

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav lesnické a dřevařské techniky

Rozbor technických a technologických parametrů
pojízdných zdvihacích pracovních plošin v arboristice

Bakalářská práce

Čestné prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem práci na téma Rozbor technických a technologických parametrů pojízdných zdvihacích pracovních plošin v arboristice zpracoval 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 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.

V Brně, dne:

podpis studenta:

Poděkování

Při tvorbě své bakalářské práce jsem čerpal z mnoha různých zdrojů. Pouze písemné zdroje by mi však k dokončení nestačily. Proto bych rád poděkoval všem, kteří mi při práci pomohli.

Předně děkuji svému vedoucímu práce, panu Jindřichu Nerudovi, za poskytnuté materiály, za jeho pomoc a ochotu.

Děkuji Ivanovi, Jitce a Haničce Markovým za projevenou podporu a pomoc.

Děkuji pánům Tomáši Pekárkovi a Jiřímu Slánskému za důležité informace a za společný čas strávený na plošině.

Děkuji všem arboristickým firmám, které byly ochotny mi odpovědět na dotazník i na jiné zvědavé otázky.

A na závěr bych rád poděkoval pánům Rudolfu Husákovi a Václavu Vlasákovi za společné konzultace, bez kterých by to nešlo...

Abstrakt

Rozbor technických a technologických parametrů pojízdných zdvihacích pracovních plošin v arboristice

Bakalářská práce pojednává o použití pojízdných zdvihacích pracovních plošin (PZPP) v arboristice. Celou práci lze rozdělit do tří hlavních částí. V první části se věnuje obecně problematice použití vysokozdvižných plošin a zpracovává přehled používaných plošin. Ve druhé části práce vyhodnocuje výhody a nevýhody využití PZPP oproti použití klasických stromolezeckých metod v arboristice (věnuje se především porovnání ekonomických, bezpečnostních a časových hledisek). Ve třetí, praktické části zjišťuje měřením měrný tlak, kterým působí PZPP na půdu při pojezdu a práci.

Klíčová slova: arboristika, pojízdné zdvihací pracovní plošiny, práce ve výškách, péče o stromy, zhutnění půdy

Abstract

Analysis of technical and technological parameters of mobile elevating work platforms in arboriculture

Bachelor thesis deals with using mobile elevating work platforms (MEWP) in arboriculture. This thesis solves three main objectives. In the first part I write about MEWP in general and I try to describe various types of MEWP. Next part focuses on comparing tree climbing and using the MEWP, analyses the differences and considers their advantages and disadvantages (in terms of economy, safety and time). In the last, practical part I investigate the effect of using the MEWP on the soil in the tree neighbourhood. The main task of this part is measuring the soil compaction while using the MEWP.

Keywords: Arboriculture, soil compaction, highwork, mobile elevating work platforms, tree care

Obsah

1. Seznam použitých zkratk	1
2. Úvod	2
3. Cíl práce	3
4. Současný stav řešené problematiky	4
4.1. Prostředky pro výstup do koruny stromů	4
4.2. Pojízdné zdvihací pracovní plošiny – provoz	5
4.3. Riziko	8
4.4. Standard řezu stromů	9
4.5. Zhutnění půdy	10
5. Metodika	14
5.1. Přehled používaných PZPP	14
5.2. Rozbor technických dat vybraných plošin	14
5.3. Porovnání výhod a nevýhod použití PZPP a stromolezeckých technik	15
5.4. Ekonomické zhodnocení	16
5.5. Zjišťování tlaku působení podvozku plošiny na půdu	17
6. Výsledky	20
6.1. Rozdělení PZPP a jejich vhodnost pro arboristiku	20
6.2. Přehled používaných PZPP vhodných pro použití v arboristice	24
6.3. Zjištěné technické parametry vybraných plošin	25
6.4. Porovnání výhod a nevýhod použití PZPP a stromolezeckých technik	27
6.5. Ekonomické zhodnocení	36
6.6. Zatížení způsobené stabilizačními patkami	38
6.7. Měření okamžitých talků v půdě	40
6.8. Penetrometrické měření zhutnění půdy	41
7. Diskuze	44
8. Doporučení pro praxi	47
9. Závěr	48
10. Summary	49
11. Seznam literatury	50
12. Přílohy	51
12.1. Obrázková příloha	51
12.2. Tabulková příloha	53
12.3. Legislativní příloha	57

1. Seznam použitých zkratek

angl. – angličtina, anglicky

h – hodina

m – metr

MEWP – mobile elevating work platform

MP16 – montážní plošina s maximální výškovým dosahem 16 metrů

OOPP – osobní ochranné pracovní prostředky

PZPP – pojízdná zdvihací pracovní plošina

s – sekunda

SWL – Safe Working Load (hraniční nosnost koše plošiny, která nesmí být překonána)

SWOT analýza – metoda k určení silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb projektu, z angl. Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)

t – tuna

V – volt

Zkratky používané při měření

D – deska – rozkladová deska používaná ke zmírnění vlivu patek na půdu

P – patka – stabilizační patka

PL – přední levá

PP – přední pravá

PPP – přední pravá patka

ZL – zadní levá

ZP – zadní pravá

2. Úvod

Existuje mnoho důvodů, proč se člověk chce či potřebuje dostat do výšky, která by mu byla za běžných podmínek nedostupná. Když pomineme zájmy člověka, existuje mnoho profesí, ve kterých je práce s výškami a ve výškách nezbytná. Jedná se o záchranné složky, elektrikáře, stavaře a další výškové pracovníky; a v neposlední řadě jde také o arboristy. S rozvíjejícím se oborem „Péče o stromy rostoucí mimo les“ se vyvíjejí i technické pomůcky umožňující právě práci se stromy. Technické prostředky usnadňují bezpečný výstup člověka do korun vysokých stromů, pracovní činnost v korunách i sestup na zem, to vše za účelem výkonu arboristických činností: řez větví, statické zajištění korun, kácení stromů po částech, konzervační ošetření, sběr plodů a semen, atd.

Existuje více různých možností, jak se dostat do koruny stromu. Když pomineme lezení bez jištění, dají se prostředky pro práci a výstup do koruny stromů rozdělit podle několika kritérií. Základní dělení je do tří skupin. Prostředky pro výstup po kmeni (např. stromolezecké stupačky; švýcarské Baumvelo); prostředky zavěšené na větev stromu nebo opřené o strom (např. žebříky; stromolezecké techniky – osobní technické prostředky – šplhací a poutací systémy) a prostředky s vlastní nosnou konstrukcí, které nevyužívají pevnosti stromu (např. manipulační a hydraulické plošiny).

A právě problematice použití vysokozdvíhových plošin se věnuji ve své bakalářské práci.

3. Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce bylo formou kritické rešerše vypracovat přehled používaných pojízdných zdvihacích pracovních plošin v arboristice. Tedy zmapovat používané typy, porovnat je mezi sebou a určit tak, které jsou pro použití v péči o stromy nejvhodnější. Dalším cílem bylo vymezení postavení plošin v systému zabezpečení arboristů při práci v korunách stromů, provedením porovnání s lanovými technikami. Dalším cílem bylo vytvoření návrhu postupu terénních šetření, jejichž výsledkem je soubor dat o technických parametrech vybraných plošin. Následně provést tato měření, graficky a tabelárně zpracovat data a získané výsledky vhodně interpretovat.

V neposlední řadě bylo mým cílem vytvořit práci, která nabízí širší pohled na problematiku použití pojízdných zdvihacích pracovních plošin v arboristice, neboť právě jejich využití je mezi arboristy neprávem opomíjeno.

4. Současný stav řešené problematiky

4.1. Prostředky pro výstup do koruny stromu

Znalost bezpečného výstupu do korun stromů a práce v korunách stromů patří k nutným specifickým predispozicím arboristů. Techniky umožňující výstup do koruny a práci v koruně se v průběhu let vyvíjejí a zdokonalují zejména s ohledem na bezpečnost pracovníků. Existuje více různých prostředků pro výstup do koruny a práci v korunách stromů. Tyto prostředky se dají rozdělit podle několika kritérií. Základní dělení je do tří skupin:

- prostředky pro výstup po kmeni (např. stromolezecké stupačky; švýcarské Baumvelo)
- prostředky zavěšené na větev stromu nebo opřené o strom (např. žebříky; stromolezecké techniky – osobní technické prostředky – šplhací a poutací systémy, pro arboristiku největší význam)
- prostředky s vlastní nosnou konstrukcí, které nevyužívají pevnosti stromu (např. manipulační a hydraulické plošiny).

Prostředky s vlastní nosnou konstrukcí

Ideálním řešením výstupu na strom by bylo zařízení, které by umožňovalo výstup po vlastní nosné konstrukci, jejíž pevnost by bylo možné přesně stanovit, a život pracovníka by nezávisel na pevnosti stromu, či na zručnosti pracovníka. Mezi takové prostředky lze zařadit klasické žebříky a zejména vysokozdvižné mobilní pracovní plošiny. Měly by tedy být pro činnost arboristů prioritou, ovšem z různých důvodů tomu však v provozní praxi není (omezený přístup, nedostupnost těchto prostředků, ekonomika provozu, aj.). Obsluhovat vysokozdvižnou plošinu musí kvalifikovaná obsluha – nemusí však být totožná s pracovníkem, který z plošiny provádí vlastní zásah na stromu. K základním zásadám BOZP při práci s plošinou je zajištění jejich opěr proti zaboření, ustavení základny plošiny ve vodorovné poloze nebo v náklonu do stanoveného limitu, nepřetěžování plošiny, nepoužívání plošiny jako jeřábu pro snášení odřezaných větví, ap. (Neruda, 2014)

4.2. Pojízdne zdvihací pracovní plošiny – provoz

Aby mohla být vysokozdvížná plošina používána k práci, musí splňovat předepsané předpisy a pravidla, např.: nařízení vlády č. 362/2005 Sb., nařízení vlády č. 28/2002 Sb., Česká technická norma ISO 18893, postupy předepsané výrobcem a další. Proto musí být prováděna pravidelná prohlídka, která zahrnuje např. kontrolu funkce ovladačů, podvozku nebo základny, všech pohyblivých částí, všech bezpečnostních a nouzových zařízení; kontrolu stavu kapalin (motorový a hydraulický olej, chladicí kapalina), kontrolu elektrických systémů a další.

Roční prohlídka

PZPP musí být kontrolována každý rok svého provozu, nejdéle třináct měsíců po poslední kontrole. Kontrolu provádí kvalifikovaná osoba. Během této kontroly musí být provedena prohlídka všech položek uvedených v ISO 18893. Před zahájením každé práce by měla být provedena prohlídka plošiny. Pokud by byly zjištěny závady, je nutné při jejich opravě dbát bezpečnostních předpisů uvedených v ISO 18893.

Školení obsluhy

Podle normy ISO 18878 může PZPP obsluhovat pouze řádně vyškolená a oprávněná osoba, za což zodpovídá provozovatel PZPP.

Obsluha pojízdné zdvihací pracovní plošiny musí být vyškolená ze znalostí týkajících se práce a manipulace s plošinou. Zkoušený musí prokázat své znalosti v teorii i v praxi.

Jedná se o znalosti:

- výběr vhodné PZPP
- účel a používání návodů k použití, výstrah a instrukcí a bezpečnostních pravidel provozovatele
- prohlídka před začátkem provozu
- faktory ovlivňující stabilitu
- obvyklá nebezpečí a jak se jim vyvarovat
- prohlídka pracovního místa
- všeobecná znalost předpokládaného účelu a funkcí všech ovladačů PZPP, včetně nouzových ovladačů

- použití osobních ochranných pracovních prostředků pro práci, na pracovním místě a v okolí
- bezpečný pojezd
- přeprava
- zabezpečení PZPP proti neoprávněnému použití
- použití PZPP, která se porouchala
- vlastní provoz PZPP.

Školitelem provádějícím školení obsluhy musí být kvalifikovaná osoba podle ISO 18893.

Před zahájením prací musí být obsluha plošiny seznámena s činností, kterou bude provádět, což je nutné k výběru vhodného typu PZPP dále musí být vyškolená v obsluhování používaného typu plošin. Důležitým úkonem před zahájením prací je prohlídka pracovního místa, za účelem kontroly stability místa či zjištění možných nebezpečí, jako jsou například:

- propadliny nebo díry
- šikmé plochy
- boule, překážky na podlaze a elektrické kabely
- suť
- překážky a elektrické vedení nad hlavou
- nebezpečná místa
- povrchy s neodpovídající nosností vzhledem k tlaku vyvozenému MEWP ve všech provozních uspořádáních
- větrné a klimatické podmínky
- přítomnost osob
- další potenciálně nebezpečné podmínky.

Při práci s MEWP musí obsluha jednat v souladu s ISO 18893.

Obsluha musí respektovat a dodržovat všechny příkazy uvedené na piktogramech i další, předepsané výrobcem. MEWP nesmí být provozována na šikmých plochách, svazích, rampách nebo sklonech, která překračují hodnoty, pro které je plošina určena výrobcem (obvykle 5%). Před zahájením práce musí obsluha zajistit, aby v prostoru obklopující MEWP nebyly osoby ani zařízení. Zároveň musí být pracovní prostor jasně vymezen a ohraničen, aby se zabránilo volnému vstupu nepovolaných osob (např. použití

praporků, majáků, dopravních kuželů, bezpečnostní pásy či zábradlí). Pokud je jimi plošina vybavena, musí být po celou dobu používání zajištěna stabilizátory (podpěry, výsuvné a kyvné nápravy a další). Pokud je v místě práce nadzemní elektrické vedení, musí na něj obsluha plošiny brát zvláštní ohled, jako je dodržení bezpečné vzdálenosti. Hrozí zde riziko ohrožení zdraví či života, v důsledku zasažení elektrickým proudem, dále pak navinutí a přetržení vedení. Obsluha musí dále dohlédnout na možnost ohrožení pracovníka v místě s pohyblivými překážkami nad hlavou a učinit opatření k zabránění srážce s vysokozdvížnou plošinou.

Pracovní koš plošiny je opatřen bezpečnostním zábradlím, které musí být pevně přimontováno, a přístupové otvory musí být řádně uzavřeny. Plošina musí být zatížena maximálně na hodnotu nosnosti konkrétní plošiny. Lezení na příčky bezpečnostního zábradlí je zakázáno. Stejně tak je v pracovním koši zakázáno použití žebříků, můstků či jiného zařízení na plošině za účelem dosažení vyšší výšky nebo dosahu. Podle ISO 18893 nesmí být plošina použita jako jeřáb, pokud to není výslovně schváleno výrobcem nebo kvalifikovanou osobou. Je proto možné využití plošiny pro krátkodobé převedení předmětů, nesmí však být překročena jmenovitá nosnost PZPP. Přemísťovány mohou být pouze předměty, které jsou řádně zajištěné proti pádu, jsou rovnoměrně rozloženy a mohou být bezpečně uchopeny osobami pracujícími na pracovní plošině. Bez použití speciálního nosiče, který splňuje podmínky předepsané výrobcem, je převážení materiálu mimo pracovní koš zakázáno.

Vysokozdvížné plošiny nelze provozovat z nákladních vozidel, valníků, železničních vozů, lodí apod., pokud není taková aplikace a metoda písemně schválena výrobcem nebo kvalifikovanou osobou. Při pojezdu musí obsluha dbát nařízení podle ISO 18893. Doplnění paliva a nabíjení akumulátoru musí být prováděno podle předepsaných instrukcí, aby se zabránilo nehodám. Dobře větrané prostory bez plamenů, jisker nebo jiných nebezpečí, která by mohla způsobit požár nebo výbuch. Pokud plošina při práci uvízne nebo je jí jinak bráněno v normálním pohybu okolními překážkami tak, že zpětným chodem není možné plošinu uvolnit, osoby musí opustit plošinu před započítáním pokusů o uvolnění plošiny pomocí ovladačů spouštění. Osoby smějí opouštět plošiny pouze v souladu s instrukcemi výrobce. Při přepravě musí být plošina i včetně stabilizátorů v uspořádání podle doporučení výrobce. Po ukončení prací musí být plošina zajištěna prostředky určenými k ochraně proti použití neoprávněnými osobami. (ČSN ISO 18893, 2006)

4.3. Riziko

Při práci s PZPP může hrozit nebezpečí úrazu či ohrožení života. Dochází k nim při nesprávném používání stroje či nedodržení pokynů výrobce. Proto by měl práce s PZPP provádět pouze proškolený personál.

Nejčastější možná rizika:

- Zachycení – Pracovník může být zachycen mezi částí koše a pevnou strukturou, např. kmen stromu
- Převrnutí – Nebezpečí převrácení plošiny, např. při práci ve svahu
- Pád – Riziko pádu pracovníka z pracovního koše
- Elektrošok – Při kontaktu pracovníka či části plošiny s nadzemním vedením hrozí riziko zásahu elektrickým proudem
- Další rizika nepřímo související s ovládáním PZPP – např. nebezpečí poranění řetězovou pilou

Vzhledem k výše uvedeným nebezpečím je jasné, že je nutné rizikům předcházet. Dodržovat postupy předepsané výrobcem, respektovat jeho zákazy, používat osobní ochranné pracovní prostředky a pracovat v souladu se souvisejícími normami, vyhláškami a zákony (viz níže).

Pracovník musí po celou dobu práce používat osobní ochranné pracovní prostředky odpovídající náplni jeho práce, jako jsou ochranná přilba s chráničem zraku a sluchu, protipořezový oblek a protipořezová obuv. Dále musí být po celou dobu práce být ukotven k pevnému bodu pracovního koše pomocí pracovního postroje a certifikovaného úvazku, sloužícím jako ochrana proti pádu z pracovního koše.

U veškerého používaného nářadí se musí dodržovat postupy předepsané výrobcem a příslušnými normami a aplikovat je na příslušnou situaci (startování motorové pily je možné pouze na podlaze pracovního koše plošiny s přišlápnutím zadní rukojeti).

(<http://www.hse.gov.uk/construction/safetytopics/mewp.htm>)

Odřezávání větví koruny stojícího stromu pomocí řetězové pily se provádí zejména z pracovní plošiny nebo za použití jiné speciální techniky určené pro práci ve výškách. Zaměstnanec i řetězová pila musí být při výstupu do koruny stromu, během práce i při sestupu, zajištěni proti pádu samostatnými jisticími prostředky, upevněnými k pracovní plošině nebo ke stromu mimo zónu prováděné práce. (Nařízení vlády 28/2002 Sb.)

4.4. Standard řezu stromů

Standardy péče o přírodu a krajinu jsou doporučením stanovujícím parametry výstupů a technický popis postupů jednotlivých činností běžně realizovaných v oblasti péče o přírodu a krajinu včetně vlastností použitých materiálů, výrobků a definice pojmů. Standardy po odborné oponentuře vydává AOPK ČR, která je zpracovává ve spolupráci s akademickými pracovišti a dalšími odbornými autoritami v příslušných oborech.

Standard „Řez stromů“ definuje typ a techniku zásahů, realizovaných převážně na stromech rostoucích mimo les za účelem obnovy, zachování nebo zvyšování plnění jejich estetických a ekologických funkcí a zajištění jejich provozní bezpečnosti. Popisuje rozsah možných zásahů do stromů, aniž by byla naplněna definice poškození dřeviny.

Standard je určen k aplikaci na stromy, které plní mimoprodukční funkce, tedy funkce, jejichž hlavním účelem není produkce plodů, dřeva a dalších komodit. Řez stromů a jeho kontrolu provádí kvalifikovaná osoba.

Pasáž týkající se použití PZPP v péči o dřeviny rostoucí mimo les:

Při použití montážních (vysokozdvížných) plošin nesmí dojít ke zhutnění půdy v průmětu koruny stromu rostoucího ve volné ploše. V případě růstu stromu ve zpevněné ploše je možný provoz plošiny pouze po zpevněném povrchu. (Standard Řez stromů, 2012)

V současné době je připravován standard č. 03 005 Práce s hydraulickou plošinou týkající se konkrétně použití pojízdných zdvihacích pracovních plošin v péči o dřeviny rostoucí mimo les.

4.5. Zhutnění půdy

V případě, že není možné provádět práci s PZPP na zpevněné ploše, může dojít ke změně stanoviště, a to zhutnění půdy.

Mechanický tlak na kořeny stromů

Mechanický tlak na kořeny je při jejich prorůstání půdou neodmyslitelný. Kořen rostoucí v půdě musí překonat axiální a radiální tlak půdy a také třecí odpor. Ačkoliv vzájemná závislost těchto složek se různí v závislosti na zrnitosti, kohezních a adhezních vlastnostech půdy a také v určité míře na tvaru a průměru kořene, axiální tlak převládá. Čím sušší a těžší půda je, tím větší je její odpor.

Hodnotu zhutnění půdy je možno vyjádřit penetrometrickým odporem půdy, který se měří penetrometrem. Kritické hodnoty zhutnění vyjádřené penetrometrickým odporem půdy, závisí os půdního druhu a momentální vlhkosti půdy. Při zhutňování půdy, nebo při zvýšeném obsahu vody v půdě se omezuje difuze a zvyšuje se koncentrace CO₂ v půdním vzduchu. (Neruda, 2010)

Vliv zhutnění na růst rostlin

Bylo dokázáno, že růst stromu a produkce dřeva se snižuje zhutněním. Inhibice růstu a také úmrtí dřevin z důvodu zhutnění půdy bylo dokumentováno v rekreačních zónách, na těžebních plochách, v agrolesnictví a ve školkách. Na vývozních linkách byl růst semenáčků redukován o 40 a více procent.

Zhutnění půdy vážně redukuje růst rostlin omezením růstu kořenů. Pro většinu rostlin je nelineární vztah mezi elongací kořenů a půdním odporem. Protože ke zhutnění dochází obvykle ve svrchních vrstvách půd, může to být nevýhoda u druhů mající povrchový kořenový systém. U vzrostlých stromů je obecně možnost růstu kořenů snížena vzrůstající objemovou hmotností půdy a nadměrným půdním odporem (bývá typický u suchých a skeletnatých půd) nebo nedostatečným provzdušněním, když je půda příliš nasáklá vodou. Čím víc je omezen růst kořenů a čím je menší půdní prostor obsazený kořeny, tím pomalejší je růst stromu v nadzemní části.

Vystavení kořenů mechanickému tlaku vyvolává řadu fyziologických změn, které byly na makroskopické úrovni dobře popsány. Například sniží se prodlužování kořenů, a to v reakční době od minut do hodin. Kořenová čepička se obecně více zaobljuje a stává se až konkávní, tloušťka kořene za meristémem narůstá a kořenový meristém a zóna elongace se

stává kratší. Míra pozorování ztloustnutí kořenů za kořenovým vrcholem umožňuje odhalit dlouhodobější mechanický tlak na kořenové vrcholy.

Růst kořenů se proto udává jako citlivější indikátor narušení půdy než růst nadzemní části. Redukce kořenového růstu předchází fázi, kdy je dosažen extrémní půdní odpor.

Prahová hodnota půdního odporu, která může vést k významným fyziologickým změnám, byla zjišťována v několika výzkumech. Půdní odpor měřený penetrometry lépe vystihuje možnosti pro růst kořenů, jelikož je v něm zahrnut vliv objemové hmotnosti a vlhkosti půdy. Do těžkých vlhkých půd mohou kořeny penetrovat díky menšímu půdnímu odporu, zatímco v suchých půdách, při stejné hustotě, narůstající odpor růst kořenů limituje. Měření penetrometry se používá ke zjištění půdního odporu jako analogie rezistence kořenů k průniku půdou. Kořeny obvykle vykazují menší odpor než penetrometry díky radiální expanzi, menšímu průměru, možnosti se stočit a schopnosti minimalizovat tření polysacharidickým slizem. Goss (1977) naznačil, že je důležité poznat minimální půdní tlak, který redukuje prodloužení kořenů a tím ovlivňuje růst a produkci rostlin. Půdní odpor 2,0 MPa a více má vliv na zkrácení kořenů u většiny rostlinných druhů. Kritický půdní odpor na zhutněných píscích limitující růst kořenů byl např. zjištěn pro borovici Montereyskou v hodnotě 3,0 MPa. (Neruda, 2010)

Obnova zhutněné půdy

Obnova a meliorace zhutněné půdy je dlouhodobá, pokud je vůbec možná. Doba regenerace po zhutnění může být kratší než 10 let, při půdním povrchu; podle dalších autorů může často trvat desetiletí. Proto je potřebné důkladně porozumět procesu zhutnění, jeho vlivu na půdu a na růst rostlin a najít prostředky a pracovní postupy, kterými by mohl být vliv zhutnění (pokud je to vůbec možné) minimalizován.

Obnova zhutněné půdy také závisí na obsahu organického materiálu v půdě, který má významný vliv na půdní strukturu, provzdušnění, zadržení vody a chemické vlastnosti. Objemová hmotnost půdy a pórovitost půdy se stávají nižší nebo vyšší, se zvyšujícím se obsahem organického materiálu. Rozdíly 2 – 5 % mohou významně ovlivnit půdní vlastnosti, jako objemovou hmotnost půdy a pórovitost na písčitéch půdách. (Neruda, 2010)

V současné době je k dispozici velmi málo dostupných literárních či elektronických materiálů týkajících se konkrétně využití vysokozdvíhových plošin a jejich působení na okolí. Proto bylo při vytváření bakalářské práce využito dostupných údajů týkajících se problematiky poškození stromů a jejich okolí při obdobné činnosti, tedy lesní těžbě. Autor si je vědom odlišností mezi lesní těžbou a péčí o dřeviny rostoucí mimo les. Domnívá se však, že údaje související s lesní těžbou mohou být vztaženy i na péči o dřeviny rostoucí mimo les, např. pojezd a práce plošiny na nezpevněném povrchu.

Poškození stromů po jezdě těžebně-dopravních strojů

Pojezd těžkých přibližovacích strojů přímo neohrožuje vertikální kořeny, ale kořeny povrchové a kořenové náběhy ano. Jestliže jsou poškozena nebo zcela zničena krycí pletiva v četně kambia na povrchu kořenů, dřevní pletiva jsou plně vystavena hlubokému prosychání (což vede k postupnému zničení vodivého systému) a následující infekci houbami. Kořenové náběhy jsou nejčastěji poškozovány při úzkých vyklizovacích liniích, nebo při objíždění překážky. Odření může také nastat při nevhodně uložených sortimentech podél linií. Kořenový systém stromů podél linií je nejvíce poškozován na jemných kořenech, které jsou rozprostřeny přímo pod půdním povrchem. Úměrně s mechanickým narušením půdního povrchu dochází taktéž k přetrhání kořenového systému.

Přetrhání kořenů znamená okamžité přerušení jejich absorpční funkce s následným přerušením transpiračního proudu ve vodivém systému. Jeho zněny jsou detekovatelné ve skeletových kořenech a kmeni k těmto kořenům náležícím. Mechanickému poškození kořenů je věnováno v současnosti více pozornosti, protože je častým jevem v lesním hospodářství a oproti nadzemnímu systému při každém poranění ztrácí rostlina část kořenů, což klade na rostlinu zvýšené energetické nároky. Rostlina pak musí změnou růstu znova nabýt ztracenou rovnováhu. (Neruda, 2010)

Možnosti zabránění zhutnění půdy

I přes mnoho let výzkumu, není jednoduchá odpověď na otázku, jak se nejlépe vyhnout škodlivému vlivu zhutnění půdy. Narušení půdy je obecně definováno jako každá náhlá změna fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. Protože je to nezbytné při aktivitách v lesním managementu, konkrétně při těžbě a přípravě ploch, míra narušení se velmi různí například s použitou metodou kácení, typem přípravy půdy, terénními podmínkami, načasováním aktivity, stupněm přípravy a osobní zodpovědnosti zaměstnanců.

Míra narušení půdy těžbou je ovlivněna také půdními podmínkami v průběhu aktivity (např. půdní odpor, vlhkost, stupně promrznutí, sněhová pokrývka), konkrétními vlastnostmi aktivity (např. frekvencí pojezdů); a silou (tlak a vibrace) vyvolaná těžebně-dopravními stroji na půdu. (Neruda, 2010)

Poškození půdního povrchu

Interakcí kolového pracovního stroje a půdního povrchu porostu při těžebních a dopravních pracích jsou vyvolány v půdě tlaky, jež jsou závislé zejména na úrovni huštění pneumatik, jejich tuhosti a na adhezním zatížení trakčního ústrojí. Pojezdem lesní techniky mohou vznikat v místech s malou únosností podloží trvalé deformace terénu, popř. profilu cesty. I když tyto úseky mohou být relativně krátké (5 – 15 m), zapříčiní trvalou neprůjezdnost daného úseku a tím praktickou nedostupnost porostů pro kolové či kolopásové stroje. Hloubku koleje vytvořené pojezdem lesní techniky více ovlivňuje četnost jednotlivých pojezdů než hmotnost nákladu či technické parametry pneumatiky stroje. (Ulrich 2006)

Při provádění zásahů na stromech rostoucích mimo les, tedy v urbanizovaném prostředí se lze často setkat s půdou, která byla v minulosti změněna člověkem. V takovém prostředí bylo též prováděno měření působícího tlaku plošiny (viz dále).

Antropozem – půda v místě provádění měření

Půda vytvářená či vytvořena z člověkem nakupených substrátů získaných při těžební a stavební činnosti. Charakter půd je dán jednak vlastnostmi původního materiálu, jednak antropogenním vrstvením či mísením materiálu, dále pak usměrněním procesu pedogeneze po rekultivacích, sledujících úpravy půdních vlastností pro zemědělské, lesnické, rekreační využití. Pouhé navrstvení materiálů vytváří pouze antropické substráty (haldy, výsypky, deponie). Specifické podmínky se mohou vytvářet po rekultivaci skládek odpadů. (Němeček 2001)

5. Metodika

5.1. Přehled používaných plošin

Pro sestavení soupisu existujících a používaných plošin bylo využito internetových a literárních zdrojů, případně vlastních znalostí. Dále byla zvolena kritéria, podle nichž bylo následně provedeno rozdělení typů plošin. Ty pak byly popsány a doplněny příslušnými nákresy. Byla zvolena rozdělení dle typu konstrukce, podle zdroje hnací síly a podle druhu pohonu. Tato kritéria byla použita, neboť je jedná o základní konstrukční odlišnosti mezi jednotlivými typy plošin. Z internetových stránek firem nabízejících pronájem plošin bylo vybráno několik konkrétních strojů, které jsou svými vlastnostmi vhodné pro použití v arboristice.

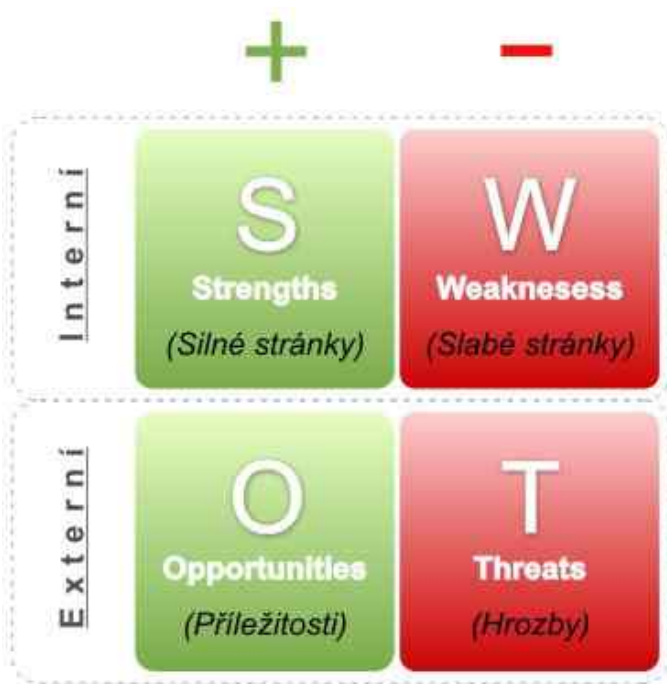
5.2. Rozbor technických dat

Byly vybrány tři dostupné montážní plošiny. Konkrétně se jedná o vozy Daewoo M 1407 – A, Avia MP16 a Tatra 148 MP27. Z poskytnuté dokumentace byl proveden popis jednotlivých technických údajů, jako je typ plošiny, maximální dosah, nosnost, apod. Udávané doby trvání jednotlivých úkonů z příslušné dokumentace byly ověřeny vlastním měřením. Byly zkoumány doby maximálního vyložení jednotlivých ramen, doba otočení kolem své osy a doba přípravy plošiny (vyložení stabilizačních patek). Na každé z ověřovaných součástí bylo provedeno deset měření, ze kterého byl vytvořen aritmetický průměr. Ten byl následně porovnán s údaji z dokumentace.

Z těchto tří plošin byla vybrána jedna, která byla svými vlastnostmi nejvhodnější pro použití v péči o stromy. Klíčem pro hodnocení se stala tabulka, v které byly uvedeny vybrané vlastnosti týkající se plošin. Hodnoceny a porovnávány byly tyto vlastnosti: maximální výškový a stranový dosah, hodnot, hmotnost, vliv na nezpevněný povrch, ekonomika, rychlost pohybu, velikost pracovního koše, ekologie vozu a typ vozidla podvozku. Tyto vlastnosti byly vybrány kvůli své důležitosti ve vztahu k ošetření stromu. Ty byly následně ohodnoceny body podle významu při výkonu práce (5 – největší význam, 1 – nejmenší význam). Bylo použito metody jednoduché hodnotové analýzy. Toto bodování bylo následně vztaženo na konkrétní plošiny a podle jejich vlastností byly ohodnoceny. Porovnání sečtených bodů ukázalo nejvhodnější plošinu. (Ze tří vybraných.)

5.3. Porovnávání výhod a nevýhod stromolezení a použití plošin

Byl vytvořen soupis výhod a nevýhod týkající se použití plošin a stromolezení. Pro tvorbu tohoto soupisu bylo využito poznatků získaných z literatury, rozhovorů s pracovníky a vlastního zkoumání. Ze zjištěných údajů byla vytvořena SWOT analýza. SWOT analýza je jednoduchým nástrojem zaměřeným na charakteristiku klíčových faktorů ovlivňujících strategické postavení firmy či projektu. Je přístupem, který umožňuje konfrontaci vnitřních zdrojů a schopností firmy se změnami v okolí. Jedná se o analýzu: strengths (silných stránek), weaknesses (slabých stránek), opportunities (příležitostí) a threats (hrozeb). Tato analýza je používána například pro stanovení efektivnosti projektu. (Srpková 2010). Silné a slabé stránky popisují interní pohled na problematiku, tedy výhody a nevýhody plošin. Naopak příležitosti a hrozby nám popisují externí pohled, tedy možnosti využití, souvislosti v širším kontextu (ve vztahu k okolí apod.).



Obr. 1: SWOT analýza

5.4. Ekonomické zhodnocení

V další části se věnuji ekonomickému porovnávání použití vysokozdvížných plošin a stromolezení. Byl vytvořen soupis finančních prostředků souvisejících s ošetřením stromu. V tomto seznamu jsou uvedeny prostředky přímo související s ošetřením stromu. Pro zjištění ekonomické efektivity použití vysokozdvížných plošin pro ošetření stromů byl vytvořen dotazník, který byl zaslán firmám nabízejícím arboristické práce. Celkem bylo osloveno 25 společností, z nichž 11 firem odpovědělo. Pro zachování anonymity neuvádím ve své práci žádné konkrétní firmy. Otázky z dotazníku:

- Používáte při své práci vysokozdvížnou plošinu?
- Máte vlastní nebo si půjčujete? Jaká je hodinová/kilometrová sazba?
- Jaká je hodinová sazba pracovníka na plošině?
- Za jak dlouho je pracovník na plošině schopen ošetřit strom na obrázku? (cca)
- Jaká je hodinová sazba stromolezce?
- Za jak dlouho je stromolezec schopen ošetřit strom na obrázku? (cca)



Obr. 2: Ilustrační obrázek stromu z dotazníku

<http://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photo-bare-linden-tree-white-image30794915> (3.4.2015)

Strom na obrázku byl definován pouze jako jedinec druhu *Tilia cordata*, vysoký 14 m, na které je potřeba provést bezpečnostní řez. Z důvodu prostého zjištění trvání práce na stromě nebyly zahrnuty žádné další faktory jako například místní podmínky stanoviště, překážky v dopadové ploše či ekologické nároky. Při vyhodnocování výsledků se objevil problém s odpověďmi na otázky týkající se doby trvání práce na stromě. Ukázalo se, že se jedná o těžko zodpověditelnou veličinu, neboť je relativně proměnlivá. Proto byla po konzultaci s pracovníky provádějícími práci na plošině použita metoda kvalifikovaného odhadu, která vychází z dat z dotazníku. Z ostatních hodnot byl proveden aritmetický průměr.

Zjištěné hodnoty byly použity pro tvorbu grafu znázorňujícího proměnlivost efektivity využití prostředků pro výstup do koruny (stromolezení či použití plošiny) v závislosti na počtu ošetřovaných stromů.

5.5. Zjišťování tlaku působení podvozku plošiny na půdu

a) zjišťování měrného tlaku na půdu pomocí nájezdových vah

K měření bylo využito plošiny typu Daewoo M 1407 – A. Pro stanovení působících tlaků bylo použito nájezdových vah. Měření probíhalo na zpevněné ploše.

Pro zjištění působení náprav bylo nejprve provedeno první měření, kdy byly nájezdové váhy umístěny pod všechny čtyři nápravy vozu. Výsledkem je tabulka udávající naměřené hodnoty zatížení náprav. Následně bylo provedeno další měření, kdy byly váhy umístěny pod stabilizační patky plošiny. V obou těchto případech bylo rameno ve složeném stavu. Výsledky byly zaznamenány v tabulce. Následovalo měření, které mělo dokázat změny v zatížení v závislosti na poloze ramene plošiny. Nájezdové váhy byly umístěny pod stabilizačními patkami a byly jimi měřeny velikosti tíhy přenášené na patky. Bylo vymezeno 8 poloh ramene v krajní boční výloží, při nichž bylo provedeno měření na všech vahách. Polohy: přední, přední pravá, pravá, zadní pravá, zadní, zadní levá, levá, přední levá. Výsledkem měření byl soubor hodnot, které byly zpracovány v tabulkovém procesoru Microsoft Excel a byly vyhotoveny dva grafy.

Pro zjištění výsledných hodnot působících měrných tlaků na půdu bylo použito vzorce pro výpočet tlaku $p = F/S$. Za F byly dosazeny naměřené hodnoty tíhy a za S velikost styčné plochy stabilizačních patek. Následně byla pro výpočet použita hodnota obsahu rozkladových desek. Účelem bylo ověřit, že používané rozkladové desky dokáží dostatečně zmírnit zhutnění (dle hodnot z literatury).



Obr. 3: Nájezdová váha

b) zjišťování tlaku v půdě pomocí půdních sond

Pro zjištění hodnot následujících dvou měření byla vytvořena modelová situace. Byla přistavena plošina, na které byla prováděna měření. Měřilo se na nezpevněné ploše v areálu Mendelovy univerzity. Byla prováděna opakovaná manipulace s plošinou pro imitaci výškové práce.

Měření bylo provedeno opět na plošině typu Daewoo M 1407 – A. Bylo použito speciálních půdních sond připojených k počítači. Po příslušném nastavení softwaru proběhla příprava stanoviště, při které byly zakopány tři půdní sondy do hloubky 5 cm, 10 cm a 15 cm. Měření byla prováděna na každé ze zakopaných sond s použitím a následně bez použití rozkladových desek. Po závěrečném přemístění sond bylo zjišťováno zatížení vzniklé pojezdem. Což je také velice důležitým aspektem při práci s plošinou, neboť nelze počítat pouze poškozením s vzniklým působením stabilizačními patkami, ale pohyb po nezpevněné ploše (tedy příjezd ke stromu) taktéž působí negativní změny v půdních vlastnostech. Po zpracování všech získaných dat softwarem počítače byly výsledné průměrné hodnoty graficky znázorněny.



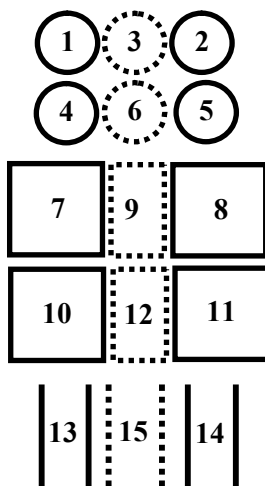
Obr. 4: Půdní sondy

c) Penetrometrická měření změn půdního odporu

K dalšímu měření bylo použito registračního kuželového penetrometru Eijkelkamp. Jedná se o přístroj měřící půdní odpor proti vnikání penetračního hrotu do půdy. Byly vymezeny pojmy: lokalita – nezpevněná plocha, kde bude probíhat měření; stanoviště – konkrétní místa v lokalitě, na kterých budou prováděna měření (např. pod přední stabilizační patkou). Následovalo nastavení penetrometru. Pro danou situaci byl zvolen hrot s povrchem 2 cm^2 . Zvolená penetrační rychlost byla 2 cm/s . Bylo vybráno 15 stanovišť, na každém z nich proběhlo deset úspěšných měření (vpichů). Jednotlivá

stanoviště byla pod předními a zadními stabilizačními patkami, bez použití rozkladových desek, následně s použitím desek. Bylo vždy měřeno pod patkami a následně pro porovnání i mezi nimi. Závěrečné měření mělo ukázat rozdíl zhutnění způsobený pojezdem, proto bylo měřeno na nedotčeném stanovišti a následně po pojezdu. Výsledky měření byly zpracovány softwarem penetrometru. Získané průměrné hodnoty byly graficky zpracovány v tabulkovém procesoru Microsoft Excel. Následně byla prováděna porovnávání mezi souvisejícími hodnotami pro prokázání vlivu plošiny na nezpevněný povrch.

Pomocí měřicího přístroje HH2 Moisture Meter byla změřena půdní vlhkost, neboť se jedná o velmi důležitou související půdní vlastnost.



Obr. 5: Jednotlivá stanoviště

6. Výsledky

6.1. Rozdělení PZPP a jejich vhodnost pro arboristiku

Byl vytvořen soupis existujících typů plošin, které jsou v současné době používány. Různých rozdělení může být vícero, existuje mnoho kritérií rozdělení. Zde se však jedná o mnou vytvořený soupis, vypracovaný podle toho, jak je popsáno v metodice.

Pracovní plošiny jsou typem manipulační techniky umožňující práci ve výškách. Každá pracovní plošina je vybavena pracovním košem, ve kterém je pracovník vyzdvižen směrem nahoru nebo do strany. Pracovní plošiny lze dělit podle mnoha hledisek.

Podle typu pohonu:

- Elektrické

Plošiny, které využívají ke svému provozu elektrickou energii. Jejich pohonem jsou vestavěné akumulátory. Díky svým malým rozměrům a pohonu (kdy nedochází k uvolňování zplodin) jsou ideální pro použití v interiérech a uzavřených prostorech. Většina elektrických plošin je vybavena integrovanou nabíječkou. Kvůli nedostačujícímu výkonu a nízké pracovní výšce jsou pro použití v arboristice nevhodné.

- Dieselové

Tyto plošiny ke svému provozu využívají vznětový (Dieselův) motor. Ten jim poskytuje dostatečný výkon, který je využitelný pro dosažení vyšších poloh a náročnějších úkonů. Kvůli vznikajícím zplodinám je nemožné jejich využívání v uzavřených prostorech, a jsou proto využívány pro práci v exteriéru. Jsou tedy vhodnější pro využití v péči o stromy. Dieselové pracovní plošiny jsou vhodné pro práce i na nebezpečném povrchu. Dieselové plošiny jsou obvykle vybaveny pohonem všech čtyř kol, výkonným motorem, hydraulickými oporami, možností výkyvu náprav a pracovním košem s většími rozměry i nosností. Existují i vysokozdvizné plošiny, konstruované jako adaptéry k traktorům či jako přívěsy za tažná vozidla.

Podle zdroje hnací síly:

- S vlastním pohonem
Plošiny se samostatným, soběstačným pohonem. Využívají energii diesellového motoru či elektromotoru. Vhodné pro použití v mnoha oblastech a na různých lokalitách. Jejich nevýhodou je složitější transport na delší vzdálenosti. Vhodné pro použití v arboristice, např. pro péči o stromy ve městě.
- Nástavby (pevně přimontované k vozidlu)
Tyto plošiny jsou pevně přimontovány k vozidlu a ke svému provozu tedy využívají hnací síly vozidla, jehož jsou součástí. (např. vozy Avia A31, Tatra 148) Nejsou limitovány dojezdovou vzdáleností, vhodné pro použití v Arboristice.
- Přívěsové plošiny
Jedná se o plošiny, které k transportu potřebují jiné vozidlo. Nejsou tedy k vozidlu pevně přimontovány, dají se pouze připojit jako přívěsná zařízení. I zde však existují dva typy pohonu. První možností je, že se jedná o přívěsnou plošinu s vlastním pohonem, který slouží k její manipulaci. Druhou možností jsou plošiny, které pomocí adaptéru využívají hnací síly vozidla, např. traktoru.

Podle typu konstrukce:

- Kloubové
Tyto plošiny jsou opatřeny dvěma nebo více rameny, která jsou spojena klouby umožňující pohyb ve svislé rovině. Spodní rameno je připojeno k točce, která umožňuje otáčení se kolem své osy. Předností kloubových plošin je možnost vytočení kloubu s pracovním košem o 360°. Také díky tomu se tato plošina se dokáže dostat kolem překážky, která by znemožňovala práci jiných typů plošin. Tyto plošiny mohou být s vlastním pohonem či jako nástavby na vozidlu. Maximální dosah je různý podle konkrétní plošiny a jejich bezpečné pracovní zatížení (SWL) je až 272 kg. Tento typ plošin je díky své dostupnosti a variabilitě vhodný pro použití v Arboristice. Na kloubových plošinách byla prováděna měření, která jsou uvedena dále. Výškový dosah kloubových plošin se pohybuje v rozmezí 10 – 27 metrů a stranový dosah v rozmezí od 6 do 15 metrů. Maximální povolený náklon je 3°.

- Nůžkové

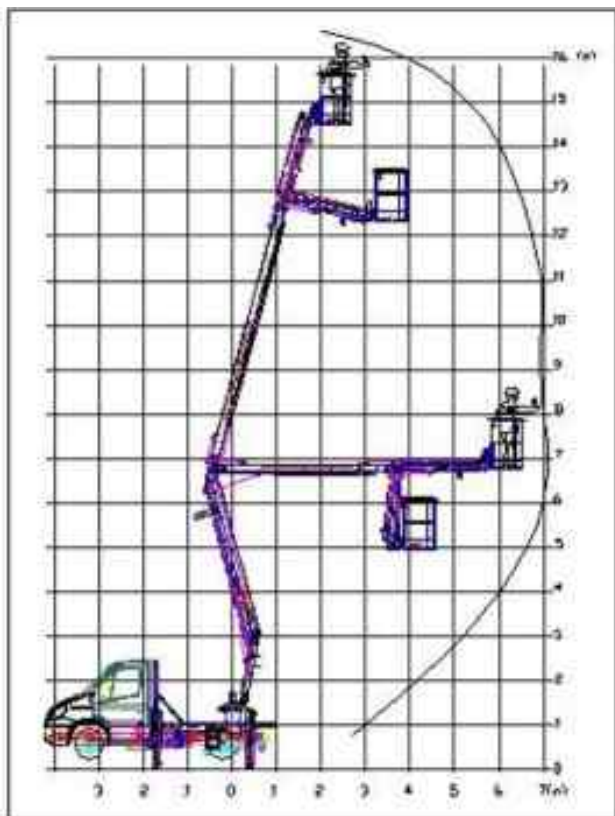
Tento typ plošin je vybaven pracovním košem, který je připojen na nůžkovitě se zvedající výložník. Podmínkou je vodorovný terén, po kterém se plošina pohybuje. Výhodou je vysoká nosnost koše, v krajním případě až téměř 1,2 t. Tento typ umožňuje pouze pohyb nahoru a dolů, proto je až na malé výjimky pro použití v Arboristice nevhodný. Další nevýhodou je rozměrný pracovní koš s ostrými rohy, které by mohly způsobit poškození stromu. Maximální výškový dosah se pohybuje v rozmezí 5 – 18 metrů. Maximální povolený náklon je 6°.

- Teleskopické

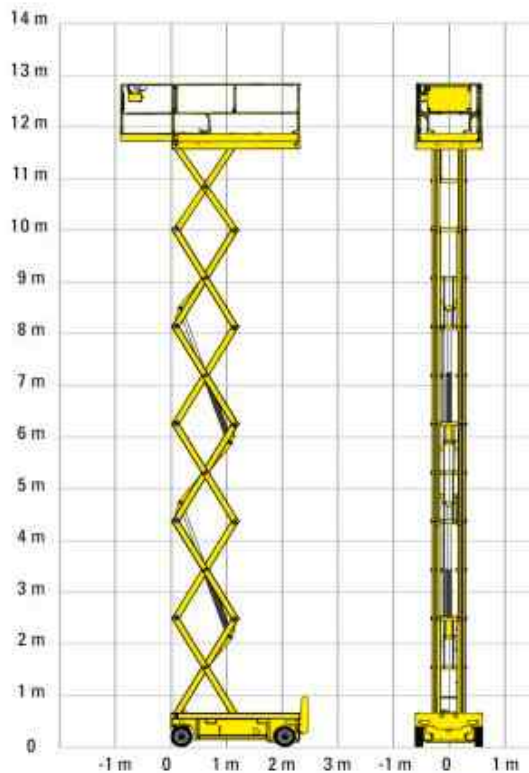
U teleskopické plošiny je rozšíření možné pouze lineárním způsobem. Ramena mohou mít jednu nebo více pohyblivých částí a jsou připojen k točce, která umožňuje rotaci a změnu úhlu ramene. Výložníky jsou kratší a jejich ukládání pro jízdu po silnici je tedy jednodušší. Pracovní výška se může pohybovat od 12 m do 70 m a bezpečné pracovní zatížení (SWL) je až 317 kg. Teleskopické plošiny jsou limitovány rozšířením jen jedním směrem. V arboristice je však nutná větší manipulace s košem podle konkrétní situace, např. při průjezdu korunou. Proto jsou ve většině případů pro použití v péči o stromy nevhodné. Maximální povolený náklon je 3°.

- Kombinované

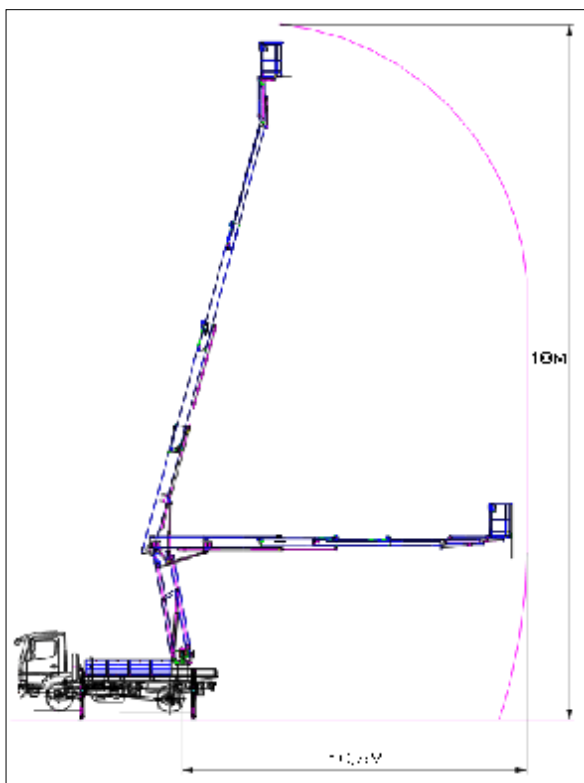
Existují plošiny, které jsou svou konstrukcí kombinací výše uvedených typů, a to kombinace kloubové a teleskopické plošiny. Využívají tak výhod obou typů (např. možnost dostat se do centrální části koruny, aniž by došlo k poškození okrajových částí, překonání pevných překážek). I relativně vysoký dosah (až 28 m) a stranový dosah (až 12 m) z něj činí velmi vhodný typ plošiny pro použití v péči o dřeviny rostoucí mimo les. *Bylo by vhodné použít tento typ kapitole „Zjištěné technické parametry vybraných plošin“.* Bohužel tento typ nebyl k dispozici.



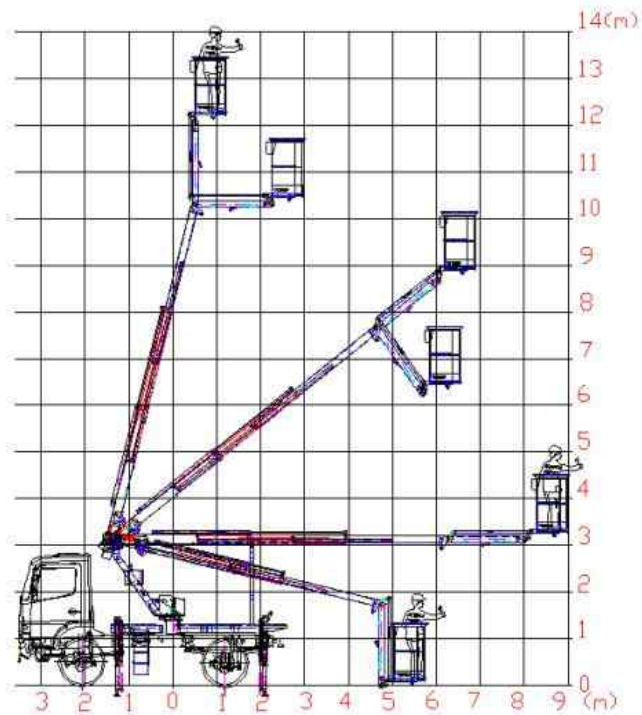
Obr. 6: Nákres kloubové plošiny
<http://www.vysokozdvizneplosiny.sk/galerie.php?id=ipk16-3/nakres.png> (3.4.2015)



Obr. 7: Nákres nůžkové plošiny
<http://www.plosiny-vondrasek.cz/samohybneplosiny-rady-x/compact14.php> (3.4.2015)



Obr. 8: Nákres teleskopické plošiny
<http://www.vysokozdvizneplosiny.sk/plosina-IPT12-1A.html> (3.4.2015)



Obr. 9: Nákres kombinované plošiny
<http://www.vysokozdvizneplosiny.sk/galerie.php?id=ipt18-1AA/diagram.jpg> (3.4.2015)

6.2. Přehled používaných PZPP vhodných pro použití v arboristice

Tab. 1: Přehled vybraných vysokozdvížných plošin využívaných v arboristice

Typ plošiny	Typ konstrukce	Druh plošiny	Maximální pracovní výška	Maximální nosnost koše	Hmotnost	Pohon
Multicar MP 25	Kloubová plošina	Nástavba na vozidle	10 m	200 kg	3,4 t	Aku
Avia MP 13	Kloubová plošina	Nástavba na vozidle	13 m	225 kg	5,4 t	Aku
Avia MP 16	Kloubová plošina	Nástavba na vozidle	16 m	225 kg	5,6 t	Aku
Liaz MP 21	Kloubová plošina	Nástavba na vozidle	21 m	550 kg	13 t	Diesel
Tatra 148 MP 27	Kloubová plošina	Nástavba na vozidle	27 m	240 kg	22 t	Diesel
Nissan Cela Z 220	Kloubovo-teleskopická	Nástavba na vozidle	22 m	200 kg	3,5 t	Aku
Avia - IPT 20-1	Teleskopická plošina	Nástavba na vozidle	20 m	250 kg	5,5 t	Aku
Iveco - AUTEL230 HE+HE	Teleskopická plošina	Nástavba na vozidle	22,5 m	200 kg	3,5 t	Aku
VW Ruthmann MP 22	Teleskopická plošina	Nástavba na vozidle	22 m	200 kg	3,4 t	Aku
Man Ruthmann 31	Teleskopická plošina	Nástavba na vozidle	31 m	200 kg	7,4 t	Diesel
Haulotte Group HA 16 PX	Kloubová plošina	S vlastním pohonem	16 m	230 kg	7,2 t	Diesel
Haulotte Group HA 41 PX	Kloubová plošina	S vlastním pohonem	41 m	350 kg	23 t	Diesel
Haulotte Group H 16 TPX	Teleskopická plošina	S vlastním pohonem	16 m	230 kg	7 t	Diesel
Denka Lift	Teleskopická plošina	Přívěsná plošina	25 m	200 kg	3,1 t	Diesel
Blue Lift R 180 C	Speciální plošina	S vlastním pohonem	18 m	200 kg	2 t	Aku/Diesel

Existuje mnoho různých typů plošin (viz výše) používaných pro různé činnosti a úkony. Ne všechny jsou však vhodné pro arboristiku. Tabulka č. 2 představuje výčet různých typů pojízdných zdvihacích pracovních plošin, které jsou svou stavbou vhodné pro použití v péči o stromy. Převládají kloubové a teleskopické plošiny, a to díky jejich dosahu a vhodné konstrukci. Maximální pracovní výška se obvykle liší podle velikosti vozidla, na kterém je plošina přimontována. Jedná se o nástavby na nákladní vozidla. Maximální nosnost koše se pohybuje kolem 250 kg, mimo výjimky (vozy Liaz, Haulotte Group). Pohon plošiny je u jednotlivých typů různý. Obecně se dá říci, že plošiny s vyšším dosahem využívají ke svému pohonu dieselového motoru, zatímco u plošin s nižším dosahem se můžeme setkat s elektrickým pohonem. U kloubových plošin se můžeme setkat s dvěma typy pohonu, které mohou být na sobě nezávislé. Podvozek je poháněn dieselovým motorem a nástavba je poháněna elektrickou energií, kterou může plošina získávat z akumulátoru vozidla, nebo připojení do elektrické sítě (380 V).

6.3. Zjištěné technické parametry vybraných plošin

Tab. 2: Rozbor technických dat vybraných plošin

typ plošiny	Daewoo M 1407 - A		Avia MP16		Tatra MP27	
typ konstrukce	kloubová plošina		kloubová plošina		kloubová plošina	
druh plošiny	nástavba na vozidle		nástavba na vozidle		nástavba na vozidle	
rok výroby	1999		1989		1978	
hmotnost plošiny	4,3 t		5,1 t		18 t	
nosnost pracovního koše	200 kg		225 kg		240 kg	
maximální výškový dosah	14,2 m		16 m		27 m	
maximální boční dosah	6,9 m		8,1 m		15 m	
otočení	360°		360°		360°	
dobu trvání úkonů	udáváno	změřeno	udáváno	změřeno	udáváno	změřeno
doba vyložení 1. ramene	10 s	10 s	20 s	30 s	25 s	30 s
doba vyložení 2. ramene	20 s	25 s	30 s	50 s	60 s	70 s
doba vyložení 3. ramene	20 s	25 s	x	x	60 s	70 s
doba otočení kolem osy	65 s	70 s	65 s	70 s	95 s	105 s
doba přípravy	30 s	35 s	50 s	60 s	40 s	55 s



Obr. 10: Daewoo M 1407 – A



Obr. 11: Tatra MP 27



Obr. 12: Avia MP16

Byl proveden rozbor technických dat vybraných vysokozdvížných plošin, který je zobrazen v tabulce č. 2. Jednotlivé stroje jsou sice shodným druhem plošiny a shodným typem konstrukce, ale liší se v maximálních dosazích, hmotnostech, nosnostech i dobách trvání jednotlivých úkonů apod. V následující tabulce mezi sebou jednotlivé vlastnosti porovnávám pro zjištění, která z vybraných plošin je pro použití v arboristice nejvhodnější. (porovnávání dle metodiky)

Tab. 3: Bodové vyhodnocení vybraných PZPP

Parametr	Důležitost	Testované plošiny					
		Daewoo M 1407 - A		Tatra MP 27		Avia MP 16	
		body	hodnota	body	hodnota	body	hodnota
Výškový dosah	5	3	15	5	25	3	15
Stranový dosah	5	3	15	5	25	4	20
Nosnost	3	3	9	4	12	4	12
Hmotnost	3	5	15	2	6	4	12
Vliv na nezp. povrch	4	4	16	2	8	3	12
Ekonomika	5	5	25	1	5	5	25
Rychlost	4	4	16	2	8	5	25
Velikost pracovního koše	3	4	12	2	6	4	12
Ekologie	3	4	12	2	6	3	9
Typ vozidla podvozku	2	2	4	2	4	2	4
Výsledná hodnota		37	139	27	105	37	146

Výškový/stranový dosah – maximální možná výšková/stranová pracovní pozice

Nosnost – maximální předepsaná nosnost pracovního koše, která nesmí být překonána

Hmotnost – celková hmotnost vozidla

Vliv na nebezpečný povrch – negativní vliv způsobený při práci a pojezdu PZPP

Ekonomika – průměrná cena z pronájem plošiny

Rychlost – doba trvání úkonů jednotlivých částí plošiny (vyložení ramen, rozložení patek)

Velikost pracovního koše – rozměry pracovního koše plošiny, čím větší rozměry, tím horší přístup do koruny, vyšší riziko poškození stromu

Ekologie – možný negativní vliv na okolí (výfukové plyny, unikající kapalina), čím starší stroj, tím větší riziko úniku kapalin či vzniku zplodin.

Typ vozidla podvozku – nákladní vozidlo, stejné hodnoty

Z tabulky vyplývá, že z posuzovaných plošin je nejvhodnější plošinou pro použití v arboristice plošina na vozu Avia MP16. Jedná se sice o starší typ, avšak díky své univerzálnosti a relativní dostupnosti se jedná o jednu z nejpoužívanějších plošin v České republice.

6.4. Porovnání výhod a nevýhod vysokozdvížných plošin a stromolezeckých technik

Tab. 4: Porovnání použití vysokozdvížných plošin a stromolezení

Porovnání výhod a nevýhod použití vysokozdvížných plošin oproti klasickým stromolezeckým metodám	
Vysokozdvížné plošiny	Stromolezení
Výhody	Výhody
bezpečnost	detailní pohled
nosnost	prostupnost korunou
rychlost	šetrnost ke stromu a okolí
pohodlí	nezávislost na lokalitě
dosah do okraj. částí	ekonomické faktory *
Nevýhody	Nevýhody
ekonomické faktory *	pomalejší
omezený dosah	nepřístupnost do okraj. částí
neprostupnost korunou	není univerzální
není univerzální	větší závislost na
kvalifikační požadavky	schopnostech pracovníky
* v závislosti na konkrétním případě, viz dále	

Z uvedeného je zřejmé, že použití plošin i stromolezení jsou spojeny s kladnými i problematickými, či dokonce zápornými aspekty, které je v reálném provozu nutno zohledňovat. Hlubší vyjádření těchto aspektů je uvedeno dále.

Výhody použití vysokozdvížných plošin

Bezpečnost

Jedná se o jeden z nejbezpečnějších způsobů přeprav osob nebo materiálu při práci ve výškách. Pracovník stojí na pevné podlaze, která je ve vodorovné pozici. Během manipulace a práci s plošinou je pracovník přivázan pojistným úvazkem, který zabraňuje nechtěnému pádu. Pracovník je ukotven k plošině, což eliminuje riziko pádu v následku nesprávně uvázaného uzlu či opotřebeného lana. Další výhodou je, že pracovník není kotven ke stromu, na kterém pracuje. Je proto eliminováno riziko selhání kotevního bodu na stromu. Pracovník musí po celou dobu práce používat předepsané osobní ochranné pracovní pomůcky (OOPP). Možnost práce na nestabilních, suchých, poškozených a havarijních stromech; při odstraňování škod způsobených přírodními katastrofami.

Nosnost

Použití vysokozdvizných plošin dává pracovníkovi možnost snazší přepravy nářadí či materiálu do výšky (například sada pro instalaci bezpečnostní vazby, ruční řetězová motorová pila a jiné). V některých případech lze použít plošiny jako jeřábu na přepravu, pokud je to v souladu s pokyny výrobce – např. odvoz řezaných větví při ořezávání stromu, je-li v dopadové ploše překážka. Každý typ plošiny má však svou hraniční nosnost, tzv. bezpečné pracovní zatížení (Safe Working Load – SWL), která je uvedena výrobcem, a která nesmí být překonána.

„Pohodlí“

Pracovník musí být jištěn proti pádu pracovním úvazkem (viz ČSN ISO 18893, 2006) Ten však na rozdíl od stromolezení není určen jako primární pomůcka pro výstup do koruny stromu, má zde pouze funkci bezpečnostní. Pracovník v něm tedy není zavěšen po celou dobu výkonu práce. Nehrozí tak riziko vzniku otláčenin při dlouhodobém či nesprávném používání. Pracovník se může volně pohybovat po pracovním koši (možnost vyhnout se padající větví). Další výhodou je možná spolupráce dvou pracovníků v jednom pracovním koši při dodržení předepsaných bezpečnostních opatření (např. pomoc při postupném kácení s překážkou v dopadové ploše). Limitováno předepsanou maximální nosností.

Rychlost, časová efektivita

Použití vysokozdvizných plošin nabízí možnost časově efektivnější práce. V porovnání se stromolezením se jedná o rychlejší a snazší variantu přístupu do koruny stromu, která je zajištěna prací stroje, nikoliv pracovníka. Ve vhodných lokalitách (ve stromořadích či v porostu) a při vhodném umístění plošiny lze z jednoho stanoviště pracovat na více stromech. Eliminuje se tak čas trvajícím stromolezci při přesunu mezi jednotlivými stromy. Výhodou je použití v příkladech, kdy je nutné provést práci v krátkém časovém úseku (ořez stromu nad frekventovanou silnicí).

Dosah

V závislosti na konkrétním případě. Výhodou je, že použití plošin nabízí pohodlný přístup do okrajových částí koruny (limitováno maximálním dosahem a typem plošiny). Ideální u menších stromů. Možnost převozu materiálu v případě překážky v dopadové

ploše, viz výše. Každá plošina má předepsaný maximální výškový a stranový dosah. Jedná se o maximální výšku, ve které je možné provádět práci. Každý plošina má také předepsaný maximální povolený náklon, ve kterém může bezpečně pracovat. Při překonání tohoto náklonu může dojít v krajních polohách ke vzniku rizika z důvodu ztráty stability. Proto musí být při práci dodržovány veškeré provozní předpisy.

Závislost na vnějších podmínkách

Práce s použitím zdvihacích plošin není závislá na počasí tolik jako při práci s použitím lanových technik. Eliminuje se riziko uklouznutí po namrzlé větvi apod. Možná je práce při dešti i sněhu. Zůstává však riziko při práci za silného větru přesahujícím 32 km/h. Zakázána je i práce za bouřky.

Nevýhody použití vysokozdvizných plošin

Vliv na strom

V České republice jsou obvykle používány plošiny s rozměrným kovovým košem s ostrými hranami. Proto při práci hrozí riziko polámaní větví, odření kmene či jiné nežádoucí poškození stromu. Proto je také v některých případech nemožné dostat se do centrálních částí koruny, aniž by vznikly nechtěné škody na stromě. To je nevýhodou při určitém typu řezu (např. Odstranění výmladků – OV). V zahraničí je běžné použití speciálních arboristických plošin, které jsou konstruovány přímo pro péči o stromy (koš pro jednu osobu s oblými rohy, kombinace teleskopické a kloubové konstrukce).



Obr. 13: Speciální arboristická plošina

Vliv na okolí stromu

Pokud není možné provádění práce na zpevněné ploše, může dojít ke změně stanoviště, a to z důvodu zhutnění půdy v okolí báze stromu. Zhutnění půdy se blíže věnuji v dalších kapitolách. Dalším rizikem je možnost poškození okolních stromů či staveb při neopatrné manipulaci s plošinou.

Závislost na stanovišti

Vysokozdvížené plošiny se nedají použít ve všech případech, neboť potřebují ke svému provozu dostatečný prostor, pevný povrch a také příjezdovou cestu. Ne vždy je možné tyto podmínky splnit. Proto je v takových případech výhodnější použití stromolezeckých technik.

Dosah

Práce s použitím vysokozdvížené plošiny je limitována maximálním dosahem plošiny a ne velikostí stromu, jak by tomu mělo být. Tento problém se dá eliminovat, pokud je před započítáním práce proveden průzkum terénu a následuje volba vhodné plošiny. V krajních případech však může být nedostatečný dosah plošiny problémem (vzrostlý strom, nakloněný nad vodní hladinu). Použití nastavných můstků, žebříků či lešení za účelem vyššího dosahu je zakázána.

Kvalifikační požadavky

Práci s vysokozdvížnou plošinou může provádět pouze řádně proškolená obsluha (viz ČSN ISO 18893, 2006). Proto musí pracovník provádějící zásah na stromě být příslušně kvalifikován, nebo musí manipulaci s plošinou provádět jiná proškolená osoba.

Ekonomické faktory

Viz níže.

Výhody použití stromolezeckých technik

Detailní pohled

Výhodou použití stromolezeckých technik je možnost detailního prozkoumání konkrétního úkazu na stromě, tedy že si pracovník může prohlédnout daný problém „zblízka“. Stromolezení nabízí relativně pohodlný přístup do celé centrální části koruny, což je velice výhodné při vykonávání některých typů ošetření (např. Zdravotní řez – RZ). Je tak zajištěno pečlivé provedení řezu, které by mohlo být při provádění z plošiny např. teleskopickou ruční pilkou (pinohou) méně kvalitní a mohlo by tak dojít k poškození jiných částí stromu.

Prostupnost korunou, šetrnost ke stromu

Stromolezec způsobí při průchodu korunou jen drobné škody na rozdíl od rozměrného koše plošiny. V mnoha případech by ani použití plošiny jako prostředku pro přístup do koruny stromu bez negativního vlivu na strom nebylo možné, např. stromy s příliš hustou korunou či jinak znemožňující přístup do koruny či práci v koruně stromu. Oproti tomu stromolezec má možnost průchodu celou centrální částí koruny, což mu dovoluje vhodnější provádění některých zásahů, viz výše.

Šetrnost k okolí stromu

Stromolezení má jen malý vliv na okolí stromu. Použití této metody ve většině případů nezpůsobí zhutnění půdy, či poškození jiných stromů či budov. Problém by mohl nastat při neopatrné manipulaci s odřezávanými větvemi, kdy by padající větve mohla způsobit škodu na zdraví či majetku. Při dodržení bezpečnostních opatření a pracovních postupů (Nařízení vlády 362/2005 Sb.) se lze těmito situacím vyhnout či je minimalizovat.

Nezávislost na lokalitě

Při použití stromolezeckých metod odpadá problém s přístupovou cestou pro plošinu či velikostí prostoru. Nejsou tak vyloučeny lokality se špatnou dostupností, s nezpevněnou plochou či malým manipulačním prostorem jako je tomu při použití plošin. Použití stromolezeckých metod tedy nabízí rozsáhlejší možnosti využití, viz dále.

Ekonomické faktory

Viz níže.

Nevýhody použití stromolezeckých technik

Doba trvání práce

Jedná se o pomalejší přístup do koruny stromu a pohybu v koruně, neboť délka trvání práce závisí na schopnostech pracovníka. Celková doba výkonu práce pomocí stromolezeckých technik zahrnuje instalaci lana do koruny, výstup do koruny stromu a samotné vykonávání práce. Z dotazníku bylo zjištěno, že použití plošiny je rychlejší než odvedení stejné práce pomocí stromolezeckých technik, viz obrázek č. 15, který popisuje vývoje spotřeby pracovního času pro práci s plošinou a stromolezení.

Nepřístupnost do okrajových částí koruny

Použití stromolezeckých technik snižuje či znemožňuje přístup do okrajových částí koruny. To může být způsobeno nedostatkem silných větví sloužících jako kotevní bod. Proto zde může hrozit riziko vzniku úrazu. Proto je při provádění některých zásahů, například Obvodové redukce – RO, vhodnější použití vysokozdvizné plošiny.

Větší závislost na schopnostech pracovníka

Zásah na stromě, která je prováděn pomocí stromolezeckých technik může být pro pracovníka více vyčerpávající než práce s použitím PZPP. Pracovník je jištěn pracovním postrojem, který může být při dlouhodobém či nesprávném používání způsobit otláčeniny. Veškerá práce je závislá na schopnostech pracovníka a vzniká tak zátěž, která je při použití montážních plošin minimalizována prací stroje.

Příležitosti použití vysokozdvizných plošin (nemožné použití lanových systémů)

V praxi je možné se setkat i s případy, kdy není možné použít lanových technik, a proto je vhodné použití pojízdných zdvihacích pracovních plošin. V tomto případě jsou eliminována omezení z důvodu nepřístupnosti terénu. Jedná se o případy, ve kterých by mohlo dojít k ohrožení zdraví pracovníka či k poškození stromu.

- Práce na nestabilních stromech

Při práci na viditelně nestabilních stromech, například při rozšířené hnilobě na kosterních větvích je použití lanových technik rizikové, protože hrozí nebezpečí nepředvídatelného odlomení kotevního bodu či jiné destabilizaci stromu související

s rizikem pádu. Proto je zde ideálnější použití plošiny – pracovník není ukotven ke stromu, na kterém pracuje.

- Práce na suchých stromech

I zde hrozí riziko odlomení kotevního bodu, viz výše.

- Práce na mladých stromech

Při lezení na mladých stromech často hrozí riziko jejich poškození, jako je rozlomení či vyvrácení. Ideálnější možnost – použití vysoko zdvižných plošin, či žebříku.

- Práce na zvláštních stromech

Do této skupiny patří stromy, které svým habitem nebo svými vlastnostmi nebo okamžitým stavem znemožňují použití lanových technik, např. stromy s nestabilní sekundární korunou, stromy s rozsáhlou infekcí dřevokaznými houbami, stromy vyvrácené vichřicí, apod.

- Provádění některých zásahů

Provádění některých zásahů na stromech znemožňuje použití lanových technik. Jedná se například o Stabilizaci sekundární koruny (SSK), kdy může dojít k destabilizaci kotevního bodu – ideálnější je použití plošiny; dále při provádění Výchovného řezu (RV) na mladých stromech, viz výše.

- Práce v nepříznivých podmínkách

I použití lanových technik je vázáno na vnější vlivy, jako je například počasí. I zde platí, že je zakázáno pracovat při bouřce či za silného větru. Tato metoda je však oproti práci s plošinou více závislá na okolních podmínkách. (riziko uklouznutí po namrzlé či mokré větvi)

Nemožné/nevhodné použití vysoko zdvižných plošin

Existují případy, které znemožňují použití vysoko zdvižných plošin. V těchto případech je vhodné použití lanových technik pro přístup do koruny stromu.

- Práce v místech s nestabilní plochou či v místech, kde pevná plocha chybí úplně.

Nestabilní plochou je myšlena práce v místě, kde není pod povrchem celistvá vrstva zeminy a nalézají se zde stavby, u nichž není jistá jejich nosnost (např. sklepy, šachty, apod.). Zde hrozí riziko propadu a následného převrácení plošiny. Mezi místa s chybějící plochou patří lokality, které nedisponují plochou, na které by bylo možné postavit plošinu. Příkladem je kácení stromů na skále či

kácení stromů na zamokřených a podmáčených místech (kde by hrozilo riziko uvíznutí plošiny).

- Práce v prudkém svahu.

Při práci v prudkém svahu hrozí riziko převrácení plošiny. Práce v mírném svahu je možná, ale jen při podržení předepsaných bezpečnostních pravidel. Proto není možné postavení plošiny kolmo ke svahu, kde by při maximálním rozložení mohlo opět dojít k převrácení.

- Práce v nedostatečných prostorách

Pojízdná zdvihací pracovní plošina potřebuje dostatečný prostor ke svému provozu (zdvihání, otáčení a dalším manipulování). Z toho důvodu použití plošin v místech s nedostatečným prostorem není možné.

- Práce v místech se špatnou přístupností

V některých případech není možné použití vysokozdvizných plošin z různých důvodů nepřístupnosti. Nejčastější příčinou může být hustý porost, nepřístupný terén či jiná plocha bez příjezdové cesty (v uzavřeném dvoře bytového domu).

- Práce ve zvláštních případech

Jedná se o případy, kdy není možné použití pracovních plošin z ekologických důvodů. Jde o místa se zvláštním režimem ochrany, jako jsou národní parky, ochranná pásma vodních zdrojů apod.; proto zde není možné použít vysokozdvizných plošin z důvodu unikání zplodin a dalších látek, hluku nebo zhutnění půdy.

- Práce v nepříznivých podmínkách

Jedná se o odlišný typ rizika – krátkodobá nemožnost použití vysokozdvizné plošiny z důvodu okamžitých přírodních podmínek (nevhodné až rizikové počasí). Plošin není možné použít za silného větru (vítr o rychlosti nad 8 m.s-1), při bouřce nebo za silného deště, kdy může dojít k podmáčení půdy.

- Práce v dalších případech, kdy hrozí riziko propadu, převrácení, uklouznutí či jiné nestability vedoucí k destabilizaci plošiny.

SWOT analýza použití pojízdných zdvihacích pracovních plošin v arboristice

Tab. 5: SWOT analýza použití vysokozdvížných plošin

SWOT ANALÝZA	
Použití pojízdných zdvihacích pracovních plošin v arboristice	
Silné stránky	Slabé stránky
bezpečnost	ekonomické faktory*
nosnost	omezený dosah
rychlost	neprostupnost korunou
pohodlí	není univerzální
dosah do okraj. částí	kvalifikační požadavky
Příležitosti	Hrozby
časová efektivita	negativní vliv na strom
možnosti použití	negativní vliv na okolí
související práce	riziko vzniku úrazu
* v závislosti na konkrétním případě	

Byla vytvořena SWOT analýza pro zhodnocení použití vysokozdvížných plošin v péči o dřeviny rostoucí mimo les.

Výhody – silné stránky, kdy je vhodnější využít zdvihacích plošin než lanových technik, ukazují přednosti plošin

Nevýhody – slabé stránky, popisují možnou negativní stránku použití vysokozdvížných plošin, či případy, kdy je použití lanových technik výhodnější

Příležitosti – popisují případy, kdy je ideální použít plošinu nebo kdy není vhodné/je nemožné použití lanových technik z důvodu vzniku možných negativních následků pro strom nebo pracovníka

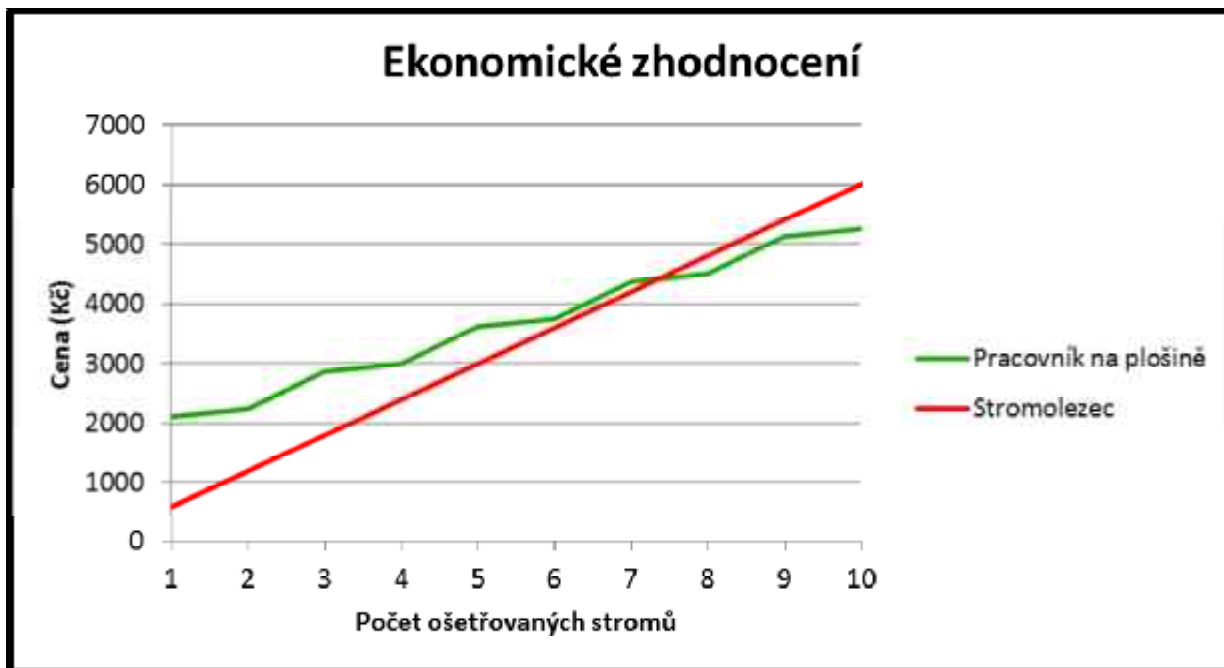
Hrozby – popisují případy, kdy není možné použít vysokozdvížné plošiny. Nebo potenciální rizika, která by mohla při používání nastat, pokud by nebyly dodrženy všechny provozní a bezpečnostní předpisy.

6.5. Ekonomické zhodnocení

Ekonomické stránka se jedním z důležitých faktorů při srovnávání použití vysokozdvizných plošin a stromolezení. V praxi tak může pomoci rozhodnout, která z možností výstupu do koruny a práce v koruně stromů bude pro danou práci vhodnější.

Níže je uveden soupis finančních prostředků souvisejících s ošetřením/kácením stromů. Tedy, když je naplánováno ošetření stromu, na co všechno je nutné vynaložit finanční prostředky.

- Dojezdová vzdálenost – vzdálenost, kterou musí pracovníci urazit k místu práce (spotřeba pohonných hmot)
- Mzda – hodinová sazba, kterou pracovník obdrží za vykonanou práci (stromolezec v rozmezí 250 – 420/h, pracovník z plošiny 150 – 300/h, v závislosti na typu práce, zjištěno z průzkumu firem nabízející arboristické služby)
- Vybavení – vybavení, které je nutné pro výkon dané práce (pracovní úvazek, prostředky pro výstup do koruny stromu, OOPP, nářadí, pohonné hmoty do motorového nářadí apod.)
- Pronájem plošiny – cena za pronájem plošiny závisí na dvou hlavních faktorech, kilometrové sazbě a hodinové sazbě. Kilometrová sazba se počítá jako dvojnásobek vzdálenosti základny plošiny (tedy místa, kde firma sídlí) a místa výkonu práce. Tato sazba se pohybuje v rozmezí od 12 do 35 Kč/km, hodinová sazba za pronájem plošiny se pohybuje v rozmezí od 300 do 1000 Kč/h, v závislosti na typu plošiny. Údaje zjištěny z průzkumu firem nabízejících pronájem vysokozdvizných plošin. Je nutné také zohlednit, jestli řidič plošiny je zároveň pracovník provádějící zásah na stromě; nebo zda řidič pouze přistaví plošinu a pracovník provádí obsluhu sám, nebo jestli řidič provádí obsluhu plošiny a pracovník vykonává pouze práci na stromě.
- Koupě plošiny je významnou investicí. Pořizovací cena takového dlouhodobého majetku se postupně přenáší pomocí odpisů do nákladů. S opotřebením souvisí nutnost údržby a oprav plošiny. Nevýhodou také zůstává, že se nedá použít jen jeden typ plošiny ve všech případech. *Jedná se o rozsáhlé téma, kterému se ve své práci podrobněji nevěnuji.*



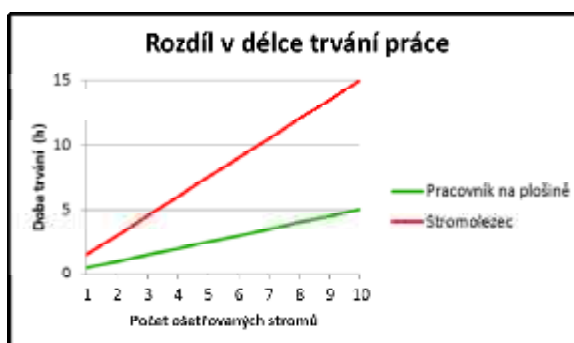
Obr. 14: Graf závislost výsledné ceny na počtu ošetřených stromů (viz tab. 6 a 15)

Graf na obrázku č. 14 znázorňuje ekonomickou efektivitu využití vysokozdvizných plošin. Data pocházejí z dotazníku (viz metodika). Z grafu vyplývá, že použití plošin na zakázku s malým rozpočtem (např. na zahradě u soukromé osoby) je méně výhodné, neboť související faktory výrazně ovlivňují cenu. Při vyšším počtu ošetřovaných stromů však související náklady postupně odpadají a od určitého počtu stromů je již použití plošin výhodnější. (Souvisejícími náklady je myšleno přistavení plošiny.) Tvar zelené křivky je způsoben hodinovou sazbou za pronájem plošiny. Pracovník je sice schopen ošetření provést za půl hodiny, při pronájmu se však připočítává každá započatá plošina.

Graf na obrázku č. 10 vychází ze stejných hodnot získaných z dotazníku. Je zde zobrazen pro ilustraci rozdíl mezi dobami trvání výkonu práce s použitím různých technik. Časová a ekonomická efektivita jsou souvisejícími faktory.

Tab. 6: Hodnoty z dotazníku

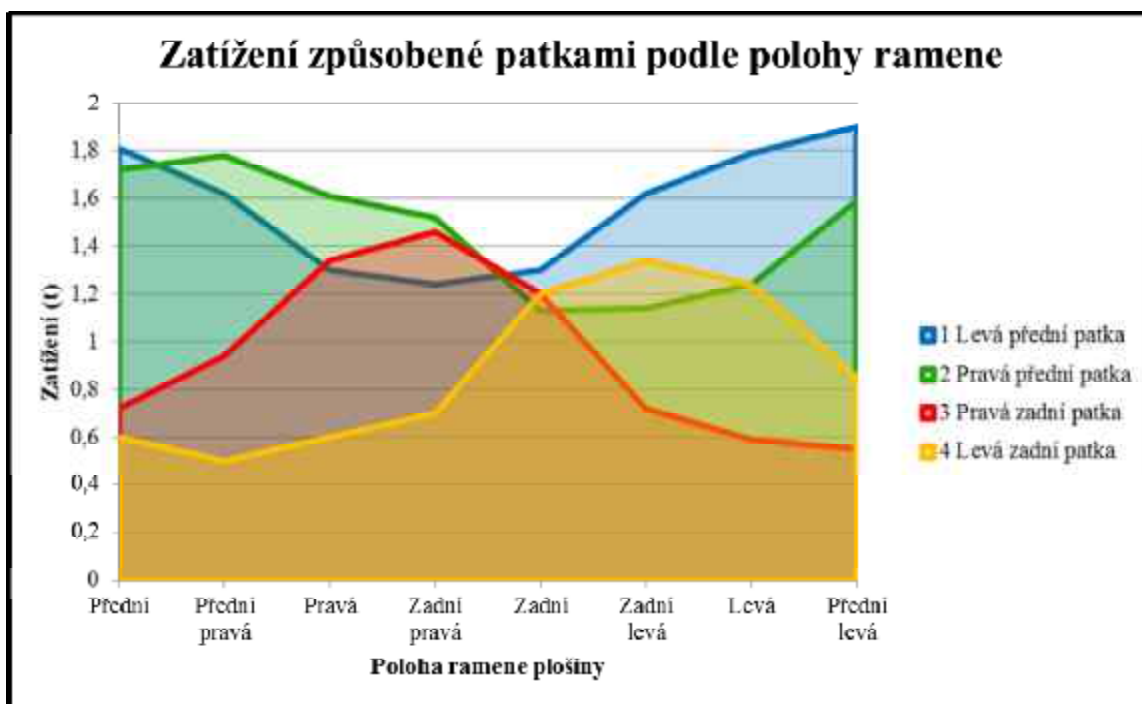
Průměrné hodnoty	
Údaj	Hodnota
Provoz plošiny 1 h	500 Kč
Přistavení plošiny	1 500 Kč
Pracovník na plošině 1 h	250 Kč
Pracovník na plošině 1 strom	0,5 hod.
Stromolezec 1 h	400 Kč
Stromolezec 1 strom	1,5 hod.



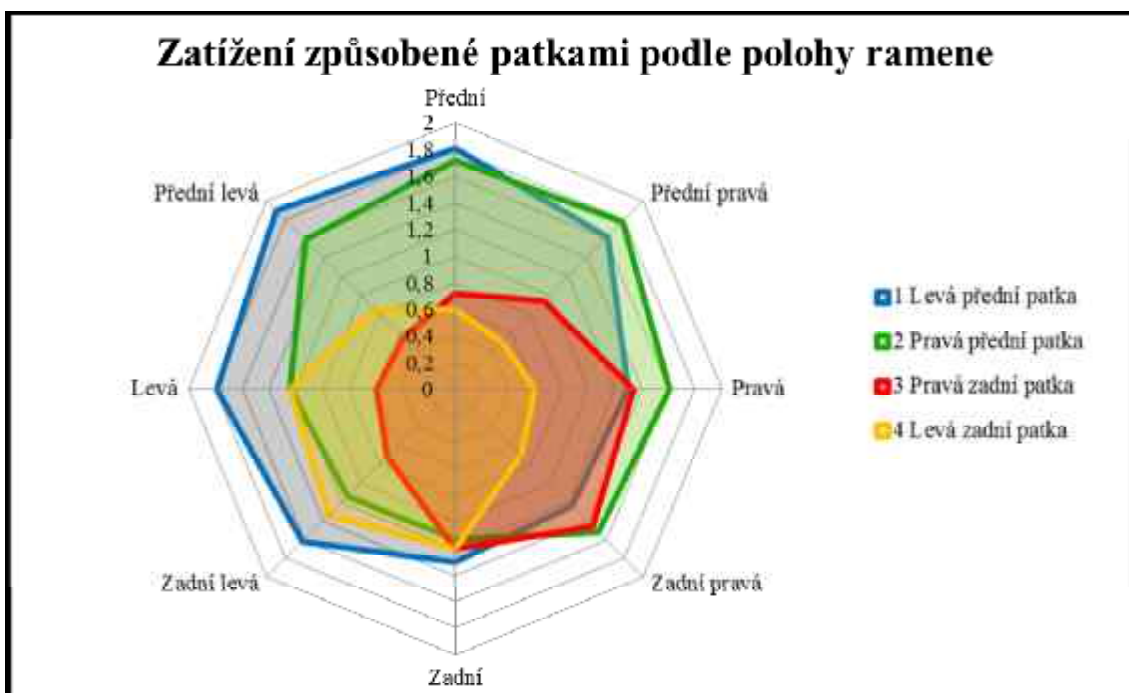
Obr. 15: Graf vývoje spotřeby pracovního času pro práci s plošinou a stromolezením

6.6. Zatížení způsobené stabilizačními patkami

Bylo provedeno měření pomocí nájezdových vah. Grafy na obrázcích č. 11 a 12 znázorňují zatížení způsobená patkami v závislosti na poloze ramene. Oba grafy interpretují stejné hodnoty, pro různou názornost jsou zde použity oba.

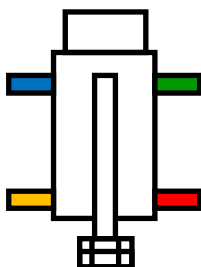


Obr. 16: Graf závislosti zatížení podle polohy ramene plošiny



Obr. 17: Paprskový graf závislosti zatížení podle polohy ramene plošiny

Různé barvy značí jednotlivé stabilizační patky, pod kterými byly umístěny nájezdové váhy (viz schematický obrázek plošiny), a názvy poloh značí místa, ve kterých se v danou chvíli nacházelo rameno plošiny. Příklad: Pravá přední stabilizační patka (zelená) naměřila nejvyšší hodnotu ve chvíli, kdy se nad ní nacházelo rameno, naopak nejnižší hodnota byla na této patce naměřena s ramenem v poloze nad zadní levou patkou.



Obr. 18: Schematický nákres plošiny, rameno v zadní poloze

Přepočet působícího tlaku

Dle vzorce $p = F/S$ byly vypočítány hodnoty tlaku působícího na půdu. Nejprve samotných patek ($S = 59,69\text{cm}^2$), následně s použitím rozkladových desek ($S = 1600\text{cm}^2$).

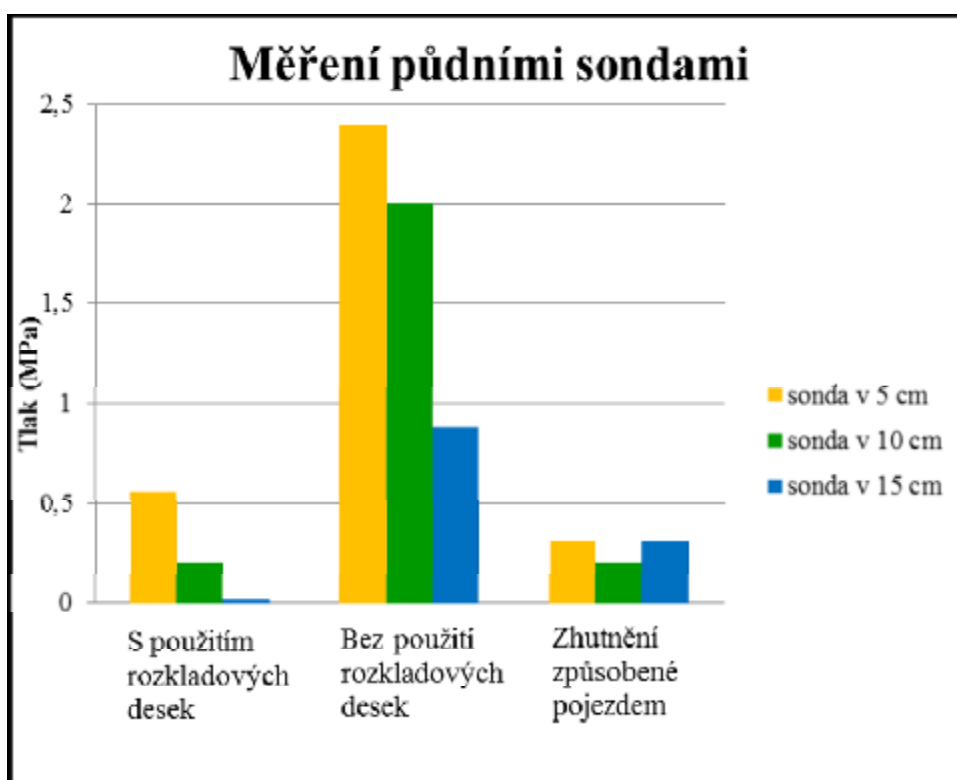
Tab. 7: Rozdíl v působícím tlaku

Tlak způsobený stabilizačními patkami ($S = 59,69\text{cm}^2$)		Tlak s použitím rozkladových desek ($S = 1600\text{cm}^2$)	
1	2,7	1	0,1
2	2,5	2	0,09
3	1,4	3	0,05
4	1,4	4	0,05

Výpočtem bylo dokázáno, že použití rozkladových desek (rozměrů 40 x 40 cm) výrazně (až o 96%) snižuje negativní vliv na půdní povrch a dokáže tak zabránit zhutnění.

Všechna data z tohoto měření, včetně hodnot působení podvozku jsou uvedeny v příloze.

6.7. Měření okamžitých tlaků v půdě pomocí půdních sond



Obr. 19: Graf zatížení stabilizačními patkami a pojezdem

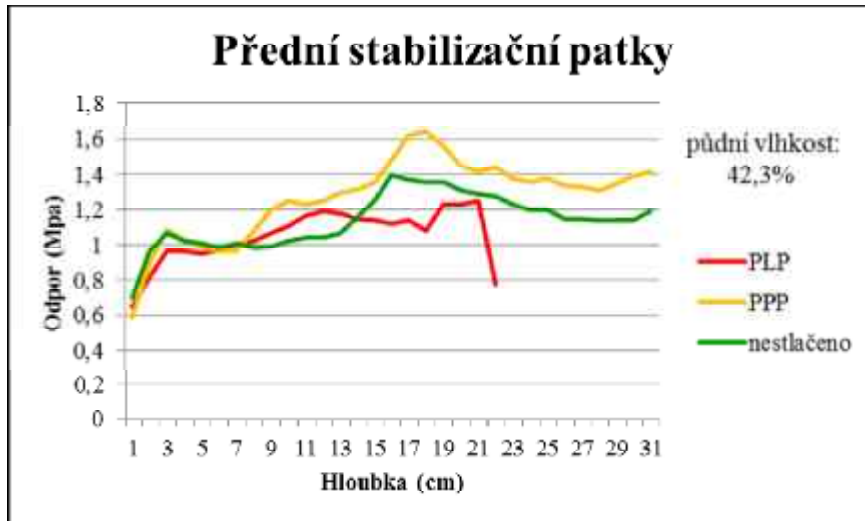
Graf na obrázku č. 19 znázorňuje průměrné hodnoty naměřené půdními sondami. Je z něj patrné, že je velký rozdíl, když je používáno rozkladových desek oproti práci bez jejich použití. Nejmarkantnější rozdíl je patrný u hodnot, které naměřila sonda umístěná v pěti centimetrech, kdy byl zaznamenán nárůst téměř o 77%. Nejmenší výkyvy vykazovala sonda umístěná v 15 cm, kdy při použití desek nebyla změna téměř patrná. Důvodem je pravděpodobně skutečnost, že stabilizační patky působí povrchové zhutnění, které se při měření více do hloubky snižuje. Poslední hodnoty v grafu ukazují údaje, které byly naměřeny při přejezdu vozidlem přes sondy, kdy nejnižší hodnota byla naměřena sondou v deseticentimetrové hloubce. Je nutné podotknout, že naměřené údaje nemohou být stoprocentně směrodatné, protože půda na měřené lokalitě je velice heterogenní, neboť se jedná o antropogenní navážku s množstvím podzemních překážek. Zjištěné informace jsou však použitelné pro získání rámcové orientace v dané problematice.

6.8. Penetrometrické měření důsledků zhutnění půdy

Následující výsledky popisují hodnoty, které byly naměřeny registračním kuželovým penetrometrem. Je však nutné uvést, že tyto naměřené hodnoty nelze zobecnit, neboť měření byla prováděna na lokalitě s velkou heterogenitou půdy – viz výše. Objevují se zde úlomky cihel a jiné stavební sutě, kvůli kterým bylo i samotné měření místy zkomplikováno.

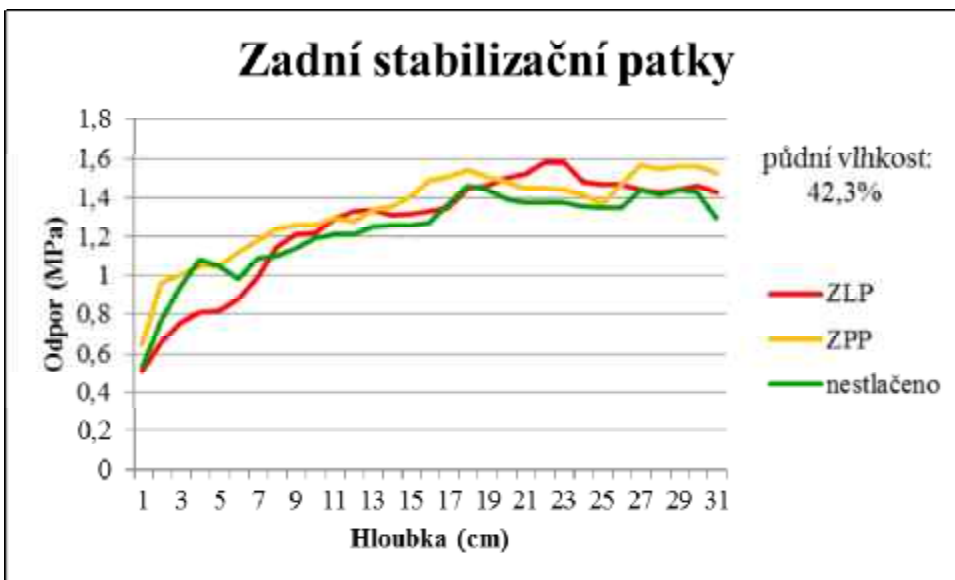
Byly měřeny hodnoty do hloubky cca 60 cm, ale při vyhodnocování se ukázalo, že s rostoucí hloubkou jsou výsledky více ovlivňovány různými faktory, a že větší vypovídající hodnotu mají spíše údaje z menší hloubky. Proto i následující grafy ukazují naměřené údaje do hloubky 30 cm.

Následující grafy ilustrují rozdíly mezi změněnými a neporušenými stanovišti. Proto je v každém grafu znázorněna změřená hodnota pod pravou a levou patkou ve srovnání s neporušeným stanovištěm, tedy mezi patkami. První dva grafy znázorňují působení samotné plošiny a jejích stabilizačních patek; třetí a čtvrtý graf znázorňuje stejnou situaci ale s použitím rozkladových desek a poslední graf popisuje zhutnění způsobené pojezdem opět ve srovnání s neporušeným stanovištěm.



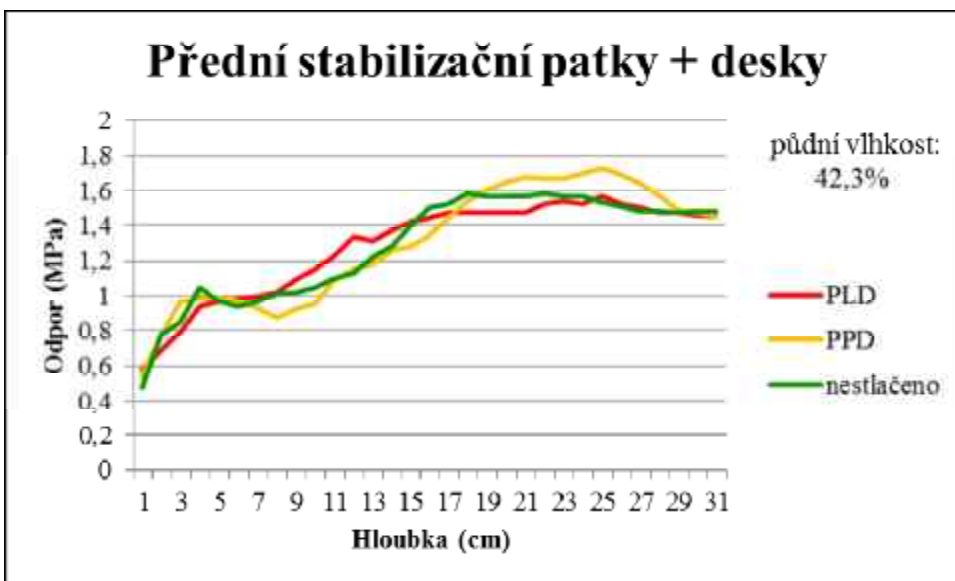
Obr. 20: Výsledky měření penetrometrem, přední stabilizační patky

Z grafu vyplývá, že nejvyšší hodnota byla naměřena pod pravou stabilizační patkou v hloubce cca 20 cm. Rozdíl mezi změněným a neporušeným stanovištěm byl zaznamenán pouze v řádech desetin megapascalů. V průběhu měření se zjistilo, že pod levou přední patkou byla ve dvaceticentimetrové hloubce ukryta neprostupná překážka, která znemožnila měření do větší hloubky. To je i možným důvodem, proč je tato měřená hodnota nejnižší.



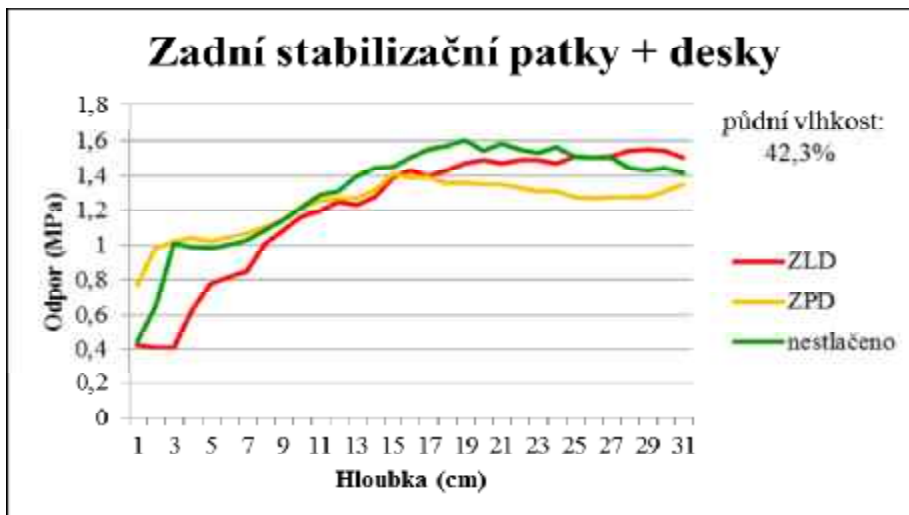
Obr. 21: Výsledky měření penetrometrem, zadní stabilizační patky

Naměřené hodnoty v grafu jsou relativně podobné. Údaje o půdním odporu začínají na hodnotách cca 0,5 MPa a při zvyšující se hloubce pokračují na hodnoty okolo 1,5 MPa. Je zde patný rozdíl mezi pravou stabilizační patkou a nedotčeným stanovištěm, opět však v řádech desetin megapascalu. Z grafu vyplývá, že pravá strana byla ztuhněna více než levá.



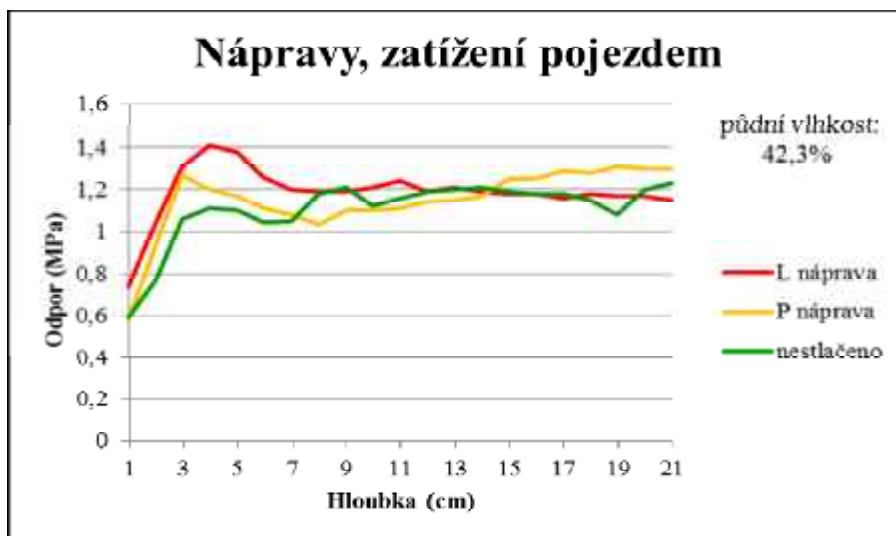
Obr. 22: Výsledky měření penetrometrem, přední stabilizační patky + rozkladové desky

V dalším měření bylo použito rozkladových desek, které se umístily pod stabilizační patky. Jak ukazuje graf, jejich použití je velice vhodné, protože křivky naměřených hodnot se vzájemně kříží, takže nebyl zaznamenán významný rozdíl.



Obr. 23: Výsledky měření penetrem, zadní stabilizační patky + rozkladové desky

Graf ukazuje, že největší rozdíl mezi hodnotami byl naměřen do hloubky 7 cm. Již dříve bylo zjištěno, že použití rozkladových desek snižuje zhutnění a s rostoucí hloubkou se při použití desek zmenšuje vliv zatížení. Graf ukazuje, že nejvyšší hodnota byla naměřena na nestlačeném stanovišti, což mohlo být pravděpodobně způsobeno podzemní překážkou.



Obr. 24: Výsledky měření penetrem, zhutnění způsobené vozidlem

Z grafu je patrné, že plošina působí na půdu nejen stabilizačními deskami, ale i vozidlem. Hodnoty ukazují povrchové změny způsobené pravou a levou nápravou ve srovnání s nezměněným stanovištěm, mezi nimi. Z grafu vyplývá, že největší zatížení při voze působí levá strana vozidla. Hodnoty se liší v řádech desetin megapascalů, je zde však patrný rozdíl.

Z logických důvodů (malý počet měření) nelze uvedené poznatky zobecnit, případně je hodnotit statistickými metodami. Dosažené výsledky mají tedy charakter orientačních výstupů, využitelných i pro ověření metodiky.

7. Diskuze

Při tvorbě soupisu používaných plošin se zjistilo, že existuje velké množství různých typů, které se od sebe navzájem liší svou stavbou, maximálním dosahem a dalšími parametry. Ne všechny jsou však použitelné v arboristice. Zároveň se nedá říci, že by existoval jediný univerzální typ plošiny použitelný na provádění všech typů zásahů a na všech stanovištích. Každá z plošin má své výhody a nevýhody, které ji určují pro práci za určitých podmínek. V České republice se často můžeme setkat s využitím plošiny na voze Avia. To může být pravděpodobně způsobeno tím, že jde o českou firmu a vozy Avia jsou tak relativně snadno dostupné. Tato plošina má obvykle dosah 13 – 16 m, což je v mnoha případech dostačující. Jiná je situace v zahraničí, kde existují speciální arboristické plošiny, které jsou primárně určeny pro použití v péči o stromy rostoucí mimo les. Tomu odpovídá i jejich konstrukce (oblý koš pro jednu osobu z tvrzeného plastu, kombinace kloubové a teleskopické plošiny). Jak již bylo uvedeno dříve, existuje více způsobů dělení plošin podle různých parametrů.

Při popisu technických vlastností bylo využito pouze dostupných plošin. Jsem si vědom, že pro vytvoření komplexnějšího soupisu technických dat používaných plošin by bylo třeba provést více zkoumání a měření. Takový výzkum by však byl časově a hlavně finančně náročnější. Myslím si, že mnou vybrané plošiny jsou navzájem odlišné, jedná se o plošiny různých dosahů, hmotností či stáří. Při bodovém hodnocení a následně vybrání nejvhodnější plošiny jsem postupoval podle svého hodnocení, popsáném v metodice. Připouštím tak, že jiný autor by mohl dojít k odlišným závěrům.

Při porovnávání výhod a nevýhod použití plošin a lanových systémů byly srovnávány vlastnosti, které autor považuje za důležité, kterých bylo čerpáno z literatury či z ústních rozhovorů s pracovníky. V tomto případě se nejedná o ověřené informace, ale praktický pohled je také přínosem pro zkoumanou problematiku.

Při tvorbě ekonomického zhodnocení jsem vycházel z hodnot získaných z dotazníku. Ten ukázal, že délka trvání práce je těžko odhadnutelnou veličinou. Proto byla použita metoda kvalifikovaného odhadu, která vycházela z průměrných hodnot z dotazníku a současně z rozhovoru s pracovníky. Bylo provedeno více přepočtů s různými časy, pro použití do své bakalářské práce jsem použil doby trvání práce 0,5 h a 1,5 h, neboť následné výsledky mají vysokou vypovídající hodnotu.

V další části bakalářské práce jsem měřeními ověřoval působení plošin na okolí stromu. Byla změřena zatížení, která plošina působí svými jednotlivými součástmi. Tyto hodnoty byly přepočítány na konkrétní situaci. Neruda (2010) uvádí, že půdní odpor 2,0 MPa a více má vliv na zkrácení kořenů u většiny rostlinných druhů. Kritický půdní odpor na zhutněných píscích limitující růst kořenů byl zjištěn v hodnotě 3,0 MPa. V místě měření byly na předních patkách naměřeny hodnoty 2,7 MPa a 2,5 MPa. Proto by mohlo při používání dojít k nevratnému poškození zhutněním. Jak bylo však výpočtem ověřeno, lze tomu zabránit použitím vhodných rozkladových desek. Výpočtem se zjistilo, že použité desky dokáží snížit zhutnění až o 96 %. V praxi by mělo být jejich použití běžné, aby se zamezilo soustředování sil do jednoho místa, které způsobí významnou změnu lokality. Tento fakt byl také prokázán při měření pomocí půdních sond. Při tomto měření byl zkoumán vliv zatížení do hloubky 15 cm. Při větším počtu sond by bylo možné provést komplexnější analýzu problematiky. Ze získaných výsledků však vyplývá, že s rostoucí hloubkou se zhutnění způsobené plošinou snižuje.

Nejen samotné postavení plošiny ovlivňuje podmínky stanoviště. Měřením pomocí půdních sond a následně i penetrometricky byl zkoumán vliv pojezdu plošiny na nezpevněnou plochu, kdy výsledky ukazují, že ke změně došlo. Proto je nutné brát toho v potaz při výběru vhodnějšího prostředku pro ošetření stromů. Problematika zhutnění pojezdem se však liší podle situace, záleží na místních podmínkách, velikosti stromu či dosahu plošiny. Neboť existují stromy, které je možné ošetřit z jednoho postavení plošiny. Někdy je však potřeba přejet a postavit plošinu z opačné strany, kdy může neopatrný pojezd mít negativní vliv na strom. (zejména při přejezdu přes kořeny) Existují varianty, jak by se dalo zabránit nebo zmírnit vlivy stroje na podloží. Neruda (2011) uvádí pro poměrně obdobné podmínky, jako je péče o dřeviny rostoucí mimo les, tj. pro lesní těžbu, že lze zabránit přílišnému zhutnění použitím stroje s větším počtem kol, se širšími a většími pneumatikami, opatřené kolopásky, nepřetěžovat stroje apod.

Penetrometricky bylo provedeno měření půdního odporu na předem vymezených stanovištích, kdy se porovnávaly hodnoty po zatížení s nedotčenými stanovišti. Po domluvě s konzultantem bylo provedeno měření na patnácti stanovištích. Po vyhodnocení hodnot vyšlo najevo, že vybraná lokalita není nejvhodnější. Jedná se o navážku antropogenní černozemě, která je smíchána s cihlami a další stavební sutí, což významně ovlivňovalo výsledky. Například na stanovišti pod levou přední stabilizační patkou nebylo možné provést měření do větší hloubky než 20 cm, neboť v této hloubce se nacházel

rozměrný předmět, který znemožnil další měření. Pro měření byla tedy tato lokalita nešťastná, avšak ve městech je možné se velice často setkat s navázkou, a proto byla tato lokalita zase vodným příkladem použití plošiny na nezpevněné ploše v urbanizovaném prostředí. Pro získání adekvátnějších dat by bylo vhodnější provést měření na člověkem méně změněné nezpevněné ploše.

Obecně z výsledků vyplývá, že pravá strana byla zatížena více, či spíše více reagovala na zatížení. Může to být způsobeno právě vlivem heterogenity půdy stanoviště, kdy může být půda z nějakého důvodu na jedné straně více zhutněna než na té druhé a další zatížení je pak na každé straně různé; nebo mohlo jít opět o nedostatečnou stabilizaci plošiny, kdy mohly být stabilizační patky na jedné straně vysunuty více než na té druhé.

Při tvorbě bakalářské práce bylo využito modelové situace, a proto nemohlo dojít k situacím, které by měly za následek poškození dřevin.

Při tvorbě bakalářské práce byly naměřeny hodnoty, které však pro komplexní zjištění dané situace nejsou dostačující. To bylo způsobeno nedostatečnou technickou vybaveností, která by mohla být eliminována v podobě více měřících přístrojů a pomůcek, se kterými by bylo možné provést na dané lokalitě komplexní měření s adekvátními výsledky. Při své diplomové práci bych se rád dále věnoval rozpracované problematice zhutnění půdy, již s vhodnějšími měřícími přístroji, obsáhlejšími znalostmi a zkušenostmi, neboť se jedná o téma, které vyžaduje další výzkum.

8. Doporučení pro praxi

Při tvorbě své bakalářské práce jsem se zabýval použitím pojízdných zdvihacích pracovních plošin v péči o stromy rostoucí mimo les. Jedná o vhodný prostředek pro výstup do koruny stromu, který disponuje řadou popsaných předností. Doporučuji častější používání plošin při ošetřování stromů, neboť se jedná o bezpečnější a často efektivnější prostředek pro výstup do koruny a pohyb v koruně stromu. Z výsledků například vyplývá, že v případě ošetřování většího počtu stromů (stromořadí, park) je finančně výhodnější využití vysoko zdvižné plošiny. (Musí však být splněny podmínky provozu plošiny jako dostatečný prostor, příjezdová cesta, zpevněná plocha, apod.)

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že pohyb a práce na nezpevněné ploše negativně ovlivňuje vlastnosti dané lokality. Pokud je nezbytné provádět práci s vysoko zdvižnou plošinou na nezpevněné ploše, je nutné brát ohled na okolí a být k němu co nejšetrnější. Je proto nutné používání vhodných rozkladových desek, které dokáží zmírnit vliv plošiny na podloží. Je také vhodné minimalizovat počet přejezdů, aby došlo k poškození co nejmenší plochy.

I přes skutečnost, že se jedná o nejbezpečnější prostředek pro výstup do koruny stromu, je nutné brát ohled na bezpečnostní a provozní předpisy, aby se zamezilo vzniku úrazu či škod.

9. Závěr

Existuje mnoho typů vysokozdvížných plošin, které jsou typem své konstrukce uzpůsobeny pro různé pracovní úkony. Plošiny se dají rozdělit podle mnoha parametrů. Podle typu konstrukce se rozdělují plošiny na nůžkové, teleskopické, kloubové a kombinované. Každý typ má své přednosti pro uplatnění v daném oboru. Provoz plošiny musí být prováděn dle návodů k obsluze a příslušných předpisů.

V arboristické praxi je běžná potřeba výstupu do korun stromů. V současné době převládá použití dvou druhů – výstup pomocí stromolezeckých metod a výstup pomocí vysokozdvížné plošiny. Obě tyto metody mají své výhody a nevýhody oproti té druhé a dále existují případy, ve kterých se jednoho z těchto typů nedá použít, a nabízí se tak použití druhého.

Výhody použití plošin:

- Bezpečnost – bezpečný způsob přepravy pracovníků do výšky
- Nosnost – možnost spolupráce, odvozu náradí, materiálu
- Rychlost – rychlý výstup do koruny, časová efektivita
- Přístupnost – možnost přístupu do okrajových částí koruny

Nevýhody použití plošin

- Ekonomické faktory – finančně náročnější (dle situace)
- Dosah – limitováno dosahem a typem plošiny
- Vliv na strom – riziko poškození kmene, větví apod.
- Vliv na okolí stromu – zhutnění půdy
- Závislost na stanovišti – v některých případech se nedá použít

Byla prováděna měření pomocí nájezdových vah, půdních sond a penetrometru. Měřeními bylo zjištěno, že podvozek plošin způsobuje při práci a pojezdu na nezpevněné negativní změny v půdních vlastnostech. Jedná se zejména o zhutnění půdy. Těmto změnám lze zabránit použitím vhodných prostředků např. rozkladových desek. Jak bylo také v práci dokázáno, jejich použití dokáže minimalizovat přímé působení plošiny na půdu.

10. Summary

In my bachelor thesis, I'm describing possibilities of using mobile elevating work platforms in arboriculture and tree care. There are lots of various types of MEWP. We can classify them by various parameters. It can be self-propelled or vehicle-mounted. The most used types are scissor, telescopic, articulated or combined boom lifts. Each type is useful for various works. Working and manipulating with MEWP must be performed by manuals and prescriptions.

There are two main possibilities how to get into the tree crown. One way is using the tree climbing methods, the another is using mobile elevating work platforms. There are many differences between both ways. Both of them have advantages and disadvantages. Advantage of aerial platforms is safety, stability, speed, etc... But MEWP can't be used on every site, because of its weight, dimensions and so on. You can't also get into the central part of the tree crown. Using of MEWP is usually more expensive than tree climbing (it depends on the situation).

Important difference between aerial platforms and tree climbing is working price. Bachelor thesis shows that using platform for only one tree is definitely more expensive than using tree climbing methods. But using elevating work platforms is preferable in case of biggest amount of the trees, like treeworking in parks, alleys and so on. Then the MEWP is more appropriate because it's cheaper and it takes less time.

Using of MEWP in tree care causes negative effects for the tree. Measuring in the tree surroundings showed that there is a problem with the soil compaction while we use the MEWPs. Measuring was done by using special weighing machines, to know, how big is the pressure made by aerial platform. This pressure was measured also with soil sondes. Graphs made after these measurements show that using mobile elevating work platforms brings big problems to the tree surroundings. We must use the boards under the stabilizing supports to preclude the soil compaction.

11. Seznam literatury

1. NĚMEČEK a kol.: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky, Praha 2001, 79 str.
2. NERUDA J. a kol.: Interakce stanoviště a těžebně dopravních strojů, MENDELU, Brno 2011, 90 str.
3. NERUDA J. a kol.: Technika pro arboristy, MENDELU, Brno 2014, 222 str.
4. NERUDA J. a kol.: Vybrané faktory užití těžebně dopravních strojů, MZLU v Brně, Brno, 2010, 77 str.
5. SRPOVÁ J., Řehoř V. a kol.: Základy podnikání, Praha 2010, 432 str.
6. ULRICH R. a kol.: Harvesterové technologie a jejich optimální využití v praxi, MZLU v Brně, Brno 2006, 87 str.

Legislativní předpisy a normy

7. Česká technická norma ISO 18878, Pojízdne zdvihací pracovní plošiny – Školení obsluhy, 2006
8. Česká technická norma ISO 18893, Pojízdne zdvihací pracovní plošiny – Bezpečnostní zásady, prohlídky, údržba a provoz, 2006
9. Předpis č. 362/2005 Sb. Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
10. Předpis č. 28/2002 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru
11. Standard Řez stromů, SPPK A02 002:2012 doplnit identifikaci

Internetové zdroje informací:

<http://www.hse.gov.uk/construction/safetytopics/mewp.htm> (7. 4. 2015)

12. Přílohy

12.1. Obrázková příloha



Obr. 25: Měření na nájezdových vahách



Obr. 26: Měření pomocí půdních sond



Obr. 27: Různé typy vysokozdvížených plošin
http://www.cmse.ie/Mobile_Elevated_Working_Platform-66.html (3.4.2015)



Obr. 28: Detail negativního vlivu PZPP na kořenový systém při nepoužití rozkladových desek



Obr. 29: Měření půdní vlhkosti

Tab. 10: Výsledné průměrné hodnoty tlaku v půdě působeného vysokozdviznou plošinou

Sonda	S deskou	Bez desky	Přejezd
Hloubka (cm)	Tlak (MPa)	Tlak (MPa)	Tlak (MPa)
sonda v 5 cm	0,56	2,4	0,3
sonda v 10 cm	0,2	2	0,2
sonda v 15 cm	0,02	0,88	0,3

Tab. 11: Naměřené hodnoty měrného tlaku při různých zatíženích způsobených polohou ramene plošiny

	přední	přední pravá	pravá	zadní pravá	zadní	zadní levá	levá	přední levá
1	1,81	1,62	1,3	1,24	1,3	1,62	1,79	1,9
2	1,72	1,78	1,61	1,52	1,13	1,14	1,24	1,59
3	0,72	0,94	1,34	1,46	1,2	0,72	0,59	0,55
4	0,6	0,5	0,6	0,7	1,2	1,34	1,24	0,85
Zatížení způsobené nápravami (rameno v dolní poloze)		Zatížení způsobené rozloženými patkami (rameno v dolní poloze)						
1	1,1	1	1,62					
2	1,2	2	1,5					
3	1,26	3	0,84					
4	1,38	4	0,81					

Tab. 12: Přepočet tlaku vyvíjeného plošinou pro dokázání rozdílu v tlaku bez použití a s použitím rozkladových desek

Patky	přední	přední pravá	pravá	zadní pravá	zadní	zadní levá	levá	přední levá
1	3,0	2,7	2,2	2,1	2,2	2,7	3,0	3,2
2	2,9	3,0	2,7	2,5	1,9	1,9	2,1	2,7
3	1,2	1,6	2,2	2,4	2,0	1,2	1,0	0,9
4	1,0	0,8	1,0	1,2	2,0	2,2	2,1	1,4
Desky	přední	přední pravá	pravá	zadní pravá	zadní	zadní levá	levá	přední levá
1	0,11	0,10	0,08	0,08	0,08	0,10	0,11	0,12
2	0,11	0,11	0,10	0,10	0,07	0,07	0,08	0,10
3	0,05	0,06	0,08	0,09	0,08	0,05	0,04	0,03
4	0,04	0,03	0,04	0,04	0,08	0,08	0,08	0,05

Tab. 13: Naměřené hodnoty půdní vlhkosti

měření č.	hodnota
1	41,30%
2	42,70%
3	41,40%
4	43,40%
5	42,70%
průměr	42,30%
odchylka	0,91%

Tab. 14: Naměřené hodnoty dob trvání jednotlivých úkonů plošiny

Průměrné časy, Směrodatná odchylka					
	doba maximálního vyzložení (s)				
Avia	1. rameno	2. rameno	3. rameno	otoč	rozlož
1	29	53	x	67	65
2	28	51	x	66	62
3	33	49	x	73	57
4	31	49	x	71	55
5	30	53	x	72	62
6	28	48	x	69	60
7	30	49	x	70	59
8	31	50	x	71	58
9	29	51	x	72	61
10	30	46	x	70	59
průměr	29,9	49,9	x	70,1	59,8
směrodatná odchylka	1,523883927	2,18327	x	2,233582	2,859681
tatra	1. rameno	2. rameno	3. rameno	otoč	rozlož
1	30	72	75	109	53
2	28	67	73	101	56
3	31	75	70	110	54
4	33	72	68	104	52
5	33	68	69	105	57
6	28	69	75	105	55
7	29	68	69	107	52
8	30	70	72	102	53
9	29	68	70	108	53
10	30	69	73	106	52
průměr	30,1	69,8	71,4	105,7	53,7
směrodatná odchylka	1,791957341	2,485514	2,54733	2,907844	1,766981
Deawoo	1. rameno	2. rameno	3. rameno	otoč	rozlož
1	12	28	26	74	31
2	15	24	26	70	33
3	9	27	25	71	36
4	10	25	26	69	34
5	9	25	27	69	36
6	9	27	26	75	36
7	10	23	28	70	35
8	9	24	25	72	33
9	12	23	25	69	32
10	10	25	23	70	35
průměr	10,5	25,1	25,7	70,9	34,1
směrodatná odchylka	1,957890021	1,72884	1,337494	2,13177	1,791957

Tab. 15: Doplnující tabulka k Ekonomické efektivnosti

Počet stromů	1 str	2 str	3 str	4 str	5 str	6 str	7 str	8 str	9 str	10 str
Hodinová sazba plošiny	500	500	1000	1000	1500	1500	2000	2000	2500	2500
Mzda pracovníka za 1 strom	125	250	375	500	625	750	875	1000	1125	1250
Přistavení plošiny	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Pracovník na plošině (Kč)	2125	2250	2875	3000	3625	3750	4375	4500	5125	5250
Stromolezec (Kč)	600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000

K práci pracovníka na plošině je nutné připočíst výdaje za přistavení a práci plošiny. Graf je uveden na obrázku č. 14.

12.3. Legislativní příloha

Vybrané paragrafy z nařízení vlády č. 362/2005 Sb. týkající se použití pojízdných zdvihacích pracovních plošin.

Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. ze dne 17. srpna 2005, o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

§ 3

(1) Zaměstnavatel přijímá technická a organizační opatření k zabránění pádu zaměstnanců z výšky nebo do hloubky, propadnutí nebo sklouznutí nebo k jejich bezpečnému zachycení (dále jen "ochrana proti pádu") a zajistí jejich provádění

a) na pracovištích a přístupových komunikacích nacházejících se v libovolné výšce nad vodou nebo nad látkami ohrožujícími v případě pádu život nebo zdraví osob například popálením, poleptáním, akutní otravou, zadušením,

b) na všech ostatních pracovištích a přístupových komunikacích, pokud leží ve výšce nad 1,5 m nad okolní úrovní, případně pokud pod nimi volná hloubka přesahuje 1,5 m.

(2) Ochranu proti pádu zajišťuje zaměstnavatel přednostně pomocí prostředků kolektivní ochrany, kterými jsou zejména technické konstrukce, například ochranná zábradlí a ohrazení, poklapy, záchytná lešení, ohrazení nebo sítě a dočasné stavební konstrukce, například lešení nebo pracovní plošiny.

(3) Prostředky osobní ochrany, kterými jsou osobní ochranné pracovní prostředky proti pádu, se použijí v případě, kdy povaha práce vylučuje použití prostředků kolektivní ochrany nebo není-li použití prostředků kolektivní ochrany s ohledem na povahu, předpokládaný rozsah a dobu trvání práce a počet dotčených zaměstnanců účelné nebo s ohledem na bezpečnost zaměstnance dostatečné.

(5) Zaměstnavatel zajistí, aby otvory v podlaze a terénní prohlubně, jejichž půdorysné rozměry ve všech směrech přesahují 0,25 m, byly bezprostředně po jejich vzniku zakryty poklapy o odpovídající únosnosti zajištěnými proti posunutí nebo aby volné okraje otvorů byly zajištěny technickým prostředkem ochrany proti pádu, například zábradlím nebo ohrazením. Zajištěny proti vypadnutí osob nemusí být otvory ve stěnách, jejichž dolní okraj je výše než 1,1 m nad podlahou, a otvory ve stěnách o šířce menší než 0,3 m a výšce menší než 0,75 m.

(7) Práce ve výškách nesmí být prováděna, jestliže nepříznivá povětrnostní situace, s ohledem na použitou ochranu proti pádu, může ohrozit bezpečnost a zdraví zaměstnanců.

(8) Při práci ve výškách a nad volnou hloubkou vykonávané osamoceně nebo samostatně musí být zaměstnanec seznámen s pravidly pro dorozumívání mezi zaměstnanci na

pracovišti nebo pro dorozumívání s vedoucím zaměstnancem. Zaměstnanec vykonávající práci uvedenou ve větě první musí být poučen o povinnosti přerušit práci, pokud v ní nemůže pokračovat bezpečným způsobem, a o přerušeni práce musí neprodleně informovat vedoucího zaměstnance, popřípadě zaměstnavatele.

Příloha k nařízení vlády č. 362/2005 Sb.

DALŠÍ POŽADAVKY NA ZPŮSOB ORGANIZACE PRÁCE A PRACOVNÍCH POSTUPŮ, KTERÉ JE ZAMĚSTNAVATEL POVINEN ZAJISTIT PŘI PRÁCI VE VÝŠKÁCH A NAD VOLNOU HLOUBKOU, A NA BEZPEČNÝ PROVOZ A POUŽÍVÁNÍ TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ POSKYTOVANÝCH ZAMĚSTNANCŮM PRO PRÁCI VE VÝŠKÁCH A NAD VOLNOU HLOUBKOU

I. Zajištění proti pádu technickou konstrukcí

1. Způsob zajištění a rozměry technických konstrukcí (dále jen „konstrukce“) musejí odpovídat povaze prováděných prací, předpokládanému namáhání a musí umožňovat bezpečný průchod. Výběr vhodných přístupů na pracoviště ve výšce musí odpovídat četnosti použití, požadované výšce místa práce a době jejího trvání. Zvolené řešení musí umožňovat evakuaci v případě hrozícího nebezpečí. Pohyb na pracovních podlahách a dalších plochách ve výšce a přístupy k nim nesmí vytvářet žádná další rizika pádu.

2. V závislosti na způsobu zajištění a typu konstrukce musí být přijata odpovídající opatření ke snížení rizik spojených s jejím používáním. Volné okraje musí být zajištěny osazením konstrukce ochrany proti pádu vhodně uspořádané, dostatečně vysoké a pevné k zabránění nebo zachycení pádu z výšky. Při použití záchytných konstrukcí je nutno dbát na zamezení úrazů zaměstnanců při jejich zachycení. Konstrukce ochrany proti pádu může být přerušena pouze v místech žebříkových nebo schodišťových přístupů.

3. Požadavky na uspořádání, montáž, demontáž, zajištění stability a únosnosti, na používání a kontrolu konstrukce jsou obsaženy v průvodní, popřípadě provozní dokumentaci.

4. Zábradlí se skládá alespoň z horní tyče (madla) a zarážky u podlahy (ochranné lišty) o výšce minimálně 0,15 m. Je-li výška podlahy nad okolní úrovní větší než 2 m, musí být prostor mezi horní tyčí (madlem) a zarážkou u podlahy zajištěn proti propadnutí osob osazením jedné nebo více středních tyčí, případně jiné vhodné výplně, s ohledem na místní a provozní podmínky. Za dostatečnou se považuje výška horní tyče (madla) nejméně 1,1 m nad podlahou, nestanoví-li zvláštní právní předpisy jinak.

5. Jestliže provedení určité pracovní operace vyžaduje dočasné odstranění konstrukce ochrany proti pádu, musí být po dobu provádění této operace přijata účinná náhradní bezpečnostní opatření. Práce ve výškách a nad volnou hloubkou nesmí být zahájena, dokud nejsou tato opatření provedena. Bezprostředně po dočasném přerušeni nebo ukončení příslušné pracovní operace se odstraněná konstrukce ochrany proti pádu opět osadí.

II. Zajištění proti pádu osobními ochrannými pracovními prostředky

1. Zaměstnavatel zajistí, aby zvolené osobní ochranné pracovní prostředky odpovídaly povaze prováděné práce, předpokládaným rizikům a povětrnostní situaci, umožňovaly bezpečný pohyb a aby byly pravidelně prohlíženy a zkoušeny v souladu s požadavky průvodní dokumentace; přitom smí být použity pouze osobní ochranné pracovní prostředky, které splňují požadavky stanovené zvláštními právními předpisy.

2. Podle účelu a způsobu použití se rozlišují

a) osobní ochranné pracovní prostředky pro pracovní polohování a prevenci proti pádům z výšky (pracovní polohovací systémy),

b) osobní ochranné pracovní prostředky proti pádům z výšky (systémy zachycení pádu).

3. Osobní ochranné pracovní prostředky se používají samostatně nebo v kombinaci prvků a součástí systémů a v souladu s návody k používání dodanými výrobcem tak, že je

a) zaměstnanci zamezen přístup do prostoru, v němž hrozí nebezpečí pádu (1,5 m od volného okraje),

b) zaměstnanec udržován v pracovní poloze tak, že pádu z výšky je zcela zabráněno, nebo

c) pád bezpečně zachycen a zachyceného zaměstnance lze neprodleně a bezpečně vyprostit, popřípadě dopravit do bezpečného místa; k zachycení pádu musí dojít v dostatečné výšce nad překážkou (terénem, podlahou, konstrukcí apod.), aby se vyloučilo zranění zaměstnance.

4. Zaměstnanec se musí před použitím osobních ochranných pracovních prostředků přesvědčit o jejich kompletnosti, provozuschopnosti a nezávadném stavu.

5. Vhodný osobní ochranný pracovní prostředek proti pádu, popřípadě pracovní polohovací systém, včetně kotevních míst, musí být určen v technologickém postupu. Pokud se jedná o práce, které zpracování technologického postupu nevyžadují, určí vhodný způsob zajištění proti pádu, respektive pracovního polohování, včetně míst kotvení, odborně způsobilý zaměstnanec pověřený zaměstnavatelem. Místo kotvení osobního ochranného pracovního prostředku proti pádu musí být ve směru pádu dostatečně odolné.

7. Použití závěsu na laně s prostředky pro pracovní polohování je dále možné, jen pokud

d) nářadí a další vybavení užívané při práci je přichyceno k postroji nebo k sedačce, popřípadě jinak zajištěno proti pádu,

e) práce je prováděna podle zpracovaného technologického postupu a pod dozorem tak, aby zaměstnanec konající práci mohl být v případě nouze neprodleně vyproštěn.

IV. Zajištění proti pádu předmětů a materiálu

1. Materiál, nářadí a pracovní pomůcky musí být uloženy, popřípadě skladovány ve výškách tak, že jsou po celou dobu uložení zajištěny proti pádu, sklouznutí nebo shození jak během práce, tak po jejím ukončení.

2. Pro upevnění nářadí, uložení drobného materiálu (hřebíky, šrouby apod.) musí být použita vhodná výstroj nebo k tomu účelu upravený pracovní oděv.

3. Konstrukce pro práce ve výškách nelze přetěžovat; hmotnost materiálu, pomůcek, nářadí, včetně osob, nesmí překročit nosnost konstrukce stanovenou v průvodní dokumentaci.

V. Zajištění pod místem práce ve výšce a v jeho okolí

1. Prostory, nad kterými se pracuje, a v nichž vzhledem k povaze práce hrozí riziko pádu osob nebo předmětů (dále jen „ohrožený prostor“), je nutné vždy bezpečně zajistit.

2. Pro bezpečné zajištění ohrožených prostorů se použije zejména

a) vyloučení provozu,

b) konstrukce ochrany proti pádu osob a předmětů v úrovni místa práce ve výšce nebo pod místem práce ve výšce,

c) ohrazení ohrožených prostorů dvoutyčovým zábradlím o výšce nejméně 1,1 m s tyčemi upevněnými na nosných sloupcích s dostatečnou stabilitou; pro práce nepřesahující rozsah jedné pracovní směny postačí vymežit ohrožený prostor jednotyčovým zábradlím, popřípadě zábranou o výšce nejméně 1,1 m, nebo

d) dozor ohrožených prostorů k tomu určeným zaměstnancem po celou dobu ohrožení.

3. Ohrožený prostor musí mít šířku od volného okraje pracoviště nejméně

a) 1,5 m při práci ve výšce od 3 m do 10 m,

b) 2 m při práci ve výšce nad 10 m do 20 m,

c) 2,5 m při práci ve výšce nad 20 m do 30 m,

d) 1/10 výšky objektu při práci ve výšce nad 30 m.

Šířka ohroženého prostoru se vytyčuje od paty svislice, která prochází vnější hranou volného okraje pracoviště ve výšce.

4. Při práci na plochách se sklonem větším než 25 stupňů od vodorovné roviny se šířka ohroženého prostoru podle bodu 3 zvětšuje o 0,5 m. Obdobně se zvětšuje tato šířka o 1 m na všechny strany od půdorysného profilu vertikálně dopravovaného břemene v místech dopravy materiálu.

5. S ohledem na vyhodnocení rizika při práci na vysokých objektech, například na komínech, stožárech, věžích, je ohroženým prostorem pás o šířce stanovené v bodě 3 kolem celého obvodu paty objektu.

6. Práce nad sebou lze provádět pouze výjimečně, nelze-li zajistit provedení prací jinak. Technologický postup musí obsahovat způsob zajištění bezpečnosti zaměstnanců na níže položeném pracovišti.

VIII. Shazování předmětů a materiálu

1. Shazovat předměty a materiál na níže položená místa nebo plochy lze jen za předpokladu, že

a) místo dopadu je zabezpečeno proti vstupu osob (ohrazením, vyloučením provozu, střežením apod.) a jeho okolí je chráněno proti případnému odrazu nebo rozstříku shozeného předmětu nebo materiálu,

b) materiál je shazován uzavřeným shozem až do místa uložení,

c) je provedeno opatření, zamezující nadměrné prašnosti, hlučnosti, popřípadě vzniku jiných nežádoucích účinků.

2. Nelze shazovat předměty a materiál v případě, kdy není možné bezpečně předpokládat místo dopadu, jakož ani předměty a materiál, které by mohly zaměstnance strhnout z výšky.

IX. Přerušování práce ve výškách

Při nepříznivé povětrnostní situaci je zaměstnavatel povinen zajistit přerušování prací. Za nepříznivou povětrnostní situaci, která výrazně zvyšuje nebezpečí pádu nebo sklouznutí, se při pracích ve výškách považuje:

a) bouře, déšť, sněžení nebo tvoření námrazy,

b) čerstvý vítr o rychlosti nad 8 m.s⁻¹ (síla větru 5 stupňů Bf) při práci na zavěšených pracovních plošinách, pojízdných lešeních, žebřících nad 5 m výšky práce a při použití závěsu na laně u pracovních polohovacích systémů; v ostatních případech silný vítr o rychlosti nad 11 m.s⁻¹ (síla větru 6 stupňů Bf),

c) dohlednost v místě práce menší než 30 m,

d) teplota prostředí během provádění prací nižší než -10 °C.

XI. Školení zaměstnanců

Zaměstnavatel poskytuje zaměstnancům v dostatečném rozsahu školení o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci ve výškách a nad volnou hloubkou, zejména pokud jde o práce ve výškách nad 1,5 m, kdy zaměstnanci nemohou pracovat z pevných a bezpečných pracovních podlah, kdy pracují na pohyblivých pracovních plošinách, na žebřících ve výšce nad 5 m a o používání osobních ochranných pracovních prostředků