



Prof. dr hab. inż. Edward NOWAK

Absolwent Technikum Geodezyjnego w Warszawie – rocznik 1965 oraz Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej – rocznik 1971. W roku 1974 uzyskał stopień doktora, w 1987 doktora habilitowanego, a w 2009 tytuł profesora nauk technicznych. Celem działań naukowych i praktycznych była algorytmizacja obliczeń oraz komputerowe wspomaganie produkcji geodezyjnej. Starą się przestrzegać zasady, że podstawą postępu jest dyskusja oparta na obiektywnych przesłankach. Przenosi się ona w specyficzny sposób na dialog człowiek-komputer sterujący złożonym procesem przetwarzania informacji. Pod koniec 47-letniej pracy na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej kierował Studium Doktoranckim oraz Katedrą Geodezji Inżynierskiej i Systemów Pomiarowo-Kontrolnych.



Rok 1975

Moja emocjonalna linia geodezyjna. Wspomnienia na 100-lecie Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej

Studia

Studia na Wydziale Geodezji i Kartografii w latach 60. XX w. to ciężkie egzaminy ustne u profesorów Tadeusza Wyszkowskiego i Tadeusza Trajdosa-Wróbla (matematyka), Stefana Hausbradta (rachunek wyrównawczy), Tadeusza Lazzariniego (geodezja II) oraz Wiesława Opalskiego (astronomia). Jeden z kolegów, korzystający skrupulatnie z prawa niechodzenia na wykłady, wdrapał się do Katedry Astronomii mieszczącej się pod obserwatorium astronomicznym na górze Gmachu Fizyki. Zasapany w progu natknął się na starszego pana z krzaczastymi brwiami i wykrztusił „Dzień Dobry Panie Profesorze”. Kaczmarek, barwna postać zatrudniona na stanowisku laboranta, od razu zorientował się, z jakim studentem ma do czynienia: – Na egzamin? Proszę indeks. Po kwadransie wypytywania o różne rodzaje czasów mówi – „Pan pozwoli za mną” i poprowadził spoconego delikwenta przez korytarz Katedry. Otwierając drzwi gabinetu, rzucił „Panie Profesorze, jeszcze jeden”. Student, który sądził, że już jest po egzaminie, nie wytrzymał i uciekł.

Na specjalności „Pomiary Podstawowe” było niewielu studentów, profesorowie wszystkich znali z widzenia i trzeba było bywać na wykładach. Większość wykładów prowadził profesor Czesław Kamela. Jako Dziekan Wydziału miał wiele spraw i często rozmawiał z interesantami w drodze na zajęcia. Studenci po odczekaniu „kwadransa akademickiego” wymykali się chyłkiem z sali, a profesor Kamela z drugiego końca korytarza tubalnym głosem: „ja się co prawda trochę spóźnię, ale za to wcześniej was puszczę”. Potem w trakcie wykładu, aby oszczędzić czas na ścieranie kolejnej tablicy wypełnionej wzorami, w lewej ręce trzymał szmatę i ścierał co napisał prawą – ciężko było zdążyć z przepisywaniem. Do egzaminu trzeba było przygotowywać się z połączonych notatek kilku osób.

Pod koniec studiów mieliśmy w programie 4 godziny geofizyki tygodniowo, po 2 na wykłady z profesorem Czesławem Kamelą i 2 na ćwiczenia z magistrem Marcinem Barlikiem (późniejszym profesorem). Po miesiącu Barlik zastąpił profesora Kamelę i 4 godziny geofizyki były prowadzone ciurkiem – przerwy były ruchome – na ogół, gdy kończył się jakiś temat. Ćwiczeń było coraz więcej i strony w notesiku Barlika przeznaczone dla każdego studenta zaczynały wypełniać uwagi, co trzeba poprawić w kolejnym zadaniu. Z miłej opowieści Kameli o własnościach planety Ziemia – dla większości studentów, zrobił się koszmar. Czarę bezdną przepełnił wykład Barlika o sejsmice, w którym korzystał z tensorów nieprzerabianych na matematyce. Próbuąc ratować sytuację, podniosłem rękę. Magister Barlik odwrócony do tablicy nie widzi, a koledzy chórem „Jest pytanie”. Barlik: – „Panie Nowak przecież pan wie, że jak ktoś musi, to można wyjść bez pytania”.

„Chcę powiedzieć, że w drganiach poprzecznych tensor powinien być asymetryczny, bo...” – i tu Barlik nie dał dokończyć i ogłosił przerwę ku naszej uldze, a zaraz potem koniec zajęć. W następnym tygodniu wykład trwał bez przerwy 4 godziny, na końcu okazało się, że tensor jest asymetryczny i ćwiczeń z sejsmiki nie będzie.

Ostatnią praktykę mieliśmy w Sarbinowie, nad Bałtykiem, z grawimetrii i astronomii geodezyjnej. Wrześniowa pogoda nad Bałtykiem nie pozwoliła na obserwacje astronomiczne, zresztą jedyny pogodny wieczór też okazał się zmarnowany, bo oświetlenie krzyży nitek w teodolitach nie działało. Pomiary sieci grawimetrycznej na terenie województwa koszalińskiego robiliśmy Nordenem, korzystając z taksówki. Pod koniec, magister Barlik zaprezentował świeżo przywieziony nowusieńki grawimetr GAK. Obchodził się z nim bardzo delikatnie i po szczegółowych objaśnieniach podzielił grupę na pary mające wykonywać pomiary z geofizyki poszukiwawczej. Trafiałem do pierwszej pary z kolegą, który właśnie wznowił studia po wyrzuceniu z praktyki przez profesora Zbigniewa Żąbka za zachowanie. Pomiary w siatce 5 na 5 metrów wykonywaliśmy na polu nad samym Bałtykiem, Barlik obserwował nasze zachowanie, ale w końcu stwierdził, że rozumiemy na czym pomiar polega i zostawił nas samych. Po kwadransie wystąpił bardzo silny szwał, kolega upadł, a GAK stojący na statywie od starego grawimetru poprunął z wiatrem. Na szczęście udało mi się go chwycić i po kilku krokach zatrzymać. Pomiary dokończyliśmy, ale kontrola nawiązania wykazała niedopuszczalne różnice. O przygodzie opowiedziałem Barlikowi kilka lat później, będąc już pracownikiem naukowym.

Praktykę z astronomii musieliśmy powtórzyć w drugiej połowie września w Warszawie. Chcąc uniknąć kolejnych problemów, udałem się do Katedry Astronomii w ciągu dnia, aby wybrać sprawne teodolity AEROGEOPRIBOR. Pogoda była marna, przygotowałem wiele efemeryd, aby trafić na okienko w chmurach. W końcu udało się. Najpierw trzeba było zorientować instrument w południku na podstawie obserwacji Gwiazdy Polarnej. Orientację wykonałem jako pierwszy z grupy i zadowolony doktor Leopold Pieczyński zainstalował mi mikrometr okularowy. Zaobserwowałem obowiązkowe trzy pary gwiazd, a ponieważ zrobiło się za późno, aby kolejna osoba zdążyła do rana, to Pieczyński powiedział, żebym zrobił jeszcze jedną parę na wypadek, gdybym nie uzyskał wymaganej dokładności. Po wykonaniu poszedłem po podpis prowadzącego na protokole obserwacyjnym. Pieczyński długo oglądał wyniki, po czym wybuchnął głośnie śmiechem. Nie wiedziałem, o co chodzi. Zaprowadził mnie do instrumentu i pokazał, że mikrometr jest obrócony o 90 stopni. Zamiast obserwować wolne zmiany wysokości gwiazdy, goniłem ją szybkimi obrotami leniwki. Pieczyński po raz drugi nie zaliczył praktyki nikomu.

Wspinaczki pod technologiczną górę

Magister Edward Oszmiański zabrał mnie w 1971 roku na inwentaryzację rzeki w okolicy Bań Mazurskich nad północną granicą z ZSRR. Trzeba było powtórzyć po 20 latach pomiar przekrojów poprzecznych na podstawie dokumentacji wykonanej w układzie lokalnym. Mieliśmy bardzo dobre wyposażenie (jak na tamte czasy): samochód Żuk, teodolit Zeiss 010, radiotelefony i nowinki techniczne: dalmierz nasadkowy RedMini oraz kalkulator programowany. Na początku trzeba było odszukać co najmniej dwa pale na końcach oddalonych przekrojów. Zadanie było trudne, bo Węgorapa płynęła przez zaniedbane łąki, mocno meandrując – przez ten okres koryto zmieniło przebieg nawet o dziesiątki metrów. Wędrowaliśmy z Edwardem kilometrami wzdłuż rzeki, szukając starego koryta i drogi dla samochodu. Jego małżonka Maria z Jerzym Kozłowskim sprawdzali radiotelefony i podążali za nami samochodem. Na dodatek okazało się, że bardzo dobrze słychać czyjeś rozmowy po rosyjsku, więc dla zgrywu włączali się do dyskusji. Późnym popołudniem jechaliśmy przez pola na obiad w stołówce PGR-u. Nagle zostaliśmy zatrzymani przez wyskakującego z rowu milicjanta, a chwilę później otoczeni przez wjeżdżające z wyrobiska żwirowni gaziki pełne uzbrojonych żołnierzy. Po wylegitymowaniu i przeszukaniu samochodu Edward przedstawił zlecenie, delegację służbowe i zgłoszenie radiotelefonów w gminie, co rozładowało sytuację. Po obiedzie na stołówce udaliśmy się piętro niżej do piwiarni. Było tam pełno różnych mundurów. Dowódca zaprosił nas do swojego stołu, okazało się, że nasze radiotelefony wywołały alarm wielu służb. Przez cały dzień nie mogli nas zlokalizować. Zmiany miejsc nadawania i używanie kilku radiotelefonów stworzyły najlepsze manewry z pelengacji po obu stronach granicy.

Profesor Zdzisław Adamczewski w latach 70. tworzył podwaliny informatyki geodezyjnej oraz rozwijał szeroką współpracę z produkcją, wykorzystując wielu pracowników naukowych Wydziału Geodezji i Kartografii. Pierwszą dużą pracą badawczo-wdrożeniową, w której brałem udział, była modernizacja sieci miasta Szczecin. Szczecin posiadał triangulację i 7 dwurzędowych sieci poligonowych założonych przez służby geodezyjne różnych resortów. Sprawiało to wiele problemów, bo na niektórych skrzyżowaniach były nawet 4 punkty różnych sieci. Profesor Adamczewski zaproponował nowoczesną sieć poligono-triangulacji, w której rząd pierwszy stanowiła miejska sieć triangulacyjna wzmocniona pomiarami dużych odległości dalmierzem AGA-8, a rząd drugi krótkie ciągi poligonowe o bokach mierzonych dalmierzem EOK 2000 i węzłach nawiązanych w miarę możliwości do triangulacji. Sieć ta była realizowana częściami i wyrównywana metodą ścisłą – najpierw kilkanaście punktów rzędu pierwszego, potem 20-punktowe fragmenty rzędu drugiego. Pomiary kątowe wykonywali geodeci OPGK Szczecin, a liniowe doktorzy Tadeusz Jasiński i Roman Kleczek z PW. Niestety w obserwacjach kątowych o długich celowych było wiele błędów wynikających z błędnej identyfikacji odległych celów na dachach budynków. Obserwacje liniowe były bardzo dobre i doktor Jasiński reklamował się niezawodnością. Do poszukiwania błędów stosowałem oprogramowanie wprowadzające zmiany równoważenia osłabiające obserwacje o dużych poprawkach. W końcu po kilkunastu fragmentach, w których domierzano błędne kąty, trafił się fragment z kwestionowanymi bokami. Po analizie stwierdziłem, że są to dwa sąsiednie boki prawie prostoliniowego ciągu poligonowego różniące się długością ok. 10 m. Po zamianie kolejności wszystko się zgadzało, ale Jasiński nie mógł uwierzyć. Sprawdziliśmy dzienniki pomiarowe. Okazało się, że ciągu nie udało się zmierzyć jednego dnia, bo zabrakło prądu w akumulatorze. Następnego dnia domierzono pozostałe dwa boki, zaczynając od punktu węzłowego, stąd zmiana kolejności. Technologia pomiaru została dopracowana i kolejne fragmenty były coraz większe. Finałem była „Wyspa Pucka” o 640 punktach, którą wyrównałem metodą grup Pranis-Praniewiczza. Był to punkt wyjścia mojego doktoratu poświęconego topologicznej optymalizacji podziału sieci na grupy.

Rozprawa doktorska długo czekała na recenzję. Pojechałem więc do Olsztyna na rozmowę z recenzentem profesorem Włodzimierzem Baranem. Bardzo kulturalny profesor przepraszał za zwłokę,

bo był zajęty wyrównaniem grupowym sieci satelitarnej. Powiedział, że przy pobieżnym przeglądzie zainteresowały go moje rozważania o podobieństwie algorytmów Gaussa i Banachiewiczza. On do uzyskania reduktów Gaussa potrzebnych w wyrównaniu grupowym stosował Banachiewiczza poprzez podnoszenie do kwadratu końcowego fragmentu tablicy trójkątnej opisującej niewiadome wiążące grupy. Poprosiłem go o arytmometr i wykonane obliczenia. Liczyliśmy razem końcowy fragment uproszczonym algorytmem Banachiewiczza bez pierwiastkowania elementów na przekątnej i dzielenia wiersza przez ten pierwiastek – okazało się, że w ten sposób uzyskaliśmy elementy reduktu Gaussa. Na obronie profesor Baran stwierdził, że po mojej wizycie wszystkie obliczenia wykonał od nowa znacznie szybciej, bo poprzednio wyniki już były na liczniku arytmometru, a on dalej pierwiastkował, a potem podnosił do kwadratu, tracąc czas i dokładność.

Kolejnym przedsięwzięciem była współpraca z BIPROHUTEM Gliwice przy geodezyjnej obsłudze budowy Huty Katowice. Formalnie tę wielką inwestycję obsługiwało OPGK Katowice, w szczytowym okresie w terenie działało 140 zespołów pomiarowych. BIPROHUT jako generalny projektant zastosował pierwszy elektroniczny tachimetr AGA-700 do kontroli wytyczonych przez OPGK obiektów. Instrument ten był hybrydą sekundowego teodolitu, dalmierza laserowego o zasięgu 3 km i perforatora taśmy automatycznie rejestrującego obserwacje w terenie. Wyniki pierwszych pomiarów wywołały konflikt z OPGK, bo stwierdzono odchyłki od projektowanych współrzędnych znacznie przekraczające 1 cm. Sprawa trafiła do Prezesa SGP profesora Zdzisława Adamczewskiego. Wstępne analizy wykazały, że nawet osnowa realizacyjna nie ma takiej dokładności. Uzgodniono więc, że zespół pomiarowy BIPROHUT-u, wyposażony w precyzyjny instrument AGA-700, przy współpracy z Wydziałem Geodezji i Kartografii PW, zajmie się ciągłą aktualizacją osnowy realizacyjnej, a zespoły pomiarowe OPGK skoncentrują się na szczegółowym tyczeniu z kontrolą. Aktualizację realizowano fragmentami przy pomocy sieci kąto-w liniowej wiążącej 20-30 punktów istniejących i nowych z 4-8 stanowiskami swobodnymi ciężkiego tachimetru AGA-700. Wyrównanie prowadzono z odrzuceniem bezbłędności punktów nawiązania, co aktualizowało ich współrzędne i pośrednio wyznaczało przemieszczenia poziome. Po każdym wyrównaniu drukowane były wykazy współrzędnych aktualne na określonej epokę. Pojawiały się problemy z zespołami OPGK posługującymi się nieaktualnymi współrzędnymi i w efekcie wybuchła wielka awantura, że te irytujące zmiany współrzędnych dają błędny obraz przemieszczeń. Było to w okresie letnim, większość pracowników na urloпах i praktykach polowych, profesor Adamczewski wysłał mnie samego do Katowic. Z dworca w Żąbkowicach odebrał mnie wicedyrektor OPGK doktor Mirosław Żak. Na moje pytania, w jaki sposób zweryfikowali przemieszczenia, stwierdził – sam zobaczysz. Zawiózł mnie na punkt położony na skraju kilkunastometrowej skarpy nad stacją kolejową huty i mówi „widzisz na własne oczy, że ten punkt musi przemieszczać się do wykopu, a wasze wyniki pokazują kierunek odwrotny”. Protestowałem, że tu nie ma osuwiska i wszystko zależy od układu warstw geologicznych. Nie chciał mnie słuchać, narysowałem więc na pudełku papierosów przekrój z warstwami prostopadłymi do płaszczyzny skarpy. W efekcie pojechaliśmy do geologa, który po przejrzaniu map geologicznych potwierdził moje przypuszczenia i uratował wiarygodność zespołu Politechniki. Należy podkreślić, że efektywność całego systemu zawdzięczamy technikowi Henrykowi Kotewiczowi. Ten 50-letni wówczas repatriant francuski opanował perfekcyjnie importowany sprzęt, zawsze skrupulatnie przestrzegał wszystkich instrukcji obsługi i przyjętych warunków technologicznych. Błyskawicznie nauczył się kodów znaków perforowanych na taśmie papierowej. Po wykryciu w trakcie wyrównania błędnej obserwacji potrafił odszukać zapis na taśmie i ręcznym „chińczykiem” poprawić numer celu. Na uwagi, że jedna obserwacja nie zmienia znacząco współrzędnych mówił, ale szkoda roboty, bo pomiarowy przeszedł z lustrem kilometr.

Profesor Zbigniew Ząbek, twórca i dyrektor Instytutu Geodezji Wyższej i Astronomii Geodezyjnej, miał wybitne zdolności konstrukcyjne. Jego największym osiągnięciem był grawimetr balistyczny. Byłem świadkiem mało znanego przedsięwzięcia – budowy przez profesora

automatycznego obserwatorium astronomicznego, które rosyjska rakietka miała umieścić na Księżycu. Podstawę precyzyjnego pomiaru kątów stanowił niski wirujący walec. Na jego poboczniczy znajdowała się unikalna warstwa magnetyczna z nagrany zapisem wielu sinusoid. Problemem było umieszczenie głowicy odczytującej bardzo blisko, ale bez dotykania emulsji magnetycznej. Analogiczny problem występował w ówczesnych pamięciach bębnowych używanych w komputerach GEO, różnica polegała na tym, że na Ziemi głowica fruwała na poduszce powietrznej, a na Księżycu powietrza nie było. Profesor Ząbek skonstruował skomplikowane zawieszenie złożone z wielu dźwigni i sprężynek. Do dalszych prac zatrudnił absolwenta po mechanice precyzyjnej i dał mu miejsce pracy w moim pokoju. Pierwszym jego zadaniem było sprawdzenie, czy kontaktrony można użyć jako czujniki wykrywające początek podziału koła pomiarowego z dokładnością setnej części sekundy kątowej. Nowy pracownik od początku miał zastrzeżenia do amatorskich konstrukcji dyrektora, ale Ząbek ucinął wszystkie dyskusje i kazał mu skupić się na mocowaniu czujników i testach. Po południu stażysta uruchomił koło, pochwalił się nowym prostym zawieszeniem głowicy i udał się korytarzem Wylęgarni po profesora Ząbka. Już po chwili poczułem swąd i szybko wyłączyłem zasilanie silnika. Wchodzący zobaczyli strzępy zwęglonej emulsji i już po kwadransie dyplomowany mechanik precyzyjny mógł bez przeszkód kontynuować swoje marzenia o ruchomej sztucznej holografii.

Docent Józef Cieślak prowadził na zlecenie GUGiKu badania mające wybrać najlepszy niwelator precyzyjny do powtórzenia pomiaru państwowej sieci niwelacji precyzyjnej. Badania terenowe prowadzono w okolicy Grybowa, wykorzystując ciągi o dużych deniwelacjach. Po jakimś czasie docent zadzwonił do mnie, żebym szybko przyjechał. Na miejscu poprosił mnie, abym znalazł przychylną rozbieżność wyników różnych niwelatorów. Przyjąłem robocze założenie, że instrument Wilda jest najlepszy. Dla uproszczenia analiz wyznaczałem różnice między wynikami Wilda i innych instrumentów. Szybko zauważyłem, że rosną one wraz z wielkością deniwelacji. Zrobiłem więc graficzne zestawienie wyników: na osi poziomej była deniwelacja, a na pionowej – różnica względem Wilda. Punkty odpowiadające poszczególnym niwelatorom nanosiłem różnymi kolorami. Okazało się, że kolorowe punkty z dużą dokładnością tworzą linie proste. Cieślak odzyskał humor i pozwolił mi przedstawić wykresy dyrektorowi Ząbkowi w Warszawie. Ząbek natychmiast stwierdził, że to problem fat, a nie niwelatorów i popędził do Grybowa ze świeżo skomparowanym kompletem.

Niejako w nagrodę docent Cieślak opowiedział mi historię pomiarów dla budowy mostu wiszącego nad Wisłą w Płocku. Konstrukcja wisząca dla rurociągu *Przyjaźń* budziła kontrowersje i wielu znanych geodetów z profesorem Tadeuszem Lazzarinim na czele odmówiło obsługi inwestycji. Zaistniałą sytuację wykorzystał doktor Jerzy Fellman. Bez problemu wykonał pomiary w kątowej sieci realizacyjnej, ale pozostał problem wyznaczenia zadanej długości lin, bo wymagano bardzo wysokiej dokładności. W owym czasie w grę wchodził tylko pomiar drutami Jederina. Dlatego, ponosząc wielki koszt, Fellman musiał sięgnąć Cieślaka z odpowiednim sprzętem i zespołem pomiarowym. Wzdłuż Wisły wybudowano półtorakilometrowy pomost drewniany, na którym ułożono liny grubości męskiego uda. Wyznaczoną pomiarem drutami odległość zamarkowano nacięciem na wbitym w pomost gwoździu. Było upalne lato. Następnego dnia o 4 rano spawacz miał ciąć liny. Podeksycytowani doktorzy poszli do restauracji na zakrapiany obiad. I wtedy Cieślak zapytał Fellmana, ile wynosi współczynnik rozszerzalności stali. Fellman pamiętał $12_{10}^{-6}/^{\circ}\text{C}$, bo analizował możliwość pomiaru taśmą. No to policz 1500 metrów stali i 30 stopni różnicy temperatury teraz i jutro rano. Wynik 54 cm oznaczał dla Fellmana wyrzucone pieniądze, chciał więc unaocznic zleceniodawcy nieuzasadnione wymagania milimetrów. Udali się na pomost i pilnikiem nacięli najbliższą linę na wprost marki na gwoździu. Rano obaj się zdumiali, bo znak na linie stał dokładnie na wprost marki.

Kulminacja eksportowa

Przygotowanie do kontraktu POLSERVICE na projektowanie autostrad w Iraku trwało dwa lata, w końcu wysłano jednego geodetę a nie dwóch. Po roku, 15 grudnia zostałem zawiadomiony, że jadę. 1 stycznia. Okazało



Świętujemy pierwsze zimowe wejście na Mount Everest naszego kolegi Leszka Cichego i zakończenie pierwszego kontraktu w Iraku w pobliżu starożytnego miasta Hit. W środku kierownik Ryszard Waszyński i Jerzy Sołtys, autor z prawej strony na pierwszym planie

się, że to inny kontrakt, ale mam jechać, bo mam ważną wizę iracką. Na miejscu okazało się, że trzeba wytyczyć 50 km linii kolejowej w trzy miesiące, ale pierwszy miesiąc już mija, bo POLSERVICE oszczędza na urlopach – według ówczesnych przepisów miesiąc urlopu płatnego w dewizach przysługiwał pracownikowi przebywającemu za granicą 31 grudnia. Pracowaliśmy w 13 dla brazylijskiej firmy Mendes Junior, która wygrała kontrakt na budowę linii kolejowej wzdłuż Eufratu. Byliśmy pod bezpośrednią kontrolą iracką sprawowaną przez Hindusów z firmy, która przegrała przetarg na budowę kolei. Na początku Hindusi sprawdzali każdy odczyt w instrumencie. Przełomem była awantura przy pomiarze kąta zwrotu w wielu seriach. Okazało się, że oni mieli jeden semestr geodezji na studiach inżynierii lądowej i nie kojarzyli nawet obrotu lunety przez zenit. Potem już tylko przepisywali nasze dzienniki połowe i obliczenia. Efektami tyczenia trasy są stabilizowane punkty co 50 m na prostych, 20 m na krzywych oraz wszystkie punkty załamania niwelety, w których mierzone są przekroje poprzeczne po 75 w obie strony. W Iraku drewno jest drogie: palik + świadek to praktycznie 1 dinar, co tworzyło najwyższą pozycję w budżecie zespołu. Najwięcej pracy wymagało narysowanie i opisanie przekrojów poprzecznych, zużyliśmy 400 m² kalki milimetrowej i jeszcze dzisiaj mam czerwoną kratkę przed oczyma.

Współpraca z Mendeselem przebiegała bardzo dobrze, dostaliśmy kolejny kontrakt na ostatni odcinek trasy. Jego dyrektor żałował, że Polaków nie zatrudnił do tyczenia całej trasy. Dobra opinia dotarła do władz irackich. Zaczęto podglądać nasze prace z samochodów. Jeden z wysokich urzędników zrobił awanturę, że naciągamy wyniki, bo nie centrujemy teodolitów. Faktycznie nie używaliśmy pionów sznurkowych tylko optyczne.

Leć do Libii wdrażać system NADZÓR dedykowany komputerowemu wspomaganemu obserwacji autograficznych. Wiozę na kolanach oscyloskop, który z trudem przebrnął odprawę warunkową w Warszawie. Jestem podeksycytowany, co będzie w Trypolisie. Siedzący obok mnie tłumacz GEOKARTu mówi „wypij lufkę i trzymaj się mnie na lotnisku”. Po wylądowaniu znajduje znajomych Arabów i wychodzimy bez kontroli i dokumentów odprawy warunkowej. Prace rozpoczyna uruchomienie wysłanych wcześniej komputerów PC oraz instalacja kart licznikowych do przetworników obrotowo-impulsowych instalowanych na osiach autografów. Wszystko działa, nie ma potrzeby szukać uszkodzeń oscyloskopem. Doktor Ryszard Preuss, współautor systemu, zaczyna szkolenie obserwatorów, a ja szkolenie obsługi komputerów i operowania plikami na dyskietkach w systemie DOS. Jest ciężko, ludzie widzą po raz pierwszy komputery, a tu tyle nowych pojęć i komend do zapamiętania, dużo lepiej idą obserwacje. W wielkiej hali autografów drugie śniadania są swojego rodzaju spotkaniami całej załogi. Dla rozluźnienia atmosfery opowiadam, jak komputery ułatwiają pracę. Doktor Preuss nie już

musi sprawdzać studentów, wystarczy zmierzyć długość tabulogramu protokołu. System NADZÓR na bieżąco drukuje każdy błąd obserwacji, a jak wstęga papieru dotknie podłogi to dwójka murowana. Zapadła cisza, wszyscy patrzą w kierunku drukarki przy autografie A8. Zwisający tabulogram niedokończony obserwacji modelu zwija się w rulon na podłodze. Okazało się, że aktualnym obserwatorem jest kierownik pracowni autografów.

Pewnego dnia wybuchła sensacja: tłumacz siedzi w kalambuszu (areszcie). Zabił człowieka, jadąc nocą po pijanemu. Uciekł z miejsca wypadku, ale po dwóch dniach złapała go policja. Dzień później długoletni kontraktowicz, przebywający w Libii z rodziną, w trakcie odwożenia dzieci do szkoły europejskiej potrąca dziewczynkę arabską. Zawozi ją do szpitala, odwozi chłopców do szkoły i melduje się na policji, gdzie zostaje aresztowany. Jest problem, bo sędzić będzie kongres ludowy, a w Geokarcie jest tylko kobieta znająca arabski. Trwają negocjacje z rodziną poszkodowanej, ale odszkodowanie określone na 100 wielbłądów i pokrycie kosztów kuracji w Szwajcarii pod nadzorem rodziców jest horrendalnie wysokie. Ściągnięto w trybie pilnym emerytowanego tłumacza. Formalnie prowadzi rozprawę zawodowy sędzia, ale głosują członkowie lokalnie wybranego kongresu ludowego. Przebieg rozprawy poznaliśmy z relacji tłumaczki, która obserwuje salę przez uchylone drzwi gabinetu sędziego. Najpierw sędzia pyta, czy strony godzą się na polubowne załatwienie sporu, ojciec poszkodowanej odmawia. Zaczyna się proces karny. Oskarżony przyznaje się do winy. Sędziwy tłumacz w mowie obrończej stwierdza, że oskarżony najpierw zajął się poszkodowaną dziewczynką. Potem pyta ławników, kto będzie się opiekował młodocianymi synami oskarżonego podczas jego pobytu w więzieniu? Kongres ludowy w głosowaniu uniewinnia Polaka, a nasza tłumaczka uważa, że argumentacja obrończa była niedopuszczalnie seksistowska.

Jadę na Saharę, bo Anglicy nie odebrali roboty. Na miejscu, kierownik zespołu każe zreferować sytuację młodemu inżynierowi, w którym poznaję niedawnego studenta. Przedmiotem kontraktu jest osnowa terenowa bloku zdjęć lotniczych o wymiarach 150*300 km, która ma również być podstawą wyznaczenia studni zasilających Wielką Rzekę Kadafiego z podziemnych



Przy okazji zwiedzamy czasami zabytki. Libia 1989 rok – ruiny rzymskiego miasta *Leptis Magna* – wnętrze bazyliki. Obecnie ponownie zasypane w wyniku powodzi. Na zdjęciu – autor prof. Edward Nowak

jezior. Obserwacje wykonano tachimetrami z automatyczną rejestracją i referujący wyrównał je metodą ścisłą na komputerze. Anglicy chcą zgodnie z kontraktem, odchyłek w poszczególnych ciągach poligonowych i niwelacyjnych.

Proszę o raport z wyrównania i szkic sieci. Szkicu nie ma, bo przecież wyrównanie metodą ścisłą da się zrobić bez niego. Sprawdzam uzyskane dokładności sieci – dla nawiązania aerotriangulacji jest wystarczające, ale wysokościowo może być problem dla projektów hydrotechnicznych. Zaczynamy odtwarzać szkic sieci na ścianie przyczepy kempingowej. Odszukujemy kolejne pliki danych pomiarowych, wszystkie są nazwane imionami żeńskimi. Nanosimy na szkic punkty w kolejności obserwacji. Najpierw pojawia się prostokąt, potem ciągi dzielą go na trzy części, a na końcu dochodzą ciągi do punktów nawiązania. Liczymy odchyłki zamknięć wysokościowych w trzech oczkach. Rewelacja – jest nieco ponad milimetr z surowych obserwacji! Okazuje się, że zespół dopracował technologię niwelacji trygonometrycznej, prowadząc synchroniczne obserwacje kątów pionowych na obu końcach przesła – na sygnał radiowy celowano dwoma teodolitami w obiektywy, jeśli czas pomiaru przekraczał 10 sekund, powtarzano pomiar. Było oczywiste, że błąd tkwi w jednym z ciągów nawiązujących. Odrzucając je pojedynczo w kolejnych wyrównaniach – znajdujemy winnego. Okazuje się, że suma przewyższeń w ciągu ma znak przeciwny do różnicy wysokości z wyrównania. Sugeruję, że ciąg mierzono w przeciwnym kierunku. Kierownik zespołu nie słucha niczyich wyjaśnień, wysyła zespół w teren na powtórny pomiar. Wieczorem wracają, czekając na wyniki wyrównania, dowiadujemy się o przygodzie jednego z pomiarowych. Świadkami punktów rozmieszczonych co 2–4 kilometry na pustyni były dwumetrowe rury plastikowe. Jadąc wzdłuż ciągu, zauważono leżącą rurę. Samochód terenowy zwolnił a pomiarowy pobiegł postawić rurę. Jak ją uniósł wysunęła się z niej żmija piaskowa. Na szczęście była zeszywniała z zimna, ale pomiarowy też zeszywniał ze strachu i nie mógł się ruszyć. Samochód zatoczył kółko i koledzy wciągnęli delikwenta do środka.

Jest zimowa noc, temperatura około zera. Podziwiam niesamowity widok nieba, masa gwiazd na wyciągnięcie ręki. Jestem zaskoczony widokiem światła na horyzoncie, mogę odróżnić żarówki, jarzeniówki i rtęciówki, a przecież wiem, że do najbliższego osiedla jest ponad 40 kilometrów. Pytam kolegów – to refrakcja i ze śmiechem opowiadają jak zgubiony, początkujący geodeta jechał w nocy do światła, aż mu zabrakło paliwa. Nazajutrz spaceruję o zachodzie słońca. Mam przerwę, bo trwa przełączenie zasilania na drugi agregat. Ze zdziwieniem widzę wyraźne ślady naszej osobówki i asekurowanej terenówki na skarpie odległej o kilkanaście kilometrów. Wywołuję na dwór kierownika i kierowcę. Nagle z prawej strony widzimy czarne góry. Podnoszą się coraz wyżej nad horyzont, widać stożki wulkaniczne. Po kilku minutach film się kończy. Słońce zaszło i jest ciemno. Rozkładamy mapę, do gór Tibesti jest ponad 400 km. Odwrócenie gradientu termicznego podczas zachodu słońca powoduje wytworzenie warstw powietrza działających jak światłowodów.

W Trypolisie trafiam na radosne wydarzenie. Libijczycy nareszcie odbierają sieć niwelacji precyzyjnej skończoną przed dwoma laty. Okazało się, że podczas kontroli terenowej kazali wykopywać repery słupowe i mierzyli grubość warstwy podsypki do płyty podcentru.

Po powrocie do Warszawy uczestniczę w pogrzebie na Wawrzyszewie. Kondukt przechodzi z kościoła na cmentarz przez linię tramwajową. W tym momencie, nad samymi drutami trakcyjnymi, przelatuje mały samolot i zrzuca wiązkę kwiatów idealnie na niesioną trumnę. Żegnamy stażystę fotogrametrę. Wyróżnił się bardzo dobrymi zdjęciami lotniczymi pustyni, uzyskanymi po zastosowaniu odpowiednio dobranych filtrów barwnych nakładanych na obiektyw kamery. Podczas zdjęć Trypolisu zabrakło taśmy na dwa ostatnie. Następnego dnia, tuż po starcie samolotu, zatrzymał się jeden z dwóch silników Pipera. Pilot zgłosił problem i skierowano go na awaryjne lądowisko. Gdy się zniżył, na ziemi zobaczył linię energetyczną. Chciał poderwać samolot, ale jeden silnik nie dał rady.

Eksportowe prace wzbogaciły wielu geodetów, ale nie obyło się bez ofiar. Cześć Ich Pamięci.