

## NAUKOWA DOKUMENTACJA FILMOWA

ANDRZEJ ŁAŃ

*Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa*

Kamera filmowa w rękach naukowca to przede wszystkim przyrząd, który umożliwia oglądanie i analizę zmian zachodzących w danym zjawisku w trakcie ruchu.

Oko ludzkie z powodu swej bezwładności nie dostrzega zjawisk, których zmienność w czasie jest krótsza niż 1/10 s. Z zupełnie innych przyczyn nie dostrzega również zjawisk, które przebiegają bardzo wolno. I tu z nieopisaną wprost pomocą, polegającą na możliwości deformacji czasu, przychodzi kamera filmowa.

Na ekranie oglądamy obrazy zmieniające się 24 razy na sekundę. Częstotliwość ta ze względu na potrzebę odtwarzania dźwięku przyjęta została jako standardowa. Fazy ruchu fotografowane statycznie na oddzielnych klatkach wywołują odczucie ruchu ciągłego już przy 16 kl./s. Dzieje się to dzięki bezwładności oka, które zatrzymuje na siatkówce wywołany obraz na 1/30 s. Gdyby pozostać jedynie przy tej formie oglądania i analizowania zarejestrowanego na taśmie zjawiska, to w zasadzie, poza pewnym powiększeniem i możliwością wielokrotnego jego oglądania, niewiele więcej można by zobaczyć niż w naturze. Jeśli dojdzie do tego jeszcze utrata barw, w przypadku zastosowania taśmy filmowej czarno-białej, to wartość takiej dokumentacji jeszcze zmaleje.

Wystarczy jednak zatrzymać bieg projektora np. na co dwunastej klatce i oglądać to samo zjawisko, lecz zarejestrowane w odstępach półsekundowych, a wówczas okaże się, że na tej samej taśmie zawarta jest dużo większa ilość informacji. Zachodzi tu pozorna sprzeczność. Oglądamy mniej obrazów, a otrzymujemy więcej informacji. W rzeczywistości otrzymujemy mniej informacji, dokładniej natomiast widzimy rodzaj czy zakres zmian.

No tak, ale na ekranie jeden obraz zastępuje drugi i możliwość porównania ich musimy opierać na dość złudnej pamięci. Ponadto, obraz trwa tak długo, jak długo idzie projektor. Aby ten obraz utrwalić, można wykonać z negatywu filmowego z co 12 klatki odbitki na papierze fotograficznym i ułożyć je obok siebie w kolejności, a wszystko stanie się od razu

jasne. Relacja w czasie jest co 1/2 s. Punkt odniesienia nawiązujemy do stałego, nie przesuwającego się przedmiotu w kadrze i stajemy się posiadaczami wiarygodnego zapisu obrazowego, który można poddać analizie. Żeby jednak tak uzyskany materiał nadawał się do analizy, muszą zostać spełnione dwa warunki. Przede wszystkim materiał musi mieć wartość obiektywną. Musi mieć relacje w czasie i w przestrzeni, nie budzące żadnej wątpliwości i będące łatwe do rozszyfrowania. Następnie, do wykonania zdjęć musi być użyta odpowiednia kamera, aby filmowane zjawisko można było uchwycić w całości na tej długości taśmy, jaka mieści się w kamerze. Zdjęcia muszą być ostre, nie poruszone i wykonane w odpowiedniej liczbie klatek na sekundę, minutę lub godzinę, stosownie do szybkości zmian zachodzących w badanym zjawisku. A więc, podstawowym warunkiem uzyskania poprawnych zdjęć jest zastosowanie odpowiedniej kamery.

### KAMERY FILMOWE

Do zdjęć badawczych najbardziej wskazane są kamery na taśmę szerokości 16 mm. Produkowany jest do nich bardzo bogaty i różnorodny asortyment wyposażenia dodatkowego oraz taśm i to zarówno czarno-białych jak i barwnych, negatywowych i odwracalnych oraz ze specjalnym uczuleniem na wyodrębniony zakres długości fali. Ponadto powierzchnia jednej klatki, choć z pozoru bardzo mała ( $7 \times 10$  mm), pozwala na wykonywanie dostatecznie ostrych odbitek fotograficznych na papierze do formatu  $18 \times 24$  cm.

Większość konwencjonalnych kamer zdjęciowych 16 mm posiada zakres szybkości przesuwu taśmy od 8 do 64 kl./s. Umożliwia to oglądanie badanego zjawiska od 3-krotnego przyspieszenia do 2,5-krotnego zwolnienia go na ekranie.

Dalsza deformacja czasu możliwa jest po zastosowaniu odpowiednich urządzeń produkowanych w większości w celu zmniejszania ilości zdjęć na sekundę. Nieliczne kamery wyposażone są w przystawki zwiększające przesuw taśmy do 100 kl./s. Jest to jednak górna granica szybkości przesuwu taśmy metodą skokową. Nie wynika ona z niedoskonałości mechanizmów, lecz z wytrzymałości oczek perforacji taśmy na zrywanie przez mechanizm przesuwający — chwytakowy.

Zwalnianie przesuwu taśmy w kamerze ma praktycznie nieograniczone możliwości. Zależy jest wyłącznie od zastosowanego mechanizmu do wyzwalania kamery po jednej klatce. Liczbę zdjęć w jednostce czasu dobiera się wg wzoru

$$n = \frac{tz}{24tp}$$

w którym:

$t_z$  — czas trwania filmowanego cyklu danego zjawiska,

$t_p$  — założony czas trwania projekcji,

24 — współczynnik częstotliwości projekcji kl./s (przy projekcji).

Przykład: czas trwania filmowanego zjawiska wynosi 30 dni,  $t_z = 2\,592\,000$  s. Założony czas projekcji 5 min,  $t_p = 300 \times 24 = 7200$  s.

$$n = \frac{2\,592\,000}{7200} = 360,$$

a więc zdjęcia wykonywane mają być co 360 s 1 klatka, tzn. co 6 min przez całą dobę (dnem i nocą) i przez 30 dni.

Przyspieszenie obserwowanego zjawiska na ekranie oblicza się wg wzoru

$$P = \frac{t_z}{t_p} = \frac{2\,592\,000}{300} = 8640,$$

a więc 8640 razy przyspieszony został proces trwający w naturze 30 dni.

Widać więc, jak wielkie są możliwości deformacji czasu w kierunku jego przyspieszenia, jak ogromna jest przydatność techniki zdjęć poklatkowych, szczególnie w naukach rolniczych. W celu zobrazowania zjawiska przypomnijmy sobie przepiękne, barwne zdjęcia rozwijających się pąków kwiatowych.

Do filmowania zjawisk przebiegających bardzo szybko, tzn. od kilku sekund do ułamków sekund stosuje się kamery specjalne. Różnią się one od kamer konwencjonalnych, stosowanych również do zdjęć poklatkowych, sposobem przesuwania taśmy i techniką ekspozycji poszczególnych klatek.

W kamerach normalnych ekspozycja klatki odbywa się po jej unieruchomieniu w okienku, następnie mechanizm migawki zasłania okienko, a chwytak przesuwa taśmę o jedną klatkę.

W kamerach do zdjęć szybkich taśma idzie ruchem ciągłym aż do całkowitego jej przewinięcia na szpulę odbierającą. Ekspozycja poszczególnych klatek odbywa się w trakcie ruchu za pośrednictwem wirującego, wielościennego pryzmatu. Szybkość obracania się pryzmatu jest ściśle zsynchronizowana z biegiem taśmy.

Dzięki takiemu rozwiązaniu można było uzyskać szybkość rejestracji do 5000 kl./s na kamerach szesnastomilimetrowych, np. Pentazet 16. Przyspieszanie biegu taśmy ma swoje granice, wynikające z wytrzymałości taśmy na zerwanie (8-12 kg na 1 cm szerokości, a więc dla taśmy 16 mm ok. 16 kg). W kamerach typu Pentazet 16 przy szybkości 5000 kl./s taśma biegnie z prędkością 38 m/s, tj. 138 km/h.

W zależności od typu kamery zakres szybkości rejestracji wynosi od 300 do 5000 kl./s.

Zwolnienie filmowanego zjawiska na ekranie oblicza się wg wzoru

$$Z = \frac{nz}{np},$$

w którym:

$Z$  — współczynnik zwolnienia,

$nz$  — liczba kl./s w kamerze,

$np$  — szybkość projekcji w kl./s.

Zakres zwolnienia przebiegu zjawiska na ekranie waha się więc w granicach od 12-krotnego do 208-krotnego przy standardowej projekcji 24 kl./s lub 18- do 312-krotnego przy projekcji 16 kl./s w projektorach, w których taka zmiana jest przewidziana. Można przyjąć, że te zakresy są w naukach rolniczych najczęściej wystarczające, gdyż badane urządzenia, jak mechanizmy siewników, kosiarek itp., daje się wystarczająco dokładnie oglądać.

Skala odwzorowania zjawiska na powierzchni klatki filmowej jest zagadnieniem oddzielnym i przebiegającym jednakowo, niezależnie od rodzaju kamery. Zależna jest bowiem od długości ogniskowej obiektywu, pierścienia pośredniego przy makrozdjęciach lub rodzaju mikroskopu przy mikrozdjęciach.

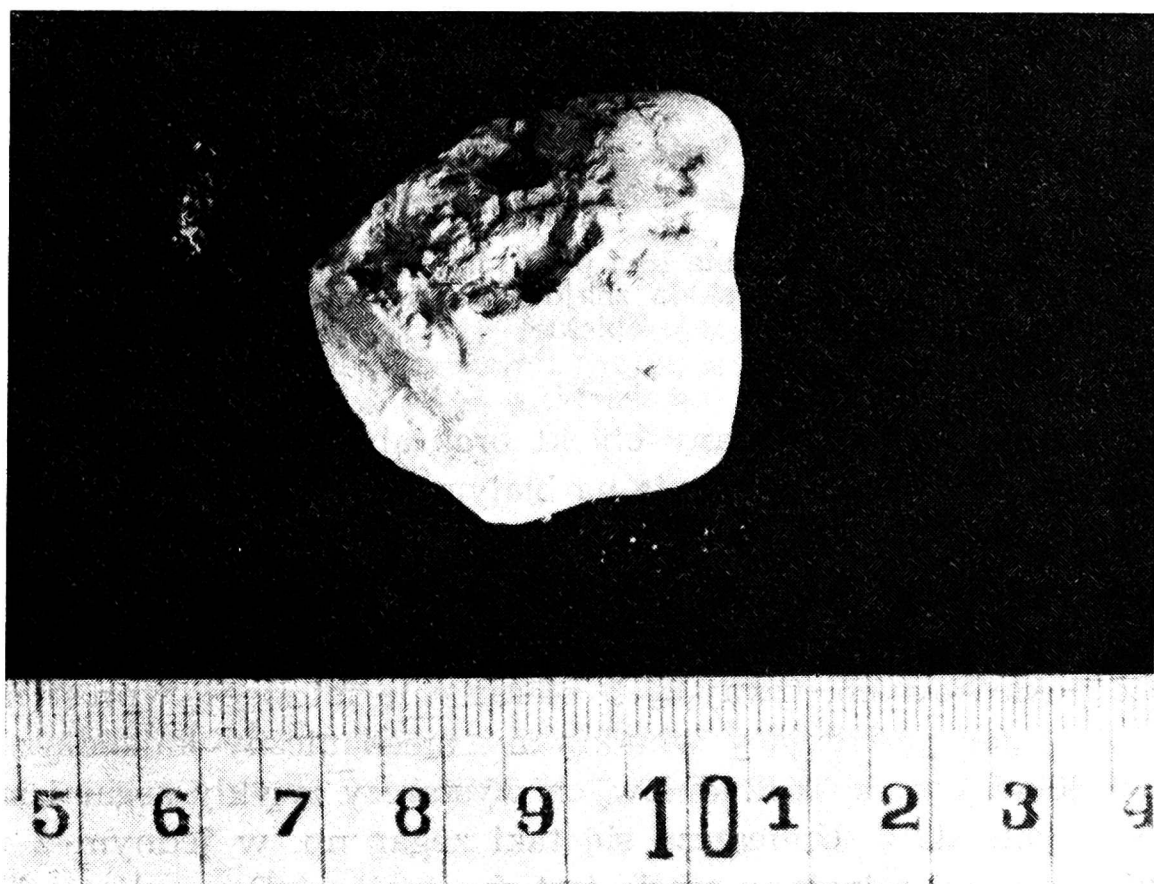
#### OBIEKTYWNOŚĆ DOKUMENTACJI NAUKOWEJ

Poprawne technicznie zdjęcia filmowe, wykonane podczas eksperymentu naukowego, stają się z chwilą ich wywołania dokumentacją tego eksperymentu. Film taki można wielokrotnie oglądać. Powstaje jednak pytanie, jaką wartość naukową, poza samym faktem utrwalenia zjawiska, posiada ten film. Czy można poddać go analizie? Teoretycznie na pewno tak. A praktycznie? Czy wiadomo, jaka jest skala odwzorowania? Czy można dokładnie określić rzeczywisty czas, w jakim przebiegało filmowanie zjawiska? Czy wielkość zarejestrowanych zmian da się mierzyć? Aby dokumentacja miała obiektywną wartość naukową, trzeba zadbać o to przed rozpoczęciem zdjęć.

Do filmowania bardzo małych przedmiotów używa się mikroskopu. Wielkość zmian określa się wg skali umieszczonej w urządzeniu przez producenta, np. pole o znanej powierzchni, odcinek o określonej długości itp. Przy przedmiotach większych stosuje się zdjęcie makro przez wprowadzenie pierścieni pośrednich między obiektyw a kamerę. Każdy pierścień ma określoną przez wytwórnictwo skalę odwzorowania w zestawieniu z obiekty-



Rys. 1. Zdjęcie makro wykonane przez wprowadzenie między obiektyw a kamerę mieszka pośredniego. Skala odwzorowania 1:1,65 (brak skali utrudnia analizę oraz określenie wielkości przedmiotu)



Rys. 2. Zdjęcie makro wykonane przez wprowadzenie mieszka pośredniego. Skala odwzorowania 1:1,65. Wprowadzenie skali znacznie ułatwia analizę (badanie zachowania się mokrego kruszywa w trakcie zamrażania do temp.  $-35^{\circ}\text{C}$ )

wem o podanej długości ogniskowej. Podobnie jest z mieszkami o płynnej zmianie odległości obiektywu od kamery.

Elementy duże filmuje się obiektywami wąskokątnymi, normalnymi lub szerokokątnymi w zależności od potrzeby. Skalę porównawczą należy wówczas umieścić w polu widzenia obiektywu. A więc, będzie to kartka papieru milimetrowego lub inna podziałka, np. na menzurce lub tp. Istotne jest tu jednak, aby skala znajdowała się w tej samej płaszczyźnie w sto-



Rys. 3. Zdjęcie poklatkowe zrzucania liści przez drzewa na terenie zalewowym zbiornika wodnego (istotne jest, aby skala znajdowała się w tej samej płaszczyźnie co obiekt)

sunku do kamery co filmowany obiekt oraz aby była dostatecznie kontrastowa. Na przykład czarna linia na białym polu lub odwrotnie, stosownie do barwy obiektu.

Przy deformacji czasu, jaka zachodzi przy zdjęciach poklatkowych i szybkich, konieczne jest wprowadzenie miernika czasu rzeczywistego. Do zdjęć poklatkowych, trwających nieraz całe miesiące, wprost nieoceny jest zegar posiadający wbudowany mechaniczny kalendarz. Przy zdjęciach dobowych czy kilkudniowych wystarczy zwykły zegar i zwykły papierowy kalendarz. Umieszcza się taki zegar np. w jednym z rogów kadru filmowego i relacja w czasie jest zapewniona. Przy zdjęciach ciągłych na 8, 12, 18, 24, 32, 64 kl./s sprawa jest prosta. Wystarczy policzyć klatki.

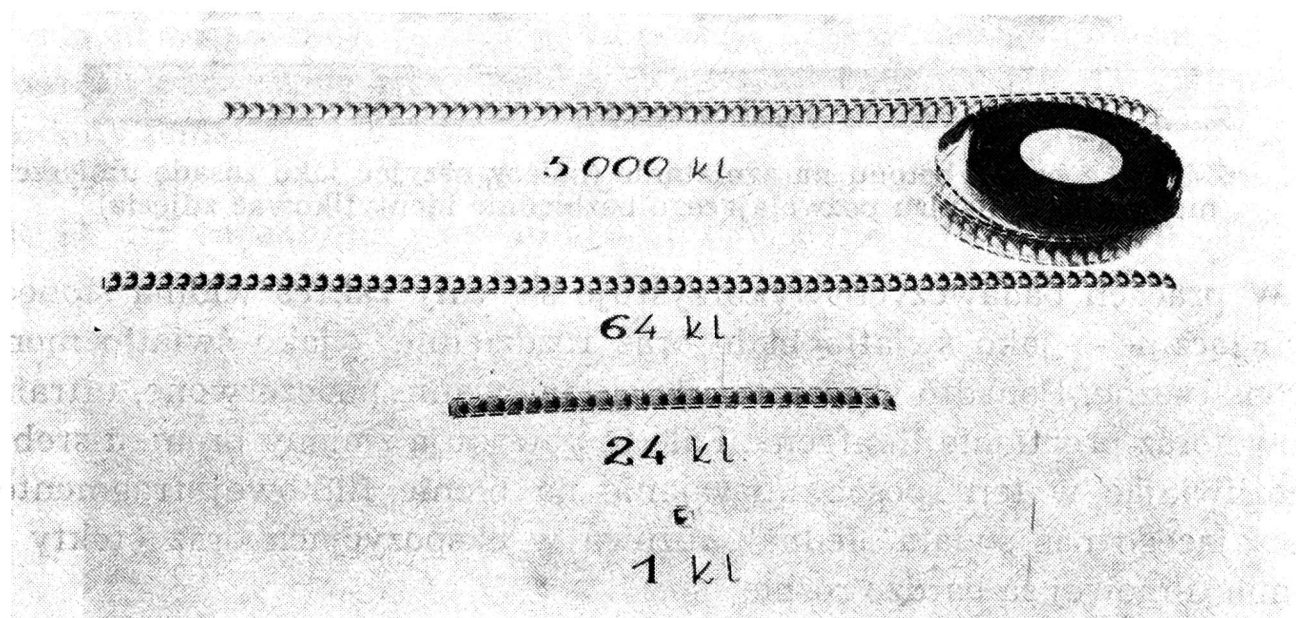
Przy zdjęciach 24 kl./s: 24 kl. = 1 s = 18,3 cm; 120 kl. = 5 s = 91,5 cm.

Przy zdjęciach 8 kl./s: 8 kl. = 1 s = 6,1 cm; 120 kl. = 15 s = 91,5 cm.

Przy zdjęciach 64 kl./s: 64 kl. = 1 s = 48,7 cm; 120 kl. = 1,87 s = 91,5 cm.

Do pomiaru czasu przy większych częstotliwościach rejestracji służą wbudowane do kamer urządzenia do określania czasu. Jest to zazwyczaj lampa impulsowa o określonej częstotliwości z możliwością zmian w pewnym zakresie. Impulsy lampy rejestrowane są na obrzeżu taśmy, poza perforacją w postaci jasnych kresek w określonych odstępach. Impulsy wysyłane przez lampę są niezależne od szybkości, z jaką biegnie taśma w kamerze.

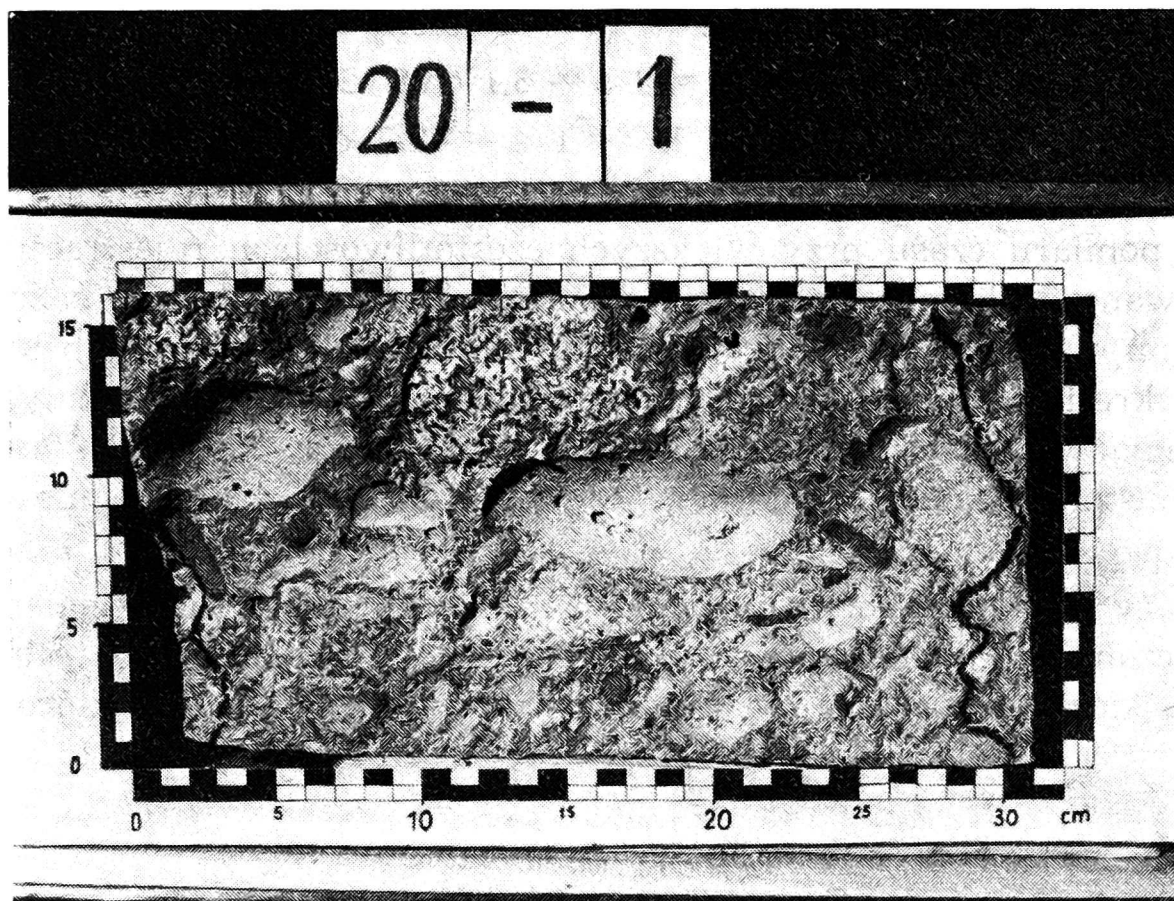
Należy przyjąć jako regułę wprowadzenie na początku ujęcia lub też umieszczenie w kadrze napisu pozwalającego bezbłędnie identyfikować zdjęcia. Może to być kolejny numer eksperymentu, data itp., które mają



Rys. 4. Cztery odcinki taśmy, na których zarejestrowane zostały różne zjawiska trwające w ciągu jednej sekundy; szybkość zdjęć na sekundę w kamerze podana została obok odcinków taśmy

istotne znaczenie przy analizie zdjęć. Opieranie się na pamięci lub notatkach prowadzi często do pomyłek. Oglądając odcinek taśmy przez lupę trzymamy go „głową do góry”. Natomiast w projektor lub przeglądarkę wprowadza się taśmę „głową w dół”. Ponadto można pomylić strony i oglądać obraz „z lewej strony”. Zdjęcie wykonane kamerą szybką można czasami z braku odnośnika oglądać od końca, nie zdając sobie z tego sprawy. A więc wyraźny napis widoczny w kadrze wyeliminuje wszelkie wątpliwości.

Kolosalne znaczenie dla uzyskania obiektywnej dokumentacji filmowej ma technika oświetlania. Fizjologicznie odczuwamy światło jako barwę, której odmienność zależy od długości fali.



Rys. 5. Zdjęcia z badań betonu na zgniatanie (należy przyjąć jako zasadę umieszczenie w kadrze napisu pozwalającego bezbłędnie identyfikować zdjęcia)

W pracach badawczych wykorzystuje się cały zakres widma słonecznego łącznie — jako światło białe oraz rozdzielnie — jako światło monochromatyczne. Ponadto wykorzystuje się falowanie podczerwone, ultrafioletowe oraz promienie Rentgena. Fale te powodują zmiany bromku srebra, umożliwiając w ten sposób utrwalanie na błonie filmowej fragmentów otaczającego nas świata. Jednak różnica w ekspozycjach oraz efekty na taśmie filmowej są bardzo różne.

Emulsje panchromatyczne (czarno-białe) posiadają zakres czułości na światło białe zbliżone do oka ludzkiego. Reagują na każde światło monochromatyczne z zakresu fal widzialnych, zmieniając jednak nieco odwzorowanie barw w skali czarno-białej. Dzięki temu można stosować do oświetlania (szczególnie preparatów biologicznych) światła monochromatycznego o dł. fali 500-580 nm, które zaświetla emulsję, a na które nie reaguje roślina.

Barwę światła można też usunąć lub wyeksponować niektóre elementy w polu widzenia kamery. Usuwanie robi się przez pomalowanie zbędnego elementu, np. na kolor pomarańczowy, i założenie na obiektyw filtru pomarańczowego. Można również zmienić barwę światła przez założenie filtru pomarańczowego na reflektor. Nałożenie filtru o barwie dopełniającej, a więc niebieskiego, spowoduje nadmierne jego przyciemnienie na pozytywie. Zjawisko to jest powszechnie znane i stosowane do uzyskiwania np. „burzowego” nieba w ładny słoneczny dzień.



Do zdjęć w świetle niewidzialnym, a więc w podczerwieni i ultrafiolecie służą filmy o specjalnym uczuleniu emulsji.

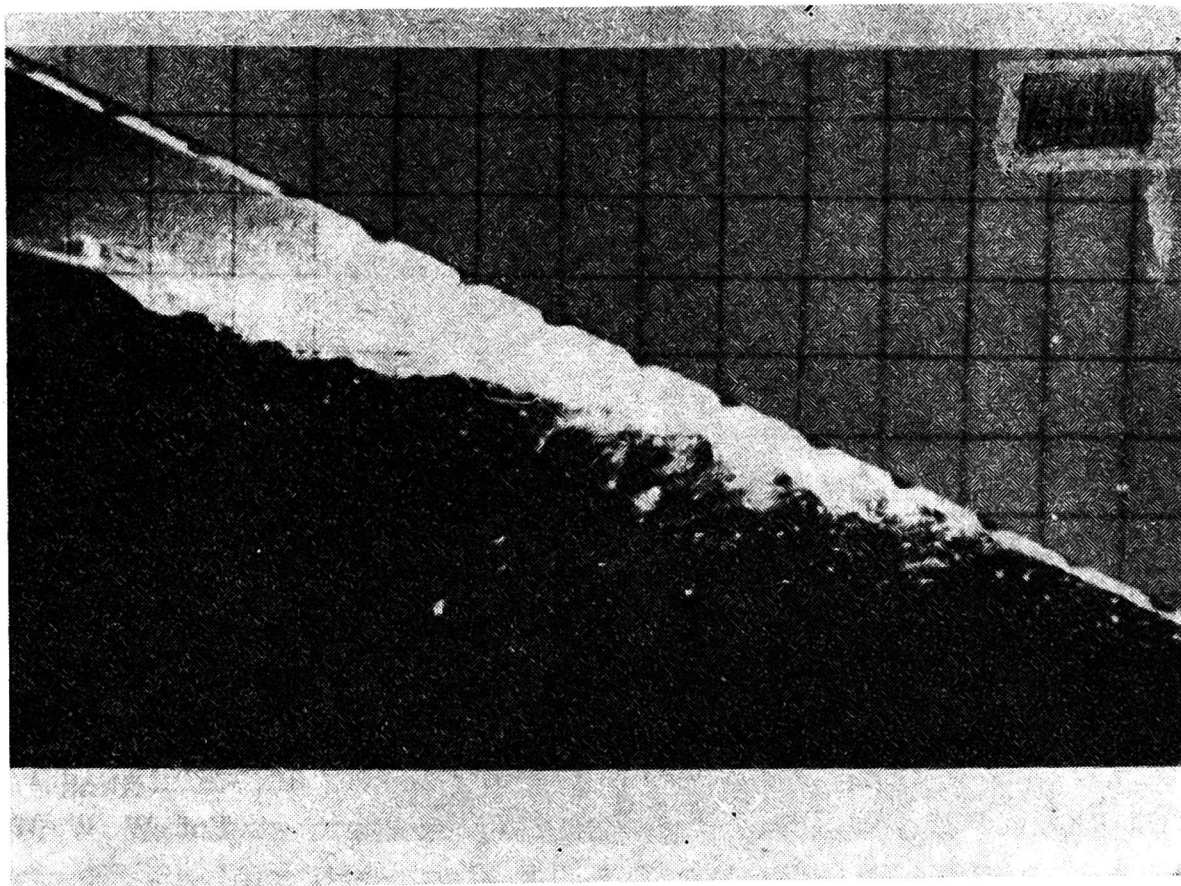
Do zdjęć w barwach naturalnych produkowany jest jeden rodzaj emulsji negatywowej, uczulonej na światło o temperaturze barwowej 3400°K, a więc na światło sztuczne. Zdjęcia plenerowe wykonuje się przez filtr Wratten No. 85.

Materiały barwne odwracalne produkowane są w dwóch rodzajach: do światła dziennego oraz do światła sztucznego. A więc zastosowanie do oświetlania zamiast żarówki Photolita, która bardzo mocno grzeje, innej żarówki „zimnej”, np. rtęciowej, spowoduje skażenie barw, zniknięcie niektórych elementów itp.

#### ANALIZA MATERIAŁU FILMOWEGO

Podstawowym celem, dla którego filmujemy eksperyment, jest wykonanie obiektywnej dokumentacji naukowej, którą można poddać analizie. Warto tu wspomnieć, że wtórną korzyścią, wcale niebagatelną, jest możliwość wykorzystania zdjęć badawczych jako tworzywa filmu naukowego na dany temat.

Pierwsze obejrzenie materiału po wywołaniu odbywa się za pomocą projektora na ekranie. Jest to zrozumiałe, gdyż film w samym założeniu

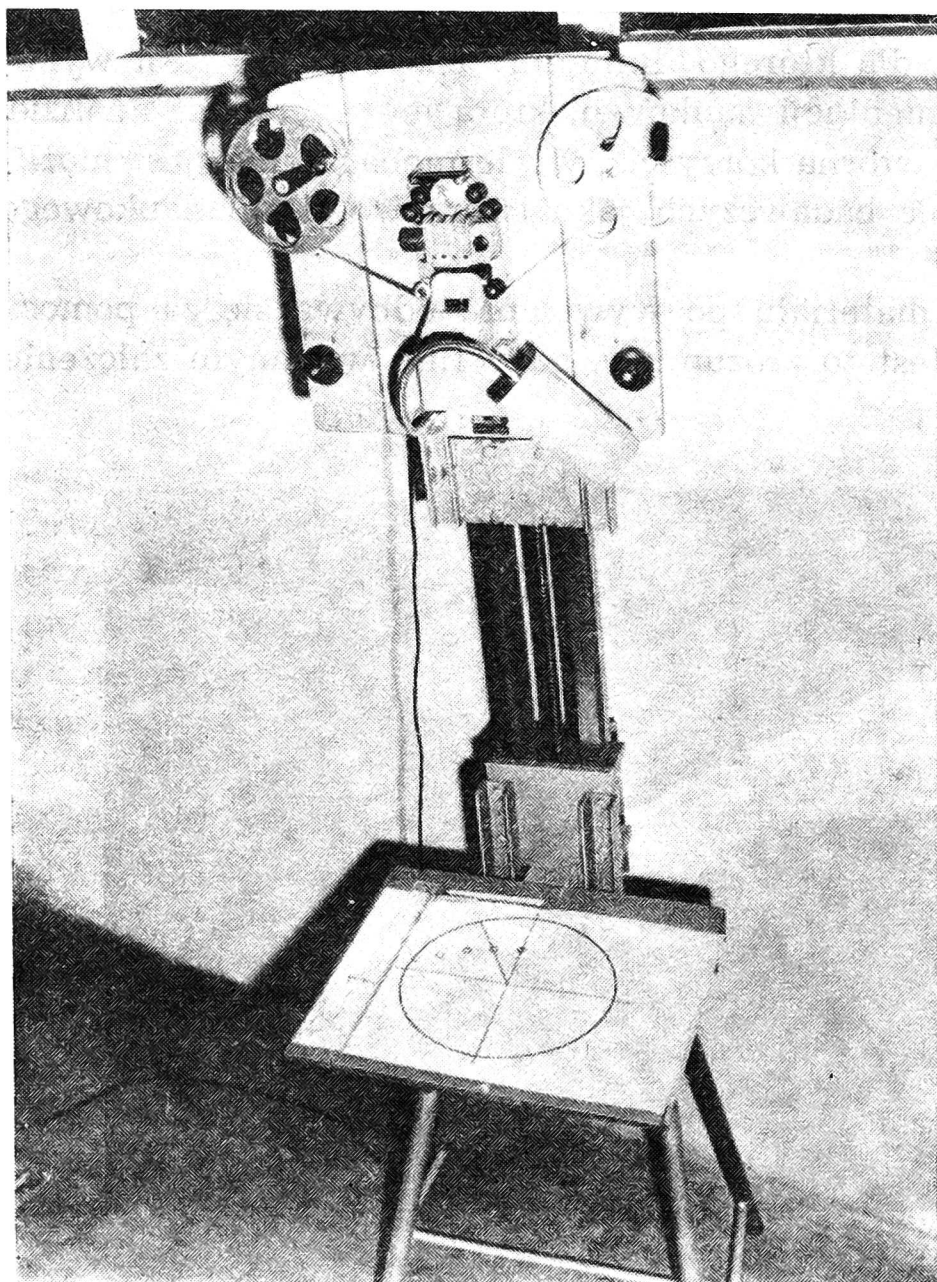


Rys. 6. Zdjęcia z badań laboratoryjnych nad wygaszaniem falowania na specjalnych płytach do umacniania brzegów w kanale żeglownym; kratka jest podziałką decymetrową (szczególnie interesujące nas klatki filmu można wykopiować na papier fotograficzny)

metody został do tego celu przeznaczony. Ale obraz na ekranie trwa tak długo, jak długo pali się lampa, bowiem taśmę po sklejeniu w pętlę można puszczać przez projektor dowolnie długo.

Utrwalić obraz można, jak już wspomniano na początku, kopiując szczególnie interesujące nas klatki na papierze fotograficznym. Dlatego też właściwiej jest kręcić zdjęcia metodą negatyw—pozytyw niż na taśmie odwracalnej. Ponadto zabezpiecza się w ten sposób materiał do ewentualnego filmu naukowego dla dydaktyki.

Jeśli zachodzi potrzeba prześledzenia toru ruchu jakiejś cząstki czy wirującego elementu, stosuje się metodę rzutowania po klatce na papier i znaczenie miejsc. Do dokładnej stabilizacji każdej klatki w identycznym położeniu służą odpowiednie rzutniki — przeglądarki (rys. 7). Z braku

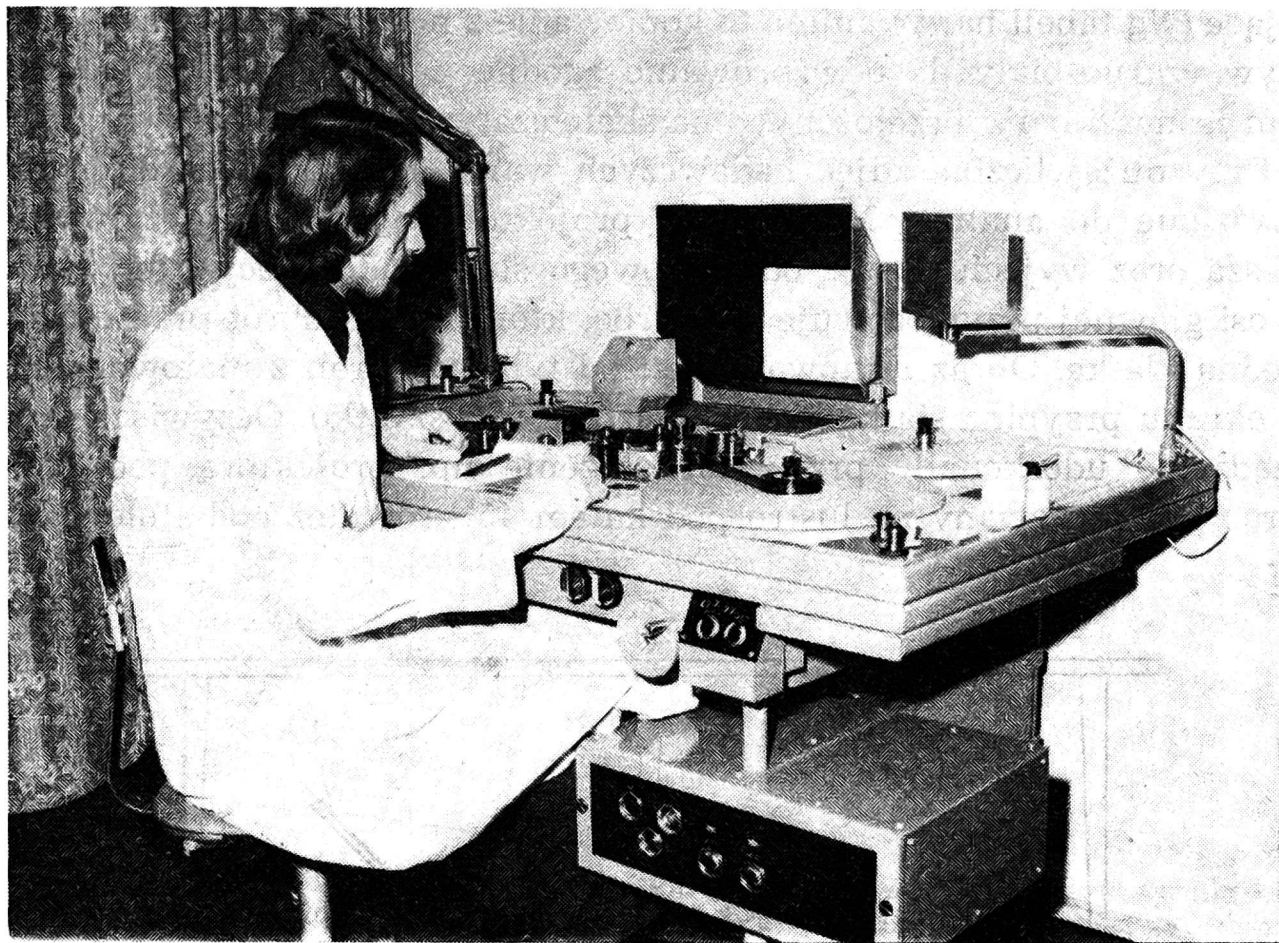


Rys. 7. Przeglądarka z ręcznym przesuwem taśmy do analizy kadrów filmu

Fot. W. W. Woźniak

takowych można stabilizować taśmę ręcznie. Należy ją wprowadzić w dość precyzyjnie wykonaną prowadnicę w powiększalniku fotograficznym. Stabilizacji dokonuje się wg co najmniej dwóch stałych punktów w kadrze.

Analizę jakościową kadrów filmu można przeprowadzić za pomocą stołu montażowego. Ma on możliwość dowolnego zatrzymania i cofania taśmy (rys. 8). Jeśli interesujący nas element będący w ruchu jest sfotografowany na dostatecznie ciemnym tle, można ten punkt rzutować na papier fotograficzny. W powiększalnik zakłada się wówczas taśmę pozytywową, a nie negatyw. Stabilizację poszczególnych klatek przeprowadza się przez



Rys. 8. Stół montażowy do jakościowej analizy filmu z możliwością stop klatki i cofania taśmy

Fot. W. W. Woźniak

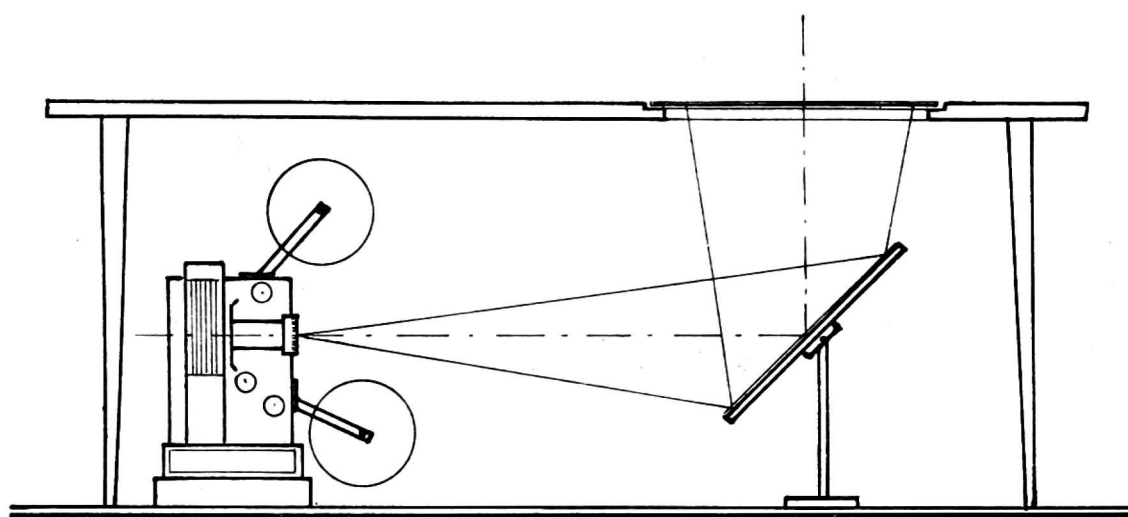
filtr pomarańczowy. W celu uzyskania dostatecznie dużego powiększenia w powiększalnik należy wkręcić obiektyw od kamery filmowej o odpowiedniej ogniskowej.

Oglądanie pod niedużym mikroskopem pojedynczych klatek lub składanych po kilka nie prowadzi do żadnych rezultatów, gdyż nie ma sposobu na pomierzenie zmian. Wprawdzie oko widzi dość duży obraz, lecz w rzeczywistości różnice na kolejnych klatkach są rzędu setnych części milimetra. Cała klatka ma przecież wymiary  $7 \times 10$  mm.

Jeśli w badanym obiekcie porusza się więcej niż dwa elementy i do tego jeszcze ich tory przecinają się, zachodzi obawa pomylenia tych elementów. W takiej sytuacji należy obiekt pomalować na różne, kontrastujące ze sobą kolory. Zdjęcie kręci się na taśmie negatywowej barwnej, z której bez żadnych trudności można wykonać zarówno kopie barwną,

czarno-białą, jak też i odbitki fotograficzne barwne oraz czarno-białe. Dobór barw do malowania obiektu nie może być jednak dowolny, szczególnie jeśli ma się zamiar kopiować na papier czarno-biały. Przy kopiowaniu barw w skali czarno-białej otrzymamy następujące odwzorowania: kolor czarny i czerwony — czarny; zielony, c. oranż i niebieski — szary ciemny; żółty i błękit — szary jasny; jasny żółty, jasny zielony, jasny błękit i biały — biały. Oczywiście w negatywie barwy te będą miały kolory dopełniające (wg tabeli barw), mimo to kopiowanie z negatywu barwnego na pozytyw czarno-biały da odwzorowanie zgodne z fizjologicznym odczuwaniem jasności barw przełożonych na skalę czarno-białą.

Przy dużej liczbie zdjęć badawczych warto skonstruować dość proste urządzenie do analizy. Mianowicie, projektor po wymianie żarówki na słabszą oraz wyjęciu lustra odblaskowego służy jako precyzyjny rzutnik. Do osi głównej przymocowuje się korbę, której jeden obrót przesuwają film o jedną klatkę. Obraz rzutowany jest od tyłu na ekran z matowego szkła. Do ekranu przypina się kalkę techniczną i to wszystko. Oczywiście można urządzenie udoskonalić przez umieszczenie np. projektora pod stołem. Obraz jest rzutowany na lustro pod kątem  $45^\circ$ , również pod stołem, które

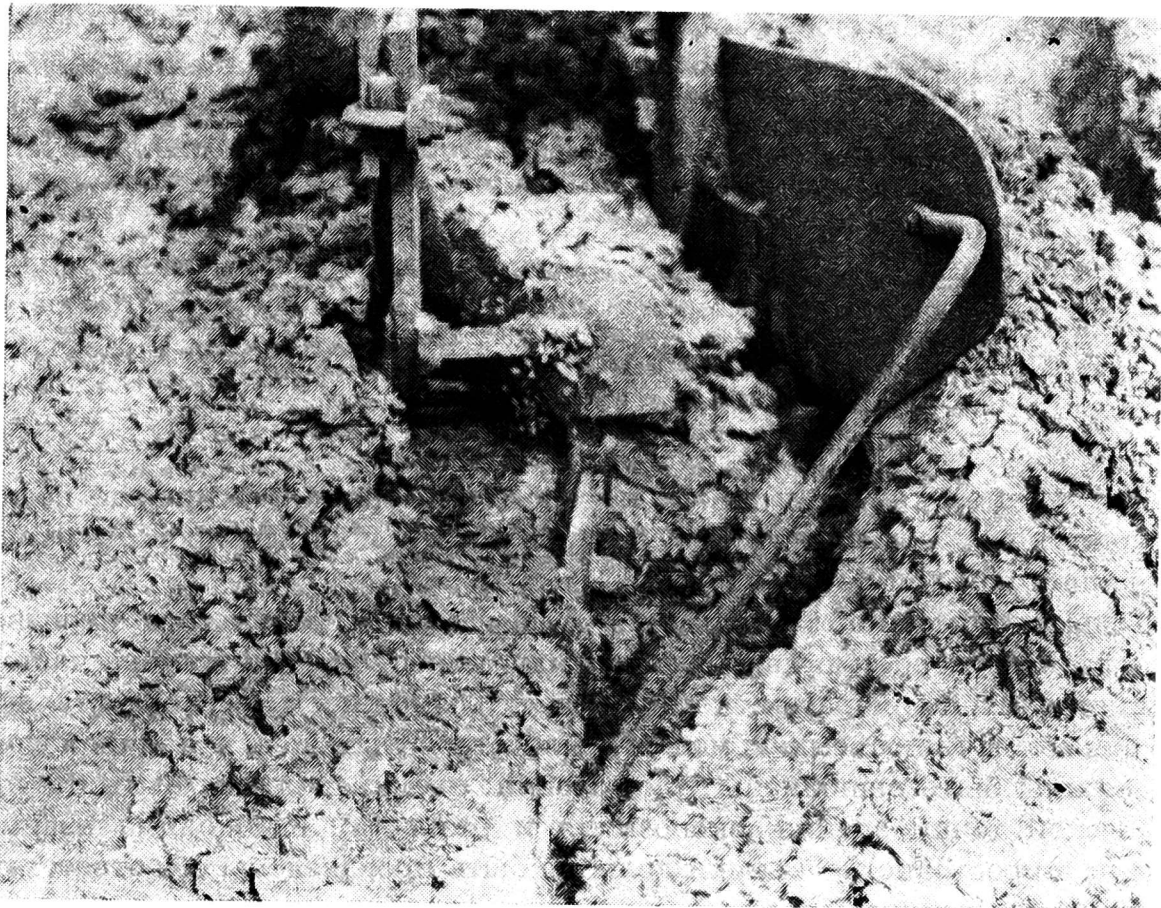


Rys. 9. Projektor filmowy wykorzystany jako rzutnik obrazu z taśmy filmowej na matową szybę

przenosi go na matową szybę. Szyba jest umieszczona w otworze wyciętym w blacie stołu. Na tego rodzaju urządzeniu można pracować w pomieszczeniu bez zaciemniania. Nie trzeba chyba dodawać, że po włączeniu projektora do sieci ma się na stole obraz ruchomy.

Zdjęcie wykonane nieruchomą kamerą nieruchomego obiektu, w którym jedynie jakieś elementy się poruszają, nie przedstawiają większych trudności, zarówno w realizacji jak i w trakcie analizy. Znacznie trudniejsza jest sprawa, jeśli zarówno kamera, jak i cały obiekt jest w ruchu. Jeśli jest to duży obiekt, np. kombajn, to kamerę filmującą jakiś element można zamocować na samym kombajnie. Ale jeśli to będzie badanie działania, np. odkładnicy pługa, to sprawa jest bardzo skomplikowana. Pług jest w ciągłym

ruchu, ziemia odwracana przez odkładnicę, oraz ta pozostała także, gdyż kamera porusza się podążając za pługiem. Kamera też jedzie i to na pewno nie po najrówniejszym torowisku. W tym konkretnym przypadku najlepiej jest posypać pewien odcinek (przed zaoraniem) sypką farbą w trzech kolorach w pasy szerokości ok. 5 cm, w odstępach co 5 cm. Po wykonaniu



Rys. 10. Badanie pługa do wprowadzania pod powierzchnię gleby warstwy nie przepuszczającej wody ułożonej na powierzchni (brak oznakowania warstwy nieprzepuszczalnej po jej ułożeniu na glebie umożliwia analizę pracy pługa)

zdjęć (wystarczy 300 kl./s) dużo łatwiej będzie analizować pracę pługa. Ponadto po wykonaniu pionowej odkrywki można rezultaty pracy pługa dodatkowo sfotografować bez obawy pomylenia warstw.

Zakres prac badawczych z zastosowaniem kamery filmowej jest ogromny. Przedstawiając pewną część zastosowań oraz metod analizy dokumentacji filmowej żywię nadzieję, że zostaną one życzliwie przyjęte oraz że znajdą zastosowanie w warunkach badań rolniczych i leśnych.

#### STRESZCZENIE

Kamera filmowa w rękach naukowca, to przede wszystkim przyrząd, który umożliwia oglądanie i analizowanie zmian zachodzących w trakcie ruchu.

Dzięki możliwości deformacji czasu przez wykonywanie zdjęć z różną szybkością klatek na sekundę, kamera filmowa jest często jedynym aparatem umożliwiającym zbadanie zjawiska. Aby jednak zdjęcia filmowe mogły być traktowane jako dokumentacja naukowa, muszą być spełnione trzy warunki. Zdjęcia muszą być poprawne technicznie (ekspozycja i ostrość), konieczna jest relacja w czasie i w przestrzeni,

muszą być wykonane z odpowiednią liczbą klatek na sekundę, aby można było uchwycić okiem zakres zmian w danym zjawisku.

Materiał filmowy ogląda się na ekranie, lecz dla analizy poszczególnych klatek filmu wykonuje się odbitki na papierze fotograficznym. Kopiuje się co którąś klatkę oddzielnie na papier lub wkopiuje zmiany zarejestrowane na kilku klatkach, wszystkie na jedną kartkę papieru. Otrzymuje się odbitkę podobną do fotografii stroboskopowej. Odbitka tego typu ma tę przewagę nad fotografią stroboskopową, że zawiera elementy wyselekcjonowane przez naukowca.

Do analizy zdjęć metodą rzutowania po jednej klatce na ekran (przeźrocza) służą specjalne rzutniki — projektory. Można też zastosować do tego celu normalny projektor filmowy, po wprowadzeniu do niego drobnych zmian technicznych.

А. ЛАНЬ

## НАУЧНАЯ КИНЕМАТОГРАФИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

### Резюме

Киносъёмочная камера в руках научного работника это прежде всего приспособление, которое даёт возможность наблюдать и анализировать изменения, происходящие во время движения.

Благодаря возможности деформации времени, в результате произведения съёмок с разной скоростью кадров в секунду, киносъёмочная камера часто является единственным аппаратом, который даёт возможность исследовать явления. Чтобы, однако, к киносъёмкам можно было относиться как к научной документации, должны быть выполнены три условия: съёмки должны быть безупречны с технической точки зрения (экспозиция и резкость), необходима взаимосвязь во времени и пространстве, съёмки должны быть произведены с соответствующем числом кадров в секунду, чтобы можно было охватить взглядом диапазон изменений явления.

Киноматериал просматривается на экране, но для анализа отдельных кадров фильма производятся снимки на фотобумаге. Каждый заранее определённый кадр копируется отдельно на бумагу, либо изменения, зарегистрированные на нескольких кадрах, копируются все на один лист бумаги. Получается отпечаток, похожий на стробоскопическую фотографию. Отпечаток такого типа имеет то преимущество перед стробоскопической фотографией, что содержит элементы, которые были отображены научным работником.

Для анализа съёмок методом проекции по одному кадру на экран (диапозитивы) служат специальные проекторы — фильмоскопы. Для этого можно также применить обычный фильмоскоп, после нанесения на нем небольших технических изменений.

А. ŁAÑ

## SCIENTIFIC FILM DOCUMENTATION

### Summary

The film camera being in hands of scientists, first of all is a device enabling the inspection and analysis of changes in the movement course.

Owing to the possibility of time deformation by making film shots with different

rate (number of frames per second), the film camera is often an only apparatus enabling to study a concrete phenomenon.

If, however, the film shots could be regarded as a scientific documentation, the three conditions must be fulfilled: the pictures must be technically correct exposition and sharpness, the relation in time and space must be ensured and the shot must be taken at an adequate number of frames per second to enable the observation of given phenomenon changes. The film material is being presented on a screen, but for the analysis of particular film frames the photographic paper copies must be made. Single frames may be copied separately at intervals on the paper, or all the changes recorded are copied on the same sheet of paper. Such a way a copy will be obtained resembling the stroboscopic photograph. This type of copy will be of advantage over the stroboscopic photograph, as including the elements appropriately selected by the scientist.

The analysis of pictures can be done by the method of single frame projection onto the screen (slide) of special projector. The normal film projector can be used for this purpose as well, after slight technical modifications.