

# BIODEGRADOWALNE ŚRODKI SMARNE DLA URZĄDZEŃ TECHNICZNYCH DO POZYSKIWANIA DREWNA

Streszczenie

*W artykule przedstawiono generalną klasyfikację środków smarnych, które powinny być stosowane w sektorze leśnym i rolniczym. Autorzy podkreślają, że oleje mineralne są szkodliwe dla środowiska naturalnego, a nieprzetworzony olej rzepakowy może być przyczyną uszkodzeń smarowanych nim narzędzi i maszyn. Rozkład mineralnego oleju w glebie może trwać ponad sto lat i w tym czasie powodować skażenie wód gruntowych. Przedstawiono wyniki prac badawczych Uniwersytetu Przyrodniczego i Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych dotyczących badań olejów biodegradowalnych oraz przedstawiono koncepcję nowej metodyki badań. Badania wskazują, że tzw. biodegradowalne środki smarne powinny być sprawdzane pod kątem jakości lub też powinny posiadać odpowiedni certyfikat wydany przez uprawnioną instytucję badawczą. Autorzy zgłaszają potrzebę ustanowienia Policji Ekologicznej, której zadaniem byłoby monitorowanie narzędzi, maszyn i pojazdów zagrażających bezpieczeństwu środowiska naturalnego.*

## Wstęp

Wprowadzana na szeroką skalę mechanizacja prac w procesie pozyskania drewna spowodowała istotny wzrost zagrożenia dla ekosystemu leśnego. Czynniki, takie jak: spaliny, hałas, drgania, ugniatanie gleby oraz zanieczyszczenia jej środkami smarnymi, powodują degradację środowiska naturalnego. Las stanowi nieodłączny element bioróżnorodności i winien być chroniony. Do tego obligują nasz kraj stosowne dyrektywy UE, w tym dyrektywa siedliskowa, ptasia, wodna i inne. Stosowanie nie biodegradowalnych środków smarnych stanowi istotne zagrożenie nie tylko dla gleby czy wód, ale dla całego środowiska naturalnego, które jest jednym z filarów koncepcji zrównoważonego rozwoju kraju.

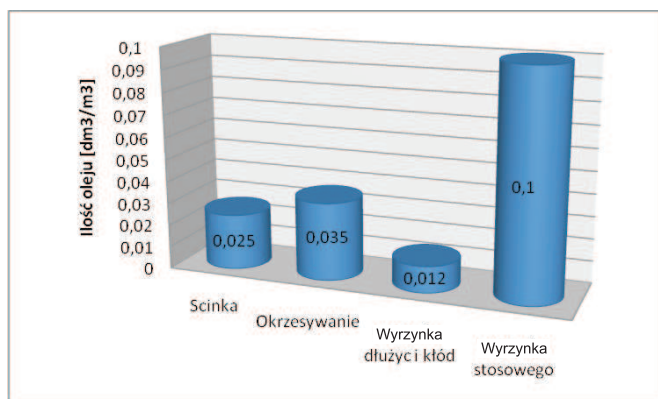
## Istota problemu związanego ze skażeniem środowiska leśnego

Głównym, ze względu na ilość emisji, powodem skażenia środowiska leśnego jest olej do smarowania układów tnących pilarek, który w krajach zachodnich był przedmiotem wielu badań. Według Hartweg'a i Keilen'a w warunkach zrębowych do gleby przedostaje się około 0,2 l oleju maszynowego na 1 m<sup>3</sup> pozyskanego surowca [3]. Seeling i Becker w swej pracy szacują, że potrzeba około 0,3 l oleju do smarowania prowadnicy na 1 m<sup>3</sup> pozyskanego surowca [9].

W ocenie polskich autorów ilości te są jeszcze większe. Według Giefinga do gleby przedostaje się rocznie co najmniej 5 000 000 litrów oleju [2]. Z kolei Laurow szacuje, że w Polsce przy poszczególnych zabiegach pozyskania drewna zużywa się różne ilości oleju [7] i tak: przy wykonywaniu ścinki zużywa się 0,025 dm<sup>3</sup> oleju na m<sup>3</sup> pozyskiwanego drewna, przy okrzyszowaniu 0,035 dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, przy wyrzynce dłuźyc i kłód 0,012 dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, a przy wyrzynce stosowego 0,1 dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, co przedstawia rys. 1.

Piła łańcuchowa przemieszcza się ruchem ślizgowym po prowadnicy, co wytwarza duże tarcie. W celu jego zminimalizowania, wprowadzany jest pomiędzy te elementy olej smarowy, który po spełnieniu swojego zadania jest wyrzucany i spada na glebę leśną. Dotychczas był to olej mine-

ralny, a od paru lat, zgodnie z Zarządzeniem 11a [11], powinien to być wyłącznie olej biodegradowalny.



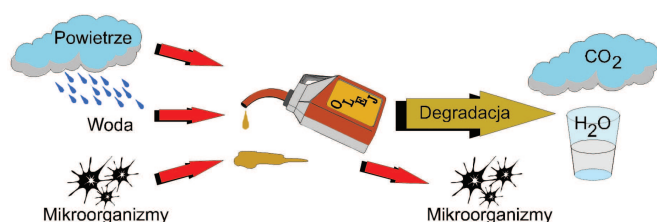
Rys. 1. Wartość zużycia oleju do smarowania prowadnicy, w zależności od rodzaju wykonywanych zabiegów  
Fig. 1. Volume of lubricant oil consumption for chainsaw, depending on the treatments performed

W Niemczech znany jest przypadek awarii harwestera, w wyniku którego do gleby leśnej zostało wylane około 300 l oleju hydraulicznego. Równocześnie z przyjazdem ekipy serwisowej przyjechała Policja Ekologiczna, która po stwierdzeniu, że wylany olej był pochodzenia mineralnego nałożyła na właściciela karę związaną z utylizacją zanieczyszczonej gleby w wysokości 30 000 marek.

W Polsce przeciętny ciągnik do prac leśnych ma 23 lata. A w polskich lasach pracuje większość forwaderów, czy harwesterów, które lata świetności mają już dawno za sobą. Plamy oleju pod tymi maszynami są często większe niż cień rzucany przez nie. Ze względu na ich przestarzałą konstrukcję zużywają one duże ilości oleju, a użytkownicy stosują oleje najtańsze, czyli najbardziej niebezpieczne. Często też zdarzają się rozszczelnienia układów hydraulicznych tych maszyn (nieuszczelnienie węży, cylindrów, defekty uszczelnień). Powstałe wskutek takich awarii zanieczyszczenia plamami oleju powodują nieodwracalne skutki, w tym zanieczyszczenie wód powierzchniowych, np. 1 l oleju może zatruć 5 000 000 l wody pitnej.

## Biodegradowalność środków smarnych

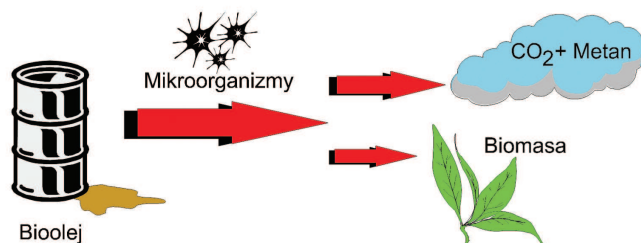
Biodegradacja jest procesem usuwania organicznych składników ze środowiska pod wpływem mikroorganizmów.



Rys. 2. Biodegradacja oleju przez żywe mikroorganizmy w obecności tlenu [10]

Fig. 2. Oil biodegradation in the presence of oxygen by viable microorganisms [10]

Przyjmuje się, że im toksyczność środka smarnego jest większa, tym czas biodegradowalności i wpływ negatywny na środowisko są większe. W celu obniżenia toksyczności środków smarnych eliminuje się z nich metale ciężkie: ołów, cynk oraz związki chemiczne, takie jak aminy i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne.



Rys. 3. Biodegradacja oleju przez mikroorganizmy żywe bez dostępu tlenu [10]

Fig. 3. Oil biodegradation in the absence of oxygen by viable microorganisms [10]

Należy zauważyć, że klasyfikacja podatności na rozkład biochemiczny, zgodnie z wytycznymi Komitetu Środowiskowego OECD [4] (Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju), dzieli związki chemiczne na:

- łatwo rozkładalne (ich rozkład na drodze biodegradacji wynosi powyżej 80% w ciągu 28 dni),
- rozkładalne, tj. ulegające rozkładowi powyżej 70%,
- o biodegradowalności w przedziale 20 - 70% w okresie 28 dni dla tych przypadków niezbędne jest określenie pośrednich produktów rozkładu i ich toksyczności,
- nierozkładalne.

Biodegradacja może zachodzić w środowisku tlenowym (rys. 2) i beztlenowym (rys. 3), w glebie, wodzie słodkiej i morskiej. Wyrażana jest w procentach obliczanych na podstawie

zmian określonych wskaźników (w zależności od testu), które pozwalają śledzić postęp biodegradacji w warunkach testu. Podstawowym testem stosowanym przez laboratoria jest test CEC L-33-93 [1], który pozwala oznaczać wstępną biodegradowalność.

Natomiast test ISO 14593 jest praktycznym i użytecznym narzędziem w laboratoriach, w których kompleksowo badane są ekologiczne i eksploatacyjne właściwości olejów.

## Główne stosowane środki smarne i ich klasyfikacja

Podstawowymi środkami smarnymi, stosowanymi w technice leśnej są: oleje smarne, smary plastyczne, smary stałe. Coraz powszechniejsze zastosowanie znajduje klasyfikacja jakościowa środków smarnych, wg ISO 6743/99 [5], która wyróżnia 18 rodzin przemysłowych środków smarnych. Stopniowo eliminuje ona inne, dotychczas stosowane klasyfikacje, takie jak klasyfikacja lepkościowa. Przykładowe kody klasyfikacji jakościowej wg ISO 6743/99 [5] i ich odpowiedniki wg DIN 51502 przytoczono w tab. 1.

## Ciecze do układów hydraulicznych

Aktualnie, powszechnie stosowana klasyfikacja cieczy hydraulicznych wg ISO 6743-4: 1999 [5] (EN-ISO 6743-4: 2009) [8] wyodrębnia rodzinę olejów hydraulicznych H dla zastosowań w układach hydraulicznych, m.in. maszyn pracujących w leśnictwie i rolnictwie.

Biodegradowalne oleje hydrauliczne są klasyfikowane normą ISO 6743-4 [5] (PN EN-ISO 6743-4:2009) [8], która wyróżnia scharakteryzowane dalej cztery kategorie biodegradowalnych olejów hydraulicznych: L-HETG, L-HEPG, L-HEES, L-HEPR.

Wymagania dotyczące olejów tych kategorii są objęte normą ISO 15380: 2002 [6]. Ciecze te w zasadzie nie zawierają wody, a dopuszczalna zawartość oleju bazowego nie powinna być mniejsza niż 70%.

## Właściwości olejów biodegradowalnych

Oceniając właściwości biodegradowalności olejów wyodrębnić można następujące ich kategorie:

- **Kategoria HETG** na bazie naturalnych trójglicerydów (nierozpuszczalne w wodzie), takich jak ciekłe tłuszcze roślinne. Największe zastosowanie znajdują oleje rzepakowe, sojowe i inne. Stosowane głównie w hydrostatycznych układach hydraulicznych urządzeń mobilnych (maszynach leśnych budowlanych i drogowych), w zakresie temperatur otoczenia w granicach od -20 do +70°C (w zbiorniku oleju od -10 do +60°C). Wskaźnik lepkości powyżej 200. Biodegradowalność oleju oznaczona wg metody CEC L-33-A-93 wynosi 98-100%.

Tab. 1. Klasyfikacja środków smarnych wg ISO 6743/99 i odpowiedniki klas wg DIN 51 502 [5]

Table 1. Lubricant classification by ISO 6743/99 and equivalent class by DIN 51 502 [5]

Kod rodziny	Przeznaczenie	Odpowiednik klas jakościowych wg DIN 51 502
A	Przelotowe układy smarowe	AN, B
D	Sprężarki	V, K
F	Osie, łożyska, sprzęgła	C
G	Prowadnice ślizgowe	CG
H	Układy hydrauliczne	H, HL, HV, HF, ATF
X	Zastosowania wymagające smarów plastycznych	K, G, OG, M

Tab. 2. Klasyfikacja olejów przemysłowych wg ISO 6743-4:1999 (EN-ISO 6743-4:2009). Rodzina H (układy hydrauliczne) [8]  
 Table 2. Industrial oil classification by ISO 6743-4:1999 (EN-ISO 6743-4:2009). Stock H (for hydraulic systems) [8]

Symbol ISO	Skład i właściwości	Zastosowania
<b>Układy hydrostatyczne</b>		
<b>HETG</b>	<b>Trójglicerydy</b>	<b>Tam gdzie są potrzebne ciecze przyjazne dla środowiska. Do układów hydraulicznych mobilnych. Minimalna zawartość cieczy bazowej nie powinna być mniejsza niż 70% (m/m).</b>
<b>HEPG</b>	<b>Poliglikole</b>	
<b>HEES</b>	<b>Syntetyczne estry</b>	
<b>HEPR</b>	<b>PAO i inne produkty węglowodorowe</b>	
<b>HG</b>	Oleje HM z poprawionymi właściwościami zapobiegającymi drganiom ciernym (stick/slip)	Systemy hydrauliczne prowadnic, do maszyn z wspólnym systemem smarowania hydrauliki i łożysk, przy występowaniu niewielkich drgań ciernych
<b>HFAE</b>	Emulsje oleju w wodzie, zawierające ponad 80% (m/m)	Zastosowania wymagające cieczy niepalnych
<b>HFAS</b>	Roztwór związków chemicznych w wodzie, ponad 80% (m/m) wody	
<b>HFB</b>	Emulsje typu woda w oleju	
<b>HFC</b>	Roztwór polimeru w wodzie, zawierający ponad 35% (m/m) wody	
<b>HFDR</b>	Ciecze syntetyczne, nie zawierające wody, estry fosforanowe	
<b>HFDU</b>	Ciecze syntetyczne o innym składzie, nie zawierające wody	
<b>Układy hydrokinetyczne</b>		
<b>HA</b>	Przekładnie automatyczne	Klasyfikacje nie są jeszcze dokładnie opisane, mogą być uzupełniane
<b>HN</b>	Sprzęgła i przemienniki mocy	

• **Kategoria HEPG** na bazie poliglikoli (rozpuszczalne w wodzie).

Oleje stosowane w hydrostatycznych układach hydraulicznych mających bezpośredni kontakt z wodą, np. w napędach śluz wodnych, urządzeniach sterujących turbin wodnych itp., w zakresie temperatur otoczenia w granicach od -30 do +90°C (w zbiorniku oleju od -20 do +80°C). Wskaźnik lepkości powyżej 150. Biodegradowalność oleju oznaczona wg metody CEC L-33-A-93 wynosi >70%.

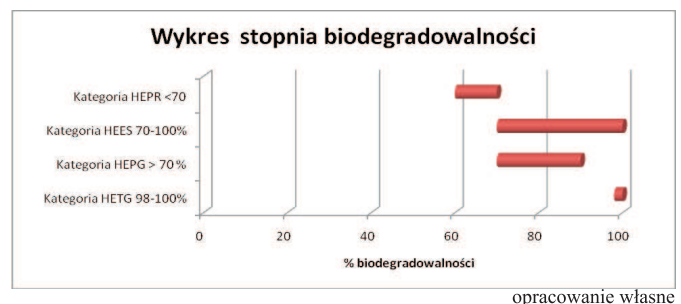
• **Kategoria HEES** na bazie syntetycznych estrów (nierozpuszczalne w wodzie).

Oleje stosowane w hydrostatycznych układach hydraulicznych, przemysłowych i mobilnych, np. w maszynach leśnych, maszynach budowlanych, saniach śnieżnych, maszynach do wiórowej obróbki metali, w zakresie temperatur otoczenia w granicach od -35 do +90°C (w zbiorniku oleju od -30 do +80°C). Oleje na bazie poliglikoli etylenowych wykazują lepszą rozpuszczalność w wodzie. Wskaźnik lepkości powyżej 150-190. Biodegradowalność oleju oznaczona wg metody CEC L-33-A-93 wynosi 70-100%.

• **Kategoria HEPR** na bazie poli-alfa-olefin (PAO) i innych odpowiednich węglowodorów (nierozpuszczalne w wodzie).

Oleje stosowane w hydrostatycznych układach hydraulicznych, przemysłowych i mobilnych, w zakresie temperatur otoczenia w granicach od -30 do +90°C (w zbiorniku oleju od -20 do +100°C). Wskaźnik lepkości około 130. Biodegradowalność oleju oznaczona wg metody CEC L-33-A-93 wynosi <70%. Oleje HEPR wykazują gorszą biodegradowalność niż kategorie wcześniej omówione.

Z powyższego omówienia wynika, że najlepsze właściwości wykazują oleje kategorii HETG, HEES i HEPG, które posiadają wystarczającą biodegradowalność rzędu 70-100%, a jednocześnie dobre właściwości smarne - wskaźnik smarności powyżej 190. Zestawienie stopnia biodegradowalności dla poszczególnych kategorii olejów przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Zestawienie stopnia biodegradowalności dla poszczególnych kategorii olejów

Fig. 4. Degree of oil biodegradability by categories

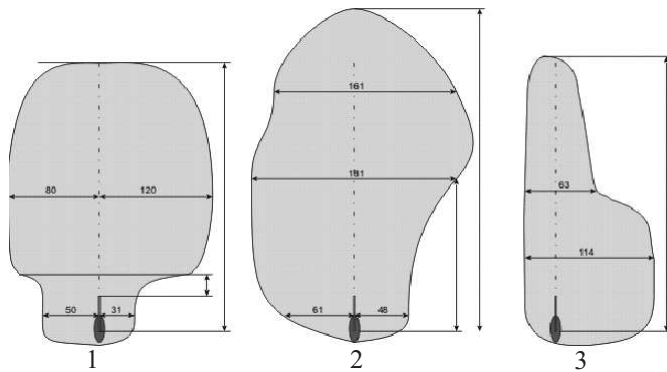
### Oleje do układów tnących

Oleje smarowe, przeznaczone do smarowania pił łańcuchowych, stanowią największe zagrożenie dla środowiska naturalnego. Zarówno w głowicach wielooperacyjnych maszyn, jak i w pilarkach ręcznych jest zastosowany system przelotowego układu smarowania, gdzie olej smarowy po przesmarowaniu elementów układu tnącego (prowadnica, kółko napędowe, łańcuch) zostaje wyrzucony na zewnątrz urządzenia i osiada na powierzchni gleby. Rozkład plam oleju w zależności od modelu pilarki przedstawiono na rys. 5.

Podstawowe zadanie, jakie ma olej do spełnienia to:

- smarowanie - czyli niedopuszczenie do stykania się współpracujących części, a więc zmniejszenia tarcia i zużycia,
- chłodzenie współpracujących części,
- niedopuszczanie do wysychania oleju i tworzenia laku.

Do cech bardzo istotnych, z punktu widzenia użytkownika piły łańcuchowej, należą: zdolność wypłukiwania żywicy i soków, lakowanie, czyli wysychanie badanych olejów z równoczesnym tworzeniem cienkiej zaschniętej warstwy, hałas, jaki powstaje wyniku przemieszczania się piły po prowadnicy, zdolność absorpcji drgań.



Rys. 5. Rozkład plam oleju wybranych modeli pilarek (1-Jonsered 2054T, 2- Husqvarna 254XP, 3- Stihl 036) [10]  
 Fig. 5. Decomposition of oil stains for selected models of chainsaw(1-Jonsered 2054T, 2-Husqvarna 254XP, 3- Stihl 036) [10]

Podstawowym składnikiem oleju smarowego jest olej bazowy kategorii HETG i HEES, które ze względu na dobrą smarność i niewysoką cenę powinny być stosowane w leśnictwie.

W leśnictwie i w rolnictwie należy stosować tylko biodegradowalne środki smarne, które powinny posiadać odpowiednie świadectwa jakości, wydane przez Certyfikowane Laboratoria i Ośrodki Badawcze. Jest to o tyle ważne, że w przeszłości często akceptowano takie świadectwa od pojedynczych naukowców-„ekspertów”, którzy tylko wyinkowo, a nie całościowo badali cechy oleju biodegradowalnego. W oparciu o takie uproszczone ekspertyzy służby

leśne dokonują zakupu oleju biodegradowalnego, który często nie nadaje się do smarowania układów tnących pilarek łańcuchowych. Pracownicy świadczący usługi leśne są zmuszani do zakupu takich pobieżnie przebadanych olejów biodegradowalnych, a potem dolewają do oleju biodegradowalnego porcję oleju silnikowego i w ten sposób ratują swój sprzęt przed zatarciem. W tym przypadku zamiast ochrony środowiska mamy zachowania przyczyniające się do dalszej degradacji środowiska naturalnego.

W celu zapewnienia właściwego stosowania środków biodegradowalnych w leśnictwie i rolnictwie należałoby powołać Policję Ekologiczną na wzór Inspekcji Drogowej, która zostałaby upoważniona do kontroli i technicznego nadzoru znajdujących się w eksploatacji urządzeń, narzędzi, maszyn i pojazdów oraz do wydawania poleceń złomowania nadmiernie wyeksploatowanych urządzeń, które zagrażają środowisku naturalnemu.

### Badania porównawcze smarności olejów

W Katedrze Techniki Leśnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, we współpracy z Przemysłowym Instytutem Maszyn Rolniczych w Poznaniu, od szeregu lat prowadzone są badania porównawcze olejów smarowych, stosowanych w leśnictwie i rolnictwie. W trakcie badań laboratoryjnych oraz stanowiskowych ocenia się m.in.: zdolność olejów do wypłukiwania żywicy, wysychanie oleju i jego lakowanie, zużycie elementów układu tnącego pilarek łańcuchowych (pomiar zużycia prowadnicy, ogniwek piły łańcuchowej, wydłużenie łańcucha), temperaturę nagrzewania prowadnicy, poziom hałasu, drgania. Widok stanowisk do badań smarności oraz zużycia prowadnicy przedstawiano na rys. 6.



Stanowisko SBS-2 do porównawczych badań smarności oleju układu tnącego pilarki łańcuchowej



Stanowisko SPP-1 do pomiaru zużycia prowadnicy

Rys. 6. Stanowiska do badań smarności i zużycia prowadnicy  
 Fig. 6. Labs stand for testing lubricity and wear out of chainsaw's bar

Badania wykazały, że przepracowany olej silnikowy, jak i czysty (bez jakichkolwiek dodatków uszlachetniających) olej rzepakowy, wykazują najgorsze właściwości smarne z przebadanych próbek olejów. W przepracowanym oleju silnikowym zawarte są trucizny (np. związki kancerogenne, kwasy, aldehydy itp.), które stanowią zagrożenie dla środowiska naturalnego, jak i dla ludzi. Pilarki smarowane olejem silnikowym charakteryzują się wyższym poziomem drgań i hałasu niż smarowane pozostałymi olejami, co również negatywnie wpływa na środowisko naturalne.

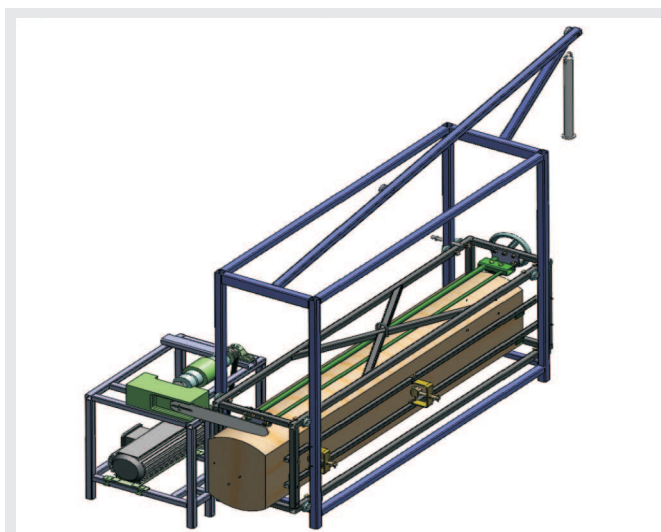
Badania prowadzone w PIMR, dotyczące smarności olejów, są długotrwałe (70-80 godz.), a tym samym są badaniami kosztownymi (1 próbka około 12 tys. zł.). W PIMR w 2009 roku opracowano wstępną koncepcję nowej metodyki badań olejów oraz nowego stanowiska pilarkowego, które zostanie wyposażone w dodatkowy moduł do przerywania standardowych próbek drewna [12]. Pomiary zużycia elementów układu tnącego będą prowadzone specjalizowanymi głowicami laserowymi, a temperatura nagrzewania się przewodnicy będzie mierzona kamerą termograficzną.

Wstępną koncepcję modyfikacji stanowisk do badań smarności i zużycia przewodnicy przedstawiono na rys. 7. Proponowana metodyka PIMR ma szansę skrócić większość badań do 1-2 godzin, przy czym dzięki nowej aparaturze kontrolno-pomiarowej wyniki będą znacznie szybciej zbierane, obrabiane i archiwizowane, a ocena porównawcza próbek olejów nie będzie zależała od umiejętności manualnych pracowników [12].

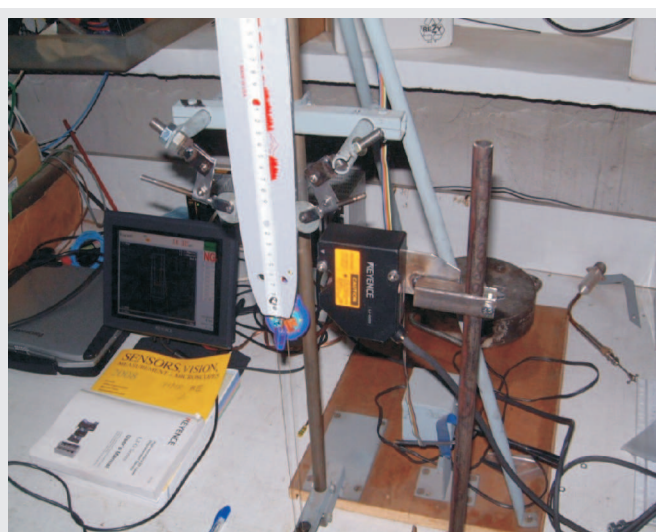
## Podsumowanie

W technice leśnej należy stosować wyłącznie dobrej jakości biodegradowalne środki smarne, które powinny posiadać odpowiednie świadectwa jakości, wydane przez Certyfikowane Laboratoria i Ośrodki Badawcze.

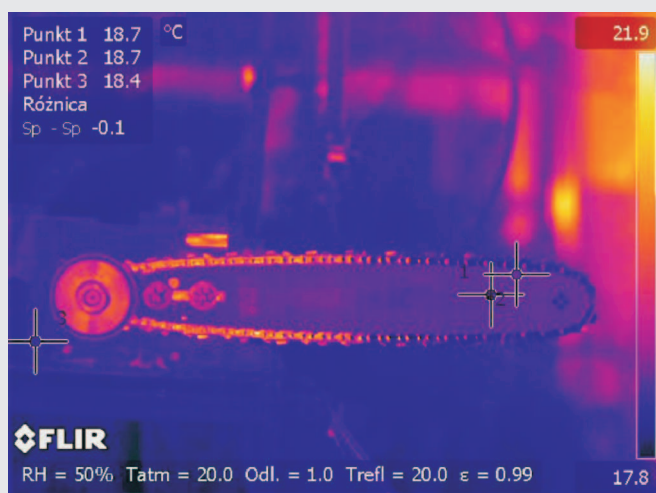
W celu zapewnienia właściwego stosowania środków biodegradowalnych w leśnictwie i rolnictwie należałoby powołać Policję Ekologiczną, która zostałaby uprawniona do kontroli znajdujących się w eksploatacji urządzeń, narzędzi, maszyn i pojazdów oraz w razie drastycznych zaniedbań do wycofania ich z eksploatacji, gdy zagrażają środowisku naturalnemu.



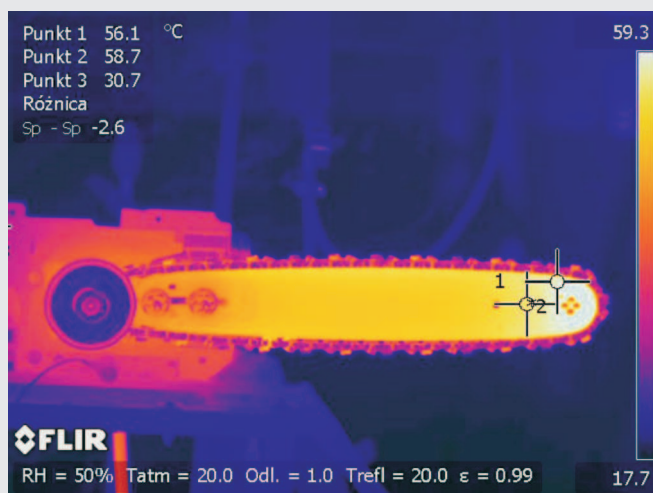
Stanowisko SBS-3 do porównawczych badań smarności oleju układu tnącego pilarki łańcuchowej z dodatkowym modułem przerywania standardowych próbek



Stanowisko SPP-2 do pomiaru zużycia przewodnicy za pomocą specjalizowanych głowic laserowych



Zmiany temperatury zarejestrowane kamerą termograficzną krótko po uruchomieniu stanowiska



Zmiany temperatury zarejestrowane kamerą termograficzną po 60 minutach od uruchomieniu stanowiska

Rys. 7. Wstępna koncepcja modyfikacji stanowisk do badań smarności i zużycia przewodnicy  
 Fig. 7. Modified concept of labs stand for testing lubricity and wear out of chainsaw's bar

## Literatura

- [1] CEC-L-33-A-93 Test Method: Biodegradability of Two-Stroke Cycle Outboard Engine Oils in Water (CEC-L-33-T-82 do 1995) Co-ordinating European Council for the Development of Performance Tests for Lubricants and Engine Fuels, 1995.
- [2] Giefing D.F.: Biooleje przeznaczone do smarowania układu tnącego pilarek. Sylwan 85, s. 23-27, 1991.
- [3] Hartweg A. i Keiln K.: Die Umweltverträglichkeit von Bioölen, Allg. Forest Z. 7, s. 148-150, 1988.
- [4] Introduction to the OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3, part 1: Principles and strategies related to the testing of degradation of organic chemicals. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 2003.
- [5] ISO 6743-4:1999. H Układy hydrauliczne.
- [6] ISO 15380: 2002(E). Lubricants, industrial oils and related products (class L) - Family H (Hydraulic systems). Specifications for categories HETG, HEPG, HEES and HEPR. International Organization for Standardization.
- [7] Laurow Z.: Pozyskanie drewna. SGGW, Warszawa, 1999.
- [8] PN-ISO 6743-99:2009. Środki smarowe, oleje przemysłowe i produkty podobne (klasa L). Klasyfikacja, Część 99: Postanowienia ogólne.
- [9] Seeling U. i Becker G.: Öleintrag in Waldböden durch Forstmaschineneneinsatz. Forsttechnische Inf. 11, s. 78-80, 1990.
- [10] Wojtkowiak R.: Ekologiczne i eksploatacyjne aspekty stosowania w lasach środków smarnych mineralnych i roślinnych w układach tnących pilarek łańcuchowych. Rozprawy Naukowe, Zeszyt 350, Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, 2004.
- [11] Zarządzenie nr 11A Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 11 maja 1999 r. (zn. spr. ZG -7120-2/99), zmieniające Zarządzenie Nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 14 lutego 1995 roku w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych (zn. spr. ZZ - 710 - 13/95).
- [12] Zembrowski K., Rakowicz A., Żurowski K., Dubowski A.P.: Metodyka przyspieszonych badań olejów do smarowania układów tnących pilarek łańcuchowych. Etap 1: Możliwości skrócenia badań olejów przy zastosowaniu termografii dynamicznej, specjalizowanych głowic laserowych oraz zmienionych procedur badawczych, PIMR, Poznań 2009.

## BIODEGRADABLE GREASES AND OILS FOR CHAINSAWS AND TREE LOGGING MACHINES

### Summary

*The paper presents general classification of biodegradable means that should be used in forestry and agricultural sectors. Authors underline that mineral oil is dangerous for environment and raw rape oil can cause damage of equipment (hand chainsaws covered by dry out layer left from oil spray). Traditional lubricants based on mineral oils are ultimately biodegradable though the slow rate of decomposition means, sometimes, that they can exist as a contaminant in ground water for almost hundred years. Agricultural University and Industrial Institute of Agricultural Engineering in Poznan research works on biodegradable oils for chainsaws are present as well as new concept of improvement of lab stands and measuring techniques (new chainsaw stand, laser, thermography). R&D results show that so called biodegradable oils and greases should be verified or should be certified by specialized research institution. Authors have an idea of establishing Ecological Police for supervising machines, tools and vehicles treating for natural environment.*



## KOSZTY PRACY MASZYN LEŚNYCH

ISBN 978-83-927505-2-9

Książka adresowana jest przede wszystkim do prywatnych przedsiębiorców Leśnych, Służb Leśnych i pracowników technicznych w Nadleśnictwach, Dyrekcjach Regionalnych oraz Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i ma na celu przedstawienie sposobu wyliczenia kosztów usług maszynowych wykonywanych w lasach.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych  
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31  
tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;  
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>