

WYKORZYSTANIE I EFEKTYWNOŚĆ FILMU BADAWCZEGO W NAUKACH ROLNICZYCH

Jacek Orzechowski

Instytut Mechanizacji Rolnictwa, WSR Lublin

Treść referatu ilustrowana była materiałem filmowym dotyczącym wykorzystania i efektywności filmu w naukach technicznych i rolniczych. Były to krótkie wstawki filmowe; wykorzystano poza tym statyczny materiał w formie przezroczy.

Ostatnia tercja XX wieku charakteryzuje się szczególnie dynamicznym rozwojem nauki i techniki. Wiedza ludzka w wielu dyscyplinach podwaja się średnio co 10 lat. Cywilizacja wieku atomowego z jej potęgującym się postępem technicznym daje człowiekowi coraz to nowe odkrycia, ułatwia mu życie, ale jednocześnie zmusza do adaptacji ogromnej ilości stale nowych informacji naukowych.

Współczesne odkrycia naukowe, dochodzenie do obiektywnej prawdy, formułowanie uzasadnionych wniosków, uzależnione jest od nowoczesnej, coraz bardziej skomplikowanej i złożonej aparatury badawczej. Wnikamy coraz głębiej w otaczający nas świat, odkrywamy to co nie w pełni poznaliśmy, lub korygujemy to, co błędnie było dotychczas interpretowane. Dalszy rozwój nauki, a więc sięganie w głąb rzeczy i zjawisk możliwe jest jedynie dzięki coraz doskonalszym przyrządom lub aparaturze pomiarowej i rejestrującej. Istotnym elementem jest tutaj obserwacja zjawisk i rzeczy w czasie i to nieograniczenie długim.

W okresie ostatnich kilkudziesięciu lat obserwuje się we wszystkich krajach technicznie rozwiniętych stały wzrost znaczenia filmu jako środka masowego przekazu informacji naukowych oraz jako środka rejestracji, pomiarów i obserwacji naukowo-badawczych. Nowoczesne kamery filmowe wraz z wyposażeniem dodatkowym, specjalnie przystosowanym do pracy badawczej i do konkretnego problemu, specjalne taśmy filmowe o wysokich walorach technicznych i użytkowych jeszcze bardziej zwiększyły zainteresowanie tym bardzo wszechstronnym urządzeniem.

Dzięki technikom filmowym, człowiek, jak określa to prof. B. Suchodolski — obronić może swój wszechświat przed zniszczeniem, jakie niesie czas, gdyż film utrwala jego obraz na światłoczułej powierzchni.

Dzięki filmowi możemy poznać zadziwiający mikroświat, życie toczące się w kropli wody i wielki kosmos. Tylko film może nam pokazać, w jaki sposób rozkwita czereśniowy sad, wewnątrz dżungli, widok ziemi z lotu ptaka, z orbity kosmicznego statku, obraz głębin oceanicznych, nasz organizm w promieniach rentgena.

Kamera filmowa sprzężona z mikrourządzeniem wielkości główki od szpilki — błądzi po egzotycznych labiryntach przewodu oddechowego (WF-1)¹. Jest ona niezwykle czułym narzędziem obserwacji np. w połączeniu z mikroskopem, źródłem podczerwieni, ultrafioletu czy światła spolaryzowanego, współpracuje z aparaturą do zdjęć podwodnych, ze specjalnym zestawem do zdjęć lotniczych i innym sprzętem badawczym. Film penetruje więc tajemnice natury. Kamera może analizować zjawiska przebiegające w różnych temperaturach i z różnymi prędkościami, rejestruje dokładnie kształty i odległości, odkrywa nam świat rzeczy i zjawisk nie mieszczący się w wąskim polu ludzkiego widzenia. Już T. A. Edison stwierdził, że film „to potężny ocean naukowych możliwości”.

Prof. dr B. W. Lewicki pisząc o filmie powołuje się na dewizę brytyjskich filmowców, która brzmi „Only movies can tell it” (tylko film może to powiedzieć) (WF-2). Wysoce interesujące jest też stwierdzenie H. C. Gipsona, że „film ukazuje nam wszystkie te procesy, które są za duże, za małe, za szybkie, za powolne, za gorące, za zimne, zbyt skomplikowane, aby mogły być zauważone i poznane za pomocą obserwacji, a także procesy i mechanizmy, których przebiegu i działania nie można objąć wzrokiem i oglądem”.

Powstaje więc wątpliwość, czy kamera filmowa pracująca dla nauki jest jedynie tylko narzędziem badacza. Na pewno tak nie jest. Jest to urządzenie, które zespołowo odbija rzeczywisty świat i oddaje go nam, nawet w trójwymiarowym obrazie.

Dobrym przykładem jest film pt. „Fizjologia rozmnażania szczura (St. Zjednoczone). „Przygody błękitnej muchy” (Francja), które zawierają wiele odkryć naukowych dokonanych przez film, a z drugiej strony potwierdzenie przez film odkryć, dokonanych innymi środkami technicznymi.

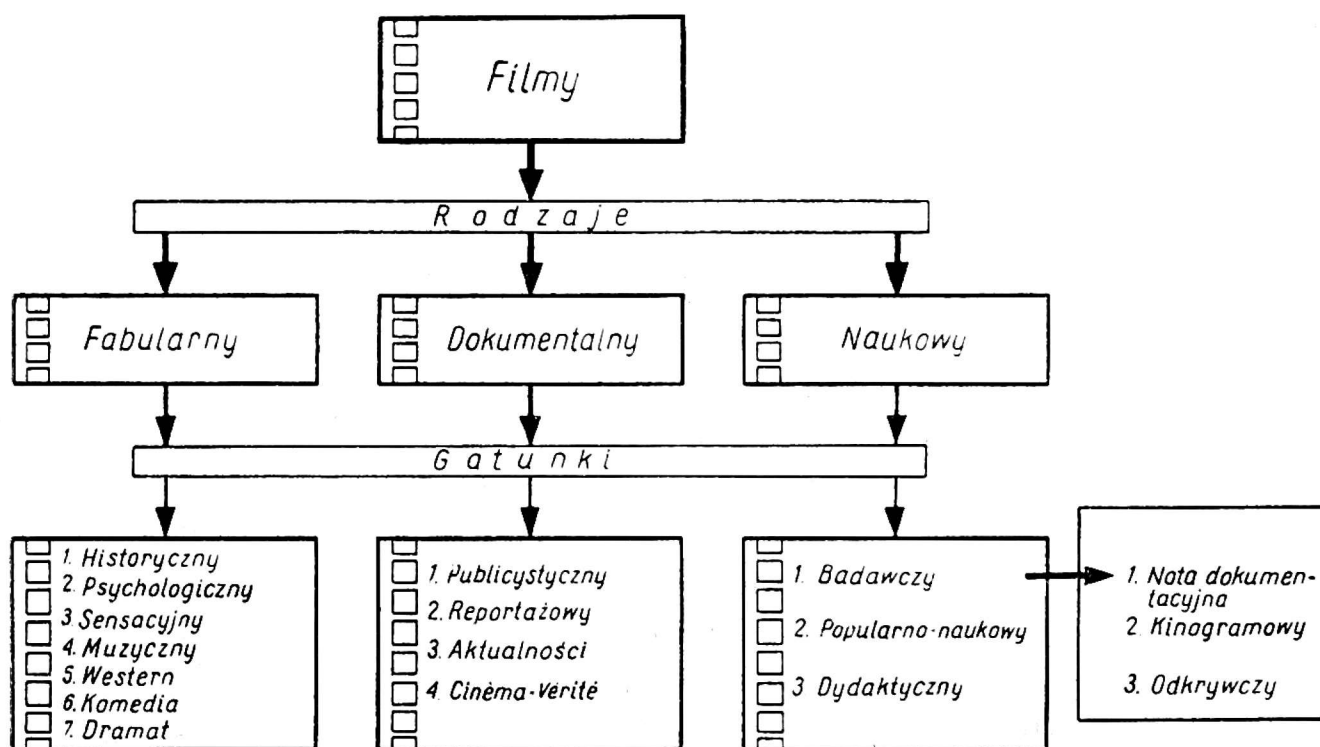
Powyższe sformułowanie celu, zastosowania i możliwości filmu są w pełni uzasadnione i zawierają w zasadzie wszystko to, co film może dać nauce, a w niej nauce rolniczej.

Zastosowanie kamery filmowej jako przyrządu rejestrującego zjawiska w czasie i ruchu znalazło już dawno swoje miejsce w badaniach naukowych.

¹ WF-1 — oznacza wstawkę filmową ilustrującą treść omawianego w opracowaniu problemu.

PODZIAŁ FILMÓW

Wyniki osiągnięte w tej dziedzinie pozwalają na uznanie kamery filmowej za urządzenie badawcze, a nie tylko rejestrujące. Oznacza to, że wyniki zapisane na taśmie filmowej są już same w sobie materiałem naukowym. Podział filmów na rodzaje, gatunki, który powstał dzięki pracy AICS, ulega dalszym modyfikacjom (rys. 1). Definicja „film badawczy” pomimo ograniczenia tematu jest nadal trudna. Szersze pojęcie zawiera określenie „film naukowy” — bardziej dające się zastosować i odpowiadające koncepcjom różnych krajów. Jednak pojęcie to jest zbyt szerokie i z toku prowadzonych dyskusji wynika, że zawiera ono szereg formalnych sprzeczności. Zasadniczym elementem jest tutaj to, że film m. in. może być źródłem odkrycia naukowego i wówczas różni się on zasadniczo od noty dokumentacyjnej, czy też kinogramu. Wg J. Painlevé zagadnienie ostatecznej definicji filmu badawczego — naukowego jest nadal otwarte, ponieważ stale odkrywane są nowe aspekty, które podważają poprzednie ustalenia. Potrzebny jest tu pewien kod międzynarodowy, ustalający wiele pojęć naukowych, które bardziej precyzyjnie ujmą te zagadnienia.



Rys. 1. Podział filmów na rodzaje, gatunki i odmiany

Słuszne są też słowa Prof. dr Jawsiewickiego, że zbyt ściśle ustalenie definicji nie jest możliwe, ponieważ szereg pojęć jest zbyt złożonych, mających charakter żywy, bardzo ewolucyjny, ażeby można było je zamknąć jakąś ostateczną formułą.

Reasumując pozwolę sobie na nieco żartobliwe, ale prawdziwe stwierdzenie, że „bromek srebra w jakimś stopniu pokonał atrament” i stworzył nowe możliwości utrwalania rzeczywistości.

FILM — POMOC W BADANIACH NAUKOWYCH

Wykorzystanie filmu jako pomocy w badaniach naukowych nie jest wynalazkiem zupełnie nowym. Interesujące jest, że już w 1874 r. a więc 20 lat przed pierwszymi pokazami „ruchomych obrazów” francuski astronom, a Norweg z pochodzenia P. Janssen zarejestrował na kliszy fotograficznej 17 kolejnych faz przejścia Wenus przez tarczę słońca. Jest to historyczny początek filmu naukowego. Następnie angielski fotograf E. Muybridge zajmował się obserwacją ruchu zwierząt (WF-3). Do analizy ruchów konia w galopie zastosował on kilkanaście kamer fotograficznych, ustawionych szeregowo. Migawki tych aparatów zwalniane były przez linki potrącane przez galopującego konia. W tym też okresie fizjolog francuski E. J. Marey wykonał „strzelbę fotograficzną”, czyli aparat wykonujący serię zdjęć fotograficznych.

Polski uczony prof. Mierzejewski zastosował technikę filmową do obserwacji procesu skrawania stali, co w latach trzydziestych było zupełną rewelacją. Dziś nowy zespół Instytutu Obróbki Skrawaniem w Krakowie kontynuuje prace prof. Mierzejewskiego. Można też tu wymienić prace doc. L. Kunickiego z Instytutu Biologii Doświadczalnej, czy też prace prof. L. Manteuffla.

W dziedzinie nauk przyrodniczych zasługują na wyróżnienie filmy K. Marczaka, a następnie filmy Bayera, W. Puchalskiego, które znane są i wysoko oceniane na świecie. Wybitne wyniki osiągnął prof. J. Čalabek (WF-4), którego twórczość filmowa charakteryzuje się ogromnym doświadczeniem i własnym stylem. Obserwujemy go w swoistej dynamice ujęć poklatkowych. W okresie 40 lat prowadził badania ruchu roślin, tj. ruch autonomiczny i wijący. Stwierdził, że ruch autonomiczny jest prawidłowy i ciągły w całym okresie życia rośliny. W celu określenia ruchów roślin zastosował filmowanie świecących (luminescencyjnych) punktów na liściach.

Olbrzymie i niewykorzystane dotychczas możliwości daje film przede wszystkim w zakresie badań dynamicznych. Posługując się metodą elastooptyczną (WF-5) oraz filmowaniem z wysoką liczbą klatek/s można zarejestrować zmieniający się w czasie obraz. Należy zauważyć, że wprowadzenie barwy do tej metody rozszerza możliwości poznawcze filmu, co umożliwia pełniejsze rozpatrywanie tych zjawisk. Słuszne jest zwrócenie uwagi, że metody elastooptyczne mają coraz większe znaczenie także w badaniach związanych z techniką rolniczą.

Stosowanie barwy w filmie badawczym niejednokrotnie umożliwia określenie różnic w grubości czy też gęstości. Na sprawy informacji przestrzennych i czasowych, jaką tworzy obraz filmowy czarno-biały i kolorowy zwraca uwagę w swych pracach S. Dekany. Wzrastające znaczenie kamery filmowej i technik z nią związanych w badaniach naukowych było przyczyną powołania w wielu krajach specjalnych komisji, instytutów,

grup roboczych, których celem było wdrażanie różnorodnych technik filmowych do procesów badawczych. Dowodem tego może być Czechosłowacja, gdzie w 1958 r. został powołany Czechosłowacki Narodowy Komitet do Spraw Fotografii Szybkościowej, a w r. 1962 powstaje grupa robocza pod nazwą Komisja do Spraw Naukowo-Badawczego Filmu przy Prezydium Czechosłowackiej Akademii Nauk. W okresie tym w Związku Radzieckim wykorzystanie kamery filmowej w procesie badawczym nauk rolniczych było już szeroko stosowane. Na konferencji dotyczącej nowych metod pomiarowych w pracach badawczych techniki rolniczej, która odbyła się w 1967 r. w Nowokubańsku (Konferencja KNITIM) zostały wystawione kamery do zdjęć szybkościowych, pulpity do oceny wyników o pełnej automatyzacji. Demonstrowano również specjalne samochody filmowe wyposażone w urządzenia do zdjęć, wywoływania filmów, ich wyświetlania i analizy wyników.

Podobne komisje, grupy, instytuty istnieją od lat w wielu już krajach, np. Instytut Filmów Naukowych w Paryżu, Getyndze, czy też w Anglii Państwowy Ośrodek Filmu Naukowego. Ich praca utrwaliła i rozszerzyła możliwości wykorzystania kamery filmowej i technik specjalnych w badaniach naukowych.

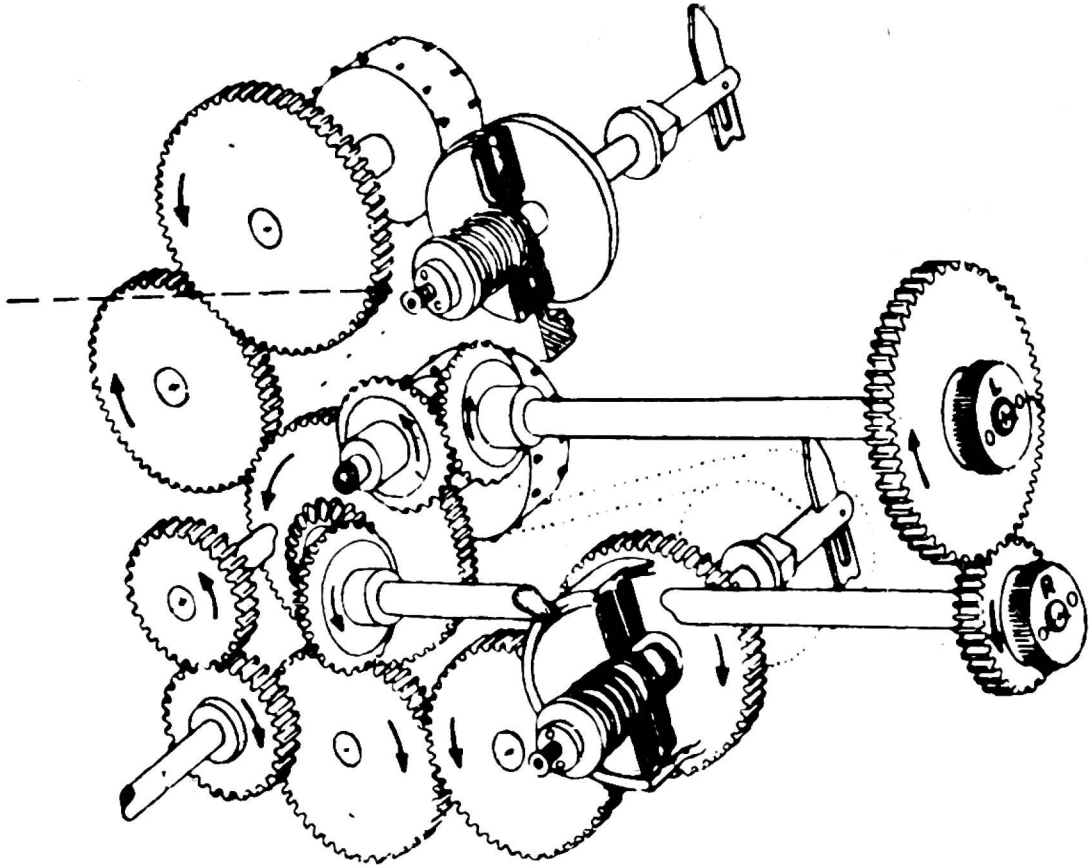
W Polsce dotychczas nie zajmowano się tym zagadnieniem w sposób zorganizowany i skoordynowany. Jedynym miejscem dyskusji i pracy jest Polskie Stowarzyszenie Filmu Naukowego, które skupia kilkuset członków w większości pracowników Szkolnictwa Wyższego i Instytutów Badawczych. Stowarzyszenie wyszło naprzeciw tym problemom i dotychczas było jedynym w kraju zespołem, który odegrał dużą rolę przy wprowadzaniu technik filmowych do badań.

KAMERY I TECHNIKI FILMOWE

W procesie badawczym może być wykorzystany sprzęt filmowy 8, 16 i 35 mm. Każdy z nich ma swoje dobre i złe strony i nieuzasadnione byłoby twierdzenie, że badacz powinien używać takiej a nie innej kamery. Wchodzi tu w rachubę względy finansowe, łatwość obsługi, sprawa jakości światła, a przede wszystkim plan koncepcyjny badań. Najczęściej używanym formatem jest sprzęt 16 mm — tańszy od 35 mm, łatwiejszy w użyciu i ekspozycji (rys. 2).

Do podstawowych kamer, które są nam dostępne należy sprzęt produkcji NRD — Pentazet 16 (rys. 3) i 35 oraz kamery radzieckie. Jest to sprzęt o parametrach użytkowych i technicznych zupełnie wystarczający do prowadzenia zasadniczych badań. Należy stwierdzić, że w ostatnich latach nastąpiło zasadnicze podniesienie poziomu technicznego sprzętu i materiałów filmowych.

Do obserwacji ruchu mechanizmów, zjawisk elektrycznych, jak np. spawania wystarczy ok. 15 tys. klatek na sek. Analiza zjawisk udarowych



Rys. 2. Schemat wnętrza kamery filmowej Pentaxet 16

wymaga 100 tys. klatek na sek., a badania własności plazmy — 100 milionów zdjęć na sek. Zdjęcia przyspieszone wykonane przez Rosenberga, Kazancewa, dotyczące procesu drażenia ultradźwiękowego pozwoliły określić szereg parametrów, których inną drogą nie można było opracować. W niektórych przypadkach konieczne jest stosowanie dwóch kamer sprzężonych, np. w badaniach związanych z odkształceniem budowli pod wpływem różnych czynników.

Coraz częściej stosuje się też współpracę kamery filmowej z telewizyjną. Stwarza to możliwości włączenia kamery filmowej, rejestrującej obraz z ekranu TV w najbardziej właściwym momencie, który może być wybrany na podstawie obserwacji monitorów kamer TV. Wiele nowoczesnych ośrodków badawczych wykonuje więc połączenie zestawów telewizyjnych z kamerami filmowymi.

Warto również zwrócić uwagę na ewentualną możliwość stereoskopowego wykorzystania zdjęć filmowych, co stwarza dodatkowe walory w badaniach naukowych, np. geologicznych.

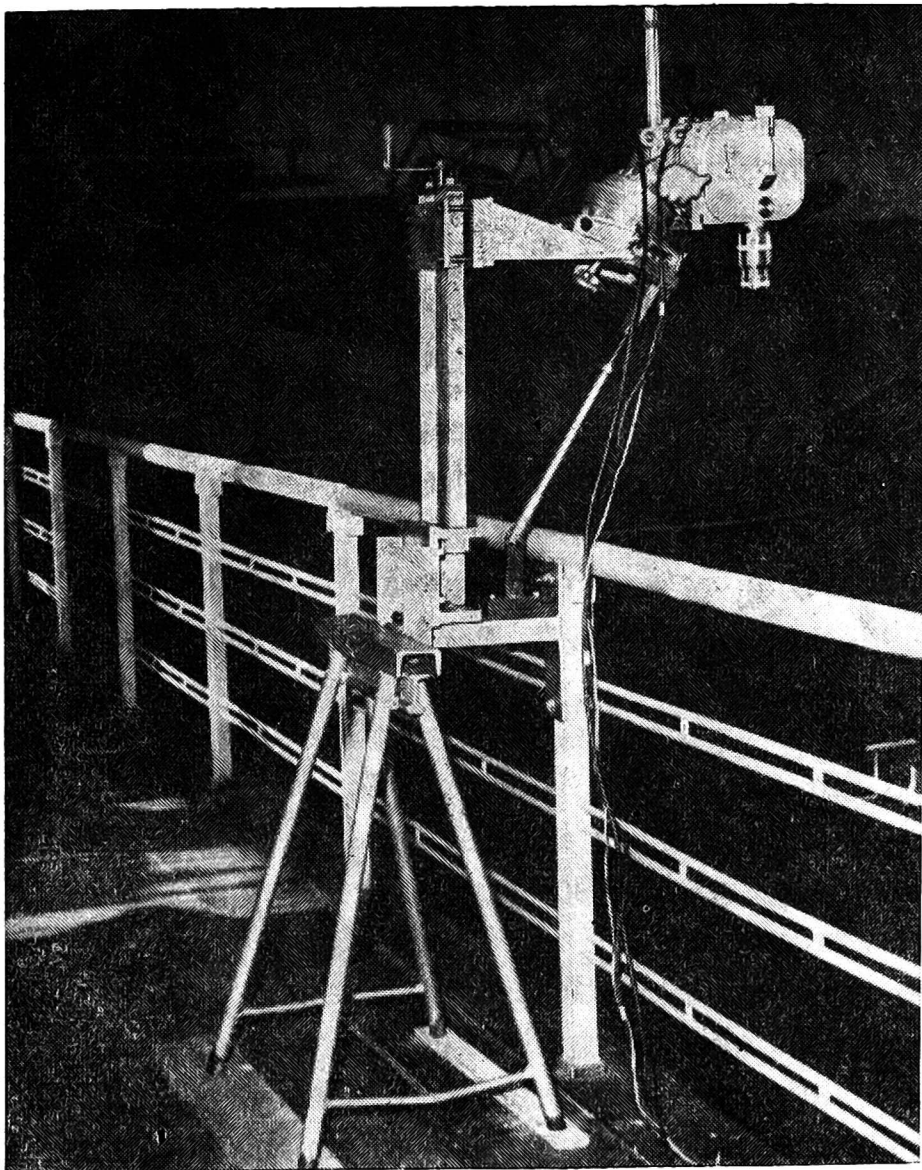
Istnieje bardzo duża liczba różnorodnych technik filmowych, które wykorzystywane są w specjalnych badaniach do określania różnych istotnych dla nich parametrów. Nie byłoby więc uzasadnione szerokie omawianie ich w tym referacie, a jedynie zwrócenie uwagi na zasadnicze problemy.

Techniki zdjęć szybkich i ultraszybkich występują w badaniach maszyn. Zdjęcia poklatkowe są stosowane w medycynie, chemii, astronomii, biologii, jak np. do obserwowania rosnących organizmów. Kamery do zdjęć przyspieszonych można podzielić na trzy grupy:

- a) kamery o skokowym przesuwie taśmy, pracujące w zakresie do 100 kl./s,
- b) kamery z wirującym pryzmatem, pracujące w zakresie powyżej 100 kl./s,
- c) kamery z wirującym lustrem, pracujące w zakresie powyżej 20 tys. kl./s.

Nie będzie chyba przesadą stwierdzenie, że wykorzystanie filmu w naukach rolniczych posiada wśród innych dyscyplin szczególnie duże zastosowanie. Współcześnie nauki rolnicze to pojęcie bardzo szerokie, w których technika szeroko ujmowana odgrywa coraz większą rolę i ten czynnik zasadniczo będzie rzutował na dalszy postęp. Na przykład (WF-6) przy pomocy kamery filmowej obserwowano separację ziarna w procesie omłotu, wpływ kształtu noży i wyrzutników siewkarni na jakość cięcia, procesy kinematyczne występujące w przetrząsaczach siana, pracę czujników ogławiaczy w kombajnach buraczanych, urządzenia udojowe, prace aparatów wysiewających przy zwiększonych prędkościach oraz prace końcówek opryskiwaczy itd.

Duże znaczenie w podstawowych naukach rolniczych mają zdjęcia poklatkowe (WF-7), a więc włączanie kamery w odstępach czasu z góry



Rys. 3. Kamera Pentazet 16 na stanowisku badawczym (fot. W. Woźniak)

ustalonych. Przykładem tego może być obserwacja tworzenia się chmur, wzrost roślin i zachodzące w nich procesy, rozwój kwiatów, reakcje zachodzące w glebie i roślinie pod wpływem różnych zewnętrznych bodźców, środków chemicznych itd. Można dla tych zadań wykorzystać dostępne nam kamery Pentaflex 16 z automatycznym urządzeniem zdjęć poklatkowych. Duże usługi oddaje stosowanie technik filmowych przy poznawaniu różnych procesów rozwoju organizmów zwierzęcych i roślinnych, jak również procesów ewolucji wynikających z warunków życia. Przykładem może być oddziaływanie na protoplazmę różnych bodźców fizycznych i chemicznych, zagadnienia tropizmu, wpływ pokarmu, środowiska itp.

W różnych badaniach prowadzonych w laboratoriach nad tematami związanymi z tzw. „zieloną rewolucją”, wykorzystano najnowsze techniki filmowe, które m. in. przyczyniły się do przyspieszenia badań. Zastosowanie kamery filmowej ma miejsce również w badaniach reologicznych, których znaczenie ogromnie wzrasta.

Dużą pomoc oddaje stosowanie filmu w badaniach zmian stanów fizycznych, jak np. przechłodzenie, sublimacja, odparowanie, skraplanie, krystalizacja, żelowanie itp., jak również przy wszystkich zjawiskach związanych z rozwarstwianiem, mieszaniem, z ruchami Browna, lub oddziaływaniem ciepła, zimna lub ciśnienia. Dzięki podczerwieni film może ukazywać zjawiska niewidzialne dla oka, które mogą przebiegać w ciemności. Ultrafiolet umożliwia lepsze przedstawienie różnych fragmentów badanych pod mikroskopem.

Z powyższych przykładów wynika, że współcześnie badacz posiada do dyspozycji szereg różnorodnych technik filmowych przy bardzo szerokiej skali ich stosowania i wzajemnej wymiany. Wymaga to dużej wiedzy i doświadczenia. Przykładem może być realizacja filmu związanego z życiem jakiegoś żyjątko mikroskopijnego. Jeżeli jest ono istotą wodną, należy zapewnić mu życie pod mikroskopem, a więc stworzyć potrzebne warunki do bytowania w czasie filmowania. Mogą przy tym wystąpić zmiany położenia, wielkości, koloru, oświetlenia, które należy uwzględniać w pracy z kamerą.

Proces filmowania wymaga więc skomplikowanych przygotowań technicznych oraz technologicznych, które powinny zapewnić prawidłowy rozwój żywych organizmów roślin i zwierząt w warunkach normalnego środowiska, względnie przy zastosowaniu określonych zewnętrznych bodźców. Przy stosowaniu techniki zdjęć zwolnionych, szybkich, wyłania się bardzo trudny problem oświetlenia filmowanego obiektu. Trudności te zwiększają się, jeżeli obiektem filmowanym jest organizm żywy, który rośnie i może negatywnie reagować na oświetlenie. Trudności tych jest jeszcze wiele, ale współczesne poszukiwanie prawdy zmusza badacza do stosowania nowych instrumentów w swej pracy.

ANALIZA I WYKORZYSTANIE FILMU

Najistotniejszym problemem, który sprawia zasadnicze trudności prawie każdej placówce naukowej wykorzystującej kamery jest analiza materiału filmowego. W pierwszej fazie rozwoju filmu badawczego określonego wówczas „chronofotografią” naukowcom zależało nie tyle na projekcji, ile na przebiegu krzywych prowadzących przez wspólne punkty dwóch obrazów, względnie na analizie ruchu w stosunku do czasu. Jednak w ostatnich latach uznano, że projekcja ma ogromne znaczenie. Jest ona jedynym możliwym sposobem przenoszenia zawsze identycznego zjawiska, demonstrowania go w dowolnym miejscu przed dowolną ilością osób oraz dowolną ilość razy. Ponadto fakt ten jest tym bardziej doniosły, im zjawisko jest rzadsze i mniej trwałe lub jego odtwarzanie kosztowne.

Ponieważ zazwyczaj obserwowany jest ruch jednego lub kilku punktów ciała poruszającego względem punktów innego ciała, należy zbadać przebieg drogi w zależności od czasu. Obie te wartości można odczytać z filmu. Odległości pomiędzy stałym i poruszającym się punktem można zmierzyć, a czas określić przy pomocy znaków znajdujących się na brzegu filmu, tzw. sygnałów zgodności lub na zegarze nakopiowanym w kadr filmowy.

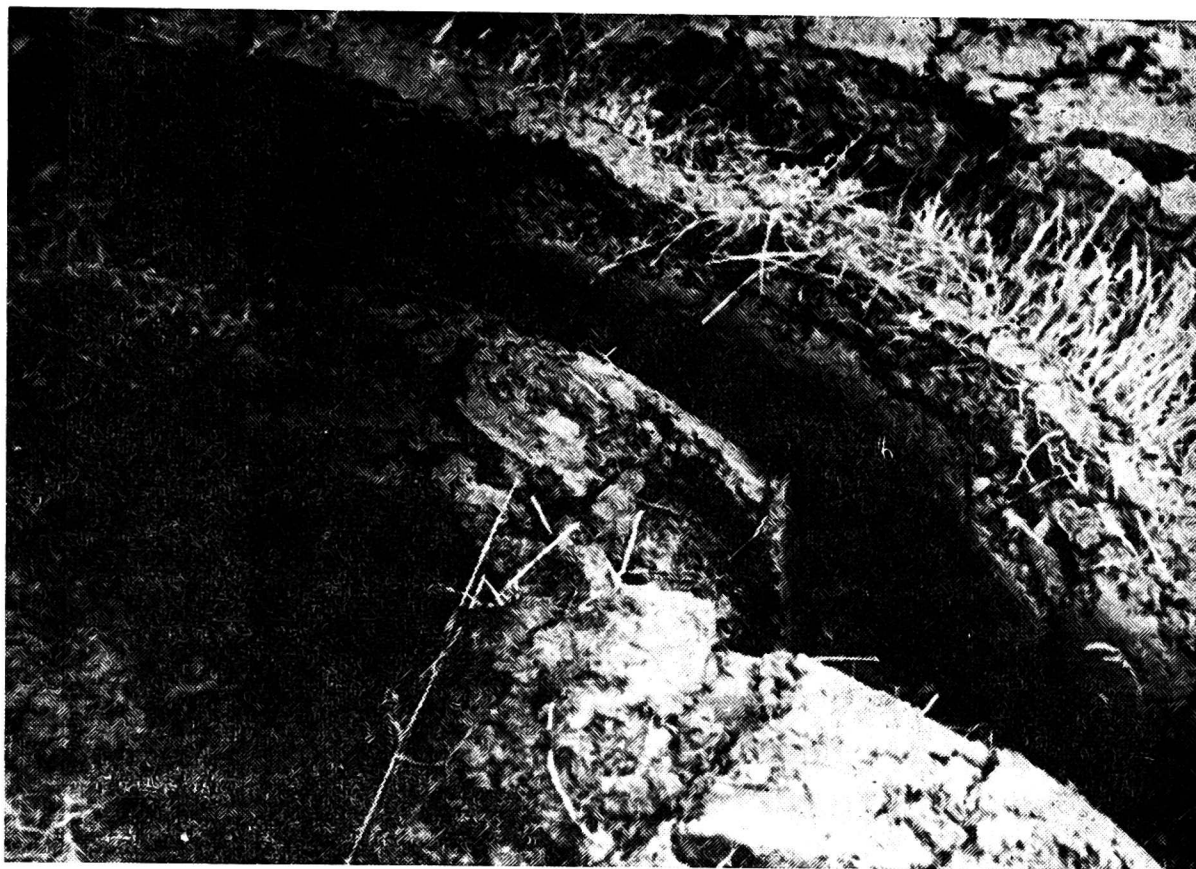
Zasadniczo rozróżnia się dwie metody analizy przebiegu zjawisk zarejestrowanych na taśmie filmowej:

1) jakościowa — tj. taka, przy której film jest wyświetlany w zwolnionym tempie, a wnioski wyciągane są na podstawie obserwowanych obrazów przez wzajemne porównanie cech charakterystycznych lub wrażeń wizualnych;

2) ilościowa — tj. taka, przy której mierzy się interesujące parametry następujących po sobie obrazów lub też obrazów powtarzających się w pewnych odstępach.

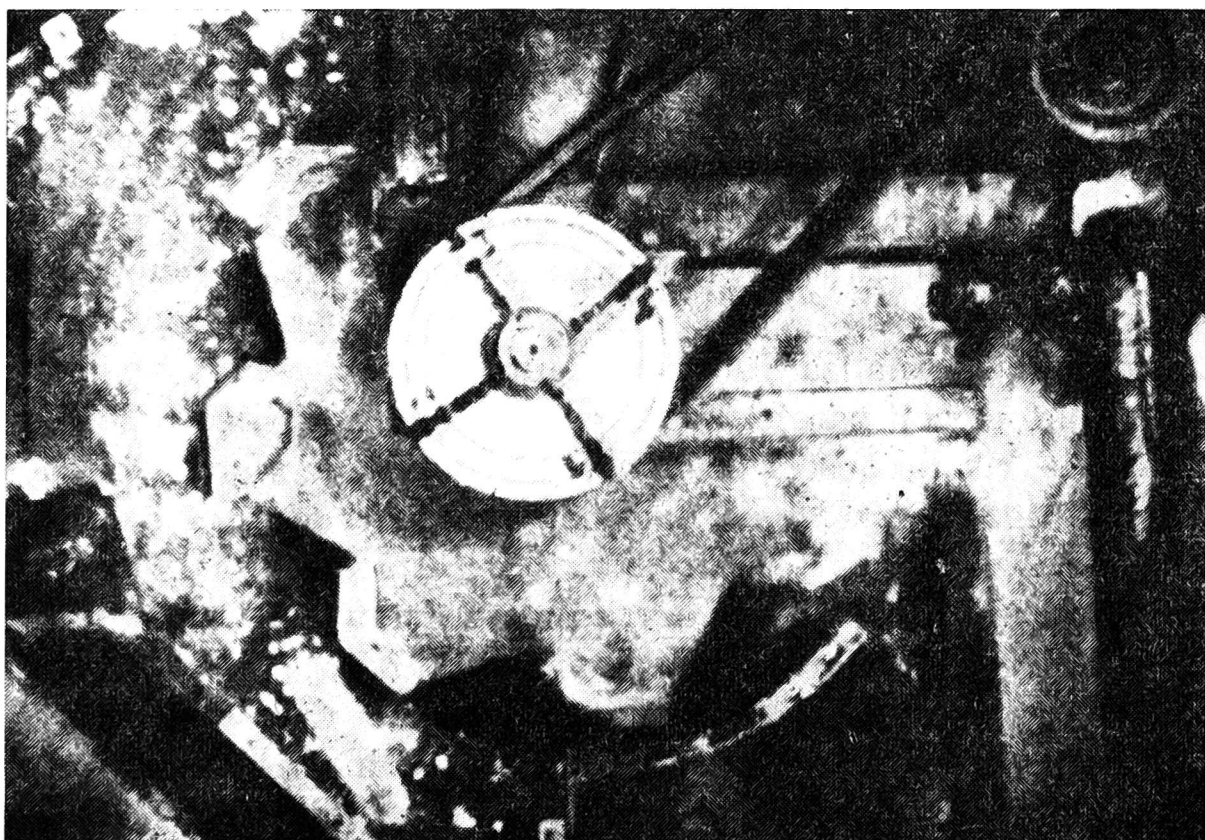
Metody jakościowej oceny używa się najczęściej w celu uzyskania ogólnego wyobrażenia o przebiegu badanego zjawiska, co w niektórych przypadkach jest zupełnie wystarczające. Stosuje się ją również dla wybrania określonych części filmu, które następnie zostaną poddane analizie kwantytatywnej. Analiza ilościowa umożliwia pełne wykorzystanie wszystkich informacji zarejestrowanych na filmie, a więc przede wszystkim zbadanie ruchu obserwowanych przedmiotów materialnych i graficzne lub liczbowe wyrażenie parametrów tego ruchu. Z danych czasowych można uzyskać wartość prędkości, przyspieszenia i kierunek ruchu przedmiotów. Można również uzyskać przedstawienie zmiany kształtu, czy też przebiegu odkształceń danego przedmiotu.

Dla przeprowadzenia ilościowej analizy można wykorzystać różne metody, jak na przykład wyświetlanie poszczególnych klatek na zwykły ekran, na którym oznacza się obserwowane wartości, np. położenie przedmiotu, zmianę jego kształtu itp. Po uzyskaniu danych ze wszystkich wybranych klatek następuje graficzne, bądź matematyczne opracowanie wy-

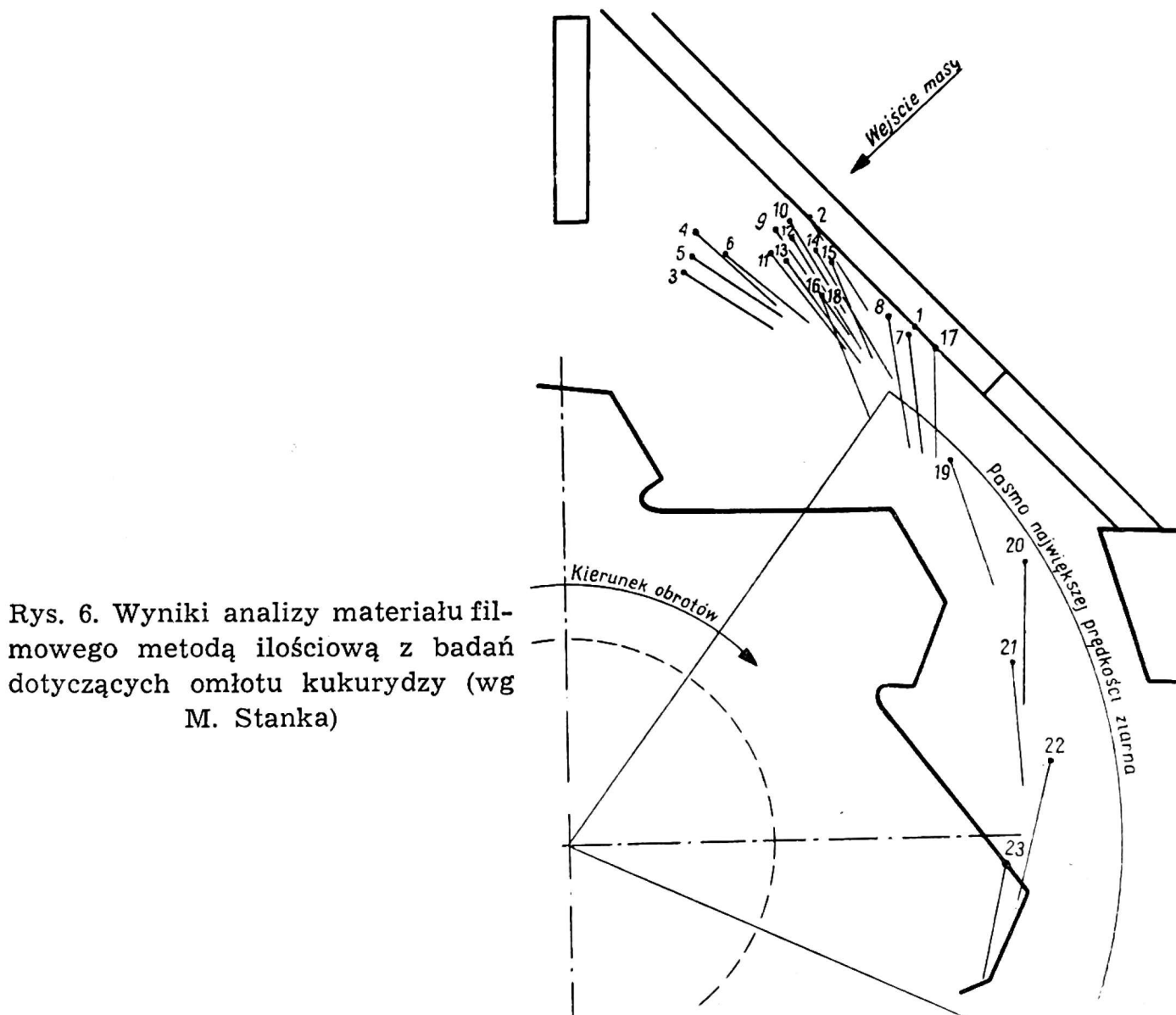


Rys. 4. Kadr filmowy z filmu autora pt. Obserwacje pracy pługów i ciągników na zboczach

ników. Jest to sposób mało dokładny, bardzo pracochłonny i przy wielu problemach praktycznie niemożliwy do wykorzystania. Podobną metodą jest odfotografowanie poszczególnych obrazów z decydujących klatek filmu (rys. 4).



Rys. 5. Kadr filmowy z badań dotyczących procesu omlotu kukurydzy — białe punkty są to pojedyncze ziarna kukurydzy

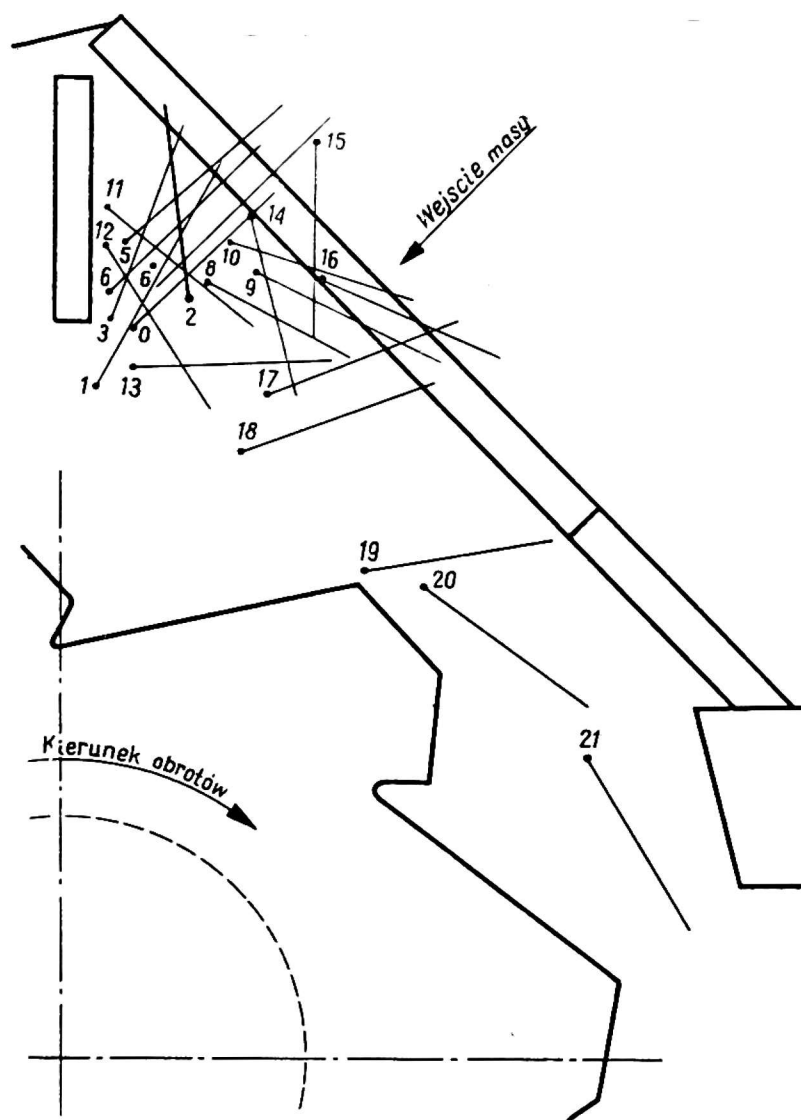


Rys. 6. Wyniki analizy materiału filmowego metodą ilościową z badań dotyczących omłotu kukurydzy (wg M. Stanka)

Dokładniejsze wartości uzyskuje się przez mierzenie poszczególnych obrazów na specjalnym mikroskopie do analizy materiału filmowego. Mikroskopy takie są produkowane również w NRD. W wielu krajach, które od lat stosują film w pracy badawczej istnieje szereg urządzeń umożliwiających jego analizę. Wyposażone są one w automatyczny zapis mierzonych wartości na perforowanej taśmie, przeznaczony do opracowania na maszynie cyfrowej. Jedno z takich urządzeń zostało opracowane w Instytucie Doświadczalnym Techniki Rolniczej, Praga — Chodowice. Urządzenie umożliwia jakościową i ilościową analizę filmu. Posiada automatyczne przesuwanie filmu o nastawioną ilość klatek, którą można stale zmieniać i jednocześnie rejestrować przy pomocy wmontowanych liczników. Część optyczną tworzy zwykły czytnik stosowany w dokumentalistyce, odpowiednio wyposażony w szereg dodatkowych urządzeń ułatwiających pracę i korygujących powstałe błędy oraz kontrolę położenia obrazu. Przy pomocy podanego urządzenia została przeprowadzona analiza filmu dotyczącego przebiegu procesu omłotu kukurydzy. Urządzenie młójące kukurydzę miało część obudowy wykonaną z przezroczystego pleksi-glasu. Obraz jednej klatki przedstawia rys. 5. Można na niej zaobserwować poszczególne kolby i wypadające ziarna kukurydzy. Następnie na rys. 6 widoczny jest zarys ruchu kolb kukurydzy w zespole młójącym.

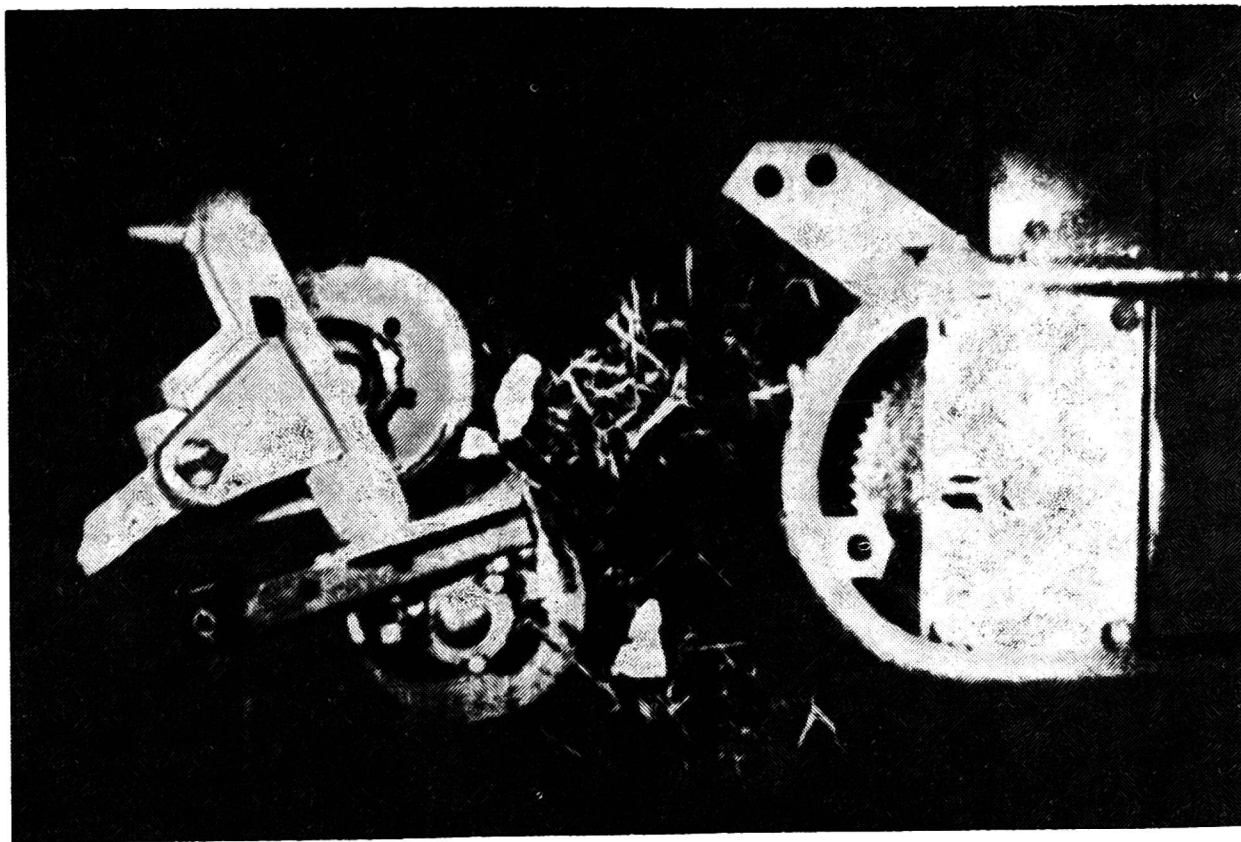
Wierzchołek kolby został zaznaczony przy pomocy kółeczka, a jej kierunek przy pomocy krótkiego odcinka. Długość odcinka przedstawia w przybliżeniu odległość od wierzchołka kolby do jej środka. Przedział od położenia 1 do 19 wynosi 80 klatek, a między położeniami 20-23 po 40 klatek. Ogólnie więc przeanalizowano w tych badaniach 1600 klatek. Kamera pracowała przy 1000 kl./s, a więc przeanalizowano zjawisko w czasie trwania 1,6 s. Z tego czasu właściwy omłot trwał 0,53 s, przy czym nastąpiło 50 uderzeń elementów roboczych bębna, którego obroty wynosiły 700 na sekundę.

Następny rysunek 7 przedstawia kolby w położeniu radialnym w stosunku do bębna. Klatkowe przedziały między położeniami 1-18 wynosiły 80 klatek, a między położeniami 19-21 po 50 klatek. Do wymłócenia potrzebnych było 43 uderzeń, a czas młócenia wynosił 0,93 s.

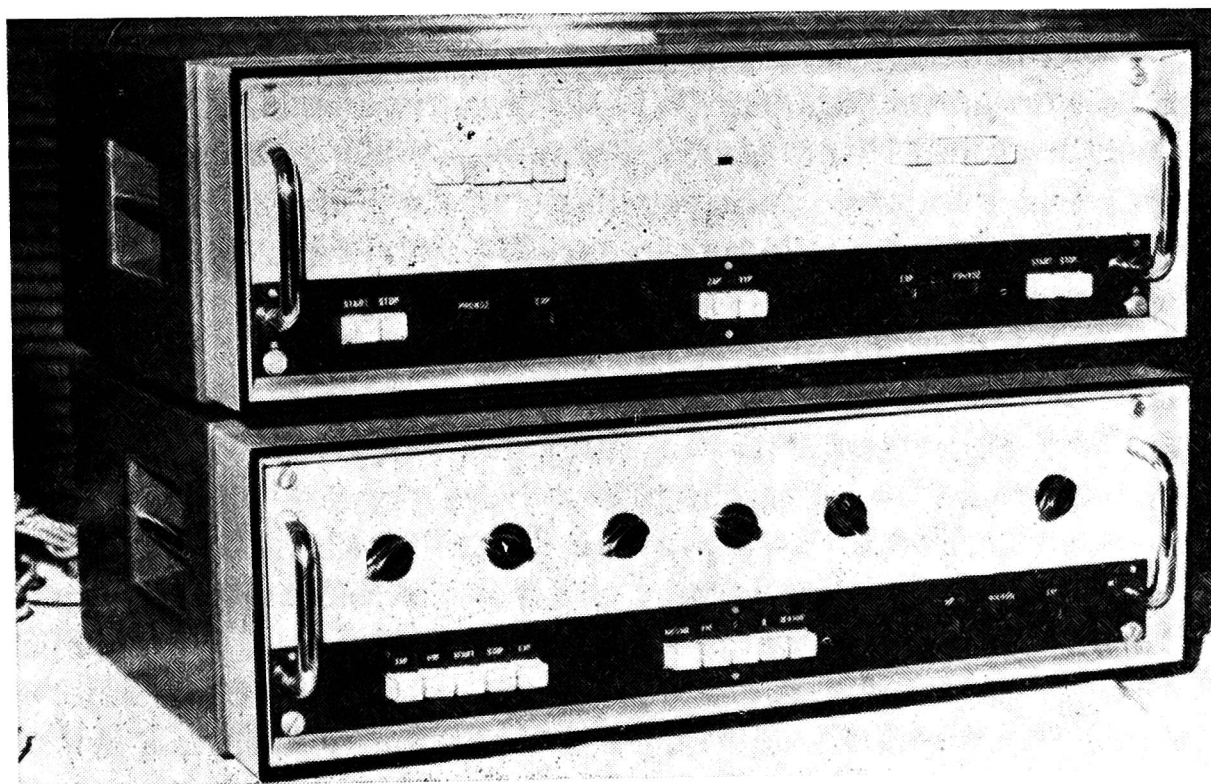


Rys. 7. Wyniki analizy materiału filmowego metodą ilościową z badań dotyczących omłotu kukurydzy przy odmiennym młóceniu kolb w zespoleniu młócającym (wg M. Stanka)

W podobny sposób została sfilmowana i przeanalizowana praca separatora kamieni z paszy zielonej przy transporcie masy do siewkarni (rys. 8). Kamienie były zabarwione na biało, a obserwacji poddano prędkość i tory ruchu kamieni. Wynikiem było określenie optymalnej odległości między transporterem a zgniatającymi walcami. W Czechosłowacji i w NRD przy pomocy zdjęć przyspieszonych określono szereg parametrów maszyn rolniczych, co spowodowało lepszą i mniej zawodną ich pracę.



Rys. 8. Kadr filmowy z badań separatora kamieni w sieczkarni zbierającej — białe plamy są to malowane na biało kamienie znajdujące się w zespole podająco-zgniatającym



Rys. 9. Elektroniczne urządzenie do zdjęć poklatkowych wykonane w Brnie, tzw. Registfilm — system II (fot. W. Woźniak)

Bardzo uniwersalne elektroniczne urządzenie do zdjęć poklatkowych zostało wykonane w Laboratorium Filmu Naukowego w Brnie, tzw. „Registfilm system -II”. Podobne urządzenie produkuje firma Paillard-Wild (rys. 9).

W r. 1970 w Instytucie Mechanizacji Rolnictwa WSR w Lublinie

mgr A. Marciniak prowadził badania zespołu zniwnego kombajnu KZS-3 „Bizon” przy współpracy z ekipą pomiarową z PIMR oraz mgr W. Woźniakiem z IMER w Kłudzienku (WF-8). Został wykonany film szybkobieżną kamerą produkcji NRD — Pentazet 16. Dzięki zastosowaniu zdjęć przyspieszonych (300 kl./s) widać wyraźne porcjowanie zboża przez nagarniacz. Na podstawie tych zdjęć można określić współczynnik wzajemnego oddziaływania źdźbeł w procesie nagarniania. Obserwacja podawania zboża na listwę tnącą w przypadku zboża wyłożonego wykazała bardzo chaotycznie ułożone źdźbła, które w sposób dalece nieregularny podawane są na listwę tnącą. Zdjęcia mogą prowadzić do wniosków o charakterze jakościowym.

Obserwowano również pracę ślimaka na kombajnie Clayson-135. Padające na ślimak źdźbła zmieniają kierunek ruchu i następnie wciągane są pod ślimak. Na podstawie tych zdjęć można określić poślizg w ruchu źdźbeł przede wszystkim na obwodzie ślimaka.

Innym przykładem (WF-9) zastosowania kamery i jej wykorzystania jest praca doc. dr K. Tomaszewskiego z WSR Lublin, który przy pomocy kamery Siemens-16 z zastosowaniem wyzwalacza elektromagnetycznego własnej konstrukcji prowadził badania nad mitozą. Analiza materiałów poklatkowych pozwoliła mu na dokładne określenie długości poszczególnych okresów mitozy przy badaniach dotyczących wpływu czynników chemicznych i fizycznych na przebieg mitozy.

Jeszcze jednym przykładem (WF-10) mogą być badania dr inż. J. Grochowicza z Instytutu Mechanizacji Rolnictwa WSR w Lublinie, dotyczące ustalenia zasad odbijania kulistego nasienia od płaszczyzny drgającej ze znaczną częstotliwością. Pozwoliło mu to określić zjawisko odbijania się nasion od drgającej powierzchni, wysokość odbicia i częstość ich występowania. Wyniki te ułatwiły dobór właściwych parametrów dla projektowanej czyszczalni wibracyjnej.

Autor (WF-11) wykonał 1958 r. film ilustrujący pracę pługów i ciągników na zboczach jako element pracy dysercacyjnej¹. Pracowano wówczas na kamerze Šlechta B-35 przy prędkości 90 klatek na s. Opracowanie wyników metodą jakościową umożliwiło określenie zmieniającej się jakości orki. Taśma filmowa przedstawiła pług w ujęciu dynamicznym przy szeregu zmiennych, wpływających na jego pracę. Określono poślizg kół ciągnika w zależności od zmiennych parametrów orki, a więc połączono wyniki poślizgów kół z wynikami głębokości i szerokości orki oraz zwięzłości gleby. Filmowano pracę dwóch rodzajów pługów, tj. PC1-3 i C-26 w podobnych warunkach. Porównawcza analiza taśmy filmowej umożliwiła bardziej precyzyjne przedstawienie różnic w jakości orki i możliwości pracy tych pługów na zboczach. A więc obserwacja nawet ja-

¹ J. Orzechowski — *Praca pługów i ciągników na zboczach* — praca doktorska WSR Lublin, 1960 r.

kościowa materiału filmowego umożliwiła bogate opracowanie wyników pracy.

Podobnych przykładów dotyczących efektywności wykorzystania kamery filmowej i technik specjalnych można byłoby podać więcej. Interesujące prace prowadzone są przez pracowników SGGW z Instytutu Biologii Roślin. Do ciekawych pozycji naukowych należą niektóre filmy biologiczne, zrealizowane przez prof. J. Jacobiego i realizatora R. Woźniakowskiego (WF-12). Istnieje w nich wiele ujęć o dużej wartości naukowej.

J. Painlevé zwraca uwagę, że analiza filmu wymaga poznania gramatyki wzrokowej o specjalnej umysłowej dla odpowiedniej interpretacji analizowanego materiału i stawiania uzasadnionych wniosków, zwłaszcza przy zmianach skali czasu. W naukach rolniczych najczęściej mamy do czynienia z wycinkiem życia, jego procesu, który utrwalamy na taśmie filmowej wraz z jego całym bogactwem. Nie zawsze wszystko może być zaplanowane w tych procesach życia, ale później całość filmowego materiału jest analizowana przez badacza i niejednokrotnie staje się odkryciem. Niekiedy autor badań, ze względu na różne tempo niektórych zjawisk zmuszony jest część z nich przytłumić, a inne uwypuklić w zależności od obranego tempa przyspieszenia lub zwolnienia. Na te sprawy zwraca uwagę mgr B. Bączyński stwierdzając, że technika filmowa posiada także nieograniczone wprost możliwości fałszowania rzeczywistości, a więc prawdy. Bezsprzecznie może to być zamierzona operacja przez badacza w celu wyodrębnienia tych zjawisk i rzeczy, które są najistotniejsze dla jego procesu badawczego.

Film badawczy jest też podstawowym materiałem, z którego mogą i powinny powstawać dalsze formy filmu naukowego i popularnonaukowego. Można tu zastosować analogię z badaniami podstawowymi, które stanowią bazę dla dalszego rozwoju nauki.

W kraju posiadamy sprzęt filmowy przystosowany do wykorzystania go w badaniach, mamy szereg osiągnięć i ludzi, którzy stosują filmy w swej pracy. Działalność ta musi być jednak bardziej skoordynowana i rozszerzona, ponieważ wymaga tego współczesny rozwój nauki i techniki.

Konferencja o tej tematyce, na której referat ten został wygłoszony jest pierwszą w Polsce, a więc jestem przekonany, że będą następne, bardziej specjalistyczne i dla wprowadzania nowoczesnego procesu badawczego konieczne.

STRESZCZENIE

Taśma filmowa może być dokumentem badań, a więc może ona rejestrować metodę eksperymentu, zastosowaną aparaturę oraz ewentualnie zawierać pewne dynamiczne ujęcia przy odpowiednio ustalonych warunkach. Może być również zastosowana do całokształtu procesu odkrywczego, w celu poznania konkretnego zjawiska naukowego, które ujawni

nione za pomocą zdjęć filmowych zostanie odkryte, a następnie zaprezentowane na użytek społeczny.

Można wyróżnić dwa aspekty badań przy pomocy filmu, tj. jakościowy i ilościowy. Jakościowy następuje w czasie projekcji, a ilościowy dotyczy obliczania zjawiska, jego szczegółowej obserwacji opierającej się o dodatkową aparaturę analizującą poszczególne obrazy. Szczególną rolę spełnia film w badaniach różnych dziedzin rolnictwa. Przy jego pomocy nastąpiło szereg istotnych dla nauki odkryć. Zdjęcia zwolnione, poklatkowe, przyspieszone, mikroskopowe, zdjęcia w promieniach podczerwonych — to najistotniejsze drogi do odkryć naukowych.

Zmniejszenie i powiększenie szybkości, to podstawowe źródło badań naukowych przy pomocy filmu. Stwarza on coraz to nowe możliwości odkrywcze, ujawniające w kilku minutach zjawiska zupełnie przeciwstawne (dwudniowa ewolucja embrionu lub 1/5000 s powstawania łuku elektrycznego). Niezastąpionym środkiem jest film przy obserwacji stanów fizycznych, jak np. przechłodzenie, sublimacja, odparowywanie, skraplanie, krystalizacja, żelowanie itp.

Istotnym problemem filmu badawczego w naukach rolniczych jest technika i technologia jego wykonania i wykorzystania. Musi być zapewniona stabilność wszystkim elementom żywym, które w czasie własnego życia mogą zmieniać położenie, wielkość, kolor oraz ulegać innym zmianom i przeobrażeniom. W przypadku obiektu biologicznego należy zapewnić właściwą dla danego organizmu wilgotność, temperaturę i światło. Proces filmowania wymaga więc wielu skomplikowanych przygotowań technicznych oraz technologicznych.

LITERATURA

1. *Anthony R. Michaelis*: Research Films in Biology, Anthropology, Psychology and Medicine. New York 1955.
2. *Bączyński B.*: Specjalne techniki zdjęciowe filmu naukowego. Łódź 1968, Stowarzyszenie Włókienników Polskich.
3. *Bączyński B.*: Prawda obiektywna o filmie nauczającym, Film Naukowy, 1969 nr 3-4.
4. *Dekany S.*: Wymogi teoretyczne i praktyczne stawiane treści informacji filmu naukowego, Film Naukowy, 1968 nr 3-4.
5. *Filar Z.*: Filmowe zdjęcia trickowe i kombinowane. NOT, Łódź 1968.
6. *Groves D.*: Film w szkolnictwie wyższym i badaniach naukowych. Sprawozdanie z konferencji filmu naukowego, odbytej w Wyższej Szkole Technologii w Birmingham we wrześniu 1969 r., Warszawa 1967.
7. *Jacoby J.*: Podstawowe problemy filmu naukowego i technicznego. NOT, Łódź 1968.
8. *Jacoby J.*: Klasyfikacja filmu naukowego. Kamera 1969 nr 6.
9. *Jacoby J., Fleming E.*: Środki audiowizualne w dydaktyce szkoły wyższej, Warszawa 1969.
10. *Jacoby J.*: Film naukowo-badawczy, Nauka Polska, 1963.
11. *Jarmark S.*: Zdjęcia poklatkowe przy użyciu zestawu Paillard-Wild. Film Naukowy, 1969 nr 3-4.

12. Kalina J.: Wyhodocovací přístroj pro firm širě 16 mm. Praha 1966.
13. Kops Ł.: Film jako pomoc w badaniach naukowych. Film Naukowy, 1967 nr 3-4.
14. Korecki J.: Technika wykonywania zdjęć poklatkowych aparatem Pentaflex 16. Film Naukowy, 1967 nr 3-4.
15. Kowalski M.: Zastosowanie kamer filmowych dla prac badawczych, Film Naukowy, 1967 nr 3-4.
16. Květeň J.: Vyzkum měřicich metod w zemědělské technice — Využití rychlokamery w zemědělské technice. Vyzkumny Ustav Zemědělské Techniky. Praha-Řepy 1969.
17. Leja L.: Ranga filmu dydaktycznego w zespole środków audiowizualnych, Film Naukowy, 1968 nr 3-4.
18. Lewicki B. W.: Zasady filmu naukowo-oświatowego, Łódź 1955.
19. Novacek M.: Registfilm — system II — elektroniczne urządzenie do zdjęć poklatkowych dla taśmy 35, 16, Film Naukowy, 1969 nr 3-4.
20. Orzechowski J.: Wykorzystanie filmu w dydaktyce szkoły wyższej. Sympozjum Filmu Dydaktycznego w Łodzi, 1970.
21. Orzechowski J.: Trochę wspomnień i refleksji nad postępem pedagogicznym, Film Naukowy, 1969 nr 3-4.
22. Orzechowski J.: Zastosowanie nowoczesnych środków dydaktycznych w nauczaniu akademickim, Warszawa 1968.
23. Painlevé J.: Film badawczy, Film Naukowy, 1968 nr 3-4.
24. Steblik F.: Rychlostni filmovani ve vyzkumu w zemědělské — technice. Wysocka Skola Zemědělská, Praha 1969.
25. Vavra A. Marek V.: Použití čítačové metody pro měření sleda krátkých časových intervalů. Zemědělská Technika, Praha. R. 11, 1964, Č. 4.

Я. Ожеховски

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КИНОФИЛЬМОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУКАХ

Резюме

Развитие науки — проникновение в глубину вещей и явлений является возможным только благодаря все более совершенным приборам, а также измерительной и регистрирующей аппаратуре. В течение последних нескольких десятилетий наблюдается во всех технически развитых странах постоянный рост значения кинофильма, как массового средства передачи научных информации и средства регистрации и научно-исследовательских наблюдений. Современные кинокамеры приспособлены для научной работы и конкретных проблем, специальные киноплёнки, отличающиеся высокими техническими и эксплуатационными свойствами еще более повысили заинтересованность этим очень всесторонним комплексным устройством.

Основными признаками научно-исследовательского кинофильма является регистрация явления в движении, возможность задержки и многократного повторения подвижных картин в любом и известном масштабе времени и измерения.

Киноплёнка может быть документом исследований, т.е. они могут регистрировать метод эксперимента, применяемую аппаратуру либо содержать некоторые динамические выражения в соответственных определенных условиях. Может она также применяться для совокупности новаторского процесса, для познания конкретного научного явления, которое выявленное при помощи киносъёмок будет открыто, а затем показано для общественной пользы.

Существенной проблемой исследовательского кинофильма в сельскохозяйственных науках является техника и технология его исполнения и использования. Должна быть

обеспечена стабильность всем живым элементам, которые во время жизни могут изменять положение, величину, цвет, а также подвергаться другим изменениям и преобразованиям. В случае биологического объекта необходимо обеспечить свойственную для данного организма влажность, температуру и свет. Процесс киносъёмки требует многих сложных технических и технологических приготовлений, которые должны обеспечить правильное развитие живых организмов растительных и животных в условиях нормальной среды или при применении определенных внешних стимулов.

J. Orzechowski

USE AND EFFECTIVENESS OF SCIENTIFIC MOVIE IN AGRICULTURAL SCIENCES

S u m m a r y

Within the last two decades, in all technically developed countries, a steady growth of movie importance as means of mass transmission of scientific informations as well as means for records, measurements and scientific observations, is observed. Modern film cameras adapted to research work and to a concrete problem, special movies of high technical and utility value, contributed still more to the growing interest in that universal complex device.

The main features of scientific movies is recording a phenomenon in motion, the possibility of stopping and frequent repetition of moving pictures in an arbitrary and known scale of time and space.

An important role is played by movies in investigations of various branches of agriculture. Owing to it a number of significant scientific discoveries took place. Time-lapsed, framed, accelerated, microscopic, pictures in infrared — these most significant methods of scientific discoveries. A significant example here can be movie recording of the behaviour of animals in darkness.

An essential problem in research movies for agricultural sciences is the technique and technology of its production and use. The stability must be ensured of all the living conditions which can change their position, size and colour during their lifetime, or undergo other changes and transformations. In the case of a biological object adequate moistening, temperature and light appropriate for the given organism, ought to be secured.

Thus the filming process requires many complicated technical and technological preparatory works, which should secure a correct growth of living organisms, both plant and animal, in conditions of a normal environment or wish application of defined external stimuli.