

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nauky o dřevě

**Hodnocení provozní bezpečnosti - aplikace
metod hodnocení rizik na analýzu stromů**

Bakalářská práce

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Hodnocení provozní bezpečnosti - aplikace metod hodnocení rizik na analýzu stromů, vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

Ve Vlašimi dne 30. 4. 2017

.....
Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing. Luďku Prausovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za připomínky, rady a čas, který mi věnoval. Dále také Mgr. Haně Kociánové za překlad a připomínky.

Abstrakt

Miroslav Sedláček, DiS

Hodnocení provozní bezpečnosti - aplikace metod hodnocení rizik na analýzu stromů **Tree Safety Assessment - Applying Risk Assessment Methods to Tree Analysis**

Bakalářská práce se zaměřuje na problematiku hodnocení bezpečnosti stromů v urbanizovaném prostředí. V práci jsou popsány tři vybrané metodiky hodnocení provozní bezpečnosti stromů. Metodiky jsou postupně testovány na třech zvolených plochách, které se liší stupněm stability a hodnotou cíle pádu.

Systém metodik a výsledky hodnocení podléhají analýze a vzájemnému porovnání. Jsou vyzdvihnuty silné stránky metodik. V případě zjištěných slabých, nebo nevyhovujících míst navrhuji úpravy dané metodiky. Upravené metodiky jsou opět zanalyzovány.

Metody hodnocení rizika

Posuzování rizika stromů

Hodnocení provozní bezpečnosti

This thesis focuses on applying risk assessment methods concerning trees in urban areas. Three chosen methods of tree safety assessment are described. These methods are consequently tested on three selected sites which differ in stability degree and target value.

The system of these methods and results of assessment are subject to analysis and mutual comparison. Strong points of the methods are stressed. In case of finding weak or inconvenient parts, modifications of this method are recommended. These modifications are re-analysed again.

Risk Assessment Methods

Tree Risk Assessment

Tree Safety Assessment

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce.....	7
3 Současný stav řešené problematiky.....	8
3.1 Výklad pojmů.....	8
3.2 Vizuální metodiky hodnocení stavu stromů.....	11
3.2.1 Standard hodnocení stromů (verze 2015 pro veřejnou oponenturu).....	12
3.2.2 QTRA (Quantified Tree Risk Assessment).....	15
3.2.3 ISA Basic Tree Risk Assessment.....	16
4 Materiál a metody.....	17
4.1 Základní plochy.....	17
4.1.1 ZP 1, Vlašim, Lidická ulice.....	17
4.1.2 ZP 2, Vlašim, zámecký park.....	17
4.1.3 ZP 3, Tábor, Žižkovo náměstí.....	17
4.2 Metodiky.....	18
4.2.1 Standard hodnocení stromů (verze 2015 pro veřejnou oponenturu).....	18
4.2.2 QTRA (Quantified Tree Risk Assessment).....	25
4.2.3 ISA Basic Tree Risk Assessment.....	30
4.3 Hodnocení základních ploch dle metodik.....	32
4.3.1 Metodika AOPK Standard hodnocení stromů	32
4.3.2 Metodika QTRA	35
4.3.3 Metodika ISA Basic Tree Risk Assessment.....	36
5 Výsledky.....	38
5.1 ZP 1 - Vlašim, Lidická ulice.....	38
5.2 ZP 2, Vlašim, zámecký park.....	38
5.3 ZP 3, Tábor, Žižkovo náměstí.....	38
5.4 Grafické znázornění.....	39
6 Diskuse.....	40
6.1 Metodika AOPK, standard Hodnocení stavu stromů	40
6.1.1 Pozitiva.....	40
6.1.2 Negativa.....	40
6.1.3 Navrhované úpravy.....	41
6.2 Metodika QTRA	43

6.2.1 Pozitiva.....	44
6.2.2 Negativa.....	44
6.2.3 Navrhované úpravy.....	44
6.3 Metodika ISA Basic Tree Risk Assessment.....	44
6.3.1 Pozitiva.....	45
6.3.2 Negativa.....	45
6.3.3 Navrhované úpravy.....	46
6.4 Porovnání metodik.....	47
6.5 Výsledky úprav metodik.....	47
7 Závěr.....	49
8 Summary.....	51
9 Seznam citované literatury	52
10 Technická dokumentace a přílohy.....	54
10.1 Tabulky.....	54
10.2 Obrazová příloha.....	58

1 Úvod

Stromy jsou odnepaměti spjaty s bezprostředním okolím člověka. Do naší urbanizované krajiny a kultury neodmyslitelně patří. Poskytují nám mnoho důležitých služeb, které mnohdy ani nedokážeme plně docenit. Rostou u našich domů, podél cest a na veřejných prostranstvích. Denně pod nimi sedáváme, procházíme a projíždíme. Občas se jich bojíme, a to právem, neboť stromy dosahují velké hmotnosti a dorůstají do úctyhodných výšek.

Problematictější je stromy objektivně posuzovat na základě jejich velikosti, stability a místa, na kterém rostou. Vystihnout okamžik, kdy už strom pro své okolí představuje příliš vysoké riziko. Strom je totiž živý organismus, který se v čase neustále vyvíjí a je ovlivňován jinými organismy a klimatickými vlivy. Navíc jedna z nejdůležitějších částí stromu je skryta našemu zraku pod půdou a my ji můžeme hodnotit pouze nepřímo, nebo pomocí speciálních přístrojových metod.

Ochota snášet riziko pádu stromu, který se tyčí vysoko nad naší hlavou, nebo střechou, se také liší. Každý z nás toto riziko vnímá jinak oproti druhému, dokonce se i naše ochota riziko snášet v čase vyvíjí.

Proto se tvoří metodiky posuzování provozní bezpečnosti, jejichž funkcí je zefektivnit správu péče o stromy, objektivně posoudit potřebu jejich ošetření nebo pokácení. Těchto metodik existuje více a přirozeně se od sebe liší způsobem i složitostí výpočtu.

2 Cíl práce

Smyslem této práce je pojednat o hodnocení provozní bezpečnosti stromů a metodách posuzování rizik. Budou zkoumány 3 vybrané metody využívané v České republice nebo v zahraničí. V praktické části budou tyto informace otestovány na třech plochách se stromy s odlišnou hodnotou cíle pádu, případně s rozdílnou stabilitou.

Pomocí výsledků z těchto hodnocení je záměrem porovnat metodiky a pokusit se je kriticky analyzovat. Hodnotit náročnost na vstupní informace, celkovou pracnost a samozřejmě i konečné výsledky.

Na závěr bude využito poznatků práce v terénu a odborné literatury k navržení případných úprav, které by každou z předmětných metodik vylepšily.

3 Současný stav řešené problematiky

3.1 Výklad pojmů

Stabilita

Stabilita stromu znamená schopnost objektu setrvávat v neměnném stavu i přes případné narušování. (Míchal, 1994)

Stabilita stromu je jeden z parametrů, které vymezují konkurenční schopnost stromu - je součástí jeho bionomické strategie. (Kolařík a kol., 2008)

Mechanická stabilita stromu je dána geometrií kmene a materiálovými vlastnostmi. O tom, zda je strom stabilní, tedy rozhodujeme na základě jeho habitu a výskytu případných defektů. (Kolařík a kol., 2008)

Dále z pohledu mechaniky stromu Kolařík (2008) definuje stabilitu jako stav, kdy vlivem působení vnějších (vítr, voda, sníh, člověk, dřevokazné houby, půdní podmínky) a vnitřních faktorů (morfologie kmene, růstové vady, nevýhodný habitus) nehrozí možnost vyvrácení, zlomení kmene nebo větví, nebo odlomení části koruny takového rozsahu, že je ohroženo přetrvání jedince na stanovišti. Tento termín tedy vztahuje pouze na stav stromu a jeho nosného aparátu.

Stabilitu také popisuje standard Hodnocení stromů. Viz 3.2.1.2.4.

Cíl pádu

Cíl je to, co by mohlo být poškozeno. (Davies, 2000)

Živý či neživý objekt, který může být ohrožen při pádu stromu či jeho části. 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. (Kolařík a kol., 2008)

Škody způsobené na cíli v případě selhání stromu mohou být totální nebo částečné, v závislosti na povaze cíle a velikosti a výšce stromu nebo jeho části. Na tomto základě by potenciální závažnost škody mohla být předvídána v rámci kategorií a musí být zváženo, kdy má být vyhodnocen celkový potenciál nebezpečnosti stromu. Větší cíl, jako je dům, pravděpodobně utrpí jen částečné škody i při velkém dopadu. A skutečně, pokud strom dopadne na dům, je docela pravděpodobné, že pronikne střechou a zároveň že způsobí malé nebo žádné poškození stěn. (Lonsdale, 1999)

Cílová plocha

Cílová plocha je plocha, kterou může padající strom zasáhnout. V případě selhání nepůsobí škodu, pokud není přítomen cíl. (Davies, 2000)

Základní plocha

Základní plocha, nebo také cílová zóna je plocha klasifikována hodnotou cíle a nebo frekvencí provozu, která označuje hypotetický rozsah rizika. (Davies, 2000)

Základní plocha je základní prostorovou jednotkou, která je charakterizována hlavně intenzitní třídou údržby. Také může být definována celkovou hodnotu stability stromů, hodnotu cíle pádu a v opodstatněných případech sklonitostí terénu. (Kolařík a kol., 2015)

Škoda

Škoda odkazuje na zranění osob nebo poškození majetku. (Davies, 2000)

Provozní bezpečnost

Míra stability stromu (výše rizika jeho selhání), aplikovaná na konkrétní stanovištní podmínky (přítomnost cílů pádu a výše jejich důležitosti). Provozní bezpečnost se vyjadřuje jako syntetická hodnota odvozená s využitím stability konkrétního stromu a hodnoty cíle pádu základní plochy, na níž strom roste. Hodnotu cíle pádu lze v opodstatněných případech stanovit i individuálně. (Kolařík a kol., 2008)

Selhání

Selhání znamená porušení stability. Situace, kdy dojde k vyvrácení stromu, jeho zlomení, případně odlomení jeho části. Selháním je výrazně ohrožena nebo v podstatě končí historie daného jedince, strom zaniká. (Kolařík a kol., 2008)

Nebezpečí selhání

Potenciál stromu způsobit škodu na majetku či újmu na zdraví v důsledku selhání celého kmene či části koruny, nebo v důsledku vyvrácení. (Kolařík a kol., 2008)

Nebezpečí je situace nebo potenciál způsobit škodu za určitých podmínek. Díky kontrolám stromů je možné předpovědět pravděpodobnost, že určité nebezpečí vyústí ve

skutečnou škodu. Výpočet pravděpodobných okolností, za nichž by to mohlo nastat, je podstatou posuzování rizik. (Davies, 2000)

Riziko selhání

Riziko znamená účinek nejistoty na dosažení cílů. Často se vyjadřuje jako kombinace následků událostí (včetně změn okolností) a s ní související možností výskytu. (ČSN ISO 31000, 2010)

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 frekvenci péče apod. (Kolařík a kol., 2008)

Identifikace rizika

Identifikace zdrojů rizik, rozpoznávání a popis rizik, příčin i potenciálních následků. Může zahrnovat i názory znalců a potřeby zainteresovaných stran. Komplexnost identifikace je kritická, protože rizika, která nebudou identifikována v tomto stadiu, nebudou zařazena do další analýzy. Do identifikování rizik mají být zapojeni lidé s příslušnými znalostmi. (ČSN ISO 31000)

Analýza rizika

Proces pochopení povahy rizika a stanovení úrovně rizika, tedy velikost rizika vyjádřenou kombinací následků s jejich pravděpodobností výskytu. Rovněž mají být zvažována existující opatření a jejich efektivnost a účinnost. (ČSN ISO 31000)

Hodnocení rizik

Porovnání výsledků analýzy rizik s kritérii rizik k určení, zda je velikost rizika tolerovatelná. Pomáhá při rozhodování o ošetření rizik a pro stanovení priorit pro implementování řešení. Plán ošetření má jasně identifikovat pořadí priorit, ve kterém mají být jednotlivá ošetření implementována. Ošetření rizik může vnést nová rizika. Kritéria rizik jsou referenční hodnoty parametrů, podle kterých se hodnotí závažnost rizika. Kritéria mohou být odvozena například z legislativních, finančních, politických nebo kulturních cílů. Měla by definovat úroveň, od které se riziko stává přijatelné nebo tolerovatelné. (ČSN

ISO 31000)

Posuzování rizika stromu

Posuzování rizik zahrnuje celkový proces identifikace, analýzy a hodnocení rizik. (ČSN ISO 31000)

Posuzování rizika stromu zjišťuje pravděpodobnost vzniku škody uvnitř určitého časového rámce. Zvažuje se pravděpodobnost selhání stromu za přítomnosti cíle v cílové ploše. Posouzení by mělo být vyjádřeno jako pravděpodobnost nebo poměr (např. 1/10) nebo by mělo být vyjádřeno v úrovních pravděpodobnosti (např. velmi nízká až velmi vysoká pravděpodobnost). Takové posouzení je prostředkem k uspořádání priorit v řízení rizik. (Davies, 2000)

3.2 Vizualní metodiky hodnocení stavu stromů

Většina typů defektů stromu může být zjištěna pravidelnou vizuální kontrolou populace. Vnější známky fyzického poškození, habituálních vad a nepříznivých podmínek stanoviště signalizují zvýšené riziko selhání stromu. Tento přístup je základním předpokladem pro řízení rizik. Ukázalo se jako efektivní rozdělovat stromy do kategorií pro další akce. (Lonsdale, 1999)

Posuzování rizika selhání je podle Kolaříka (2008) subjektivním procesem, ovlivněným znalostí příčin porušení stromu, tj. vycházejícím ze znalosti chování stromu během jeho života. Aby bylo možné aplikovat informaci o přítomnosti, rozsahu a lokalizaci defektu na hodnocení provozní bezpečnosti předmětného stromu, je navíc nutné kvantifikovat riziko, které strom s defektem představuje pro své okolí. Pro účely hodnocení stavu a podrobnější diagnostiky provozní bezpečnosti stromů proto bylo vyvinuto několik metodik, jak vizuálních, tak i přístrojových. Řada z nich je v současné době používána i v České republice.

V rámci jednoduchých inventarizací v rámci relativně homogenních ploch stačí evidence zjištěných defektů zdravotního stavu (event. pouze těch defektů, které jsou relevantní z pohledu stability stromu) k získání přehledu o tom, v jakém stavu jsou hodnocené stromy i z hlediska provozní bezpečnosti. Protože se ale jedná velmi často o stromy hodnotné, příp. rostoucí na značně frekventovaných místech, byla pro možnost exaktnějšího hodnocení parametru provozní bezpečnosti vyvinuta řada metod s různým

metodickým přístupem. Část metod je založena na bázi čistě vizuálního posuzování, část přesahuje do oblasti využívání přístrojů. (Kolařík a kol., 2008)

Frekvence inspekce stromů je záležitostí lokálního rozhodnutí podle charakteristiky populace stromů a jich okolí. Druh stromů, velikost, věk a předešlé zásahy mohou ovlivnit časový interval, během kterého se pravděpodobně mohou rozvíjet vážné defekty.

Také vysoká hustota lidí, nebo jiný cíl s vysokou hodnotou, může být faktor pro rozhodnutí o relativně časté inspekci. Když jsou na takovém místě velké stromy, považuje za vhodné je kontrolovat každoročně a co nejdříve po silné bouři. (Lonsdale, 1999)

3.2.1 Standard hodnocení stromů (verze 2015 pro veřejnou oponenturu)

Tento standard pro AOPK ČR zpracovala v roce 2013 – 2015 Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně. Standard je stále v procesu schvalování. Nicméně již je tento koncept v ČR využíván.

3.2.1.1 Hodnocení základních ploch

Individuální hodnocení se provádí u stromů, které lze spolehlivě lokalizovat a u nichž je vhodné individuálně stanovit technologii zásahu. Např. alespoň na plochách s vysokou intenzitní třídou údržby a na plochách s vysokou hodnotou cíle pádu.

V ostatních případech lze hodnocené stromy sdružovat do skupin. Základní prostorovou jednotkou je základní plocha. Základní plochy lze pro účely hodnocení stavu stromů členit do dílčích prostorových jednotek. Využívání základní plochy a její zařazení do systému péče je charakterizované intenzitní třídou údržby. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.1.1 Intenzitní třída údržby

Definuje využívání základní plochy a její zařazení do systému péče. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.1.2 Hodnota stability plochy

Celková hodnota stability charakterizuje celkovou stabilitu stromů na základní ploše. Uvádí se jako odhad převažujícího stavu stromů na celé základní ploše. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.1.3 Hodnota cíle pádu

Hodnota cíle pádu charakterizuje intenzitu provozu osob a automobilů v dopadové vzdálenosti stromů na základní ploše a hodnoty majetku, který může být zasažen v případě selhání stromů. Uvádí se jako odhad převažujícího parametru na celé základní ploše. Nejvyšší parametr rozhoduje o zařazení plochy do konkrétního stupně. Je nutné zohlednit charakter (sezónnost) využívání konkrétní plochy.

V případě, že se některá z charakteristik významně liší v některé z částí základní plochy, je vhodné tuto část rozlišit jako dílčí prostorovou jednotku se samostatným hodnocením. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.2 Hodnocení individuálních stromů

3.2.1.2.1 Fyziologické stáří

Fyziologické stáří charakterizuje strom z hlediska jeho vývojové ontogenetické fáze. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.2.2 Vitalita

Vitalita stromu (fyziologická vitalita, životaschopnost) charakterizuje jedince z pohledu dynamiky průběhu jeho fyziologických funkcí. Do tohoto diagnostického pohledu jsou zahrnuty především následující ukazatele:

- rozsah defoliace (případně odhad počtu 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 reakce na poškození,
- u fyziologického stáří 1-3 dynamika výškového přírůstu.

Ukazatele vitality mohou mít značnou proměnlivost mezi jednotlivými vegetačními obdobími. Hodnocení mohou negativně ovlivnit např. holožírý, extrémní klimatické vlivy, zásadní zásahy do stanovištních poměrů stromu. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.2.3 Zdravotní stav

Zdravotní stav stromu charakterizuje jedince z pohledu jeho mechanického narušení či poškození. 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 objektu, bez ohledu na jejich bezprostřední vliv na celkovou stabilitu jedince. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.2.4 Stabilita

Stabilita stromu hodnotí úroveň rizika selhání stromu vývratem, zlomem kmene nebo odlomením významné části koruny. Při vizuálním hodnocení stavu stromů je součástí šetření pouze hodnocení odolnosti proti zlomu. Odolnost proti vyvrácení je hodnocena jen na základě vizuálně patrných symptomů. (Kolařík a kol., 2015)

Pro tuto práci byla do hodnocení stability zahrnuta i přítomnost suchých větví v koruně stromu. Parametr stability totiž ovlivňuje provozní bezpečnost. Tento nedostatek se s největší pravděpodobností neobjeví ve schváleném standardu.

3.2.1.2.5 Provozní bezpečnost

Provozní bezpečnost se vyjadřuje jako syntetická hodnota odvozená s využitím stability konkrétního stromu a hodnoty cíle pádu základní plochy, na níž strom roste. Hodnotu cíle pádu lze v opodstatněných případech stanovit individuálně. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.2.6 Perspektiva

Perspektiva stromu charakterizuje zjednodušeným způsobem předpokládanou délku jeho existence na daném stanovišti, danou stavem (vitalita, zdravotní stav, stabilita) a vhodností, přičemž rozhodující je horší z parametrů. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.2.7 Návrh zásahu

Návrh technologie zásahu je uváděn slovně, nebo zkratkou vždy dle příslušného Standardu péče o přírodu a krajinu. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.2.8 Naléhavost zásahu

Všechny navržené technologie zásahu se rozdělují do tříd naléhavosti podle jejich důležitosti. Účelem je možnost finanční optimalizace zásahu. Následné provedení všech navržených zásahů v jednom kroku (bez ohledu na naléhavost) není technologickou chybou. (Kolařík a kol., 2015)

3.2.1.3 Biomechanická a bezpečnostní analýza stromů

Pro biomechanickou a bezpečnostní analýzu stromů dovoluje standard využívat všechny publikované metody, jako například:

- **SIA** (Statisch Integrierte Abschätzung),
- **VTA** (Visual Tree Assessment),
- **QTRA** (Quantified Tree Risk Assessment),
- **TRAQ** (ISA Tree Risk Assessment Qualification) – ANSI A300, Part 9.

V rámci České republiky doporučuje využívání metody WLA (Wind Load Analysis). (Kolařík a kol., 2015)

3.2.2 QTRA (Quantified Tree Risk Assessment)

Metodiku QTRA vyvinul Mike Ellison v roce 1996 v Anglii. Hlavní motivací jeho snažení byla frustrace z tlaku klientů, kteří požadovali až nemožná ujištění, že jejich strom je bezpečný. (Ellison, 2007)

Snaží se pokrýt hodnocení celé populace rostoucí ve stejných podmínkách najednou. Hodnocení defektů stromu je v metodice stále obsaženo, ale činí jen jednu ze tří složek hodnocení. Prakticky se hodnotí pravděpodobnost selhání stromu nebo jeho části. Další složkou je cíl pádu. Tato složka se zabývá tím, jaké škody by strom svým pádem způsobil na zdraví nebo majetku obyvatel. Třetí složkou je průměr větve nebo kmene, která by mohla selhat. (Kolaříková, 2014)

Vše je hodnoceno jako převedení těchto proměnných do čísla, vyjadřujícího pravděpodobnost. Vynásobením těchto pravděpodobností získáme pravděpodobnost vzniku rizika škody.

Další významnou inovací této metodiky je využívání statistických údajů, které jsou nadále sbírány a vyhodnocovány. Využívání statistiky má za následek časté vylepšování systému. V průběhu 12 let nasbíraná data ukázala, že mnoho zásahů navrhovaných bez systému QTRA je zbytečných. Tento poznatek je ekonomicky velmi významný. (Kolaříková, 2014)

3.2.3 ISA Basic Tree Risk Assessment

Mezinárodní arboristická společnost ISA poskytuje arboristům formulář pro základní posuzování a hodnocení rizika stromů. Dvoustránkový formulář je na webových stránkách ISA volně k dispozici spolu s manuálem k použití.

Tato metoda je využívána také pro školení a zkoušky posuzování stromů (**TRAQ** - Tree Risk Assessment Qualification). Jedná se v podstatě o průvodce při posuzování stromu a sběru dat. Hodnotitel by již samozřejmě měl mít základní znalosti posuzování stromů v rámci TRAQ. Formulář hodnotitele navádí postupně a velmi detailně tak, aby si všiml a zaznamenal všechny důležité skutečnosti, čímž eliminuje opomenutí významného faktoru na minimum. Do formuláře se zapisují pouze relevantní informace. (ISA, 2013)

3.2.3.1 Formulář Tree Risk Assessment Form

První strana formuláře zahrnuje základní údaje o hodnotiteli a stromu, podmínky hodnocení. Dále zhodnocení cílů, které potencionálně může strom, nebo jeho část, zasáhnout. Zhodnocení stanoviště stromu, zdravotního profilu, působení sil, historie zásahů a poškození, defekty koruny, kmene a kořenů.

Druhá strana formuláře je z velké části věnována hodnocení nasbíraných dat a jejich převedení do tabulky "kategorizace rizika". Pro převod defektů a cíle pádu do kategorie rizika složí dvě tabulky Matice 1 a Matice 2. Právě těmto tabulkám budu dále věnováno více pozornosti. Na konci druhé stránky formuláře je místo pro nákresy, poznámky, nápravná opatření a zbytkové riziko po tomto opatření. Priorita zásahu, celkové riziko, doporučený interval další prohlídky stromu či potřeba přístrojových metod hodnocení. Poslední řádek popisuje limitující faktory prohlídky stromu. (ISA, 2013)

4 Materiál a metody

4.1 Základní plochy

4.1.1 ZP 1, Vlašim, Lidická ulice

První vybraná pokusná plocha se nalézá na konci ulice Lidická, naproti objektu č.p. 1642, před výjezdem z Vlašimi. Této části obce se také říká „obora“. Stromy rostoucí na této ploše tvoří jednostranné stromořadí lemující silnici. Stromy rostou na hranici pozemku města Vlašim a společnosti Sellier & Bellot, a.s.. Pro potřeby této práce bylo vybráno 10 stromů, pod kterými vede kromě frekventované silnice II. třídy i chodník pro pěší. Projíždí tudy často i cyklisté, také tu zastavují nebo parkují auta zaměstnanců společnosti Sellier & Bellot. Stromy, tedy konkrétně 9 jírovců a 1 bříza, jsou viditelně ve špatném zdravotním stavu a v mé práci zastupují plochu, která nezbytně vyžaduje razantní zásah.

4.1.2 ZP 2, Vlašim, zámecký park

Plocha č. 2 jsou stromy rostoucí na louce v rozvolněné skupině, dále od cesty. Jedná se o 7 dubů, 2 lípy a 1 habr. Duby jsou, až na dva mladé jedince, mohutné exempláře s širokým kmenem. Lípy jsou vysoké a ovlivněné zápojem. Habr také patří mezi větší jedince svého druhu. Všechny tyto stromy jsou na první pohled ideálním habitatem pro mnoho dalších organismů.

Poblíže těchto stromů se nachází několik laviček, avšak žádná lavička není přímo pod stromem, ba dokonce jsou mezi lavičkami a hodnocenými dřevinami jiné stromy. Provoz pod stromy tak tvoří pouze lidé vyhledávající soukromí zmíněných laviček a pracovníci parku při občasné údržbě louky.

4.1.3 ZP 3, Tábor, Žižkovo náměstí

Poslední hodnocenou plochou je Žižkovo náměstí v Táboře, památkově chráněné území a nemovitá kulturní památka ve vlastnictví města.. Na této extrémně frekventované ploše rostou dva jírovce maďaly. Stromy rostou těsně u kostela Proměnění Páně, nad sochami světců. Pod stromy denně projde mnoho turistů, projíždějí zde auta a pod jedním jírovcem se nachází i lavička.

Jírovce jsou jediným zástupcem zeleně na tomto náměstí. V minulosti jim byla

věnována péče silnějším prořezáním, snížením těžiště a instalací 3 statických vazeb, které by však dnes zasloužily výměnu a doplnění dynamickými vazbami. Kmeny stromů jsou bez defektů, na kosterních větvích je více větších řezných ran a dutin.

4.2 Metodiky

4.2.1 Standard hodnocení stromů (verze 2015 pro veřejnou oponenturu)

4.2.1.1 Hodnocení základních ploch

Využívání základní plochy a její zařazení do systému péče je charakterizované intenzitní třídou údržby

Pro účely tohoto standardu jsou parametry charakterizující základní plochu rozšířené o celkovou hodnotu stability hodnocených stromů, hodnotu cíle pádu a v opodstatněných případech o sklonitost terénu. Tyto parametry jsou určované metodou kvalifikovaného odhadu pro celou základní plochu.

4.2.1.1.1 Intenzitní třída údržby

Tab. 1 - Stupnice Intenzitní třídy údržby: (Kolařík a kol., 2015)

Třída	Popis
1	Mimořádné nároky na péči na zvláště exponovaných stanovištích v centrálních a centru blízkých oblastech s významem utvářejícím vzhled města či obce.
2	Průměrné nároky na péči u všech ploch zeleně, pokud nejsou zařazeny do 1 třídy. Typicky zpravidla zahrnuje zeleň bydlení jako funkční typ zeleně s nejvyšším podílem v systémech zeleně sídel.
3	Nízké nároky na péči, odlehlé objekty, špatně přístupné části parků, plochy ležící ladem. Zpravidla funkční typy krajinné zeleně na území města.
4	Plochy neudržované zeleně nebo udržované pouze příležitostně.

4.2.1.1.2 Hodnota stability plochy

Tab. 2 - Stupnice stability plochy: (Kolařík a kol., 2015)

Stupeň	Popis
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 výskytem defektů, které je nutné řešit speciálními stabilizačními zásahy (například stabilizační řezy, vazby).
4	Plochy se stromy s patrným výskytem selhání. Omezená možnost stabilizace péstebními zásahy.
5	Plochy s havarijním stavem stromů. Významný podíl výskytu rozpadajících se stromů bez možnosti stabilizace.

4.2.1.1.3 Hodnota cíle pádu

Tab. 3 - Stupnice cíle pádu: (Kolařík a kol., 2015)

Stupeň	Parametr		
	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 500.000 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 500.000 Kč
4	provoz osob do 1 za den	méně frekventované silnice s dobrou viditelností	riziko vzniku škod na nemovitostech mezi 5.000 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 5.000 Kč
6	provoz osob v řádu 1 za týden	žádný provoz automobilů	riziko vzniku škod na nemovitostech pod 400 Kč

4.2.1.2 Hodnocení individuálních stromů

4.2.1.2.1 Fyziologické stáří

Stupnice: (Kolařík a kol., 2015)

1. mladý strom ve fázi aklimatizace,
2. aklimatizovaný mladý strom,
3. dospívající strom,
4. dospělý strom,
5. senescentní strom.

4.2.1.2.2 Vitalita

Stupnice: (Kolařík a kol., 2015)

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

4.2.1.2.3 Zdravotní stav

Stupnice: (Kolařík a kol., 2015)

1. zdravotní stav výborný až dobrý,
2. zhoršený (mechanické narušení významného charakteru),
3. výrazně zhoršený (přítomnost poškození snižujících dožití hodnoceného jedince),
4. silně narušený (souběh defektů či přítomnost poškození výrazně snižujících dožití hodnoceného jedince),
5. rozpadající se/rozpadlý strom (akutní riziko rozpadu, případně rozpadlý jedinec).

4.2.1.2.4 Stabilita

Stupnice: (Kolařík a kol., 2015)

1. výborná až dobrá,
2. zhoršená (vyvíjející se staticky významné defekty malého rozsahu bez akutního vlivu na stabilitu hlavních nosných částí),
3. výrazně zhoršená (přítomnost staticky významných defektů většího rozsahu, často vyžadující stabilizační zásah),
4. silně narušená (přítomnost staticky významných defektů většího rozsahu či souběh defektů výrazně snižující stabilitu jedince, vyžadující stabilizační zásah),
5. havarijný strom (akutní riziko selhání bez možnosti řešení stabilizačním zásahem).

4.2.1.2.5 Provozní bezpečnost

Pro potřeby této práce byla celková provozní bezpečnost plochy stanovována jako modus provozní bezpečnosti posuzovaných stromů. V konceptu standardu totiž není blíže popsáno, jak z hodnoty stability, kde 5 značí nejhorší stabilitu, a z hodnoty cíle pádu, kde 6 je nejmenší hodnota cíle, syntetizovat hodnotu provozní bezpečnosti.

V konceptu standardu se neuvádí stupnice pro popis jednotlivých stupňů, dokonce není definována.

4.2.1.2.6 Perspektiva

Stupnice: (Kolařík a kol., 2015)

- a - dlouhodobě perspektivní,
- b - krátkodobě perspektivní,
- c - neperspektivní.

4.2.1.2.7 Návrh zásahu

Návrh technologie zásahu byl vybrán z arboristických standardů AOPK, SPPK - A02 002:2015 - Řez stromů.

4.2.1.2.8 Naléhavost zásahu

Stupnice: (Kolařík a kol., 2015)

0 - zásahy s nutností okamžitého provedení – riziko z prodlení

Jedná se o zásahy, řešící především provozní bezpečnost stanoviště. Typicky se jedná o návrhy kácení stromů, u nichž stav zřejmě a bezprostředně ohrožuje okolí. Může se jednat i o návrhy bezodkladného provedení bezpečnostních či stabilizačních řezů

1 - realizovat v první etapě prací

Zásahy s vysokou prioritou, realizované jak pro zajištění provozní bezpečnosti stanoviště, tak i z pohledu udržení kontinuity pěstební péče.

2 - realizovat ve druhé etapě prací

Zásahy potřebné, ovšem bez zásadní priority. Většinou se jedná o pěstební opatření vhodná k realizaci, ale bez prioritního příznaku.

3 - realizovat ve třetí etapě prací

Zásahy navržené k provedení v delším časovém horizontu. Provádějí se až po realizaci všech předchozích tříd naléhavosti. Často se jedná o případy, kdy pěstební zásah byl proveden nedávno. Především u tvarovacích řezů a bezpečnostních vazeb je třeba dbát na pravidelné opakování zásahu definovaného intervalem opakování.

Skutečnou etapizaci prováděných prací stanovuje investor (vlastník stromů).

4.2.1.3 Biomechanická a bezpečnostní analýza stromů

Pro biomechanickou a bezpečnostní analýzu stromů byla využita metoda VTA (Visual Tree Assessment). Dle množství a závažnosti nalezených defektů se hodnocenému stromu přiřazovali stupně posuzovaných parametrů.

4.2.1.3.1 VTA (Visual Tree Assessment)

Metodu VTA (*Visual Tree Assessment*) popisuje standard Hodnocení stavu stromů (Kolařík a kol., 2015) následovně: Vychází z prací prof. Clause Matthecka. Metoda poskytuje velmi zevrubný vhled do interních strukturálních problémů nosných částí živých

stromů, navenek patrných formou změny jejich designu. Populárně je tento přístup nazýván jako „řeč těla“ (*body language*) stromů. Je založena na aplikaci teorií biomechaniky a na empirických zkušenostech se stromy jako konstrukcemi, které se samy optimalizují. Metoda je založena na třech základních principech:

1 Základním tvrzením je teorie konstantního napětí, podrobněji popsána výše v textu. Strom je systém, který reaguje na mechanické a fyziologické stresy zvýšením růstové aktivity tak, aby došlo k posílení oblastí se zvýšeným napětím, zatímco oblasti s nižším namáháním přirůstají méně.

2 Stromy na tento typ zátěže odpovídají reakčním (adaptivním) růstem.

3 Kvalitativní materiálové vlastnosti dřeva se mění pod vlivem působícího napětí tak, aby byl zajištěn uniformní stres, tedy stejnoměrné napětí ve všech nosných částech těla stromu.

Vlastní praktické použití metody VTA sestává ze dvou kroků:

1. Vizualní kontrola vitality stromu a symptomů jeho biomechanického poškození:

- a. hodnocení symptomů, označovaných jako „řeč těla“ stromů,
- b. sledování dynamiky a průběhu reakčního růstu,
- c. hodnocení stavu a vývoje krycích pletiv kmene,
- d. rozbor architektury koruny a stavu olistění,
- e. vyhledání přítomnosti symptomů růstu dřevokazných hub,
- f. zhodnocení vlivu stanoviště na růst stromu,

2. stanovení bezpečnosti stromu na základě typu příp. dutiny, velikosti zbytkové stěny a vlastností dřeva pomocí přístrojových metod.

Pro získání dílčích výsledků lze použít nedestruktivní přístrojové metody, založené na sledování šíření zvukových vln, příp. penetrometry. (Kolařík a kol., 2015)

4.2.2 QTRA (Quantified Tree Risk Assessment)

4.2.2.1 Zhodnocení cíle pádu

Prvním krokem procesu podle metodiky QTRA je zhodnocení cíle pádu. Rozdílná péče je věnována stromu, který roste uprostřed města na frekventované ulici a který roste na osamělém místě s obtížným přístupem.

Hodnota cíle lze přiměřeně odhadnout, ale pokud je to nutné, lze hodnotu cíle vypočítat s vysokou přesností. V této kategorii se cíl pádu hodnotí podle frekvence pohybu chodců a aut. Hodnota majetku se stanovuje podle skutečné peněžní hodnoty, nebo podle nákladů na opravu cíle. Cíl pádu je rozdělen do 6ti kategorií. První kategorie představuje cíl pádu jako nejdražší majetek, nejvyšší pohyb chodců, nevyšší pohyb aut, případně dálnice a rychlostní komunikace, kde se auta pohybují vysokou rychlostí. Aby se dalo počítat jak s lidskými životy, tak s majetkem, byla k výpočtu použita statistická hodnota lidského života. (Kolaříková, 2014)

Tab. 4 - Kategorie cíle pádu (Quantified Tree Risk Assessment, 2016)

Target Range	Property (repair or replacement cost)	Human (not in vehicles)	Vehicle Traffic (number per day)	Ranges of Value (probability of occupation or fraction of 64 000 000Kč)
1	64 000 000Kč - >6 400 000Kč (£2 000 000 - >£200 000)	Occupation: Constant - 2.5 hours/day Pedestrians & cyclists: 720/hour - 73/hour	26 000 - 2 700 @ 110kph 32 000 - 3 300 @ 80kph 47 000 - 4 800 @ 50kph	1/1 - >1/10
2	6 400 000Kč - >640 000Kč	Occupation: 2.4 hours/day - 15 min/day Pedestrians & cyclists: 72/hour - 8/hour	2 600 - 270 @ 110kph 3 200 - 330 @ 80kph 4 700 - 480 @ 50kph	1/10 - >1/100
3	640 000Kč - >64 000Kč	Occupation: 14 min/day - 2 min/day Pedestrians & cyclists: 7/hour - 2/hour	260 - 27 @ 110kph 320 - 33 @ 80kph 470 - 48 @ 50kph	1/100 - >1/1 000
4	64 000Kč - >6 400Kč	Occupation: 1 min/day - 2 min/week Pedestrians & cyclists: 1/hour - 3/day	26 - 4 @ 110kph 32 - 4 @ 80kph 47 - 6 @ 50kph	1/1 000 - >1/10 000
5	6 400Kč - >640Kč	Occupation: 1 min/week - 1 min/month Pedestrians & cyclists: 2/day - 2/week	3 - 1 @ 110kph 3 - 1 @ 80kph 5 - 1 @ 50kph	1/10 000 - >1/100 000
6	640Kč - 64Kč	Occupation: <1 min/month - 0.5 min/year Pedestrians & cyclists: 1/week - 6/year	None	1/100 000 - 1/1 000 000

V případě, že strom roste na takovém stanovišti, že hrozí pád jak na lidi, tak na majetek, počítá se primárně s ohrožením lidí. K výpočtu obsazenosti cíle pádu chodcem byla využita průměrná rychlost chodce, jak dlouhý čas tráví pod stromem. (Kolaříková, 2014)

Tab. 5 - Obsazenost cíle pádu chodci (*Quantified Tree Risk Assessment, 2011*)

Pedestrian frequency	Total occupation per day (seconds)	Probability of occupation
Constant	86 400	1/1
50% occupied	43 200	1/2
100 per hour	12 000	1/7.2
50 per hour	6 000	1/14.4
10 per hour	1200	1/72
5 per hour	600	1/144
1 per hour	120	1/720
1 per day	5	1/17 280
1 per week	0.71	1/120 960

4.2.2.2 Průměr

Druhým rozhodujícím prvkem je průměr potenciaálně nestabilní části stromu, nebo velikost celého stromu, který by mohl spadnout. V tomto kroku je důležité posoudit, jak křehký je cíl pádu. Průměr stromů (nebo větví) je rozdělen do pěti kategorií. (Kolaříková, 2014)

Tab. 6 - Velikost potenciaálně rozpadajících se částí stromu ((*Quantified Tree Risk Assessment, 2016*))

Size Range	Size of tree or branch	Range of Probability
1	> 450mm (>18") dia.	1/1 - >1/2
2	260mm (10 ¹ / ₂ ") dia. - 450mm (18") dia.	1/2 - >1/8.6
3	110mm (4 ¹ / ₂ ") dia. - 250mm (10") dia.	1/8.6 - >1/82
4	25mm (1") dia. - 100mm (4") dia.	1/82 - 1/2 500

4.2.2.3 Pravděpodobnost selhání

Tento třetí a poslední krok při výpočtu indexu může představovat nejproblematictější část. Pravděpodobnost selhání je zapotřebí odhadnout. Je tedy subjektivní a může se lišit podle zkušeností každého hodnotitele. QTRA proto provádí školení svých hodnotitelů, ve kterém představuje různé způsoby odhadování. Doporučuje také využít odborné pomoci arboristů nebo lesníků, kteří mají hodně zkušeností se stabilitou stromu nebo s vnitřní stavbou stromu.

Pravděpodobnost pádu se odhaduje na následující rok. Pravděpodobnost pádu je rozdělena do 7 kategorií. Pravděpodobnost pádu 1 znamená, že strom nebo větev v následujícím roce určitě spadne. Pravděpodobnost 7 znamená, že určitě nespadne. Proto jsou tyto dvě krajní kategorie tzv. kotvou, která pomáhá hodnotiteli určit další kategorie. V případě, že je větev nebo strom strukturálně poškozen, položíme si otázku, „o kolik méně je pravděpodobné, že tento strom selže než strom, který selže 100 %“? Je-li odpověď: „Tento strom je 10 krát méně náchylný k poruchám“, volí se druhá kategorie. Tímto způsobem je možné zařadit strom i do dalších kategorií (strom je 100 x méně náchylný -> kategorie 3, strom je 1 000 x méně náchylný -> kategorie 4 atd.). Jednoduchý přehled podává následující tabulka: (Kolaříková, 2014)

Tab. 7 - Pravděpodobnost pádu (*Quantified Tree Risk Assessment, 2016*)

Probability of Failure Range	Probability
1	1/1 - >1/10
2	1/10 - >1/100
3	1/100 - >1/1 000
4	1/1 000 - >1/10 000
5	1/10 000 - >1/100 000
6	1/100 000 - >1/1 000 000
7	1/1 000 000 - 1/10 000 000

Tab. 8 - Praviděpodobnost pádu vyjádřená v procentech (Ellison, 2007)

Probability of failure range	Probability of failure percentage	Probability ratio
1	>10% - 100%	1/1
2	> 1% - 10%	1/10
3	> 0.1% - 1%	1/100
4	>0.01% - 0.1%	1/1,000
5	≤ 0.01%	1/10,000

4.2.2.4 Výpočet indexu rizika škody

Index rizika škody je určen třemi složkami: cílem pádu, průměrem a pravděpodobností selhání. Všechny tyto složky mají určenu číselnou hodnotu, což umožňuje vypočítání indexu rizika škody. Index rizika škody je násobkem těchto tří složek. Index rizika škody je dále uváděn pouze jako index pro zjednodušení.

$$\text{Index rizika škody} = \text{cíl pádu} * \text{průměr} * \text{pravděpodobnost selhání}$$

Riziko škody se vypočítá jako 1/index rizika škody, tedy pokud je index 1, riziko škody je 1/1. Pokud je index 1 000 000, riziko škody je 1/1 000 000. Pokud je index roven nebo menší než 1, znamená to, že se stane to, co předpokládáme. Získaný výsledek, tedy index rizika škody, nám přehledně vypovídá o potřebě zásahu. (Kolaříková, 2014)

Tabulka rozděluje výsledné riziko do 5ti stupňů od rizika neakceptovatelného, až po riziko široce akceptovatelné. Riziko lze spíše akceptovat u výjimečných stromů, nebo tam, kde panuje shoda zainteresovaných stran toto riziko tolerovat. (Quantified Tree Risk Assessment, 2011)

Tab. 9 - Rozdělení rizik do pěti stupňů (*Quantified Tree Risk Assessment, 2011*)

QUANTIFIED TREE RISK ASSESSMENT - RISK DECISION INFORMING FRAMEWORK

Risk Thresholds	Description	Action
1/1 000	Unacceptable Risks will not ordinarily be tolerated	<ul style="list-style-type: none"> Control the risk Periodically review the risk
	Unacceptable (where imposed on others) Risks will not ordinarily be tolerated	<ul style="list-style-type: none"> Control the risk Periodically review the risk
1/10 000	Tolerable (by agreement) Risks may be tolerated if <ul style="list-style-type: none"> those exposed to the risk accept it, or the tree has exceptional value 	<ul style="list-style-type: none"> Control the risk unless there is broad stakeholder agreement to tolerate it, or the tree has exceptional value Periodically review the risk
	Tolerable (where imposed on others) Risks are generally tolerable	<ul style="list-style-type: none"> Assess costs and benefits of risk control Control the risk only where a significant benefit might be achieved at a reasonable cost Periodically review the risk
1/1 000 000	Broadly Acceptable	<ul style="list-style-type: none"> No action currently required Periodically review the risk

4.2.2.5 Způsob práce v terénu

Nejprve je důležité rozdělit si přidělenou lokalitu na jednotlivé plochy. Tyto plochy by měly mít podobné potencionální cíle pádu. Pokud je to nutné, rozdělí se i plochy na menší části tak, aby byla každá plocha víceméně jednotná.

Při hodnocení jednotlivých stromů u ploch s hodnotným cílem pádu je důležité zaznamenat cíl pádu, velikost, pravděpodobnost pádu, pokud existuje více možností cíle pádu nebo selhání, zapsat všechny, navrhnout časový horizont dalších kontrol, případně jiným způsobem určit důležitost opětovnou kontrolu a hodnocení těchto stromů. V případě, že je to ekonomicky možné, je lepší provádět hodnocení jednotlivého stromu. V případě, že je možné provést pouze skupinové hodnocení, je dobré nejrizikovější stromy označit, případně rovnou zaměřit zvlášť. (Kolaříková, 2014)

4.2.2.6 Redukce rizika

Úloha hodnotitele je rozpoznat, jestli strom představuje pro společnost nepřijatelné riziko. Pokud hodnotitel toto riziko odhalí, musí najít jeho příčiny. Dalším úkolem je pokusit se navrhnout opatření, která odstraní nebo zmenší riziko představované stromem nebo jeho větví tak, aby zůstaly výhody plynoucí z přítomnosti stromu. Hodnotitel zvažuje výhody stromu a srovnává je s náklady, které musí být vynaloženy na údržbu stromu v kategorii přijatelného rizika. (Kolaříková, 2014)

4.2.3 ISA Basic Tree Risk Assessment

Hodnocení rizika probíhá systematicky, předemná tabulka kategorizace rizika je vložena v technické dokumentaci. Hodnotí se postupně každý významný defekt. Uvede se:

- číslo defektu (1 až 4, v případě více defektů je třeba dalšího formuláře)
- část stromu, na které je defekt přítomný (větev, kmen, kořeny...)
- popis narušené části stromu (např. velká suchá větev nad střechou)
- velikost narušené části (průměr větve, kmene 1,3 m nad zemí...)
- délka pádu (může ovlivnit následky nehody)
- číslo cíle pádu (korespondující s popisem cíle na předchozí stránce)
- ochrana cíle (jakýkoliv faktor ochraňující cíl před přímým zásahem, např. jiný strom)

(ISA, 2013)

Poté se hodnotí **pravděpodobnost selhání** během běžné povětrnostní situace za předem určené časové období:

- nepravděpodobné
- možné
- pravděpodobné
- bezprostřední (vyžaduje okamžitý zásah)

Současně se určuje i **pravděpodobnost zásahu cíle**:

- velmi nízká (málo užívaná cesta)
- nízká (frekventovaná cesta chráněna jiným stromem)
- střední (frekventovaná cesta)
- vysoká (neustále přítomný cíl)

Po určení těchto pravděpodobností se vyhodnotí v matici 1 **pravděpodobnost nehody**:

- nepravděpodobná
- téměř pravděpodobná
- pravděpodobná
- velmi pravděpodobná

Tab. 10 - Matice 1 (ISA, 2013)

Likelihood of Failure	Likelihood of Impacting Target			
	Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Tímto způsobem jsme dostali hodnotu pravděpodobnosti zásahu cíle. Tuto hodnotu použijeme v druhé matici spolu s proměnnou "**následky**", která má také čtyři stupně, avšak je značně subjektivní vzhledem ke klientovi:

- zanedbatelné (malé škody na majetku, nezahrnující zranění osob)
- malé (střední škody na majetku nebo narušení dopravy)
- významné (větší škody na majetku, zranění osob)
- těžké (vážná zranění, smrt osob, velké škody na majetku, narušení důležitých aktivit)

Tab. 11 - Matice 2 (ISA, 2013)

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure			
	Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low

Za pomoci matice 2 dostaneme čtyři proměnné **hodnocení rizika části stromu**:

- nízké
- střední
- vysoké
- extrémní

Dle těchto proměnných můžeme navrhovat nápravná opatření, naléhavost zásahu a hodnotit velikost rizika po daném opatření.

Nakonec se stanovuje celková hodnota rizika stromu. Ta se rovná nejvyššímu zjištěnému stupni rizika části stromu. Stupeň rizika vyjadřuje naléhavost zásahu. (ISA, 2013)

4.3 Hodnocení základních ploch dle metodik

4.3.1 Metodika AOPK Standard hodnocení stromů

4.3.1.1 ZP 1, Vlašim, Lidická ulice

4.3.1.1.1 Hodnocení základní plochy

Třída č. 2

Průměrné nároky na péči u všech ploch zeleně, pokud nejsou zařazeny do 1 třídy. Typicky zpravidla zahrnuje zeď bydlení jako funkční typ zeleně s nejvyšším podílem v systémech zeleně sídel.

Celková hodnota stability 4

Plochy se stromy s patrným výskytem selhání. Omezená možnost stabilizace pěstebními zásahy.

Hodnota cíle pádu 2

Provoz osob mezi 10 až 35 za hodinu, hřbitovy

Silnice II. třídy a frekventované ulice v zastavěném území, parkoviště

Riziko vzniku škod na nemovitostech mezi 500.000 a 2.000.000 Kč

Sklonitost terénu 1

1. rovina – sklon do 1:5

4.3.1.1.2 Hodnocení individuálních stromů

Hodnocení individuálních stromů je přehledně uvedeno v inventarizační tabulce v přílohách. Na tomto místě je pouze zmíněn seznam navržených zásahů na deseti hodnocených stromech:

8* kácení s přetažením

2* řez bezpečnostní,

1* redukce obvodová

1 strom zůstává bez zásahu

7 stromů má navržený stupeň priority 0, tři stromy mají stupeň 1. **Celková provozní bezpečnost - 4.**

4.3.1.2 ZP 2, Vlašim, zámecký park

4.3.1.2.1 Hodnocení základní plochy

Třída č. 3

Nízké nároky na péči, odlehlé objekty, špatně přístupné části parků, plochy ležící ladem. Zpravidla funkční typy krajinné zeleně na území města.

Celková hodnota stability 2

Plochy se stromy s defekty řešitelnými běžným pěstebním zásahem

Hodnota cíle pádu 6

Provoz osob v řádu 1 za týden

Žádný provoz automobilů

Riziko vzniku škod na nemovitostech pod 400 Kč

Sklonitost terénu 1

1. rovina – sklon do 1:5

4.3.1.2.2 Hodnocení individuálních stromů

Hodnocení individuálních stromů je přehledně uvedeno v inventarizační tabulce v přílohách. Na tomto místě je pouze zmíněn seznam navržených zásahů na deseti hodnocených stromech:

4* řez bezpečnostní,

4* řez zdravotní,

3* lokální redukce směrem k překážce,

1* řez sesazovací,

1* redukce obvodová

1 strom zůstává bez zásahu

6 stromů má navržený stupeň priority 2, tři stromy mají stupeň 3. **Celková provozní bezpečnost - 2.**

4.3.1.3 ZP 3, Tábor, Žižkovo náměstí

4.3.1.3.1 Hodnocení základní plochy

Třída č. 1

Mimořádné nároky na péči na zvláště exponovaných stanovištích v centrálních a centru blízkých oblastech s významem utvářejícím vzhled města či obce.

Celková hodnota stability 3

Plochy se stromy s patrným výskytem defektů, které je nutné řešit speciálními stabilizačními zásahy (například stabilizační řezy, vazby).

Hodnota cíle pádu 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

Sklonitost terénu 1

1. rovina – sklon do 1:5

4.3.1.3.2 Hodnocení individuálních stromů

Hodnocení individuálních stromů je přehledně uvedeno v inventarizační tabulce v přílohách. Na tomto místě je pouze zmíněn seznam navržených zásahů na deseti hodnocených stromech:

- 1* řez bezpečnostní,
- 1* řez redukční,
- 1* lokální redukce směrem k překážce
- 2* výměna statické vazby
- 2* instalace dynamické vazby

Priorita zásahů stupeň 1. **Celková provozní bezpečnost - 3.**

4.3.2 Metodika QTRA

4.3.2.1 ZP 1, Vlašim, Lidická ulice

Zhodnocení cíle pádu 2

2 - 1/10 až 1/100

Průměr potenciálně nestabilní části 1

1 - 1/1

Pravděpodobnost selhání 2

2 - 1/10

výsledek

$X=1/100 * 1/1 * 1/10$

X= 1/1 000

4.3.2.2 ZP 2, Vlašim, zámecký park

Zhodnocení cíle pádu 5

5 - 1/10 000 až 1/100 000

Průměr potencionálně nestabilní části 1

1 - 1/1

Pravděpodobnost selhání 5

5 - 1/10 000

výsledek

$$X=1/100\ 000 * 1/1 * 1/10\ 000$$

$$\underline{\underline{X= 1/1\ 000\ 000\ 000}}$$

4.3.2.3 ZP 3, Tábor, Žižkovo náměstí

Zhodnocení cíle pádu 1

1 - 1/1 až 1/10

Průměr potencionálně nestabilní části 1

1 - 1/1

Pravděpodobnost selhání 4

4 - 1/1000

výsledek

$$X=1/10 * 1/1 * 1/1\ 000$$

$$\underline{\underline{X= 1/10\ 000}}$$

4.3.3 Metodika ISA Basic Tree Risk Assessment

4.3.3.1 ZP 1, Vlašim, Lidická ulice

Pravděpodobnost selhání - pravděpodobné

Pravděpodobnost pádu na cíl - střední

Pravděpodobnost nehody - téměř pravděpodobná

Následky - těžké

Hodnocení rizika stromu - střední

4.3.3.2 ZP 2, Vlašim, zámecký park

Pravděpodobnost selhání - možné

Pravděpodobnost pádu na cíl - velmi nízká

Pravděpodobnost nehody - nepravděpodobná

Následky - významné

Hodnocení rizika stromu - nízké

4.3.3.3 ZP 3, Tábor, Žižkovo náměstí

Pravděpodobnost selhání - možné

Pravděpodobnost pádu na cíl - vysoký

Pravděpodobnost nehody - téměř pravděpodobná

Následky - těžké

Hodnocení rizika stromu - střední

5 Výsledky

5.1 ZP 1 - Vlašim, Lidická ulice

Metodika AOPK Standard hodnocení stromů

Provozní bezpečnost - 4.

Metodika QTRA

X= 1/1 000

Metodika ISA Basic Tree Risk Assessment

Hodnocení rizika stromu - střední

5.2 ZP 2, Vlašim, zámecký park

Metodika AOPK Standard hodnocení stromů

Provozní bezpečnost - 2

Metodika QTRA

X= 1/1 000 000 000

Metodika ISA Basic Tree Risk Assessment

Hodnocení rizika stromu - nízké

5.3 ZP 3, Tábor, Žižkovo náměstí

Metodika AOPK Standard hodnocení stromů

Provozní bezpečnost - 3

Metodika QTRA

X= 1/10 000

Metodika ISA Basic Tree Risk Assessment

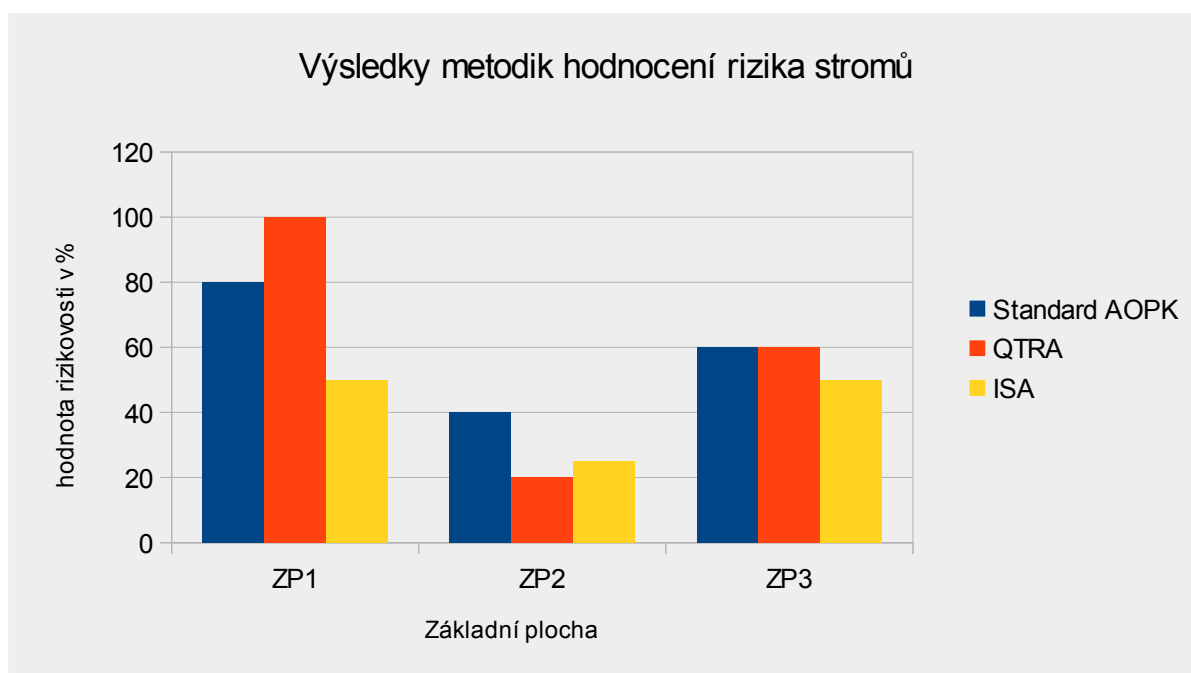
Hodnocení rizika stromu - střední

5.4 Grafické znázornění

Metodika Standard hodnocení stromů a metodika QTRA mají pět stupňů hodnocení rizika, metoda ISA má pouze 4 stupně. Aby bylo možné přehledně zobrazit zjištěná data v jediném grafu, každý stupeň rizika dostal přisouzenou hodnotu dle stupně tohoto rizika. Tato hodnota byla vydělena počtem stupňů dané metodiky a vynásobena 100. Získalo se takto procento, které bylo nazváno hodnota rizikovosti. Tato hodnota se může pohybovat od 20 do 100 %, kdy 100 % = nejrizikovější plocha. Výsledky jsou v následující tabulce a grafu:

Tab. 12 - Hodnota rizikovosti základních ploch v %, dle hodnocených metodik

	ZP1	ZP2	ZP3
Standard AOPK	80	40	60
QTRA	100	20	60
ISA	50	25	50



Obr. 1 - Výsledky hodnocených metodik

6 Diskuse

6.1 Metodika AOPK, standard Hodnocení stavu stromů

S touto metodikou je autor obeznámen nejvíce z metodik uplatněných v této bakalářské práci. Standard Hodnocení stavu stromů není schválen, a stále je tedy ve fázi „koncept“, naposledy aktualizovaný 10. 09. 2015. V praxi je však možné se o standardy AOPK opřít, neboť poměrně kvalitně shrnují a sjednocují dosavadní odbornou praxi. Je pravděpodobné, že schválený standard bude podobný tomuto konceptu, snad jen v některých částech podrobněji zpracovaný.

Metodika je, co se týče hodnocení individuálních stromů, pracná a pro nezkušeného uživatele náročná. Množství hodnocených faktorů a drobné rozdíly mezi některými z nich, plus rozlišování jejich stupňů, může být pro začátečníka matoucí. To však není považováno za negativní vlastnost metodiky, nezkušený hodnotitel by měl pracovat pod vedením zkušeného.

6.1.1 Pozitiva

Dobře zpracované hodnocení individuálních stromů. Pracuje s názvoslovím již v českých odborných kruzích dobře zaběhlým, čímž snižuje vznik komunikačních chyb na minimum. Stejně tak zaběhlé je i používání této techniky posuzování stromů v České republice.

Hodnocení základních ploch je rychlé, jednoduché a přehledné. Hodnocení individuálních stromů zpracovává rozsáhlé množství informací, což je zvláště cenné při následném periodickém posuzování stromu, kdy můžeme zpětně vyčíst vývoj vitality, přírůst kmene a podobně.

Standard je uceleným systémem hodnocení stromů, kromě toho sjednocuje názvosloví, zahrnuje návrhy ošetření. Dobře navazuje na již schválený standard Řez stromů.

6.1.2 Negativa

Stále ještě se jedná o koncept, který se snad brzy dočká oficiálního dokončení a schválení. Metodika není nijak právně závazná. Vhodné by bylo, aby, podobně jako u ostatních metodik, hodnotitel absolvoval certifikovaný výcvik, vzdělání nebo alespoň

zkoušku. A především, což není problém metodiky, aby tento výcvik (či vzdělání nebo certifikace) byl vyžadován v praxi.

Velkým nedostatkem metodiky je nezahrnování suchých větví, případně jiných menších defektů, do stability. Stabilita totiž následně ovlivňuje provozní bezpečnost. Je zřejmé, že pád suché větve provozní bezpečnost v reálném životě ovlivňuje. Tento nedostatek byl zohledněn již na začátku této práce, a do hodnocení stability stromu byla přítomnost větších suchých větví zahrnuta.

Výsledkem hodnocení individuálních stromů je rozsáhlá tabulka, která je pro běžného občana nesrozumitelná (např. starostka obce X). Je otázka, která hodnota je konečný výsledek. Kromě dendrometrických parametrů tu je zdravotní stav, stabilita, vitalita, provozní bezpečnost, perspektiva, navrhovaný zásah a naléhavost zásahu.

Hodnocení základních ploch neobsahuje hodnocení provozní bezpečnosti, případně standard neupřesňuje, jak tuto hodnotu v případě hodnocení individuálních stromů syntetizovat ze zmíněné „stability konkrétního stromu“ a „hodnoty cíle pádu základní plochy“.

V případě hodnocení základních ploch se uvádí pouze intenzitní třída údržby, celková hodnota stability, hodnota cíle pádu a sklonitost terénu, avšak ne provozní bezpečnost.

Z výsledků je patrné, že na pokusné ploše 2 byla nesprávně odhadnuta provozní bezpečnost a stromům byla přisouzena zbytečně vysoká rizikovost. Pravděpodobně tak bylo učiněno proto, že v těchto místech byl autorovi blízký člověk přepaden náhlou vichřicí a kolem něj se vyvrátilo několik dubů. Jeho popis událostí na autora před lety zapůsobil a nyní, při posuzování provozní bezpečnosti, se tímto nechal ovlivnit a provozní bezpečnost individuálně posoudil jako horší. To poukazuje na určitou ovlivnitelnost metodiky uživatelským podvědomím, momentální náladou a nebo pocity.

Velmi důležité hodnocení rizik, neboli provozní bezpečnost, je dle autorova názoru nedostatečně řešena.

6.1.3 Navrhované úpravy

Zasvěcený člověk jistě vyčte z inventarizační tabulky vše potřebné, ale chybí v ní jakési finální políčko, které symbolizuje konečný výsledek. Tak by se mohl zvýšit přehled v rozsáhlých databázích jednotlivých stromů. To, čeho chceme nejčastěji docílit je

přijatelné riziko, tedy právě provozní bezpečnost konkrétního stromu.

Dále je navrhováno do stability stromu zahrnovat i přítomnost větších suchých větví a jiných defektů, majících potenciál způsobit škodu.

Provozní bezpečnost je důležitá i při hodnocení základních ploch, kde by ji bylo rovněž vhodné uvádět.

Aby měla hodnota provozní bezpečnosti větší váhu, měly by být její stupně přesně definovány, přestože se jedná o hodnotu „vypočítanou“ z jiných dvou hodnot. Návrh je následující:

Provozní bezpečnost - přítomnost daného stromu v daném stavu je po určitou dobu:

- 1 - Společensky přijatelné riziko, netřeba ošetřit rizika v dohledné době
- 2 - Společensky přijatelné riziko, třeba ošetřit v delším časovém horizontu
- 3 - Na hraně společensky tolerovatelného rizika, třeba ošetřit v blízké době
- 4 - Společensky nepřijatelné riziko, pravděpodobnost vzniku škody.
Míra rizika vyžaduje řešit situaci v nejbližší době.
- 5 - Společensky nepřijatelné riziko, bezprostřední pravděpodobnost vzniku škody. Stav stromu vyžaduje okamžité řešení.

Tímto konkretizováním provozní bezpečnosti na první pohled ztrácí smysl uvádět naléhavost zásahu, ale není tomu tak. Priorita zásahu není vázána pouze na rizikovost stromu. Například mladé stromy s defekty nepředstavují pro své okolí žádné ohrožení provozní bezpečnosti po dlouhou dobu. Provádění včasných výchovných řezů je však stejně důležité, ne-li důležitější než provádění ostatních typů řezů.

Byla vytvořena následující matice k řešení problému, jak z hodnoty stability a hodnoty cíle pádu získat hodnotu provozní bezpečnosti. Vyplývá z ní, jaké riziko strom v daném stavu představuje pro společnost. Čím větší riziko představuje, tím naléhavěji ošetření, případně kácení, vyžaduje.

Tab. 13 - Navržená matice hodnot provozní bezpečnosti

		Hodnota cíle pádu					
		1	2	3	4	5	6
stabilita	1	2	2	1	1	1	1
	2	3	3	2	2	1	1
	3	4	3	3	3	2	1
	4	5	4	4	3	3	2
	5	5	5	5	4	4	3

6.2 Metodika QTRA

Přestože autor této bakalářské práce neabsolvoval školení, kterým certifikovaní hodnotitelé prochází, pokusil se metodiku nastudovat a vyzkoušet na vybraných plochách. Tato metodika překvapila svou jednoduchostí a zároveň sofistikovaností. Metodika pracuje pouze se třemi proměnnými, které představují zhodnocení cíle pádu, průměr potencionálně nestabilní části a pravděpodobnost selhání.

Vše bylo pochopeno jako převedení těchto proměnných do čísla, vyjadřujícího pravděpodobnost. Pravděpodobnost, že cíl bude na místě v době selhání stromu, pravděpodobnost, že defektní část stromu způsobí velkou škodu, a nakonec pravděpodobnost, že k selhání opravdu dojde.

Zjednodušeně, vynásobením těchto pravděpodobností získáme pravděpodobnost vzniku rizika škody.

Metodika se velmi detailně snaží různým situacím přisoudit přesnou hodnotu správně vyjadřující míru pravděpodobnosti. Úskalím však stále zůstává správné posouzení situace hodnotitelem. Především vyhodnocení třetí pravděpodobnosti, pravděpodobnost selhání, stále zůstává na hodnotiteli a jeho schopnostech pravděpodobnost správně odhadnout. Pravděpodobnost pádu se odhaduje na 1 rok. Pro zjednodušení je rozdělena do 7 kategorií. Pravděpodobnost v sedmé kategorii znamená, že strom určitě nespadne. Ke každé kategorii je přiděleno rozmezí hodnot, celkem index 1 až 1 000 000.

Zhodnocení cíle pádu je rozděleno do šesti kategorií, také index 1 až 1 000 000. Průměr potencionálně nestabilní části má kategorií 5 a index je od 1 do 2 500.

Pro nás jsou však podstatná nízká čísla, čím nižší, tím pravděpodobněji škoda vznikne. Výsledkem tedy je statistická pravděpodobnost toho, že vznikne významná škoda.

6.2.1 Pozitiva

Metodika je stále vyvíjena a je aktualizována, což zvyšuje její přesnost. Hodnotitelé používající QTRA metodiku procházejí pravidelnými školeními. To je považováno za velmi důležitý prvek zvyšující přesnost a účinnost metodiky.

Výsledkem je přímo statistická pravděpodobnost, snadno porovnatelná s jinými riziky, která lidem objektivně hrozí. Lze tak výsledkem hodnocení argumentovat majiteli stromu, že pravděpodobnost vzniku škody pádem jeho stromu se rovná 1:1 000 000.

Hodnocení je velmi rychlé, zvláště v terénu s použitím speciální pomůcky pro hodnocení.

6.2.2 Negativa

Pro její možné používání u nás by bylo třeba vynaložení určitého úsilí. Odborná školení se pořádají pouze v zahraničí. Metodika se u nás v podstatě nepoužívá. Pro aktivní a široké využívání metodiky v našem prostředí by bylo třeba proškolit širokou odbornou veřejnost. Je otázka, zda je to žádoucí vzhledem k velkému úsilí, které již bylo uskutečněno k vytvoření a propagaci metodiky AOPK.

Rychlost posuzování a určitá generalizace může vést k přehlédnutí defektu stromu. Tomu by ale mělo zabránit dobré školení uživatelů.

6.2.3 Navrhované úpravy

Jediná navržená úprava je větší propagace a zpřístupnění této metody. Přeložit manuály a příručky do češtiny, uspořádat školení v ČR. Celkově zvýšit povědomí o této inovativní metodice.

6.3 Metodika *ISA Basic Tree Risk Assessment*

Tato metodika využívá dvoustránkový formulář. První stránka zahrnuje hlavně posouzení cílů, zjištění dendrometrických parametrů, posouzení okolí stromu a nakonec posouzení defektů.

Druhá strana formuláře se věnuje posuzování rizika, kdy zjišťujeme riziko ohrožení

provozní bezpečnosti jednotlivých částí stromu. Systém zjištění rizika sestává ze syntézy hodnocení pravděpodobnosti selhání a pravděpodobnosti zásahu cíle. Z tabulky dostaneme pravděpodobnost nehody, kterou opět v další tabulce syntetizujeme s třetím hodnoceným údajem následky. Výsledkem je riziko části stromu.

Nakonec se stanovuje celkové riziko stromu a navrhuje se případná opatření a doporučený interval prohlídek.

6.3.1 Pozitiva

Také u této metodiky je velmi důležité, že hodnotitelé prochází certifikovaným školením, což zaručuje určitý standard.

Dvoustránkový formulář je velmi podrobný a kvalitně zpracovaný, obsahuje dokonce část pro grafické znázornění. Dobře navádí hodnotitele, aby si všímal důležitých faktorů.

Po navržených opatřeních hodnotí zbytkové riziko.

6.3.2 Negativa

Oproti ostatním hodnoceným metodikám má hodnocení rizika jen 4 stupně, namísto pěti.

Není blíže specifikováno, co znamená výsledná hodnota. Hodnocení rizika „Extrémní“, „Vysoké“, „Střední“, „Nízké“ působí povrchně.

Systém hodnocení působí jako příliš mírný. Například jírovce na základní ploše 1 zasluhují zařazení do vyššího stupně rizika.

Pravděpodobnost selhání a pravděpodobnost zásahu cíle byla v obou případech stanovena jako druhý nejhorší možný stupeň. Přesto syntetizovaná hodnota vyšla jako třetí nejhorší. Ta v kombinaci s následky, prvním nejhorším možným stupněm, vyústí v opět v třetí nejhorší možnost, tedy „Střední“.

Taktéž výsledek hodnocení základní plochy 3 je spíše mírný. Možná pravděpodobnost selhání s vysokou pravděpodobností pádu na cíl a s těžkými následky je opět hodnocena jen jako střední riziko.

6.3.3 Navrhované úpravy

Formulář pro vyplnění je velmi zdařilý, upravena by mohla být pouze jeho druhá strana. Matice 1, hodnocení pravděpodobnosti vzniku škody, je upravena tak, aby byla více přísnější.

Tab. 14 - Upravená Matice 1

Pravděpodobnost selhání	Pravděpodobnost zásahu cíle			
	Velmi nízká	Nízká	Střední	Vysoká
Bezprostřední	Téměř pravděpodobné	Pravděpodobné	Velmi pravděpodobné	Velmi pravděpodobné
Pravděpodobné	Nepravděpodobné	Téměř pravděpodobné	Pravděpodobné	Velmi pravděpodobné
Možné	Nepravděpodobné	Nepravděpodobné	Téměř pravděpodobné	Pravděpodobné
Nepravděpodobné	Nepravděpodobné	Nepravděpodobné	Nepravděpodobné	Téměř pravděpodobné

Matice 2, hodnocení rizika stromů, je rozšířena na 5 výsledných stupňů, což umožňuje více upřesnit systém.

Tab. 15 - Upravená Matice 2

Pravděpodobnost selhání a zásahu cíle	Následky selhání			
	Zanedbatelné	Malé	Významné	Těžké
Velmi pravděpodobné	Nízké	Střední	Vysoké	Extrémní
Pravděpodobné	Minimální	Nízké	Střední	Vysoké
Téměř pravděpodobné	Minimální	Minimální	Nízké	Střední
Nepravděpodobné	Minimální	Minimální	Minimální	Nízké

Obdobně by, tak jako u hodnocení provozní bezpečnosti stromů u standardu AOPK, Hodnocení stavu stromů, mohla být použita již navržená stupnice:

Hodnocení rizika části stromu:

Minimální - Společensky přijatelné riziko, netřeba ošetřit rizika v dohledné době

Nízké - Společensky přijatelné riziko, třeba ošetřit v delším časovém horizontu

Střední - Na hraně společensky tolerovatelného rizika, třeba ošetřit v blízké době

Vysoké - Společensky nepřijatelné riziko, pravděpodobnost vzniku škody.

Míra rizika vyžaduje řešit situaci v nejbližší době.

Extrémní - Společensky nepřijatelné riziko, bezprostřední pravděpodobnost vzniku škody. Stav stromu vyžaduje okamžité řešení.

6.4 Porovnání metodik

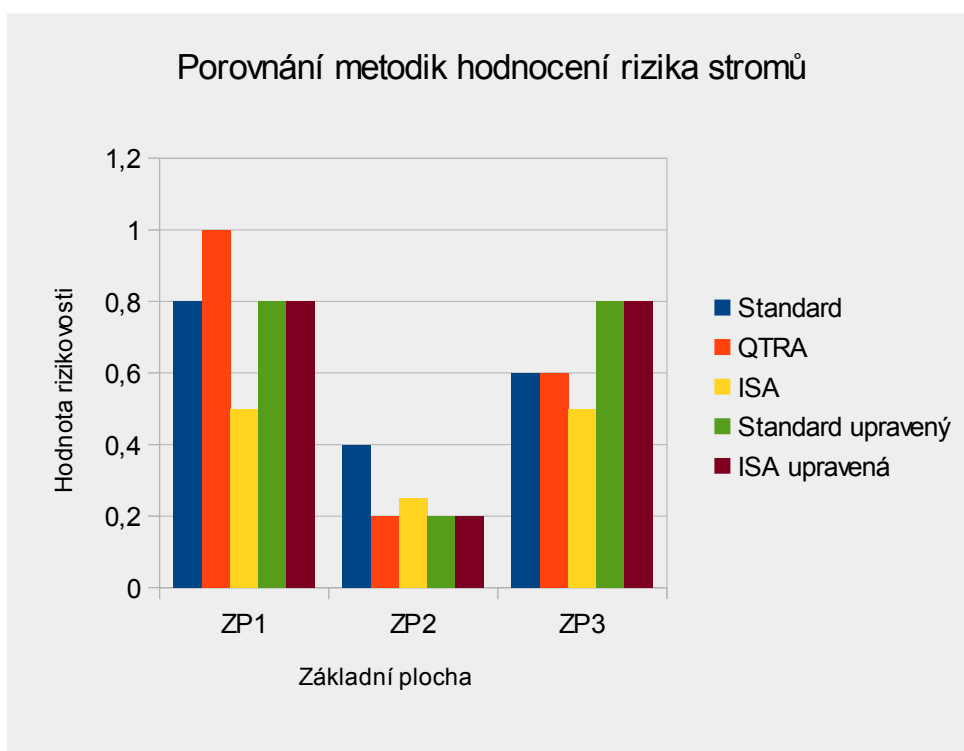
Z výsledků vyplývá, že nejcitlivější je metodika QTRA, nutno však podotknout, že základní plochy 1 a 3 byly na hraně a jen těsně nespadly do méně rizikové kategorie.

Naopak metodika ISA kolísá jen lehce a jako jediná hodnotí 2 různé plochy stejnou rizikovostí. Základní plocha 1, kde se vyskytují jírovce na hraně havarijního stavu, jistě zasluhuje přísnější hodnocení.

Metodika Hodnocení stavu stromů se nejvíce liší v náhledu na plochu 2, která má nízkou frekvenci provozu. Tato odchylka je přičítána autorovu osobnímu subjektivnímu náhledu, kdy provozní bezpečnost stanovoval individuálně.

6.5 Výsledky úprav metodik

Navrhované změny zjišťování provozní bezpečnosti byly zakomponovány do metodik a znovu byla vyhodnocena provozní bezpečnost na všech třech plochách. Výsledek je znázorněn v následujícím grafu 2.



Obr. 2 - Porovnání hodnocených a upravených metodik

Z grafu na obrázku 2 je patrné, že dvě upravované metodiky dosáhly stejného výsledku na všech plochách.

Upravený standard Hodnocení stavu stromů eliminoval autorovu chybu prisouzení vyšší provozní bezpečnosti na málo frekventované ploše 2, zároveň přisuzuje vyšší rizikovost stromům na velmi frekventované ploše 3.

Změna metodiky ISA se projevila u ploch 1 a 3. Na obou plochách vzrostla potřeba ošetření rizika.

Navrhované úpravy metodiky QTRA se do změny hodnocení těchto ploch nepromítly.

U plochy 1 je hodnota rizikovosti 80 % chápána jako odpovídající situaci, kdy stromy ještě bezprostředně neohrožují své okolí, ale jejich stabilita je vážně narušena.

U plochy 3 se vlivem změn zvýšila hodnota rizikovosti také na 80 %. Stromy na ploše 3 nemají tak špatnou stabilitu, jako stromy na ploše 1. Nacházejí se ale na výjimečném místě a i vzhledem k přítomnosti již nevyhovujících ocelových vazeb zasluhují větší pozornost.

Dle názoru autora se jedná o pozitivní změny.

7 Závěr

V této bakalářské práci, věnované problematice hodnocení provozní bezpečnosti stromů, jsou popisovány tři vybrané metodiky, které se zabývají hodnocením rizika stromů na stanovišti. Jsou to: metodika z řady standardů AOPK, Hodnocení stavu stromů; QTRA metodika; a nakonec metodika ISA Basic Tree Risk Assessment.

Cílem práce bylo metodiky testovat na pokusných plochách, které byly záměrně zvoleny s odlišným stupněm stability a různou hodnotou cíle pádu. Systém metodik a výsledky hodnocení byl podroben detailnější analýze a vzájemnému porovnání. U každé z metodik jsou zmíněny klady a zápory. V případě negativ bylo navrženo jejich upravení. Upravené metodiky byly opět zanalyzovány.

Metodika **Hodnocení stavu stromů** poměrně kvalitně shrnuje a sjednocuje dosavadní odbornou praxi. Její používání je v České republice zaběhlé. Má dobře zpracované hodnocení individuálních stromů. Nedostatkem metodiky je nezahrnování suchých větví, případně jiných menších defektů, do stability, která následně ovlivňuje hodnotu provozní bezpečnosti. Hodnocení základních ploch neobsahuje parametr provozní bezpečnosti. Standard také neupřesňuje, jak tuto hodnotu syntetizovat ze zmíněné "stability konkrétního stromu" a "hodnoty cíle pádu základní plochy" u hodnocení individuálních stromů.

Navrhované úpravy spočívají v zahrnutí přítomnosti větších suchých větví a jiných defektů, majících potenciál způsobit škodu, do stability stromu. Provozní bezpečnost by měla být uvedena i v hodnocení základních ploch. Dále byly stupně provozní bezpečnosti přesně definovány. Nakonec byla vytvořena tabulka, ze které lze vyčíst stupeň provozní bezpečnosti. Bylo navrženo, aby uživatelé procházeli alespoň školením, certifikací apod., čímž by se úroveň, kterou standard nastavuje, lépe promítla do praxe.

Metodika QTRA pracuje se třemi proměnnými, které představují zhodnocení cíle pádu, průměr potencionálně nestabilní části a pravděpodobnost selhání. Vše je promítnuto do čísla, vyjadřujícího pravděpodobnost, že cíl bude na místě v době selhání stromu, selhaná část stromu způsobí škodu určité hodnoty a že k selhání opravdu dojde. Získáme přímo statistickou pravděpodobnost rizika škody, snadno porovnatelnou s jinými riziky, která lidem objektivně hrozí.

Metodika je neustále vylepšována a aktualizována. Organizace pořádá pravidelná školení pro výcvik hodnotitelů. Hodnocení v terénu je velmi rychlé. Ve výsledku tato

metodika nejlépe vystihla riziko.

Negativem metodiky pro nás je její horší dostupnost v ČR. Odborná školení se pořádají pouze v zahraničí. Metodika se u nás v podstatě nepoužívá. Pro aktivní a široké využívání metodiky v našem prostředí by bylo třeba zapojit širší odbornou veřejnost. Jediná navržená úprava je tedy větší propagace a zpřístupnění této metody. Dále překlady příruček do češtiny, zvýšení povědomí o této inovativní metodice a pořádání školení v ČR.

Třetí analyzovaná metodika, **ISA Basic Tree Risk Assessment**, je založená na vyplnění dobře nastaveného formuláře, který směřuje hodnotitele k detailnímu a postupnému zhodnocení všech částí stromu i jeho stanoviště. Nalezené defekty jsou poté posouzeny z hlediska „pravděpodobnosti selhání“ a „pravděpodobnosti zásahu cíle“. Z tabulky vyčteme „pravděpodobnost nehody“, kterou v druhé tabulce zkombinujeme s třetím hodnoceným parametrem defektu „následky“. Výsledkem je riziko části stromu. Nakonec se stanovuje celkové riziko stromu, navrhuje se případná opatření a doporučený interval dalších prohlídek. Uživatelé procházejí školením.

Tato metodika je dle výsledků mírná a nejméně senzitivní. Hodnocení rizika má pouze čtyři stupně, které nejsou dále nijak rozvedené. Matice 1, používaná pro zjištění pravděpodobnosti nehody, byla více zpřísněna. Matice 2, používaná pro zjištění rizika, byla rozšířena na 5 stupňů. Pro popis stupňů rizika byla použita stejná stupnice, která byla vytvořena pro popis stupňů provozní bezpečnosti u metodiky Hodnocení stavu stromů.

Dvě upravené metodiky dosáhly stejného výsledku na všech plochách. Upravený standard Hodnocení stavu stromů eliminoval nepřesnost na ploše 2, přisuzuje vyšší rizikovost stromům na velmi frekventované ploše 3. Změna metodiky ISA se projevila u ploch 1 a 3, kdy na obou plochách vzrostlo hodnocení rizika stromů. Navrhované úpravy metodiky QTRA se do změny hodnocení ploch nepromítly.

Na tuto práci je možné navázat rozšířením o nové plochy k získání více dat. K eliminaci lidského faktoru by bylo vhodné, aby stejné plochy nezávisle zhodnotilo více lidí. Velmi zajímavá možnost je navržení nové metodiky, která by spojovala pozitiva hodnocených metodik, a navíc řešila vyhodnocení funkčního a estetického významu dřevin. Toto vyhodnocení je dle zákona o ochraně přírody a krajiny nezbytné k vydání povolení ke kácení dřevin.

8 Summary

This thesis focuses on Tree Safety Assessment. Three chosen methods which deal with risk assessment of trees on site are described. These methods are: Czech Tree Assessment standard method; British QTRA Method and finally ISA Basic Tree Risk Assessment from the USA.

These methods were consequently tested on three selected sites which differ in stability degree and various target value. Methods were compared in different conditions.

The systems of these methods and results of assessment were subject to analysis and mutual comparison. Strong and weak points of each method were stressed. In case of finding weak or inconvenient parts, modifications of this method were recommended. Modified methods were re-analysed again.

After these modifications the Czech Tree Assessment standard method and ISA Basic Tree Risk Assessment achieved the same results on all three sites. No modifications or changes are needed at the QTRA method except for a larger promotion in the Czech republic.

9 Seznam citované literatury

Seznam odborné literatury:

ČSN ISO 31000, 2010. *Management rizik – Principy a směrnice*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 40 s.

DAVIES, C., 2000. *Veteran trees. A guide to risk and responsibility*. Peterborough: Veteran trees initiative, 17 s. ISBN 1-857-16-508-X.

Ellison, M., 2007. *WHAT IS TREE FAILURE RISK ASSESSMENT?* 103–109 s. In: LAWRY, D., GARDNER, J. a SMITH, S. 8th National Street Tree Symposium 2007. Adelaide, Australia: TreeNet. 156 s. ISBN 978-0-9775084-9-5.

ISA, 2013. *Using the ISA Basic Tree Risk Assessment Form*. International Society of Arboriculture. 12 s.

KOLAŘÍK, J. a kol., 2008. *Arboristika V: Hodnocení stromů*. 1. vyd., Mělník: Vyšší odborná škola zahradnická a střední zahradnická škola, 210 s.

KOLAŘÍK, J. a kol., 2015. *Standardy péče o přírodu a krajinu – Hodnocení stavu stromů*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 62 s.

KOLAŘÍKOVÁ, A., 2014. *Analýza možností aplikace metody QTRA v podmínkách ČR na příkladu parku a uličního stromořadí*. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. 45 s.

LONSDALE, D., 1999. *Principles of tree hazard assessment and management*. London: Her Majesty's Stationery Office. 388 s. ISBN 0-11-753355-6

MÍCHAL, I., 1994. *Ekologická stabilita*. 2. rozš. vyd. Brno: Veronica. 275 s. ISBN 80-85368-22-6

Quantified Tree Risk Assessment, 2011. *QTRA: User manual, version 4*. QTRA Tree Safety Management. 36 s.

Quantified Tree Risk Assessment, 2016. *Quantified Tree Risk Assessment: Practice Note, Version 5.2.2 (CZ) English*. 9 Lowe Street, Macclesfield, Cheshire, SK11 7NJ, United Kingdom: Quantified Tree Risk Assessment Limited. 9 s.

10 Technická dokumentace a přílohy

10.1 Tabulky

Tab. 16 - Plocha 1 - Vlašim, Lidická ulice, inventarizační tabulka

Pořadové číslo jedince	Taxon	Obvod kmene (cm)	Výška dřeviny (m)	Šířka koruny(m)	Nasazení koruny(m)	Fyziologické stáří	Vitalita	Stabilita	Zdravotní stav	Provozní bezpečnost	Perspektiva	Sadovnická hodnota	Navrhovaný zásah	Naléhavost	Opakování zásahu	Poznámka
ZP 1 – Vlašim, Lidická ulice																
1	<i>Aesculus hippocastanum</i>	223	16	8	5	5	4	4	4	4	c	5	S-KSP	0		Usychající strom, velké suché větve nad silnicí, dutý kmen, plodnice hub na bázi kmene
2	<i>Aesculus hippocastanum</i>	175	11	4	3	5	4	4	4	4	c	5	S-KSP	0		Prosychající, dutý kmen, defekt na bázi kmene, suché větve Ø 10cm v 8m
3	<i>Aesculus hippocastanum</i>	186	14	5	5	5	4	4	4	4	c	5	S-KSP	0		Ze 2/3 suchý, suchá kost. větev nad chodníkem, otevřená dutina na bázi kmene 1m vysoká
4	<i>Betula pendula</i>	99	15	6	4	5	3	3	3	4	c	5	S-KSP	1		Náklon nad silnicí, nezhojené řezy Ø25cm, vylomený terminál a dutina v 8m
5	<i>Aesculus hippocastanum</i>	152	16	3	4	5	5	4	4	4	c	5	S-KSP	0		Téměř suchý. Zlomený kodominant, prasklina ve kmeni
6	<i>Aesculus hippocastanum</i>	186	16	8	2	4	3	3	4	3	c	4	S-KSP	0		Otevřená dutina na bázi 1,5m dlouhá. Suchá větev Ø10cm nad chodníkem, dutina po velkých řezech
7	<i>Aesculus hippocastanum</i>	198	19	8	5	4	2	2	2	2	b	4	S-RO, S RB	1	5	Hniloba ve kmeni, dutina po velkých řezech, větvi se v 10m
8	<i>Aesculus hippocastanum</i>	171	18	12	4	4	2	1	1	1	a	3	S-RB	1		Suchá větev Ø7cm v 10m nad chodníkem
9	<i>Aesculus hippocastanum</i>	108	14	6	6	5	3	3	3	3	c	4	S-KSP	0		Poškozená báze kmene, Suchý terminál, dutina po velkém řezu
10	<i>Aesculus hippocastanum</i>	146	15	6	2	4	3	4	4	4	c	5	S-KSP	0		Defekt na bázi kmene, suché větve Ø25 v 10m a 15cm v 5m nad chodníkem, dutina ve kmeni

Tab. 17 - Plocha 2 - Vlašim, zámecký park, inventarizační tabulka

Pořadové číslo jedince	Taxon	Obvod kmene (cm)	Výška dřeviny (m)	Šířka koruny(m)	Nasazení koruny(m)	Fyziologické stáří	Vitalita	Stabilita	Zdravotní stav	Provozní bezpečnost	Perspektiva	Sadovnická hodnota	Navrhovaný zásah	Naléhavost	Opakování zásahu	Poznámka
ZP2 – Vlašim, zámecký park																
1	<i>Quercus robur</i>	263	22	10	5	4	3	2	3	2	a	3	S-RB	3		Průběžný kmen, redukovaný, suchý terminál Ø35cm
2	<i>Carpinus betulus</i>	260	17	13	5	5	2	3	4	2	b	3	S-RB, S-RO	2	5	Před lety vyloměný kmen v ½, otevřená 5m dutina, výmladky v koruně, suché větve Ø20cm v 10m
3	<i>Tilia cordata</i>	244	29	15	5	4	2	2	2	2	a	2	S-RZ	3		Suché větve Ø20cm ve 20m
4	<i>Quercus robur</i>	311	27	16	5	4	3	3	3	2	a	2	S-RB, S-RLLR	2		Suché větve Ø20cm v 10 až 20m, Phellinus robustus na konci zlomeneé kosterní větve
5	<i>Tilia cordata</i>	218	26	8	6	4	2	2	2	2	a	3	S-RZ, S-RLLR	3		Jednostranná koruna, vliv zápoje
6	<i>Quercus robur</i>	113	19	11	5	3	1	1	2	1	a	2	S-RZ, S-RLLR	2		Potlačit kodominantní výhon, suché větve Ø5cm v 10m
7	<i>Quercus robur</i>	140	20	10	2	3	1	2	2	1	a	2	S-RZ	2		Tlakové větvení ve 2m, suché větve Ø7cm v 10m
8	<i>Quercus robur</i>	443	29	17	6	5	2	3	3	2	a	2	S-RB	2		Suché větve Ø20cm v koruně, zlomy , dutiny (Ø30cm po řezu), redukovaný
9	<i>Quercus robur</i>	245	28	9	5	5	2	2	2	2	a	3				Redukovaný, průběžný kmen bez velkých kosterních větví
10	<i>Quercus robur</i>	357	25	14	6	5	3	4	4	3	b	4	S-RS	2	5	Velké plodnice Phellinus robustus ve 12m, velké řezy, ponechána 1 nakloněná kosterní větev – ponechat 15m torzo

Tab. 18 - Plocha 3 - Tábor, Žižkovo náměstí, inventarizační tabulka

Pořadové číslo jedince	Taxon	Obvod kmene (cm)	Výška dřeviny (m)	Šířka koruny(m)	Nasazení koruny(m)	Fyziologické stáří	Vitalita	Stabilita	Zdravotní stav	Provozní bezpečnost	Perspektiva	Sadovnická hodnota	Navrhovaný zásah	Naléhavost	Opakování zásahu	Poznámka
ZP 3 - Tábor, Žižkovo náměstí																
1	<i>Aesculus hippocastanum</i>	312	14	18	2	4	2	3	3	3	a	3	S-RB, VD, VS	1		V koruně instalovány pouze 3 vrtané vazby tyčové. Všechny větve silněji zaredukované. Na bázi kosterních větví dutiny a řezy až Ø30cm. Suchá větev Ø7cm v 12m.
2	<i>Aesculus hippocastanum</i>	292	16	16	2	4	2	3	3	3	a	3	S-RZ, S-RLSP, VD, VS	1		Také zde instalovány pouze 3 vrtané vazby tyčové. První tyč nepředepjatá, druhá tyč ukotvená do pahýlu s dřevokaznou houbou, třetí tyč podložena pouze zbytkem dřeva z prořezu, také umístěna na konec pahýlu. Strom opět silněji redukováný, v koruně zlomy, velké řezy na kosterních větvích. Přímo pod stromem umístěna lavička.

Tab. 19 - Kategorizace rizika (ISA, 2013)

Risk Categorization																						
Condition number	Tree part	Conditions of concern	Part size	Fall distance	Target number	Target protection	Likelihood								Consequences				Risk rating of part (from Matrix 2)			
							Failure				Impact				Failure & Impact (from Matrix 1)							
							Improbable	Possible	Probable	Imminent	Very low	Low	Medium	High	Unlikely	Somewhat	Likely	Very likely		Negligible	Minor	Significant
1							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10.2 Obrazová příloha



Obr. 3 - Základní plocha 1 - stromořadí ve Vlašimi v Lidické ulici, vlevo strom č. 1



Obr. 4 - Lidická ulice, strom č. 1



Obr. 5 - Lidická ulice, detail stromu č. 1



Obr. 6 - Lidická ulice, strom č. 5



Obr. 7 - Lidická ulice, strom č. 10



Obr. 8 - Poloha základní plochy 2 - Vlašim, zámecký park



Obr. 9 - Základní plocha 2 - Vlašim, zámecký park - rozmístění hodnocených stromů



Obr. 10 - Zámecký park, strom č. 8 a 9



Obr. 11 - Zámecký park, strom č. 10



Obr. 12 - Základní plocha 3 - Tábor, Žižkovo náměstí



Obr. 13 - Žižkovo náměstí, detail stromu č. 2 - umístění vrtané vazby



Obr. 14 - Žižkovo náměstí, detail stromu č. 2 - umístění vrtané vazby



Obr. 15 - Žižkovo náměstí, strom č. 1



Obr. 16 - detail vrtané vazby, strom č. 2