

Umění a věda spouštění – část V

Kácení kmene a vrcholu stromu

Peter Donzelli



Chceme vám ukázat, jak s dobrým plánem a použitím odpovídající techniky dokážeme kácení realizovat efektivněji. S větším množstvím lan a vybavení jsme

schopni bezpečně spouštět větší kusy při nižších reakčních silách v systému než při některých na vybavení méně náročných technikách.

Pokud zbývá dokácet vstřícný vertikálně rostoucí kmen, mohou se zdát naše možnosti jak postupovat omezené. Můžeme kmen špalkovat po částech a ty pak volně shazovat na hromadu pod stromem nebo musíme využít kotevního bodu pod místem práce a špalky do lana zachytávat. Více než v jiných situacích nám komplexní pochopení působení sil v systému ukazuje, že i v této situaci existují některé možnosti, jak působení reakčních sil v systému snižovat.

Případovou studii pro tento příspěvek je postupné kácení odumírajícího jasanu (*Fraxinus americana*), který roste na udržovaném dvoře. V blízkosti stromu nejsou žádné výrazné překážky pro kácení, ale malý potůček protékající v blízkosti bude komplikovat likvidaci větví a kmene. Na obou březích potoka je řada jiných stromů. Uměním v tomto případě není způsob, jak větev spustit na zem, ale spíše jakým způsobem větev dostaneme z nepřístupného dvora. Pomocí znalostí různých spouštěcích technik nám větší příprava akce zefektivní celou operaci.

Lanovka

Lanovka je pravděpodobně nejlepší způsob pro komplexní spouštěcí operaci, která nám může celkovou práci usnadnit. Na druhou stranu je možná důležitější vědět, kdy lanovku nepoužít, než mít pouze znalosti, jak ji sestrojít. Lanovka vytváří velmi velké reakční síly v místech kotvení a specifické použití některého vybavení včetně výběru kotevního bodu má bezprostřední vliv na bezpečnost práce. Také sestrojení vlastní lanovky zabere nějaký čas. Tyto okolnosti musí být brány v potaz a musí být v rovnováze s přínosem lanovky na efektivitu práce. Ve většině případů je základním přínosem přesunutí spouštěného objektu nad zemí přes určitou překážku – v tomto případě potok.

Pro sestrojení lanovky existuje mnoho možností. V tomto případě o provedení lanovky rozhoduje bezpečnost a kontrola pohybu na lanovce. Lanovka je sestrojena ze dvou lan. Hlavní lano je napnuté diagonálně mezi vyšším bodem na káceném stromě a patou stromu za potokem. Druhé, kontrolní, lano nám probíhá do kladky v místě kácení a poté běží rovnoměrně s hlavním lanem lanovky (viz obr. 1). Lanovka by neměla být určena k zachycení pádu. Kontrolní lano plní funk-

ci zachycení odřezávané části jakoukoliv metodou vysvětlenou již dříve. Poté, co je odřezávaný kmen zachycen, je připnut na kladku lanovky a spuštěn. Rychlost spouštění zajišťuje lano, do kterého byl špalek zachycen.



Obr. 1: Typické nastavení lanovky. Spouštěný kus je zachycen do spouštěcí kladky a poté je připnut na lanovku a připraven na místo určené

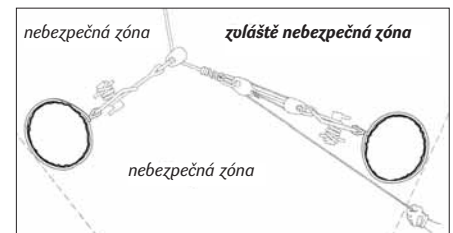
Při odstraňování větví lezec umístí spouštěcí kladku na kotevní bod výše ve stromě, pokud je zajištěn na stejném kmene pak o minimálně o jedno rozvětvení výše, než je jeho zajištění. Spouštěcí kladkou je protažené z 12 pramenů splétané pracovní lano (viz obr. 2). Větev je navázána podle zásad dostatečně daleko nad místem řezu, při každém navázání je za uzlem ponechán delší konec volného lana. Vrchní část lanovky je uvázána v blízkosti odřezávané větve pomocí kluzné dračí smyčky a je posouvána současně s pohybem lezce v koruně stromu. Protože je spouštěcí bod nad místem řezu, je dynamická zátěž minimální a větev je spuštěna do pracovního lana bez prokluzu. Poté je uchycena na kladku lanovky pomocí karabiny uvázané na ponechaném konci lana za uzlem navázání větve. V těchto případech je lanovka zatěžována pouze statickou silou. Efektivnost práce na lanovce ovlivňuje také výběr kladky. Kladka by měla být dostatečně široká, aby lícové pláty nedrhlly o lano a také by se neměla na laně překlápět. Tyto faktory jsou důležité jak pro spouštění nákladu na lanovce, tak pro vytažování kladky zpět do místa práce. Ještě poznámka k výběru lan na lanovku. Relativně pružnější lano použité pro zachycení pádu má větší účinnost při absorbování energie, naopak pro instalaci lanovky se hodí lano s minimální pružností pro udržení jejího napětí.



Obr. 2: Odstranění větve pomocí lanovky

V mnoha případech nemáme možnost ukotvit spodní část lanovky k vhodnému stromu. Jestliže jsou v dosažitelné blízkosti jiné dva stromy, můžeme mezi nimi zřídit plovoucí kotevní bod. Ten

pracovníkům umožňuje stát mimo dosah spouštěných větví. Při zřízení plovoucího kotevního bodu je k prvnímu stromu připevněna spouštěcí kotva a na ní je pomocí dlouhé jednonočné smyčky připevněna kladka. Druhá spouštěcí kotva je upevněna na bázi jiného stromu a na ní je vedeno lano lanovky skrze kladku u předchozího stromu. Takto vytvořená lanovka je napínána pomocí kladkostroje připevněného ke spouštěcí kotvě lanovky. Polohu kladky mezi stromy vybranými ke kotvení lanovky nastavujeme povolením, nebo přitažením jednonočné smyčky (viz obr. 3).



Obr. 3: Využití plovoucího kotevního bodu pro ukotvení spodní části lanovky. Pracovníci jsou v bezpečné pozici, pokud jsou kryti stromy využitými ke kotvení

Jako obvykle existuje mnoho způsobů, jak tento systém sestavit, hlavní rozdíly jsou v míře nastavitelnosti a bezpečnosti. Když je lanovka napnutá, pracovníci by měli mít na paměti, co by se stalo v případě jejího selhání (přetržení lana). Pokud využíváme plovoucí kotevní bod, dojde v případě přetržení lanovky k pohybu lana směrem ke kladce kotevního bodu a směrem nahoru k ukotvení lana ve stromě. Pokud nastane tato situace, jsou pracovníci mimo dosah dráhy přetrženého lana (oproti ukotvení lanovky bez plovoucího kotevního bodu). Přitom není snížen komfort kontroly a ovládání lanovky.

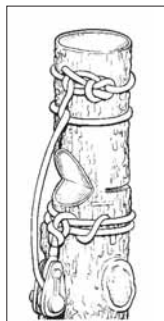
Pokud lanovku využíváme správně, je poměrně náročná na vybavení. Správný výběr vybavení pro usměrnění sil v lanovce práci usnadňuje a dělá ji bezpečnější. Pro napínání lanovky může být velmi efektivně využito otočný spouštěcí buben s úpravou pro zdvihání. Alternativou je spouštěcí kotva v kombinaci s kladkostrojem. Kladkostroj může být připojen na spouštěcí lano pomocí francouzského prusíku. Pro vytvoření nastavitelného kotvicího bodu můžeme využít i různé „blokanty“, řada z nich má však omezenou nosnost. Obsluha lanovky by měla mít základní představu o silách, jež v lanovce působí. Stejně jako v případech mechanických zařízení (kladkostroj) je možné reakční síly v různých místech lanovky stanovit výpočtem. Ale v případě lanovky pružnost vyvolaná zátěží ovlivňuje síly a její předepnutí ovlivňuje pružnost. Tím, že jedna složka ovlivňuje druhou, se výpočet stává cyklickým. Typ použitého lana významně ovlivňuje pružnost a nosnost lanovky. Základem je, že lanovka by nikdy neměla být využívána po absorbování dynamické zátěže, která může výrazně přesáhnout nosnost kotevních bodů.

Následující část příspěvku řeší následky dynamického zatížení vyvolaného při špalkování kmene. Základní pravidlo je, že statická síla na lanovce vyvolaná nákladem může být tak velká jako

dynamická síla vyvolaná padajícím nákladem do spouštěcího systému s kotevním bodem pod místem práce. To znamená, že lana, kotevní body a další vybavení musí být vybírány tak, jako by byly určené pro dynamickou zátěž.

Síly při spouštění

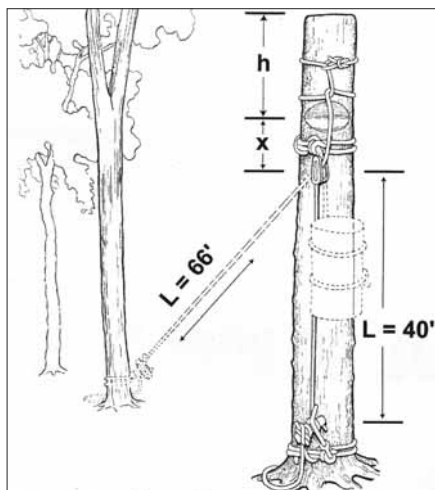
Odstraňování velkých částí kmene bez kotevního bodu nad místem práce produkuje velkou dynamickou zátěž. Porozumění, jak velká může být tato zátěž, je důležité jak pro správný výběr spouštěcích lan, tak pro stanovení jejich životnosti. Otázkou však zůstává, jak kalkulovat, kontrolovat a redukovat síly v praxi. Vědci a inženýři se pokoušejí zredukovat tento komplexní problém do jednoduchých modelů, které mohou být analyzovány jednoduchým výpočtem. V případě špalkování do lana vypadá zjednodušený model následovně: Vrchní část kmene je navázána na spouštěcí lano a připravená k odkácení směrovým řezem, pod ním je umístěna



Obr. 4: Zjednodušený systém špalkování použitý pro analýzu působení sil při spouštění

spouštěcí kladka a rychlost spouštění je kontrolována spouštěcím zařízením na bázi kmene (viz obr. 4). Nejhorší situace při tomto spouštění může nastat, pokud bude lano ke spouštěcímu zařízení uvázáno napevno. V tomto případě nebudeme zřetelně snižovat síly působící v systému, ale je to nejjednodušší způsob, jak tuto situaci analyzovat a představuje reálný případ, pokud se pod místem spouštění vyskytují nějaké překážky.

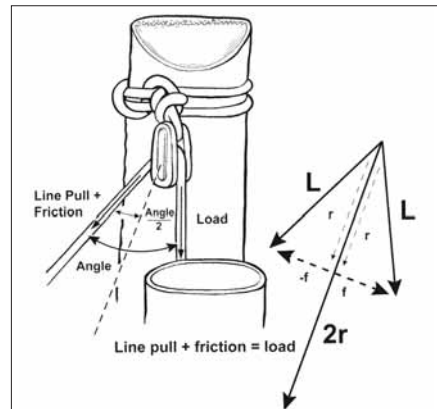
Spouštěcí systém je ovlivňován 5 proměnnými hodnotami: typem a pružností použitého lana, délkou lana v systému, hmotností kácené části kmene, délkou volného pádu a úhlem lana v místě ukotvení spouštěcí kladky. Spouštěcí systém je charakterizován zákonem o zachování energie. Výpočet největší vyvolané síly v systému je dán poměrem potenciální energie dané části kmene před odříznutím k elastické energii lana po zatížení. Pružnost lan je dána jejich výrobcem. Pružnost mimo jiné popisuje schopnost lan pohlcovat energii. Po absorbování stejného množství energie dojde u méně pružného lana k menšímu prodloužení za vzniku větší síly než u lana s větší pružností. Při výpočtu maximální síly působící ve spouštěcím laně je nutné brát v úvahu pružnost lana, hmotnost zátěže, vzdálenost spouštěcího bodu k řezu (x), délku spouštěného kusu a délku lana vedoucího od spouštěcího bodu ke spouštěcímu zařízení (L) (viz obr. 5). Například u lanovky je důležitý výběr správného lana. Při použití 12pramenného lana je produkována menší zátěž, než při použití méně pružného dvojitého pleteného lana, i když ostatní faktory zůstávají stejné. Zajímavé je, že čím delší kus lana je v systému aktivní, tím se zátěž snižuje. Se snižující se výškou káceného kmene se i zkracuje délka lana použitého v systému, a tím se zvyšují síly působící v sys-



Obr. 5: Proměnné hodnoty při spouštění. Dva stromy jsou využity k uchycení spouštěcího zařízení, čímž se mění délka lana v systému a úhel lana ve spouštěcí kladce

tému. Navíc se snižujícím se kmenem jsou části kmene silnější i těžší a je zde méně prostoru k pohlcení energie prokluzem. Součástí našeho výzkumu bylo měření sil v situacích, kde není pro pohlcení energie prostor pro kluzem. Experiment byl navržen tak, aby otestoval různé proměnné popsané v předchozím odstavci. Pro změnu délky lana v systému bylo využito ukotvení lana ke stejnému stromu nebo k patě stromu cca 15 m vzdálenému. Toto nastavení také mění úhel průběhu lan ve spouštěcí kladce. Některé výsledky jsou publikovány v tabulce. Test byl prováděn na třípramenném polyesterovém laně (ProMaster 5/8 inch) a dvou velikostech dvojitého spletaných lan (Stable Braid 9/16 inch, Stable Braid 5/8 inch). Z tabulky vyplývá, že zátěž lana měřená v místě ukotvení (spouštěcí zařízení) vzrůstá se snižující se pružností lana. Dále je zřejmé, že zatížení lana klesá se zvyšující se délkou lana v systému. Srovnáme-li první a třetí sloupec tabulky pro každé lano, zjistíme, že s poloviční hmotností nákladu klesá zátěž systému o jednu třetinu. Dalo by se předpokládat, že když vedou oba konce lana ze spouštěcí kladky rovnoběžně, bude reakční síla dvojnásobná. Ale jak ukazují hodnoty ve sloupci 1 a 3 (tab.), reakční síla je více než dvojnásobná. Nezapomeňte, že zátěž lana je měřena v místě spouštěcího zařízení, ale tření redukuje tuto sílu na laně, jenž vychází z druhé strany kladky. Síla je více než dvojnásobná v případě, že ukotvení lana je přímo pod místem spouštění (rovnoběžná lana). Reakční síly ve sloupci 2 jsou nižší, protože se mění úhel vstupu lan do spouštěcí kladky (viz obr. 6), projevují se zákony sčítání silových vektorů. Zatímco výsledná zátěž

kotevního bodu je nižší, síla není směřována rovnoběžně s kmenem. Tento faktor může vyvolat nežádoucí boční zatížení kmene.



Obr. 6: Vektorový diagram spouštěcí kladky pro případ, kdy je lano ukotveno na odlišném stromě

Častěji než pro odstraňování větví je lanovka používána pro spouštění částí kmene. V tomto případě je lanovka ukotvena nad spouštěcí kladkou a těsně pod směrovým zářezem odstraňované části kmene. Poté, co je odstraňovaná část kmene zachycena do spouštěcího lana, je nacvaknuta na lanovku, ta je napnutá a povoláním spouštěcího lana kontrolujeme pohyb spouštěné části kmene po lanovce směrem k zemi. Pro snížení množství lan na káceném kmeni je možné umístit horní kotevní bod lanovky na jiný strom. Toto lze provést pomocí vrhacího lanka a lanovku kotvit na bázi vybraného stromu. Toho nastavení usnadňuje práci stromolezce, ale zvyšuje náročnost na délku lana v lanovce. Odkácení 100 kg části kmene ve výšce cca 12 m produkuje reakční sílu v místě spouštěcí kladky 1000 kg. To je více než 10% celkové nosnosti 3/4inch dvojitého spletaného lana (doporučený limit pracovního zatížení) – a to se jedná o malý kus dřeva! Relativně malá změna v systému, jako je posunutí kotevního bodu lana na vedlejší strom (tj. změna úhlu lan vstupujících do spouštěcí kladky), výrazně snižuje tuto reakční sílu. Samozřejmě pokud umožníme prokluz spouštěné části, výrazně zredukujeme reakční sílu. Tento příklad ukazuje, jak výzkum spouštěcích praktik ovlivňuje metody, které používáme. Z toho vyplývá, že výpočet sil v systému není tak důležitý jako znalost, že i malá změna v systému může výrazně ovlivnit výsledek. Stejně jako dobrá znalost lezeckých technik a odborných řezů je porozumění spouštěcím technik a vybavení skutečným uměním této profese.

Arborist News, říjen 2000
překlad David Hora

lano	umístění	L = 12m	L = 20 m	L = 12 m
Pro Master 5/8 (15 mm)	síla na laně	445	408	280
	síla na kotevním bodě	951	768	597
Stable Braid 9/16 (14 mm)	síla na laně	538	473	353
	síla na kotevním bodě	1161	833	787
Stable Braid 5/8 (16 mm)	síla na laně	557	479	369
	síla na kotevním bodě	1190	803	791

Měření zátěže u rozdílných lan o různých situacích. Kratší délka nebo menší pružnost lana zvyšuje síly, další faktory zůstávají stejné