

11. OSNOWY GEODEZYJNE

Posiadanie jednolitych osnów geodezyjnych na terenie całego kraju, pomierzonych z możliwie największą dokładnością i wyrównanych zgodnie z zasadami naukowymi, było celem służb geodezyjnych większości państw europejskich. Nośnikiem jednolitości osnów geodezyjnych są osnowy podstawowe: poziome i wysokościowe wyrażone w jednolitych układach współrzędnych i wysokości, których punkty są zastabilizowane w terenie znakami trwałymi.

Jako podstawową osnowę kraju zakładano sieci wykonywane kolejno, rzędami według ogólnie przyjętej zasady „od ogółu do szczegółu”. Zakładano najpierw sieci I rzędu, a następnie sieci II, III i IV rzędu, w szczególnych zaś przypadkach jeszcze sieci V i VI rzędu.

Długotrwałość prac, skomplikowana organizacja, wysokie koszty i specjalistyczne kwalifikacje zawodowe wykonawców powodowały, że cel ten w okresie przedwojennym nie został osiągnięty nawet w państwach najzamożniejszych, o wysokiej kulturze technicznej.

Osnovy poziome założone do 1945 r.

Po pierwszej wojnie światowej pozostawione przez zaborców na terenach Polski sieci triangulacyjne I rzędu były nieprzydatne jako osnowa podstawowa z uwagi na ich fragmentaryczność, przestarzałość, małą dokładność a także na różnorodność opracowanych wyników.

W pierwszych latach po I wojnie światowej zakładano w różnych rejonach kraju sieci triangulacyjne wielorzędowe w celu pozyskania punktów osnowy o dużej dokładności współrzędnych dla wykonania prac geodezyjnych i kartograficznych na stosunkowo małych obszarach. W okresie międzywojennym prace te wykonywane były przez trzy jednostki: Biuro Triangulacyjne Ministerstwa Robót Publicznych (do 1932 r.), Wydział Triangulacyjny Wojskowego Instytutu Geograficznego (od 1921 r.) oraz Biuro Pomiarowe Ministerstwa Komunikacji (od 1932 r.).

W 1926 r. Wojskowy Instytut Geograficzny wspólnie z Ministerstwem Robót Publicznych przystąpił do założenia ogólnokrajowej sieci triangulacyjnej. Opracowano model sieci państwowej w którym przyjęto, że sieć będzie czterorzędowa. I rząd – to łańcuch pojedynczych trójkątów o bokach 20–35 km i więcej, two-

rzące układy wieńcowe posiadające w węzłach bazy triangulacyjne i punkty astronomiczne Laplace'a (pomiar długości i azymutu). Wieńce wypełniano siecią powierzchniową I-go rzędu. Dalsze zagęszczenie stanowiły kolejno zakładane sieci II, III i IV rzędu. Do obliczeń przyjęto układ z punktem przyłożenia elipsoidy Besela do geoidy w Borowej Górze, a dla współrzędnych płaskich przyjęto odzorowanie konforemne Gaussa – Krügera.

W latach 1927–1939 systematycznie model ten realizowano. Prace najbardziej zaawansowano na terenach wschodnich ówczesnego terytorium Polski. Na terenach tych zakładano od razu sieci powierzchniowe tj.: IV Wileńską (1932–1937), II Poleską (1930–1934), III Wołyńską (1933–1935) i V Lwowską (1933–1936). Na terenach Polski środkowej założono Wieniec I Warszawski (1928–1930), Wieniec X Lubelski (1930–38) oraz sieci powierzchniowe: VII Mazowiecką (1932–33) i VI Śląsko-Krakowską (1935–1938). Wieniec IX Podkarpacki od strony południowej miał być zamknięty łańcuchem zakładanym po obu stronach granicy wspólnie z Czechosłowacją. W łańcuchu tym przeprowadzono wywiad i postawiono wieże, lecz obserwacji nie wykonano.

Powierzchniowe sieci I-go rzędu wypełniano, zakładając punkty II, III i IV rzędu.

Potrzeby sporządzania map topograficznych i ich aktualizacji oraz różne prace geodezyjne wymagały ciągłego posługiwania się punktami. W tym celu wykorzystywano punkty różnych sieci pozostawione przez zaborców. Wojskowy Instytut Geograficzny podjął olbrzymią pracę przestudiowania licznych wydawnictw i unikalnych materiałów i w 1932 r. wydał drukiem „Katalog punktów trygonometrycznych Rzeczypospolitej Polskiej”. Była to wówczas ogromna praca o ważnym znaczeniu dla ówczesnej geodezji i kartografii.

W 1945 r. polska służba geodezyjna znalazła się w podobnej sytuacji jak po pierwszej wojnie światowej. Budowę podstawowej osnowy poziomej należało rozpocząć od nowa. Na terenach wschodnich i centralnych PRL były stosunkowo nieduże powierzchniowe sieci triangulacyjne: VII Mazowiecka i VI Śląsko-Krakowska, oraz części wieńca warszawskiego i lubelskiego. Poza tymi sieciami istniały lokalne sieci wielorzędowe, w tym sieci triangulacyjne miast, których punkty można było zależeć od ich wartości technicznej włączać do sieci państwowej niższych rzędów.

Tereny należące przed 1939 r. do Niemiec pokryte były w całości sieciami triangulacyjnymi wszystkich rzędów. W ostatnich latach przed wybuchem II wojny światowej władze niemieckie zaleciły (1936 r.) ujednolicenie sieci państwowych. Założono nowe sieci powierzchniowe I rzędu: Pomorską, Wschodnio i Zachodnio Pruskie oraz łańcuch Marchijski Śląski. Pomiary łańcucha Berlin–Szubin uznano jako dobre. W okresie drugiej wojny światowej wykonano nawiązania nowych sieci niemieckich z sieciami polskimi oraz rozpoczęto zakładanie sieci I i II rzędu na terenach okupowanych Polski. Większość pomiarów okazała się nieprzydatna, z uwagi na nikły stan zaawansowania i niski poziom techniczny. Sieci te stanowiły zlepek złożony z różnych, co do konstrukcji geometrycznej i wartości technicznej, części wzajemnie do siebie nie dopasowanych.

Ponadto na całym obszarze założone były sieci triangulacyjne niższych rzędów oraz punkty sieci szczegółowych: katastru pruskiego o współrzędnych wyrażonych w kilkunastu układach, katastru austriackiego o współrzędnych w 2 układach i punkty AP - artyleryjskie założone przez wojsko i obliczone w układzie państwowym. Stopień nasycenia terenu punktami wynosił 1 pkt na 3–4 km².

W północno-wschodniej części kraju założony został w 1942 r. przez geodetów ZSRR pojedynczy łańcuch trójkątów Łomża–Siemiatycze.

Stan pokrycia PRL sieciami triangulacyjnymi I-go rzędu założonymi do 1945 r. przedstawia rysunek 11.1.



Rys. 11.1. Triangulacja I rzędu 1945 r.

Osnowy wysokościowe (niwelacyjne) założone do 1945 r.

W ciągu okresu międzywojennego wykorzystywane były sieci niwelacyjne pozostawione przez zaborców. Wysokości punktu wyrażone były w trzech systemach odniesionych do: niwelacja pruska – do poziomu morza Północnego w Amsterdamie, niwelacja austriacka – do poziomu morza Adriatyckiego w Trieście, niwelacja rosyjska – do średniego poziomu mórz Bałtyckiego i Czarnego.

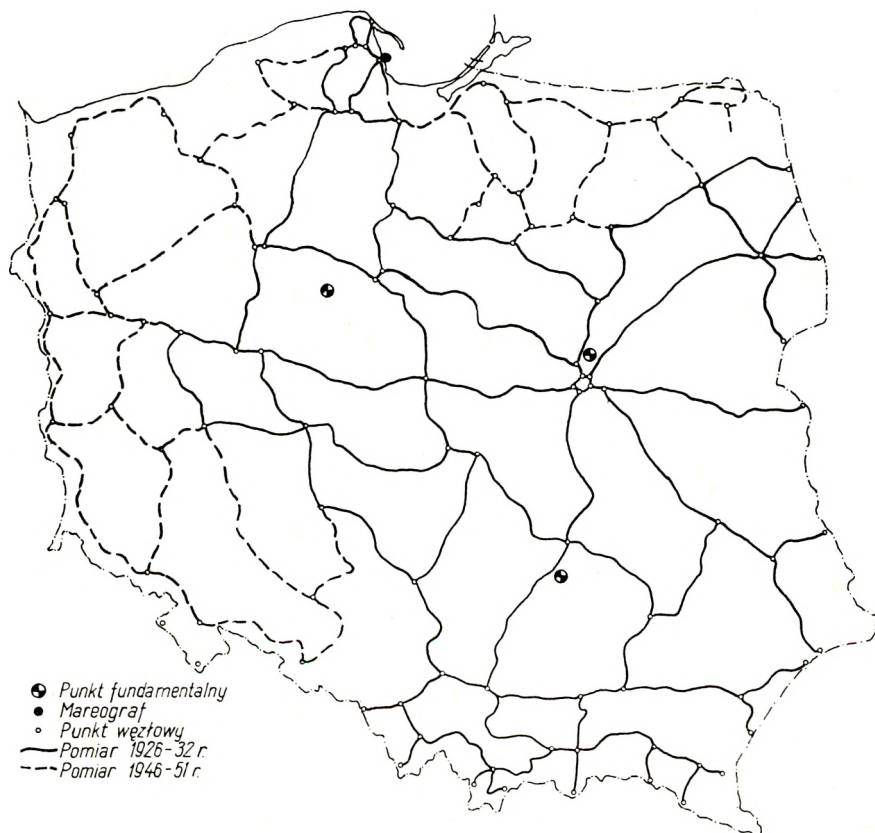
W roku 1925 Ministerstwo Robót Publicznych opracowało projekt jednolitej sieci niwelacyjnej I rzędu dla całego kraju. Pomiary wykonywało w latach 1926–1932 Biuro Triangulacyjne Ministerstwa Robót Publicznych, a następnie po zniesieniu tego ministerstwa pomiary zakończyło i przeprowadziło wyrównanie sieci Biuro Pomiarowe Ministerstwa Komunikacji. W 1939 r. wydany został drukiem „Katalog wysokości reperów polskiej podstawowej sieci niwelacji precyzyjnej I-go rzędu. Sieć ta była oparta na 7 punktach fundamentalnych (wiekowych).

Poziom odniesienia ustalono, przyjmując do obliczeń poziom morza Północnego w Amsterdamie określony dla reperu umieszczonego w ścianie gmachu w Toruniu. Średni błąd na 1 km wynosił 1,04 mm.

Sieci niwelacji precyzyjnej państwowej II rzędu praktycznie nie było. Istniały jednak sieci niwelacyjne dla miast, dla których najczęściej przyjmowano lokalny poziom odniesienia.

Na terenach Ziemi Odzyskanych niemiecka sieć niwelacyjna I rzędu wykonana została w ubiegłym wieku (1867 r.). Prace te cechował średni poziom techniczny, odpowiadający sieciom II rzędu. Wysokości reperów odniesione były do poziomu morza Północnego w Amsterdamie.

Stan sieci niwelacyjnych I rzędu założonych do 1945 r. przedstawia rysunek 11.2.



Rys. 11.2. Niwelacja I rzędu 1939 r. i 1946-51 r.

Nowa osnowa pozioma na terenie PRL

Pierwszym zadaniem Głównego Urzędu Pomiarów Kraju było zebranie wszelkich informacji dotyczących sieci oraz odszukanie operatorów technicznych. Było to trudne zadanie, gdyż w czasie działań wojennych dane dotyczące osnów geodezyjnych nabierają szczególnie ważnego znaczenia. Władze okupacyjne przejęły niemal wszystkie materiały dotyczące terenów polskich i przekazały je do urzędów pomiarowych w Bambergu, Berlinie, Królewcu, Gdańsku i Hannoverze, gdzie uległy zniszczeniu bądź były dalej wywiezione na zachód tak, aby nie dostały się w ręce wojsk radzieckich i polskich. Mimo to szanse odnalezienia ich istniały, gdyż z oryginałów były sporządzone mikrofilmy oraz kopie fotograficzne.

W kraju poszukiwania przeprowadzono we wszystkich urzędach administracji państwowej. Na terenach Niemiec działał specjalny wysłannik do spraw rewindy-

kacji materiałów geodezyjnych. Równolegle przeprowadzono inwentaryzację punktów w terenie, stwierdzając, że około 85–90% zachowało się mimo znacznego upływu czasu od ich założenia i mimo zniszczeń wojennych. Stwierdzenie to miało olbrzymie znaczenie ponieważ roboty geodezyjne i kartograficzne mogły być wykonywane szybciej i taniej. W odniesieniu do sieci triangulacyjnej I-go rzędu zdołano zgromadzić nieomal w całości „surowe” wyniki obserwacji, a dla pozostałych punktów wykazy współrzędnych i znaczną część opisów topograficznych.

W latach 1946–47 Biuro Techniczne GUPK opracowało całkowicie nową koncepcję rozwiązania jednolitej dla całego kraju „jednorodnej” co do konstrukcji i dokładności, podstawowej osnowy geodezyjnej. Zgodnie z tą koncepcją sieć o strukturze powierzchniowej, złożona z foremnych trójkątów o bokach ca 6 km i dużej ilości baz triangulacyjnych przejęłaby wszystkie funkcje dotychczasowych sieci I, II i III rzędu, a teren byłby pokrywany punktami wyznaczonymi z dużą dokładnością. Triangulacja „jednorodna” mogłaby być siecią samoistną.

Ustalono jednak, że dla lepszej orientacji wewnętrznej i jednolitości należy założyć również sieć triangulacji I rzędu, która byłaby dla sieci jednorodnej szkieletem konstrukcyjnym. Uznano za wystarczające, aby sieć I rzędu tworzyły poligony utworzone z podwójnych łańcuchów trójkątów o bokach krótkich (ca 25 km). W węzłach poligonów lokalizowano bazy triangulacyjne oraz punkty astronomiczne Laplace’a, dla jednoznaczności których uwzględnione będą odchylenia pionu z pomiarów grawimetrycznych.

Koncepcja ta uwzględniała właściwe dla naszego kraju, lecz bardzo uciążliwe dla prac triangulacyjnych, warunki atmosferyczne, topograficzne i warunki wynikające ze sposobu zagospodarowania terenów oraz zupełnie odmienne sposoby przebiegu całego procesu technologicznego. Przewidziano w niej dowożenie do punktów w terenie wież przenośnych, ich montaż, natychmiastowe obserwacje, a następnie demontaż i przewiezienie wież do następnego punktu.

W roku 1947 opracowany został program wykonania całości prac triangulacyjnych, przewidujący realizację trzech generalnych zadań:

- zaspokojenie bieżących potrzeb przez wyznaczenie jednolitych współrzędnych „tymczasowych” punktów dotychczas założonych,
- utworzenie jednolitej sieci triangulacyjnej I rzędu,
- założenie na terenie całego kraju jednorodnej sieci triangulacji powierzchniowej oraz punktów dalszego zagęszczenia uzyskiwanych wcięciami.

Realizację całości prac zaplanowano na okres lat dziesięciu. Przystąpiono do jednoczesnej realizacji wszystkich zadań, a równolegle rozwiązywano szereg problemów technicznych decydujących o możliwie największej wartości prac.

Po rozważeniu problemów natury naukowej i względów praktycznych ustalono, że państwowym układem na terenie PRL będzie układ współrzędnych prostokątnych płaskich, w którym będą przyjęte:

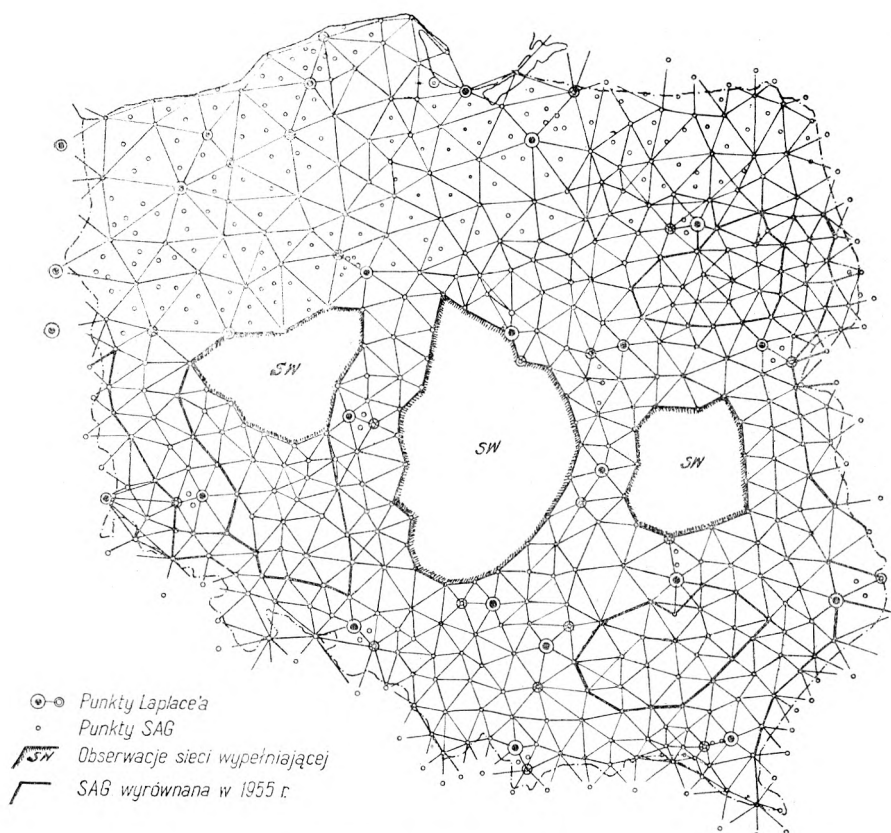
- elipsoida odniesienia Bessela, z punktem przyłożenia elipsoidy do geoidy – Borowa Góra,
- odwzorowanie konforemne walcowe Gaussa – Krügera, z podziałem na południkowe pasy 3-stopniowe, ze skalą liniową w południku osiowym równą 0,000 935. Oznaczało to, że największe zniekształcenia odwzorawawcze nie przekraczają 7 cm na 1 km.

W roku 1949 skalę tę skorygowano na równą jedności – przy której zniekształcenia na krańcach stref wynoszą max. 13 cm na 1 km. Mała wartość zniekształceń pozwala na ich pomijanie we wszelkich pracach na terenach rolno-leśnych.

Wyznaczenie współrzędnych punktów dotychczas założonych wymagało wykonania transformacji lub wyrównań różnorodnych sieci I-go rzędu, których punkty są łącznymi przy obliczaniu nowych współrzędnych. Obliczenia wykazały znaczne

rozbieżności wynoszące od 2 – do 3 metrów. Wówczas zastosowano metody transformacji, które zachowywały zgodności położenia najbliższych punktów sieci niższych rzędów w granicach nie przekraczających decymetra. Współrzędne „tymczasowe” przewidywano zastąpić „ostatecznymi” po przeprowadzeniu wyrównań w oparciu o nową sieć jednorodną.

Dokonano wstępnych analiz materiału obserwacyjnego sieci dawnych i sporządzono projekt ogólny sieci nowej I-go rzędu co ilustruje rysunek 11.3.



Rys. 11.3. Sieć astronomiczno-geodezyjna SAG – 1979 r.

Koncepcję sieci jednorodnej poddano praktycznej próbie. Na obszarze wynoszącym ca 10 tys. km² założono sieć która, po przeprowadzeniu obserwacji (1947 r.), niezwłocznie wyrównano. Jakość wyników prac okazała się doskonała. Zorganizowano własne bazy prefabrykacji wież przenośnych, produkcji składanych masztów, drabin wywiadowczych i betonowych znaków geodezyjnych. Wyposażono zespoły w środki transportowe – samochód stał się niezbędnym narzędziem pracy. Po zakończeniu sezonu prac polowych przeprowadzono wyrównania sieci jednorodnej. Współrzędne punktów mogły być już w roku następnym wykorzystywane dla prowadzonych prac fotogrametrycznych, topograficznych i sytuacyjno-wysokościowych. Były to współrzędne „tymczasowe”, lecz już obliczone w jednolitym układzie współrzędnych państwowych.

Tak pomyślane prace wymagały dobrej organizacji i harmonii funkcjonowania

całego aparatu wykonawczego. Nowość prac sprzyjała rozwojowi ruchu racjonalizatorskiego i współzawodnictwa, usprawniającego całość procesu.

Całość prac powierzono powołanemu do życia w 1950 r. Państwowemu Przedsiębiorstwu Geodezyjnemu.

W miarę wykonywania sieci jednorodnej zmodyfikowano nieco pierwotny model. Średnią długość boków powiększono do 8 km. Sieć ta nazywana była siecią „wypełniającą”.

W 1954 r. zespoły ustawiające sygnały dla punktów mierzonych metodą wcięć wprzód wyposażono w teodolity, powiększając możliwości stosowania wcięć wszelkiego rodzaju. Stanowiły one sieć „zagęszczającą”.

Trzy rodzaje sieci, tj. sieć I rzędu zwana główną, wypełniającą i zagęszczającą, różniące się konstrukcją i metodami obserwacji, tworzyły podstawę o standardzie zagęszczenia terenu 1 punkt na 25 km², w okresach późniejszych, tj. od 1954 r. 1 punkt na 16 km² i od 1958 r. 1 punkt na 8 km². Standard ten dostosowano do procesu sporządzania map topograficznych w skali 1 : 10 000.

Ważnymi wydarzeniami były konferencje służb geodezyjnych państw socjalistycznych. Na pierwszej z nich, odbytej w 1952 r. ustalono potrzebę budowy „sieci astronomiczno-geodezyjnej” (SAG) dla terenów Europy środkowej i wschodniej, na którą składałyby się sieci triangulacyjne I-go rzędu poszczególnych państw, wzajemnie ze sobą powiązane i spełniające wysokie parametry dokładnościowe pomiarów kątów, baz i punktów Laplace’a. Sieci te byłyby jednocześnie wyrównane, zgodnie z zasadami najnowszej techniki. Na kolejnych konferencjach ustalono model rozbudowy sieci TRIANGULACJI PAŃSTWOWEJ dzielonej na cztery klasy, charakteryzowane błędami średnimi kąta po wyrównaniu i odpowiednią konstrukcją geometryczną. Punktom sieci nadano większą wartość użytkową poprzez założenie dla każdego punktu dwóch punktów kierunkowych. Potwierdzono również potrzebę systematycznego sprawdzania w terenie stanu punktów i zaopatrywania ich w stałe znaki rozpoznawcze. Ustalenia te były aprobowane przez rząd PRL, który zalecał zakończenie prac polowych i przygotowawczych do wyrównania SAG do roku 1955, a założenie, obliczenie i skontrolowanie całości triangulacji państwowej do 1965 r.

W szybkim tempie opracowano program przebudowy triangulacji głównej na sieć astronomiczno-geodezyjną (I klasy) w ramach którego:

- zakończono pomiary kątów sieci astronomiczno-geodezyjnej,
- uzupełniono pomiarami dotychczasowe punkty Laplace’a, zakładając punkty zwrotne założono dodatkowe p. Laplace’a i punkty niwelacji astronomiczno-grawimetrycznej,

– zakończono budowę podstawowej sieci grawimetrycznej oraz pomierzono specjalne siatki punktów grawimetrycznych dla uwzględnienia odchyłań pionu,

- wykonano nawiązanie SAG z analogicznymi sieciami państw sąsiednich.

Sieć triangulacji wypełniającej spełniała zasadnicze warunki stawiane sieciom II klasy, a sieć zagęszczająca – sieciom III i IV klasy. Konieczne jednak było ich uzupełnianie, w związku z tym:

- skontrolowano konstrukcje geometryczne poszczególnych punktów,
- założono punkty kierunkowe, wykonując pomiary metodą bezpośrednich dołączeń lub metodą astronomiczną,
- uzupełniono sieć punktami astronomicznymi Laplace’a,
- założono punkty III i IV klasy na całym obszarze Warmii i Mazur, gdzie uprzednio zamierzano wykonać transformację współrzędnych dawnych sieci II, III i IV rzędu.

Zakres prac uległ znacznemu powiększeniu również z tytułu ustalenia normatywów zwiększonego stopnia zagęszczenia terenu punktami sieci podstawowych. Szczególnie starannie opracowywano sieci w rejonach miast.

W pracach triangulacyjnych wprowadzano większą ilość pomiarów liniowych. Boki mierzone dalmierzami radiowymi, świetlnymi i elektronicznymi.

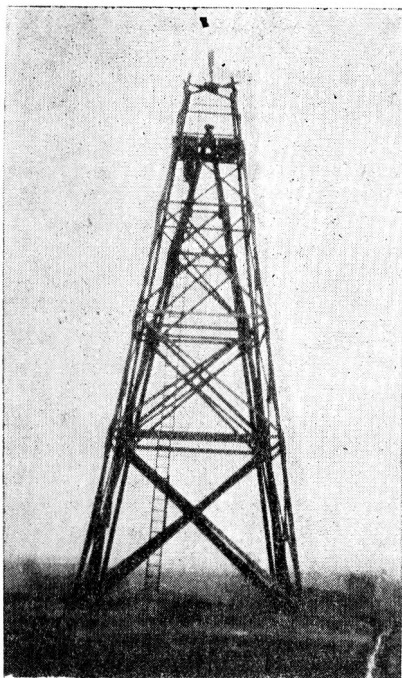
Sieć wypełniająca była chlubą geodezji polskiej. Podobną sieć założono na terenie Węgier (Węgrzy utrzymują że nie korzystali z pomysłu polskiego) oraz na terenie NRD.

Całe terytorium kraju było pokryte dwiema wysokodokładnymi sieciami: siecią astronomiczno-geodezyjną i siecią wypełniającą. Rozgorzała dyskusja nad tym, czy przy wyrównaniu sieci wypełniającej w ścisłym nawiązaniu do sieci astronomiczno-geodezyjnej sieć wypełniająca zostanie „zepsuta”. Wreszcie w 1955 r. prof. St. Hausbrandt przeprowadził badania i udowodnił, że sieć małotrójkątowa (wypełniająca) jest nie gorsza od sieci wielkotrójkątowej (astronomiczno-geodezyjnej). Zagadnienie, która z tych sieci jest lepsza, nie zostało do dziś rozstrzygnięte.

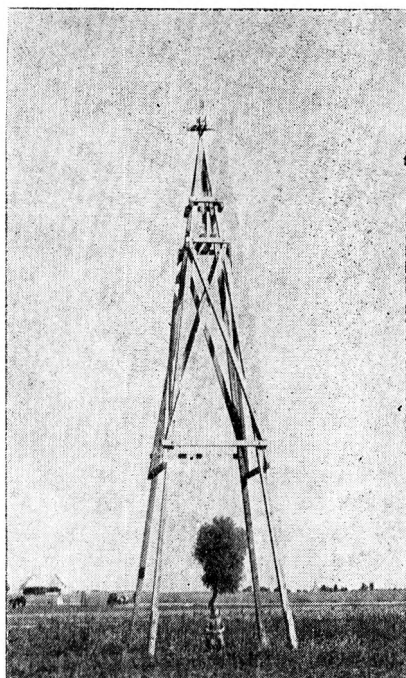
Nasilenie prac triangulacyjnych, a następnie obliczeń osiągnęło szczyt w latach 1962–64. PPG samo nie mogłoby zadań tych wykonać mimo znacznego zwiększenia własnej kadry inżyniersko-technicznej. Pomocy w pracach obserwacyjnych udzieliła kadra jednostek Służby Topograficznej WP i Okręgowych Przedsiębiorstw Mierniczych we Wrocławiu, Rzeszowie, Poznaniu oraz z Państwowego Przedsiębiorstwa Fotogrametrycznego. Stan liczebny zespołów polowych został powiększony w pracach projektowych 3-krotnie, wywiadu dwukrotnie, zabudowy czterokrotnie, obserwacji 3-krotnie.



Fot. 11.1. Słup wywiadowczy wys. 18 m stosowany w pracach triangulacyjnych (sieci wypełniającej) od 1947 r.



Fot. 11.2. Wieża triangulacyjna przenośna wys. stolika 18 m stosowana w latach 1952–1965



Fot. 11.3. Sygnał triangulacyjny przenośny wys. 9 m stosowany w latach 1957–1965

Sieci triangulacyjne na terenie Polski zostały całkowicie pomierzone, wyrównane i skatalogowane do 1965 r. Ze wspólnego wyrównania międzynarodowego sieci astronomiczno-geodezyjnej (1956–1958) sporządzono katalogi współrzędnych geograficznych-geodezyjnych 393 punktów. Sieć wypełniającą wyrównywano w państwowym układzie współrzędnych płaskich – elipsoida Krasowskiego, punkt główny – Pułkowo, odwzorowanie południkowe, konforemne Gaussa – Krügera w pasach 3 stopniowych. Całość sieci zawierająca ca 6 tysięcy punktów, 53 bazy triangulacyjne i 12 punktów Laplace'a wyrównano w latach 1958–1963 w 55 grupach wyrównawczych, w ścisłym nawiązaniu do punktów sieci astronomiczno-geodezyjnej. Następnie w oparciu o sieć wypełniającą wyrównano sieć zagęszczającą i sieć poligonizacji precyzyjnej. Przetransformowano (lub wyrównano) wszystkie sieci dawne stosując metody ścisłe. Opracowano nowe sposoby wyrównań stosując metody ścisłe. Opracowano nowe sposoby wyrównań stosując metodę krakowianową prof. Banachiewicza. Przy obliczaniu sieci zagęszczającej szeroko korzystano z forum rachunku arytmometrycznego prof. Haubrandta. W roku 1958 do obliczeń użyto maszyn liczących – statystycznych systemu Bulla, następnie elektronicznych maszyn cyfrowych X, Y, Z, UMC-1, Geo-2 i różnego typu komputerów typu „Odra”. Zostało opracowanych 217 tomów katalogów, o układach odpowiadających arkuszom mapy topograficznej w skali 1 : 100 000, które zawierają ogółem 123 350 punktów, z czego triangulacji państwowej 17 652 punkty, triangulacji lokalnego znaczenia 80 410 punktów i poligonizacji precyzyjnej 25 288 punktów. W katalogach podano: charakterystyki sieci, współrzędne płaskie w pasach 3 i 6 stopniowych z pasami wzajemnego pokrycia, kąty, boki, wysokości nad poziomem morza, punkty kierunkowe (kąty, odległości). Ponadto katalogi zawierają szkice sieci, mapy przeglądowe rozmieszczenia punktów i komplety opisów topograficznych.

Nieomal od zakończenia opracowań katalogów podjęto modernizację podstawowej osnowy poziomej. Nasilono prace nad dalszym uzbrojeniem terenu punktami zagęszczającymi.

Podjęto systematyczne przeglądy i konserwacje punktów w terenie, wykonywane okresowo co 5–7,5 lat. Dokonano starannego przeglądu sieci dawnych – lokalnych, poprawiając znacznie sposób włączenia ich do układu państwowego. Starannie przeanalizowano poprawność określenia wysokości punktów triangulacyjnych z pomiarów trygonometrycznych. W przypadkach koniecznych skorygowano dowiązania do sieci niwelacyjnych tak, aby wysokości punktów triangulacyjnych były wyznaczone z dokładnością do 0,10 m.

Zgodnie z decyzjami rządowymi od 1976 r. na terenie całego kraju państwowym układem współrzędnych stał się układ „1965”. W układzie tym opracowywane są mapy topograficzne do celów gospodarczych i mapa zasadnicza. Równolegle z przeliczeniem współrzędnych punktów osnowy podstawowej PPG opracowano nowe katalogi punktów w układzie „1965”. Nowością tego opracowania było to, że skatalogowano dane obserwacyjne – „obserwacje surowe”.

Stosowanie dalmierzy elektronicznych oraz rozwój technik wykonywania rachunków geodezyjnych przy użyciu elektronicznych maszyn cyfrowych doprowadziły do wdrożeń nowego typu osnów szczegółowych zbudowanych z nieregularnych sieci kątowo-liniowych, dla których jest technicznie możliwe wyznaczenie położenia punktów z dużo większą niż dotychczas dokładnością.

W styczniu 1975 r. prezes GUGiK powołał zespół rzeczoznawców, którego zadaniem było rozpatrzenie obecnego stanu osnowy geodezyjnej oraz wysunięcie propozycji do programu działań unowocześnienia osnowy podstawowej do celów naukowych i badawczych oraz potrzeb gospodarczych i obronnych kraju.

Zespół ocenił pozytywnie całość prac wykonanych dotychczas w zakresie pomiarów SAG, sieci wypełniającej i zagęszczającej. Wysunął szereg propozycji zmierzających do dalszego unowocześnienia tych sieci. Za konieczne uznał przeprowadzenie dalszych pomiarów mających na celu usunięcie występujących rozbieżności między SAG a siecią wypełniającą. Ustalenie przyczyn rozbieżności wymagało przeprowadzenia prac naukowo-badawczych. Przyczynami rozbieżności są niewątpliwie niezgodności azymutów na punktach astronomicznych Laplace’a, niewystarczający sposób wyznaczania odchyłań pionu i odstępu geoidy od elipsoidy oraz niejednolita skala sieci, wynikająca z przyjętych baz triangulacyjnych.

Podjęte zostały prace naukowo-badawcze osnów podstawowych oraz prace doświadczalno-wdrożeniowe i naukowo-badawcze w zakresie osnów szczegółowych. Nie bez znaczenia było opracowanie i wdrażanie numerycznych metod przetwarzania danych oraz tworzenie podsystemów informatycznych w geodezji.

W 1977 r. została przyjęta „Koncepcja modernizacji poziomych osnów geodezyjnych kraju”. W szybkim tempie zakończono opracowanie i wydano odpowiednie instrukcje techniczne, w których sprawy poziomych osnów geodezyjnych mają istotne znaczenie dla wykonania robót geodezyjnych, sposobu wykonywania robót fotogrametrycznych, dla sporządzania wielkoskalowych map topograficznych (1 : 10 000 i 1 : 5000) oraz mapy zasadniczej. W ustalonej koncepcji przyjęto podane niżej założenia: Osnowę podstawową I klasy tworzą sieci astronomiczno-geodezyjne (SAG) i sieć wypełniająca (SW). Osnowa ta zawiera 6400 punktów. Wspólnemu jednoczesnemu równaniu podlegają wszystkie obserwacje kątowe oraz pomierzone boki odpowiednio zlokalizowane do ustalenia najwyższej skali i zwiększenia dokładności. W wyrównaniu uwzględnione są pomiary astronomiczne oraz pomiary grawimetryczne. Jest to osnowa jednorzędowa. Punkty tej osnowy charakteryzowane są średnim błędem względnym boku po wyrównaniu mniejszym od 1 : 200 000. Stopień nasycenia terenu wynosi 1 punkt na 50 km². Przy wyrównaniu wykorzystany zostanie numeryczny system przetwarzania danych

i założone zostaną zbiory punktów osnowy poziomej I klasy podsystemu informacyjnego osnów poziomych. Zakończenie prac zaplanowano na 1980 r.

Osnowę szczegółową II klasy – tworzą nieregularne sieci kątowo-liniowe założone na terenie całego kraju z wyłączeniem zwartych kompleksów leśnych, które są pokryte siecią triangulacji zagęszczającej. Stopień nasycenia terenu punktami osnowy II klasy dostosowany do potrzeb opracowania mapy zasadniczej metodami fotogrametrycznymi, wynosić będzie 1 punkt na 1,5 km². Wyrównanie będzie wykonywane sukcesywnie, odpowiednio dobranymi sieciami, zakładanymi w ciągu 10–12 lat. Przy wyrównaniu wykorzystany zostanie numeryczny system przetwarzania danych, przy czym do wyrównania przyjęte zostaną nowe obserwacje sieci kątowo-liniowych, jak również wyniki pomiarów wykonanych uprzednio. Punkty szczegółowej osnowy II klasy charakteryzuje średni błąd położenia nie większy od 0,05 m o dokładności wzajemnego położenia punktów sąsiednich 0,02 m.

Zbiory punktów osnowy szczegółowej II klasy podsystemu informacyjnego osnów poziomych będą zakładane sukcesywnie w miarę wykonywania nieregularnych sieci kątowo-liniowych. Osnowa szczegółowa III klasy – jest dalszym rozwinięciem osnów I i II klasy. W przypadkach, gdy mapa zasadnicza opracowywana jest metodami fotogrametrycznymi, III klasą będą sieci aerotriangulacji analitycznej – przestrzennej, a punkty stabilizowane znakami trwałymi będą sygnalizowane przed wykonaniem zdjęć fotogrametrycznych. Sieci te są jednocześnie fotogrametryczną osnową kameralną.

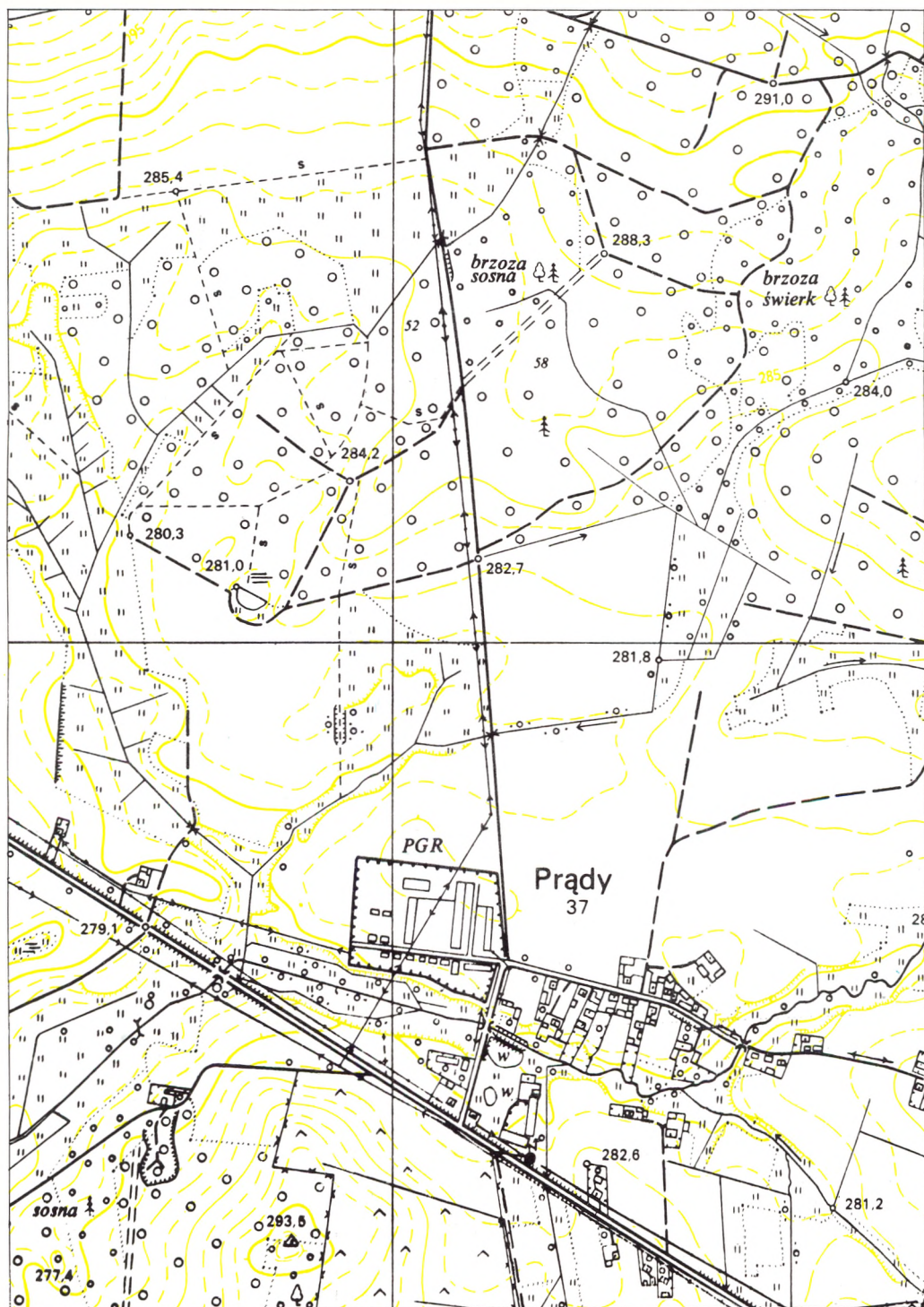
Stopień nasycenia terenu punktami osnów III klasy wynosić będzie średnio 1 punkt na 30 ha. Punkty szczegółowej osnowy III klasy charakteryzuje średni błąd położenia punktu mniejszy od 0,10 m, dokładność określenia wysokości 0,15 m.

Nowa osnowa wysokościowa na terenie PRL

Po II wojnie światowej uznano, że przede wszystkim należy założyć nowe sieci I rzędu na terenie Ziemi Odzyskanych oraz dokonać pewnej renowacji polskiej sieci przedwojennej. Do prac przystąpiono już w 1946 r. Do 1950 r. założono dwie sieci niwelacji precyzyjnej: Zachodnią i Mazurską. Nawiązano je do sprawdzonych reperów sieci polskiej. Sieci te wyrównano do 1952 r. W ramach tych prac w sieci Zachodniej pomierzono 3.340 km linii niwelacyjnych, założono lub adaptowano 3.363 reperów i uzyskano średni błąd po wyrównaniu 1,33 mm na 1 km. W sieci Mazurskiej pomierzono 1063 km linii niwelacyjnych, założono lub adaptowano 958 reperów i uzyskano średni błąd po wyrównaniu 1,65 mm na 1 km.

Całość sieci I-go rzędu nie mogła więc mieć charakteru jednolitego, wewnętrznie spójnego, gdyż składała się z linii niwelacyjnych pomierzonych w zbyt odległych okresach czasu. Jeszcze bardziej niejednolita była sieć II-go rzędu, a ponadto wielkie obszary kraju były tej sieci pozbawione. Renowacja sieci II rzędu i nowe pomiary nadawały im cechy aktualności, lecz uzyskano niezadowalające wyniki przy nawiązaniach linii nowo mierzonych.

W 1952 r. zgodnie z ustaleniami konferencji służb geodezyjnych państw socjalistycznych przystąpiono do założenia nowoczesnej, dokładnej sieci niwelacji I klasy na terenie całego kraju nawiązanej do takich samych sieci państw sąsiednich. Całość sieci oparto na 14 fundamentalnych punktach wiekowych zabezpieczonych 2 punktami kontrolnymi, których lokalizację poprzedzono ekspertyzą geologiczną. Szczególną uwagę zwrócono na prawidłowy sposób stabilizacji punktów węzłowych i punktów nawiązania z liniami niwelacyjnymi II klasy. Pomiar całości sieci niwelacyjnych I klasy wykonało Państwowe Przedsiębiorstwo Geodezyjne w latach 1953–1955 nowymi, laboratoryjnie zbadanymi niwelatorami przy użyciu łąt z taśmą inwarową, ustawianych na stalowych klinach. W sieci pomierzono linie niwelacyjne długości 4866 km, na których osadzono repery co 1,4 km. Sieć ta jako jedna ze składowych sieci państw socjalistycznych została wyrównana,



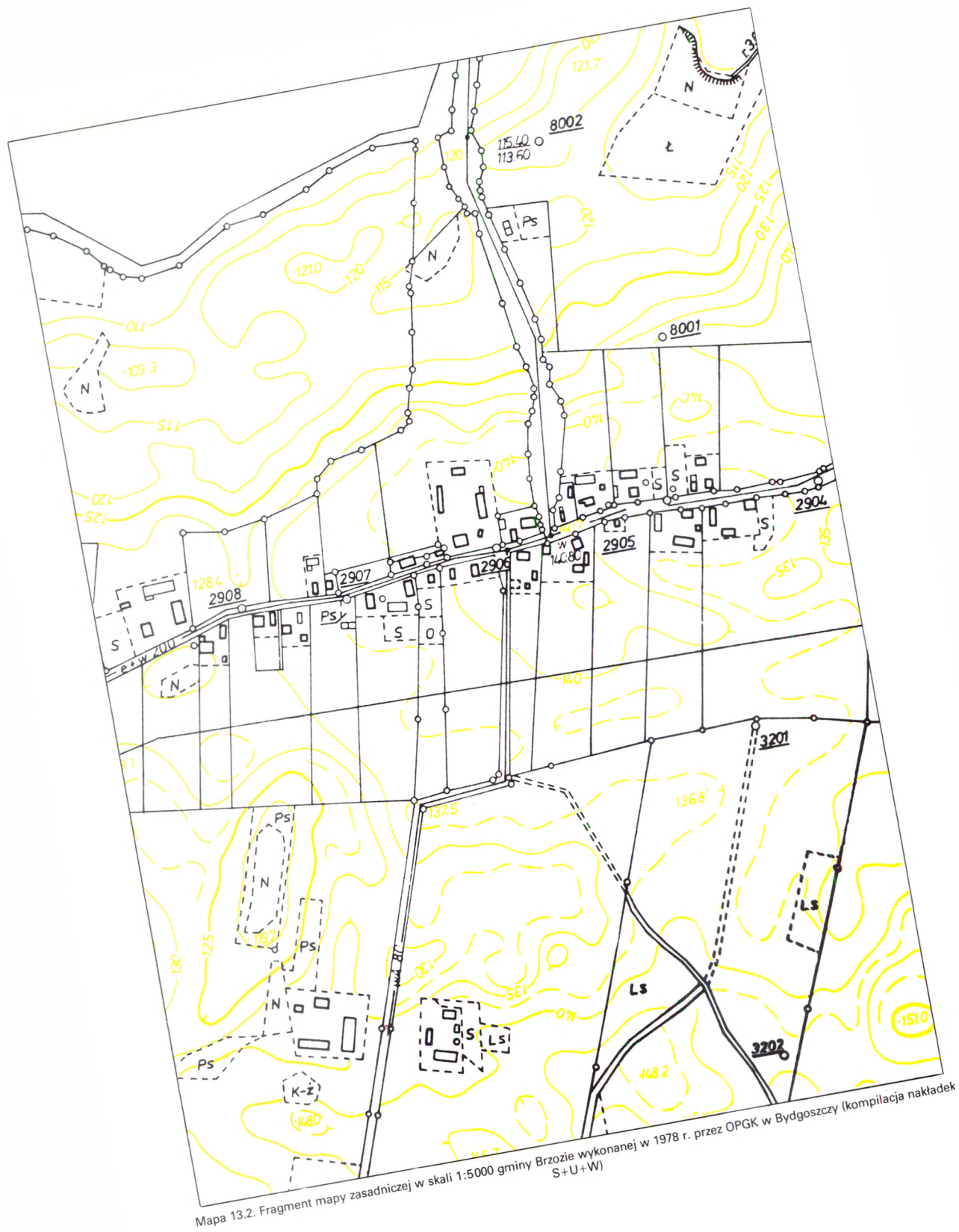
Mapa 12.1. Fragment mapy topograficznej dwukolorowej w skali 1:10 000 – Koszęcin

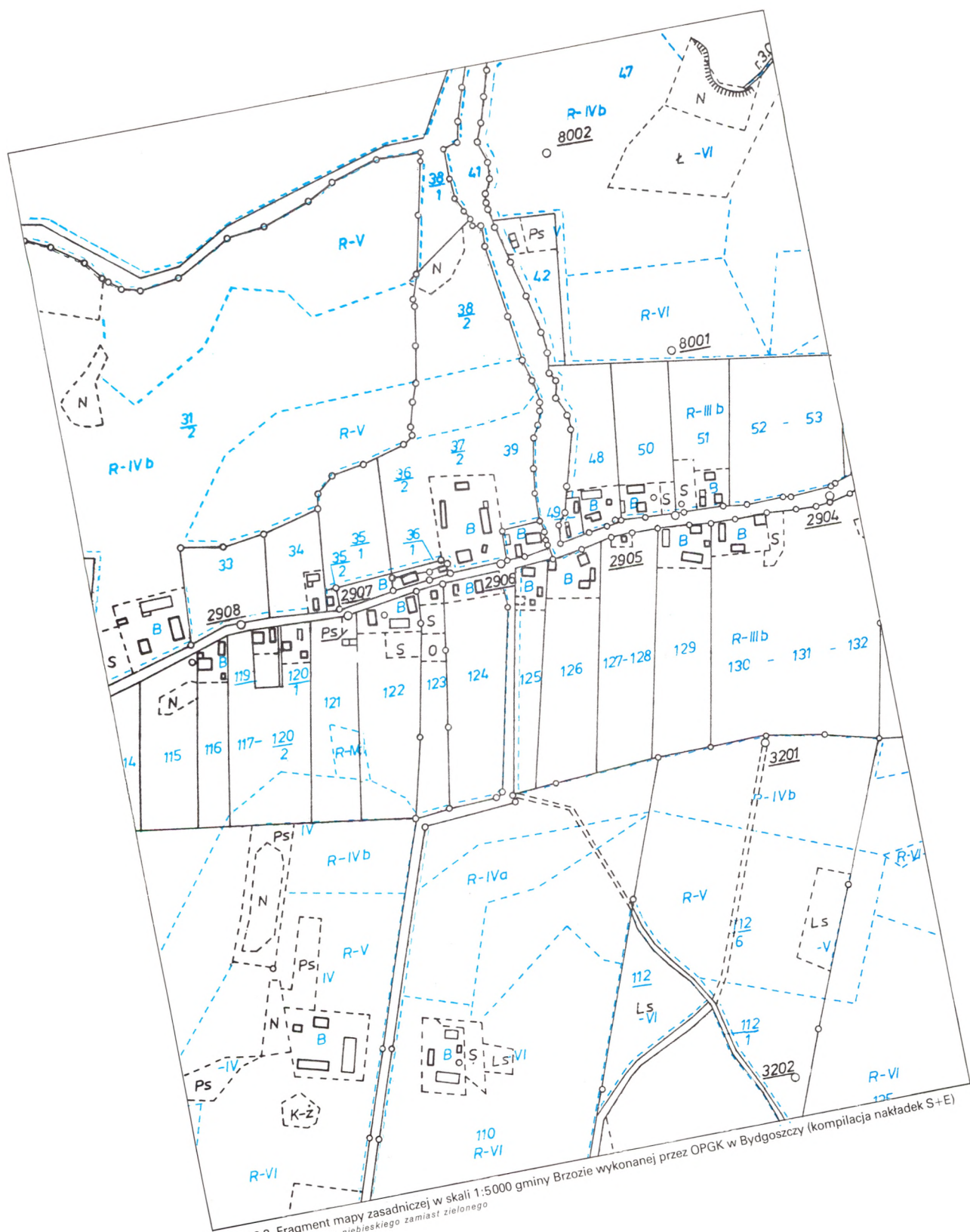


Mapa 12.2. Fragment mapy topograficznej czterokolorowej w skali 1:50 000 – Milicz

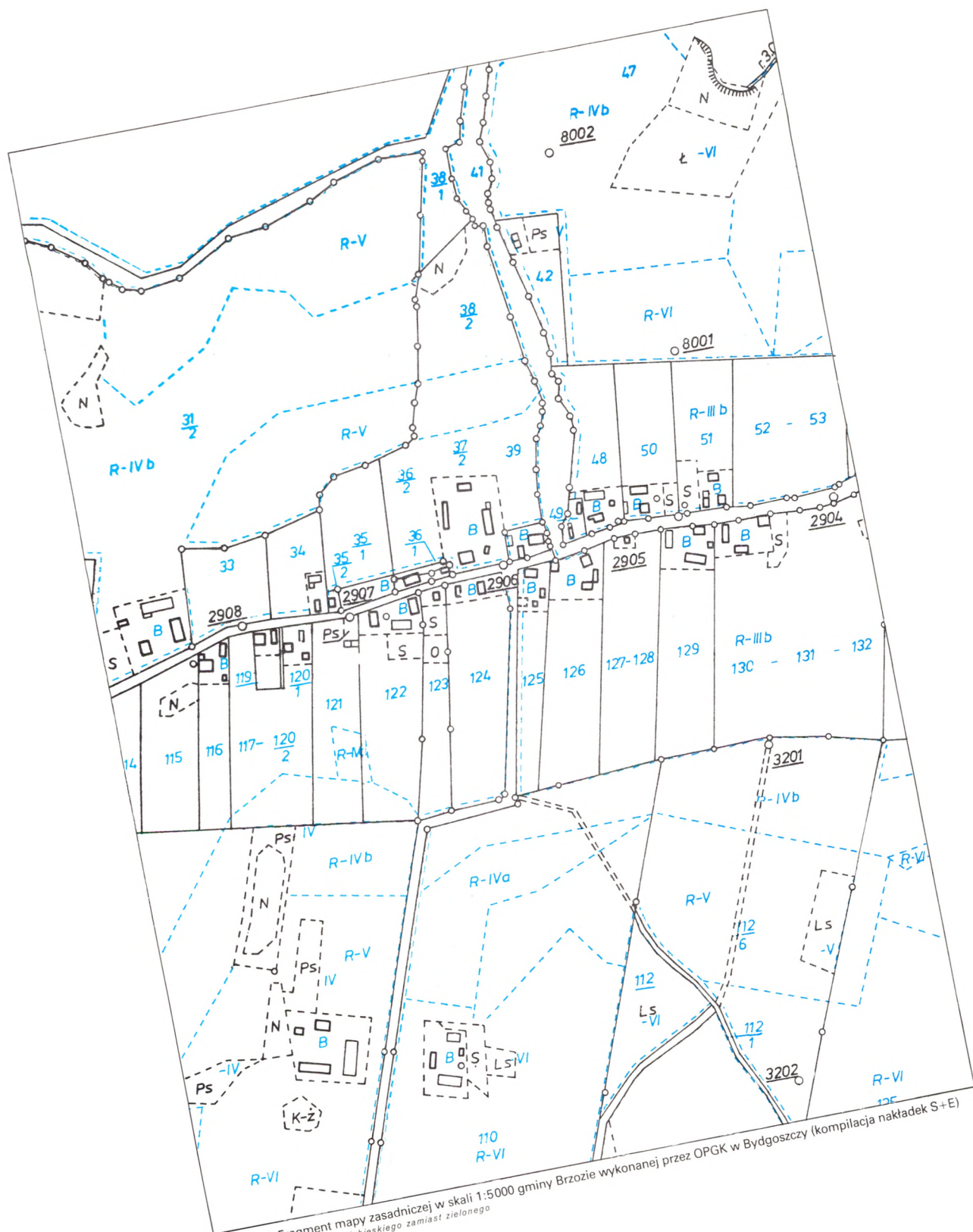


w reprodukcji użyto koloru żółtego zamiast brązowego i koloru niebieskiego zamiast zielonego

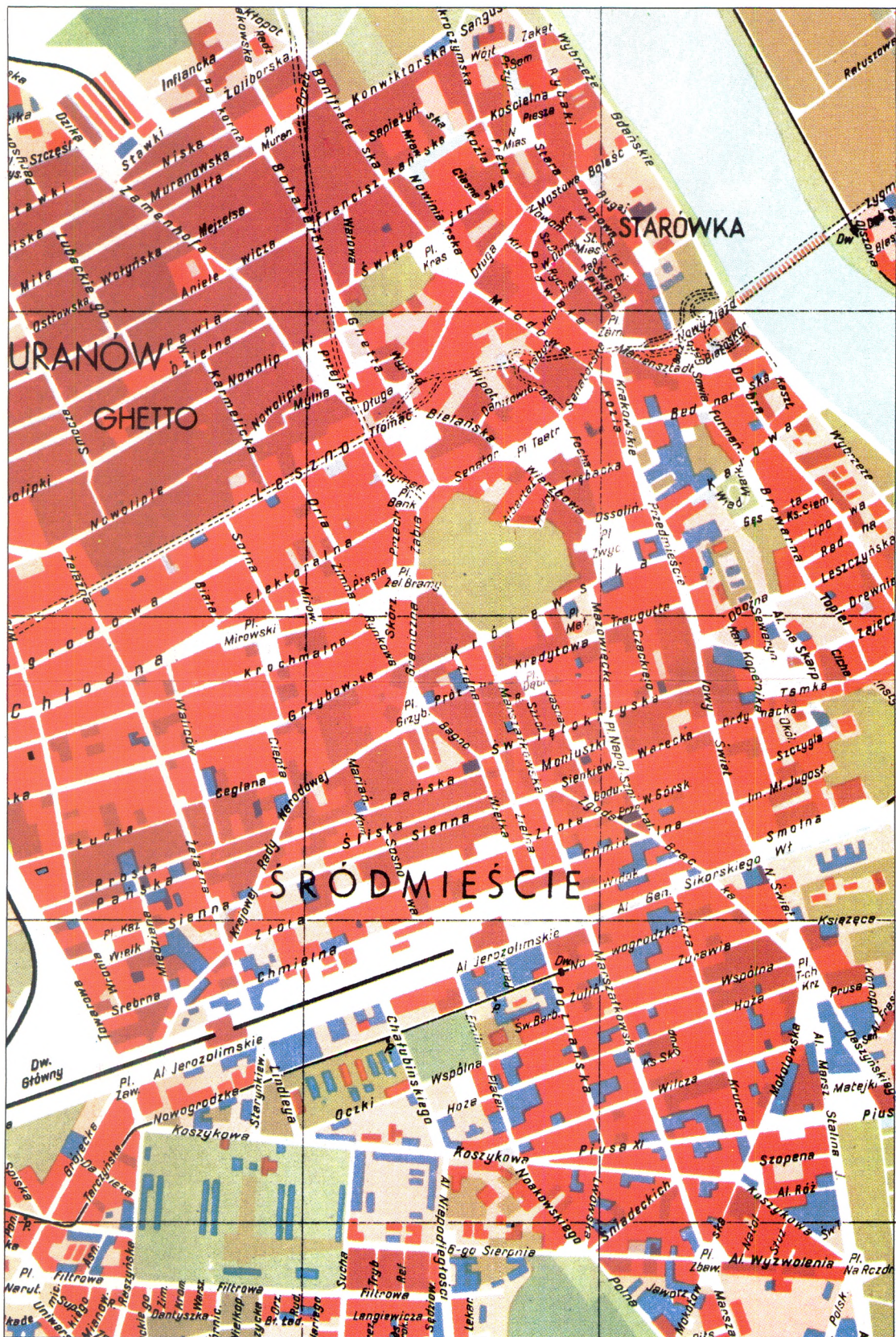




Mapa 13.3. Fragment mapy zasadniczej w skali 1:5000 gminy Brzozie wykonanej przez OPKG w Bydgoszczy (kompilacja nakładek S+E)
w reprodukcji użyto koloru niebieskiego zamiast zielonego



Mapa 13.3. Fragment mapy zasadniczej w skali 1:5000 gminy Brzozie wykonanej przez OPGK w Bydgoszczy (kompilacja nakładek S+E)
w reprodukcji użyto koloru niebieskiego zamiast zielonego



MAPA 18. 1. FRAGMENT MAPY WARSZAWY W SKALI 1:20 000
 WRAZ Z INWENTARYZACJĄ ZNISZCZEŃ POPEŁNIONYCH PRZEZ
 HITLEROWCÓW W LATACH 1939–1945, WYDANEJ PRZEZ
 GŁÓWNY URZĄD POMIARÓW KRAJU W 1949 r.
 (OGÓŁEM 84% ZNISZCZEŃ)

Tereny budowlane.
 Building grounds.

Obszary rolne
 Ploughed land.

Objaśnienie kolorów i znaków

Zieleń parkowa i starodrzew
 zniszczony przez Niemców.
 Parks and groups of old trees
 destroyed by the Germans.

Zabudowa zniszczona przez
 systematyczne minowanie.
 Buildings destroyed by syste-
 matic mining and, in part, bombs

Obszary łąkowe i nieużytki
 Meadows and uncultivated
 land.

Mosty i tunele zniszczone.
 Destroyed bridges and
 tunnels.

— (Przystanek)

Explanations of colours and signes

Zabudowa zniszczona przez
 systematyczne podpalanie.
 Buildings destroyed by syste-
 matic setting on fire.

Zabudowa której Niemcy
 nie zdążyli zniszczyć.
 Buildings which the Germans
 have not succeeded in
 destroying.

Fot. 11.4. Drabina wywiadowcza stosowana
w pracach triangulacyjnych



Fot. 11.5. Wieża triangulacyjna stała, trójnożna
wys. 18 m



w wyniku czego uzyskała średni błąd 1,00 mm na km. Wysokości punktów obliczono w systemie wysokości normalnych w odniesieniu do zera mareografu w Kronszadzie.

Sieci II klasy mierzono w latach 1955–1957 w sposób analogiczny jak sieć I klasy. Nowe pomiary wykonano na trasach długości 9185 km, a ponadto do sieci włączono wyselekcjonowane dawne linie o długości 8610 km. Wyrównanie sieci zakończono w 1957 r. Na trasach I klasy oraz w uzasadnionych technicznie przypadkach na trasach II klasy wykonano pomiary grawimetryczne, a wyniki pomiarów niwelacyjnych skorygowano, wprowadzając poprawki ze względu na nierównoległość powierzchni poziomych.

W latach 1955–1959 wszystkie okręgowe przedsiębiorstwa miernicze zakładały osnowę szczegółową niwelacji państwowej III i IV klasy. Sieci te poddawano sukcesywnie wyrównaniu. Przy pomiarach nowych sieci wykorzystano dotychczas założone repery, a ponadto sieci niwelacyjne II–IV rzędu kolejowe, drogowe oraz różne sieci lokalne włączono do państwowego układu wysokości normalnych. Z przeliczeń wyłączono jednak sieci lokalne miast. Punkty niwelacyjne, dla których obliczono wysokości w układzie państwowym, skatalogowano.

W lutym 1962 r. zakończono opracowanie całości katalogów, na które składa się 220 tomów obejmujących obszary terenu objęte mapą topograficzną w skali 1 : 100 000. Katalogi zawierają 44 130 punktów niwelacji państwowej I–IV klasy oraz 15 626 punktów sieci lokalnych. Katalogi zostały wydane drukiem. Na treść katalogów składają się: objaśnienia podające charakterystyki sieci oraz wykazy zawierające repery ułożone liniami niwelacyjnymi i ich wysokości, rodzaj stabilizacji, klasę i opis położenia, szkice linii niwelacyjnych i mapy przeglądowe. W latach następnych wykonano pomiary powtarzalne sieci Górnośląskiego Zagłębia Węglowego oraz inne sieci niwelacyjne znaczenia lokalnego.

Od 1974 r. trwają prace nad pomiarami nowej sieci I klasy. Pierwotnie sieć ta obejmowała linie o łącznej długości 10 340 km, a średnia długość między repertami wynosiła 1,0 km. Pomiary wykonano niwelatorami automatycznymi.

Jeszcze przed zakończeniem pomiarów linii niwelacyjnych I klasy w 1978 r. Główny Urząd Geodezji i Kartografii opracował koncepcję modernizacji osnów wysokościowych w kraju. Główne zasady tej koncepcji to: podział osnowy wysokościowej na podstawową (niwelacja precyzyjna), złożoną z klasy I, w której średnie długości linii wynoszą ca 50 km, a średni błąd nie przekracza 1,0 mm/km, II klasy o przeciętnej długości 25 km, średnim błędzie 2,0 mm/km oraz osnowę szczegółową na którą składają się linie niwelacyjne III klasy charakteryzujące się błędem nie większym niż 4,0 mm/km i IV klasy z błędem nie większym niż 10 mm/km.

Program wykonania tych prac obejmuje likwidację dotychczasowych układów lokalnych, przy czym wszystkie sieci niwelacji precyzyjnej większych miast i większych obiektów wejdą do sieci niwelacji państwowej II klasy, a inne sieci w zależności od błędów do klas niższych. Uzyska się przez to ten efekt, że rzeźba terenu przedstawiona na mapach topograficznych i mapie zasadniczej będą się wzajemnie dopełniały, zależnie od stopnia generalizacji w usystematyzowanym ciągu skalowym tych map. Istotą koncepcji jest to, że konstrukcja geometryczna sieci umożliwia w maksymalnym stopniu adaptację sieci dotychczas pomierzonych i ponowne ich wyrównanie w kompleksach zapewniających najmniejszy wpływ błędów punktów nawiazania.

W pomiarach nowej sieci niwelacji precyzyjnej I klasy zastosowano nowoczesne niwelatory samopoziomujące oraz nowe technologie pomiaru, wprowadzono poprawki redukcyjne z odpowiednio wykonanych pomiarów grawimetrycznych. W koncepcji uwzględniono przyszłe potrzeby związane z regulacją i zagospodarowaniem rzeki Wisły.

Osnowę wysokościową I klasy przedstawiono na rysunku 11.4.



Rys. 11.4. Niwelacja I klasy 1978–82 r.

Analogicznie, jak przy modernizacji osnowy poziomej wyniki pomiarów przekazywane będą niezwłocznie po ich wykonaniu do podsystemu informatycznego osnów wysokościowych.

Ochrona znaków geodezyjnych

Do ochrony znaków geodezyjnych umieszczonych w terenie, władze państwowe przywiązywały duże znaczenie. W 1927 r. wydana została ustawa o ochronie znaków triangulacyjnych. Następna ustawa z dnia 28 stycznia 1932 r. w sprawie pomiarów państwa zagadnienie to rozszerzyła. Na właścicieli, dzierżawców lub innych użytkowników nieruchomości nałożono obowiązek zezwalania na umieszczanie stałych znaków punktów triangulacyjnych, poligonowych i niwelacyjnych przez organy państwowe i samorządowe.

W przypadku umieszczania znaków pomiarowych w ziemi sporządzano dobrowolne umowy o odstąpienie odpowiedniej powierzchni lub też dokonywano wywłaszczenia gruntów w rozmiarze ca 10 m² za odszkodowaniem. Grunty te otrzymywały odrębne oznaczenie hipoteczne „Skarb Państwa Znak Pomiarowy”. Na terenie, gdzie funkcjonował kataster gruntowy, otrzymywały one nowe oznaczenia katastralne.

Nadzór nad całością wież triangulacyjnych, znaków pomiarowych i nienaruszalności granic należał do władzy gminnej. Za bezprawne i umyślne zniszczenie znaków ustawa określała wysokie sankcje karne w trybie postępowania sądowego (do 1 roku więzienia), a w przypadku nie wykrycia sprawcy nakładano na gminę ciężar zwrotu poniesionych na pomiary kosztów.

Po 1945 r. od pierwszych dni organizowania służby geodezyjnej, Główny Urząd Pomiaru Kraju doceniał ważność zagadnienia. Już w październiku 1945 r. rozplakatowano w urzędach gminnych i miejskich oraz posterunkach Milicji Obywatelskiej obwieszczenie skierowane do wszystkich obywateli o ochronie znaków geodezyjnych. Jednocześnie wydano urzędom gminnym polecenie prowadzenia ewidencji znaków oraz umieszczanie na wieżach i sygnałach triangulacyjnych blaszanych tablic ostrzegawczych.

Wydano również instrukcję o utrwaleniu stałych punktów pomiarowych, w której polecono sporządzenie opisów topograficznych punktów i przekazywanie tych opisów do gmin za pośrednictwem Referatów Pomiarów, Starostw i Zarządów Miejskich. Ustawa z 1932 r. obowiązywała do czasu wydania dekretu o państwowej służbie geodezyjnej i kartograficznej w 1952 r. którym to aktem uprawniono organy państwowej służby geodezyjnej i kartograficznej do nieodpłatnego umieszczania znaków geodezyjnych na gruntach i budynkach, a na prezydium rad narodowych nałożono obowiązek ewidencji, konserwacji i opieki nad znakami geodezyjnymi. Przepisy nowego dekretu o państwowej służbie geodezyjnej i kartograficznej z 1956 r. nałożyły na władających gruntami obowiązek chronienia znaków i zawiadamianie władzy administracyjnej w przypadku zniszczenia lub uszkodzenia znaków.

Nadzór nad ochroną znaków geodezyjnych powierzono prezdydiom właściwych rad narodowych. W dniu 10 października 1970 r. wydano zarządzenie ministra spraw wewnętrznych w sprawie przekazywania i ochrony znaków geodezyjnych. W zarządzeniu tym określono rodzaje znaków podlegających ochronie, zobowiązano wykonawców robót geodezyjnych i kartograficznych do protokolarnego przekazywania znaków władającym nieruchomościami. Do ochrony i powiadamiania o zniszczeniu lub uszkodzeniu znaków geodezyjnych zobowiązano osoby władające nieruchomościami.

Nadzór nad ochroną znaków powierzono terenowo właściwym organom służby geodezyjnej w prezdydiach rad narodowych, a po 1975 r. tj. po wejściu w życie ustawy o dwustopniowym podziale administracyjnym państwa, terenowym organom stopnia podstawowego. Ponadto zarządzenie zobowiązywało Główny Urząd Geodezji i Kartografii do utrzymywania znaków punktów podstawowej osnowy geodezyjnej poziomej i wysokościowej oraz punktów podstawowej osnowy gravimetrycznej i magnetycznej w stanie zdatnym do każdorazowego użytku. W tym celu służba geodezyjna GUGiK przeprowadza okresowe przeglądy, konserwacje i odtwarzanie znaków. Przeglądy znaków osnowy szczegółowej poziomej i wysokościowej przeprowadzają jednostki służby geodezyjnej resortu leśnictwa i przemysłu drzewnego na terenach państwowego gospodarstwa leśnego, resortu komunikacji – na obszarze kolejowym i pasach drogowych, oraz jednostki służby geodezyjnej terenowych organów administracji państwowej stopnia podstawowego (geodeci gminni i miejscy) na pozostałych terenach.