

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesní těžby



**Studie problematiky rozptylu olejů používaných při  
ztrátovém mazání motorových pil**

Bakalářská práce

Autor: Ladislav Jirouš

Vedoucí práce: doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.

2015

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Studie problematiky rozptylu olejů používaných při ztrátovém mazání motorových pil vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Aloise Skoupého, CSc. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Praze, dne .....

## **Poděkování**

Úvodem bych moc rád poděkoval doc. Ing. Aloisi Skoupému, CSc. za jeho obětavou pomoc, ochotu a cenné připomínky, které mi v průběhu zpracování bakalářské práce poskytl. Dále bych rád poděkoval své rodině za podporu při celém studiu.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce „Studie problematiky rozptylu olejů používaných při ztrátovém mazání motorových pil“ se nejprve zabývá vývojem, konstrukčním složením motorové pily a jednotlivými typy mazacích olejů. Cílem této práce je zpracování informací z výzkumu rozptylu olejů a jejich distribuci na půdní povrch, zpracovávané dříví a piliny. Měření rozptylu olejů je prováděno radioindikátorovou metodou na dvou dřevinách o různých tloušťkách a při různých těžebních operacích.

Klíčová slova: motorová pila, mazací olej, radioindikátorová metoda, rozptyl v prostředí

## **Abstract**

Bachelor's work „Study of issues on theme: diffusion of oils used for losing leasing power chain-saw“ is focused on the development, structural composition of power chain-saw and different kinds of lubricants. The aim of this study is to process the information from the research of oils diffusion and their distribution to the soil profile, handled wood and saw-dust. Measuring of the oils diffusion is performed by the radioindicator method on two timber species with different thickness and during different timber operations.

Keywords: power chain-saw, lubricant, radioindicator method, diffusion in surroundings

## Obsah

Úvod.....	9
Cíle práce .....	10
1. Historie motorových pil.....	11
2. Klasifikace motorových řetězových pil.....	13
3. Konstrukce motorové řetězové pily.....	14
3.1 Konstrukce motorové části.....	14
3.1.1 Válec a píst motoru.....	15
3.1.2 Kliková hřídel.....	15
3.1.3 Skříň motoru.....	15
3.1.4 Tlumič výfuku .....	15
3.1.5 Chlazení motoru .....	16
3.1.6 Vzduchový filtr .....	16
3.1.7 Karburátor.....	16
3.1.8 Zapalovací soustava.....	17
3.1.9 Startovací ústrojí.....	17
3.1.10 Spojka .....	17
3.1.11 Brzda řetězu .....	17
3.2 Olejové čerpadlo .....	17
3.2.1 Popis ručního olejového čerpadla.....	18
3.2.2 Popis membránového olejového čerpadla .....	18
3.2.3 Popis pístového olejového čerpadla.....	18
3.2.4 Pohon olejového čerpadla.....	19
3.3 Konstrukce řezné části pily .....	20
3.3.1 Pilový řetěz .....	20
3.3.2 Vodící lišta.....	22
3.4 Konstrukce nosné části pily .....	23
3.5 Bezpečnostní prvky pily.....	25

3.6	Dvoudobý jednoválcový zážehový motor.....	25
4.	Oleje .....	27
4.1	Rozdělení olejů.....	27
4.2	Aditiva.....	28
4.3	Viskozita oleje.....	28
4.3	Biologicky odbouratelné oleje .....	29
4.4	Toxicita .....	29
4.5	Radioizotopové analytické metody .....	30
5.	Metodika.....	31
5.1	Hmotnostní metoda .....	32
5.2	Radioizotopová metoda.....	32
5.2.1	Rozptyl oleje při příčném řezání .....	35
5.2.2	Rozptyl oleje při kácení.....	39
5.2.3	Rozptyl oleje při odvětvování .....	40
5.2.4	Rozptyl oleje na pracovním oděvu dřevorubce .....	42
6.	Výsledky.....	43
6.1	Výsledky hmotnostní metody .....	43
6.2	Výsledky radioizotopové metody .....	44
6.2.1	Kvantifikace rozptylu olejů při krácení .....	46
6.2.1.1	Koncentrace olejů na povrchu půdy při krácení .....	52
6.2.2	Rozptyl olejů při kácení.....	54
6.2.2.1	Koncentrace na povrchu půdy při kácení .....	55
6.2.3	Rozptyl olejů při odvětvování .....	56
6.2.4	Rozptyl oleje na pracovním oděvu .....	57
	DISKUSE.....	59
	ZÁVĚR .....	61
	Seznam použité literatury .....	63

Seznam obrázků.....	68
Seznam grafů .....	69
Seznam tabulek .....	70
Seznam příloh .....	71
Přílohy.....	72

## Úvod

Nejvíce zastoupeným mechanizačním prostředkem při těžbě dřeva jsou motorové pily, které se významně podílí na znečišťování lesa mazivy, respektive pohonnými hmotami. Únik mazacího oleje, ke kterému za provozu pil dochází, představuje nejvyšší podíl na znečištění. Předmětem zájmu výrobců i ochranářů je analýza rozptylu mazacího oleje u motorové pily na životní prostředí.

Česká republika patří mezi země s vysokou lesnatostí. Lesní pozemky pokrývají 33,9% z celkového území státu. V lesích ČR bylo v roce 2013 vytěženo, podle Zelené zprávy o stavu lesů, celkem 15,33 mil.m<sup>-3</sup>[1]. Hlavní nástrojem těžby dříví je motorová pila a harvester. Obě dvě technologie využívají pilového řetězu a lišty, které se bez ztrátového mazání neobejdou, a proto je důležité se zabývat studiem rozptylu oleje v přírodě, byť se jedná o olej ekologický. Tyto oleje jsou založené na rostlinné bázi a rozkládají se v přírodě 5x rychleji než oleje minerální. V poslední době jsou na trhu oleje, které jsou odbouratelné z 98% do 21dnů. Ale stále tyto 2% zatěžují životní prostředí. V podstatě se jedná o různá aditiva dělající kompromis mezi funkčností a ekologičností [2].

Dle údajů ministerstva životního prostředí se v České republice ročně spotřebuje při práci se stromovými porosty více než 2000 tun olejů pro mazání řezných částí motorových pil. Při rozptylu mazacího oleje vzniká riziko znečištění půdního povrchu, vody a ovzduší, a taktéž negativně působí na faunu a floru [3].

Snížení dopadu na životní prostředí se ubírá dvěma směry. Prvním z nich je zekologizovat vypouštěné oleje a druhý pojednává o snižování potřebného množství oleje při ztrátovém mazání. Z hlediska neustálého snižování nákladů spojeného s těžbou dříví rozhoduje vždy cena výrobku. Ekologické oleje jsou oproti minerálním dražší a ruku v ruce jde i cena s kvalitou oleje. Záleží tedy výhradně na vlastníkově, zda-li se přikloní na stranu ceny, která se pak promítne na vyšším opotřebením řezných částí stroje JMŘP nebo na stranu kvality, která znamená zvýšení ceny za m<sup>3</sup>. Ze strany státu nedochází ke kompenzaci rozdílů cen mezi oleji minerálními a ekologickými, což vede k nezákonnému používání minerálních olejů [4].



## **Cíle práce**

Cílem této práce, která vychází z měření uskutečněných již v roce 1991, a která byla zřejmě prvním pokusem využití radioizotopových metod v tomto oboru, a jejíž data a výsledky zde zpracovávám a uvádím, je přispět k řešení uvedených problémů, tj. zjistit, jakým způsobem se olej používaný k mazání řetězu motorové pily rozptyluje do okolí.

## 1. Historie motorových pil

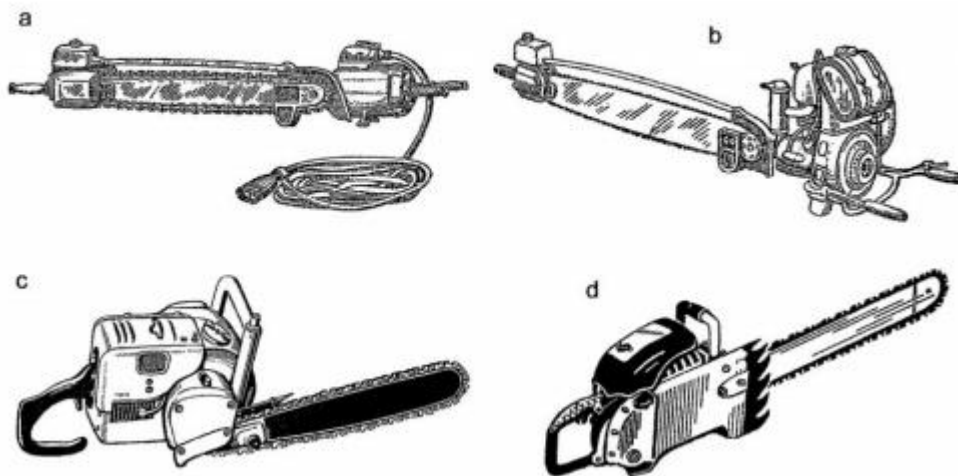
Již od nepaměti byly lesy káceny za účelem získání zemědělské půdy, pastvin a ploch pro nově zakládaná lidská sídla. Dřevo představovalo velmi starý a v lesnatých oblastech nejpoužívanější stavební materiál.

Před motorovými pilami se ke kácení stromů používali sekery, avšak prvopočátek používání pil sahá do doby přibližně 5000 let př. n. l. Dle archeologických nálezů byly k pazourku srpkovitého tvaru připevněny malé zuby. První významnější období v konstrukci pil přišlo až v době bronzové. Kolem roku 750 př. n. l. byl bronz nahrazován tvrdším a levnějším železem. Nejrozšířenější byl tento nástroj ve starověkém Římě [5].

V 18. století se na kácení a odvětvování stromů používala převážně sekera. Pila v té době stála šestkrát tolik co sekera a tak se využívala pouze ke krácení kmene na požadovanou délku[6].

Změna přišla v 19. století, kdy byla v USA, v roce 1861, vyvinuta první mobilní listová pila s manuálním pohonem „Hamilton“ a posléze s parním pohonem „Raustome“ roku 1870. Teprve v roce 1917 v Německu byla zkoušena první motorová pila typu Sencor s pilovým řetězem obíhajícím po trojúhelníkové dráze, poháněná spalovacím motorem. Nejprve byly pily poháněny elektromotorem jako např. dvoumužná řetězová pila Stihl. V roce 1926, firma Stihl, představila pilu poháněnou spalovacím motorem a o tři roky později zahájila výrobu prvních dvoumužných pil s benzinovým motorem. Prudký rozvoj jednomužných řetězových pil nastal po druhé světové válce. S první sériovou výrobou přišla v roce 1950 taktéž firma Stihl. Impulsem k této výrobě byl pokrok v nové výrobní technologii odlévání lehkých slitin kovů (Schlaghamersky, 1990).

I na našem území se ve 40. letech 20. století vyráběli dvoumužné motorové pily značek Erco a Rinco. O deset let později přišli na trh velmi kvalitní dvoumužné pily MP 50, MŘP či DMP 80. V tomto desetiletí taktéž proběhl vývoj bezpřevodové jednomužné motorové pily JMP 40 s bezplovákovým karburátorem a hoblovacím řetězem. Mezi roky 1981 – 1985 probíhal v ČZ Strakonice vývoj moderní motorové pily, avšak sériová výroba nebyla nikdy uskutečněna (Neruda, Černý, 2006).



**Obrázek č. 1 - Historický vývoj pil:** a) dvoumužná elektrická pila Rinco, b) dvoumužná řetězová pila se spalovacím motorem MP-50, c) jednomužná motorová řetězová pila JMP 40, d) jednomužná řetězová pila Stihl Contra (Neruda, Černý, 2006).

Motorové pily sem byly z větší části dováženy ze zahraničí. Mezi nejznámější výrobce patří: Stihl, Husqvarna, Homelite, Jonsered, Dolmar či Solo. Z historického hlediska stojí za zmínku několik pil, které byly ve své době nejvýznamnější. Například Homelite 17 A (r. 1957), Stihl BLK (r. 1959), Stihl Contra (r. 1964), Homelite XL 900, či Husqvarna 180 S (Neruda, Černý, 2006).

## 2. Klasifikace motorových řetězových pil

„Motorová řetězová pila je poněkud zjednodušeným označením přenosného a jedním pracovníkem obsluhovaného stroje, poháněného vlastním motorem a opatřeného řezným nástrojem, tvořeným nekonečným pilovým řetězem vedeným ve vodící liště (Neruda, Černý, 2006).“

Motorové pily lze rozlišit dle řady kritérií, jako například:

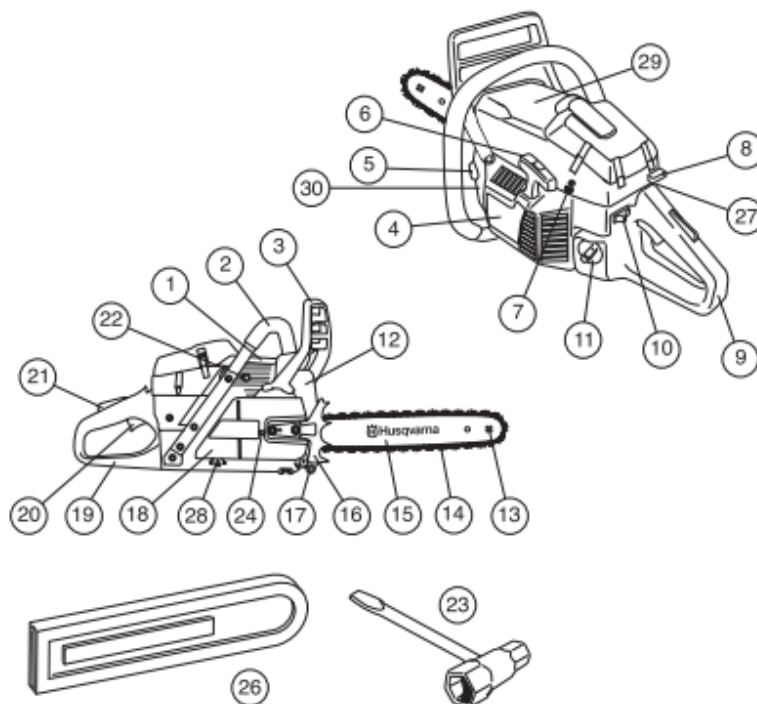
- a) *Druh pohonu*
  - spalovací motor (dvoudobý, čtyřdobý),
  - elektromotor,
  - hydromotor,
  - pneumatický motor.
- b) *Celkový charakter konstrukce*
  - pily jednomužné a dvoumužné,
  - standardní a vyvýšené rukojeti,
  - spalovací motor s vodorovným, šikmým nebo svislým uložením válce,
  - elektromotor s příčným či podélným uložením.
- c) *Dle charakteru řezací části*
  - provedení vodících lišt a pilových řetězů.
- d) *Dle účelu použití*
  - jednoúčelové,
  - víceúčelové,
  - speciální.
- e) *Dle kategorie užití*
  - hobby,
  - farmářské,
  - profesní.
- f) *Dle výrobce*
- g) *Dle hmotnostní a výkonové třídy*

Tabulka č. 1 -Orientační rozlišení pil do tříd dle hmotnosti a výkonu motoru (Neruda, Černý, 2006).

Třída	Hmotnost (kg)	Zdvihový objem (cm <sup>3</sup> )	Výkon motoru (kW)
<b>I. Velmi lehké</b>	4 – 5	30 – 40	1,1 – 1,9
<b>II. Lehké</b>	6 – 7	50 – 60	1,9 – 2,6
<b>III. Středně</b>	8 – 10	60 – 80	2,6 – 3,4
<b>IV. Těžké</b>	11 – 12	90 -100	3,7 – 4,8
<b>V. Velmi těžké</b>	>13	120 – 140	5,2 – 6,6

### 3. Konstrukce motorové řetězové pily

Motorová pila se skládá ze tří základních částí – motorová, řezací a nosná část.



**Obrázek č. 2 - Schéma konstrukce motorové pily Husqvarna[7]:** 1- Kryt válce, 2 – přední rukojeť, 3 – brzda řetězu a chránič pravé ruky, 4 – startér, 5 – nádrž oleje na mazání řetězu, 6 – startovací madlo, 7 – seřizovací šrouby, karburátor, 8 – páčka sytiče, 9 – zadní rukojeť, 10 – vypínač Start/Stop, 11 – palivová nádrž, 12 – tlumič výfuku, 13 – řetězové kolečko špičky lišty, 14 – řetěz, 15 – lišta, 16 – zubová opěrka, 17 – zachycovač řetězu, 18 – kryt spojky, 19 – zadní rukojeť s krytem pravé ruky, 20 – páčka plynu, 21 – pojistka páčky plynu, 22 – dekompresní ventil, 23 – kombinovaný klíč, 24 – napínací šroub řetězu, 26 – kryt řezné lišty, 27 – spínač vyhřívání rukojeti (385 XPG, 390 XPG), 28 – šroub pro nastavení olejového čerpadla, 29 – horní kryt, 30 – štítek s výrobním číslem.

#### 3.1 Konstrukce motorové části

Motor je převážně tvořen dvoudobým pístovým jednoválcem chlazeným vzduchem. Ojediněle se používají jednoválcové motory čtyřdobé, ale další typy motorů se neujaly. Hlavní součástí motoru je válec, píst, kliková hřídel, skříň motoru a ojnice (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.1 Válec a píst motoru**

Válec a píst je tvořen odlitkem z lehkých slitin hořčíku a hliníku. Válec má žebrování, které slouží k odvodu tepla. Zalisovaná vložka válce je vyrobena ze zušlechtěné oceli a opatřena vrstvou tvrdochromu, legovaná niklem nebo jeho sloučeninami s křemíkem (NICASIL), v které se pohybuje píst. Poloha válce může být umístěna ke skříni motoru trojím způsobem - podélná, šikmá a svislá. Toto postavení ovlivňuje vzhled, výšku a zároveň vibrace přenášené do rukou obsluhy. Píst je spojen ojnicí pomocí čepu a taktéž i ojnice s klikovou hřídelí (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.2 Kliková hřídel**

Kliková hřídel je uložena na dvou ložiscích v klikové skříni. Pro vyrovnání silových účinků pístu a snížení vibrací je opatřena protizávažím. Rychlost otáčení je až  $15\ 000\ \text{ot.min}^{-1}$ . Na klikové hřídeli je umístěn ventilátor k chlazení motoru, který zároveň funguje jako rotor magnetu zapalování. Na druhé straně klikové hřídele se nachází odstředivá spojka, která pohání řetězové kolo a následně řetěz (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.3 Skříň motoru**

Skříň motoru je vyrobena z lehkých slitin nebo umělé hmoty a sešroubována ze dvou vzájemně utěsněných částí. Součástí bývá i olejová nádrž pro mazání řezné části pily (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.4 Tlumič výfuku**

Tlumič výfuku je upevněn na stěně válce u výfukového kanálu. Jedná se o výlisek z tenkostěnného ocelového plechu uvnitř opatřený labyrintem. Tlumič snižuje hladinu hluku motoru, ochlazuje výfukové plyny a odvádí je směrem od pracovníka. Spaliny motoru obsahují zdraví škodlivé látky - kysličník uhelnatý, aromatické uhlovodíky a kysličníky dusíku. Některé firmy se zabývají problematikou snižování škodlivin za pomoci řízeného katalyzátoru. Při používání motorové pily dochází k zanášení tlumiče výfuku usazeninami spalin (tzv. karbon) s následkem snížení výkonu motoru (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.5 Chlazení motoru**

Chlazení motoru je zabezpečeno ventilátorem, který je tvořen kolem s lopatkami. Ventilátor je umístěn na levé části klikové hřídele. Vytváří proud vzduchu, který je nasáván z vnějšího prostředí okolo startovacího ústrojí a následně proháněn mezi žebry válce. Některé typy pil využívají systému pracujícím na systému cyklónu a tím dochází čištění nasávaného vzduchu. Díky tomuto systému se prodlužuje doba údržby válce a vzduchového filtru (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.6 Vzduchový filtr**

Vzduchový filtr svojí funkcí chrání motor před drobnými nečistotami. Filtr může být vyroben z plsti, velurové tkaniny či plastových nebo kovových sítěk. Při provozu motoru jsou velké nároky na spotřebu vzduchu (na 1 litr paliva až 10 tisíc litrů vzduchu). Zanesený vzduchový filtr nečistotami snižuje výkon motorové pily a zároveň zvyšuje spotřebu paliva (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.7 Karburátor**

Tato část motorové pily má za úkol vytvořit nasávanou směs z jemně rozprášeného paliva a vzduchu, která je následně ve válci zažehnuta. Karburátory se používají membránové, schopné pracovat ve všech polohách. Jsou opatřeny dvěma pryžovými membránami, z nichž jedna čerpá palivo z nádrže a druhá reguluje množství potřebného paliva. Čerpací membrána kmitá pomocí přetlaku a podtlaku, který je vytvářen pohybem pístu. Palivo je nasáváno pomocí sacího a výtlačného ventilu z nádrže do karburátoru. Od výtlačného ventilu je čerpáno přes mikrofiltr do palivové komory. Palivová komora mění svůj objem pomocí druhé membrány, která při zvětšení přestavuje ventil a čerpací efekt první membrány ustává, do poklesu objemu v palivové komoře. Celý cyklus se neustále opakuje (Neruda, Černý, 2006).

Karburátor obsahuje dva druhy trysek: volnoběžnou a hlavní, které jsou umístěny v tzv. difuzéru (princip Venturiho trubice). Palivo je strháváno z trysek proudem vzduchu při sání motoru. Rychlost otáčení motoru a zároveň strhávaného paliva je regulováno škrtkící klapkou spojenou s ovládací páčkou plynu na zadní rukojeti pily (Neruda, Černý, 2006).

Novinkou, kterou uvedla firma Husqvarna je elektricky řízený karburátor, u kterého odpadá manuální nastavování trysek, kompenzující různou kvalitu paliva, nadmořskou výšku, vlhkost, teplotu a zanesený vzduchový filtr [8].

### **3.1.8 Zapalovací soustava**

Jedná se o elektronické zařízení, kde je hlavním úkolem ve správný okamžik přeskokem jiskry na elektrodách svíčky zapálit palivovou směs ve válci motoru. Mezi výhody tohoto systému patří: velmi přesný okamžik zapálení, spolehlivost ve vysokých otáčkách motoru či odolnost proti nepřízni počasí a nečistotám (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.9 Startovací ústrojí**

Pomocí lanka a navíjecí kladky roztáčíme klikovou hřídel. Lanko je na konci opatřeno madlem a vraceno zpět do pouzdra startovacího krytu pružinou. Různě konstruované unašeče, jako jsou západky, háčky nebo ozubce přenášejí točivý moment z navíjecí kladky na klikovou hřídel (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.10 Spojka**

Spojka (suchá, odstředivá) přenáší kroučící moment z klikové hřídele na hnací řetězku pilového řetězu. Skládá se ze dvou základních částí: bubínku spojky a 2 - 5 třecích segmentů, které se při odstředivé síle roztahují a spojí bubínek s klikovou hřídelí. Do původní polohy se vrací při volnoběžných obrátkách hřídele pružinami (Neruda, Černý, 2006).

### **3.1.11 Brzda řetězu**

Je jednou z 5 bezpečnostních prvků motorové pily, které budou rozebrány v kapitole 3.5 Bezpečnostní prvky. Brzda řetězu funguje na principu pásové brzdy obepínající bubínek spojky. Umožňuje okamžité zastavení pilového řetězu při zpětném vrhu. Spouští se tlakem levé ruky do ochranného krytu (Neruda, Černý, 2006).

## **3.2 Olejové čerpadlo**

Čerpadlo je mechanické zařízení, udělující čerpané látce kinetickou, potenciaální či tlakovou energii tekutině, která skrz něj protéká. V současnosti se



nejvíce používají pístová čerpadla u motorových pil, avšak nejsou výjimkou i ruční čerpadla. Použití jednotlivých druhů čerpadel se odvíjí od kategorie užití (hobby, farmářské, profi) motorové pily, na druhu či objemu čerpané kapaliny (Neruda, Černý, 2006.)

### **3.2.1 Popis ručního olejového čerpadla**

Princip činnosti ručního čerpadla je založen na střídavé deformaci pružné části čerpadla zhotovené z pryže, plastu nebo kovu. Objem čerpané látky je závislý na velikosti a schopnosti deformování materiálu. Při navrácení deformované části se kapalina nasává do komory (sací ventil otevřen, výtlačný uzavřen) a při stlačení pružné části (sací ventil uzavřen, výtlačný otevřen) dochází k vytlačování oleje do vodící drážky lišty. Ruční olejová čerpadla se nejvíce používala u hobby, u silných pil k příležitostnému a operativnímu přimazávání řetězu v náročných podmínkách[9].

### **3.2.2 Popis membránového olejového čerpadla**

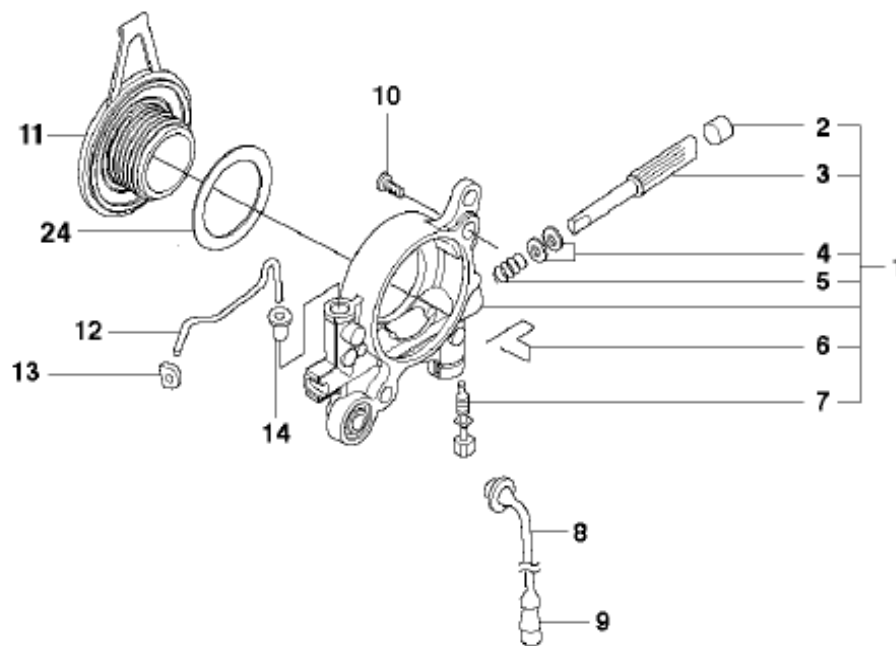
Princip činnosti tohoto čerpadla je totožný s ručním olejovým čerpadlem, avšak pohyb membrány je dán excentricitou výstředníku (vačky) nebo pomocí podtlaku, který vzniká při pohybu pístu. Membránová čerpadla se používala u starších typů farmářských motorových pil, např. McCulloch [10].

### **3.2.3 Popis pístového olejového čerpadla**

Základem pístových čerpadel je dvoudobý cyklus, kdy píst ve válci v první fázi pohybu od otevřeného sacího otvoru k horní úvrati nasává olej do válce, který v druhém cyklu, při pohybu pístu k otevřenému výtlačkovému otvoru vytlačí ven. Otevírání a uzavírání sacího a výtlačného kanálu je dáno otáčením pístu, na kterém je drážka. Výhodou pístových čerpadel je schopnost dosáhnout vynikajících sacích schopností[11].

Jsou ideální pro čerpání velmi obtížně čerpatelných látek chemicky toxických či korozivních. Těmito látkami se bude zabývat kapitola 4. Oleje. Systém konstrukce lze přizpůsobit jak čerpané látce, tak i chemickému složení dané látky. Pístové čerpadlo má za úkol přesně dávkovat čerpaný produkt, protože při známých rozměrech válce je možné i přesně definovat objem přečerpaného produktu při jednom cyklu [12].

Regulačním šroubem u motorových pil lze regulovat dávkování oleje zašroubováním nebo vyšroubováním, o který se opírá zkosená pata pístku. Při zašroubování dochází k přidání množství oleje. Tímto způsobem je možné nastavovat potřebné množství oleje na danou délku lišty. Průměrné dávkování v běžných podmínkách činí cca  $10\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$ . Při ztížených podmínkách je nutné dávkování zvýšit například při těžbě buku (Neruda, Černý, 2009).



**Obrázek č. 3 - Schéma olejového čerpadla značky Husqvarna: [13]**

1 – olejové čerpadlo, 2 – těsnicí zátky, 3 – píst, 4 – podložka, 5 – pružina, 6 – pružina, 7 – šroub, 8 – olejová hadice, 9 – sací koš, 10 – šroub, 11 – šroubové kolo s palcem, 12 – olejové potrubí, 13 – těsnění, 14 – těsnění, 24 – podložka.

### 3.2.4 Pohon olejového čerpadla

Ruční olejové čerpadlo se spouští stlačením prstem horní končetiny. Pístová čerpadla jsou zpravidla poháněna od bubínku spojky. Na tomto bubínku se nachází šroubové (šnekové) kolo a na pístku ozubení, které do šroubového kola zapadá. Tím je vykonáván otáčivý pohyb. Pohon čerpadla od klikové hřídele, u starších typů, byl olej dodáván i bez pohybu řetězu, a tím docházelo k zbytečným únikům mazadla. Přímočarý pohyb vytváří zkosená pata pístu. U všech těchto typů čerpadel dochází vždy k nasávání čerpané látky pomocí zpětného pohybu pístu či membrány, který je prováděn pružinou.

Viskozita, uvedená v kapitole 4.3, čerpané látky ovlivňuje nasávané množství a tudíž i množství vytlačené látky (Neruda, Černý, 2006).

### 3.3 Konstrukce řezné části pily

Řezná část motorové pily je tvořena pilovým řetězem a vodící lištou.

#### 3.3.1 Pilový řetěz

Výběr správného pilového řetězu je předpokladem pro hospodárnou práci s motorovou pilou. Výrobci na trhu nabízejí pilové řetězy pro každé použití, výkonovou třídu a jednotlivé značky motorových pil.

Pilový řetěz se vyznačuje uzavřeným obvodem a tvoří jej hnací (vodící), spojovací a pracovní články s různými tvary břitu. Jednotlivé články jsou vzájemně spojeny nýty. Pracovní články fungují na principu hoblovacího zubu. Rozdělují se na pravé a levé, které jsou pravidelně rozmístěny po celém obvodu pilového řetězu (Neruda, Černý, 2006).

Hnací články přenášejí výkon motoru na řezné zuby. Tyto články jsou vedeny v drážce lišty a jejich počet nám udává délku řetězu. Jejich tvar je konstruován tak aby zapadal do hnacího kola řetězky a zároveň čistil drážku od pilin a nečistot. Některé firmy nabízejí vodící články s úpravou pro rovnoměrnější roznos oleje v drážce lišty a nýtům (Neruda, Černý, 2006).



*Obrázek č. 4 - Mazací systém oilomatic [14].*

Spojovací článek spojuje jednotlivé články řetězu a svoji spodní hranou klouže po hraně vodící lišty.

Hoblovací články byly navrženy Josephem B. Coxem v roce 1946 při studii kousacího ústrojí larvy dřevokazného hmyzu. Tímto nápadem se nechala inspirovat firma Oregon, která v roce 1947 zahájila první sériovou výrobu pilových řetězů. Tloušťka oddělované hoblíny je dána omezovací patkou, která klouže před břitem v řezané drážce. Břit řetězu je o 0,6 mm hlouběji než omezovací patka. Při ostření hoblovacích zubů je nutné snižovat i omezovací patku, tak aby velikost třísky byla zachována. Velkou výhodou této geometrie zubu je vysoká řezná rychlost, oddělování

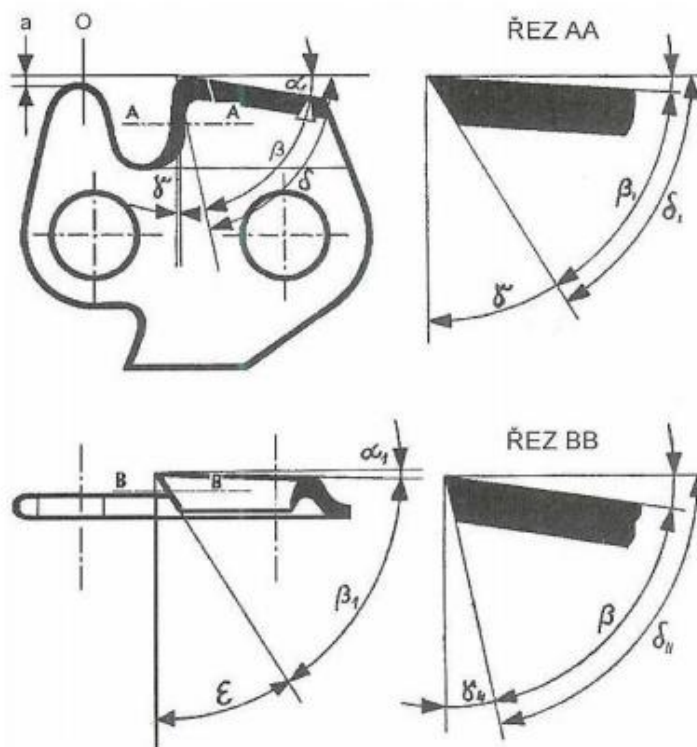
dřevních vláken všemi směry a snadné ostření s možností provedení přímo na pracovišti (Neruda, Černý, 2006).

Geometrie hoblovacího článku má složitý geometrický tvar a je dána několika úhly a to úhlem hřbetu, čela a břitu. Úhel hlavního hřbetu  $\alpha$  obr. č. 5 má hodnotu cca  $8^\circ$  skonu, který je dán výrobcem. Tento úhel nám udává odklon hřbetní plochy ode dna drážky (Neruda, Černý, 2006).

*Boční hřbet  $\alpha_1$*  - udává odklon bočního hřbetu od boku drážky.

*Úhel ostření  $\varepsilon$* - jedná se o úhel mezi pilníkem (brusným kotoučem) a kolmicí vedenou na rovinu vodící lišty.

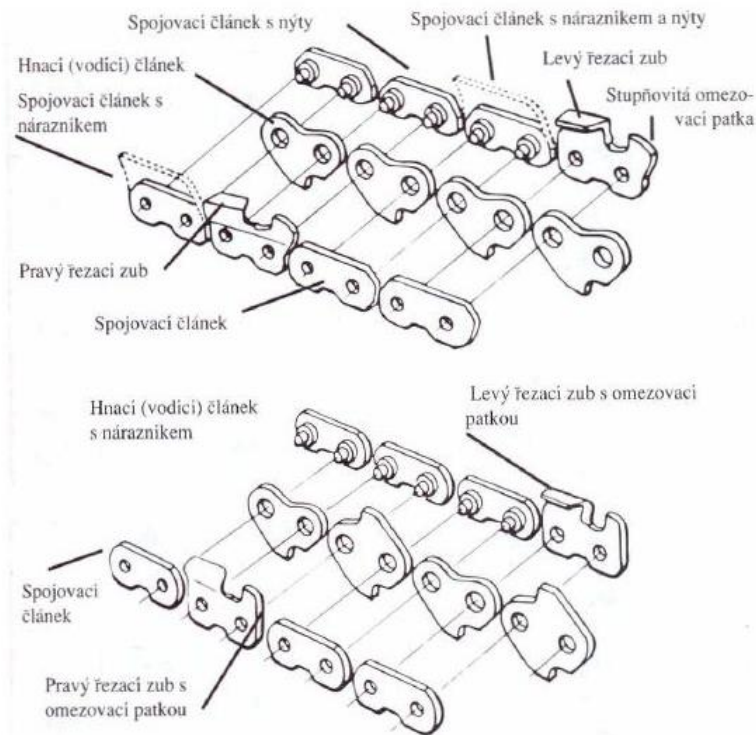
Úhel ostření zpravidla činí  $30^\circ$  pro hranaté zuby a pro oblé zuby  $35^\circ$ . Na každém hlavním hřbetu pilového řetězu je tento úhel vyražen od výrobce. Při ostření by měl svírat pilník s boční stěnou vodící lišty úhel  $90^\circ$ . U některých typů řetězů lze sklonit rovinu pilníku až o  $10^\circ$  (Neruda, Černý, 2006).



**Obrázek č. 5 - Geometrie hoblovacího zubu (Neruda, Černý, 2006).**

*Úhel čela  $\gamma$* - jedná se o úhel, který vzájemně svírají rovina čela zubu a kolmice k podélné ose řetězu. Tento úhel nelze nastavit při ručním ostření, jelikož jej ovlivňuje daný průměr pilníku a zvolený úhel ostření, avšak u brusného kotouče jej nastavit lze. Úhel čela je  $5 - 15^\circ$  (Neruda, Černý, 2006).

Při nedodržení geometrie břitu se výrazně zhoršují řezné vlastnosti, efektivita práce, vyšší spotřebu paliva a mazacího oleje a tím se zvyšuje celkové opotřebení řezné části. Správné naostření řetězu zajišťuje dosažení kvalitních výsledků (Neruda, Černý, 2006).



Obrázek č. 6 - Popis článků pilového řetězu [15].

Rozteč řetězu je udávána v palcích. V našich podmínkách jsou nejpoužívanější rozteče 0,325'' a 3/8''. Hnací i vodící řetězové kolo pily musí svými rozměry odpovídat rozteči (Neruda, Černý, 2009).

Materiály řezacích článků jsou vyráběny z ušlechtilé uhlíkové oceli třídy 12 – s předepsaným složením prvků C, P, S, Si, Mn. Poměry jednotlivých prvků výrobci tají (Neruda, Černý, 2009).

### 3.3.2 Vodící lišta

Vodící lišta je plochá a tvarem připomíná elipsu. Po svém obvodu má drážku, ve které vede vodící články řetězu, která má zpravidla šířku 1,1 – 1,6 mm. Drážka slouží jako kanálek pro mazací olej. Lišta je vyrobena z ocelového plechu v celku (drážka je vyfrézovaná) nebo skládaná ze tří výstřížků (prostřední výstřížek je rozměrově menší, a vytváří drážku). Jednotlivé části jsou svařeny bodově. Lišta je k pile upevněna jedním nebo dvěma šrouby zapuštěnými do skříně motoru. Na tomto konci jsou otvory odpovídající danému typu pily, jsou symetrické, aby byla možnost otáčení lišty kvůli rovnoměrnému opotřebení. Jedná se o tři otvory. První má oválný tvar sloužící

k dopínání řetězu. Druhý otvor je určen pro napínací trn a třetí je mazací pro přívod oleje. Přední část (hrot) vodící lišty mají dvě základní koncepce: Hard-Top (pevná špička) nebo Roll-Top (s vodícím kolečkem). U Hard-Top dochází k většímu opotřebení a ztrátám na výkonu. Přední část je zušlechtěna s přidanou vrstvou tvrdokovu. Za účelem snížení tření a výkonu se častěji používají lišty s úpravou Roll-Top, kde je vodící kolečko uloženo na ložisku. Mohou mít menší rádius než špičky pevné a zároveň se snižuje riziko zpětného vrhu (Neruda, Černý, 2009).

Řezná délka lišty určuje oblast použití a počet hnacích článků řetězu. Typy vodících lišt rozlišuje například firma Stihl takto [16]:

- *Stihl Carving* – lišta s velmi malým rádiusem pro umělecké vyřezávání a pro ošetřování stromů, se snížením vzniku zpětného rázu.
- *Stihl Rollmatic E Mini Light* – lišty o délkách 30 – 35cm, vhodné pro vyvětvování a těžbu stromů s malým průměrem kmene.
- *Stihl Rollomatic Mini* – mimořádně plochá lišta ke snížení hmotnosti, pro příležitostné využití ve volném čase.
- *Stihl Rollomatic E Light*- velkoplošně vybrané elektricky svařené kovové pláty, volný prostor zalitý směsí polyamidu a skelných vláken, nízká hmotnost o 38%, vhodná pro ošetřování stromů.
- *Stihl Duromatic E* – mimořádně robustní z odolné oceli, hrot chráněn tvrdokovem, pro extrémní namáhání např. ve stavebnictví nebo u záchranářů.
- *Stihl Rollomatic ES* – z tuhého těla, špička lze vyměnit, pro profesionální práci v lesnictví
- *Stihl Rollomatic E* – ze tří elektricky navzájem svařených kovových plátů, s odlehčením středního plátu, vysoká stabilita, univerzální použití.

### **3.4 Konstrukce nosné části pily**

Nosná část motorové pily slouží k nejjednodušší manipulaci s pilou. Konstrukce se skládá z přední a zadní rukojeti. Přední rukojeť je kolmá nebo mírně šikmá k ose pily. Tvoří jej trubkovitý hliníkový oblouk potažený plastem. Její tvar umožňuje

okamžitý posun ruky operátora a tím usnadňuje polohování pily při kácení, odvětvování a krácení dříví (Neruda, Černý, 2009).

Zadní rukojeť je součástí plastového odlitku, který plní funkci palivové nádrže a je rovnoběžná s osou pily. Její součástí jsou dva bezpečnostní prvky a to dlaňová pojistka a ochrana pravé ruky ve spodní části oblouku. Uvnitř madla je umístěna páčka plynu, pro regulaci otáček motoru (Neruda, Černý, 2009).

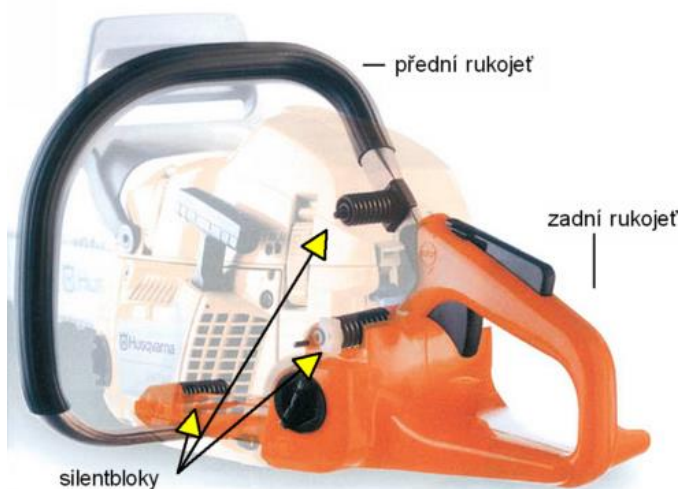
Nosná část je od motorové části oddělena pružnými prvky (silentbloky), které omezují přenos vibrací. Silentbloky zabraňují nejen vibracím, ale i přenosu rázů od řezné části pily. Rozdělují se dle materiálu na pryžové a ocelové. Pryžové mají válcovitý charakter s různými typy ukotvení, naopak ocelové mají tvar vinuté pružiny taktéž s různými typy upevnění (Neruda, Černý, 2009).



Obrázek č. 7 - Silentblok pryžový [17].

Obrázek č. 8 - Silentblok ocelový [18].

Dnešní motorové pily musí splňovat parametry dle normy ČSN EN ISO 116811. Tato norma popisuje metody pro odstranění nebo snížení nebezpečí, která vznikají při používání těchto pil a další důležité informace [19].

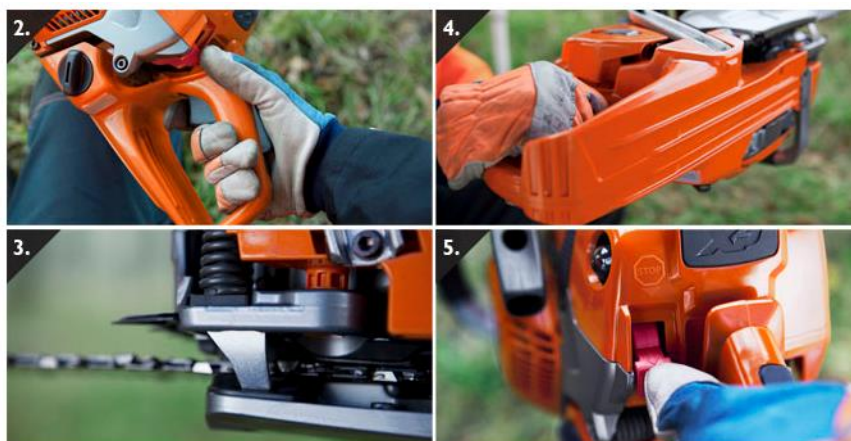


Obrázek č. 9 - Konstrukce nosné části pily [20].

### 3.5 Bezpečnostní prvky pily

Moderní řetězová pila musí být vybavena těmito bezpečnostními prvky

- 1) **Chránič proti zpětnému vrhu a řetězová brzda** – řetězová brzda se uvede do chodu tak, že se levým zápěstím posune chránič proti zpětnému vrhu dopředu nebo se uvede do chodu při zpětném vrhu vlivem setrvačných sil.
- 2) **Pojistka proti náhodnému přidání plynu** – přidání plynu je možné pouze při stisknutí pojistky.
- 3) **Zachycovač řetězu** – je určen k zachycení řetězu, pokud spadne nebo se přetrhne.
- 4) **Chránič pravé ruky** – chrání pravou ruku proti spadnutí či přetržení řetězu.
- 5) **Ovládací páčka pro zastavení motoru „Vypínač STOP“** – nachází se v místě na pile se snadným přístupem, aby ji bylo možné v kritické situaci rychle zastavit [21].



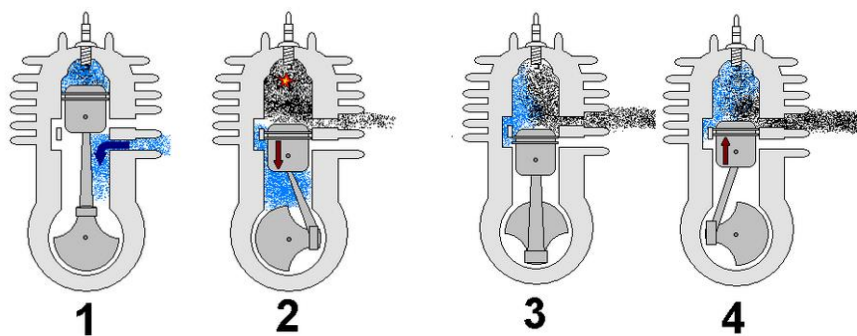
Obrázek č. 10 - Bezpečnostní prvky motorové pily [22].

### 3.6 Dvoudobý jednoválcový zážehový motor

Dvoudobý spalovací motor je pístový spalovací motor. Tento typ motoru má čtyři základní fáze a to sání, kompresi, expanzi a výfuk, stejně jako motor čtyřdobý. Zásadní rozdíl je v tom, že jsou zde zajištěny vždy dva takty najednou - jeden cyklus na jednu otáčku klikové hřídele (u čtyřdobého cyklus na dvě otáčky). Při pohybu pístu do horní úvratě vzniká pod pístem (v klikové skříně) podtlak, který je využit pro nasátí směsi vzduchu, paliva a oleje, která proudí sacím kanálem do klikové skříně. Při sání je současně předešlá směs nad pístem stlačována ve spalovacím prostoru. Těsně před horní úvratí je směs zapálena jiskrou a následná expanze hořící směsi stlačí píst do dolní úvratě. Spodní hrana pístu uzavírá sací kanál. Pohybem pístu dolů se stlačuje směs



v klikové hřídeli. Pravá horní hrana pístu otevírá výfukový kanál a vzápětí na to i přepouštěcí kanál, přičemž stlačená směs začne vytlačovat zbytky zplodin a dostává se do prostoru nad píst. Při hoření směsi vzniká ve válci nad pístem tlak 35 - 40 barů o teplotě až 2 200°C [23].



*Obrázek č. 11 - Princip činnosti dvoudobého jednoválcového zážehového motoru [24].*

## 4. Oleje

### 4.1 Rozdělení olejů

*Minerální oleje* označované jako ropné, jsou v podstatě směsí výševroucích uhlovodíků, které se získávají z ropy, černo-hnědouhelného dehtu a živičné břidlice. Surové produkty se v rafinériích rozdestilují na jednotlivé frakce, kde se odstraňují nežádoucí nestabilní látky jako síra či polyaromatické sloučeniny. Získané rafináty se dalšími chemickými procesy upravují a výsledným produktem je olej s nízkým bodem tuhnutí, používaný jako základový olej pro výrobu různých druhů olejů. K základovému oleji se následně přidávají aditiva, kterými se směs technologicky dále upravuje a to má za následek např. omezení tvorby karbonu, neutralizaci kyselých složek, protiotěrové přísady a jiné [25].

*Syntetické oleje* se nezískávají z ropy, ale syntézou uhlovodíků. Samotná výroba syntetického oleje probíhá náročným chemicko-technologickým několikastupňovým procesem. Cílem je uchování základní struktury a to nepotřebné se složitou cestou destilace postupně vylučuje. Při výrobě jsou důležité mazivové třídy syntetických esterů, které napomáhají proti korozi, i při dlouhodobém odstavení motoru. Vlastnostmi se přibližuje ropným mazivům. Tyto syntetické oleje jsou odolnější k vysokým teplotám, vyšší tekutosti při nižších teplotách s vyšším viskozitním indexem než u olejů minerálních [26].

*Polosyntetické oleje* jsou oleje minerální se syntetickými komponenty. Obvykle bývají syntetické komponenty zastoupeny v minerálním oleji měrou větší než polovina. Normy však uvádějí, že obsah syntetiky nesmí být menší než 20%. Kvalitní polysyntetické oleje na trhu obsahují až 65%. Procesem aktivace se pozitivně modifikují olejové vlastnosti. Výroba je přizpůsobena tomu, aby se našlo nejlepší možné spojení minerální a syntetické báze u jednoho produktu [27].

*Rostlinné oleje* jsou oleje získané z různých částí rostlin – plodů, jader, semen. Získávají se lisováním, a to buď za tepla, nebo za studena, popřípadě pomocí organických rozpouštědel. Mezi oleje používané při ztrátovém mazání řadíme oleje řepkové či slunečnicové [28].

## 4.2 Aditiva

Jsou to chemické přísady, které zušlechťují vlastnosti jednotlivých olejů nebo jim přidávají nové kvality. Druhy a množství jednotlivých použitých aditiv se liší dle daného maziva a taktéž podle stanovené normy a laboratorních zkoušek. Mezi nejzásadnější aditiva patří [29]:

*Antioxidanty* – zvyšují životnost oleje a brání oxidaci

*Antikorodanty* – zpomalují proces oxidace

*Detergenty* – mají čistící vlastnosti, zamezení usazování nečistot na povrchu

*Diverzanty* – zabraňují tvorbě usazenin v olejových kanálech a filtrech

*Elastomery* – ochrana zajištění pružnosti plastových a gumových částí

*Inhibitory pěnovosti* – redukují vznik pěny a vzduchových bublin

*Modifikátory tření* – snižují tření v třecích plochách a tím snižují spotřebu pohonných hmot a prodlužují životnost stroje nebo zařízení

*Modifikátory viskozity* – rozšiřují potenciál teplotního rozsahu a výrazně snižují závislost viskozity na teplotě

*Depresanty* – snižují za nízkých teplot výskyt a shluk parafínu v mazivech.

## 4.3 Viskozita oleje

Viskozita (vazkost) je jednou ze základních vlastností oleje, která nám udává velikost vnitřního tření mezi částicemi kapaliny. Je to odpor, kterým kapalina působí proti silám, které ji chtějí přemístit. Viskozita určuje režim mazání, schopnost těsnění, čerpatelnost a únosnost mazacího filmu. Viskozita oleje se stoupající teplotou snižuje a naopak. Měří se pomocí viskozitního indexu (VI) - závislost viskozity oleje na teplotě. Porovnávají se hodnoty viskozity při teplotách 40°C a 100°C. V provozu je u různých druhů olejů viskozita různě velká. Nejvhodnější je takový olej, u kterého se viskozita mění v závislosti na teplotě. Je dobře čerpatelný za nízkých teplot a umožňuje tvorbu pevného mazacího filmu při teplotách vysokých [30].

### 4.3 Biologicky odbouratelné oleje

Ročně se v České republice spotřebuje v lesních porostech více než 2000t olejů pro mazání řezných částí motorových pil. Rozptýl mazacího oleje při mazání přináší rizika znečištění půdy, vody i ovzduší [31].

Lesní zákon č. 289/95 Sb. v §32 odstavci 8 nařizuje používání biologicky odbouratelných olejů, ve kterém uvádí že: „Vlastník lesa je povinen chránit les před znečišťujícími látkami unikajícími nebo vznikajícími při jeho hospodářské činnosti. V lese je povinen používat výhradně biologicky odbouratelné oleje k mazání řetězů motorových pil a biologicky odbouratelné hydraulické kapaliny. Při ochraně lesních porostů je povinen dát přednost účinným technologiím šetřícím životní prostředí [32].“

Hodnocením biologicky rozložitelných paliv a maziv se zabývá mezinárodní norma CEC-L-33-T-82. Biologicky snadno rozložitelný olej je takový, který se sám rychle rozkládá a jeho produkty nejsou látky toxické pro faunu a floru, a pokud je do 21 dní odbourán minimálně z 80%. Rostlinné oleje v surovém stavu jsou například za 21 dní odbouratelné až z 98%. V případě minerálních olejů, jakmile bakterie narazí na aromatický uhlík, proces rozkladu se zpomalí, až zastaví a tím se odbouratelnost pohybuje na úrovni 20%. Aby bio oleje dosáhli příslušných parametrů, přidávají se do nich různá aditiva, čímž se odbouratelnost sníží na 97 – 98% [33].

### 4.4 Toxicita

Uhlovodíky jsou organické sloučeniny složené z atomů uhlíku a vodíku. Patologické změny spojené s požitím uhlovodíků zapříčiňují postižení dýchacího ústrojí způsobený aspirací a rozšířením tekutiny v plicích. Riziko aspirace je dáno viskozitou, volatilitou a povrchovým napětím.

*Viskozita* udává nejlepší odhad aspiračního potenciálu. Vysoké riziko aspirace představují látky s nižší viskozitou. Čím je viskozita nižší, tím distálněji se v dýchacích cestách může látka dostat.

*Volatilita* je schopnost tekutiny se vypařovat. Vysoce těkavé uhlovodíky vedou k hypoxii.

*Povrchové napětí* je soudržnost molekul v tekutém povrchu. Nízké povrchové napětí urychluje přesun látky z úst do průdušnice.

Původcem aspirační pneumonie jsou uhlovodíky s nízkou viskozitou, nízkým povrchovým napětím a vysoce volatilní. Jako příklad lze uvést benzín. Uhlovodíky vysoko viskozitní a málo volatilní vedou s malou pravděpodobností k aspiraci a jsou obecně špatně absorbovány z trávicího ústrojí. Nejsou jedovaté, avšak v případě přímé aspirace působí lipidní pneumonii. Mezi tyto uhlovodíky patří motorový olej či vazelína.

Z hlediska aspirace mohou být uhlovodíky s nízkou viskozitou a vysoce volatilní nebezpečné. Zde hrozí plicní poškození, deprese, nebo excitace CNS a následná hypoxie, infekce a chronická plicní dysfunkce (ŠVELA, K., ŠEVČÍK, P., KRAUS, R, r. 2002).

#### **4.5 Radioizotopové analytické metody**

Radioizotopovými analytickými metodami jsou všeobecně označovány analytické metody, využívající ve svém principu základní vlastnost radioizotopů – ionizující záření. Toto záření je schopné při průchodu hmotou způsobit ionizaci atomů, tzn., že z elektricky neutrálních atomů se generují kladně a záporně nabitě ionty. Spektrum použití těchto metod je velmi široké a jejich uplatnění v různých oborech je poměrně rozsáhlé. Jsou využívány jak k výzkumným účelům, tak v rutinní praxi. V této bakalářské práci bude použita konkrétně radioindikátorová metoda využívající značené sloučeniny. Ke studiu pohybu, chování a přeměn sledovaných atomů molekul nebo celých organických struktur, během různých fyzikálních, chemických a biologických procesů, je důležité zvolit vhodný radioindikátor [34].

## 5. Metodika

Tato metodika je převzata od PECHLÁK, B., SKOUPÝ, A. a KUKLA, J., r. 1990 a SKOUPÝ, A., PECHLÁK, B., and SEJKORA, P., r. 1990. Byla vytvořena na katedře lesnické mechanizace VŠZ v Brně, dnes Mendelova univerzita.

Olej použitý k mazání řetězu motorové pily je rozptylován do okolního prostředí odstředivou silou při pohybu řetězu. Při odřezávání části kmene lze předpokládat, že se olej zachytí v pilinách vznikajících při řezání, část oleje zůstane na obou čelech a v okolí řezu, část ulpí na oděvu pracovníka manipulující s motorovou pilou a i na samotné motorové pile, kde se spolu s prachem a pilinami vrství a dochází k jeho opadu na půdní povrch. Pravděpodobně jen malé množství oleje je oxidováno při tření mezi řetězem a lištou. Další část oleje se dostává přímo na půdní povrch v blízkosti řezu, kde dosáhne rozptyl nejvyšší koncentrace. A v neposlední řadě je část oleje rozptýlena do ovzduší ve formě aerosolu a je transportována vzduchem mimo místo řezání nebo může být v nepatrném množství vdechována pracovníkem obsluhujícím pilu.

Podmínky k zaručení opakovatelnosti měření jsou dány faktory ovlivňující rozptyl oleje. Mezi tyto faktory patří:

- délka, tvar a typ lišty, její opotřebení,
- typ řetězu, jeho opotřebení a otupení,
- konstantní velikost dodávky oleje,
- druh použitého oleje (z hlediska fyzikálních vlastností),
- teplota mazacího oleje (stupeň zahřátí motoru),
- seřízení karburátoru,
- pracovní poloha motorové pily, především řezné části,
- výška řezu nad terénem,
- plocha, tvar a druh řezu,
- řez nabíhající nebo odbíhající částí řetězu,
- druh dřeviny a její fyzikální vlastnosti,
- počasí,
- sklon terénu pod místem řezu a jeho mikrorelief,
- použitý pracovní postup,
- zručnost pracovníka manipulujícího s motorovou pilou, atd.

## 5.1 Hmotnostní metoda

Pro orientační měření byla vypracována hmotnostní metoda, kterou bylo možné zjistit množství oleje dopadajícího na půdní povrch. Množství oleje v pilinách a v jiných místech se zjišťovalo chemickými metodami.

První zkušební výřez syrového smrku o tloušťce 28,5 cm a poté druhý smrkový výřez o tloušťce 19 cm byl umístěn přesně nad místem, na kterém mělo být prováděno měření množství oleje dopadajícího na půdní povrch. Zkušební výřezy byly umístěny na podvalce vysoké 15 cm. Pod řezem byl uložen při každém pokusu čistý papír a na něm dva vzorníky o rozměrech 5 x 10 cm vždy 5 a 20 cm před svislým průmětem osy zkušebního výřezu v ose řezu. Tyto vzorníky byly zváženy před řezem a po řezu na analytické váze s přesností na 0,0001g. Na jednotlivých výřezech byl pokus 5x opakován. Z každého měření se vyjádřilo množství oleje v ml a to přepočtem ze zjištěné hmotnosti při měrné hmotnosti použitého mazacího oleje OA M6A, která byla  $0,87\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ . Posléze byly vypočteny průměrné hodnoty pro každý výřez a pro obě plochy vzorníku.

## 5.2 Radioizotopová metoda

Měření rozptylu oleje pomocí radioizotopů je založen na označení mazacího oleje v olejové nádrži motorové pily vhodným kapalným radioindikátorem tak, aby jej bylo možno detekovat a kvantifikovat na řezu, v pilinách, na půdním povrchu či jiných materiálech nebo povrchu.

Pro tuto práci byly použity dva vhodné radioindikátory, a to  $^{113\text{m}}\text{In}$  s poločasem radioaktivní přeměny neboli rozpadu  $T \cong 105$  min., a  $^{82}\text{Br}$  s poločasem radioaktivní přeměny  $T \cong 36$  hod., a druhý ve formě  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$  (brombenzen), kdy je tento indikátor rozpustný přímo v oleji.

Z hygienického hlediska je vhodnější radioindikátor  $^{113\text{m}}\text{In}$  pro jeho krátký poločas radioaktivní přeměny. Ten zajišťuje, že po 24 hodinách lze opět měřit na stejném místě, avšak je třeba jej emulgovat do mazacího oleje, který sám emulzi nevytváří. To lze zajistit pomocí emulgačního (vrtného) oleje. Poměry jednotlivých složek byly navrženy takto : vodný roztok radioindikátoru  $^{113\text{m}}\text{In}$  (0,05 mol.KCl), emulgační olej, mazací olej OA M6A  $\rightarrow 3 : 6 : 91$ . Výsledky měření mohou sloužit pouze k orientačnímu posouzení, jelikož touto úpravou se podstatně mění viskozita

mazacího oleje. Při takto krátkém poločasu radioaktivní přeměny je nutno zavést korekci, která zohledňuje postupnou rychlou změnu počáteční aktivity radioindikátoru, vycházející z rozpadového zákona:

$$\mathbf{N = N_0 \cdot e^{-k \cdot t}} \quad (\text{imp})$$

(1)

Pro praktické výpočty je vhodnější tvar

$$\mathbf{n = n_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}}$$

(imp)

(2)

kde

$\mathbf{N_0}$  = počáteční počet radioaktivních atomů

$\mathbf{N}$  = počet radioaktivních atomů v okamžiku  $t$  (s) vyjádřená počtem impulsů

$\mathbf{k}$  = rozpadová konstanta ( $\text{s}^{-1}$ )

$\mathbf{n}$  = vypočtený počáteční počet impulsů (imp)

$\mathbf{n_0}$  = naměřený počet impulsů (imp)

$\mathbf{t}$  = časový interval mezi okamžikem měření a počátkem měření (h)

$\mathbf{T}$  = poločas radioaktivní přeměny (h)

Před začátkem měření je vždy nutné určit tzv. vztažný čas s přesností na minuty a následně se stejnou přesností zaznamenávat jednotlivá měření.

U radioindikátoru  $^{82}\text{Br}$  odpadá nutnost korekce měření na poločas radioaktivní přeměny, jelikož při relativně krátké době trvání vlastního měření, které lze provést v desítkách minut a při  $T \cong$ , nejsou výsledky rozpadu ovlivněny. Pro výsledky této práce musely být naměřené hodnoty taktéž korigovány, jelikož série měření probíhala desítky hodin.

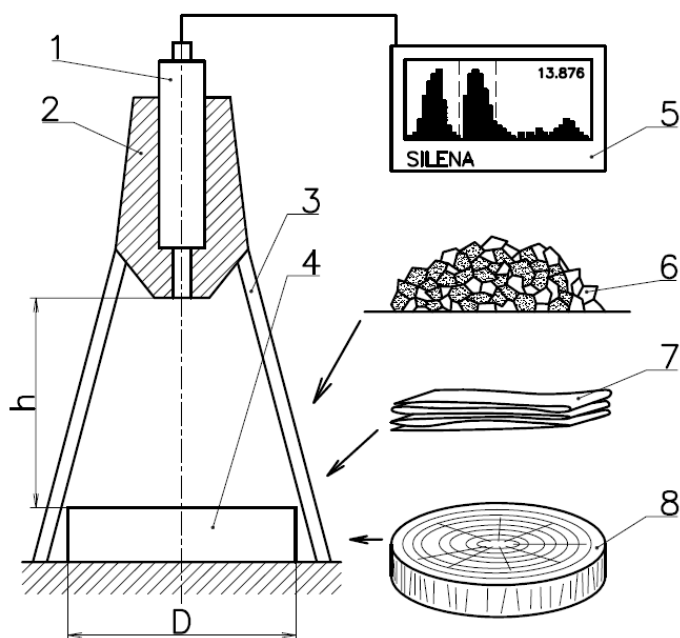
Tento radioindikátor zaručuje vyšší přesnost měření díky delšímu poločasu rozpadu a i pro vyšší energetické zastoupení  $\gamma$  záření, i přes to, že z hygienického hlediska není tak vhodný jako první radioindikátor. V tomto případě lze zanedbat samoabsorpci záření materiálem, ve kterém je olej obsažen. Z toho vyplývá, že lze



vyhodnotit rozptyl oleje už po jediném řezu. Další výhodou tohoto radioindikátoru je téměř neměnná viskozita oleje, neboť  $^{82}\text{Br}$  lze přímo rozpustit v oleji.

Radioindikátor  $^{113\text{m}}\text{In}$  byl použit pouze pro ověření postupu měření a pro předběžné zjištění koncentrace oleje, čímž se zrychlil a upřesnil postup při použití indikátoru  $^{82}\text{Br}$ . Když známe přibližnou koncentraci oleje, můžeme měřicí přístroje cejchovat na předpokládanou aktivitu měřeného vzorku. Tak se postupovalo při prvních měřeních k ověření metodiky (60, 61, 77, 112, 103 a 113). Při použití novějších přístrojů s vysokým rozsahem měření toto předběžné měření v dalších sériích nebylo třeba.

Radioindikátor (radionuklid)  $^{82}\text{Br}$  byl vyroben uměle, a to ozařováním terčového materiálu ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ ) v aktivní zóně reaktoru Ústavu pro jaderný výzkum v Řeži u Prahy. Z hlediska měření aktivity jednotlivých předmětů bylo třeba vzít v úvahu skutečnost, že žádný z radioindikátorů nelze považovat za bodový zdroj  $\gamma$  záření. Z toho důvodu byla navržena tzv. měřicí geometrie, která zaručuje možnosti umístit piliny, čelo kmene, ale i další materiál do stejné polohy vůči měřicí sondě.



Obrázek č. 12 - Geometrie měření

Geometrie měření je znázorněna na obr. č. 12, kde je detektor záření  $\gamma$ , podložka 1, umístěn v olověném kolimátoru 2, který potlačí rušivé vlivy přirozeného  $\gamma$  pozadí či

případné vlivy jiných materiálů použitých při měření. Stojan **3** zajišťuje přesnou polohu vzorkovnice **4** vůči detektoru. Tento detektor je připojen k měřiči počtu impulsů **5**. Do vzorkovnice o objemu  $2 \text{ dm}^3$  je možno umístit volně sypané piliny **6**, složený papír z povrchu půdy **7** nebo čelo kmene obsahující označený olej **8**, popř. i jiné materiály.

Před samotným měřením rozptylu oleje je nejprve důležité zjistit vztah mezi skutečným obsahem oleje a četností impulsů vzorku. Tehdy, když známe množství oleje o známém počtu impulsů, kde postupně označujeme různé materiály, můžeme vytvořit tzv. kalibrační (cejchovní) křivku závislosti za jednotku času. Ze změřených hodnot tak postupně vytvoříme graf závislosti počtu impulsů za stanovenou dobu na množství označeného oleje obsaženého v měřeném materiálu.

Kalibrační (cejchovní) závislost byla vytvořena tak, kde se na čisté kotouče dřeva odříznuté z kmene nakapal označený olej o množství 10, 20, 30, 40 a 50 kapek. Na každém kotouči byl změřen počet impulsů a z takto získaných údajů byla vypočtena kalibrační křivka.

Pro každou nově připravenou dávku oleje je nutné zjistit tuto závislost. Čas byl zaznamenáván s přesností na minuty jak při tvorbě kalibrační křivky, tak i při jakémkoli dalším měření. Tím mohla být vypočtena korekce vyplývající z poločasu rozpadu radioindikátoru.

### **5.2.1 Rozptyl oleje při příčném řezání**

Tato metodika se nejlépe provádí na příčném přeřezávání kmene, kde lze definovat maximální počet faktorů, které ovlivňují rozptyl oleje, jelikož poté nezáleží na faktorech jako: osoba provádějící řez, technika práce či její zkušenosti a další. Při tomto způsobu řezání je možné jednoznačně určit rozptyl oleje na povrchu půdy a poté určit i jeho koncentraci či tvar skvrny. U ostatních způsobů řezání jako je kácení nebo odvětvování, je velmi obtížné toto určit.

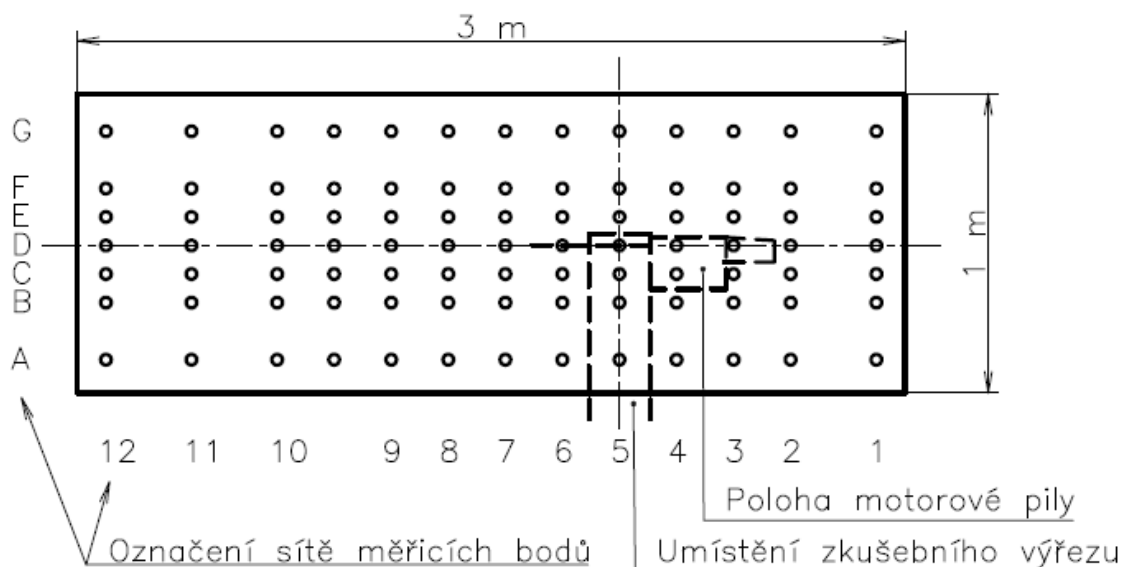
K měření byla použita motorová pila značky HUSQVARNA 266 SG, výrobní číslo 9470048, která byla před použitím seřízena dle pokynů výrobce na pneumatické vířivé brzdě značky HUSQVARNA. Otáčky byly seřízeny na  $11\,000 \text{ min}^{-1}$ , volnoběžné otáčky na  $2\,500 \text{ min}^{-1}$ . Tyto otáčky byly změřeny při maximálním zatížení ventilátorem a dosáhly  $8\,500 \text{ min}^{-1}$ , při přesnosti  $\pm 5\%$ .

Na pneumatické vířivé brzdě se taktéž měřila velikost dodávky oleje při třech polohách seřizovacího šroubu stavitelného olejového čerpadla při daných otáčkách. Dodávka oleje při nastavení čerpadla na 2. stupeň činila cca  $6\text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ , na 3. stupeň cca  $7\text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ , a na 4. stupeň cca  $8,5\text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ . Přesnost dosahovala  $\pm 0,2\text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$  a byla ovlivněna především kolísáním otáček a změnami teploty a tím i viskozity oleje.

Na motorovou pilu byla namontována nová lišta značky SANDVIK WINDSOR Pro 15HS58SPNA,  $3/8'' - 058'' / 1,5\text{ mm}$  56DL s novým řetězem OREGON 73LP 56E ( $3/8''$ ).

Ke zkušebním řezům byly použity syrové výřezy smrku a buku v kůře o tloušťce od 10 do 30 cm se stupňováním po 5 cm. Tyto výřezy se umístily na podvalce ve výšce 15 cm nad zkušebním povrchem půdy.

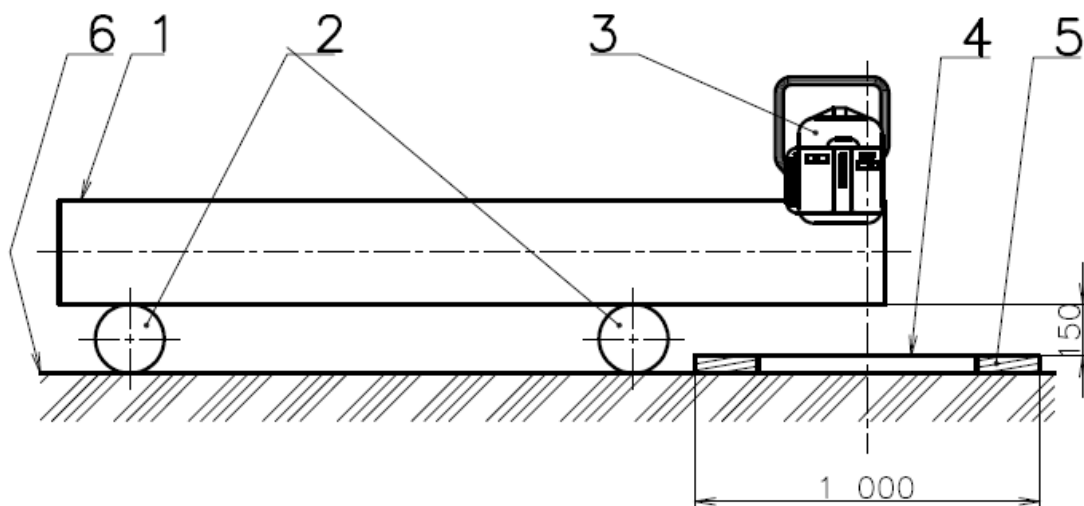
Na těchto dvou již zmíněných dřevinách bylo prováděno měření velikosti dodávky oleje ( $6,7$  a  $8,5\text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Byly použity tři oleje, a to: minerální olej OA M6A, rostlinné oleje PRIMOL Eko-P a QUAKER Greensave. Rostlinné oleje se velmi liší svými viskozitními charakteristikami. PRIMOL má nižší viskozitu než olej QUAKER. Nejvyšší viskozitu má minerální olej OA M6A.



**Obrázek č. 13 - Papírová podložka se soustavou měřících bodů**

Na místo určené pro řezání byla rozložena nepropustná polyetylenová fólie. Na ní byla umístěna papírová podložka napnutá na dřevěném rámu, na které byla vyznačena soustava měřících bodů, o rozměrech 1 x 3 m (obrázek č. 13). Soustava měřících bodů se nacházela v ose zkušebního výřezu označena písmeny A až G a v ose

lišty s čísly 1 – 12. Vzdálenosti mezi body: **A – B** a **F – G** byly 200 mm, **B – F** byly 100mm. V ose lišty byly tyto vzdálenosti mezi body: **1 až 2**–300mm, **2 až 10** –200 mm a **10 až 12** – 400mm. Jednotlivé vzdálenosti byly navrženy na základě ověřovacích pokusů. Písmeno D označuje rovinu řezu, která je nad středovou řadou bodů a číslem 5 je označena osa zkušebního výřezu.



**Obrázek č. 14 - Umístění výřezu a podložky vůči rovině řezu**

Všechny oleje byly označeny dávkou cca 1 GBg, tj. 30 mCi, brombenzenu s  $^{82}\text{Br}$ . Toto množství se po dobu 30 minut vmíchávalo pomocí laboratorního míchadla do 500 ml oleje. Při míchání se nádobka s olejem umístila do olověného stínění.

Před měřením se z olejové nádrže pily všechny neoznačený olej odstranil. Část namíchaného oleje se nalila do nádrže a zbylý olej posloužil k cejchovnímu měření. Pila se před každým měřením musela zahřát na provozní teplotu, a to zvýšenými otáčkami bez zatížení po dobu cca 5 minut. Zahřívání muselo probíhat nejméně ve vzdálenosti 20 m od místa měření. Pila byla k místu měření přenesena při volnoběžných otáčkách motoru za použití brzdy řetězu. Poté byla pila ustavena do roviny řezu, odbrzděný řetěz a následoval vlastní řez. Tento řez se měřil stopkami s přesností na 0,1s. Na ovlivnění výsledku závisely i faktory jako: vlhkost vzduchu, směr a síla větru. Pokud by rychlost větru byla vyšší než  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a teplota vzduchu byla vyšší než  $30^\circ\text{C}$  nebo nižší  $10^\circ\text{C}$ , muselo by být měření přerušeno.

Ihned po řezu byly piliny z podložky sesypány do předem připraveného polyetylénového sáčku a podložka se zakryla lehkou polyetylénovou fólií. Toto zakrytí bránilo zamoření měřicí sondy označeným olejem při měření dané koncentrace oleje na

půdním povrchu, v tomto případě na podložce. Sonda 1,5" detektor NaJTI (natriumjodid-thalium) určená k měření koncentrace oleje byla připojena k přenosnému multikanálovému spektrometru CANBERRA, série 10. Měření sondou se provádělo po příčných řadách bodů od bodu 1A – 12G při zastínění detektoru olověného kolimátoru. Aktivita bodů se měřila po dobu 10 sekund. Výsledky se zaznamenávaly do protokolu označeného číslem měření, datem, řezanou dřevinou, její tloušťkou a vlhkostí. Dále byly zaznamenávány údaje jako: doba řezu, druh oleje, nastavení olejového čerpadla, rychlost větru a teplota a vlhkost vzduchu.

U pilin, již vložených do polyetylénového sáčku, se měřily četnosti impulsů. Ty se vložily do vzorkovnice. Následně se změřila stejným způsobem obě čela řezné spáry pokusného řezu, a to tak, že byl použit kotouč odřezaný při pokusném řezu (pravá strana spáry), a z druhé strany čela (levá strana), tj. kotouč o tl. 2 – 3 cm, který byl odříznut ze zkušebního výřezu jinou pilou, která obsahovala neoznačený olej. Ve vzorkovnici se oba kotouče uložily měřenou stranou nahoru na čistou polyetylénovou fólii, aby nedošlo ke kontaminaci vzorkovnice.

Do vzorkovnice se taktéž vložila poskládaná celá papírová podložka včetně krycí fólie, aby se zjistilo celkové množství oleje na půdním povrchu. Jelikož se některé části do měřicí geometrie nevešly, bylo nezbytné je rozdělit a po změření všech částí výsledné hodnoty sečíst.

Pro získání skutečné hodnoty označeného oleje obsaženého v měřeném vzorku bylo nutné před každým měřením intenzity, změřit i četnost impulsů pozadí, neboli papírové podložky a vzorkovnice, ale i přirozenou radioaktivitu dřeva a pilin. Hodnota přirozeného pozadí se odečetla od naměřených hodnot a výsledkem byla skutečná hodnota označeného oleje. Při měření pozadí byl stejný postup jako při měření množství označeného oleje. Pro zajištění správného výsledku se pro kontrolu provádělo měření i po dokončení celé série.

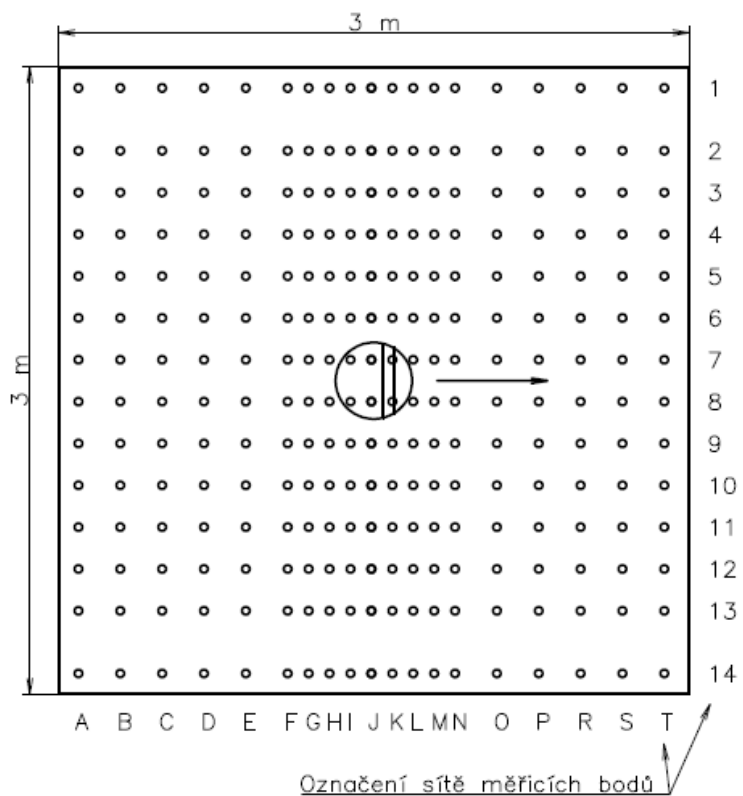
Dle aktivity jednotlivých materiálů se načítání impulsů radioaktivního rozpadu načítalo 30, 60 anebo 120 sekund. U aktivit nižších, které lze vyjádřit řádově v tisících impulsů, byla statistická chyba okolo 30%, avšak u aktivit kolem 100 000 impulsů se pohybovala mezi 2 – 3% (údaj měřícího přístroje).

Pro měření byl použit stejný typ měřicí sondy jako u měření koncentrace oleje na podložce za pomoci multikanálového spektrometru SILENA – SNIP 201. Jako

v prvním případě měření i zde bylo měření pozadí pouze orientační, jelikož toto přístrojové vybavení je schopno počítat impulsy v tak úzkém pásmu vlnových délek, že je snímána emise fotonů  $^{82}\text{Br}$ , která se v přirozeném prostředí téměř nevyskytuje.

### 5.2.2 Rozptyl oleje při kácení

Pro zjištění rozptylu oleje při kácení a zároveň jeho koncentraci na půdní povrch, není možné kácet skutečný strom. Skutečný strom byl nahrazen vertikálně postaveným výřezem, zpod kterého je již možné sejmout krycí podložku z povrchu půdy. Tímto řešením nevznikají nepravidelnosti rozptylu způsobené například kořenovými náběhy či hnilobou bazální části kmene.



Obrázek č. 15 - Podložka se soustavou měřicích bodů pro kácení

Na podložku o velikosti 3 x 3m byl upevněn výřez surového smrku. Na obrázku č. 4 je možné vidět umístění výřez a směr kácení je naznačen šipkou.

Olejové čerpadlo bylo nastaveno na 2. Stupeň, čemuž odpovídá množství oleje – OA M6A cca  $6 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Na měření bylo použito dvou smrkových surových výřezů o střední tloušťce 24 a 40 cm. Po upevnění daného výřezu následoval postup kácení tzv. ideálního stromu, kde je dle pravidel pokynů pro výrobu proveden směrový zásek a následně veden hlavní řez. Z důvodu ponechání nedořezu nedošlo k pádu smrkového výřezu.

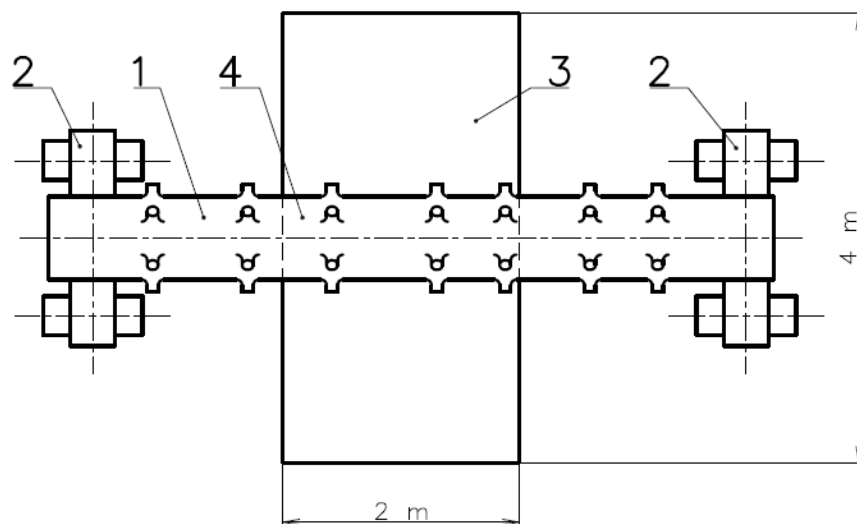
Doba potřebná k přeřezání stejné plochy je u kácení větší než při příčném přeřezávání. Při kácení je důležitá přesnost jednotlivých řezů. K dosažení této přesnosti se jmenovité otáčky motoru snižují a tím se prodlužuje doba kácení. Množství oleje, které je zde použito se zvyšuje díky množství řezných spár vzniklých při kácení.

### 5.2.3 Rozptyl oleje při odvětvení

Pro odvětvení bylo použito dvou syrových smrkových výřezů ze spodní korunové části o délce 6m a střední tloušťce 25 a 30cm. K snížení nákladů na měření a snížení pracnosti byly před samotným měřením všechny větve zkráceny na délku 10cm od povrchu kmene.

Zkušební výřez ležel koncovými částmi na podvalcích vysokých 40 cm. Z celkové délky byla měřena pouze 2m středová sekce tak, aby měření odpovídalo průběžnému odvětvení a nebylo zkresleno změnami rozptylu a množstvím oleje, které se nutně vyskytují v koncových částech odvětvaného kmene.

Pod měřenou sekci byla umístěna polyetylenová fólie 2 x 4 m jako zkušební podložka bez sítě měřících bodů. Koncentrace oleje nebyla měřena, neboť lze předpokládat, že je nižší než u kácení a zejména u krácení. Zde nelze očekávat vytvoření charakteristické olejové skvrny, jak tomu bylo u předešlých případů řezání.



Obrázek č. 16 - Umístění zkušební výřezu při odvětvení

Umístění výřezu **1** na podvalcích **2** je patrné z obr. č. **16**, kde je znázorněna rovněž fóliová podložka **3** pod střední měřenou sekci **4**.

Na odvětvování byl použit olej OA M6A a olejové čerpadlo bylo nastaveno na 4. stupeň, to znamená, že dodávka činila cca 8,5 ml.min<sup>-1</sup>. Odvětvovalo se klasickou severskou metodou. Jako první byla odvětvena první sekce o délce 2 m, z pod které byly sesbírány odřezky větví a odstraněny. Po odvětvení druhé, již měřené sekce byly odřezky sesbírány a vloženy do polyetylénového sáčku k dalšímu měření. Z podložené fólie byly piliny i drobné nečistoty sesypány a fólie byla sbalena znečistěným povrchem dovnitř.

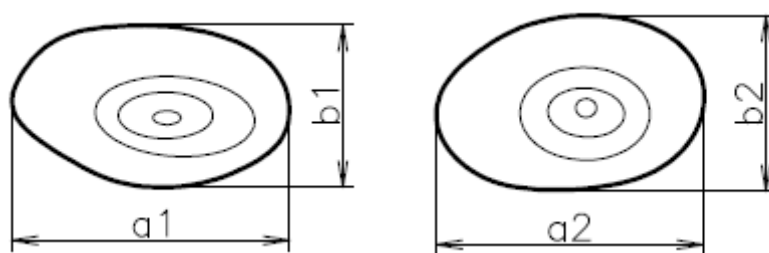
Pro výpočet velikosti řezané plochy se změřily stopy po odvětvování dvěma na sebe kolmými rozměry u každého řezu, kde jeden byl prováděn ve směru axiálním a druhý ve směru tangenciálním. Velikost plochy byla počítána jako elipsa a pro výpočet byl použit vztah:

$$A = \frac{\pi \cdot a \cdot b}{4} \quad (\text{mm}^2) \quad (3)$$

kde

**a** = axiální délka (mm)

**b** = radiální šířka (mm)



*Obrázek č. 17 - Měření po odvětvování*

Pro možnost měření výskytu oleje na povrchu odvětveného kmene, bylo nutné měřenou sekci odkornit. Kůra byla zachycena do taktéž do podložené fólie a spolu s ní změřena.

Všechna měření probíhala ve stejné měřicí geometrii, jako ta předešlá.



#### **5.2.4 Rozptyl oleje na pracovním oděvu dřevorubce**

Při odvětsování se podstatně mění pracovní poloha pily a zároveň pracuje z větší části mimo řezané dříví, je předpokládáno, že se mazací olej bude rozptylovat více než při kácení nebo krácení. Z tohoto důvodu byla tato práce vybrána ke kontrolnímu měření výskytu oleje na pracovním oděvu dřevorubce obsluhující motorovou pilu.

Pracovník provádějící odvětsování byl vybaven speciálními pogumovanými návleky proti dešti, tj. blúzou, kalhotami, gumovými rukavicemi, nepropustnými návleky přetaženými přes boty a navíc měl k dispozici respirátor, kde byl umístěn filtrační papír, zachycující olej zasahující obličejovou část těla k vyjádření množství oleje, které mohlo být vdechnuto během odvětsování.

Jako u předešlých měření byly všechny tyto snadno měřitelné části po skončení práce opět měřeny ve stejné geometrii, jako ta předešlá.

## 6. Výsledky

### 6.1 Výsledky hmotnostní metody

Hmotnosti papírových vzorníků uložených na půdní povrch před a po řezu ( $X - X'$ ) jsou vyjádřeny v tabulkách 2 a 3. Rozdíl mezi těmito hmotnostmi vyjadřuje hmotnost oleje ( $X - X'$ ), neboli přepočet hmotnosti na množství oleje, čas potřebný k přeřezání výřezu a množství oleje zachyceného na vzorníku za sekundu. Vzorníky jsou číslovány tak, že na prvním místě je uvedeno pořadí v pěti měřených řezech. Číslo 1 na druhé pozici je použito pro vzorník vzdálený 5 cm od osy výřezu a číslo 2 pro vzorník vzdálený 20 cm. Z těchto údajů vyplývá, že při tloušťce výřezu 28,5 cm bylo na ploše vzdálené 5 cm zachyceno 0,073 ml oleje, což odpovídá koncentraci 14,6 ml.m<sup>-2</sup>. Na 20 cm bylo zachyceno 0,054 ml, tj. 10,8 ml.m<sup>-2</sup>.

Tabulka č. 2 - Výsledky hmotnostní metody - měření s výřezem tloušťky 28,5 cm

Vzorník	X (g)	X' (g)	X - X' (g)	Množství oleje (ml)	Čas (s)	Množství oleje (ml.s <sup>-1</sup> )
1.1	0,3328	0,3916	0,0588	0,067	11,77	0,0057
2.1	0,3046	0,3741	0,0695	0,080	9,83	0,0081
3.1	0,3059	0,3553	0,0494	0,057	10,68	0,0053
4.1	0,3322	0,3878	0,0556	0,064	10,49	0,0061
5.1	0,3335	0,4198	0,0863	0,099	11,42	0,0087
<b>Průměr.1</b>			<b>0,0639</b>	<b>0,073</b>	<b>10,84</b>	<b>0,0068</b>
1.2	0,3324	0,3926	0,0602	0,069	11,77	0,0059
2.2	0,3057	0,3535	0,0478	0,055	9,83	0,0056
3.2	0,3058	0,3316	0,0258	0,030	10,68	0,0028
4.2	0,3326	0,3895	0,0569	0,065	10,49	0,0062
5.2	0,3319	0,3750	0,0431	0,049	11,42	0,0043
<b>Průměr.2</b>			<b>0,0468</b>	<b>0,054</b>	<b>10,84</b>	<b>0,0050</b>

V tabulce č. 3 si lze všimnout, že u vzorku o tloušťce 19 cm je na prvním vzorníku 0,043 ml oleje, neboli 8,6 ml.m<sup>-2</sup>, a u druhého 0,028 ml oleje což odpovídá 5,6 ml.m<sup>-2</sup>.

Výsledky uvedené v těchto tabulkách odpovídají teoretickým předpokladům a v uvedených 5 měřeních nebyly zjištěny hrubé chyby (Grubbsův test extrémních odchylek pro pětiprocentní chybu), avšak přesto je nelze hodnotit jako vyhovující. Na vzornících zůstal viditelně zachycený nasycený prach, piliny a jiné nečistoty, které

podstatně navyšují hmotnost vzorníků po řezu. Tento problém je odstraněn při použití radioindikátorové metody.

*Tabulka č. 3 - Výsledky hmotnostní metody - měření s výřezem tloušťky 19 cm*

Vzorník	X (g)	X' (g)	X - X' (g)	Množství oleje (ml)	Čas (s)	Množství oleje (ml.s-1)
1.1	0,3327	0,3563	0,0236	0,027	3,83	0,0070
2.1	0,3334	0,3767	0,0433	0,050	3,24	0,0154
3.1	0,3323	0,3526	0,0203	0,023	3,21	0,0072
4.1	0,3324	0,3854	0,0530	0,061	2,98	0,0205
5.1	0,3061	0,3515	0,0454	0,052	3,60	0,0144
<b>Průměr.1</b>			<b>0,0371</b>	<b>0,043</b>	<b>3,37</b>	<b>0,0126</b>
1.2	0,3329	0,3498	0,0169	0,019	3,83	0,0050
2.2	0,3056	0,3313	0,0257	0,029	3,24	0,0090
3.2	0,3321	0,3504	0,0183	0,021	3,21	0,0065
4.2	0,3319	0,3684	0,0365	0,042	2,98	0,0141
5.2	0,3057	0,3300	0,0243	0,028	3,60	0,0078
<b>Průměr.2</b>			<b>0,0243</b>	<b>0,028</b>	<b>3,37</b>	<b>0,0083</b>

## 6.2 Výsledky radioizotopové metody

Vytvořením kalibrační křivky, díky které je možné přímo určit hmotnost oleje z počtu impulsů vyjadřujících průběh radioaktivního rozpadu použitého radioindikátoru na každém měřeném místě za srovnatelnou dobu měření. Kalibrační křivka byla vytvořena pro každý použitý olej. Pro minerální oleje OA M6A byly vytvořeny dvě, jelikož byl tento olej použit v delším časovém pásmu a pro větší počet měření.

Vzorky označených olejů byly nejprve nakapány na kotouče dřeva v množství 10, 20, 30, 40 a 50 kapek. Na kotoučích se poté měřil počet impulsů radioaktivní přeměny. Hmotnost kapek byla vážena při teplotě 18°C na analytických váhách. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 4. Rozdíl vyjadřuje hmotnost čistého oleje a je lineárně závislá na počtu kapek:

Olej OA M6A  $y = 0,0356 \cdot x$

Olej PrimolEko – P  $y = 0,0305 \cdot x$

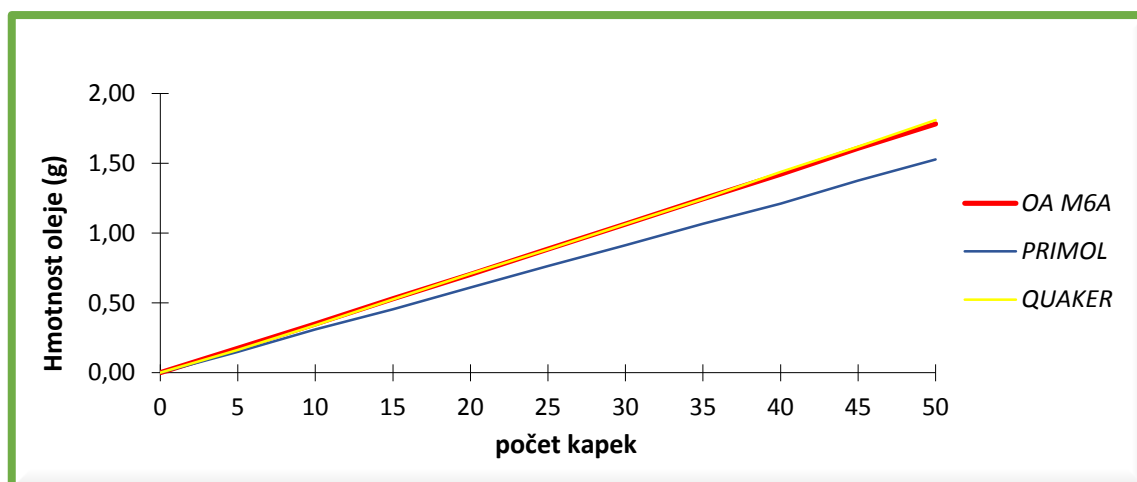
Olej QUAKER Greensave  $y = 0,0359 \cdot x$

Tabulka č. 4 - Hmotnost kapek použitých olejů

Počet kapek (ks)	OA M6A		PRIMOL		QUAKER	
	Naváženo	Olej	Naváženo	Olej	Naváženo	Olej
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
0	22,3908	0,0000	22,5068	0,0000	22,4238	0,0000
5	22,5646	0,1738	22,6560	0,1492	22,5878	0,1640
10	22,7392	0,3484	22,8159	0,3091	22,7641	0,3403
15	22,9211	0,5303	22,9618	0,4550	22,9499	0,5261
20	23,0953	0,7045	23,1172	0,6104	23,1326	0,7088
25	23,2761	0,8853	23,2713	0,7645	23,3084	0,8846
30	23,4546	1,0638	23,4212	0,9144	23,4893	1,0655
35	23,6360	1,2452	23,5729	1,0661	23,6665	1,2427
40	23,8130	1,4222	23,7186	1,2118	23,8616	1,4378
45	23,9992	1,6084	23,8832	1,3764	24,0434	1,6196
50	24,1746	1,7838	24,0342	1,5274	24,2343	1,8105

Tyto závislosti jsou vyjádřeny v grafu č. 1, kde diskrétní naměřené hodnoty nejsou vyznačeny, jelikož leží na jednotlivých přímkách. Index korelace byl vyšší, než 0,99 čímž se jedná o velmi těsné závislosti.

Olej QUAKER a OA M6A mají zhruba stejnou hmotnost kapek než olej Primol. Olej Primol má lehčí kapky, čemuž odpovídá i nižší viskozita.



Graf č. 1 - Závislost hmotnosti olejů na počtu kapek

Tabulka č. 5 - Impulsy radioaktivní přeměny podle počtu kapek oleje

Počet kapek (ks)	OA M6A 30.5.1991		OA M6A 3.6.1991		PRIMOL 5.6.1991		QUAKER 6.6.1991	
	Měřeno	Korigováno	Měřeno	Korigováno	Měřeno	Korigováno	Měřeno	Korigováno
	(imp)	(imp)	(imp)	(imp)	(imp)	(imp)	(imp)	(imp)
10	15 445	50 960	20 145	28 216	23 014	29 560	49 740	60 884
20	31 798	104 916	38 006	53 234	43 530	55 911	87 410	106 995
30	50 021	165 041	55 102	77 179	63 986	82 185	123 201	150 805
40	65 146	214 945	71 520	100 176	80 994	104 030	163 434	200 052
50	78 341	258 482	85 331	119 520	100 841	129 522	197 475	241 720

V tabulce č. 5 jsou uvedeny naměřené hodnoty pro každou olejovou náplň. Počty impulsů byly ihned korigovány na počty odpovídající původní aktivitě radioindikátoru, tedy podle rozpadového zákona na tzv. vztažný čas. Při tomto vyrovnání bylo zjištěno, že závislost počtu kapek odpovídá obecnému tvaru kvadratické funkce  $a=0$ . Průběhy jsou bez konkrétních hodnot, neboť indexy korelací byly vyšší než 0,9 a jsou opět v těsné závislosti, jsou zobrazeny v grafu č. 1.

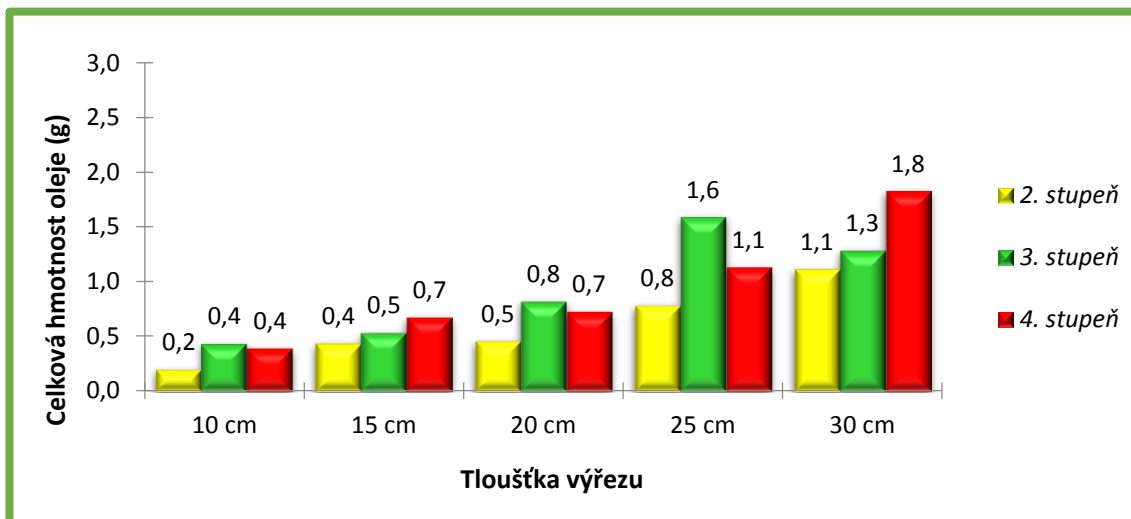
### 6.2.1 Kvantifikace rozptylu olejů při krácení

Na dřevinách smrku a buku bylo naměřeno 42 příčných řezů s použitím předem zmíněných olejů. U oleje OA M6A bylo vytvořeno celkem 8 kombinací způsobené různým nastavením poloh olejového čerpadla, při nichž byly provedeny postupně řezy na všech tloušťkách vzorníku. Všechny výsledky jsou zobrazeny v tabulce č. 6. Pořadová čísla v tabulce značí prvotní údaje při jejich archivaci, avšak měření probíhala tak, aby manipulace s výřezy byla co nejmenší. Svoje pořadová čísla měla i měření při kácení a odvětvování a proto je řada pořadových čísel v tabulce neúplná. Při měření bylo nutno opakovat pokus č. 37 – 38, jelikož na daném místě byl výskyt suků z blízkého přeslenu. Obě měření se nahradila měřením s indexem „a“. Tloušťka řezaného výřezu je pro zjednodušení v tabulce zaokrouhlena, avšak při výpočtech byly použity konkrétní hodnoty.

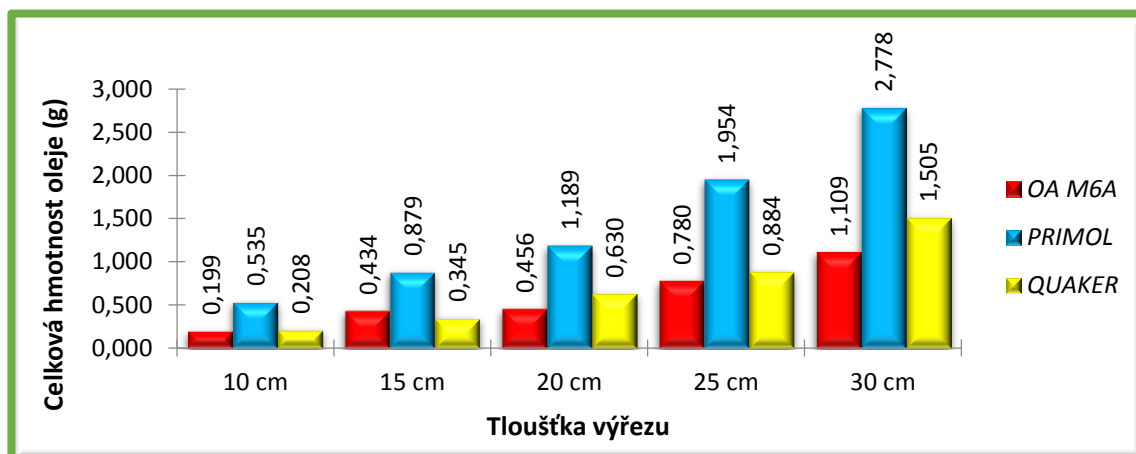
Tabulka č. 6 - Měření distribuce oleje při krácení

Poř. číslo měř.	Datum a čas (hod:min)	Tl. výřezu (cm)	Doba řezu (s)	Nast. olej. čerp.	Počet impulsů			Přev. konst.	Množství oleje			Oleje celkem (g)
					piliny (imp)	dříví	půda		piliny (g)	Dříví	půda	
<b>28.5.1991</b>					Dřevina: <b>SMRK</b>			Olej: <b>OA M6A</b>				
1	14:00-15:55	20	3,86	2	8522	1245	2348	5,339	0,288	0,042	0,079	<b>0,409</b>
2	16:13-16:48	20	3,76	2	9653	1626	1941	5,443	0,333	0,056	0,067	<b>0,456</b>
<b>29.5.1991</b>					Dřevina: <b>SMRK</b>			Olej: <b>OA M6A</b>				
3	9:30-11:15	10	1,33	2	2307	304	1484	7,698	0,112	0,015	0,072	<b>0,199</b>
4	10:30-11:10	15	3,03	2	11214	1480	4755	3,924	0,279	0,037	0,118	<b>0,434</b>
5	11:30-12:20	25	6,64	2	22746	2814	5272	4,000	0,576	0,071	0,133	<b>0,780</b>
6	13:00-13:46	30	9,23	2	31726	4869	6358	4,078	0,819	0,126	0,164	<b>1,109</b>
7	14:00-14:46	30	9,22	3	35141	5103	8584	4,157	0,925	0,134	0,226	<b>1,285</b>
8	14:55-15:42	25	9,05	3	47181	4755	7355	4,238	1,266	0,128	0,197	<b>1,591</b>
9	15:48-16:41	20	5,15	3	21046	3317	5686	4,320	0,576	0,091	0,155	<b>0,822</b>
<b>30.5.1991</b>					Dřevina: <b>SMRK</b>			Olej: <b>OA M6A</b>				
10	9:15-10:00	10	2,55	3	14635	1368	6490	3,055	0,283	0,026	0,125	<b>0,434</b>
11	10:10-10:50	15	2,39	3	17400	3176	6582	3,114	0,343	0,063	0,130	<b>0,536</b>
12	10:57-11:41	15	3,42	4	23590	2712	8057	3,114	0,465	0,053	0,159	<b>0,677</b>
13	11:55-12:28	10	0,58	4	12889	1589	5010	3,175	0,259	0,032	0,101	<b>0,392</b>
14	13:00-13:48	20	3,78	4	23891	3192	7611	3,299	0,499	0,067	0,159	<b>0,725</b>
15	13:56-14:45	25	5,59	4	39214	5942	9001	3,299	0,819	0,124	0,188	<b>1,131</b>
16	14:50-15:36	30	10,20	4	62435	13356	11545	3,299	1,304	0,279	0,241	<b>1,824</b>
<b>4.6.1991</b>					Dřevina: <b>BUK</b>			Olej: <b>OA M6A</b>				
21	13:55-14:00	10	1,36	2	4513	236	1993	1,309	0,085	0,004	0,037	<b>0,126</b>
22	14:35-14:50	15	2,74	2	10277	658	3550	1,335	0,196	0,013	0,068	<b>0,277</b>
23	15:20-15:35	20	5,92	2	25758	2251	6880	1,348	0,497	0,043	0,133	<b>0,673</b>
24	16:00-16:20	25	7,62	2	36311	2863	6285	1,361	0,708	0,056	0,123	<b>0,887</b>
25	17:45-16:05	30	13,50	2	93360	5966	10478	1,395	1,865	0,119	0,209	<b>2,193</b>
<b>5.6.1991</b>					Dřevina: <b>BUK</b>			Olej: <b>PRIMOL</b>				
27	11:15-11:35	30	15,00	2	2E+05	9430	15486	1,236	2,464	0,133	0,218	<b>2,815</b>
28	12:05-12:20	25	9,33	2	1E+05	12921	18359	1,260	1,801	0,186	0,264	<b>2,251</b>
29	13:30-13:45	20	6,15	2	48538	3934	18021	1,284	0,711	0,058	0,264	<b>1,033</b>
30	14:05-14:25	15	3,56	2	48323	2622	12383	1,309	0,721	0,039	0,185	<b>0,945</b>
31	14:25-14:40	10	1,80	2	35787	1617	11880	1,322	0,539	0,024	0,179	<b>0,742</b>
<b>5.6.1991</b>					Dřevina: <b>SMRK</b>			Olej: <b>PRIMOL</b>				
32	15:05-15:30	30	10,80	2	1E+05	14348	19651	1,335	2,261	0,218	0,299	<b>2,778</b>
33	15:50-16:20	25	8,20	2	95136	14658	16197	1,361	1,476	0,227	0,251	<b>1,954</b>
34	16:25-16:55	20	4,11	2	49173	5633	20379	1,387	0,778	0,089	0,322	<b>1,189</b>
35	17:00-17:35	15	2,47	2	40029	3830	11693	1,387	0,633	0,061	0,185	<b>0,879</b>
36	17:40-18:20	10	1,61	2	20409	1353	11389	1,414	0,329	0,022	0,184	<b>0,535</b>
<b>6.6.1991</b>					Dřevina: <b>SMRK</b>			Olej: <b>QUAKER</b>				
37a	16:05-16:25	10	0,51	2	14830	2106	15242	1,361	0,142	0,020	0,046	<b>0,208</b>
38a	16:30-16:40	15	2,65	2	26184	3169	6650	1,361	0,251	0,030	0,064	<b>0,345</b>
39	11:15-11:45	20	4,66	2	56808	6509	8450	1,248	0,499	0,057	0,074	<b>0,630</b>
40	11:50-12:05	25	8,52	2	78709	12592	8350	1,260	0,698	0,112	0,074	<b>0,884</b>
41	12:30-13:00	30	11,30	2	1E+05	17754	18415	1,272	1,181	0,159	0,165	<b>1,505</b>
<b>6.6.1991</b>					Dřevina: <b>BUK</b>			Olej: <b>QUAKER</b>				
42	13:30-14:00	30	12,30	2	1E+05	8992	11838	1,309	1,130	0,083	0,109	<b>1,322</b>
43	14:05-14:40	25	7,79	2	65525	4484	9547	1,322	0,609	0,042	0,089	<b>0,740</b>
44	14:45-15:00	20	6,32	2	60437	3946	7994	1,335	0,567	0,037	0,075	<b>0,679</b>
45	15:05-15:35	15	2,54	2	25988	1678	9738	1,348	0,246	0,016	0,092	<b>0,354</b>
46	15:55-16:05	10	1,72	2	15364	876	7886	1,361	0,147	0,008	0,075	<b>0,230</b>

V grafu č. 2 nalezneme celkové hodnoty výskytu oleje dle tloušťky výřezu a nastavení olejového čerpadla. Výkyv u tloušťky 25 cm při nastavení čerpadla na 3. stupeň, byl pravděpodobně způsoben opadem části nečistot nasáklých olejem z pily.

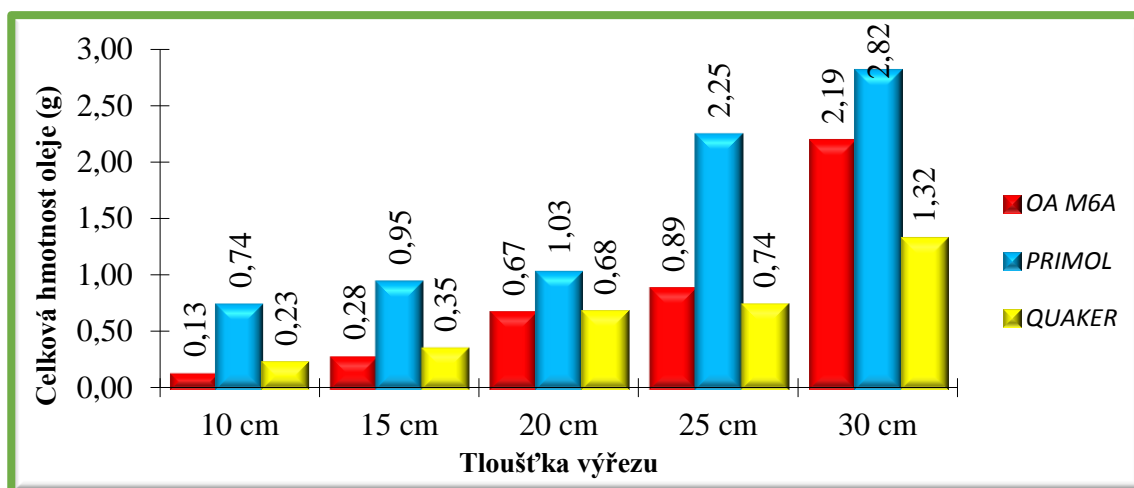


Graf č. 2 - Celková hmotnost oleje v závislosti na tloušťce výřezu a nastavení čerpadla



Graf č. 3 - Závislost množství oleje na tloušťce řezaného vzorku smrku

Z grafu č. 3 je patrné, že celková hmotnost oleje je při stejném nastavení olejového čerpadla u použitého oleje PRIMOL, se svou nízkou viskozitou, bezmála dvojnásobně vyšší. Obdobná situace je zřejmá z grafu č. 4 při řezání bukového výřezu, avšak zde vybočuje z celkové hmotnosti olej OA M6A u tloušťkového stupně 30 cm. Tento výkyv je obdobný jako u grafu č. 2.

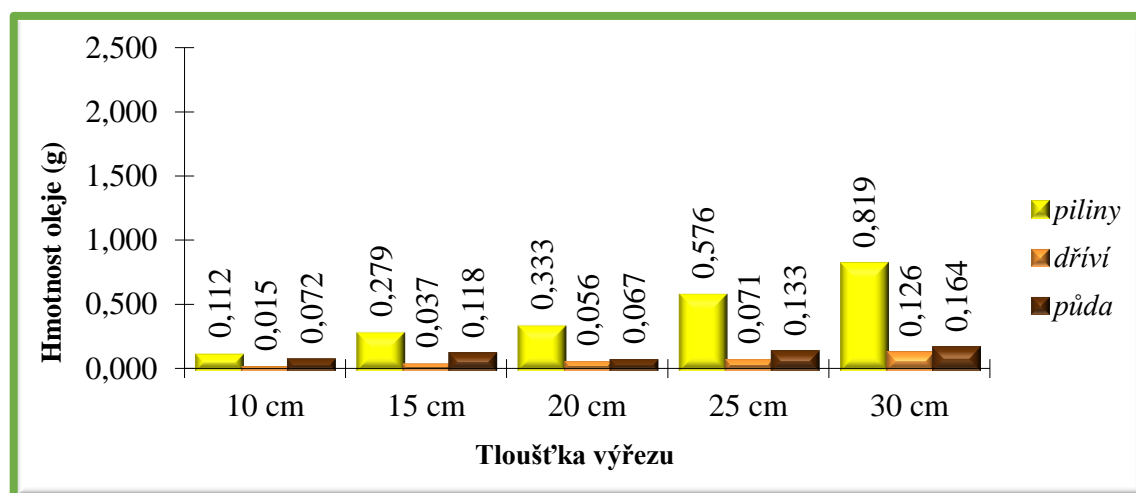


Graf č. 4 - Závislost množství oleje na tloušťce řezaného vzorku buku

V grafech č. 5 – 10 je vyjádřeno poměrné absolutní rozdělení celkového množství oleje na jednotlivých plochách: piliny, řezané dříví a půda. Tyto grafy nám udávají představu o celkovém rozptylu olejů v prostředí. V tabulkách č. 7 - 8 jsou konkrétní relativní hodnoty rozdělení olejů mezi piliny, řezané dříví a půdní povrch.

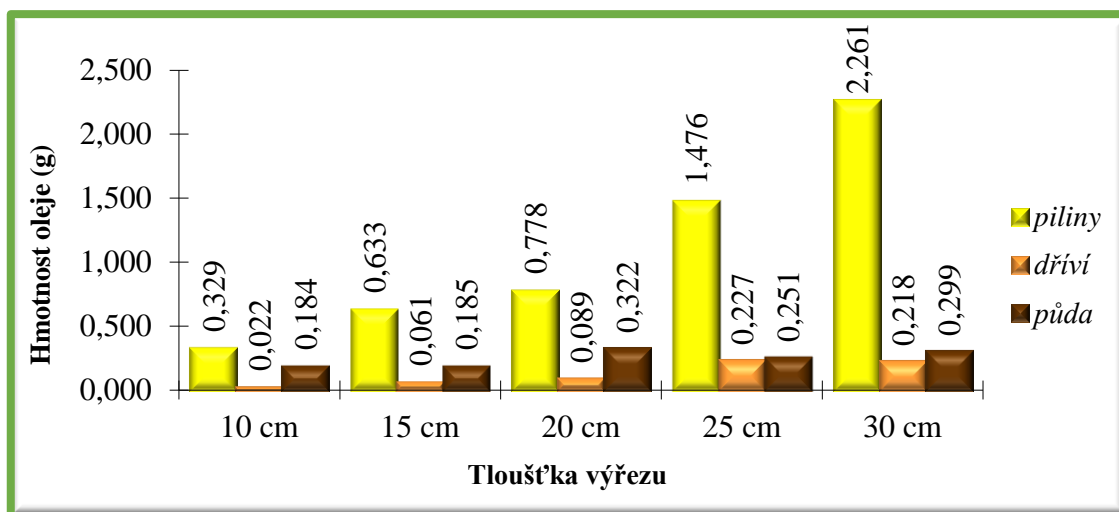
Tabulka č. 7- Relativní rozdělení olejů při řezání smrku

Oleje smrk	OA M6A			PRIMOL			QUAKER		
	piliny	dříví	půda	piliny	dříví	půda	piliny	dříví	půda
Tloušťka	(%)			(%)			(%)		
10 cm	56,28	7,54	36,18	61,50	4,11	34,39	68,27	9,62	22,12
15 cm	64,29	8,53	27,19	72,01	6,94	21,05	72,75	8,70	18,55
20 cm	73,03	12,28	14,69	65,43	7,49	27,08	79,21	9,05	11,75
25 cm	73,85	9,10	17,05	75,54	11,62	12,85	78,96	12,67	8,37
30 cm	73,85	11,36	14,79	81,39	7,85	10,76	78,47	10,56	10,96

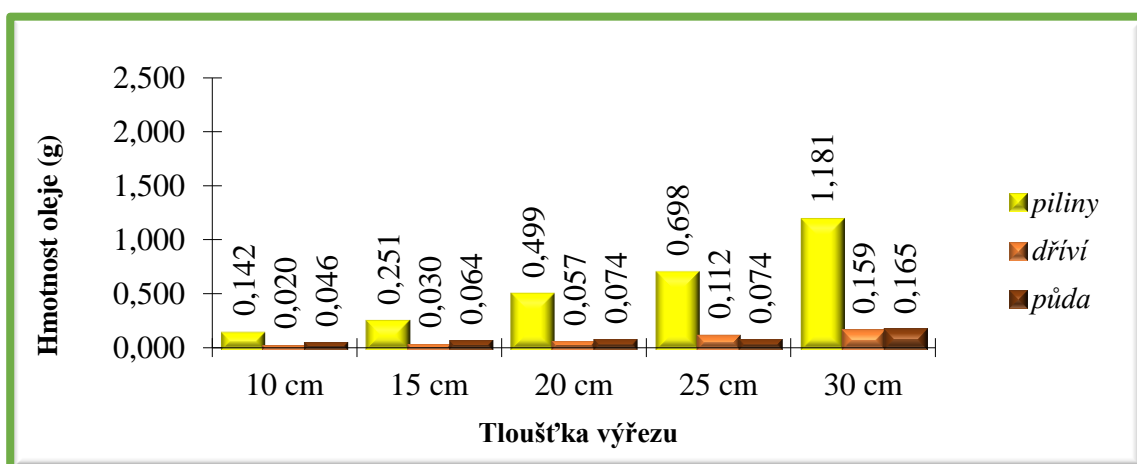


Graf č. 5 - Absolutní rozdělení oleje OA M6A, smrk, čerpadlo na 2. stupeň





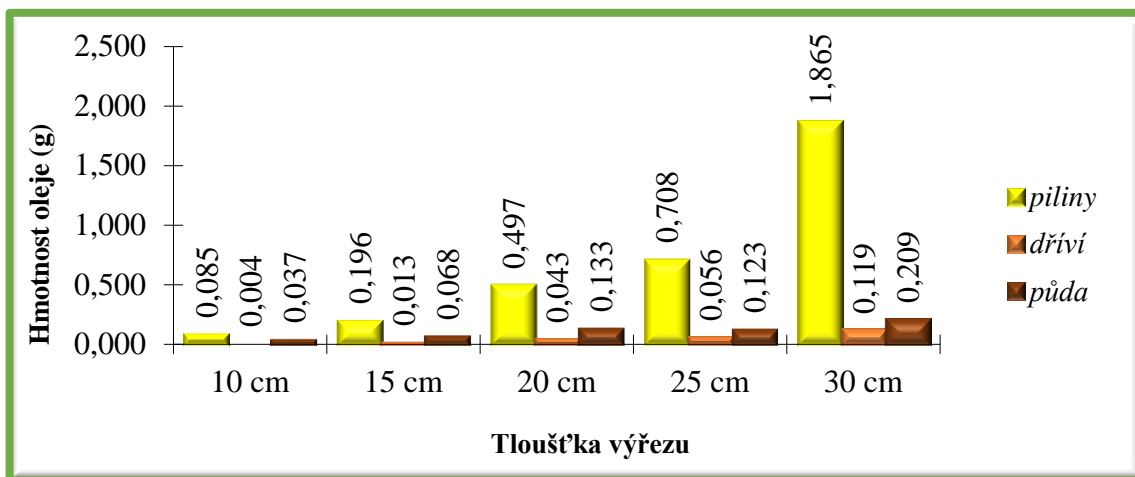
Graf č. 6 - Absolutní rozdělení oleje PRIMOL, smrk, čerpadlo na 2. stupeň



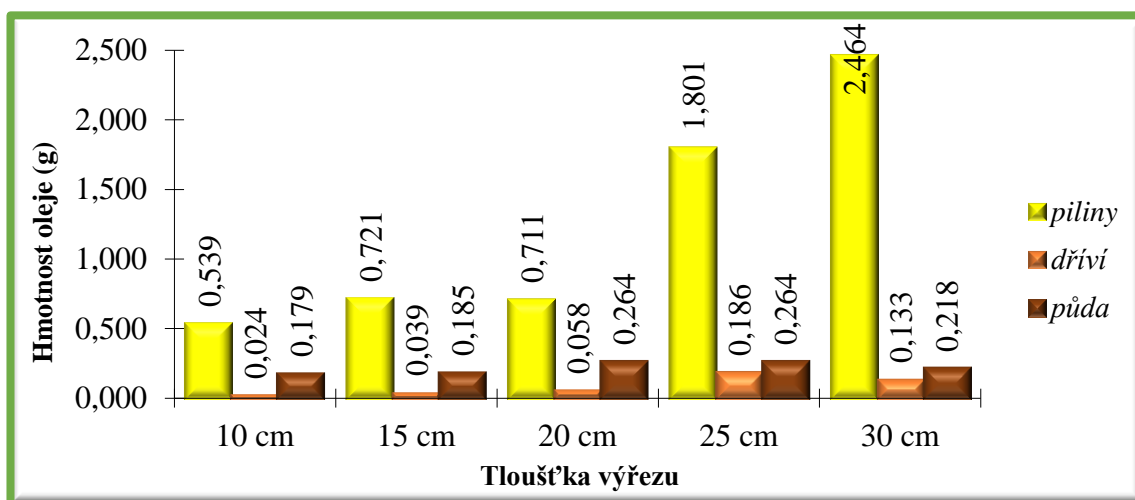
Graf č. 7 - Absolutní rozdělení oleje QUAKER, smrk, čerpadlo na 2. stupeň

Oleje buk	OA M6A			PRIMOL			QUAKER		
	<i>piliny</i>	<i>dříví</i>	<i>půda</i>	<i>piliny</i>	<i>dříví</i>	<i>půda</i>	<i>piliny</i>	<i>dříví</i>	<i>půda</i>
<i>Tloušťka</i>	( <i>%</i> )			( <i>%</i> )			( <i>%</i> )		
10 cm	67,46	3,17	29,37	72,64	3,23	24,12	63,91	3,48	32,61
15 cm	70,76	4,69	24,55	76,30	4,13	19,58	69,49	4,52	25,99
20 cm	73,85	6,39	19,76	68,83	5,61	25,56	83,51	5,45	11,05
25 cm	79,82	6,31	13,87	80,01	8,26	11,73	82,30	5,68	12,03
30 cm	85,04	5,43	9,53	87,53	4,72	7,74	85,48	6,28	8,25

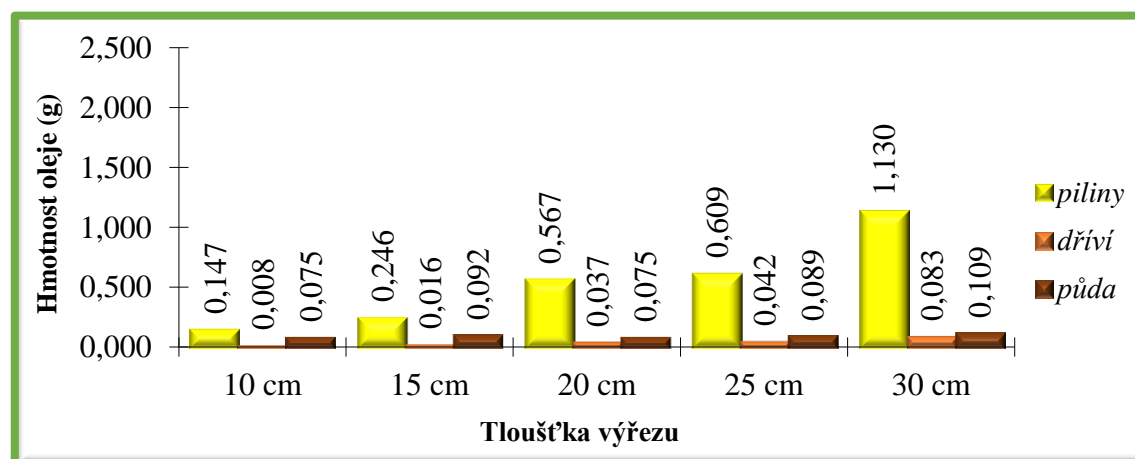
Tabulka č. 8 - Relativní rozdělení olejů při řezání buku



Graf č. 8 - Absolutní rozdělení oleje OA M6A, buk, čerpadlo na 2. stupeň



Graf č. 9 - Absolutní rozdělení oleje PRIMOL, buk, čerpadlo na 2. stupeň



Graf č. 10 - Absolutní rozdělení oleje QUAKER, buk, čerpadlo na 2. stupeň

Z daných výsledků je zřejmé, že se zvyšující tloušťkou výřezu se zvyšuje i podíl oleje vázaný v pilinách. Rozmezí se pohybuje mezi 56 až 88 procenty. U buku je tento relativní podíl vyšší než u smrku. Jako příklad je zde uvedena tabulka č. 9 - Relativní rozdělení oleje OA M6A při řezání smrku, ze které je patrné, že velikost dodávky oleje není výrazně ovlivněna nastavením čerpadla. S rostoucí plochou řezu se i mírně zvyšuje množství zachyceného oleje a to v celkovém rozmezí 3 - 12 %. Méně oleje se zachycuje na dříví bukovém než na dříví smrkovém. Na půdní povrch se dostane menší podíl oleje, čím větší je tloušťka výřezu a to mezi 8 – 36%. Se zvyšující se dodávkou oleje se tento podíl snižuje. U rostlinných olejů byl tento podíl menší než u oleje minerálního.

*Tabulka č. 9 - Relativní rozdělení oleje OA M6A při řezání smrku*

OA M6A Smrk	Poloha čerpadla 2			Poloha čerpadla 3			Poloha čerpadla 4		
	piliny	dříví	půda	piliny	dříví	půda	piliny	dříví	půda
Tloušťka	(%)			(%)			(%)		
10 cm	56,28	7,54	36,18	65,21	5,99	28,80	66,07	8,16	25,77
15 cm	64,29	8,53	27,19	63,99	11,75	24,25	68,69	7,83	23,49
20 cm	73,03	12,28	14,69	70,07	11,07	18,86	68,83	9,24	21,93
25 cm	73,85	9,10	17,05	79,57	8,05	12,38	72,41	10,96	16,62
30 cm	73,85	11,36	14,79	71,98	10,43	17,59	71,49	15,30	13,21

### 6.2.1.1 Koncentrace olejů na povrchu půdy při krácení

Měřením rozptylu oleje při příčném řezání se taktéž zjišťovala koncentrace oleje na půdním povrchu. Naměřené a zkorigované impulsy na poločas rozpadu jsou uvedeny pro každé měřicí místo A1 – G12.

K celkovému počtu zjištěných impulsů radioaktivního rozpadu bylo přiřazeno celkové množství oleje nacházející se na podložce a následně bylo z těchto hodnot vypočteno množství oleje daného na jeden impuls. Pro zlepšení grafického znázornění byla vytvořena pravidelná čtvercová síť. Poté bylo možné vyjádřit koncentraci oleje v  $\text{g.m}^{-2}$  pro každý měřený bod. Viditelné kapky nacházející se mimo rovinu řezu byly přiřazeny k nejbližšímu měřenému bodu.

V příloze č. 2 - 13 jsou vyjádřeny koncentrace oleje pomocí izochar spojujících body o stejné koncentraci oleje odstupňované po  $0,05 \text{ g.m}^{-2}$ . Plochy mezi jednotlivými izocharami jsou pro lepší názornost vybarveny dle uvedené legendy – příloha č. 1. Dále je do obrázků zakreslena poloha výřezu v daném měřítku ku měřicí podložce.

Ve vertikálním směru v ose č. 5 a v horizontálním směru v ose D je znázorněna rovina řezu.

Z grafického znázornění vyplývá, že tvar skvrny je protáhlý ve směru řezu a s nejvyšší koncentrací oleje v bodě D6. Do tohoto bodu je směřován proud olejových kapek, které vlivem setrvačnosti opouštějí pilový řetěz. Olejová skvrna je takto tvarována bez závislosti na tloušťce výřezu. Tvar je především ovlivněn průměrnou a maximální koncentrací oleje na půdním povrchu. Její velikost je dána viskozitou oleje, kde například olej Primol má viskozitu nižší a tím narůstá velikost skvrny.

V tabulce č. 10 je uveden přehled průměrných a maximálních koncentrací olejů na půdním povrchu. U minerálního oleje OA M6A průměrná koncentrace oleje nepřesáhne  $0,06 \text{ g.m}^{-2}$ , u nastavení olejového čerpadla na 2. stupeň. U rostlinného oleje QUAKER je tato situace obdobná, avšak zjištěné hodnoty jsou spíše nižší. Při použití oleje Primol byla koncentrace oleje na půdním povrchu vyšší, někdy dvoj- až trojnásobná. Tři výjimky, které nastaly při měření, jsou uvedeny v tabulce vpravo. Příčinou byla nepravidelná skvrna s vyšší koncentrací, která se nacházela v jiném měřeném bodě. Maximální koncentrace se pohybuje v rozmezí 3 – 10 x větším než koncentrace průměrná a to na ploše maximálně několika desítek  $\text{cm}^2$ .

Tabulka č. 10 - Průměrné a maximální koncentrace oleje na povrchu půdy

Smrk	OA M6A		PRIMOL		QUAKER					
	poloha čerpadla 2		poloha čerpadla 2		poloha čerpadla 2					
tloušťka	prům.	max.	prům.	max.	prům.	max.				
10 cm	0,0240	0,1866	0,0613	0,3513	0,0153	0,1105				
15 cm	0,0393	0,3018	0,0617	0,4080	0,0213	0,1142				
20 cm	0,0223	0,1095	0,1073	0,5395	0,0247	0,1732	<u>Výjimky:</u>			
25 cm	0,0443	0,2370	0,0837	0,4583	0,0247	0,1463				
30 cm	0,0547	0,3520	0,0997	0,6690	0,0550	0,2927		tloušťka	míst	max.
Buk	OA M6A		PRIMOL		QUAKER		olej	10 cm	C2	0,0360
	poloha čerpadla 2		poloha čerpadla 2		poloha čerpadla 2		PRIMOL	20 cm	D2	0,5600
tloušťka	prům.	max.	prům.	max.	prům.	max.	Smrk	25 cm	C6	0,0461
10 cm	0,0123	0,0607	0,0597	0,4293	0,0250	0,1815				
15 cm	0,0227	0,1919	0,0617	0,4101	0,0307	0,1422				
20 cm	0,0443	0,2818	0,0880	0,3799	0,0250	0,1694				
25 cm	0,0410	0,3835	0,0880	0,6299	0,0297	0,1915				
30 cm	0,0697	0,6144	0,0727	0,3686	0,0363	0,2889				

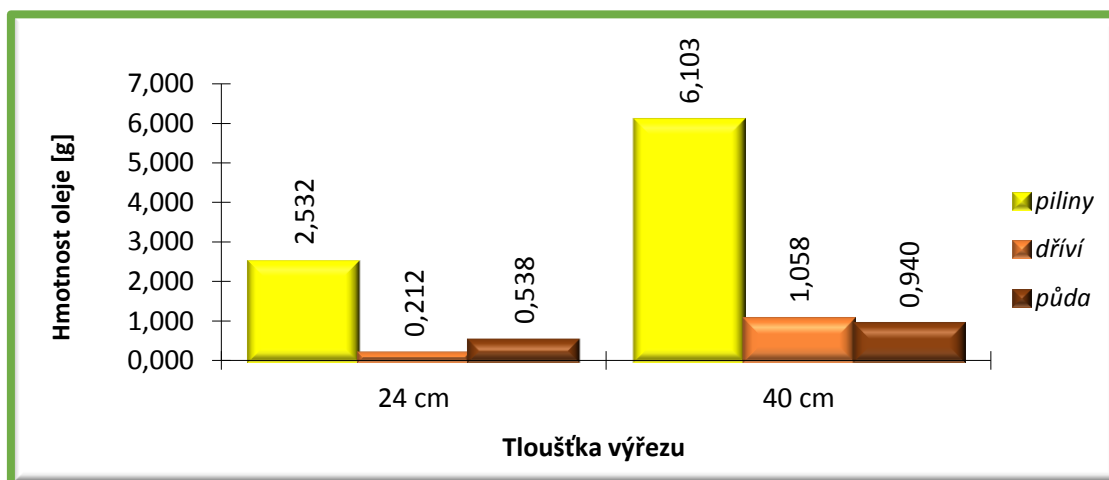
## 6.2.2 Rozptyl olejů při kácení

Postup měření a kácení byl prováděn dle popsané metodiky. K měření byl použit olej OA M6A u obou smrkových výřezů. U výřezu o tloušťce 24 cm bylo olejové čerpadlo nastavené na 3. stupeň a u výřezu o tloušťce 40 cm bylo nastaveno na 4. stupeň. Po dokončení jednotlivých řezů při kácení byly neoznačeným olejem vyřezány všechny části zasažené označeným olejem a následně změřeny. U tloušťky 40 cm musel být vzorek rozštípán, aby se dodržela měřicí geometrie.

V tabulce č. 11 je zaznamenán rozptyl oleje při kácení a pořadová čísla měření navazují na tabulku č. 6. Pořadové číslo 19 bylo prováděno po měření rozptylu při krácení, aby byla využita olejová náplň a pořadové číslo 20 bylo provedeno již s novou náplní oleje a to u začátku druhé série měření. Z tohoto důvodu je v tabulce rozdílná převodní konstanta. Doba řezu zahrnuje nezbytné přerušení při přecházení na druhou stranu kmene před započítáním hlavního řezu. Prodlení bylo minimalizováno.

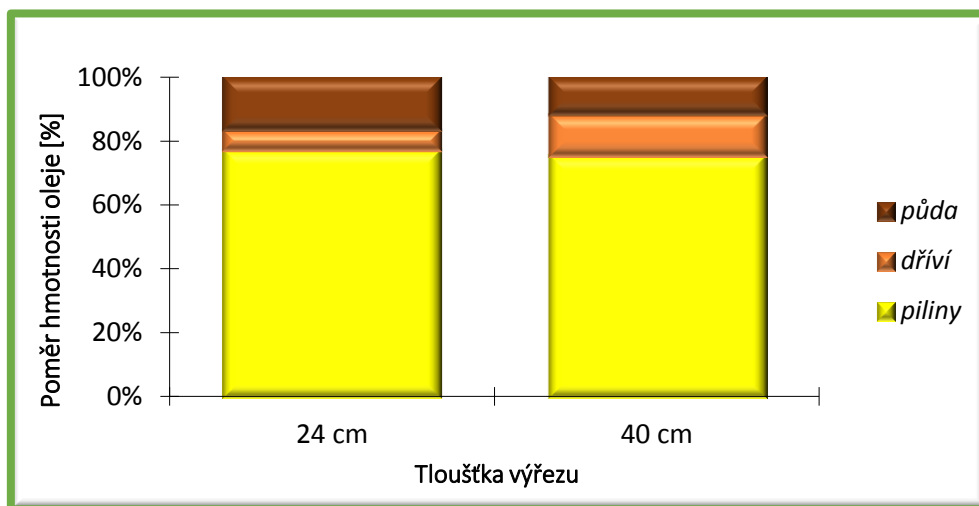
Tabulka č. 11 - Měření distribuce oleje při kácení

Poř. číslo měř.	Datum a čas (hod:min)	Tl. výřezu (cm)	Doba řezu (s)	Nast. olej. čerp.	Počet impulsů			Přev. konst.	Množství oleje			Oleje Celkem (g)
					piliny	dříví	půda		piliny	dříví	půda	
					(imp)				(g)			
31.5.1991		Dřevina:		SMRK			Olej:			OA M6A		
19	zač. 15:00	24	20,84	3	69375	5817	14746	5,767	2,532	0,212	0,538	3,282
3.6.1991		Dřevina:		SMRK			Olej:			OA M6A		
20	zač. 16:00	40	32,53	4	320359	55510	49365	1,335	6,103	1,058	0,940	8,101



Graf č. 11 - Absolutní rozdělení oleje při kácení

Graf č. 11 znázorňuje absolutní rozdělení oleje mezi jednotlivá místa výskytu. V grafu č. 12 jsou uvedeny relativní hodnoty. Z obou grafů vyplývá, že podíly olejů v pilinách, na dříví a na půdním povrchu při kácení jsou obdobné jako u krácení, avšak z nedostatečných dat při kácení a rozdílně nastavené dodávce oleje nelze stanovit závislost.



Graf č. 12 - Relativní rozdělení oleje při kácení

### 6.2.2.1 Koncentrace na povrchu půdy při kácení

Výskyt oleje byl zjišťován na ploše 3 x 3 m v okolí svisle umístěného výřezu. Obdobně jako u krácení byl výpočet proveden i v tomto případě, tj. z celkového korigovaného počtu impulsů radioaktivní přeměny.

V obou případech byla nejvyšší koncentrace oleje zjištěna v bodě J6, a to jak u tloušťky výřezu o 24 cm  $0,474 \text{ g.m}^{-2}$ , u tloušťky 40 cm pak  $0,619 \text{ g.m}^{-2}$ . Průměrná koncentrace naměřená na celé ploše byla v prvním případě  $0,060 \text{ g.m}^{-2}$ , v druhém  $0,104 \text{ g.m}^{-2}$ .

Tvary olejových skvrn při kácení jsou zobrazeny v příloze č. 14 – 15. Umístění výřezu je ve stejném měřítku, tak jak již bylo popsáno v metodice. Z příloh vyplývá, že největší koncentrace oleje se nachází v ose vodící lišty, což je způsobeno řezáním jak šikmého tak směrového zářezu. Z přílohy č. 15 je patrná nepravidelnost koncentrace oleje z důvodu dokončování řezů z druhé strany, neboť činná délka lišty byla kratší než tloušťka daného výřezu. Při přesném dořezávání je množství spotřebovaného oleje vyšší, než při krácení, kde na přesnosti vedení lišty v rovině příliš nezáleží.

### 6.2.3 Rozptyl olejů při odvětvování

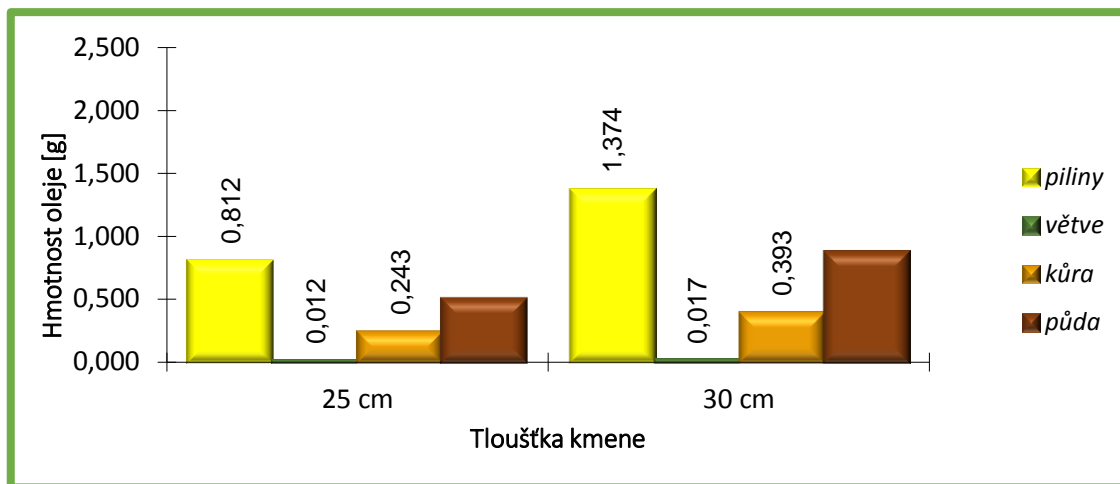
U rozptylu olejů při odvětvování šlo především o ověření metodiky, která pravděpodobně nezpůsobuje vznik výrazných olejových skvrn, které by bylo možné zobrazit tak jako v předešlých případech. Postup odvětvování a měření byl stanoven v metodice.

Tabulka č. 12 zaznamenává prvotní údaje o rozptylu olejů při odvětvování modelových kmenů o střední tloušťce 25 a 30 cm. Do celkové doby měření nebyly počítány prodlevy, během kterých se sbíraly odřezky větví z jednotlivých sekcí. Během prodlevy byla motorová pila postavena na odvětvované sekci s motorem ve volnoběžných otáčkách a se spuštěnou brzdou řetězu.

*Tabulka č. 12 - Měření distribuce oleje při odvětvování*

Poř. číslo měř.	Datum a čas (hod:min)	Stř. tl. kmene (cm)	Doba řezu (s)	Nast. olej. čerp.	Počet impulsů				Množství oleje				Oleje
					piliny	větvě	kůra	půda	piliny	větvě	kůra	půda	Celkem
31.5.1991		Dřevina:		SMRK	Olej: OA M6A								
17	zač. 11:00	30	20,84	4	44024	554	12575	28054	1,374	0,017	0,393	0,876	2,660
31.5.1991		Dřevina:		SMRK	Olej: OA M6A								
18	zač. 14:00	25	32,53	4	25011	376	7501	15636	0,812	0,012	0,243	0,507	1,574

V grafu č. 13 je zobrazen celkový zjištěný výskyt oleje. Nejvyšší naměřené množství oleje se nacházelo v pilinách, méně potom na půdním povrchu a kůře výřezu. Na větvích z měřené sekce bylo nepatrné množství oleje. U obou měření byly téměř stejné relativní podíly, které jsou uvedeny v grafu č. 14. Z toho vyplývá, že v pilinách je okolo 52% oleje, na půdním povrchu bylo zjištěno 33% oleje, na kmenech 15% a na větvích 1% oleje. Průměrná hodnota koncentrace na půdním povrchu byla u prvního výřezu o tloušťce 25 cm  $0.063 \text{ g.m}^{-2}$  a u druhého výřezu o tloušťce 30 cm  $0.011 \text{ g.m}^{-2}$ . Velikost celkové plochy řezu při odvětvování je znázorněna v příloze č. 16. Kde je vyčíslen po jednotlivých sekcích počet přeslenů a počet větví v rámci každého přeslenu a všechny plochy řezu.



Graf č. 13 - Absolutní výskyt oleje při odvětvování



Graf č. 14 - Relativní výskyt oleje při odvětvování

#### 6.2.4 Rozptyl oleje na pracovním oděvu

Výskyt oleje na pracovním oděvu byl zjišťován již během odvětvování. Na toto měření byl použit připravený záložní kmen o střední tloušťce 25cm. Měření se konalo 5. 6. 1991 v 10 hodin za podmínek navržených metodikou. Podíly oleje zjištěného odvětvováním na 6m kmenu jsou uvedeny v grafu č. 15 a výsledky měření jsou uvedeny v tabulce č. 13.

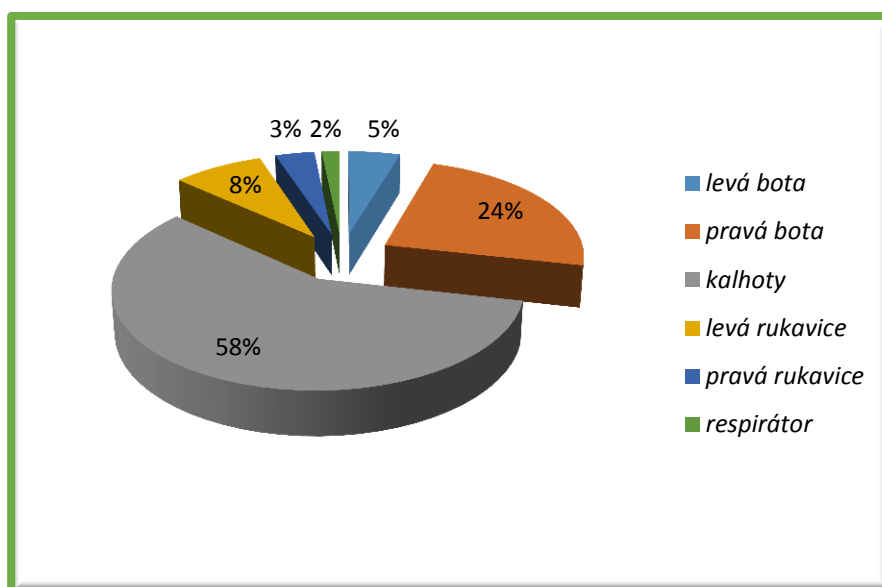
Jak bylo předpokládáno, nejvyšší množství oleje se nacházelo na pracovních kalhotách cca 58% a na pravé botě 24%. Na botě levé se vyskytly 5% oleje. Na levé



rukavici bylo zjištěno 8% oleje a na pravé rukavici 3%. Dvě procenta se nacházela na respirátoru. Na pracovní bundě nebylo nalezené žádné množství oleje. Ve výsledcích není přilba uvedena záměrně, jelikož ji nebylo možné umístit do stejné geometrie jako ostatní části oblečení.

*Tabulka č. 13 - Měření distribuce oleje na pracovním oděvu*

	Levá bota	Pravá bota	Kalhoty	Bunda	Levá rukavice	Pravá rukavice	Respirátor	Celkem
(impulsy)	139	704	1724	0	244	105	48	
(g)	0,004	0,022	0,053	0,000	0,007	0,003	0,001	<b>0,090</b>



*Graf č. 15 - Relativní rozdělení oleje na pracovním oděvu*

Při odvětvování se pila opírá o kalhoty na levé části kmene. Na pravou botu směřuje proud pilin s olejem a levá rukavice se často nachází nad rovinou řezu. Respirátor byl měřen jako celek, jelikož na filtračním papíru, kterým procházel všechny vdechovaný vzduch, nebyly naměřeny hodnoty, které by bylo možné vyjádřit alespoň množstvím 0,001g.

Měření množství oleje na oděvu se taktéž provádělo při příčném řezání, avšak ani po 10 řezech po sobě jdoucích prováděných na výřezu o tl. 30cm nebyly zjištěny žádné hodnoty.

## DISKUSE

Biologická odbouratelnost je chemická přeměna látky až k mineralizaci, to znamená, až k vytvoření minerální soli, která je pro přírodu neškodná. Maziva se mohou biologicky odbourávat, čímž vzniká CO<sub>2</sub>, voda a dusík. Pro potvrzení biologické odbouratelnosti vodou nerozpustného mazacího oleje byla vyvinuta jednotná zkušební metoda CEC L-33-T-82, kde se s bakteriemi smíchaný zkušební olej udržuje 21 dní na teplotě 25°C. Jako ekologické mazivo se může označit dle CEC tehdy, pokud je biologicky rychle odbouratelné tzn., pokud se při zkoušce po 21 dnech odbourá min. 80%.

Jak již bylo zmíněno, k přeměně látek dochází za pomoci bakterií. Ty mají různé požadavky na prostředí, ve kterém žijí. Významným hlediskem je teplota, kyselost a množství kyslíku v půdním prostředí. Dle mého názoru by zkušební metoda CEC měla být prováděna i za nižších teplot než 25°C, jelikož nezanedbatelné procento množství těžeb je prováděno v horských oblastech, kde se průměrná roční teplota pohybuje okolo 8 - 12°C.

Pro mazání řezných částí motorových pil se každoročně spotřebuje nemalé množství mazacího oleje. Například Lauhanen aj. vypočetli, že při motomatnuální těžbě 200 m<sup>3</sup> hroubí na hektar spotřebuje motorová pila 20l mazacího olej, který se dostává do lesního prostředí. Hartweg a Keilen konstatovali, že každým m<sup>3</sup> zpracovaného dříví se do prostředí dostává 0,2 l mazacího oleje. Že se nejedná o malé množství tohoto systematického úniku, svědčí i fakt, že objemy olejových nádrží u motorových pil jsou cca poloviční, nežli objemy nádrží palivových. Z vlastní zkušenosti vím, a tím se přikláním k názoru Lauhanena, že při průměrném výkonu 20 m<sup>3</sup> za směnu se spotřebuje čtyři až pět palivových nádrží a množství rozptýleného oleje se pohybuje okolo 2 litrů což je 0,1 l.m<sup>-3</sup>.

Holzweiser a Fischer mimo jiné uvádí, že mazací olej musí mít nízký bod tuhnutí, aby jej olejové čerpadlo mohlo nasát, a zároveň musí mít dostatečný viskozitní index při vysokých teplotách.

Při zahřívání motoru dochází k zahřívání olejové nádrže a tím i její náplně. Teplota mazacího oleje stále narůstá i vlivem čerpání a samotným třením mezi lištou a řetězem. Viskozitní index nám ovlivňuje hlavní parametry při měření radioindikátorovou metodou, a to rozptyl oleje na půdu, piliny a dříví. Domnívám se, že

použitím oleje s konstantní viskozitou by se předcházelo proměnlivosti dávkování mazacího oleje na řeznou část.

Bublinec a Šimek jsou toho názoru, že se do podzemních vod dostává okolo 60% použitého oleje k mazání řetězu, avšak měření skutečného rozptylu oleje provedené radioindikátorovou metodou prokázalo, že se na půdní povrch dostává cca 25 % veškerého oleje, který se použil k mazání řetězu. Toto množství bylo v tak nízkých koncentracích, že zdaleka nedosahovalo úrovně ohrožující ekologickou rovnováhu v půdě a v žádném případě by nemohl prosáknout do půdního podloží nebo podzemní vody, pokud by nedošlo k přímému kontaktu s vodou.

## ZÁVĚR

V této bakalářské práci byla nejprve rozebrána konstrukce motorové pily jako celku. Dále se práce zabývala základním rozdělením mazacích olejů motorových pil a jejich viskózními vlastnostmi. Při práci s motorovou pilou musí být dodržovány jak bezpečnostní předpisy, tak bychom měli dodržovat i hygienická opatření a doporučení. Pro zjištění rozptylu olejů používaných při ztrátovém mazání motorové pily byla navržena radioizotopová analytická metoda.

Tato zmíněná metoda je určitý způsob měření rozptylu olejů pomocí radioizotopů, který je založen na označení mazacího oleje v olejové nádrži motorové pily vhodným radioindikátorem, tak aby jej bylo možné detekovat a kvantifikovat v místě řezu, v pilinách a na půdním povrchu či oblečení pracovníka. K měření se použila motorová pila značky Husqvarna 266 SG s účinnou délkou lišty 35 cm. Pro pouze orientační měření byla vypracována hmotnostní metoda, která zjišťovala množství oleje dopadajícího na půdní povrch. Z důvodu ulpívání nečistot na měřených vzorcích byla tato metoda brána pouze jako kontrolní údaj.

U radioizotopové metody byl použit radioindikátor  $^{113m}\text{In}$  s poločasem radioaktivní přeměny (rozpadu)  $T \cong 105$  min. a  $^{82}\text{Br}$  s poločasem radioaktivní přeměny  $T \cong 36$  hod. kde se provádělo měření na smrkových a bukových výřezech při příčném přerézávání, při kácení a při odvětvování. Součástí bylo také měření rozptylu oleje na pracovním oděvu dřevorubce při odvětvování. K samotnému měření byly použity tyto oleje: minerální olej OA M6A a rostlinné oleje PRIMOL Eko-P a QUAKER Greensave.

Olej použitý k mazání řetězu motorové pily je především rozptylován odstředivou silou při pohybu řetězu na vrcholu lišty. Olej je největší míře zachycován v pilinách, v menším množství v řezné spáře a na půdním povrchu. Část oleje je zachycována v nečistotách na povrchu pily, která při vrstvení opadáva na půdní povrch, část ulpí na oděvu pracovníka a přibližně 1% je rozptýleno ve formě aerosolu do ovzduší. Zřejmě jen malé množství je oxidováno vlivem tepla vznikajícího při tření mezi řetězem a lištou. Největší koncentrace se nachází v blízkosti samotného řezu a se vzdávající vzdáleností klesá.

Ve výsledcích této práce bylo uvedeno, že určité množství mazacího oleje se dostane do prostředí, avšak je nutné si uvědomit, že při těžbě v dnešní době dochází k odvozu dřevní hmoty a zpravidla i klestu z porostu pryč.

Také například jehličnaté dřeviny jsou schopny intercepce a to až 60 % při dodržení postupu při obnovních těžbách jakožto koncentrace dřevní hmoty na sebe by došlo k vrstvení větví, pilin a dříví, které by zachytily mazací olej a za včasného odvozu jak dřeva, tak i klestu by došlo pouze k rozptýlu velice malých koncentrací na půdním povrchu.

Hlavní funkcí oleje je snižovat tření mezi řetězem a lištou a odvádět vzniklé teplo. Jedná se o úmyslné rozptylování oleje do prostředí. Jednou z možných variant snížení rozptylu oleje je vytvoření druhého otvoru pro dodávku oleje do řezné spáry, který by byl za špičkou lišty při pohybu řetězu směrem k pile. Díky tomuto by byla mazána nejen odbíhající strana lišty, ale i nabíhající strana lišty. Tím by se mazací olej rozprostřel na větší plochu a nedocházelo by tak k vysokému rozptylu vlivem odstředivé síly. Největším problémem je, že již mnoho let nedošlo k modernizaci řezné části motorové pily, kde by se mohlo zvýšit zastoupení otěruvzdorných materiálů, které by snížili množství potřebného oleje. Tento fakt je velmi diskutabilní, jelikož by se pořizovací cena několikanásobně zvýšila.

## Seznam použité literatury

**BUBLINEC, E. a ŠIMEK, M.:**Náhrada mazaciehoolejarezacích částí motorových píl ekologicky neškodným olejom. *Lesnictví*, 35 (7), r.1989, s. 635-642.

**HARTWEG, A. and KEILEN, K.:** The Environmental Benevolence of Biological Oils. *Scottish Forestry*, 43, (4), r. 1989, p. 311-317.

**HOLZWEISER, O. und FISCHER, G.:** Bio-Motorsägenkettenöle. *Österreichische Forstzeitung*, 98, (2), r. 1987, p. 38-40.

**LAUHANEN, R., et al.:** Metsatyossa kaytettavien oljyjen ymparistovaikutukset (The Environmental Effects of Oils Used in Forest Operations).*Teho*, r. 1998, No. 4.

**NERUDA, J., ČERNÝ, Z.:** *Motorová řetězová pila a křovinořez*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2006, 91 s. ISBN 80-727-1175-X.

**PECHLÁK, B., SKOUPÝ, A. a KUKLA, J.:**Bilance úniku mazacího oleje motorových pil pomocí radioindikátoru. *Radioisotopy*, 31, (3), r. 1990, s. 145-154.

**SKOUPÝ, A., PECHLÁK, B., and SEJKORA, P.:** A Contribution to Understanding of oil Dispersion at the Work with a Chain Saw by Means of the Radiotracer Method. *Lesnictví*, 36, (11), r. 1990, p. 937 - 946.

**SCHLAGHAMERSKY, A.:** *Motorsägen*. Fachhochschule Hildesheim Holzminden – Fachbereich Forstwirtschaft, 1. vyd. Göttingen, 1990, 151 s.

**ŠEVELA, K., ŠEVČÍK, P., KRAUS, R.:** *Akutní intoxikace v intenzivní medicíně*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 248 s. ISBN 80-716-9843-1.

[1] **LUKÁŠOVÁ:** *Zelená zpráva 2013*. Silvarium: Lesnictví [online]. 2014 [cit. 2015-02-07]. Dostupné z: <http://www.silvarium.cz/lesnictvi/zelena-zprava-2013>

[2] **SKOUPÝ, A., KLVAČ, R.:** *Biologicky odbouratelné oleje pro mazání motorů motorových pil: Metoda a její ověření*. Lesnická práce: Časopis pro lesnickou vědu a práci [online]. 2000 [cit. 2015-02-07]. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-79-2000/lesnicka-prace-c-1-00/biologicky-odbouratelne-oleje-pro-mazani-motoru-motorovych-pil-metoda-a-jeji-overeni>

- [3] **ČESKÁ REPUBLIKA:** *Technická směrnice*. Ministerstvo životního prostředí. Praha: Ministerstvo životního prostředí, [online] 2008 [cit. 2015-02-07]. Dostupné z: [http://www.cenia.cz/web/www/webpub2.nsf/\\$pid/MZPMSFHMV9DV/\\$FILE/022009.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/webpub2.nsf/$pid/MZPMSFHMV9DV/$FILE/022009.pdf)
- [4] **DVOŘÁK, J.:** *Biologicky odbouratelné oleje a hydraulické kapaliny*. Lesnická práce: Časopis pro lesnickou vědu a praxi [online]. 2001 [cit. 2015-02-07]. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-80-2001/lesnicka-prace-c-9-01/biologicky-odbouratelne-oleje-a-hydraulicke-kapaliny>
- [5] **HUSQVARNA:** *Historie motorových pil*. Husqvarna Česká republika [online] 2010 [cit. 2015-02-09]. Dostupné z: <http://www.husqvarna.com/cz/press-listing/historie-motorovych-pil/>
- [6] **HUSQVARNA:** *Historie motorových pil*. Husqvarna Česká republika 2007 [online] 2010 [cit. 2015-02-09]. Dostupné z: <http://www.husqvarna.com/cz/press-listing/historie-motorovych-pil/>
- [7] **HUSQVARNA:** *Návod k použití*. Husqvarna Česká republika, [online] 2007 [cit. 2015-02-09]. Dostupné z: [http://www.husqvarna.com/ddoc/HUSO/HUSO2007\\_CZcs/HUSO2007\\_CZcs\\_\\_1150406-90.pdf](http://www.husqvarna.com/ddoc/HUSO/HUSO2007_CZcs/HUSO2007_CZcs__1150406-90.pdf)
- [8] **HUSQVARNA:** *Profesionální řetězové pily* Husqvarna Česká republika, 2007: Maximální výkon a produktivita s našimi profesionálními pilami. Husqvarna: Les a zahrada [online]. 2014 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://www.husqvarna.com/cz/products/professional-chainsaws/husqvarna-professional-chainsaws/#>
- [9] **AUTOMATIZACE:** Principy průmyslových čerpadel: 6. díl - pístová čerpadla. Automatizace.hw: komponenty[online] 2011 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovyh-cerpadel-6dil-pistova-cerpadla>
- [10] **AUTOMATIZACE:** Principy průmyslových čerpadel: 6. díl - pístová čerpadla. Automatizace.hw: komponenty[online] 2011 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovyh-cerpadel-6dil-pistova-cerpadla>
- [11] **AUTOMATIZACE:** Principy průmyslových čerpadel: 6. díl - pístová čerpadla. Automatizace.hw: komponenty[online] 2011 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovyh-cerpadel-6dil-pistova-cerpadla>

- [12] **AUTOMATIZACE:** Principy průmyslových čerpadel: 6. díl - pístová čerpadla. Automatizace.hw: komponenty[online] 2011 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovych-cerpadel-6dil-pistova-cerpadla>
- [13] **HUSQVARNA:** *Návod k použití.* Husqvarna Česká republika [online] 2007 [cit. 2015-02-09] Dostupné z: [http://www.husqvarna.com/ddoc/HUSO/HUSO2007\\_CZcs/HUSO2007\\_CZcs\\_\\_1150406-90.pdf](http://www.husqvarna.com/ddoc/HUSO/HUSO2007_CZcs/HUSO2007_CZcs__1150406-90.pdf)
- [14] **STIHL:** *Pilové řetězy. Kvalitativní znaky pilových řetězů.* STIHL: Produkty [online] 2015 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://www.stihl.cz/kvalitativni-znaky.aspx>
- [15] **TOOLSCOMP:** *svět nářadí profesionálů: Oregon pokyny pro údržbu a bezpečnost práce: Terminologie pilových řetězů Oregon.* GROSS, David. OREGON. [online] 2009 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://www.toolscomp.cz/technologie/oregon-pilove-retezy-technicke-informace/>
- [16] **STIHL:** *Vodící lišty: Typy vodících lišt.* STIHL: Produkty [online] 2015 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://www.stihl.cz/typy-vodicich-list.aspx>
- [17] **AZ technika:** *Silent blok STIHL.* AZ technika [online] 2015 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: [https://www.google.cz/search?q=silentblok-stihl-19995&es\\_sm=122&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=Q7EqVbSWKYO7swGj5YGABQ&ved=0CAcQ\\_AUoAQ&biw=1366&bih=643#imgrc=\\_okMHdDu8xnQYM%253A%3BtcG0j89wK8Xk-M%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.aztechnika.cz%252Ffotografie%252Fmax%252Fsilentblok-stihl-19995-0.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.aztechnika.cz%252Fsilentblok-stihl-19995.html%3B501%3B550](https://www.google.cz/search?q=silentblok-stihl-19995&es_sm=122&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=Q7EqVbSWKYO7swGj5YGABQ&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1366&bih=643#imgrc=_okMHdDu8xnQYM%253A%3BtcG0j89wK8Xk-M%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.aztechnika.cz%252Ffotografie%252Fmax%252Fsilentblok-stihl-19995-0.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.aztechnika.cz%252Fsilentblok-stihl-19995.html%3B501%3B550)
- [18] **Oregonvyhne:** *Silentblok 537210301 pre Husqvarna 570, 575XP, 576XP.* Oregonvyhne.sk: Internetový obchod originálnych produktov značky OREGON® a kvalitných náhradných dielov z Nemecka [online] 2015 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: <http://oregonvyhne.sk/eshop/les-a-z%C3%A1hrada-diely/diely-2-taktn%C3%BDch-motorov/silentbloky/husqvarna-jonsered/5669-silentblok-537210301-pre-husqvarna-570-575xp-576xp>



- [19] **TECHNOR:** *ČSN EN ISO 11681-1 (470195). Zemědělské a lesnické stroje.* Česká republika: ČSN, [online] 2004 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: [http://www.technicke-normy-csn.cz/470195-csn-en-iso-11681-1\\_4\\_71529.html](http://www.technicke-normy-csn.cz/470195-csn-en-iso-11681-1_4_71529.html)
- [20] **DREWNO:** *Zdrowie ponad wszystko.* Drewno.pl. MACIAK, Adam. [online] 2006 [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://www.drewno.pl/artykuly/2675,bhp-zdrowie-ponad-wszystko.html>
- [21] **HUSQVARNA:** *Bezpečnost především: Požadavky na bezpečnost u řetězových pil.* Husqvarna Česká republika, 2007. [online]. 2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.husqvarna.com/cz/support/working-with-chainsaws/pozadavky-na-bezpecnost-u-retezovych-pil/>
- [22] **HUSQVARNA:** *Bezpečnost především: Požadavky na bezpečnost u řetězových pil.* Husqvarna Česká republika, 2007. [online] 2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.husqvarna.com/cz/support/working-with-chainsaws/pozadavky-na-bezpecnost-u-retezovych-pil/>
- [23] **AutoZnalosti:** *Dvoudobý spalovací motor - základní princip.* RAUSCHER, J. Auto Znalosti: Víme, co je pod kapotou [online] 2015 [cit. 2014-12-08]. Dostupné z: <http://autoznalosti.cz/index.php/motor/5-dvoudoby-spalovaci-motor.html>
- [24] **AutoZnalosti:** *Dvoudobý spalovací motor - základní princip.* RAUSCHER, J. Auto Znalosti: Víme, co je pod kapotou [online] 2015 [cit. 2014-12-08]. Dostupné z: <http://autoznalosti.cz/index.php/motor/5-dvoudoby-spalovaci-motor.html>
- [25] **EBESO: Minerální oleje.** EBESO: Oleje [online] 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.ebeso.cz/oleje/mineralni-oleje>
- [26] **EBESO: Syntetické oleje.** EBESO: Oleje [online] 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.ebeso.cz/oleje/synteticke-oleje>
- [27] **EBESO: Polosyntetické oleje.** EBESO: Oleje [online] 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://www.ebeso.cz/oleje/polosynteticke-oleje>
- [28] **HADEK, Karel:** *Rostlinné oleje.* Katalog Karla Hadka [online] 2015 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.karelhadek.eu/katalog/rostlinne-oleje>

- [29] **EBESO: Aditiva do oleje.** EBESO: Oleje [online] 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z:<http://www.ebeso.cz/oleje/aditiva-do-oleje>
- [30] **EBESO: Viskozita oleje.** EBESO: Oleje [online] 2014 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z:<http://www.ebeso.cz/oleje/viskozita-oleje>
- [31] **CENIA: Technická směrnice: Oleje pro mazání řezných částí motorových pil č. 02 - 2009.** Česká republika: [online] Ministerstvo životního prostředí, 2011 [cit. 2014-12-09] 2011. Dostupné z: [http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/MZPMSFHMV9DV/\\$FILE/022009.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/MZPMSFHMV9DV/$FILE/022009.pdf)
- [32] **eAGRI: Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon).** In: 289/1995 Sb. [online] Česká republika 1995 [cit. 2015-03-09] Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe\\_uplna-zneni\\_zakon-1995-289-viceoblasti.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-1995-289-viceoblasti.html)
- [33] **SKOUPÝ, A., KLVAČ, R.: Biologicky odbouratelné oleje pro mazání motorů motorových pil: Metoda a její ověření.** Lesnická práce: Časopis pro lesnickou vědu a praxi. 2000, roč. 70, 1/00. [online] Lesnická práce [cit. 2014-11-28]. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-79-2000/lesnicka-prace-c-1-00/biologicky-odbouratelne-oleje-pro-mazani-motoru-motorovych-pil-metoda-a-jeji-overeni>
- [34] **VÁVROVÁ, J., BARTOŠ, V.: Radioizotopové analytické metody.** Číselníky. Dasta [online] MZČR [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: <http://ciselniky.dasta.mzcr.cz/CD/hypertext/JVADM.htm>

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1 - Historický vývoj pil (Neruda, Černý, 2006). .....	12
Obrázek č. 2 - Schéma konstrukce motorové pily Husqvarna [7] .....	14
Obrázek č. 3 - Schéma olejového čerpadla značky Husqvarna [13] .....	19
Obrázek č. 4 - Mazací systém oilomatic [14]. .....	20
Obrázek č. 5 - Geometrie hoblovacího zubu (Neruda, Černý, 2006). .....	21
Obrázek č. 6 - Popis článků pilového řetězu [15]. .....	22
Obrázek č. 7 - Silentblok pryžový [17]. .....	24
Obrázek č. 8 - Silentblok ocelový [18]. .....	24
Obrázek č. 9 - Konstrukce nosné části pily [20]. .....	24
Obrázek č. 10 - Bezpečnostní prvky motorové pily [22]. .....	25
Obrázek č. 11 - Princip činnosti dvoudobého jednoválcového zážehového motoru [24] .....	26
Obrázek č. 12 - Geometrie měření .....	34
Obrázek č. 13 - Papírová podložka se soustavou měřících bodů .....	36
Obrázek č. 14 - Umístění výřezu a podložky vůči rovině řezu .....	37
Obrázek č. 15 - Podložka se soustavou měřících bodů pro kácení .....	39
Obrázek č. 16 - Umístění zkušebního výřezu při odvětvování .....	40
Obrázek č. 17 - Měření po odvětvování .....	41

## Seznam grafů

Graf č. 1 - Závislost hmotnosti olejů na počtu kapek .....	45
Graf č. 2 - Celková hmotnost oleje v závislosti na tloušťce výřezu a nastavení čerpadla .....	48
Graf č. 3 - Závislost množství oleje na tloušťce řezaného vzorku smrku.....	48
Graf č. 4 - Závislost množství oleje na tloušťce řezaného vzorku buku.....	49
Graf č. 5 - Absolutní rozdělení oleje OA M6A, smrk, čerpadlo na 2. stupeň .....	49
Graf č. 6 - Absolutní rozdělení oleje PRIMOL, smrk, čerpadlo na 2. stupeň .....	50
Graf č. 7 - Absolutní rozdělení oleje QUAKER, smrk, čerpadlo na 2. stupeň.....	50
Graf č. 8- Absolutní rozdělení oleje OA M6A, buk, čerpadlo na 2. stupeň .....	51
Graf č. 9 - Absolutní rozdělení oleje PRIMOL, buk, čerpadlo na 2. stupeň .....	51
Graf č. 10 - Absolutní rozdělení oleje QUAKER, buk, čerpadlo na 2. stupeň.....	51
Graf č. 11 - Absolutní rozdělení oleje při kácení.....	54
Graf č. 12 - Relativní rozdělení oleje při kácení.....	55
Graf č. 13 - Absolutní výskyt oleje při odvětvování.....	57
Graf č. 14 - Relativní výskyt oleje při odvětvování.....	57
Graf č. 15 - Relativní rozdělení oleje na pracovním oděvu .....	58

## Seznam tabulek

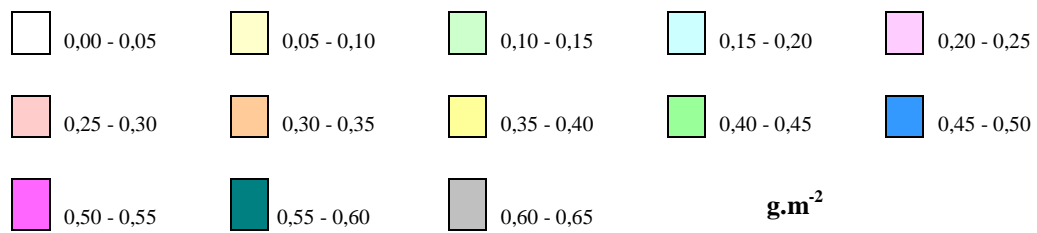
Tabulka č. 1 -Orientační rozlišení pil do tříd dle hmotnosti a výkonu motoru (Neruda, Černý, 2006). .....	13
Tabulka č. 2 - Výsledky hmotnostní metody - měření s výřezem tloušťky 28,5 cm.....	43
Tabulka č. 3 -Výsledky hmotnostní metody - měření s výřezem tloušťky 19 cm.....	44
Tabulka č. 4 -Hmotnost kapek použitých olejů .....	45
Tabulka č. 5 - Impulsy radioaktivní přeměny podle počtu kapek oleje.....	46
Tabulka č. 6 - Měření distribuce oleje při krácení .....	47
Tabulka č. 7- Relativní rozdělení olejů při řezání smrku .....	49
Tabulka č. 8 - Relativní rozdělení olejů při řezání buku .....	50
Tabulka č. 9 - Relativní rozdělení oleje OA M6A při řezání smrku .....	52
Tabulka č. 10 - Průměrné a maximální koncentrace oleje na povrchu půdy.....	53
Tabulka č. 11 - Měření distribuce oleje při kácení .....	54
Tabulka č. 12 - Měření distribuce oleje při odvětvování.....	56
Tabulka č. 13 - Měření distribuce oleje na pracovním oděvu .....	58

## Seznam příloh

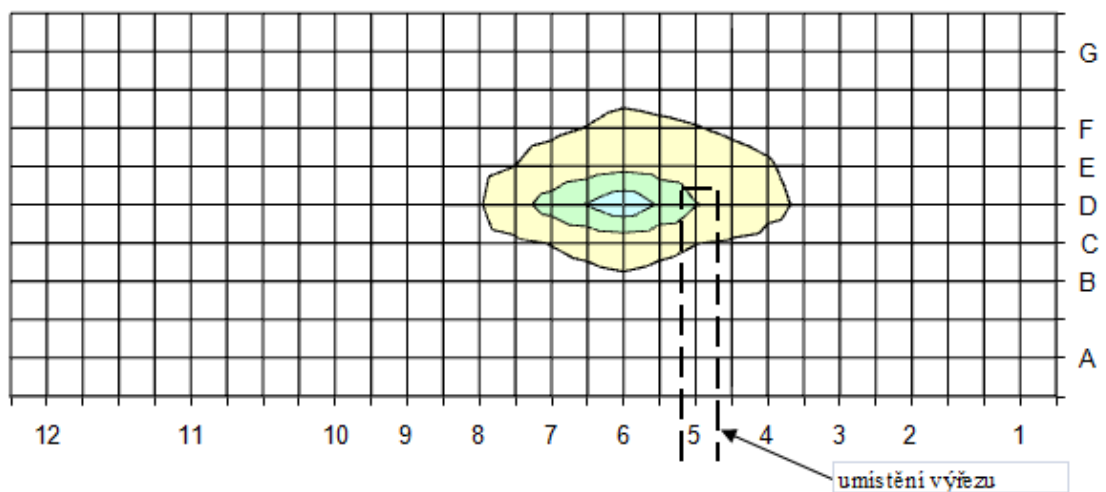
Příloha č. 1 - Legenda koncentrace oleje na půdním povrchu.....	72
Příloha č. 2 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	72
Příloha č. 3- Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	72
Příloha č. 4 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	73
Příloha č. 5 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	73
Příloha č. 6 - Koncentrace oleje PRIMOL na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	73
Příloha č. 7 - Koncentrace oleje PRIMOL na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	74
Příloha č. 8 - Koncentrace oleje PRIMOL na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	74
Příloha č. 9 - Koncentrace oleje PRIMOL na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	74
Příloha č. 10 - Koncentrace oleje QUAKER na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	75
Příloha č. 11 - Koncentrace oleje QUAKER na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	75
Příloha č. 12 - Koncentrace oleje QUAKER na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	75
Příloha č. 13 - Koncentrace oleje QUAKER na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň.....	76
Příloha č. 14 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při kácení, smrk, tl. 24 cm, čerpadlo na 3. stupeň.....	76
Příloha č. 15 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při kácení, smrk, tl. 40 cm, čerpadlo na 4. Stupeň.....	77
Příloha č. 16 - Prořezané plochy při odvětvování.....	78

## Přílohy

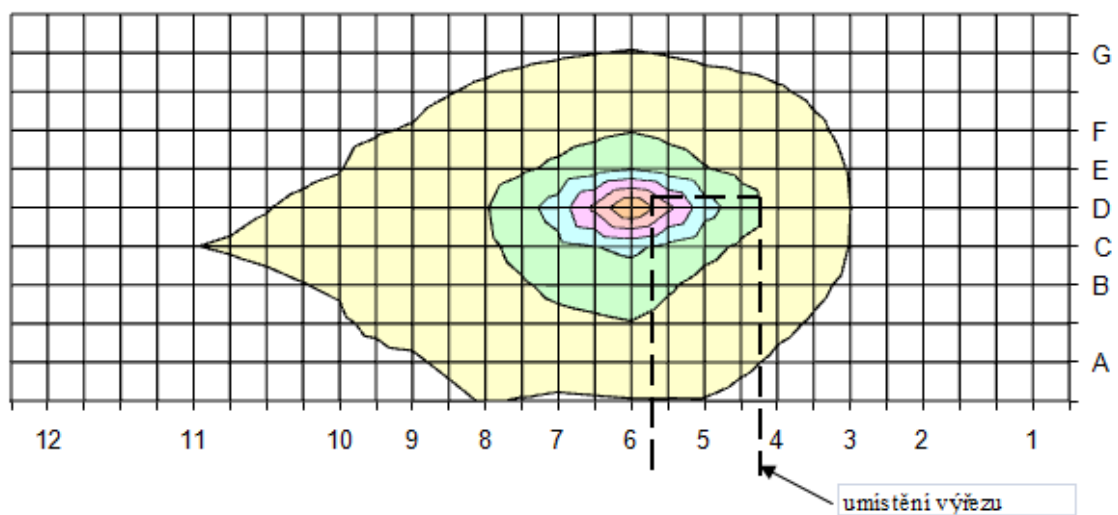
*Příloha č. 1 - Legenda koncentrace oleje na půdním povrchu*



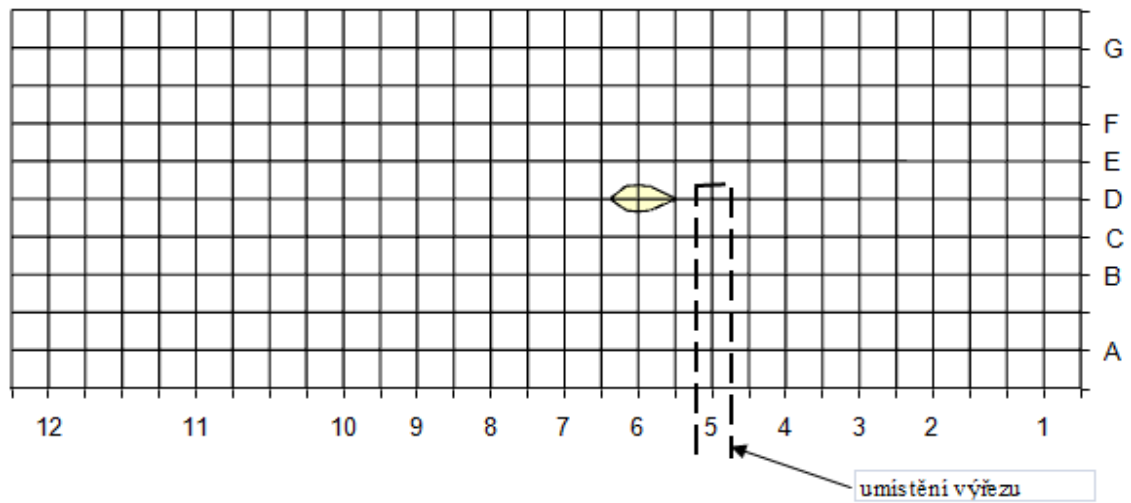
*Příloha č. 2 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň*



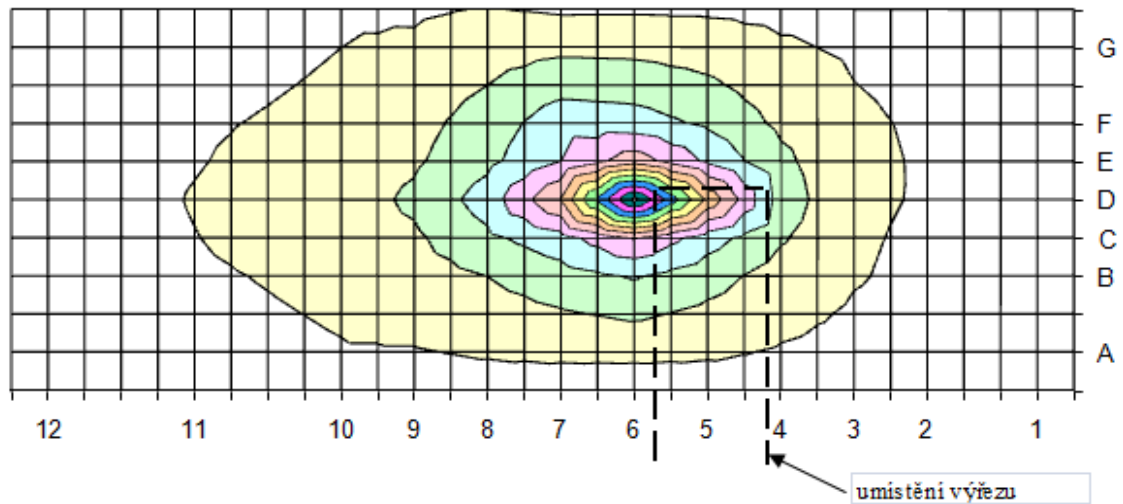
*Příloha č. 3 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň*



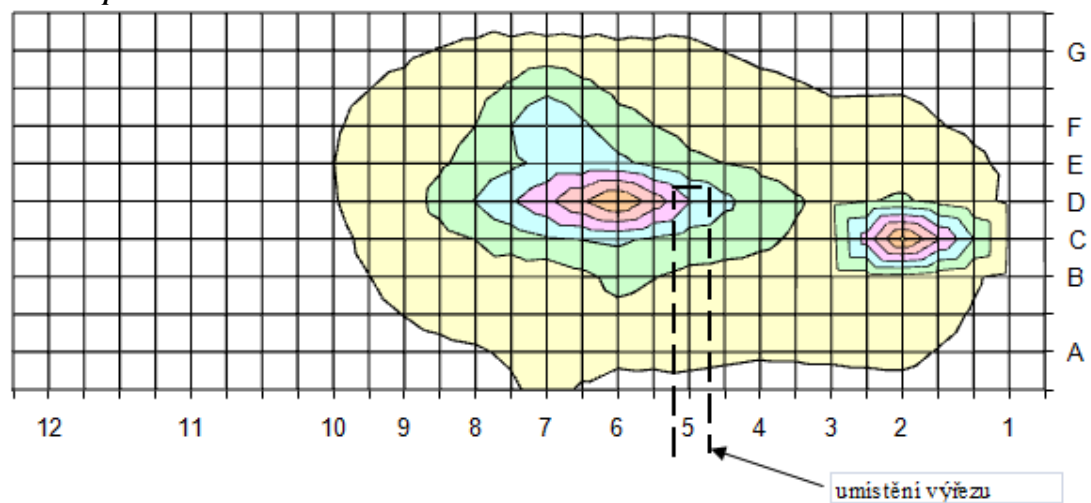
**Příloha č. 4 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň**



**Příloha č. 5 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň**

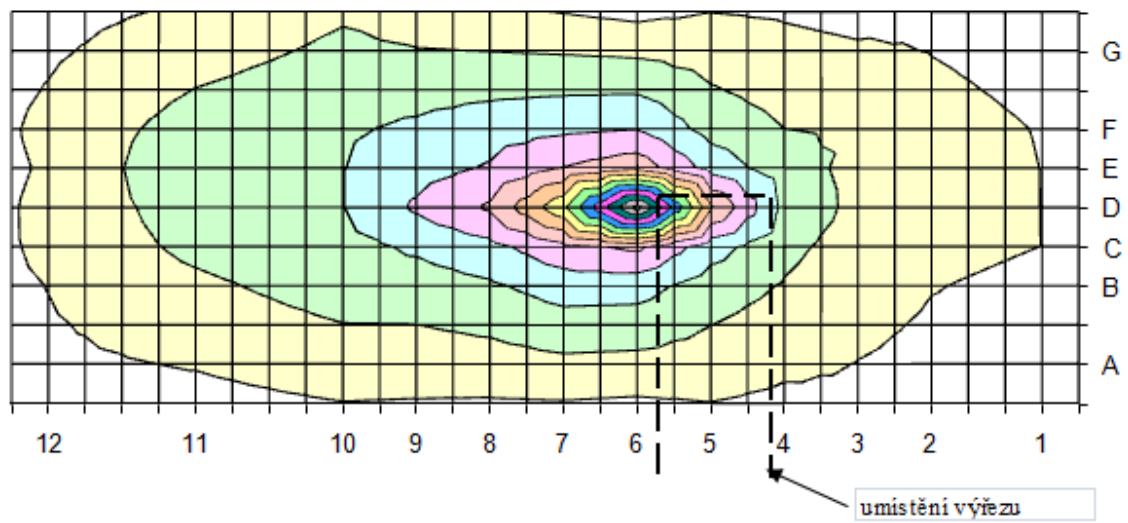


**Příloha č. 6 - Koncentrace oleje PRIMOL na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň**

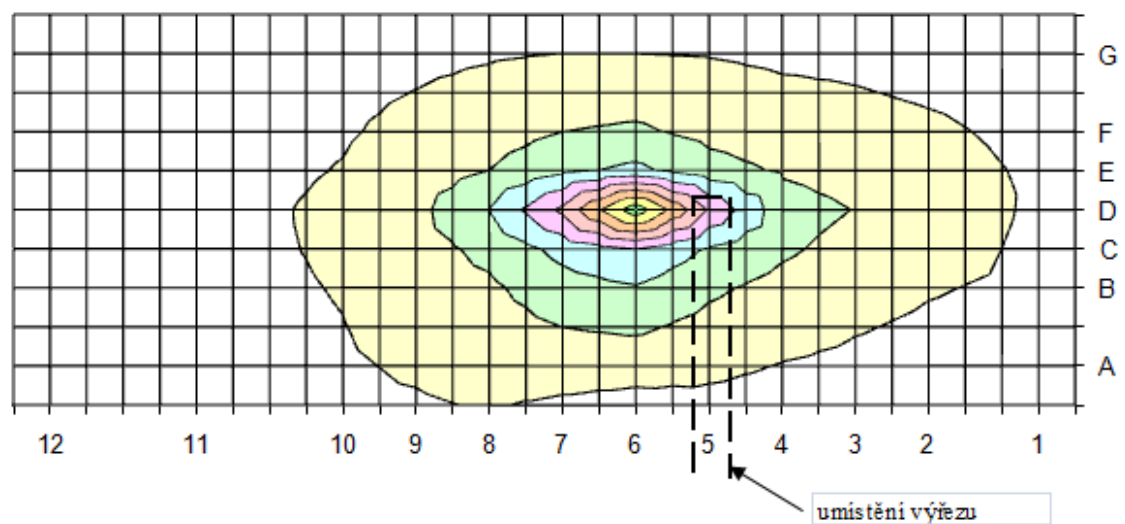




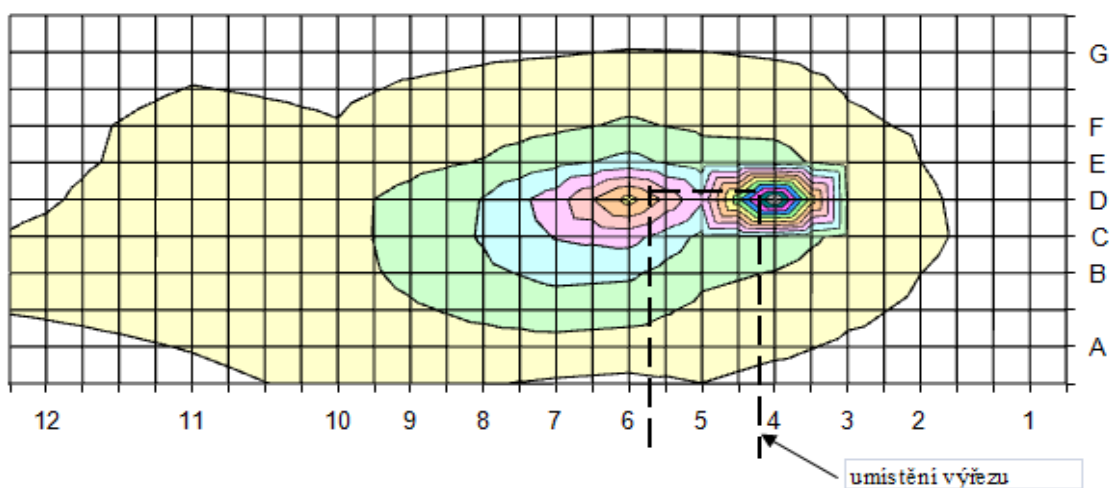
**Příloha č. 7 - Koncentrace oleje PRIMOL na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň**



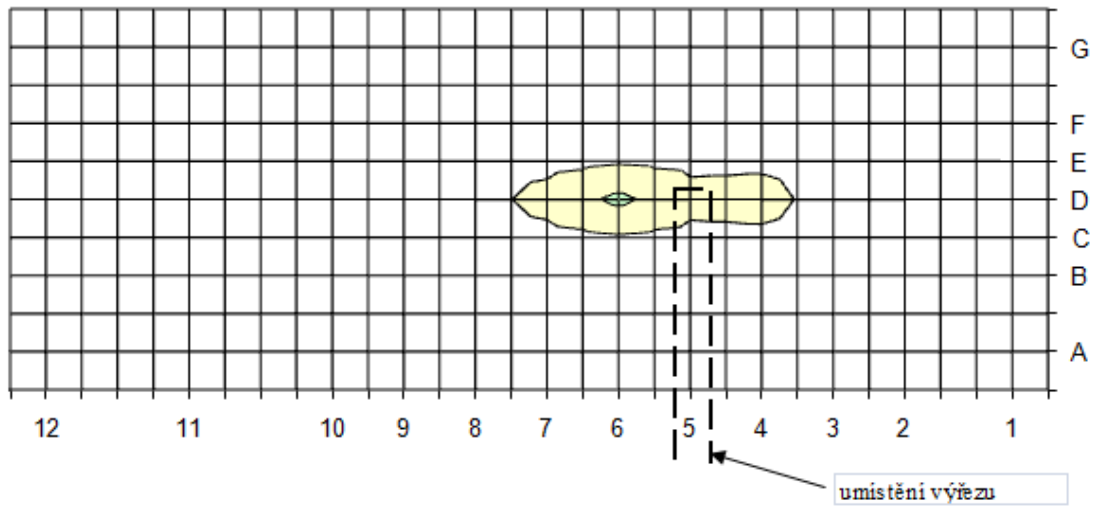
**Příloha č. 8 - Koncentrace oleje PRIMOL na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň**



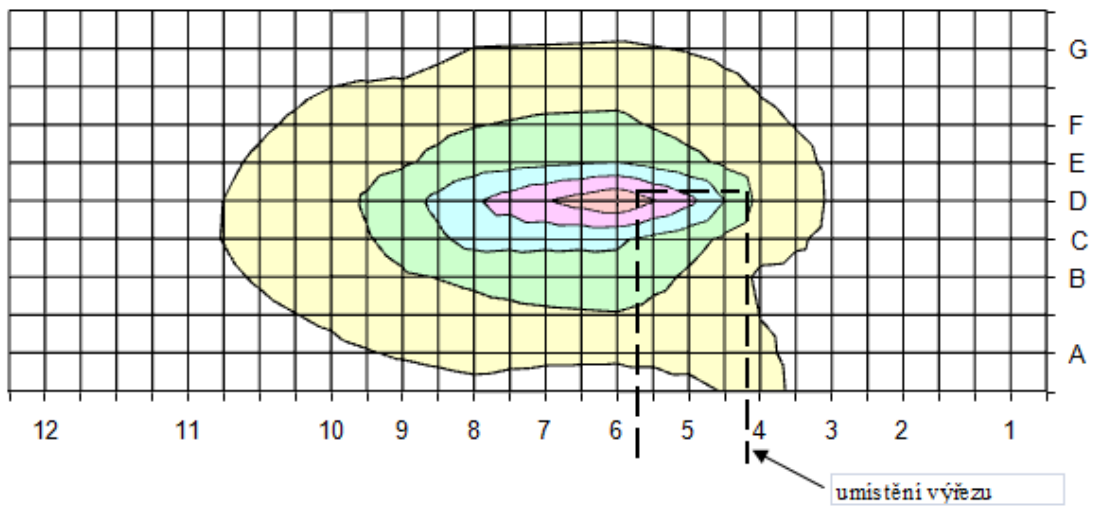
**Příloha č. 9 - Koncentrace oleje PRIMOL na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň**



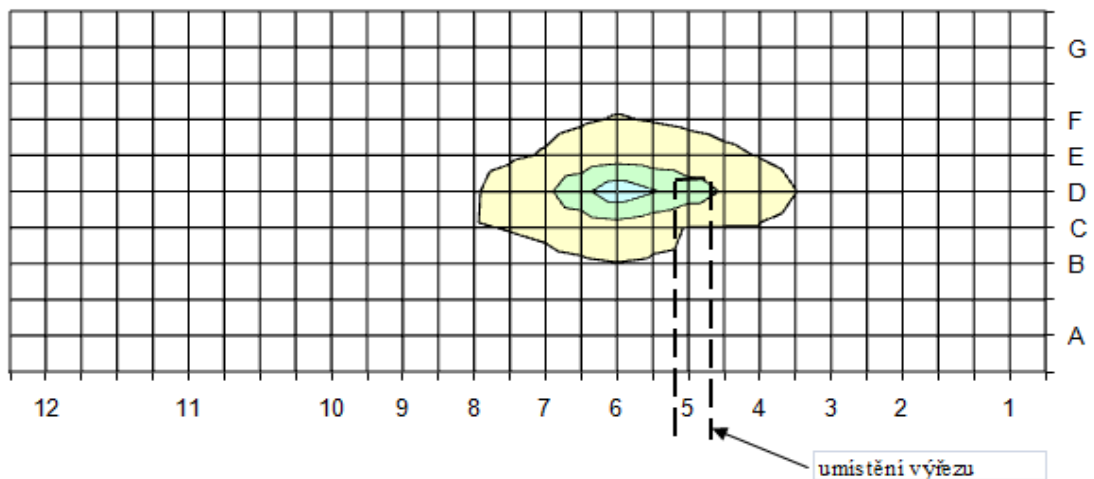
**Příloha č. 10 - Koncentrace oleje *QUAKER* na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň**



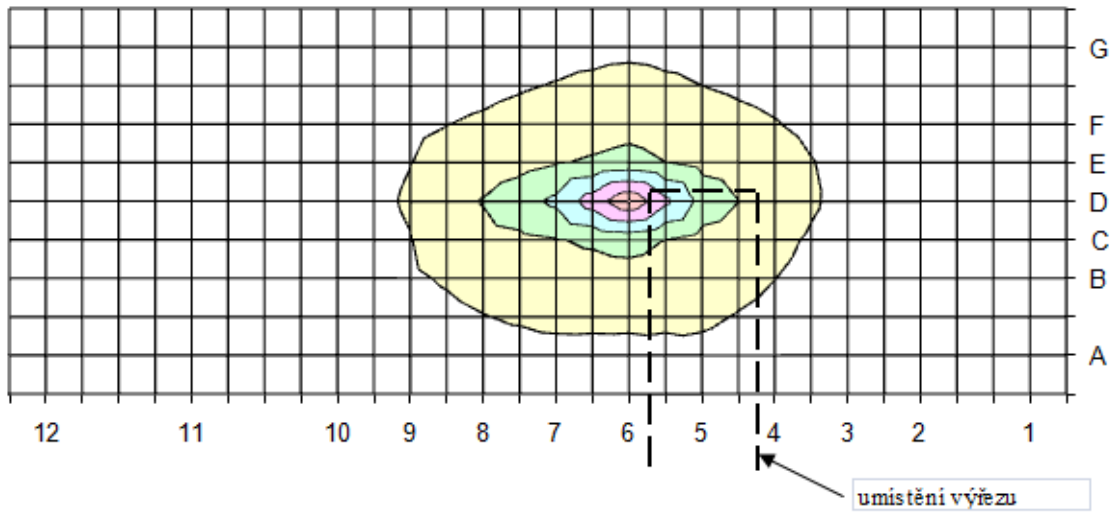
**Příloha č. 11 - Koncentrace oleje *QUAKER* na půdním povrchu při krácení, smrk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň**



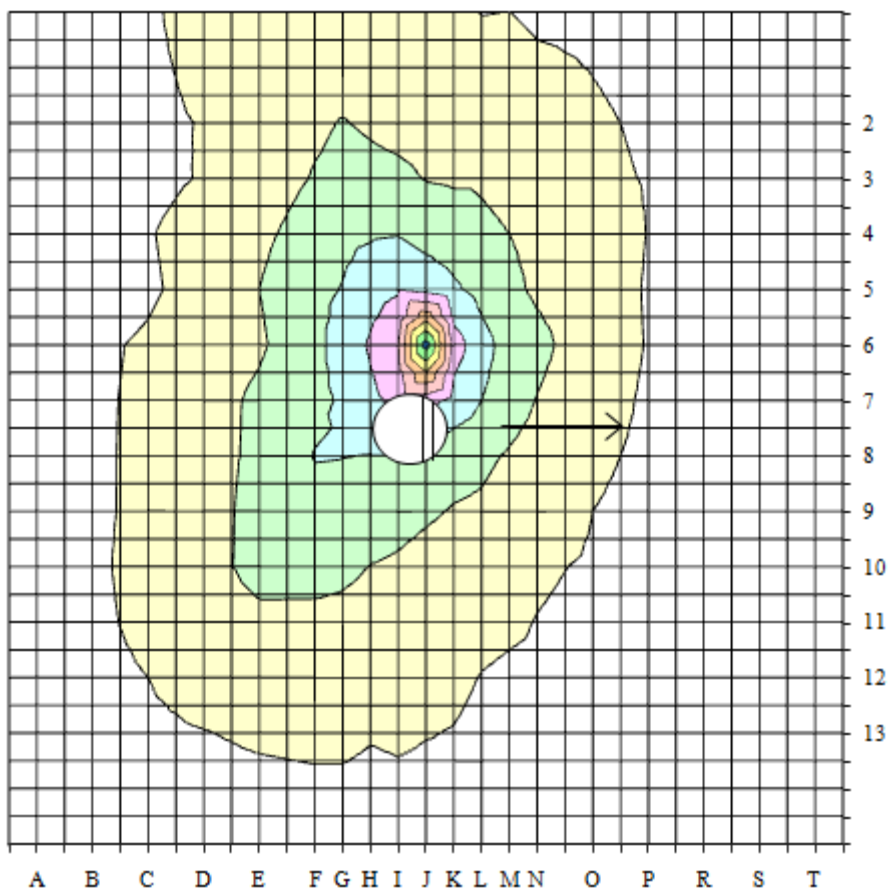
**Příloha č. 12 - Koncentrace oleje *QUAKER* na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 10 cm, čerpadlo na 2. stupeň**



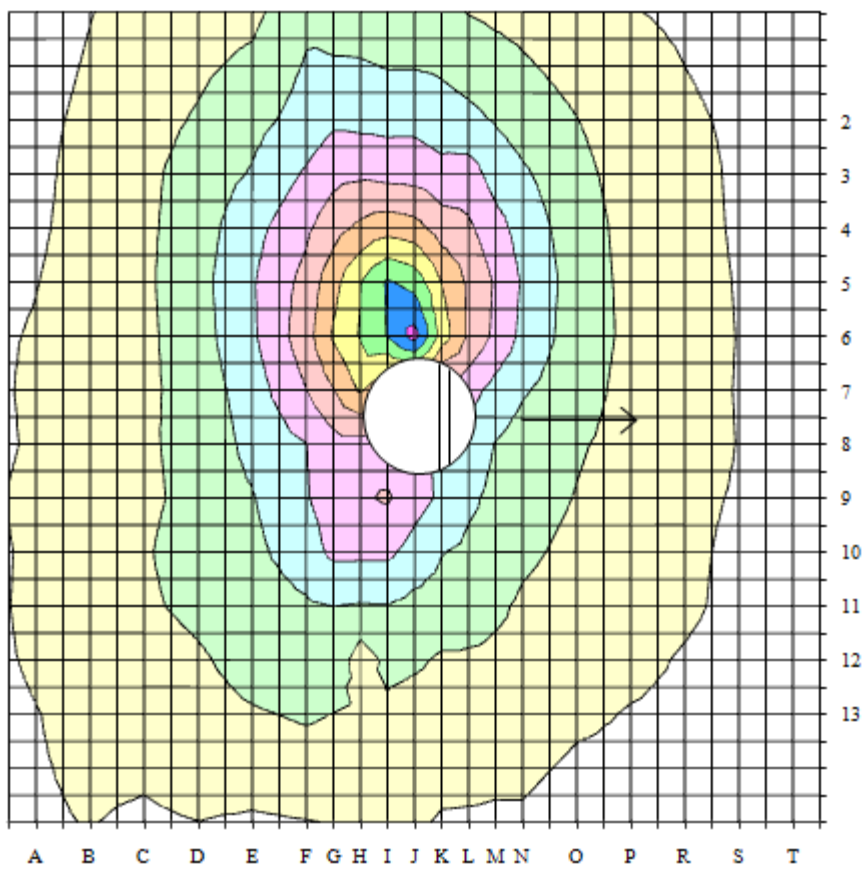
*Příloha č. 13 - Koncentrace oleje QUAKER na půdním povrchu při krácení, buk, tl. 30 cm, čerpadlo na 2. stupeň*



*Příloha č. 14 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při kácení, smrk, tl. 24 cm, čerpadlo na 3. stupeň*



*Příloha č. 15 - Koncentrace oleje OA M6A na půdním povrchu při kácení, smrk, tl. 40 cm, čerpadlo na 4. Stupeň*



*Příloha č. 16 - Prořezané plochy při odvětvování*

Výřez o tloušťce 24 cm						Výřez o tloušťce 30 cm						
Číslo sekce	Číslo přeslenu	Pořadové číslo	Rozměry		Vypočtená plocha (cm <sup>2</sup> )	Číslo sekce	Číslo přeslenu	Pořadové číslo	Rozměry		Vypočtená Plocha (cm <sup>2</sup> )	
			a	b					a	b		
			(mm)	(mm)					(mm)	(mm)		
<b>I.</b>	1.	1	45	34	12,02	<b>I.</b>	1.	1	31	36	8,76	
		2	36	55	15,55			2	67	68	35,78	
		3	37	29	8,43			3	51	45	18,02	
	2.	4	39	45	13,78			4	23	19	3,43	
		5	25	27	5,30			5	85	84	56,08	
		6	160	61	76,65			6	75	93	54,78	
		7	10	15	1,18		2.	7	34	32	8,54	
	3.	8	121	112	106,43			8	62	39	18,99	
		9	43	64	21,61			9	15	16	1,88	
		10	60	39	18,38			10	15	13	1,53	
		11	150	13	15,31		11	34	39	10,41		
	4.	12	17	20	2,67		12	22	23	3,97		
		13	131	60	61,73		3.	13	44	34	11,75	
		14	140	28	30,79			14	102	30	24,03	
		15	40	29	9,11		4.	15	94	81	59,80	
		16	27	24	5,09			16	145	127	144,63	
		17	90	17	12,02			17	30	31	7,30	
		18	9	13	0,92			18	84	91	60,03	
Celkem I. sekce					416,97	Celkem I. sekce					529,74	
<b>II.</b>	5.	1	47	66	24,36	<b>II.</b>	5.	1	117	71	65,24	
		2	79	45	27,92			2	47	60	22,15	
		3	43	36	12,16			3	58	79	35,99	
		4	9	6	0,42			4	23	23	4,15	
		5	72	63	35,62			5	76	29	17,31	
		6	16	13	1,63			6	76	15	8,95	
		6.	7	81	60		38,17	6.	7	111	23	20,05
			8	25	29		5,69		8	89	63	44,04
	9		33	28	7,26		9		32	35	8,80	
	10		22	42	7,26		10	33	45	11,66		
	7.	11	51	103	41,26		7.	11	77	100	60,47	
		12	66	61	31,62			12	76	59	35,22	
		13	17	113	15,09		8.	13	81	41	26,08	
		14	75	27	15,90			14	51	48	19,23	
		15	7	7	0,38			15	96	21	15,83	
	7.	16	49	52	20,01							
		17	72	15	8,48							
		18	45	22	7,78							
		19	16	14	1,76							
		20	184	70	101,16							
Celkem II. sekce - měřená					403,93	Celkem II. sekce - měřená					395,17	
<b>III.</b>	8.	1	35	37	10,17	<b>III.</b>	9.	1	78	83	50,85	
		2	9	7	0,49			2	70	101	55,53	
		3	81	61	38,81			3	43	56	18,91	
		9.	4	54	56		23,75	10.	4	58	52	23,69
			5	37	34		9,88		5	63	50	24,74
			6	9	8		0,57		6	37	53	15,40
	7		28	28	6,16		11.		7	124	100	97,39
	8	83	49	31,94	8			43	37	12,50		
	9	33	41	10,63	9			22	17	2,94		
	10.	10	48	44	16,59		12.	10	82	83	53,45	
		11	52	44	17,97			11	41	33	10,63	
		12	58	76	34,62							
		13	142	23	25,65							
		14	72	47	26,58							
	15	38	43	12,83								
	16	60	43	20,26								
	17	27	29	6,15								
Celkem III. sekce					293,04	Celkem III. sekce					366,01	
Celkem výřez					1113,94	Celkem výřez					1290,92	