



Zabiegi agrolotnicze w ochronie lasu



Zabiegi agrolotnicze w ochronie lasu

Zabiegi agrolotnicze w ochronie lasu

Pod redakcją naukową
prof. dr hab. Barbary Głowackiej



CENTRUM INFORMACYJNE
LASÓW PAŃSTWOWYCH

Wydano na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych

Warszawa 2009

© Centrum Informacyjne Lasów Państwowych

ul. Bitwy Warszawskiej 1920 r. nr 3, 02-362 Warszawa

tel.: (0-22) 822-49-31, fax: (0-22) 823-96-79

e-mail: cilp@cilp.lasy.gov.pl

www.lasy.gov.pl

Redakcja naukowa

prof. dr hab. Barbara Głowacka, Instytut Badawczy Leśnictwa

Autorzy

Barbara Głowacka, Sławomir Majewski, Aldona Perlińska, Andrzej Rodziewicz,
Robert Rowiński, Elżbieta Zalewska

Recenzenci

prof. dr hab. Henryk Malinowski

mgr inż. Tadeusz Pampuch

Redakcja

Wawrzyniec Milewski

Zdjęcia

Dariusz Bartczak, Barbara Głowacka, Zbigniew Godlewski, Stanisław Kinelski,
Sławomir Majewski, Andrzej Rodziewicz, PZL Warszawa-Okęcie, WSK PZL Mielec,
WSK PZL Świdnik

Projekt graficzny i redakcja techniczna

Bożena Widłaszevska

Korekta

Małgorzata Haze

ISBN 978-83-89744-88-3

Przygotowanie do druku

PRACOWNIA C&C, www.pracowniacc.pl

Druk i oprawa

Zakład Poligraficzny OVERPRINT

Spis treści

| | |
|---|-----|
| Wstęp | 7 |
| 1. Historia stosowania zabiegów agrolotniczych w leśnictwie ROBERT ROWIŃSKI | 9 |
| 2. Statki powietrzne stosowane w zabiegach agrolotniczych ROBERT ROWIŃSKI | 19 |
| 3. Zalety i wady zabiegów agrolotniczych ROBERT ROWIŃSKI | 37 |
| 4. Teoretyczne podstawy zabiegów agrolotniczych ROBERT ROWIŃSKI | 39 |
| 5. Warunki wykonywania zabiegów agrolotniczych ROBERT ROWIŃSKI | 43 |
| 6. Zasady stosowania środków ochrony roślin w ochronie lasu BARBARA GŁOWACKA | 49 |
| 7. Insektycydy stosowane w zabiegach agrolotniczych BARBARA GŁOWACKA | 55 |
| 8. Bezpieczna praca ze środkami ochrony roślin BARBARA GŁOWACKA | 61 |
| 9. Zasady zamawiania usług agrolotniczych w lasach ALDONA PERLIŃSKA | 65 |
| 10. Prace przygotowawcze przed wykonaniem zabiegów agrolotniczych ANDRZEJ RODZIEWICZ | 71 |
| 11. Lądowiska dla statków powietrznych wykonujących zabiegi agrolotnicze SŁAWOMIR MAJEWSKI | 81 |
| 12. Wyznaczanie i oznakowanie pól zabiegowych SŁAWOMIR MAJEWSKI | 91 |
| 13. Organizacja zabiegów agrolotniczych SŁAWOMIR MAJEWSKI | 101 |
| 14. Regulacje prawne dotyczące zabiegów agrolotniczych ELŻBIETA ZALEWSKA | 119 |
| 15. Literatura uzupełniająca | 123 |
| 16. Załączniki | 127 |



Kabina samolotu M-18 Dromader (fot. S. Majewski)

Wstęp

Agrolotnictwo, ze względu na częste gradacje szkodliwych owadów i konieczność ich zwalczania na rozległych obszarach leśnych, odgrywa niezmiernie ważną rolę w ochronie lasu w Polsce. Na szczególne zagrożenie lasów przez owady liściożerne składa się wiele przyczyn, w tym:

- specyficzne warunki klimatyczne, charakteryzujące się dużą zmiennością czynników meteorologicznych, które powodują zakłócenia w rozwoju drzew i drzewostanów oraz zaburzenia związków zachodzących między szkodnikami a ich naturalnymi wrogami;
- skład gatunkowy drzewostanów, z wyraźną przewagą sosny i świerka, z którymi związane są liczne gatunki szkodliwych owadów, wykazujących skłonności do masowych pojawów;
- struktura ekosystemów leśnych, tworzących w wielu przypadkach jednogatunkowe i równowiekowe drzewostany, podatne na uszkodzenia przez czynniki biotyczne i abiotyczne.

Dane historyczne świadczą o ogromnych szkodach, jakie w przeszłości owady liściożerne powodowały w lasach. Między innymi w latach pięćdziesiątych XIX w. na terenach obecnej Warmii i Mazur rozwinęła się na 400 tys. ha powierzchni leśnej gradacja brudnicy mniszki, wskutek czego przymusowo pozyskano wiele milionów metrów sześciennych drewna. Pamiętna gradacja strzygoni choinówki w latach 1922–1924 objęła w Europie ponad 500 tys. ha drzewostanów sosnowych, w tym ponad 200 tys. ha w Polsce, z czego znaczną część (Bory Tucholskie, Puszcza Notecka) wycięto. Zrozumiałe więc, że gdy tylko pojawiły się możliwości wykorzystania samolotów w ochronie lasu, w Polsce już w roku 1925 wykonano pierwszy lotniczy zabieg zwalczania owadów liściożernych.

Praktyczne wykorzystanie samolotów na dużą skalę do zwalczania szkodliwych owadów leśnych w naszym kraju datuje się od późnych lat czterdziestych minionego wieku, kiedy to po II wojnie światowej w borach sosnowych Górnego Śląska rozwinęła się gradacja osnu gwiazdzistej. Przeprowadzono wówczas na powierzchni około 20 tys. ha opylły zagrożonych drzewostanów preparatem Arsopul,

zawierającym środek owadobójczy w postaci arsenianu wapnia. Ze względu na wysoką toksyczność związków arsenu dla kręgowców szybko zostały one w zabiegach agrolotniczych zastąpione, początkowo przez węglowodory chlorowane i insektycydy fosforoorganiczne (Lasochron, Mgławik), a następnie przez pyretroidy (Ambusz, Decis, Fastac), inhibitory syntezy chityny (Dimilin, Nomolt, Rimon) oraz środki biologiczne (Bactospeine, Ecotech, Foray). Szacuje się, że ogólna powierzchnia lasów opryskanych w latach 1948–2007 przez statki powietrzne (samoloty i śmigłowce) przeciwko najgroźniejszym owadom leśnym, takim jak brudnica mniszka, barczatka sosnowka, osnuja gwiaździsta, boreczniki i strzygonia choinówka, sięga 8 mln ha. Dzięki tym zabiegom, po roku 1945, mimo kilkakrotnych gradacji szkodliwych owadów obejmujących ogromne obszary, nie zaistniała konieczność wycinania zniszczonych drzewostanów na taką skalę jak w przeszłości. Należy przy tym przypomnieć, że zabiegi redukcji populacji owadów liściożernych przy użyciu statków powietrznych wykonuje się tylko w sytuacjach, gdy liczebność larw wskazuje na zagrożenie trwałości lasu.

Zaletą zabiegów agrolotniczych jest możliwość wykonywania oprysków ultrasonooobjętościowych (ULV) przy użyciu aparatury Micronair, stosowanej na samolotach, lub atomizerów o napędzie elektrycznym, montowanych na śmigłowcach. Dzięki temu na hektar powierzchni zużywa się 2–3 l cieczy, która – rozpylona w postaci kropeł o średnicy 50–150 μm – w większości pozostaje w koronach opryskiwanych drzew.

W ostatnich okresie Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej, uznając konieczność zmniejszenia w Europie zagrożeń związanych ze stosowaniem środków ochrony roślin, zaproponowały strategię zmierzającą m.in. do zakazu wykonywania oprysków z powietrza w krajach członkowskich Unii. Jednakże w sytuacji, kiedy podstawowym sposobem ochrony rozległych kompleksów leśnych przed szkodliwymi owadami liściożernymi, nie tylko w Polsce, są opryski lotnicze, nie wydaje się możliwa całkowita rezygnacja z tej formy zabiegów.

Oddawany do rąk Czytelników poradnik jest wynikiem pracy Autorów, od lat głęboko zaangażowanych w sprawy ochrony lasu i agrolotnictwa, którzy zechcieli podzielić się swoją wiedzą i doświadczeniem, z nadzieją, że okażą się one interesujące i przydatne dla wszystkich, którym nie jest obojętny stan naszych lasów.

Chciałabym wyrazić w tym miejscu podziękowanie Współautorom za Ich trud i wytrwałość, a także Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i Centrum Informacyjnemu Lasów Państwowych, bez których pomocy i poparcia finansowego opracowanie poradnika nie doszłoby do skutku.

BARBARA GŁOWACKA

Warszawa, styczeń 2009 r.

1. Historia stosowania zabiegów agrolotniczych w leśnictwie

1.1. Narodziny agrolotnictwa

Zastosowanie lotnictwa w gospodarce rolnej oraz w leśnictwie określane jest popularnie jako „agrolotnictwo”. Termin ten jednak istotnie zawęża zakres pojęcia tego rodzaju lotnictwa tylko do usług na rzecz rolnictwa, dlatego P.H. Southwell w 1975 r. zaproponował inne, bardziej precyzyjne określenie – „biolotnictwo”, zdefiniowane jako „zastosowanie różnych rodzajów lotnictwa do rozwoju pożytecznych organizmów żywych na Ziemi”.

Powstanie oraz początki praktycznego zastosowania lotnictwa w ochronie roślin wiążą się z leśnictwem. Za narodziny tej nowej dziedziny techniki i wiedzy uznaje się zgłoszenie przez Alfreda Zimmermanna, nadleśniczego z Detershagen k. Burg-Magdeburga, Świadcstwa Patentowego nr 247028, klasa 45K, grupa 4 „Metody niszczenia brudnicy mniszki i innych szkodników lasów poprzez opylanie drzew cieciami i substancjami suchymi niszczącymi szkodniki”, opatentowanego następnie w 1911 r. przez Cesarski Urząd Patentowy Rzeszy Niemieckiej (ryc. 1). Świadcstwo zawierało następujące zastrzeżenia patentowe:

1. Metoda niszczenia brudnicy mniszki i innych szkodników lasów poprzez natryskiwanie drzew cieciami lub materiałami suchymi niszczącymi szkodniki polega na tym, że mgiełkowe opylanie następuje z pojazdu powietrznego, krążącego ponad starym drzewostanem.

2. Metoda, według zastrzeżenia nr 1, charakteryzuje się tym, że gondola pojazdu powietrznego oprócz pojemników na ciecz ma również urządzenie spryskujące, które poruszane jest przez silnik napędzający śmigło.

Zabiegi zwalczania owadów w Niemczech rozpoczęto w roku 1924 w związku z wystąpieniem w północnych landach silnej gradacji strzygoni choinówki w borach sosnowych. Stosowano samoloty Fokker F-3. Pozytywne rezultaty pierwszej próby skłoniły do kontynuacji zabiegów w roku następnym na powierzchni 240 ha w Nadleśnictwie Bisental, po zmodyfikowaniu do tego celu samolotów Fokker F-2, Fokker F-3 i Junkers. W 1928 r. przeprowadzono już w Niemczech zabiegi ochrony lasów na powierzchni 25 tys. ha, wykonując 4 tys. lotów. Powołano również specjalną sekcję lotniczą do zwalczania owadów.

AfEP-L

Deutsche Demokratische Republik
Amt für Erfindung- und Patentwesen
Archiv - Erfindung- und Patentsache

Kl. 45k Gr. 9168

IPK. 101 m

KAISERLICHES PATENTAMT.



PATENTSCHRIFT

№ 247028

KLASSE 45k. GRUPPE 4.



AUSGEBEN DEN 17. MAI 1912.

ALFRED ZIMMERMANN IN DETERSHAGEN B. BURG-MAGDEBURG.

Verfahren zur Vernichtung der Nonnenraupe und anderer Waldschädlinge durch Bestäuben der Bäume mit die Schädlinge vernichtenden Flüssigkeiten oder Trockenstoffen.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 29. März 1911 ab.

Der Schaden, den die Nonnenraupe in den europäischen Nadelholzwäldern anrichtet, ist sehr bedeutend. Die bisher zur Vernichtung der Nonnenraupe vorgeschlagenen und angewendeten Mittel haben sich als unzulänglich erwiesen. Insbesondere war mit dem Fangen der Schmetterlinge durch elektrische Scheinwerfer, Sammeln der Eier und Raupen, oder dem Leimen der Stämme kein nennenswerter Erfolg zu erzielen. Dagegen konnte man Unterholz und Kulturen durch Bespritzen mit Kalklösung oder anderen Mitteln, die auf die Schädlinge als Gifte wirken, wirksam schützen.

Nach vorliegender Erfindung sollen nun auch die Altbestände und Stangenhölzer durch Bespritzen mit solchen Lösungen geschützt werden. Ein Besprengen der oft bis 35 m hohen Bäume von unten ist aber praktisch ausgeschlossen. Nach der Erfindung soll daher das Besprengen der Bäume von oben, und zwar unter Verwendung eines Luftfahrzeuges erfolgen, von dem aus die Baumkronen mit dem Kalkwasser o. dgl. bestäubt werden.

Zur Ausführung des Verfahrens ist kein Luftfahrzeug besonderer oder kostspieliger Bauart erforderlich, da dasselbe nur bei ruhigem Wetter verwendet wird und nur eine sehr mäßige Fahrgeschwindigkeit zu besitzen und keine bedeutenden Höhen zu erreichen braucht.

Die die Nonnenraupe vernichtende Flüssigkeit kann in besonderen Behältern in der Gondel des Luftfahrzeuges untergebracht sein. Die Behälter sind zweckmäßig mit Zerstäubern versehen, durch die die Flüssigkeit nebelartig über größere Flächen der Baumkronen sich verteilen läßt. Diese Zerstäuber können so eingerichtet sein, daß sie von dem die Propeller des Luftfahrzeuges antreibenden Motor aus bewegt werden, oder daß die Zerstäubung durch den eigenen Druck der zu zerstäubenden Stoffe erfolgt.

Auf diese Weise lassen sich in verhältnismäßig kurzer Zeit große Flächen von Altbeständen usw. wirksam behandeln.

Es lassen sich die Baumkronen nicht nur mit Flüssigkeiten besprühen, sondern auch mit trockenen Stoffen bestäuben, welche die Schädlinge entweder unmittelbar oder nach Aufnahme des Stoffes in die Verdauungsorgane töten.

Die Art der Ausführung des Luftfahrzeuges sowie der Zerstäubungsvorrichtungen kann eine beliebige sein.

PATENT-ANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Vernichtung der Nonnenraupe und anderer Waldschädlinge durch Bestäuben der Bäume mit die Schädlinge vernichtenden Flüssigkeiten oder Trockenstoffen, dadurch gekennzeichnet, daß die nebelartige Bestäubung von einem über dem Altbestand usw. kreuzenden Luftfahrzeug aus erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gondel des Luftfahrzeuges außer dem die Flüssigkeit aufnehmenden Behälter Zerstäubungsvorrichtungen aufweist, die von dem Motor der Propeller in Tätigkeit gesetzt werden.

W Rosji pierwsze propozycje wykorzystania samolotów w rolnictwie pojawiły się już w 1913 r., natomiast początki zabiegów lotniczych sięgają roku 1922, kiedy to za Uralem, w okolicach Chołdyńska, przeprowadzono zwalczanie szarańczy. Owad ten był przez wiele lat głównym szkodnikiem, do którego niszczenia wykorzystywano lotnictwo. Zabiegi w leśnictwie rozpoczęto w 1925 r., zwalczając w Dagestanie szkodniki na obszarze około 10 tys. ha. W roku 1931 na Ukrainie zwalczano strzygonię choinówkę. Wykonawcy zabiegów zwracali uwagę na „zły stan techniczny sprzętu, powodujący częste awarie, oraz brak części zamiennych”.

W Kanadzie po raz pierwszy użyto samolotów w roku 1919 do rejestracji i inventaryzowania obszarów leśnych. W kolejnych latach wykonywano loty rozpoznawcze w celu ustalenia stanu zdrowotności lasów i powierzchni uszkodzeń, określanych na podstawie rejestracji zmiany barwy drzewostanu, wywołanej usychaniem igliwia jodeł. W latach 1922–1923 przeprowadzono regularne zabiegi zwalczania owadów, stosując arsenian ołowiu. Do rozpylania tego środka konstruowano specjalną aparaturę. W roku 1926 prowadzono również w Kanadzie lotniczą ochronę sadów brzoskwiniowych (300 tys. drzew), plantacji orzecha włoskiego i amerykańskiego oraz cytrusów.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki pierwszy zabieg lotniczy w leśnictwie wykonano w 1921 r. w stanie Ohio, gdzie zwalczano gąsienice nieznanego w Europie gatunku *Ceratonia catalpae* Brd. w lesie liściastym *Catalpa sphinx*. Na powierzchni 2,4 ha, w sześciu przelotach samolotem Curtiss Jn-6, rozpylono 79,4 kg arsenianu ołowiu. Zabieg ten, prawdopodobnie dlatego, że został dokładnie opisany w czasopiśmie „National Geographic Magazine”, jest uznawany przez wielu autorów różnych publikacji za pierwszy w historii agrolotnictwa. W kolejnych latach regularnie wykorzystywano samoloty w lasach, fotografując ogniska szkodników i zniszczonych drzewostanów. Mimo trudności technicznych, związanych głównie z awaryjnością samolotów, zastosowanie lotnictwa w rolnictwie i leśnictwie rozwijało się bardzo szybko.

W latach 1922–1924 wystąpiła w Polsce, na Pomorzu i w Wielkopolsce, bardzo silna gradacja strzygoni choinówki, która opanowała powierzchnię 200 tys. ha lasów, czyli jedną trzecią ówczesnej powierzchni Lasów Państwowych w tym rejonie. Ponadto drzewostany zostały zaatakowane również przez brudnicę mniszkę i barczatkę sosnowkę. W tej sytuacji z inicjatywą zastosowania samolotów do zwalczania szkodników lasów wystąpiły Towarzystwo Ochrony Przeciwgazowej (TOP) i Wojskowy Instytut Gazowy (WIG). W WIG opracowano projekt i wykonano aparaturę opylającą, którą zamontowano i wypróbowano w Centralnych Warsztatach Lotniczych (CWL) w Warszawie. Kierownikiem naukowym przedsięwzięcia był prof. Zygmunt Mokrzecki. Pierwszy zabieg w lasach, jednocześnie pierwszy zabieg lotniczy w Polsce, przeprowadzono 10 czerwca 1925 r. w Nadleśnictwie Mścin (według innych autorów – w Nadleśnictwie Uście), w pobliżu Nowego Miasta Lubawskiego. Do zwalczania brudnicy mniszki zastosowano arsenian wapnia, rozpylony na powierzchni 21,3 ha samolotem Potez XV A2 (ryc. 2). W lipcu, w tym samym nadleśnictwie, ale na niewielkim obszarze ponowiono zabieg, wykorzystując do tego celu samolot Breguet XIV A2, który miał lepsze właściwości lotne (stateczność) i udźwig 100 kg chemikaliów. Oba zabiegi dały bardzo pozytywny skutek biologiczny. Próby wykonane w roku 1925 miały charakter ba-



Ryc. 2. Samolot Potez XV A2 (www.airwar.ru)

dawczy i udowodniły celowość stosowania lotnictwa do zwalczania szkodników leśnych, zwłaszcza na terenach trudno dostępnych dla sprzętu naziemnego.

Tabela 1.

Dane techniczne samolotów wykorzystywanych w polskim agrolotnictwie przed 1939 r.

| Parametry / jednostki | Potez XV A2 | Breguet XIV A2 | Farman F.68 |
|---------------------------------------|-------------|----------------|-------------|
| Geometryczne: | | | |
| – rozpiętość / m | 12,7 | 14,4 | 26,5 |
| – długość / m | 8,7 | 9,0 | 14,8 |
| – szerokość / m | 3,2 | 3,3 | 4,9 |
| – powierzchnia nośna / m ² | 46,0 | 49,0 | 161,0 |
| Masa: | | | |
| – startowa / kg | 1950 | 1546 | 5160 |
| – własna / kg | 1487 | 1020 | 3100 |
| – użyteczna / kg | 463 | 526 | 2060 |
| Osiągi: | | | |
| – prędkość maks. / km/h | 202 | 178 | 154 |
| – prędkość przelotowa / km/h | 170 | 130 | 120 |
| – pułap / m | 6000 | 6100 | 4200 |
| Napęd: | | | |
| – typ silnika | LD | Renault | GR Jupiter |
| – moc / kW | 294 | 220 | 309 |



Ryc. 3. Puszcza Niepołomicka, rok 1943. Akcja zwalczania osmii gwiazdистой z użyciem preparatów zawierających arsen
(http://www.laspolski.net.pl/article.php?story=trucie_19_2005)

Latem 1927 r. barczatka sosnówka zaatakowała koło Włocławka lasy na obszarze około 3 tys. ha, powodując całkowite zniszczenie drzewostanu na powierzchni ponad 600 ha. W celu zwalczania szkodnika Warszawska Dyrekcja Lasów Państwowych (WDLP), przy współdziałaniu Wolnej Wszechnicy Polskiej (WWP) i WIG, zaplanowała szeroką akcję z wykorzystaniem lotnictwa. Podczas zabiegu przeprowadzonego w dniach 24–27 października 1927 r. samolotem Farman F.68 Goliath opylono Esturmitem (11–12-procentowy bezwodnik kwasu arsenowego) 43 ha lasu, stosując średnią dawkę 38 kg/ha. Opył, z powodu trudności technicznych i organizacyjnych przeprowadzony dopiero późną jesienią, nie mógł dać zadowalających skutków biologicznych, został więc potraktowany jako próba przed planowanymi zabiegami w roku następnym. Mimo że w 1928 r. przedstawiciele Ministerstwa Rolnictwa i WDLP zrezygnowali z dalszych opylów, przeprowadzone zabiegi były znaczącym doświadczeniem i umożliwiły sformułowanie zaleceń technicznych i organizacyjnych dla tego typu akcji.

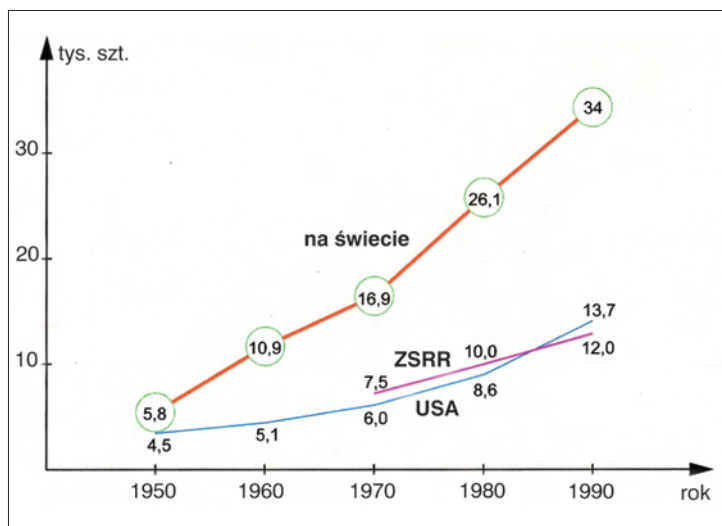
1.2. Rozwój agrolotnictwa po II wojnie światowej

1.2.1. Świat

W drugiej połowie lat czterdziestych ubiegłego wieku – w związku ze zniszczeniem rolnictwa i infrastruktury w wyniku zawieruchy wojennej oraz z głodem panującym w wielu państwach Europy, a także z fatalnym stanem zdrowotnym lasów – nastąpił bardzo szybki rozwój agrolotnictwa. Korzystano z dużych ilości pozostającego po wojnie sprzętu lotniczego, przystosowywanego do zabiegów. Dotyczyło to zarówno małych samolotów, np. Piper-Cub, jak i dużych – komunikacyjnych. W roku 1948, najpierw w Anglii, a następnie w USA, wprowadzono do zabiegów agrolotniczych śmigłowce.

Ze względu na bezpieczeństwo personelu latającego oraz konieczność ograniczenia zagrożeń związanych ze znoszeniem rozprzestrzenianych środków, w latach sześćdziesiątych XX wieku rozpoczęto budowę samolotów rolniczych tzw. II generacji. Dotychczas stosowany system budowy samolotów agrolotniczych, w których zbiornik na chemikalia znajdował się w kabinie pasażerskiej (silnik – kabina pilota – zbiornik na chemikalia) zastąpiono konstrukcjami ze zbiornikiem na chemikalia umiejscowionym przed kabiną pilota (silnik – zbiornik na chemikalia – kabina pilota). Znaczącą rolę odegrał w tym polski przemysł lotniczy, opracowując i produkując samoloty M-18 Dromader oraz PZL-106 Kruk. Do tej grupy należał również samolot M-15 Belphegor, opracowany wspólnie z konstruktorami radzieckimi i produkowany dla ZSRR. Był to pierwszy samolot rolniczy, do którego napędu zastosowano dwuprzepływowy silnik odrzutowy.

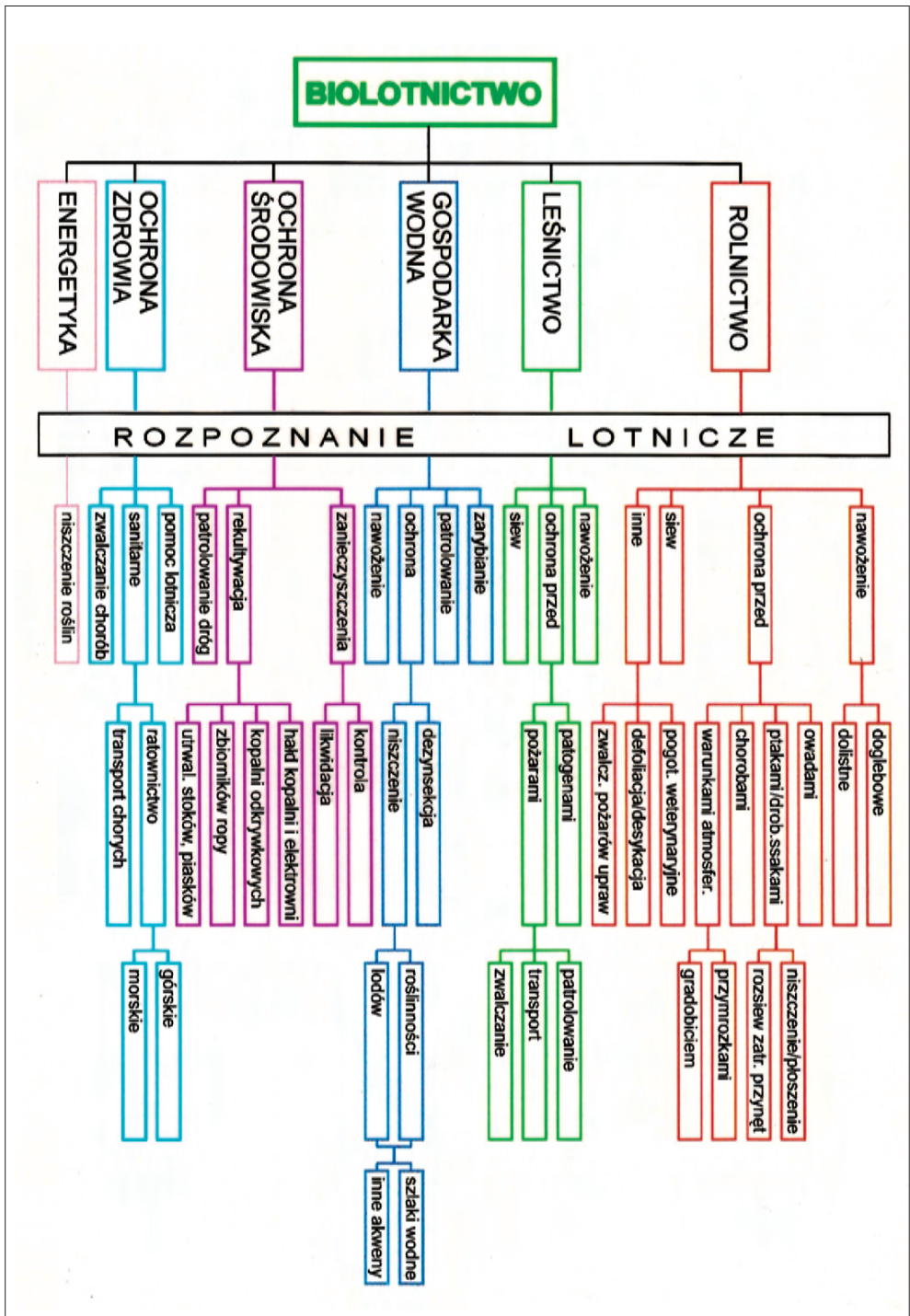
Światowy rozwój zabiegów agrolotniczych w latach 1950–1990 przedstawiono na ryc. 4. Zwraca uwagę szybki wzrost liczebności stosowanego sprzętu lotniczego.



Ryc. 4. Liczebność statków powietrznych wykorzystywanych w zabiegach w latach 1950–1990

Główną rolę w tej dziedzinie odgrywały USA i ZSRR. Dostępne dane nie podają jednak, jaki był w tych zabiegach udział oprysków wykonanych w leśnictwie.

Jednocześnie zaczął się znacznie rozszerzać obszar zastosowań lotnictwa (ryc. 5); dziś obejmuje ono nie tylko takie działy gospodarki, jak rolnictwo i leśnictwo, ale także ochronę zdrowia, ochronę śro-



Ryc. 5. Systemowy podział biolotnictwa



Ryc. 6. Opylanie lasu zagrożonego przez osnuję gwiazdzistą

W tym czasie zabiegi agrolotnicze na rzecz leśnictwa wykonywał personel Polskich Linii Lotniczych LOT, korzystając z własnego sprzętu. W miarę rozwoju usług lotniczych na rzecz rolnictwa, przeprowadzanie zabiegów w leśnictwie stopniowo zaczęło przejmować specjalistyczne firmy.

Od tamtego czasu samoloty, a od roku 1971 również śmigłowce, były w Polsce co roku wykorzystywane w ochronie lasu do zwalczania szkodników pierwotnych. Do lat 70. stosowano głównie preparaty oparte na DDT i HCH, następnie, po wycofaniu z użycia chlorowanych węglowodorów, owady zwalczano przy użyciu pyretroidów, związków benzoilomocznikowych i bakterii *Bacillus thuringiensis*.

Powierzchnie zabiegów, zależne od nasilenia występowania szkodników, przedstawiono w tabelach A1 i A2 załącznika 1.

dowiska, gospodarkę wodną i energetykę. Według ekspertów, można wyróżnić około 150 rodzajów zabiegów lotniczych.

1.2.2. Polska

Po wojnie w lasach Śląska rozwinęła się silna gradacja osnuj gwiazdzistej. W latach 1946–1947, oprócz naziemnych opylów zagrożonych drzewostanów (ryc. 6), wykonano pierwsze lotnicze zabiegi zwalczania osnuj, początkowo na niewielkich powierzchniach (100 i 70 ha). W maju 1948 r. zastosowano w akcji osiem samolotów komunikacyjnych Li-2¹, w których – w kabinie pasażerskiej – zamontowano zbiorniki na 2000 kg preparatu oraz urządzenia rozpylające, napędzane siłą ludzkich mięśni, a także małe samoloty CSS-13 i Piper-Cub. W zabiegach opylania 19 tys. ha lasu zastosowano arsenian wapnia w dawce 20–25 kg/ha².

¹ Produkowany w ZSRR na amerykańskiej licencji samolotu Douglas DC-3 Dakota.

² Szczegółowy opis tamtej akcji znaleźć można w książce Witolda Koehlera „Skrzydła nad lasem”.

Tabela 2.
Powierzchnia zabiegów w latach 1978–1984

| Rok | Powierzchnia zabiegów | | |
|------|-----------------------|-----------|-----------|
| | samoloty | śmigłowce | razem |
| 1978 | 46 940 | – | 46 940 |
| 1979 | 189 750 | 660 | 190 410 |
| 1980 | 475 000 | 18 280 | 493 280 |
| 1981 | 1 691 200 | 100 650 | 1 791 820 |
| 1982 | 2 367 470 | 164 000 | 2 531 470 |
| 1983 | 1 606 000 | 155 960 | 1 761 960 |
| 1984 | 139 000 | 19 760 | 149 760 |

Za największą akcją agrolotnictwa w leśnictwie polskim należy uznać zwalczanie brudnicy mniszki w latach 1978–1984, głównie w północno-zachodniej części Polski. Łączna powierzchnia wykonanych w tym okresie zabiegów wyniosła około 7 mln ha (tab. 2). W celu przeprowadzenia w ciągu kilku tygodni oprysków na ogromnych obszarach, w nie zawsze korzystnych warunkach meteorologicznych, niezbędne było zapewnienie odpowiedniej liczby rolniczych statków powietrznych (RSP) i aparatury agrolotniczej oraz paliwa i olejów, preparatów chemicznych, personelu lotniczego i naziemnego, lądowisk i urzędzeń do załadunku.

W tabeli 3 przedstawiono zestawienie samolotów i śmigłowców, wyposażonych w rozpylacze obrotowe (atomizery) lub rozpylacze ciśnieniowe, użytych do zwalczania brudnicy mniszki podczas wspomnianej gradacji.

Kolejnym istotnym zastosowaniem lotnictwa w gospodarce leśnej, poza zwalczaniem szkodników liściożernych, było nawożenie drzewostanów. Tego typu zabiegi w minionym okresie prowadzono na szeroką skalę na podstawie wyników badań wskazujących, że nawożenie drzew leśnych podnosi ich zdrowotność i zwiększa przyrost masy drewna. Obok nawożenia fosforowego, azotowego i potasowego istotne znaczenie dla lasów mają zabiegi wapnowania. Wapnowanie nadal jest wykonywane w wielu krajach w celu przeciwdziałania szkodliwemu wpływowi na lasy zanieczyszczeń przemysłowych i komunikacyjnych, jednak wymóg aplikowania nawozów w wysokich dawkach (2,5–3,5 t/ha) i konieczność stosowa-

Tabela 3.
Liczebność RSP stosowanych w akcjach w latach 1978–1984

| Rok | Samoloty | Śmigłowce | Razem |
|------|----------|-----------|-------|
| 1978 | 14* | – | 14 |
| 1979 | 20* | 1 | 21 |
| 1980 | 55 | 6 | 61 |
| 1981 | 126 | 16 | 142 |
| 1982 | 160 | 21 | 181 |
| 1983 | 121 | 19 | 140 |
| 1984 | 11 | 6 | 17 |

* włącznie z samolotami stosowanymi do nawożenia.

Tabela 4.
Nawożenie lasów

| | 1967 | 1968 | 1970 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| Razem (tys. ha) | 0,649 | 0,260 | 6,804 | 170,75 | 183,8 | 152,7 | 153,9 | 116,7 | 1,9 |

nia RSP o dużym udźwigu środków chemicznych powodują, że agrolotnicze zabiegi nawożenia są ekonomicznie mało opłacalne.

Lotnicze zabiegi nawożenia drzew leśnych rozpoczęto w Polsce w 1967 r. i prowadzono do roku 1980. W tabeli 4 przedstawiono wielkość powierzchni leśnej podanej takim zabiegom w poszczególnych latach.

2. Statki powietrzne stosowane w zabiegach agrolotniczych

2.1. Historia polskich konstrukcji

2.1.1. WSK PZL Warszawa-Okęcie

Zarówno w Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego PZL Warszawa-Okęcie (WSK PZL Warszawa-Okęcie), jak i w Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego w Mielcu (WSK Mielec) prowadzono prace konstrukcyjne i produkowano samoloty w wersjach rolniczych do zabiegów w rolnictwie i leśnictwie lub samoloty przeznaczone wyłącznie do tych działań. Z kolei w Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego w Świdniku (WSK Świdnik) produkowano śmigłowce oraz przeznaczoną dla nich aparaturę agrolotniczą.

W WSK PZL Warszawa-Okęcie pierwsze konstrukcje aparatury agrolotniczej przeznaczonej do zwalczania szkodników w lasach wykonano w 1948 r. dla samolotu komunikacyjnego Li-2. W latach 1949–1950 na zamówienie Ministerstwa Rolnictwa opracowywano aparaturę do samolotów Po-2 i CSS-13³ do wysiewu chemikaliów. Łącznie zbudowano pięć samolotów rolniczych Po-2 i trzydzieści trzy samoloty CSS-13.

W latach 50. minionego wieku przy współpracy z konstruktorami radzieckimi opracowano rolniczą wersję samolotu Jak 12. Wyposażona była w dwa typy aparatury: do wysiewu materiałów sypkich i opryskiwania cieczami.

Bardzo daleko idącą modernizacją samolotu Jak 12, przeprowadzoną w końcu lat 50. ubiegłego stulecia, był samolot PZL-101 Gawron (ryc. 7). Praktycznie powstał nowy samolot wielozadaniowy, przeznaczony również do prac w rolnictwie i leśnictwie. W zależności od zamówienia był wyposażany w trzy typy aparatury agrolotniczej:

- do wysiewu materiałów sypkich,
- do opryskiwania cieczami wodnymi,
- do opryskiwania cieczami olejowymi.

Również wielozadaniowy samolot PZL-104 Wilga miał opracowaną w 1962 r. wersję rolniczą z aparaturą do wysiewu materiałów sypkich i aparaturą do oprys-

³ Produkowany w Polsce na rosyjskiej licencji samolot Po-2, popularny „kukuruźnik”.



*Ryc. 7. Samolot PZL-101 Gawron z aparaturą do opryskiwania
(fot. PZL Warszawa-Okęcie)*



*Ryc. 8. Samolot wielozadaniowy PZL-104 Wilga w wersji rolniczej
(fot. PZL Warszawa-Okęcie)*



Ryc. 9. Samolot PZL-106 Kruk (fot. PZL Warszawa-Okęcie)

kiwania cieczami na bazie wodnej i olejowej (ryc. 8). Wersja cieczowa, ponownie opracowana w 1975 r., oparta na samolocie Wilga 35R, umożliwiała aplikację ULV za pomocą atomizerów AU-3000 firmy Micronair.

W latach 1963–1965 prowadzono prace nad samolotem PZL-105 Pelikan, o udźwigu 1,2–1,5 t, który miał zastąpić samolot An-2. Opracowano dokumentację konstrukcyjną, wykonano makietę samolotu i przystąpiono do wykonawstwa prototypów, jednak ze względu na brak zainteresowania samolotem ze strony radzieckiej, prace przerwano.

Na początku lat 70. XX w. opracowano samolot II generacji PZL-106 Kruk (ryc. 9), przeznaczony wyłącznie do zabiegów agrolotniczych. Samolot był wyposażony w kilka typów aparatury agrolotniczej:

- do rozsiewania materiałów sypkich,
- do średnio- i grubokroplistego opryskiwania substancjami na bazie wodnej i olejowej,
- do drobnokroplistego opryskiwania środkami na bazie wodnej,
- do ochrony przeciwpożarowej.

Konstrukcja samolotu i aparatura agrolotnicza były wielokrotnie udoskonalane. Łącznie do końca roku 2000 wyprodukowano 263 samoloty, z czego 132 wyeksportowano.



Ryc. 10. Odrzutowy samolot rolniczy PZL M-15 Belphegor

2.1.2. WSK Mielec

W 1969 r. przy współpracy z Instytutem Lotnictwa rozpoczęto prace nad samolotem M-14. Miał to być nowoczesny samolot rolniczy II generacji, zastępujący An-2, przeznaczony głównie dla Związku Radzieckiego. Projekt wstępny ukończono w 1970 r. i przystąpiono do sporządzania dokumentacji technicznej. W związku z propozycją opracowywania samolotu rolniczego wspólnie z konstruktorami radzieckimi według projektu radzieckiego, prace nad M-14 przerwano. W latach 70. skonstruowany został wspólnie przez zespół polski i radziecki samolot M-15 Belphegor do zabiegów w rolnictwie i leśnictwie, napędzany silnikiem odrzutowym, o udźwigu 2200 kg chemikaliów (ryc. 10). Samolot pomyślnie przeszedł próby w ZSRR i w 1976 r. został skierowany do produkcji seryjnej. Zakończono ją w 1981 r. Samolot umożliwiał:

- rozprzestrzenianie nawozów mineralnych (granulowanych, pylistych, krystalicznych) oraz siew nasion,
- opryskiwanie rozpylaczami ciśnieniowymi w dwóch wariantach – dużymi i średnimi dawkami,
- opryski ULV aparaturą atomizerową,
- zabiegi przeciwpożarowe.

W latach 70. minionego wieku rozpoczęto prace projektowe nad nową konstrukcją II generacji, oznaczoną symbolem M-18 Dromader. Ten rolniczy i gaśniczy samolot zyskał międzynarodowe uznanie i doczekał się kilku wersji: M-18A, M-18B, M-18BS. Na jego podstawie skonstruowano również prototypy: M-21 Dromader Mini, M-24 Dromader Super i M-25 Dromader Mikro, tworzące tzw. Rodzinę Dromaderów, jednakże prace nad nimi zostały na różnych etapach przerwane – nie doprowadzono do uruchomienia seryjnej produkcji.

Kolejnymi projektami samolotów rolniczych, przeznaczonych do zabiegów w ZSRR, były M-30 i AnM-1. Ze względu na brak wyraźnego zainteresowania strony radzieckiej, prace nad nimi również przerwano.

2.1.3. WSK Świdnik

W roku 1954 zapadła decyzja o uruchomieniu w Świdniku produkcji licencyjnej śmigłowca Mi-1 (oznaczenie polskie SM-1). W 1957 r. rozpoczęto jego wytwarzanie, a w roku 1959 – produkcję wersji zmodyfikowanej SM-1 W. Zarówno do pierwszej, jak i drugiej wersji wykonano na podstawie dokumentacji rosyjskiej aparaturę agrolotniczą, umożliwiającą:

- rozprzestrzenianie środków sypkich,
- opryskiwanie cieczami na bazie wodnej i olejowej.

2.2. Statki powietrzne stosowane obecnie w leśnictwie

2.2.1. Antonow An-2R (Antek)

An-2R (ryc. 11) jest rolniczą wersją wielozadaniowego samolotu, wyprodukowanego w największej liczbie na świecie. Twórcą samolotu był rosyjski konstruktor Oleg Antonow, który opracował go w roku 1947 na zamówienie radzieckiego Ministerstwa Rolnictwa. An-2 cechuje się prostotą i niezawodnością konstrukcji, dobrymi własnościami pilotażowymi i odpornością na trudy eksploatacji w warunkach polowych.

W roku 1960 w Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego w Mielcu rozpoczęto licencyjną produkcję tego typu samolotów. Do zakończenia produkcji w styczniu 2002 r. zakład w Mielcu wyprodukował 11 915 samolotów, z czego 10 605 wyeksportowano do ZSRR, 842 – do innych krajów, a 468 użytkowano w Polsce.

Krótki opis konstrukcji samolotu

Jednosilnikowy dwupłatowiec konstrukcji metalowej, ze skrzydłami i usterzeniem częściowo krytym płótnem. Metalowe zbiorniki paliwa o pojemności 1200 l umieszczone są w górnych skrzydłach. Kadłub konstrukcji półkorupowej o przekroju zbliżonym do prostokątnego, z zaokrąglonymi narożami i bokami. Kabina pilotów z podwójnym układem sterowania. Podwozie stałe z tylnym kółkiem. Silnik gwiazdowy, tłokowy, dziewięciocylindrowy ASz-62IR, o maksymalnej mocy 736 kW (1000 KM). Załoga składa się z pilota i mechanika pokładowego lub dwóch pilotów i mechanika naziemnego.

Opis aparatury agrolotniczej

Aparatura agrolotnicza samolotu An-2R umożliwia:

- wysiew materiałów stałych – nawozów mineralnych, nasion, sadzonek;
- opryskiwanie dawkami małymi (LV), średnimi (MV) i dużymi (HV) przy użyciu rozpylaczy ciśnieniowych;



Ryc. 11. Samolot An-2R (fot. Z. Godlewski)

Tabela 5.
Dane techniczne samolotu An-2R

| Parametry / jednostki | An-2R |
|--|---|
| Geometryczne: – rozpiętość / m – wysokość / m – długość / m – powierzchnia nośna / m ² | 18,18 4,01 12,40 71,53 |
| Pojemności: – zbiorników paliwa / l – zbiornika chemikaliów / l | 1200 1350 |
| Masy: – własna / kg – startowa / kg | 3460 5500 |
| Osiągi: – prędkość przelotowa (z aparaturą agro) / km/h – prędkość robocza / km/h – prędkość przeciągnięcia / km/h – długość rozbiegu/dobieg / m – długość startu/ładowania (15 m) / m – zasięg / km – zużycie paliwa w lotach agro / l | 170–190 150–160 90 200/210 300/330 1390 180–200 |
| Moc silnika / kW | 736 |



Ryc. 12a i 12b.
*Atomizery
 AU-5000
 (fot. B. Głowacka
 i S. Majewski)*

- opryskiwanie dawkami ULV rozpylaczami obrotowymi – atomizerami (ryc. 12a i 12b).

Niektóre samoloty An-2R mają specjalną dennicę ppoż., umożliwiającą tworzenie pasów zaporowych z piany gaśniczej.

Wyposażenie agrolotnicze składa się z zamocowanego na stałe, laminatowego zbiornika oraz osprzętu wymiennego, dostosowanego do poszczególnych rodzajów zabiegów:

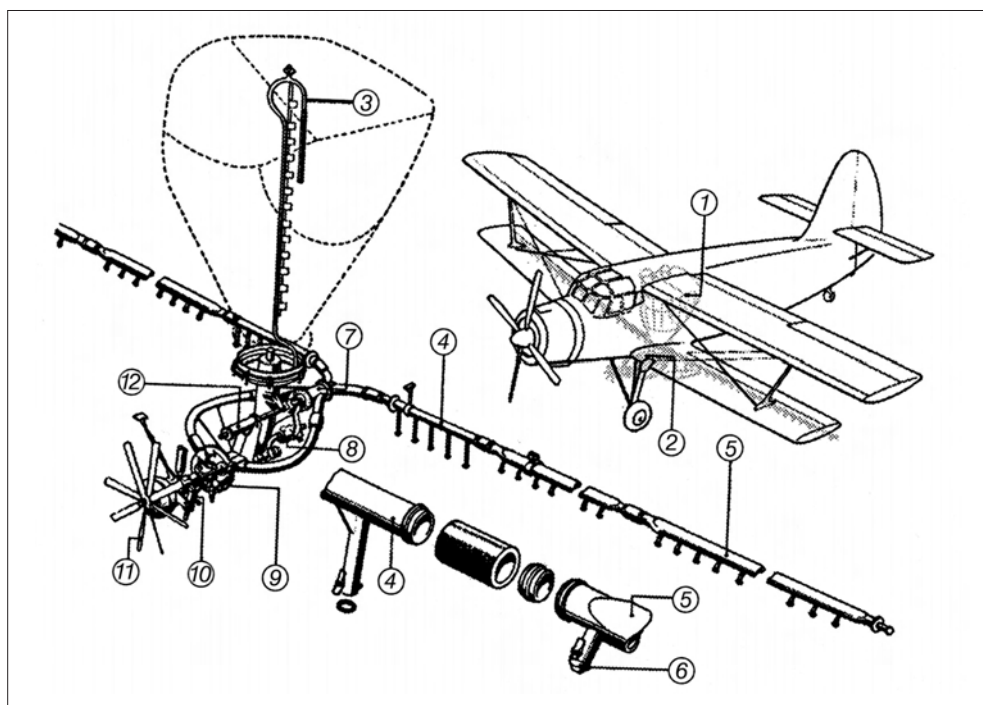
- aparatura do wysiewu nawozów i siewu nasion jest wyposażona w rozsiewacz tunelowy RTSz-1M. Składa się on z dozownika, zasuwki zamykającej, trzykanałowego rozsiewacza tunelowego;

- aparatura do opryskiwania składa się z zespołu pompującego, z odśrodkową pompą napędzaną wiatrakiem, zaworu pneumatycznego pozwalającego na regulację wydatku cieczy z kabiny pilota oraz rur opryskowych podkadłubowych i podskrzydłowych, umożliwiających montaż do 96 rozpylaczy różnych typów i rozmiarów;
- w wypadku wykonywania zabiegów ultraniskoobjętościowych (ULV), na tych samych rurach opryskowych montuje się 10 atomizerów Micronair AU-5000 z napędem mechanicznym (wiatrakowym). Napór powietrza wytworzony prędkością lotu powoduje obroty wiatraków napędzających atomizery. Skok łopat wiatraka jest nastawialny, w ten sposób reguluje się prędkość obrotową atomizera, która decyduje o wielkości kropeł. W przewodzie zasilania atomizera umieszczono filtr z wymiennalnym wkładem siatkowym o różnej gęstości oczek. Natężenie wypływu chemikaliów reguluje się za pomocą dozowników umieszczonych na każdym atomizerze oraz zmiany ciśnienia przez ustawienie zaworu kulowego, sterowanego z kabiny pilota. Ponadto każdy atomizer jest wyposażony w hamulec hydrauliczny, również sterowany z kabiny pilota, pozwalający na przerwanie pracy w dowolnej chwili, aby nie nastąpiło rozkręcenie się atomizera (wejście na tzw. nadobroty) przy braku cieczy w układzie. Zainstalowany przepływomierz pozwala na bieżącą kontrolę natężenia przepływu cieczy roboczej (wydatku), a drukarka umożliwi po zakończeniu lotu wydrukowanie raportu, zawierającego podstawowe parametry zabiegu⁴.

Tabela 6.
Charakterystyka aparatury agrolotniczej samolotu An-2R

| Parametry / jednostki | | An-2R | |
|--|------------------------|---|--------------------------------|
| Ładunek chemikaliów (maks.) / kg | | 1600 | |
| Pojemność zbiornika na chemikalia / l | | 1350 | |
| Prędkość robocza / km/h | | 150–160 | |
| Czas nawrotu / s | | 30–100 | |
| Czas zrzutu awaryjnego (sypkie/ciekłe) / s | | brak zrzutu | |
| Aparatura rozsiewająca | | natężenie wysypu / kg/s szerokość robocza / m | 5,5–68,0 18–28 |
| Aparatura opryskująca | rozpylacze ciśnieniowe | rozpiętość rur z rozpylaczami / m natężenie wypływu / dm ³ /s dawka cieczy / l/ha szerokość robocza / m | 14,5 do 18,5 25–75 40 |
| | atomizery AU-5000 | liczba atomizerów / szt. natężenie wypływu / dm ³ /s dawka cieczy / l/ha szerokość robocza / m | 10 do 4,0 2–12 40 |

⁴ Aparatura atomizerowa Micronair AU-5000 jest również montowana na samolotach M-18 Dromader.



Ryc. 13. Samolot An-2R – schemat aparatury do zabiegów opryskiwania.

1 – zbiornik, 2 – zespół pompujący, 3 – hydromieszalnik, 4 – podkadłubowa rura z rozpylaczami, 5 – podskrzydłowe rury z rozpylaczami, 6 – rozpylacz, 7 – korpus zaworu ejektora odsysającego, 8 – siłownik pneumatyczny sterowania zaworem głównym, 9 – pompa odśrodkowa, 10 – siłownik sterowania, 11 – wiatrak napędzający pompę, 12 – siłownik sterowania
(rys. WSK PZL Mielec)

W kabine samolotu instalowany jest system GPS Agro, umożliwiający utrzymanie toru lotu z dokładnością do ± 1 m.

Schemat aparatury opryskowej ULV zamontowanej na samolocie An-2R przedstawia ryc. 13.

2.2.2. M-18 Dromader

Krótki opis konstrukcji samolotu

Znaczny wzrost eksportu zabiegów agrolotniczych wykonywanych na świecie przez Zakład Usług Agrolotniczych WSK PZL Warszawa-Okęcie oraz brak na rynku światowym samolotów o dużym udźwigu chemikaliów skierował zainteresowanie WSK Mielec w kierunku budowy nowego samolotu rolniczego II generacji, który znalazłby rynek zbytu w krajach zachodnich.

W roku 1975 r. we współpracy z firmą Rockwell International uruchomiono w WSK Mielec program budowy nowoczesnego samolotu rolniczego, który otrzymał oznaczenia M-18 (ryc. 14a). Pierwszy lot prototypu samolotu odbył się w 1976 r. Produkcję seryjną uruchomiono w 1979 r. i do 2000 r. wyprodukowano 716 samo-



Ryc. 14a. Samolot M-18 Dromader (fot. D. Bartczak)

lotów, z których 628 (88%) wyeksportowano. Samolot posiada certyfikat w 14 krajach, a w 23 znalazł nabywców.

M-18 to jednosilnikowy dolnopłat metalowy, z elementami z tworzyw sztucznych. Skrzydło dwudźwigarowe, wolnonośne, wyposażone w kłapy i lotki. Kadłub – kratownica spawana z rur chromo-molibdenowych z przestrzenią na zbiornik chemikaliów, niestanowiący elementu nośnego konstrukcji. Kadłub kryty blachą duralową i laminatem szklano-epoksydowym. Podwozie główne stałe, wolnonośne, z tylnym kółkiem. Kabina jest wyodrębnionym, wyniesionym w górę zespołem, umieszczonym za silnikiem i zbiornikiem na chemikalia, co zapewnia dobrą widoczność i stanowi mniejsze zagrożenie dla pilota w razie wypadku. Silnik gwiazdowy, tłokowy, dziewięciocylindrowy ASz-62IR, o maksymalnej mocy 736 kW (1000 KM), taki jak w samolocie An-2. Załoga składa się z pilota, obsługę sprawuje mechanik naziemny, który podczas przebazowania może lecieć w małej kabince umieszczonej za kabiną pilota.

Opis aparatury agrolotniczej

Aparatura agrolotnicza samolotu M-18 Dromader umożliwia:

- wysiew materiałów stałych – nawozów mineralnych, nasion, sadzonek;
- opryskiwanie dawkami małymi (LV), średnimi (MV) i dużymi (HV) przy użyciu rozpylaczy ciśnieniowych;

Tabela 7.
Dane techniczne samolotu M-18 Dromader

| Parametry / jednostki | M-18 |
|---|---|
| Geometryczne: – rozpiętość / m – wysokość / m – długość / m – powierzchnia nośna / m ² | 17,70 9,47 3,70 40 |
| Pojemność: – zbiorników paliwa / l – zbiornika chemikaliów / l | 726 2500 |
| Masy: – startowa / kg – własna / kg | 5300 2650 |
| Osiągi: – prędkość przelotowa (z ap. agro) / km/h – prędkość robocza / km/h – prędkość przeciągnięcia / km/h – długość rozbiegu/dobieg / m – długość startu/ładowania / m – zasięg / km – zużycie paliwa w lotach agro / l/h | 180 170–180 109 240/190 480/435 520 170–190 |
| Moc silnika / kW | 736 |

- opryskiwanie dawkami ULV rozpylaczami obrotowymi (atomizerami);
- rekultywację gruntów metodą awiahydroobsiewu;
- ochronę przeciwpożarową poprzez kładzenie pasów zaporowych albo zrzuty wody lub innych środków gaśniczych w formie bomby wodnej (ryc. 14b).

Agrolotnicze wyposażenie operacyjne składa się z ośmiu różnych rodzajów aparatury sterowanej mechanicznie lub elektrohydraulicznie, z koszami wysypowymi uniwersalnymi lub tylko do chemikaliów sypkich, z możliwością szybkiego zrzutu awaryjnego ładunku. W samolocie można zainstalować wyłącznie aparaturę do cieczy, co zapewnia obniżenie oporów aerodynamicznych (płaska dennica). Do zespołów na stałe umieszczonych na płatowcu należą: laminatowy zbiornik na chemikalia, który w wersji cieczowej ma zamontowane przegrody przeciwfalowe, rura wyrównująca ciśnienie w zbiorniku, rura załadowcza z zaworem, elementy sterowania aparaturą, wskaźnik poziomu chemikaliów, elementy układu pomiarowego ciśnienia wytwarzanego przez pompę. Osprzęt wymienny montowany jest w zależności od planowanych rodzajów zabiegów.

- W wypadku wysiewu środków sypkich, w dolnej części zbiornika znajduje się kosz wysypowy, wyposażony w klapę dozującą. Środki ze zbiornika opadają grawitacyjnie do kosza wysypowego, a następnie przez klapę dozującą – do rozsiewacza aerodynamicznego, skąd – porywane strumieniem powietrza – przez kanały rozsiewacza są rozprzestrzeniane na zewnątrz. Regulacja natężenia wysypu chemikaliów lub innego stosowanego czynnika odbywa się za pomocą dźwigni z kabiny pilota przez odpowiednie otwarcie klapy dozującej kosza wysypo-



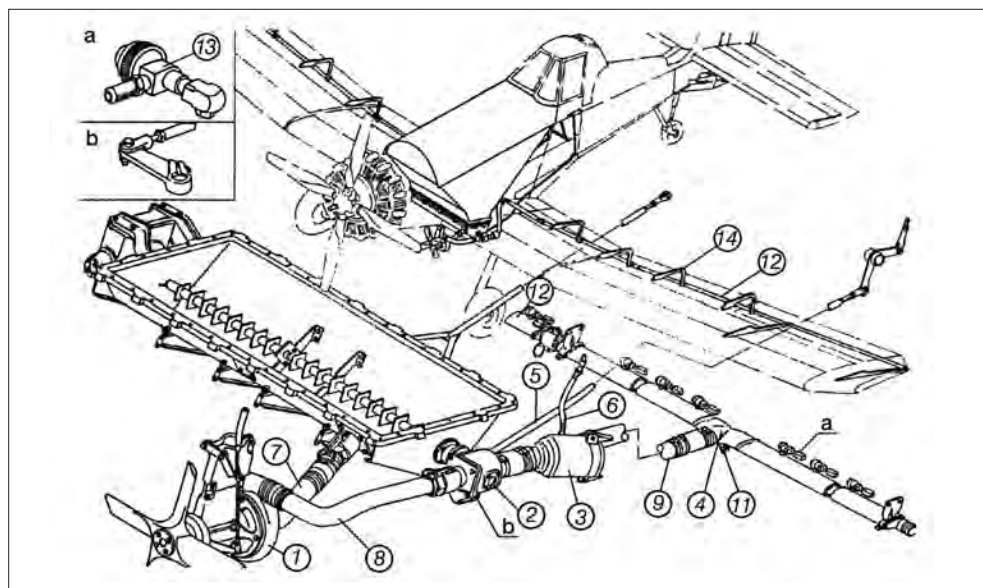
Ryc. 14b. Wersja gaśnicza samolotu M-18 Dromader (fot. Aerogryf)

wego. W sytuacjach awaryjnych konstrukcja umożliwia bardzo szybkie opróżnienie zbiornika przez całkowite otwarcie kłapy dozującej dźwignią z kabiny pilota.

- W skład aparatury cieczowej do zabiegu opryskiwania, oprócz zespołów stałych, wchodzi: zespół pompujący, złożony z wiatraka napędowego, hamulca, pompy odśrodkowej, obwodu instalacji cieczowej, umożliwiającej przez zawór kulowy przepływ cieczy do rur i rozpylaczy lub z powrotem do zbiornika (tzw. mały obieg), oraz zespół rur cieczowych z rozpylaczami (maks. 120). W trakcie zabiegu chemikalia kierowane są króćcem wylotowym do pompy, a potem tłoczone przewodem przez zawór kulowy, filtr i trójnik do rur cieczowych i rozpylaczy. W czasie przelotu, przy zamkniętym zaworze kulowym ciecz jest kierowana

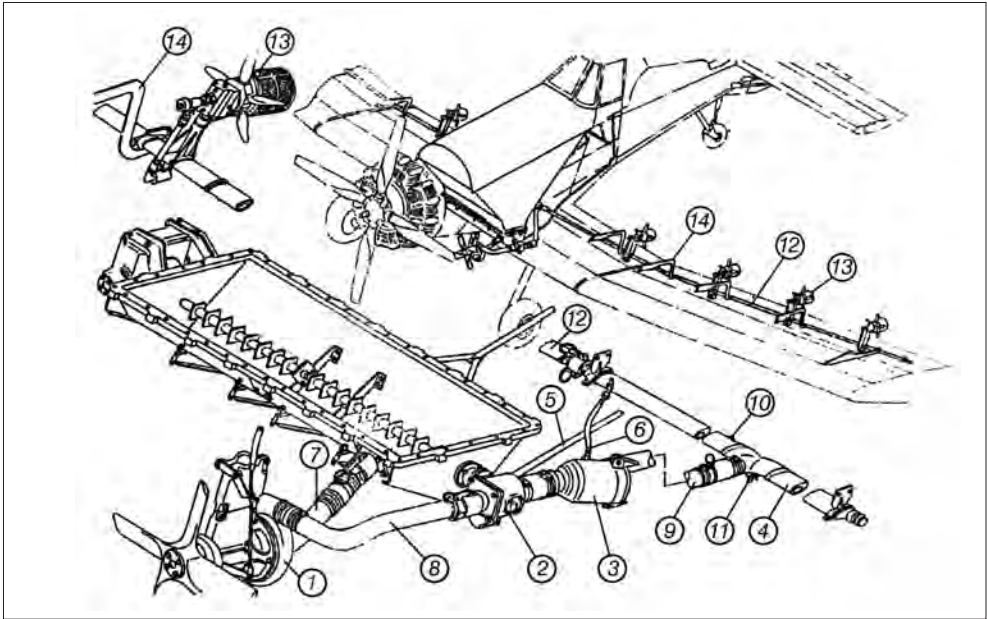
Tabela 8.
Dane techniczne aparatury agrolotniczej samolotu M-18 Dromader

| Parametry / jednostki | Dane |
|--|---|
| Samolotu: – maks. masa chemikaliów / kg – zakres prędkości roboczych / km/h – czas nawrotu / s – czas zrzutu awaryjnego (sypkie/ciekłe) / s | 1900–2200 170–180 60–100 10,5/2 |
| Zabiegi nawożenia: – natężenie wysypu / kg/s – szerokość robocza / m – wysokość lotu roboczego / m | 5–65 10–25 15–20 |
| Zabiegi ochrony: Rozpylacze ciśnieniowe: – natężenie wypływu / l/s – maks. liczba rozpylaczy / szt. – rozpiętość rur z rozpylaczami / m – dawka cieczy / l/ha – szerokość robocza / m Rozpylacze obrotowe: – natężenie wypływu / l/s – dawka cieczy / l/ha – szerokość robocza / m | 0,4–18,0 120 17,5 25–75 40 ≤ 3,7 2–12 40 |



Ryc. 15. Samolot M-18 Dromader – schemat aparatury do zabiegów opryskiwania z rozpylaczami ciśnieniowymi.

1 – aparat pompujący, 2 – zawór kulowy, 3 – filtr ciekowy, 4 – trójnik,
 5 – popychacz sterowania zaworem kulowym, 6 – przewód pomiaru ciśnienia cieczy,
 7 – łącznik pompa-kosz, 8 – przewód pompa-zawór, 9 – przewód filtr-trójnik, 10 – rozpylacze na trójniku,
 11 – kran zlewu chemikaliów, 12 – zespół rur cieczowych, 13 – rozpylacz, 14 – wsporniki zawieszenia rur
 (rys. WSK PZL Mielec)



Ryc. 16. Samolot M-18 Dromader – schemat aparatury do zabiegów opryskiwania z rozpylaczami obrotowymi (atomizerami).

1 – agregat pompujący, 2 – zawór kulowy, 3 – filtr cieczowy, 4 – trójnik, 5 – popychacz sterowania zaworem kulowym, 6 – przewód pomiaru ciśnienia cieczy, 7 – łącznik pompa-kosz, 8 – przewód pompa-zawór; 9 – przewód filtr-trójnik, 10 – zaślepki na rozpylaczach na trójniku, 11 – kran zlewu chemikaliów, 12 – zespół rur cieczowych, 13 – atomizery na rurach cieczowych, 14 – wsporniki zawieszenia rur (rys. WSK PZL Mielec)

z powrotem do zbiornika, co zapewnia ciągle mieszanie cieczy roboczej. Natężenie przepływu chemikaliów (a więc wydatek liczony w l/s i l/ha) regulowane jest zmianą ciśnienia za pomocą dźwigni z kabiny pilota. W większym zakresie można je zmieniać przez zmianę średnic dysz (zmiana skokowa) i liczbę rozpylaczy (zmiana skokowa).

- W wypadku wykonywania zabiegów ultraniskoobjętościowych (ULV), na rurach umieszcza się 10 atomizerów Micronair AU-5000 z napędem mechanicznym (wiatrakowym), opisanych uprzednio w części poświęconej samolotowi An-2R.
- Aparatura przeciwpożarowa umożliwia zrzut wody (z możliwością dodania środka pianotwórczego) w postaci „bomby wodnej” lub pasów zaporowych. Środki gaśnicze tankuje się do zbiornika przez zawór centralnego tankowania, umieszczony z lewej strony kadłuba, lub przez gardziel zalewową zbiornika. Środki gaśnicze zrzuca się za pomocą dźwigni zrzutu awaryjnego, umieszczonej w kabynie pilota.

W kabynie samolotu instalowany jest system GPS Agro, umożliwiający utrzymanie toru lotu z dokładnością do ± 1 m.

Schemat aparatury opryskowej zamontowanej na samolocie M-18 Dromader przedstawiają ryc. 15 i 16.

2.2.3. Śmigłowiec rolniczy Mi-2R

Krótki opis konstrukcji śmigłowca

Śmigłowiec Mi-2 został opracowany w Biurze Konstrukcyjnym Michaiła Mila (ZSRR) w 1960 r. Istniał cały szereg wersji śmigłowca: transportowo-pasażerska (pilot + 8 pasażerów), rolnicza – o udźwigu 700 kg chemikaliów, sanitarna (pilot + 2 chorych + 2 osoby personelu medycznego), wojskowa (uzbrojona w różnego rodzaju broń strzelecką i rakiety).

W roku 1963 podjęto decyzję o produkcji śmigłowca Mi-2, na podstawie dokumentacji radzieckiej, w Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego w Świdniku. Również aparatura agrolotnicza tego śmigłowca powstała w ZSRR i została adaptowana w Instytucie Lotnictwa w Warszawie.

W Świdniku do lat 90. ubiegłego wieku wyprodukowano 5000 śmigłowców Mi-2 (ryc. 17a i 17b), głównie na eksport do ZSRR.

Mi-2 to śmigłowiec konstrukcji klasycznej, jednowirnikowy, z wirnikiem antyrotacyjnym na końcu belki ogonowej. Napęd stanowią dwa silniki turbinowe GTD-350 o mocy 294 kW (400 KM) każdy, zamontowane nad kabiną. Konstrukcja kadłuba półskorupowa. Łopaty wirnika o średnicy 14,50 m, laminatowe. Podwozie trójkołowe. Zasięg 355 km, do dalszych przebazowań stosowane są zbiorniki dodatkowe, zwiększające zasięg do 620 km.

Opis aparatury agrolotniczej

Śmigłowiec Mi-2R, w zależności od aparatury, w jaką jest wyposażony, może wykonywać następujące zabiegi agrolotnicze:

- wysiewanie nawozów granulowanych, pylistych, krystalicznych oraz siew zbóż i sadzonek;

Tabela 9.
Dane techniczne śmigłowca Mi-2R

| Parametry / jednostki | Mi-2R |
|--|-----------------------|
| Geometryczne: – długość / m – wysokość / m – średnica wirnika / m | 17,3 3,75 14,50 |
| Masy: – maksymalna masa startowa / kg – masa własna / kg – maksymalna masa chemikaliów / kg | 3550 2600 450 |
| Pojemności: – zbiorników paliwa / l – zbiorników chemikaliów stałych/ciekłych / l | 600 2X600/2X208 |
| Osiągi: – prędkość przelotowa z aparatura agro / km/h – prędkość robocza / km/h – zasięg / km | 150 30–120 355 |
| Napęd: – silnik turbinowy GTD-350 / kW | 2X294 |

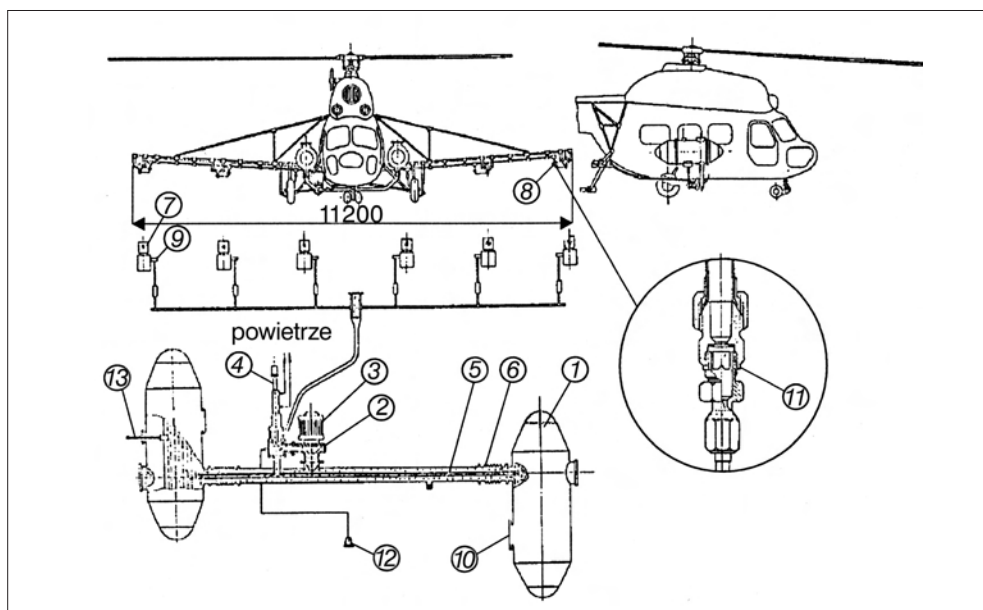
a)



b)



Ryc. 17a i 17b.
*Śmigłowiec Mi-2R,
obok atomizer AR 470.04
(fot. WSK PZL Świdnik
i S. Majewski)*



Ryc. 18. Śmigłowiec Mi-2R – schemat aparatury do zabiegów opryskiwania ULV
1 – zbiornik chemikaliów, **2** – pompa, **3** – silnik napędu pompy, **4** – zawór główny,
5 – przewód wyrównawczo-przelewowy, **6** – worek kompensacyjny, **7** – atomizer;
8 – regulator natężenia wypływu cieczy, **9** – zawór odcinający, **10** – zrzut awaryjny,
11 – końcówka Albus APG-110, **12** – wskaźnik ciśnienia, **13** – wskaźnik poziomu cieczy
(rys. WSK PZL Świdnik)

- opryski małymi (LV), średnimi (MV) i dużymi dawkami (HV) w zakresie oprysków drobno-, średnio- i grubokroplistych, w tym nawozami dolistnymi – na bazie wodnej i olejowej;
- opryski ultraniskoobjętościowe (ULV) opryskiwaczami obrotowymi (atomizernami);

Tabela 10.

Dane techniczne aparatury montowanej na śmigłowcu

| Parametry / jednostki | Rozsiewające | Opryskujące | |
|----------------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | | rozp. ciśn. | atomizery |
| Pojemność zbiorników / l | 2 × 600 | 2 × 600 | 2 × 208 |
| Maks. masa chemikaliów / kg | 700 | 700 | 500 |
| Rozpiętość belki z rozpylaczami: | | | |
| – głównej / m | | 11,2 | 11,2 |
| – ogonowej / m | | 3,8 | |
| Liczba rozpylaczy | | 62 | 6 |
| Natężenia wypływu / kg/s, l/s | 0,8–10,2 | 0,7–8,5 | 0,07–0,28 |
| Zakres dawek / kg/ha, l/ha | 10–328 | 7–102 | 1–5 |
| Szerokość robocza / m | 28 | 30 | 25–30 |

- gaszenie pożarów za pomocą podczepianego pod śmigłowcem zbiornika Bambi-Bucket.

Aparatura do wysiewu środków sypkich składa się z dwóch zbiorników podczepianych z obu stron śmigłowca i nośnika, pod którym znajdują się dwa rozsiewacze odśrodkowe. Rozsiewacz zbudowany jest z gardzieli zsykowej, w której zamocowano uchylne klapy dozujące i zamykające wysyp, oraz stożkowych tarcz rozsiewających, napędzanych silnikiem elektrycznym. Każdy z rozsiewaczy może być sterowany oddzielnie przez pilota zwiększającego lub zmniejszającego wysyp.

Aparatura do opryskiwania rozpylaczami ciśnieniowymi składa się z dwóch zbiorników podczepianych z obu stron śmigłowca. W dolnej części każdego zbiornika znajduje się metalowe okucie do mocowania dennicy i układu przelewowego, łączącego oba zbiorniki oraz układ pompujący. W tylnej części kadłuba podczepiona jest kratownica z mocowanymi do niej rurami o profilu kropłowym, do których wkręcane są rozpylacze ciśnieniowe z indywidualnym odcinaniem cieczy w rozpylaczach.

Aparaturę z rozpylaczami obrotowymi (atomizerami) stanowi taka sama aparatura jak wyżej opisana, ze zmniejszoną objętością zbiorników. Po zablokowaniu miejsc po rozpylaczach ciśnieniowych montuje się sześć rozpylaczy obrotowych o napędzie elektrycznym typu AR 470.04. Możliwy jest inny układ konstrukcyjny, z małogabarytową kratownicą, do której montuje się dwa wysokowydajne atomizery napędzane elektrycznie.

W kabinie śmigłowca zainstalowany jest system GPS Agro, umożliwiający prowadzenie rolniczego statku powietrznego w torze lotu z dokładnością do ± 1 m.

Schemat aparatury opryskowej ULV zamontowanej na śmigłowcu Mi-2 przedstawia ryc. 18.

3. Zalety i wady zabiegów agrolotniczych

3.1. Zalety

3.1.1. Szybkość działania

- Agrolotnictwo pozwala na szybkie dotarcie do miejsca akcji, umożliwiając zwalczanie zagrożeń w początkowej fazie ich rozwoju i ograniczając w ten sposób wielkość strat.
- Umożliwia monitorowanie dużych obszarów i przekaz informacji w krótkim czasie.
- Umożliwia wykonywanie zabiegów na znacznych powierzchniach, co jest szczególnie istotne przy zwalczaniu szkodliwych owadów, np. w lasach.

3.1.2. Skuteczność

- Zabieg przeprowadza się we właściwym terminie agrotechnicznym, zapewniając najwyższą skuteczność środka w zwalczaniu szkodnika.
- Możliwe są zabiegi na terenach niedostępnych lub trudno dostępnych dla sprzętu naziemnego.
- Środek chemiczny wprowadzany jest bezpośrednio w korony drzew, co nie zawsze jest możliwe przy użyciu sprzętu naziemnego.
- Zabieg wykonany za pomocą śmigłowca, dzięki skierowanemu ku dołowi silnemu strumieniowi powietrza, pozwala na bardzo dobre pokrycie spodniej strony blaszek liściowych, co jest niezwykle istotne w zwalczaniu chorób i szkodników, szczególnie w ochronie winorośli, sadów cytrusowych i sadów oliwnych.

3.1.3. Efektywność ekonomiczna

- Szybkość wykonywanych oprysków umożliwia uzyskanie wysokiej wydajności, dochodzącej przy zastosowaniu aparatury atomizerowej do 380 ha/h lotu i 1380 ha w dniu roboczym.
- Pracochłonność, energochłonność i zużycie paliwa w zabiegach agrolotniczych są niższe niż przy wykorzystaniu sprzętu naziemnego.

- Stosowanie techniki agrolotniczej pozwala ograniczyć siłę roboczą i skierować ją do innych prac.

3.2. Wady i ograniczenia

3.2.1. Wady

- Wysokie koszty zakupu sprzętu, leasingu, czarterowania lub innych form wynajmu.
- Wysokie koszty eksploatacji, w tym ubezpieczenia sprzętu i personelu, napraw, części zapasowych i zamiennych, materiałów pędnych.
- Konieczność zapewnienia wysoko kwalifikowanego personelu latającego i naziemnego, konieczność przestrzegania rygorystycznych wymagań dotyczących czasu pracy personelu latającego.
- Konieczność zapewnienia obsługi lądowisk oraz sprzętu do załadunku środków chemicznych. W praktyce zdarzało się, że doloty samolotów, ze względu na brak lądowisk, przekraczały nawet 50 km.
- Konieczność zapewnienia kwater i warunków socjalnych dla personelu, konieczność szkolenia personelu latającego i naziemnego.

3.2.2. Ograniczenia

- Warunki meteorologiczne – silny wiatr, zamglenie, deszcz, intensywna turbulencja występująca na obszarze działania (lądowisko, trasa przelotu, teren zabiegu). Mają one wpływ zarówno na bezpieczeństwo lotu, jak i na jakość przeprowadzanego zabiegu (do rezygnacji z wykonywania go włącznie).
- Duże potencjalne zagrożenie, związane ze znoszeniem rozprzestrzenianego środka poza obszar poddany zabiegowi, powodującym skażenie środowiska (stąd zawarty w ustawie o ochronie roślin zakaz stosowania techniki agrolotniczej do aplikacji wszelkich herbicydów).
- Ukształtowanie terenu; zbocza o większym nachyleniu mogą wykluczać wykonywanie zabiegu „pod stok” (można go przeprowadzać równoległe do stoku).
- Zabiegi w sąsiedztwie cieków i zbiorników wodnych wymagają zachowania znacznej ostrożności.
- Niebezpieczeństwo stanowią przeszkody terenowe w postaci wież przekaźnikowych i linii energetycznych.

Mimo tych wad i ograniczeń w stosowaniu techniki agrolotniczej przeważają zalety.

4. Teoretyczne podstawy zabiegów agrolotniczych

4.1. Badania naukowe

Zastosowanie na szeroką skalę lotnictwa w ochronie lasu wymagało rozwiązania wielu problemów technicznych (takich na przykład, jak określenie optymalnej wysokości i prędkości lotu rolniczych statków powietrznych [RSP] nad obszarami leśnymi), umożliwiających uzyskanie wymaganej wielkości i równomierności oprysku, co z kolei jest warunkiem skuteczności zabiegu przy maksymalnej szerokości roboczej. Istotne było również określenie penetracji oprysku w koronach różnych drzew leśnych (iglastych i liściastych), w zależności od wielkości średniej średnicy kropli podczas oprysku; ważna była także możliwość ilościowych porównań różnych parametrów RSP w celu optymalnego wyboru odpowiedniego statku. Na te czynniki nakładał się również aspekt ekonomiczny, związany z wydajnością zabiegu, wpływający istotnie na koszty akcji. Konieczne było zatem opracowanie metody badań parametrów technicznych i technologicznych zabiegu lotniczego, z uwzględnieniem warunków meteorologicznych oraz zalecanych środków, które zapewniałyby wymaganą jakość – skuteczność biologiczną. Trzeba też było uwzględnić czynnik ekologiczny, tzn. potrzebę ograniczenia zagrożeń związanych ze znośaniem rozprzestrzesianego preparatu na sąsiadujące uprawy, akwenty, tereny rekreacyjne i zurbanizowane. Należało poza tym określić maksymalną szerokość roboczą zabiegu, jako funkcję stosowanej dawki, w zależności od prędkości roboczej, wysokości lotu, zastosowanego rolniczego statku powietrznego, zamontowanej na nim aparatury (np. rozpylaczy ciśnieniowych, rozpylaczy obrotowych – atomizerów, rodzaju aparatury do rozprzestrziania nawozów itd.). Wymagało to bardzo szerokiego zakresu eksperymentów i analiz.

Prowadzone w latach 90. ubiegłego wieku przez Instytut Agrolotnictwa Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie oraz Instytut Badawczy Leśnictwa w Warszawie prace polegały na analizach opadu cieczy modelowej, aplikowanej na próbники pomiarowe umieszczone na otwartej przestrzeni oraz w różnych partiach koron drzew podczas lotu statku powietrznego z ustalonymi parametrami i przy ustalonych warunkach atmosferycznych. W badaniach wykorzystano fakt, że podczas zabiegu opryskiwania krople osiadają na powierzchni próbników i w czasie

kilku minut wysychają w postaci barwnych śladów, które są analizowane na komputerowym analizatorze obrazu. Wynikiem analizy jest pogrupowany w klasy zbiór śladów kropeł według ich wielkości. Na podstawie eksperymentalnie ustalonych równań przeliczono ślady średnic kropeł na średnice kropli, a otrzymane zbiory kropeł pozwoliły zarówno na przedstawienie ich rozkładów frakcyjnych i skumulowanych, jak i określenie średnich średnic kropeł. Uzyskane wyniki badań dały podstawę do opracowania „Znowelizowanej instrukcji technologicznej zwalczania szkodliwych owadów liściożernych w lasach”, zatwierdzonej w 1995 r. przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych do użytku służbowego.

4.2. Ocena zabiegu

Zabieg lotniczy oceniany jest poprzez określenie wskaźnika struktury, gęstości, pokrycia, stopnia penetracji (stopnia przenikania) i chłonności korony drzewa.

Na podstawie analizy wielkości kropeł określany jest **wskaźnik struktury oprysku**, oznaczający rozkład objętości cieczy na krople pogrupowane w klasy według wielkości. Wskaźnik ten określa się zgodnie z przyjętą klasyfikacją opryskiwania:

- zamgławianie (ULV) – 25 ÷ 125 μm ,
- opryskiwanie drobnokropliste – 50 ÷ 150 μm ,
- opryskiwanie średniokropliste – 100 ÷ 300 μm ,
- opryskiwanie grubokropliste – 200 ÷ 500 μm .

Gęstość oprysku (g) określa liczbę kropeł osiadłych na 1 cm^2 powierzchni podanej zabiegowi (w tym wypadku osiadłych na próbnikach). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dla oprysków atomizerowych do skutecznego zwalczania żerujących larw wynosi ona około 20 kropli/ cm^2 .

Przez **chłonność korony** (C) rozumie się stosunek objętości cieczy osiadłej na wierzchołku drzewa do objętości tej cieczy w 3/4 środkowej sekcji korony drzewa. Chłonność korony oznacza zwielokrotnienie powierzchni koron drzew (powierzchni zabiegu), zależne od ich wysokości, gęstości, ulistnienia. W rolnictwie wskaźnik ten nazywany jest „indeksem liściowym” (*leaf factor*). Stanowi on miarę niezbędnego zwielokrotnienia oprysku w celu uzyskania wymaganej skuteczności biologicznej na danym piętrze korony drzewa. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że jednostkowy wskaźnik chłonności wynosi 0,74 na 1 m korony drzewa. Po określeniu przeciętnej długości korony w drzewostanie można obliczyć chłonność koron.

4.3. Analiza wielkości dawki

W zabiegach agrolotniczych wyjściową wielkością jest dawka techniczna, określona równaniem:

$$D_T = \frac{W_S}{B \cdot V_r} \cdot 10^4 \quad [\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (1)$$

gdzie:

D_T – dawka techniczna [$\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$]

W_S – natężenie przepływu [$\text{dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

B – szerokość robocza [m]

V_r – prędkość robocza RSP [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

Dawka techniczna aplikowanej cieczy, rozpylona w postaci chmury kropeł, podlega wpływom zarówno zaburzeń spowodowanych przelotem statku powietrznego, jak i warunków meteorologicznych panujących na obszarze zabiegu, które wymuszają ruch kropeł (turbulencja), ich znoszenie z wiatrem i parowanie. Na podstawie analizy liczebności i wielkości kropeł cieczy na próbnikach określa się dawkę rzeczywistą (D_R):

$$D_R = \frac{\Pi}{6} \cdot \frac{d_v^3 \cdot N}{f_p \cdot n} \cdot 10^{-6} \quad [\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (2)$$

gdzie:

D_R – dawka rzeczywista [$\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$]

d_v – średnia średnica objętościowa [mm]

N – liczebność całkowita kropeł w próbce

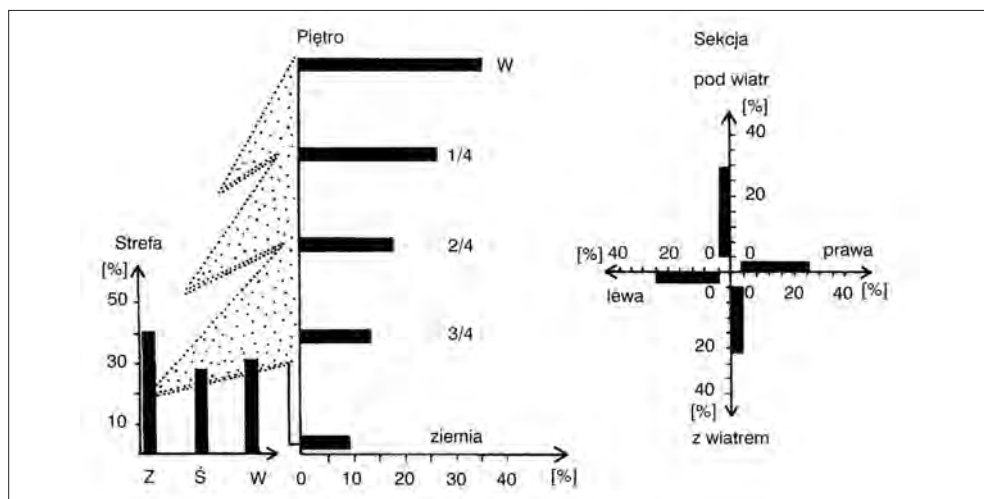
f_p – powierzchnia próbnika [cm^2]

n – liczebność próbników

Stosunek dawki rzeczywistej do dawki technicznej określa tzw. współczynnik osiadania (*recovery factor*):

$$\psi = \frac{D_R}{D_T} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3)$$

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dla oprysków atomizowanych wynosi on około 80%. Na ryc. 19 przedstawiono przykładowe wyniki badań przenikania oprysku przez koronę drzewa.



Ryc. 19. Przykład wyniku badań rozkładu oprysku przez koronę drzewa

Opierając się na powyższym, można określić niezbędną do zabiegu dawkę. Uwzględniając współczynnik osiadania i chłonność korony, otrzymamy:

$$D = \frac{\Pi}{6} \cdot g \cdot d_v^3 \frac{C}{\psi} \quad (4)$$

I ta wartość powinna być równa dawce technicznej.

4.4. Rozkład masy

Rozprzestrzeniany ze statku powietrznego środek (w wypadku oprysków – ciecz użytkowa) nie rozkłada się na powierzchni badawczej równomiernie, gdyż:

- nie jest jednorodny – krople oraz granule nie mają jednej, stałej średnicy, zawierają się w pewnym paśmie, co powoduje, że ich prędkość sedymentacji jest różna;
- warunki meteorologiczne (wiatr, turbulencja, konwekcja) powodują przemieszczanie się cząsteczek preparatu, a proces odparowywania kropeł zwiększa ich podatność na unoszenie;
- zaburzenia za przelatującym statkiem powietrznym dodają prędkości cząstkom i wywołują zmianę trajektorii ich ruchu;
- struktura uprawy poddanej zabiegowi nie jest jednorodna;
- na osiadanie rozprzestrzenianego środka ma wpływ zróżnicowanie przestrzenne terenu (wody, nierówności terenu).

W praktyce do analizy pomiaru rozkładu masy stosuje się metody podobne, jak przy badaniach parametrów zabiegu.

4.5. Równomierność rozkładu

Z punktu widzenia efektu biologicznego i ekonomicznego wskazane jest, aby wymagana osiadająca dawka była wszędzie jednakowa. W badaniach otrzymano rozkłady masy o kształtach przypominających trapez lub trójkąt.

W praktyce wskaźnikiem nierównomierności jest współczynnik zmienności rozkładu (W):

$$W = \frac{S_D}{\bar{D}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (5)$$

gdzie:

S_D – odchylenie standardowe od średniej dawki

\bar{D} – średnia dawka

Wymagania systemu maszyn rolniczych (KWSMR) podają dopuszczalną wielkość współczynnika zmienności:

- dla rozsiewaczy lotniczych – $W \leq 20\%$,
- dla opryskiwaczy lotniczych – $W \leq 25\%$.

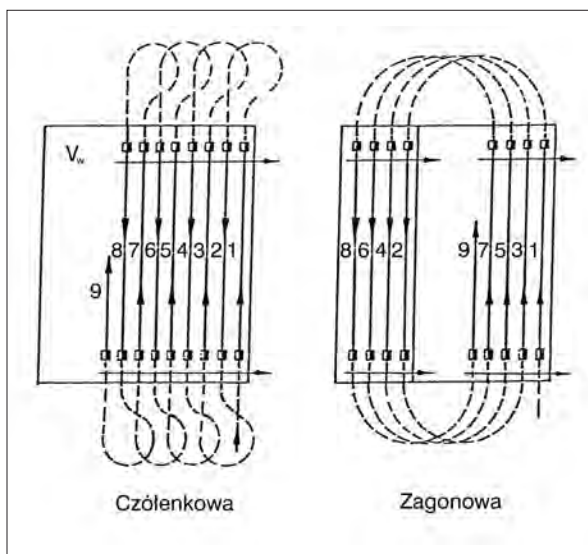
5. Warunki wykonywania zabiegów agrolotniczych

5.1. Uwagi wstępne

Zabieg agrolotniczy jest to zamierzone, celowe działanie, wykonywane na rzecz rolnictwa, leśnictwa lub innych działów gospodarki narodowej przez statek powietrzny lub grupę tych statków w określonym czasie i na wyznaczonym terenie. O jakości zabiegu decyduje jego wykonanie:

- w odpowiednich warunkach meteorologicznych;
- w najkorzystniejszym czasie, gdy aplikowany środek działa najskuteczniej na agrofaga;
- wyznaczoną i równomiernie rozłożoną dawką, przy jednoczesnym zachowaniu wymaganych parametrów technologicznych i minimalizacji zagrożeń dla sąsiadujących obszarów.

W zabiegach lotniczych stosowane są głównie dwie metody zabiegu – czółenkowa i zagonowa (ryc. 20). Pierwsza polega na obróbce kolejnych pasów obszaru poddanego zabiegowi, druga – na obróbce obwodowej⁵.



Ryc. 20. Schemat oprysku metodą czółenkową i zagonową

⁵ Stosowane obecnie systemy GPS Agro pozwalają na wykonywanie zabiegu również według innych schematów, np. rozszerzania (lot po trasie przypominającej spiralę, od środka pola na zewnątrz) lub zwężania (analogicznie, ale od zewnętrznych granic pola do środka).

5.2. Parametry zabiegu

Parametry zlecane przez zamawiającego usługę:

- dawka (l/ha lub kg/ha),
- szerokość robocza,
- średnia średnica kropli.

Parametry wynikające z wielkości określonych w zleceniu (pkt 5.1.):

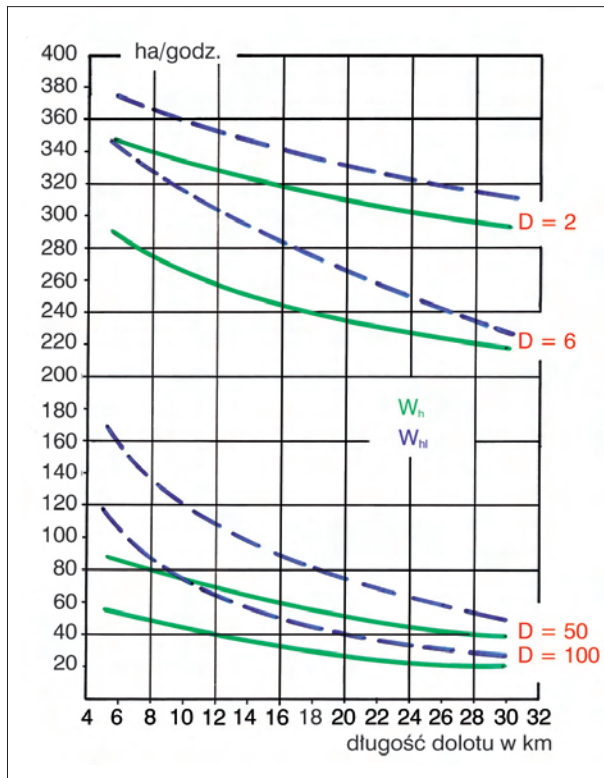
- natężenie wypływu (l/min lub kg/min),
- gęstość oprysku lub/i stopień pokrycia,
- równomierność rozkładu dawki.

Parametry technologiczne, ustalane przez dowódcę statku powietrznego:

- prędkość lotu roboczego,
- wysokość lotu roboczego,
- masa zabieranych środków chemicznych.

Parametry wpływające na ekonomikę zabiegu:

- dawka – im niższa, tym większa wydajność;
- szerokość robocza – wydajność wzrasta wraz ze wzrostem szerokości roboczej;
- prędkość lotu roboczego – zwiększenie prędkości (możliwe tylko w niewielkim zakresie) prowadzi do zwiększenia wydajności, ale wzrastają również koszty (wzrost zużycia paliwa);



- udźwig chemikaliów – zwiększenie udźwigu prowadzi do wzrostu wydajności, ale wymagana jest korelacja z czasem lotu ze względu na zużycie paliwa i normy wykonywania czynności lotniczych;
- promień dolotu – im mniejszy, tym wydajność wyższa. Wpływ tego parametru rośnie w miarę wzrostu aplikowanej dawki (ryc. 21).

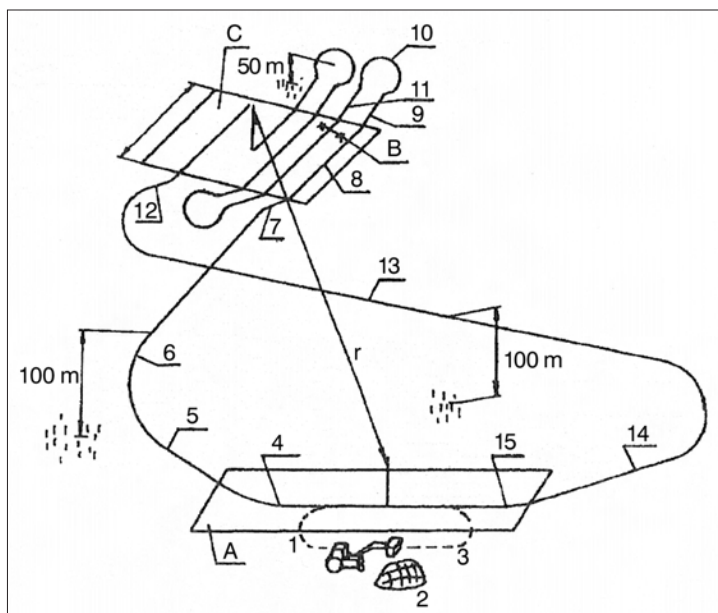
Ryc. 21. Teoretyczna zależność wydajności samolotu An-2R od odległości do lotu z lądowiska i zastosowanej dawki. D – dawka w litrach, W_{hl} – wydajność na godzinę lotu, W_h – wydajność na godzinę pracy ogółem (załadunek preparatu, kołowanie statku powietrznego itp.)

5.3. Agrolotniczy cykl operacyjny

Zabiegi agrolotnicze różnią się od zabiegów wykonywanych sprzętem naziemnym, ponieważ zamykają się w cyklu czynności zwanym „agrolotniczym cyklem operacyjnym”. Cykl ten stanowi zespół następujących po sobie czynności, wykonywanych na ziemi i w locie, związanych z przeprowadzaniem zabiegów, których miarą jest czas ich trwania. Czas całkowity cyklu określa suma czasów składowych, liczona od momentu startu RSP do ponownego jego startu.

Tak rozumiany zespół powtarzających się czynności obejmuje:

1. Podkołowanie do załadunku środków chemicznych.
2. Załadunek środków, tankowanie paliwa, regulację aparatury agrolotniczej i inne czynności powodujące postój statku.
3. Odkołowanie na start.
4. Start.
5. Wznoszenie do wysokości proceduralnej ($H=100$ m).
6. Dolot do pola zabiegowego.
7. Zejście na wysokość lotu roboczego.
8. Lot roboczy.
9. Wznoszenie do wysokości zakrętu proceduralnego ($H=50$ m).
10. Zakręt.
11. Zejście do wysokości lotu roboczego i kolejno wykonywanie czynności 8, 9, 10 i 11, aż do wyczerpania preparatu lub pojawienia się informacji o kończącym się paliwie.
12. Wznoszenie do wysokości proceduralnej.
13. Dolot do lotniska (lądowiska).
14. Zniżanie.
15. Lądowanie.



Ryc. 22. Agrolotniczy cykl operacyjny.
A – lądowisko,
B – szerokość robocza,
C – obszar zabiegu,
r – promień dolotu

Na ryc. 22 przedstawiono schemat agrolotniczego cyklu operacyjnego dla zabiegu jednopolowego, z oznaczeniem czynności, o których mowa powyżej.

5.4. Wpływ warunków meteorologicznych na zabiegi agrolotnicze

5.4.1. Wiadomości ogólne

Warunki meteorologiczne, nie tylko w drzewostanie, ale również na obszarze lądowiska i trasie przelotu, mają istotny wpływ na wykonywane zabiegi, ponieważ determinują:

- bezpieczeństwo lotu,
- jakość wykonywanego zabiegu,
- potencjalne zagrożenie dla środowiska.

W warunkach silnego wiatru, zamglenia, opadów deszczu lub mżawki, silnej turbulencji lub ruchów konwekcyjnych zabieg może być odwołany, a w wypadku jego wykonania może się okazać nieskuteczny. Ponadto wiatr, silna turbulencja, ruchy konwekcyjne mogą spowodować przemieszczenie się chmury kropel cieczy na obszar nie poddawany zabiegowi, co grozi jego skażeniem.

5.4.2. Środowisko atmosferyczne

Loty agrolotnicze odbywają się na małych wysokościach w obszarze zwanym dolną atmosferą o grubości około 1000 m. Dzieli się ona na:

- subwarstwę laminarną o grubości kilku – kilkunastu milimetrów;
- subwarstwę Prandtla (wewnętrzzną warstwę graniczną), zwaną również warstwą przyziemną, o grubości kilkudziesięciu metrów;
- subwarstwę Ekmana (zewnątrzną warstwę graniczną), sięgającą do około 1000 m.

W dolnej atmosferze, poza subwarstwą laminarną, ruch jest zawsze turbulentny, o zmiennym wietrze co do wielkości, kierunku i pulsacji. Obszar ten charakteryzuje się znacznymi dobowymi zmianami temperatury, wilgotności względnej, prędkości wiatru i turbulencji, rozumianej jako ruch (w tym wypadku) powietrza, w którym wszystkie charakteryzujące go wielkości fizyczne wykazują losową zmienność w czasie i przestrzeni.

Powietrze jest złym przewodnikiem ciepła i z tego względu występowanie obok siebie mas powietrza o różnych temperaturach nie powoduje wymiany ciepła między nimi, a jedynie ich wzajemne mieszanie się na skutek różnej gęstości i wiatru. Zaistniałe różnice temperatur prowadzą do zmian ciśnienia atmosferycznego, a gradienty ciśnień – do przemieszczania dużych mas powietrza i związanych z tym zmian pogodowych. Ze względu na losową zmienność wymienionych zjawisk, prognozowanie zmian pogodowych jest niezwykle trudne.

Nagrzewanie się mas powietrza, np. od nagrzanego słońcem terenu piaszczyстого, powoduje obniżenie się ich gęstości i tendencję do ruchu w górę w stosunku do otaczających je warstw. Taki stan określa się brakiem stabilności w atmosferze; wykonany oprysk (zwłaszcza drobnokroplisty) zostanie poderwany i znie-

siony z wiatrem poza obszar zabiegu lub całkowicie odparuje. Dlatego też zabiegi powinny być wykonywane w czasie stabilnych warunków pionowej równowagi atmosfery. Praktyczną miarą tego stanu jest współczynnik stabilności termicznej K_{ST} ⁶, który określa zależność:

$$K_{ST} = 10 \cdot \frac{T_{10} - T_2}{\bar{V}_w}$$

gdzie:

T_{10}, T_2 – temperatura powietrza [K], mierzona na wysokości odpowiednio 10 m i 2 m

\bar{V}_w – średnia prędkość wiatru [$m \cdot s^{-1}$], mierzona na wysokości 5 m

Obok podano stany równowagi atmosfery w zależności od wartości współczynnika stabilności termicznej K_{ST} .

| Stan atmosfery | K_{ST} |
|-----------------|------------|
| Chwiejny | < -0,1 |
| Obojętny | -0,1 ÷ 0,1 |
| Stabilny | 0,1 ÷ 1,2 |
| Bardzo stabilny | > 1,2 |

5.4.3. Środowisko leśne

Obszary leśne, szczególnie duże kompleksy drzewostanów, stwarzają dla przeprowadzanego zabiegu korzystny układ. Zacienione przestrzenie powodują obniżenie temperatury wewnątrz lasu, co pociąga za sobą wchłanianie chmury rozpylonych kropeł i ich penetrację w korony drzew. Zjawisko to zależy od charakterystyki drzewostanu (typu lasu, wysokości drzew, gęstości koron, gleby), a także od warunków meteorologicznych (temperatury, wilgotności względnej, nasłonecznienia i pory dnia).

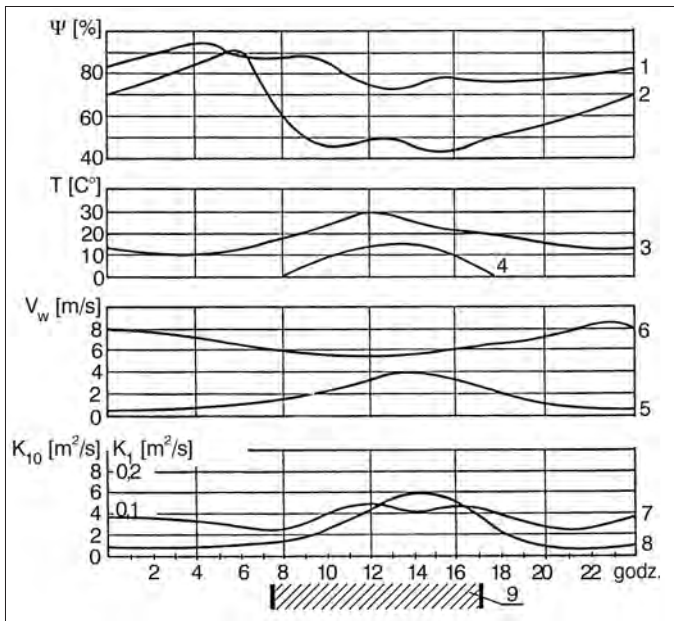
Elementem negatywnym zabiegu nad obszarem leśnym jest zmienność jego wysokości.

5.4.4. Dobowe zmiany warunków atmosferycznych

Codziennie nagrzewanie się i ochładzanie powierzchni Ziemi powoduje dobowe zmiany parametrów charakteryzujących stan dolnej atmosfery. Dotyczy to głównie temperatury, prędkości wiatru, turbulencji i wilgotności względnej powietrza. Zmiany te zależą od pory roku, szerokości geograficznej, wysokości. W odniesieniu do warunków lokalnych – od zachmurzenia, rodzaju pokrycia powierzchni, ukształtowania terenu i wysokości.

Na ryc. 23 przedstawiono przykład dobowych zmian parametrów meteorologicznych. Minimalną wartość temperatury powietrze osiąga podczas wschodu lub zaraz po wschodzie Słońca, natomiast maksymalną – w czasie zrównoważenia się ilości energii cieplnej dostarczanej przez Słońce z radiacyjnym wypromieniowaniem ciepła przez podłoże, tzn. w godzinach 13–15.

⁶ Miarą stabilności termicznej atmosfery jest liczba Richardsona, która fizycznie określa stosunek sił hydrostatycznych do sił wywołujących rozwój ruchów fluktuacyjnych (wywołujących turbulencję).



Ryc. 23. Zmiana warunków meteorologicznych w ciągu doby

Dobowa zmiana temperatury powoduje zmianę wilgotności względnej powietrza, której maksimum przypada na godziny poranne, a minimum – w połowie dnia. Niska poranna temperatura może prowadzić do kondensacji pary wodnej i powstawania mgieł utrudniających lub uniemożliwiających wykonanie zabiegu. Z kolei niska wilgotność względna, w wypadku stosowania środków na bazie wodnej, przyspiesza parowanie kropeł, co prowadzi do zmniejszenia ich średnicy i wzrostu podatności kropeł na znośnienie.

Na przykład przy wilgotności względnej powietrza 90% i temperaturze 15°C w spokojnym powietrzu kropla wody o średnicy 200 μm odparuje zupełnie po przebyciu 253,8 m. Ta sama kropla, w tych samych warunkach, ale przy wilgotności względnej 40%, do całkowitego odparowania wymaga pokonania drogi równej 44,4 m, czyli sześciokrotnie krótszej.

Z ryc. 23 wynika, że istnieją dwa korzystne okresy wykonywania zabiegów lotniczych. Wypadają one: pierwszy – około 3 godzin po wschodzie Słońca, drugi – 2–3 godziny przed jego zachodem.

W wypadku stabilnej atmosfery, niskiej temperatury i wilgotności powietrza powyżej wymaganego minimum (przy pogodzie pochmurnej, ale bezdeszczowej) poranny okres zabiegów może zostać przedłużony.

6. Zasady stosowania środków ochrony roślin w ochronie lasu

Stosowanie środków ochrony roślin w Polsce regulowane jest przepisami ustawy o ochronie roślin z dnia 18 grudnia 2003 r., która dostosowała polskie prawodawstwo do uregulowań prawnych Unii Europejskiej. Warunkiem dopuszczenia danego środka ochrony roślin do obrotu i stosowania jest uzyskanie zezwolenia, czyli tzw. rejestracji. Zezwolenie takie wydaje minister właściwy ds. rolnictwa na podstawie opinii dotyczących skuteczności środka, jego wpływu na zdrowie ludzi i zwierząt oraz na środowisko, opracowywanych przez upoważnione jednostki badawcze. Wymienione postępowanie dotyczy zarówno środków ochrony roślin stosowanych w rolnictwie, sadownictwie i warzywnictwie, jak i w leśnictwie.

Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi wydaje zezwolenie na dopuszczenie środka ochrony roślin do obrotu i stosowania, jeżeli środek:

- zawiera substancję aktywną dopuszczoną przez Komisję Europejską do stosowania w środkach ochrony roślin;
- jest skuteczny w zwalczaniu organizmu szkodliwego;
- nie wykazuje niepożądanego działania na rośliny lub produkty roślinne;
- nie wykazuje zagrożenia dla zdrowia człowieka, zwierząt lub środowiska, a w szczególności wód powierzchniowych, podskórnych i wody przeznaczonej do picia;
- nie wykazuje niepożądanego działania na organizmy, które nie są zwalczane.

W krajach Unii Europejskiej kwestie stosowania pestycydów są obecnie regulowane przez dwa akty prawne:

- Dyrektywę 91/414/EWG, dotyczącą procedur związanych z wprowadzaniem środków ochrony roślin do obrotu. Określa ona warunki oceny zagrożenia związanego z każdą substancją czynną, a także produktów zawierających daną substancję, przed wydaniem zezwolenia na ich stosowanie;
- Rozporządzenie (WE) nr 396/2005, określające najwyższe dopuszczalne poziomy pozostałości (NDP) substancji czynnych w produktach roślinnych i zwierzęcych w celu zmniejszenia zagrożenia dla konsumentów.

Istotną wadą obowiązującego obecnie (2008 r.) prawodawstwa unijnego jest brak ram prawnych regulujących procesy związane z praktycznym stosowaniem pestycydów.

W definicjach i dokumentach związanych z Dyrektywą 91/414/EEC zaleca się respektowanie wskazań „Dobrej praktyki ochrony roślin”, stanowiącej zbiór zasad bezpiecznego postępowania ze środkami ochrony roślin. Zasady te, opracowane przez EPPO (Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin), zalecają, aby przy podejmowaniu decyzji oraz wykonywaniu zabiegów ochrony roślin przestrzegać następujących reguł:

- W pierwszej kolejności stosować profilaktyczne, hodowlane, mechaniczne, biologiczne i inne niechemiczne metody ochrony lasu, a korzystanie ze środków chemicznych ograniczyć do niezbędnego minimum.
- Dobór chemicznych środków ochrony, terminy ich stosowania oraz sposób aplikacji powinien być taki, aby umożliwić jak największą integrację działania z naturalnymi czynnikami oporu środowiska.
- Przy wyborze środków ochrony roślin kierować się bezpieczeństwem ludzi, zwierząt i środowiska. Spośród dozwolonych pestycydów wybierać do zwalczania szkodników środki najbardziej selektywne dla fauny pożytecznej (drapieżców, parazytoidów i owadów zapylających).
- Dobierać optymalne terminy zwalczania szkodników, a zabiegi wykonywać w warunkach meteorologicznych (szczególnie termicznych) najbardziej korzystnych dla skuteczności działania środków ochrony roślin. Dokładnie przygotowywać ilość cieczy użytkowej potrzebnej do wykonania zabiegu na określonej powierzchni. Podczas przygotowywania cieczy użytkowej zwracać uwagę na jakość wody, zwłaszcza jej czystość i odczyn pH. Woda nie może zawierać żadnych zanieczyszczeń chemicznych.
- Zabiegi ochronne roślin wykonywać sprawną technicznie aparaturą, przystosowaną do rodzaju danego zabiegu i gwarantującą jak najmniejsze zanieczyszczenie środowiska (powietrza, gleby, wody, innych roślin).
- Każdorazowo przed otwarciem opakowania (pojemnika) ze środkiem ochrony roślin sprawdzić jego nazwę i zapoznać się dokładnie z etykietą-instrukcją stosowania.
- Zawsze ściśle przestrzegać zaleceń zawartych w treści etykiety-instrukcji stosowania środków ochrony roślin (rodzaj chronionej rośliny, gatunek szkodnika, terminy, objętość cieczy użytkowej).

Z Dyrektywą 91/414/EWG – podstawowym aktem prawnym Unii Europejskiej w zakresie stosowania środków ochrony roślin – związanych jest sześć aneksów. Dla użytkowników szczególnie istotny jest Aneks I, który stanowi wykaz substancji aktywnych dopuszczonych we wszystkich państwach członkowskich do stosowania w postaci różnych formułacji środków ochrony roślin. Wykaz ten na razie (listopad 2008 r.) jest niepełny, ponieważ od kilkunastu lat trwa przedłużający się przegląd, czyli ponowna ocena substancji aktywnych stosowanych w krajach UE. Podstawą włączenia danej substancji aktywnej do Aneksu I jest dostarczenie przez producenta udokumentowanych wyników badań (wykonanych przez upoważnione instytucje), świadczących, że nie wywiera ona ujemnego wpływu na zdrowie ludzi, zwierząt i na środowisko.

W latach 90. ubiegłego wieku stosowano ogółem w Europie ponad 850 substancji o różnej skuteczności działania i różnym stopniu szkodliwości dla ludzi i środowiska. Przewiduje się, że ostatecznie na terenie UE dopuszczonych do obrotu i stosowania pozostanie 200–300 substancji aktywnych. Reszta nie będzie włączona do Aneksu I ze względu na niekorzystny wpływ na ludzi i środowisko. W wielu też przypadkach producenci uznali, że koszty przygotowania wymaganej dokumentacji i wyników specjalistycznych badań znacznie przekraczają przewidywane zyski i zrezygnowali z ubiegania się o wpisanie do Aneksu I rzadziej stosowanych substancji aktywnych. Negatywnym skutkiem przeglądu będzie więc konieczność rezygnacji z substancji stosowanych na niewielkich powierzchniach (plantacje zielarskie) lub w rolnictwie ekologicznym, takich jak wyciąg z czosnku lub ekstrakt z grejpfruta.

Mimo zmniejszenia liczby substancji czynnych obecnych na rynku w ciągu ostatnich 10 lat nie nastąpiło zmniejszenie rzeczywistego zużycia i stosowania pestycydów na obszarze UE. Jednocześnie odsetek próbek żywności i pasz, w których pozostałości pestycydów przekroczyły najwyższe poziomy dozwolone prawem, nie zmniejsza się, lecz utrzymuje na poziomie około 5%, a pewne pestycydy powszechnie występują w środowisku wodnym w stężeniach znacznie przekraczających dozwolone limity. W niektórych państwach członkowskich stosowanie pestycydów ulega zmniejszeniu, natomiast w innych obserwuje się stały wzrost. Takie zróżnicowanie tendencji, świadczące o różnicach w polityce poszczególnych państw członkowskich, uzasadnia podjęcie na poziomie Wspólnoty działań zmierzających do ujednoczenia poziomu ochrony zdrowia ludzkiego i środowiska przed negatywnymi skutkami stosowania pestycydów.

W roku 2002 Parlament Europejski i Rada, przyjmując szósty wspólnotowy program działań (6. EAP) na rzecz środowiska naturalnego, uznały konieczność znaczącego zmniejszenia zagrożeń wynikających ze stosowania środków ochrony roślin i uzupełnienia istniejących regulacji prawnych oraz ich wdrożenia.

W celu rozwiązania problemów wynikających ze stosowania środków ochrony roślin w 2006 r. opracowano i poddano pod dyskusję projekty trzech następujących dokumentów:

- strategii tematycznej w sprawie zrównoważonego stosowania pestycydów;
- projektu rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady, dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin;
- projektu dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady, ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz osiągnięcia zrównoważonego stosowania pestycydów.

Obecnie (listopad 2008 r.) nie zapadły jeszcze decyzje, od kiedy i w jakiej ostatecznej formie dokumenty te zaczną obowiązywać. Zaproponowana strategia tematyczna została ukierunkowana m.in. na:

- zmniejszenie zagrożeń dla zdrowia i środowiska naturalnego, które wynikają ze stosowania pestycydów;
- poprawę kontroli ich dystrybucji i stosowania;
- zmniejszanie poziomu pozostałości szkodliwych substancji czynnych oraz zastępowanie ich przez bezpieczniejsze (również niechemiczne) środki alternatywne;

- zachęcanie do stosowania niskich dawek lub upraw wolnych od pestycydów, między innymi przez zwiększanie świadomości użytkowników i rozważenie możliwości zastosowania instrumentów finansowych;
- stworzenie przejrzystego systemu sprawozdawczości i monitorowania postępu w realizacji celów strategii.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady, dotyczące wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin, zastąpi obowiązującą obecnie Dyrektywę 91/414/EWG. Ma ono na celu wprowadzenie m.in. przepisów regulujących:

- kryteria zatwierdzania substancji czynnych,
- zwiększenie poziomu ochrony zdrowia i ludzi,
- unikanie powtarzania badań na kręgowcach,
- zaostrzenie przepisów dotyczących substancji o niebezpiecznym charakterze,
- wprowadzenie uproszczonej procedury dla substancji i środków ochrony roślin niskiego ryzyka.

Przewiduje się, że na skutek wprowadzenia restrykcyjnych kryteriów rejestracji nowych środków ochrony roślin większość stosowanych obecnie insektycydów i fungicydów przestanie być używana.

Projekt dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady, ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz osiągnięcia zrównoważonego stosowania pestycydów, obejmującej 22 artykuły i dwa załączniki, przewiduje m.in.:

- sporządzenie krajowych planów działania (KPD), określających cele ukierunkowane na zmniejszenie niebezpieczeństw i zagrożeń wynikających ze stosowania pestycydów;
- stworzenie systemu szkoleń i podnoszenia świadomości dystrybutorów i użytkowników pestycydów;
- regularne kontrole sprzętu do stosowania pestycydów;
- szczególne środki ochrony środowiska wodnego przed zanieczyszczeniami przez pestycydy;
- ustalenie obszarów, na których stosowanie pestycydów jest ograniczone, zgodnie z innymi przepisami prawa (takimi, jak ramowa dyrektywa wodna, dyrektywa ptasia, dyrektywa siedliskowa itp.);
- ustanowienie systemu wymiany informacji na rzecz ciągłego rozwoju i ulepszenia wskazówek, praktyk i zaleceń.

Spośród przedstawionych działań pewne obawy budzi artykuł 9, ustanawiający zakaz wykonywania oprysków z powietrza, które w Polsce są podstawową formą ochrony lasu przed szkodliwymi owadami. Przewiduje się wprowadzenie możliwości przyznawania odstępstw (zezwoleń) przez właściwe organy wyznaczone w poszczególnych krajach członkowskich i zgłoszone do Komisji, ale odstępstwo będzie przyznawane tylko wówczas, gdy zostaną spełnione następujące warunki:

- musi wystąpić brak wykonalnych metod alternatywnych lub muszą zaistnieć wyraźne korzyści, polegające na ograniczeniu wpływu oprysków z powietrza na zdrowie i środowisko naturalne w porównaniu z naziemnym stosowaniem pestycydów;
- użyte pestycydy muszą być dopuszczone do stosowania w opryskach z powietrza;
- wykonawca przeprowadzający oprysk z powietrza musi posiadać certyfikat.

Polskie lasy należą w Europie do najbardziej zagrożonych przez szkodliwe owady, występujące w cyklicznych gradacjach obejmujących rozległe kompleksy leśne. Powoduje to konieczność wykonania każdego roku – w ściśle określonym, krótkim terminie – oprysków drzewostanów na powierzchni od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy hektarów. Istnieje obawa, że w wypadku utrudnienia w przyznaniu odstępstwa od zakazu wykonywania oprysków z powietrza i konieczności rezygnacji ze zwalczania najgroźniejszych szkodników liściożernych techniką lotniczą powstaną gołozery i zagrożenie trwałości lasu na dużych obszarach.

Owady zwalczane metodą agrolotniczą



Barczatka sosnowka
(*Dendrolimus pini* L.)
(fot. S. Kinelski)



Poproch cetyniak
(*Bupalus piniarius* L.)
(fot. S. Kinelski)



Strzygonia choinówka
(*Panolis flammea*
Den. et Schiff)
(fot. S. Kinelski)

7. Insektycydy stosowane w zabiegach agrolotniczych

7.1. Uwagi ogólne

Zabiegi agrolotnicze są podstawową formą ochrony lasu przed szkodliwymi owadami liściożernymi. Powierzchnie drzewostanów, objęte co roku opryskami przy użyciu samolotów i śmigłowców, wahają się od kilkunastu tysięcy do niekiedy kilkuset tysięcy hektarów.

W zabiegach agrolotniczych, w celu ograniczania liczebności szkodliwych owadów, stosuje się środki owadobójcze należące do różnych grup chemicznych i charakteryzujące się różnymi sposobami działania. Insektycydy mogą wykazywać działanie kontaktowe (zatrucie owada następuje w wyniku kontaktu powierzchni jego ciała z insektycydem), żołądkowe (do zatrucia owada dochodzi dopiero wówczas, gdy środek dostanie się do przewodu pokarmowego) lub jednocześnie jedno i drugie.

Niektóre insektycydy, naniesione podczas oprysku na liście, mogą pozostawać na powierzchni i wykazywać działanie owadobójcze dopóty, dopóki nie ulegną degradacji lub zmyciu przez opady atmosferyczne. W takim wypadku mamy do czynienia z powierzchniowym działaniem danego środka. Inne insektycydy mogą po zabiegu wnikać na niewielką głębokość w liście roślin i tam ujawnić swe działanie owadobójcze – mówimy wówczas o działaniu wgłębnym środka.

Tabela 1.
Powierzchnia (tys. ha) zwalczania leśnych owadów liściożernych

| | Lata | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Samoloty | 29,2 | 32,1 | 103,4 | 103 | 42,5 | 136,7 | 57,6 | 73,5 | 24,5 | 74,8 | 55,7 |
| Śmigłowce | 25,7 | 18,2 | 27,3 | 29,3 | 13,3 | 18,1 | 31,8 | 21,0 | 4,4 | 5,5 | 3,7 |
| Aparatura naziemna | 0,6 | 0,4 | 0,03 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,7 | 0,5 | 0 | 0,1 |
| Razem | 55,5 | 50,7 | 130,7 | 132,7 | 56,0 | 155,2 | 89,5 | 95,2 | 29,4 | 80,3 | 59,5 |

Istnieją również insektycydy o działaniu układowym, czyli systemicznym. Substancje takie są pobierane przez liście lub korzenie i przemieszczają się z sokami w całej roślinie, docierając do najbardziej odległych miejsc, np. najmłodszych, rozwijających się liści. Należy nadmienić, że możliwe są dwa systemy transportu wewnętrznego w roślinie: przez ksylem, w którym woda i rozpuszczalne w niej substancje są przemieszczane zgodnie z kierunkiem prądu transpiracyjnego (od korzeni do liści), oraz przez floem, w którym asymilaty i inne substancje rozpuszczone w wodzie są przemieszczane w obu kierunkach.

Spośród wielu różnych grup związków chemicznych o właściwościach owadobójczych, w zwalczaniu owadów liściożernych dozwolone jest obecnie w Polsce stosowanie **pyretroidów, związków benzoilomocznikowych i neonikotynoidowych**. W zabiegach agrolotniczych można stosować jedynie te insektycydy, które w etykietach-instrukcjach stosowania mają odpowiedni zapis, zezwalający na tego rodzaju użycie.

Poza preparatami chemicznymi, w ochronie lasu przed gąsienicami szkodliwych motyli stosuje się **preparaty biologiczne**, zawierające jako środek owadobójczy bakterię *Bacillus thuringiensis*. Ta grupa insektycydów najczęściej znajduje zastosowanie na terenach uzdrowisk i otulin parków narodowych, gdzie można posługiwać się wyłącznie środkami ochrony roślin, których stosowanie na tych terenach nie jest zabronione.

Insektycydy użyte w zabiegach agrolotniczych, zgodnie z etykietą-instrukcją stosowania, rozcieńcza się wodą z dodatkiem adiuwantów. Są to substancje lub mieszaniny substancji dodawane do zbiorników z cieczą użytkową w celu zmodyfikowania właściwości biologicznych substancji aktywnej lub zmiany cech fizykochemicznych cieczy użytkowej. Stosowane w ochronie lasu adiuwanty charakteryzują się następującym działaniem:

- obniżając napięcie powierzchniowe cieczy użytkowej, umożliwiają zmniejszenie wielkości kropli i ułatwiają pokrycie cieczą opryskiwanych roślin;
- zwiększają przyczepność i zapobiegają zmywaniu środków z opryskanej powierzchni;
- zmniejszają szybkość parowania cieczy z kropli, przyspieszają opadanie cieczy na korony drzew, zwiększając ciężar właściwy i lepkość cieczy użytkowej.

W etykietach-instrukcjach stosowania każdego preparatu podana jest dawka insektycydu oraz ilość wody i adiuwantu zalecana do zwalczania danego gatunku lub grupy gatunków szkodników. Większe ilości cieczy użytkowej stosuje się w zabiegach opryskiwania drzewostanów charakteryzujących się dłuższymi koronami.

Opróżnione opakowania, zgodnie z ustawą z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych, należy zwrócić do sprzedawcy, u którego insektycyd został zakupiony.

7.2. Pyretroidy

Pyretroidy mają szeroki zakres działania i skutecznie zwalczają wiele szkodników odpornych na inne środki ochrony roślin, zwłaszcza z grupy związków fosforoorganicznych. Ich działanie na owady ma charakter kontaktowy i żołądkowy.

Ponadto wywołują zmniejszenie płodności i intensywności żerowania szkodników oraz wykazują działanie odstraszające (repelentne), np. pszczoła miodna omija plantacje opryskiwane preparatem Fastac 100 EC.

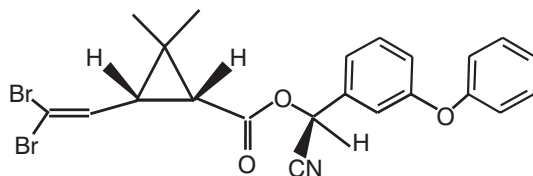
Niekorzystną cechą insektycydów z tej grupy jest brak selektywności. Niejednokrotnie po zabiegach zwalczania owadów liściożernych obserwowano na drzewach opryskiwanych pyretroidami wzrost liczebności populacji przędziorków. Powodem tego było wyniszczenie naturalnych wrogów przędziorków – drapieżnych roztoczy, pluskwiaków i biedronek.

Do zalet pyretroidów zaliczamy:

- szybkość działania na zwalczane szkodniki, które przestają żerować natychmiast po oprysku;
- odstraszające działanie na niektóre owady;
- możliwość stosowania bardzo niskich dawek substancji czynnej na hektar;
- wzrost aktywności niektórych pyretroidów wraz ze spadkiem temperatury.

Z wad należy wymienić:

- brak selektywności;
- wysoką toksyczność dla ryb, pszczół i owadów pożytecznych;
- szybkie pojawianie się ras szkodników odpornych na te związki.



Deltametryna

W opryskach agrolotniczych, w ochronie lasu przed owadami liściożernymi, insektycydy z grupy pyretroidów mają szczególne zastosowanie w wypadku zabiegów wykonywanych w drzewostanach o koronach uszkodzonych uprzednio w znacznym stopniu przez żerujące owady lub przy wysokiej liczebności szkodników w późniejszych stadiach rozwoju larwalnego.

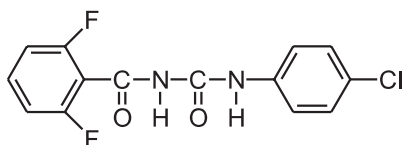
7.3. Związki benzoilomocznikowe (inhibitory syntezy chityny)

Spśród związków owadobójczych, dopuszczonych do stosowania w ochronie lasu przed owadami, na szczególną uwagę zasługują związki benzoilomocznikowe, których owadobójcze działanie polega na hamowaniu syntezy chityny. Pierwszym środkiem owadobójczym z grupy związków benzoilomocznikowych, stosowanym na dużą skalę w ochronie roślin, był zsyntetyzowany ponad 30 lat temu w Holandii diflubenzuron, stanowiący składnik aktywny kilku formułacji insektycydu Dimilin. W następnych latach w różnych krajach opracowano kolejne, podobne pod względem chemicznym związki (m.in. teflubenzuron, novaluron, heksaflumuron, triflumuron, flufenoksuron), które stały się podstawą przemysłowej produkcji ca-

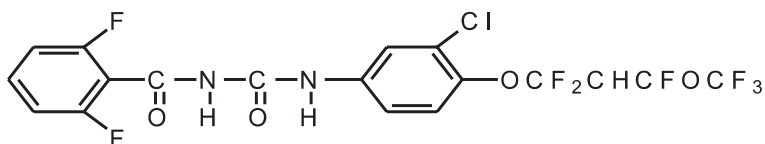
łej grupy inhibitorów syntezy chityny. Chityna, wielocukier zbliżony do celulozy, jest głównym elementem oskórka, stanowiącego zewnętrzną warstwę ochronną i zarazem strukturę szkieletową ciała owadów. Podczas rozwoju larwalnego oskórek jest kilkakrotnie zmieniany, co umożliwia wzrost larwy i jej przeobrażenie w owada dorosłego.

W odróżnieniu od preparatów porażających układ nerwowy i wykazujących owadobójcze działanie na wszystkie stadia rozwojowe owadów, związki benzoilomocznikowe działają tylko na roślinożerne stadia larwalne. Zjedzone wraz z pokarmem, uniemożliwiają wylinkę, hamując wytwarzanie nowego oskórka. Inhibitory syntezy chityny stosuje się najczęściej na stadium jaja. Wylęgające się larwy zjadają osłonkę jajową zanieczyszczoną preparatem, po czym żerują na opryskanym pokarmie i giną podczas wylinki w okresie przechodzenia z I do II stadium rozwojowego. Z tych względów związki benzoilomocznikowe oceniane są jako w miarę selektywne insektycydy, utrudniające rozwój larwalny roślinożernych stadiów owadów, nie powodujące natomiast (jak to czynią owadobójcze środki o działaniu kontaktowym) bezpośredniej redukcji liczebności parazytoidów i drapieżców – najważniejszych elementów oporu naturalnego.

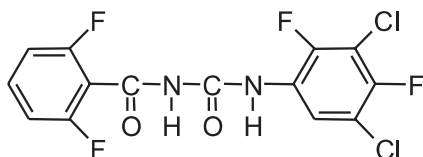
W zabiegach ochrony roślin przed szkodliwymi owadami liściożernymi stosuje się najczęściej środki owadobójcze z grupy inhibitorów syntezy chityny: Dimilin 480 SC, zawierający jako substancję aktywną diflubenzuron, Nomolt 150 SC, zawierający teflubenzuron, oraz Rimon 100 EC, oparty na nowaluronie. Porównanie tych trzech związków wskazuje, że każdy z nich składa się z dwu pierścieni węglowodorów aromatycznych, z dwu grup CONH i dwu atomów fluoru. Różnice między nimi polegają jedynie na różnych podstawnikach w jednym z pierścieni aromatycznych. W wypadku diflubenzuronu jest to jeden atom chloru, natomiast w wypadku teflubenzuronu i nowaluronu oprócz chloru w skład cząsteczki wchodzi dodatkowo bardziej rozbudowane podstawniki.



Diflubenzuron



Nowaluron



Teflubenzuron

Do zalet inhibitorów syntezy chityny należy zaliczyć:

- selektywne działanie owadobójcze, ograniczone do larwalnych stadiów owadów;
- nieszkodliwość dla organizmów nie wytwarzających chityny.

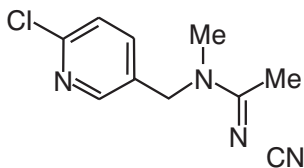
Ich wadą jest:

- przedłużony okres żerowania larw, które obumierają dopiero podczas wylinki;
- szkodliwość dla niektórych organizmów wodnych, wchodzących w skład planktonu.

7.4. Neonikotynoidy

Na początku lat 70. ubiegłego wieku opracowano nową grupę insektycydów, działających na owady poprzez kontakt i drogą pokarmową oraz wykazujących w roślinie działanie wgłębne i systemiczne (układowe). Insektycydy te nazwano neonikotynoidami, gdyż strukturalnie i funkcjonalnie są bliskie nikotynie, która jest najstarszym środkiem owadobójczym, znanym od około 1890 r.

Pierwszym przedstawicielem tej grupy związków była nitiazyna, która jednak nigdy nie została zarejestrowana w celu praktycznego stosowania jako preparat handlowy. Uzyskane w wyniku jej modyfikacji nowe związki o wysokiej aktywności biologicznej zalicza się do tzw. II generacji insektycydów neonikotynoidowych, obejmujących m.in. acetamipryd (nazwa handlowa – Mospilan 20 SP), chlotianidynę (nazwa handlowa – Apacz 50 WG) i imidachlopryd (nazwa handlowa – Confidor 200 SL).



Acetamipryd

Insektycydy z tej grupy charakteryzują się szerokim zakresem owadobójczego (kontaktowego i żołądkowego) działania wobec owadów ssących i gryzących, należących do różnych rzędów, takich jak pluskwiaki równoskrzydłe, motyle, muchówki i inne. Są wysoce skuteczne w zwalczaniu leśnych owadów liściożernych, odznaczają się korzystnymi właściwościami toksykologicznymi, wykazując niską toksyczość dla zwierząt stałocieplnych, pszczół i innych owadów zapylających oraz brak działań drażniących i uczulających. Zastosowane dogłębowo, zostają szybko pobrane przez korzenie i przetransportowane do wyższych partii rośliny, a ich działanie jest niezależne od temperatury.

- Ważną zaletą neonikotynoidów jest ich systemiczne, owadobójcze działanie w roślinie, tzn. zdolność do wnikania przez liście lub korzenie i przemieszczania się do odległych miejsc, np. do rozwijających się liści.
- Wadą insektycydów neonikotynoidowych, podobnie jak innych środków porażających układ nerwowy owadów (na przykład pyretroidów), jest brak selektywności. Podczas zabiegów zwalczania szkodliwego gatunku insektycydy te działają na inne gatunki owadów, występujące w tym czasie w drzewostanie.

7.5. Insektycydy bakteryjne

Z punktu widzenia praktycznej ochrony roślin na uwagę zasługuje patogeniczna dla gąsienic motyli bakteria *Bacillus thuringiensis*. Bakteria ta, po raz pierwszy wyizolowana w 1911 r. z martwych szkodników magazynowych, dostarczona przez młynarza z Turynii niemieckiemu mikrobiologowi Berlingerowi, wytwarza w komórkach równocześnie z przetrwalnikami krystaliczną endotoksynę, działającą na wrażliwe owady jako trucizna pokarmowa. Spośród kilku tysięcy wykrytych szczepów tej bakterii, należących do ponad 80 odmian (tzw. serotypów), niektóre (odmiana *israelensis*) wykazują silną aktywność owadobójczą wobec larw komarów, inne (odmiana *morrisoni*) – wobec larw stonkowatych, natomiast większość (odmiany *kurstaki*, *aizawai*, *alesti*) wykazuje toksyczne działanie w stosunku do gąsienic motyli. Po pobraniu przez gąsienice wraz z pokarmem preparatu zawierającego zarodniki i kryształki, toksyna rozpuszcza się w alkalicznej treści przewodu pokarmowego, powodując jego paraliż i rozpad komórek nabłonka jelitowego. Chora gąsienica przestaje żerować w kilka godzin po zjedzeniu endotoksyny, a rozwijające się w jelicie z kiełkujących przetrwalników komórki bakteryjne wnikają do jamy ciała, powodując ogólną septicemię i śmierć owada.

Preparaty oparte na *B. thuringiensis* są nieszkodliwe dla owadów pasożytniczych i drapieżnych, a także dla pszczoł i innych owadów zapylających. Nie wykazują fitotoksyczności, nie stwarzają żadnego zagrożenia dla ludzi, zwierząt domowych i łownych, ptaków, ryb i innych organizmów wodnych.

Bakterię *B. thuringiensis* można łatwo rozmnażać na prostych pożywkach i przechowywać przez lata bez obniżenia owadobójczej aktywności. W handlu znajduje się wiele preparatów zawierających toksyny i zarodniki owadobójczej bakterii. Dla leśnictwa zarejestrowano kilka z nich; w praktycznej ochronie lasu w zabiegach agrolotniczych najczęściej stosowane są różne formułacje o nazwie Foray, przeznaczone bez rozcieńczania do aplikacji aparaturą ULV.

- Zaletą insektycydów opartych na bakterii *Bacillus thuringiensis* jest wysoka selektywność, ograniczająca ich owadobójczą aktywność do gąsienic niektórych gatunków motyli.
- Wadą, podobnie jak w przypadku insektycydów benzoilomocznikowych, jest przedłużony okres żerowania gąsienic.

8. Bezpieczna praca ze środkami ochrony roślin

Wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy postępowaniu z insektycydami określa Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych.

Pracowników zatrudnionych przy magazynowaniu, transporcie, przygotowywaniu cieczy użytkowej i jej załadunku do statków powietrznych, przeszkolonych w zakresie stosowania środków ochrony roślin i posiadających aktualne orzeczenie lekarskie o braku przeciwwskazań do pracy przy styczności z pestycydami, należy poinformować o:

- sposobach zabezpieczeń przed zagrożeniami wynikającymi ze stosowania środków ochrony roślin oraz o wpływie czynników szkodliwych na zdrowie lub życie ludzi;
- miejscu, czasie i sposobie stosowania środków ochrony roślin lub nawozów;
- zawartości apteczek;
- sposobach udzielania pierwszej pomocy w razie wystąpienia zatrucia;
- miejscu i sposobie pobierania wody do przyrządzania cieczy użytkowej;
- rodzaju stosowanych przez pracowników środków ochrony roślin, ze wskazaniem ich toksyczności;
- wymaganiach dotyczących rodzaju i sposobu użytkowania środków ochrony indywidualnej;
- sposobie postępowania z nieużytymi środkami ochrony roślin, cieczami roboczymi oraz z pustymi opakowaniami;
- sposobie mycia oraz czyszczenia pojazdów i sprzętu po zakończonej pracy;
- sposobie postępowania w razie powstania zagrożenia dla życia lub zdrowia ludzi oraz dla środowiska;
- metodach postępowania podczas transportu środków ochrony roślin.

W miejscu pracy z pestycydami (zwłaszcza na ładowiskach) należy zapewnić możliwość umycia się wodą bieżącą i mydłem. Spożywanie posiłków i napojów oraz palenie tytoniu jest dopuszczalne w czasie przerw w pracy po uprzednim

zdjęciu wierzchnich środków ochrony indywidualnej oraz po umyciu rąk, twarzy i przepłukaniu jamy ustnej wodą odpowiadającą warunkom wody zdatnej do picia. Po zakończeniu pracy należy całe ciało umyć w ciepłej wodzie z użyciem mydła i kilkakrotnie przepłukać usta wodą pitną. Niedopuszczalne jest pranie przez pracowników, we własnym zakresie, bielizny i odzieży zanieczyszczonej środkami ochrony roślin.

Po zakończonej pracy niewykorzystane środki ochrony roślin oraz opakowania po zużytych środkach należy zwrócić niezwłocznie do magazynu przeznaczonego do składowania środków ochrony roślin.

Na drzwiach zewnętrznych magazynu umieszcza się napis: „Magazyn środków ochrony roślin”, natomiast w magazynie w widocznym miejscu:

- instrukcję bezpieczeństwa i higieny pracy, uwzględniającą zasady składowania środków ochrony roślin i nawozów;
- numery telefonów najbliższego centrum powiadamiania ratunkowego lub zakładu opieki zdrowotnej.

W magazynie niedopuszczalne jest palenie tytoniu i spożywanie posiłków oraz przechowywanie:

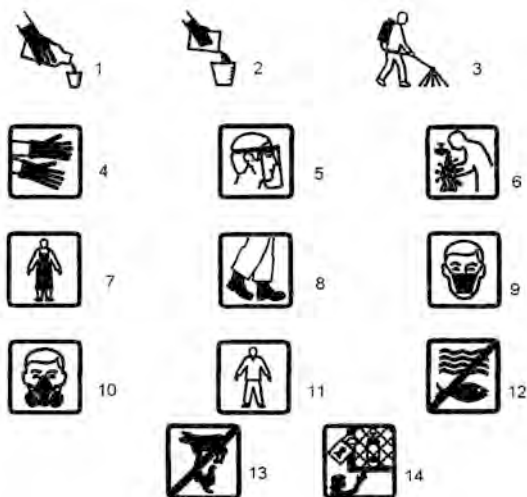
- artykułów żywnościowych i leków,
- pasz dla zwierząt,
- przedmiotów osobistego użytku,
- materiałów pędnych i łatwo palnych.

Środki ochrony roślin przechowuje się w oryginalnych opakowaniach oraz grupuje według ich przeznaczenia i toksyczności. Przed otwarciem opakowania należy zapoznać się szczegółowo z etykietą-instrukcją stosowania, w której przedstawione są wszystkie niezbędne informacje i ostrzeżenia.

Łaładunku i wyładunku środków ochrony roślin lub nawozów dokonuje się w taki sposób, aby nie uszkodzić ich opakowań. W razie rozlania lub rozsypania środków ochrony roślin lub nawozów w czasie transportu usuwa się je z podłoża, a skażone miejsce spłukuje wodą lub przekopuje.

Skutecznym sposobem znacznego ograniczenia skutków kontaktu z pestycydami jest stosowanie odpowiednich środków ochrony indywidualnej w postaci ubrania ochronnego, rękawic, obuwia, osłony twarzy lub sprzętu ochrony układu oddechowego. Typ odzieży i sprzętu ochronnego zależy od rodzaju stosowanych preparatów. Każda etykieta-instrukcja stosowania pestycydu zawiera informację w postaci piktogramów wskazujących rodzaje zagrożeń i wymaganych środków ochrony indywidualnej.

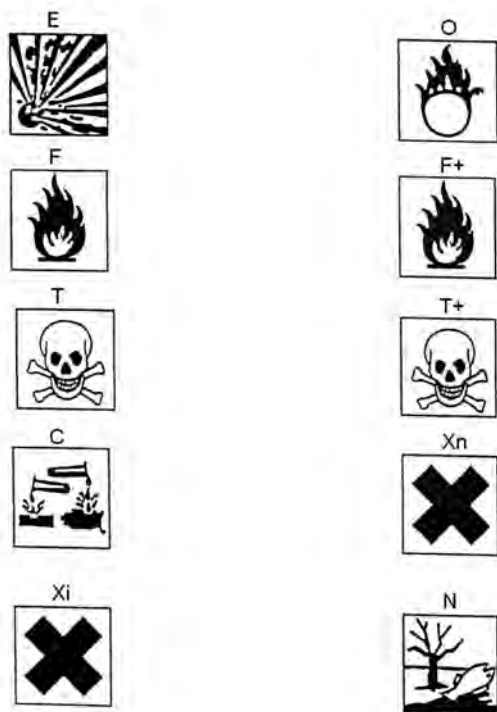
MIĘDZYNARODOWE UMOWNE ZNAKI OSTRZEGAWCZE



Objaśnienia:

1. Koncentrat w formie płynnej
2. Koncentrat w formie stałej do rozcieńczenia
3. Środek gotowy do użycia
4. Nosić odpowiednie rękawice ochronne
5. Nosić ochronę twarzy
6. Myć ręce pod bieżącą wodą
7. Nosić fartuch ochronny
8. Nosić obuwie ochronne. Nogatunki spodni wykladać na obuwie
9. Nosić maskę ochronną
10. Nosić izolujący aparat oddechowy
11. Nosić kombinezon ochronny
12. Środek szkodliwy dla ryb
13. Środek szkodliwy dla zwierząt
14. Przechowywać pod zamknięciem, chronić przed dziećmi

MIĘDZYNARODOWE SYMBOLE ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN



Objaśnienia:

- E – wybuchowy
- O – utleniacz
- F – łatwopalny
- F+ – szczególnie łatwopalny
- T – toksyczny
- T+ – bardzo toksyczny
- C – żrący
- Xn – szkodliwy
- Xi – drażniący
- N – niebezpieczny dla środowiska

Odzież chroniąca przed czynnikami chemicznymi obejmuje bluzę z długimi rękawami, długie spodnie lub kombinezon z nogawkami wyłożonymi na buty⁷. Do ochrony rąk przed czynnikami chemicznymi należy stosować szczelne, pięciopalcowe rękawice, wykonane z kauczuków naturalnych, syntetycznych lub tworzyw sztucznych. Zastosowanie podszewki dzianinowej lub tkaninowej zwiększa dodatkowo trwałość i poprawia komfort użytkowania rękawic, łatwiejsze staje się również ich zakładanie i zdejmowanie. Obuwie chroniące przed zagrożeniami chemicznymi powinno być wykonane z materiałów, które są odporne na przesiąkanie bądź przenikanie substancji chemicznych oraz nie zmieniają swoich właściwości fizycznych pod wpływem tych środków.

Przy pracy z insektycydem o działaniu toksycznym, drażniącym, wywołującym uczulenia lub oparzenia skóry należy stosować osłony twarzy (gogle albo ekran ochronny) bądź odpowiedni sprzęt ochrony układu oddechowego (np. w postaci maski). Ze względu na szczególne uciążliwości dla pracownika, wynikające ze stosowania sprzętu ochrony układu oddechowego, powinien on być używany jedynie w ściśle określonych, krótkotrwałych i wyjątkowych sytuacjach.

W razie wystąpienia u pracowników objawów wskazujących na możliwość zatrucia, informuje się o tym niezwłocznie pracodawcę, który zawiadamia najbliższe centrum powiadamiania ratunkowego lub zakład opieki zdrowotnej.

⁷ W 1994 r. inspektor Państwowej Inspekcji Pracy (PIP) ukarał nadleśniczego mandatem karnym, gdyż pracownicy na liniach balonowych ubrani byli w wypożyczone od wojska kombinezony przeciwatomowe OP-1. Kombinezony może i były odporne na promieniowanie radioaktywne, ale nie miały atestu Centralnego Instytutu Ochrony Pracy (CIOP) na kontakt z substancjami chemicznymi.

9. Zasady zamawiania usług agrolotniczych w lasach

9.1. Tryb zamawiania usług agrolotniczych

Usługi agrolotnicze w lasach są zamawiane przez:

- Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych na podstawie pełnomocnictw udzielonych Dyrektorowi Generalnemu Lasów Państwowych przez dyrektorów regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych – dotyczy to sprzętu czarterowanego na potrzeby Leśnych Baz Lotniczych;
- regionalne dyrekcje Lasów Państwowych na podstawie pełnomocnictw udzielonych dyrektorom regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych przez nadleśniczych. Mechanizm ten jest wykorzystywany w razie konieczności czarteru dodatkowych statków powietrznych (poza sprzętem będącym w Leśnych Bazach Lotniczych), w celu wykonywania zabiegów agrolotniczych.

W razie konieczności wykonania zabiegów agrolotniczych statki powietrzne można wynająć:

- z Leśnych Baz Lotniczych – na podstawie umowy zawartej przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych; sprzęt ten może być wykorzystywany na terenie właściwej Regionalnej Dyrekcji LP lub – po uzgodnieniu pomiędzy zainteresowanymi dyrekcjami – czasowo przebazowany na teren innej Regionalnej Dyrekcji LP;
- od zleceniobiorców prowadzących Leśne Bazy Lotnicze – w trybie uzgodnienia, dotyczącego wykorzystania rezerwowych statków powietrznych (w ramach umowy zawartej przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych);
- w wyniku przeprowadzonego oddzielnego przetargu na wykonanie usług agrolotniczych – dotyczy to tych dyrekcji, na terenie których nie ma zorganizowanych Leśnych Baz Lotniczych.

Postępowanie o udzielenie zamówienia na wykonywanie zabiegów agrolotniczych w lasach prowadzone jest w trybie przetargu nieograniczonego na podstawie ustawy z dnia 29 stycznia 2004 roku „Prawo zamówień publicznych” oraz specyfikacji istotnych warunków zamówienia.

O udzielenie zamówienia na usługi agrolotnicze mogą ubiegać się firmy lotnicze, które spełniają warunki określone w art. 22, ust. 1 ww. ustawy, tzn.:

- posiadają uprawnienia do wykonywania działalności będącej przedmiotem zamówienia (certyfikat wydany przez Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego),
- posiadają niezbędną wiedzę i odpowiednie doświadczenie do wykonania zamówienia,
- dysponują sprzętem lotniczym wraz z wyposażeniem niezbędnym do wykonania zadania,
- znajdują się w sytuacji ekonomicznej i finansowej zapewniającej wykonanie zamówienia,
- nie podlegają wykluczeniu z postępowania o udzielenie zamówienia na podstawie art. 24 ww. ustawy.

W wypadku zamawiania usług o niewielkim zakresie rzeczowym i niewielkiej wartości należy stosować procedury właściwe dla danego progu udzielania zamówień publicznych. W nagłych, szczególnie uzasadnionych przypadkach możliwe jest zastosowanie wyboru w trybie z wolnej ręki, zgodnie z art. 67 ustawy „Prawo zamówień publicznych”.

9.2. Obowiązki zleceniodawcy

Zgodnie z zapisami umów zawieranych przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z wykonawcami usług lotniczych, do obowiązków zleceniodawcy (regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych oraz nadleśnictw organizujących zabiegi agrolotnicze) należy:

- utrzymanie w należytym stanie technicznym własnych lądowisk bazowych i operacyjnych zgodnie z wymaganiami określonymi przez odpowiednie przepisy;
- zabezpieczenie i ochrona sprzętu lotniczego na lądowiskach operacyjnych oraz każdorazowo w wypadku dodatkowego czarterowania statków powietrznych spoza Leśnych Baz Lotniczych;
- zaopatrzenie lądowisk w zbiorniki z wodą do przygotowywania cieczy roboczej;
- przygotowanie miejsca do kotwiczenia samolotów i śmigłowców, zgodnie ze wskazówkami zleceniobiorcy;
- uzyskanie od odpowiednich władz zgody na wykonywanie zabiegów agrolotniczych;
- przeszkolenie pracowników jednostek Lasów Państwowych i zakładów usług leśnych, kierowanych do udziału w zabiegach agrolotniczych, w zakresie stosowanych metod i środków ochrony roślin oraz wymogów wynikających z przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy;
- dostarczenie na miejsce startu i dokonywanie za pomocą własnych urządzeń załadunku środków ochrony roślin;
- dostarczenie zleceniobiorcy wzorca mapy terenów, nad którymi będą wykonywane loty, w tym warstw mapy numerycznej pól zabiegowych na uzgodnionym ze zleceniobiorcą nośniku informacji;
- udzielenie zleceniobiorcy w Leśnej Bazie Lotniczej, oraz każdorazowo w wypadku dodatkowego czarterowania statków powietrznych spoza LBL, pomocy w znalezieniu jak najbliżej lądowiska odpowiednich kwater dla załogi samolotów i śmigłowców, zapewnienie odpłatnego spożywania przez personel lotniczy

posiłków w ustalonych godzinach oraz możliwości korzystania z telefonów i faksów do celów służbowych;

- udzielenie zleceniobiorcy pomocy w likwidacji skutków wypadków lotniczych powstałych w trakcie wykonywania lotów agrolotniczych;
- przeszkolenie pracowników własnych oraz zleceniobiorcy, zajmujących się obsługą zabiegów agrolotniczych, w zakresie zasad stosowania systemu GPS Agro, będącego własnością zleceniodawcy;
- przestrzeganie obowiązujących przepisów o ochronie środowiska naturalnego oraz powiadomienie okolicznych hodowców pszczół, ptactwa i innego inwentarza żywego o planowanych zabiegach agrolotniczych;
- zawiadomienie zleceniobiorcy o wystąpieniu szkód lub roszczeń z tytułu powstałych szkód poniesionych przez zleceniodawcę, za które zleceniobiorca ponosi odpowiedzialność, w terminie nie dłuższym niż 3 dni, licząc od daty otrzymania informacji o ich powstaniu.

9.3. Obowiązki zleceniobiorcy

Zgodnie z zapisami umów zawieranych przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z wykonawcami usług lotniczych, do obowiązków zleceniobiorcy (firm lotniczych) należy:

- wykonywanie zabiegów agrolotniczych z należytą starannością, zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie instrukcjami i zasadami;
- zabezpieczenie i ochrona sprzętu lotniczego w Leśnych Bazach Lotniczych;
- przebazowanie sprzętu lotniczego, wykorzystywanego do zabiegów, w określone miejsca i w wyznaczonym terminie;
- zapewnienie obsługi technicznej sprzętu lotniczego oraz utrzymanie go w stanie pełnej sprawności technicznej i gotowości do świadczenia usług agrolotniczych z lotnisk bazowych i operacyjnych;
- zapewnienie łączności radiowej sprzętu lotniczego z jednostkami organizacyjnymi Lasów Państwowych prowadzącymi zabiegi. W wypadku braku własnego sprzętu łączności, pracującego w paśmie Lasów Państwowych – zamontowanie na pokładzie statku powietrznego radiotelefonu udostępnionego przez jednostkę LP;
- uzyskanie od odpowiednich władz lotniczych zgody operacyjnej na wykonywanie zamówionych lotów;
- przebrojenie w ciągu 4–6 godzin, na żądanie zleceniodawcy, samolotów i śmigłowców do wykonywania lotów agrolotniczych, a w razie konieczności zamontowania atomizerów AU-5000 – w ciągu 8 godzin;
- udzielanie zleceniodawcy informacji o zmianach obowiązujących przepisów lotniczych oraz dostarczanie obowiązujących instrukcji operacyjnych;
- wyposażenie sprzętu lotniczego w kompletny osprzęt dopuszczony do stosowania w użytkowanych samolotach i śmigłowcach do wykonywania lotów agrolotniczych, w tym zwłaszcza w system GPS Agro;
- współpraca i współdziałanie z innymi realizatorami usług lotniczych, świadczonych na rzecz zleceniodawcy;

- prowadzenie dokumentacji wykonywanych zabiegów zgodnie ze wskazówkami i wzorami zleceniodawcy;
- ustawienie aparatury AU-5000 w samolotach oraz aparatury opryskowej o napędzie elektrycznym w śmigłowcach w celu uzyskania dawki wskazanej przez zleceniodawcę oraz przedłożenie zleceniodawcy wydruków z testów aparatury AU-5000;
- dostarczenie zleceniodawcy po każdym locie agrolotniczym wydruku z aparatury atomizerowej AU-5000 oraz zapisu lotu na uzgodnionym ze zleceniodawcą nośniku z systemu GPS Agro;
- przeszkolenie pracowników własnych oraz zleceniodawcy, zajmujących się obsługą zabiegów agrolotniczych, w zakresie zasad stosowania systemu GPS Agro, będącego własnością zleceniobiorcy;
- zapewnienie jak największej stabilności kadry pilotów przy wykonywaniu zabiegów.

Umowy zawierane przez poszczególne regionalne dyrekcje Lasów Państwowych na czarter dodatkowych samolotów powinny być zgodne z powyższymi zapisami. Dodatkowo powinny zawierać:

- zasady płatności za wykonane usługi,
- zasady płatności za przylot i odlot statku powietrznego.

9.4. Wymagane dokumenty

W celu potwierdzenia spełnienia warunków udziału w postępowaniu o udzielenie zamówienia na wykonywanie zabiegów agrolotniczych w lasach zleceniobiorcy powinni przedłożyć następujące dokumenty i oświadczenia:

- certyfikat wydany przez Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego lub równoznaczny dokument wydany przez organ państwa obcego lub przez właściwą instytucję wyspecjalizowaną, uznany przez Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego w zakresie możliwości świadczenia usług agrolotniczych. Certyfikat musi być zgodny z przepisami ustawy z dnia 3 lipca 2002 r. „Prawo lotnicze”. Posiadanie przez firmę lotniczą certyfikatu jest warunkiem koniecznym świadczenia jakichkolwiek usług lotniczych. W certyfikacie są wyspecyfikowane rodzaje usług, które dana firma może wykonywać, oraz określony sprzęt latający, którym usługi mogą być świadczone;
- wykaz usług wykonanych w okresie ostatnich trzech lat przed rozpoczęciem postępowania o udzielenie zamówienia na usługi agrolotnicze, a jeżeli okres prowadzenia działalności jest krótszy, to za ten okres oraz dokumenty potwierdzające, że usługi te zostały wykonane w sposób należyty (np. referencje, protokoły odbioru);
- wykaz sprzętu lotniczego wraz z wyposażeniem niezbędnym do wykonania usługi;
- informacje banku potwierdzające wysokość posiadanych środków finansowych lub zdolność kredytową zleceniobiorcy;
- aktualny odpis z właściwego rejestru albo aktualne zaświadczenie o wpisie do ewidencji działalności gospodarczej;

- aktualną informację z Krajowego Rejestru Karnego o niekaralności zleceniobiorcy;
- aktualne zaświadczenie właściwego urzędu skarbowego potwierdzające, że zleceniobiorca nie zalega z uiszczaniem podatków i opłat;
- aktualne zaświadczenie właściwego oddziału Zakładu Ubezpieczeń Społecznych lub Kasy Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego potwierdzające, że zleceniobiorca nie zalega z opłacaniem składek na ubezpieczenie zdrowotne lub społeczne.

Z załączonych dokumentów musi wynikać jednoznacznie, że zleceniobiorca spełnia wszystkie warunki udziału w postępowaniu o udzielenie zamówienia na usługi agrolotnicze.

9.5. Sposób rozliczania zabiegów agrolotniczych

Podstawą rozliczenia zabiegów agrolotniczych przez jednostki Lasów Państwowych jest coroczne zarządzenie Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w sprawie ograniczenia zagrożeń ze strony szkodliwych owadów, grzybów patogenicznych i innych zjawisk szkodotwórczych w lasach. W myśl zapisów zawartych w zarządzeniu, obowiązuje zasada pokrywania poniesionych przez nadleśnictwa kosztów zabiegów agrolotniczych ze środków funduszu leśnego w ramach kwot określonych w planie finansowo-gospodarczym PGL Lasy Państwowe. Rozliczenia dokonuje Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych na wniosek Regionalnej Dyrekcji LP po zakończeniu zabiegów. Wniosek o refundację poniesionych kosztów dotyczy realizacji niżej wymienionych zadań:

- oznakowania pól zabiegowych (oflagowania, balonowania, pomiaru GPS pola zabiegowego),
- zakupu środków ochrony roślin i nośników,
- składowania i transportu zakupionych środków ochrony roślin,
- przygotowania i załadunku cieczy roboczej,
- użycia sprzętu lotniczego do zabiegów agrolotniczych (liczba godzin i stawka za godzinę lotu),
- dozorowania sprzętu lotniczego na lądowiskach operacyjnych.

Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych opracowuje zbiorczy wniosek na podstawie dokumentów otrzymanych z nadleśnictw, na terenie których były prowadzone zabiegi agrolotnicze. Wniosek jest kierowany bezpośrednio do Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych po uprzedniej akceptacji Wydziału Ochrony Lasu, Wydziału Księgowości i dyrektora Regionalnej Dyrekcji LP. Podstawą rozliczenia jest załączona do wniosku nota księgowa.

Owady zwalczane metodą agrolotniczą



Osnuja gwiaździsta
(*Acantholyda*
posticalis Mats.)
(fot. S. Kinelski)



Kuprówka rudnica
(*Euproctis*
chrysorrhoea L.)
(fot. S. Kinelski)



Brudnica mniszka
(*Lymantria monacha* L.)
(fot. S. Kinelski)

10. Prace przygotowawcze przed wykonaniem zabiegów agrolotniczych

10.1. Terenowe Stacje Ochrony Lasu

Pierwsza Stacja Osłony Naukowej (SON) została utworzona w 1948 r., kiedy to zaistniała konieczność wykonania lotniczych zabiegów zwalczania osnu gwiazdzistej w borach Górnego Śląska. Od tamtej pory Stacje Osłony Naukowej były powoływane w Lasach Państwowych co roku. W ich skład początkowo wchodził pracownicy naukowcy Instytutu Badawczego Leśnictwa oraz delegowani pracownicy administracji leśnej, głównie z okręgowych zarządów Lasów Państwowych, a od 1956 r. – również pracownicy nowo powołanych Zespołów Ochrony Lasu. Zadaniem stacji było podejmowanie decyzji o konieczności akcji zwalczania szkodników liściożernych, kwalifikacja drzewostanów do zabiegu, obserwacje i uzupełnianie wiedzy dotyczącej biologii i ekologii szkodliwych owadów oraz pomoc w badaniach nowych środków ochrony roślin i technik ich stosowania.

Od 2005 r. działają Terenowe Stacje Ochrony Lasu (TSOL), w skład których wchodzi głównie pracownicy Zespołów Ochrony Lasu. Stacje powoływane są w zależności od potrzeb wynikających z zagrożeń prognozowanych na dany rok.

Wczesną wiosną każdego roku, zazwyczaj po wiosennej Naradzie Ochrony Lasu, Dyrektor Generalny Lasów Państwowych oddzielnym zarządzeniem powołuje Terenowe Stacje Ochrony Lasu. W załącznikach do zarządzenia zostaje określony kierownik i skład osobowy każdej TSOL, podana jej lokalizacja i umiejscowienie punktów obserwacyjnych. Ponadto wymienione są zadania dla poszczególnych jednostek LP, wyszczególnione obowiązujące akty prawne i jednolite sposoby przekazywania bieżących informacji.

Zazwyczaj zarządzenie zawiera też załącznik ze szczegółowymi danymi prognostycznymi dla zagrożonych drzewostanów oraz opisem metody postępowania w odniesieniu do poszczególnych gatunków szkodników. Podane są zalecane środki ochrony roślin oraz strategia postępowania w zależności od stopnia zagrożenia.

Na ogół tymczasowe siedziby TSOL mieszczą się na terenie zagrożonych nadleśnictw lub – w wypadku większej liczby nadleśnictw – w Zespołach Ochrony La-



Ryc. 24. Analiza zdrowotności owadów w TSOL (fot. A. Rodziewicz)

su. TSOL powinna być wyposażona w dostęp do Internetu oraz posiadać pomieszczenie do hodowli i analiz żywego materiału dostarczanego z zagrożonych powierzchni (ryc. 24). Ponadto w TSOL lub w pobliżu powinny znajdować się pokoje noclegowe.

Do zadań TSOL należą:

- ustalenie z Regionalną Dyрекcją Lasów Państwowych i zainteresowanymi nadleśnictwami ostatecznych powierzchni zagrożonych drzewostanów, na których przewidziane są zabiegi ratownicze;
- ustalenie terminów rozpoczęcia i zakończenia zabiegów ratowniczych;
- prowadzenie bieżących obserwacji rozwoju populacji szkodników oraz ocena wpływu czynników abiotycznych i biotycznych na rozwój populacji owadów;
- współpraca z RDLP i zainteresowanymi nadleśnictwami w przekazywaniu informacji o przebiegu rozwoju populacji szkodnika;
- obserwacje zjawisk fenologicznych i meteorologicznych;
- ocena skuteczności zabiegów.

Integralną częścią TSOL są Punkty Obserwacyjne (PO). Zazwyczaj są to określone miejsca w zagrożonym drzewostanie, gdzie leśniczy lub podleśniczy prowadzi codzienne obserwacje według metodyki opracowanej przez ZOL lub TSOL, ustalonej w zależności od biologii określonego gatunku szkodnika. W Punktach Obserwacyjnych prowadzi się też obserwacje fenologiczne.

10.2. Organizacja prac w RDLP

Artykuł 10, ust. 3 ustawy o lasach mówi: *W razie konieczności wykonywania zabiegów zwalczających i ochronnych na obszarze dwóch lub więcej nadleśnictw wykonanie zabiegów, o których mowa w ust. 1, pkt 1, zarządza dyrektor regionalnej dyrekcji Lasów Państwowych.*

Przez szereg lat w regionalnych dyrekcjach LP przygotowywano mapy zagrożeń, zaznaczano trasy przelotów statków powietrznych i przesyłano je do Dyrekcji Generalnej LP. Obecnie w celu uzyskania zgody na przeloty rolniczych statków powietrznych i ewentualne udostępnienie lądowisk wojskowych regionalne dyrekcje LP nie wykonują bezpośrednio map, a jedynie przekazują do DGLP zestawienia współrzędnych geograficznych pól zabiegowych i lotnisk. Dane te należy podać w systemie WGS 84 poprzez określenie z dokładnością do sekundy skrajnych współrzędnych każdego z pól zabiegowych oraz w tym samym układzie punktowo lokalizacji lotniska. Link do instrukcji obsługi kalkulatora WGS84To92 oraz wzór załącznika do pisma w formacie Excela można znaleźć w intranecie pod adresem: <http://10.0.251.16/ochrona/komunikaty/komunikaty.php>. Dane z całego kraju są zestawiane w DGLP i przekazywane do Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej.

Dyrektor RDLP wydaje zarządzenie, w którym określony jest skład osobowy zespołu operacyjnego, służącego nadleśnictwom doradztwem i pomocą oraz zapewniającego nadzór nad przebiegiem przygotowań i realizacją zabiegów ratowniczych. W poszczególnych dyrekcjach, w zależności od potrzeb i lokalnych uwarunkowań, składy zespołów są różne. Zazwyczaj w skład zespołu wchodzi pracownik Wydziału Ochrony Lasu, przedstawiciel komórki BHP, wewnętrznej komórki kontroli oraz osoba obsługująca GPS i biegła w systemach informatycznych. Ponadto zarządzenie określa zadania dla nadleśnictw, obejmujące:

- nadzór nad przebiegiem przygotowań do zabiegów ratowniczych oraz bieżącą kontrolę realizacji zadań ochronnych;
- zapewnienie odpowiedniego przeszkolenia pracowników jednostek Lasów Państwowych kierowanych do udziału w akcjach ratowniczych oraz sprawdzenie posiadania przez usługodawców stosownych zaświadczeń o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony lasu oraz spełnieniu wymogów wynikających z przepisów BHP;
- zapewnienie odbioru ilościowego i jakościowego środków ochrony roślin uzyskiwanych lub nabywanych na potrzeby ograniczania liczebności szkodliwych owadów oraz dopilnowanie prawidłowej dystrybucji i gospodarki opakowaniami po zużytych preparatach;
- przekazanie wykonawcom usług agrolotniczych danych w formie elektronicznej, niezbędnych do prawidłowej lokalizacji i naprowadzania statków powietrznych na polach roboczych za pomocą systemów GPS Agro;
- wyegzekwowanie od wykonawców usług lotniczych spełnienia warunków technicznych wynikających z zawartych umów oraz zapewnienie realizacji obowiązków ciążących na jednostkach Lasów Państwowych w związku z przygotowaniem i załadunkiem cieczy roboczej oraz oznakowaniem pól zabiegowych;
- kontrolę merytoryczną lotów oraz potwierdzenie, w formie podpisu i pieczęci na prowadzonych przez pilotów kartach lotów, zgodności ze stanem faktycznym

zapisów odnoszących się do czasu pracy statków powietrznych oraz lokalizacji wykonywanych oprysków w obrębie poszczególnych pól zabiegowych. Dokumenty te są podstawą do rozliczenia kosztów agrolotów wykonanych dla poszczególnych usługoborców;

- dopilnowanie przejęcia od wykonawców plików w formie elektronicznej, zawierających dokumentację wykonanych zabiegów, sporządzenie ich wersji analogowych i włączenie w formie załączników do protokołu skuteczności zabiegu;
- terminowe przekazywanie do RDLP niezbędnych informacji dotyczących prowadzonych działań, w tym danych na temat współrzędnych obszarów przewidzianych do zabiegów lotniczych, meldunków operacyjnych, sprawozdania końcowego i dokumentacji do wniosku o refundację kosztów zabiegów lotniczych z funduszu leśnego;
- udzielanie pomocy w funkcjonowaniu TSOL.

Ponadto zarządzenie nakazuje:

- orientacyjne oznakowanie obszarów objętych zabiegami chemicznymi;
- powiadomienie w formie pisemnej:
 - samorządów terytorialnych,
 - służb inspekcji ochrony środowiska,
 - służb inspekcji ochrony roślin i nasiennictwa,
 - służb sanitarno-epidemiologicznych, weterynaryjnych i zootechnicznych,
 - związku pszczelarzy, związku hodowców strusi,
 - komend policji,
 - jednostek wojskowych

o lokalizacji, dokładnym terminie przeprowadzania zabiegu oraz rodzaju i właściwościach stosowanych środków ochrony roślin;



Ryc. 25. Tablica ostrzegawcza (fot. B. Głowacka)

- poinformowanie miejscowej ludności o zamierzonych zabiegach zwalczania szkodliwych owadów i zalecanych środkach ostrożności dla ludzi i zwierząt;
- terminowe ustawienie tablic ostrzegawczych (ryc. 25) oraz wywieszenie ogłoszeń lub obwieszczeń zawierających informację o terminie wykonywania zabiegów oraz okresie prewencji i karencji;
- składanie w określonym dniu i godzinie meldunków – z nadleśnictw do RDLP i z RDLP do DGLP, w których podane są:
 - nazwa szkodnika lub zespołu szkodników,
 - powierzchnia zabiegu,

- zastosowany środek ochrony roślin, jego nazwa handlowa oraz zużycie w litrach lub kilogramach,
- rodzaj sprzętu opryskującego (samolot, helikopter),
- informacja o zabiegach w drzewostanach Lasów Państwowych oraz na terenach nie stanowiących własności Skarbu Państwa.

W ciągu około dwu miesięcy po zakończeniu akcji zwalczania szkodników RDLP i TSOL zobowiązane są do złożenia do DGLP sprawozdania końcowego z przeprowadzonej akcji, które powinny zawierać:

- nazwę gatunkową rośliny, na której przeprowadzono zabiegi, lub skład gatunkowy drzewostanu i nazwę gatunkową szkodnika;
- powierzchnie oraz ich lokalizacje;
- terminy wykonania zabiegów;
- nazwy środków ochrony roślin oraz ich dawki;
- koszt jednostkowy zabiegu w przeliczeniu na hektar;
- ocenę skuteczności zabiegu.

10.3. Ustalanie stopni zagrożenia drzewostanów przez szkodliwe owady liściożerne

Podstawą do ustalania stopni zagrożenia drzewostanów są:

- jesienne poszukiwania szkodników pierwotnych sosny,
- obserwacje lotu brudnicy mniszki,
- obserwacje ZOL i nadleśnictw, wykonywane w ciągu okresu wegetacyjnego.



Ryc. 26. Drzewo ścięte na płachtę (fot. B. Głowacka)



Ryc. 27. Opadówka o powierzchni 1 m² (fot. B. Głowacka)



Ryc. 28. Tacki do oceny intensywności opadu ekskrementów (fot. A. Rodziewicz)

Po przeprowadzeniu obserwacji lotu brudnicy mniszki oraz jesiennych poszukiwań szkodników pierwotnych sosny określone orientacyjnie zagrożenie (+), (++) , (+++) („Instrukcja ochrony lasu” – tabele orientacyjnych liczb krytycznych i stopni zagrożenia) jest oceniane w zależności od charakterystyki sytuacji w terenie (defoliacja koron, okres trwania gradacji, obszar stałych ognisk grada-

Planowane pole zabiegowe zwalczania agrolotniczego barczatki sosnowki (*Dendrolimus pini*) – Obręb Duminów – Nadleśnictwo Gostymin

LEGENDA

- pole zabiegowe nr 1 (pow. 2130,97 ha)
- pole zabiegowe nr 2 (pow. 1420,42 ha)
- pole zabiegowe nr 3 (pow. 76,12 ha)
- pow. doświadczalna IBL



lokalizacja flag



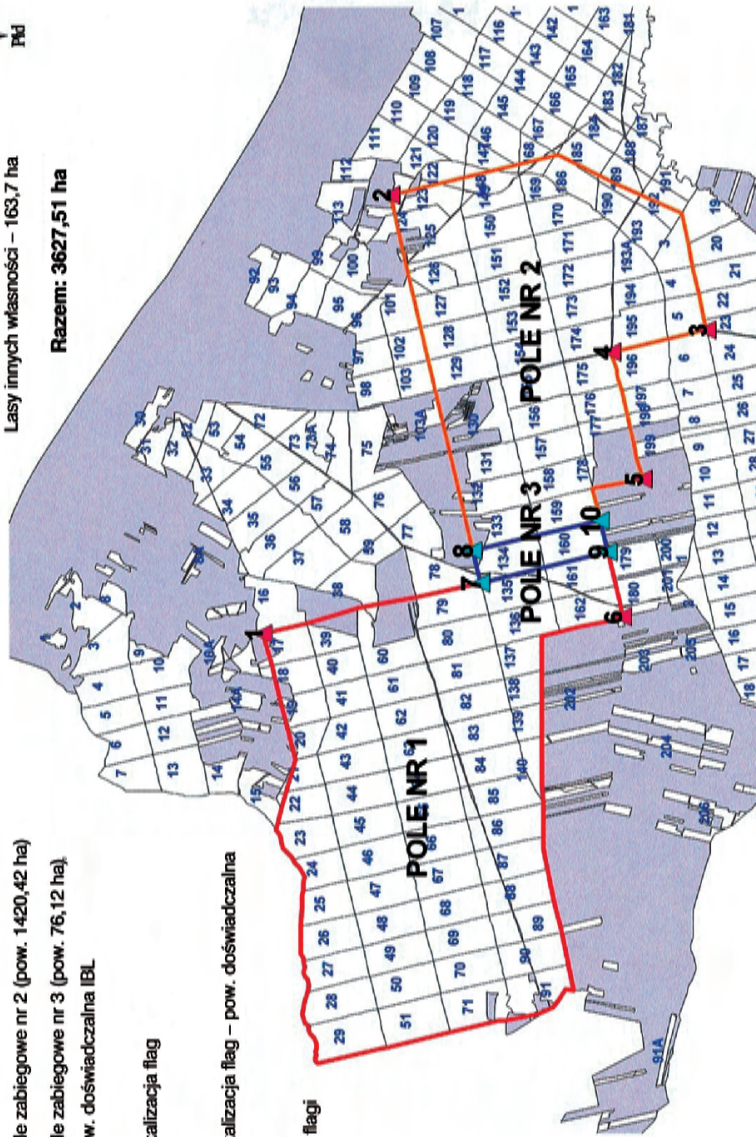
lokalizacja flag – pow. doświadczalna

1

nr flagi

Granice zwalczania 2008 r.
Lasy Państwowe – 3463,81 ha
Lasy innych własności – 163,7 ha

Razem: 3627,51 ha



Ryc. 29. Przykład pola zabiegowego (fot. A. Rodziewicz)

cyjnych, spasożytowanie populacji szkodnika itp.). Zweryfikowane w ten sposób dane o zagrożeniu zostają naniesione na mapy, po czym wiosną wykonuje się dodatkowe poszukiwania i obserwacje szkodników w celu określenia potencjału rozwojowego populacji po przezimowaniu. Zazwyczaj przed podjęciem ostatecznej decyzji o zabiegach ratowniczych wykonuje się ścinę drzew na płachty (ryc. 26), wykłada tacki opadowe (ryc. 27 i 28) w celu obserwacji opadu ekskrementów i prowadzi hodowle laboratoryjne zebranych owadów.

Zgromadzone dane nanosi się na mapy i ustala pola zabiegowe (ryc. 29), po czym sporządza protokół kwalifikacyjny („Instrukcja ochrony lasu” – formularz nr 36), określający ściśle obszar, preparaty i ich dawki oraz termin rozpoczęcia zabiegów (załącznik 2).

10.4. Harmonogramy zabiegów zwalczania

Po ustaleniu terminu rozpoczęcia zabiegów TSOL ustala kolejność oprysków pól zabiegowych. Zazwyczaj wynika to ze stopnia zagrożenia poszczególnych drzewostanów oraz zaawansowania rozwoju populacji na poszczególnych polach zabiegowych, ponieważ w wypadku niektórych gatunków owadów występują znaczne różnicowania w tempie rozwoju w zależności od siedliska, nasłonecznienia i wielkości kompleksów leśnych.

RDLP ustala harmonogramy, określając lądowiska i liczbę statków powietrznych oraz ilości preparatów i adiuwantów. Wyznaczeni zostają pracownicy ze strony Lasów Państwowych, odpowiedzialni za zabezpieczenie koniecznych preparatów, ochronę statków powietrznych i sprzętu oraz bieżącą kontrolę załadunku i godziny rozpoczęcia prac na lądowiskach. W drzewostanach, w których w danym terminie będą wykonywane zabiegi, przebywają wyznaczeni pracownicy i przed samym rozpoczęciem lotu podają informacje o panujących tam warunkach atmosferycznych.

Bezpośrednio na lądowisku uzyskiwane są informacje o warunkach atmosferycznych na najbliższe godziny. W sytuacjach spodziewanych opadów, burz lub wiatrów zabiegi są przerywane. Także na polach zabiegowych są prowadzone obserwacje meteorologiczne, głównie siły wiatru.

Po zakończeniu zabiegów i analizie wydruków ze statków powietrznych, w zależności od przebiegu lotu i warunków meteorologicznych, decyduje się o ewentualnych lotach poprawkowych, po czym sporządza protokół (załącznik 3), dotyczący skuteczności wykonanych zabiegów („Instrukcja ochrony lasu” – formularz nr 37).

10.5. Akcja informacyjna

Akcję informacyjną prowadzą: DGLP, RDLP, nadleśnictwa i TSOL. Polega ona na wyczerpującym informowaniu wszystkich zainteresowanych stron, głównie miejscowej ludności, o przyczynie wykonywania zabiegów, zastosowanym sprzęcie i preparatach oraz terminie wykonywanych oprysków. Ponadto przekazywane są informacje o okresie karencji i zakazie wstępu do lasu na określonych obszarach.

Nadleśnictwa pisemnie powiadamiają samorządy terytorialne, właściwe służby inspekcji ochrony środowiska, służby sanitarno-epidemiologiczne, weterynaryjne i zootechniczne oraz związki pszczelarzy i komendy policji o lokalizacji i terminach przewidywanych zabiegów ratowniczych, a także o środkach ochrony roślin, które będą stosowane.

Do miejscowych stacji TV i radia oraz prasy przekazywane są stosowne informacje, a także organizowane są konferencje prasowe. W wypadku zabiegów na większych obszarach leśnych, DGLP przekazuje odpowiednią informację do mediów o zasięgu krajowym. Na nośnikach cyfrowych są opracowywane i przekazywane zainteresowanym jednostkom filmy i prezentacje przedstawiające biologię gatunków szkodników oraz ich szkodliwość dla lasu. W szkołach służby leśne prowadzą pogadanki dla uczniów.

RDLP zapewnia w odpowiednim czasie zaopatrzenie nadleśnictw w wymagany sprzęt i materiały informacyjne. Nadleśnictwa są zobowiązane do zaopatrzenia leśnictw w tablice ostrzegawcze i informacyjne oraz dopilnowania terminowego ich ustawienia w określonych miejscach oraz wywieszenia obwieszczeń i ogłoszeń.

Owady zwalczane metodą agrolotniczą



Zwójka zieloneczka
(*Tortrix viridana* L.)
(S. Kinelski)



Borecznik sosnowiec
(*Diprion pini* L.)
(fot. S. Kinelski)



Brudnica nieparka
(*Lymantria dispar* L.)
(fot. A. Rodziewicz)

11. Lądowiska dla statków powietrznych wykonujących zabiegi agrolotnicze

11.1. Przygotowanie i wyposażenie lądowisk

Teoretycznie możliwa jest sytuacja, w której dopiero powiększające się z każdym dniem uszkodzenia drzewostanu będą wskazywały na konieczność wykonania zabiegu ograniczania populacji szkodliwych owadów. W praktyce prawdopodobieństwo przeprowadzenia takiego zabiegu jest znane dużo wcześniej, co umożliwia nadleśnictwu przygotowanie się do niego.

Najpilniejszym, a także najbardziej pracochłonnym i zabierającym najwięcej czasu zadaniem jest wyznaczenie lądowiska i zorganizowanie zaplecza do wykonywania lotów. Najprostszym rozwiązaniem jest wykorzystanie istniejących lądowisk bazowych i operacyjnych Leśnych Baz Lotniczych. Są one formalnie i technicznie przygotowane do obsługi lotów przeciwpożarowych, a przystosowanie ich do zabiegów agrolotniczych nie powinno stwarzać problemów. Jeśli w okolicy planowanych zabiegów agrolotniczych nie ma wyznaczonych lądowisk ppoż., należy wykorzystać:

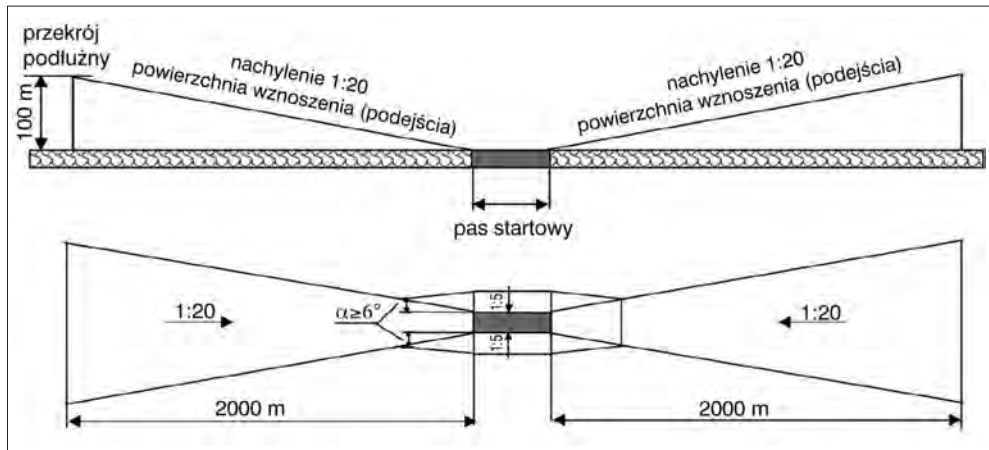
- lotniska, lądowiska i inne miejsca przystosowane do startów i lądowań statków powietrznych, będące własnością aeroklubów, samorządów, osób prawnych lub fizycznych;
- lotniska wojskowe i komunikacyjne.

Każdorazowe korzystanie z takich lotnisk musi być poprzedzone podpisaniem umowy regulującej szczegółowo prawa i obowiązki stron. Zdecydowanie najtrudniej uzyskać zgodę zarządców lotnisk wojskowych i komunikacyjnych, takie więc lokalizacje powinny być brane pod uwagę jedynie w ostateczności.

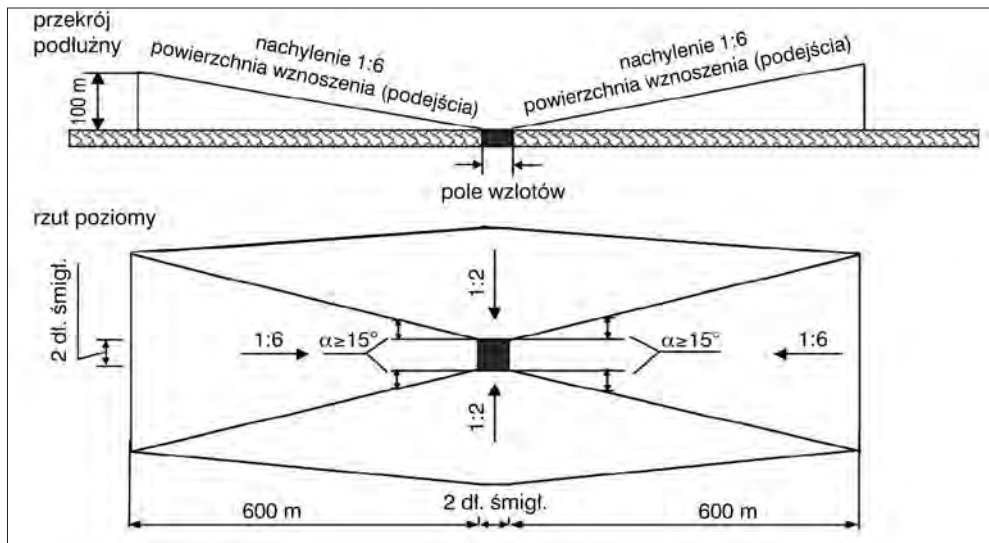
W wypadku braku możliwości wykorzystania istniejącej infrastruktury, nadleśnictwo (w porozumieniu z Regionalną Dyрекcją Lasów Państwowych) zmuszone będzie do wyznaczenia i zorganizowania własnego lądowiska. Może ono być zlokalizowane zarówno na gruntach nadleśnictwa, jak i na gruntach innych osób fizycznych lub prawnych; wtedy warunkiem jest zawarcie umowy na korzystanie z danego gruntu.

Kwestie tworzenia lotnisk, niezbędnego wyposażenia i zasad ich funkcjonowania reguluje ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. „Prawo lotnicze” (DzU nr 130, poz. 1112 z późniejszymi zmianami). W rozumieniu tej ustawy:

- lotniskiem jest wydzielony obszar na lądzie, wodzie lub innej powierzchni, w całości lub w części przeznaczony do wykonywania startów, lądowań i naziemnego lub nawodnego ruchu statków powietrznych, wraz ze znajdującymi się w jego granicach obiektami i urządzeniami budowlanymi o charakterze trwałym, wpisany do rejestru lotnisk;
 - lądowiskiem jest wydzielony obszar na lądzie, wodzie lub innej powierzchni, w całości lub w części przeznaczony do wykonywania startów, lądowań i naziemnego ruchu statków powietrznych, wpisany do rejestru lądowisk.
- Schemat określający dopuszczalną wysokość przeszkód dla lądowiska samolotów przedstawia ryc. 30, a dla lądowiska śmigłowców – ryc. 31.



Ryc. 30. Schemat lądowiska dla samolotów



Ryc. 31. Schemat lądowiska dla śmigłowców

Wymagania formalne dotyczące otoczenia, infrastruktury, dostępności i organizacji ruchu lotniczego dla lotnisk i lądowisk są tak wysokie, że niecelowe wydaje się tworzenie obiektów mieszczących się w tych kategoriach. Z punktu widzenia Lasów Państwowych właściwą i wystarczającą formułą jest „inne miejsce przystosowane do startów i lądowań statków powietrznych”, zdefiniowane w art. 93, ust. 1 ustawy „Prawo lotnicze”. Zgodnie z nim, statki powietrzne mogą lądować i startować w innych miejscach poza lotniskami i lądowiskami wpisanymi do odpowiednich rejestrów, m.in. w wypadku:

- ratowania życia lub zdrowia ludzkiego albo udziału w zwalczaniu klęsk żywiołowych,
 - uzasadnionym potrzebami usług lotniczych,
- co jednoznacznie umożliwia jednostkom Lasów Państwowych i firmom świadczącym usługi na ich rzecz korzystanie z tej uproszczonej formy organizacji lądowisk.

Zasady wyznaczania, rejestrowania i eksploatacji innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań statków powietrznych (dla uproszczenia będziemy posługiwać się określeniem „lądowisko tymczasowe”, mając na uwadze, że nie jest to teren wpisany do ewidencji lądowisk i nie spełnia wymagań organizacyjno-technicznych przewidzianych dla lądowisk) określają Wytyczne nr 3 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 22 sierpnia 2003 r. (Dz. Urz. ULC nr 5, poz. 18), zmienione Zarządzeniem nr 9 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 24 czerwca 2005 r. (Dz. Urz. ULC nr 8, poz. 31). Wytyczne te nie precyzują ścisłych wymagań dotyczących wymiarów pasa startowego, lokalizacji przeszkód, odległości pomiędzy obiektami itp., nakazując jedynie zachowanie parametrów określonych dla poszczególnych typów statków powietrznych w ich instrukcjach użytkownika i nakładając na przyszłego użytkownika tego miejsca pełną odpowiedzialność za zachowanie zasad bezpieczeństwa podczas startów i lądowań. Tak więc to przyszły użytkownik terenu decyduje, czy panujące tam warunki umożliwiają bezpieczne starty i lądowania statków powietrznych.

Przed rozpoczęciem działalności lotniczej na danym obszarze należy sporządzić „Instrukcję użytkownika obszaru przystosowanego do startów i lądowań statków powietrznych”, której wzór jest załącznikiem do ww. wytycznych. Instrukcję powinien opracować wykonawca usług lotniczych na podstawie materiałów i przy pomocy właściwego nadleśnictwa, po czym w terminie jednego miesiąca przed rozpoczęciem użytkowania oryginał i dwie kopie przesłać do zatwierdzenia do Urzędu Lotnictwa Cywilnego.

Lokalizacja lądowisk lub innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań statków powietrznych powinna uwzględniać potrzebę wykonywania zabiegów agrolotniczych w sposób optymalizujący dołoty do pól zabiegowych oraz minimalizujący nakłady na organizowanie lądowisk. W literaturze⁸ podane są algorytmy do obliczenia optymalnej lokalizacji lądowisk, ale w gospodarce leśnej są one mało użyteczne. Przy planowaniu lokalizacji lądowisk tymczasowych można przyjąć zasadę, że dla zabiegów agrolotniczych wykonywanych samolotami dołot z lądowiska na pole robocze nie powinien przekraczać 50 km, co odpowiada

⁸ Rowiński R., 1994, „Agrolotnictwo”. Tom II, s. 80–81.

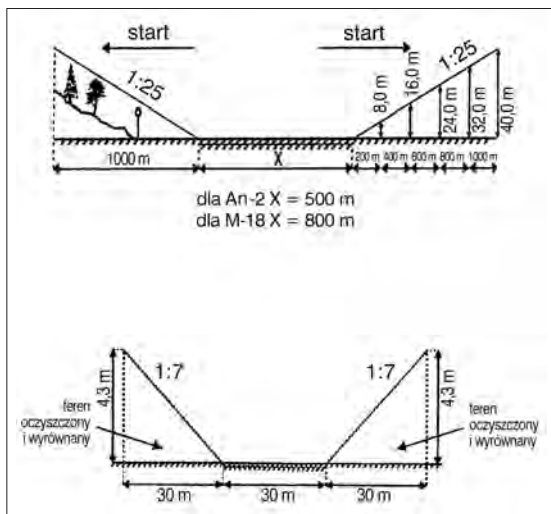
około 20 minutom lotu. Dłuższe dołoty do pól zabiegowych mogą być dopuszczalne w razie konieczności wykonania zabiegu na małej powierzchni, możliwej do przeprowadzenia jednym lotem. W takiej sytuacji należy pamiętać, że dłuższy dołot spowoduje późniejsze rozpoczęcie zabiegu porannego lub wcześniejsze zakończenie zabiegu wieczornego, zapewniające powrót samolotu na lądowisko przed zachodem słońca. W związku z wydłużonym czasem lotu wzrosną też koszty wykonania zabiegu.

W wypadku zabiegów wykonywanych śmigłowcami wskazane jest lokalizowanie lądowisk tymczasowych w pobliżu pól zabiegowych, gdyż udźwig cieczy roboczej przez śmigłowiec (a więc wielkość powierzchni możliwej do opryskania w jednym locie) jest mniejszy niż przez samolot, co powoduje konieczność wykonania większej liczby lotów. Jednocześnie zdecydowanie większe niż dla samolotów są możliwości lokalizacji lądowisk tymczasowych dla śmigłowców, nakłady zaś na ich utrzymanie – znacznie mniejsze.

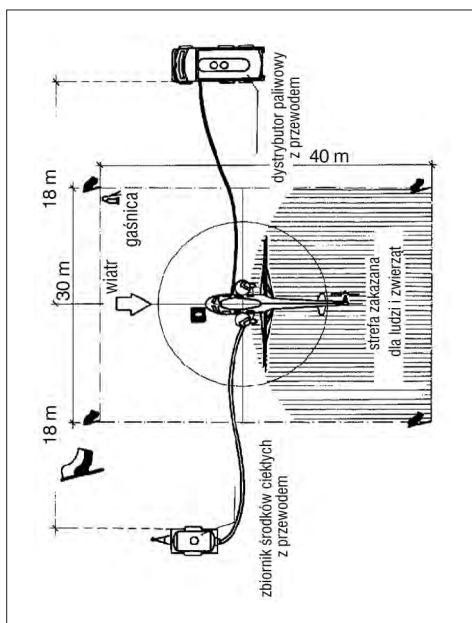
Wyboru miejsca pod lądowisko tymczasowe należy dokonywać przy udziale upoważnionego pracownika firmy wykonującej zabiegi agrolotnicze, zgodnie z poniższymi zasadami, wynikającymi z „Instrukcji użytkowania w locie” poszczególnych typów statków powietrznych oraz z instrukcji operacyjnych poszczególnych wykonawców usług lotniczych:

- Miejsce pod lądowisko tymczasowe powinno być wyznaczone przynajmniej na półtora miesiąca przed rozpoczęciem akcji zwalczania – tak, aby możliwe było dotrzymanie terminów opracowania instrukcji użytkowania i przesłania jej do Urzędu Lotnictwa Cywilnego.
- Lądowiska tymczasowe powinny być zlokalizowane na gruntach łatwo przepuszczalnych, w miejscach niezalewanych przez wody opadowe. Najlepszą lokalizacją są szybko przesuszające się nieużytki, pastwiska lub łąki.
- Kształt i wymiary powierzchni przeznaczonej pod lądowisko tymczasowe dla samolotów powinny umożliwiać wyznaczenie pasa startowego o szerokości około 30 m i długości 800 m dla samolotu M-18 Dromader oraz 500 m dla samolotu An-2R.
- Kierunek (dłuższy bok) pasa startowego powinien pokrywać się z kierunkiem przeważających lokalnie wiatrów. Pas startowy powinien nadawać się do startów i lądowań w obydwu przeciwnych kierunkach. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się wyznaczenie lądowiska tymczasowego o możliwym jednym kierunku startu.
- Powierzchnia pasa startowego powinna być równa, bez zapadlin, rowów i bruzd. Tereny o szerokości po 30 m z każdej strony, przylegające do bocznych granic pasa i stanowiące boczne pasy bezpieczeństwa, muszą być całkowicie oczyszczone z roślinności drzewiastej i krzewów oraz wyrównane. Pomiędzy pasem startowym a przylegającymi do niego pasami bezpieczeństwa nie może być żadnych bruzd lub uskoków. Nawierzchnia pasa startowego powinna być utwardzona lub zadarniona roślinnością o dobrze rozwiniętym systemie korzeniowym, o wysokości części naziemnej nie większej niż 20 cm. Praktycznym sprawdzianem stanu nawierzchni pasa startowego jest próba przejazdu samochodem osobowym z prędkością około 80 km/h. W razie konieczności wyrównania terenu, należy go uwałować.

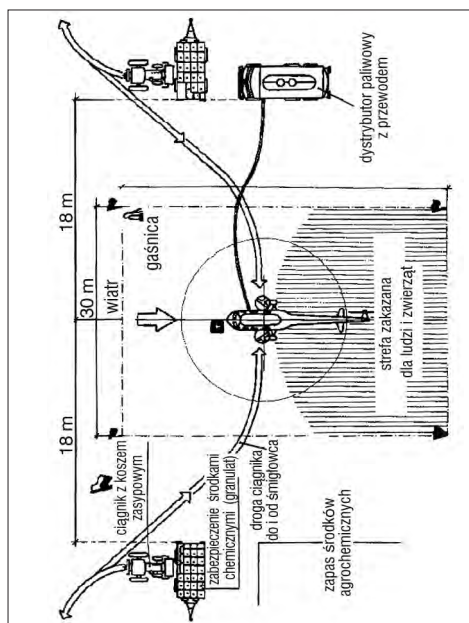
- Granice pasa startowego na lądowisku tymczasowym należy oznakować za pomocą kontrastujących z podłożem (najlepiej białych lub żółtych) chorągiewek o wymiarach około 40×60 cm i wysokości do 1 m, rozstawionych co 100 m wzdłuż obu bocznych granic pasa startowego. Na obu końcach pasa startowego należy umieścić chorągiewki w kolorze czerwonym. Sposób oznakowania pasa startowego należy uzgodnić z przedstawicielem wykonawcy usług agrolotniczych.
- Obszar na przedłużeniu pasa startowego powinien być pozbawiony wysokich obiektów, mogących być przeszkodami; wskazane jest utrzymanie parametrów przedstawionych na ryc. 32.
- Wymiary powierzchni lądowisk tymczasowych dla śmigłowców powinny wynosić 30×40 m. Schemat lądowiska tymczasowego przedstawiają: ryc. 33 (przy aplikacji środków ciekłych) i ryc. 34 (przy aplikacji środków stałych).



Ryc. 32. Przekrój pasa startowego



Ryc. 33. Szkic lądowiska do załadunku środków ciekłych



Ryc. 34. Szkic lądowiska do załadunku środków stałych

- Lądowisko tymczasowe należy wyposażyć w tzw. rękaw lub wskaźnik wiatru w postaci flagi o wymiarach 2,5 × 1,5 m, zamocowanej na drzewcu o wysokości około 3 m, umieszczonym w miejscu dobrze widocznym ze wszystkich kierunków podejścia do lądowiska.
- Do lądowiska tymczasowego musi prowadzić przynajmniej jedna droga dojazdowa, połączona z siecią dróg publicznych. Droga ta powinna być przejezdna w okresie prowadzenia akcji i umożliwiać dojazd środków transportowych i sprzętu. Przy drodze należy wyznaczyć miejsce na parking.
- Na lądowisku tymczasowym, w miejscu, gdzie możliwe jest swobodne i bezpieczne kołowanie samolotu, należy wyznaczyć stałe miejsce postojowe, tzw. stojankę, której narożniki powinny być oflagowane czerwonymi chorągiewkami o wymiarach około 40 × 60 cm i wysokości do 1 m. W wypadku krótkotrwałego wykorzystywania lądowiska tymczasowego nie jest konieczne wykonywanie specjalnych kotwiczeń, wystarczające może być zastosowanie kotew wkręcanych w ziemię, tzw. grajcarów, w które powinien być wyposażony przylatujący statek powietrzny. Lokalizację miejsca postojowego i sposobu kotwiczenia należy uzgodnić z przedstawicielem wykonawcy usług agrolotniczych. Niektóre firmy lotnicze podają w swoich instrukcjach zapisy regulujące odległość stojanek od innych obiektów (zabudowań, magazynów paliw, dróg). Zapisy te, powielone m.in. w „Instrukcji technologicznej zwalczania szkodliwych owadów liściożernych w lasach” (Warszawa 1995), nie mają rangi urzędowej, należy je traktować jako wskazania orientacyjne.
- Na lądowisku tymczasowym należy wyznaczyć i zabezpieczyć miejsce do składowania paliwa lotniczego i oleju. Wskazane jest zlokalizowanie magazynu paliw w pobliżu stojanki, aby usprawnić tankowanie statku powietrznego i ułatwić dozór.
- W wypadku wykonywania z lądowiska tymczasowego samolotowych zabiegów agrolotniczych wymagających większej ilości paliwa należy rozważyć możliwość jego transportu w beczkach 200-litrowych lub okresowego wynajęcia specjalistycznej cysterny paliwowej, w której możliwy jest przewóz i przechowywanie paliwa lotniczego. Magazyn paliwa należy urządzić zgodnie ze wskazaniami usługodawcy, a sposób dowozu uzgodnić z jego przedstawicielem. Jeżeli umowa na wykonywanie usług lotniczych nie mówi inaczej, to zorganizowanie magazynu paliwa na lądowisku tymczasowym należy do obowiązków właściwego nadleśnictwa, natomiast każdorazowo tankowanie statku powietrznego zapewnia usługodawca.
- W wypadku wykonywania z lądowiska tymczasowego zabiegów agrolotniczych przy użyciu śmigłowca należy w porozumieniu z przedstawicielem usługodawcy wyznaczyć miejsce postojowe dla towarzyszącej śmigłowcowi autocysterny paliwowej.
- Na lądowisku należy wyznaczyć miejsca do składowania środków owadobójczych, adiuwantów i rozcieńczalnika (wody) do sporządzania cieczy użytkowej. Miejsce to powinno się znajdować w pobliżu stojanek i magazynu paliwa, aby umożliwić załadunek cieczy roboczej i tankowanie paliwa bez konieczności przekoływania statku powietrznego. Miejsca takie powinny być wyposażone w zestawy do pochłaniania rozlanych środków chemicznych, paliwa lub olejów.

- W miejscu składowania paliwa i preparatów oraz w miejscach postojowych samolotu należy ustawić tablice ostrzegawcze o zakazie palenia tytoniu i używania ognia.
- Lądowisko tymczasowe musi być wyposażone w stałe lub przewoźne pomieszczenia w postaci baraków lub barakowozów (względnie namiotów) dla pracowników LP, załóg statków powietrznych, zatrudnionych robotników i dla dozorców. W pomieszczeniach tych powinny się znajdować stół i krzesła dla określonej liczby osób. Pomieszczenia dla załóg samolotów lub śmigłowców, robotników i dozorców należy wyposażyc w szafki ubraniowe i odgradzoną przebieralnię.
- Pomieszczenie dla dozorców (stróżówka) powinno być tak usytuowane, aby była zapewniona możliwość obserwacji stojanek, magazynu paliw i środków chemicznych.
- W wypadku wykonywania z lądowiska tymczasowego zabiegów agrolotniczych w okresie dłuższym niż jeden dzień, na lądowisku tymczasowym lub w jego pobliżu należy wyznaczyć kwaterę dla personelu latającego, umożliwiającą odpoczynek i sen. Jeżeli umowa na wykonywanie usług lotniczych nie mówi inaczej, to zapewnienie zakwaterowania na lądowisku tymczasowym (lub w jego pobliżu) oraz dowóz personelu wykonawcy na kwaterę i na lądowisko należy do obowiązków właściwego nadleśnictwa.
- Na lądowisku tymczasowym należy zapewnić właściwe warunki sanitarno-higieniczne personelowi wykonawcy i pracownikom nadleśnictwa (możliwość umycia się, toaleta przewoźna).

Wyposażenie lądowiska tymczasowego należy do obowiązku nadleśnictwa, na terenie którego zostało ono zlokalizowane, natomiast sprzęt gaśniczy do gaszenia statków powietrznych zapewnia usługodawca.

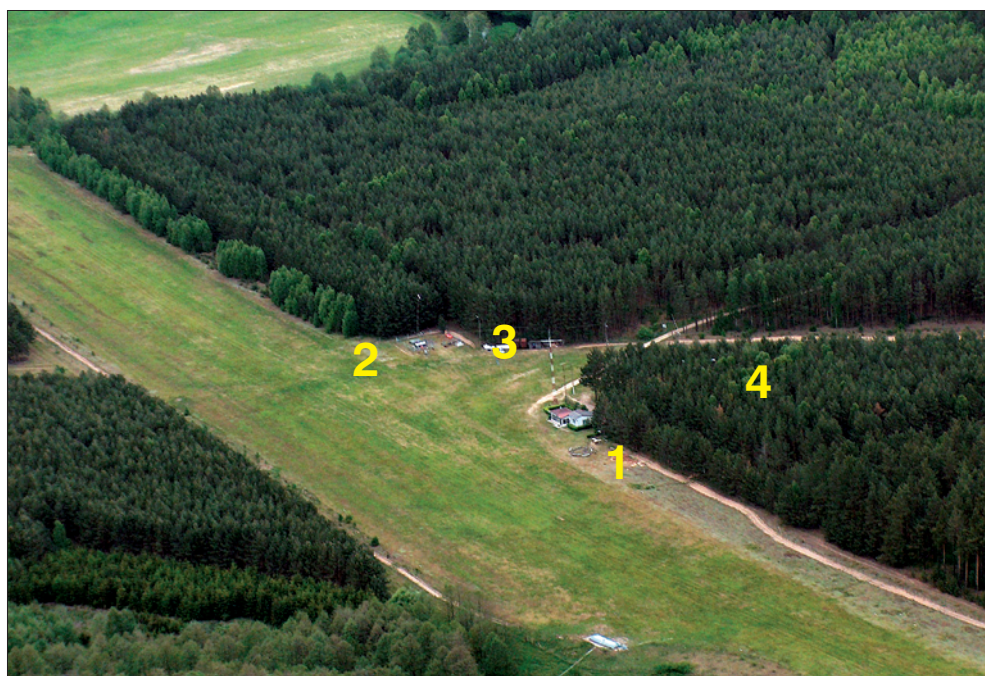
Lądowisko bazowe przedstawia ryc. 35, a lądowisko operacyjne – ryc. 36.

11.2. Likwidacja lądowiska

Po zakończeniu korzystania z lądowiska należy uprzątnąć i zabezpieczyć znajdujące się na nim pomieszczenia i urządzenia. Wszystkie środki techniczne będące w posiadaniu nadleśnictwa powinno się oczyścić i zakonserwować zgodnie z obowiązującymi instrukcjami obsługi. Dotyczy to zwłaszcza pomp, węży i zbiorników, szczególnie tych, które były używane do mieszania i przepompowywania środków o dużej lepkości⁹.

W razie przypadkowego rozlania nawet najmniejszej ilości oleju lub innego stosowanego środka chemicznego, kiedy brakuje odpowiedniego zestawu do ich pochłaniania, należy zebrać wyciek w materiał absorbujący (ziemię, trociny, korę, popiół, cement, odpady bawełniane) i umieścić w zbiorniku z przeznaczeniem do utylizacji przez wyspecjalizowane firmy. Wystąpienie wycieku środków ochrony roślin lub innych niebezpiecznych substancji, które zagrażają skażeniem wód lub

⁹ Autor miał wątpliwą przyjemność uczestniczenia w „reanimacji” zestawu składającego się z pompy, zbiornika i węży, nie oczyszczonego po opryskach z użyciem Forayu i nie używanego przez dwa lata.



Ryc. 35. Schemat rozmieszczenia elementów infrastruktury na lądowisku bazowym. 1 – pomieszczenie socjalne i operacyjne; 2 – magazyn paliw; 3 – magazyn środków chemicznych, miejsce sporządzania cieczy roboczej i tankowania samolotów; 4 – stojanki samolotów w przecince leśnej (fot. D. Bartczak)



Ryc. 36. Lądowisko operacyjne (fot. D. Bartczak)

środowiska leśnego w stopniu niemożliwym do zneutralizowania środkami własnymi, należy niezwłocznie zgłosić najbliższej jednostce Państwowej Straży Pożarnej oraz Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa.

Niewykorzystane pestycydy i adiuwanty należy przewieźć z łądowiska do magazynów środków chemicznych. Pozostałe po preparatach chemicznych opakowania zwrotne powinny być odesłane do nadleśnictwa i odpowiednio zabezpieczone, a następnie przekazane producentowi lub dystrybutorowi środków chemicznych. Z opakowaniami bezzwrotnymi należy postępować zgodnie z zapisami w instrukcji-etykiecie.

Zdjęte flagi i tablice ostrzegawcze należy przewieźć do magazynu nadleśnictwa.

Owady zwalczane metodą agrolotniczą



Opaślik sosnowy
(*Barbitistes constrictus*
Br.-Watt.)
(fot. A. Rodziewicz)



Piędzik przedzimek
(*Operophtera brumata* L.)
(fot. S. Kinelski)



Chrabąszcz majowy
(*Melolontha melolontha* L.)
(fot. A. Rodziewicz)

12. Wyznaczanie i oznakowanie pól zabiegowych

Zgodnie z Zarządzeniem nr 18 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 6 kwietnia 2007 r. w sprawie ograniczenia zagrożeń ze strony szkodliwych owadów, grzybów patogenicznych i innych zjawisk szkodliwych w lasach w 2007 r. (ZO-7200-1/11/07), przy wykonywaniu zabiegów agrolotniczych obowiązkowe jest stosowanie systemów GPS Agro. Odstępstwo od tej zasady może zaistnieć w wyjątkowych, uzasadnionych przypadkach (np. w razie pilnej konieczności wykonania zabiegu przy braku dostępnego systemu GPS Agro), z zapewnieniem innych metod oznakowania pól zabiegowych.

Zastosowanie systemów GPS Agro umożliwia:

1. Na etapie projektowania:

- precyzyjne wyznaczanie granic pola zabiegowego obejmującego obszary, gdzie wykonanie zabiegu jest najbardziej potrzebne, bez konieczności wyrównywania granic;
- wyłączenie z zabiegu obszarów zagrożonych w mniejszym stopniu, nie zagrożonych lub obszarów, gdzie wykonanie zabiegu jest niecelowe (enklawy gruntów nieleśnych, wody wraz otulinami).

Stosowanie systemów GPS Agro zmienia podejście do kwalifikowania powierzchni do zabiegów, umożliwiając dowolne kształtowanie obszaru zabiegu i pozwalając na jego wykonanie na małych, nawet kilkuhektarowych powierzchniach. Jedynym ograniczeniem jest sprawność aparatury agrolotniczej, która nie pozwala na precyzyjną aplikację środka w czasie 1–2 sekund. Z tego względu minimalna długość obszaru wyłączanego z zabiegu lub poddanego zabiegowi nie powinna być mniejsza niż droga przebyta przez statek powietrzny w ciągu 3 sekund, czyli w wypadku samolotów – około 150 m, a śmigłowców – 70 m.

2. Na etapie wykonywania zabiegu agrolotniczego:

- dokładne naprowadzenie pilota nad pole zabiegowe i na kolejne przejścia robocze;
- sygnalizowanie miejsca włączenia i wyłączenia aparatury agrolotniczej;
- bieżącą (w trakcie lotu) analizę dokładności wykonywania zabiegu, z możliwością natychmiastowego wykonania poprawki;

- wykonywanie zabiegu nie tylko metodą wrzecionową („tam i z powrotem”), ale według innych szablonów;
- rezygnację z dotychczas stosowanych sposobów oznakowania pola zabiegowego i kolejnych przejść roboczych, czyli przede wszystkim z pracy ekip balonowych.

Jest to szczególnie istotne na obszarach pofalowanych, gdzie możliwość zaobserwowania flag lub balonów kierunkowych przez pilota jest ograniczona, oraz na obszarach niedostępnych lub z nieregularnym układem linii podziału powierzchniowego, gdzie poprowadzenie linii balonowych byłoby utrudnione. Jediną osobą niezbędną w okolicy pola zabiegowego jest pracownik przekazujący na lądowisko informację, czy panujące na polu roboczym warunki meteorologiczne (wiatr, możliwość wystąpienia opadów) umożliwiają wykonanie zabiegu.

3. Na etapie analizy wykonanego zabiegu:

- analizowanie i archiwizowanie parametrów nawigacyjnych i opryskowych lotu, lokalizowanie według współrzędnych geograficznych miejsc niewłaściwego wykonania zabiegu i ich wielkości.

Taki zapis lotu może być obiektywnym dowodem w sprawach o ew. roszczenia z tytułu strat w mieniu Lasów Państwowych lub osób trzecich spowodowanych wykonywaniem zabiegu.

Systemy GPS Agro składają się z:

- wysokiej jakości odbiornika GPS o częstotliwości pomiaru i obliczania pozycji minimum 5 Hz (pięć razy na sekundę), umożliwiającego odbiór poprawki różnicowej Egnos lub komercyjnej (np. Omnistar), a w przyszłości również odbiór sygnałów z satelitów innych systemów pozycjonowania (Galileo, GLONAS), zintegrowanego lub nie zintegrowanego z anteną;
- komputera pokładowego, zamontowanego w kabinie statku powietrznego, wyświetlającego mapę pola zabiegowego oraz wyliczoną i rzeczywistą trasę kolejnych przejść nad polem zabiegowym;
- belki kierunkowej, zamocowanej na linii wzroku pilota, która za pomocą zapalających się i gasnących diod prowadzi pilota po wyliczonej linii przejścia oraz na następną linię;
- połączenia z aparaturą opryskową statku powietrznego, pozwalającą na rejestrację miejsca i czasu włączenia i wyłączenia tej aparatury, a opcjonalnie – również na automatyczne sterowanie (włączanie i wyłączenie) aparatury atomizacyjnej;
- oprogramowania PC do kameralnego przygotowywania projektów pól zabiegowych oraz do późniejszych analiz wykonywanych lotów.

Liczbę systemów GPS Agro, według stanu na koniec 2008 r., w dyspozycji jednostek Lasów Państwowych oraz firm lotniczych świadczących usługi na rzecz jednostek PGL LP przedstawia tabela 1.

Stosowanie innych typów sprzętu jest dozwolone, o ile spełnione będą wszystkie wymagania funkcjonalne, opisane powyżej. Zabiegi przy użyciu systemów GPS Agro powinni wykonywać odpowiednio przeszkoleni piloci¹⁰.

¹⁰ Dla bardziej ufnych wystarczające może być ustne oświadczenie pilota lub szefa personelu latającego firmy lotniczej, dla bardziej podejrzliwych jedynym formalnym dokumentem jest zaświadczenie o ukończeniu kursu, wydane przez dystrybutora systemów GPS Agro.

Tabela 1.
Liczba systemów GPS Agro w końcu 2008 r. w dyspozycji jednostek LP

| Jednostka | Ag Nav 2 | Ag Nav GUIA | Trimble |
|---------------------------|-----------|-------------|----------|
| RDLP Piła | 1 | 1 | |
| RDLP Szczecinek | | 1 | |
| RDLP Warszawa | 1 | | |
| RDLP Zielona Góra | 2 | | |
| Razem jednostki LP | 4 | 2 | |
| Aerogryf Szczecin | | 4 | |
| Heliseco Świdnik | | 4 | |
| ZUA Mielec | | 4 | 5 |
| Razem usługodawcy | 12 | 5 | |
| OGÓŁEM | 4 | 14 | 5 |

Po przeprowadzeniu kwalifikacji powierzchni do zabiegu, gdy dysponujemy już granicami pól zabiegowych i obszarów wyłączonych z oprysku, naniesionymi na papierową mapę, dane te należy przenieść na format cyfrowy w układzie odniesienia WGS 84 BLH, gdyż jest to układ, w którym pracuje cały system GPS. W razie braku Leśnej Mapy Numerycznej obszaru objętego zabiegami agrolotniczymi, narożniki pola zabiegowego oraz obszarów wyłączonych z oprysku należy pomierzyć dokładnym odbiornikiem GPS, a najlepiej rejestratorem kartograficznym, automatycznie tworzącym plik mapy numerycznej (.shp).

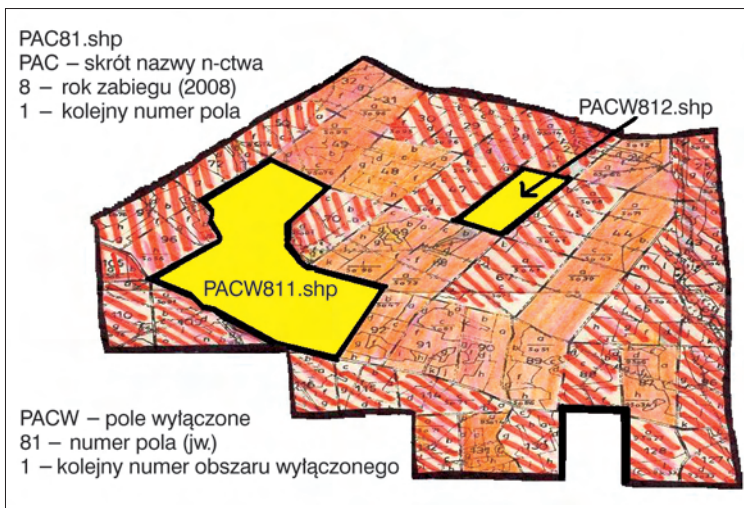
W zależności od typu urządzenia, za pomocą którego będą wykonywane zabiegi, należy zrobić to odmiennymi metodami, zgodnie z instrukcjami właściwych programów.

1. W wypadku zastosowania systemów Trimble, będących własnością Zakładu Usług Agrolotniczych w Mielcu, należy przy użyciu dowolnego programu GIS-owego sporządzić plik mapy numerycznej (.shp) pola zabiegowego poprzez wycięcie z Leśnej Mapy Numerycznej nadleśnictwa obiektów (oddziałów, wyłączeń), znajdujących się w granicach pola zabiegowego i połączenie ich w jeden poligon. Granica pola roboczego musi stanowić jedną linię łamaną, łączącą się z granicami obszarów wyłączonych z oprysku, dlatego też obszary wyłączone muszą być połączone wąskimi (nawet o szerokości poniżej 1 m) korytarzami z granicami zewnętrznymi. Przykład pliku mapy numerycznej (.shp), przygotowanego na potrzeby systemu Trimble, przedstawia ryc. 37. Należy każdorazowo pamiętać o konieczności przetransformowania plików na układ WGS 84 BLH, np. przy użyciu programu TRAKO. Pliki pola zabiegowego należy przekazać przedstawicielowi usługodawcy na uzgodnionym nośniku.

2. W wypadku stosowania systemów Ag Nav 2 i Ag Nav GUIA należy sporządzić oddzielne pliki dla pola roboczego i każdego z obszarów wyłączonych z oprysków. Przykład pliku mapy numerycznej (.shp), przygotowanego na potrzeby systemów Ag Nav, przedstawia ryc. 38. Należy każdorazowo pamiętać o konieczności przetransformowania plików na układ WGS 84 BLH, np. przy użyciu programu TRAKO. Pliki pola zabiegowego można wycinać z LMN, analogicznie jak w wy-



Ryc. 37. Plik mapy numerycznej pola roboczego dla systemu Trimble



Ryc. 38. Plik mapy numerycznej pola roboczego dla systemów Ag Nav

padku opisanym w pkt 1, używając dowolnych programów GIS-owych, lub skorzystać z bezpłatnego programu NavViewW, będącego elementem składowym systemów Ag Nav, służącym do kameralnego przygotowywania projektów pól zabiegowych oraz do szczegółowej analizy wykonanych lotów. Do programu NavViewW należy przekopiować pliki .shp pola zabiegowego i obszarów wyłączonych, na podstawie których będą później sporządzane projekty pól zabiegowych wraz z trasami przelotów statków powietrznych. Możliwe jest też skopiowanie do programu NavViewW warstwy obiektów podstawowych nadleśnictwa i sporządzenie projektu pola zabiegowego bezpośrednio na tej podstawie. Tworzenie projektów pól zabiegowych przy użyciu programu NavViewW jest szybkie i wygodne, pod warunkiem postępowania zgodnego z instrukcją obsługi programu. W wypadku systemów Ag Nav, będących własnością usługodawców, należy uzgodnić, czy wykonawcy przekazywane będą warstwy mapy numerycznej (.shp) pola zabiegowego i obszarów

wyłączonych, czy też gotowe projekty pola zabiegowego (.no1). Pliki należy przekazać przedstawicielowi usługodawcy na uzgodnionym nośniku.

3. W wypadku systemów Ag Nav, będących własnością jednostek Lasów Państwowych, sporządzenie pełnego projektu pola zabiegowego w programie NavViewW (.no1) należy do obowiązków pracowników Lasów Państwowych; piloci mają prawo korekty przygotowanego projektu, zwłaszcza założonego kierunku przejść.

Przy pracy z programem NavViewW należy w pierwszej kolejności zdefiniować szablon podstawowych parametrów zabiegu, zapisywanych jako ENTRY.NEW. W szablonie tym należy wpisać:

- południk centralny – w odstępach co 6°; dla Polski zachodniej będzie to **15°**, a dla centralnej i wschodniej – **21°**. W wypadku niezgodności pomiędzy przyjętym południkiem centralnym a szerokością geograficzną otwieranej warstwy mapy numerycznej, odpowiedni komunikat zostanie wyświetlony na ekranie komputera;
- układ współrzędnych (**Lat/Lon**), elipsoidę (**zawsze wpisywać WGS-84**) i **półkulę północną**;
- jednostki miary (**metry**);
- szerokość smugi – **40 m** dla samolotów i **30 m** dla śmigłowców – oraz jej przesunięcie (offset) – (**YES**);
- ustawienie przełącznika otwierania aparatury agrolotniczej – w wypadku połączenia z aparaturą atomizerową należy ustawić w pozycji **Spray when opened**, w sytuacji odwrotnej – w pozycji **Spray inside area**.

Skróconą „ściągawkę” do tworzenia projektów pól zabiegowych (.no1) przy zastosowaniu programu NavViewW przedstawia załącznik 4, a konfigurację szablonu ENTRY.NEW – załącznik 5.

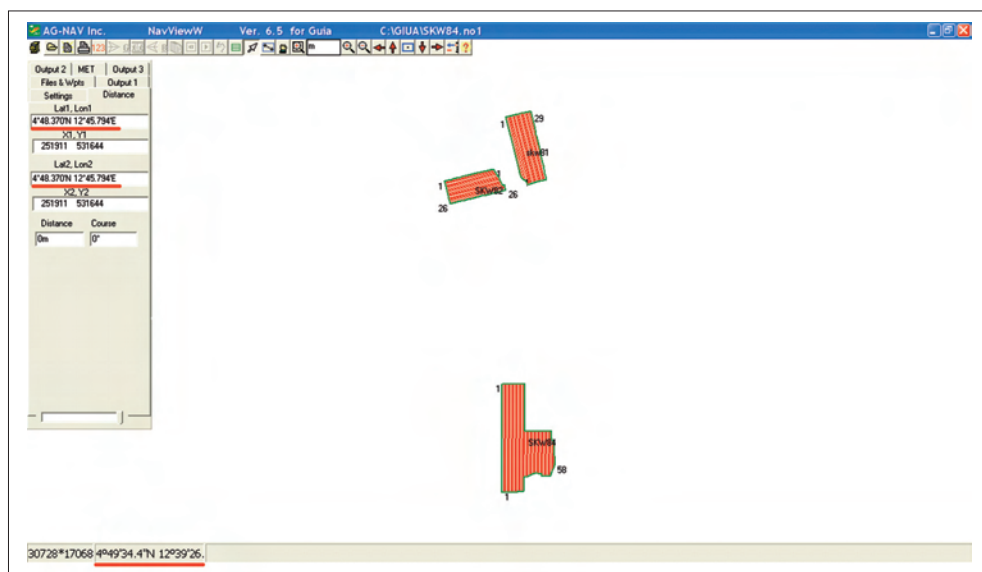
Niezależnie, czy wykonywana będzie warstwa mapy numerycznej pola zabiegowego (.shp), czy też projekt pola zabiegowego (.no1):

- proste odcinki granic należy definiować dwoma punktami granicznymi (nie powinno się wstawiać punktów pośrednich),
- niewielkie załamania granic (do 10 m) można pominąć,
- rozległość obszarów wyłączonych z oprysku (lub przeznaczonych do oprysku) nie powinna być mniejsza niż ok. 150 m (dla samolotów) i 70 m (dla śmigłowców).

Należy zwrócić uwagę, że powierzchnia wyliczona matematycznie na podstawie współrzędnych narożników pola zabiegowego przez programy typu NavViewW czy Arc View może być większa niż zsumowana powierzchnia wszystkich oddziałów lub wydzieł objętych zabiegiem. Różnice w wielkości do jednego hektara mogą wynikać z niedokładnego pomiaru narożników pola zabiegowego i nie są istotne przy wykonywaniu zabiegów, natomiast dochodzące do kilkunastu czy kilkadziesiątu hektarów wymagają szybkiego wyjaśnienia. Mogą one wynikać ze znalezienia się w obszarze pola zabiegowego gruntów nie będących w stanie posiadania LP (drogi, enklawy gruntów obcych) lub z popełnienia matematycznego błędu przy sumowaniu. Jeśli w polu zabiegowym znajdują się grunty obce, których wyłączenie nie będzie możliwe (np. drogi publiczne), należy odpowiednio do wzrostu powierzchni zabiegu zwiększyć ilość środków chemicznych. Przypadek, kiedy wyliczona matematycznie powierzchnia zabiegu jest znacząco mniejsza od sumy powierzchni oddziałów lub wydzieł, nie powinien mieć miejsca. Taka sytuacja wymaga szczegółowego wyjaśnienia, gdyż z reguły jest wynikiem ludzkiego błędu.

Niezależnie od metody sporządzania danych wejściowych wskazane jest ujednoczenie zasad nazewnictwa plików, aby ułatwić zarządzanie zasobami. Najprostsze jest nazwanie pliku skrótem nazwy nadleśnictwa z dodaniem jednej cyfry roku wykonywania zabiegu i kolejnego numeru pola zabiegowego w danym nadleśnictwie (np. *Pac81*). Takie nazewnictwo można stosować zarówno do wyciętych plików mapy numerycznej (.shp), jak i do projektów pól roboczych wykonywanych w programie NavViewW (.no1). W wypadku pozyskiwania oddzielnych plików mapy numerycznej obszarów wyłączonych z oprysku wskazane jest nazywanie ich skrótem nazwy nadleśnictwa z dodaniem litery „w” (wyłączenie), z cyfrą roku wykonywania zabiegu, kolejnym numerem pola zabiegowego w danym nadleśnictwie oraz kolejnym numerem obszaru wyłączonego w tym polu zabiegowym (np. *Pacw811*, *Pacw812*). Przed przekazaniem wykonawcy usług lotniczych warstw pola zabiegowego lub projektu pola zabiegowego należy zweryfikować prawidłowość danych poprzez sprawdzenie, czy nie nastąpiły błędy, np. podczas przeliczania pomiędzy układami współrzędnych lub przy wyznaczaniu granic pola. Należy zwrócić też uwagę na wielkość obszarów wyłączonych z oprysku (lub przeznaczonych do oprysku).

Najprostszą metodą weryfikacji warstwy (projektu) pola zabiegowego jest nałożenie jej na warstwę Leśnej Mapy Numerycznej i porównanie z wyznaczonymi na mapie „papierowej” granicami pola zabiegowego¹¹. Przykłady popełnianych błędów przy projektowaniu pól zabiegowych przedstawione są na ryc. 39, 40 i 41.

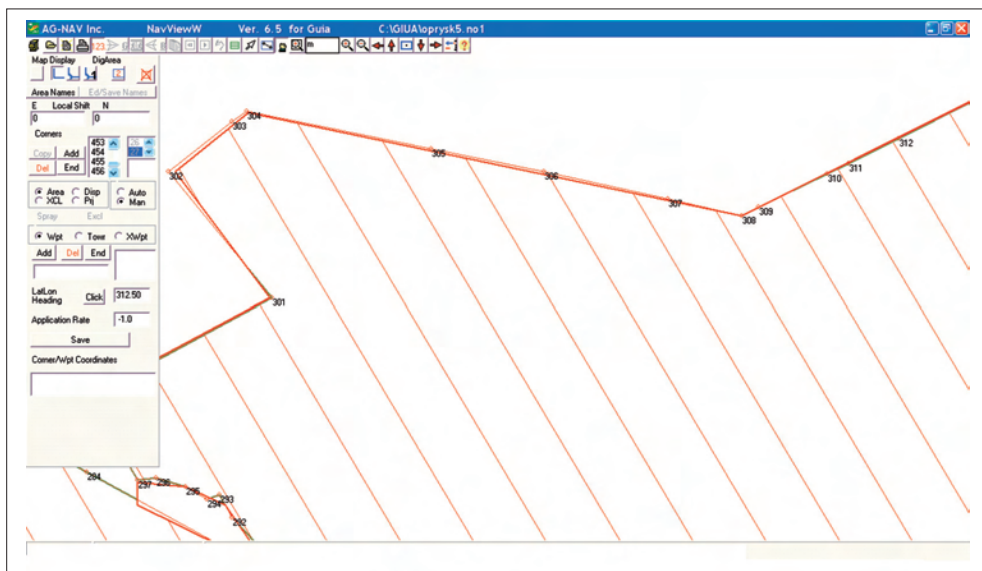


Ryc. 39. Błąd – niewłaściwe przeliczenie współrzędnych pola zabiegowego

¹¹ „Naprawa gwarancyjna zepsutego zestawu GPS Agro” polegała na stwierdzeniu, że pole zabiegowe nie wyświetlało się na ekranie komputera pokładowego, gdyż na skutek błędu w przeliczaniu współrzędnych znajdowało się w odległości... 10 000 km od lądowiska – w strefie równikowej. Po wielokrotnym zwiększeniu skali wyświetlacza – pole się pojawiło.



Ryc. 40. Błąd – zbyt małe wielkości obszarów opryskiwanych i wyłączonych z oprysków



Ryc. 41. Błąd – zbędne punkty graniczne

W wypadku stosowania systemów GPS Agro możliwe jest (ale niekonieczne) oznakowanie granic (lub fragmentów uzgodnionych z wykonawcą) pola zabiegowego balonami stałymi lub flagami. Ułatwia to pilotowi orientację przestrzenną, zwłaszcza w sytuacji, gdy pole zabiegowe nie odróżnia się znacząco od otaczających je drzewostanów.

W sytuacjach, gdy stosowanie systemów GPS Agro nie jest możliwe (np. w razie niesprawności systemu lub braku samolotu z zamontowanym systemem), a zabieg powinien być wykonany niezwłocznie, można go przeprowadzić oznakowując:

- granice pola roboczego flagami lub balonami stałymi,
- kolejne przejścia statku powietrznego za pomocą balonów ruchomych.

Obie te metody nie zapewniają jednak zarówno ciągłego prowadzenia statku powietrznego nad polem roboczym (a więc nie gwarantują prawidłowego wykonania zabiegów), jak i udokumentowania wykonanych zabiegów, co uniemożliwia natychmiastowe wykrycie popełnionych błędów.

Metoda oznakowania pola roboczego flagami lub balonami stałymi jest najmniej dokładna, można ją stosować wyjątkowo na niewielkich powierzchniach o regularnym przebiegu linii podziału powierzchniowego. Flagi lub stałe balony w kolorze kontrastującym (najlepiej czerwone lub jaskrawo żółte) należy umieszczać w narożnikach pola roboczego, na wysokości 2–3 m nad koronami drzew – tak, by były widoczne dla pilota lecącego kilka metrów ponad koronami. Jeżeli dysponuje się balonami również w innych kolorach, można je umieścić na granicach pola zabiegowego w taki sposób, by dzieliły je na 2–4 równe części. W takim wypadku pilot wykonujący zabieg wylicza sobie liczbę przejść potrzebną do opryskania kolejnego fragmentu pola roboczego i ma możliwość dokonania niewielkich korekt. Rozmieszczenie i kolorystyka flag (balonów) muszą być każdorazowo uzgodnione z pilotem wykonującym zabieg. Uwaga: zbyt duża liczba jednokolorowych flag (balonów), zawieszonych nad polem roboczym, wcale nie ułatwia pracy pilotowi, przeciwnie, powoduje problemy z orientacją¹².

Zakładanie i późniejsze zdejmowanie flag może być wykonywane wyłącznie przez osoby przeszkolone, posiadające uprawnienia do prac na wysokościach.

Dużo bardziej dokładna jest metoda oznakowania pola roboczego balonami ruchomymi. Prawidłowo stosowana, umożliwia naprowadzanie pilota dokładnie na kolejną linię przejścia, wskazuje miejsce rozpoczęcia i zakończenia zabiegu oraz umożliwia przybliżony lot po wytyczonej linii przejścia. Samolot wykonujący zabieg przy użyciu balonów ruchomych musi obowiązkowo mieć łączność radiową (na częstotliwości Lasów Państwowych) z pracującymi na ziemi ekipami balonowymi.

W wypadku stosowania tej metody, kształt pola roboczego powinien być regularny (zbliżony do prostokąta), z liniami podziału powierzchniowego poprowadzonymi tak, że możliwe będzie wyznaczenie na przejezdnych drogach dwóch lub większej liczby linii balonowych. Metoda ta nie daje możliwości wyznaczenia obszarów wyłączonych z oprysku.

W celu oznakowania tras przelotu z zastosowaniem balonów ruchomych, na granicach pola zabiegowego oraz co 2000–2500 m na liniach równoległych do granic wbija się paliki z kolejnymi numerami – w odstępach co 40 m w wypadku użycia samolotów i co 30 m, jeśli korzysta się ze śmigłowców. Lokalizację balonów i linie przejść należy nanieść na mapę. Kierunek przejść powinien być uzgodniony

¹² Jeden z pilotów jako anegdotę opowiadał o koszarze, który przeżył nad polem roboczym, nad którym jednokolorowe balony były zamocowane na każdym skrzyżowaniu linii oddziałowych. W czasie nawrotu widział więc „morze” identycznych baloników, gubiąc te, względem których powinien w danym momencie prowadzić oprysk.

z przedstawicielem usługodawcy. Należy stosować zasadę wykonywania zabiegu wzdłuż dłuższej granicy pola zabiegowego, z wyjątkiem sytuacji, kiedy kierunek przejść w przybliżeniu pokrywałby się z kierunkiem wschód – zachód, co zmuszałoby pilota do latania pod słońce. Pierwsza linia balonowa powinna być przesunięta o połowę szerokości smugi, czyli dla samolotów – o 20 m, a dla śmigłowców – o 15 m. Lokalizacja ostatniej linii wynika z odłożenia kolejnych pasów 40- lub 30-metrowych. Jeśli ostatni pas zabiegowy wychodziłby dalej niż w 2/3 szerokości poza pole zabiegowe, z ostatniego przejścia można zrezygnować ze względu na znoszenie środka. Każdą linię graniczną i linie wewnętrzne powinny obsługiwać ekipy balonowe, wyposażone w samochód terenowy z łącznością radiową, w balony wypuszczane na wędkach z kołowrotkiem i w balony zapasowe. W pobliżu pola zabiegowego, w dyspozycji ekip balonowych musi się znajdować butla z gazem do napełniania balonów.

Przed rozpoczęciem zabiegu, w zależności od kierunku wiatru nad polem roboczym (powodującego znoszenie cieczy roboczej), pilot decyduje, od której strony (od linii pierwszej czy ostatniej) należy rozpocząć zabieg. Niedopuszczalna jest sytuacja, gdy samolot przeprowadzający zabieg od strony nawietrznej dalsze przejścia wykonuje „z wiatrem”, wlatując w smugę chemikaliów. W razie konieczności zmiany kierunku przejść ekipy balonowe powinny niezwłocznie przemieścić się na przeciwną granicę pola roboczego. Jeśli wiatr jest za silny i znosi lub „kładzie” balony, zabieg powinien być przerwany. Na pierwszej i drugiej linii naprowadzania, przy palikach, powinni się znajdować pracownicy gotowi do wypuszczenia balonów. Po otrzymaniu wiadomości, że statek powietrzny zbliża się do pola zabiegowego, pracownicy stojący na pierwszej linii powinni równocześnie wypuścić balony na wysokość 2–3 m ponad korony drzew.

Po przelocie samolotu pracownicy powinni ściągnąć balon w dół oraz powiadomić przez radio pilota o dokonanej przelocie i sprawności sprzętu opryskującego, po czym przejść na stanowisko na linii trzeciej. W tym samym czasie pracownicy stojący na linii drugiej powinni wypuścić swoje balony ponad korony drzew i czekać na kolejny przelot statku powietrznego. Po przelocie analogicznie powiadamiają pilota o dokonanej przelocie i sprawności sprzętu opryskującego, po czym przechodzą na stanowisko na czwartej linii. Pracownicy wykonujący opisane czynności powtarzają je kolejno, aż do zakończenia zabiegu. Jeśli, zdaniem ekipy balonowej lub pilota, zabieg został wykonany nieprawidłowo, po uzgodnieniu z pilotem ekipa balonowa ponownie wypuszcza balony na nieprawidłowo wykonanej linii.

Pracownicy biorący udział w pracy na polach zabiegowych muszą być wyposażeni w odzież ochronną zgodnie z etykietą-instrukcją stosowania środka oraz w podręczną apteczkę. Wszyscy powinni mieć zgodę lekarza przemysłowego na pracę ze środkami chemicznymi, przejść stanowiskowe szkolenie BHP, natomiast nie muszą być szkoleni przez Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa z zakresu stosowania środków ochrony roślin¹³.

¹³ Niektórzy wykonawcy usług lotniczych mają w swoich instrukcjach operacyjnych zapis przeniesiony z IWL PZL WSK Okęcie z 1986 r., nakazujący wyposażenie pracowników na liniach balonowych w kaski ochronne. Jest to zapis, który nie ma żadnego prawnego uzasadnienia, nie musi być więc przestrzegany.

Niezależnie od metody oznakowania pola zabiegowego należy dążyć do tego, aby stykające się ze sobą pola zabiegowe sąsiednich nadleśnictw łączyły się w jedno pole. Poprawia to wskaźniki ekonomiczne (wydajność) zabiegu. Stworzenie warstwy mapy numerycznej (lub projektu pola roboczego) z warstw dwóch lub więcej nadleśnictw nie jest problemem, istniejące narzędzia pozwalają to zrobić w prosty sposób, a w programie NavViewW służy do tego polecenie *Add Map* w zakładce *Open Menu*.

Rozliczenie kosztów zabiegu (czasu lotu statku powietrznego, kosztu zakupu środków chemicznych) może następować proporcjonalnie do wielkości powierzchni objętych zabiegiem w poszczególnych nadleśnictwach.

13. Organizacja zabiegów agrolotniczych

13.1. Przyłot i zabezpieczenie statków powietrznych

W terminie uzgodnionym pomiędzy zamawiającym (Regionalną Dyrekcją Lasów Państwowych) a wykonawcą statek powietrzny wykonawcy powinien zostać przebazowany na wskazane lądowisko operacyjne. Przedstawiciel wykonawcy ma prawo do wcześniejszej kontroli stanu nawierzchni pasa startowego oraz stanu infrastruktury technicznej (stojanki, magazynu materiałów pędnych, sposobu i miejsca załadunku pestycydów) oraz socjalnej. W zależności od zapisów umowy czas lotu w związku z przebazowaniem na lądowisko operacyjne wlicza się lub nie do czasu świadczenia usługi podlegającej zapłacie.

Teren lądowiska, znajdujący się na nim sprzęt oraz statki powietrzne muszą być całodobowo chronione przed dostępem osób postronnych, kradzieżą, uszkodzeniem lub pożarem.

W wypadku lotnisk będących własnością osób fizycznych lub prawnych należy w umowie na korzystanie z lotniska szczegółowo wyjaśnić kwestie dozoru nad mieniem i odpowiedzialności za poniesione straty. Dozór może zapewniać właściciel lądowiska, może też on nałożyć obowiązek dozoru nad sprzętem jednostce Lasów Państwowych, która jest drugą stroną umowy. W tej sytuacji dozór nad statkiem powietrznym wykonawcy usług agrolotniczych spoczywa na właściwym nadleśnictwie, które do tego celu powinno wyznaczyć pracowników własnych lub Zakładu Usług Leśnych oraz strażników leśnych. Osoby te muszą być zapoznane z zasadami postępowania w razie pożaru lub kradzieży.

Umowy zawierane przez Dyrekcję Generalną Lasów Państwowych z wykonawcami usług lotniczych jednoznacznie precyzują, że na lądowiskach bazowych Leśnych Baz Lotniczych dozór sprawują wykonawcy usług, a na lądowiskach operacyjnych – właściwe nadleśnictwa. Wskazane jest, aby o terminie stacjonowania na lądowisku operacyjnym statku powietrznego był poinformowany (niekoniecznie w formie pisemnej) najbliższy komisariat policji.

13.2. Zapoznanie pilotów z terenem i wymaganymi parametrami oprysków

Po przylocie statku powietrznego na lądowisko należy zaznajomić personel latający wykonawcy usług z obszarem zabiegów agrolotniczych oraz z przyjętą w protokole kwalifikacyjnym dawką cieczy roboczej w celu właściwego ustawienia aparatury agrolotniczej. Wskazane jest, aby informacja o wielkości dawki cieczy roboczej była przekazana przedstawicielowi usługodawcy możliwie najwcześniej, po to, aby ustawienie i kontrola dawki oprysku nie opóźniły wykonania zabiegów.

Ze względu na brak możliwości bardzo precyzyjnego ustawienia aparatury agrolotniczej oraz na zmiany prędkości samolotu pod wpływem ruchów powietrza podczas lotu roboczego, bardzo trudne jest uzyskanie dawek wyliczonych z dokładnością do 0,01 l/ha. Z punktu widzenia wykonawcy usług, zamiast przyjmowania dawki 2,15 l/ha, lepsze jest zastosowanie dawki 2,1 lub 2,2 l/ha.

Do sporządzonego wycinka z LMN (w formacie .shp) lub projektu pola zabiegowego (w formacie .no1) należy dołączyć wycinek szczegółowej mapy pola zabiegowego wraz z obszarami wyłączonymi z oprysku w skali 1:10 000 oraz mapę pogładową w skali 1:20 000 – 1:50 000. Na mapach tych należy nanieść i opisać wszystkie przeszkody wysokościowe oraz obszary znajdujące się w pobliżu pola zabiegowego, nad którymi lot wymaga szczególnej uwagi, takie jak:

- maszty radiowe i telefoniczne, wieże obserwacyjne i kominy – w formie czerwonego kółka, z podaniem ich orientacyjnej wysokości;
- linie energetyczne wysokiego, średniego i niskiego napięcia oraz linie telefoniczne. Przebieg tych linii należy zaznaczać, jeśli na obszarach leśnych znajdują się one powyżej koron, a poza lasami – każdorazowo, gdy występują w pobliżu pól zabiegowych i lądowiska. Linie wysokiego i średniego napięcia należy oznaczać kolorem czerwonym, a linie niskiego napięcia i telefoniczne – kolorem niebieskim;
- obiekty o szczególnych wartościach przyrodniczych, wyłączone z oprysku lub wymagające szczególnej uwagi podczas ich wykonywania (np. strefy ochronne wokół gniazd ptaków drapieżnych objętych ochroną strefową);
- ciek i zbiorniki wodne.

Każde pole zabiegowe zaznaczone na mapach musi być opisane, z podaniem nazwy i powierzchni, a w wypadku sporządzonych projektów (w formacie .no1) – przyjętym kierunkiem przejść i liczbą linii.

13.3. Kontrola stanu technicznego aparatury agrolotniczej, jej regulacja i kalibracja

Za prawidłowe ustawienie aparatury agrolotniczej odpowiada wykonawca usługi. Zamawiający ma prawo przeprowadzić kontrolę ustawienia aparatury agrolotniczej przed rozpoczęciem pracy oraz w każdej chwili w trakcie trwania zabiegów.

Stan techniczny aparatury agrolotniczej można ocenić po zatankowaniu wodą zbiorników statku powietrznego (do celów testowych). Kontrola podlega szczelność instalacji agrolotniczej – poczynając od zbiornika, przez pompę i rury, na ato-

mizerach kończąc. Każdy wyciek powinien być natychmiast uszczelniony, nie można bowiem dopuścić do lotu roboczego statku powietrznego z nieszczelną, ciekącą aparaturą!

Podstawowymi parametrami aparatury agrolotniczej, decydującymi o skuteczności wykonywanego zabiegu, są:

- szerokość robocza. Na podstawie badań przyjmuje się następujące szerokości dla oprysków atomizerowych:

- samolot An-2R i M-18 z atomizerami AU-5000 – 40 m,
- śmigłowiec Mi-2R z atomizerami AR-470.04 – 30 m.

Przyjęcie zbyt małej lub zbyt dużej szerokości roboczej spowoduje, że przy zachowaniu na całym polu zabiegowym założonej dawki (l/ha) nastąpi duże zróżnicowanie ilości aplikowanej lokalnie cieczy roboczej, co będzie skutkowało przekroczeniem dopuszczalnej wielkości współczynnika zmienności rozkładu W;

- wydatek cieczy roboczej w litrach na minutę (natężenie przepływu) oraz przepływ jednostkowy atomizera wyliczane są z przekazanej pracownikom wykonawcy dawki cieczy roboczej w litrach na hektar, według wzorów:

$$\begin{aligned} \text{natężenie przepływu (l/min)} &= \text{dawka cieczy roboczej (l/ha)} \times \text{założona} \\ &\text{prędkość statku powietrznego (km/h)} \times \text{szerokość smugi (m)} : 600 \\ \text{przepływ jednostkowy z atomizera} &= \text{natężenie przepływu} : \\ &\text{liczba atomizerów;} \end{aligned}$$

- widmo (wielkość) kropeł, wytwarzanych przez aparaturę agrolotniczą.

Na podstawie przekazanej przez zamawiającego informacji o dawce cieczy roboczej (w l/ha) personel wykonawcy wylicza wymagany wydatek cieczy roboczej (w l/min) oraz wymagany wydatek (w l/min) dla jednego atomizera. Na podstawie tabel załączonych do instrukcji stosowania aparatury agrolotniczej dobierane jest optymalne ustawienie dla wymaganego wydatku. Ryc. 42 przedstawia tabelę służącą do ustawiania atomizerów AU-5000.

Na przykład, jeśli założona dawka wynosi 2,1 l/ha, przyjęta prędkość samolotu – 160 km/h, a szerokość smugi – 40 m, to natężenie przepływu wyniesie $2,1 \times 160 \times 40 : 600 = 22,4$ l/min, a przepływ z jednego atomizera (przy 10 zamocowanych) – 2,24 l/min. Z tabeli odczytujemy, że optymalna będzie nastawa nr 5, przy ciśnieniu mniejszym niż 30 PSI.

Analogicznie dla śmigłowców – przy dawce 2,1 l/ha, prędkości lotu wynoszącej 80 km/h i szerokości smugi równej 30 m, natężenie przepływu wyniesie 8,4 l/min.

W wypadku atomizerów AU-5000, zamontowanych na samolotach M-18 Dromader i An-2R, w skład aparatury wchodzi przepływomierz zamontowany w kabine, który na bieżąco pokazuje rzeczywiste natężenie przepływu. Dzięki temu pilot może w trakcie oprysku kontrolować ilość wypływającej cieczy roboczej i w razie potrzeby korygować przepływ, zwiększając lub zmniejszając ciśnienie pompy podającej ciecz roboczą do atomizerów. Kontrolując przepływ, pilot widzi też, czy aparatura atomizerowa działa prawidłowo i czy nie nastąpiła jej awaria.

Ostatecznym dowodem prawidłowego ustawienia aparatury atomizerowej jest wydruk z drukarki systemu AU-5000, pokazujący:

| NUMER NASTAWIONY | CIŚNIENIE | | MINUTOWY PRZEPŁYW PRZEZ ATOMIZER | | |
|---------------------|-----------|--------------------|----------------------------------|----------|-------|
| | PSI | Kg/cm ² | Imp pints | US pints | Litry |
| 1 | 20 | 1.36 | 0.51 | 0.61 | 0.29 |
| | 30 | 2.04 | 0.98 | 1.18 | 0.56 |
| | 40 | 2.70 | 2.19 | 1.45 | 0.68 |
| 3 | 20 | 1.36 | 1.35 | 1.63 | 0.77 |
| | 30 | 2.04 | 1.66 | 2.01 | 0.95 |
| | 40 | 2.70 | 2.06 | 2.49 | 1.18 |
| 5 | 20 | 1.36 | 3.29 | 3.97 | 1.88 |
| | 30 | 2.04 | 4.46 | 5.39 | 2.55 |
| | 40 | 2.70 | 5.42 | 6.55 | 3.10 |
| 7 | 20 | 1.36 | 4.48 | 5.41 | 2.56 |
| | 30 | 2.04 | 6.79 | 8.20 | 3.88 |
| | 40 | 2.70 | 8.35 | 10.08 | 4.77 |
| 9 | 20 | 1.36 | 6.82 | 8.24 | 3.90 |
| | 30 | 2.04 | 9.62 | 11.62 | 5.50 |
| | 40 | 2.70 | 12.00 | 14.49 | 6.86 |
| 11 | 20 | 1.36 | 11.30 | 13.35 | 6.46 |
| | 30 | 2.04 | 14.44 | 17.43 | 8.25 |
| | 40 | 2.70 | 18.29 | 22.08 | 10.45 |
| 13 | 20 | 1.36 | 15.22 | 18.38 | 8.70 |
| | 30 | 2.04 | 19.53 | 23.58 | 11.6 |
| | 40 | 2.70 | 25.90 | 31.27 | 14.80 |

Wyższe wielkości wynikają z testów przeprowadzonych na wodzie. Aktualne natężenie przepływu będzie różnić się od powyższych danych w zależności od instalacji i rodzaju stosowanych chemikali. Operatorzy powinni zawsze sprawdzić natężenie przepływu w warunkach polowych.

Ryc. 42. Przepływ przez zawór regulacyjny atomizerów AU-5000 (wydruk z drukarki aparatury)

- datę lotu,
- przyjętą szerokość smugi,
- przyjętą prędkość lotu roboczego samolotu,
- ilość zużytej cieczy roboczej (l),
- opryskaną powierzchnię (ha),

z czego można wyliczyć rzeczywiście uzyskaną dawkę.

W śmigłowcach Mi-2 z atomizerami o napędzie elektrycznym typu AR-470.04 nie ma systemu kontrolno-pomiarowego. Żadaną wielkość dawki ustawia się na podstawie tabel, rzeczywisty zaś wydatek można ustalić dopiero po zabiegu, obliczając ilość zużytego środka (objętość zatankowana do zbiorników minus objętość cieczy niezaużytej) i dzieląc ją przez powierzchnię zabiegu.

Ustawienia tabelaryczne są z reguły wyliczone na podstawie testów z użyciem wody. Zastosowanie środków o innej lepkości powoduje, że otrzymane wyniki mogą różnić się od teoretycznych, dlatego niezbędna jest szczegółowa kontrola uzyskiwanych dawek.

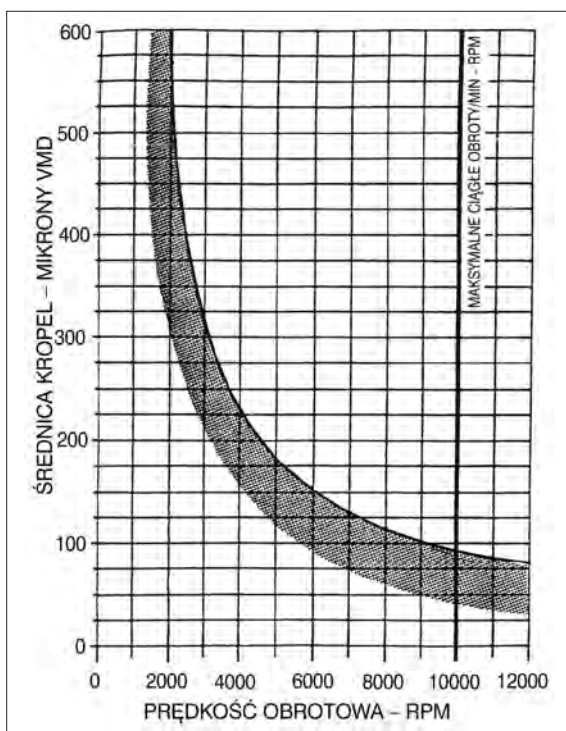
Drugim parametrem podlegającym kontroli jest widmo (wielkość i liczba kropeł) cieczy roboczej, opadającej na powierzchnię opryskiwaną. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w drzewostanach liściastych najłatwiej w głąb koron drzew przenikają krople o średnicach 70–110 µm, a w drzewostanach iglastych – o średnicach 40–70 µm. Aby zapewnić dobre przenikanie kropeł i zminimalizować straty spowodowane parowaniem i znoszeniem, należałoby w drzewostanach liściastych stosować opryski o widmie kropeł 50–150 µm,

a w drzewostanach iglastych (zwłaszcza w zwartych drzewostanach świerkowych) – o widmie 25–125 μm . Można przyjąć, że dla oprysków atomizerowych średnia średnica objętościowa kropeł powinna wynosić około 80 μm .

Większość środków owadobójczych stosowanych w zabiegach ultraniskoobjętościowych wymaga, aby gęstość pokrycia wynosiła 20 kropeł opadających na cm^2 ulistnienia drzew w opryskiwanym drzewostanie.

Badanie widma kropeł odbywa się za pomocą papierków kontrolnych, wyłożonych na otwartej przestrzeni (np. na fragmencie pasa startowego). W praktyce jednak jest to badanie kłopotliwe oraz mało przydatne dla zlecającego (nadleśnictwa). Wystarczające będzie sprawdzenie prędkości obrotowej atomizerów, która decyduje o wielkości otrzymywanych kropeł. Z treści ryc. 43 wynika, że w celu otrzymania kropeł o wielkości około 80 μm prędkość obrotowa atomizerów powinna wynosić prawie 8–9 tys. obrotów na minutę, nie przekraczając dopuszczalnej prędkości 10 tys. obrotów na minutę. Osiąga się to, ustawiając łopatki wszystkich atomizerów (poza przykadłubowymi) w maksymalnie wychylonym położeniu, a atomizerów przykadłubowych (z odczuwalnym dodatkowo strumieniem powietrza od śmigła) – o „ząbek mniej”. Samoloty z atomizerami AU-5000 powinny mieć do każdego atomizera podłączony przewód przekazujący jego prędkość obrotową do przepływomierza. Prędkość obrotowa atomizerów nie jest nigdzie zapisywana, ale może to w czasie lotu zrobić pilot, odczytując i notując ją na kartce. Jeżeli na początku zabiegów sprawdzano prędkość obrotową atomizerów, a później aparatura agrolotnicza była zdejmowana (np. w celu przebrojenia samolotu Dromader na wersję ppoż.), po ponownym przebrojeniu samolotu na wersję agrolotniczą, przy zachowaniu poprzednich ustawień łopatek atomizerów, podłączanie przewodów nie jest konieczne.

W celu pełnego sprawdzenia stanu aparatury agrolotniczej samolotu wskazane jest wykonanie lotu testowego z samą wodą. W trakcie lotu pilot powinien sprawdzić i zapisać prędkości obrotowe poszczególnych atomizerów, a po locie wydrukować raport, sprawdzając uzyskaną dawkę cieczy. Przykładowy wydruk z testów aparatury agrolotniczej przedstawiają ryc. 44a i 44b. Ponieważ testowanie aparatury agrolotniczej leży

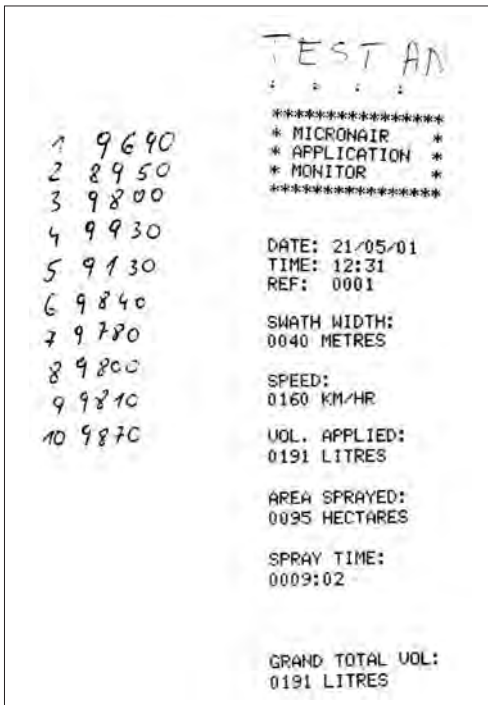


Ryc. 43. Zależność pomiędzy wielkością kropli a prędkością obrotową atomizerów AU-5000

a)



b)



Ryc. 44a i 44b. Drukarka aparatury AU-5000 i wydruki informujące o pracy atomizerów (fot. S. Majeuski)

w interesie zamawiającego i jest wykonywane na jego żądanie, koszt lotu testowego – o ile umowa na świadczenie usług tego nie precyzuje – ponosi zamawiający.

W atomizerach z napędem elektrycznym typu AR-470.04, zamontowanych na śmigłowcach Mi-2, bębny napędzane są silniczkami elektrycznymi. Wykonywanie lotu testowego przez śmigłowce jest zbędne (brak aparatury kontrolno-pomiarowej), wskazane są za to kontrola szczelności aparatury i każdorazowe wyliczanie dawki cieczy roboczej w sposób opisany powyżej.

Wykonując zabiegi z wykorzystaniem systemów GPS Agro, należy sprawdzić, czy są one we właściwy sposób połączone z aparaturą agrolotniczą. Wskazane jest, aby systemy GPS Agro rejestrowały czas i miejsce włączenia i wyłączenia aparatury agrolotniczej.

13.4. Przygotowanie i załadunek cieczy roboczej

Środki chemiczne należy przechowywać na lądowisku w sposób zapobiegający przegrzaniu i przechłodzeniu.

Ciecz roboczą należy przygotowywać w sposób opisany w instrukcji-etykiecie środka. Do jej sporządzania najlepsze są wyskalowane zbiorniki plastikowe o pojemności do 1000 l, ale możliwe jest używanie innych zbiorników (np. beczkowozów, przyczep asenizacyjnych), umożliwiających mieszanie cieczy wewnątrz nich. Wskazane jest, aby zbiorniki miały zawór spustowy w dolnej części i wlewowy – w górnej (ryc. 45).

Do przepompowywania i mieszania cieczy roboczej można używać dowolnych pomp spalinowych lub elektrycznych, wyposażonych – o ile to możliwe – w liczniki (przepływomierze). Należy zapewnić odpowiednią liczbę węży ssawnych i tłocznych, których złączki pasują do stosowanej pompy. Wskazane jest, aby pompa miała dwa wyjścia – jedno zwrotne do zbiornika (używane podczas mieszania cieczy), drugie do załadunku statku powietrznego (ryc. 46).

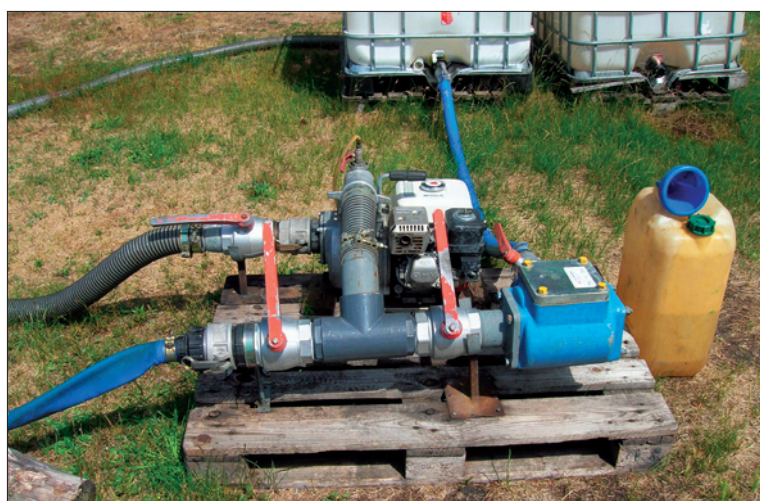
W razie stosowania płynnych środków owadobójczych należy najpierw do zbiornika wlać połowę przewidzianej ilości rozcieńczalnika (wody), a następnie odmierzoną za pomocą wyskalowanych naczyń lub przepływomierzy wymaganą ilość środka owadobójczego oraz adiuwantu, po czym dodać pozostałą ilość rozcieńczalnika. Całość cieczy należy dokładnie wymieszać w celu zapewnienia jednorodnej emulsji i przepompować do zbiornika statku powietrznego.

W wypadku cieczy ultraniskoobjętościowej, tj. preparatów w formie jednorodnej cieczy, gotowej do stosowania za pomocą aparatury ULV (np. niektórych środków biologicznych), zaleca się przelanie środka do zbiornika, a następnie kilkuminutowe lub dłuższe (zgodnie z etykietą-instrukcją stosowania) jej mieszanie. Przepompowanie do zbiornika statku powietrznego powinno nastąpić na krótko przed lotem, po zakończeniu mieszania.

Środki owadobójcze w postaci stałej (proszki) lub półstałej (pasty i kremy) należy przygotowywać dwuetapowo. Najpierw odmierzoną lub odważoną ilość preparatu powinno się rozproszyc w małej ilości rozcieńczalnika, aż do uzyskania konsystencji płynnej, a następnie otrzymaną mieszaninę wlać do zbiornika z pozostałą częścią rozcieńczalnika i dokładnie wymieszać.



Ryc. 45. Zbiorniki o pojemności 1000 l do sporządzania cieczy użytkowej (fot. S. Majewski)



Ryc. 46. Pompa ssąco-tłocząca do mieszania cieczy użytkowej i tankowania statku powietrznego (fot. S. Majewski)

Ciecz roboczą należy przygotowywać pod nadzorem upoważnionego pracownika nadleśnictwa, a jej załadunek do zbiorników statków powietrznych wykonywać bezpośrednio przed lotem, pod nadzorem mechanika samolotu lub śmigłowca. W wypadku przerwy w wykonywaniu zabiegów agrolotniczych nie jest wskazane pozostawianie cieczy roboczej w zbiorniku statku powietrznego dłużej niż przez 12 godzin, a to z powodu utraty jej aktywności owadobójczej. W takiej sytuacji ciecz ze zbiornika samolotu lub śmigłowca należy zlać do innego zbiornika i zutylizować.

Ilość przygotowywanej i tankowanej do samolotu cieczy roboczej powinna odpowiadać powierzchni przewidzianej do oprysku w danym locie. Należy ją zwiększyć co najmniej o 50 l na ewentualne poprawki i na tę część, która pozostaje w aparaturze agrolotniczej (około 15 l).

Powierzchnia możliwa do opryskania w danym locie jest trudna do matematycznego wyliczenia, w uproszczeniu jest zależna od:

- kształtu pola zabiegowego (liczby i długości przejść roboczych),
- odległości pomiędzy lądowiskiem a polem zabiegowym,
- maksymalnego czasu lotu statku powietrznego, wynikającego z przepisów regulujących dopuszczalny maksymalny czas przebywania pilota za sterami lub z posiadanej zapasu paliwa.

Maksymalna powierzchnia możliwa do opryskania zależna jest też od maksymalnego udźwigu chemikaliów przez samolot. W wypadku samolotu An-2R, o maksymalnym udźwigu chemikaliów równym 1350 kg, wynosi ona – przy zabiegach z dawką 2 l/ha – około 650 ha, a przy dawce 5 l/ha – tylko 260 ha.

Samolot M-18 Dromader ma większy zbiornik chemikaliów, ale równocześnie dysponuje mniejszym zapasem paliwa i jest znacznie mniej zwrotny od samolotu An-2R, co sprawia, że czas wykonywania nawrotu jest dłuższy, a w razie naprowadzania na kolejne przejście przy użyciu systemów GPS – może przekraczać jedną minutę. Dromader, po zatankowaniu do pełna zbiorników paliwa, może zabrać około 1700 l cieczy. Tak jednak obciążony samolot jest bardzo mało zwrotny, a latanie nim na małych wysokościach i wykonywanie nawrotów jest niebezpieczne, piloci wolą więc tankować do samolotu około 1000 l cieczy.

Śmigłowce Mi-2 mogą być wyposażone w zbiorniki na ciecz roboczą o pojemności 2 × 200 l lub 2 × 600 l, mocowane po obu stronach kadłuba. Teoretyczny maksymalny udźwig środków chemicznych przez te śmigłowce wynosi 700 kg, ale nawet śmigłowiec z większymi zbiornikami, ze względu na konieczność posiadania zapasu paliwa wystarczającego na około 1,5 h lotu, nie powinien zabierać większej ilości środka chemicznego niż 400 l.

Czas pracy personelu latającego i maksymalny czas nieprzerwanego przebywania za sterami reguluje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 grudnia 2002 r. w sprawie czasu pracy i wypoczynku członków załóg statków powietrznych oraz kontrolerów ruchu lotniczego (DzU nr 219, poz. 1841). Zgodnie z tym rozporządzeniem, dla lotów agrolotniczych:

- maksymalny czas lotu w ciągu kolejnych 24 godzin wynosi **6 h**; może on być przedłużony za zgodą dowódcy statku powietrznego o 2 h jedynie w dwóch kolejnych dniach, z zachowaniem 40-godzinnego tygodniowego czasu pracy (§§ 28–34);
- maksymalny czas przebywania za sterami załogi jednoosobowej¹⁴ wynosi **3 h**;
- maksymalny czas wykonywania czynności lotniczych (przygotowanie się do lotu, lot, prace po locie, oczekiwanie na kolejny lot) wynosi **10 h** bez zagwarantowanej przerwy. W razie zapewnienia personelowi latającemu warunków do wypoczynku (w tym snu) pomiędzy poranną i popołudniową turą lotów, czas wykonywania czynności lotniczych nie będzie przekroczony.

Orientacyjny czas lotu można wyliczyć na podstawie wzorów:

$$\text{czas lotu} = \text{czas dolotu do pola zabiegowego} + \text{czas wykonywania zabiegu} \\ + \text{czas dolotu na lądowisko}$$

$$\text{czas dolotu do pola zabiegowego} = \text{czas dolotu na lądowisko} \\ = \text{odległość z lądowiska do pola zabiegowego} : \text{prędkość statku powietrznego} \\ \text{czas wykonywania zabiegu} = \text{czas wykonywania przejść roboczych} \\ + \text{czas wykonywania nawrotów}$$

¹⁴ Samolot An-2R, obsługiwany przez pilota i mechanika pokładowego nie posiadającego licencji pilota, należy traktować jak samolot z załogą jednoosobową.

Specjalistyczne programy do zabiegów agrolotniczych typu NavViewW automatycznie wyliczają łączną długość przejsć i liczbę linii. Na podstawie tych danych można przyjąć, że:

$$\text{czas wykonywania zabiegu} = (\text{łączna długość przejsć} : \text{prędkość statku powietrznego}) + (\text{liczba linii} \times \text{czas wykonywania nawrotu})$$

W praktyce takie wyliczenia nie są wykonywane. Możliwą do oprysku powierzchnię zabiegu (a więc i ilość ładowanej cieczy roboczej) określa pilot na podstawie kształtu i wielkości pola roboczego oraz jego odległości od lądowiska.

Należy pamiętać, że im mniejsze, o bardziej skomplikowanym kształcie jest pole zabiegowe, tym mniejsza może być wydajność jednostkowa zabiegu. Największe wydajności (przekraczające 250 ha/h lotu) osiągane są przy opryskach długich, nieskomplikowanych powierzchni.

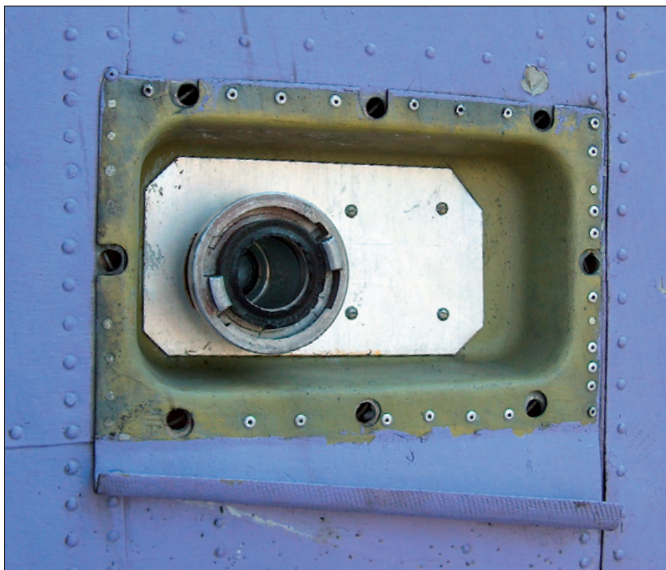
Wydajność okresowa (dzienna, tygodniowa itp.) zależy dodatkowo od możliwego czasu wykonywania zabiegów agrolotniczych, który może być warunkowany przez czynniki meteorologiczne lub ograniczenia w ruchu lotniczym. W czasie sprzyjających warunków atmosferycznych, umożliwiających wykonanie bez przeszkód lotów porannych i popołudniowych, dzienna wydajność statku powietrznego może przekraczać 1000 ha.

Pompowana do statku powietrznego ciecz robocza powinna być filtrowana. Robi się to w celu wyeliminowania zanieczyszczeń, które mogą zatkać lub uszkodzić aparaturę atomizerów. Filtr należy wykonać z gęstej siatki stalowej, ewentualnie wyjaśnić z przedstawicielami wykonawcy usług, czy dysponują takim filtrem.

Łaładunek cieczy roboczej może odbywać się bezpośrednio do zbiornika statku powietrznego (w tej sytuacji dobór końcówki węża tłocznego nie ma znaczenia) lub poprzez zawór wlotowy (wtedy należy odpowiednio dobrać końcówkę węża –

najczęściej jest to szybkozłącze strażackie), (ryc. 47 – samolot An-2R i ryc. 48a i 48b – śmigłowiec Mi-2R).

Wyznaczony pracownik nadleśnictwa powinien prowadzić szczegółowe rozliczenie ilości środków zużytych do sporządzania cieczy roboczej oraz ilości cieczy załadowanej i zużytej. W razie



Ryc. 47. Zawór do tankowania cieczy użytkowej do samolotu An-2R (fot. S. Majewski)

a)



b)



Ryc. 48a i 48b.
 Typy zbiorników
 stosowane w
 śmigłowcach
 Mi-2R
 (fot. S. Majewski)

wykonywania z jednego lądowiska zabiegów agrolotniczych na rzecz większej liczby nadleśnictw wskazane jest, aby przygotowaniem i załadunkiem cieczy roboczej zajmowała się jedna wyspecjalizowana ekipa (ZUL), która odpłatnie będzie wykonywać prace na rzecz innych jednostek. Pracownicy zajmujący się spo-

urzadzaniem i załadunkiem cieczy roboczej muszą mieć aktualne orzeczenia lekarskie o braku przeciwwskazań do pracy z pestycydami oraz przebyte szkolenia z zakresu stosowania środków ochrony roślin, przeprowadzane przez Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa.

13.5. Wykonywanie zabiegu agrolotniczego

Jeżeli umowa na wykonywanie usług lotniczych nie definiuje tego inaczej, za czas lotu należy przyjąć czas:

- dla samolotów – od rozpoczęcia kołowania ze stojanki (punktu tankowania) na pas startowy w celu wykonania startu do zakończenia kołowania z pasa startowego na stojankę (punkt tankowania) po lądowaniu;
- dla śmigłowców – od momentu uruchomienia drugiego silnika do momentu wyłączenia pierwszego silnika.

Przed rozpoczęciem lotu roboczego pilot powinien być poinformowany telefonicznie o tym, czy warunki meteorologiczne panujące w pobliżu pola zabiegowego umożliwiają prawidłowe wykonanie zabiegu, tzn.:

- czy prędkość wiatru jest mniejsza niż 3 m/s (co wynika z art. 77, ust. 1, pkt 2b ustawy z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin), co można ocenić wzrokowo, stojąc na otwartej przestrzeni na skraju lasu i obserwując poruszanie się koron drzew – jeśli dostrzeżemy ruch koron, oprysk nie powinien być wykonywany;
- czy nad polem roboczym w ciągu ostatnich 2 godzin nie padał deszcz i czy igły (liście) nie są mokre, czy teraz nie pada deszcz lub nie zbliżają się jego opady.

Ewentualne zbliżanie się deszczu powinien również zaobserwować pilot wykonujący później zabieg i w razie potrzeby przerwać oprysk.

Dodatkowymi parametrami meteorologicznymi, które mogą warunkować wykonanie lotu, wymagającymi pomiaru na polu roboczym lub na lotnisku, są:

- wilgotność względna powietrza, która nie powinna być mniejsza niż 60% (co wynika z art. 77, ust. 1, pkt. 2b ustawy z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin). Wilgotność względną powietrza można obliczyć za pomocą tablicy psychrometrycznej, na podstawie odczytów termometrów suchego i zwilżonego. Tablicę psychrometryczną przedstawia załącznik 6;
- temperatura powietrza – niektóre pestycydy mają zapisaną w instrukcji-etykiecie informację o maksymalnej temperaturze powietrza, w jakiej dany środek może być stosowany.

Jeśli w pobliżu pola zabiegowego znajduje się punkt meteorologiczny (stacja meteo prognostycznego punktu ppoż., cywilna lub wojskowa stacja meteorologiczna), można posłużyć się danymi otrzymanymi z tych stacji.

Przed startem statku powietrznego załoga powinna upewnia się, czy:

- załadowano prawidłową ilość cieczy roboczej,
- odsunięto na bezpieczną odległość urządzenia do załadunku,
- robotnicy ładujący ciecz roboczą i czy inne osoby odeszły na bezpieczną odległość,
- na linii startu nie znajdują się przeszkody.

Lot roboczy składa się z następujących elementów:

- dolotu z lądowiska nad pole zabiegowe – dolot powinien odbywać się na wysokości 100–150 m po trasie omijającej osiedla ludzkie;
- ewentualnego oblotu rozpoznawczego nad polem zabiegowym w celu lokalizacji przeszkód i punktów charakterystycznych;
- kolejnych przejść roboczych wykonywanych na wysokości 2–5 m nad koronami drzew po równoległych do siebie prostych, oddalonych od siebie o 40 m (samoloty) lub o 30 m (śmigłowce);
- kolejnych nawrotów – przejść z zakończonej linii na kolejną;
- dolotu do lądowiska (po zakończeniu lub przerwaniu zabiegu), wykonywanego analogicznie jak dolot do pola roboczego.

Zmiana kolejnych linii przejść może odbywać się metodą czółenkową (wykonywanie oprysku „tam i z powrotem” na kolejnych liniach) lub metodą zagonową (oprysk na liniach 1-6-2-7-3-8 itd., gdzie wielkość „zagonu”, czyli odstęp pomiędzy liniami, definiuje pilot). Przy zastosowaniu naprowadzania balonami ruchomymi możliwe jest przeprowadzanie oprysku jedynie metodą czółenkową, przy użyciu systemów GPS Agro – pilot sam decyduje o wyborze metody oprysku.

Zabieg agrolotniczy powinien być wykonywany „pod wiatr” – od strony zawietrznej do nawietrznej – tak, aby statek powietrzny nie wlatywał w smugę środka pozostawionego po poprzednim nalocie. Wlot w smugę środka powoduje ograniczenie widzialności przez pilota (zabrudzenie szyby kabiny) i może spowodować przerwanie pracy silnika (zaklejenie filtra powietrza). W razie zmiany kierunku wiatru podczas wykonywania zabiegu przy użyciu systemów GPS Agro pilot sam może zmienić kolejność lub kierunek przejść, przy naprowadzaniu balonami ruchomymi – może nakazać ekipom balonowym przemieszczenie się na inną linię.

Jeśli zabiegi agrolotnicze przeprowadzane są w terenie górzystym, zabronione jest wykonywanie zabiegu „pod stok”.

W razie występowania na polu roboczym lub w jego pobliżu przeszkód (linii energetycznych, masztów) należy tak zaplanować kierunek przejść, aby w miarę możliwości był równoległy do kierunku przebiegającej linii. W uzasadnionych przypadkach możliwe jest zaprojektowanie innego kierunku przejść, przy zachowaniu następujących zasad:

- można przelatywać na wysokości minimum 5 m nad przeszkodami,
- można przelatywać obok przeszkód z zachowaniem odstępów bocznych nie mniejszych niż rozpiętość skrzydeł (wirnika) statku powietrznego.

W razie wykonywania zabiegów agrolotniczych przez więcej niż jeden statek powietrzny, odległość między nimi nie może być mniejsza niż 1 km. Jeśli zabiegi są wykonywane na terenach położonych bliżej niż 5 km, piloci muszą być poinformowani o miejscu i czasie pracy innych statków powietrznych.

Wykonywany zabieg może być przerwany przez pilota w każdej chwili, np. w razie pogorszenia się warunków meteorologicznych, awarii statku powietrznego lub aparatury agrolotniczej.

Jeżeli pilot zauważy rozprzestrzenianie się cieczy roboczej mimo zamknięcia dozownika, powinien niezwłocznie przerwać zabieg i powrócić na lądowisko, dobierając trasę lotu w taki sposób, aby wyrządzić jak najmniej szkód. O zaistniałej sytuacji wykonawca usług agrolotniczych powinien niezwłocznie poinformować

zleceniodawcę (nadleśnictwo) i wspólnie z nim sporządzić protokół opisujący przyczyny i skutki oraz miejsce zdarzenia, w tym ilość cieczy roboczej, która wyciekła. O fakcie należy poinformować macierzystą RDLP oraz Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa.

Zrzut awaryjny cieczy roboczej (dot. samolotów M-18 Dromader) powinien być wykonywany niezwłocznie we wszystkich sytuacjach, w których zmniejszenie masy samolotu ograniczy lub oddali zagrożenie. O zaistniałej sytuacji wykonawca usług agrolotniczych powinien niezwłocznie poinformować zleceniodawcę (nadleśnictwo) i wspólnie z nim sporządzić protokół opisujący przyczyny i skutki oraz miejsce zdarzenia, w tym ilość zrzuconej cieczy roboczej. O fakcie należy poinformować macierzystą RDLP oraz Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Wykonawca zabiegu powinien określić miejsce zaistniałego wycieku lub zrzutu cieczy roboczej; można do tego wykorzystać zapisy lotu z systemu GPS Agro.

Po zakończeniu oprysków lub w razie przerwy w ich wykonywaniu aparatura agrolotnicza powinna być przepłukana. W wypadku preparatów lepkich (np. Foray) płukanie powinno się odbywać po wieczornej turze lotów.

Płukanie aparatury agrolotniczej może odbywać się dwojako:

- na ziemi – poprzez odkręcenie zaślepki na końcu rury opryskowej i wlanie do niej wody za pomocą węża ogrodniczego. Ze względu na możliwość zabrudzenia podłoża ściekającym z aparatury opryskującej roztworem wody i cieczy roboczej płukanie należy przeprowadzać w wydzielonym miejscu lądowiska. Złany przez zawór spustowy roztwór wody i cieczy roboczej może być użyty do sporządzenia kolejnej porcji cieczy roboczej. W sytuacji, kiedy ciecz ta nie zostanie ponownie wykorzystana, należy przeznaczyć ją do utylizacji;
- w powietrzu – poprzez zatankowanie do zbiornika około 100 l wody i wypryskanie jej na drzewostany w rejonie lądowiska. O ile umowa na wykonywanie usług agrolotniczych nie mówi inaczej, koszt płukania aparatury ponosi zamawiający (nadleśnictwo); czas takiego lotu wlicza się do czasu wykonywania zabiegów agrolotniczych.

13.6. Kontrola wykonanych oprysków

W wypadku statków powietrznych, wyposażonych w aparaturę agrolotniczą rejestrującą parametry oprysku (np. atomizery AU-5000 na samolotach An-2 i M-18), każdorazowo po zakończeniu lotu pilot zobowiązany jest wykonać wydruk z aparatury agrolotniczej i przekazać go upoważnionemu przedstawicielowi nadleśnictwa (w razie np. awarii drukarki – podyktować przedstawicielowi nadleśnictwa dane bezpośrednio z monitora kontrolnego systemu AU-5000). Nie jest możliwe odzyskanie danych o oprysku po wykonaniu kolejnego lotu agro. Na podstawie danych z wydruku można odczytać:

- powierzchnię przeprowadzonego zabiegu (ha),
- dawkę jednostkową (l/ha), czyli objętość wypryskanej cieczy roboczej (l) podzieloną przez powierzchnię zabiegu (ha).

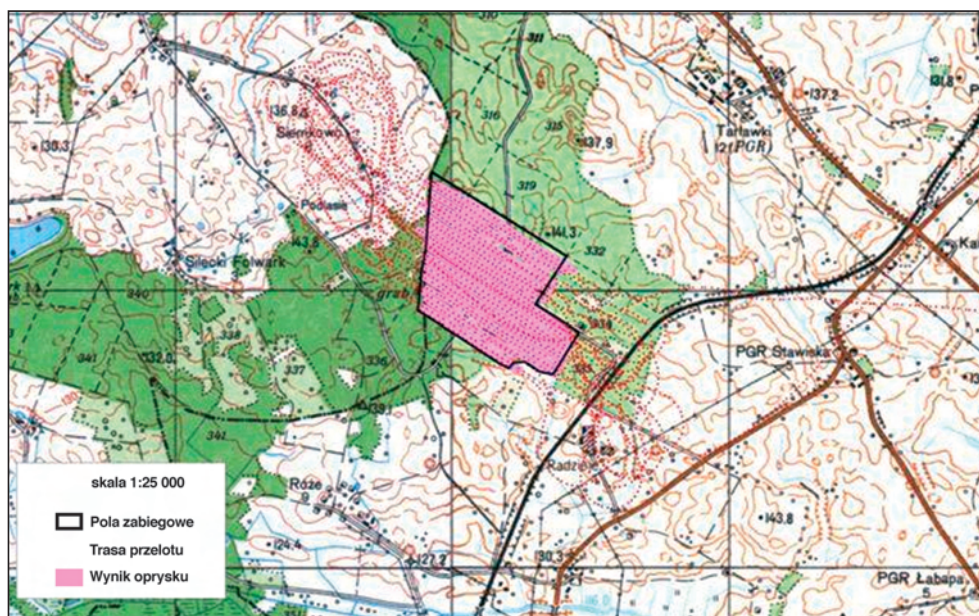
Wydruk z aparatury agrolotniczej jest jedynym dokumentem umożliwiającym kontrolę oprysków w sytuacji, kiedy nie stosuje się systemów GPS Agro do napro-

wadzenia statków powietrznych. Przykładowy wydruk przedstawiony jest na ryc. 44a i 44b.

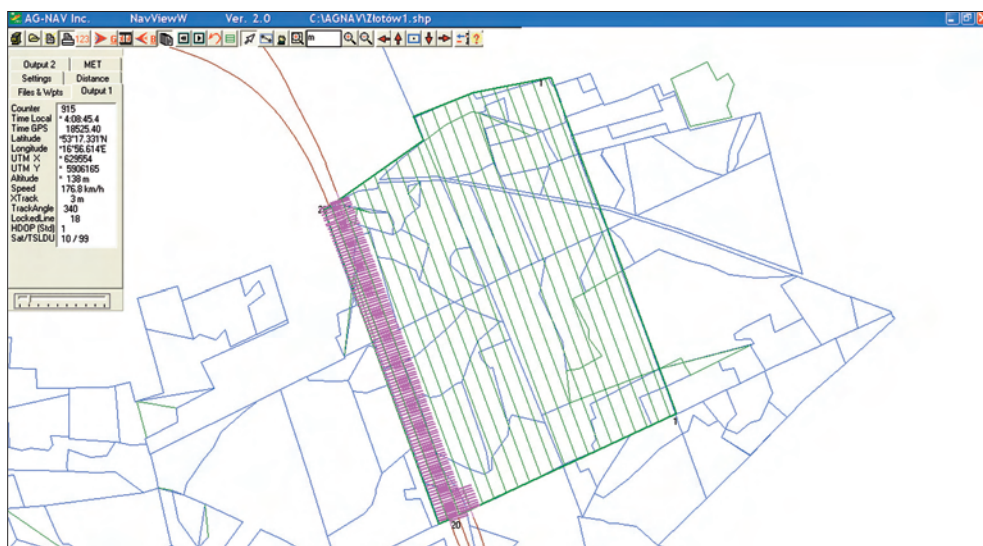
Dane z systemów GPS Agro należy zgrywać na uzgodniony nośnik pamięci z komputera pokładowego statku powietrznego po zakończeniu oprysku danego pola roboczego lub po zakończeniu prac w danym nadleśnictwie. Dane z GPS Agro są archiwizowane i nie ulegają samoistnemu wymazaniu.

Dokonując komputerowej analizy wykonanych zabiegów agrolotniczych, należy postępować zgodnie z instrukcjami odpowiednich programów wykorzystywanych do analizy. W zależności od zastosowanego systemu GPS Agro obróbka materiałów z komputera pokładowego przebiega dwojako:

- Systemy Trimble zapisują wszystkie parametry lotu w formacie .shp. Po skopiowaniu plików lotów z komputera pokładowego statku powietrznego można je obrabiać dowolnymi programami GIS-owymi, a po przeliczeniu (przy zastosowaniu programu Trako) na układ 1992 (standard LMN) można nanieść trasę lotów i obszar opryskany na mapę numeryczną nadleśnictwa lub dowolną inną mapę. Przykład analizy wykonanego zabiegu z wykorzystaniem mapy topograficznej przedstawia ryc. 49. Szczegółowe dane dotyczące parametrów nawigacyjnych i opryskowych lotu zawarte są w tabeli atrybutów, z której odczyt danych jest możliwy, ale wizualizacja danych jest trudna. Przykładowa tabela atrybutów jest przedstawiona na ryc. 50.
- W systemach Ag Nav 2 i Agnav GIUA do obróbki danych wyjściowych służy program NavViewW. Po przekopiowaniu z komputera pokładowego parametrów wykonanych lotów (w formacie .no1) i ewentualnym podłożeniu właściwej warstwy mapy numerycznej możliwa jest – na podstawie danych, które na bieżąco są wy-



Ryc. 49. Analiza zabiegu z wykorzystaniem mapy topograficznej



Ryc. 51. Analiza parametrów lotu w systemie NavViewW

13.7. Zabiegi uzupełniające i poprawkowe, ocena skuteczności oprysków

Zabiegi uzupełniające należy wykonać w drzewostanach, w których stwierdzono niewłaściwą jakość wykonania zabiegu podstawowego, dużą nierównomierność i niedostateczne pokrycie pestycydem, a błędy te nie zostały skorygowane przez pilota w trakcie lotu. Decyzję o ewentualnym wykonaniu zabiegu uzupełniającego należy podjąć niezwłocznie po przeprowadzeniu analizy wykonanych zabiegów (dokumentacji z systemów GPS Agro), informując o tym RDLP i TSOL. Na podstawie mapy obrazującej wykonanie zabiegu należy określić lokalizację i wymiary miejsc (długość, szerokość), gdzie konieczne jest uzupełnienie zabiegu. Szczegółową mapę z zakresem zabiegów poprawkowych należy przekazać wykonawcy usług lotniczych.

W wypadku wykonywania zabiegów bez systemów GPS Agro podstawą podjęcia decyzji o przeprowadzeniu zabiegu mogą być jedynie oceny przelotów dokonane przez ekipy balonowe. W sytuacji, gdy niska jakość zabiegów wynika z winy personelu latającego, zamawiający powinien niezwłocznie poinformować o tym kompetentnego przedstawiciela wykonawcy usług, z ewentualnym żądaniem wymiany załogi.

Ocenę skuteczności agrolotniczego zabiegu zwalczania owadów liściożernych wykonuje się, w zależności od rodzaju użytego insektycydu, po 7–10 dniach (pyretroidy) lub po 3–4 tygodniach (inhibitory syntezy chityny i preparaty bakteryjne). Polega ona na ścięciu wybranych losowo drzew na płachty o wielkości co najmniej 4×5 m i przeliczeniu żywych larw pozostałych w koronach. Uzyskane dane wpi-

suje się następnie do odpowiedniego formularza-protokołu, zamieszczonego w „Instrukcji ochrony lasu” (załącznik 6). Jeżeli liczba pozostałych przy życiu larw nie przekracza 20% liczby krytycznej dla danego szkodnika i wieku drzewostanu, zabieg należy uważać za skuteczny.

W razie niewystarczającej skuteczności zwalczania szkodników należy przeprowadzić zabiegi poprawkowe. Decyzję o zabiegach poprawkowych podejmują TSOL i RDLP, potwierdzając ją odpowiednim protokołem. Zabiegi poprawkowe wykonuje się aparaturą lotniczą lub – na niewielkich powierzchniach – naziemną aparaturą opryskującą.

Zabiegi uzupełniające i poprawkowe należy przeprowadzać zgodnie z zasadami opisanymi wcześniej.

14. Regulacje prawne dotyczące zabiegów agrolotniczych

Podstawowy dla Lasów Państwowych akt prawny, ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach (DzU nr 45 z 2005 r., poz. 435 z późn. zm.), tylko w artykule 10 zajmuje się zagadnieniem zwalczania organizmów szkodliwych występujących w lesie. Stosownie do treści tego przepisu, w wypadku wystąpienia organizmów szkodliwych w stopniu zagrażającym trwałości lasów nadleśniczy wykonuje zabiegi zwalczające i ochronne. Starosta z urzędu lub na wniosek właściwego nadleśniczego zarządza wykonanie zabiegu w lasach nie stanowiących własności Skarbu Państwa na koszt właściwych nadleśnictw. W razie konieczności przeprowadzenia zabiegów zwalczających i ochronnych na obszarze dwóch lub więcej nadleśnictw, wykonanie zabiegów zarządza dyrektor RDLP.

Szerzej kwestie związane z wykonywaniem zabiegów agrolotniczych w lasach unormowane są w ustawie z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin (DzU nr 133 z 2008 r., poz. 849) oraz w przepisach wykonawczych do ustawy.

Art. 71 ustawy o ochronie roślin nakłada na posiadaczy gruntów, gdzie prowadzone są zabiegi ochrony roślin, obowiązek prowadzenia ewidencji tych zabiegów oraz ustala, jakie zapisy winny być dokonane w ewidencji. Posiadacze gruntów muszą przechowywać ewidencję przez co najmniej dwa lata od daty wykonania zabiegu ochrony roślin.

Zabiegi przy użyciu środków ochrony roślin mogą być wykonywane tylko przez osoby, które ukończyły szkolenie w zakresie stosowania środków ochrony roślin i mają aktualne zaświadczenie o ukończeniu tego szkolenia (art. 74 cyt. ustawy). Kto wykonuje zabiegi środkami ochrony roślin, nie mając wymaganego aktualnego zaświadczenia o ukończeniu szkolenia, podlega karze grzywny. Zaświadczenie o ukończeniu szkolenia jest ważne przez pięć lat, licząc od dnia ukończenia kursu.

Program szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin sprzętem agrolotniczym oraz wzór zaświadczenia ustalił Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi w załącznikach nr 3 i nr 5 do rozporządzenia z dnia 28 maja 2008 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla jednostek organizacyjnych prowadzących szkolenia w zakresie obrotu, konfekcjonowania lub stosowania środków ochrony roślin, pro-

gramów tych szkoleń oraz wzoru zaświadczenia o ukończeniu szkolenia (DzU nr 105, poz. 671).

Według art. 77, ust. 1, pkt 2 ustawy o ochronie roślin, na terenie otwartym można stosować środki ochrony roślin przy użyciu sprzętu agrolotniczego, jeżeli:

- jest on wyposażony w specjalne urządzenia do stosowania środków ochrony roślin oraz gdy do środka ochrony roślin zostanie dodana substancja obciążająca,
- wilgotność względna powietrza jest nie mniejsza niż 60% i prędkość wiatru nie przekracza 3 m/s,
- powierzchnia upraw, na której stosuje się środek ochrony roślin, wynosi co najmniej 5 ha i jest oddalona o co najmniej 500 m od budynków mieszkalnych i zabudowań inwentarskich, pasiek, plantacji roślin zielarskich, ogrodów działkowych, rezerwatów przyrody, parków narodowych, stanowisk roślin objętych ochroną gatunkową, wód powierzchniowych oraz od granicy wewnętrznego terenu ochrony strefy pośredniej ujęć wody, przy kierunku wiatru wiejącego w stronę tych obiektów.

W myśl art. 77, ust. 3 ustawy o ochronie roślin, przy użyciu sprzętu agrolotniczego zabronione jest stosowanie środków ochrony roślin zaliczonych do bardzo toksycznych i toksycznych dla człowieka oraz środków chwastobójczych i desykantów.

Ustawa o ochronie roślin nie wymaga okresowych badań sprawności technicznej agrolotniczej aparatury opryskującej.

Szczegółowe warunki i sposób wykonywania zabiegów agrolotniczych w lasach, przygotowywanie i organizacja lądowisk, określenie wymogów dotyczących aparatury opryskującej i używanych środków oraz inne istotne dla tej problematyki zagadnienia normuje w §§ 432–486 „Instrukcja ochrony lasu”, stanowiąca załącznik do zarządzenia Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 22 czerwca 2004 r.

Organizacja lądowiska i jego użytkowanie winno być zgodne z warunkami określonymi przez ustawę z dnia 3 lipca 2002 r. „Prawo lotnicze” (DzU nr 100 z 2006 r., poz. 696 z późn. zm.) oraz następującymi przepisami wykonawczymi, wydanymi na podstawie tej ustawy:

- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 20 lipca 2004 r. w sprawie wymagań dla lądowisk (DzU nr 170, poz. 1791),
- Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 30 kwietnia 2004 r. w sprawie ewidencji lądowisk (DzU nr 118, poz. 1238),

o ile dany teren jest zakwalifikowany jako lądowisko i umieszczony w rejestrze lądowisk.

W wypadku zakwalifikowania terenu jako inne miejsce przystosowane do startów i lądowań statków powietrznych organizacja lądowiska i jego użytkowanie winno być zgodne z warunkami określonymi w:

- Wytycznych nr 3 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 22 sierpnia 2003 r. w sprawie innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań statków powietrznych, o których mowa w art. 93, ust. 1 ustawy „Prawo lotnicze” (Dziennik Urzędowy Urzędu Lotnictwa Cywilnego nr 5/2003, poz. 18);
- Zarządzeniu nr 9 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 25 czerwca 2005 r., zmieniającym wytyczne w sprawie innych miejsc przystosowanych

do startów i lądowań statków powietrznych, o których mowa w art. 93, ust. 1 ustawy „Prawo lotnicze” (Dziennik Urzędowy Urzędu Lotnictwa Cywilnego nr 8/2005, poz. 31).

Bardzo ważną czynnością, poprzedzającą wykonanie oprysków, jest akcja informacyjna polegająca na powiadomieniu o zamierzonych czynnościach jak najszerszego kręgu osób i instytucji. „Instrukcja ochrony lasu” w § 459 nakłada na nadleśniczych obowiązek pisemnego powiadomienia samorządów terytorialnych, właściwych służb inspekcji ochrony roślin i nasiennictwa oraz związku pszczelarzy o lokalizacji i terminach przewidywanych zabiegów ratowniczych oraz o środkach ochrony roślin, jakie będą stosowane. Za pośrednictwem radia, telewizji, lokalnej prasy lub też w inny sposób przyjęty na danym terenie osoby mieszkające na obszarze objętym zabiegami muszą być poinformowane o zamierzonych opryskach i koniecznych środkach ostrożności.

Należy zaznaczyć, że prawo lotnicze zabrania dokonywania w czasie lotu zrzutów ze statku powietrznego, z wyjątkiem zrzutów przeprowadzanych m.in. na potrzeby gospodarki leśnej (art. 123, ust. 2, pkt 7 ustawy „Prawo lotnicze”). Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 grudnia 2003 r. w sprawie zrzutów ze statku powietrznego (DzU nr 230, poz. 2299) określa szczegółowe warunki dokonywania zrzutów substancji lub przedmiotów, w tym niezbędnych do przeprowadzenia prac agrolotniczych, w szczególności środków chemicznych (§ 2, ust. 1, pkt 7 rozporządzenia). O zamiarze wykonywania ww. prac powinien być przed rozpoczęciem lotów powiadomiony organ zarządzający ruchem lotniczym.

Przy stosowaniu środków ochrony roślin w zabiegach agrolotniczych, tak jak i w zabiegach naziemnych, które stwarzają ryzyko powstania szkody w środowisku (ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku, DzU nr 75 z 2007 r., poz. 493), winny być zapewnione i przestrzegane warunki ochrony środowiska, ustalone w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. „Prawo ochrony środowiska” (DzU nr 25 z 2008 r., poz. 150 z późn. zm.) oraz ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (DzU nr 92 z 2004 r., poz. 880 z późn. zm.).

Dyrektor Generalny Lasów Państwowych corocznie wydaje zarządzenie dotyczące ograniczania zagrożeń ze strony szkodliwych owadów, grzybów patogennych i innych zjawisk szkodotwórczych w Lasach Państwowych. Na mocy § 4, ust. 5 zarządzenia nr 18 z dnia 6 kwietnia 2007 r. został wprowadzony bezwzględny obowiązek stosowania systemów GPS przy wykonywaniu w Lasach Państwowych wszelkich zabiegów agrolotniczych.

Postępowanie z opróżnionymi opakowaniami po zużytych środkach ochrony roślin, po zakończeniu zabiegów agrolotniczych, regulują przepisy ustawy z 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (DzU nr 63, poz. 638 z późn. zm.). Stosownie do treści art. 3, pkt 3a cyt. ustawy, do środków niebezpiecznych zalicza się środki ochrony roślin zaklasyfikowane jako bardzo toksyczne lub toksyczne dla ludzi, pszczoł lub organizmów wodnych, określone w przepisach o ochronie roślin uprawnych. Użytkownik środków niebezpiecznych obowiązany jest zwrócić sprzedawcy opakowanie wielokrotnego użytku i odpady opakowaniowe po tych środkach (art. 17 ustawy). Etykieta-instrukcja stosowania każdego środka ochrony roślin zawiera informację o postępowaniu z opakowaniem po danym środku.

Wyznaczając drzewostan do oprysków, należy mieć na uwadze, iż w ramach ochrony dziko występujących gatunków roślin i grzybów obowiązuje zakaz stosowania środków chemicznych, chyba że są to czynności związane z prowadzeniem racjonalnej gospodarki leśnej, a technologia prac uniemożliwia przestrzeganie zakazu (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących roślin objętych ochroną, DzU nr 168, poz. 1764 oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących grzybów objętych ochroną, DzU nr 168, poz. 1765).

Podstawowe dane zawarte w formularzach kart lotów („chronometraż”) są regulowane przez przepisy lotnicze. Na żądanie zleceniodawcy wykonawca usług ma obowiązek zapisywania dodatkowych informacji dotyczących rodzaju lotu, miejsca i powierzchni zabiegu, zastosowanego środka i dawki.

15. Literatura uzupełniająca

USTAWY

1. Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach (DzU nr 101 z 1991 r., poz. 444 z późn. zm.).
2. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. „Prawo ochrony środowiska” (DzU nr 62 z 2001 r., poz. 627 z późn. zm.).
3. Ustawa z 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (DzU nr 63 z 2001 r., poz. 638 z późn. zm.).
4. Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (DzU nr 112 z 2001 r., poz. 1198).
5. Ustawa z dnia 2 lipca 2002 „Prawo lotnicze” (tekst jednolity w DzU nr 100 z 2006 r., poz. 695 i 696) wraz z aktami wykonawczymi.
6. Ustawa z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin (DzU nr 11 z 2004 r., poz. 94 z późn. zm.).
7. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (DzU nr 92 z 2004 r., poz. 880 z późn. zm.).
8. Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku (DzU nr 75 z 2007 r., poz. 493).
9. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (DzU nr 199 z 2008 r., poz. 1227).

ROZPORZĄDZENIA

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu i magazynowaniu środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych i organiczno-mineralnych (DzU z dnia 4 lipca 2002 r. z późn. zm.).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 13 grudnia 2002 r. w sprawie czasu pracy i wypoczynku członków załóg statków powietrznych oraz kontrole-
rów ruchu lotniczego (DzU nr 219 z 2002 r., poz. 1841).

3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 grudnia 2003 r. w sprawie zrzutów ze statku powietrznego (DzU nr 230 z 2003 r., poz. 2299).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 30 kwietnia 2004 r. w sprawie ewidencji lądowisk (DzU nr 118 z 2004 r., poz. 1238).
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących roślin objętych ochroną (DzU nr 168 z 2004 r., poz. 1764).
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących grzybów objętych ochroną (DzU nr 168 z 2004 r., poz. 1765).
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 20 lipca 2004 r. w sprawie wymagań dla lądowisk (DzU nr 170 z 2004 r., poz. 1791).
8. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 maja 2008 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla jednostek organizacyjnych prowadzących szkolenia w zakresie obrotu, konfekcjonowania lub stosowania środków ochrony roślin, programów tych szkoleń oraz wzoru zaświadczenia o ukończeniu szkolenia (DzU nr 105 z 2008 r., poz. 671).

WYTYCZNE I ZARZĄDZENIA

1. Wytyczne nr 3 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 22 sierpnia 2003 r. w sprawie innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań statków powietrznych, o których mowa w art. 93, ust. 1 ustawy „Prawo lotnicze” (Dziennik Urzędowy Urzędu Lotnictwa Cywilnego nr 5/2003, poz. 18).
2. Zarządzenie nr 9 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 25 czerwca 2005 r. zmieniające wytyczne w sprawie innych miejsc przystosowanych do startów i lądowań statków powietrznych, o których mowa w art. 93, ust. 1 ustawy „Prawo lotnicze” (Dziennik Urzędowy Urzędu Lotnictwa Cywilnego nr 8/2005, poz. 31).

INSTRUKCJE

1. „Instrukcja wykonywania lotów”, WSK Okęcie, 1986.
2. „Instrukcja operacyjna”, LPU Heliseco, 2004.
3. „Instrukcja operacyjna Aeroklubu Ziemi Lubuskiej”.
4. „Instrukcja ochrony lasu”, Warszawa 2004.
5. „Instrukcja ochrony przeciwpożarowej obszarów leśnych”, Warszawa 1996.
6. „Znowelizowana instrukcja technologiczna zwalczania szkodliwych owadów liściożernych w lasach”, Warszawa 1995.
7. NavViewW manual.
8. Ag-Nav 2 – podręcznik polski do systemu.
9. Ag-Nav Silver GUIA – kurs obsługi systemu.

PUBLIKACJE

1. *Adams R.J.* 1978. The Importance of the Weather in Aerial Spraying. Practical Crop Protection from the Air. Symposium. The Royal Aeronautical Society. London. UK.

2. *Armstrong J.A.* 1981. ULV/CDA Optimum Droplet Size for Control of the Eastern Spruce Budworm in Canada. *Outlook of Agriculture* 7/81, s. 327–332.
3. *Baltin F.* 1959. Beitrag zur Problematik der Rationalisierung der aviochemischen Schädlingsbekämpfung. *Wissenschaftliche. Zeitschrift. Jena.*
4. *Błędowski R.* 1924. Uwagi nad sówką sosnową (*Panolis flammea* Schiff.) w Polsce, w szczególności na Pomorzu. *Las Polski*, nr 4, s. 123–133.
5. *Borodzik F.* 1983. Wstęp do technologii prac agrolotniczych. PWRiL. Warszawa.
6. *Boule H., Fricker C.* 1973. Nawożenie drzew leśnych. PWRiL. Warszawa.
7. *Courshee R.* 1978. Rozkład drobnych kropeł rozpryskiwanych z samolotu na lasy iglaste w Kanadzie. *Seminarium Aero-Agro'78. EKG-ONZ. Warszawa*, s. 171–186.
8. *Drużyński J.* 1978. Zastosowanie śmigłowca do ochrony środowiska naturalnego Świętokrzyskiego Parku Narodowego. *Seminarium Aero-Agro'78. EKG-ONZ. Warszawa*, s. 151–156.
9. *Grzegorzewski J.* 1981. Agrolotnictwo na świecie. *Technika Lotnicza i Astronautyczna*, nr 6., s. 4–5.
10. *Haris R.J.* 1983. *Introduction to Meteorology. Aerial Application of Pesticides. Cranfield. UK.*
11. *Koehler W.* 1976. Skrzydła nad lasem. PWRiL. Warszawa.
12. *Kostia Z.T.* 1978. Razrabotka mietodiki rasczota i ocenki tiechnikoekonomicheskich charakteristik mnogocelowych samolotow i wiertolotow. Instytut Lotnictwa. Warszawa.
13. *Łukomski S., Sierpiński Z.* 1979. Ochrona lasu. PWRiL. Warszawa.
14. *Mokrzecki S.* 1928. Strzygonia choinówka (*Panolis flammea* Schiff.). Monografia leśno-entomologiczna. Nakładem Związku Zawodowego Leśników w Rzeczypospolitej Polskiej. Warszawa.
15. *Molga M.* 1983. *Meteorologia rolnicza. PWRiL. Warszawa.*
16. *Nazarow W.A.* 1975. *Primienienije awiacyi w sielskom i lesnom choziajstwie. Transport. Moskwa.*
17. *Oleksiak J.* 1988. *Samoloty rolnicze w PZL Mielec. Opracowanie jubileuszowe. Mielec.*
18. *Perlowitz W., Wolff G.* 1988. Haberman Methodin zur Tropfenmessung von sprunwellken bei aviochemischen Einsatzen. *Beiter, Forstwirtschaft. V.22, s. 67–71.*
19. *Pitulanka J.* 1936. *Samolot na usługach zwalczania szkodników i chorób roślinnych. Kraków.*
20. *Pisarski W.* 2006. Analiza wybranych wskaźników techniczno-eksploatacyjnych w agrolotniczym cyklu operacyjnym. (rozpr. doktorska). UWM w Olsztynie.
21. *Piwnicki J., Głowacka B.* 1996. Lotnicze zabiegi zwalczania liściożernych owadów leśnych (osiągnięcia i perspektywy). XII Seminarium „Problematyka badań agrolotniczych”. Wyd. ART w Olsztynie. Olsztyn.
22. *Rogalski L.* 1991. *Technologie prac agrolotniczych. Wyd. ART w Olsztynie. Olsztyn.*
23. *Rowiński R.S.* 1994. *Agrolotnictwo. Tom I, II. Wyd. ART w Olsztynie. Olsztyn.*
24. *Rowiński R.S.* 2000. Investigation of Atomisers in Airborne Insects Control in Forests. *Annual Rev. of Agr. Eng. 2 (1), s. 127–136.*

25. *Rowiński R.S.* 2002. Polskie agrolotnictwo. Wyd. UWM w Olsztynie. Olsztyn.
26. *Rowiński R.S., Wodecka C., Jumrych M.* 1985. Metodyki badań agrolotniczych rolniczych statków powietrznych. Wyd. ART w Olsztynie. Olsztyn.
27. *Southwell P.H.* 1975. Paths to Progress in Bio-Aeronautics. Fifth International Agricultural Aviation Congress. National Agricultural Centre. Warwickshire. England, s. 34–46.
28. *Spillman J.J., Joyce R.J.V.* 1976. Control of pine Beauty Moth by Fenitrothion in Scotland. Edited. A.V. Holden & D. Bevan. London. UK.
29. *Szczeciński Cz.* 1952. Meteorologia na usługach lotnictwa. Wydawnictwa Komunikacyjne. Warszawa.
30. *Tomanek J.* 1972. Meteorologia i klimatologia dla leśników. PWRiL. Warszawa.
31. *Witkowski R.* 1980. Sześć stopni swobody. Wyd. MON. Warszawa.
32. *Wodecka C., Rowiński R.S.* 1983. Metodyka badania penetracji kropel w koronach drzew. Sylwan. R. CXXXVII, nr 7, s. 75–82.
33. *Żurański J.A.* 1978. Pierwsze samoloty rolnicze w Polsce i ich urządzenia. Technika Lotnicza i Astronautyczna, nr 8, s. 36–40.

16. Załączniki

Załącznik 1.

Tabela A1

Obszary zabiegów agrolotniczych w Polsce (1946–1974)

| Lata | Powierzchnia × 103 (ha) | | | Lata | Powierzchnia × 103 (ha) | | |
|------|-------------------------|-----------|-------|------|-------------------------|-----------|-------|
| | rolnictwo | leśnictwo | razem | | rolnictwo | leśnictwo | razem |
| 1946 | – | 0,1 | 0,1 | 1961 | 67,9 | 42,9 | 110,8 |
| 1947 | – | 0,5 | 0,5 | 1962 | 89,6 | 58,3 | 147,9 |
| 1948 | – | 19,1 | 19,1 | 1963 | 91,8 | 16,3 | 108,1 |
| 1949 | 15,0 | 29,8 | 44,8 | 1964 | 115,4 | 8,0 | 123,4 |
| 1950 | 30,0 | 32,5 | 62,5 | 1965 | 176,5 | 24,1 | 200,6 |
| 1951 | 50,0 | 51,5 | 101,5 | 1966 | 212,0 | 32,0 | 244 |
| 1952 | 50,0 | 41,9 | 91,9 | 1967 | 282,5 | 37,0 | 319,5 |
| 1953 | 52,0 | 36,6 | 88,6 | 1968 | 253,8 | 6,4 | 260,2 |
| 1954 | 68,5 | 26,5 | 95,0 | 1969 | 212,5 | 11,8 | 224,3 |
| 1955 | 36,3 | 11,8 | 48,1 | 1970 | 278,7 | 16,7 | 295,4 |
| 1956 | – | 28,7 | 28,7 | 1971 | 190,0 | – | 190,0 |
| 1957 | – | 27,9 | 27,9 | 1972 | 262,5 | 67,5 | 330,0 |
| 1958 | – | 7,9 | 7,9 | 1973 | 411,0 | 196,0 | 607,0 |
| 1959 | 11,9 | 6,1 | 18,0 | 1974 | 589,8 | 210,2 | 800,0 |
| 1960 | 42,2 | 10,1 | 52,3 | | | | |

Tabela A2

Obszary zabiegów agrolotniczych w Polsce (1975–2000)

| Lata | Powierzchnia × 103 (ha) | | | | | | |
|------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|---------|
| | rolnictwo | | leśnictwo | | razem | | ogółem |
| | samoloty | śmigłowce | samoloty | śmigłowce | samoloty | śmigłowce | |
| 1975 | 1 172,0 | | 174,8 | | 1 346,8 | 94,5* | 1 441,3 |
| 1976 | 2 080,0 | | 188,5 | | 2 268,5 | 156,5* | 2 425,0 |
| 1977 | 3 066,6 | | 162,4 | | 3 229,0 | 338,3* | 3 567,3 |
| 1978 | 2 283,8 | | 221 | | 2 504,8 | 549,1* | 3 053,9 |
| 1979 | 1 977,6 | 612,6 | 267,7 | 0,7 | 2 245,3 | 613,3 | 2 858,6 |
| 1980 | 1 917,7 | 690,4 | 475,2 | 18,3 | 2 392,9 | 690,4 | 3 101,6 |
| 1981 | 1 433,3 | 530,3 | 1 691,2 | 100,7 | 3 124,5 | 631,0 | 3 755,5 |
| 1982 | 1 073,2 | 346,5 | 2 367,5 | 164,1 | 3 440,7 | 510,5 | 3 951,2 |
| 1983 | 1 368,6 | 391,5 | 1 606,0 | 156,0 | 2 914,6 | 547,5 | 3 522,1 |
| 1984 | 1 480,5 | 702,9 | 130,0 | 19,8 | 1 610,5 | 722,7 | 2 333,2 |
| 1985 | 2 001,2 | 989,7 | 98,9 | 5,2 | 2 100,1 | 994,9 | 3 095,0 |
| 1986 | 2 203,5 | 1 282,3 | 25,3 | – | 2 228,8 | 1 282,3 | 3 511,1 |
| 1987 | 2 197,6 | 1 493,2 | 55,2 | – | 2 252,8 | 1 493,2 | 3 746,0 |
| 1988 | 2 134,5 | 1 415,4 | 96,2 | 0,8 | 2 230,7 | 1 416,2 | 3 646,9 |
| 1989 | 2 094,0 | 1 451,8 | 163,9 | – | 2 257,9 | 1 451,8 | 3 709,7 |
| 1990 | 1 026,1 | 718,9 | 422,9 | 0,7 | 1 449,0 | 719,6 | 2 168,6 |
| 1991 | 411,0 | 182,4 | 159,8 | 35,0 | 570,8 | 217,4 | 788,2 |
| 1992 | 105,4 | 67,4 | 192,4 | 95,9 | 297,8 | 163,3 | 461,1 |
| 1993 | 54,4 | 65,2 | 71,2 | 109,1 | 163,5 | 174,3 | 337,8 |
| 1994 | 34,0 | 94,1 | 516,0 | 67,1 | 540 | 161,2 | 701,2 |

Tabela A2 cd.**Obszary zabiegów agrolotniczych w Polsce (1975–2000)**

| Lata | Powierzchnia × 103 (ha) | | | | | | |
|------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|--------|
| | rolnictwo | | leśnictwo | | razem | | |
| | samoloty | śmigłowce | samoloty | śmigłowce | samoloty | śmigłowce | ogółem |
| 1995 | 25,8 | 49,5 | 50,0 | 83,5 | 75,8 | 133,0 | 208,8 |
| 1996 | 9,2 | | 8,9 | | 18,1 | 44,3* | 62,4 |
| 1997 | 4,4 | | 2,7 | | 7,1 | 19,7* | 26,8 |
| 1998 | 0,8 | | 15,2 | | 16,0 | 20,3* | 36,3 |
| 1999 | 0,1 | | 43,8 | | 43,9 | 13,7* | 47,6 |
| 2000 | 1,9 | | 15,3 | | 17,2 | 33,7* | 50,9 |

* Dane bez podziału na rolnictwo i leśnictwo.

PROTOKÓŁ
kwalifikacji drzewostanów do zabiegu wielkoobszarowego
chemicznego/biologicznego*, ograniczenia liczebności:
owadów doskonałych/gąsienic/larw*

.....
 (gatunek szkodnika)

dla Nadleśnictwa przeprowadzonej:

wiosną/latem/jesienią* roku

I. Skład komisji kwalifikacyjnej

| Imię | Nazwisko | Stanowisko |
|------|----------|------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

II. Kwalifikacji dokonano na podstawie**

| | | |
|----|---|--|
| 1. | Jesiennych poszukiwań szkodników sosny | |
| 2. | Jesiennej kontroli występowania szkodników korzeni | |
| 3. | Liczby owadów doskonałych/gąsienic/larw wchodzących na drzewo (lepowanie/stosy) | |
| 4. | Liczby gąsienic/larw w koronie drzewa (ścinka drzew na płachty) | |
| 5. | Liczby jaj w koronach drzew | |
| 6. | Szkód w aparacie asymilacyjnym: w roku poprzednim/w roku zabiegu | |
| 7. | inne – | |
| 8. | inne – | |

III. Obserwacje szkodnika w roku (zabiegu/poprowadzającym*)

1. Szkodnika wykryto na podstawie**

| | | | |
|---------------------------------|------------------------|----------------|--|
| Jesiennych poszukiwań | Prześwietlenia koron | Fotoeklektorów | |
| Występowania szkodników korzeni | Oprzędów poczwarkowych | Wylęgarek | |
| Złóż jajowych | Opasek lepowych | | |
| Żeru gąsienic/larw | Pułapek kołnierзовych | | |
| Lotu motyli | Opadu ekskrementów | | |

2. Obserwacje w roku zabiegu

| Rodzaj obserwacji | Liczba | Data wyłożenia | Oddziały | Maksymalna liczba szkodnika |
|------------------------------|--------|----------------|----------|-----------------------------|
| Wylęgarki | | | | |
| Stosy | | | | |
| Opaski lepowe | | | | |
| Pułapki kołnierзовe | | | | |
| Obserwacje lotu | | | | |
| Tacki opadowe na ekskrementy | | | | |

3. Obserwacje dotyczące rozwoju szkodnika

| Zakres obserwacji | Data | Oddziały |
|--|------|----------|
| Początek rójki | | |
| Kulminacja rójki | | |
| Zakończenie rójki | | |
| Pierwsze jaja | | |
| Początek wychodzenia w korony gąsienic/larw/owadów doskonałych* | | |
| Kulminacja pojawu gąsienic/larw/owadów doskonałych* | | |
| Zakończenie wychodzenia gąsienic/larw/owadów doskonałych* w korony | | |
| Pierwsze poczwarki | | |

4. Inne ważne obserwacje

| |
|--|
| |
|--|

5. Obserwacje na ściętych drzewach (na płachty)

| Obserwowane stadium | Liczba ściętych drzew | Oddziały liczba szkodnika | Maksymalna |
|---------------------|-----------------------|---------------------------|------------|
| Jaja | | | |
| Gąsienice/larwy* | | | |
| Poczwarki | | | |
| Owady doskonałe | | | |

IV. Powierzchnia zakwalifikowana do zabiegu (w ha)

| Lasy Państwowe | Inne lasy Skarbu Państwa | Lasy niepaństwowe | Razem (ha) |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------|------------|
| | | | |
| w tym w lasach prawnie chronionych | | | |
| | | | |

V. Pola zabiegowe

| Nr pola zabiegowego | Obręb | Numery oddziałów | Pow. (ha) |
|---------------------|-------|------------------|-----------|
| I | | | |
| II | | | |
| III | | | |
| IV | | | |
| V | | | |
| VI | | | |
| Ogółem | | | |

**VI. Zabieg należy wykonać przy użyciu metody:
chemicznej/biologicznej***

| Dane dotyczące zabiegu | Nazwa | Dawka (litr/ha) | Stężenie (%/ha) |
|--|-------|-----------------|-----------------|
| Preparat | | | |
| Nośnik | | | |
| Środek zmniejszający napięcie powierzchniowe | | | |
| Inne | | | |
| Ciecz robocza – ogółem | | | |

VII. Sprzęt naziemny/lotniczy*

1. Opryskiwacz typu
2. Rodzaj samolotu z atomizerem typu
3. Zabieg wykonany z lądowiska w miejscowości

**VIII. Do zabiegu przystąpić od dnia,
zakończyć do dnia**

IX. Kontrola skuteczności zabiegu

1. Podokapówki typu: powierzchnia wysypana piaskiem/tacka o wymiarach / *
wyłożyć w terminie: dzień przed zabiegiem / *
- Obręb: oddziały:
- Obręb: oddziały:
- Obręb: oddziały:
2. Obserwacje na podokapówkach wykonać w dniu zabiegu/po: 2/5/7/14/21/28*
dniami od zabiegu.
3. Ścinkę drzew na płachty wykonać w dniach:
- w Obrębie; oddziałach:
- w Obrębie; oddziałach:
- w Obrębie; oddziałach:
- w wymienionych oddziałach opadówki ułożyć pod koronami takich drzew, aby w czasie ścinki ich korony nie ocierały się o sąsiednie drzewa.

X. Informacje o zabiegach ograniczenia liczebności owadów w roku (lub latach) poprzednim(-ch), (należy podać powierzchnię, rodzaj zabiegu: naziemny czy lotniczy, biologiczny czy chemiczny oraz skuteczność)

* niepotrzebne skreślić, ** wstawić znak „X” w odpowiednim polu

XI. Uwagi Nadleśnictwa

XII. Uwagi TSOL, ZOL i RDLP

XIII. Do protokołu załączono:

1. Mapy sytuacyjne w skali z naniesionymi lądowiskami i polami zabiegowymi sztuk.
2. Inne załączniki:
.....
.....

Protokół zawiera:

– stron; egzemplarzy

XIV. Protokół sporządzono dnia w miejscowości

Podpisy komisji kwalifikacyjnej

Nadleśnictwo

RDLP

ZOL (TSOL)

PROTOKÓŁ
skuteczności zabiegu wielkoobszarowego ograniczenia
liczebności owadów doskonałych/gąsienic/larw*

.....
 (gatunek szkodnika)

1. Nadleśnictwo, data spisania protokołu
2. Zabieg wykonano w terminie
3. Rozliczenie zużycia preparatów i powierzchni wykonanego zabiegu

| Nr pola zabiegowego | Preparat (nazwa) | Nośnik (nazwa) | Ilość zużytego preparatu w litrach | Ilość Ilość nośnika w litrach | Rzeczywista powierzchnia zabiegu | Powierzchnia zakwalifikowana do zabiegu | Skuteczność zabiegu |
|---------------------|------------------|----------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|---------------------|
| I | | | | | | | |
| II | | | | | | | |
| III | | | | | | | |
| IV | | | | | | | |
| V | | | | | | | |
| VI | | | | | | | |
| VII | | | | | | | |
| Ogółem | | | | | | | |

4. Skuteczność zabiegu określono za pomocą:
 - a) liczby i zdrowotności larw w koronach drzew (ścięto drzew na płachty – sztuk),
 - b) liczby opadłych gąsienic i ilości ekskrementów (opadówki o wymiarach: w liczbie sztuk).
5. Śmiertelność (na podstawie liczby martwych larw) wynosi: %.
6. Zabieg oceniono jako: skuteczny/nieskuteczny*.
7. Warunki atmosferyczne w czasie trwania zabiegu

8. Do naprowadzania samolotów użyto: flag/balonów/*.
9. Otrzymano wydruki z komputera pokładowego samolotu: tak/nie*.
10. Ocena pracy pilotów: bardzo dobra/dobra/średnia/zła*.

11. Awarie samolotów: lub sprzętu naziemnego:
12. Awarie atomizerów:

*podkreślić właściwe

13. Uwagi TSOL, ZOL i RDLP

| |
|--|
| |
|--|

14. Uwagi Nadleśnictwa

| |
|--|
| |
|--|

Komisja w składzie

| Imię | Nazwisko | Stanowisko |
|------|----------|------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Protokół zawiera: stron; załączników:

Podpisy komisji

Nadleśnictwo

RDLP

ZOL

Załącznik 4.

„Ściągowka” do tworzenia projektów pól zabiegowych dla systemu Agnav 2 i Agnav GUIA

Uwaga: przed sporządzeniem projektu upewnić się, czy współrzędne są w układzie WGS 84 BLH i czy prawidłowo ustawiono szablon ENTRY.NEW

1. Na podstawie plików .shp pola zabiegowego przy użyciu programu NavViewW

Uwaga: w wypadku obszarów wyłączonych z oprysku, należy sporządzać oddzielne pliki dla pola roboczego i oddzielne dla każdego obszaru wyłączonego.

- Pliki .shp pola zabiegowego i obszarów wyłączonych przenieść do katalogu Agnav.
- W programie NavViewW otworzyć trzecią ikonkę (Open Map) i wybrać właściwy plik mapy.
- Otworzyć piątą ikonkę (Digitizing), kliknąć prawym klawiszem myszy na pole (pojawią się ponumerowane punkty pomiaru), na panelu wcisnąć czerwony klawisz **Copy**.
- Wyznaczyć ręcznie kierunek przejść klawiszem **Click**, ustawiając linię w sposób właściwy dla pilota.
- Zapisać projekt, wciskając klawisz **Save**, stosując przyjęty system nazewnictwa, z rozszerzeniem .no1.
- Obszary wyłączone z oprysku wprowadzać analogicznie, oznaczając na panelu pole **Xcl** i wprowadzając kolejny numer obszaru wykluczonego na niebieskim pasku na panelu. Obszary wyłączone z oprysku zapisywane są pod nazwą pola roboczego, z rozszerzeniem .xcl.

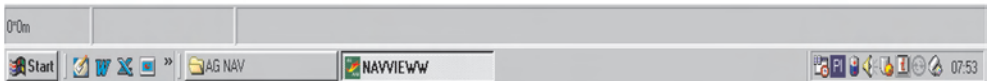
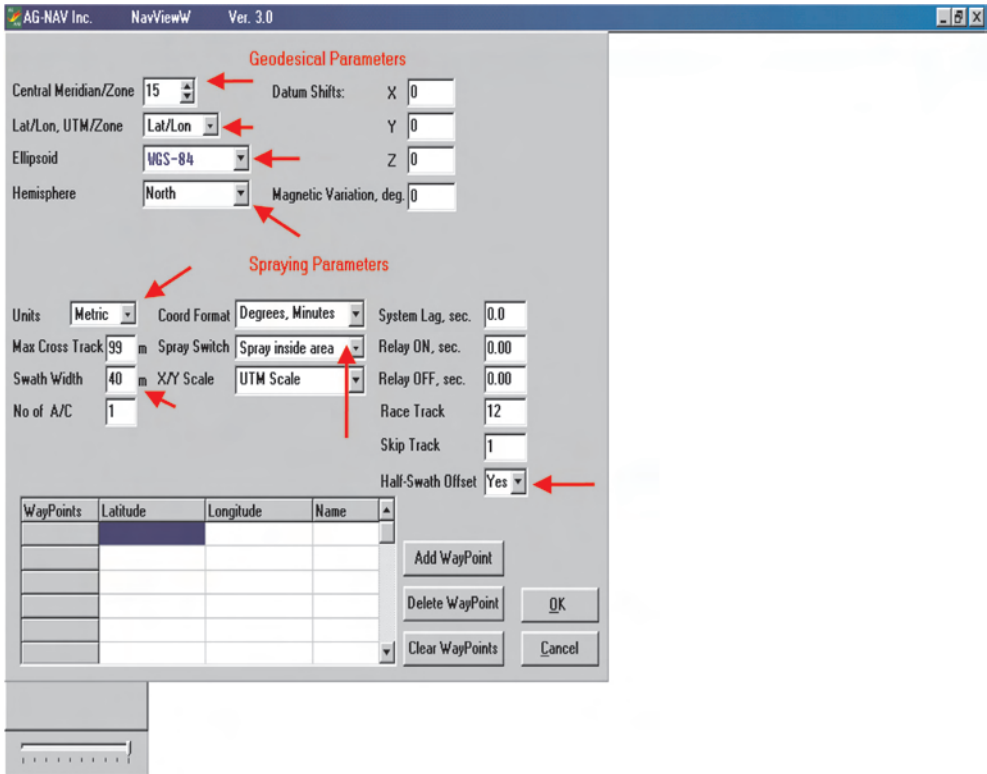
2. Na podstawie plików .shp z LMN nadleśnictwa, przy użyciu programu NavviewW

- Warstwę obiektów podstawowych przenieść do katalogu Agnav.
- W programie NavViewW otworzyć trzecią ikonkę (Open Map) i wybrać właściwy plik mapy.
- Otworzyć piątą ikonkę (Digitizing), na panelu wcisnąć klawisz **Add** i po pojawieniu się „celownika” zaznaczać kolejne punkty (narożniki) pola. Po zaznaczeniu ostatniego punktu wcisnąć klawisz **End**.
- Przy użyciu przycisku **Click** wyznaczyć przebieg linii i zapisać projekt klawiszem **Save**, pod uzgodnioną nazwą, z rozszerzeniem .no1.
- W razie korekty zaznaczonego punktu, odznaczyć go na panelu (pojawi się niebieskie pole), wcisnąć **Delete**, odznaczyć na panelu poprzedni punkt (!!!), wcisnąć **Add** i zaznaczać ponownie.

- W celu wyznaczenia obszarów wyłączonych z oprysku uaktywnić na panelu pole **Xcl**, kliknąć na niebieski pasek, aż pojawi się cyfra 1, a następnie „cełownikiem” zaznaczać kolejne punkty granicy obszaru wyłączonego. Po zaznaczeniu ostatniego punktu wcisnąć klawisz **End**.
- W wypadku wprowadzania kolejnych obszarów wyłączonych, za każdym razem należy zmienić ich numer, klikając w podświetlony niebieskim paskiem numer obszaru.
- Po wprowadzeniu obszarów wyłączonych należy je zapisać klawiszem **Save** pod uzgodnioną nazwą, z rozszerzeniem .xcl.

Załącznik 5.

Konfiguracja szablonu ENTRY.NEW



Załącznik 6.

Tablica psychrometryczna – wilgotność względna powietrza w %, w funkcji temperatury termometru suchego (°C) i psychrometrycznej różnicy temperatur (K)

| Temperatura termometru suchego (°C) | Różnica psychrometryczna (K) | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 |
| -9 | 85 | 71 | | | | | | | | | | | | |
| -8 | 87 | 73 | 59 | 45 | | | | | | | | | | |
| -7 | 87 | 74 | 62 | 49 | 36 | 24 | | | | | | | | |
| -6 | 88 | 75 | 64 | 52 | 40 | 28 | | | | | | | | |
| -5 | 88 | 77 | 66 | 54 | 43 | 32 | | | | | | | | |
| -4 | 89 | 78 | 67 | 57 | 46 | 36 | | | | | | | | |
| -3 | 89 | 79 | 69 | 59 | 49 | 39 | 29 | 19 | | | | | | |
| -2 | 90 | 80 | 70 | 61 | 52 | 42 | 33 | 23 | | | | | | |
| -1 | 91 | 81 | 72 | 63 | 54 | 45 | 36 | 27 | | | | | | |
| 0 | 91 | 82 | 73 | 64 | 56 | 47 | 39 | 31 | | | | | | |
| 1 | 91 | 83 | 75 | 66 | 58 | 50 | 42 | 34 | 26 | 18 | | | | |
| 2 | 92 | 84 | 76 | 68 | 60 | 52 | 45 | 37 | 30 | 22 | | | | |
| 3 | 92 | 84 | 77 | 69 | 62 | 54 | 47 | 40 | 33 | 25 | | | | |
| 4 | 92 | 85 | 78 | 70 | 63 | 56 | 49 | 42 | 36 | 29 | | | | |
| 5 | 93 | 86 | 79 | 72 | 65 | 58 | 51 | 45 | 38 | 32 | 26 | 19 | | |
| 6 | 93 | 86 | 79 | 73 | 66 | 60 | 53 | 47 | 41 | 35 | 29 | 23 | | |
| 7 | 93 | 87 | 80 | 75 | 67 | 61 | 55 | 49 | 43 | 37 | 31 | 26 | 20 | 14 |
| 8 | 94 | 87 | 81 | 75 | 69 | 62 | 57 | 51 | 45 | 40 | 34 | 29 | 23 | 18 |
| 9 | 94 | 88 | 82 | 76 | 70 | 64 | 58 | 53 | 47 | 42 | 36 | 31 | 26 | 21 |
| 10 | 94 | 88 | 82 | 77 | 71 | 65 | 60 | 55 | 49 | 44 | 39 | 34 | 29 | 24 |
| 11 | 94 | 88 | 83 | 77 | 72 | 66 | 61 | 56 | 51 | 46 | 41 | 36 | 31 | 26 |
| 12 | 94 | 89 | 83 | 78 | 73 | 68 | 62 | 57 | 53 | 48 | 43 | 38 | 33 | 29 |
| 13 | 95 | 89 | 84 | 79 | 74 | 69 | 64 | 59 | 54 | 49 | 45 | 40 | 36 | 31 |
| 14 | 95 | 90 | 84 | 79 | 74 | 70 | 65 | 60 | 56 | 51 | 46 | 42 | 38 | 33 |
| 15 | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 71 | 66 | 61 | 57 | 53 | 48 | 44 | 40 | 35 |
| 16 | 95 | 90 | 85 | 81 | 76 | 71 | 67 | 62 | 58 | 54 | 50 | 46 | 42 | 37 |
| 17 | 95 | 90 | 86 | 81 | 77 | 72 | 68 | 63 | 59 | 55 | 51 | 47 | 43 | 39 |
| 18 | 95 | 91 | 86 | 82 | 77 | 73 | 69 | 65 | 61 | 56 | 53 | 49 | 45 | 41 |
| 19 | 95 | 91 | 86 | 82 | 78 | 74 | 70 | 65 | 62 | 58 | 54 | 50 | 46 | 43 |
| 20 | 96 | 91 | 87 | 83 | 78 | 74 | 70 | 66 | 63 | 59 | 55 | 51 | 48 | 44 |
| 21 | 96 | 91 | 87 | 83 | 79 | 75 | 71 | 67 | 64 | 60 | 56 | 52 | 49 | 45 |
| 22 | 96 | 92 | 88 | 83 | 80 | 75 | 72 | 68 | 64 | 61 | 57 | 54 | 50 | 47 |
| 23 | 96 | 92 | 88 | 84 | 80 | 76 | 72 | 69 | 65 | 62 | 58 | 55 | 51 | 48 |
| 24 | 96 | 92 | 88 | 84 | 80 | 77 | 73 | 70 | 66 | 62 | 59 | 56 | 53 | 49 |
| 25 | 96 | 92 | 88 | 85 | 81 | 77 | 74 | 70 | 67 | 63 | 60 | 57 | 54 | 51 |
| 26 | 96 | 92 | 88 | 85 | 81 | 78 | 74 | 71 | 67 | 64 | 61 | 58 | 55 | 51 |
| 27 | 96 | 93 | 89 | 85 | 81 | 78 | 75 | 71 | 68 | 65 | 62 | 59 | 55 | 53 |
| 28 | 96 | 93 | 89 | 86 | 82 | 79 | 75 | 72 | 68 | 65 | 62 | 59 | 56 | 53 |
| 29 | 96 | 93 | 89 | 86 | 82 | 79 | 76 | 72 | 69 | 66 | 63 | 60 | 57 | 54 |
| 30 | 96 | 93 | 89 | 86 | 83 | 79 | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 | 61 | 58 | 55 |

