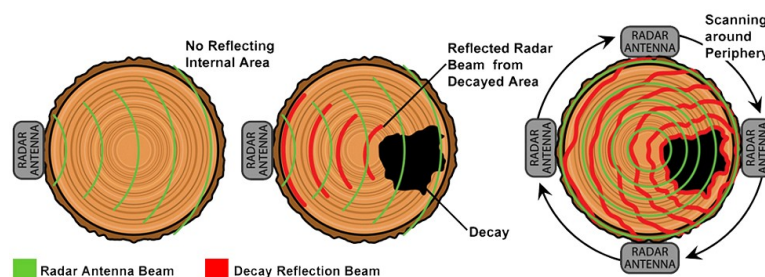


Obr. 45: Snímkování LiDARem (převzato z www.e-education.psu.edu)

GPR – GROUND PENETRATING RADAR

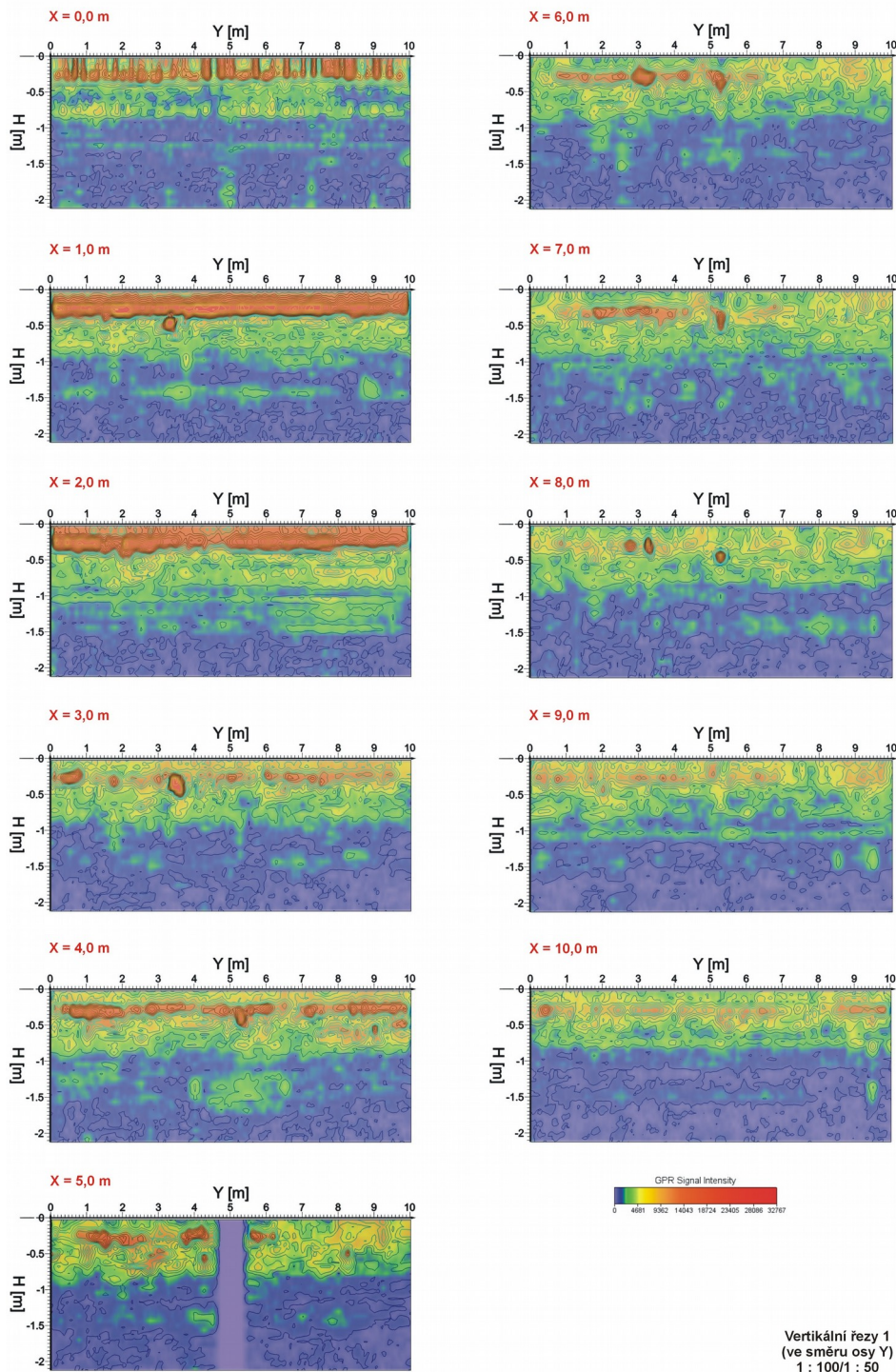
Princip radaru (**R**adio **D**etection **A**nd **R**anging) je známý. Je možné ho mj. použít pro zjištění rozsahu kořenového systému a také k mapování dutin kmene. Metoda není pro nákladnost u nás příliš rozšířená.

Přístroj umožní detekci objektů v půdě – kořenů, až do průměru 1 cm a do značné hloubky. Umožňuje vytvořit 3D obraz kořenového systému a posoudit možné kolize, redukce kořenů po výkopech a podobně. Nevýhodou metody při detekci kořenů je její neschopnost identifikovat rozdíly mezi kořeny a jinými objekty a



Obr. 46: Použití radaru na kmen stromu

nemožnost měřit kvalitativní stav kořenů. Ve skeletnatých půdách nebo v urbánních půdách tak může snadno dojít k chybnému měření. Přesto lze metodu považovat za vhodnou pro měření rozsahu kořenového systému.

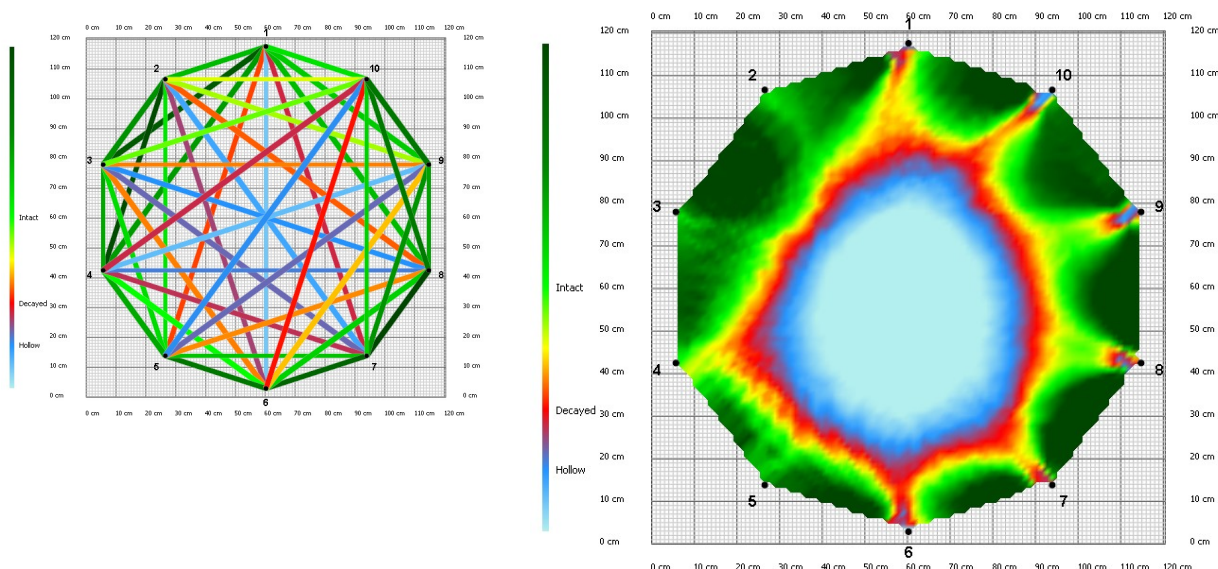


Obr. 47: Příčné řezy půdním horizontem s kořenovým systémem

AKUSTICKÁ TOMOGRAFIE

Mezi nejčastěji využívané přístrojové metody patří metody založené na zjišťování akustických vlastností dřeva: rychlost šíření zvuku v pevném materiálu je funkcí tuhosti a hustoty materiálu. S rostoucí tuhostí rychlost šíření zvuku roste, se zvyšující se hustotou naopak klesá. Může se jednat o signály ultrazvukové nebo ve slyšitelném spektru. Jedná se například o přístroje Arborsonic Decay Detector, Fakopp 2D timer, Impulse Hammer, Sylvatest. Tyto přístroje poskytují informaci o rychlosti zvuku a tím i kvalitě dřeva v jednom bodě, resp. v jedné linii. Je to metoda nepřímá a bodová. V závislosti na typu sondy je měření mírně až silně invazivní. Například pro použití přístroje Arborsonic je nutné vyseknout disky borky o průměru 5 cm, aby se sondy dostaly do kontaktu se dřevem. U přístroje Picus je nutno do kmene zatlouct sadu hřebů, u přístroje Fakopp 2D timer je nutno sondy dostat do kontaktu se dřevem, tedy prorazit borkou. Většinou se jedná o skladné a snadno použitelné přístroje, a to i v koruně.

Zdokonalenou formou těchto přístrojů jsou akustické tomografy, tedy přístroje schopné vytvořit dvourozměrný a dokonce i trojrozměrný obraz průřezu kmene na základě interpolace rychlostí akustického signálu mezi sadou sond (8 a více). Sem patří přístroje Fakopp, Picus, Arbotom. V tomto případě se jedná o metodu nepřímou a plošnou (zobrazující plochu – průřez kmene). Akustické tomografy zažívají v ČR velký boom. Měření je to rychlé, spolehlivé. Je však náročnější na interpretaci výsledků. Pouhá změna barvy průřezu, bez zkoumání dalších parametrů nemusí znamenat poškození stromu. Navíc detekování dutiny neznamená, resp. nemusí znamenat, havarijní stav stromu.



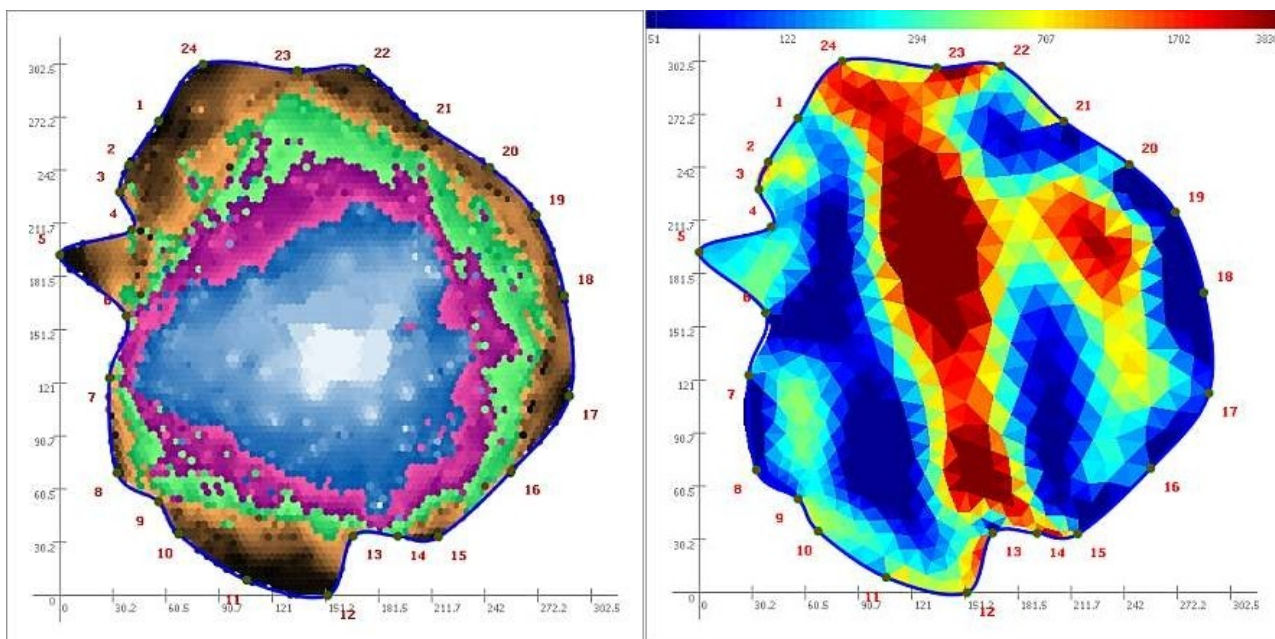
Obr. 48: Princip konstrukce tomogramu

ELEKTRICKÁ IMPEDANČNÍ TOMOGRAFIE

Tato metoda byla vyvinuta jako doplňková k akustické tomografii. Teprve v poslední době se začínají nacházet aplikace pro samotný EIT. Problémem AT je chybné měření v případě některých defektů. Například zarostlou tlakovou vidlici AT zobrazuje jako rozsáhlé plošné poškození. Podobně vrstvy suchého dřeva z principu AT hodnotí špatně. Proto bylo hledáno měření, založené na jiném fyzikálním principu. Volba padla na EIT. Nejedná se o unikátní metodu arboristiky, stejně jako AT je převzata z jiných disciplín, zejména v medicíně a geofyzice.

Princip měření je následující, měření probíhá na sudém počtu snímačů, zaražených do dřeva kmene. Do jednoho páru je zaveden elektrický proud. Na dalším páru snímačů je měřeno napětí. Pak se měření opakuje na dalších párech elektrod. Po naměření všech dat je pomocí konečně-prvkového řešiče vypočtena vodivost v ploše průřezu. Ta je ovlivněna vlhkostí a obsahem volných iontů. V závislosti na přirozené distribuci vlhkosti u jednotlivých druhů (která není stejná), lze detekovat probíhající hnilobu i v raných stádiích. Ve spojení s akustickou tomografií lze dokonce identifikovat typ tlení.

Přístroj Picus TreeTronic vyrábí německá firma Argus.



Obr. 49: Snímek tlakové vidlice AT (vlevo) a EIT (vpravo)

PENETROGRAFICKÉ METODY

Dalším hojně využívaným principem je tzv. penetrometrie. Je založena na měření příkonu motoru vrtačky, který je nutný pro udržení konstantního posunu tenkého vrtáku do dřeva. Měření pak lze vztáhnout k fyzikálním a mechanickým vlastnostem dřeva. Průměr vyvrtaného otvoru se pohybuje od 1 do 3 mm. Příkladem přístrojů jsou značky Resistograph, Digital MicroProbe nebo Teredo. Záznam může být poměrně podrobný, některé přístroje mapují změny odporu s přesností 0,01 mm, běžná přesnost přístrojů je 0,1 mm. U dřevin s rozlišitelnými letokruhy tedy lze takto pořídit i záznam vhodný pro letokruhovou analýzu. Samozřejmě také umožňují najít hranice narušeného dřeva a dutiny.

Velkou nevýhodou je ovšem destruktivní charakter měření a také bodový charakter měření. Pro charakterizování dutiny je nutno provést více vývrtů. Dalším nevýhodou technického řešení je, že vrták je velmi citlivý na překážky a snadno dojde k odklonění od přímého směru vrtání i o 90°. Zejména v dutinách, kde může dojít k rozkmitání vrtáku, je pak měření často nepoužitelné.

Určitou modifikací předchozí metody je zhodnocení vlastnosti vývrtu, pořízeného Presslerovým nebozezem. Presslerův neboli přírůstový nebozez je klasické lesnické náčiní, které umožňuje odběr válcovitých vývrtů dřeva o průměru cca 5 mm o různých délkách. Na tomto válečku lze následně určit rozsah případné hnilo-

by, provést letokruhovou analýzu a dokonce i zjišťovat mechanické vlastnosti dřeva a to buď v univerzálním zkušebním stroji nebo použitím speciálního přístroje, Fractometeru.

2.9.3.2. Funkční metody

TAHOVÉ ZKOUŠKY

Dalším přístupem je měření pomocí tahových zkoušek. Tato metoda, v principech používaná již od šedesátých let dvacátého století, je založena na zjištění reakce stromu na mechanické namáhání. Strom je uměle zatížen a je měřena reakce kmene – zkrácení či prodloužení, a reakce kořenového systému – náklon báze kmene. Výsledky jsou extrapolovány na potenciální zatížení během náporu větru s definovanou rychlostí. Následně je stanovena stabilita stromu jako pravděpodobnost zlomení a vyvrácení stromu. Je hodnocena část kmene, zhruba 20 cm, v závislosti na konkrétní konstrukci snímačů, jedná se o přímou metodu. Metoda je málo invazivní. Její použití je pracné, hlavně díky nutnosti instalace přístrojů do koruny a na kmen a umělému zatěžování stromu.

Zátěžová analýza.

Nejdříve je nutno zjistit základní dendrometrická data. Dále je pořizován snímek stromu, z něž se získává obrys pro vlastní analýzu zatížení, která je prováděna pomocí speciálního software. Ze snímku je také zjištěna excentricita stromu.

Referenční hodnota síly je získána výpočtem podle Newtonovy rovnice pro odpor proudění kapalin. Dosazujeme hodnotu rychlosti $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Pokud strom odolá právě této rychlosti větru, je jeho provozní bezpečnost 100 %.

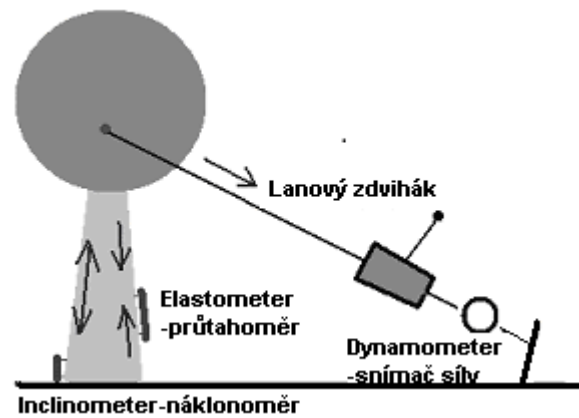
Jelikož rychlost větru není konstantní v různých výškách, je zatížení vypočítáváno podle EUROCODE. Postup měření je následující: kontura stromu je rozdělena na segmenty, v nichž je podle předchozích vztahů vypočtena odpovídající rychlost větru a z ní a z plochy segmentu pak vznikající síla. Jednotlivé vektory sil jsou následně přepočteny na jedinou výslednici, jejíž působiště se předpokládá v těžišti plochy. Z těchto dat je vypočtena očekávaná deformace kmene stromu při zatížení větrem.

Vlastní tahová zkouška.

Druhá část zkoušky spočívá ve zjištění mechanického chování stromu. Princip je jednoduchý, strom je uměle zatížen a příslušná reakce je snímána. Při zkoušce je měřena jednak působící síla a současně vznikající deformace. Pro zjištění odolnosti proti vyvrácení je zjišťován zároveň náklon kmene. Následující schéma ukazuje způsob měření. Výsledkem je tedy známá deformace při známé síle.

Výpočet bezpečnosti.

Ze známé deformace při známé síle se vypočte deformace vznikající při zatížení větrem ze zátěžové analýzy. Získané výsledky se porovnají s pevností kmene (z katalogizovaných hodnot pevnosti daného druhu a rozměrů



Obr. 50: Schéma tahové zkoušky

kmene). Výsledkem je procentická hodnota bezpečnosti, která udává poměr mezi skutečnými a potřebnými rozměry.

FRAC TOMETER

Fractometer umožňuje orientační zjištění různých mechanických vlastností dřeva (ohybová pevnost napříč vlákny, tlak ve směru vláken, smyková pevnost). Je to přímá metoda, bohužel silně destruktivní se všemi negativy takového postupu. Měření lze opět označit za bodové, resp. liniové.



Obr. 51: Přístroj Fractometer II. (<http://www.grube.de/>)

Zdroje informací k dané problematice

Arboristika

Oborové společnosti:

Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, Sekce péče o dřeviny

Odborné instituce:

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví

Odborná literatura

Fuchsová, K., Šponarová, K. Vojáčková, B. (eds.), (2013): Standard v oboru arboristika. Sborník přednášek z odborného semináře 28.-29. 1. 2013 v Brně. Mendelova univerzita v Brně. 120 stran.

Pyšek, P., Danihelka, J., Sádlo, J., Chrtek, J. Jr., Chytrý, M., Jarošík, V., Kaplan, Z., Krahulec, F., Moravcová, L., Pergl, J., Štajerová, K., Tichý, L. (2012): Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. *Nepůvodní flóra České republiky: aktualizace seznamu druhů, taxonomická diverzita a průběh invazí. Preslia 84(2): 155–255. Article published online: 26 Jun 2012*

Pyšek P., Sádlo J. & Mandák B.: Catalogue of alien plants of the Czech Republic. Katalog zavlečených druhů flóry České republiky. *Preslia 74(2): 97–186, 2002.*

Úradníček, L., Maděra, P., Tichá, S., Koblížek, J. (2010): Dřeviny České republiky. 2. vydání. *Lesnická práce. 368 stran*

Vzdělávací instituce:

Lesnická a dřevařská fakulta (LDF) a Zahradnická fakulta Mendelovy univerzity v Brně

Vyšší odborná škola zahradnická v Mělníce

Webové portály:

Atlas poškození dřevin <http://atlasposkozeni.mendelu.cz/>

Katalogy invazních druhů: <http://www.preslia.cz/contents.html>

Texty arboristických standardů: <http://www.standardy.nature.cz>

Ústav nauky o dřevě Mendelovy univerzity v Brně: wood.mendelu.cz

Stromy pod kontrolou: stromypodkontrolou.cz

Ochrana přírody

Zákony a normy:

Zákon 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny

Vyhláška č. 395/1992 MŽP, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny

Vyhláška o ochraně dřevin a povolování jejich kácení č. 189/2013 Sb.

ČSN 83 9061 (839061) Technologie vegetačních úprav v krajině - Ochrana stromů, porostů a vegetačních ploch při stavebních pracích



Obr. 52: Stromy s různou vitalitou



X/Y - ZS/Stabilita

Obr. 53: Stromy s ruznym zdravotnim stavem/stabilitou

Taxon	Schopnost kompartmentalizace	Taxon	Schopnost kompartmentalizace
<i>×Cupressocyparis leylandii</i>	Špatná	<i>Padus avium</i> (<i>Prunus padus</i>)	Špatná
<i>Abies</i> spp.	Dobrá	<i>Padus serotina</i> (<i>Prunus serotina</i>)	Špatná
<i>Acer campestre</i>	Dobrá	<i>Paulownia tomentosa</i>	Špatná
<i>Acer platanoides</i>	Špatná	<i>Persica vulgaris</i> (<i>Prunus persica</i>)	Špatná
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Dobrá	<i>Phellodendron amurense</i>	Dobrá
<i>Aesculus</i> spp.	Špatná	<i>Picea</i> spp.	Špatná
<i>Ailanthus altissima</i>	Špatná	<i>Pinus</i> spp.	Špatná
<i>Armeniaca vulgaris</i> (<i>Prunus armeniaca</i>)	Špatná	<i>Platanus ×hispanica</i>	Dobrá
<i>Carpinus betulus</i>	Dobrá	<i>Platycladus orientalis</i> (<i>Thuja orientalis</i>)	Špatná
<i>Carya ovata</i>	Dobrá	<i>Prunus</i> spp.	Špatná
<i>Castanea sativa</i>	Špatná	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Dobrá
<i>Catalpa</i> spp.	Špatná	<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	Dobrá
<i>Celtis</i> spp.	Dobrá	<i>Pyrus</i> spp.	Dobrá
<i>Cerasus</i> spp.	Špatná	<i>Quercus frainetto</i>	Dobrá
<i>Crataegus</i> spp.	Dobrá	<i>Quercus palustris</i>	Dobrá
<i>Fagus sylvatica</i>	Dobrá	<i>Quercus petraea</i>	Dobrá
<i>Ginkgo biloba</i>	Dobrá	<i>Quercus pubescens</i>	Dobrá
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Dobrá	<i>Quercus robur</i>	Dobrá
<i>Gymnocladus dioicus</i>	Špatná	<i>Quercus rubra</i>	Špatná
<i>Chamaecyparis</i> spp.	Špatná	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Dobrá
<i>Juglans</i> spp.	Špatná	<i>Salix</i> spp.	Špatná
<i>Juniperus communis</i>	Špatná	<i>Sequoiadendron giganteum</i>	Dobrá
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Dobrá	<i>Sophora japonica</i>	Dobrá
<i>Larix decidua</i>	Dobrá	<i>Sorbus</i> spp.	Špatná
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Špatná	<i>Taxodium distichum</i>	Dobrá
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Dobrá	<i>Taxus</i> spp.	Dobrá
<i>Magnolia acuminata</i>	Dobrá	<i>Thuja</i> spp.	Špatná
<i>Magnolia kobus</i>	Špatná	<i>Thujopsis dolabrata</i>	Špatná
<i>Malus</i> spp.	Špatná	<i>Tilia</i> spp.	Dobrá
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	Dobrá	<i>Tsuga</i> spp.	Dobrá
<i>Morus</i> spp.	Dobrá	<i>Ulmus</i> spp.	Dobrá
<i>Negundo aceroides</i> (<i>Acer negundo</i>)	Špatná	<i>Zelkova</i> spp.	Dobrá

Tabulka 6: Schopnost kompartmentalizace dřevi. Převzato ze SPPKA