

Rzeszów 26 IX 2020 r.

Jerzy Gajdek

jgajdek@prz.edu.pl

**Przesłanie do nauczycieli zawodu w Technikach
Geodezyjnych
oraz nauczycieli akademickich w Uczelniach Wyższych gdzie
wykładana jest geodezja
a także geodetów z różnymi stażami pracy
w wykonawstwie i administracji
rządowej oraz samorządowej**

Dotyczy: *zmian w opracowywaniu wyników geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych w znowelizowanym w 2020 roku Rozporządzeniu w sprawie standardów ...*

1. Wstęp

Znaczna część **wiedzy** przekazywanej uczniom Techników Geodezyjnych oraz studentom Uczelni Wyższych gdzie wykładana jest geodezja sensu *largo*, jest ukierunkowana na zagadnienia związane z **finalnym obliczeniem współrzędnych i błędów średnich mierzonych punktów**.

Geodeci wykonawcy są twórcami produktów stworzonych na bazie pomierzonych punktów a odpowiednie instytucje samorządowe i też rządowe są dystrybutorami tychże produktów dla zainteresowanych stron.

Do zadań urzędników rządowych i samorządowych należy też dbanie o to aby wytwarzane produkty cechowała należyta jakość zgodna z aktualnie obowiązującymi przepisami prawa.

Przedmiotem rozważań w przesłaniu będą tylko punkty stanowiące szczegóły I grupy dokładnościowej.

2. Przegląd metod i sposobów obliczeń współrzędnych oraz błędów średnich mierzonych szczegółów (punktów) I grupy dokładnościowej

2.1. Instrukcja Techniczna G-4 z 1979 r.

W Instrukcji Technicznej G-4 wymienione są następujące metody w kolejności :

- ▶ metoda ortogonalna (domiarów prostokątnych)
- ▶ metoda biegunowa
- ▶ metoda przedłużeń konturów sytuacyjnych
- ▶ metody wcięć kątowych, liniowych i kątowo liniowych

Instrukcja zawiera szczegółowe zalecenia dotyczące pomiaru poszczególnymi metodami, nie przewidując jak należy obliczać dokładności, czyli błędy średnie „względem najbliższych elementów poziomej osnowy geodezyjnej” , które dla szczegółów I grupy powinny zawierać się w zakresie $m_p \leq 0,10 \text{ m}$ (§15).

Dodać należy , że zalecane sposoby wyznaczania **osnow pomiarowych** należało obliczać metodami **przybliżonymi** przestrzegając dopuszczalnych odchyłek kątowych i liniowych. Należało więc sądzić, że dopuszczalne odchyłki powinny zagwarantować błąd średni $m_{\text{OsnowyPomiarowej}} \leq 0,20 \text{ m}$ (§18).

Metoda najmniejszych kwadratów (parametryczna, pośrednicząca) była przeznaczona, co przewidywała Instrukcja Techniczna G-1, do obliczania osnow poziomych pierwszej (§46), drugiej (§70) i trzeciej klasy (§84). Obliczenia te wykonywane były przez nieliczną, **wręcz elitarną grupę geodetów**.

Kończąc przypomnienie kwestii związanych z pomiarami sytuacyjnymi szczegółów zawartych w IT G-4 trzeba też odnotować, że w §17 zalecono pomiar elementów kontrolnych takich jak :

- drugie, niezależne wyznaczenie położenia szczegółów
- miary czołowe
- miary przeciwprostokątne
- inne miary związane z metodą przedłużeń konturów sytuacyjnych

2.2. Rozporządzenie w sprawie standardów ... z 2011 roku.

W Rozporządzeniu przewidziano **trzy klasyczne** metody z IT G-4 a mianowicie :

- ▶ metodę biegunową
- ▶ metodę ortogonalną (domiarów prostokątnych)
- ▶ metody wcięć kątowych, liniowych i kątowo liniowych

oraz po raz pierwszy :

- ▶ metodę pozycjonowania przy pomocy technologii GNSS
- ▶ metodę skaningu laserowego (wzmiankowaną w Rozdziale 1 Rozporządzenia z 2011 roku, pominiętą w Rozdziale 4 w zakresie wymienionych metod pomiarów sytuacyjnych (§32) lecz uwzględnioną w zakresie metod geodezyjnych pomiarów wysokościowych (§37)
- ▶ metodę fotogrametryczną opisaną § 21 i § 44

Dla technologii klasycznych przewidziano też wykonywanie pomiarów kontrolnych identycznych jak w IT G-4 czyli :

- drugie, niezależne wyznaczenie położenia szczegółów
- pomiary czołówek

Współrzędne mierzonych punktów obliczano w prosty sposób jako konstrukcje jednoznacznie wyznaczalne. Natomiast błędy średnie obliczano **ułomnym wzorem** na błąd funkcji, w geodezji nazywanym prawem przenoszenia się błędów średnich Gaussa (§14).

Na potrzeby wykonania pomiarów zakładano pomiarowe osnowy sytuacyjne (POS) wyrównywane metodą najmniejszych kwadratów (§18.1) o błędzie średnim **$m_{POS} \leq 0,10 \text{ m}$** , co stanowiło 50% błędu przewidzianego w IT G-4. Był to bardzo postępowy, ale niestety spóźniony zapis (choć nie do końca), ponieważ geodeci masowo zaczęli stosować w pomiarach szczegółów technologię GNSS. **W związku z zaistniałą sytuacją niewielu z nich było skłonnych interesować się obliczeniami MNK, ponieważ metody klasyczne szły masowo w odstawkę.**

Sam błąd mierzonego punktu pozostał na poziomie **$m_P \leq 0,10 \text{ m}$** (§29.1 pkt.1) w stosunku do poziomej osnowy geodezyjnej (POG) i ewentualnie założonej pomiarowej osnowy sytuacyjnej (POS).

Jednak musimy sobie uświadomić, że klasyczne metody zawsze będą przydatne. Gęsta zabudowa, rozproszone pola elektromagnetyczne i inne uwarunkowania terenowe oraz **spoofing** spowodują, że na znacznych obszarach nie będzie można zastosować, a jak już się uda pomiar, nie będzie można mieć zaufania do technologii GNSS. **Twardym dowodem** na te

uzasadnione obawy daje wywiad zamieszczony w Magazynie GEODETA 8/2020, w którym przedstawiciel firmy **PolSERVICE Geo** podkreślił, że mapa dla celów projektowych o pow. ponad 3,5 km² dla Południowej Obwodnicy Warszawy została pomierzona przy zastosowaniu klasycznych metod pomiaru „**ponieważ tylko one dawały odpowiednią dokładność**”.

2.3. Rozporządzenie w sprawie standardów ... z 2020 roku.

Rozporządzenie to w kluczowym według mnie paragrafie 3.2 wybór technologii składa na barki **kierownika prac geodezyjnych**. Bez wątplenia będą to wszystkie technologie wraz z klasycznymi wymienione w Rozporządzeniu z 2011 roku, z taką uwagą iż z klasycznych metod dominować będzie **metoda biegunowa**. Natomiast zapis z §3.1 jest w zasadzie powieleniem §15 z Rozporządzenia z 2011 roku. Przecież już wtedy nikt nie wzbraniał stosowania ekstra metod i technologii spełniających wymogi dokładnościowe udokumentowane „**matematyczną analizą dokładności danych obserwacyjnych**”.

A ja dochodzę do wniosku, że na **kierowników prac geodezyjnych** nałożono zbyt duże obowiązki, wręcz nie do spełnienia z tej racji, że wiedza związana z technologiami przyszłościowymi (Magazyn GEODETA publikuje bardzo ciekawy cykl prognoz ekspertów nt. rozwoju geodezji i kartografii na kolejne 25 lat) jak np. skaning laserowy czy fotogrametria jest rozproszona w publikacjach i podręcznikach o niewielkich nakładach, które oczywiście trzeba by zamówić i za nie oczywiście zapłacić.

Podtrzymuję więc to co zaproponowałem w ironicznym artykule „**Cała para idzie w gwizdek, więc problemy zostają – czas najwyższy z tym skończyć**” (Poz. 66 Wykazu) – w GUGiK powinna funkcjonować specjalna **sekcja**, której zadaniem powinno być gromadzenie wszystkich wniosków z publikacji w czasopiśmie, materiałach konferencyjnych i podręcznikach po to, aby po niezbędnej selekcji wydawać **materiały z odpowiednimi w razie konieczności rysunkami** na podobieństwo dawnych **Wytycznych Technicznych** będących doprecyzowaniem **Instrukcji Technicznych**.

Za przykład nie wykorzystanej publikacji przytoczę opracowanie „**Dokładność inwentaryzacji obiektów budowlanych technologią skaningu laserowego**”. Ten eksperyment pomiarowy i obliczeniowy z którego jestem bardzo dumny

zrealizowało Naukowe Koło Geodetów GI☺B z Politechniki Rzeszowskiej, którego opiekunem byłem przez dziesięć lat (Poz. 56 i 61 wykazu). Do dziś garściami można korzystać z wyników naszego eksperymentu, solidniejszego w stosunku do dwóch ówczesnie opublikowanych opracowań tj. przez Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu oraz Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie. I w tej publikacji zaproponowany został pomysł opracowania **Wytycznych Technicznych** dotyczących pomiarów i innych czynności związanych ze skanowaniem laserowym. Efekt propozycji znany – **cała para poszła w gwizdek**. Dlatego aktualnie, po sześciu latach przytoczę osiągnięcia opisane we wspomnianych dwóch artykułach, na pewno ciągle aktualne, czyli mogące być inspiracją dla **kierowników prac geodezyjnych**:

- ◆ pomiarowa osnowa sytuacyjna została wyrównana MNK (błędy średnie od 6 do 10 mm) oraz pomiarowa osnowa wysokościowa też została wyrównana MNK (błędy średnie od 1 do 4 mm), w sumie była to osnowa dwufunkcyjna
- ◆ wszystkie 44 punkty opisujące flagowy budynek „V” Politechniki Rzeszowskiej, pomierzone **metodą biegunową** zostały wyrównane MNK a błędy średnie zawierały się od 5 do 11 mm
- ◆ w wyrównaniu wzięły udział wszystkie **miary czołowe**, oraz miary liniowe wykonane do **punktów niewidocznych** z przejściowych punktów wiążących, dzięki czemu obliczone zostały ich współrzędne z błędami średnimi (czyli rozwiązaliśmy problem postawiony cztery lata później w panelu ekspertów, w PG 10/2018 – „Czwarty narożnik budynku – jak mierzyć”
- ◆ przeciętne odchylenie liniowe **dl** (odległości obliczone ze wsp. punktów wyrównanych z pomiaru biegunowego i wsp. określonych ze skaningu) dla 44 punktów wyniosło 17 mm.
- ◆ przeciętne odchylenie wysokościowe **dH** dla odczytanych jedenastu włączów studzienek kanalizacyjnych wyniosło 18 mm
- ◆ rzędne dwóch najwyższych punktów zrealizowanego budynku różniły się w stosunku do projektowanych odpowiednio o 28 i 15 mm

Przedstawione powyżej dane dowodzą, że naziemny skanowanie laserowe bez wątplenia znajdzie zastosowanie w przyszłościowym katastrze 3D (Poz. 57 Wykazu).

Powszechnie znane są nam problemy związane z inwentaryzacją uzbrojenia podziemnego przed zasypaniem. Geodeci denerwują się, że sieci czasami są zasypywane przed pomiarem, a kierownicy budów też się denerwują że geodeci nie przyjeżdżają na czas, ponieważ sytuacja na placach budów na ogół jest bardzo dynamiczna z powodu terminów oddawania obiektów do użytkowania. Sądzę, że skaning laserowy powinien być wykorzystywany w inwentaryzacji powykonawczej uzbrojenia podziemnego, co znakomicie skracałoby czas pomiaru. Jak na razie nie spotkałem się z opisami eksperymentów związanych z takimi pomiarami. Może studenci i promotorzy prac dyplomowych zainteresowali by się takimi pomiarami, tym bardziej, że oprócz określania x,y, H wybranych punktów uzbrojenia trzeba zapewnić charakterystykę dokładnościową.

Nowe Rozporządzenie z 2020 roku utrzymało błąd średni wyrównanej MNK poziomej osnowy pomiarowej (POP) na nie zmienionym poziomie $m_{POP} \leq 0,10 \text{ m}$ - §10.2. (w poprzednim Rozporządzeniu nazwaną pomiarową osnową sytuacyjną - POS). Również błędy mierzonych punktów utrzymane zostały też na nie zmienionym poziomie $m_P \leq 0,10 \text{ m}$ (§16 pkt.1).

A teraz z prawdziwą satysfakcją należy odnotować zasadniczą, wręcz rewolucyjną zmianę na plus w sposobie obliczania błędów średnich mierzonych punktów.

Otóż pomierzone punkty I grupy dokładnościowej a zwłaszcza wszystkie **znaki i punkty graniczne [§6.punkt 1a]**, oraz wybrane inne punkty materializujące szczegóły wymienione w [§6.punkty b i c], pomierzone metodami klasycznymi, **dzięki pomiarom kontrolnym, należy wyliczyć metodą najmniejszych kwadratów (MNK).**

Zapis z §34.2 pkt.1 jest jednoznaczny – „**obliczenia geodezyjne wykonuje się z zachowaniem zasad rachunku wyrównawczego**”. A z rachunku wyrównawczego praktycznie tylko jedno zagadnienie jest niezbędne do opracowania wyników geodezyjnych pomiarów, a mianowicie MNK, czyli metoda parametryczna, pośrednicząca stanowiąca **sedno tego rachunku**, co można tak spuentować – MNK jest to **crème de la crème** rachunku wyrównawczego.

Królujące dotychczas prawo przenoszenia się błędów średnich Gaussa unicestwione zatem zostało przez swoistą „**śmierć techniczną**” – **metodę**

najmniejszych kwadratów. I nikt, łącznie z autorytetami profesorskimi nie stwierdzi, że błąd średni określony prawem Gaussa powstaje w procesie obliczeń "wyrównawczych".

Kończąc omówienie zagadnienia traktującego o wyrównaniu MNK części pomiarów sytuacyjnych trzeba dodać, że każdy **uczeń i student** powinien być wyposażony w wiedzę o osiach wstęg wahań obserwacji kątowych, liniowych i elementów wcięć wstecz, bowiem obliczone błędy średnie zależą od **kątów** pod którymi przecinają się **osie wstęg wahań**. Na nic nawet kilka obserwacji nadliczbowych i zastosowanie MNK, kiedy te kąty są zbyt ostre w określonych granicach. Przeglądałem sporo książek do geodezji i rachunku wyrównawczego i tylko jedna z nich zawierała pełną wiedzę o osiach wstęg wahań („Geodezja – geodezyjna osnowa szczegółowa” PPWK 1990 autorstwa profesora Tadeusza Lazzariniego i współpracowników).

3. Podsumowanie

3.1. Kultura techniczna z najwyższej półki zapewniająca optymalny wynik wyrównanych współrzędnych z ich błędami średnimi

To co zaproponowałem w szeregu publikacji (Poz. 52, 53,55, 64, 64A, 67, 70 Wykazu Publikacji) czyli obliczanie MNK szczegółów nie zostało zaoferowane **w żadnym podręczniku do geodezji, w żadnym rozporządzeniu czy też instrukcji. Również w żadnym podręczniku do rachunku wyrównawczego nie ma wzmianki o takiej możliwości.**

Czy to nie fascynujące, że przy nie zwiększonym zakresie pomiarów klasycznych w terenie, tylko poprzez zmianę sposobu obliczeń możemy otrzymać o wiele wartościowszy produkt. I co jest wprost nie do uwierzenia, zapisy z **Instrukcji Technicznej G-4 z 1979 roku** też dawały możliwość wyrównywania pomierzonych szczegółów. **Tylko, że nasza wyobraźnia i możliwości stosowania MNK zatrzymały się wówczas na stosowaniu tej metody do obliczeń osnów pierwszej, drugiej i trzeciej klasy.**

3.2. Co dalej

Zasadniczy postulat, stosowanie MNK w obliczeniach szczegółów, który sformułowałem dobitnie w Przeglądach Geodezyjnych (**67 i 70 pozycja Wykazu**) został wcielony w życie.

Natomiast inne propozycje jak :

➤ nadanie znakom i punktom granicznym statusu **0 grupy dokładnościowej** o błędzie średnim **$m_p \leq 0,05$ m**

➤ odnotowywanie w wykazach współrzędnych znaków i punktów granicznych, rzeczywistych, **indywidualnie obliczonych błędów średnich** w procesie wyrównania MNK

➤ **obliczanie błędów średnich pól działek ewidencyjnych wzorem Masłowa – Plucińskiego**, wykorzystując indywidualne błędy średnie poszczególnych wierzchołków

powinny moim zdaniem znaleźć się w zapisach znowelizowanego rozporządzenia o Ewidencji Gruntów i Budynków.

3.3. Czy wszyscy zainteresowani są świadomi nowych wymogów w zakresie obliczeń współrzędnych i błędów średnich mierzonych punktów

Śledząc pytania kierowane do GGK w sprawie postanowień zawartych w znowelizowanym *Rozporządzeniu w sprawie standardów ...* odniosłem wrażenie, że możliwym jest iż **nie wszyscy geodeci** mogą być świadomi zmian jakie nastąpiły w zakresie obliczeń punktów **mierzonych klasycznymi metodami**.

W związku z tym, tak sądzę, GGK powinien wydać zalecenie Wojewódzkim Inspektorom Nadzoru Geodezyjnego i Kartograficznego aby Ci z kolei uczulili Geodetów Powiatowych na zaistniałą zmianę w obliczeniach.

Słowa te dopisuję po przeczytaniu sprawozdania redaktora Jerzego Królikowskiego zamieszczonego na łamach GEOFORUM z wideokonferencji GGK odbytej 23 września 2023 roku. **Panie Prezesie – geodezja to matematyka stosowana**. Jeżeli geodeta uprawniony zamieści w operacie wydruk z obliczeń współrzędnych i błędów średnich **metodą najmniejszych kwadratów** punktów pomierzonych klasycznie to wcale nie musi liczyć na zaufanie weryfikatora. Weryfikator po prostu przyjmie wyniki obliczeń do wiadomości, na pewno z dużym uznaniem. Szczegółowe wyjaśnienia będą absolutnie zbędne.

Natomiast błędy średnie z pomiaru innymi technologiami, jestem o tym głęboko przekonany, **też muszą mieć podbudowę matematyczną**. Mając szerokie kontakty z kolegami geodetami, czytając różne wypowiedzi utwierdziłem się w przekonaniu, że zawód geodety uprawia wielu niedokształconych kolegów. Przyjmowanie z zaufaniem od takich wykonawców operatów na pewno jest mocno ryzykowne i dlatego weryfikator żądający szczegółowych wyjaśnień jest zawsze niezbędny. Ja w swojej karierze wykonawczej przekazałem sporo operatów, w tym z bardzo prestiżowych zadań. Zawsze miałem tremę, ale rozmów z weryfikatorem nie traktowałem jako zło konieczne. Perspektywa ewentualnej rozmowy była motywacją do dopięcia operatu na ostatni guzik.

Z poważaniem

Jerzy Gajdek

Otrzymują :

1x GUGiK

1x Departament Architektury, Budownictwa
i Geodezji w Ministerstwie Rozwoju

1x Przewodniczący PRGiK

po 1x Wojewódzcy Inspektorzy Nadzoru
Geodezyjnego i Kartograficznego

1x Technikum Geodezyjne
w Rzeszowie

(www.tg.zsku-rzeszow.edu.pl – zakładki :
materiały dla uczniów, okiem geodety)

Do wszystkich adresów zostały załączone :

1. Wykaz publikacji Jerzego Gajdka
2. Artykuł z Przeglądu Geodezyjnego 4/2016 (Poz. 61 Wykazu)
3. Artykuł z Przeglądu Geodezyjnego 2/2019 (Poz. 67 Wykazu)
4. Artykuł z Przeglądu Geodezyjnego 2/2020 (Poz. 70 Wykazu)