

Polskie Towarzystwo Historii Techniki

**INŻYNIEROWIE POLSCY
W XIX i XX WIEKU**

TOM XIII

Pod redakcją Zdzisława Mrugalskiego

Warszawa 2013

Recenzent: dr inż. Krystyna Schabowska

Redakcja naukowa: prof. dr hab. inż. Zdzisław Mrugalski

© Polskie Towarzystwo Historii Techniki

Wydano przy współpracy z Politechniką Lubelską

ISBN: 978-83-62889-53-2

Adres redakcji:

Polskie Towarzystwo Historii Techniki

ul Towarowa 1 (Muzeum Kolejnictwa)

00-985 Warszawa, skrytka pocztowa 44

e-mail: ptht@muz.kol.pl

Druk: Wydawnictwo-Drukarnia Liber Duo

ul. Zagonowa 14, 20-828 Lublin

liberduo@o2.pl

SPIS TREŚCI

<i>WSTĘP</i> (Zdzisław Mrugalski)	5
Władysław Tryliński: <i>Wspomnienia z pracy w Politechnice Warszawskiej (w latach 1953 - 1987)</i>	7
Piotr Matejuk: <i>Polskie Zakłady Optyczne – część II (lata 1939 – 1944)</i>	25
Zdzisław Mrugalski: <i>Zegary i elektryczne urządzenia zegarowe na kolejach</i>	35
Andrzej Wanke: <i>Historia drenowań</i> rolniczych.....	66

Wstęp

W kolejnym XIII tomie z serii Inżynierowie polscy XIX i XX wieku, wydawanej przez Polskie Towarzystwo Historii Techniki, zamieszczono dalsze opracowania charakteryzujące rozwój polskiej nauki i techniki.

W 2012 roku minęło 50 lat od chwili utworzenia w Politechnice Warszawskiej Wydziału Mechaniki Precyzyjnej (obecna nazwa: Wydział Mechatroniki). Wydział ten powstał z przekształcenia istniejącego od 1953 r. Oddziału Mechaniki Precyzyjnej na Wydziale Mechaniczno-Technologicznym PW. Organizatorem Oddziału MP i pierwszym dziekanem Wydziału MP był prof. Henryk Trebert, a współorganizatorami i pierwszymi wykładowcami Oddziału i Wydziału byli profesorowie: Jerzy Brynk, Jan Matysiak, Jan Obalski, Eugeniusz Wolniewicz i Władysław Trylinski. Pierwszym artykułem w tym tomie są napisane w 1983 r. wspomnienia prof. W. Trylińskiego z okresu tworzenia Oddziału i Wydziału MP, które zachowały się w zbiorach Z. Mrugalskiego.

Drugi artykuł zamieszczony w niniejszym tomie zawiera opis dalszych dziejów Polskich Zakładów Optycznych, obejmujący lata okupacji niemieckiej, autorstwa dr inż. Piotra Matejuka.

Opracowaniem nawiązującym do współpracy PTHT z Muzeum Kolejnictwa w Warszawie (biuro PTHT znajduje się w budynku Muzeum) jest artykuł Z. Mrugalskiego o zegarach i elektrycznych urządzeniach zegarowych na kolejach, przedstawiający zarówno polskie jak i niektóre zagraniczne osiągnięcia w tej dziedzinie.

Ostatnim artykułem jest ciekawe opracowanie prof. Andrzeja Wanke (SGGW) z mało znanej dziedziny związanej z gospodarką wodną w rolnictwie, na temat historii drenowań.

Należy się spodziewać, że publikacje zawarte w XIII tomie wydawanej przez PTHT serii „Inżynierowie ...” pomogą wzbogacić wiedzę Czytelników o historii rozwoju polskiej nauki i techniki. Publikacje te zamierzamy wydawać w następnych tomach tej serii.

Zdzisław Mrugalski

Warszawa, grudzień 2012 r.

Wspomnienia z pracy w Politechnice Warszawskiej (1953 – 1987)

Wstęp

Moje wspomnienia dotyczą niektórych aspektów rozwoju kształcenia w dziedzinie techniki nazywanej mechaniką precyzyjną, która ostatnio została określona przez Japończyków, wiodących w tej dziedzinie, terminem „mechatronika”.

W 1953 r. prof. Henryk Trebert rozpoczął organizowanie Oddziału Mechaniki Precyzyjnej na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Warszawskiej. Był to u nas zupełnie nowy kierunek nauczania i trzeba było znaleźć specjalistów obeznanych z tą dziedziną techniki mogących się podjąć prowadzenia wykładów i innych zajęć.

Prof. Jan Obalski zajął się metrologią, prof. Henryk Trebert – technologią mechaniki precyzyjnej, prof. Jan Matysiak – optyką i przyrządami optycznymi, prof. Jerzy Brynk – automatyką, a mnie prof. Trebert zaproponował podstawy konstrukcji przyrządów precyzyjnych, odpowiednik części maszyn na wydziałach mechanicznych.

Dlaczego zwrócił się z tą propozycją do mnie? Bo już od ukończenia studiów w 1932 r. (ukończyłem w 1931 r. kierunek „technika samochodowa” na Wydziale Mechanicznym Politechniki Warszawskiej, a więc bardzo inny, ale kiedy studiowałem, kierunku mechanika precyzyjna nie było), pracowałem w przemyśle precyzyjnym zbrojeniowym w Fabryce Karabinów w Warszawie, w latach od 1936 do 1939 przy opracowaniu konstrukcji i produkcji precyzyjnych urządzeń elektromechanicznych (m.in. wyrzutników bombowych), a potem przy uruchamianiu produkcji walizkowych maszyn do pisania (portabl). Po wojnie opracowałem konstrukcję urządzeń sterujących dla zapory wodnej w Czchowie, a w latach od 1948 do 1951 byłem kierownikiem Działu Zegarowego w Centralnym Biurze Konstrukcyjnym CBK4. Miałem także nieco praktyki pedagogicznej bo od 1945 roku do 1948 byłem nauczycielem w gimnazjum kolejowym, gdzie prowadziłem ćwiczenia i wykłady z rysunku technicznego, wykorzystując jako modele części mechanizmów drobnych i precyzyjnych. W latach 1948 do 1950 miałem wykłady z „Techniki drobnych konstrukcji” i „Teorii zegarów” w Państwowym Liceum Zegarmistrzowskim, a w latach 1950 – 1951 prowadziłem zajęcia z konstrukcji i fabrykacji sprzętu lotniczego na Wydziale Lotniczym Szkoły Inżynierskiej im. Wawelberga i Rotwanda.

W 1949 r., wraz z nasilaniem się „zimnej wojny”, zaczęto na gwałt przekształcać różne

¹⁾ Prof. dr inż. Władysław Tryliński (1907 – 2000) współtwórca i wieloletni profesor Wydziału Mechaniki Precyzyjnej (obecnie Wydz. Mechatroniki) PW. Wspomnienie o prof. W. Trylińskim zostało zamieszczone w tomie IX serii *Inżynierowie polscy XIX i XX wieku* (s. 414 - 417)

zakłady przemysłowe na uzbrojeniowe. Ponieważ w ankiecie personalnej miałem podane, że przed wojną pracowałem w Fabryce Karabinów, podległej Państwowym Wytwórniom Uzbrojenia, w 1951 r., (nie pytając mnie o zgodę), zostałem przeniesiony do Centralnego Zarządu Przemysłu Urządzeń Mechanicznych. Pod tym kryptonimem kryło się uruchamianie w różnych zakładach produkcji uzbrojeniowej. Produkcję uruchamiano na podstawie dokumentacji przesyłanej ze Związku Radzieckiego. Był to sprzęt z ostatniej wojny, według mego rozeznania, w znacznej części przestarzały. Jednak nie wolno było niczego zmieniać, nie tylko w dokumentacji konstrukcyjnej, ale i w bardzo szczegółowej technologicznej. Pełniłem tam funkcję głównego konstruktora, która w tej sytuacji nie miała nic wspólnego z konstruowaniem i polegała na organizowaniu w zakładach, które miały podjąć produkcję uzbrojeniową, biur konstrukcyjnych, których zadaniem było tłumaczenie dokumentacji rosyjskiej na język polski. Praca polegała na dojeżdżaniu do tych zakładów, rozrzuconych po całej Polsce (m.in. Łódź, Radom, Stalowa Wola, Tarnów, Rzeszów, Bydgoszcz). Noce spędzałem w pociągu lub w hotelu, a dzień w tych zakładach. W miesiącu byłem przeciętnie 20 dni w podróży. Taki tryb życia nadszarpnął mi zdrowie.

W końcu w 1952 roku udało mi się uzyskać przeniesienie do Zakładów Wytwórczych Aparatury Wysokiego Napięcia A-1 w Warszawie na stanowisko kierownika biura konstrukcyjnego produkcji specjalnej, gdzie uruchomiono produkcję aparatury do centralnego sterowania ogniem artylerii przeciwlotniczej. Urządzenia były całkowicie mechaniczne, tylko przekazywanie sygnałów z aparatu centralnego na poszczególne działa było elektryczne za pomocą selsynów. Urządzenie było zatem przestarzałe. Dużo terminów angielskich w dokumentacji napisanych fonetycznie alfabetem rosyjskim zdawało się świadczyć, że dokumentacja została przetłumaczona, może z nieznacznymi zmianami, z dostarczonej przez USA podczas wojny, a więc z przed kilkunastu lat. Była to produkcja „S” (specjalna, uzbrojeniowa), obwarowana rygorami ścisłej tajności, interesująca tzw. „informację”, to znaczy wojskową służbę bezpieczeństwa, mogąca grozić przykrymi konsekwencjami dla przy niej zatrudnionych.

Taki przypadek zdarzył się. Na odprawie kierowników działów w dyrekcji, zwróciłem uwagę na to, że w pomieszczeniu, gdzie odbywał się montaż urządzeń jest nieporządek, że na stołach znajdują się wióry, drobne części stalowe, co przy montażu selsynów z wirnikami z Alnico, które mają bardzo dużą indukcję magnetyczną, może spowodować wciągnięcie tych elementów stalowych i awarię urządzeń. Postawiłem wniosek radykalnego przestrzegania porządku i czystości w tym pomieszczeniu. Spotkałem się z repliką dyrektora prowadzącego spotkanie, że to pociągnie za sobą koszty, a więc będzie ze szkodą dla zakładu. Wkrótce po tym w fabryce pojawiła się „informacja”. W kilku wysłanych aparatach stwierdzono zablokowanie działania spowodowane wkrętami, które znajdowały się w selsynach. Oskarżono o sabotaż – że ktoś celowo wrzucił tam te wkręty. Bo w systemie komunistycznym każdy z zasady jest podejrzany. Udało się dyrekcji wybronić, bo te wkręty przypadkowo znajdujące się na stołach montażowych zostały wciągnięte przez wirniki silników, a nie celowo wrzucone. Moja wypowiedź na odprawie znalazła potwierdzenie. A zatem warunki pracy były nie-

ciekawe. Zdawałem sobie z tego sprawę, że produkujemy wyroby nie na potrzeby Polski, ale sowieckie. Obecność doradcy radzieckiego zakładzie, przydzielonego do tej produkcji, akcentowała to. Od niego bardzo dużo mogło zależeć. Co prawda, miałem szczęście, że doradcą był inżynier, dobry fachowiec i kulturalny człowiek. Kończył studia jeszcze przed rewolucją w Moskwie. Czuło się, że jest co najmniej krytycznie usposobiony do władzy radzieckiej, bo otwarcie tego nie mógł powiedzieć (dobrze znam rosyjski, więc swobodnie z nim rozmawiałem). W tej sytuacji, przechodząc do Politechniki uwalniałem się od zmory pracy w przemyśle uzbrojeniowym i mogłem się poświęcić kształceniu specjalistów – w jednej z najnowocześniejszych dziedzin i przyczynić się do jej rozwoju w Polsce.

Pierwsze lata pracy w PW

W 1953 r. po utworzeniu Wydziału Mechaniki Precyzyjnej zostałem kierownikiem Zakładu Budowy Drobnych Mechanizmów i Przyrządów Pokładowych, przekształconego w 1961 r. na Katedrę Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych, a po włączeniu w 1970 r. katedry do Instytutu Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych i Optycznych – Zespołu Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych.

Ponieważ w Zakładach A-1 nie chciano mnie zwolnić z pracy od początku roku akademickiego 1953/54 lecz zgodzono się na odejście z zakładów dopiero we wrześniu 1954 r., przez cały ten rok prowadziłem wykład tylko dla trzeciego roku studiów (bowiem oddział zaczęto organizować od naboru studentów po drugim roku studiów na innych wydziałach mechanicznych, a nawet uczelniach). Prowadziłem wykład z „Podstaw konstrukcji przyrządów precyzyjnych” w wymiarze kilku godzin tygodniowo, na które mnie zwalniano z Zakładu A1. Nie było to łatwe, bo wykłady musiałem opracowywać w godzinach popołudniowych i wieczornych, a na wykłady musiałem dojeżdżać do Politechniki na ul. Narbutta aż z ulicy Kałuszyńskiej na Pradze, gdzie mieściły się Zakłady A-1. Poza tym pierwszy semestr roku ak. 1953/54 był dla mnie bardzo ciężki, bo moją rodziną zainteresowało się UB (Urząd Bezpieczeństwa).

Mieszkaliśmy wtedy, żona Stanisława i trzyletnia córeczka Ela, w czteropokojowym mieszkaniu, w którym zajmowaliśmy 2 pokoje, trzeci zajmowała moja siostra Beata, architekt, a czwarty – rodzice. Na początku października 1953 r. w godzinach wieczornych przyszli funkcjonariusze bezpieczeństwa i zabrali moją siostrę, szperali w jej pokoju, który opieczętowali paskiem papieru, z naszego pokoju zabrali dwie maszyny do pisania, walizkową typu M – Meusterklasse i biurową Continental – cichopiszącą i po pobieżnej rewizji w naszych pokojach wzięli kilka numerów, które mieliśmy, czasopisma Iuventus Christiana. Było to czasopismo przedwojenne. Z tego zorientowaliśmy się, że chodzi o jakieś sprawy katolickie. Na wszelki przypadek poprosiliśmy, pracującą u nas nianię Józefę Sajur, o przechowanie, bardzo cennej dla nas książki. Był to pięknie oprawiony egzemplarz Pisma Świętego Nowego Testamentu – pamiątka z naszego ślubu, na którym były podpisy naszych bliskich. Oprócz tego

u różnych znajomych ulokowaliśmy kilka innych publikacji i maszynopisów o tematyce katolickiej.

O powodzie aresztowania Beaty dowiedzieliśmy się później od niej i od znajomych. Beata bez mojej wiedzy na mojej maszynie do pisania przepisała list prymasa Wyszyńskiego do Prezydenta Bieruta „Non possumus”, po którym, jak mi wiadomo, został on aresztowany. Beata przepisała również odezwę otrzymaną od jednej ze współpracownic. Odezwa wzywała społeczeństwo do protestu z powodu aresztowania prymasa Wyszyńskiego we wszystkie piątki, nie pamiętam o której godzinie miały stanąć tramwaje, miał ustać ruch na mieście i nie pamiętam, do jakich jeszcze akcji protestacyjnych wzywała. Kilka egzemplarzy tych maszynopisów Beata rozdała różnym osobom. Odezwa wzywała do jej przepisania i do rozdania jej innym. Beata była aktywną katoliczką, zajmowała się poza pracą (pracowała w urzędzie konserwacji zabytków), odbudową zniszczonych kościołów warszawskich. Starła się nie dopuścić, do ich rozbiórki. Sama mi mówiła, że jej nie udało się zapobiec rozbiórce murów spalonego kościoła kanoniczek na Placu Teatralnym. W związku z tym utrzymywała kontakt z kurią warszawską. Z Beatą, lub parę dni później, nie pamiętam tego dokładnie, zabrano mnie i Stachnę do Pałacu Mostowskich (siedziba UB), gdzie przesłuchiowano każdego z nas osobno. Przypominało mi się to samo z czasów wojny, gdy na Litwie, wtedy sowieckiej, w Szawlach, byłem „na doprosie” w NKWD. Tak samo wszystko zaczynało się wieczorem i trwało do późnej nocy. Wypytywano mnie, co wiem o piątkach, ale wtedy nic nie wiedziałem o tej ulotce, mówiącej o piątkach, którą przepisała Beata. Z Pałacu Mostowskich wypuszczono nas w godzinach rannych.

Ale na tym nie skończyło się. W dniu 19 listopada 1953 r. (pamiętam datę imienin naszej Eli) w godzinach wieczornych, ubecy znowu wtargnęli do naszego mieszkania. Było ich chyba pięciu, czy sześciu. Elutka była właśnie już w łóżeczku. Zachowywali się po chamsku i wzięli Stachnę do Pałacu Mostowskich. Mnie nie aresztowali, ale po kilku dniach przyjechali po mnie pod bramę fabryki i zawieźli do Pałacu Mostowskich. Dopytywali się już zupełnie o co innego, o to co robię w fabryce. Ponieważ pracowałem przy produkcji „S”, stawiali podchwytliwe pytania, abym zaczął mówić o tej produkcji. Ponieważ podpisywałem zobowiązanie w fabryce, o zachowaniu tajemnicy, gdy zapytali, jakie odbiorniki produkujemy, odpowiedziałem, że żadnych odbiorników nie wytwarzamy. Na szczęście to co produkowaliśmy, nie nosiło nazwy odbiorników. Dopiero potem zorientowałem się, że chodziło im o to, żebym udzielił informacji o tym, o czym byłem zobowiązany do zachowania tajemnicy, aby mnie potem szantażować. Uświadomiłem to sobie dopiero wtedy, gdy sekretarz organizacji partyjnej w fabryce inż. Zawadzki powiedział mi, że może mi pogratulować, że nic nie powiedziałem w UB o naszej produkcji specjalnej, że zostałem „sprawdzony”. Był więc poinformowany o tym, że mnie zabierano do UB. Nie wiem, dlaczego mi to powiedział, przecież byłem bezpartyjny i chyba wiedział o moich katolickich poglądach. A Beata i moja Stachna w dalszym ciągu siedziały w Pałacu Mostowskich. Stachnę wypuszczono chyba w lutym 1954 r., a więc przesiedziała tam prawie trzy miesiące. Zarzucano jej przechowywanie druków wrogich Polsce Ludowej. Beata wyszła dopiero w maju tego roku, wychudzona, wymęczona.

Dowiedzieliśmy się od nich, że z nimi było aresztowanych przeszło 100 osób, że szykowano proces „prymasówek”, ale podobno wtedy właśnie płk Światło, wyższy pracownik UB, który uciekł za granicę, zaczął obnażać prawdę o UB i o szykowanym procesie i to spowodowało ich zwolnienie.

Po tej dygresji po wracam do historii Katedry. Ponieważ nie rozporządzam notatkami, ani dokumentacją z pracy Katedry, nie jestem w stanie opisać rozwoju i pracy w ujęciu historycznym, lecz mogę przedstawić w jaki sposób były realizowane zadania, które stały przed Zakładem, potem (od 1961 r.) – Katedrą, a od 1971 r. – Instytutem Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych i Optycznych, a więc i przede mną.

Na Zakład, a później Katedrę, przydzielono w gmachu Wydziału Mechanicznego Technologicznego 2 pokoje jednomodułowe i jedną salę czteromodułową, o powierzchni łącznej około 110 m². W jednym pokoju mieścił się sekretariat i później miejsce pracy dla pracownika technicznego, w drugim miałem swój gabinet, w którym w miarę wzrostu liczby pracowników lokowało się także dwu asystentów: w dużej sali mniej niż jeden moduł wydzielono później na miniaturowy warsztat mechaniczny i lokowali się asystenci, a także laboratorium mechanizmów zegarowych. Ćwiczenia konstrukcyjne dla studentów prowadzono początkowo w audytoriach, gdzie wnoszono rysownice, później wybudowano w holu na III piętrze w gmachu Nowej Technologii prowizoryczną „klatkę” o powierzchni około 50 m², gdzie zorganizowano stanowiska kreślarskie i można było ulokować kilku asystentów. Pomimo to już wtedy warunki lokalowe Katedry były trudne.

Ale do prowadzenia zajęć konstrukcyjnych ważniejszy był dobór odpowiednich ludzi. Problem ten bardzo wnikliwie został przedstawiony przez prof. Layera w niemieckim czasopiśmie z lat sześćdziesiątych – „Konstruktion”, krytycznie opisujący nauczanie konstruowania na niemieckich wyższych uczelniach. Konstruowania uczą tam profesorowie i pracownicy nauki, którzy nigdy w życiu nic nie skonstruowali. Dzieje się to tak dlatego, że rozwój takiego pracownika nauki przebiega w sposób następujący: bezpośrednio po ukończeniu studiów młody inżynier zostaje asystentem i już wtedy bez żadnej praktyki konstrukcyjnej bierze udział w nauczaniu. Następnie wykonuje pracę doktorską polegającą na naukowym rozwiązywaniu problemu technicznego, o charakterze teoretycznym, albo opisującą wyniki badań zachowania się jakiegoś urządzenia lub bardzo często jego elementów, zaprojektowanego przez kogoś innego. Zostaje adiunktem. Dalej wykonuje prace badawcze o podobnym charakterze, których uwieńczeniem jest praca habilitacyjna, zostaje samodzielnym pracownikiem nauki, docentem, wreszcie profesorem. Chociaż sam nigdy nic nie skonstruował, uczy konstruowania, opierając się na wiadomościach książkowych i publikacjach. Nic dziwnego, że absolwent wyższej uczelni, kształcony przez takich „naukowców” nie jest przygotowany do konstruowania. Z tego powodu prace konstrukcyjne, wykonane przez studenta, prawie z reguły mają charakter odtwarzania istniejących konstrukcji z nieznacznymi zmianami. Prof. Layer twierdzi, że to jest istotnym powodem tego, że bardzo mała część konstrukcji niemieckich jest innowacyjna, i jest przekazywana jako licencje patentów do Stanów Zjednoczonych, podczas

gdy Niemcy zakupują ze Stanów Zjednoczonych wielokrotnie więcej licencji na patenty. Takie było zdanie prof. Layera o nauczaniu konstruowania.

Na temat przygotowania na wyższej uczelni młodych ludzi do konstruowania wiadano bardzo różne poglądy, niekiedy znacznie różniące się od siebie. Prof. Hansen z Ilmenau w swoim czasie lansował pogląd, że przez nauczanie opracowanej przez niego metody postępowania, każdy może rozwiązywać problemy konstrukcyjne (publikacja „Konstruktionssystematik”). Później jednak musiał od tego poglądu odstąpić. W Anglii natomiast dominował pogląd, że z wyższej uczelni należy wynieść wiadomości podstawowe, teoretyczne, niezbędne do działalności inżynierskiej. Umiejętności praktyczne, a więc i konstruowania powinien zdobyć podczas pracy w zakładzie przemysłowym. W tym celu nawet w niektórych zakładach przemysłowych organizowano kursy szkoleniowe. O ile wiem, później od tego odstąpiono, bo taki system przygotowania konstruktorów był bardzo nieekonomiczny, inżynier stawał się konstruktorem z dużym opóźnieniem.

Mój pogląd na ten problem był następujący: uczelnia może przygotować absolwenta do pracy konstrukcyjnej, ale ponieważ konstruowanie nie polega tylko na wykorzystaniu zasobów nabytych wiadomości, a jest sztuką, wymaga nie tylko wiedzy, ale i intuicji. Nie każdy, ale wielu absolwentów może być już początkującymi konstruktorami. Właśnie młody człowiek, nie zrutynizowany, może mieć zdolności twórcze, tak potrzebne przy konstruowaniu, bo konstruowanie jest w mniejszym lub większym stopniu tworzeniem nowego. Aby skutecznie nauczać konstruowania, trzeba mieć nie tylko niezbędną wiedzę teoretyczną, ale tak jak postuluje prof. Layer, mieć wdrożone konstrukcje, być konstruktorem. A jak było w organizowanej katedrze?

Czy mogłem ściągnąć współpracowników z przemysłu z doświadczeniem konstrukcyjnym na stanowiska asystentów, adiunktów? W historii naszego wydziału są tylko pojedyncze tego przykłady, gdy po uzyskaniu doktoratu, podczas pracy w przemyśle precyzyjnym lub elektronicznym, nasi absolwenci przechodzili do pracy na uczelni. Bo do pracy na naszym wydziale konieczne było doświadczenie w tej dziedzinie, mającej specyficzne cechy różniące ją od techniki budowy maszyn. Zdolny inżynier po kilku latach pracy w przemyśle miał zwykle już wyrobioną pozycję i dziwne byłoby, gdyby zdecydował się do rozpoczęcia od nowa kariery zawodowej na uczelni. Dlatego też było tylko kilku inżynierów z przemysłu, którzy współpracowali z Katedrą, pracując równocześnie w przemyśle. Byli to inż. Janusz Małecki i mgr inż. Edward Suchocki, współpracownicy z CBK-4, gdy tam kierowałem działem zegarowym (lata 1948 – 51), gdzie zajmowaliśmy się konstrukcją mechanizmów zegarowych i innych urządzeń typu zegarowego. Wtedy już pracowali w PIAP (Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów). Byli dobrymi specjalistami w tej dziedzinie, odpowiedzialnymi za swoją pracę. Cenię ich wkład w dydaktykę. Jednak większość asystentów rozpoczęła pracę bezpośrednio po studiach. Od 1956 r. byli to pierwsi moi absolwenci. Tylko kilku miało paroletnią pracę w przemyśle. Prowadzili oni zajęcia konstrukcyjne z podstaw konstrukcji na 3-cim i 4-tym semestrze studiów dla studentów całego wydziału, a przedtem Oddziału Mechaniki Precyzyjnej. Student wykonywał cztery projekty prostych urządzeń precyzyjnych, któ-

rych schematy działania, funkcje, jakie miały spełniać, były zadane i były takie same dla kilku studentów. Natomiast każdy student otrzymywał inne dane wejściowe, tak że u każdego projekt musiał być inny. Student musiał wykonać niezbędne obliczenia, ustalić na ich podstawie wymiary poszczególnych elementów, opracować rysunek zestawieniowy urządzenia i rysunki detali. Uczył się wykorzystywać znane rozwiązania konstrukcyjne elementów, zwłaszcza korzystać z norm, kształtować, podawać na rysunkach wskazówki niezbędne do wykonania (dobór materiału, pasowań, pokryć ochronnych, obróbki cieplnej, niektóre zabiegi technologiczne). A zatem student nabywał umiejętności z „rzemiosła” konstruktorskiego, umożliwiające w następnych latach studiów wykonywanie prac konstrukcyjnych przejściowych i dyplomowych.

Asystenci prowadzący te zajęcia, jak już wspomniałem, nie mieli praktyki konstrukcyjnej w przemyśle, ale miałem szczęście, że udało mi się dobrać zespół ludzi bardzo zdolnych, odpowiedzialnych. Dzięki temu, już w pierwszych latach istnienia zakładu mogli w zadowalający sposób zapoznawać studentów z podstawowymi umiejętnościami rzemiosła konstrukcyjnego. Z powodu braku praktyki przemysłowej chyba najtrudniej im było zwrócić uwagę wykonujących projekty na technologiczność konstrukcji. Pierwszym asystentem był inż. Andrzej Wierciak, absolwent Wydziału MEL. Miał bardzo cenną dla konstruktora cechę – krytyczny stosunek do swoich pomysłów konstrukcyjnych. Potem przyszli absolwenci naszego wydziału: Zdzisław Mrugalski, Jerzy Pawłowski, Andrzej Potyński, Waldemar Oleksiuk. Asystentem został także Ryszard Rawski, absolwent ówczesnego Wydziału Łączności. Chciał on zdobyć umiejętności z mechaniki precyzyjnej, gdyż uważał, że dobry elektronik musi być także mechanikiem precyzyjnym. W działalności Katedry jego udział był bardzo cenny, bowiem zaczęła ona już wcześniej, kiedy jeszcze nie było układów wielkiej integracji, a nawet układów TTL, zajmować się konstrukcją urządzeń wymagających połączenia mechaniki precyzyjnej, elektroniki i informatyki, co się później dopiero wykrystalizowało się w nowoczesną dziedzinę techniki nazwaną przez Japończyków mechatroniką.

Prowadzone wykłady

Od początku roku akademickiego 1953/54 rozpocząłem wykłady na Oddziale Mechaniki Precyzyjnej. Powracam do wykładu z Podstaw Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych. Spełniał on na Wydziale Mechaniki Precyzyjnej podobną rolę, jak wykład części maszyn na wydziałach mechanicznych, wprowadzał studentów w problematykę konstruowania mechanizmów precyzyjnych i drobnych, nie był przeglądem encyklopedycznym zespołów typowych mechanizmów precyzyjnych, lecz podawał wytyczne do ich konstruowania, w więc obliczania, kształtowania, uwzględniając także ich wzajemne powiązania. Przygotowanie wykładu po raz pierwszy pochłaniało bardzo dużo czasu, wymagało przestudiowania literatury, usystematyzowania wiadomości z własnego doświadczenia, niekiedy opracowania metod obliczeń, czy też zasad kształtowania. Zajmowało mi to bardzo dużo czasu (4 godziny, czasem więcej na jedną godzinę wykładu). W następnych latach starałem się tematykę wykładu ulepszać, zmieniać. Tematykę wykładu zapisywałem w formie hasłowej na maszynie do pisania.

Wykładu nie czytałem z opracowanego tekstu, lecz swobodnie mówiłem, posiłkując się jedynie tak sporządzonym zapisem. Dzięki temu wykład był komunikatywny, to była rozmowa ze słuchaczami. Od samego początku wykłady zacząłem sobie rejestrować magnetofonem, aby je później wysłuchać, ocenić sposób ich wygłaszania, zauważyć potknięcia i ulepszyć ich wygłaszanie. Mówiłem wolno, z pauzami, tak, aby umożliwić słuchaczom zanotowanie. W tym celu niektóre ważne sformułowania powtarzałem, ponieważ liczba słuchaczy zwykle przekraczała setkę. Początkowo wykładałem w dużym audytorium Wydziału Mechanicznego Technologicznego z ławkami umieszczonymi amfiteatralnie z podnoszonymi siedzeniami. Po przeniesieniu Wydziału do nowego gmachu mechaniki precyzyjnej wykłady odbywały się w podobnym amfiteatralnym audytorium 06. Niestety audytorium nie miało nagłośnienia. Było ono planowane w gmachu Wydziału MP, ale nie zostało to zrealizowane, chyba z powodów finansowych. A byle pieśniarek jazzowy rozporządza aparaturą nagłaśniającą! Dlatego naderwałem po szeregu latach struny głosowe i lekarz laryngolog stwierdził, że mam laryngitis chronica!

Od 1954 r. zacząłem prowadzić wykład „Mechanizmy zegarowe” i równocześnie przystąpiłem do opracowywania skryptu, który ukazał się w 1957 r. pod tytułem „Zegary i zegarki oraz urządzenia zegarowe elektromechaniczne”. W opracowywaniu skryptu pomagali mi wówczas st. asystent mgr inż. Zdzisław Mrugalski (m.in. wykonanie rysunków) oraz w mniejszym zakresie asystenci mgr inż. Andrzej Wierciak i mgr inż. Jerzy Madler. Wobec wyczerpania nakładu w 1960 r. ukazało się drugie wydanie skryptu – po wprowadzeniu do niego szeregu zmian i ulepszeń.

W latach sześćdziesiątych prowadziłem też wykład z „Maszyn biurowych”, potem przekształcony na wykład z „Mechanicznych urządzeń Informatyki”, i dalej w „Zespoły urządzeń informatyki”, odzwierciedlający szybki rozwój tej dziedziny techniki. Został też opracowany i wydany przez Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej skrypt „Mechaniczne urządzenia informatyki”.

Od roku 1965 do 1987 prowadziłem wykłady z „Metodyki konstruowania przyrządów precyzyjnych” omawiający w szerokim zakresie problematykę konstruowania z uwzględnieniem specyficznych cech konstruowania przyrządów precyzyjnych. Obecnie treść wykładów została zebrana i opracowana w formie skryptu „Metodyka konstruowania urządzeń precyzyjnych”.

Prace konstrukcyjne dla przemysłu.

Prawie od początku swego istnienia Zakład, a potem Katedra podejmowała się wykonywania konstrukcyjnych prac dla przemysłu. W Katedrze powstawały zespoły pracowników, które podejmowały się wykonania poszczególnych prac. Każdą kierował prowadzący konstruktor. Opracowaniem zespołów konstrukcyjnych większych konstrukcji powierzano poszczególnym pracownikom zespołu konstruktorskiego. A więc praca była zorganizowana tak jak w biurach konstrukcyjnych przemysłowych. Prawie wszystkie prace były do końca reali-

zowane. Dzięki temu asystenci w Katedrze nabywali praktykę konstruktorską, tak potrzebną do nauczania konstrukcji i mogli przy tym dodatkowo zarobić. Z tych też względów starałem się, aby wszyscy pracownicy katedry brali udział w zleconych pracach konstrukcyjnych. Starałem się, żeby prowadzone prace były trudne, wymagające wysokich kwalifikacji konstruktorów i zmuszające do ich podwyższania. Najważniejszym osiągnięciem katedry są szybkie czytniki taśmy dziurkowanej CT-1001 i szybkie dziurkarki D-102. Kiedy zaczynaliśmy ich konstruowanie prof. Trebert wyraził pogląd, że przedsięwzięcie jest ryzykowne, bo nie mamy w tej dziedzinie żadnego doświadczenia, że konstrukcją szybkich czytników i dziurkarek zajmuje się tylko kilka przodujących firm światowych. My zaczęliśmy od czytnika, który był skopiowaniem konstrukcji firmy angielskiej Ferranti o szybkości czytania 300 znaków na sekundę, ale potem przeszliśmy na własne rozwiązanie konstrukcyjne i opracowaliśmy czytnik CT-1000 o szybkości czytania 1000 znaków na sekundę, który miał jednak wady. Przekonstruowaliśmy go na model CT-1001, który wszedł do produkcji. Podobnie było z kolejnymi konstrukcjami dziurkarek D-100, potem D-101 i wreszcie D-102 o szybkości dziurkowania 100 znaków na sekundę.

Zaprojektowane w katedrze czytniki i dziurkarki dorównywały wytwarzanym przez firmy światowe. Pierwsze prace nad czytnikami były zlecone przez Instytut Maszyn Matematycznych, potem miały je produkować Zakłady im. Waltera w Radomiu. Wykonaliśmy przy ich współpracy u siebie w Katedrze kilka egzemplarzy czytników, potem dziurkarek. Prace te realizowane były w zorganizowanym warsztacie mechanicznym, do którego udało mi się ściągnąć z PZO dwóch pierwszorzędnych fachowców (panowie J. Tkaczyk i A. Włodek). Serie produkcyjne zostały uruchomione w Zakładach Mechaniki Precyzyjnej Błonie, gdzie, o ile sobie przypominam, wyprodukowano 3500 zestawów czytników CT-1001 i dziurkarek D-102, których znaczna część poszła na eksport. Na rozwiązania konstrukcyjne czytnika i dziurkarki uzyskaliśmy 6 patentów polskich. Ale ponieważ były one eksportowane, ze strony producenta ZMP Błonie wysunięto żądanie zgłoszenia do opatentowania także za granicą i to w wielu krajach.

Uruchomienie produkcji seryjnej czytników i dziurkarek było poważnym osiągnięciem Katedry i jej zespołu konstruktorskiego, ale wymagało pokonania wielu trudności i przeszkód oraz wytrwałej i systematycznej pracy przez 5 lat. Przeszkody i trudności były dwóch rodzajów: jedne trudności pochodziły od zespołu konstruktorskiego, drugie były zewnętrzne – w przemyśle uruchamiającym produkcję. Pierwsze, to brak doświadczenia zespołu konstruktorskiego, który rozpoczynał pracę nad tym tematem, że tak powiem od zera. Znacznie lepiej bowiem przebiega opracowanie konstrukcji w zespole, który ma już osiągnięcia w tej samej dziedzinie. Z tego powodu pierwsze wykonania czytnika CT-1000 i dziurkarki DZ-100 ulepszonej DZ-101 nie weszły do produkcji i po wprowadzeniu koniecznych zmian do konstrukcji celem usunięcia ich wad przybrały postać czytnika CT-1001 i DZ-102, które bardzo dobrze spisywały się w eksploatacji i dorównywały modelom przodujących firm światowych.

Modelowe pierwsze czytniki CT-1000 zostały wykonane w Zakładach Metalowych w Radomiu, a modele wszystkich pozostałych czytników i dziurkarek – w warsztacie Kate-

dry, a tylko niektóre części były wykonywane w innych zakładach. Badania modeli także wykonywano w Katedrze. Dzięki temu konstruktorzy mogli szybko zapoznać się z popełnionymi błędami i je usunąć. Przytoczę dwa przykłady usunięcia usterek konstrukcyjnych.

W pierwszych czytnikach zostały zastosowane w układach elektronicznych tranzystory germanowe. Było także konieczne użycie rezystorów dużej mocy, wydzielających dużo ciepła. Silnik napędzający rolki napędowe miał kiepską sprawność, jak większość małych silników i mocno się grzał. Ponieważ elementy germanowe są bardzo czułe na podwyższone temperatury i już w temperaturze powyżej 40°C bardzo zmieniają swoje charakterystyki, a mechanizm czytnika i układ elektroniczny są zamknięte w obudowie, konieczne było zastosowanie wydmuchiwania ciepłego powietrza z obudowy. Zastosowano wentylator skrzydełkowy, umieszczony na wałku silnika, napędzającego rolki przesuwające taśmę, który miał wydmuchiwać powietrze przez ażur obudowy. Okazało się, że wentylator nie spełnia swego zadania i temperatura wewnątrz czytnika wzrasta o ponad 20°C . Przy tranzystorach germanowych było to niedopuszczalne. Zastosowanie w odpowiednim miejscu otworów do dopływu powietrza chłodzącego i pierścienia blaszanego wokół skrzydeł wentylatora, kierującego strugę powietrza wzdłuż osi wentylatora, spowodowało, że temperatura powietrza przy wylocie z wentylatora była wyższa od temperatury wlotowej tylko o 2°C . Rozważano wariant zastosowania wentylatora promieniowego z dyfuzorem, ale okazało się to zbyt trudne.

Drugi przykład dotyczy dziurkarki. W układzie dziurkującym dziurkarki zastosowano 8 wsuwek, wyróżniających stemple dziurkujące, napędzane za pomocą elektromagnesów wyróżniających. Były to lekkie pręciki z zakończeniami i przekroju prostokątnym rzędu 5 mm i długości około 40 mm. Wykonywały one nie więcej niż 100 ruchów zwrotnych na sekundę. Rzeczywista częstotliwość była zmienna, zależna od rozłożenia dziurek w znaku pisma i kolejności występowania znaków, ale dla niektórych wsuwek mogła być bliska tej wartości maksymalnej. Wsuwki nie były obciążone żadnymi siłami oprócz wywołanych ich bezwładnością. Pomimo to wsuwki zaczęły po krótkim czasie pracy pękać. Okazało się, że pękanie ma charakter zmęczeniowy i jest spowodowane bardzo dużymi przyspieszeniami występującymi podczas zmiany kierunku ruchu wsuwki, który ma charakter uderzeniowy. Oceniam, że wtedy powstawały przyspieszenia ponad 100 g. Zetknąłem się już kiedyś z podobnym przypadkiem, kiedy pazur wyciągu łuski ręcznego karabinu maszynowego pracował uderzeniowo. Początkowe próby uczynienia go „mocniejszym” przez pogrubienie zwiększały skłonność do pęknięcia i oczywiście były błędne. „Rozciągnięcie” uderzenia na dłuższą drogę przez uczynienie go bardziej elastycznym, a więc przez pocienienie i dzięki temu przez zmniejszenie siły uderzenia zlikwidowało pękanie. Tak też postąpiono i z mechanizmem wyróżniania dziurkarek.

Ale były także i przeszkody zewnętrzne, spowodowane strukturą przemysłu i kierowanego centralnie z planem narzucanym przez ministerstwo. Gdy już modelowe egzemplarze czytników i dziurkarek przeszły pomyślne próby, ministerstwo zdecydowało, że mają je produkować Zakłady Mechaniki Precyzyjnej w Błoniu, ale dopuszczenie do produkcji musi być dokonane przez komisję powołaną przez ministerstwo do opiniowania produkcji urządzeń

elektronicznych. Na posiedzenie komisji jako zainteresowani byłem zaproszony ja i przedstawiciel dyrekcji Zakładów w Błoniu. Wrogiem dopuszczenia do produkcji, atakującym celowość dopuszczenia okazał się przedstawiciel dyrekcji zakładu w Błoniu, a popierał go, nie pamiętam jak nazywający się inżynier z Zakładów Radiowych w Zegrzu. Potem dowiedziałem się, dlaczego oni występowali przeciw uruchomieniu tej produkcji: Bo Zakładom w Błoniu ministerstwo narzuciło termin – wstawienie do planu uruchomienie produkcji czytników i dziurkarek do końca tego roku, co było oczywiście niewykonalne, a za niewykonanie planu groziło pozbawienie kierownictwa zakładu w Błoniu premii, natomiast przedstawiciel zakładu w Zegrzu był konstruktorem nieudanego czytnika taśmy perforowanej. Nie pamiętam, w jaki sposób udało mi się przekonać komisję, że orzekła dopuszczenie do produkcji. Ale dyrekcja Zakładów w Błoniu była przeciwna. Na szczęście pracownicy zakładu doświadczalnego w Błoniu, który miał się zająć uruchomieniem produkcji, podeszli z sercem do zadania (inż. S. Stopiński i inż. J. Rossian), a jak wiadomo, od opracowania konstrukcji i wykonania modeli do uruchomienia seryjnej produkcji wiedzie ciernista droga i od tych, którzy wdrażają do produkcji zależy udanie się wdrożenia. Wdrażający są współuczestnikami udanej konstrukcji i Katedra bardzo dużo im zawdzięcza.

W 1966 r. konstrukcja czytnika została wyróżniona nagrodą „Mistrz Techniki” trzeciego stopnia, a w dwa lata później – dziurkarki – nagrodą drugiego stopnia. Wystąpiliśmy o nagrodę państwową dla zespołu konstruktorskiego dziurkarki, uzyskaliśmy wszystkie opinie pozytywne, ale Zakład w Błoniu stwierdził, że jeszcze produkcja nie jest w pełni uruchomiona, co było nieprawdziwe, ale mogło być umotywowane tym, że podczas produkcji występują trudności. Ale proszę wskazać produkcję bez trudności, a nawet konieczności zmian konstrukcji, z reguły musi być wyznaczony konstruktor odpowiedzialny za zmiany konstrukcyjne wyrobu. Popelniliśmy błąd, podając we wniosku o nagrodę konstruktorów z Katedry i kolegów z zakładu doświadczalnego, którzy rzeczywiście brali udział w konstruowaniu i uruchamianiu produkcji, a w swojej naiwności zapomnieliśmy o dyrekcji Zakładu!

Prowadzenie prac dyplomowych.

Jako bardzo ważne zadanie Katedry i moje traktowałem prowadzenie konstrukcyjnych prac przejściowych i dyplomowych. Początkowo, gdy było mniej studentów, prowadziłem jedno i drugie, a potem ograniczyłem się do prac dyplomowych. Starałem się, aby tematy prac dyplomowych były związane z zakładami przemysłowymi i dotyczyły rozwiązywania zagadnień przyszłościowych, potrzebnych tym zakładom. Jeśli konstruktorami w tych zakładach byli nasi absolwenci, starałem się ich pozyskać, jako konsultantów tych prac, ze strony zakładu przemysłowego. Dzięki temu dyplomant wykonywał pracę nie jako ćwiczenie dydaktyczne, oderwane od życia, lecz miał świadomość, że to jest rozwiązywanie problemu potrzebnego dla zakładu przemysłowego, tak jakby był pracownikiem tego zakładu, odpowiedzialnym za dobre jego rozwiązanie. A moja rola prowadzącego pracę dyplomową była podobna do funkcji konstruktora wiodącego zespół konstruktorów, z tym, że starałem się zostawiać jak najwięcej samodzielności i inicjatywy twórczej wykonującemu pracę. Traktowałem go jako

samodzielnego współpracownika. Nie narzucałem swoich rozwiązań i pomysłów, lecz je dyskutowaliśmy.

W ciągu pracy w Katedrze, a potem w Instytucie, prowadziłem osobiście 117 prac dyplomowych. Do 1972 r. ja i moi współpracownicy prowadzili 527 prac przejściowych i 183 dyplomowe (o późniejszych latach nie mam danych). Miałem szczęście, że dyplomanci byli to ludzie zdolni, po za nielicznymi wyjątkami. Temat pracy dyplomowej dyplomant otrzymywał przed przerwą wakacyjną. Starłem się, ażeby dyplomant odbył praktykę wakacyjną w zakładzie, dla którego wykonywał pracę, ażeby zapoznał się z zakładem, a zwłaszcza z jego możliwościami technologicznymi. Od września rozpoczynały się cotygodniowe konsultacje z prowadzącym pracę, trwające do egzaminu dyplomowego, którego termin zwykle był kilkakrotnie zmieniany, ale przypadał zwykle w końcu pierwszego kwartału semestru letniego. A zatem widziałem się z dyplomantem około 25 razy, kiedy przedstawiał mi, co wykonał w ciągu ostatniego tygodnia i kiedy dyskutowaliśmy problemy nasuwające się podczas wykonywania pracy. Taki był idealny przebieg pracy, bo często studenci przeciągali wykonywanie pracy i egzamin dyplomowy odbywał się wtedy w semestrze zimowym następnego roku. W pewnych okresach stało się to niemal regułą. Wtedy zdarzało się, że student rozpoczynał wykonywanie pracy pod koniec semestru zimowego, a nawet na początku letniego. Pomimo to mile wspominam współpracę z dyplomantami.

Rozwiązania konstrukcyjne z czterech prac dyplomowych zostały zgłoszone do opatentowania i udało się uzyskać na nie polskie patenty. Pokróćce opiszę te patenty. Dyplomantowi Adamowi Węglińskiemu dałem temat pracy dyplomowej „Konstrukcja wysokoobrotowej prostnicy dentystycznej”. Dyplomant miał pracować w Zakładach „Famed” w Milanówku. Zakład produkował prostnice dentystyczne typowe o prędkości obrotowej około 4000 obrotów na minutę. Były to prostnice wolnoobrotowe, od dawna stosowane w stomatologii. Ale właśnie wtedy zakład przeszedł na produkcję prostnic szybkoobrotowych o prędkości obrotowej, o ile sobie przypominam, około 18 000 obrotów na minutę, mające w stomatologii nowe możliwości (wiertła ze spieków). Za granicą takie prostnice zaczęto coraz szerzej stosować. W prostnicach szybkoobrotowych zastosowano niezmienny mechanizm napędu i zaciskania wiertła z prostnic wolnoobrotowych. Ten mechanizm do zaciskania wiertła stosował dźwignię z szeregiem nacięć na jednym ramieniu, zwaną z tego powodu maglownicą i miał masy niesymetryczne względem osi obrotu. Przy małej szybkości obrotowej wywoływało to nieznaczne drgania prostnicy. Natomiast przy szybkości 18 000 obr/min drgania były bardzo duże. Zaproponowałem dyplomantowi takie przekonstruowanie mechanizmu zacisku i napędu wiertła, aby miał idealnie symetryczny układ mas i był całkowicie wyważony statycznie i dynamicznie, przy różnych stopniach zacisku wiertła. Dyplomantowi udało się całkowicie to zrealizować, a rozwiązanie zostało opatentowane (patent polski nr 90536 – Mechanizm zacisku prostnicy dentystycznej). Poszedł on potem do pracy w „Famedzie” i spodziewałem się, że dzięki temu uda się przeforsować tam wykonanie takiej prostnicy. Nakład finansowy byłby nieduży, bo w modelu, szybkoobrotowym, który zgłosiliśmy do opatentowania, zastosowano mechanizm napędu wiertła z kilkoma częściami z prostnicy wolnoobrotowej, a osłona

była niezmieniona. Wykonanie takiego modelu spotkało się z poparciem głównego technologa zakładu, ale jak mi mówił dyplomant, wtedy już inżynier, zostało storpedowane przez głównego inżyniera zakładu. Zamiast tego zastosowano tam inne rozwiązanie, wzorowane na rozwiązaniu zagranicznym, moim zdaniem, gorsze od naszego. Nie wiem, czy nie odegrało tu decydującej roli to, że opatentowaliśmy nasze rozwiązanie, a z podobnymi przypadkami miałem do czynienia już kilka razy: zakłady były wrogo nastawione do patentów z poza zakładu, bo wtedy wynagrodzenie za patent otrzymywali ludzie obcy, a nie ze swego zakładu.

Pani Stanisława Stecińska wykonywała pracę dyplomową na temat automatycznego zakładania taśmy w taśmowych pamięciach magnetycznych, które już wtedy wprowadziło kilka przodujących firm zagranicznych. U nas dotychczas zakładanie odbywało się całkowicie ręcznie przez obsługującego. Zakładał on szpulę z taśmą na prawy wałek pamięci, ręcznie koniec taśmy przeciągał ku lewej, obracającej się szpuli i zręcznym ruchem zarzucał go na tę szpulę, która powinna była uchwycić ten koniec, przyssać go do swojej piasty (w której było podciśnienie) i zacząć nawijać taśmę. Zależało to od zręczności zakładającego. Gdy założenie nie udało się, często koniec taśmy ulegał zniszczeniu. Po kilkakrotnym takim nieudanym zabiegu kończył się „nie zapisany” koniec taśmy, uszkodzeniu ulegał zapis na taśmie, co mogło spowodować wielkie straty związane z utraconym zapisem. Dlatego tematem był zainteresowany producent pamięci taśmowych i dodatkowym konsultantem pani Stecińskiej został wówczas pracownik Meramatu produkującego pamięci taśmowe, nasz absolwent mgr inż. Ostrowski. Zadanie było trudne, np. rozwiązanie tego problemu przez firmę amerykańską IBM wymagało zastosowania pięciowarstwowej płytki drukowanej układu elektronicznego, sterującego zakładaniem taśmy. Naszej dyplomantce, przy naszej (mojej i inż. Ostrowskiego) pomocy, tak udało się przekonstruować pamięć, że stało się możliwe automatyczne zakładanie taśmy, przy czym rozwiązanie było stosunkowo proste. Zostało ono opatentowane (patent polski nr 93458 – Pamięć taśmowa magnetyczna z automatycznym zakładaniem taśmy).

W pracy dotyczącej ulepszonych rozwiązań kasety taśmy magnetycznej stosowanej do zapisu cyfrowego, a więc wykluczającego przekłamanie, które są dopuszczalne w kasetach do rejestracji dźwięku, którą wykonywał dyplomant Jan Malec, przekłamanie mogą powstawać z powodu przesuwania się osiowego rolek prowadzących taśmę, ułożyskowanych na nieruchomych walcowych osiach. To powoduje przy pracy start-stopowej przesuwanie się poprzeczne nawijanej taśmy, taśma nawija się z uskokami. Aby tego uniknąć zastosowano konstrukcję rolek prowadzących taśmę i ich ułożyskowania, uniemożliwiającą przesuwanie się osiowe rolki prowadzącej, a równocześnie nie powiększającej, a nawet zmniejszającej opory jej ruchu, którą opatentowaliśmy (patent nr 119250 – Rolka w obudowie kasety, prowadząca taśmę magnetyczną). Pertraktowaliśmy z wytwórnią kaset. Uznali zasadność naszego wynalazku, ale nie chcieli go stosować, bo wymagałoby to wykonania kosztownych form ścianek kaset, do odlewu wtryskowego. Dotychczas produkowane kasety do zapisu fonicznego, pomimo zdarzających się przekłamań przy zapisie cyfrowym znajdowały nabywców, którzy nie mieli do nabycia lepszych kaset.

Wreszcie w pracy dyplomowej Bogusława Zygało i Tadeusza Lewko (wyjątkowo pracę dyplomową wykonywało dwóch dyplomantów ze względu na bardzo duży jej zakres), opatentowano głowicę drukującą do zapisu mozaikowego (patent polski nr 83761 – Głowica drukująca do zapisu mozaikowego znaków alfanumerycznych), znacznie prostszą od dotychczas stosowanych w kalkulatorach wytwórni na Śląsku.

Przy wykonywaniu konstrukcyjnych prac dyplomowych z dziedziny mechatroniki starałem się wykazać, że dobre konstruowanie jest zawsze tworzeniem czegoś nowego. Żądałem od dyplomanta wnikliwej analizy istniejących rozwiązań konstrukcyjnych i przedstawienia swoich, lepszych, zrealizowanych w pracy dyplomowej i być może mających taki stopień nowości, że nadających się do opatentowania. W tym celu prowadziłem przez szereg lat wykład omawiający problematykę patentową. Podkreślałem znaczenie ekonomiczne problematyki patentowej, przytaczając przykłady niektórych przodujących firm niemieckich z dziedziny precyzyjnej, w których niekiedy kilkadziesiąt procent zysku pochodziło z eksploatacji patentów.

Doktoraty w Katedrze.

Pierwszym doktorem w Katedrze byłem ja sam, bo organizując Zakład, potem przekształcony w Katedrę, miałem dużą praktykę w przemyśle, ale pracą naukową nie zajmowałem się. Pracę doktorską wykonałem z dziedziny ząbów drobnomodułowych na Wydz. Mechanicznym Technologicznym. Moim promotorem był prof. J. Obalski, wybitny specjalista metrolog, ale nie obeznany z już utrwalonym szablonem redakcji prac doktorskich. Z tego powodu moja praca formalnie odbiegała od tego szablonu. Nie pamiętam, z jakiego powodu moją pracą zainteresowali się niektórzy panowie z Wojskowej Akademii Technicznej (pod przewodnictwem prof. S. Zięby). Byli oni krytycznie nastawieni do naszego Oddziału Mechaniki Precyzyjnej. Panowie z WAT przyszli na obronę mojej pracy i jeden z nich zaatakował mnie, starając się wykazać błędy w pracy. Na szczęście miał bardzo słabe rozeznanie w problematyce, której dotyczyła moja praca, był w niektórych zagadnieniach z nią związanych, śmiem powiedzieć, ignorantem. W odpowiedzi na jego zarzuty wykazałem, że są one nieuzasadnione, a niektóre błędne. W odpowiedzi na to oponenci demonstracyjnie opuścili salę Rady Wydziału MT, w której odbywała się obrona, a praca została przyjęta przez Radę. Taki przebieg obrony prac doktorskich rzadko się zdarza. Obroniłem pracę w 1961 roku.

Moim pierwszym doktorantem był mgr inż. Zdzisław Mrugalski, który obronił pracę w 1964 roku. Potem byłem promotorem prac mgr inż. Andrzeja Wierciaka, mgr inż. Waldemara Oleksiuka, mgr inż. Jerzego Pawłowskiego, mgr inż. Andrzeja Potyńskiego – asystentów Katedry. Pod moim kierownictwem obroniono w sumie 18 prac doktorskich. Doktorantami w znacznej części byli pracownicy Katedry, a kilku z innych spoza warszawskich uczelni, między innymi mgr inż. R. Magier z Politechniki Szczecińskiej, a także mgr inż. N. Ignatow z Politechniki w Sofii. Spośród promowanych przeze mnie doktorów habilitowali się na naszym wydziale obecnie profesorowie: prof. dr hab. inż. Zdzisław Mrugalski i prof. dr hab.

inż. Waldemar Oleksiuk. Ostatnio habilitował się adiunkt dawnej Katedry, obecnie dr hab. inż. Zygmunt Rymuza. Wykonywał on pracę doktorską w naszej Katedrze, ale pracę habilitacyjną bronił na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa.

Publikacje książkowe związane z wykładanymi przedmiotami

Powracam do wykładu z Podstaw Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych. Oprócz wykładu z Podstaw Konstrukcji Przyrządów Precyzyjnych opracowałem i zorganizowałem z tego przedmiotu ćwiczenia konstrukcyjne. Wreszcie w 1955 r. rozpocząłem opracowywanie podręcznika pod roboczym tytułem „Elementy konstrukcyjne mechanizmów drobnych i precyzyjnych”, którego pierwsze wydanie nakładem WNT ukazało się w 1961 r. pod tytułem „Drobne mechanizmy i przyrządy precyzyjne – podstawy konstrukcji”. Ukończyłem jego opracowanie w 1959 r., a więc po 4 latach. Zajęło mi ono około 3000 godzin, (notowałem systematycznie zużyty czas). W bibliografii powołuję się na przeszło 400 pozycji niemieckich, angielskich, rosyjskich i nielicznych polskich. Książka ma 469 stron druku. Jest to pierwsza w skali światowej monografia na poziomie inżynierskim, uniwersyteckim z podstaw konstrukcji przyrządów precyzyjnych. Pionierska w tej dziedzinie książka niemieckich autorów Richter i von Voss „Bauelemente der Feinmechanik”, której pierwsze wydanie ukazało się w 1928 r. i potem było wielokrotnie wznawiane i uzupełniane, omawiało rozwiązania konstrukcyjne na niższym poziomie technika praktyka.

Podręcznik „Drobne mechanizmy i przyrządy precyzyjne – podstawy konstrukcji” jest przeznaczony dla konstruktorów z wyższym wykształceniem technicznym, nie jest przeglądem encyklopedycznym rozwiązań konstrukcyjnych, lecz ma wprowadzić czytelnika w racjonalne metody konstruowania drobnych mechanizmów i przyrządów precyzyjnych, oparte na dociekaniach teoretycznych i na badaniach doświadczalnych. Ponieważ przy produkcji, zwłaszcza wielkoseryjnej i masowej tych mechanizmów bardzo ważną rolę odgrywa technologiczność konstrukcji, zwrócono na nią szczególną uwagę. Poruszono także sprawy tolerancji wykonania, występowania luzów oraz błędów działania i możliwość ich korygowania czy kasowania przez odpowiednią konstrukcję. Chociaż ze względów metodycznych zasady konstruowania uszeregowano według elementów konstrukcyjnych, których one dotyczą, ponieważ te elementy nigdy nie występują oddzielnie, lecz stanowią część harmonijnej całości, omawiając zasady konstruowania elementów podkreślono ich wzajemne związki i omówiono podstawowe zagadnienia, wynikające z wymagań stawianych przyrządowi jako całości. Nie jest to zatem podręcznik elementów konstrukcyjnych, lecz podstaw konstrukcji. Ze względu na to, że pierwsze wydanie zostało bardzo szybko wyczerpane, co świadczy o jego potrzebie, w 1963 r. opracowałem poprawki do drugiego wydania, które ukazało się w 1964 roku.

Pod koniec 1963 r. zaproponowano mi wydanie „Drobnych mechanizmów i przyrządów precyzyjnych” w języku angielskim. W lutym 1964 r. rozpocząłem opracowanie tekstu polskiego do tego wydania. Zajęło mi to półtora roku. Oddałem wykończony tekst w lipcu 1965 r. do Wydawnictw Naukowo-Technicznych, które podjęły się go wydać w koprodukcji z Wy-

dawnictwem Pergamon Press w Oxfordzie. Jest to wydawnictwo o charakterze światowym, mające filie w USA, Kanadzie, Australii, Niemczech. Opracowanie wymagało dużego nakładu pracy, należało je uzupełnić nowymi osiągnięciami i dostosować do czytelnika angielskiego, w szczególności zmienić wszystkie oznaczenia we wzorach matematycznych, bowiem w Anglii stosuje się inne oznaczenia literowe, niż na kontynencie europejskim, a powołanie się na normy polskie (PN) zastąpić normami brytyjskimi. Tłumaczenie na język angielski wykonał do początku 1966 r. mgr inż. Andrzej Voellnagel, musiałem mu pomagać w terminologii specjalistycznej angielskiej, którą lepiej znałem z angielskiej literatury technicznej. Tłumaczenie było wydane w dobrej angielszczyźnie, co potwierdzono w recenzji w prasie technicznej angielskiej (*Machinery and Production Engineering* nr 6/1971). Niestety tekst angielski, wysłany celem weryfikacji do Pergamon Press, przeleżał u recenzenta angielskiego, o ile sobie przypominam z powodu jego wyjazdu za granicę od stycznia 1966 do listopada 1968 r., a więc prawie 3 lata. Recenzent zaproponował tylko nieliczne zmiany. Z powodu tego opóźnienia musiałem wprowadzić do tekstu szereg poprawek spowodowany postępem techniki i wreszcie na początku 1971 roku ukazało się angielskie wydanie „*Fine Mechanism and Precision Instruments. Principles of design*”. Na rynek polski wydawca skierował tylko kilkaset egzemplarzy. Kilka tysięcy (ile nie wiem, to jest tajemnicą firmową) przeznaczono oczywiście dla Wielkiej Brytanii, a także Europy Zachodniej, Ameryki i krajów *Commonwealths'u*. Recenzje (o których wiem), ukazały się w Anglii (*Machinery and Production Engineering* nr 6/71), w Niemczech (*VDI Zeitschrift* nr 16/1971, opracowaną przez prof. Stabe), na Węgrzech w *Meres es Automatika*. Na jednej z konferencji międzynarodowych poświęconych nauczaniu konstruowania w zakresie mechaniki precyzyjnej, w której brali udział profesoria i wykładowcy z tej dziedziny, w rozmowach kularowych dowiedziałem się, że „*Fine mechanism and Precisions Instruments*” jest stosowana jako podręcznik uniwersytecki: m.in. w Szkocji i w Finlandii (informacja od prof. Tatuleinonena z Politechniki w Uolu). Ale to jeszcze nie koniec losów mej książki.

W 1973 r. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, wobec dawno już wyczerpanego jej drugiego wydania, zaproponowały mi opracowanie trzeciego wydania polskiego. Oddałem opracowanie w kwietniu 1976 r., a więc zajęło mi to 3 lata. Trzecie wydanie ukazało się w 1978 r.. Z powodu upływu 16 lat od drugiego wydania, do trzeciego wydania przeszło 25% treści musiałem opracować na nowo, a w części niezmienionej wprowadziłem dużo poprawek. Rozdział X o ząbieniach opracował, wprowadzając duże zmiany, doc. dr inż. Zdzisław Mrugalski, a ja przepracowałem resztę rozdziałów. WNT żądało nie powiększania objętości, z tego powodu nowo opracowane fragmenty zastępowały inne, nieaktualne. Ponieważ jednak wprowadziłem dwa nowe rozdziały XIV i XV, całkowita objętość powiększyła się do 536 stron.

W 1962 r. rozpocząłem opracowanie materiałów pomocniczych do projektowania. Miały one posłużyć studentom przy wykonywaniu ćwiczeń konstrukcyjnych z „*Podstaw konstrukcji przyrządów precyzyjnych*” i miały je wydać Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej. Miała to być praca zbiorowa opracowana przez 9 autorów (w tym 8 pracowników Kate-

dry. W 1965 r., kiedy jeszcze materiały nie były ostatecznie opracowane, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne podjęły się wydania ich w poszerzonej formie jako „Poradnik konstruktora przyrządów precyzyjnych i drobnych”. Zespół z tego powodu został poszerzony do liczby 13 osób (z Katedry: mgr inż. J. Biedrzycki, mgr inż. J. Ekner, mgr inż. A. Głowacki, mgr inż. S. Matuszewicz, dr inż. Z. Mrugalski, dr inż. W. Oleksiuk, mgr inż. A. Potyński, mgr inż. Cz. Różycka, prof. dr inż. W. Tryliński – redakcja i rozdz. III, dr inż. A. Wierciak oraz współpracujący z Katedrą: mgr inż. Z. Kulesza, mgr inż. J. Pasiński i mgr inż. S. Stępień). Opracowanie poradnika przedłużyło się o trzy lata i został on wydany w 1970 r. (II wydanie – w 1971 r.). Poradnik omawia w bardzo szerokim zakresie problematykę konstruowania oraz kształtowanie i obliczanie elementów, obejmuje dane liczbowe z norm, podaje informacje o pasowaniach, analizie wymiarowej, materiałach konstrukcyjnych, pomocniczych i pokryciach, o technologiczności konstrukcji części kształtowanych bezwórowo, o połączeniach (klejonych, lutowanych, zgrzewanych, nitowych, kołkowych, wtlaczanych, gwintowych), osiach, wałkach, sprzęgach, hamulcach, zatraskach, mechanizmach zatrzymujących, łożyskowaniach (m.in. stosowanych w mechanice precyzyjnej: nakrywkowych, kielkowych, nożowych i miniaturowych tocznych), o elementach sprężystych (różnego rodzaju sprężyny, termobimetal), o przekładniach zębatych drobnomodulowych i obliczaniu ich niedokładności, o elementach ciśnieniowych hydraulicznych pneumatycznych, o elementach techniki próżniowej, o konstrukcji przyrządów elektrycznych i elektronicznych (podzespoły elektromechaniczne, połączenia elektryczne, obwody drukowane, upakowanie układów elektronicznych).

W 1986 r. rozpoczęto opracowanie nowego poradnika (10 autorów z Wydziału Mechaniki Precyzyjnej i 3 spoza Wydziału) pod tytułem: „Poradnik inżyniera. Konstrukcja przyrządów i urządzeń precyzyjnych”, który w 1990 r. został oddany do druku do WNT, ale nie ukazał się z powodu trudności wydawniczych²⁾.

Wreszcie wspomnę ostatnie wydawnictwo książkowe dotyczące podstaw konstrukcji przyrządów precyzyjnych. Wydawnictwo międzynarodowe anglojęzyczne John Wiley & Sons zwróciło się do mnie o opracowanie do przygotowywanego podręcznika „Handbook Measurement Science” (wydrukowany w 1983 r.), do jego drugiego tomu „Practical Fundamentals” rozdziału omawiającego stronę mechaniczną przyrządów pomiarowych. Później dowiedziałem się, że wydawnictwu zaproponował opracowanie przeze mnie tego rozdziału prof. L. Finkelstein z Departament of Physics the City University London. Znał on moją książkę „Fine Mechanism and Precisin Instruments” i mnie jako liczącego się specjalistę w tej dziedzinie i był autorem kilku rozdziałów do pierwszego tomu „Handbook of Measurement science”. Opracowałem 21. rozdział do tego podręcznika zatytułowany „Mechanical regome of measuring instruments” o objętości 47 stron druku. Omawia on w bardzo skondensowanej formie wiadomości z podstaw konstrukcji przyrządów precyzyjnych z dostosowaniem do

²⁾ Podręcznik ten ukazał się w 1996 r. pod tytułem: *Konstrukcja urządzeń i przyrządów precyzyjnych*. WNT, Warszawa 1996, 998 stron; (koordynator – prof. W. Oleksiuk, redaktor nauk. całości – prof. Z. Mrugalski). II wyd. ukazało się w 2007 r. (red.).

konstrukcji przyrządów pomiarowych. Redaktorem podręcznika był prof. Peter Sydenham ze School of Electronic Engineering, South Australian Institute of Technology, Australia. W przesłanym przeze mnie tekście, jako redaktor zaproponował szereg zmian merytorycznych. Nie zgodziłem się na nie, bo zmiany były nieuzasadnione i były spowodowane tym, że jako elektronik nie znał się na omawianej problematyce z mechaniki precyzyjnej. Na moją replikę szczerze odpisał, że w przesłanym opracowaniu do Anglii tekst poprawi. Podręcznik został przetłumaczony na język polski w 1986 r.

Ponadto zostało wydanych kilka skryptów i książek do przedmiotów specjalizacyjnych, prowadzonych przez pracowników Katedry, a później Zakładu w Instytucie, m.in. autorstwa: L. Buczyńskiego, J. Igielskiego, W. Jaszczuka, Z. Mrugałskiego, W. Oleksiuka, K. Paprockiego, i Z. Rymuzy.

Uwagi końcowe

Powyższemu opracowaniu nadałem kształt wspomnień, bo są one oparte w przeważającej części na pamięci, a tylko nieznaczna część na zapisie. „A memoria claudicat” – pamięć zawodzi, eksponuje niektóre fakty, które pozostały w pamięci, o innych się zapomina lub przedstawia w niewłaściwym naświetleniu. Dlatego to opracowanie traktuję jako przyczynek do opracowania historii Katedry Przyrządów Precyzyjnych i z niej utworzonego zakładu w instytucie.

Warszawa, 1983 r.

Prof. Władysław Tryliński

Polskie Zakłady Optyczne

cz. II (lata okupacji 1939 – 1944)

Powstałe w 1921 r. Polskie Zakłady Optyczne w okresie międzywojennym były największym w Polsce przedsiębiorstwem produkującym różnorodne przyrządy optyczne i mechaniczne przeznaczone głównie dla Wojska Polskiego. O dynamice rozwoju Zakładów najlepiej świadczy stan zatrudnienia, które w roku powstania wynosiło 5 osób, a w sierpniu 1939 r. – już 1029 pracowników⁴⁾.

Narastające niebezpieczeństwo napaści ze strony Niemiec powodowało, iż Zakłady objęto planem mobilizacyjnym kierowanym przez Departament Uzbrojenia Ministerstwa Spraw Wojskowych. Niestety autorowi nie udało się odnaleźć tego planu.

Na podstawie przebiegu ewakuacji należy przypuszczać, że wcześniej nie przewidywano przemieszczenia Zakładów do lwowskiej Fabryki Przyrządów Mierniczych Jana Bujaka.

W dniach 1 do 5 września Zakłady funkcjonowały bez żadnych zakłóceń. Dopiero 5 września w godzinach popołudniowych powiadomiono kierownictwo o zarządzonej na następny dzień ewakuacji do Lwowa. Odjazd pociągu ewakuacyjnego nastąpił z dworca Warszawa Wschodnia. Kierownictwo oraz część pracowników udała się do Lwowa prywatnymi samochodami.

Po przybyciu na miejsce okazało się, że Lwów jest już zagrożony przez wojska niemieckie. Wobec tego udano się do Zdołbunowa – miejscowości oddalonej o około 30 km od granicy radzieckiej. Tam 17 września wojska radzieckie zarekwirowały cały przywieziony z Warszawy sprzęt oraz wszystkie samochody. Członek dyrekcji płk Feliks Kamiński, przez cały czas ewakuacji występujący w mundurze wojskowym, został aresztowany, a następnie zamordowany w kwietniu 1940 r. w Charkowie.

Opuszczone budynki fabryczne i znajdujące się w nich maszyny oraz cały pozostały majątek pilnowała straż zakładowa pod kierownictwem dyr. technicznego inż. Aleksandra Dłuskiego.

Po kapitulacji Warszawy wielu pracowników, którzy się ewakuowali oraz ci co pozostali w Warszawie, zgłaszali się do pracy. Dopiero w drugiej połowie października powrót z

³⁾ Dr inż. **Piotr Matejuk** – absolwent Oddziału Mechaniki Precyzyjnej Politechniki Warszawskiej (1955 r.), wieloletni pracownik polskiego przemysłu precyzyjno-optycznego: Warszawskich Zakładów Fotooptycznych, PZO, Centralnego Laboratorium Optyki, Zjednoczenia Przemysłu Optycznego i Medycznego „OMEL” oraz Przedsiębiorstwa Handlu zagranicznego „LABIMEX”.

⁴⁾ Pierwsza część historii PZO obejmująca lata 1922 – 1939 została zamieszczona w XII tomie tej serii (s. 24-41).

wojennej tułaczki mgr inż. Stanisława Ceglińskiego spowodował rozpoczęcie działań zmierzających do wznowienia produkcji.

Niemieckie władze okupacyjne powołały komisje do oceny stanu i możliwości polskich przedsiębiorstw rozpoczęcia produkcji wyrobów dla potrzeb armii niemieckiej. Raport komisji oceniający PZO sporządzony 28.10.1939 r. stwierdzał:

„Najbardziej licząca się polska fabryka optyczna jest wyposażona w nowoczesne maszyny niemieckie i nadaje się do prac o wysokiej jakości. Zatrudnionych jest ok. 1000 wykwalifikowanych pracowników. Fabryka na Grochowskiej, oprócz powybijanych szyb, jest zupełnie nie uszkodzona. Natomiast jej filia na ul. Terespolskiej jest zniszczona przez bomby. Produkowane są wszystkie rodzaje dalmierzy, lunet nożycowych, peryskopów itd. Według informacji niemieckich władz okupacyjnych z dnia 18 października 1939 r. PZO będą nadzorowane przez OKH(BWi), a zarządzane komisarzynie przez firmę Zeiss Jena”.

Realizując w/w postanowienia firma Zeiss w końcu października 1939 r. przejęła PZO zmieniając ich nazwę na „Optische Prazisions-Werke GmbH Warschau” (OPW).

Warto wspomnieć, iż w czasie II wojny światowej dla zaspokojenia potrzeb armii niemieckiej w przyrządy optyczne pracowało 121 przedsiębiorstw, głównie z Niemiec ale również z Francji, Czechosłowacji, Węgier i Holandii. Wśród nich znalazły się również Polskie Zakłady Optyczne. Wszyscy producenci umieszczali na wyrobach swoje oznaczenia literowe ustalone przez władze niemieckie.



Rys. 1. P. Thieme (Time ?) i dyrektor W. Bischoff (z prawej) [9]

Dyrekcja Zeissa przejmując Zakłady powołała na stanowisko dyrektora naczelnego dr inż. Wernera Bischoffa (rys. 1), a na stanowisko dyrektora administracyjno-handlowego Petermana. Jak wspomina mgr inż. S. Cegliński „pierwszy był człowiekiem rozumiejącym ciężką sytuację Polaków a w ogóle był 'człowiekiem', o tyle drugi był bezdusznym okupantem, dążącym do wyciśnięcia jak najwięcej z załogi”. Z Niemiec przybyli również: J. Peterek, R. Schmid, (rys. 2), P. Thieme (rys. 1), oraz Poser, Heym, Schwitter, von Graf i Merkamp.



Rys. 2. J. Peterek i R. Schmid [9]

W zakładach zatrudniono grupę rodzimych Volksdeutschów głównie w uzbrojonej straży fabrycznej tzw. Werkschutz.

Na wzór obowiązujący u Zeissa wydział Ogólnego Ruchu (Allgemeine Betriebsleitung), utworzono wydział Opieki Społecznej (Fursage), któremu podlegała stołówka zakładowa i lekarz medycyny. Zorganizowano również zawodową straż przeciwpożarową.

Polacy zajmowali kilka ważnych stanowisk: kierownik ruchu – mgr inż. S. Cegliński, kierownik wydziału mechanicznego – mgr inż. Marian Świerczyński, a po nim mgr inż. Aleksander Wysocki, a następnie mgr inż. J. Sokołowski, kierownik optyki Tadeusz Malinowski, a po jego aresztowaniu – mgr inż. Jan Matysiak. Kierownikiem narzędziowni był mgr inż. Kazimierz Patorski, kierownikiem fabrykacji – mgr inż. Jerzy Brynk, a kierownikiem wypożyczalni narzędzi był mgr inż. Załuska, kierownikiem magazynów – Promiński

Organizatorem i kierownikiem szkoły przyzakładowej był mgr inż. Aleksander Łukasiewicz, Głównym Księgowym – Wł. Wysoki, kierownikiem rachuby – Stefan Jaworski, a kierownikiem zaopatrzenia – mgr inż. Kosztowski.

Produkowane wyroby

Pierwszym wyrobem produkowanym w OPW była lornetka polowa 6x30 konstrukcji Zeissa. Jej korpus był odlewany pod ciśnieniem z elektronu materiałem nie stosowanym wcześniej w PZO (rys. 3). Następnie rozpoczęto wykonywanie dalmierza jednometrowego o symbolu Em34 (rys. 4).



Rys. 3. Lornetka 6x30 oznaczona niemieckim znakiem firmowym.



Fot. 4. Jednometrowy dalmierz Em4.

Początkowo Niemcy zachowali kształt dotychczasowego znaku firmowego PZO (układ dwóch klejonych soczewek – rys. 4) wpisując w nie litery OPW i WARSCHAU. W maju 1941 r. wprowadzono nowy sposób znakowania wyrobów stosując napis „eug” (rys. 3).

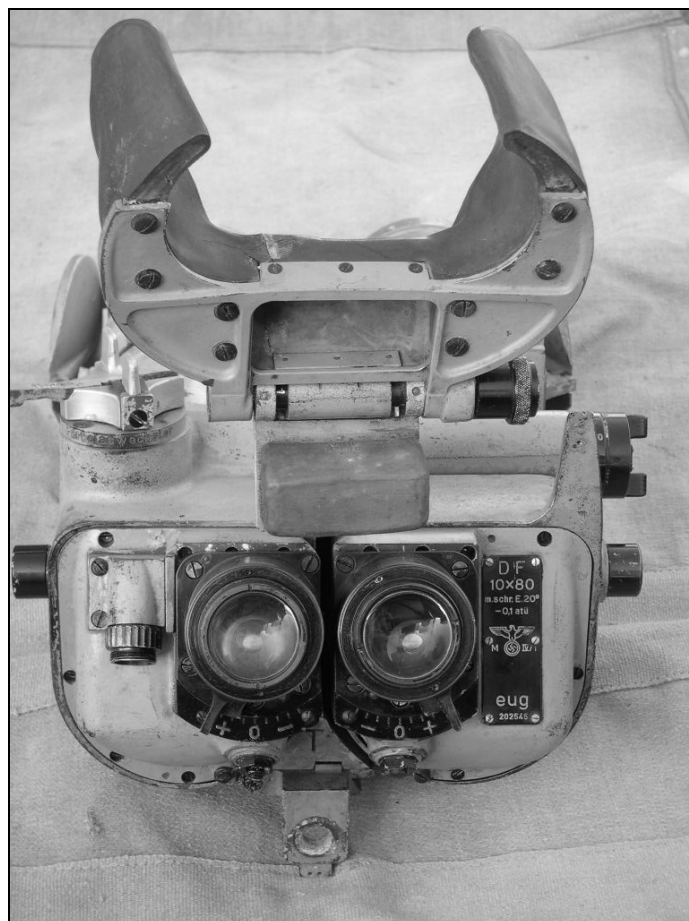
Kolejnym wyrobem produkowanym dla potrzeb Marynarki Wojennej (Kriegsmarine) była dwu oczna pryzmatyczna luneta obserwacyjna 10x80 (rys. 5).



Rys. 5. Dwuoczna luneta obserwacyjna 10x80. Umieszczone na korpusie lunety napisy oznaczały: DF – Doppelfernrohr (luneta dwuoczna), 10 – powiększenie, 80 – średnica obiektywu, + stosować smar zapewniający prawidłowe funkcjonowanie lunety przy temperaturze -40 °C, eug – symbol producenta, O – symbol innego smaru zapewniający możliwość funkcjonowanie w takiej samej temperaturze, 9503 – nr serii produkcyjnej.

Dla potrzeb niemieckiej marynarki wojennej produkowano również inną lunetę obserwacyjną (rys. 6) o podobnych parametrach technicznych różniących się kątem nachylenia układu optycznego. Wnętrze tej lunety wypełniano azotem.

Autorowi nie udało się ustalić liczby wyprodukowanych w OPW przyrządów. Wiadomym jest natomiast, iż luneta przedstawiona na rys.5. była produkowana w latach 1936-1945 w sześciu zakładach i wykonano ich około 200 000 sztuk.



Rys. 6. Luneta obserwacyjna dla marynarki wojennej

Konspiracja

Podległe Komendzie Głównej Armii Krajowej biuro przemysłu wojennego (kryptonim „Magazyn II”) składało się z ośmiu wydziałów. Jednym z nich był Wydział Optyczny (kryptonim „C”), którym kierował por. mgr inż. S. Cegliński (Smoliński) – wieloletni pracownik PZO (rys. 7). Wydziałowi Optycznemu podlegały Polskie Zakłady Optyczne (kryptonim C/900). Zakładową komórką AK, zwaną Oddziałem Bezpieczeństwa, kierował ppor. rez. S. Jaworski (Jerzy). Oddział Bezpieczeństwa dzielił się na sekcje, którymi kierowali: Marian Wąsoski, Zdzisław Płatek, Michał Albrecht, Antonina Szymańska (Barbara) – komendantka Żeńskiej Straży Bezpieczeństwa PZO.

Do AK należeli czołowi pracownicy inż.-tech. Zakładów: Jerzy Brynk, Romuald Kozłowski, Tadeusz Lisowski, Jan Matysiak, Kazimierz Porowski, J. Z. Plewicki, M. Świerczyński, A. Łukasiewicz i Zdzisław Płatek.



Rys. 7. Mgr inż. Stanisław Cegliński

Załoga, warunki pracy.

Informacje o pracownikach i warunkach ich pracy w OPW pochodzą z dwóch źródeł, po pierwsze z pracy „Przemysł Optyczny w Polsce”, a po drugie – z bardzo cennej relacji p. Marii Kulesza (z d. Rybiewska), która pracowała w tym przedsiębiorstwie od 1 września 1943 do lipca 1944 r.

Pierwszym zajęciem pani Marii po przyjęciu jej do pracy było wypisywanie kartek żywnościowych dla pracowników. Jak wspomina, było ich w miesiącu około 3000 sztuk. Można więc przyjąć iż w OPW zatrudniano w tym czasie tylu polskich pracowników. Oznacza to, że stan zatrudnienia od sierpnia 1939 r. wzrósł o 2000 osób. Praca w zakładzie zbrojeniowym w pewnym stopniu chroniła tam zatrudnionego przed aresztowaniem lub innymi represjami ze strony władz okupacyjnych.

W chwili przyjęcia do pracy pani Maria poza legitymacją otrzymała blaszaną okragłą zielono-czarną „klimę”. Jej kolor określał miejsca w zakładzie, w których pracownik miał prawo przebywać.

Praca była trzy zmianowa i obowiązywała surowa dyscyplina. Każde spóźnienie czy nieobecność w pracy wymagało usprawiedliwienia. Pracownik nieobecny w pracy przez kilka dni, a nie mający usprawiedliwienia był poszukiwany przez policję i po odnalezieniu doprowadzany do Zakładów.



Rys. 8. Legitymacja OPW Marii Rybiewskiej.

W piwnicy jednego z budynków utworzyli Niemcy tzw. „bunkier”, w którym zamykano pracowników nawet za drobne przewinienia. Były przypadki, że pracowników zsyłano do obozów koncentracyjnych. Taki los spotkał Stanisława Zmorzyńskiego i Wincentego Górskiego za to, że jako delegaci pracowników upomnieli się o lepszą jakość obiadów w stołówce fabrycznej.

Wspomniana p. Maria skazana została na spędzenie trzech nocy w bunkrze na przyłomie węgla w „towarzystwie” licznej gromadki szczurów za kopiowanie prywatnych fotografii w laboratorium, w którym pracowała. Oczywiście w ciągu dnia musiała wykonywać swoje akordowe zadania produkcyjne.

Przed rozpoczęciem pracy stołówka fabryczna wydawała pracownikom śniadania składające się z kubka czarnej kawy i kromki chleba z marmoladą. Obiady wydawano w trakcie przerwy obiadowej. Obiad składał się on z talerza zupy lub porcji ziemniaków z brukwią lub burakami. Czasem wydawano porcje jajecznicy z jajek w proszku. Raz w miesiącu pracownik otrzymywał tzw. „deputat” składający się z 1 kg chleba, ½ litra wódki, 100 szt. najtańszych papierosów i ½ kg ciemnej mąki.

Wzrastająca ilość produkowanych wyrobów wymagała zwiększenia ilości maszyn i urządzeń oraz powierzchni produkcyjnej. Wiele maszyn otrzymano z rekwirowanych zakładów, głównie żydowskich. Dużą część maszyn otrzymano z zakładów Zeissa. Były to maszyny nowy z pełnym wyposażeniem dostosowanym do produkcji wysokiej jakości przyrządów

optycznych. Obsługa tych maszyn wymagała wysoko kwalifikowanej kadry zarówno robotników jak i dozoru technicznego. W celu pozyskania tych kadr zorganizowano przy zakładową szkołę, której kierownikiem był inż. A. Łukaszewicz.

Niemcy wdrożyli do produkcji nowe, niestosowane dotychczas technologie takie jak: powlekanie elementów optycznych warstwami przeciwodblaskowymi zmniejszającymi straty światła w układach optycznych, nanoszenie skal metodą fotograficzną, srebrzenie powierzchni optycznych z wykorzystaniem cyjanku potasu. Nowe technologie stosowano w dwóch laboratoriach: męskim i żeńskim, którymi kierował inż. Krukowski. Wdrożono również wypełnianie lunet azotem.

Stosunkowo łatwo zwiększono powierzchnię produkcyjną wykańczając rozpoczęty przed wojną budynek przy ul. Grochowskiej 318. W wyniku tego powierzchnia produkcyjna zakładów wzrosła z 8400 m² w 1939r. do 11100 m².w 1944 roku.

W czerwcu 1944 r. kierownictwo niemieckie rozpoczęło przygotowania do opuszczenia Warszawy. W narzędziowni wykonywano specjalne skrzynie, w których zamierzano wywieźć najcenniejsze urządzenia i materiały. Dla Polaków był to najlepszy sygnał zbliżającego się końca okupacji.

W połowie lipca 1944r. Niemcy, wiedząc o szybkich postępach wojsk radzieckich i zbliżaniu się ich do Warszawy, w panice opuścili zakłady. Aby nie dopuścić do grabieży majątku w zakładach zamknęła się grupa pracowników PZO. Byli to głównie członkowie konspiracyjnych organizacji: S. Cegliński, Jan Zarzycki, Stanisław Godlewski, S. Jaworski, Józef Zientek, Wincenty Górski, Stanisław Swetkowicz, Stanisław Stanisławski, Zygmunt Kondzielski, Marian Wodziński, Bronisław Walentynowicz i Stanisław Karczemny.

Wojska radzieckie zostały zatrzymane na podejściach do Warszawy, a Niemcy opanowali panikę i powrócili do Zakładów. Przystąpiono do wywózki maszyn i wszelkiego nadającego się do ewakuacji majątku do czechosłowackiej miejscowości Teplice-Sanow. W ostatnim transporcie wyjechała też grupa pracowników pod kierunkiem inż. S. Ceglińskiego. Wiele wywiezionych maszyn i urządzeń jednak odzyskano i powróciły one do Warszawy.

Opustoszałe budynki produkcyjne przy ul. Grochowskiej niemieccy saperzy wysadzili w powietrze. I tak dopełnił się los POLSKICH ZAKŁADÓW OPTYCZNYCH.

W okresie od 1 września 1939 r. do chwili wyzwolenia zginęło w walce z agresorami 56 pracowników zakładów.

14 września 1944 r. Warszawa Praga została wyzwolona i natychmiast pracownicy PZO przystąpili do ich odbudowy.

Pierwszym mianowanym przez władze państwowe kierownikiem Zakładów został inż. Jan Matysiak.

Historia PZO w okresie powojennym będzie przedstawiona w III części opracowania.

Bibliografia

1. *Przemysł Optyczny w Polsce*. Warszawa 1971
2. Piotr Matejuk: *Wojskowe Przyrządy Optyczne w II Rzeczypospolitej*. Warszawa 1997
3. Anna Vacani: *The history of 6x30 binoculars H. Kolberg and PZO*. September 2009.
4. Stephen Rohan: *Eyes of the Wermacht*. 1996
5. Stephen Rohan: *Military Binoculars 1894-1945*. 2001
6. Maria Kulesza: *Relacja* – w zbiorach autora,
7. Stanisław Cegliński: *Relacja* – w zbiorach autora,
8. Waldemar Grabowski: *Biuro Wojskowe Przemysłu i Handlu Komendy Głównej ZWZ- AK*. PH-W nr1, 2006, s. 197.
9. *Album pracowników OPW z 1941 r.* – w zbiorach autora.

Posłowie

Wielu z wymienionych w powyższym tekście pracowników po wyzwoleniu podjęło pracę w PZO lub w innych instytucjach związanych z techniką optyczną.

Jan Matysiak był dyrektorem naczelnym w PZO i w Jeleniogórskich Zakładach Optycznych. W 1953 r. przystąpił on do tworzenia w Politechnice Warszawskiej nowej specjalizacji studiów – optyka techniczna. W trakcie pracy w tej uczelni wychował kilkuset osobową grupę inżynierów optyków. Był też dziekanem Wydziału Mechaniki Precyzyjnej.

Stanisław Cegliński pracował w PZO aż do przejścia na emeryturę.

Marian Świerczyński był dyrektorem Naczelnego Komitetu Kinematografii oraz wykładał w Politechnice Warszawskiej przedmiot „Technika foto- i kinotechniczna”.

Kazimierz Patorski był dyrektorem naczelnym w PZO. Jego synowie Janusz i Krzysztof ukończyli w PW specjalizację z zakresu optyki technicznej. Janusz był wicepremierem w rządzie PRL, a Krzysztof jest profesorem w PW.

Jerzy Brynk wykładał zasady konstrukcji przyrządów precyzyjnych i optycznych w Wojskowej Akademii Technicznej i w Politechnice Warszawskiej.

Stefan Jaworski był kierownikiem działu planowania w Warszawskich Zakładach Fotooptycznych (WZFO).

Stanisław Zmorzyński zorganizował w WZFO produkcje soczewek do aparatów fotograficznych „Druh” i „Ami”.

Stanisław Swetkiewicz był monterem tzw. fotokarabinów w WZFO.

ZEGARY I ELEKTRYCZNE URZĄDZENIA ZEGAROWE NA KOLEJACH

1. Uwagi wstępne

Warunkiem sprawnego i bezpiecznego funkcjonowania kolei jest ściśle dostosowanie się do przepisowego, z góry ustalonego czasu bieżącego obowiązującego na danym obszarze. Dlatego też niezawodne, dokładne i jednakowo wskazujące czas zegary stanowią bardzo ważne uzupełnienie urządzeń kolejowych.

Przed wynalezieniem telegrafu elektrycznego, który umożliwiał szybką łączność, utrzymanie jednolitego czasu na danym obszarze, np. na terenie całego kraju, stwarzało dość poważne problemy. Np. w Wielkiej Brytanii wskazania zegarów na poszczególnych stacjach kolejowych były korygowane według specjalnego „zegara pocztowego”, który po nastawieniu go w Londynie, był przewożony koleją od miasta do miasta. Według zegarów kolejowych były następnie korygowane zegary na ratuszach [7].

Jednak typowe zegary niezależne (odmierzające czas za pomocą własnego regulatora chodu) mają tę wadę, że po pewnym czasie wykazują różnice wskazań, co trudno byłoby dopuścić np. na terenie dużego dworca kolejowego. Zmniejszenie tych różnic do minimum wymagałoby zastosowania bardzo precyzyjnych, a zatem kosztownych zegarów, bądź też częstej korekcji ich wskazań. Z tego względu zegary niezależne już od dawna zastępowane są tzw. **sieciami czasu**.

Sieć czasu jest to zespół urządzeń służący do wskazywania czasu na określonym terenie w dużej liczbie punktów, niekiedy znacznie odległych, przy czym wskazania czasu we wszystkich tych punktach powinny być jednakowe.

Działanie sieci czasu oparte jest zwykle na wytwarzaniu, przesyłaniu i wykorzystywaniu sygnałów elektrycznych zawierających informację o skali czasu. Sieć czasu składa się zatem z trzech zasadniczych zespołów:

- urządzenia generującego sygnał o określonej częstotliwości,
- elementów przekazujących (transmisyjnych),
- urządzeń odbiorczych.

W sieciach czasu urządzeniem generującym sygnały skali czasu jest *zegar pierwotny*⁵⁾, tj. zegar niezależny (z regulatorem wahadłowym, balansowym lub kwarcowym), wyposażony w odpowiednie urządzenie do wytwarzania tych sygnałów. Do elementów przekazujących sygnały z zegara pierwotnego do urządzeń odbiorczych, należą urządzenia przetwarzające i

⁵⁾ Zegar pierwotny nazywany jest też „zegarem głównym” lub popularnie „zegarem matką”.

wzmacniające te sygnały oraz linie przesyłowe (przewodowe lub radiowe). Urządzeniami odbiorczymi są najczęściej urządzenia wskazujące czas, zwane *zegarami wtórnymi*⁶⁾, których wskazania (po uprzednim nastawieniu) są takie same jak wskazania zegara pierwotnego.

Możliwość zapewnienia jednolitych wskazań czasu przez wszystkie zegary wtórne, których znaczna liczba może być rozmieszczona na dużym obszarze (np. na terenie węzła kolejowego w lub zakładzie przemysłowym), jest tak istotną zaletą sieci czasu, że są one powszechnie stosowane pomimo znacznych kosztów związanych z ich instalowaniem, a często także z ich eksploatacją. Z tego względu coraz częściej instaluje się sieci czasu obsługujące całe miasta (np. Moskwa, Paryż, Londyn), a w niektórych krajach stosuje się sieci czasu o zasięgu ogólnopanstwowym (np. kolejowa sieć czasu w Niemczech).

Obecnie stosuje się następujące systemy sieci czasu:

- systemy przewodowo-impulsowe,
- systemy przewodowo-synchroniczne,
- systemy bezprzewodowe (radiowe).

Najbardziej rozpowszechnione są systemy przewodowo-impulsowe, w których sygnał dyskretny w postaci impulsów prądu stałego, o przebiegu zwykle prostokątnym, jest formowany przez zegar pierwotny. W przypadku dużej liczby zegarów wtórnych, impulsy te są wzmacniane przez urządzenie wzmacniające. Linie przewodowe do przesyłania sygnału buduje się według zasad obowiązujących w teletechnice.

Pierwszą próbą zastosowania swego rodzaju sieci czasu była instalacja składająca się z zegarów napędzanych impulsami pneumatycznymi wysyłanych przez zegar centralny. Instalacje tego rodzaju miał np. Paryż w drugiej połowie XIX wieku.

Budowę elektrycznej sieci czasu umożliwiło dopiero odkrycie elektromagnetyzmu. Prototyp elektrycznej sieci czasu z zegarami wtórnymi sterowanymi przez zegar „główny” zbudowali Ch. Wheatstone – w Anglii i K.A. Seinhel – w Niemczech. Pierwsza użytkowa sieć czasu według patentu K.A. Steinheila została zbudowana w 1840 r. w Królewskim Instytucie Wychowawczym w Monachium i funkcjonowała (z licznymi usterkami) przez 10 lat [2].

Pierwszymi **zegarami pierwotnymi** były mechaniczne zegary wahadłowe z napędem obciążnikowym i naciągami ręcznym, wyposażone w układ stykowy, który w regularnych odstępach czasu zamykał obwód elektryczny zegarów wtórnych (z elektromagnesem obojętnym).

W 1900 r. firma Siemens & Halske⁷⁾ rozpoczęła produkcję zegarów pierwotnych z elektrycznym napędem wahadła (od 1910 r. – z napędem systemu Hippa). Również firma C.T. Wagner w 1907 r. uruchomiła seryjną produkcję zegarów pierwotnych z naciągami elektrycz-

⁶⁾ Zegary wtórne nie są zegarami w ścisłym znaczeniu terminu „zegar”, a tylko wskaźnikami czasu, gdyż nie mają własnych regulatorów chodu.

⁷⁾ Werner von Siemens (1816 – 1892), niemiecki elektrotechnik i przemysłowiec, w 1847 r. założył firmę elektrotechniczną, której współnikiem był jego współpracownik Johann Georg Halske.

nym i dodatkowym mechanizmem uruchamiającym układ stykowy wytwarzający impulsy elektryczne napędzające zegary wtórne.

W 1968 r. jako zegary pierwotne zaczęto stosować zegary z rezonatorem kwarcowym. W porównaniu z zegarami wahadłowymi były one znacznie mniejsze i nie wymagały specjalnego zawieszenia, a przy tym były dokładniejsze i bardziej niezawodne.

Seryjną produkcję **zegarów wtórnych** (z elektromagnesem obojętnym) uruchomiła już w 1852 r. wspomniana firma Siemens. Ich wadą była możliwość dodatkowych skoków koła zapadkowego, np. przy zbyt dużym napięciu zasilania. Znacznie doskonalszym rozwiązaniem był zegar wtórny, w którym był zastosowany elektromagnes spolaryzowany ze zwrócić obrotową. Zegary takie zaczęła produkować założona w 1852 r. firma C.T. Wagner w Wiesbaden.

Jedną z pierwszych dużych sieci z centralą zegarową była zbudowana w 1898 r. sieć czasu na jednym z kolejowych dworców Berlinie. Wskazania zegara pierwotnego były kontrolowane przez obserwatorium astronomiczne koło Poczdamu.

Na przełomie XIX i XX stulecia firma Siemens zainstalowała największą wtedy sieć czasu (ok. 500 zegarów wtórnych) z zakładach Krupp w Essen.

W Polsce w latach 70. i 80. ub. wieku, w ramach opracowanego przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów (PIAP) w Warszawie systemu POLMATIK-METROCHRON⁸), były produkowane m.in. następujące **nowoczesne elementy sieci czasu przewodowo-impulsowych**:

- zegary pierwotne wahadłowe ZP3 i balansowe ZP7 – produkowane przez Fabrykę Wodomierzy i Zegarów METRON w Toruniu;
- zegary pierwotne kwarcowe QS3 i QS4 produkowane przez Zakład Doświadczalny Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP w Warszawie;
- zegary wtórne wskazówkowe z mechanizmem impulsowym ZW, produkowane przez Fabrykę Wodomierzy i Zegarów METRON w Toruniu;
- centrale zegarowe CHRONOPULS P2 i CHRONOPULS ES produkowane przez ZMP MERA-POLTIK w Łodzi.

W systemach **przewodowo-synchronicznych** sygnał zawierający informację o skali czasu jest prądem przemiennym o ciągłym przebiegu sinusoidalnym. Prądem tym zasilane są zegary synchroniczne, tj. silniki synchroniczne napędzające poprzez przekładnię zębatą urządzenia wskazujące lub inne urządzenia wykonawcze (np. programowe, rejestrujące itp.).

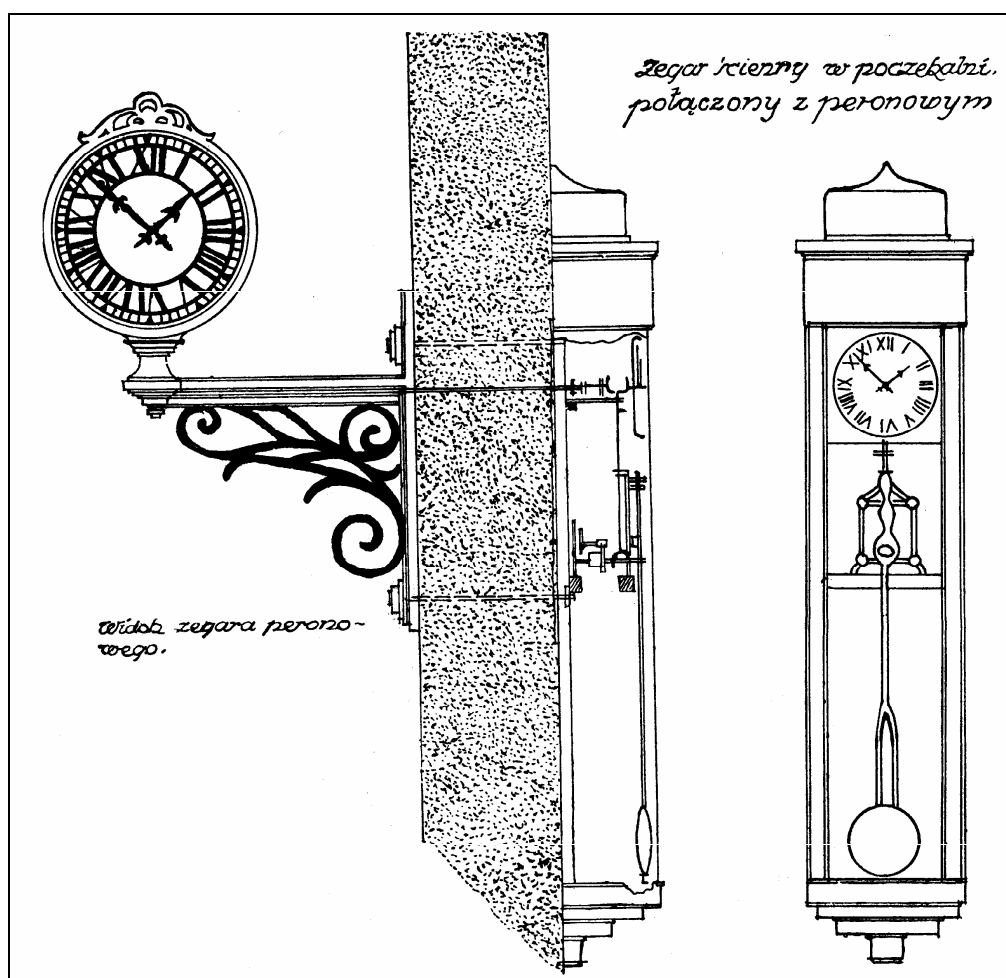
Urządzeniem generującym prąd przemienny może być generator np. kamertonowy lub kwarcowy. W najprostszym przypadku może nim być również turbogenerator zasilający sieć energetyczną, do której można przyłączyć zegary synchroniczne. Zaletami systemu energetyczno-synchronicznego są m.in.: powszechność stosowania sieci energetycznej oraz prostota konstrukcji i duża moc odbiorników. System ten stosuje się w tych przypadkach, gdzie nie

⁸) Krajowy System Automatyki i Pomiarów POLMATIK. Informator METROCHRON – Urządzenia do dystrybucji skali i rachuby czasu. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP, Warszawa 1975.

wymaga się dużej dokładności działania (np. niektóre rodzaje urządzeń programowych, zegarowe rejestratory przemysłowe).

2. Zegary autonomiczne

Na początku XX wieku stosowano zegary mechaniczne (szafowe), umieszczane wewnątrz budynku dworcowego, które były przystosowane do napędu również zegara peronowego. Zegary takie były wytwarzane w latach 20. ub. wieku m.in. przez słynną Fabrykę Zegarów Wieżowych Michała Mięśowicza⁹⁾ w Krośnie (rys. 1). Innym przykładem są mechaniczne zegary ściennie produkowane w latach 1946 – 1947 przez ówczesną Państwową Fabrykę Zegarów w Łodzi¹⁰⁾ z przeznaczeniem dla PKP oraz dla biur i zakładów przemysłowych (rys. 2).



Rys. 1. Zegar kolejowy wytwarzany w Fabryce Zegarów Wieżowych w Krośnie

⁹⁾ Katalog fabryczny Pierwszej Fabryki Zegarów Wieżowych Michała Mięśowicza w Krośnie, Krosno, 1928.

¹⁰⁾ W późniejszych latach fabryka zmieniła nazwę na „Łódzka Fabryka Zegarów”, a następnie na „Zakłady Mechanizmów Precyzyjnych MERA-POLTIK”.

Na małych stacjach na ogół wystarczał jeden zegar mechaniczny, ewentualnie z napędem zegara peronowego. Na większych dworcach kolejowych konieczne jest zawieszenie większej liczby zegarów – zarówno w pomieszczeniach dworcowych jak i na peronach.

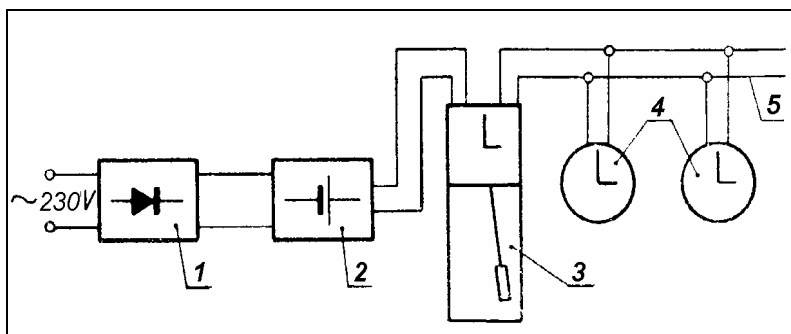


Rys. 2. Zegar ścienny z napędem sprężynowym i krótkim wahadłem wytwarzany w PFZ w Łodzi w latach 1946 i 1947, dla PKP (fot. autora)

3. Sieci czasu

3.1. Zasada działania

Najprostsza sieć czasu (rys. 3) składa się z zegara pierwotnego 3, który jest zegarem niezależnym (tj. posiadającym własny regulator chodu), oraz jednego lub więcej zegarów wtórnych 4, przyłączonych do zegara pierwotnego za pomocą sieci przewodowej 5. Sieć czasu zasilana jest ze źródła prądu stałego 2. Źródłem tym najczęściej jest bateria akumulatorowa, ładowana z sieci prądu przemiennego 230 V poprzez prostownik 1.



Rys. 3. Schemat jednoliniowej sieci czasu sterowanej bezpośrednio: 1 – prostownik, 2 – bateria akumulatorowa, 3 – zegar pierwotny, 4 – zegary wtórne, 5 – sieć przewodowa

Zegar pierwotny zaopatrzony jest w urządzenie wysyłające w równych przedziałach czasu (najczęściej minutowych lub sekundowych) impulsy elektryczne. Impulsy te, doprowadzane przewodami do zegarów wtórnych, powodują w nich wzbudzenie elektromagnesów, które za pośrednictwem przekładni zębatych obracają wskazówki tych zegarów. Sieć czasu zapewnia więc ściśle jednakowe wskazania czasu przez wszystkie zegary wtórne przyłączone do tej sieci. Dokładność wskazań tych zegarów jest zatem zależna tylko od dokładności chodu zegara pierwotnego.

Rozróżnia się dwa zasadnicze systemy wytwarzania impulsów wysyłanych przez zegar pierwotny:

- a) układ z induktorem napędzanym przez mechanizm z napędem obciążnikowym, uruchamiany przez mechanizm zegarowy,
- b) układ stykowy uruchamiany przez mechanizm zegarowy, przyłączający zegary wtórne do źródła prądu.

System pierwszy polega na tym, że w zegarze pierwotnym znajduje się specjalny induktor, który zostaje np. co minutę obracany o $\frac{1}{4}$ obrotu przez mechanizm z napędem obciążnikowym, wytwarzając impulsy do szeregowo przyłączonych do niego zegarów wtórnych¹¹⁾. Pewną zaletą tego systemu jest brak jakichkolwiek cyklicznie działających układów stykowych, które z czasem stają się przyczyną wadliwego działania sieci czasu. Ze względu jednak na ograniczoną energię wytwarzanych impulsów system ten już od lat 30. ub. wieku nie jest stosowany.

Powszechnie natomiast budowane są sieci czasu według drugiego systemu, w którym zegary wtórne mogą być łączone szeregowo lub równolegle. Obecnie stosuje się niemal wyłącznie równoległe łączenie zegarów wtórnych (rys. 3).

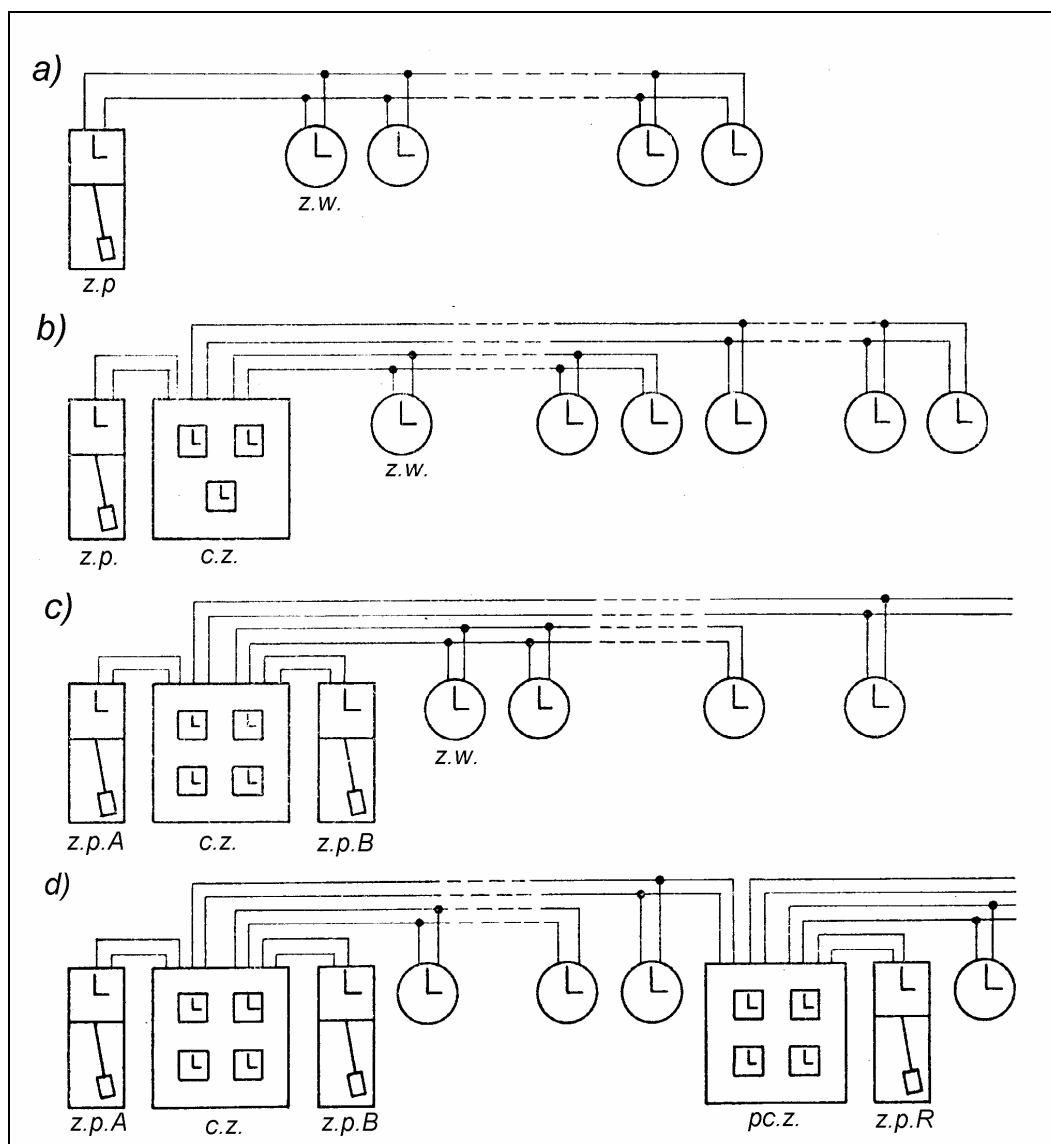
Częstotliwość impulsów w sieciach czasu najczęściej wynosi 1 impuls na minutę ($T = 1$ min) lub 1 impuls na sekundę ($T = 1$ s). Częstotliwość 1 impuls na $\frac{1}{2}$ minuty stosowana jest tam, gdzie dokładność wskazań do 1 minuty jest niewystarczająca (np. w kolejnictwie).

Przedstawiony na rys. 3 układ sieci czasu jest układem najprostszym, w którym zegar pierwotny bezpośrednio zasila zegary wtórne. Liczba zegarów wtórnych włączonych bezpośrednio do zegara pierwotnego jest jednak ograniczona i może wynosić (zależnie od typu zegara pierwotnego oraz od poboru prądu przez zegary wtórne) najwyżej 20 do 50. W przypadkach, gdy zachodzi konieczność włączenia do sieci czasu większej liczby zegarów wtórnych lub jeśli obciążenie sieci przez inne urządzenia włączane do tej sieci jest większe niż dopuszczalne, stosuje się wzmacniacze impulsów, tzw. **translacje zegarowe**. W sieciach czasu bardziej odpowiedzialnych stosuje się tzw. **centralę zegarową**. Głównym zadaniem obu tych urządzeń jest wzmacnianie impulsów przychodzących z zegara pierwotnego.

Centrala zegarowa może ponadto spełniać inne funkcje mające na celu zwiększenie pewności działania sieci, jak np. kontrola prawidłowości wskazań zegarów wtórnych, sygna-

¹¹⁾ System ten opisany jest w artykule inż. Przemysława Jarosa w Kolejowym Przeglądzie Technicznym [3].

lizowanie lub alarmowanie o spadku napięcia zasilania lub innych ewentualnych usterkach w pracy sieci czasu.



Rys. 4. Typowe układy sieci czasu: a) jednoliniowa sieć czasu sterowana bezpośrednio, b) dwu-liniowa sieć czasu z centralą zegarową, c) dwuliniowa sieć czasu z centralą zegarową i zegarem pierwotnym rezerwowym, d) sieć czasu z podcentralą i dodatkowym zegarem pierwotnym rezerwowym; oznaczenia: *z.p.A* – zegar pierwotny zasadniczy, *z.p.B* – zegar pierwotny rezerwowy, *c.z.* – centrala zegarowa, *z.w.* – zegary wtórne

Centrale zegarowe mają zwykle dwa lub więcej niezależnych wyjść do których przyłączone są tzw. *linie dystrybucyjne* sieci czasu. Schemat dwuliniowej sieci czasu przedstawiono na rys. 4.b. Teoretycznie do każdej linii może być przyłączona nieograniczona liczba zegarów wtórnych, jednak w praktyce – jak już wspomniano – liczba zegarów wtórnych przyłączonych do jednej linii wynosi zwykle nie więcej niż 25 – 50. Przy większej liczbie zegarów wtórnych stosuje się centralę zegarową o odpowiedniej liczbie linii. Ograniczenie liczby zegarów przyłączonych do każdej z niezależnych linii i zwiększenie liczby tych linii pozwala uzyskać większą pewność działania sieci czasu. Ponieważ każde z wyjść centrali zegarowej

ma oddzielne zabezpieczenie przed zwarcie lub przeciążeniem odpowiedniej linii, zwarcie lub przeciążenie jednej linii nie spowoduje zakłócenia w pracy innych linii. Ponadto większa liczba linii ułatwia zlokalizowanie i usunięcie ewentualnego zwarcia lub innych usterek w działaniu sieci czasu.

Dalsze zwiększenie pewności działania sieci czasu uzyskuje się przez zastosowanie drugiego zegara pierwotnego (rezerwowego), który w razie potrzeby może w każdej chwili przejąć sterowanie siecią czasu. Potrzeba taka zachodzi w przypadku uszkodzenia lub podczas okresowych przeglądów, konserwacji i napraw zegara pierwotnego zasadniczego. Przełączenie sterowania na zegar pierwotny rezerwowy może być dokonywane ręcznie przez osobę obsługującą lub samoczynnie na skutek zadziałania specjalnego urządzenia, w które może być wyposażona centrala zegarowa. Schemat sieci czasu z dwoma zegarami pierwotnymi przedstawiony jest na rys. 4.c.

Jeśli sieć czasu obejmuje teren bardzo rozległy, gdzie impulsy sterujące przesyłane są na znaczne odległości, spadki napięcia impulsów mogą być tak duże, że zegary wtórne nie będą działać pewnie i prawidłowo. Stosuje się wtedy dodatkowe lokalne centrale zegarowe, tzw. **podcentrale**, w których impulsy doprowadzane z odległej centrali zasadniczej są wzmacniane i rozdzielane na lokalne linie dystrybucyjne (rys. 5.d). Podcentrala może być wyposażona w dodatkowy rezerwowo zegar pierwotny, który może przejąć sterowanie lokalną siecią czasu w przypadku, gdy z jakichkolwiek powodów podcentrala nie otrzyma sygnału sterującego z centrali zasadniczej.

W przypadku zastosowania zegara pierwotnego rezerwowego, prawidłowe przejęcie przez niego sterowania siecią czasu, jeśli zegar pierwotny zasadniczy ulegnie uszkodzeniu, może nastąpić tylko pod warunkiem utrzymania w przybliżeniu jednakowych wskazań obu zegarów. Jednakowe wskazania obu zegarów można łatwo zapewnić przez synchronizację ich regulatorów [5].

Do zasilania sieci czasu stosuje się prawie wyłącznie prąd stały, o napięciu najczęściej 24 lub 50 V, a niekiedy 12, 48, lub 60 V.

Przewodowo-impulsowe sieci czasu – oprócz dworców kolejowych – stosowane są m.in. w dużych zakładach przemysłowych, szkołach, na stacjach warszawskiego metra, w ośrodkach radiowych i telewizyjnych oraz w wielu innych obiektach, w których muszą być zapewnione jednakowe wskazania wszystkich rozmieszczonych w nich zegarów. W porównaniu z innymi systemami (np. radiowymi) sieci te zapewniają dużą niezawodność w szerokim zakresie temperatury otoczenia i odporność na różnego rodzaju zakłócenia elektryczne.

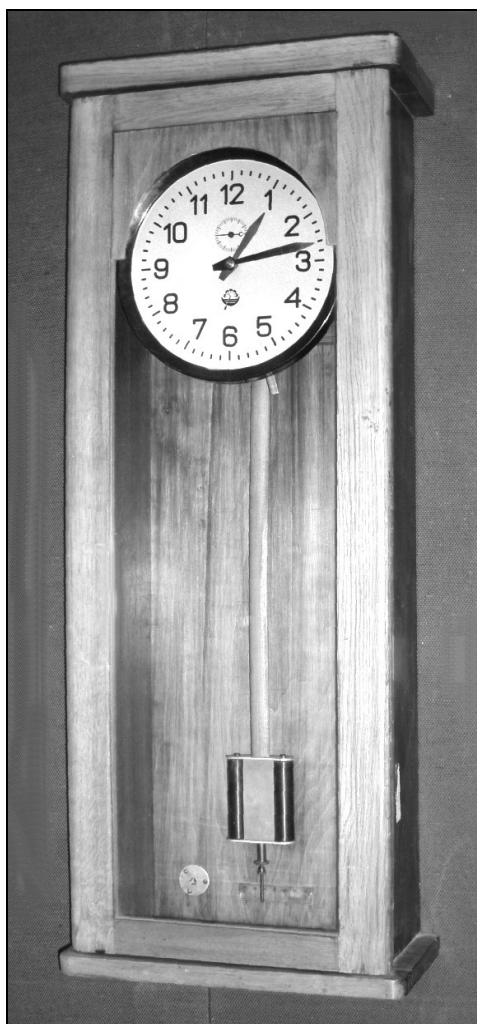
3.2. Zegary pierwotne.

Funkcję zegara pierwotnego może spełniać w zasadzie dowolny zegar niezależny, wyposażony w odpowiednie urządzenie do wytwarzania impulsów elektrycznych w określonych przedziałach czasu (np. co 1 minutę).

Jako zegary pierwotne, dotychczas najczęściej stosowane były zegary z regulatorem wahadłowym lub balansowym, z elektrycznym napędem regulatora lub z napędem mecha-

nicznym (od sprężyny lub obciążnika) i elektrycznym naciągim. Wytwarzanie w zegarze pierwotnym wahadłowym lub balansowym impulsów elektrycznych do napędu zegarów wtórnych zwykle realizowano następującymi sposobami:

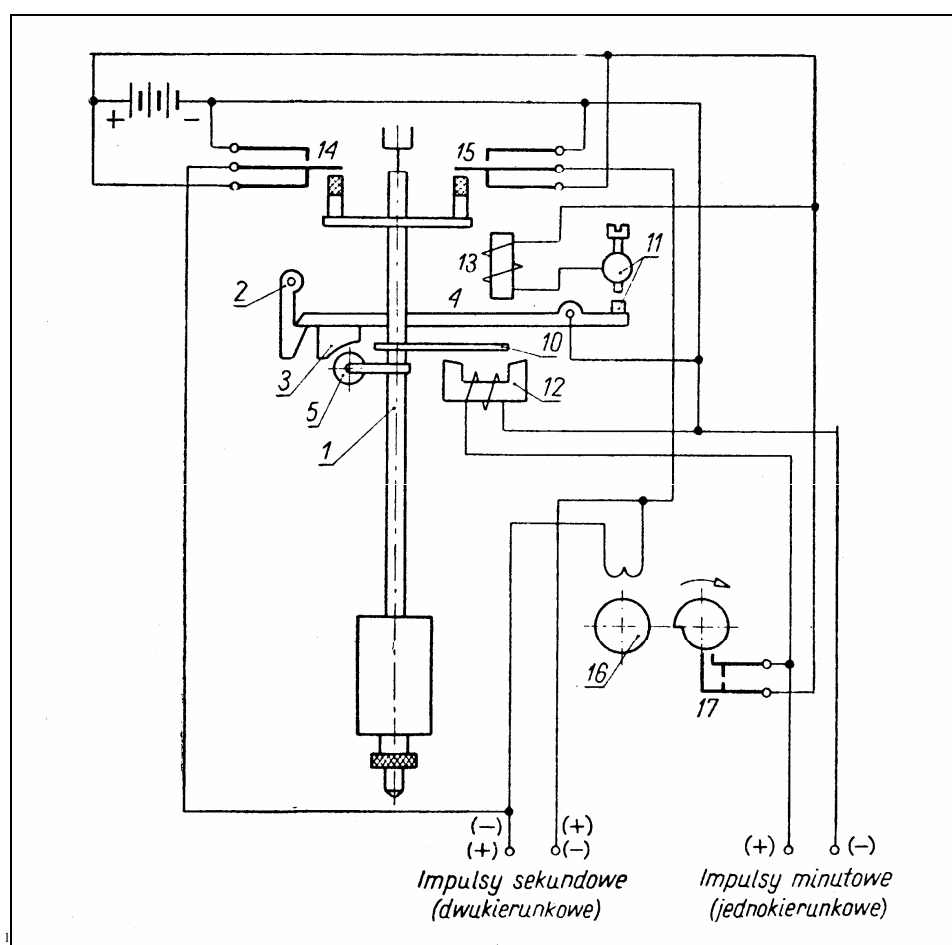
- przez zwieranie styków uruchamianych bezpośrednio (w sposób mechaniczny), lub pośrednio (za pomocą czujnika fotoelektrycznego z układem elektronicznym, do którego włączone jest uzwojenie przekaźnika), przez przekładnię chodu (lub zliczającą),
- przez zwieranie styków uruchamianych przez dodatkową, niezależnie napędzaną przekładnię z regulatorem o ruchu obrotowym ciągłym, wyzwalaną przez przekładnię chodu zegara,
- przez zwieranie styków uruchamianych bezpośrednio (w sposób mechaniczny), lub pośrednio (za pomocą czujnika z układem elektrycznym, przez regulator wahadłowy (napędzany np. za pomocą wychwyty *Grahama*),
- przez zwieranie styków przekaźnika, którego uzwojenie jest włączone w obwód elektryczny napędu regulatora.



Rys. 5. Zegar pierwotny HF-2 produkowany w Łódzkiej Fabryce Zegarów w latach 50. ub. wieku (fot. autora)

Przykładem zegara pierwotnego z dodatkową przekładnią wyzwalaną przez mechanizm chodu jest zegar pierwotny HF-2 (rys. 5).

Bardziej skomplikowanym zegarem pierwotnym był **zegar ZP-3**, którego konstrukcję opracowano w latach 60. ub. wieku w CLAPO¹²⁾. Uproszczony schemat działania tego zegara przedstawiony jest na rys. 8. Impulsy sekundowe powstają przez zwieranie styków 14 i 15 a impulsy minutowe jednokierunkowe wytwarzane są przez zwieranie styków 11 uruchamianych przez silnik skokowy z przekładnią zwalniającą i krzywką, obracającą się skokami co 1 s, ze średnią prędkością 1 obrót na minutę. Impulsy minutowe służą jednocześnie do zwalniania dźwigni grawitacyjnej 4, udzielającej wahadłu impulsu¹³⁾. Jednokierunkowe impulsy minutowe zamieniane są na dwukierunkowe w nie pokazanym na rysunku układzie trzech przełączników.



Rys. 6. Uproszczony schemat napędu systemu CLAPO zastosowanego w zegarze ZP-3

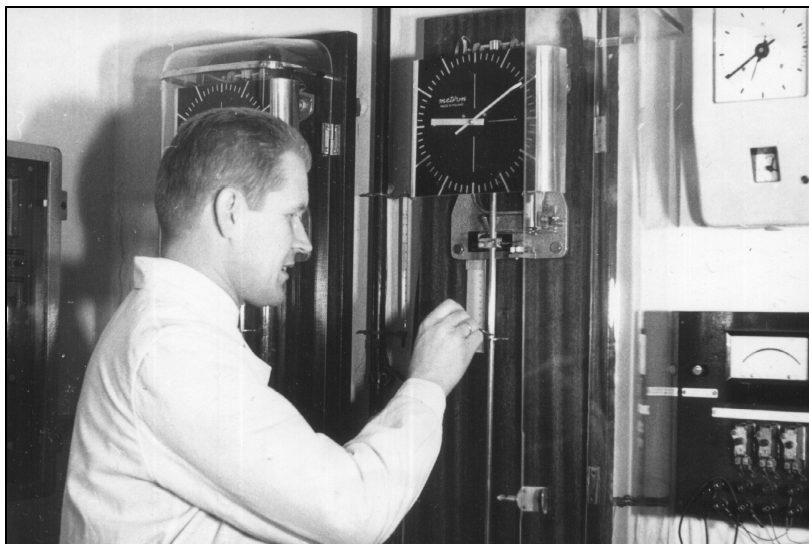
¹²⁾ Centralne Laboratorium Aparatury Pomiarowej Optycznej w Warszawie – obecnie: Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów (PIAP). Zegary te od 1964 r. były seryjnie produkowane przez Toruńską Fabrykę Wodomierzy i Zegarów METRON.

¹³⁾ Napęd systemu CLAPO jest więc napędem z impulsem pośrednim (grawitacyjnym) udzielanym wahadłu co 60 s i z elektrycznym zliczaniem wahań wahadła.

W zegarze pierwotnym ZP-3, zastosowano urządzenie napędowe wahadła o zasadzie działania podobnej jak w napędzie wahadła systemu *Shortta* [5]. Układ ten działa następująco (rys. 6): wytwarzane przez wahadło impulsy o kierunku na przemian zmiennym powodują obracanie się wirnika silnika skokowego 16. Ponieważ wahadło ma okres $T = 2\text{ s}$ impulsy następują co 1 s. Silnik 16 obraca się więc skokami w odstępach sekundowych. Obracana przez silnik krzywka co 60 s zwiera styki 17. Krzywka jest tak ustawiona, że zwarcie tych styków następuje w chwili gdy wahadło znajduje się w lewym skrajnym położeniu. Zwarcie styków 17 powoduje wzbudzenie elektromagnesu 12.

Pokazane na rys. 6 wyprowadzenia impulsów sekundowych i minutowych, służą do włączenia urządzenia zliczającego wahania wahadła i wskazującego czas, jak również do sterowania siecią czasu.

W 1967 r. w zakładach METRON w Toruniu opracowano konstrukcję i uruchomiono produkcję małego zegara pierwotnego o symbolu ZP-7, przeznaczonego do sterowania wielkimi sieciami czasu, np. w małych stacjach kolejowych lub w szkołach.



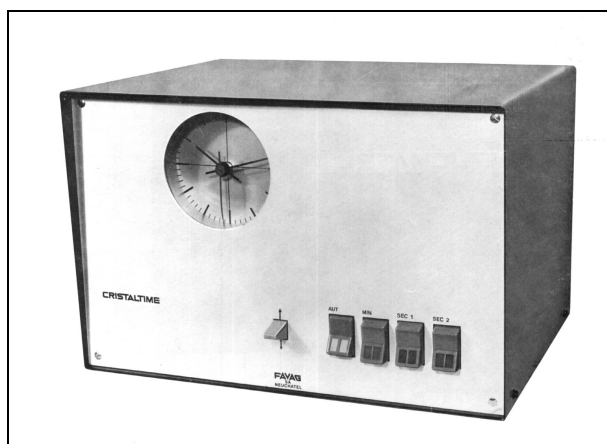
Rys. 7. Autor przeprowadza regulację okresu wahań wahadła w zegarze ZP-3
(fot. z 1965 r. – z arch. autora)

W ostatnich dziesięcioleciach, coraz wyższe wymagania dokładności i niezawodności stawiane sieciom czasu oraz postępy w dziedzinie elektroniki doprowadziły do tego, że zamiast zegarów pierwotnych elektromechanicznych, najczęściej stosuje się **zegary pierwotne kwarcowe**. Są one wyposażone w zespoły wyjściowe wysyłające zwykle impulsy sekundowe i minutowe. Impulsy te są wzmacniane przez układy wzmacniające, z reguły całkowicie zelektronizowane.

Jednymi z najlepszych i najbardziej niezawodnych są elementy sieci czasu produkowane przez szwajcarską firmę FAVAG¹⁴). Na rys. 8 przedstawiono pierwotny zegar kwarcowy tej firmy, który może bezpośrednio zasilać do 100 zegarów wtórnych minutowych i do 30

¹⁴) Katalogi i prospekty firmy FAVAG S.A., Neuchâtel (Szwajcaria).

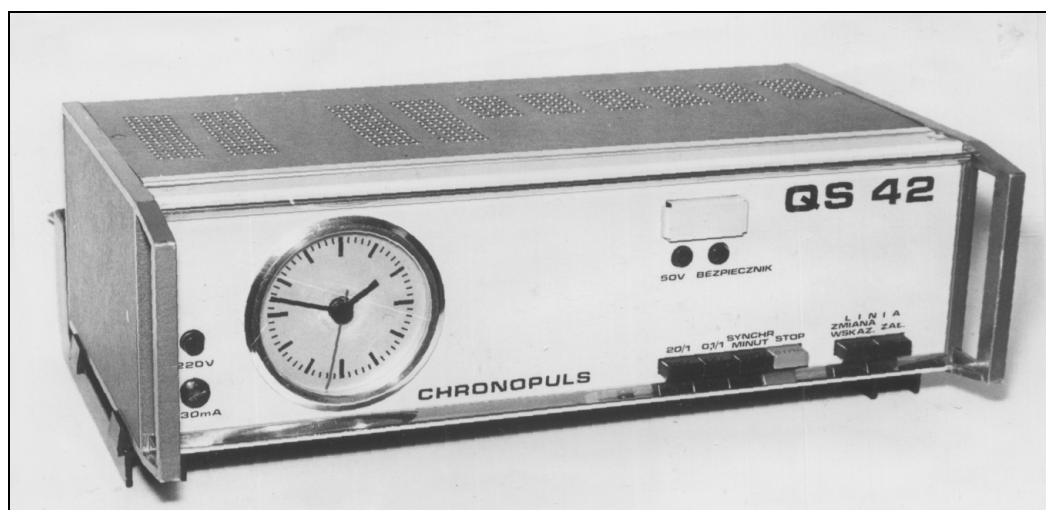
zegarów wtórnych sekundowych. Zegar jest zasilany z sieci prądu przemiennego 230 V, a w przypadku przerwy w dopływie energii – z akumulatora rezerwowego wbudowanego do wnętrza zegara.



Rys. 8. Kvarcowy zegar pierwotny „Cristaltime” firmy FAVAG S.A.

Spośród **kvarcowych zegarów pierwotnych produkcji polskiej** z lat 70. ub. stulecia można przykładowo wymienić zegary pierwotne **QS4** i **QS3** (uważane wtedy za bardzo nowoczesne), opracowane w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów w Warszawie.

Kvarcowy zegar pierwotny typ QS4 (rys. 9) był przeznaczony do samodzielnego sterowania linią odbiorników (zegarów wtórnych) minutowych. Poza tym, jeden lub dwa zegary QS4 mogą stanowić zespół sterujący centralami zegarowymi **Chronopuls P2**.



Rys. 9. Kvarcowy zegar pierwotny QS-42 (fot. z arch. PIAP)

Kvarcowy zegar pierwotny QS-3 był przeznaczony do sterowania odbiorników (zegarów wtórnych) minutowych i sekundowych wyłącznie za pośrednictwem elektronicznej centrali zegarowej Chronopuls ES. Zegar stanowił typowy blok wbudowywany do szafy blokowej tworzącej centralę zegarową (rys. 24).

Zegar QS-3 był wytwarzany w kilku odmianach: w zależności od napięcia zasilania i rodzaju centrali zegarowej – z jednym lub dwoma zegarami pierwotnymi. Dane techniczne zegara są podobne jak zegara QS4.

Zegary QS4 i QS3 były wytwarzane w Zakładzie Doświadczalnym PIAP.

3.3. Zegary wtórne

Jako odbiorniki impulsów w sieciach czasu najczęściej stosowane są zegary wtórne wskazujące czas. Ponadto do sieci czasu mogą być przyłączone inne zegary wtórne, jak mechanizmy programowe, rejestratory, stemple czasu i inne.

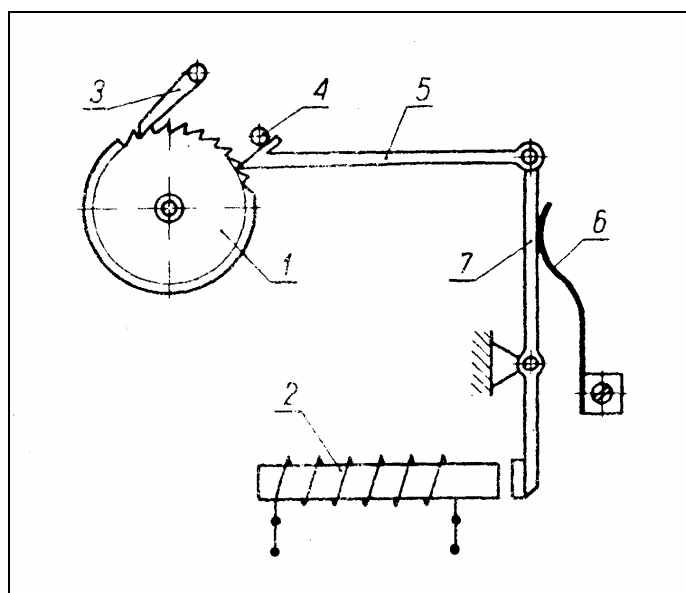
Ze względu na rodzaj zastosowanego elektromagnesu napędowego, zegary wtórne można podzielić na dwie grupy:

- zegary wtórne z elektromagnesem obojętnym,
- zegary wtórne z elektromagnesem spolaryzowanym.

Zegary wtórne pierwszej grupy mogą być napędzane zarówno impulsami jednokierunkowymi, jak i dwukierunkowymi, natomiast druga grupa wymaga impulsów dwukierunkowych.

W zegarach wtórnych najczęściej stosowane są elektromagnesy ze zworą obrotową, rzadziej ze zworą wahliwą lub wciąganą. Elektromagnesy ze zworą obrotową obracającą się stale w jednym kierunku, są więc silnikami skokowymi, w których wirnik obraca się ruchem skokowym.

Zegary wtórne z elektromagnesem obojętnym. Elektromagnes obojętny będzie działać przy każdym impulsie, niezależnie od jego kierunku.

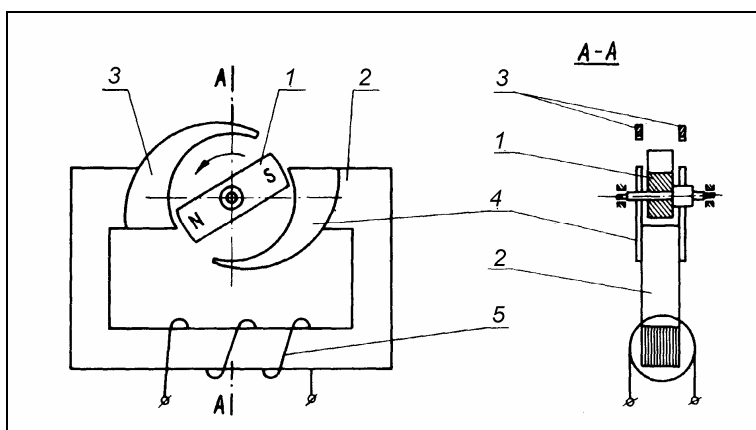


Rys. 10. Schemat konstrukcyjny mechanizmu zegara wtórnego z elektromagnesem obojętnym

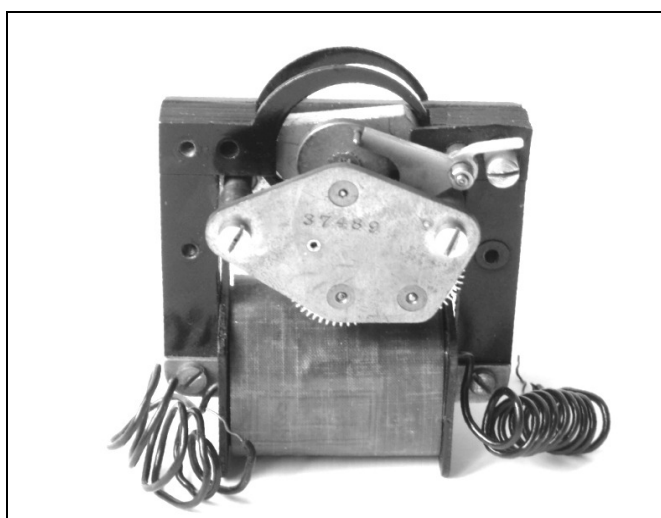
Jedno z rozwiązań zegara wtórnego z elektromagnesem obojętnym przedstawiono schematycznie na rys. 10. Podczas impulsu elektromagnes 2 przyciąga dźwignię 7, napina sprężynę 6 i cofa zapadkę 5. Koło zapadkowe 1 pozostaje nieruchome pod działaniem przeciwapadki 3. W chwili zaniku wzbudzenia elektromagnesu sprężyna 6 obraca dźwignię 7 w kierunku przeciwnym i za pośrednictwem zapadki 5 obraca o jeden ząb koło zapadkowe 1. Aby zapobiec dalszemu obrotowi koła 1 z powodu jego bezwładności, zapadka blokuje je na skutek oparcia się o koła 4.

Obecnie w sieciach czasu stosowane są już prawie wyłącznie zegary wtórne z elektromagnesami spolaryzowanymi, napędzane impulsami dwukierunkowymi. System ten nie ma powyższych wad.

Zegary wtórne z elektromagnesem spolaryzowanym. Schemat najprostszego elektromagnesu ze zworą obrotową, przystosowanego do impulsów dwukierunkowych, przedstawiono na rys. 11, a jego wygląd zewnętrzny – na rys. 12.



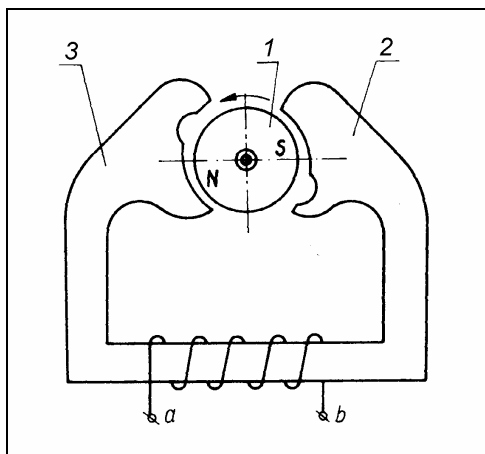
Rys. 11. Schemat konstrukcyjny silnika skokowego zegara wtórnego typu WNR (prod. Zakł. PFAL w Świdnicy); 1 – wirnik, 2 – stojan, 3, 4 – nabiegunniki, 5 – uzwojenie



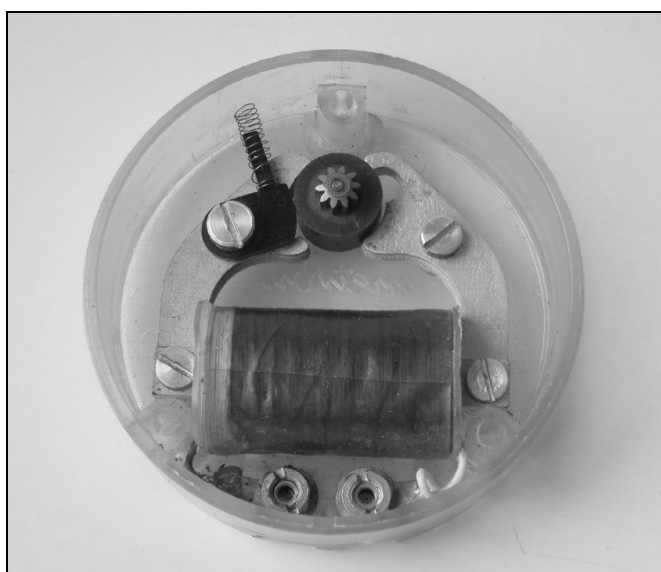
Rys. 12. Mechanizm zegara wtórnego typu WNR prod. Zakł. PFAL w Świdnicy (fot. autora)

Wirnik 1 jest magnesem trwałym o dwóch biegunach. W chwili, kiedy przez uzwojenie 5 nie płynie prąd, magnes przyjmuje położenie poziome na skutek przyciągania biegunów wirnika przez nabiegunniki stojana 2. W chwili przyłączenia uzwojenia do źródła prądu, na nabiegunnikach stojana pojawiają się bieguny magnetyczne. Jeśli kierunek przepływu prądu przez uzwojenie będzie taki, że na nabiegunnikach stojana będą bieguny jednoimienne z odpowiednimi biegunami wirnika, wówczas na skutek odpychania się biegunów jednoimennych, oraz przyciągania biegunów wirnika przez różnoimienne wydłużone nabiegunniki 3, wirnik obróci się o 180° . Wirnik obróci się o dalsze pół obrotu dopiero wtedy, jeśli zmieniony zostanie kierunek przepływu prądu. Wirnik obraca się zatem ze średnią prędkością 1 obrót na dwa impulsy.

Na rys. 13 przedstawiono schemat zegara wtórnego o tej samej zasadzie działania, lecz o rozwiązaniu lepszym pod względem technologicznym.



Rys. 13. Schemat konstrukcyjny silnika zegara wtórnego typu ZW (prod. TFW METRON w Toruniu); 1 – wirnik, 2, 3 – nabiegunniki



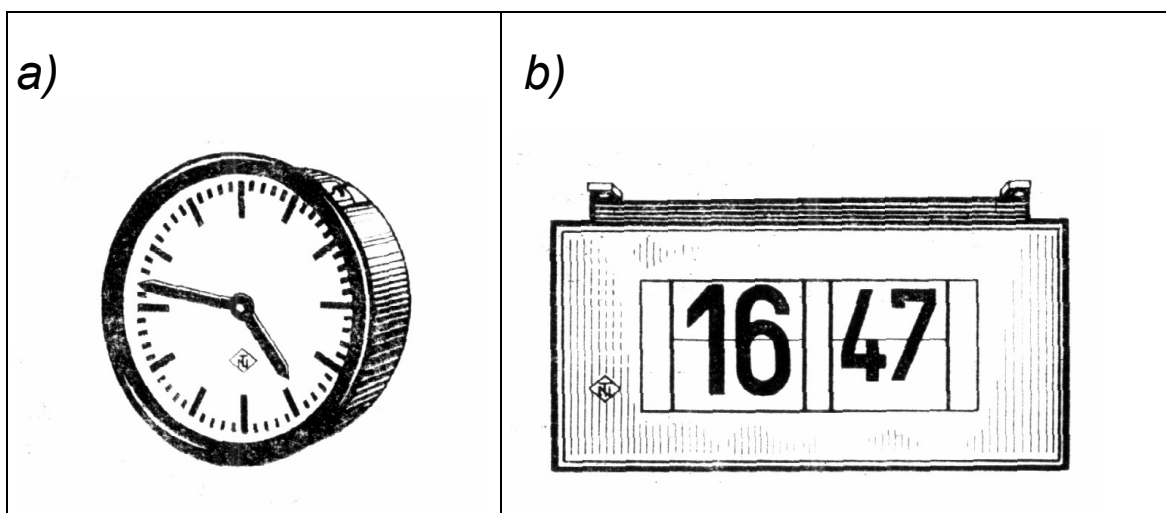
Rys. 14. Silnik skokowy zegara wtórnego typu ZW (fot. autora)

Inną konstrukcję ma silnik skokowy w zegarze wtórnym szwajcarskiej firmy FAVAG (rys. 15). Jest to zegar wtórny, który wykonywany jest w dwóch wersjach: przeznaczonej do impulsów minutowych lub do impulsów sekundowych, przy czym silnik skokowy i pierwszy stopień przekładni (palcowo-zębatej) w obu wersjach są takie same.



Rys. 15. Mechanizm zegara wtórnego firmy FAVAG (fot. autora)

Wirnik wykonuje $\frac{1}{2}$ obrotu na każdy impuls, wobec tego współpracujące z dwupalcowym zębniakiem koło zębate wykonuje pełny obrót na 60 impulsów – minutowych lub sekundowych i na jego wałku może być bezpośrednio zamocowana wskazówka odpowiednio – minutowa lub sekundowa. Mechanizm działa bardzo cicho, przy czym jego dodatkową zaletą jest to, że wskazówka nie drga po każdym skoku, jak to ma miejsce w innych konstrukcjach.

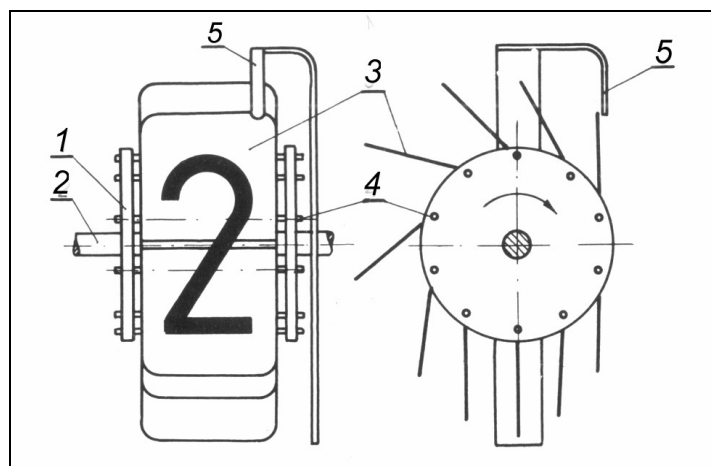


Rys. 16. Zegary wtórne: a) z tradycyjnym analogowym urządzeniem wskazującym, b) z cyfrowym urządzeniem wskazującym mechanicznym (płytkowym).

Zegary wtórne mają tradycyjne urządzenie wskazujące analogowe, tzn. wskazówki na tle tarczy zegarowej (rys. 16.a) lub cyfrowe (rys. 16.b). Zaletą urządzeń wskazujących cyfrowych w porównaniu z tradycyjnymi (wskazówkowymi) są znacznie mniejsze ich powierzchnie przy zachowaniu dobrej ich czytelności. Cyfrowe urządzenia wskazujące mogą być mechaniczne lub elektrooptyczne (np. świetlne).



Rys. 17. Zegar wtórny ścienny z lat 30. ub. wieku

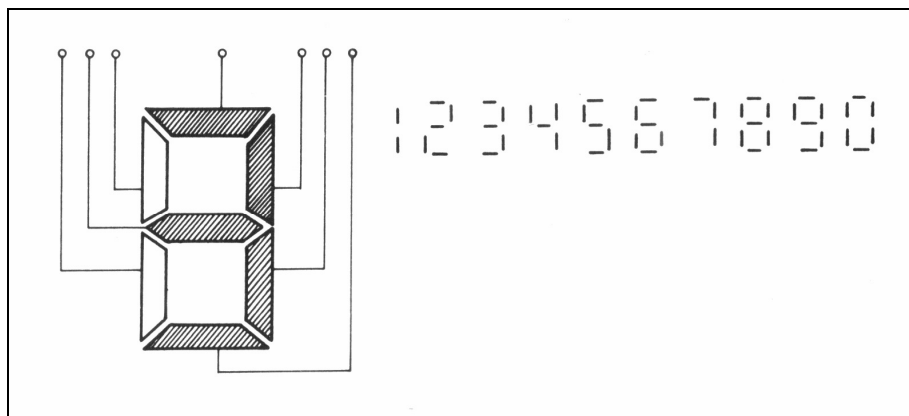


Rys. 18. Schemat konstrukcyjny mechanicznego wskaźnika cyfrowego (płytkowego)

Jednym z możliwych rozwiązań konstrukcyjnych mechanicznego wskaźnika cyfrowego (płytkowego) przedstawione jest na rys. 18. W bębnie 1 osadzonym na wałku 2 umieszczona jest odpowiednia liczba płytek 3 z kolejnymi cyframi lub liczbami. Płytki ułożyskowane są w

bębnie obrotowo na osiach 4. Płytką z określoną cyfrą jest przytrzymywana przez zaczepek 5. Po obrocie się bębna o 1 podziałkę płytka zostanie zwolniona i obróci się o 180° , co spowoduje ukazanie się następnej cyfry.

Jako wskaźniki elektrooptyczne są stosowane układy pól lub punktów świetlnych, które przy odpowiedniej kombinacji połączeń mogą tworzyć na powierzchni odczytowej zegara kształty odpowiadające kolejnym cyfrom. Do wyświetlania cyfr powszechnie stosowane jest pole składające się z 7 segmentów (rys. 19).



Rys. 19. Przykład cyfrowego wskaźnika segmentowego o 7 polach

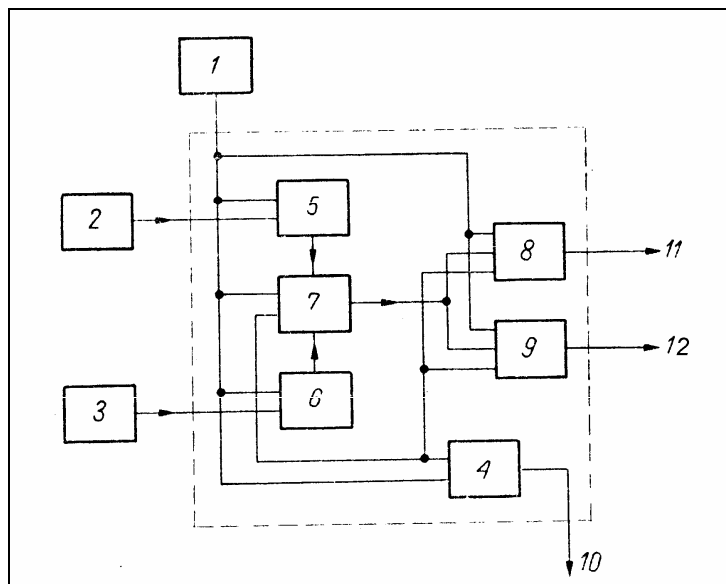
3.4. Translacje i centrale zegarowe

Głównym zadaniem **translacji zegarowej** jest wzmacnianie impulsów z zegara pierwotnego, w celu umożliwienia sterowania przez niego większej liczby zegarów wtórnych. Dlatego urządzenia te wyposażone są w odpowiednie układy wzmacniające – dawniej przekąźnikowe lub obecnie półprzewodnikowe. W zależności od liczby zegarów wtórnych, urządzenia wzmacniające mają jedno lub kilka niezależnych wyjść, do których przyłącza się poszczególne linie dystrybucyjne.

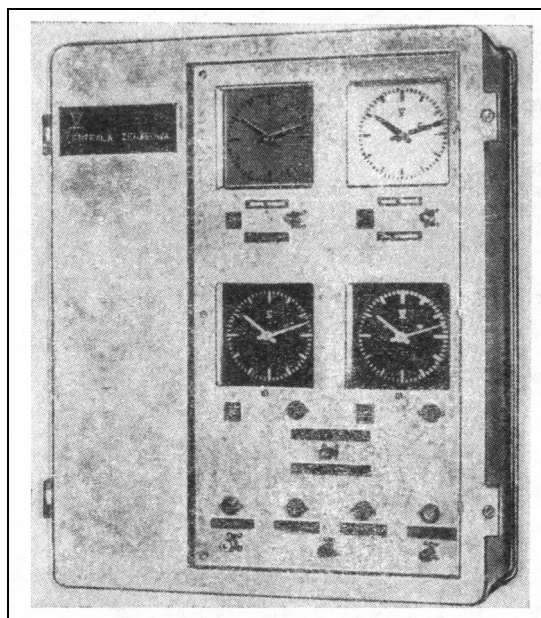
W odróżnieniu od translacji, której zadaniem jest tylko wzmacnianie impulsów, **centrale zegarowe** mogą być ponadto wyposażone w szereg urządzeń pomocniczych, jak np.:

- urządzenie do samoczynnego przełączania centrali na sterowanie przez zegar pierwotny rezerwowy w przypadku zatrzymania się lub wadliwego działania zegara pierwotnego zasadniczego,
- urządzenia sygnalizujące lub alarmujące przerwę w dopływie prądu lub spadek napięcia baterii akumulatorowej, jak również przepalenie bezpieczników, np. na skutek zwarcia jednej z linii dystrybucyjnych,
- urządzenia do kontroli wskazań zegarów wtórnych przyłączonych do poszczególnych linii dystrybucyjnych,
- urządzenie do szybkiego przestawiania wskazań zegarów wtórnych przyłączonych do poszczególnych linii.

Na rys. 20 podano przykładowo schemat blokowy małej centrali zegarowej dwuliniowej typu MCR, opracowanej przez CLAPO¹⁵⁾ i produkowanej w kraju w latach 60. ub. stulecia. Konstrukcja tej centrali oparta była na technice przekaźnikowej. Wygląd zewnętrzny tej centrali pokazuje rys. 21.



Rys. 20. Schemat blokowy centrali zegarowej typu MCR: 1 – źródło prądu, 2 – zegar pierwotny A (zasadniczy), 3 – zegar pierwotny B (rezerwowy), 4 – zespół sygnalizacji, 5 – zespół kontroli zegara A, 6 – zespół kontroli zegara B, 7 – zespół przełączający, 8 – kontrola wskazań linii I, 9 – kontrola wskazań linii II, 10 – sygnalizacja alarmowa, 11 – linia I, 12 – linia II



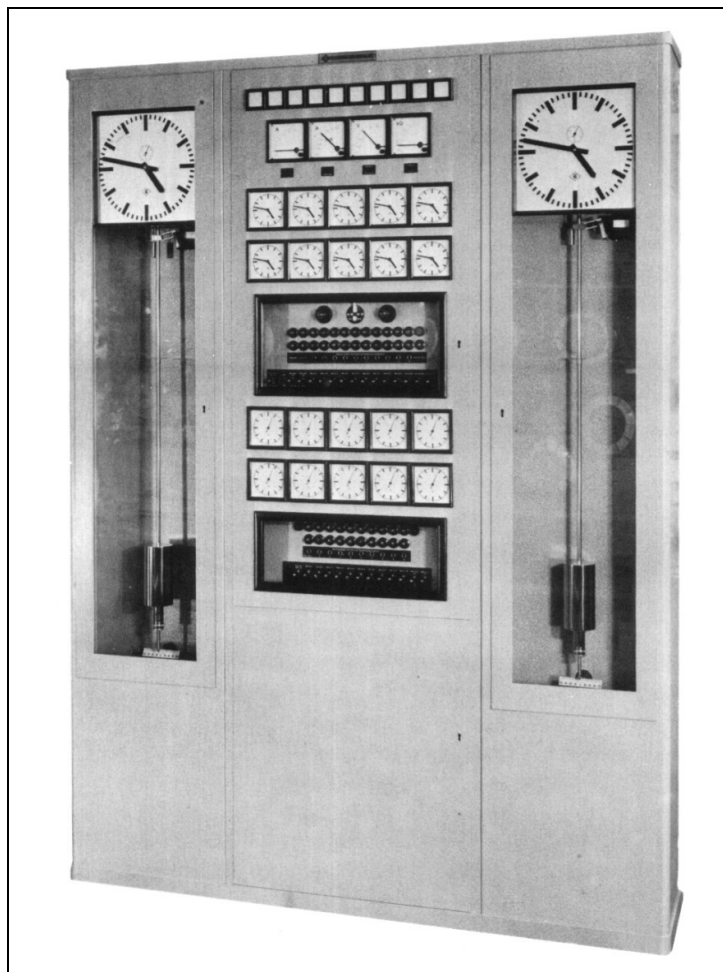
Rys. 21. Wygląd zewnętrzny przekaźnikowej małej centrali zegarowej MCR wysyłającej impulsy minutowe, prod. polskiej (fot. wg arch. PIAP)

¹⁵⁾ Obecnie PIAP (Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów w Warszawie)

Ponadto produkowano w kraju centrale zegarowe większe i bardziej złożone, różniące się od centrali typu MCR liczbą linii dystrybucyjnych, wyposażeniem i możliwościami eksploatacyjnymi.

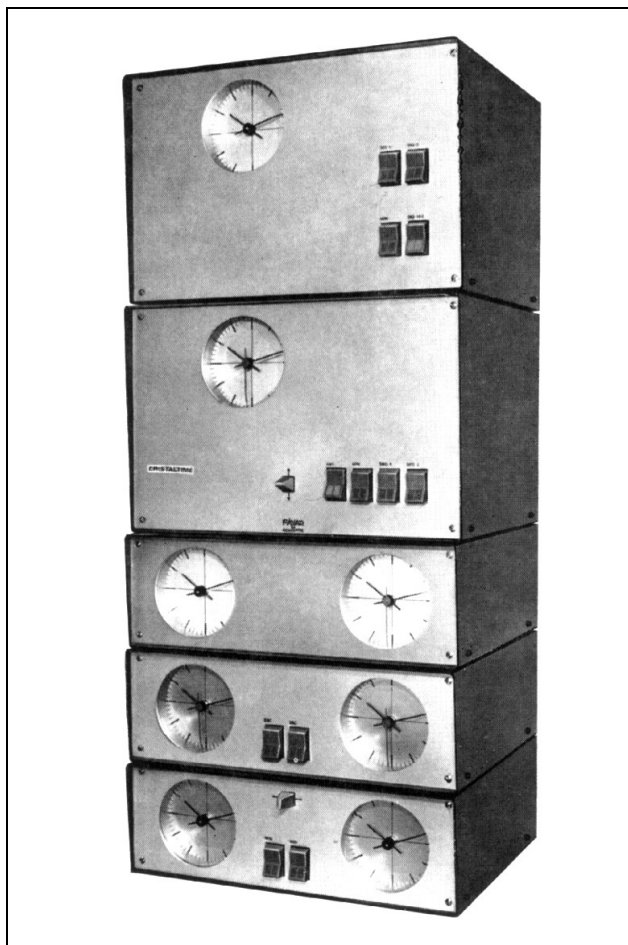
Oprócz central zegarowych przekaźnikowych stosowano także centrale oparte na technice mieszanej – tranzystorowo-przekaźnikowej, a ostatnio buduje się wyłącznie centrale w pełni zelektronizowane.

Na rys. 22 przedstawiono centralę zegarową niemieckiej firmy *TELEFONBAU & NORMALZEIT* produkowaną seryjnie w latach 60. i 70. ub. stulecia.



Rys. 22. Centrala zegarowa z dwoma wahadłowymi zegarami pierwotnymi
(prod. *TELEFONBAU & NORMALZEIT* – lata 60. ub. stulecia)

Najnowsze tendencje w konstrukcji central zegarowych przejawiają się w dążeniu do zestawiania ich z typowych elementów modułowych o znormalizowanych wymiarach (rys. 23), mogących pełnić różne funkcje, zależnie od wymagań stawianych sieci czasu.

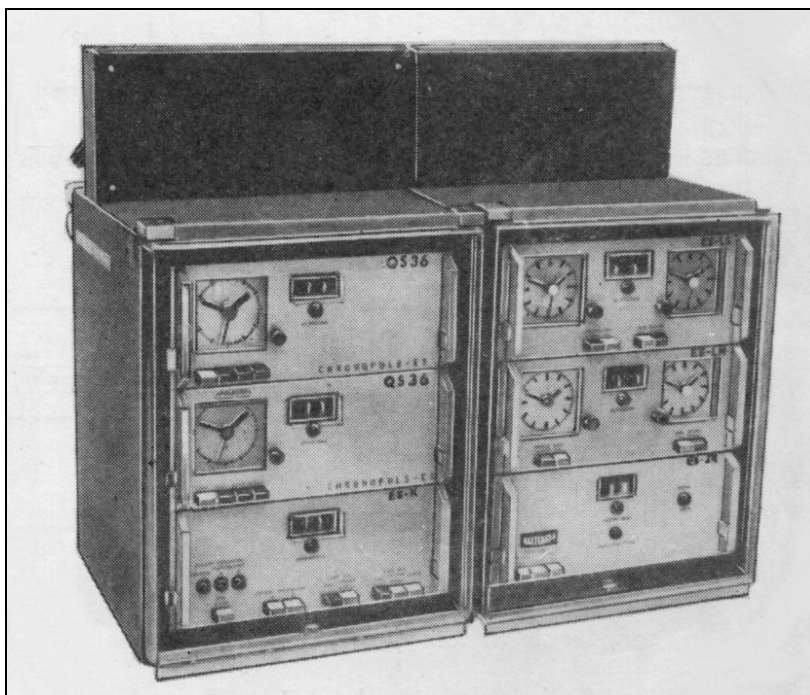


Rys. 23. Centrala zegarowa Cristaltime firmy FAVAG (fot. wg mat. firm.)

Z produkowanych w Polsce central zegarowych wchodzących w skład systemu POLMATIK-METROCHRON przykładowo można wymienić:

Stacjonarna centrala zegarowa przekaźnikowa CHRONOPULS P2. Centrala ta była przeznaczona do sterowania stacjonarnymi sieciami czasu z jednym lub dwoma zegarami pierwotnymi. Podstawowym elementem elektrycznym są przekaźniki elektromagnetyczne.. Maksymalna liczba linii przyłączanych do centrali wynosiła: do 32 linii minutowych i do 10 linii sekundowych, a dopuszczalne obciążenie jednej linii wynosiło: minutowej – 2 A, sekundowej – 0,2 A.

Elektroniczna centrala zegarowa CHRONOPULS ES wchodziła w skład sieci czasu pracujących według znormalizowanego elektrycznego systemu impulsowego dystrybucji czasu (Systemu IDC), jako urządzenie sterujące. Podstawowymi elementami elektrycznymi centrali są układy scalone i inne podzespoły półprzewodnikowe.



Rys. 24. Centrala czasu *CHRONOPULS ES* (fot. z arch. PIAP)

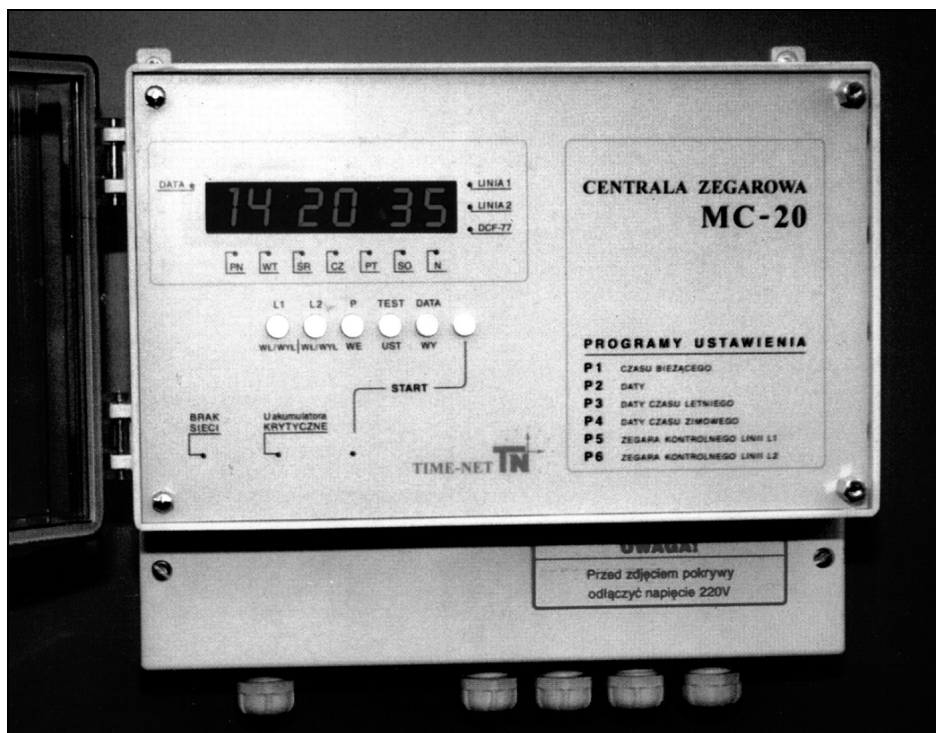
Centrale *CHRONOPULS ES* mogły być wyposażone w jeden lub dwa zegary pierwotne. Wyposażenie centrali w dwa zegary pierwotne pozwalało na uzyskanie wyższego poziomu niezawodności działania sieci czasu. Centrale te były zestawiane z wymiennych bloków umieszczanych w trzymiejscowych szafach wiszących, które tworzą typowe zestawy central (rys. 24).

Kwarcowe zegary pierwotne przeznaczone do pracy w centralach *CHRONOPULS ES* były wykonane jako typowe bloki centrali i przystosowane do umieszczenia w odpowiednim zestawie (szafie).

Maksymalna liczba linii przyłączanych do centrali wynosiła: do 16 linii minutowych oraz do 16 linii sekundowych, a dopuszczalne obciążenie jednej linii wynosiło: minutowej – 2 A, sekundowej – 0,5 A.

Na rys. 25 przedstawiono najnowszy model centrali zegarowej produkowanej przez Zakład Automatyki i Urządzeń Precyzyjnych TIME-NET w Łodzi¹⁶).

¹⁶) TIME-NET – Zakład Automatyki i Urządzeń Precyzyjnych Spółka z o.o., Łódź. Firma założona w 1990 r., dostarcza m.in.: kompletne sieci czasu dla różnych obiektów (np. dla warszawskiego metra, polskich portów lotniczych, rozgłośni radiowych).



Rys. 25. Centrala zegarowa MC-20 produkcji firmy TIME-NET w Łodzi

4. Zegary synchroniczne

4.1. Zasada działania

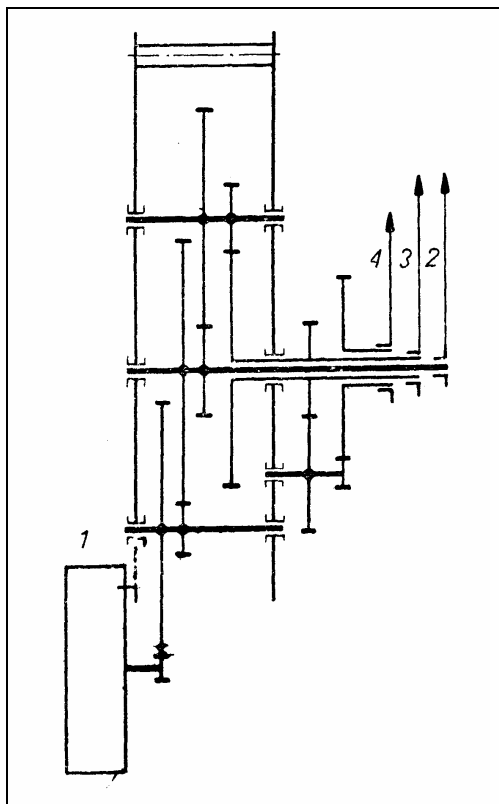
Zasada działania zegarów synchronicznych jest zbliżona do zasady działania zegarów wtórnych ze zworą obrotową, stosowanych w sieciach czasu. Zamiast zwory obrotowej poruszającej się skokowo pod wpływem impulsów prądu stałego, w zegarze synchronicznym zastosowany jest silnik synchroniczny prądu przemiennego, poruszający poprzez zwalniającą przekładnię zębatą urządzenie wskazujące czas lub inne urządzenie (np. urządzenie programowe, urządzenie przesuwające papier w rejestratorach, itd.), zależnie od zastosowania zegara. W odróżnieniu więc od zegarów wtórnych, których zwora elektromagnesu, przekładnia zębata i wskazówki poruszają się skokami, zegary synchroniczne pracują w sposób ciągły. Można to łatwo zauważyć podczas obserwacji ruchu wskazówki sekundowej.

Zegary synchroniczne mogą być zasilane z sieci energetycznej prądu przemiennego (np. 50 Hz, 230 V) lub ze specjalnego generatora (np. kamertonowego lub kwarcowego, o częstotliwości zwykle 1 kHz).

4.2. Zegary synchroniczne zasilane z sieci energetycznej

Sieć energetyczna prądu przemiennego stanowi pewnego rodzaju odmianę sieci czasu, w której rolę zegara pierwotnego spełnia turbogenerator a zegary synchroniczne włączone do tej sieci są w istocie zegarami wtórnymi, których wskazania są ściśle uzależnione od regulatora prędkości obrotowej turbogeneratora..

Zegary synchroniczne zasilane z sieci energetycznej zaopatrzone są w miniaturowy silnik synchroniczny o poborze mocy w granicach 0,5 do 3 W, przystosowany do napięcia i częstotliwości sieci (230 V, 50 Hz). Silnik ten, przez odpowiednią przekładnię zębatą, uruchamia urządzenie wskazujące (wskazówkowe lub cyfrowe), napędza taśmy rejestratorów lub chronografów, uruchamia mechanizmy programowego sterowania itp. Schemat kinematyczny zegara synchronicznego wskazującego czas, przedstawiony jest na rys. 26.



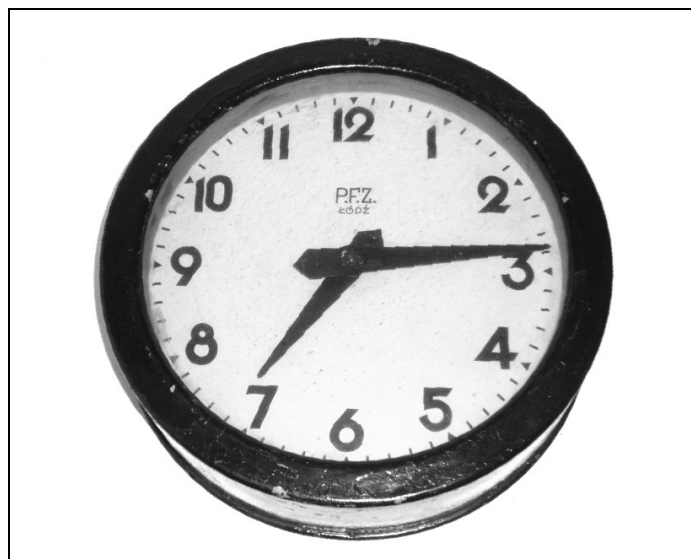
Rys. 26. Schemat kinematyczny zegara synchronicznego:
1 – silnik synchroniczny, 2, 3, i 4 – wskazówki: sekundowa, minutowa i godzinowa.

W zegarach synchronicznych spotykane są zarówno silniki synchroniczne z samoczynnym rozruchem, jak i silniki bez samoczynnego rozruchu (z rozruchem mechanicznym, np. ręcznym).

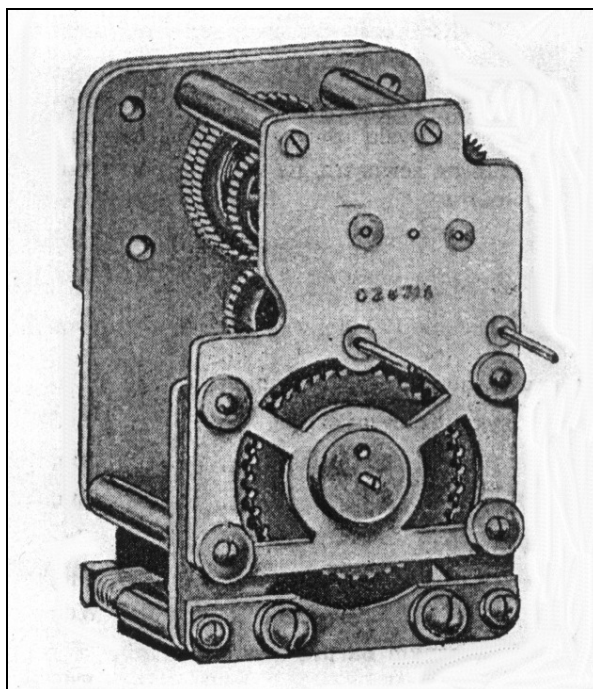
W przypadku przerwy w dopływie prądu zegar synchroniczny z silnikiem bez samoczynnego rozruchu zatrzyma się i po ponownym włączeniu prądu w dalszym ciągu będzie zatrzymany, co łatwo jest zauważyć, gdyż w zegarach tych stosowana jest zwykle wskazówka sekundowa. Natomiast zegar z silnikiem samostartującym przy ponownym włączeniu prądu zostanie uruchomiony, lecz będzie wskazywał czas z opóźnieniem zależnym od czasu trwania przerwy w dopływie prądu. W niektórych typach zegarów synchronicznych z samoczynnym rozruchem stosowane są barwne wskaźniki, które sygnalizują, że w dopływie prądu nastąpiła przerwa, i że wskazania zegara są wobec tego błędne.

Na początku 1946 r. we wspomnianej Państwowej Fabryce Zegarów w Łodzi rozpoczęto seryjną produkcję zegarów synchronicznych przeznaczonych dla biur i zakładów przemys-

słowych oraz dla PKP (rys. 27). W zegarach tych stosowano m.in. mechanizm o symbolu **Sn** (rys. 28), wyposażony w silnik synchroniczny bez samoczynnego rozruchu, zasilany prądem przemiennym 220 lub 120 V o częstotliwości 50 Hz. Silnik pobierający 1,2 do 1,5 watów, miał wirnik o dużej bezwładności, umożliwiającej pewny i łatwy rozruch. Rozruch silnika odbywał się ręcznie pokrętką z przodu lub z tyłu względnie przez pociągnięcie dźwigni ku dołowi, zależnie od rodzaju obudowy. Mechanizm synchroniczny typu **Sn** był przeznaczony do zegarów z tarczą o średnicy do 60 cm.



Rys. 27. Zegar synchroniczny wytwarzany w PFZ w Łodzi w latach 1946 do 1947 (fot. autora)



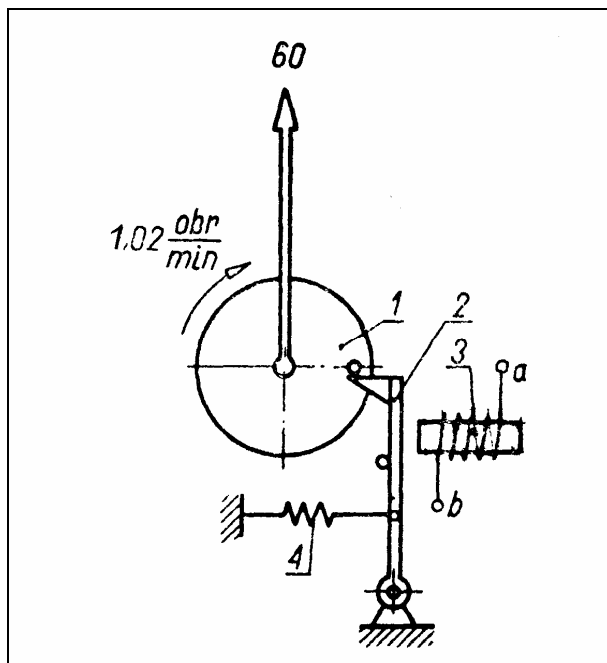
Rys. 28. Mechanizm zegarowy synchroniczny typu **Sn**, widok od strony wirnika

Zamiast dawniej stosowanych silników synchronicznych z rozruchem zewnętrznym od wielu lat w mechanizmach zegarowych z reguły stosuje się silniki synchroniczne z rozruchem samoczynnym.

4.3. Zegary wtórne (minutowe) z synchronicznym wskaźnikiem sekund

Oprócz zegarów wtórnych napędzanych impulsami prądu stałego z sieci czasu i zegarów synchronicznych zasilanych z energetycznej sieci prądu przemiennego, stosuje się też niekiedy różne kombinacje zegarów wtórnych z zegarami synchronicznymi z urządzeniem korekcyjnym.

Przykładem takiego rozwiązania są zegary wtórne napędzane impulsami minutowymi z sieci czasu wyposażone w dodatkową wskazówkę sekundową napędzaną silnikiem synchronicznym zasilanym z sieci energetycznej, przy czym wskazania tej wskazówki są korygowane impulsami minutowymi napędzającymi wskazówkę minutową i godzinową.



Rys. 29. Schemat urządzenia korygującego ruch wskazówki sekundowej impulsami minutowymi [5]

Schemat jednego z możliwych rozwiązań konstrukcyjnych urządzenia do synchronizacji wskazówki sekundowej napędzanej silnikiem synchronicznym jest przedstawiony na rys. 29. Ponieważ odchyłka częstotliwości prądu w sieci energetycznej jest zwykle nieco mniejsza od znamionowej w zegarze tym wskazówka sekundowa obraca nieznacznie szybciej niż 1 obrót na minutę, np. z prędkością $1,02 \text{ obr/min}$. Po wykonaniu jednego obrotu krążek 1 wraz ze wskazówką sekundową jest zatrzymywany przez zapadkę 2. Chociaż silnik synchroniczny w dalszym ciągu jest w ruchu, to dzięki zastosowaniu sprzęgła ciernego wskazówka przez pewien krótki czas pozostaje w spoczynku aż do chwili gdy elektromagnes 3 zostanie wzbu-

dzony impulsem z sieci czasu, do której przyłączone są zaciski *a - b*. Ruch wskazówki sekundowej napędzanej silnikiem synchronicznym jest zatem wyzwalany impulsami minutowymi¹⁷).

Urządzenia takie są zastosowane np. w zegarach zainstalowanych na dworcach kolejowych w Szwajcarii. Upływ sekund sygnalizowany jest za pomocą „wskaznika” zakończonego krążkiem. Podobne zegary (o nieco innym kształcie „wskaznika”) znajdują się również na dworcach kolejowych w Niemczech i niektórych innych krajach.

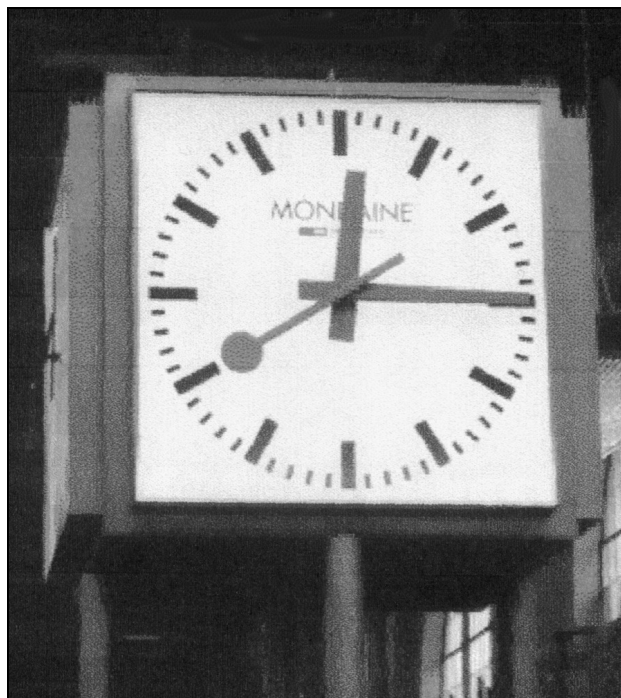
Pierwszy zegar z synchronicznym wskaźnikiem sekund zaprojektował w latach czterdziestych ub. wieku szwajcarski inżynier i projektant Hans Hilfiker (1901 – 1993) dla Szwajcarskich Kolei Federalnych (SBB). Tarcza z oznaczonymi godzinami w postaci czarnych grubych kresiek i czarną podziałką minutową na białym tle, wraz z czarnymi wskazówkami o prostym kształcie, jest bardzo czytelna (rys. 30). Czerwony wskaźnik sekund przypomina „lizak”, którym upoważniony kolejarz dawał sygnał odjazdu pociągu. Wskaźnik ten po wykonaniu pełnego obrotu zatrzymuje się na ok. 1,5 sekundy i po przeskoku wskazówki minutowej rozpoczyna następny obrót. Nie jest on więc tradycyjną wskazówką sekundową. Zegary takie wkrótce zostały zainstalowane na dworcach w całej Szwajcarii (w sumie zainstalowanych jest ponad 3 tys. zegarów).



Rys. 30. Zegar dworcowy ścienny ze wskaźnikiem sekund szwajcarskiej firmy MobaTime (fot. wg mat. firm.)

¹⁷) Takie zegary są często spotykane na dworcach kolejowych w Szwajcarii i w Niemczech, gdzie koleje objęte są ogólnokrajową siecią czasu z impulsami minutowymi [2].

Zaletą tego systemu jest wykorzystanie dotychczas stosowanej minutowej sieci czasu, której trwałość i niezawodność jest znacznie większa niż sieci sekundowej. Niewielka niedokładność wskazań sekund nie ma w tym przypadku praktycznego znaczenia.



Rys. 31. Zegar dworcowy wolnostojący ze wskaźnikiem sekund szwajcarskiej firmy MONDAINE (fot. wg mat. firm.)

Jest znamienne, że zegary „dworcowe” z wystrojem zaproponowanym przez jego autora są stosowane w stanie niezmienionym już od ponad sześćdziesięciu lat. Należą one już do „klasyki” w dziedzinie zegarów¹⁸⁾.

Wygląd zegara dworcowego ze „wskaźnikiem” jest chętnie kopiowany również w zegarach domowych (ściennych), a także w zegarkach naręcznych. W 1986 r. pojawiły się zegarki naręczne z wystrojem „dworcowym” produkowane przez szwajcarską firmę MONDAINE (rys. 32), jednak „wskaźnik” jest tu normalną wskazówką sekundową. Zegarki „dworcowe” cieszą się dużym powodzeniem zwłaszcza wśród miłośników kolei, nie tylko w Szwajcarii.

¹⁸⁾ Podobny wystrój ma największy w Europie zegar na ścianie dworca kolejowego w Aarau (Szwajcaria), zbudowany w 2010 r.; średnica tarczy ma ok. 9 metrów.



Rys. 32. Zegarek naręczny w stylu zegara dworcowego szwajcarskiej firmy Mondaine (fot. wg mat. firm.)

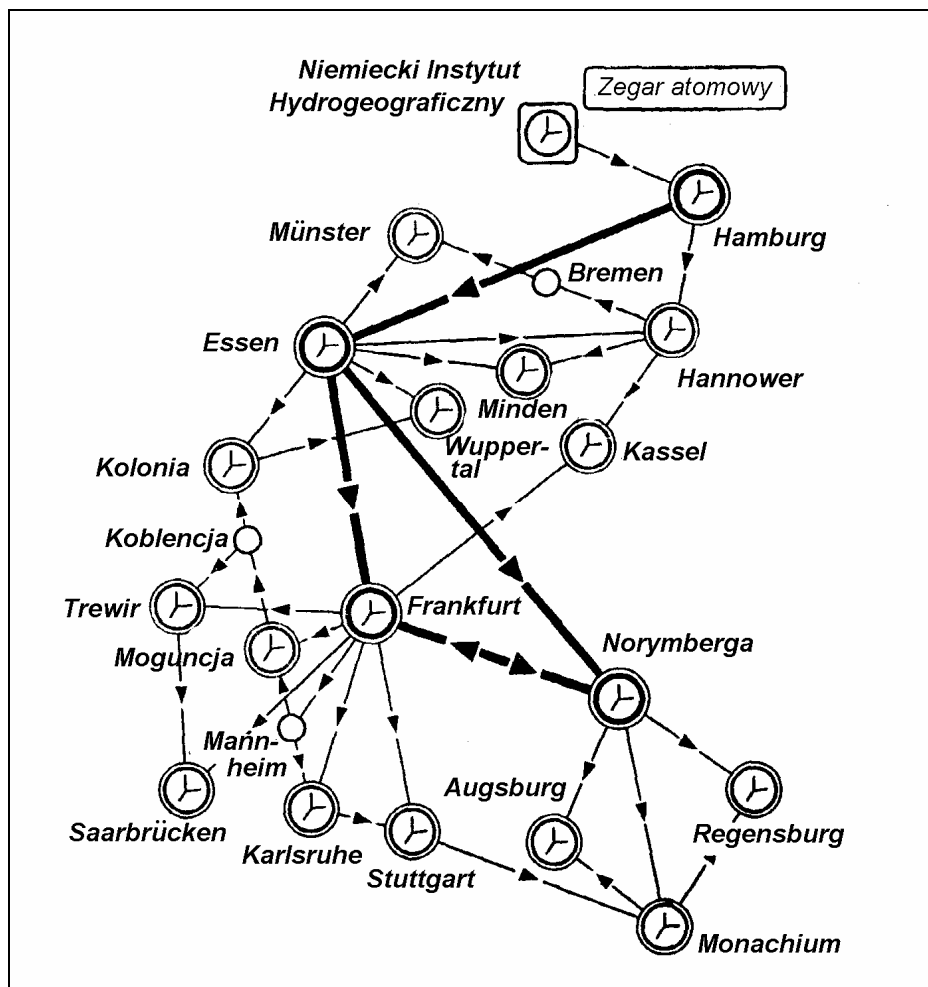
Inne rozwiązania konstrukcyjne zegarów synchronicznych z korekcją za pomocą impulsów minutowych, jak również urządzenia zegarowe do kontroli częstotliwości sieci energetycznej, opisane są w pracach [1, 5, 9, 10].

5. Uwagi końcowe

Spośród opisanych powyżej urządzeń zegarowych na kolejach już od wielu lat najbardziej rozpowszechnione są sieci czasu. Chociaż znane są już różne bezprzewodowe systemy dystrybucji czasu, to jednak w dalszym ciągu przeważnie stosuje się sieci czasu przewodowo-impulsowe – ze względu na ich dużą trwałość, niezawodność i odporność na wszelkiego rodzaju zakłócenia.

Na niewielkich dworcach kolejowych często stosuje się małe sieci czasu – składające się z zegara pierwotnego i kilku do kilkunastu bezpośrednio podłączonych do niego zegarów wtórnych. Na większych węzłach kolejowych, a niekiedy na terenie całej okręgowej dystrykcji PKP (np. jedna z Okręgowych Dystrykcji PKP), zainstalowane są złożone sieci czasu, z kilkoma podcentralami zegarowymi.

W niektórych krajach zachodnich (np. Niemcy, Szwajcaria) cała kolej objęta jest jednolitą ogólnokrajową siecią czasu (rys. 33).



Rys. 33. Schemat strukturalny kolejowej sieci czasu w Niemczech (Deutsche Bundesbahn) w latach 70. ub. wieku [2]; grubymi liniami oznaczono połączenia głównych węzłów sieciowych, liniami zwykłymi – połączenia central zegarowych (krążki o podwójnej linii) w poszczególnych dyrekcjach kolei (mniejsze krążki oznaczają urządzenia translacyjne).

Obecnie w wielu ośrodkach badawczo-rozwojowych prowadzi się prace nad powszechnym zastosowaniem kodowanych sygnałów czasu przesyłanych drogą radiową – do wszystkich zainteresowanych odbiorców, w tym do poszczególnych obiektów kolejowych.

Bibliografia

- [1] Bartnik B.S., Podwapiński W.A.: *ZEGARMISTRZOSTWO. Tom X. Zegary elektryczne zespołowe i przemysłowe*. Wyd. III zmienione. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1992.
- [2] Glaser G.: *Handbuch der Chronometrie und Uhrentechnik*. Tom III. Kempter-Verlag, Stuttgart 1983.
- [3] Jaros P.: *Zegary elektryczne i ich zastosowanie na kolejach*. Kolejowy Przegląd Techniczny, 1937, nr 10-11, s. 13 - 21.
- [4] Krug G.: *Elektrische und elektronische Uhren*. Verlag Technik, Berlin 1980.
- [5] Mrugalski Z.: *Mechanizmy zegarowe*. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1972..

- [6] Mrugalski Z.: *Zespoły funkcjonalne urządzeń zegarowych i tachometrycznych*. Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1991.
- [7] Mrugalski Z.: *Czas i urządzenia do jego pomiaru*. Wyd. CURSOR, Warszawa 2008.
- [8] Mrugalski Z.: *Przemysł zegarowy w Polsce*. Wyd. Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2010.
- [9] Mrugalski Z.: *Zegary elektryczne i elektroniczne. Zarys historii*. Wyd. CURSOR, Warszawa 2013.
- [10] Szpoljanskij W.A.: *Chronometriczeskije sistemy*. Izd, „Maszynostrojenije”, Moskwa 1980.
- [11] PN-86/N-02051. Metrologia czasu (chronometria). Terminologia.
- [12] PN-71/M - 54630. Krajowy System Automatyki i Pomiarów POLMATIK. Elektryczny system impulsowy dystrybucji czasu. Podstawowe parametry.
- [13] PN-76/M - 42534. Krajowy System Automatyki i Pomiarów POLMATIK. Generatory sygnałów sterujących sieci czasu. Wymagania ogólne i badania.
- [14] PN-76/M - 42535. Krajowy System Automatyki i Pomiarów POLMATIK. Tarcze i wskazówki zegarów wtórnych. Wymagania ogólne.
- [15] PN-81/M - 54708. Urządzenia zegarowe. Czytelność wskazań.
- [16] PN-88/M - 54700. Urządzenia zegarowe. Podział, oznaczenia i wyznaczanie podstawowych parametrów metrologicznych.

HISTORIA DRENOWAŃ ROLNICZYCH

Wstęp

Sama idea odwadniania terenów nadmiernie uwilgotnionych drenami znalazła zastosowanie w praktyce w zamierzchłej przeszłości, jednak trudno dokładnie określić kiedy? W przybliżeniu, na podstawie wykopalisk, oceniono że pierwsze zastosowanie tej techniki miało miejsce w Mezopotamii (Babilon) przed 4 tysiącami lat (Ostromecki [8]).

W praktyce melioracyjnej, przy odwodnieniach stosowano również inne sposoby a to drenaże kamienne jak na przykład w II wieku przy osuszaniu bagien Błot Pontyjskich w okolicy Rzymu (Ostromecki 1975).

J. Sporny [12] pisze: „We Francji pierwszy Olivier de Serres pisał o drenowaniu w r. 1600 w dziele, pod tytułem: *Theatre d' Agriculture*, gdzie radzi kopać rowki i spody w takowych wykładać słomą, chrustem, kamieniami i t. p. materiałami, nie ustanawia jednak odległości rowków, co zaś do głębokości oznacza ją na 4 stopy blisko. Radzi, aby rowki w połowie napełniać kamykami lub chrustem, a potem zasypać wybraną ziemią i urownać tak, aby nie przeszkadzały uprawie roli. Radzi także umieszczać tarcice w połowie rowu, aby robiły w spodzie próżnię dla przepływu wody, nad którąby jeszcze było nasypane około dwóch stóp ziemi” Natomiast przy odwodnieniach torfowisk stosowano drenowania skrzynkowe wykonywane z desek lub przy pomocy wiązek faszynowych.

W podręczniku „*Hydraulika agronomiczna*” [12] J. Sporny pisze, że: „W dziele, wydanym w r. 1727 przez p. Bradley, profesora uniwersytetu w Cambridge, powiedziano,- że pierwsze roboty zupełnego drenowania wykonane były w hrabstwie Suffolk, a następnie w hrabstwach Norfolk,Essex i Hertford”.

„Okolo roku 1810, w Cumberland w majątku p. James Gracham, użyto pierwszy raz do drenowania dachówek, składających się z dwóch połówek, jednej górnej okrągłej, a drugiej płaskiej, stanowiącej jej podstawę, które pomieszczone w rowkach pewnej głębokości, służyły do odprowadzania wody.”

„W roku 1804 Towarzystwo Rolnicze departamentu Sekwany, radziło zamiast słomy na wykładanie rowków, służących do drenowania, używać gałęzi olszyny, która się w wilgoci

¹⁹⁾ Dr hab. inż. Andrzej Wanke (ur. w 1939 r. w Mariampolu nad Dniestrem w woj. stanisławowskim), prof. nadzw. SGGW, maturę ukończył w 1956 r. w Kaliszu, a w 1964 r. uzyskał dyplom mgr inż. na Wydziale Melioracji Wodnych SGGW. Przez 8 lat pracował w Zakładzie Doświadczalnym SGGW w Puczniewie koło Łodzi, gdzie prowadził badania z zakresu funkcjonowania drenowania rolniczego. Na ich podstawie opracował i obronił pracę doktorską w 1977 roku. W latach 1966 – 67 odbył studia podyplomowe w PWSTiF w Łodzi uprawniające do realizacji filmów naukowych. Zrealizował 14 filmów, które były i są wykorzystywane w dydaktyce, a niektóre z nich uzyskały nagrody na Przeglądach i Festiwalach. W 1993 r. uzyskał stopień doktora habilitowanego z zakresu regulowania stosunków wodnych na terenach rolniczych.

dobrze konserwuje, o czym obszernie pisze Wiktor Yvert.” Dalej: „Od roku 1810 do roku 1841, czyli przeszło 30 lat, nic nie postąpiono w drenowaniu. Od tego czasu dopiero drenowanie weszło na drogę prawdziwego popędu.”

„John Read podał myśl, aby używać rur glinianych zamiast dachówek. Zadanie to opisane było przez Towarzystwo Rolnicze w Derby w r. 1843, odtąd nie ma żadnego roku aby tak w fabrykacji rur, jako też w samym drenowaniu nie było jakiego postępu.” Najpewniej przyczyniał się do tego postępu wynalazek prasy hydraulicznej w połowie XIX wieku. Dalej J. Sporny podaje, że w latach 1842 – 1856 w Anglii prowadzono systematycznie prace drenarskie i w tych latach wykonano je na powierzchni 37,600 włókach nowo-polskich.

„Belgia uprzedziła Francję w robotach około drenowania, albowiem jeszcze w r. 1849 p. Leclerc, inżynier dróg i mostów, był wysłany do Anglii, gdzie w ciągu 5 miesięcy studyją drenowanie, po powrocie był odkomendowany do Towarzystwa Rolniczego i zaczął wykonywać roboty drenarskie. W tym samym czasie Rząd rozkazał wydawać dziennik: *Manuel de drainage*, który dla zbyt niskiej ceny był w ręku wszystkich. Oprócz tego, dla popędu, Rząd z swej własnej fabryki oddawał w połowie potrzebną ilość rur, za cenę mającą się amortyzować, - dodawał swoich inżynierów i narzędzia, - i ustanowił prawo, że bezwarunkowo wodę pochodząca z drenów, każdy sąsiad poniżej położony bezpłatnie odbierać obowiązany. Jak się tym sposobem nadał popęd drenowaniu, Rząd był zmuszony urządzić służbę specjalną, złożoną z 3 inżynierów i 3 konduktorów, i zaprowadzić wykład drenowania przy szkole rolniczej, aby można było znaleźć coraz więcej ludzi potrzebnych a uzdolnionych do podobnego rodzaju robót.

Z pomocą tych wszystkich środków, ministerstwo spraw wewnętrznych dało poznać w krótkim czasie mieszkańcom kraju znakomite korzyści, jakie drenowanie przedstawia, i obaliło przesąd właścicieli ziemskich, którzy oczekiwali, jak zwykle, na skutki uwieńczone długiem doświadczeniem wprowadzonych nowości.”

Począwszy od drugiej połowy dziewiętnastego wieku prawie we wszystkich krajach europejskich prowadzono prace drenarskie. We Francji, jak pisze Sporny, „Właściwy początek rozwinięcia robót datuje się dopiero od czasu ukształcenia robotników oddających się li drenowaniu. Odtąd to dopiero znikła nieufność właścicieli ziemskich do drenowania, przekonali się bowiem z wykazów statystycznych o korzyściach pewnych, jakie drenowanie sprowadza.”

J. Sporny informuje dalej, że w Niemczech tak jak i w innych krajach, jednocześnie wprowadzano drenowanie, jednak na mniejszą skalę. Najwięcej drenowań wykonywano w Prusach i Śląsku. W Rosji rozpoczęto gdzieś a najwięcej w Kurlandii. „W naszym kraju drenowanie nie postępuje jeszcze wcale, a dotąd zaledwie kilka pojedynczych oderwanych robót wykonano, które nie mogą być żadnym przykładem.”

„W Stanach Zjednoczonych Ameryki, drenowanie agituje się jeszcze od r. 1839 i ciągle robi znakomite postępy, a nawet w wielu miejscach wykonywane jest nie dla osuszenia, ale dla ochrony gruntów od działania suszy.”

Pierwsze ceramiczne sączki drenarskie wyprodukowane w Anglii miały średnicę 3 cm. Jednak z uwagi na małą ich trwałość, w końcu XIX średnicę tę zwiększono do 4 cm. Taką średnicę rurek wykonywano już pierwsze drenowania w Polsce. Później zwiększono ją, jak i w całej Europie do 5 cm, którą w drenowaniach ceramicznych stosuje się do dziś. Podobna ewolucja średnic nastąpiła również w drenach plastikowych z tą różnicą, że dziś w praktyce stosuje się średnicę 6 cm. Inaczej było w USA, gdzie od początku przyjęto średnicę drenów 10 cm [16].

Drenowania w Polsce

Sporny w swoim podręczniku [12] pisze: „U nas pierwsze roboty w tym rodzaju wprowadził do kraju p. Streinkeller, drenując część ogrodu w Żarkach. Następnie próbowało drenowania kilku zamożniejszych obywateli; między temi do pierwszych robót zaliczyć można drenowanie dopełnione w dobrach Parzymiechy, będących obecnie własnością p. Karola Walewskiego, - drenowanie w Rytwianach u hr. Adama Potockiego, i kilka innych pomniejszych, które przecież dla braku systematycznego ich układu, za przykład dla nikogo posłużyć nie mogą.”

Pierwsze drenowania w Polsce wykonano w 1857 r. (przypisek recenzenta St. Kostrzewy). Źródła pisane, jakie udało się odnaleźć z wczesnego okresu realizacji drenowań, to publikacja Cz. Skotnickiego z 1929 r., w której zamieszczono informację, iż na terenie Królestwa Kongresowego do 1908 roku zdrenowano 93870 hektarów gruntów rolnych. Jednocześnie Autor komentuje podjęcie realizacji, tego kierunku działań odwadniających nazywając je „ulepszeniem rolnym”, na wzór niemiecki gdzie już od połowy XIX zwrócono baczną uwagę na ten kierunek melioracyjny co miało duży wpływ i oddziaływanie na kulturę rolną w Polsce.

Inne źródło to publikacja W. Kąkolewskiego i N. Wiszniewskiego, w której zamieszczono poniższe zestawienie z prac melioracyjnych w Królestwie Polskim (tożsame z Królestwem Kongresowym). W tej publikacji podano również, że drenowanie rurkowe wykonywano wówczas średnicami od 4 do 29 cm o średniej długości rurki 30 cm i rozstawie od 14 do 18 m czyli średnio 16 m. Rurki drenarskie były wówczas produkowane w około 70 % w cegielniach i w 30% wyrabianych w piecach polowych.

Tablica II.**ZESTAWIENIE OGÓLNE**

zaplanowanej i wykonanej melioracji w Królestwie Polskim od r. 1874 do r. 1907.

L. p.	NAZWA MELIORACJI	Ilość projekt. morgów	Ilość wykon. morgów	Stosunek procentów. projektów. robót	Stosunek procentów. wykonan. robót
		w morg. 300 pr.=5000 m. kw.		‰	
1	Drenowanie	162,657	87,061	70,74‰	67,13‰
2	Osuszanie pól ornych syst. inż. Korzybskiego	18,151	14,406	7,89‰	11,10‰
3	Osuszanie łąk rowami otwartymi	25,609	16,076	11 14‰	12,40‰
4	Nawodnienie łąk	21,128	11,094	9,19‰	8,56‰
5	Uprawa torfowisk	2,400	1,044	1,04‰	0,81‰
Ogółem . . .		229,945	129,681		

Po przeliczeniu morgów na metry kwadratowe dane te przedstawiają się następująco:

	<u>Projektowana ilość ha</u>	<u>Wykonana ilość wyk. ha</u>
Drenowanie	3.036,2	1.625,1
Osuszanie pól systemem Korzybskiego	338,8	268,9

A. Kędzior [4] przytacza tabelę wykazu zdjęć wykonanych dla robót melioracyjnych od 1879/80 r. do 1912/13 r. przez Krajowe Biuro Melioracyjne z której wynika, że w zakresie drenowania dokonano opracowań dla obszaru obejmującego 137.432 ha.

Do naszych czasów zachowało się wiele projektów drenowań, sporządzonych w pierwszych latach ubiegłego wieku, dla pól uprawnych ówczesnych majątków ziemskich i tak na przykład:

- „Plan zdrenowania folwarku Kwilno położonego w Guberni Warszawskiej Powiecie Mieszkowskim”. „Pomierzono zniwelowano i zaprojektowano w roku 1908/9” przez Biuro Melioracji Rolnych Knapiński&Karski o powierzchni 112,8 ha. Z przekazu potomków właścicieli folwarku wiadomo, że drenowanie to zostało wykonane.
- W majątku Puczniew, odległym o 30 km na zachód od Łodzi, gdzie pierwsze drenowania wykonano w 1914 roku a następne w latach 1944 i 1950 oraz system doświadczalny, o zróżnicowanych rozstawach, w 1961 r. na powierzchni 460 ha. W 1963 roku na tych drenowaniach rozpoczęto prace badawcze, które były następnie kontynuowane przez kolejnych 10 lat. (archiwalne projekty planów sieci).

- Odkryty w Puczniewie plan „Melioracji Rolnych w dobrach Puczniew” dla powierzchni 797 mórg systemem Korzybskiego, był wykonany, o czym świadczyły pozostałości fragmentów budowli drewnianych znalezionych przy pracach renowacyjnych późniejszych sieci drenarskich i uzupełnianych drenowań w obniżeniach terenowych, wcześniej nie drenowanych.

Czesław Skotnicki w 1925 roku, w podręczniku „Nauka Melioracji” [9], w następujący sposób opisuje system odwadniania pól sposobem inż. Korzybskiego (źródło- Henryk Janota-Bzowski Instrukcja 1889): „Niewątpliwie osuszanie użytków rolnych za pomocą kanałów otwartych i rowów przedstawia wiele niedogodności. Pomijając, że sposób ten przeznaczony jest głównie dla odprowadzania wody powierzchniowej, wywierając mały wpływ na wody gruntowe, to urządzenia odwadniające zajmują wiele miejsca, utrudniają komunikację, ułatwiają rozplenie chwastów, rosnących po brzegach rowów, wreszcie wymagają ciągłej i kosztownej konserwacji. To też stosowany powszechnie dla łąk i pastwisk rzadko daje się skutecznie zastosować do pól. Rolnik broni się przeciw nadmiarowi wilgoci pól bądź to orząc je w wyniosłe zagony, które przeciwdziałają podsiąkaniu wody gruntowej, bądź też wyorując bruzdy i przegony ze spadkiem powierzchni, ułatwiając w ten sposób spływ do rowów, przecinających pola w miejscach odpowiednich. Jeden i drugi sposób nie pozbawiony jest wad i zarówno z punktu widzenia techniki rolnej, jak i melioracji, nie odpowiada wymaganiom dalej idącym.”

„Habdank-Korzybski zwrócił uwagę na braki dotychczas stosowanych metod uprawy, proponując orkę taką, która by była ściśle zastosowaną do ukształtowania terenu i to w ten sposób, aby nadając kierunkom bruzd możliwie łagodne, lecz stałe spadki, zabezpieczać od zbyt prędkiego spływu wody powierzchniowej, z drugiej zaś strony przeciwdziałać zastojowi jej na powierzchni. Teoretycznie więc należałoby orać na terenie płaskim prostopadłe do warstwic, zaś w miarę zwiększającego się nachylenia powierzchni terenu, nadać bruzdom kierunek mniej lub więcej skośny do warstwic.”

Jako uzupełniające elementy odwadniające, sposób ten, uwzględnia *przegony*” (to też bruzdy ale o większym przekroju zbierające wody z bruzd szczegółowych) „leżące zazwyczaj w kierunkach prostopadłych do bruzd, oraz *rowy rozorywane* tam, gdzie nagromadzenie wód każe przypuszczać, że przegony zwykłe nie będą wystarczające. Te ostatnie stanowią w sposobie Korzybskiego ważny i swoisty element.”

Skotnicki w dalszej części tekstu opisuje roboty wykonawcze i eksploatacyjne, wymagające ogromnej staranności oraz wielkiego nakładu pracy. Skotnicki na koniec reasumuje stwierdzając, że „sposób odwodnienia pól inż. Korzybskiego daje się z pożytkiem wprowadzić, gdy:

- 1) pola posiadają dość równą o łagodnych spadkach powierzchnię,
- 2) gleba jest z natury przewiewna,
- 3) można zapewnić pieczołowitą i stałą opiekę nad konserwacją urządzeń,
- 4) nie są stawiane od melioracji wysokie wymagania co do przewidywanych skutków.”

Wspomniany wcześniej ślad systemu Korzybskiego na polu w Puczniewie oraz znaleziony projekt odwodnień, wykonany na kalce batystowej, prezentuje sieć bruzd i przegonów bardzo przypominający projekty drenarskie. Na pierwszy rzut oka trudno się zorientować, że jest to odwodnienie powierzchniowe.

W okresie międzywojennym w XX wieku, w II Rzeczypospolitej, kiedy to nasza gospodarka rozwijała się dynamicznie a z nią i melioracje szczegółowe tak, że w 1927 roku razem na polach ornych i użytkach zielonych doliczono się realizacji na 788 698 ha. (M. Czerwiński [1])

Wieloletnia praktyka wykonawcza XX wieku w zakresie metod zakładania drenów rowkowych czy bezrowkowych, postępu w technikach niwelacyjnych, wprowadzaniu drenów plastikowych czy konstrukcji maszyn, w istocie zasad odwodnień nie uległa zmianie oprócz udoskonalania metod określania i zmiany poglądów na parametry sieci takich, jak rozstawa i głębokość. Dominującą metodą ich wyznaczania są obecnie fizyczne i hydrauliczne parametry przepływów wody w gruncie. Równocześnie w Polsce była powszechnie stosowana empiryczna metoda wskaźnika przepuszczalności dla której opracowywano kolejne wytyczne. Pierwsze zalecenia, podawane przez A. Kędziórę [4], to ustalenia technika drenarskiego Vincenta, który „przyjął w r. 1852 odstęp drenów równy 12-krotnej głębokości (1,25 m) t. j. 15 m dla gruntów gliniastych, a 25-krotnej głębokości dla gruntów lekkich tj. 31 m, dopuszczając zmniejszenie odstępu dla gruntów bardzo ciężkich”. Kędzióra przytacza ustalenia Instrukcji Generalnej Komisji Śląskiej z 1857 r. i z 1911 r., a następnie szczegółowo opisanej przez Cz. Skotnickiego[11], która wyznaczała przeciętne rozstawy drenów według składu mechanicznego gleby, przy uwzględnianiu w niej zawartości wapnia z uwagi na korzystny wpływ w tworzeniu struktury gruzelkowej, co wydatnie wpływa na zwiększanie przepuszczalności gleby oraz stwarza możliwość powiększenia rozstawy. Odwrotnie, czynnik mający wpływ na zmniejszanie rozstawy to utlenianie związków żelaza pod wpływem dostępu powietrza, które ograniczają przestrzenie między cząsteczkami gleby a tym samym utrudniają przepływy wody. Instrukcja zwraca uwagę na kierunki południowe nachylenia powierzchni czyli na większe nasłonecznienie zwiększające parowanie. W takich przypadkach zmniejszają się zasoby wody glebowej i zwiększa się przewiewność gleby. Rozpoznanie tych czynników pozwalało na określanie rozpiętości rozstaw w przedziale 8 – 24 m i głębokości drenowania 1,25 m na polach ornych przy uwzględnieniu głębokości korzenia się roślin.

Polska instrukcja drenarska z 25.XI.1945 r. przewidywała głębokość drenowania 0,9 – 1,1 m ze zwiększeniem od 0,1 do 0,2 m dla buraków a rozstawy, przy głębokości 1,0 m, od 7 do 22 m oraz przy głębokości 1,25 m od 9 do 27 m (F. Stryjewski [15]).

Instrukcja z 24 listopada 1947 r. (Zakaszewski [18]) dla określania rozstawy drenowania wprowadziła sumę dwóch kategorii cząstek gleby. Kategorię I (zawartości cząstek mniejszych od 0,01 mm) plus 1/3 kategorii II (o średnicy od 0,01 mm do 0,05 mm). W zależności od wartości tych sum oraz dla głębokości drenowania 1,25 m i 1 m wyznaczono wielkości rozstaw między 7 a 27 metrami.

W wyniku ogólnopolskiej dyskusji w prasie fachowej (Stryjewski 1965) opracowano „Wytyczne w sprawie drenowania użytków rolnych” (Ministerstwo Rolnictwa 1967), w których zmniejszono głębokość do 1 m przy minimalnej 0,8 m. Te, jak i następne zalecenia z lat 1978 i 1988 zawierały, poza wskazaniem dotyczącym projektowania, również hydrauliczne metody określania wielkości rozstaw oraz wskazania w zakresie wykonawstwa, eksploatacji systemów drenarskich jak i ich renowacji.

Po II wojnie światowej, przesunięcie granic Państwa, wzbogaciło Polskę w zasoby terenów zdrenowanych, jako że ziemie zachodnie były lepiej zagospodarowane.

Pierwszą informację o ogólnej powierzchni, ornych gruntów drenowanych Polski, podano w roczniku GUS z 1949 roku w wymiarze 2,75 mln ha, co w stosunku do później ustalonych potrzeb na 6,5 mln ha, stanowiło 38% ich zaspokojenia.

W dziesięcioleciu 1950-60 prace drenarskie polegały głównie na renowacjach sieci drenarskich ponieważ nie wymagały one dużego zabezpieczenia sprzętowego i materiałowego, których masową produkcję dopiero organizowano. Dynamika prac w latach 1950-1998 była rosnąca do 1976, aby następnie obniżyć się do 1980 oraz nieco wzrastać do 1988 i zmniejszając się oraz zaniknąć w 1998 roku. (w rocznikach GUS takie dane przestały być publikowane). Powodem było wygaśnięcie zainteresowania Państwa w ten zakres inwestycji, czego efektem była likwidacja przedsiębiorstw melioracyjnych. Z różnych powodów, w tym okresie, część drenowań przestawała działać (rocznie, przeciętnie 36,53 tys. ha). Prezentowane dane w rocznikach GUS pokazują, że w okresie lat 1949-1998 powierzchnia wykonanych nowych drenowań przekroczyła obszar 3025 tys. ha. Wówczas na powierzchni 1581 tys. ha wskutek ubytków czynnych systemów drenarskich sprawnych systemów drenarskich było tyle samo co ubytków bo 1525 tys. ha. Graficzne przedstawienie tych trendów można znaleźć w publikacji A. Wanke [19]. Ostatecznie przyjęto, że zdrenowano 4 mln ha, co w stosunku do wcześniej podanych 6,5 mln ha potrzeb, stanowi ich zaspokojenie w około 60%. Tyle wynika z wyliczeń statystycznych, ale jaka jest rzeczywistość?

Zaniechanie ogólnokrajowych inwestycji drenowań gruntów ornych wcale nie oznacza, że w ogóle zaniechano tych prac. W wyjątkowych przypadkach prace takie są prowadzone. Nie zmienia to jednak faktu, że miliony hektarów leżące obecnie ugorom, stanowią rezerwę produkcyjną oraz czekają na uregulowanie warunków wodnych. Z pewnością i na nie przyjdzie kiedyś czas!

Znaczenie drenowania

Od połowy XIX wieku, kiedy zaczęto stosować drenowania rurkowe ich cel był jednoznaczny i nie kwestionowany, czyli: zwiększyć i stabilizować produkcję rolną. Dla udokumentowania przydatności i opłacalności, tych niewątpliwie kosztownych inwestycji, prowadzono więc badania nad zwiększaniem korzyści przez stosowanie drenowania.

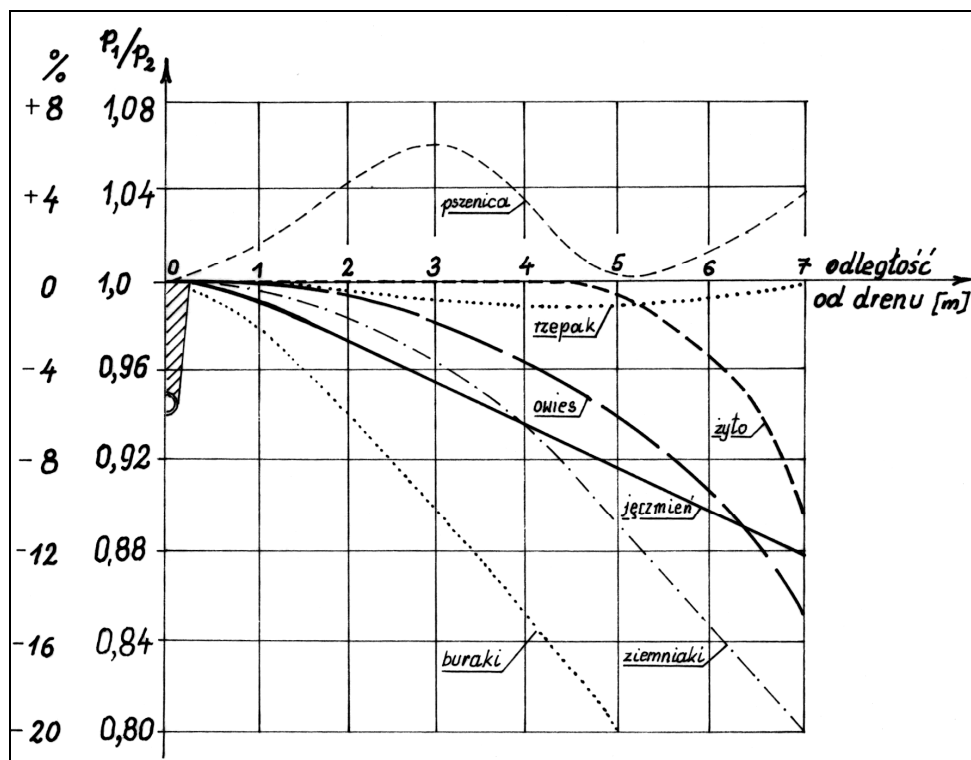
S. Turczynowicz [17] przytacza analizę Schroedera nad opłacalnością drenowania w okresie kryzysu w Niemczech. „Wartość nadwyżki wypada w Niemczech, według autora,

przeciętnie po 100 marek rocznie. Przyjmuje on dalej długotrwałość urządzeń zaledwie na 40 lat, przy czym w ciągu pierwszych 20 lat wyższą plonów uważa za stałą, w ciągu dalszych 10 lat przyjmuje, że wyższa obniży się o 30%, a w ciągu następnych 10 lat będzie spadała aż do wysokości z lat przed drenowaniem.” W dalszych rozważaniach Schroeder wylicza, że „czysty zysk wyniósłby na 1 ha 2.400 marek.”

W Polsce już ostatnich latach XIX wieku prowadzono doświadczenia drenarskie w Osiecku i Polance Wielkiej, o których pisze St. Stobiecki [13]. Badania te wykazały wzrost plonów na polach drenowanych: roślin zbożowych od 7,8 do 14,9 q/ha a ziemniaków od 26 do 164 q/ha.

W sprawozdaniu z badań w 1932 r. J. Łopuszański [6] podaje zakres i program prac doświadczalnych. Obejmował on zagadnienia od rozpoznania właściwości fizyko-wodnych gleby przez konstrukcje sieci drenarskich w zakresie głębokości i rozstawy po zagadnienia organizacyjne i ekonomiczne.

W ramach prac badawczych w Puczniewie kontrolowano zależność plonowania roślin w zależności odległości od drenów. W literaturze można spotkać ilustracje, na których przedstawia się bujniejsze rośliny rosnące nad zasypką drenarską. Opinia ta potwierdziła się, w różnej zależności dla różnych upraw, poza pszenicą, co ilustrują wykresy na poniższym rysunku.

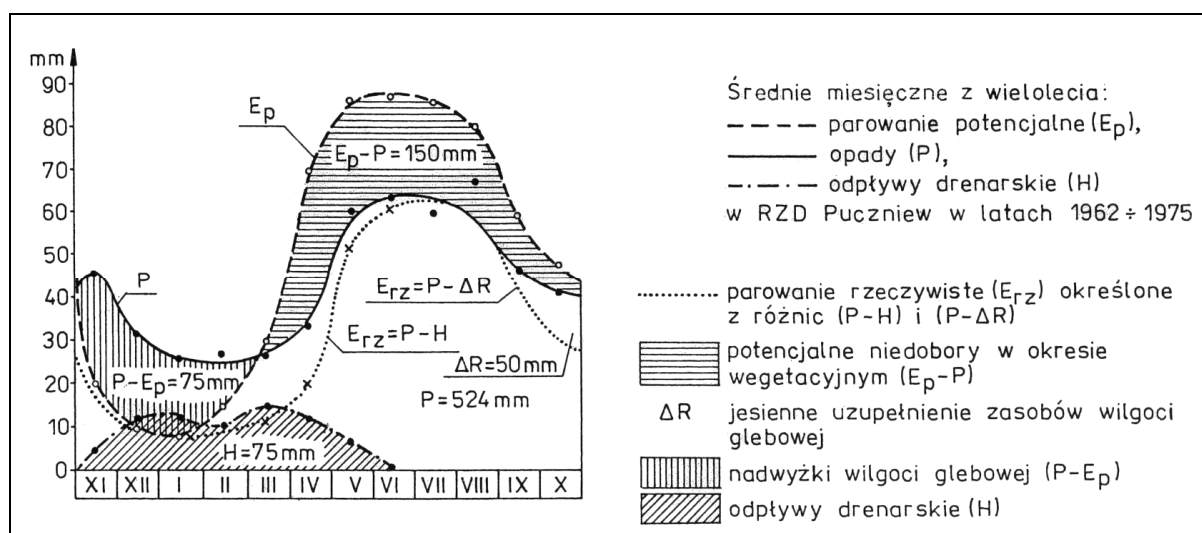


Relacje między plonami roślin uprawnych w łanie i nad drenami według pomiarów na polach RZD Puczniew w latach 1963-68: p_1 – plon w łanie, p_2 – plon nad drenem

Uzyskiwanie pozytywnych efektów działania drenowania dla produkcji rolniczej wynika z modelowania bilansu wodnego w ten sposób, że woda grawitacyjna jest odprowadzana

poza warstwę czynną profilu glebowego a jego zasoby ograniczają się do wyłącznego utrzymywania maksymalnych zasobów w zakresie wód dostępnych dla roślin. Z tego wynika, że drenowanie nie uszczupla zasobów wodnych na terenach uprawnych, o co często obwinia się meliorantów. Innym zagadnieniem jest ocena przydatności i zagospodarowanie wód drenarskich. W naturalnych warunkach, bez odwodnienia, woda ta musi odparować na co trzeba czasu, który jest bezpowrotnie tracony dla wzrostu i rozwoju roślin a i woda też jest tracona.

Obserwacje na obiekcie doświadczalnym SGGW w Puczniewie pozwoliły na sporządzenie poniższych wykresów pokazujących współzależność wielkości średnich wieloletnich składników bilansu wodnego: opadów, parowania i odpływów drenarskich w roku hydrologicznym. Ocena tych zależności wskazuje na to, że dzięki działaniu odwodnienia drenarskiego odprowadzany nadmiar wody, pojawiający się w półroczu zimowym, przygotowuje odpowiednie warunki wilgotnościowe w glebie dla upraw, wzrostu i rozwoju roślin wraz z nastaniem okresu wegetacyjnego. Gdyby udawało się zmagazynować te odpływy, a następnie wykorzystywać je w okresie braków, zmniejszyły by się letnie niedobory.



Odwzorowanie kształtowania się, średnich z wielolecia, czynników bilansu wodnego na polach drenowanych obiektu doświadczalnego SGGW w Puczniewie

Podsumowanie

Przedstawiona w opracowaniu historia drenowania i krótkie uzasadnienie jego celów, funkcjonowania i aktualnego stanu tego systemu w Polsce, nasuwa szereg pytań co do dalszych jego losów. Wydaje się, że w obecnej sytuacji ważnym zagadnieniem jest pogłębienie wiedzy na temat starzenia się tych systemów i zakresu możliwości renowacji poprzez szersze rozpoznanie przyczyn zmniejszania się skuteczności funkcjonowania sieci drenarskich.

Zawierając statystykom, mamy przed sobą 40 lat, kiedy wszystkie drenowania, które były wykonane po 1970 roku, nie zostaną objęte sukcesywną opieką będą traciły swoją sprawność. Temu problemowi autor postara się poświęcić następne opracowanie, w którym

przedstawi opis badań przeprowadzonych w tym względzie na drenowaniach obiektu Puczniew.

Na zakończenie trudno oprzeć się pokusie wyrażenia sprzeciwu, względem szeroko prezentowanego twierdzenia (zwłaszcza przez dziennikarzy), że Polska stepowieje w dużej mierze za sprawą odwodnień. Winnego zawsze trzeba znaleźć! Najłatwiej tego, który jest pod ręką czyli meliorację. W sumie, trudno dyskutować z autorem tego poglądu bez znajomości konkretnych argumentów. Natomiast oczywiście nie można zaprzeczyć, iż w przeszłości naminnie odwadniano torfowiska, które stanowiły bardzo duże zbiorniki wodne co, ze względów środowiskowych, nie było właściwe, ale z gospodarczych uzasadnione. Zresztą do dziś eksploatuje się torfy wcześniej odwodnione, ale w innym celu niż kiedyś. Teoria o stepowieciu powstała dla Wielkopolski, gdzie znowu torfowisk nie jest zbyt dużo i nie mały one istotnego znaczenia w kształtowaniu klimatu tego Regionu.

Autor zawsze będzie powtarzał, że odwodnienia dobrze służą gospodarce, co zrozumiano już w 1839 roku w Stanach Zjednoczonych Ameryki, a ostatnio, kiedy to zalewane są pola i osiedla, a takie problemy wynikają z zupełnie innych przyczyn niż „odwodnienie Polski przez meliorację.”

Piśmiennictwo

1. Czerwiński M. 1927 Obecny stan sprawy melioracji rolnych w Polsce Inżynieria Rolna Rok II Maj-Czerwiec Nr.3 Dwumiesięcznik, dodatek do „Gazety Rolniczej” Warszawa s.138.
2. Jonata-Bzowski H. 1906 Melioracje Wodne w Gospodarstwie Wiejskim Gebethner i Wolff Warszawa s. 47.
3. Kędziora A.1928 Roboty wodne i melioracyjne w Południowej Małopolsce cz. I Wydział Samorządowy Lwów s.132-135.
4. Kędziora A. 1932 Roboty wodne i melioracyjne w Południowej Małopolsce cz. IV Polska Akademia Umiejętności Lwów s.88.
5. Kąkolewski W. Wiszniewski N. Przyczynek do statystyki robót melioracyjnych w Królestwie Polskim (brak informacji o wydawnictwie i roku publikacji)
6. Łopuszański J. 1932 Doświadczenia z drenowaniem gruntów mineralnych we Fre-drowie, pow. Rudki Książnica – Atlas Lwów.
7. Ministerstwo Rolnictwa 1967 Wytyczne w sprawie drenowania użytków rolnych Załącznik do zarządzenia Nr.59 z dnia 9 maja.
8. Ostromecki J. 1975 Wstęp do melioracji cz. I Wiadomości ogólne str. 57 Skrypty Akademii Rolniczej w Warszawie Dział Wydawnictw .
9. Skotnicki Cz. 1925 Nauka melioracji System Korzybskiego str.134-137, Komisja Śląska str.159-160 Książnica – Atlas Lwów – Warszawa.

10. Skotnicki Cz. 1927 Melioracje 1. Odwodnienia gruntów. Podręcznik inżynierski Lwów i Warszawa 1927 Nakładem księgarni polskiej B. Połanickiego.
11. Skotnicki Cz. 1929 Wyższe wykształcenie melioracyjne w Polsce i Zagranicą Inżynieria Rolna Rok IV Nr.6-8 Pamiętnik Drugiego Ogólno-Państwowego Zjazdu Melioracyjnego w Warszawie 17-20 VI 1929 Dodatek do „gazety Rolniczej” Warszawa s.241
12. Sporny J. 1860 Hydraulika Agronomiczna t. I Księgarnia Gustaw Gebetner Warszawa s. 69 – 82.
13. Stobiecki S. 1902 O korzyściach drenowania Nakład Towarzystwa Politechnicznego Lwów s. 24
14. Stryjewski F. 1965 Wpływ niektórych fizycznych właściwości gleb na głębokość i rozstawę drenowania. Program Komisji Nauk Rolnych i Leśnych PTPN t.19 z 1.
15. Stryjewski F. 1978 Drenowanie. Państwowe Wydawnictwo Naukowe s.11-12.
16. Turczynowicz S. 1927 Jaka średnica rurek drenowych jest najodpowiedniejsza na sączki. Inżynieria Rolna Rok II Styczeń – Luty Nr.1 Dwumiesięcznik Dodatek do „Gazety Rolniczej” Warszawa s. 16
17. Turczynowicz S. 1930 Ze spraw melioracyjnych w Niemczech Inżynieria Rolna miesięcznik Księgarnia Rolnicza Warszawa s.183.
18. Zakaszewski Cz. 1956 Melioracje Rolne tom I odwodnienie PWRiL Warszawa s. Instrukcja Ministra Reform Rolnych z dnia 24 listopada 1947r w sprawie sporządzania projektów drenarskich gruntów mineralnych dla potrzeb rolnictwa s. 359 – 366.
19. Wanke A. 2000 Drenowanie gruntów ornych w ostatnim 50-leciu Wiad. Mel. i Łąk. Nr 4 s. 150-151