

JERZY NIEWIAROWSKI

526.36 : 551.241 (438)

Projekt sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski

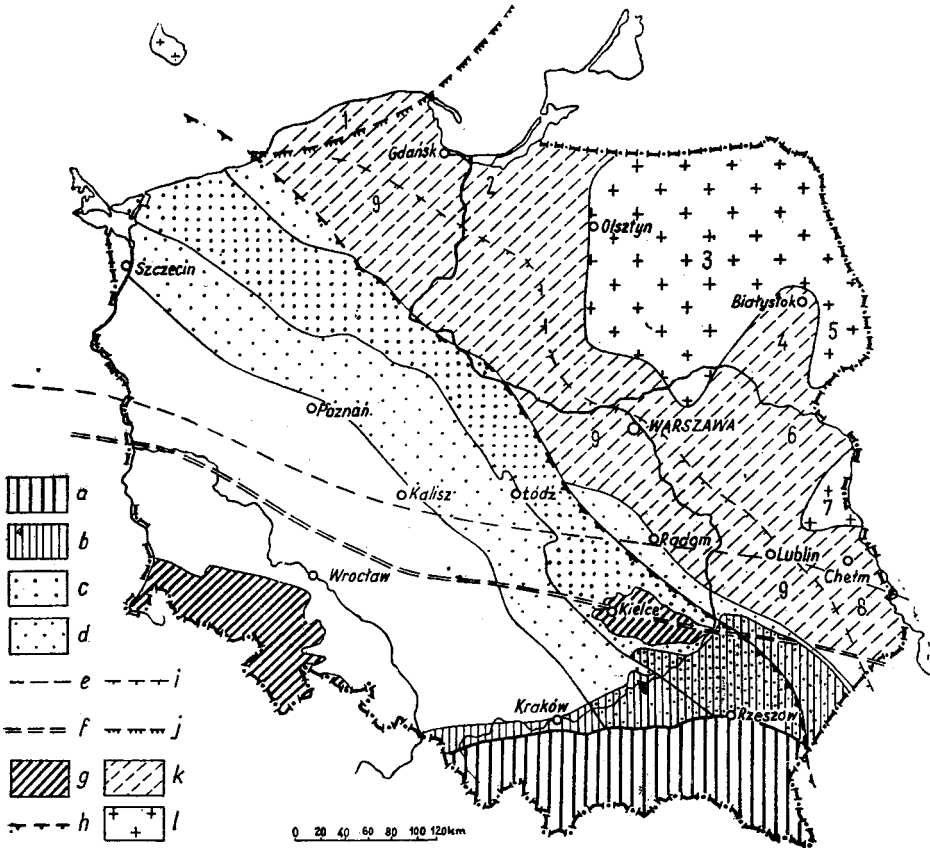
1. Wstęp. Geologiczna charakterystyka obszaru Polski

Istniejącego i stwierdzonego badaniami zjawiska występowania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej genetycznie nie można rozpatrywać niezależnie od dawnych, zachodzących w minionych epokach i okresach geologicznych ruchów tektonicznych, od ich zakresu i natężenia, od wytworzonej przez nie struktury geologicznej. Współczesne ruchy pionowe są w każdym razie, w sensie genezy i mechaniki tych ruchów, następstwem sił, działających kiedyś w skorupie ziemskiej. Przykładem tego są zjawiska zachodzące w przedostatnim okresie geologicznym, kiedy w plejstocenijskiej epoce lodowej (dyluwium) olbrzymie masy lądolodu wgniotły części kontynentów (Fennoskandię, północną część Ameryki Północnej) w podłoże simy. W okresie aluwium, po stopieniu się lądolodu skorupa ziemska na tych obszarach podnosi się, dążąc do dawnego położenia. Są to ruchy izostatyczne, dążące do uzyskania stanu równowagi izostatycznej w skorupie ziemskiej. Ruchy te w Skandynawii i w północnej części Ameryki Północnej występują i obecnie.

Oczywiście, procesów tektonicznych zachodzących w ubiegłych okresach geologicznych i ruchów skorupy ziemskiej, wywołanych przez nie, nie można, jeśli chodzi o wielkości ruchów, ekstrapolować na czasy dzisiejsze; w żadnym przypadku na znikomo krótkie — w stosunku do długości okresów, w ciągu których działały siły, będące przyczyną dzisiejszych ruchów — okresy badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej geodezyjną metodą powtarzanej niwelacji precyzyjnej.

Żeby odpowiednio opracować projekt sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski należy poznać, choć w zasadniczych rysach, tektonikę obszaru Polski, czyli przestrzenny układ skał na tym obszarze i historię jego powstania.

Polskę dzieli na dwie wielkie tektoniczne jednostki strukturalne linia biegnąca z północnego zachodu na południowy wschód (Kołobrzeg—Toruń—Przemyśl), będąca krawędzią wschodnio-europejskiego obszaru płytowego (rys. 12). Część na północny wschód od tej linii zajmuje płyta rosyjska. Jest to formacja powstała jeszcze w okresie prekambryjskim, ze skał krystalicznych, o budowie dwuwarstwowej, pokryta osadami młodszych



Rys. 12. Szkic tektoniczny Polski

(wg W. Pożaryskiego „Budowa geologiczna Polski” Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1959)

Obszar fałdowań alpejskich (trzeciorzędowych): a — Karpaty; b — zapadlisko przedgórskie. Obszar fałdowań laramijskich: c — antyklinoorium środkowo-polskie; d — obszary synklinalne. Fałdowania paleozoiczne: e — północna granica fałdowań waryscyjskich; f — północna granica fałdowań kaledońskich; g — odsłonięte kaledonidy i waryscydy (Sudety i Góry Świętokrzyskie). Obszary niefałdowane od prekambriu (Fennosarmacja): h — brzeg Fennosarmacji; i — fleksura (górną skarpą podłoża krystalicznego); j — brzeg tarczy bałtyckiej; k — depresje podłoża krystalicznego (zawierające grubą pokrywę paleozoiczną); l — wyniesienia podłoża krystalicznego. Jednostki strukturalne Fennosarmacji: 1 — tarcza bałtycka (wyniesienie Łeby); 2 — depresja peribałtycka; 3 — wyniesienie mazurskie; 4 — depresja białostocka; 5 — wał podlaski; 6 — depresja podlaska; 7 — wyniesienie Włodawy; 8 — depresja nadbużańska; 9 — depresja brzeźna.

epok. Na obszarze Polski krystaliczne podłoże tej płyty leży na głębokości kilkuset metrów i obniża się stopniowo ku brzegowi obszaru płytowego, opuszczając się do około 10 km. Na Pomorzu Zachodnim podłoże krystaliczne, będące południowym zboczem tarczy skandynawskiej (bałtyckiej), leży na głębokości około 2 km (okolice Łeby).

Struktura obszarów na południowy zachód od linii Kołobrzeg—Przemysł jest bardziej skomplikowana. Jest ona wynikiem sfałdowań, zachodzących w epoce paleozoicznej, które spowodowały powstanie Sudetów, Gór Świętokrzyskich, sfałdowanego obszaru Górnego Śląska i południowej części Dolnego Śląska. Struktury paleozoiczne zanurzają się ku północy pod grubą pokrywę osadów ery mezozoicznej i epok młodszych.

W okresie kredy (ok. 120 milionów lat temu) powstała, wskutek nacisku wywołanego przez sfałdowania alpejskie, a powstrzymywanego przez wielką płytę Fennosarmacji (płytę rosyjską), kompresja i sfałdowanie się osadów w geosynklinie tzw. duńsko-polskiej, wywołując powstanie antyklinorium Pomorsko-Kujawskiego. Antyklinorium Pomorsko-Kujawskie (środkowo-polskie), o szerokości kilkudziesięciu kilometrów, o łagodnym spadku na skrzydłach, ciągnie się przez całą Polskę z północnego zachodu na południowy wschód (Kołobrzeg—Sanok), zanurzając się pod młodsze od niego Karpaty fliszowe.

Obszar południa Polski zajmują struktury powstałe w czasie sfałdowań alpejskich (okresy jury, kredy i trzeciorzędu) — Tatry, Pieniny i Karpaty. Jest to część wielkiego górotworu Alpidów, powstałego w wielkiej geosynklinie, ciągnącej się przez południową Europę i południową Azję. Na obszarze Polski można wydzielić trzy strefy górotworu Alpejskiego: część południową — Karpaty wewnętrzne (Tatry i Pieniny), Karpaty zewnętrzne, fliszowe i część północną — zapadlisko przedkarpackie.

Tatry i Pieniny powstały z osadów morza geosynklinalnego. Mają one strukturę tak zwaną alpejską, z wielkimi przesunięciami mas skalnych w formie płaszczowin. Pieniny zostały silnie zdyslokowane w młodszej fazie górotwórczej. Sfałdowane już warstwy zostały porozrywane na poszczególne bloki skalne — skałki — tworząc strukturę skałkową.

Karpaty zewnętrzne powstały w północnej strefie pierwotnej geosynkliny. Osadzały się w niej ogromne naprzemianległe osady łupków i piaskowców, tzw. flisz. Warstwy fliszu zostały następnie sfałdowane, ponasuwane na siebie i przesunięte na północ tworząc płaszczowiny.

W następnej fazie na przedpolu sfałdowanego fliszu powstało wielkie zapadlisko, zalane morzem, w którym utworzyły się osady, dochodzące do grubości 2000 m, pochodzące głównie z erozji Karpat. W ostatniej fazie sfałdowań alpejskich, masy fliszu zostały przesunięte na północ, przykrywając południową część zapadliska, sięgającego od Karpat na północ do Wisły i Sanu.

Górnośląskie Zagłębie Węglowe, leżące na obszarze sfałdowań paleozoicznych, jest pod względem geologicznym nieckowatym zagłębieniem, stanowiącym część dawnej geosynkliny. W okresie karbońskim Zagłębie Górnośląskie ulegało powolnym obniżającym ruchom i układały się w nim osady, w których powstały wielkie pokłady węgla. Pod koniec karbonu Zagłębie, jak i masywy górskie Sudetów i Gór Świętokrzyskich, uległo ruchom górotwórczym i zostało sfałdowane, a następnie pokryte osadami młodszych okresów geologicznych.

Już w tak uproszczony sposób przedstawiony obraz budowy geologicznej Polski pozwala ustalić pewne wytyczne odnośnie projektu powtarzanej niwelacji precyzyjnej. Jeśli powtarzana niwelacja precyzyjna ma wykazać i określić wielkości współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej, to linie niwelacyjne powinny przebiegać możliwie prostopadle do biegu struktur geologicznych. Z budowy geologicznej Polski wynika, że takim zasadniczym kierunkiem linii niwelacyjnych dla obszarów północno-wschodnich (płyty rosyjskiej), dla antyklinorium środkowo-polskiego i dla obszarów sfałdowań paleozoicznych (zachodnie i południowo-zachodnie obszary i część środkowej Polski) jest kierunek z północnego wschodu na południowy zachód, a na południu Polski — kierunek zbliżony do południowego, mniej więcej prostopadły do sfałdowań paleozoicznych (Sudetów) i alpejskich (Karpat).

Drugą wytyczną, już geodezyjną, ponieważ jest to projekt powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej, jest maksymalne wykorzystanie już istniejących i pomierzonych linii niwelacji precyzyjnej, tak żeby pierwszy przyszły pomiar niwelacyjny nie tylko był podstawą do przyszłych badań, lecz już pozwolił określić wielkości pionowych ruchów skorupy ziemskiej przez porównanie z wynikami poprzednich niwelacji wzdłuż tych samych linii.

Włączenie metody oceanograficznej do badania wielkości współczesnych ruchów pionowych będzie krótko omówione w samym projekcie.

2. Projekt sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej

Mając na uwadze cel i zadania projektowanej sieci niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski i uwzględniając podane wyżej wskazania, jako linie powtarzanej niwelacji dla badania ruchów pionowych, wybrano następujące linie niwelacji precyzyjnej, tworzące samodzielnie sieć:

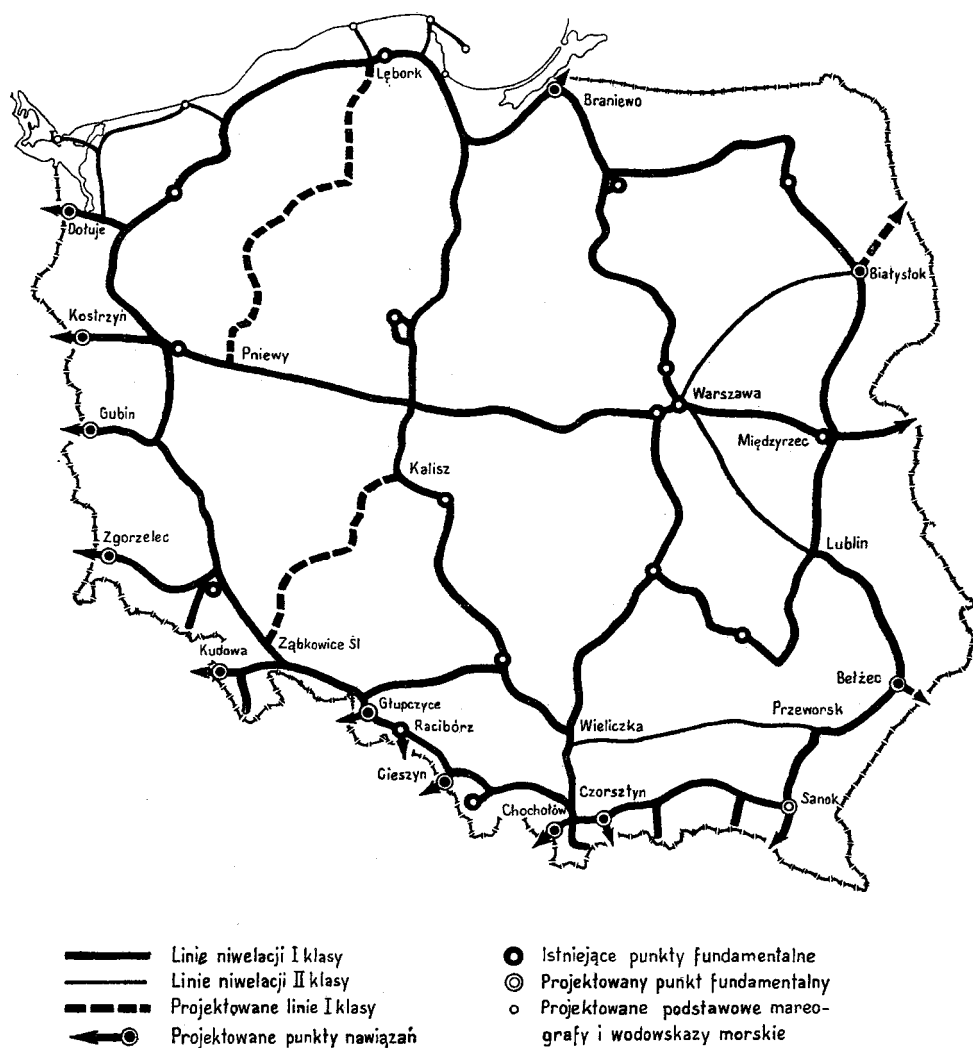
1. Wszystkie linie państwowej niwelacji precyzyjnej I klasy, pomierzone w latach 1952—55, tworzące 8 zamkniętych poligonów, *)

*) Szkic polskiej państwowej sieci niwelacji precyzyjnej był przedstawiony, przy sprawozdaniu z prac geodezyjnych, na XII Zgromadzeniu Ogólnym Asocjacji Geodezji w Helsinkach w r. 1960 [12].

2. Linię obecnej państwowej niwelacji precyzyjnej II klasy: Wieliczka—Tarnów—Rzeszów—Przeworsk (pomierzoną w latach 1955—58),

3. Dwie linie: Warszawa—Białystok i Warszawa—Lublin, przebiegające po trasach linii polskiej niwelacji precyzyjnej z lat 1926—37 i — prócz małych odcinków — po trasach obecnej niwelacji precyzyjnej II klasy.

Projekt sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania ruchów pionowych skorupy ziemskiej przedstawiony jest na rys. 13.



Rys. 13. Projekt sieci podstawowej niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski

Wybór tych linii został przedyskutowany i uzgodniony na posiedzeniach podkomisji dla oceny profilów niwelacji precyzyjnej, działającej w ramach Komisji PAN do spraw badań współczesnych ruchów skorupy ziemskiej. W skład podkomisji wchodziłi specjaliści z dziedziny geologii, geografii, geofizyki i geodezji. Realizacja powtórnych pomiarów niwelacyjnych tych linii pozwoli otrzymać obraz wielkości współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej wzdłuż przekrojów, przechodzących przez najważniejsze, najbardziej aktywne struktury tektoniczne Polski. Wytypowane linie powtarzanej niwelacji precyzyjnej przebiegają wzdłuż południowego wybrzeża morza Bałtyckiego na naszym obszarze (a istnieje udowodnione twierdzenie o podnoszeniu się wschodnich wybrzeży, a łagodnym opuszczaniu się zachodnich), dają cztery poprzeczne przekroje przez antyklinorium Pomorsko-Kujawskie i jego przedłużenie na południowy wschód (linie Koszalin—Połczyn—Myślibórz, Tczew—Konin, Olsztyn—Warszawa—Kraków i Krasnystaw—Tomaszów Lubelski—Sanok), na południu przechodzą przez przedgórze Sudetów, przez Karpaty fliszowe i zapadlisko przedkarpackie, oraz — wraz z wytypowanymi (rozdz. 3) liniami niwelacji precyzyjnej, łączącymi polską sieć niwelacji z siecią niwelacji precyzyjnej Czechosłowackiej Republiki Socjalistycznej — poprzeczne przekroje przez Karpaty i Sudety. Wytypowane linie powtarzanej niwelacji precyzyjnej przecinają trzy główne strukturalne tektoniczne jednostki Polski: platformę rosyjską na północnym wschodzie, obszar sfałdowań paleozoicznych na zachodzie, południowym zachodzie i częściowo w centralnej Polsce i obszar sfałdowań alpejskich na południu.

Dwie linie niwelacji precyzyjnej Warszawa—Białystok i Warszawa—Lublin, przewidziane w projekcie powtarzanej niwelacji, choć w sieci niwelacji dla badań współczesnych ruchów pionowych będą pomierzone w tym samym okresie czasu i z tą samą najwyższą dokładnością, co i cała sieć powtarzanej niwelacji precyzyjnej, w polskiej państwowej sieci niwelacji należy uważać za linie niwelacji precyzyjnej II klasy. To samo odnosi się do włączonej projektem w sieć dla badań współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej linii obecnej niwelacji precyzyjnej II klasy Wieliczka—Tarnów—Rzeszów—Przeworsk.

Dla zachowania pewnej równowagi wielkości poligonów niwelacji precyzyjnej zarówno w sieci państwowej jak i w sieci dla badań współczesnych ruchów pionowych, projekt przewiduje zmianę struktury sieci niwelacji państwowej, mianowicie przecięcie liniami niwelacji precyzyjnej I klasy dwóch dużych zachodnich poligonów obecnej sieci I klasy. Poligon północno-zachodni proponuje się przeciąć linią niwelacyjną Lębork—Chojnice—Człuchów—Wałcz—Pniewy. Niewielki odcinek projektowanej linii (Borkowo—Podgaje, około 25 km) jest linią nową, poza tym trasa projek-

townej linii pokrywa się z liniami obecnej niwelacji precyzyjnej II klasy, pomierzonej w latach 1955—58 lub liniami niwelacji adaptowanej.

Obecny południowo-zachodni poligon niwelacji precyzyjnej I klasy proponuje się przeciąć linią niwelacyjną Kalisz—Ostrów Wielkopolski—Syców—Wrocław—Ząbkowice Śląskie. Trasa projektowanej linii pokrywa się z liniami obecnej niwelacji precyzyjnej II klasy, a tylko odcinek Wrocław—Ząbkowice Śląskie przebiega po trasie linii niwelacji adaptowanej.

Obie zaprojektowane linie: Lębork—Pniewy i Kalisz—Wrocław—Ząbkowice Śląskie, jako linie państwowej niwelacji precyzyjnej I klasy, wchodzące w sieć dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej, powinny być pomierzone z taką samą najwyższą dokładnością, w czasie powtórnego pomiaru sieci dla badania ruchów.

Przebieg nowo projektowanych linii jest uzasadniony z punktu widzenia geologii i tektoniki: linia Lębork—Bytów—Chojnice—Wałcz—Pniewy przecina antyklinorium Pomorsko-Kujawskie. Linia Kalisz—Ostrów Wielkopolski—Syców—Wrocław—Ząbkowice Śląskie przecina wał przedsudecki i fragmenty sfałdowań przedkambryjskich i dwóch sfałdowań ery paleozoicznej.

W południowo-wschodnim krańcu obszaru Polski widoczny jest brak wiekowego punktu fundamentalnego. Projekt powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania ruchów pionowych przewiduje założenie punktu fundamentalnego w okolicach Sanoka przy linii niwelacji precyzyjnej I klasy, na obszarze Karpat zewnętrznych (fliszowych).

Celem sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej jest wyznaczenie szybkości tych ruchów w mm/rok. Pierwszorzędного znaczenia jest sprawa poziomu odniesienia wyznaczanych ruchów. Przyjmując jako poziom odniesienia poziom pewnego trwałego punktu na obszarze badanym (np. marki w Toruniu [2]), otrzymamy względne szybkości ruchów pionowych, przy przyjętym a priori założeniu, że poziom punktu odniesienia jest niezmienny.

Żeby otrzymać bezwzględne, absolutne szybkości ruchów pionowych, jako poziom odniesienia należy przyjąć średni poziom morza, wyznaczony z długoletnich obserwacji na stacjach mareograficznych i wodowskazowych. Tok postępowania byłby wtedy taki, że z obserwacji mareograficznych należałoby określić szybkość ruchów pionowych wybrzeża (punktów na wybrzeżu) i te szybkości uważać za wyjściowe przy obliczaniu szybkości ruchów lądu, wynikających z powtarzanej niwelacji precyzyjnej. Wtedy średni poziom morza wyznaczony na danej stacji mareograficznej, bądź średni poziom morza obliczony z szeregu stacji mareograficznych, uważamy za niezmienny (przyjmujemy szybkość jego ruchu pionowego

$V = 0$ mm/rok — z ew. uwzględnieniem poprawek, wynikających z eustatycznych zmian poziomu morza).

Wszystkie stacje mareograficzne i wodowskazowe u polskiego wybrzeża morza Bałtyckiego są włączone w obecną sieć państwowej niwelacji precyzyjnej.

Z tych stacji należy wybrać, wspólnie ze służbą mareograficzną, szereg podstawowych stacji na polskim wybrzeżu w ilości około 5—6, np. Świnoujście, Kołobrzeg, Łeba, Władysławowo, Hel, Gdynia lub Gdańsk (wybór tych stacji nie jest jeszcze ustalony). Na podstawie wskazań tych podstawowych stacji, z możliwie długiego okresu czasu, należy określić średni poziom morza Bałtyckiego u polskich wybrzeży.

Kontrolne pomiary linii niwelacyjnych, wiążących repery przy mareografach i wodowskazach z liniami niwelacji precyzyjnej I klasy, powinny być powtarzane — prócz powtarzanych pomiarów całej sieci niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej — częściej, w okresach co około 5 lat.

Kontrola stałości i niezmienności głównych reperów przy mareografach i wodowskazach i związanie ich z zerami łąt wodowskazowych lub mareografów powinno być wykonywane co najmniej raz na rok.

Długoletnie obserwacje na stacjach mareograficznych i wodowskazowych i dodatkowe pomiary mareograficzne pozwalają wyznaczyć nie tylko szybkości ruchów pionowych wybrzeży morskich, lecz i przebieg (profil) średniego poziomu morza w stosunku do przyjętej jako powierzchnia odniesienia, powierzchni poziomowej. Morze Bałtyckie nie jest morzem otwartym i na położenie jego średniego poziomu silnie wpływają czynniki anemobaryczne (wiatr, ciśnienie atmosferyczne) i zasolenie [9]. Badania mareograficzne wykazują, że średni poziom morza Bałtyckiego podnosi się (nad przyjętą powierzchnię poziomową) mniej więcej regularnie z zachodu na wschód. Na przestrzeni polskiego wybrzeża to podniesienie się poziomu morza jest rzędu 3 cm.

Bardzo ważnymi zagadnieniami, które nie powinny być pominięte w projekcie powtarzanej niwelacji dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej są: okresy czasu, co jakie powinna być wykonywana powtarzana niwelacja i metoda opracowania wyników pomiarów niwelacyjnych. Zagadnienia powyższe są omówione w pracy T. Wyrzykowskiego w tym samym zeszycie „Prac Instytutu Geodezji i Kartografii”. Tutaj można tylko krótko nadmienić, że chcąc otrzymać dokładność wyznaczenia względnych szybkości ruchów pionowych ± 1 mm/rok, dla obszaru Polski, okres między powtarzaniem pomiarów niwelacji dla badania ruchów pionowych powinien wynosić 15—20 lat.

Niniejszy projekt sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania

współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski został opracowany przy założeniu, że jego realizacja pozwoli określić szybkości współczesnych ruchów pionowych wzdłuż najważniejszych profilów, wzdłuż linii najbardziej charakterystycznych i aktywnych pod względem geologicznym i tektonicznym.

Badania na obszarach między głównymi profilami uzasadnione bądź względami geologicznymi, bądź badaniami, np. wpływu krążenia wód w skorupie ziemskiej, wywołującego lub sprzyjającego zjawiskom osuwania się, spełzania górnych warstw w skorupie ziemskiej, mogą być prowadzone w oparciu o linie powtarzanej niwelacji, bądź — o ile mają charakter lokalny — w oparciu o punkty odniesienia, którymi mogą być wiekowe punkty fundamentalne.

Projekt ten mógłby spotkać się z zarzutem, że nie poruszono w nim zagadnienia pionowych ruchów występujących na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Uzasadnienie tego przemilczenia jest dwojakie: po pierwsze, występujące na obszarze Zagłębia ruchy pionowe są w większej mierze wywołane działalnością człowieka (eksploatacja pokładów węgla), niż przyczynami i siłami charakteru endogenicznego i po drugie — na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego jest już założona specjalna sieć niwelacji precyzyjnej, będąca osnową dla badań występujących na obszarze Zagłębia ruchów pionowych.

3. Proponowane nawiązania sieci powtarzanej niwelacji na obszarze Polski z sieciami krajów sąsiednich

Współczesne pionowe ruchy skorupy ziemskiej, o genezie których krótko wspomniano przy geologicznej charakterystyce obszaru Polski, przejawiają się na wszystkich obszarach lądowych skorupy ziemskiej. Nawet te obszary lądowe, na których obecnie szybkości ruchów pionowych są równe zero, mogą pod wpływem działania sił pochodzenia endogenicznego zacząć przejawiać ruchy pionowe. Jest zupełnie zrozumiałe, że im większe obszary lądowe będą objęte badaniami ruchów prowadzonymi różnymi metodami, a w tym i metodą geodezyjną, tym pełniejszy i bardziej zrozumiały geologicznie będzie otrzymany obraz tych ruchów.

Prowadzenie badań metodą powtarzanej niwelacji precyzyjnej na wielkich obszarach lądowych, na terytorium kilku krajów łącznie, jest możliwe przez połączenie sieci niwelacyjnych dla badania ruchów pionowych na obszarach tych krajów liniami nawiązującymi, tak przebiegającymi aby, przy łącznym traktowaniu sieci oddzielnych krajów, można było otrzymać wielką sieć powtarzanej niwelacji precyzyjnej, mającą możliwie jednorodną strukturę.

Przewidując takie możliwości wytypowano nawiązania, które, naszym zdaniem, byłyby dobre dla powiązania między sobą polskiej sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania ruchów pionowych, z mającymi ten sam cel sieciami niwelacji precyzyjnej sąsiednich krajów.

Wytypowane linie nawiązujące mają przebieg następujący:

Dla nawiązania z siecią niwelacji precyzyjnej Niemieckiej Republiki Demokratycznej linie dochodzące do granicy, a wychodzące z punktów: Dołuże, Kostrzyń, Gubin, Zgorzelec.

Z siecią niwelacji precyzyjnej Czechosłowackiej Republiki Socjalistycznej polska sieć niwelacyjna posiada liczne nawiązania [12]. Tutaj, jako dobrze spełniające swoje zadanie, proponuje się dochodzące do granicy linie niwelacyjne wychodzące z punktów: Kłodzko przez Kudowę, Głubczyce lub Racibórz, Cieszyn, Nowy Targ przez Chochołów, Czorsztyn przez Niedzice i Sanok.

Linie te, przedłużone liniami niwelacji precyzyjnej na południe od naszej granicy, dałyby poprzeczne przekroje przez struktury Sudetów, przez obszary depresyjne Śląska, Tatry i Karpaty.

Z siecią niwelacji precyzyjnej Związku Radzieckiego polska sieć niwelacyjna jest powiązana dotychczas tylko dwoma liniami [12]. Jest to bezwzględnie zbyt luźne nawiązanie, biorąc pod uwagę długość wspólnej granicy. Jako niezbędne minimum, uwarunkowane strukturą łącznej sieci dla badań współczesnych ruchów pionowych i względami geologicznej struktury naszych obszarów wschodnich, zdaje się być dodatkowe nawiązanie jeszcze dwoma liniami dogranicznymi, mającymi po naszej stronie przebieg: Białystok—Sokółka — granica i Bełżec—Hrebennie — granica.

Typowane linie wiążące pokrywają się z liniami polskiej niwelacji precyzyjnej, wykonanej w okresie lat 1926—37. Powtórzenie pomiarów wzdłuż tych linii pozwoli uzyskać, prócz znacznie lepszego strukturalnie powiązania sieci obu krajów, cenny materiał dla badania ruchów pionowych. Linia Warszawa—Białystok—Sokółka przebiega mniej więcej zgodnie z kierunkiem upadu krystalicznej płyty rosyjskiej, zanurzającej się silnie z północnego wschodu na południowy zachód, a linia Lublin—Bełżec—Hrebennie przebiega przy krawędzi południowo-wschodniego przedłużenia antyklinorium Pomorsko-Kujawskiego i po stronie ZSRR wychodzi na obszar, charakteryzujący się dużymi dodatnimi szybkościami współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej [13].

Wszystkie linie, wiążące sobą sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych na obszarach sąsiednich krajów, powinny być liniami niwelacji precyzyjnej I klasy i powinny tworzyć — po połączeniu z liniami niwelacji precyzyjnej sąsiednich krajów — zamknięte poligony.

4. Stabilizacja sieci

Sieć niwelacyjna, zaprojektowana jako sieć powtarzanej niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej w Polsce, zawiera w sobie 16 istniejących wiekowych punktów fundamentalnych i jeden nowo projektowany, tak rozmieszczonych, że znajdują się one na wszystkich zasadniczych jednostkach tektonicznych Polski. Dotychczasowy brak wiekowego reperu fundamentalnego na południowym wschodzie wypełni projektowany reper w okolicach Sanoka. Projektowana sieć powtarzanej niwelacji precyzyjnej posiada około 700 reperów podziemnych, typów II, III i IV [10]. Są one osadzone na głębokości około 1,7 m poniżej powierzchni ziemi, a więc poniżej granicy przemarzania (repery typu II — na głębokości około 2,5 m).

Sam znak wysokościowy (reper) znajduje się nie niżej, niż 0,5 m poniżej powierzchni ziemi. Stabilizacja tych znaków jest wykonana z betonu zbrojonego. Prócz tych znaków wysokościowych sieć posiada repery ziemne i ścienne, osadzone na fundamentalnych budowlach, tak że ogólne zagęszczenie znaków wysokościowych w projektowanej sieci wynosi 1 reper na mniej, niż 2 km linii niwelacyjnych. Wobec zupełnie wystarczającego nasycenia linii projektowanej sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej znakami wysokościowymi, uwzględniając istniejące u nas warunki klimatyczne i hydrologiczne, projekt zasadniczo nie przewiduje potrzeby dodatkowej stabilizacji znaków wysokościowych w sieci. Wyjątkiem będą linie niwelacyjne, na których do czasu powtórnego pomiaru, część znaków wysokościowych uległaby zniszczeniu.

5. Metoda i dokładność pomiaru sieci powtarzanej niwelacji precyzyjnej

Ponieważ najkrótszy interwał czasu między pomiarami sieci dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski powinien wynosić 15 do 20 lat, ponowny pomiar projektowanej sieci można przewidywać na okres lat 1970—75. Pomiar ten powinien być wykonany w ciągu możliwie krótkiego czasu. Zdaje się, że realne jest przewidywanie, że na obszarze Polski projektowana sieć powtarzanej niwelacji dla badania ruchów pionowych będzie mogła być pomierzona w ciągu około 3 lat. Jeśli badania ruchów pionowych obejmować będą obszary szeregu krajów, pomiar całej połączonej sieci badawczej powinien być wykonany jednocześnie.

Licząc się z postępem w dziedzinie konstrukcji i budowy niwelatorów precyzyjnych, z możliwością wprowadzenia za mniej więcej 10 lat do pomiarów niwelacji precyzyjnej niwelatorów samopoziomujących, projekt

nie precyzuje na przyszłość najlepszej metody pomiarów niwelacyjnych.

Można natomiast w stosunku do przyszłych pomiarów sieci niwelacji precyzyjnej dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej postawić warunek dokładności. Realne i możliwe do osiągnięcia, w stosunku do przyszłych powtarzanych pomiarów niwelacji precyzyjnej, jest postawienie warunku, aby wielkość całkowitego błędu na 1 km podwójnej niwelacji nie przekroczyła $\pm 0,5$ mm.

*
* *

Kończąc opracowanie projektu sieci powtarzanej niwelacji dla badania współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski, należy wysunąć propozycje prac odnoszących się do problemu badania ruchów pionowych, które powinny być prowadzone do czasu powtórnego pomiaru sieci badawczej.

1. Opracowanie i ustalenie średniego poziomu morza Bałtyckiego, przynajmniej dla wytypowanych, jako podstawowe, stacji mareograficznych i wodowskazowych na polskim wybrzeżu.

2. Uważa się za bardzo celowe, aby w ciągu najbliższych lat zostały wykonane, z najwyższą osiągalną precyzją, pomiary kontrolne wszystkich wiekowych punktów fundamentalnych z włączeniem najbliższych reperów typu IV na liniach I klasy. Jest to uzasadnione potrzebą zbadania stabilności punktów wiekowych i ich kontrolnych reperów i sprawdzenia, czy punkty wiekowe nie wykazują własnych ruchów, nie obrazujących ruchów pionowych struktur geologicznych, na których są one posadowione.

3. Celowe jest prowadzenie prac nad udoskonaleniem metod pomiarów niwelacji precyzyjnej, dążąc do zmniejszenia wpływu błędów systematycznych.

LITERATURA

- [1] *Książkiewicz M.*: Geologia dynamiczna, Wyd. Geol., Warszawa 1959.
- [2] *Niewiarowski J., Wyrzykowski T.*: Wyznaczenie współczesnych ruchów pionowych skorupy ziemskiej na obszarze Polski przez porównanie wyników powtarzanych niwelacji precyzyjnych, Prace IGIK, t. VIII, nr 1 (17), Warszawa 1961.
- [3] *Passendorfer E.*: O budowie i ruchach skorupy ziemskiej, Wyd. Geol., Warszawa 1954.
- [4] *Pożaryski Wł.*: Budowa geologiczna Polski, Wyd. Geol., Warszawa 1959.
- [5] *Radolińska M.*: Górnośląskie Zagłębie Węglowe, Wyd. Geol., Warszawa 1959.
- [6] *Rudzki M.*: Fizyka Ziemi. Kraków 1909.

-
- [7] *Tyski St.*: Pomorze Zachodnie. Wyd. Geol., Warszawa 1958.
 - [8] *Wdowiarz St.*: Karpaty (Beskidy)., Wyd. Geol., Warszawa 1959.
 - [9] *Witting R.*: Die Lage des Wasserspiegels des Baltischen Meeres., Warszawa 1930.
 - [10] Tymczasowe instrukcja niwelacji precyzyjnej I i II klasy, CUGiK, Warszawa 1956.
 - [11] Instrukcja po niwelirowaniu I, II, III i IV klasow., Gieodiezizdat., Moskwa 1959.
 - [12] Rapport sur les travaux géodésiques executés en Pologne de 1957 a 1960. II Nivellement des précision, Présenté a la XII Assemblée de UGGI Helsinki, Warszawa 1960.
 - [13] Sowriemiennyje wiertikalnyje dwizenija ziemnoj kory., Trudy CNIIGAiK. Nr 123, Gieodiezizdat, Moskwa 1958.

Rękopis dostarczono Redakcji w lutym 1961 r.

ЕЖЫ НЕВЯРОВСКИ

ПРОЕКТ СЕТИ ПОВТОРНОГО ПРЕЦИЗИОННОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ

Резюме

Современные вертикальные движения земной коры вызваны, главным образом, силами эндогенического характера; эти силы в явлениях современных движений земной коры играют главную роль. Современных движений земной коры нельзя считать непосредственным продолжением тектонических движений земной коры, происходивших в течении минувших геологических периодов, но они, во всяком случае являются результатом и следствием действия сил, возникших в земной коре во время минувших тектонических процессов.

Понятно, чтобы соответственно составить проект сети повторного нивелирования для исследования современных вертикальных движений земной коры на территории Польши, следует знать, хотя бы в общих чертах, тектонику (геологическое строение) территории Польши (рис. 12).

Польшу делит на две большие тектонические структурные единицы линия, идущая с северо-запада на юго-восток (Колобжег—Пшемысль) и являющаяся краем восточно-европейской платформенной области. Область на северо-восток от этой линии занимает кристаллическая Русская платформа, покрытая осадками младших геологических периодов.

Структура областей на юго-запад от линии Колобжег—Пшемысль является более сложной. Она является результатом складчатых движений палеозойской эпохи, которые вызвали формирование Судетов, Свентокшыхских гор, складчатой области Верхней Силезии и южной части Нижней Силезии. В направлении на север, палеозойские структуры погружаются под толщ отлагаемых в младших периодах осадоч-

ных образовании. Вследствие давления, производимого альпийскими орогеническими, горообразовательными движениями, направленными на северо-восток, а сдерживаемого щитом Скандинавии и Русской платформой, образовалось антиклинорий (вал) Поморско-Куявское, идущее через всю Польшу с северо-запада на юго-восток и погружающееся под младшие от него Карпаты.

Область на юге Польши занимают структуры, образованные в эпоху альпийских складчатых движений.

Здесь можно выделить три зоны этих альпийских движений: Карпаты внутренние (Татры и Пенины), Карпаты внешние (флиш) и северный район — предкарпатскую впадину.

Карпаты внешние сформировались в северной части первоначальной геосинклинальной области, в которой отлагались громадные слои (толщи) флиша. Потом, на предполье уже подвергнутого складчатым деформациям флиша возникла большая впадина, залитая в мезозойскую эпоху морем. Наконец, в последнем периоде альпийских складчатых движений, массы флиша были продвинуты на север, покрывая южную часть предкарпатской впадины.

Линии повторной прецизионной нивелировки для исследования вертикальных движений земной коры должны проходить по возможности перпендикулярно линиям простираения геологических структур. Таким основным направлением для северо-восточной области Польши, для антиклинального перегиба (Поморско-Куявского вала) и области мезозойских складчатых движений является направление с северо-востока на юго-запад, а на юге Польши — направление, близкое к меридиональному.

Проект сети повторного прецизионного нивелирования для исследования движения земной коры должен в наивысшей степени вмещать в себе уже существующие линии прецизионной нивелировки.

В состав проектируемой сети для исследования вертикальных движений входят: все линии государственной прецизионной нивелировки I класса, линия теперешней прецизионной нивелировки II класса Величка—Пшеворск и две линии Варшава—Белосток и Варшава—Люблин, проходящие по трассам польской довоенной прецизионной нивелировки и теперешней прецизионной нивелировки II класса (рис. 13).

Предлагаемые линии сети для исследования современных вертикальных движений, вместе с проектируемыми линиями, связывающими польскую сеть повторной прецизионной нивелировки с сетью прецизионной нивелировки СССР и ЧСРС дают профили через все тектонические структурные единицы Польши: через Русскую плат-

форму, через центрально-польское антиклинориум (вал), через область палеозойской складчатости и на юге — через альпийские горообразования — через Карпаты.

Для соблюдения некоторого равновесия нивелирных полигонов равно в государственной сети прецизионного нивелирования, как в сети повторного нивелирования для исследования движений земной коры, проект предвидит некоторое изменение структуры сети, а именно предлагает пересечение двух больших западных полигонов линиями прецизионного нивелирования I класса: северо-западного полигона линией Лемборк—Пневы, а юго — западного полигона линией Калиш—Вроцлав—Зомбковице Шльонске.

В связи с отсутствием в юго-восточном районе территории Польши векового фундаментального пункта, проект предвидит закладку такого пункта вблизи Санока.

Чтобы получить абсолютные скорости вертикальных движений, как исходную поверхность следует принять средний уровень моря. По наблюдениям на мареографических станциях следует определить скорости вертикальных движений пунктов на побережьях морей, и эти скорости принять как исходные при вычислении скоростей вертикальных движений на территории сети повторного прецизионного нивелирования.

Все уравнимерные посты на польском побережье Балтийского моря связаны с теперешней сетью прецизионной нивелировки. Проект предвидит выбор и установление нескольких, около шести, основных мареографических станций.

Предвидя возможность совместного исследования современных движений земной коры на территориях ряда стран, проект предвидит связь сети для исследования вертикальных движений на территории Польши с сетями соседних стран:

с сетью прецизионного нивелирования СССР — 4 линиями, с сетью ЧССР — 6 линиями и с сетью ГДР — 4 линиями.

Чтобы получить точность определения скорости вертикальных движений порядка ± 1 мм/год, интервал времени между повторными измерениями исследовательской сети для территории Польши должен равняться 15 до 20 лет.

Проектируемая сеть повторного прецизионного нивелирования содержит 16 существующих вековых фундаментальных пунктов, 1 проектируемый и около 700 нивелирных знаков, у которых нижняя часть бетонной основы лежит ниже границы промерзания почвы (1,7 м). Общее оснащение знаками исследовательской сети равно 1 нивелир-

ный знак (репер) на менее чем 2 км линии. Принимая во внимание существующие в Польше климатические и гидрогеологические условия, проект не предвидит надобности добавочного закрепления реперов на нивелирных линиях.

Проект не определяет точно метода измерения сети повторного прецизионного нивелирования а также и инструментов, которые будут применяемы при повторном нивелировании. Вместо этого, проект ставит условие такой точности повторного нивелирования, чтобы величина полной ошибки нивелирования не превышала величины $\pm 0,5$ мм на 1 км двойного хода.

JERZY NIEWIAROWSKI

A NET SCHEME OF REPEATED PRECISE LEVELLING TO STUDY
CONTEMPORARY VERTICAL MOVEMENTS OF THE EARTH'S CRUST
IN POLAND

S u m m a r y

Contemporary vertical movements of the earth's crust are mostly caused by forces of endogenic origin; these forces play a decisive part in the phenomenon of contemporary earth's crust movements. Contemporary earth's crust movements cannot be regarded as a direct continuation of tectonic movements of earth's crust, which occurred in the past geologic periods; at any rate they are a result and consequence of the activity of forces that arose in the earth's crust during tectonic processes.

It is obvious, that to work out an adequate scheme of repeated levelling to study vertical movements of the earth's crust on Polish territory, an even rough knowledge of the tectonics (geologic structure) of Poland is indispensable (graph 12).

A line, running from north-west to south-east (Kołobrzeg — Przemyśl) and being the edge of east european platform region, divides Poland into two vast organized tectonic units. North-east off that line extends the crystalline Russian platform covered with sediments of younger epochs.

South-west off the line Kołobrzeg — Przemyśl the structure of the area is more complicated. It is an effect of foldings of palaeozoic epoch that caused to appear the Sudetes, Święty Krzyż mountains, the folded region of Upper Silesia and of southern part of Lower Silesia. Towards north the palaeozoic structures submerge under a thick layer of younger sediments. Because of the pressure caused by alpean orogenic movements directed to north-east and restrained by Scandinavian shield and Russian platform, there arose Pomerania — Kujavian anticlinorium stretching from north-west towards south-east throughout Poland and falling down under its junior Carpatian mountains.

South region of Poland is taken by structures which came into being during Alpean folding. Three regions of Alpean mountain system can there

be singled out; Inner Carpatians (Tatra and Pieniny), Outer Carpatians and northern part — Carpatian foredeep.

Outer Carpatians arose in northern part of primordial geosyncline where huge strata of flysh were being deposited. Those strata were folded afterwards. Then at the foreland of folded flysh a vast depression took place and was then flooded by sea. At last, in the recent, folding period the masses of flysh were shifted northwards covering the southern part of the depression.

The lines of repeated precise levelling should run perpendicularly (as much as possible) to the direction of geological structures. Such a direction for the north-eastern area, for the middle-Polish anticlinorium and palaeozoic folding region is the north-eastern direction, and in the south of Poland — the direction approaching that of meridan.

Project of levelling net to investigate the movements should enclose, to a largest extent, the lines of precise levelling already existing.

The levelling net projected for the purpose contains all lines of national first order precise levelling, the line Wieliczka — Jarosław belonging to the present second order precise levelling, and two lines Warszawa — Białystok and Warszawa — Lublin belonging to actual precise levelling of second order and running along the lines of prewar precise levelling (graph 13).

The lines chosen for investigation of vertical movements, together with projected lines connecting Polish repeated levelling net to USSR and ČSRS precise levelling nets, yield profiles throughout all tectonic structural units of Poland — the Russian platform, the middle Polish anticlinorium, the region of palaeozoic foldings, and in the South through the Carpatians.

To keep a certain equilibrium of leveling loops of national net, as well as of the net for movement investigations, the project has foreseen a change in the net structure viz crossing the two large western loops by the lines of 1st order i. e. north-western loop by the line Lębork — Pniewy and south western loop by the line Kalisz — Wrocław — Ząbkowice Śląskie.

Since there is no secular fundamental point in the south eastern region, the project has foreseen establishment of such a point in the neighbourhood of Sanok.

In order to get absolute speed of vertical movements, it is necessary to accept the mean sea level as reference level. It is necessary to determine the speed of movements of the points at the sea shore from the recording tide gauges, and to refer to it the calculations of the speed of vertical movements.

All recording tide gauges at the Polish sea shore have been connected into actual precise levelling net. The project has foreseen a selection and determination of some, at about six, basic mareograph stations.

Anticipating the possibility of common investigation on contemporary movements on the area of several countries, the project has foreseen the connection of Polish net for movement investigations to nets of adjacent countries; to precise levelling net of USSR by 4 lines, to ČSRS net by 6 lines and to GDR net by 4 lines.

To obtain an accuracy of the determination of the speed of vertical movement of the order of ± 1 mm/year, the time interval between the repeated measurements of the investigation net for Polish region, should amount 15 to 20 years.

The projected net of repeated levelling encloses 16 fundamental points, 1 projected point and about 700 benchmarks the concrete under-surface marks of which lie beneath freezing level of the ground. In general the reciprocal distance of benchmarks in the net is less than 2 km. The project has not foreseen additional underground marking of benchmarks because of the existing climatic and hydrologic conditions.

The project does not inform precisely about measuring methods and instruments which are to be used. On the other hand there is the condition promoted that the value of total error of double levelling should not exceed $\pm 0,5$ mm/km.