

Załącznik nr ...A do SWZ

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

utworzenia dla obrębów Powiatu Chrzanowskiego: Kościelec i Kąty ; jednostka ewidencyjna:

Chrzanów – miasto

bazy danych geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu (GESUT)

i bazy danych obiektów topograficznych BDOT500

I. Przedmiot zamówienia w ujęciu ogólnym.

Przedmiot zamówienia w ujęciu ogólnym obejmuje usługi dotyczące:

1. utworzenia dla obrębów powiatu chrzanowskiego: Kościelec i Kąty; jednostka ewidencyjna: Chrzanów – miasto, bazy danych geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu (GESUT) i bazy danych obiektów topograficznych o szczegółowości zapewniającej tworzenie standardowych opracowań kartograficznych w skalach 1:500-1:5000 (BDOT500), o których mowa w art. 4 ust. 1a pkt 2 i 3 oraz art. 4 ust. 1b ustawy z dnia 17 maja 1989 r. - Prawo geodezyjne i kartograficzne.
2. wprowadzenie przez Wykonawcę do systemu teleinformatycznego Starosty Chrzanowskiego utworzonych przez Wykonawcę zbiorów bazy danych GESUT oraz BDOT500.

II. Kontekst formalno-prawny przedmiotu zamówienia.

1. Przedmiot zamówienia zostanie zrealizowany zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, zawartymi w szczególności w:
 - 1) ustawie z dnia 17 maja 1989 r. – Prawo geodezyjne i kartograficzne (tj. Dz.U. 2020 poz. 2052);
 - 2) ustawie z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (tj. Dz.U. 2021 poz.214)
 - 3) ustawie z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tj. Dz.U. 2020 poz.1333 ze zm.);
 - 4) ustawie z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (tj. Dz.U.2021_poz. 1376.);
 - 5) ustawie z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (tj. Dz.U. 2021 poz. 955);

- 6) ustawie z dnia 10 maja 2018 r. o ochronie danych osobowych (tj. Dz.U. 2019 poz. 1781)
- 7) ustawie z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne (tj. Dz.U. 2021 poz. 670);
- 8) rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2012 poz. 1247 ze zm.);
- 9) rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 06 lipca 2021 r. w sprawie osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych (Dz. U. 2021 poz. 1341);
- 10) rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 18 sierpnia 2020 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. 2020 poz. 1429);
- 11) rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 23 marca 2020 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu (Dz. U. 2020 poz. 1304);
- 12) rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków (tj. Dz.U. 2021 poz. 1390);
- 13) rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2021 r. w sprawie państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju (Dz. U. 2021 poz. 1373);
- 14) rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 21 lipca 2021 r. w sprawie ewidencji miejscowości, ulic i adresów (Dz.U. 2021 poz. 1368);
- 15) rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 29 stycznia 2021 r. w sprawie państwowego rejestru nazw geograficznych (tj. Dz.U. 2021 poz. 273);
- 16) rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 17 lipca 2001 r. w sprawie wykazywania w ewidencji gruntów i budynków danych odnoszących się do gruntów, budynków i lokali, znajdujących się na terenach zamkniętych (Dz. U. Nr 84, poz. 911);
- 17) rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 27 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz. U. 2021 poz. 1412);
- 18) rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 21 lipca 2021 r. w sprawie geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu (Dz. U. 2021 poz. 1374);

- 19) rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 12 kwietnia 2012 r. w sprawie Krajowych Ram Interoperacyjności, minimalnych wymagań dla rejestrów publicznych i wymiany informacji w postaci elektronicznej oraz minimalnych wymagań dla systemów teleinformatycznych (tj. Dz.U. 2017 poz. 2247.);
 - 20) rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 23 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej (Dz. U. 2021 poz. 1385);
 - 21) rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 2 kwietnia 2021 r. w sprawie organizacji i trybu prowadzenia państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U.2021 poz. 820);
 - 22) rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 30 grudnia 1999 r. w sprawie polskiej klasyfikacji obiektów budowlanych (Dz. U. 112 poz. 1316 ze zm.).
2. Przy wykonaniu przedmiotu zamówienia Wykonawcę wiązać będą przepisy aktów prawnych, które wejdą w życie w okresie realizacji przedmiotu zamówienia, nie później jednak niż 60 dni przed umownym terminem realizacji przedmiotu zamówienia.

III. Ogólne warunki dotyczące realizacji przedmiotu zamówienia.

1. Przy tworzeniu, w ramach przedmiotu zamówienia, zbiorów danych przestrzennych stosuje się układ współrzędnych płaskich prostokątnych PL-2000 oraz geodezyjny układ wysokościowy PL-KRON86-NH, o których mowa w § 7 I 13 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych.
2. Na obszarze objętym niniejszym zamówieniem oraz w bezpośrednim jego sąsiedztwie znajdują się punkty poziomej osnowy geodezyjnej.

3. Transformacji współrzędnych płaskich prostokątnych, dotyczących istniejących zbiorów danych PZGiK, do układu współrzędnych płaskich prostokątnych PL-2000, dokonuje się zgodnie z zasadami obowiązującego prawa.
4. Materiały PZGiK zawierające wyniki geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych w układzie 1965 lub układach lokalnych wykorzystuje się do realizacji przedmiotu zamówienia po uprzednim przeliczeniu współrzędnych punktów osnowy geodezyjnej oraz punktów sytuacyjnych z układu 1965 lub z układów lokalnych do układu PL-2000.
5. Zasady zastosowania metody transformacyjnej do przeliczeń punktów z układu 1965 lub lokalnego do układu PL-2000 określa załącznik nr 3 do niniejszego OPZ.
6. Zamawiający przekaze nieodpłatnie Wykonawcy komplet danych i materiałów niezbędnych do wykonania przedmiotu zamówienia w terminach uzgodnionych z Wykonawcą lub zapewni Wykonawcy przy pomocy usług sieciowych nieodpłatny dostęp do danych i materiałów niezbędnych do wykonania przedmiotu zamówienia. W przypadku wprowadzenia przez Zamawiającego zmian w cyfrowych zbiorach danych, których kopie zostały udostępnione Wykonawcy, Zamawiający udostępni Wykonawcy ponownie kopie tych zbiorów danych, zawierających wprowadzone zmiany, lub plik różnicowy w formacie GML zawierający informacje o nowych lub zmienionych obiektach, w terminie określonym przez Wykonawcę w harmonogramie realizacji przedmiotu zamówienia, opracowanym przez Wykonawcę i uzgodnionym z Zamawiającym.
7. Do realizacji przedmiotu zamówienia wykorzystuje się materiały zgromadzone w PZGiK. Analizy przydatności, w tym wiarygodności i sposobu wykorzystania materiałów PZGiK dokonuje Wykonawca. W razie wątpliwości dotyczących przydatności lub sposobu wykorzystania materiałów PZGiK, Wykonawca dokonuje uzgodnień w tym zakresie z Geodetą Powiatowym. Wyniki

przeprowadzonej analizy materiałów PZGiK oraz ewentualnych uzgodnień z Geodetą Powiatowym Wykonawca dokumentuje w raporcie, sporządzonym według wzoru, stanowiącego załącznik nr 2 do niniejszego OPZ.

8. Zamawiający będzie zobowiązany przekazywać Wykonawcy nowe operaty techniczne, które zostaną przyjęte do PZGiK w okresie realizacji przedmiotu zamówienia, ale nie później niż 15 dni przed terminem określonym w umowie jako termin przekazania do odbioru przedmiotu zamówienia.
9. W przypadku gdy do wykonania przedmiotu zamówienia niezbędne będą materiały z wojewódzkiej lub centralnej części PZGiK, Zamawiający pozyska te materiały na podstawie art. 5 ust. 3 ustawy lub na podstawie art. 15 ustawy z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne, a następnie przekaze je nieodpłatnie Wykonawcy.
10. Na zasadach określonych w ust. 6 i 8 Zamawiający przekaze Wykonawcy do wykorzystania przy realizacji przedmiotu zamówienia, następujące dane dotyczące obszaru objętego zamówieniem:
 - 1) cyfrowe zbiory danych przedmiotowych ewidencji gruntów i budynków,
 - 2) cyfrowe zbiory danych mapy zasadniczej w tym arkusze mapy zasadniczej w postaci wektorowej;
 - 3) arkusze mapy zasadniczej prowadzonej w postaci nieelektronicznej;
 - 4) cyfrowe zbiory danych GESUT (które są w posiadaniu Zamawiającego);
 - 5) cyfrowe zbiory danych dotyczące punktów osnowy geodezyjnej oraz opisy topograficzne tych punktów;
 - 6) cyfrowe zbiory BDOT500 (które są w posiadaniu Zamawiającego);
 - 7) cyfrowe zbiory danych państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju, określające granice:
 - a) zasadniczego trójstopniowego podziału terytorialnego państwa,
 - b) jednostek ewidencyjnych oraz obrębów ewidencyjnych,

- c) rejonów statystycznych,
 - 8) cyfrowe zbiory danych adresowych,
 - 9) cyfrowe zbiory danych państwowego rejestru nazw geograficznych;
 - 10) operaty techniczne PZGiK zawierające informacje dotyczące baz danych EGiB, GESUT oraz BDOT500.
11. Wykonawca wykorzysta, przy tworzeniu inicjalnej bazy danych GESUT i BDOT500, dane i materiały przekazane przez Zamawiającego zgodnie z zasadami określonymi przepisami prawa oraz przy pomocy tych materiałów zweryfikuje utworzone przez siebie zbiory danych.
12. Wykonawca uzgodni z Zamawiającym sposób zasilenia systemu teleinformatycznego funkcjonującego w Starostwie Powiatowym zbiorami danych bazy danych GESUT i BDOT500 oraz przekaże ustalenia Zamawiającemu, który na ich podstawie podejmie decyzję o ewentualnym uruchomieniu opcji.
13. Wykonawca opracuje harmonogram realizacji prac zgodnie z załącznikiem nr 4 do niniejszego OPZ i przedstawi Zamawiającemu w terminie 14 dni od zawarcia Umowy.
14. Niezależnie od przedmiotu zamówienia, o którym mowa w rozdziale I, Wykonawca, w celu usprawnienia procesu zarządzania dokumentami PZGiK przygotowuje, wydrukuje i naklei kody kreskowe na wszystkich dokumentach, które będą pobierane przez Wykonawcę ze Starostwa Powiatowego w Chrzanowie, dla których brak kodów.
15. Na treść kodu kreskowego składać się będą następujące informacje:
- 1) identyfikator ewidencyjny materiału zasobu;

- 2) nazwa materiału zasobu zgodnie z listą dopuszczalnych wartości elementu metadanych, o którym mowa w rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii w sprawie organizacji i trybu prowadzenia państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego;
- 3) godło lub nazwa mapy oraz mianownik skali mapy, jeżeli kod kreskowy dotyczy mapy.

IV. Warunki realizacji przedmiotu zamówienia.

1. W ramach realizacji zadania dotyczącego utworzenia baz danych GESUT i BDOT500, do zadań Wykonawcy należeć będzie:
 - 1) analiza materiałów PZGiK wydanych przez Zamawiającego;
 - 2) utworzenie roboczej bazy danych zgodną z modelami pojęciowymi bazy danych GESUT oraz BDOT500, określonymi przepisami rozporządzenia Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 21 lipca 2021 r. w sprawie geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu (Dz. U. 2021 poz. 1374) oraz rozporządzeniu Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 23 lipca 2021 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej (Dz. U. 2021 poz. 1385); zwanych dalej „rozporządzeniami w sprawie GESUT, BDOT500 oraz MZ”, za pomocą dowolnego oprogramowania oraz dokona konwersji i importu przekazanych przez Zamawiającego zbiorów danych stanowiących treść mapy zasadniczej do roboczej bazy danych, zachowując stany historyczne i dentyfikatory IIP importowanych obiektów jeżeli takie istnieją, w systemie prowadzonym przez starostę;
 - 3) dokonanie weryfikacji i uzupełnienie roboczej bazy danych brakującymi danymi wymaganymi w modelu pojęciowym BDOT500 i bazy danych GESUT na podstawie informacji zgromadzonych w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym;
 - 4) dokonanie harmonizacji zbiorów danych zgromadzonych w PODGiK (EGiB, BDOT500, GESUT) mającej na celu doprowadzenie

do wzajemnej spójności tych zbiorów oraz ich przystosowanie do wspólnego i łącznego wykorzystywania;

5) dokonanie eksportu danych BDOT500 i inicjalnej bazy danych GESUT z roboczej bazy danych w formacie GML, zgodnym ze schematem aplikacyjnym.

2. W przypadku gdy w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym brak jest informacji niezbędnych do ustalenia wartości wymaganych atrybutów obiektów BDOT500 i bazy danych GESUT (atrybutów nieoznaczonych licznoscia 0...* lub stereotypem voidable), Wykonawca uzgodni sposób wypełnienia pól bazy danych w zakresie tych atrybutów z Zamawiającym.
3. Zamawiający przekaze nieodpłatnie Wykonawcy komplet danych i materiałów niezbędnych do wykonania przedmiotu zamówienia w terminach uzgodnionych z Wykonawcą. W przypadku gdy do wykonania przedmiotu zamówienia niezbędne będą materiały z wojewódzkiej lub centralnej części PZGiK, Zamawiający pozyska te materiały na podstawie art. 5 ust. 3 ustawy lub na podstawie art. 15 ustawy z dnia 17 lutego 2005 r. o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne, a następnie przekaze je nieodpłatnie Wykonawcy.
4. Przy tworzeniu zbiorów danych BDOT500 oraz bazy danych GESUT, Wykonawca zobowiązany będzie do stosowania następującej hierarchii źródeł danych:

1	Szczegóły sytuacyjne I grupy dokładnościowej, w rozumieniu rozporządzenia Ministra Rozwoju z dnia 18 sierpnia 2020 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U.2020 poz. 1429);	<ol style="list-style-type: none"> a. Operaty techniczne, włączone do PZGiK, zawierające rezultaty geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych, b. Digitalizacja ekranowa mapy zasadniczej lub innych map wielkoskalowych, w przypadku braku dokumentacji, o której mowa w pkt 1,
2	Szczegóły sytuacyjne nie wymienione w lp. 1.	Jak w pkt. 1

5. W przypadku gdy inicjalna baza danych GESUT oraz BDOT500 tworzone będą na podstawie cyfrowych zbiorów mapy zasadniczej powstałych w drodze ekranowej digitalizacji nieelektronicznej postaci tej mapy, Wykonawca pozyska dane dotyczące szczegółów sytuacyjnych I grupy dokładnościowej na podstawie dostępnych informacji zawartych w operatach technicznych włączonych do PZGiK.
6. Wykonawca nie będzie wykorzystywał przy tworzeniu zbiorów danych bazy danych GESUT i BDOT500 zgromadzonych w PZGiK cyfrowych zbiorów danych określających położenie i geometrię szczegółów sytuacyjnych I grupy dokładnościowej, jeżeli zostały one utworzone w drodze ekranowej digitalizacji mapy zasadniczej, a jednocześnie w PZGiK znajduje się dokumentacja geodezyjna zawierająca wyniki geodezyjnych pomiarów tych szczegółów sytuacyjnych. W takim przypadku Wykonawca pozyska niezbędne dane w drodze obliczeń z wykorzystaniem danych obserwacyjnych zawartych w tej dokumentacji.
7. Zakres zamówienia dotyczącego bazy danych GESUT i BDOT500 oraz informacje o istniejących materiałach zasobu, które mogą być wykorzystane do realizacji przedmiotu zamówienia zawiera załącznik nr 1.
8. Wykonawca ujawni w bazie danych GESUT podmioty władające sieciami uzbrojenia terenu na podstawie informacji ujawnionych w dotychczasowej geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu.
9. W przypadku braku dokumentów lub informacji, o których mowa w ust. 8, Wykonawca w bazie danych GESUT przyjmie dla atrybutu władający wartość atrybutu zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa.
10. Wykonawca wypełni atrybut *idMaterialu* obiektów inicjalnej bazy danych GESUT i BDOT500 dla których atrybut *istnienie* przyjmuje wartość *istniejący*

lub *projektowany*, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa. W przypadku braku danych w PZGiK Wykonawca uzgodni sposób wypełnienia z Zamawiającym.

11. W przypadku wystąpienia w materiałach źródłowych obiektów klasy GES_Przewod, GES_Obudowa, których geometria jest nieregularną i niesymetryczną powierzchnią, sposób pozyskania tych obiektów do bazy danych uzgodni z Zamawiającym.
 12. Wykonawca zweryfikuje i uzgodni geometrię oraz atrybuty obiektów inicjalnej bazy danych GESUT i BDOT500 na granicy jednostek ewidencyjnych podlegających opracowaniu w ramach zamówienia, a także na granicach sąsiednich jednostek ewidencyjnych, na obszarze których utworzone są cyfrowe zbiory danych w zakresie geodezyjnej ewidencji uzbrojenia terenu.
 13. Wykonawca dokona redakcji kartograficznej elementów mapy zasadniczej, których źródłem jest powiatowa baza GESUT oraz BDOT500, w jednej uzgodnionej ze Starostą skali, w drodze uzupełnienia elementów redakcyjnych obiektów zbiorów danych inicjalnej bazy danych GESUT w klasach KR_ObjektKarto, KR_Etykieta poprzez określenie wartości atrybutów:
 1. KR_ObjektKarto:
 - a. Atrybut: *etykieta*: KR_Etykieta,
 - b. Atrybut: *katObrotu*: Real;
 2. KR_Etykieta:
 - a. Atrybut: *tekst*: CharacterString,
 - b. Atrybut: *geometria Karto*: GM_Point,
 - c. Atrybut: *katObrotu*: Real,
 - d. Atrybut: *justyfikacja*: Integer,
 - e. Atrybut: *odnośnik*: GM_Curve.
- zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa.

V. Opracowanie danych do zasilenia baz danych PZGiK prowadzonych w systemie teleinformatycznym funkcjonującym w Starostwie Powiatowym w Chrzanowie.

1. Wykonawca przekaze Zamawiającemu dane opracowane w wyniku utworzenia inicjalnej bazy danych GESUT i BDOT500 w formacie GML lub w innym formacie uzgodnionym przez Starostę, zgodnie z przepisami rozporządzeń w sprawie GESUT, BDOT500 oraz MZ, zapisane na informatycznym nośniku danych i uwierzytelnione podpisem elektronicznym osoby upoważnionej przez Wykonawcę.
2. Wykonawca zobowiązany jest do uwzględnienia w roboczych bazach danych zmian wynikających z udostępnionych mu przez Zamawiającego dokumentów, które wpłynęły do organu prowadzącego PZGiK po ostatnim przekazaniu Wykonawcy przez Zamawiającego cyfrowych zbiorów danych EGiB oraz cyfrowych zbiorów danych stanowiących treść mapy zasadniczej, ale nie później niż 15 dni przed terminami określonymi w umowie jako terminy przekazania do odbioru poszczególnych części przedmiotu zamówienia.
3. Zasilenie przez Wykonawcę źródłowych baz danych obsługiwanych przez system teleinformatyczny funkcjonujący w starostwie powiatowym stanowi ostatni etap kontroli danych i jest warunkiem podpisania protokołu odbioru przez Zamawiającego.
4. Dostęp do systemu teleinformatycznego, o którym mowa w ust. 3, Wykonawca uzyska od Zamawiającego co najmniej w zakresie funkcji kontroli i importu danych, nie później niż 1 miesiąc od podpisania umowy.

Zakres zamówienia dotyczącego bazy danych
GESUT i BDOT500

oraz informacje o istniejących materiałach zasobu, które mogą być
wykorzystane do realizacji przedmiotu zamówienia

- 1) województwo: *małopolskie*
- 2) powiat: *chrzanowski*
- 3) obręby: Kościelec – 0002, Kąty - 0003
- 4) jednostka ewidencyjna:
120303_4 - Chrzanów - miasto

1. Informacje o obszarze, dla którego w ramach zamówienia tworzona będzie BDOT500:

- 1) województwo: małopolskie
- 2) powiat: chrzanowski
- 3) jednostka ewidencyjna:
120303_4 - Chrzanów – miasto
- 4) obręby: Kościelec – 0002, Kąty - 0003

Tabela nr 1

Lp.	Jednostka ewidencyjna		Obręb		Powierzchnia obrębu (ha)
	Id	Nazwa	Id	Nazwa	
1	120303_4	Chrzanów - miasto	1203031_4.0002	Kościelec	901
			1203031_4.0003	Kąty	1323
				razem	2224

*należy wymienić tylko te obręby na których istnieje mapa zasadnicza

5) Podstawowe informacje o stanie i sposobie prowadzenia mapy zasadniczej zawiera Tabela nr 2.

Tabela nr 2

Lp.	Jednostka ewidencyjna obręby		Mapa zasadnicza założona na podstawie*			Treść mapy zasadniczej		Postać mapy zasadniczej				Układ współrzędnych		
	Nazwa	Id	Pole pow. jednostki ewidencyjnej (w ha)	Pomiarów tercnowych (0 lub 1)	Pomiarów kartometrycznych (0 lub 1)	Innych materiałów (0 lub 1)	Obligat oryjna (w ha)	Obligatoryjna z fakultatywną (w ha)	elektroniczna		nieelektroniczna			
									wektorowa pow. (ha)	hybrydowa pow. (ha)	pow. (ha)	liczba arkuszy mapy	skala mapy	
1	Chrzanów - miasto, obręby: Kościelc Kąty	120303_4 0002 0003	2224	0	0	0	2224	0	2224	0	0	27 146	1:1000 1:500	65/1 PL2000

0” – jeżeli nie wykonany został dany rodzaj pomiaru; „1” – jeżeli wykonany został dany rodzaj pomiaru

Postać mapy zasadniczej elektroniczna hybrydowa – układ PL2000
Postać mapy zasadniczej nieelektroniczna – układ 65/1

6) Informacje o obszarze, dla którego w ramach zamówienia tworzona będzie baza danych GESUT:

- 1) województwo: małopolskie
- 2) powiat: chrzanowski
- 3) jednostka ewidencyjna: 120303_4 – Chrzanów – miasto
- 4) obręby: Kościelec – 0002, Kąty – 0003

Tabela nr 3

Lp.	Jednostka ewidencyjna obręby		Obręb		Powierzchnia obrębu (ha)
	Id	Nazwa	Id	Nazwa	
1	120303_4 0002 0003	Chrzanów –miasto obrzeby: Kościelec Kąty	0	0	0

*należy wymienić obręby, w przypadku gdy GESUT założono dla wybranych w danej jednostce ewidencyjnej

7) Podstawowe informacje o stanie i sposobie prowadzenia GESUT założonego zgodnie z G-7 zawiera Tabela nr 4

Tabela nr 4

Lp.	Jednostka ewidencyjna		GESUT założony na podstawie			Układ współrzędnych
	Id	Nazwa	Pomiarów terenowych (0 lub 1)	Pomiarów kartometrycznych (0 lub 1)	Innych materiałów (0 lub 1)	
1	120303_4 0002 0003	Chrzanów - miasto obrzeby: Kościelec Kąty	0	0	0	0

* „0” – jeżeli nie wykonany został dany rodzaj pomiaru; „1” – jeżeli wykonany został dany rodzaj pomiaru

8) Podstawowe informacje o sieciach uzbrojenia terenu, dla których prowadzony jest GESUT zgodnie z G-7, zawiera Tabela nr 5.

Tabela nr 5

Lp	ID jednostki ewidencyjnej obręby	Rodzaj sieci uzbrojenia terenu (0 lub 1)*												
		wodociągowe	kanalizacyjne	gazowe	ciepłownicze	elektroenergetyczne	telekomunikacyjne	benzynowe	naftowe	poczty pneumatycznej	sieci komputerowe	TV kablowej	melioracyjne	inne
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	120303_4 Kościółec 0002 Kąty 0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* „0” – w bazie danych GESUT brak informacji o danym rodzaju sieci uzbrojenia terenu; „1” – baza danych GESUT zawiera informacje o danym rodzaju sieci uzbrojenia terenu.

- 9) Dla obszarów objętych zamówieniem dotyczącym BDOT500 oraz bazy danych GESUT Zamawiający udostępni Wykonawcy operaty techniczne zawierające wyniki geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych obiektów objętych tymi bazami.

Liczbę operatów technicznych szacuje się na:

Chrzanów – miasto 4500 sztuki.

7. System teleinformatyczny w Starostwie Powiatowym w Chrzanowie do prowadzenia BDOT500 oraz inicjalnej bazy GESUT to TurboEwid Firmy Geomatyka – Kraków.

Wyniki analizy materiałów PZGiK oraz uzgodnień z Geodetą Powiatowym w

Lp.	Nr ewidencyjny materiału	rodzaj materiału ¹⁾	Materiał nadaje się do wykorzystania:		Określenie zakresu wykorzystania materiału, w przypadku, gdy materiał nadaje się do wykorzystania w części lub uzasadnienie uznania materiału za nieprzydatny do wykorzystania	Uzgodnienia z Geodetą Powiatowym ²
			tak	w części nie		

Analizę przeprowadził w okresie od do

....., nr uprawnień

/ imię i nazwisko/

.....

/podpis/

Z-CA DYREKTORA
Powiatowego Urzędu Geodezyjno-Kartograficznego
Alicja Świątkiewicz

¹⁾ Należy określić rodzaj materiału, np. operat techniczny założenia EGIB, operat techniczny odnowienia EGIB, operat techniczny scalenia gruntów, operat techniczny wymiany gruntów, operat techniczny podziału nieruchomości, operat techniczny aktualizacji mapy zasadniczej, mapa zasadnicza, mapa scaleniowa.

²⁾ Wypełnia się w przypadku dokonania uzgodnień z Geodetą Powiatowym sposobu wykorzystania materiałów PZGiK, w razie wątpliwości w tym zakresie

ZASADY ZASTOSOWANIA METODY TRANSFORMACYJNEJ DO PRZELICZEŃ PUNKTÓW Z UKŁADU „1965” LUB LOKALNEGO DO UKŁADU „2000”

autor opracowania: prof. dr hab. inż. Roman Kadaj
data opracowania: 24.01.2006, weryfikacja 15.03.2006

1. Wprowadzenie

W problematyce przekształceń numerycznych zbiorów danych geodezyjnych z układu „1965” lub lokalnego do układu „2000” należy uwzględnić nie tylko matematyczne definicje układów współrzędnych lecz także ich fizyczne realizacje, czyli odpowiadające układy odniesienia, reprezentowane przez punkty osnów geodezyjnych, a także istniejące opracowania kartograficzne.

Teoria polskich układów współrzędnych [por. Wytyczne Techniczne **G-1.10**] podaje dokładne wzory definiowanych odwzorowań oraz związki matematyczne pomiędzy różnymi układami, w tym wywodzącymi się z różnych elipsoid odniesienia. Matematyczne przeliczenie współrzędnych z układu „1965” do układu „2000” dla tego samego punktu fizycznego przebiega według ogólnego schematu

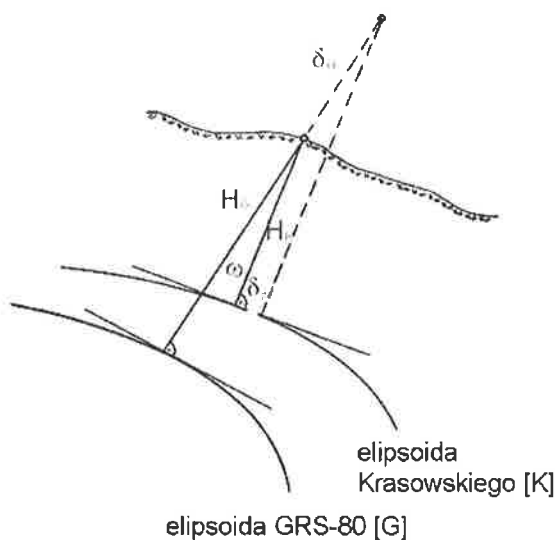
$$Xy_{1965} \Leftrightarrow BLH(\text{Krasowski}) \Leftrightarrow BLH(\text{GRS-80}) \Leftrightarrow xy_{2000}$$

(1)

Jak wiadomo, układ „1965” dzieli się na 5 stref, będących odwzorowaniami elipsoidy **Krasowskiego** w układzie odniesienia **Pułkowo'42**, zaś układ „2000” dzieli się na 4 strefy (3° – pasy południkowe), będących modyfikowanymi odwzorowaniami **Gaussa-Krügera** elipsoidy **GRS-80** | **WGS-84** w europejskim układzie odniesienia **ETRF'89**. W celach praktycznych, podział obszaru Polski na strefy układu „2000” dokonany jest tak, by faktyczne (urzędowe) granice pomiędzy strefami pokrywały się z granicami powiatów. Niestety, obecnie istnieją przypadki, że w ramach jednego powiatu występują dwie strefy układu „1965”, co stwarza niewątpliwie kłopotliwą sytuację w utrzymaniu jednorodności zasobu geodezyjno-kartograficznego. Problem ten zostanie oczywiście wyeliminowany z chwilą kompletnego przejścia na układ „2000”. Warto w tym miejscu dodać, że zaletą układu „2000”, przeznaczonego dla wielkoskalowych opracowań kartograficznych, są generalnie mniejsze niż w układzie „1965” zniekształcenia odwzorowawcze długości (od -7.7 cm/km na południku osiowym do ok. + 8 cm/km na granicy stref). Nie bez znaczenia jest również to, że układ „2000”, podobnie jak jednostrefowy układ „1992” (dla opracowań średnio i małoskalowych) pozostaje w jednoznacznym, bezpośrednim związku matematycznym ze współrzędnymi w układzie globalnym **BLH(GRS-80 lub WGS-84)**, stanowiącymi obecnie międzynarodowy standard w określaniu pozycji. Przejście na układ „2000” staje się więc ważnym etapem standaryzacji opracowań geodezyjnych i kartograficznych, wynikających również z umów międzynarodowych.

Jak wynika to z ogólnego schematu (1), matematyczne przeliczenie współrzędnych pomiędzy układem „1965” a „2000” wymaga pośredniego przejścia pomiędzy układami elipsoidalnymi

różnych systemów (jest ono ściśle określone wzorami podanymi np. w Wytycznych Technicznych G-1.10). Jakkolwiek przejście to charakter trójwymiarowy, to informacja o wysokości punktu nie jest praktycznie istotna – wpływ zmiany wysokości na przesunięcie poziome wynosi ok. 2,4 mm /100 m wysokości. Efekt przesunięcia poziomego spowodowany zmianą wysokości punktu ilustruje rys. 1.



Rys. 1

Osnowy geodezyjne, reprezentujące rzeczywiste układy odniesienia, wyznaczone niezależnie w dwóch różnych epokach technologicznych i układach współrzędnych, teoretycznie powinny się przekształcać na siebie według formuły (1). Niestety, z powodów różnego rodzaju błędów (pomiarowych, metodologicznych), pochodzących zwłaszcza z minionej epoki technologicznej, warunek taki nie jest spełniony z wymaganą w praktyce dokładnością.

Biorąc np. współrzędne **xy2000** dowolnego punktu II klasy wyznaczone z niezależnego wyrównania sieci II klasy w nowym układzie i przekształcając je według matematycznej formuły (1) do układu „1965” otrzymamy wartości, które nie pokrywają się ze współrzędnymi katalogowymi tego punktu w układzie „1965”. Różnice, w zależności od lokalizacji punktu (strefy), mogą sięgać nawet wartości **90** centymetrów (maksymalne w strefie 3). Są one obrazem pewnych deformacji rzeczywistego (empirycznego) układu „1965”, zrealizowanego przez dawne osnowy, w stosunku do układu teoretycznego „1965”, odpowiadającego teoretycznie układowi „2000”.

Z powyższego wynika, że aby przekształcić poprawnie współrzędne z rzeczywistego (empirycznego, katalogowego) układu „1965” do układu „2000” należy najpierw dokonać przesunięcia (skorygowania) położenia punktu do „pozycji matematycznej”. Innymi słowy, do współrzędnych rzeczywistych (katalogowych) należy wprowadzić pewną korektę:

$$\text{Xy1965 (empiryczne)} \xrightarrow{\text{=====}} \text{xy1965 (matemat.)} \Rightarrow \dots \Rightarrow \text{xy2000(matemat.)}$$

(2)

korekta

Przybliżone wartości korekt współrzędnych empirycznego układu „1965” wyznacza tzw. **korekta globalna**.

Jest to utworzona niezależnie dla każdej strefy układu „1965” funkcja wielomianowa, określająca poprawki dla zadanych wartości współrzędnych. Funkcje te, opisujące deformacje każdej strefy układu „1965”, zostały wyznaczone (estymowane) na podstawie podzbiorów punktów I i II klasy jako punktów dostosowania. Funkcje korekty globalnej (w identycznych formułach) są obecnie zaimplementowane w większości programów użytkowych, transformujących punkty lub mapy (SWDE konwertor 2000, EWMAPA, GEONET_unitrans, GEO-INFO).

Ze względu na ograniczenia modelowe, funkcje korekt globalnych cechuje pewien stopień generalizacji. Jakkolwiek ich błąd standardowy, określony na punktach I+II klasy we wszystkich strefach układu „1965” jest tylko rzędu 0.03 - 0.04m – nie ujmują one precyzyjnie wszystkich deformacji lokalnych. Dlatego przy transformacji punktów osnów geodezyjnych (osnów klasy III i pomiarowych) zastosowanie tylko korekty globalnej może nie być jeszcze dokładnościowo wystarczające (z tytułu ewentualnych pozostałości lokalnych błędów systematycznych). Przekształcenie z użyciem tylko korekty globalnej można ująć następującym schematem:

$$\begin{array}{ccc} \text{Xy1965 (empiryczne)} & \xrightarrow{\text{=====}} & \text{xy1965 (przybl. 1)} & \Rightarrow & \text{.....} & \Rightarrow \\ \text{xy2000(przybl.1)} & (2a) & & & & \\ & \text{korekta globalna} & & & & \text{p. mat.} \end{array}$$

(jest on realizowany automatycznie przez wymienione wcześniej programy komputerowe).

Po wykonaniu przekształceń według schematu (2a) dokonujemy jeszcze przekształcenia finalnego (**korekty lokalnej**), polegającego na wpasowaniu otrzymanego zbioru punktów (już na płaszczyźnie układu „2000”) w lokalny układ punktów dostosowania (zakładamy, że punkty dostosowania klasy wyższej niż klasa punktów transformowanych są również elementami zbioru przekształcanego z układu pierwotnego). Wpasowanie to realizuje się znaną transformacją liniowo-konforemą HELMERTA z rozrzuceniem odchyłek transformacji na wszystkie punkty transformowane metodą HAUSBRANDTA.

$$\begin{array}{ccc} & \text{xy2000(przybl.1)} & \xrightarrow{\text{=====}} & \text{xy2000(empiryczne)} \\ (2b) & & & \\ & \text{korekta lokalna} & & \end{array}$$

Ten finalny etap transformacji, zwany też korektą lokalną, zazwyczaj nie wnosi już znaczących zmian do współrzędnych otrzymanych według formuły (2a) ale, w celu zabezpieczenia się przed sytuacjami wyjątkowymi, jest obligatoryjnie wymagany przy transformacji osnów geodezyjnych.

W przypadku, gdy współrzędne pierwotne pochodzą z układu lokalnego, stosujemy postępowanie dwuetapowe. Etap pierwszy to przekształcenie współrzędnych z układu lokalnego do rzeczywistego (empirycznego) układu „1965”, zaś etap II to zadanie już analogiczne do tego jak omawiane powyżej, czyli przekształcenie z układu „1965” (empiryczny) do układu „2000”.

W dalszym ciągu sformułujemy warunki na poprawne technicznie użycie metody transformacyjnej w różnych sytuacjach praktycznych, jak również określimy sposoby kontroli danych i wykonanych przekształceń. W pierwszej kolejności zajmiemy się jednak sytuacją typową, gdy układem pierwotnym jest układ „1965”.

W rozdziale 5 omówimy natomiast zasady przejścia z układów lokalnych na układ „1965” (co pozwoli dalej stosować już reguły analogiczne jak dla układu „1965”).

2. Punkty dostosowania do transformacji osnów z układu „1965” do układu „2000”

2.1. Warunki geometryczne i liczebnościowe

Punkty dostosowania zadania transformacji są to punkty klasy wyższej niż klasa punktów transformowanych, położone w pewnym obszarze wspólnym z punktami transformowanymi, posiadające współrzędne w obu układach, pierwotnym („1965”) i wtórnym [aktualnym, wynikowym] („2000”).

Punkty dostosowania są konieczne tylko do wykonania końcowego etapu pełnego zadania transformacji, czyli etapu tzw. korekty lokalnej, polegającego na wpasowaniu przeliczonych punktów w układ odniesienia określony lokalnie przez osnowę wyższego rzędu. Operacja ta (korekta lokalna), realizowana przy użyciu transformacji HELMERTA i poprawek HAUSBRANDTA, jest wymagana przede wszystkim przy przeliczaniu osnów III klasy lub pomiarowych. Nie musi być realizowana przy transformacji punktów sytuacyjnych, jeśli przy podstawowym przeliczeniu $xy_{65} \Rightarrow xy_{2000}$ uwzględniono tzw. korektę globalną (dla określonej strefy układu „1965”), a w danym obszarze lokalnym nie stwierdzono jakiegoś wyjątkowego błędu w osnowie klasy III, deformującego lokalnie układ „1965” na poziomie zarówno osnowy pomiarowej jak też opracowania kartograficznego (mapy). Sytuacje wyjątkowe wymagają odrębnego potraktowania (np. poprawienia osnowy w układzie „1965” i lokalnego „skorygowania” obrazu kartograficznego).

Poprawny zbiór punktów dostosowania powinien spełniać dwa warunki:

- geometryczny (obszarowy).
- liczebnościowy.

Warunek geometryczny orzeka, że obszar ograniczony skrajnymi punktami dostosowania powinien w zupełności pokrywać obszar punktów transformowanych. Uściślając, można też powiedzieć, że istnieje wielokąt wypukły, którego wierzchołkami są punkty dostosowania, a którego obszar zawiera wszystkie punkty transformowane.

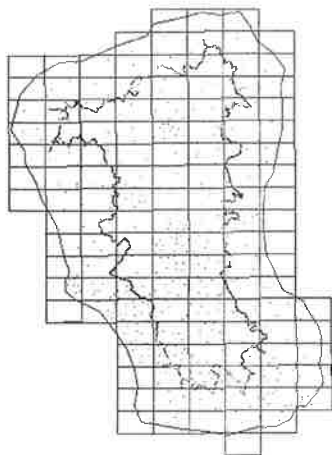
W każdym przypadku wymagamy, zgodnie z ogólnymi zasadami pomiarów geodezyjnych, by w określonym obszarze (spełniającym wymieniony wcześniej warunek geometryczny) wykorzystać jako punkty dostosowania wszystkie punkty klasy wyższej, które były oparciem dla wyznaczania osnów niższych rzędów. Punkty te nie muszą aktualnie już istnieć fizycznie – wykorzystujemy jedynie ich współrzędne.

Minimalna liczba punktów dostosowania (ze względu na elementarną niezawodność operacji) nie powinna być mniejsza od 4. Spełnienie tego warunku jest zawsze możliwe poprzez rozszerzenie obszaru punktów dostosowania. Dowolne powiększenie obszaru punktów dostosowania nie ma żadnych przeciwwskazań merytorycznych (jakościowych) dla zadania transformacji, gdyż poprawki HAUSBRANDTA, decydujące o ostatecznych wartościach współrzędnych, dla danego punktu zależą istotnie tylko od najbliższych punktów dostosowania.

W przypadku transformacji punktów osnów klasy III punktami dostosowania powinny być punkty macierzyste osnów klasy I + II. Jeśli w bliskim otoczeniu punktu macierzystego występuje wiele

punktów tzw. zespołu stabilizacyjnego (ekscentry, punkty przeniesienia) można je pominąć lub przyjąć jako punkty kontrolne (sprawdzające niezależnie poprawność zadania transformacji).

Ważna uwaga: ze zbioru punktów II klasy należy wykluczać wszystkie punkty tzw. sieci wojskowej, które zostały niewłaściwie włączone do centralnej bazy GEOS. Punkty te mają błędne współrzędne w układzie „1965”, nie były przedmiotem nawiązań osnów niższych rzędów i nie powinny być brane pod uwagę jako punkty dostosowania transformacji.



powiatu ostródzkiego
powiatu)

*Ilustracja przykładowa zbioru punktów dostosowania klasy I+II
(ok. 500 punktów) przyjętych poprawnie dla obszaru*

(osnowy transformowane nie wykraczają poza granice

2.2. Wstępna kontrola zgodności współrzędnych punktów dostosowania

Przed wykonaniem transformacji należy sprawdzić zgodność współrzędnych punktów dostosowania pomiędzy układem pierwotnym „1965” a wtórnym „2000”. Dotyczy to w pierwszej kolejności osnów klasy I i II służącej do transformacji osnów klasy III. Oryginalne dane źródłowe, pochodzące z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej zawierają współrzędne w układach: „1965”, „1992”.

Przeliczenie z układu „1992” do określonej strefy układu „2000” jest zadaniem czysto matematycznym, realizowanym zgodnie z algorytmami opublikowanymi w Wytycznych Technicznych G-1.10, przez wiele dostępnych ogólnie programów (np. **TRANSPOL**, **GEONET_unitrans**).

Sprawdzenie zgodności współrzędnych punktów w układach „1965” i „2000” możemy przeprowadzić dokonując przekształcenia współrzędnych z jednego układu na płaszczyznę układu drugiego, np.

$$(3) \quad xy_{2000} \quad \Rightarrow \quad xy_{65} \quad (\text{empiryczne})$$

uwzględniając tylko (odwrotnie) korektę globalną danej strefy układu „1965”. W typowych sytuacjach zauważamy, że współrzędne katalogowe **xy65** niewiele różnią się od współrzędnych **xy65 (empiryczne)**, uzyskanych ze wskazanego przekształcenia odwrotnego. Różnice w każdym

obszarze Polski (poza punktami sieci wojskowej) powinny kształtować się w wartościach średniokwadratowych na poziomie 0.03 – 0.04 m, co stanowi też typową charakterystykę dokładnościową korekt globalnych. Średnie wartości odchyłek powinny być natomiast zbliżone do wartości w przedziale $< - 0.02m , + 0.02m >$. W przypadku, gdy otrzymane w konkretnych sytuacjach charakterystyki średnie lub średniokwadratowe odchyłek odbiegają istotnie od powyżej podanych, będzie to świadczyć o istnieniu punktu błędnego, który należy zidentyfikować i wykluczyć ze zbioru.

2.3. Punkty dostosowania dla transformacji osnów pomiarowych i punktów sytuacyjnych

Zgodnie z przyjętymi zasadami, punktami dostosowania dla transformacji osnów pomiarowych i punktów sytuacyjnych będą wszystkie punkty klasy wyższej I+II+III posiadające już współrzędne w układach: pierwotnym i wtórnym i spełniające ogólne warunki poprawności w stosunku do punktów transformowanych, określone w p. 2.1. Zakładamy oczywiście, że przeliczenie punktów osnowy klasy III zostało już zrealizowane wcześniej.

3. Przygotowanie i kontrola współrzędnych pierwotnych

Transformacja współrzędnych pozwala skontrolować jedynie poprawność przyjętych współrzędnych punktów dostosowania lub kontrolnych (posiadających już współrzędne zarówno w układzie pierwotnym jak też w układzie docelowym – aktualnym / wtórnym). W procesie transformacji nie ma już jednak możliwości skontrolowania poprawności współrzędnych pierwotnych, punktów pozostałych - transformowanych. Dlatego bardzo ważne jest podjęcie pewnych czynności kontrolnych już na etapie przygotowania tych współrzędnych.

3.1. Sposoby wstępnej kontroli danych zależne od źródła ich pochodzenia.

3.1.1 Wykaz współrzędnych pierwotnych jest elektronicznym (cyfrowym) zbiorem wyników programów obliczeniowo- wyrównawczych sieci lub pomiarów sytuacyjnych w układzie „1965” lub lokalnym.

W tym przypadku zbiór danych (wykaz współrzędnych) można traktować jako „bezpieczny” ze względu na ewentualność występowania defektów liczbowych lub błędów grubych. Kontroli powinna podlegać jednak ogólna poprawność wykonanego procesu pomiarowo - obliczeniowego, którego wynikiem jest wykorzystywany wykaz współrzędnych, w sensie wymagań instrukcji [G-1(dawna), G-2(projekt) – dla osnowy III klasy, G-4 – dla osnowy pomiarowej i pomiarów sytuacyjnych], wytycznych technicznych [G-1.5 (dawna), G-2.5(aktualna) – dla osnowy III klasy] lub warunków technicznych określonych dla konkretnej roboty.

3.1.2. Wykaz współrzędnych pierwotnych pochodzi z manualnego przetworzenia wykazów współrzędnych z postaci analogowej (zapisanej ręcznie, maszynowo, komputerowo) w postać cyfrową (elektroniczną).

Jakiegokolwiek przetworzenie danych z postaci analogowej w postać cyfrową powinno być wykonane dwukrotnie, niezależnie. W przypadku przepisywania ręcznego wykazów współrzędnych warunkiem niezależności jest wykonanie zadania przez dwie różne osoby. W przypadku skanowania z użyciem interpreterów znakowych, przetworzenie powinno być wykonane przez dwa różne programy i nieidentyczne opcje interpretera. Warunek niezależności będzie

również spełniony jeśli jedno przetworzenie jest manualne (ręczne), zaś drugie automatyczne (skanowanie + interpretacja).

Finalna kontrola i ewentualne korygowanie danych powinna się opierać na porównaniu dwóch niezależnych wykazów miar i uzyskania efektu ich identyczności.

Ponieważ nie można wykluczyć sytuacji, że w samych wykazach analogowych istnieją błędy lub defekty zapisu liczb, więc zaleca się przeprowadzenie wrywkowej kontroli wykazów współrzędnych z odpowiadającymi wykazami miar obserwacji (jeśli istnieją), zwłaszcza w przypadku, gdy zapis współrzędnej jest niewyraźny, niejednoznaczny lub występuje defekt w zapisie liczby. W przypadku, gdy wykaz współrzędnych jest wynikiem obliczenia ciągu poligonowego, zaleca się obliczenie miary przynajmniej 1 kąta (dla punktu środkowego ciągu) ze współrzędnych i porównanie z odpowiednią wartością z wykazu miar. Różnica nie powinna przekraczać w zasadzie potrójnej wartości błędu średniego pomiaru kąta dla danej klasy osnowy (w osnowach niższych rzędów pomijamy jako mało istotną wielkość poprawki odwzorowawczej kąta). Przy kontrolowaniu miar długości należy pamiętać, że długość obliczona ze współrzędnych różni się istotnie od długości zmierzonej (horyzontalnej) o wielkość poprawki odwzorowawczej i poprawki wynikającej z rzutowania długości na elipsoidę odniesienia (elipsoidę), według zależności:

$$D_{wsp} = D_{obs} + \delta_{odwz} + \delta_{npo} \quad (4)$$

D_{wsp} - długość obliczona ze współrzędnych

D_{obs} - długość zmierzona, horyzontalna

δ_{odwz} - poprawka odwzorowawcza długości w układzie „1965”

δ_{npo} - poprawka na powierzchnię odniesienia = $-H * D_{obs} / R_s$.

$R_s \approx 6370000$

H - wysokość elipsoidalna, przy czym

$H \approx H_{normalna}$ dla elipsoidy Krasowskiego, z układem „1965”.

Gdyby współrzędne pochodziły z układu „2000” wówczas do kontroli miar należy przyjąć właściwą dlatego układu poprawkę odwzorowawczą oraz zmienioną wielkość poprawki na powierzchnię odniesienia, wynikającą z dodania do wysokości normalnej przybliżonej wartości odstepu geoidy od elipsoidy GRS-80 (średnio w obszarze Polski ok. 34m):

$$H \approx H_{normalna} + 34m \text{ (dla elipsoidy GRS-80 z układem „2000” lub „1992”)}$$

Oczywiście, długości obliczone ze współrzędnych w układach „1965” i „2000” będą się między sobą różnić o wielkości różnic poprawek w obu układach.

3.2. Punkty kontrolne

Wykazy współrzędnych pierwotnych punktów poddawanych transformacji powinny być uzupełnione o podzbiór współrzędnych punktów kontrolnych. Punkty kontrolne, podobnie jak punkty dostosowania są to punkty, które posiadają już współrzędne w obu układach. W szczególności, punkty kontrolne mogą się pokrywać fizycznie z punktami dostosowania lecz mają celowo zmienione numery, by nie podlegać algorytmowi właściwemu dla punktów dostosowania. Istotną cechą punktów kontrolnych jest to, że powinny one stanowić jednorodny zbiór danych z punktami transformowanymi – współrzędne pierwotne punktów kontrolnych i punktów

transformowanych powinny pochodzić z tego samego źródła danych (wykaz współrzędnych, tabulogram wyników obliczeń, operat techniczny). Strukturę zbiorów danych ilustruje schemat:

ZBIORY DANYCH PRZYGOTOWANE DO ZADANIA TRANSFORMACJI xy65 => xy2000

UKŁAD PIERWOTNY („1965”)
{ Nr , x65 , y 65 }

UKŁAD WTÓRNY („2000”)
{ Nr , x2000, y2000 }

PUNKTY DOSTOSOWANIA

PUNKTY DOSTOSOWANIA

Punkty kontrolne, w tym
a) wyłączone ze zbioru punktów dostosowania,
b) pokrywające się z niektórymi punktami dostosowania lecz o zmienionych numerach, pochodzące z tego samego źródła co punkty transformowane

Punkty transformowane

Jak ilustruje to schemat, punkty kontrolne dzielą się na dwie podgrupy:

- a) punkty wyłączone ze zbioru punktów dostosowania
- b) punkty pokrywające się fizycznie z punktami dostosowania lecz o zmienionych numerach i pochodzące bezpośrednio z tych samych źródeł danych co punkty transformowane.

Istotne znaczenie mają punkty drugiej grupy (b), gdyż kontrolują one ważny warunek formalny, orzekający, że punkty transformowane pochodzą z tej samej przestrzeni (układu odniesienia) co punkty dostosowania. Zmienione numery w stosunku do odpowiadających punktów dostosowania mają zapewnić to, by punkty kontrolne nie zostały potraktowane przez program obliczeniowy jako punkty dostosowania. Kontrola sprowadza się do sprawdzenia identyczności współrzędnych tych punktów z odpowiadającymi punktami dostosowania zarówno przed jak i po wykonaniu zadania transformacji. Do zbioru tych punktów należy zaliczyć wszystkie punkty klasy wyższej, które

służyły wyznaczeniu osnowy w układzie „1965”, podlegającej obecnie transformacji do układu „2000” (punkty nawiązania ciągów, punkty bazowe wcięć).

Liczba punktów kontrolnych typu (b) nie jest z góry określona – zależna od faktycznej liczby wykorzystanych punktów w realizacji osnowy i mających równocześnie swoje odpowiedniki w zbiorze punktów dostosowania.

Do punktów kontrolnych pierwszej grupy możemy zaliczyć wybrane punkty klasy wyższej (np. ekscentry lub punkty przeniesienia punktów klasy wyższej), które ze względu na wystarczające zagęszczenie punktów dostosowania lub z innych względów formalnych (niejednorodność z siecią punktów macierzystych) zostały z tej grupy wyłączone. Istnienie punktów kontrolnych typu (a) nie jest konieczne z uwagi na to, że analogiczne funkcje kontrolne pełnią w istocie same punkty dostosowania.

Zgodnie z p. 2. niniejszego opracowania, punkty dostosowania pochodzą z usystematyzowanych baz danych (banku osnowy) klasy wyższej niż klasa punktów transformowanych, wypełniając określone tamże warunki liczebnościowe i geometryczne w stosunku do zbioru punktów transformowanych.

4. Wykonanie i kontrola kolejnych etapów zadania transformacji punktów z układu „1965” do układu „2000”

4.1. Etapy metody transformacyjnej

Proces transformacji punktów z układu „1965” do układu „2000” realizujemy w dwóch etapach:

ETAP I

Przeliczenie całego (jednorodnego) zbioru współrzędnych pierwotnych, obejmującego

- punkty dostosowania (jeśli przewidziane jest wykonanie etapu II)

- punkty kontrolne

- punkty transformowane

z układu „1965” do na płaszczyznę określonej strefy układu „2000” z uwzględnieniem korekty globalnej strefy układu „1965”.

Zadanie jest realizowane na przykład programami : **SWDE_konwertor 2000**, **GEONET_unitrans** (z zaznaczeniem korekty ogólnej /empirycznej/ globalnej/). W systemie **EWMAPA 6.0** jest to wybranie układu empirycznego „65”.

W rzeczywistości algorytmy wymienionych programów realizują następujące przekształcenia:

$Xy_{1965}(\text{empiryczne}) \xrightarrow{\text{[korekta globalna]}} xy_{1965}(\text{przybl.1}) \xrightarrow{\text{[wg G-1.10]}} xy_{2000}(\text{przybl.1}) \quad (3)$
[współrzędne katalogowe]

Kontrola wyników tego etapu polega na sprawdzeniu zgodności współrzędnych **xy2000** dla punktów dostosowania i punktów kontrolnych. Średniokwadratowe i maksymalne wartości odchyłek współrzędnych na punktach dostosowania nie powinny przekraczać wartości określonych w poniższej tabeli:

dopuszczalne wartości odchyłek średniokwadratowa transformowanych	maksymalna	Klasa punktów dostosowania	Klasa punktów
0.05 m	0.12	I + II	III
0.07 m	0.20	I+II+III	pomiarowa, punkty sytuac.

Uwaga: wartości maksymalne uwzględniają możliwe lokalne błędy osnów w realnym układzie „1965” ,jakkolwiek należy je traktować jako sytuacje wyjątkowe, wykraczające dwukrotnie poza typowy standard jakościowy wymienionych klas osnów.

ETAP II (nie jest konieczny dla punktów sytuacyjnych jeśli kontrola wyników etapu I jest pozytywna)

Wpasowanie punktów **xy2000(przybl.1)** (wyników etapu I) w lokalny układ odniesienia określony przez punkty dostosowania. Etap II realizuje tzw. korektę lokalną, wynikającą częściowo z pozostałości błędów układu „1965” (zastosowana w pierwszym etapie korekta globalna miała w pewnym sensie charakter generalizujący). Proces obliczeniowy sprowadza się zatem do wprowadzenia pewnych zmian w wartościach współrzędnych wynikowych:

$$(4) \quad xy2000 \text{ (przybl.1)} \xrightarrow{\text{[korekta lokalna]}} xy2000 \text{ (empiryczne)}$$

Przekształcenie to oparte na punktach dostosowania realizuje transformacja Helmerta (przekształcenie liniowe, konforemne określone przez 2 parametry przesunięcia, 1 parametr obrotu, 1 parametr zmiany skali) oraz poprawki Hausbrandta, które mają na celu wyrównanie powstałych na punktach dostosowania odchyłek i ich dystrybucję na wszystkie punkty transformowane.

Zadanie II etapu można wykonać podprogramem **TRANS_xy** dołączonym np. do programów: **SWDE_konwertor 2000**, **TRANSPOL**, **GEONET_unitrans**

4.2. Wzory transformacji Helmerta i korekty Hausbrandta (szczegóły II etapu metody transformacyjnej)

Najpierw wyznaczamy współczynniki transformacji w oparciu o współrzędne punktów dostosowania (łącznych). Oznaczmy $\{ (x_i, y_i) : i = 1, 2, \dots, n \}$, $\{ (X_i, Y_i) : i = 1, 2, \dots, n \}$ dane zbiory współrzędnych tych punktów w odpowiednich układach: pierwotnym i aktualnym. Obliczamy najpierw współrzędne środków ciężkości zbiorów punktów w obu układach i dokonujemy odpowiedniego centrowania współrzędnych:

$$(5) \quad x_o = (\sum x_i)/n, \quad y_o = (\sum y_i)/n, \quad X_o = (\sum X_i)/n, \quad Y_o = (\sum Y_i)/n$$

$$\underline{x}_i = x_i - x_o, \quad \underline{y}_i = y_i - y_o, \quad \underline{X}_i = X_i - X_o, \quad \underline{Y}_i = Y_i - Y_o$$

(dla wszystkich $i = 1, 2, \dots, n$).

Szukane współczynniki transformacji wyrażają się wzorami:

$$(6) \quad C = W_1 / W, \quad S = W_2 / W,$$

gdzie:

$$W = \sum_{i=1 \dots n} (\underline{x}_i^2 + \underline{y}_i^2),$$

$$(7) \quad W_1 = \sum_{i=1 \dots n} (\underline{X}_i \cdot \underline{x}_i + \underline{Y}_i \cdot \underline{y}_i),$$

$$(8) \quad W_2 = \sum_{i=1 \dots n} (\underline{X}_i \cdot \underline{y}_i - \underline{Y}_i \cdot \underline{x}_i).$$

Teraz możemy już realizować samą transformację (przekształcenie współrzędnych z układu pierwotnego do wtórnego) stosując wzory:

$$(9) \quad X' = X_o + C \cdot \underline{x} + S \cdot \underline{y}$$

$$Y' = Y_o + C \cdot \underline{y} - S \cdot \underline{x}$$

gdzie:

$$\underline{x} = x - x_o, \quad \underline{y} = y - y_o$$

x, y – współrzędne punktu w układzie pierwotnym, X', Y' – współrzędne punktu po transformacji (w układzie wtórnym). Dla wszystkich punktów dostosowania obliczamy stosowne odchyłki współrzędnych katalogowych (poprawki do współrzędnych z transformacji):

$$(10) \quad V_{xi} = X_i - X_i', \quad V_{yi} = Y_i - Y_i'$$

(i – wskaźnik punktu dostosowania), a w oparciu o nie – błąd transformacji jako średniokwadratową odchyłkę wypadkową punktu

$$(11) \quad \mu_t = \left[\sum (V_{xi}^2 + V_{yi}^2) / f \right]^{1/2}$$

przy czym przyjmujemy $f = n$ (zamiast $f = n - 2$) uznając, że parametr μ_t jest tylko umowną miarą jakości dopasowania (w ujęciu stochastycznym parametr ten byłby wprawdzie pewnym oszacowaniem błędu położenia punktu, ale ocena taka nie jest dostatecznie wiarygodna, gdyż opisane zadanie zakłada uproszczony model stochastyczny dla wielkości, które nie są bezpośrednimi obserwacjami, a ponadto nadwymiarowość układu będzie w praktyce na ogół istotnie ograniczona). Niezależnie od powyższych wątpliwości, odchyłki i błąd transformacji są

podstawą do jakiejś oceny poprawności współrzędnych punktów dostosowania w danej klasie sieci. Współczynniki transformacji C , S mają następującą interpretację:

$$(12) \quad C = m \cdot \cos(\alpha), \quad S = m \cdot \sin(\alpha),$$

gdzie:

$$m = (C^2 + S^2)^{1/2} - \text{współczynnik zmiany skali przekształcenia}$$

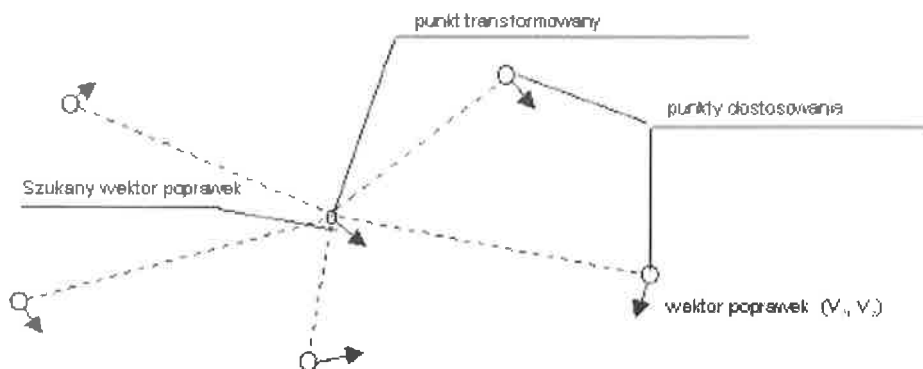
$$\alpha - \text{ką t skręcenia osi układu współrzędnych.}$$

W wyniku zastosowania wzorów (9) wszystkie punkty dostosowania otrzymają nowe współrzędne, które nie muszą się pokrywać z istniejącymi już współrzędnymi katalogowymi (archiwalnymi) tych punktów. Różnice określone wzorami (10) są odchyłkami transformacji. Aby nie zmieniać dotychczasowych współrzędnych (archiwalnych) stosujemy pewnego rodzaju dodatkowe „uzgodnienie” współrzędnych, które nazywa się korektą *Hausbrandta*. Polega ona na tym, że współrzędne punktów dostosowania w układzie wtórnym pozostawia się bez zmiany (można powiedzieć inaczej, że do współrzędnych transformowanych (9) dodaje się wartości poprawek (10) powracając do wartości współrzędnych katalogowych), natomiast wszystkim pozostałym punktom transformowanym (poza punktami dostosowania) przydziela się poprawki wyznaczone przy zastosowaniu specjalnych wzorów interpolacyjnych (w ten sposób następuje niejako świadome deformowanie wyników transformacji Helmerta, narzucone przez warunek niezmienności współrzędnych katalogowych):

$$(13) \quad V_{xj} = \frac{\sum [V_{xi} \cdot (1/d_{ij}^2)]}{\sum (1/d_{ij}^2)}, \quad V_{yj} = \frac{\sum [V_{yi} \cdot (1/d_{ij}^2)]}{\sum (1/d_{ij}^2)}$$

(sumowania po $i = 1, 2, \dots, n$; j – wskaźnik punktu transformowanego)

Jak widać z postaci wzorów, mają one podobieństwo do średnich ważonych, gdzie wagi są odwrotnościami kwadratów odległości danego punktu o wskaźniku j (w zbiorze wszystkich punktów transformowanych) od punktu dostosowania o wskaźniku i (w zbiorze punktów dostosowania). Ilustruje to przykładowo rys. 3. Długości d_{ij} obliczamy na podstawie współrzędnych pierwotnych. Wielkości poprawek (13) dodajemy do współrzędnych po transformacji, czyli do współrzędnych wyznaczonych przy pomocy wzorów (9).



Rys. 3. Ilustracja do zadania korekty *Hausbrandta*.

4.3. Dokumentacja metody transformacyjnej

Dokumentacja metody transformacyjnej powinna zawierać:

a) w zakresie zasobu bazowego operatu technicznego (tylko w formie elektronicznej):

- ZBIORY DANYCH WEJŚCIOWYCH: Wykaz współrzędnych pierwotnych xy65 (obejmujący łącznie punkty dostosowania, punkty kontrolne, punkty transformowane) oraz wykaz współrzędnych punktów dostosowania i (oddzielnie) punktów kontrolnych w układzie „2000”
- WYKAZ WSPÓLRZĘDNYCH WYNIKOWYCH I ETAPU (**xy2000matemat.**) wraz z parametrami określającymi wielkości lokalnych zniekształceń liniowych w [cm/km] oraz konwergencji w [g]
- PROTOKÓŁ WYNIKOWY PROGRAMU KOMPUTEROWEGO REALIZUJĄCEGO ZADANIE

TRANSFORMACJI HELMERTA I KOREKT HAUSBRANDTA.

Protokół powinien zawierać, obok wykazów współrzędnych pierwotnych i wtórnych (wynikowych, przed i po uwzględnieniu poprawek HAUSBRANDTA), wartości odchyłek na punktach dostosowania, parametry średniokwadratowe i wypadkową wartość średniokwadratowego błędu transformacji, wykaz poprawek HAUSBRANDTA.

b) w zakresie zasobu użytkowego (w formie wydrukowanej i elektronicznej)

- ŁĄCZNY WYKAZ WSPÓLRZĘDNYCH PIERWOTNYCH (1965) i FINALNYCH (2000) wraz z wartościami poprawek HAUSBRANDTA. Jeśli zgodnie z opisanymi warunkami, etap drugi metody transformacyjnej zostaje pominięty, wówczas jako współrzędne finalne w układzie „2000” przyjmujemy współrzędne wynikowe z etapu I, bez korekt HAUSBRANDTA.
- SPRAWOZDANIE TECHNICZNE obejmujące ocenę poprawności transformacji w zakresie ujętym w niniejszych wytycznych, a w szczególności sprawdzenie zgodności współrzędnych punktów dostosowania i kontrolnych.

Struktura danych w postaci elektronicznej na płycie CD-R:

KATALOG plik NAZWA Opis

ZASOB_BAZOWY (pliki tekstowe – ASCII)

Xy65 wykaz współrzędnych pierwotnych xy65 obejmujący kolejno punkty dostosowania, kontrolne, transformowane (nie może zachodzić powtarzalność numeru punktu w zbiorze; numery punktów powinny być liczbami naturalnymi, maksymalnie dziewięciocyfrowymi)

xy1 plik wynikowy I etapu

xy2 wykaz współrzędnych punktów dostosowania
 w układzie „2000”
xyk wykaz współrzędnych punktów kontrolnych
 w układzie „2000”
WYNIKI protokół wynikowy II etapu

ZASOB_UZYTEKOWY (pliki w formacie WORD lub *txt)

Xy65_2000.doc łączny wykaz współrzędnych i poprawek
 HAUSBRANDTA (font Courier New bez tabeli)
Sprawozdanie.doc sprawozdanie techniczne

W sprawozdaniu technicznym z wykonanych przeliczeń Wykonawca jest zobowiązany do szczegółowego opisu wszystkich faz przejścia do nowego układu, z opisem charakterystyki technicznej tych faz, z wyszczególnieniem numerów punktów zastosowanych w poszczególnych fazach przeliczeń oraz z przedstawieniem szkicu pokazującego lokalizację punktów wykorzystanych do przeliczeń na tle mapy danego powiatu (w tym także z opisem sposobu niezależnej kontroli stosownych przeliczeń oraz z podaniem konkretnych numerów punktów wykorzystanych jako kontrolne). Niezależnie od powyższego – w sprawozdaniu technicznym - należy podać także nazwy programów wykorzystanych do przeliczeń oraz nazwiska osób odpowiedzialnych za wykonanie transformacji oraz posiadane przez te osoby geodezyjne uprawnienia zawodowe (lub doświadczenie praktyczne z zakresu przeliczeń układów współrzędnych).

5. Układy lokalne - zasady przeliczenia xy(lokalny) => xy1965

5.1. Informacje wstępne

Układy lokalne zostały założone w przeszłości dla większych aglomeracji miejskich i przemysłowych. W niektórych obszarach dawnych zaborów wykorzystywane są jeszcze dziś dawne mapy i związane z nimi układy katastralne.

W problematyce przekształceń danych geodezyjnych i kartograficznych z układów lokalnych do układów państwowych można wyróżnić dwa przypadki, zależnie od istnienia (lub nieistnienia) osnów geodezyjnych wyznaczonych niezależnie w obu układach:

a) Baza informacyjna osnów poziomych, co najmniej do klasy III włącznie, jest prowadzona niezależnie w obu układach. Jest to sytuacja typowa dla układów lokalnych dużych aglomeracji miejskich: WARSZAWY, KRAKOWA, WROCŁAWIA, ŁODZI, POZNANIA, GDAŃSKA, SZCZECINA, OLSZTYNA, BYDGOSZCZY i TORUNIA, RZESZOWA i in.

b) Baza osnów istnieje tylko w układzie „65” (lub ewentualnie także już w układzie „2000”). Układ lokalny funkcjonuje niejako tylko w formie analogowej w związku z wykorzystywaniem dla celów EG wtórników dawnych map katastralnych.

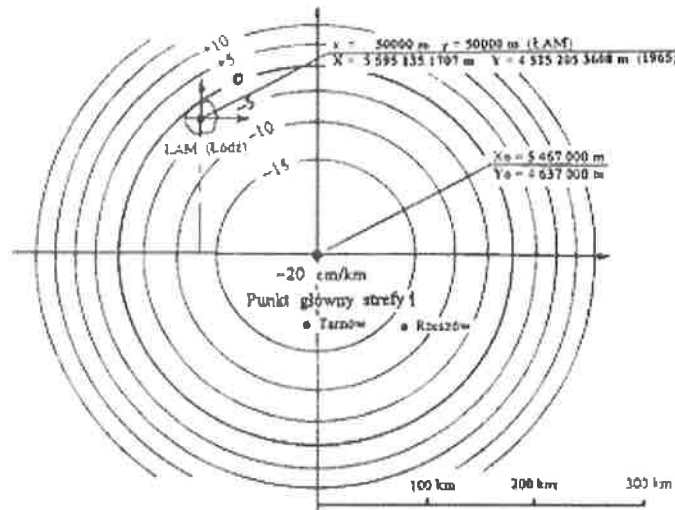
Przypadek (a) dotyczy układów definiowanych równoległe z powstaniem układu „65”, także jako adaptacji dawnych układów katastralnych (KRAKÓW, TARNÓW), a w ogólności poprzez zastosowanie lokalnych odwzorowań płaskoziemnych, Gaussa-Kruegera lub specjalnych i ich realizacji w oparciu o triangulacje lokalnego znaczenia (wg dawnej instrukcji A-VI). Istotnym celem wprowadzenia układu lokalnego było z jednej strony utajnienie lokalizacji ważnych

aglomeracji miejskich lub przemysłowych, z drugiej - eliminacja problemów związanych z redukcjami odwzorowawczymi obserwacji, jakie obowiązują w układach państwowych. Poszukiwanie poprawnych związków transformacyjnych pomiędzy układem lokalnym a układem państwowym nie może być oparte na samych podstawach teoretycznych tych układów, gdyż mogą one nie odpowiadać faktycznej (rzeczywistej) realizacji układów odniesienia, które były podstawą opracowań geodezyjnych i kartograficznych. Faktyczny układ odniesienia został zrealizowany przez osnowy geodezyjne i te jako punkty dostosowania powinny być aktualnie podstawą do poszukiwań stosownych związków transformacyjnych.

Niezależnie od samych definicji odwzorowań, lokalne układy odniesienia reprezentowane osnowami geodezyjnymi tworzyły się w sposób naturalny jako układy wiernokątne. Stąd zakładamy generalnie, że formuły matematyczne przejścia z układu lokalnego na układ „65” powinny mieć własność wiernokątności.

Własność wiernokątności ma oczywiście formuła transformacji HELMERTA ale - niestety - z innych względów nie jest to na ogół formuła wystarczająca do opisanie związku pomiędzy układem lokalnym a układem „65”. Transformacja HELMERTA zakłada stałość zmiany skali pomiędzy układem pierwotnym a układem wtórnym. W odniesieniu do przedmiotu naszych rozważań, takie założenie byłoby adekwatne tylko dla niewielkich obszarów powierzchni - praktycznie do średnicy liniowej nie większej jak 5-10 km, gdzie zmiana skali na takiej rozpiętości może być praktycznie zaniedbywana. Dla obszarów o rozpiętości większej niż 10 km należy uwzględnić fakt, że zniekształcenia liniowe układu „1965” w stosunku do praktycznie zerowej wartości zniekształceń układu lokalnego ulegają już istotnej zmianie (nie można traktować jako stałe). W takiej sytuacji, formuła przejścia z układu lokalnego na układ „1965” nie może być już liniowa (jak w transformacji HELMERTA) lecz co najmniej stopnia drugiego.

Przypadek (b). Brak punktów osnowy w układzie katastralnym zmusza do wykorzystania szczegółów sytuacyjnych (np. tzw. trójmiedz), ich aktualnej identyfikacji (np. na ortofotomapie) i wyznaczeń w układzie państwowym. Współrzędne pierwotne mają więc źródło pomiarów kartometrycznych (z wykorzystaniem obrazu rastrowego). Specyfika przekształceń dawnych map katastralnych wiąże się z wystąpieniem wielu błędów identyfikacji, wynikających z istnienia niezarejestrowanych zmian w strukturze granic, jak również zmian naturalnych wynikających np. z erozyjnego przemieszczania się dróg na zboczach. Dlatego tego typu prace wymagają specjalnych technologii, z użyciem metod statystycznych umożliwiających optymalną filtrację materiału numerycznego z błędów. Prezentowane w ostatnich latach wyniki przetworzeń dawnych map katastralnych na terenie gminy Poronin ukazały pozytywne rezultaty takich prac, wskazując na możliwość efektywnego wykorzystania zawartych tam archiwalnych informacji do budowy nowego katastru.



Rys. 4. Położenie układu lokalnego miasta Łodzi (ŁAM) na tle izoliny zniekształceń liniowych w strefie I układu 1965, obrazujące zmienność skali w transformacji $xy_{\text{LOK}} \Leftrightarrow xy_{65}$

5.2. Uogólniony model transformacji wiernokątnej dla przeliczeń $xy(\text{lokalny}) \Leftrightarrow xy_{65}$

Biorąc pod uwagę cechę wiernokątności i zmienność skali zakładamy zwykle modele transformacyjne w postaci wielomianu algebraicznego zmiennej zespolonej

$$\mathbf{Z} - \mathbf{Z}_0 = \mathbf{c}_0 + \mathbf{c}_1 * \mathbf{z} + \mathbf{c}_2 * \mathbf{z}^2 + \mathbf{c}_3 * \mathbf{z}^3 + \dots + \mathbf{c}_n * \mathbf{z}^n \quad (5)$$

Wszystkie elementy w tym zbiorze są wielkościami zespolonymi (wektorami), przy czym $\mathbf{c}_i = (\mathbf{a}_i, \mathbf{b}_i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$) oznaczają współczynniki - parametry wyznaczone w oparciu o punkty dostosowania), \mathbf{z} - współrzędne pierwotne unormowane i przesunięte w następujący sposób:

$$\mathbf{z} = (u, v) \text{ gdzie } u = s * (x - x_0); v = s * (y - y_0)$$

s = skala normująca argument tak, by $|\mathbf{z}| < 1$ w całym obszarze układu lokalnego,

x, y - współrzędne pierwotne,

x_0, y_0 - współrzędne środka ciężkości zbioru punktów dostosowania w układzie

lokalnym

ponadto:

$\mathbf{Z} = (X, Y)$ - współrzędne wynikowe w układzie wtórnym („65”)

$\mathbf{Z}_0 = (X_0, Y_0)$ - współrzędne środka ciężkości zbioru punktów dostosowania w układzie

wtórnym

Jeśli w szczególności wielomian (5) jest stopnia $n=1$ wówczas przyjmuje formułę transformacji HELMERTA.

Dla wyznaczenia parametrów transformacji konieczny jest zbiór punktów dostosowania, którego wymagania są w ogólności nieco szersze niż te przedstawione w p. 2. 1. Dotyczy to liczebności (gęstości) punktów dostosowania, do których włączamy wszystkie, wyznaczone zarówno w układzie lokalnym, jak też w układzie „1965” punkty klasy I + II + III.

Opisane modele i parametry transformacji **xy(lokalny) ⇔ xy65** określono już dla większości dużych miast, gdzie funkcjonują układy lokalne (np. WARSZAWA - model stopnia n=4, KRAKÓW - model stopnia n= 4, ŁÓDZ – model stopnia n=3). Wyznaczenie potrzebnych parametrów transformacji nie przedstawia problemu technicznego. W tym celu możemy posłużyć się standardowym podprogramem **TRANS_XY** dołączonym do pakietów **SWDE_konwertor 2000**, **GEONET_unitrans**. Aby wykonać zadanie musimy dysponować zbiorami współrzędnych punktów dostosowania. Operator decyduje o wyborze stopnia wielomianu ale ta kwestia może być rozstrzygnięta w kilku próbach testowych. Zasadą jest, że stopień wielomianu powinien być możliwie najniższy, przy którym nie następuje już istotny spadek błędu transformacji (średniokwadratowa odchyłka współrzędnej punktu dostosowania). Z wyznaczonych parametrów tworzymy specjalny plik parametrowy, o standardowej nazwie **par.lok** który wprowadzamy do odpowiedniego podkatalogu obiektu. Wówczas dostępna staje się automatyczna transformacja współrzędnych pomiędzy układem lokalnym, a układem „65” lub - dowolnym innym układem, w tym „2000”. Sposób konstrukcji pliku parametrowego jest opisany w wymienionych programach.

W podanych przykładach układów lokalnych zaobserwowano porównywalne wartości błędów transformacji na poziomie 3-3,5 cm.

5.3. Przykłady

Przykład fragmentów protokołu estymacji parametrów transformacji konforemnej stopnia 2 pomiędzy pewnym układem lokalnym a układem „1965” w strefie 4 (może dziwić zbyt duża liczba punktów dostosowania – ponad 3000 - obejmuje ona wszystkie punkty klasy I+II+III położone w obszarze układu lokalnego)

TRANSFORMACJA KONFOREMNA W SYSTEMIE
e)2000, ALGORES_SOFT s.c.

<GEONET>

www.geonet.net.pl

OBIEKT: c:\UNITRANS\Obiekty\ZIEL

STOPIEŃ TRANSFORMACJI: 2

CHARAKTERYSTYKA ZBIORÓW DANYCH:

Liczba punktów zbioru pierwotnego = 3199

Liczba punktów zbioru wtórnego = 3199

Liczba punktów łącznych(wspólnych)= 3199

Rozciągłość obszaru zbioru punktów łącznych:

Xmax-Xmin = 14618.03 m

Ymax-Ymin = 9289.05 m

Rmax = 15378.47 m

Rsr. = 2803.75 m

PARAMETRY TRANSFORMACJI:

s := 6.50217628111719E-0005; {skala normujaca}

Parametry przesunięcia (współrzędne srodków ciężkości):

xs1:= 16589.47405; ys1:= 50077.72686; {układ pierwotny}

xs2:= 5657471.02740; ys2:= 3622799.71780; {układ wtórny}

Współczynniki wielomianu zespolonego i błędy srednie:

$a[0]:= 2.41378578851335E-0004; \{ m= 4.09219704359435E-0003; \Rightarrow 0 \}$
 $b[0]:= -2.54679639755715E-0005; \{ m= 1.27905581416359E-0004; \Rightarrow 0 \}$
 $a[1]:= 1.53747526753172E+0004; \{ m= 1.27905581416359E-0004; \}$
 $b[1]:= 2.47358333454308E+0002; \{ m= 6.96019108303934E-0004; \}$
 $a[2]:= -2.52112917126167E-0002; \{ m= 6.96019108303934E-0004; \}$
 $b[2]:= -1.75022110433900E-0002; \{ m= 2.39795421335016E-0003; \}$

Wzory transformacyjne (wielomian zespolony stopnia n:

$W = c[0] + z*(c[1] + z*(c[2] + z*(c[3] + .. + z*(c[n-1] + z*c[n]).)))$

$c[i] = (a[i], b[i])$ - współczynniki zespolone, $i=0,1,2,..$

$z = (u,v)$ - argument zespolony, $u = (x1-xs1)*s$, $v=(y1-ys1)*s$

$x1,y1$ - współrzędne w układzie pierwotnym, s - skala normująca

$W = (x2-xs2, y2-ys2)$; $x2,y2$ - współrzędne wynikowe }

ODCHYLEKI, BŁĄD ŚREDNI JEDNOSTKOWY I BŁĄD TRANSFORMACJI:

Wykaz odchyłek na punktach łącznych:

Nr punktu dx dy [x,y dane minus x,y obliczone]

431218 -0.0573 0.0511

233603 0.0228 -0.0193

233607 0.0252 -0.0487

233608 0.0293 -0.0393

413204 -0.0382 -0.0388

414250 0.0024 -0.0425

..... itd

4111798 0.0045 0.0020

4111799 -0.0017 -0.0026

4111800 0.0011 0.0038

4111801 0.0008 0.0021

4111802 0.0014 -0.0070

4111803 0.0025 -0.0013

4111804 0.0073 0.0098

4111805 0.0029 -0.0002

4111806 -0.0021 -0.0024

..... itd

4141248 -0.0105 -0.0152

4141249 -0.0013 -0.0039

4141250 0.0009 -0.0063

4141251 -0.0047 -0.0038

4141252 0.0020 -0.0016

4141253 -0.0063 0.0006

4141254 -0.0065 -0.0046

4141255 -0.0024 -0.0052

4141256 -0.0030 -0.0129
 4141257 -0.0037 -0.0148
 4141258 -0.0052 -0.0156
 4141259 -0.0115 -0.0127

..... itd

Sredniokwadratowe odchyłki współrzędnych:

$d_{xs} = 0.0050$ $d_{ys} = 0.0088$

Ilość elementów nadwymiarowych układu $lu = 6392$

Błąd średni jednostkowy (dla współrzędnej) $mo = 0.0072$

Błąd transformacji (dla punktu) $mt = 0.0101$

WYKAZ WSPÓLRZĘDNYCH PO TRANSFORMACJI

Nr punktu	Układ pierwotny		Układ wtórny		mx	my		
	x1	y1	x2	y2				
431218	25352.3400	57372.5500	5666113.8873	3630233.2289	0.0015	0.0015		
233603	21085.5600	49471.8900	5661975.4772	3622266.3793	0.0003	0.0003		
233607	19816.5800	46353.9700	5660757.0348	3619129.0087	0.0003	0.0003		
233608	19826.7500	48021.5500	5660740.3807	3620796.2393	0.0002	0.0002		
233609	19492.5200	50633.5400	5660364.2437	3623402.0513	0.0002	0.0002		
234650	21808.7800	52074.0300	5662656.6252	3624879.3508	0.0004	0.0004		
411104	17138.7800	50595.0800	5658011.8443	3623325.7472	0.0001	0.0001		
411106	16561.5900	50172.8400	5657441.6224	3622894.3533	0.0001	0.0001		

..... itd

41110606	16710.6310	49974.5660	5657593.8067	3622698.5372	0.0001	0.0001		
41110607	16663.6570	49958.4070	5657547.1070	3622681.6276	0.0001	0.0001		
41110608	16663.8710	49957.8020	5657547.3306	3622681.0262	0.0001	0.0001		
41110633	16719.1640	49959.7200	5657602.5758	3622683.8330	0.0001	0.0001		

OBLICZONE POPRAWKI HAUSBRANDTA, WSPÓLRZĘDNE SKORYGOWANE

Nr punktu	dx	dy	x2(skór)	y2(skór)	mp
431218	-0.0573	0.0511	5666113.8300	3630233.2800	0.0021
233603	0.0228	-0.0193	5661975.5000	3622266.3600	0.0004
233607	0.0252	-0.0487	5660757.0600	3619128.9600	0.0005
233608	0.0293	-0.0393	5660740.4100	3620796.2000	0.0004
233609	0.0063	-0.0213	5660364.2500	3623402.0300	0.0003
234650	0.0048	-0.0008	5662656.6300	3624879.3500	0.0006
411104	0.0057	-0.0372	5658011.8500	3623325.7100	0.0002

..... itd

13162901	-0.0051	0.0018	5653502.0600	3622255.0400	0.0004
13162902	-0.0017	0.0021	5653502.6000	3622254.6900	0.0004
13162903	0.0007	-0.0007	5653473.2600	3622214.5900	0.0004
13162904	0.0021	-0.0003	5653473.8000	3622214.2400	0.0004

```

13162905 0.0002 0.0013 5653452.0500 3622186.0300 0.0004
13162906 0.0004 0.0007 5653452.5800 3622185.6700 0.0004
13162933 0.0004 0.0038 5653464.2700 3622189.3700 0.0004
..... itd .....

```

```

34121605 -0.0021 -0.0104 5660687.3500 3625212.9500 0.0004
34121606 0.0000 -0.0141 5660687.8300 3625212.5200 0.0004
34121633 0.0013 -0.0087 5660754.7000 3625258.4600 0.0004
41110404 -0.0020 -0.0009 5658363.5200 3623230.5600 0.0002

```

----- geonet_w----

Przykład pliku par.lok dla układu lokalnego miasta Krakowa:

```

-----
KRAKÓW = nazwa układu
1      = numer strefy układu 1965
4      = stopień wielomianu
5403753.61418 4557547.72030  współrzędne środka w układzie 1965
-30499.58245 291170.64554   "   "   "   lokalnym
0.5E-04      = skala normująca dla transformacji xy65=> xy_lok
-0.00344     0.02510 = (a0 , b0)  parametry
-19988.03650 -787.46628 = (a1 , b1)  wielomianu
-0.16910     0.21915 = (a2 , b2)  zespolonego
. 0.01626    -0.01319 = (a3 , b3)  stopnia n = 4
-0.05485     0.01096
0.5E-04      = skala normująca dla transformacji odwrotnej
-0.00245     0.02521 = (a0 , b0)  parametry
-19980.95793 787.18741 = (a1 , b1)  wielomianu
-0.14201     0.23743 = (a2 , b2)  zespolonego
-0.01398     0.01558 = (a3 , b3)  stopnia n = 4
-0.05160     0.02146 = (a4 , b4)
-----

```

Przykład pliku par.lok dla układu lokalnego miasta Łodzi (układ ŁAM):

```

-----
LÓDŹ = nazwa układu
1     = numer strefy
3     = stopień wielomianu
5595135.1707 4525205.3608 : współrzędne 1965 środka układu
50000.0000 50000.0000 : współrzędne lokalne środka układu
6.0e-5      = skala normująca dla transformacji xy65 => xy_lok.1
0.00000     0.00000 = ( a0 , b0 )      "
16663.47490 -367.83707 = ( a1 , b1 )    "
-0.21675    -0.17077 = ( a2 , b2 )    "
-0.02158    -0.02010 = ( a3 , b3 )    "
6.0e-5      = skala normująca dla transformacji xy_lok => xy65.1

```

0.00000	0.00000 = (a0 , b0)	"
16661.74009	367.79877 = (a1 , b1)	"
0.20495	0.18470 = (a2 , b2)	"
0.01972	0.02192 = (a3 , b3)	"

6. Warunki wykorzystania istniejących już współrzędnych w układzie „2000”

W lokalnych bankach osnów geodezyjnych klasy III lub pomiarowej mogą wystąpić obok współrzędnych w układzie „1965” również współrzędne odnotowane jako reprezentujące układ „2000” lub „1992”. Mogą to być w szczególności:

- wyniki ścisłego wyrównania sieci w układzie „2000” lub „1992”
- wyniki poprawnych procesów transformacyjnych z układu „2000” lub „1992”
- uboczne „produkty” realizacji osnów w ostatnich latach, zwłaszcza z przy wykorzystaniu techniki GPS.

Pragnę zwrócić uwagę na potrzebę poznania genezy i oceny poprawności tych współrzędnych, a w przypadku c) przynajmniej wyrywkowej ich kontroli na drodze transformacyjnej. Mogą się bowiem zdarzyć sytuacje, że są to współrzędne wyznaczone z pewnych przesunięciem, wynikającym np. z tzw. swobodnego wyrównania sieci GPS i przeliczenia bez wymaganych warunków nawiązań.

Podstawą do kontroli poprawności współrzędnych „2000” powinny być współrzędne w układzie „1965”.

Wybierając wyrywkowo podzbiór punktów dokonujemy przekształcenia, które stosowano analogicznie do kontroli poprawności punktów klasy I+II, nie zapominając o użyciu korekty globalnej dla danej strefy układu „1965”:

$$\text{xy1965(katalogowe)} \xrightarrow{\text{z korektą globalną}} \text{xy2000}$$

Wynikowe wartości porównujemy z istniejącymi współrzędnymi xy2000. Jeśli różnice nie są znaczące w stosunku do poziomu błędności zastosowanej korekty globalnej (średniokwadratowo powinny być rzędu wielkości 0.03 – 0.04m), a ich średnie wartości mieszczą się w przedziale <-0.02, +0.02> można przyjąć, że istniejące współrzędne są poprawne. W przeciwnym razie, zalecone jest albo zweryfikowanie i ewentualne skorygowanie obliczeń tych współrzędnych, albo wykorzystanie tylko współrzędnych w układzie „1965” i ich poprawne transformowanie do układu „2000”.

7. Zadanie transformacji odwrotnych xy2000 => xy65 związane kontrolą wewnętrzną lub aktualizacją egzystujących baz danych w układzie „1965”

Zagadnienia transformacji odwrotnych w stosunku do wcześniej omawianych są nieodłącznym elementem wszystkich, stosowanych w praktyce narzędzi programistycznych. Dotyczą one w szczególności samej problematyki korekt globalnych i lokalnych (z wykorzystaniem transformacji HELMERTA i poprawek Hausbrandta). Przekształcenie odwrotne jest realizowane praktycznie według schematu

xy2000 =====> xy1965 (empiryczne) =====> xy1965
(skorygowane)

przeoszt. matemat.
z odwrotną korektą
globalną

korekta lokalna
wg p. dostosowania

Harmonogram prac
realizowanych w Powiecie Chrzanowskim w ramach UMOWY Nr z dnia

Teryt i nazwa jednostki ewidencyjnej	Czynności	Termin lub okres realizacji

Z-CA DYREKTORA
Powiatowego Ośrodka Dokumentacji
Geodezyjnej i Kartograficznej
Alicja Stanisławczyk