

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra lesní těžby



**Studie rozptylu mazacího oleje při kácení
motorovou pilou**

Bakalářská práce

Autor : **Vaněk František**

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

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra lesní těžby

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

František Vaněk

Lesnictví

Název práce

Studie rozptylu mazacího oleje při kácení motorovou pilou

Název anglicky

The study of oil dispersion when felling by chainsaw

Cíle práce

Zpracujte informace z výzkumu rozptylu oleje používaného k mazání řezné části motorové pily a vyjádřete jeho distribuci v okolí káceného stromu.

Metodika

S využitím výsledků ověřovacího měření rozptylu olejů radioindikátorovou metodou vypracujte vlastní postup pro vyhodnocení výskytu oleje v okolí káceného stromu. K tomu použijte dříve provedených studií při příčném přeřezávání kmene. Metodiku zpracujte tak, aby dávala přehledné výsledky, které by pokud možno vypustily v praktická doporučení.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

Klíčová slova

technika lesnická, motorová pila, mazací olej, rozptyl, kácení

Doporučené zdroje informací

- AKERMAN, K. 1972. Radioindikátorová metoda v praxi. Bratislava.
- GRUNDA, B. 1983. Znečištění přírodního prostředí ropou. Acta Universitatis Agriculturae (Brno), Series C (Facultas silviculturae), 52, (1-2), s. 229-238.
- NORDFJELL, T., JOHANSSON, L., HELLSTRÖM, J., GREF, R., SKOUPÝ, A., ATHANASSIADIS, D. 2007. A Method to Measure Saw-Chain Lubrication. In: International Journal of Forest Engineering Vol. 18, No. 1. pp. 41-45.
- ORSANIC, M., HORVAT, D., PERNAR, N., SUSNJAR, M., BAKSIC, D., DRVODELIC, D., 2008: Influence of mineral and bio oil on the germination of acorn and the growth of pedunculate oak (Quercus Robur L.) seedlings. Šumarski list 2 (1 2): 3-9
- PECHLÁK, B., SKOUPÝ, A. a KUKLA, J. 1990. Bilance úniku mazacího oleje motorových pil pomocí radioindikátoru. Radioisotopy, 31, (3), s. 145-154.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2014

doc. Ing. Alois Skoupý, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Studie rozptylu mazacího oleje při kácení motorovou pilou“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Aloise Skoupého, CSc. Veškerou použitou literaturu a podkladový materiál uvádím v příloženém seznamu použité literatury.

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 13. 4. 2015

Vaněk František

Poděkování

Děkuji panu doc. Ing. Aloisovi Skoupému, CSc., za potřebná data, vedení a kvalifikované rady při vytváření této bakalářské práce.

Abstrakt

Při používání techniky během těžebních činností unikají do jejího okolí různé druhy kapalin, které mohou znečišťovat životní prostředí. Minerální oleje používané stále po celém světě při ztrátovém mazání hoblovacího řetězu motorové pily jsou v České Republice zakázány. Proto se musí používat biologicky rozložitelné oleje, jenž jsou vlastně směsí rostlinných olejů a různých aditiv. Zlepšující látky, tedy aditiva, se přidávají do olejů pro vylepšení chemických a technologických vlastností rostlinného oleje. Pro kvantifikaci olejů unikajících do prostředí byla použita radioindikátorová metoda, která spočívá v označení oleje vhodným radioizotopem, který je možné v přírodním prostředí detekovat, a tak vyjádřit koncentraci na půdním povrchu v okolí řezu.

Bylo zjištěno, že do okolí káceného výřezu o výčetní tloušťce 24 cm uniklo 3,282 g oleje za dobu 20,84 vteřiny, pro výřez o výčetní tloušťce 40 cm uniklo do okolí 8,101 g oleje za 32,53 vteřiny.

Klíčová slova: Minerální olej, motorová pila, rozptýl oleje, radioindikátorová metoda, biologicky rozložitelné oleje.

Abstract

As a consequence of using the logging techniques there could escape its surroundings different kinds of liquids polluting the environment. Mineral oils used oftentimes throughout the world in loss lubrication planer chain saws have been banned in the Czech Republic. Under such conditions there are used biodegradable oils developed as the mixtures of vegetable oils and various additives. The additives are admixed to the oil to enhance the chemical and technological properties of the vegetable oil. There was used the radioindicator method for the quantification of oil leaking into the environment, what involves marking the oil by relevant radioisotope which can be detected in the environment. This way we could determine the concentration on the soil surface in the vicinity of the cut.

In the bachelor thesis I present my observation results of the surroundings felled viewport breast-height of 24 cm thick, 3,282 g of leaked oil for the time 20.84 seconds, to cut the breast-height 40 cm thick escaped into nearby 8,101 g of oil in 32.53 seconds .

Key words: Mineral oil, chain saw, dispersion of oil, radioindicator method, biodegradable oils.

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce	12
3	Problematika	13
3.1	Problematika ve vztahu k právu	13
3.2	Problematika úniku oleje do okolí	14
3.3	Problematika rychle biologicky rozložitelných maziv a záruky kvality	15
3.4	Problematika v českém výzkumu olejů	18
3.5	Problematika mazání	19
3.6	Olej ve vztahu ke zdraví a jeho rozptyl	20
4	Metodika	21
4.1	Měření rozptylu olejů	21
4.2	Hmotnostní metoda	22
4.3	Radioizotopová metoda	23
4.4	Rozptyl oleje při příčném řezání	27
4.5	Rozptyl oleje při kácení	31
5	Výsledky	33
5.1	Výsledky hmotnostní metody	33
5.2	Výsledky radioizotopové metody	34
5.2.1	Vytvoření kalibračních křivek	34
5.3	Rozptyl olejů při kácení	38
5.4	Koncentrace oleje na povrchu půdy při kácení	40
6	Závěr	45
7	Literatura	46

Seznam tabulek, grafů a obrázků

Graf 1: Závislost hmotnosti olejů na počtu kapek.	36
Graf 2: Závislost počtu impulsů na počtu kapek.	37
Graf 3: Rozdělení oleje na jednotlivá posuzovaná místa výskytu.	39
Graf 4: Rozdělení oleje na jednotlivá posuzovaná místa výskytu – relativní hodnoty.	40
Graf 5: Tvar olejových skvrn a koncentrace oleje I. Šířka výřezu 24 cm.	41
Graf 6: Tvar olejových skvrn a koncentrace oleje II. Šířka výřezu 40 cm.	42
Obrázek 1: Geometrie měření.	26
Obrázek 2: Papírová podložka se soustavou měřicích bodů.	28
Obrázek 3: Umístění výřezu a podložky proti rovině řezu.	29
Obrázek 4: Rozmístění měřicích bodů během kácení.	32
Tabulka 1: Výsledky hmotnostní metody – měření s výřezem o tloušťce 28,5 cm... 33	
Tabulka 2: Výsledky hmotnostní metody – měření s výřezem o tloušťce 19 cm..... 34	
Tabulka 3: Hmotnost kapek použitých olejů.	35
Tabulka 4: Impulsy radioaktivní přeměny podle počtu kapek oleje.	36
Tabulka 5: Měření disturbance oleje při kácení.	38
Tabulka 6: Koncentrace oleje v $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ u výřezu o tloušťce 40 cm.	43
Tabulka 7: Koncentrace oleje v $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ u výřezu o tloušťce 24 cm.	44

Seznam použitých zkratek

COD – Chemical oxygen demand

ČR – Česká Republika

č. – číslo

EEL – European Eco Label

ELGI – European Lubricating Grease Institute

EU – Evropská unie

KWF - Kuratorium für Wald und Forten – Rada pro lesnictví a lesní hospodářství

Lesy SR – Lesy Slovenské Republiky

LME – vepřové sádlo obsahující methyl estery

NLGI – National Lubricating Grease Institute

no. – číslo

RO – řepkový olej s nízkým obsahem kyseliny erukové

ThOD – theoretical oxygen demand

tl. – tloušťka

vol. – ročník

1 Úvod

Již v minulosti lidé používali maziva, tedy i oleje a tuky, které byly původně z rostlinných a živočišných zdrojů. Nyní se také používají syntetická, biologicky odvozená a biologicky odbouratelná maziva, která prošla dlouhým stupněm vývoje. První taková maziva se objevují již poměrně dávno v lidské historii. Prvotním podnětem k přechodu od historicky původních zdrojů olejů k syntetickým nebo minerálním olejům byla jejich cena, jelikož byly mnohem levnější než oleje rostlinné. (Shelley, 2010)

Vzhledem k tomu, že rostlinné oleje jsou produkty fotosyntézy a vznikají z atmosférického CO², pak při jejich rozkladu nevznikne více CO₂, než bylo spotřebováno na jejich vytvoření. Díky nulové bilanci CO₂ se rostlinné oleje nemohou podílet na skleníkovém efektu (Anon., 1994). Navíc olej díky svým fyzikálním vlastnostem neproniká rychle do spodních anaerobních vrstev půdy a v horních aerobních vrstvách se mnohem rychleji a lépe odbourává (Anon., 1994).

Koncem 19. století byl poprvé použit termín „minerální olej“ k popisu ropných uhlovodíků a souvisejících produktů, které byly získávány z vrtů do podzemních rezervoárů. Termín odlišoval ropné uhlovodíky získávané z podzemních zdrojů od jiných tehdejších zdrojů oleje, například palmového nebo velrybího oleje. Na dnešním petrochemickém trhu se termín „minerální olej“ často používá v právních dokumentech jako označení všech kapalných uhlovodíků a plynných produktů získávaných z ropných vrtů.

Nyní se ve všech případech provádění těžebních činností, včetně prvních zásahů, používá strojů se spalovacím motorem, jejichž provoz je spojen s emisí cizorodých látek do životního prostředí. Při používání strojů pro těžbu dříví dochází k emisí hluku, spalin ze spalování paliv a mazacího oleje, jenž slouží k mazání řetězu motorové pily, do životního prostředí. (Kadlec, 2007)

2 Cíl práce

Cílem této práce je zpracování informací z výzkumu rozptylu oleje používaného k mazání řezné části motorové pily a vyjádření jeho distribuci v okolí káceného stromu. Dále je zde uvedeno i srovnání minerálního a rostlinného oleje z hlediska jejich pozitivního či negativního vlivu na lesní hospodářství.

3 Problematika

3.1 Problematika ve vztahu k legislativě

Ve vztahu k ochraně ovzduší jsou motorové pily zařazeny mezi mobilní zdroje znečišťování v § 4 odst. 2 písm. c) zákona o ochraně ovzduší. V ustanovení § 3 odst. 1 zákona o ochraně ovzduší je právnickým i fyzickým osobám dána povinnost omezovat a předcházet znečišťování ovzduší a snižovat množství jimi vypouštěných znečišťujících látek. Tuto povinnost lze v těžební činnosti naplňovat jen omezováním neproduktivních časů při těžební činnosti, kdy běží motor a neprobíhá vlastní těžební operace, nebo novými konstrukčními prvky na liště motorové pily. U motorové pily jsou těmito neproduktivními časy údobí při přecházení v lesním porostu, kdy motor je nastartován a dochází k úniku spalin z výfuku.

Jednou z možností, jež umožňuje snížit množství emisí ze spalovacího motoru při práci s motorovou pilou, je využití stromové metody při těžbě dříví. Při této metodě je strom pouze pokácen a vlastní odvětvení je provedeno mimo lesní porost, čímž se maximálně omezují emise výfukových plynů a rozptyl mazacího oleje do okolí, poněvadž operace odvětvování je časově nejnáročnější operací těžební činnosti.

V případě oleje na mazání řetězu motorové pily vzniká problém, jenž je při použití těchto prostředků neřešitelný a je s nimi nedílně spojen. Tímto problémem jsou emise oleje do životního prostředí při pohybu řetězu. Únik oleje do životního prostředí je možný zařadit pod ustanovení § 3 odst. 3 písm. a) zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, neboť k úniku oleje dochází při výrobě dříví, a lze tak olej označit za vedlejší produkt výroby. Z tohoto pohledu lze fázi řezání označit za operaci, při níž vzniká odpad dostávající se do životního prostředí. Vzhledem k tomu, že nelze provádět řezání bez mazání řetězu olejem, je negativní vliv uvolňování oleje do lesního ekosystému zmírněn používáním biologicky odbouratelného oleje, jak ukládá ustanovení § 32 odst. 8 lesního zákona. Omezení množství uvolněného oleje do životního prostředí, zvláště u použití motorové pily, je možné zejména omezením počtu řezů, což lze uskutečnit pouze využitím stromové metody těžby dříví. (Kadlec, 2007)

Ve snaze eliminovat dopad ropných derivátů na přírodní ekosystémy v současné době jasně omezuje používání olejů v lesním hospodářství lesní zákon č. 289/95 Sb. Ve svém znění § 32 odstavce 8. přikazuje používání biologicky odbouratelných olejů, neboť konstatuje: „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 řetězu motorových pil a biologicky odbouratelné hydraulické kapaliny. Při ochraně lesních porostů je povinen dát přednost účinným technologiím šetřícím životní prostředí.“ (Prudil, 2007)

3.2 Problematika úniku oleje do okolí

Olej může unikat do životního prostředí prostřednictvím uvolňování odpadů oleje ze strojů a jejich filtrů. Olej se v některých rozvojových zemích používá ke kontrolování prašnosti na nebezpečných cestách a do motorových pil, přestože koncern o kontaminaci půdy a vody minerálními oleji, olejovým odpadem a jeho aplikací na cesty začíná být nepřijatelnou praktikou. Nicméně použití minerálních olejů k promazávání řetězů motorových pil je stále běžnou praxí v mnoha částech světa. Spotřeba jedné motorové pily je za jediný den okolo dvou litrů oleje, což znamená, že spotřeba oleje z jedné motorové pily za jeden rok je pro životní prostředí téměř neúnosná

Příkladem uvádím spotřebu oleje v motorových pilách v některých zemích světa. V Německu se spotřeba oleje v motorových pilách pohybuje mezi 8 a 11,5 miliony litrů oleje za rok, ve Švédsku se spotřeba pohybuje okolo 4 milionů litrů za rok a na Novém Zélandě je spotřeba kolem 2 milionů litrů oleje v motorových pilách za rok. (Stellman, J. M., 1998)

Stanovský et al. (2012) uvádí: státní lesní podnik Slovenska (Lesy SR) sám vyprodukuje 1,8 milionů litrů ropy, jež unikne z řetězové pily při provádění těžebních operací (Lesy SR tvoří přibližně 50 % rozlohy lesů na Slovensku). Finským pracovníkům v lesnictví unikne při těžebních operacích asi 2 milionů litrů ropy ročně, v Chorvatsku pracovníci lesnictví udávají číslo 420 000 l (Oršanić et al., 2008). V Německu je rozdíl mezi spotřebou oleje a nákupem ropy v lesnictví dva

miliony litrů, což znamená velké množství toxických olejů unikajících do ekosystému lesa při těžebních pracích. (Hartweg, Keilen, 1989)

Podle odhadů provedených v minulých letech na základě použití olejů v lesním hospodářství ČR je jeden hektar lesní půdy zatížen ročně cca 60 litry olejů. Ročně se spotřebovává asi 260 tun hydraulických olejů a 230 tun olejů pro mazání řezných částí motorových pil (Ulrich, 1991). Další spotřeba oleje nabývá i při promazávání řezného ústrojí jednoúchopových harvesterů, kde činí v průměru 35 litrů / 1000 m³ (Dvořák, 2001).

Jedním ze základních problémů spojených s využíváním techniky v lesním hospodářství je uvolňování znečišťujících látek do okolního prostředí. Mezi nemalou a stálou zátěž lesního ekosystému těmito látkami patří i rozptyl maziva při ztrátovém mazání hoblovacího řetězu motorové pily. Jednou z možných variant řešení tohoto problému je nahrazení oleje minerálním olejem na rostlinné bázi. Ovšem používání rostlinného oleje k mazání řetězu motorové pily není zcela bezproblémové. Největším problémem je jeho nízká chemická stabilita a snížený rozsah použitelnosti za nízkých teplot. (Prudil, 2007)

V současnosti se lesnická technika používá na lesních cestách, v lesních porostech nebo na jiných územích. Představuje ekologické ohrožení v důsledku úniku ropy a benzínu. Je proto logické, že mnoho úsilí je kladeno na rozvoj ekologicky šetrných paliv a maziv, která jsou biologicky rozložitelná nebo biologického původu. Doba rozkladu se liší a závisí na mnoha faktorech, jako je například: teplota, vlhkost, množství a druh bakterií, množství kyslíku, atd. (Stanovský et al., 2012)

3.3 Problematika rychle biologicky rozložitelných maziv a záruky kvality

Rychle biologicky rozložitelná maziva jsou zpravidla z triglyceridů, esterů, polyalkylenglykolů, polyalfaolefinů, a minerálních olejů. Tato rychle biologicky rozložitelná maziva musí zvládat vykonávat stejnou práci jako konvenční produkty. Aby to bylo možné, je nutné do nich dodávat další přísady, které rovněž splňují parametry pro ochranu prostředí. Jako kritérium pro splnění těchto parametrů se v Evropě používají směrnice pro soulad s životním prostředím nebo ekologické

certifikáty jako například „Blue Angel“, „European Eco Label“ (EEL) a „Swedish Standard“. Tyto ekologické směrnice dávají zpracovatelům maziv bezpečné pokyny pro rozvoj bio-maziv. Evropská směrnice „Eco Label“ hraje vedoucí roli ve všech členských státech EU. V evropské směrnici jsou výpisy dostupných bezpopelných přídatných látek neboli aditiv, které jsou samy o sobě nebo ve skupině vhodné pro použití při tvorbě biomaziva.

Od roku 2002 vyšla v platnost komplexní technická norma ISO 15380 ohledně biologicky rozložitelných hydraulických olejů. Pro mazací tuky jsou požadavky Elgi/NLGI a pro oleje do motorových pil jsou požadavky uvedeny v Kuratorium für Wald und Forsten (KWF). KWF spolupracuje s předními výrobci těchto systémů a stanovuje požadavky na mazací oleje. (Bongardt, F. a König, M., 2011)

„Eco Label“ funguje jako prostředek Evropské Unie zajišťující používání více ekologicky příznivými výrobky uživateli. Maziv se nejvíce zabývá německý „Blue Angel“ UZ-79 a švédská norma SS 155434. Pro biologicky odbouratelné hydraulické kapaliny jsou tyto dvě ekologické normy snad nejdůležitější. Vzhledem k tomu, že „Blue Angel“ je volitelný a švédská norma SS 155434 je zákonný požadavek, tak hydraulické kapaliny nesplňující kritéria SS 155434 nejsou dostupné a ani povolené k prodeji na švédském trhu. Verze 4. normy SS 155434, která vstoupila v platnost v červenci 2000, zavedla nové a přísnější ekologické požadavky. S ohledem na rostoucí význam biologicky odbouratelných hydraulických olejů na švédském trhu zahájila v roce 2000 společnost autorů výzkumný program s cílem nabídnout do konce roku seznam funkčních tukových nebo rostlinných olejů.

Zprvce byly studovány účinky a věrohodnosti nových hodnotících kritérií pro snadné biologicky rozložitelné suroviny. Systematické srovnání na základě chemické spotřeby kyslíku (COD) a teoretická spotřeba kyslíku (ThOD) nicméně potvrdilo, že plošná závislost na parametru COD může vést k falešně pozitivním hodnocením. Studie také ukázaly, že výsledky na základě chemické spotřeby kyslíku stanovené chemickými analýzami jsou platné, pokud se používá vhodná oxidační metoda a úplnost oxidace je pečlivě monitorována. Kromě toho bylo prokázáno, že požadované použití referenčního parametru ThOD nutně nevyžaduje složité elementární analýzy zkoušené látky. A to dokonce i v případě, že máme tukové

produkty s nedefinovatelným strukturním vzorcem (C-řetězce frakcí, alkoxylované látky), kdy nám strukturální odhady umožnily získat dostatečně přesné hodnoty, a proto můžeme počítat i s oxidací. Studie také ukázala, že omezení pouze na dvě zkušební degrační metody, je vědecky nepodložené. Rozšíření schválených zkušebních metod o vědecky uznávané CO₂ „headspace test“ a „dvoufázový closed bottle test“ by umožnilo získání existujících dat, která by se mohla použít, aniž by se muselo odvracet od normy v oblasti životního prostředí. Na základě novějších studií rozkladu bylo prokázáno, že syntetické estery, zejména různé nasycené a nenasycené TMP estery mastných kyselin, splňují nejpřísnější kritéria nových SS 155434. Doplňkové studie s nízkou viskozitou-XXX-oleje (hydrokrakáty) a směsi XXX-olejů a syntetických esterů uvedly, že tato třída výrobků by mohla být optimalizována, aby splňovala kritéria švédské ekoznačky. (Bongardt, F. – Willing, A., 2003)

Pro příklad uvedu řepkový olej, kde bez použití aditiv leží Bruggerova hodnota u řepkového oleje mezi 21 a 23 N/mm². Pro udělení „Modrého anděla“ je nutné minimálně 27 N/mm², aby bylo i při náročných podmínkách (dlouhá lišta, zpracovávání silného kmene) zajištěno řádné mazání. Zcela nevhodné jsou takové typy neaditivovaných olejů, při jejichž použití se olej neudrží v čepech řetězu; ten se následkem toho prodlouží natolik, že deformuje řetězku, a to i při odstranění jednoho článku řetězu. Nevýhoda nízké viskozity bioolejů se projevuje zejména v létě vyššími ztrátami rozstříkem. U často využívaných olejů z maloobchodní spotřebitelské sítě je nutná jistá obezřetnost. Zpravidla se jedná o směs rafinovaných olejů, které se v závislosti na svém složení chovají odlišně. Např. při vyšším podílu slunečnicového oleje se snižuje mazací schopnost a zvyšuje se sklon k degradaci. (Tomášková, 2002)

Biologická odbouratelnost je definována normou CEC-L-33-A-93. Produkt je biologicky odbouratelný, pokud je v půdě odbourán minimálně z 80 % během 21 dní (CEC 1995). Rostlinné oleje mají biologickou odbouratelnost přibližně 98 % (obsahují-li další minerální aditiva, tak 90–98 %). Minerální oleje mají biologickou odbouratelnost přibližně 20 % a syntetické oleje se pohybují mezi 20–98 % podle poměru minerálních a rostlinných složek v oleji. (Anon. 1994)

Při rozkladu však mohou za určitých podmínek vznikat meziprodukty zatěžující životní prostředí, jako jsou např. kyselina palmitová, octová, β -hydroximásečná, acetooctová, aceton a jiné poměrně stálé ketony s nepříjemným zápachem (tzv. „ketonové žluknutí olejů“) (Skoupý, 1994). Rychlejší rozložitelnost s sebou nese ještě riziko, že skladovaný olej podlehne zkáze a stane se nepoužitelným z technických nebo hygienických důvodů. Využívání rostlinných olejů proto vyžaduje plynulé dodávky oleje standardních vlastností, vyšší nároky na organizaci a vyšší technickou vyspělost při hospodaření s těmito mazivy. (Grunda et al., 1990)

Zato minerální olej je jedním z produktů frakční destilace ropy. Je složený především z alkanů (typicky s 15 až 40 atomy uhlíku v molekule) a cyklických parafinů, příbuzný s vazelínou a má hustotu okolo $0,8 \text{ g}\cdot\text{cm}^3$. Minerální olej je látka poměrně nízké hodnoty a vyrábí se ve velkých množstvích. Je dostupný jako lehký a těžký minerální olej.

3.4 Problematika v českém výzkumu olejů

Podobně jako v mnoha jiných zemích, i náš zákon ošetřuje používání biologicky odbouratelných olejů v lesním hospodářství. Studie poukazují na několik technických problémů týkajících se těchto předpisů. Nebylo zatím prokázáno, jak moc biologicky odbouratelné motorové oleje používané pro řetězové mazání ze směsí můžou být příčinou nadměrného opotřebení motoru nebo zhoršení spalovacího procesu a tím i zvýšeného znečištění vzduchu, který inhaluje pracovník s motorovou pilou. Experimentální měřicí laboratoř byla pořízena za účelem stanovení vnějších charakteristik společně s motorem pily, který se umístil na brzdový stojan, aby umožnil přesné měření rozdílů ve výkonu motoru, spotřebu paliva a složení výfukových plynů (CO , CO_2 a HC), a to v závislosti na typu oleje a poměru míchání. Výsledkem laboratorních testů nebyly zjištěny žádné statistické hladiny významnosti mezi oleji v některých z měřených kritérií. Teorie pracovníků na základě praktických zkušeností, že některé oleje můžou způsobit ucpání jemného palivového filtru v karburátoru a že ve výfukovém potrubí dochází k zvýšení množství sedimentace oxidu, se ani nevyvrátila a ani nebyla potvrzena. Pravdivost tohoto tvrzení by bylo možné potvrdit nebo vyvrátit jen na základě dalších testů.

Pokroky v biotechnologiích umožnily používání maziv získaných z olejnatých semen v prostředí, které reaguje citlivěji na znečištění. Tyto oleje se uvádějí jako biologicky rozložitelné alternativy pro syntetické estery, protože pořizovací cena je menší a jsou k dispozici z obnovitelných zdrojů. U kultivaru New Sunflower oilwere se studovaly fyzikální a chemické vlastnosti, tření a odolnost proti opotřebením. Rostlinné oleje, jako třeba New Sunflower, by mohly být vhodné jako základ pro výrobu maziv. Vhodně formulovaný biolubrikant byl srovnatelný s minerálním základním mazivem a mohl by být adekvátní náhradou za maziva dosud používaná pro motorovou pilu. Výsledky s vhodně zvoleným rostlinným olejem byly srovnatelné s minerálním mazivem a ten by tak mohl být adekvátní náhradou za minerální olej používaný u motorových pil. (Skoupy, A. et al., 2010)

3.5 Problematika mazání

Mazání je důležitou součástí domácích i průmyslových procesů. Správné použití maziv zvyšuje životnost strojů a účinnost strojů, naopak snižuje dlouhodobé náklady, spotřebu energie, požadavky na údržbu a odstávky, provozní teploty. Maziva jsou navržena tak, aby se minimalizovalo tření na rozhraní, chránila citlivé povrchy od rzi a korozi, rozptýlila teplo generované v rozhraní. Mohou též pomoci vytvořit těsnění, neutralizovat zbytky a odstranit nebo zabránit vstupu cizích látek do rozhraní. Volba maziva závisí na typu zařízení, rozsahu teplot, nákladky, oxidační stabilitě, nestálosti kompatibility systému, peněžního potenciálu, dispergačních a čisticích požadavků, a deemulzifikační nebo emulgačních vlastnostech. V poslední době se dává důraz i na chování v životním prostředí, jako je biologická rozložitelnost, toxicita, ochrana zdraví, bezpečnost a emise, které by se měly také brát v úvahu. (Goyan, R. L. et al., 1998)

Účinnost mazacích přísad u olejů z obnovitelných zdrojů je často jiná než u minerálních olejů. Řepkový olej s nízkým obsahem kyseliny erukové (RO) a vepřové sádlo, které obsahuje methyl estery (LME), byly obohaceny o bezpopelná aditiva. Plně formulovaná aditiva s S, P a N obsahující mazací zesilovače a další funkční složky byla hodnocena se dvěma komerčními mazivy s vysokou molekulární hmotností esterů ve „Four ball tribotester“. Bez přísad se oba oleje ukázaly jako špatně odolné proti opotřebením. Avšak po výběru nejvhodnějších přísad se provedl

test s LME i RO na 150 N zatížení a výsledek byl podobný tomu více viskóznímu obchodnímu mazivu. V rámci 300 N zatížení byla mazivost RO s aditivy výrazně lepší než u LME nebo u komerčních maziv. To potvrzuje i větší opotřebení u kroučícího momentu a zvýšení teploty. Proti opotřebení vlastností vybraných aditivních formulací byla jasně lepší než u komerčního widepWad rostlinného oleje na mazání řetězu motorové pily, což naznačuje, že současná technologie složení biomaziv může být výrazně zlepšena. (Padgurskas, J. et al., 2008)

3.6 Olej ve vztahu ke zdraví a jeho rozptyl

Minerální olej je spojován s kožními problémy (Lejhancova, 1968) a s respiračními problémy (Skyberg et al., 1992) dělníků, kteří pracují s minerálními oleji. Mimo to rozptyl minerálního oleje do životního prostředí může mít za následek kontaminaci půdy a vodních zdrojů. Skoupý a Ulrich (1994) kvalifikovali, co se stane s olejem při používání motorové pily, a výsledek byl velice překvapivý. Koncentrace mazacího oleje v pilinách byla něco mezi 50 a 85 %, 3 až 15 % zůstávalo na stromech, méně než 33 % bylo uvolněno do lesního podrostu a 0,5 % bylo uvolněno na pracovníka.

4 Metodika

4.1 Měření rozptylu olejů

Tvorba metodiky měření rozptylu olejů předpokládá, že olej použitý na mazání řetězu motorové pily se rozptyluje do okolí odstředivou silou danou pohybem řetězu. Předpoklad je, že olej se z části zachycuje v pilinách vzniklých při řezání, část oleje pak na obou čelech řezu a blízkém okolí řezné spáry. Část oleje se usazuje v nečistotách na povrchu pily a s nimi se čas od času od povrchu pily oddělí a padá na půdní kryt. Další část se rozptyluje v ovzduší ve formě aerosolu, ulpívá na oděvu pracovníka obsluhujícího motorovou pilu, je transportován vzduchem do okolí anebo může být částečně rovněž v nepatrném množství vdechován pracovníkem obsluhujícím pilu. Množství oleje oxidovaném vlivem tření mezi řetězem a lištou je téměř zanedbatelné.

Část oleje se dostává na půdní kryt a koncentrace oleje bude nejvyšší v místě řezu a v souvislosti se vzdáleností bude klesat.

Je třeba kvantifikovat toto veškeré množství, zvláště pokud jde o olej dopadající na půdní povrch, a určit jeho koncentraci v blízkém okolí řezu, zvláště pak určit hladinu maximální koncentrace.

K zaručení standardizace podmínek měření je nezbytné vzít v úvahu faktory mající vliv na rozptyl oleje. Jsou to:

délka a tvar lišty

typ lišty

typ řetězu

opotřebení řetězu a lišty, otupení řetězu

nastavení velikosti dodávky oleje

druh použitého oleje (jeho fyzikální vlastnosti)

teplota mazacího oleje (vyplývá z konstrukce a umístění olejové nádrže a stupně zahřátí motoru)

seřízení karburátoru
pracovní poloha motorové pily, resp. její řezné části
výška řezu nad terénem
plocha a tvar řezu
řezání nabíhající nebo odbíhající větví řetězu
způsob provedení řezu (postupný nebo vějířovitý řez, řez zápichem apod.)
druh řezané dřeviny
fyzikální vlastnosti a stav dřeviny (vlhkost, hustota, teplota, zdravotní stav aj.)
klimatické vlivy (směr a síla větru, teplota a vlhkost vzduchu, srážky)
sklon terénu pod místem řezu a jeho mikrorelief
zručnost dřevorubce a použitý pracovní postup
atd.

Existuje velký počet faktorů ovlivňujících rozptyl oleje a k jejich značné proměnlivosti je nezbytné zjednodušit postup měření tak, že maximální počet faktorů předem definujeme a tím je vyloučíme. Kde to není možné, je třeba všechny faktory změřit, nebo je určit jinak.

4.2 Hmotnostní metoda

Pro orientační měření byla v první fázi vytvořena metoda, kterou je možné zjistit hmotnost oleje dopadajícího na půdní kryt. Objem oleje v pilinách a v jiných místech by měl být určen chemickými metodami.

V místě, kde mělo probíhat měření množství oleje dopadajícího na půdní kryt, byl umístěn zkušební výřez syrového smrku o průměru 28,5 cm a pak druhý o průměru 19 cm. Zkušební výřezy byly umístěny na podvalcích 15 cm vysokých. Pod každým jednotlivým řezem byl při každém pokusu rozložen čistý papír a na něm rozmístěny dva papírové vzorníky o rozměrech 5×10 cm ve vzdálenosti 5 a 20 cm před svislým průmětem osy zkušebního výřezu v ose řezu. Po setřesení pilin byly papírové

vzorníky zváženy na analytické váze s přesností na 0,0001 g. Na každém zkušebním výřezu byl řez pětkrát opakován. U každého měření bylo po odečtu známé váhy čistého vzorníku určeno množství oleje v ml na každé zkušební plošce (vzorníku) přepočtem na měrnou hmotnost použitého mazacího oleje OA M6A, která byla $0,87 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}$. Pak byly vypočteny průměrné hodnoty z pěti měření pro každý výřez a pro obě polohy vzorníku.

4.3 Radioizotopová metoda

Způsob měření rozptylu oleje pomocí radioizotopů je založen na stopovém značení mazacího oleje v olejové nádržce motorové pily vhodným kapalným radioindikátorem tak, aby jej bylo možno detektovat a kvantifikovat na vlastním řezu, v pilinách a na půdním krytu, i v jiných materiálech nebo jejich površích.

Pro stopové značení oleje pro mazání řetězu motorové pily byly aplikovány dva vhodné radioindikátory, a to $^{113\text{m}}\text{In}$ s poločasem rozpadu $T \cong 105 \text{ min}$, a ^{82}Br s poločasem rozpadu $T \cong 36 \text{ hodin}$; tento ve formě $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ (brombenzén). Tento indikátor je vhodný pro přímou rozpustnost v oleji.

Z bezpečnostních i hygienických důvodů je vhodnější použití radioindikátoru $^{113\text{m}}\text{In}$ pro krátký poločas radioaktivního rozpadu, který umožňuje měření po 24 hodinách provádět na témže místě. Nevýhodou je nutnost jej emulgovat do mazacího oleje, protože sám emulzi nevytváří, pomocí emulgačního oleje. Poměr jednotlivých složek emulze, tedy vodného roztoku radioindikátoru $^{113\text{m}}\text{In}$ (0,05 Mol.KCl), emulgačního (vrtného) oleje a použitého mazacího oleje OA M6A je 3 : 6 : 91. Tím se ale podstatně mění viskozita mazacího oleje a výsledky měření jsou použitelné pouze k orientačnímu posouzení vlastní metodiky měření a podkladem k případné úpravě. Navíc je vzhledem ke krátkém poločasu rozpadu třeba zavést korekci přihlížející k poměrně rychlé změně počáteční aktivity radioindikátoru, která vychází z rozpadového zákona:

$$N = N_0 \cdot e^{-k \cdot t} \quad (\text{imp}) \quad (1)$$

Pro praktické výpočty je vhodnější tvar:

$$n = n_0 \cdot 2^{\frac{T}{t}} \quad (\text{imp}) \quad (2)$$

kde

N₀ = počáteční počet radioaktivních atomů

N = počet radioaktivních atomů v okamžiku t(s) vyjádřená počtem impulsů

k = rozpadová konstanta (s⁻¹)

n = vypočtený počáteční počet impulsů (imp)

n₀ = naměřený počet impulsů (imp)

t = časový interval mezi okamžikem měření a počátkem měření (h)

T = poločas radioaktivní přeměny (h)

Je tedy nutné vždy před začátkem měření stanovit tzv. „vztažný čas“ s přesností na minuty a se stejnou přesností zaznamenávat okamžik každého jednotlivého měření.

Nutnost provádění korekce měření při použití radioindikátoru ⁸²Br odpadá, neboť při **T** ≅ 36 hodin a při relativně krátké době vlastního měření, které lze realizovat po desítky minut, nejsou výsledky rozpadu ovlivněny. Vzhledem k tomu, že v rámci této práce byla prováděna série měření v rozsahu desítek hodin, byly naměřené hodnoty rovněž korigovány. Tento radioindikátor je sice méně vhodný z hlediska hygienického než první, jednak pro delší poločas rozpadu, ale i pro vyšší energetické zastoupení záření γ, avšak právě tato jeho vlastnost dává záruku vyšší přesnosti měření. Není nutné se zabývat samoabsorpcí záření materiálem, v němž je olej obsažen, a je možné hodnotit rozptýl oleje po jediném řezu. Při použití tohoto radioindikátoru se téměř nemění viskozita oleje, neboť ⁸²Br je v oleji přímo rozpustný. Na stejném místě ale nelze provádět dvě měření v časovém intervalu kratším než dva týdny, není-li zajištěno, že všechen značkový olej bude po předchozím měření beze zbytku odstraněn.

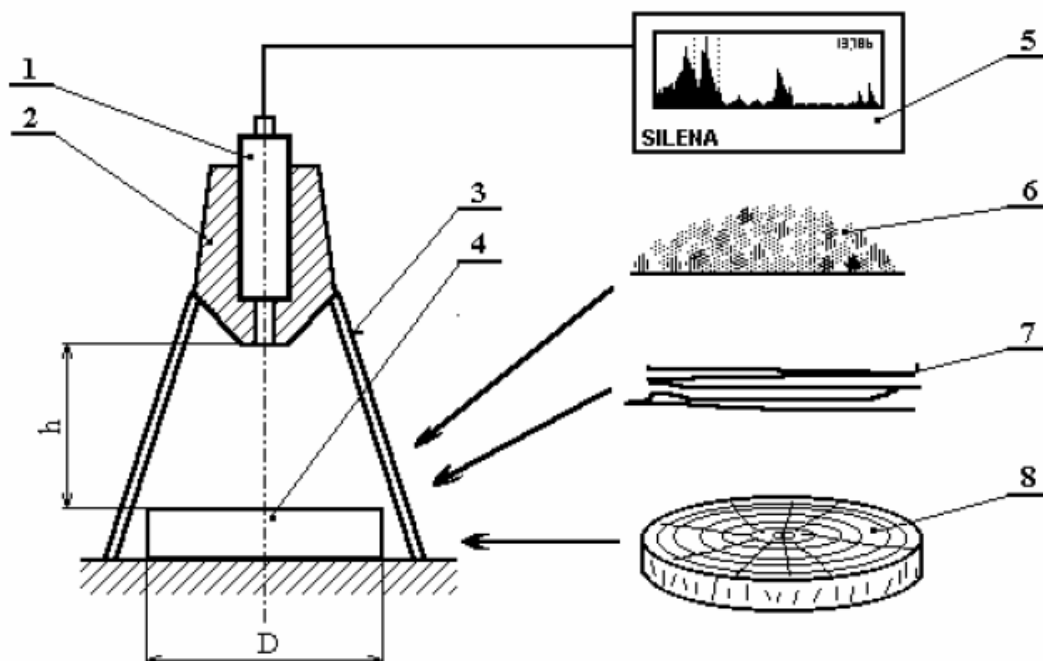
Indikátor ^{113m}In byl proto použit jen pro ověřování postupu měření a pro předběžné zjištění koncentrací oleje, upřesnění a zrychlení postupu při použití indikátoru ⁸²Br.

Známe-li přibližnou koncentraci oleje, můžeme cejchovat měřicí přístroje na předpokládanou aktivitu měřeného vzorku. Takový byl postup při prvních měřeních sloužících k ověření metodiky (60, 61, 77, 112, 103 a 113). Použití novějších přístrojů s vysokým rozsahem měření tak v dalších sériích eliminovalo i toto předběžné měření.

Radioindikátor (radionuklid) ^{82}Br byl vyroben ozařováním terčového materiálu ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$) v aktivní zóně reaktoru Ústavu pro jaderný výzkum v Řeži u Prahy.

Aktivita jednotlivých předmětů, ve kterých má být obsah radioindikátorem označeného oleje zjišťován, je z hlediska skutečnosti, že žádný nelze považovat za bodový zdroj γ záření. Proto bylo nutné navrhnout takovou měřicí geometrii, která zaručí možnost umístit všechny materiály (piliny, čelo kmene atd.) do stejné polohy vůči měřicí sondě.

Použitá měřicí geometrie je znázorněna na obrázku č. 1, kde je detektor záření γ , položka 1, osazena v olověném kolimátoru 2, který potlačuje rušivé vlivy přirozeného γ pozadí a eliminuje vlivy jiných materiálů použitých (zamořených) při měření. V ose detektoru je umístěna vzorkovnice 4. Stojan 3 určuje přesnou polohu vzorkovnice vůči detektoru.



Obrázek 1: Geometrie měření.

Detektor je propojený s měřičem počtu impulsů 5. Vzorkovnice o objemu 2 dm^3 umožňuje umístit volně sypané piliny 6, složený papír z povrchu půdy 7 nebo čelo kmene obsahující označený olej 8, popř. i jiné materiály.

Před zahájením měření rozptylu oleje je nezbytné vyjádřit závislost mezi četností impulsů vzorku a skutečným obsahem oleje. K vytvoření tzv. kalibrační (cejchovní) křivky závislosti dospějeme tak, že známým množstvím oleje o známém počtu impulsů postupně označujeme různé materiály, a změřením jejich hodnoty vytvoříme graf závislosti počtu impulsů za stanovenou dobu na množství označeného oleje obsaženého v konkrétním materiálu.

K výpočtu hmotnosti oleje z počtu naměřených impulsů za jednotku času slouží kalibrační křivka.

Kalibrační (cejchovní) závislost byla stanovena tak, že označený olej v množstvích 10, 20, 30, 40 a 50 kapek byl nakapán na čistě odříznuté dřevěné kotouče. U každého vzorku s určitým počtem kapek označeného oleje byl změřen počet impulsů. Z takto získaných bodů byla stanovena kalibrační křivka.

Tato závislost je nutná zjistit u každé nově připravené dávky označeného oleje.

Při tvorbě kalibrační křivky i každém dalším měření byl s přesností na minuty zaznamenáván čas měření, a tak umožnil výpočet korekce vyplývající z poločasu rozpadu radioindikátoru.

4.4 Rozptyl oleje při příčném řezání

Jako základní způsob řezání je zvoleno příčné přeřezávání kmene, kdy můžeme definovat maximální počet faktorů ovlivňujících rozptyl oleje, protože potom nezáleží na tom, kdo provádí řez, na technice jeho práce, zkušenosti atp. Jednoznačné určení rozptylu oleje na povrch půdy umožňuje pouze tento typ řezání, a tak je schopné konkretizovat jeho koncentraci vzhledem k místu řezu. Dokonce tak lze určit tvar skvrny v závislosti koncentrace oleje na půdním krytu. To nejde u jiných způsobů řezání (kácení a odvětvování), protože techniku práce nelze stanovit s absolutní přesností a nevznikne jednoduše ohraničitelná jediná olejová skvrna, jaká je u jednoho příčného řezu.

Pro měření byla použita nová motorová pila HUSQVARNA 266 SG, výrobní číslo 9470048, která byla bezprostředně před tím seřizena podle pokynů výrobce na pneumatické vířivé brzdě HUSQVARNA. Maximální otáčky bez zatížení byly seřizeny na $11\,000\text{ min}^{-1}$, volnoběžné otáčky na $2\,500\text{ min}^{-1}$. Jmenovité otáčky byly změřeny při maximálním zatížení ventilátorem a dosáhly $8\,500\text{ min}^{-1}$. Přesnost měření otáček byla $\pm 5\%$.

Na použité pneumatické vířivé brzdě byla současně změřena velikost dodávky oleje ve třech polohách seřizovacího šroubu stavitelného olejového čerpadla, a to při jmenovitých otáčkách. Při nastavení olejového čerpadla na 2. stupeň byla dodávka cca $6\text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$, při nastavení 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 měření bylo ovlivněno kolísáním otáček a změnami teploty. To mělo vliv i na viskozitu oleje při měření a kolísání otáček dosahovalo $\pm 0,2\text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$.

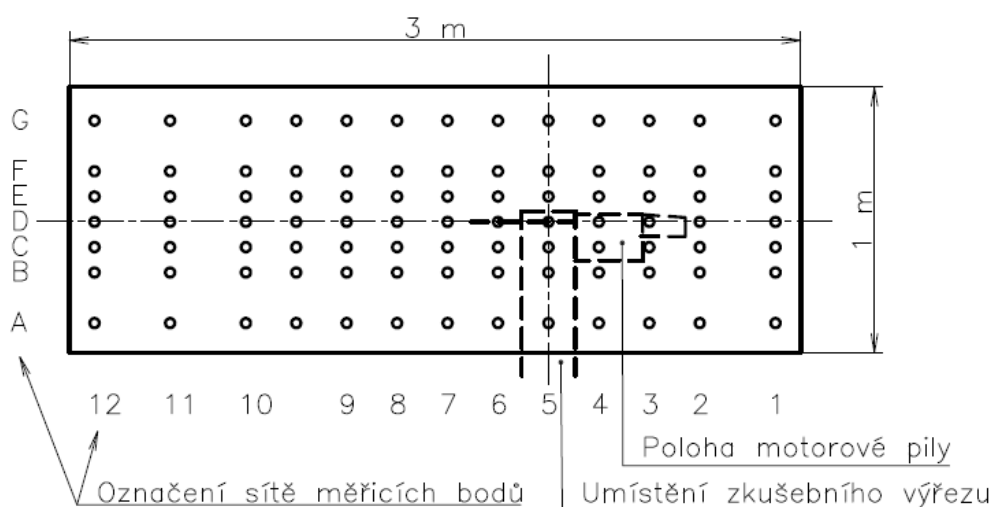
Na motorové pile byla namontována nová lišta SANDVIK WINDSOR Pro 15HS58SPNA, $3/8''-058''/1,5\text{ mm}$ 56DL s novým řetězem OREGON 73LP 56E ($3/8''$).

Pro zkušební řezy byly použity výřezy ze syrového smrku v kůře a syrového buku v kůře umístěné na podvalcích ve výši 15 cm nad zkušebním (náhradním) půdním krytem. Tloušťky výřezů byly připraveny v rozsahu od 10 do 30 cm se stupňováním po 5 cm.

Kromě dvou zmíněných vzorků dřevin o různých tloušťkách se měnila i velikost dodávky oleje (6, 7 a 8,5 ml·min⁻¹) a byly použity tři různé oleje. Byl to minerální olej OA M6A a dva rostlinné oleje – PRIMOL Eko-P a QUAKER Greensave. Rostlinné oleje se dosti liší svými viskozitními charakteristikami. Olej QUAKER je viskóznější než olej PRIMOL. Olej OA M6A má viskozitu nejvyšší.

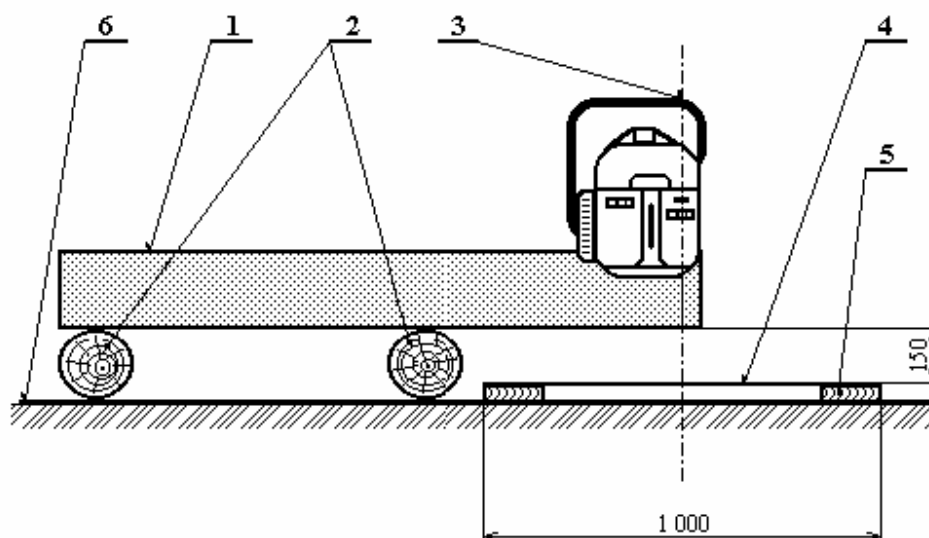
Pod místem řezu byla uložena nepropustná polyetylenová fólie a pokrytá papírovou podložkou napnutou na dřevěném rámu (rozměr 1×3 m) s vyznačenou soustavou měřicích bodů. Vzájemné rozmístění zkušebního výřezu a papírové podložky je patrné na obr. 2. V ose zkušebního výřezu je soustava měřicích bodů označena písmeny **A** až **G**, v ose lišty číslly **1** až **12**. Vzdálenost mezi body **A** a **B** (a rovněž **F** a **G**) je 200 mm, mezi body **B** až **F** pak 100 mm. Mezi body **1** a **2** je rozteč 300 mm, mezi body **2** až **10** pak 200 mm a mezi body **10** až **12** to je 400 mm. Tyto vzdálenosti byly navrženy na základě ověřovacích pokusů.

Rovina řezu je stanovena nad středovou řadou bodů označenou písmenem **D**, osa zkušebního výřezu je nad řadou bodů označenou číslem **5**.



Obrázek 2: Papírová podložka se soustavou měřicích bodů.

Papírová podložka umístěná vodorovně nahrazuje povrch půdy, který by po měření nebylo možné sejmout. Umístění výřezu a podložky je znázorněno na obr. 3, kde je zobrazen zkušební výřez **1** na podvalcích **2**, umístění motorové pily na počátku řezu **3**, papírová podložka **4** na dřevěném rámu **5** a spodní krycí fólie zabráňující znečištění půdního krytu označeným olejem **6**.



Obrázek 3: Umístění výřezu a podložky proti rovině řezu.

Každý druh oleje byl označen dávkou cca 1 GBg, tj. přibližně 30 mCi, brombenzenu s ^{82}Br . Tento byl po dobu 30 minut vmícháván pomocí laboratorního míchadla do 500 ml oleje. Nádobka s olejem byla během míchání umístěna v olověném stínění.

Část oleje byla po odstranění veškerého neoznačeného oleje nalita do olejové nádržky pily. Zbývající označený olej byl použit k cejchovním měřením. Po naplnění označeným olejem je třeba pilu před každým měřením zahřát na provozní teplotu. Ve vzdálenosti nejméně 20 m od místa měření zvýšenými otáčkami bez zatížení min. 5 minut. Do prostoru měření byla pila přenesena s motorem pracujícím ve volnoběžných otáčkách s použitou řetězovou brzdou bránící řetězu v pohybu.

Těsně před provedením řezu byl řetěz odbrzděn. Po ustavení pily do roviny řezu byl proveden vlastní řez. Doba řezu byla měřena stopkami s přesností na 0,1 s.

V průběhu měření se registrovala teplota a vlhkost vzduchu, směr a síla větru. Pokud by byla teplota vzduchu vyšší než 30 nebo nižší než 10 °C, či rychlost větru vyšší než 5 m·s⁻¹, mělo by to za následek přerušování měření. Výrazné změny teploty a vyšší rychlost větru mohly znehodnotit výsledky testu.

Piliny z papírové podložky byly po řezu sesypány do čistého polyetylénového sáčku a podložka byla zakryta lehkou polyetylénovou fólií bránící zamoření měřicí sondy označeným olejem při měření koncentrace oleje na podložce překrývající půdní kryt. Zamořením sondy označeným olejem by měření bylo znehodnoceno. Pro měření koncentrace byla použita měřicí sonda, 1,5" detektor NaJTI (natriumjodid-thalium) s připojením k přenosnému multikanálovému spektrometru CANBERRA, serie-10. Měření probíhá po příčných řadách bodů od bodu **1A** až po **12G**. Při stanovení koncentrace oleje bylo nutné clonit detektor olověným kolimátorem. Aktivita jednotlivých bodů se měřila pod dobu 10 sekund. Pozadí bylo měřeno jenom kontrolně. Výsledky byly zaznamenány do protokolu označeného číslem měření, datem, řezanou dřevinou s tloušťkou a vlhkostí; dále se evidovala doba řezu, druh oleje, nastavení olejového čerpadla, teplota a vlhkost vzduchu a rychlost větru.

Piliny pak byly v polyetylénovém sáčku vloženy do vzorkovnice zařízení výše popsaného, a to k měření četnosti impulsů. Stejným způsobem byla změřena i četnost impulsů obou čel řezné spáry pokusného řezu tak, že bylo použito kotouče odřezaného při pokusném řezu (pravá strana spáry) i druhé čelo (levá strana), tj. kotouč o tl. 2 až 3 cm odříznutý ze zkušebního výřezu jinou pilou s čistým, neoznačeným olejem. Ve vzorkovnici byly oba kotouče uloženy měřenou stranou nahoru, přičemž byly vždy podloženy novou čistou polyetylénovou fólií, aby nedošlo k zamoření vzorkovnice.

Množství oleje na půdním povrchu bylo stanoveno tak, že celá papírová podložka i krycí fólie byla poskládána a vložena pod měřicí sondu do vzorkovnice. Složená podložka byla opět zabalena do nové čisté fólie. Části, které se nevešly do měřicí geometrie přímo, byly rozděleny a po změření aktivity všech jednotlivých částí byly naměřené hodnoty sečteny.

Každému měření intenzity záření předcházelo měření četnosti impulsů pozadí (papírové podložky, vzorkovnice) i přirozená radioaktivita dřeva a pilin, aby hodnotu

přirozeného pozadí bylo popřípadě možné odečíst od naměřených hodnot, a tak získat skutečnou hodnotu označeného oleje obsaženého v měřeném vzorku. Při měření pozadí se postupovalo stejným způsobem jako při měření množství označeného oleje. Pozadí bylo měřeno znovu po dokončení celé série měření k ověření správnosti výsledků.

Načítání impulsů radioaktivního rozpadu probíhalo v intervalu 30, 60 nebo 120 sekund podle aktivity jednotlivých materiálů. U aktivit pohybujících se řádově v tisících impulsů byla statistická odchylka až 30 %, naproti tomu u aktivit kolem 100 000 impulsů pouze 2 až 3 % (údaje měřicího přístroje).

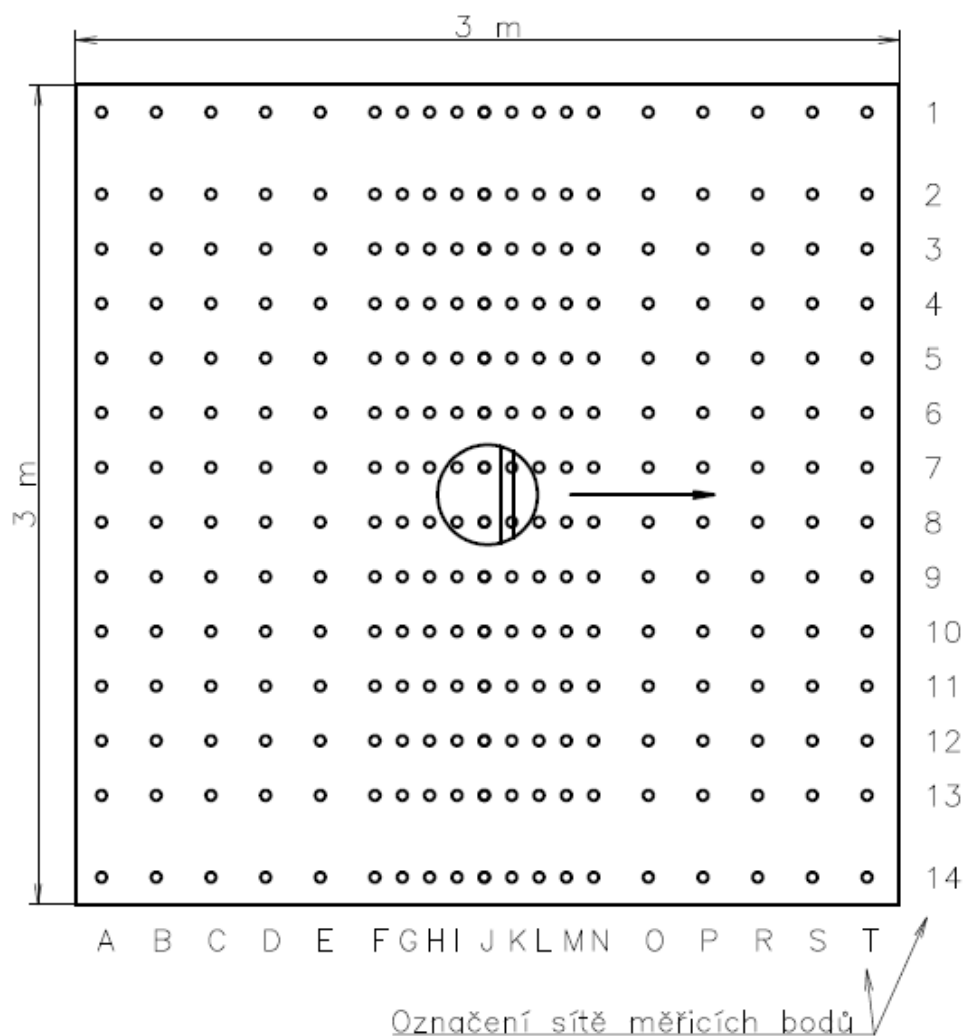
Pro měření byl použit tentýž typ měřicí sondy jako u měření koncentrace oleje na podložce a multikanálového spektrometru SILENA – SNIP 201. Vzhledem k tomu bylo podobně jako v prvním případě měření pozadí pouze orientační, protože dané přístrojové vybavení je schopné registrovat počet impulsů v tak úzkém pásmu vlnových délek, že snímaná emise fotonů ^{82}Br se v přirozeném pozadí vyskytuje v zanedbatelném množství.

4.5 Rozptyl oleje při kácení

Ke zjištění rozptylu oleje, a zejména jeho koncentraci na půdním krytu, nelze kácet skutečný strom. Aby bylo možné sejmut krycí podložku z povrchu půdy, je skutečný strom nahrazen vertikálně postaveným výřezem.

Výhoda tohoto řešení je i v tom, že nevznikají nepravidelnosti rozptylu, které by mohly být způsobeny nerovnostmi rozložených kořenových náběhů, případně hnilobou bazální části kmene a podobně.

Na určené místo měřicí podložky je umístěn výřez syrového smrku. Podložka je identická s obdobnou použitou při příčném přezávání kmene. Rozměry podložky jsou 3×3. Měřicí body jsou rozmístěny tak, jak je patrné z obr. 4, který též znázorňuje umístění výřezu a směr jeho „kácení“ šipkou.



Obrázek 4: Rozmístění měřicích bodů během kácení.

Olejšové čerpadlo zkušební pily bylo nastaveno na 2. stupeň, tzn., že dodávka oleje byla cca $6 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$. Při testu byl použit olej OA M6A.

K měření byly použity dva upevněné výřezy kmene syrového smrku o tloušťkách 24 a 40 cm. Pak byly provedeny řezy co možná nejvíce odpovídající kácení za použití předepsaného směrového záseku s postupně řezaným hlavním řezem. Vzhledem ke způsobu upevnění zkušební výřezu nemohlo následkem ponechání předepsaného nedořezu dojít k „pádu stromu“. Výřez i klín vzniklý vyřezáním směrového záseku z podložky byl odstraněn včetně upevňovacího zařízení.

5 Výsledky

5.1 Výsledky hmotnostní metody

V tabulkách č. 1 a č. 2 jsou zaznamenány hmotnosti papírových vzorníků uložených na půdní povrch před řezem i po řezu (X a X'), rozdíly těchto hmotností vyjadřující hmotnost oleje ($X - X'$), přepočet hmotnosti na množství oleje, čas potřebný k zhotovení výřezu a množství oleje zachyceného na vzorníku za sekundu. Vzorníky jsou očíslované 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, číslo 2 pro vzorník vzdálený 20 cm. Z výsledků měření je zřejmé, že při tloušťce řezaného vzorku 28,5 cm na plošce vzdálené 5 cm od osy vzorku bylo zachyceno 0,073 ml oleje odpovídající koncentraci $14,6 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}$. Ve vzdálenosti 20 cm to bylo 0,054 ml, tzn. $10,8 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}$.

Tabulka 1: Výsledky hmotnostní metody – měření s výřezem o tloušťce 28,5 cm.

Vzorník	X (g)	X' (g)	X - X' (g)	Množství oleje (ml)	Čas (s)	Množství oleje (ml·s ⁻¹)
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
Průměr.1			0,0639	0,073	10,84	0,0068
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
Průměr.2			0,0468	0,054	10,84	0,0050

U vzorku o tloušťce 19 cm bylo na prvním vzorníku zjištěno 0,043 ml oleje, to odpovídá koncentraci $8,6 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}$, u druhého 0,028 ml, tzn. $5,6 \text{ ml}\cdot\text{m}^{-2}$.

Tabulka 2: Výsledky hmotnostní metody – měření s výřezem o tloušťce 19 cm.

Vzorník	\bar{X} (g)	\bar{X}' (g)	$\bar{X} - \bar{X}'$ (g)	Množství oleje (ml)	Čas (s)	Množství oleje (ml.s ⁻¹)
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
Průměr. 1			0,0639	0,073	10,84	0,0068
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
Průměr. 2			0,0468	0,054	10,84	0,0050

Výsledky uvedené v tabulkách č. 1 a č. 2 sice odpovídají teoretickým předpokladům a v uvedených pěti měřeních nebyly zjištěny hrubé chyby (Grubbsův test extrémních odchylek pro pětiprocentní chybu), nelze je přesto hodnotit jako vyhovující. Na vzornících nutně, a dokonce i viditelně, ulpěl olejem nasycený prach, piliny a nečistoty, které podstatně zvýšily hmotnost vzorníků po řezu. Problém odstraňuje radioindikátorová metoda a výsledky tomu odpovídají.

5.2 Výsledky radioizotopové metody

5.2.1 Vytvoření kalibračních křivek

K určení množství olejů v okolí řezu je nejdříve nutné vytvořit tzv. kalibrační křivku, pomocí které je možné určit hmotnost oleje podle počtu impulsů vyjadřujících průběh radioaktivního rozpadu použitého radioindikátoru na každém měřeném místě, a to při srovnatelné době měření. Pro každý použitý olej byla vytvořena vlastní křivka. Olej OA M6A byl použit v delším časovém intervalu a při větším počtu měření. Proto musela být olejová náplň z tohoto oleje namíchána dvakrát a musely být tedy stanoveny i dvě kalibrační křivky.

Každá označená olejová náplň byla nakapána v množstvích 10, 20, 30, 40 a 50 kapek na kotouč dřeva. Pak byl změřen počet impulsů radioaktivní přeměny. K přepočtu kapek na hmotnost oleje bylo nutné zjistit hmotnost kapek použitého oleje při

srovnatelné teplotě. Hmotnost kapek byla stanovena při teplotě 18 °C na analytických váhách. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 3. Pro jednotlivé oleje je uvedena hmotnost čistého hodinového sklíčka a hmotnost s určitým počtem kapek.

Tabulka 3: Hmotnost kapek použitých olejů.

Počet kapek (ks)	OA M6A		PRIMOL		QUAKER	
	Naváženo (g)	Olej (g)	Naváženo (g)	Olej (g)	Naváženo (g)	Olej (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

Rozdíl stanoví hmotnost čistého oleje. Ta je lineárně závislá na počtu kapek a lze ji tedy u jednotlivých olejů vyjádřit takto:

$$\text{olej OA M6A} \quad y = 0,0356 x$$

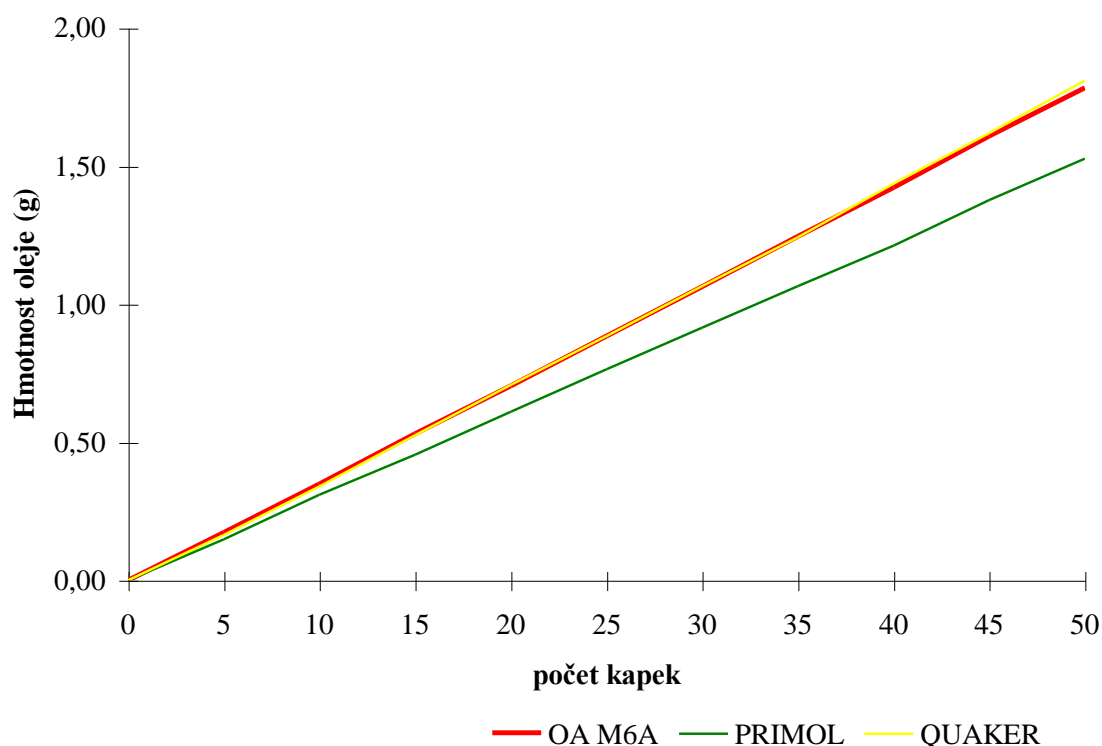
$$\text{olej PRIMOL Eko-P} \quad y = 0,0305 x$$

$$\text{olej QUAKER Greensave} \quad y = 0,0359 x$$

Tyto závislosti jsou znázorněny v grafu 1. Diskrétní naměřené hodnoty nejsou vyznačeny, protože opticky leží přímo na jednotlivých přímkách. Index korelace byl většinou vyšší než 0,99 – jde tedy o velice těsné závislosti.

Z dílčích výsledků vyplývá, že oleje OA M6A a QUAKER Greensave mají přibližně stejnou hmotnost jednotlivých kapek. Olej PRIMOL Eko-P vytváří lehčí kapky, což odpovídá znatelně nižší viskozitě oleje PRIMOL Eko-P.

Shora popsaným postupem, za vyrovnané teploty oleje i vzduchu (18 °C), byla zjištěna závislost počtu impulsů radioaktivní přeměny na počtu kapek oleje.



Graf 1: Závislost hmotnosti olejů na počtu kapek.

Naměřené hodnoty pro každou olejovou náplň jsou uvedeny v tabulce 4. Počty impulsů byly bezprostředně přepočteny (korigovány) na počty odpovídající původní aktivitě radioindikátoru, tedy na tzv. vztažený čas podle rozpadového zákona. Viz rovnice (2) z kapitoly 4.

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

Vyrovňáváním korigovaného počtu impulsů bylo zjištěno, že závislost na počtu kapek je totožná s obecným tvarem kvadratické funkce, kde $a = 0$.

Tabulka 4: 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 (imp)	Korigováno (imp)	Měřeno (imp)	Korigováno (imp)	Měřeno (imp)	Korigováno (imp)	Měřeno (imp)	Korigováno (imp)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
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

Vyrovnané hodnoty jednotlivých kalibračních křivek je možné vyjádřit rovnicemi:

olej OA M6A 30.5. $y = 5746 x - 9,522 x^2$

olej OA M6A 3.6. $y = 2861 x - 9,365 x^2$

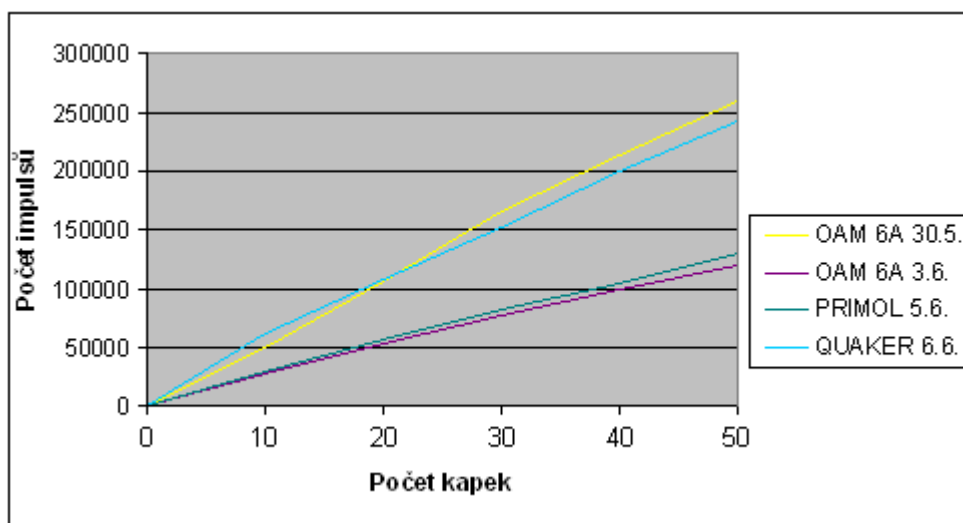
olej PRIMOL 5.6. $y = 2906 x - 6,851 x^2$

olej QUAKER 6.6. $y = 5517 x - 14,918 x^2$

Průběhy jsou zobrazeny v grafu č. 2, rovněž bez diskretních hodnot, neboť indexy korelace, jak již bylo uvedeno, byly vyšší než 0,9 a jde tedy o velmi těsné závislosti.

Fyzikální vlastnosti olejů mají vliv pouze na hmotnost kapek. Počet impulsů souvisí především s aktivitou radioindikátoru a na jeho množství v olejové náplni ve chvíli výroby.

Uvedené grafy a rovnice byly použity v navazující části práce pro výpočty tzv. převodních konstant a přepočtům množství impulsů na hmotnost oleje.



Graf 2: Závislost počtu impulsů na počtu kapek.

5.3 Rozptyl olejů při kácení

Kácení bylo simulováno pouze na dvou výřezech smrku o tloušťkách 24 a 40 cm s použitím oleje OA M6A. Olejové čerpadlo bylo nastaveno na 3. stupeň pro výřez o tloušťce 24 cm a na 4. stupeň pro výřez 40 cm. Vertikálně upevněné výřezy byly „káceny“ postupnými řezy vyřezaným směrovým zásekem. Napřed šikmým a pak vodorovným řezem. Vzniklý dřevěný klín byl s dokončením vodorovného řezu řetězem vymrštěn mimo místo řezání. Hlavní řez byl realizován postupným řezem u tloušťky 24 cm, u tloušťky 40 cm dvojicí postupných řezů. V každém z obou případů byl ponechán nedořez o šířce cca 3 cm, což odpovídá postupům popsáným v předpisu Technicko-organizační směrnice pro těžbu dříví. V době měření byl tento předpis základním a závazným metodickým materiálem používaným u organizací státních lesů.

Výřez byl po dokončení řezů z místa měření odstaven a motorovou pilou s neoznačeným olejem pak byly ve vzdálenost cca 4 cm od řezných spár odděleny všechny části zasažené označeným olejem. Výřezy o tloušťce 40 cm musely být rozštípany tak, aby se vešly do nádoby používané k zajištění geometrie měření. Další postup byl analogický s krácením.

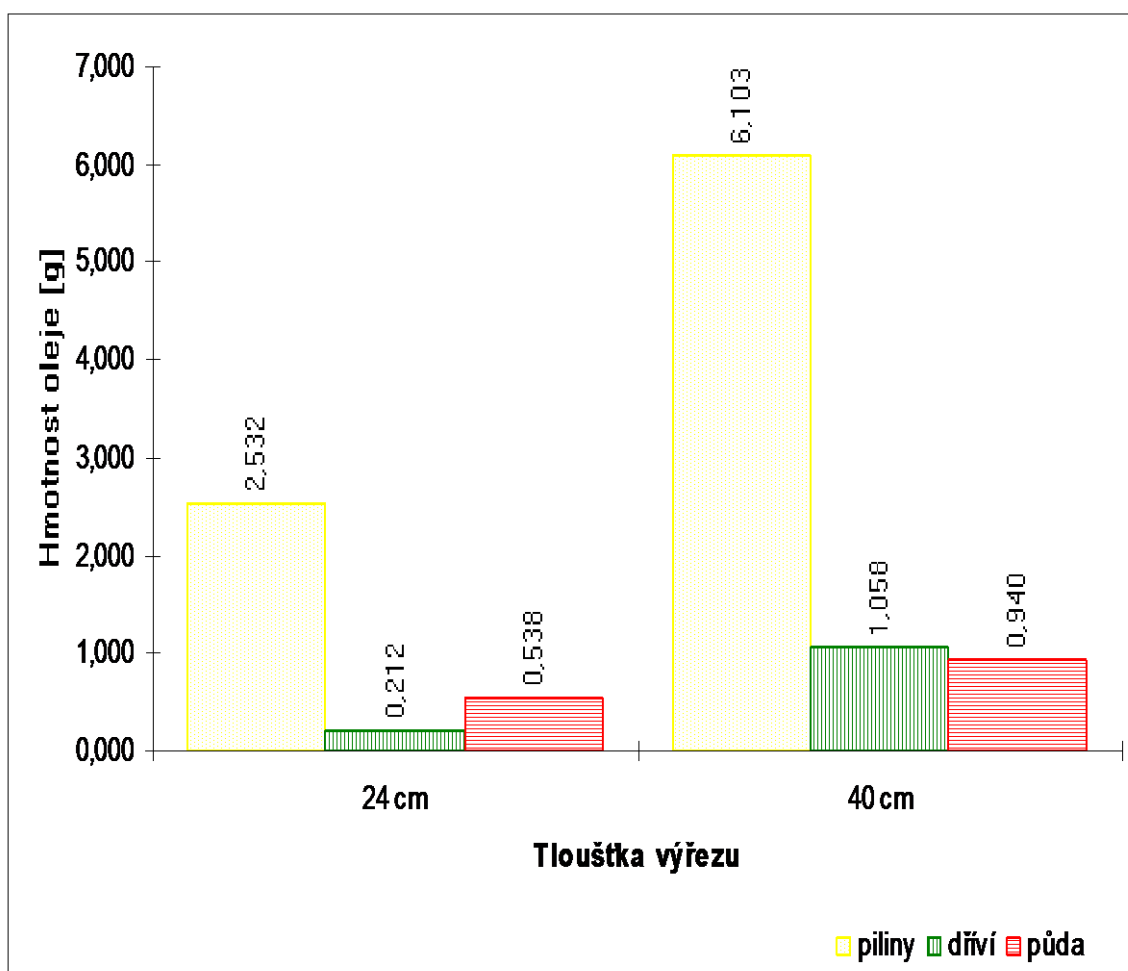
Tabulka 5: Měření disturbance oleje při kácení.

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 (imp)	dříví	půda		piliny (g)	dříví	půda	
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	320339	55510	49365	1,335	6,103	1,058	0,940	8,101

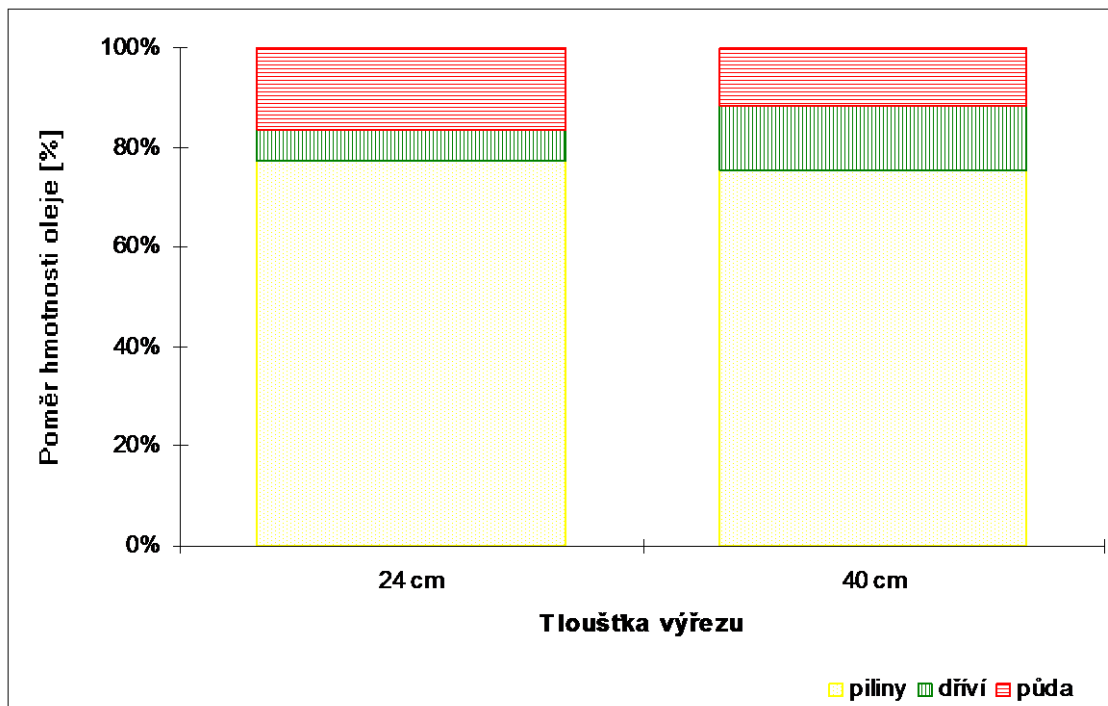
Tabulka č. 5 uvádí celkové výsledky měření srovnatelným způsobem jako u tabulky č. 2. Výsledky měření vypovídají, že měření oleje při kácení bylo prováděné mezi měřeními rozptylu při krácení, a využití tak olejovou náplň s označeným olejem OA M6A. Měření č. 19 proběhlo na konci první série měření, měření č. 20 na počátku druhé série s novou náplní oleje OA M6A. I to způsobilo výrazný rozdíl převodních konstant. Zaznamenány byly pouze začátky měření. Protože šlo o celkové ověřování metodiky, bylo nutno řadu otázek konzultovat a řešit přímo při měření, které tak

trvalo 3 až 5 hodin. Uvedený souhrnný čas zahrnuje dobu řezu i nezbytné přerušení řezu při přecházení na druhou stranu kmene před započítáním hlavního řezu. Celá operace byla prováděna bez zbytečných prodlev.

Graf č. 3 znázorňuje rozdělení oleje na jednotlivá posuzovaná místa výskytu. Jak podle tohoto grafu, tak i podle grafu č. 4, kde jsou uváděny relativní hodnoty, je možné konstatovat, že podíly olejů v pilinách, na řezaném dříví i půdním krytu v okolí káceného kmene jsou podobné jako u krácení. Není však možné činit žádné závěry o závislosti na tloušťce výřezu, vzhledem k malému počtu měření a rozdílnému nastavení dodávky oleje.



Graf 3: Rozdělení oleje na jednotlivá posuzovaná místa výskytu.



Graf 4: Rozdělení oleje na jednotlivá posuzovaná místa výskytu – relativní hodnoty.

5.4 Koncentrace oleje na povrchu půdy při kácení

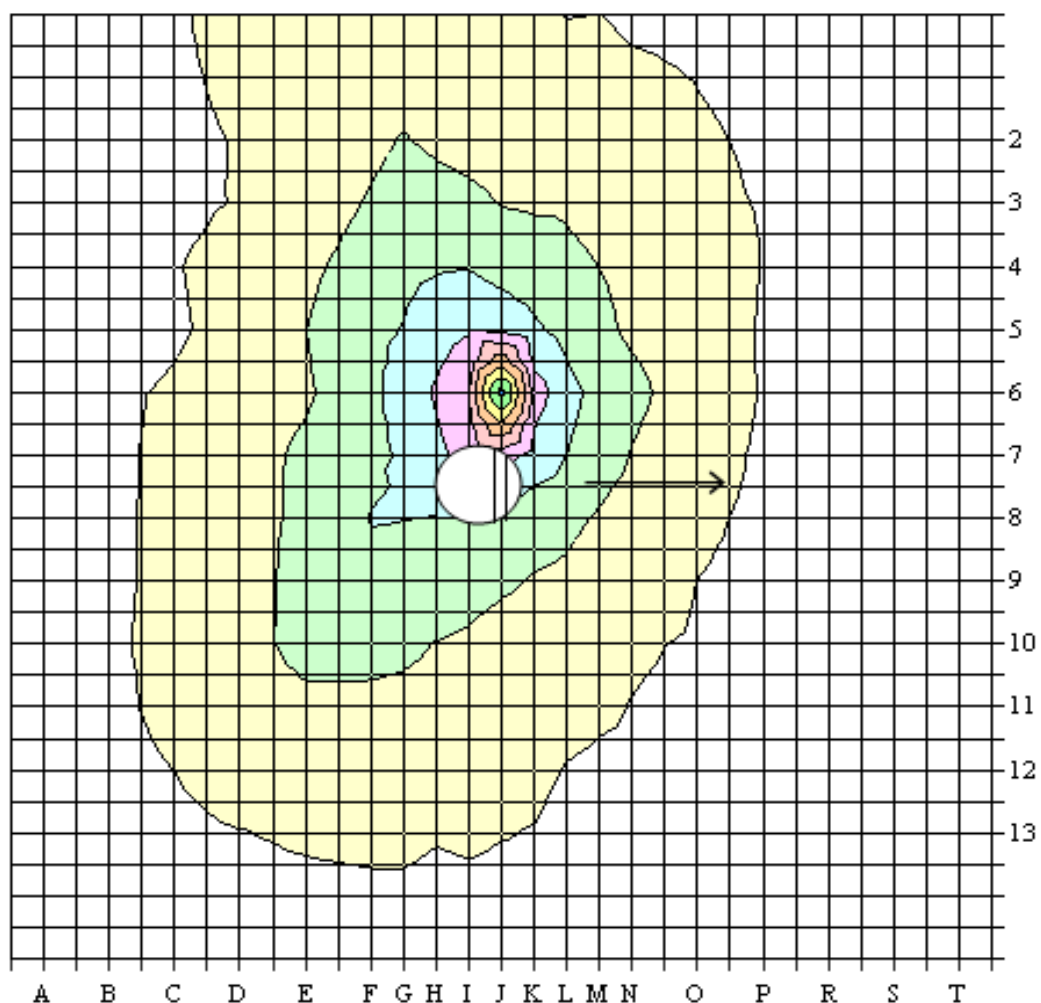
Koncentrace oleje byla zjišťována z plochy 3×3 m v okolí svisle umístěného výřezu.

Výpočet byl vypočítán z celkového korigovaného počtu impulsů radioaktivní přeměny.

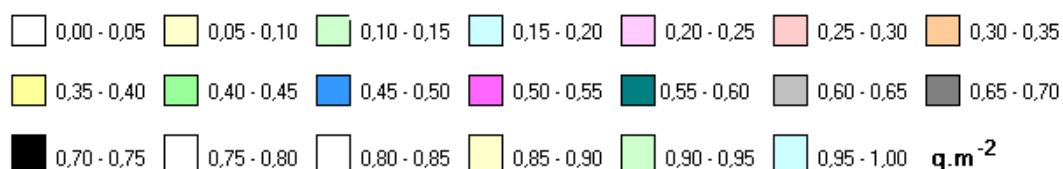
Koncentrace oleje jsou uvedeny pro konkrétní místa měření v grafu č. 5 a v grafu č. 6. Maximální koncentrace oleje v obou případech byla zdokumentována v bodě **J6**. U tloušťky výřezu 24 cm $0,474 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, u tloušťky 40 cm $0,619 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. Průměrný rozptyl oleje na celé měřené ploše byl v prvním případě 0,060, v druhém 0,104 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$.

Grafy č. 5 a č. 6 znázorňují tvary olejových skvrn vzniklých při kácení a rozložení koncentrací oleje. Výřezy jsou zakresleny ve shodném měřítku. Šipka vyznačuje směr „pádu stromu“. Z uvedených grafů vyplývá, že největší koncentrace oleje je v místech, kam směřuje osa vodící lišty při šikmém řezu směrového záseku. Řez zhruba odpovídá řezání ve svislém směru. Olej je ve vyšší koncentraci, než by odpovídala velikosti plochy řezu ve srovnání s krácením. Je pravděpodobné, že při přesném dořezávání je nutně celkové množství oleje vyšší než při krácení, vzhledem k tomu, že na přesnosti vedení lišty v rovině řezu příliš nezáleží. Vodorovné řezy

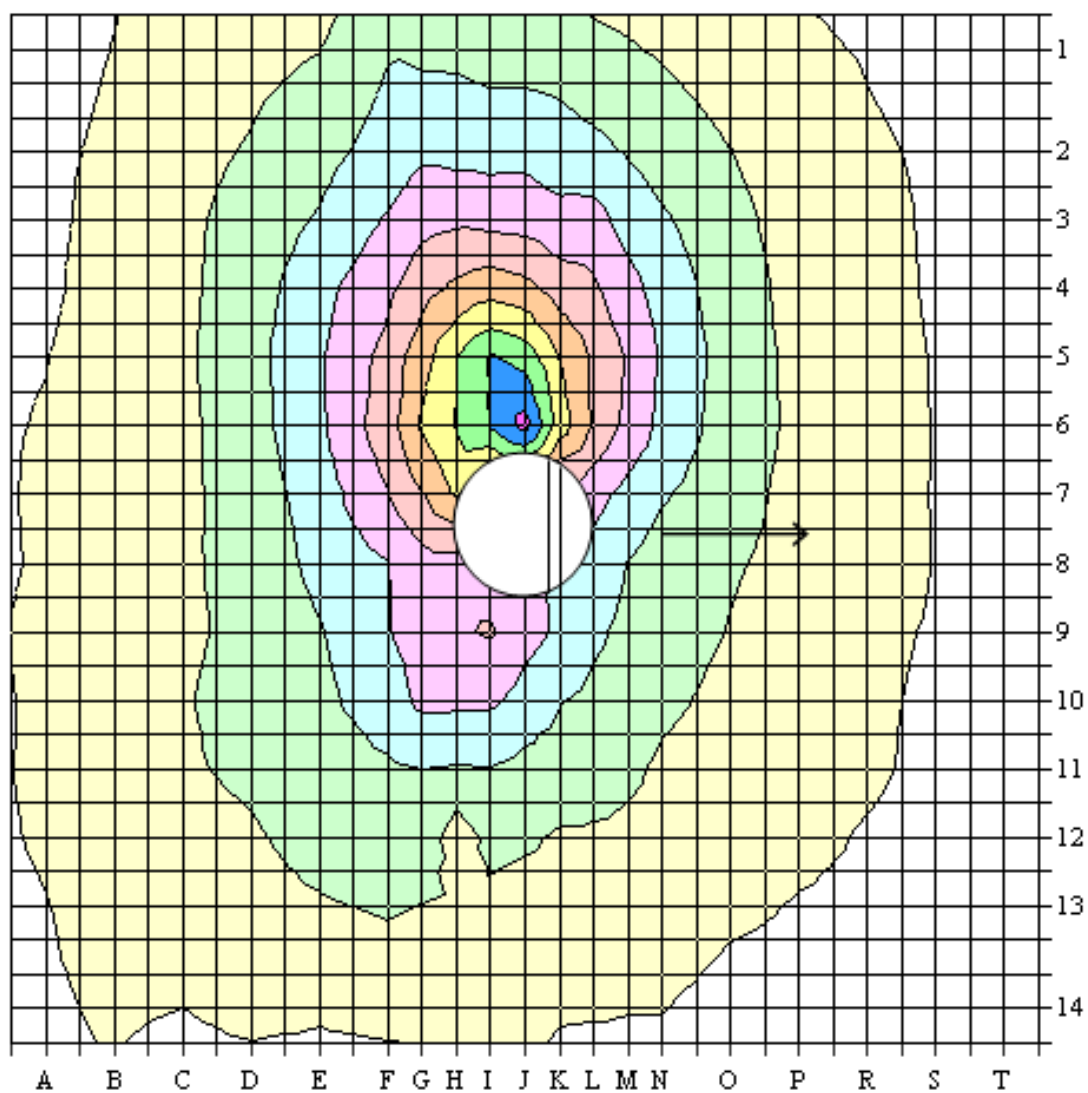
patrně způsobily v obou případech větší rozptyl oleje v horizontálním směru kolmém na směr kácení, tedy ve směru lišty. Nepravidelnosti skvrny u tloušťky výřezu 40 cm je možné přičíst faktu, že při činné délce lišty bylo nezbytné některé řezy dokončit z druhé strany kmene. Tvar olejových skvrn je tak zřejmě dán průnikem skvrn z vzniklých při jednotlivých řezech.



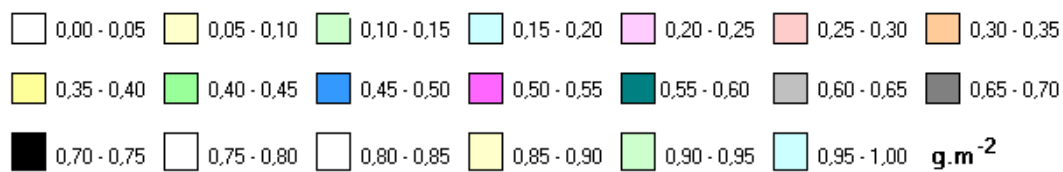
Legenda:



Graf 5: Tvar olejových skvrn a koncentrace oleje I. Šířka výřezu 24 cm.



Legenda:



Graf 6: Tvar olejových skvrn a koncentrace oleje II. Šířka výřezu 40 cm.

Tabulka 6: Koncentrace oleje v g.m⁻² u výřezu o tloušťce 40 cm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0,036	0,042	0,042	0,045	0,049	0,053	0,056	0,056	0,060	0,058	0,057	0,054	0,049	0,047	A
0,051	0,057	0,063	0,063	0,065	0,064	0,071	0,075	0,077	0,077	0,072	0,066	0,059	0,053	B
0,065	0,081	0,088	0,090	0,091	0,089	0,089	0,093	0,090	0,095	0,091	0,072	0,066	0,050	C
0,084	0,105	0,122	0,127	0,133	0,129	0,122	0,116	0,115	0,124	0,114	0,092	0,079	0,057	D
0,099	0,135	0,154	0,183	0,195	0,192	0,175	0,164	0,147	0,137	0,122	0,122	0,095	0,057	E
0,147	0,168	0,206	0,240	0,266	0,278	0,249	0,199	0,197	0,178	0,143	0,137	0,106	0,063	F
0,139	0,191	0,235	0,280	0,331	0,356	0,297	0,231	0,218	0,210	0,150	0,137	0,099	0,063	G
0,139	0,186	0,241	0,310	0,398	0,404	0,356	0,231	0,244	0,210	0,146	0,070	0,090	0,062	H
0,129	0,184	0,233	0,329	0,455	0,452	0,285	0,224	0,255	0,210	0,148	0,112	0,090	0,064	I
0,128	0,186	0,230	0,317	0,430	0,519	0,278	0,216	0,220	0,181	0,135	0,107	0,081	0,062	J
0,128	0,172	0,216	0,274	0,348	0,376	0,220	0,189	0,191	0,152	0,128	0,094	0,077	0,054	K
0,114	0,162	0,221	0,258	0,290	0,291	0,219	0,177	0,159	0,140	0,120	0,094	0,075	0,053	L
0,104	0,146	0,179	0,218	0,244	0,238	0,182	0,148	0,138	0,129	0,108	0,091	0,070	0,051	M
0,095	0,128	0,157	0,179	0,194	0,187	0,155	0,129	0,121	0,109	0,093	0,085	0,068	0,051	N
0,074	0,101	0,113	0,123	0,126	0,124	0,119	0,105	0,098	0,088	0,077	0,067	0,056	0,039	O
0,057	0,073	0,080	0,084	0,087	0,090	0,085	0,084	0,076	0,072	0,063	0,058	0,048	0,039	P
0,047	0,056	0,061	0,062	0,063	0,064	0,065	0,064	0,058	0,057	0,056	0,047	0,043	0,032	R
0,036	0,044	0,045	0,046	0,048	0,049	0,048	0,049	0,047	0,043	0,041	0,036	0,033	0,027	S
0,031	0,034	0,036	0,037	0,037	0,038	0,037	0,036	0,037	0,034	0,033	0,032	0,029	0,025	T

Tabulka 7: Koncentrace oleje v g.m⁻² u výřezu o tloušťce 24 cm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0,034	0,028	0,027	0,029	0,029	0,037	0,040	0,035	0,036	0,038	0,034	0,035	0,037	0,031	A
0,035	0,031	0,031	0,033	0,032	0,043	0,044	0,043	0,044	0,044	0,043	0,040	0,040	0,033	B
0,043	0,041	0,038	0,047	0,044	0,055	0,057	0,059	0,058	0,061	0,058	0,050	0,044	0,034	C
0,063	0,052	0,053	0,069	0,066	0,070	0,078	0,081	0,080	0,085	0,077	0,063	0,049	0,037	D
0,075	0,069	0,077	0,090	0,100	0,093	0,110	0,110	0,116	0,113	0,091	0,069	0,054	0,038	E
0,079	0,093	0,103	0,121	0,138	0,137	0,137	0,152	0,136	0,116	0,088	0,072	0,056	0,040	F
0,074	0,102	0,109	0,137	0,152	0,169	0,156	0,151	0,130	0,109	0,088	0,069	0,056	0,040	G
0,073	0,094	0,113	0,145	0,179	0,206	0,188	0,149	0,125	0,099	0,082	0,064	0,052	0,038	H
0,066	0,086	0,110	0,148	0,195	0,245	0,215	0,150	0,117	0,093	0,071	0,061	0,054	0,040	I
0,066	0,081	0,098	0,131	0,182	0,474	0,221	0,128	0,107	0,083	0,068	0,058	0,051	0,039	J
0,061	0,064	0,095	0,122	0,158	0,223	0,182	0,118	0,097	0,074	0,062	0,056	0,049	0,040	K
0,056	0,077	0,095	0,109	0,134	0,167	0,150	0,111	0,092	0,069	0,058	0,049	0,043	0,035	L
0,055	0,069	0,087	0,100	0,110	0,130	0,123	0,095	0,075	0,060	0,055	0,045	0,041	0,032	M
0,050	0,067	0,074	0,088	0,093	0,113	0,098	0,079	0,072	0,055	0,049	0,044	0,038	0,028	N
0,046	0,055	0,058	0,070	0,070	0,071	0,065	0,057	0,050	0,046	0,041	0,035	0,034	0,027	O
0,037	0,045	0,048	0,049	0,047	0,048	0,045	0,043	0,039	0,037	0,036	0,033	0,029	0,024	P
0,036	0,039	0,034	0,029	0,036	0,036	0,036	0,035	0,034	0,030	0,029	0,028	0,025	0,023	R
0,032	0,033	0,026	0,025	0,028	0,029	0,030	0,030	0,028	0,028	0,026	0,024	0,024	0,021	S
0,028	0,029	0,022	0,022	0,025	0,023	0,025	0,025	0,024	0,025	0,023	0,022	0,022	0,021	T

6 Závěr

Rostlinné oleje, stejně jako minerální, jsou vhodné pro mazání řezných částí motorové pily, rozdíl ovšem nastává při údržbě a pravidelném užívání. Rostlinné oleje jsou svojí chemickou nestabilitou nevhodné pro „hobby“ využití, tedy pokud se pila nepoužívá pravidelně, spíše pile škodí, jelikož mění své skupenství při vyšších teplotách než oleje minerální. Po zvážení pozitiv a negativ jednotlivých druhů olejů, je, dle mého názoru, nejlepší alternativou pro mazání řezných částí motorového pily olej biologicky odbouratelný, který přebírá pozitivum rostlinného oleje, přičemž jeho negativa jsou potlačována přidanými aditivami.

Měření provedené za pomoci radioindikátorové metody ukázalo, že nejvíce oleje při kácení se uvolňuje do bodu J6. Z toho se dá vyvodit, že nejvíce oleje uniká odstředivou silou při pohybu řetězu. Tomuto by se, dle mého názoru, dalo zabránit jinou konstrukcí lišty, kdy se bude dávkovat olej ze dvou mazacích míst, tedy shora co nejbližší před hnací řetězku a ze spodu co nejdále od hnací řetězky. Otázkou však zůstává, kolik oleje je přímo potřeba pro mazání jednotlivých částí tak, aby nedocházelo k nadměrnému třetí a naopak k nadměrnému promazávání jednotlivých částí rezného ústrojí.

7 Literatura

- AKERMAN, K. *Radioindikátorová metoda v praxi*. Bratislava: Alfa, 1972. 401 s.
- ANON. *Perspektivy použití biologicky odbouratelných maziv a paliv*. Brno, 1994. Sborník referátů. Vysoká škola zemědělská, 61 s.
- BONGARDT, F. – WILLING, A. European ecolabels for biodegradable hydraulic oils – A challenge to base material producers and formulators. *Journal of Synthetic Lubrication*, 2003, vol. 20, no. 1, s. 53-68.
- GEIGER, G. H. Adhesive oils for chain saws and environmental conservation. *Tribologie & Schmierungstech*, 1988, vol. 35, no. 3, s. 124-127.
- GROYAN, R. L – MELLEY, R. E. – WISSNER, P. A. – ONG, W. C. Biodegradable lubricants. *Lubrication Engineering*, 1998, vol. 54, no. 7, s. 10-17.
- GRUNDA, B. Znečištění přírodního prostředí ropou. *Acta Universitatis Agriculturae (Brno), Series C (Facultas silviculturae)*, 1983, roč. 52, č. 1–2, s. 229–238.
- GRUNDA, B. – SKOUPÝ, A. – PŘIBYL, F. Minerální a rostlinné oleje v lesnické praxi. *Lesnická práce*, 1990, roč. 69, č. 8, s. 359-361.
- KADLEC, Jiří. *Vztah činností lesního hospodářství k vybraným právním předpisům z oblasti práva životního prostředí*. Brno, 2007. Diplomová práce, Právnická fakulta Masarykovy univerzity v Brně.
- KÖNIG, M. – BONGARDT, F. Additives for biologically rapidly decomposable lubricants. *Tribologie und Schmierungstechnik*, 2011, vol. 58, no. 3, s. 56-61.
- NORDFJELL, T. – JOHANSSON, L. – HELLSTRÖM, J. – GREF, R. – SKOUPÝ, A. – ATHANASSIADIS, D. A Method to Measure Saw-Chain Lubrication. *International Journal of Forest Engineering*, 2007, vol. 18, no. 1. s. 41-45.
- ORSANIC, M. – HORVAT, D. – PERNAR, N. – SUSNJAR, M. – BAKSIC, D. – DRVODELIC, D. Influence of mineral and bio oil on the germination of acorn and the growth of pedunculate oak (*Quercus Robur L.*) seedlings. *Šumarski list*, 2008, vol. 132, no. 1-2, s. 3-9.

PADGURSKAS, J. – KREIVAITIS, R. – JANKAUSKAS, V. – JANULIS, P. – MAKAREVIČIENE, V. – ASADAUSKAS, S. – MIKNIUS, L. Antiwear properties of lard methyl esters and rapeseed oil with commercial ashless additives. *Mechanika*, 2008, vol. 70, no. 2, s. 67-72.

PECHLÁK, B. – SKOUPÝ, A. – KUKLA, J. Bilance úniku mazacího oleje motorových pil pomocí radioindikátoru. *Radioisotopy*, 1990, roč. 31, č. 3, s. 145-154.

PORTLOCK, Mike. Biodegradable lubricants. *Paper Age*, 1998, vol. 114, no. 6, s. 42.

PRUDIL, Tomáš. *Posouzení vhodnosti vybraného druhu oleje k mazání motorových pil*. Brno, 2007. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.

RAC, A. – VENCL, A. Performance investigation of chain saw lubricants based on new sunflower oil (NSO). *Tribologie und Schmierungstechnik*, 2009, vol. 56, no. 3, s. 51-54.

SKOUPÝ, A. – KLVAČ, R. Biologicky odbouratelné oleje pro mazání motorů motorových pil – metoda a její ověření. *Lesnická práce*, 2000, roč. 79, č. 1, s. 26-27.

SKOUPÝ, A. *Hodnocení biologicky rozložitelných olejů určených k mazání řetěží motorových pil*. Brno, 1994. Habilitační práce. Vysoká škola zemědělská, 312 s.

SKOUPY, A. – KLVAV, R. – HOSSEINI, S. Changes in the external speed characteristics of chainsaw engines with the use of mineral and vegetable oils. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 2010, vol. 32, no. 2, s. 149-155.

SMOLKA, Petr. *Vliv konstrukce lišty motorové pily na distribuci mazacího oleje*. Brno, 2006. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Lesnická a dřevařská fakulta.

STAVOVSKÝ, M. – SCHÜGER, J. – JANOVSÝ, M. – MESSINGEROVÁ, V. – HNILICA, R. – KUČERA, M. The Effect of Lubricating Oil on Temperature of Chainsaw Cutting System. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 2013, vol. 34, no. 1, s. 83-90.

STELLMAN, J., M. *Encyclopaedia of occupational health and safety*. Vol. 4. Geneva: International Labour Organization, 1998. 4230 s. ISBN 92-2-109826-8.

TOMÁŠKOVÁ, Ivana. Jsou neaditivované rostlinné oleje vhodné k mazání řezacích částí motorových pil? *Lesnická práce*, 2002, roč. 81, č. 7, 322 s.

Zákon č. 289/1995 Sb.