



Konferencja Komisji Geodezji Satelitarnej Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie Kraków,
24-27 września 2013 r.

Roman J. Kadaj

**Skutki metryczne wprowadzenia układu PL-ETRF2000,
w tym dotyczące kalibracji modeli quasi-geoidy**

Synteza

- **Zbiory danych definiujące transformację konforemną 3D PL-ETRF89 \leftrightarrow PL-ETRF2000. Wyrównanie (2012) dawnej sieci I klasy w układzie PL-ETRF2000**
- **Estymowane parametry i dokładności. Przekształcona formuła *Bursy-Wolfa***
- **Transformacje empiryczne oparte na siatce interpolacyjnej.**
- **Kalibracja modelu quasigeoidy EGM08 do układu PL-ETRF2000 w oparciu o wyniki kampanii pomiarowej (2008-2011) i wysokości PL-KRON86 (model „GEOIDPOL_2008CN”)**

PL-ETRF89
realizacje:

EUREF-POL (11)

EUVN (62)

POLREF (339)
(XYZ)

d. I klasa (6415)
(B, L)
wyrównanie
w układzie
PL-ETRF89
(rok 1996)

Osnowy niższych
klas + mapy

PL-ETRF2000
realizacje

STACJE
ASG-EUPOS (101)
w tym stacje EPN+
EXCENTRY (110)

EUREF-POL (8)

EUVN (42)

POLREF (330)
(XYZ)

I klasa (XYZ) (31)

d. I klasa (6415)
(B, L)
wyrównanie
w układzie
PL-ETRF2000
(rok 2012)

TRANS 3D

+

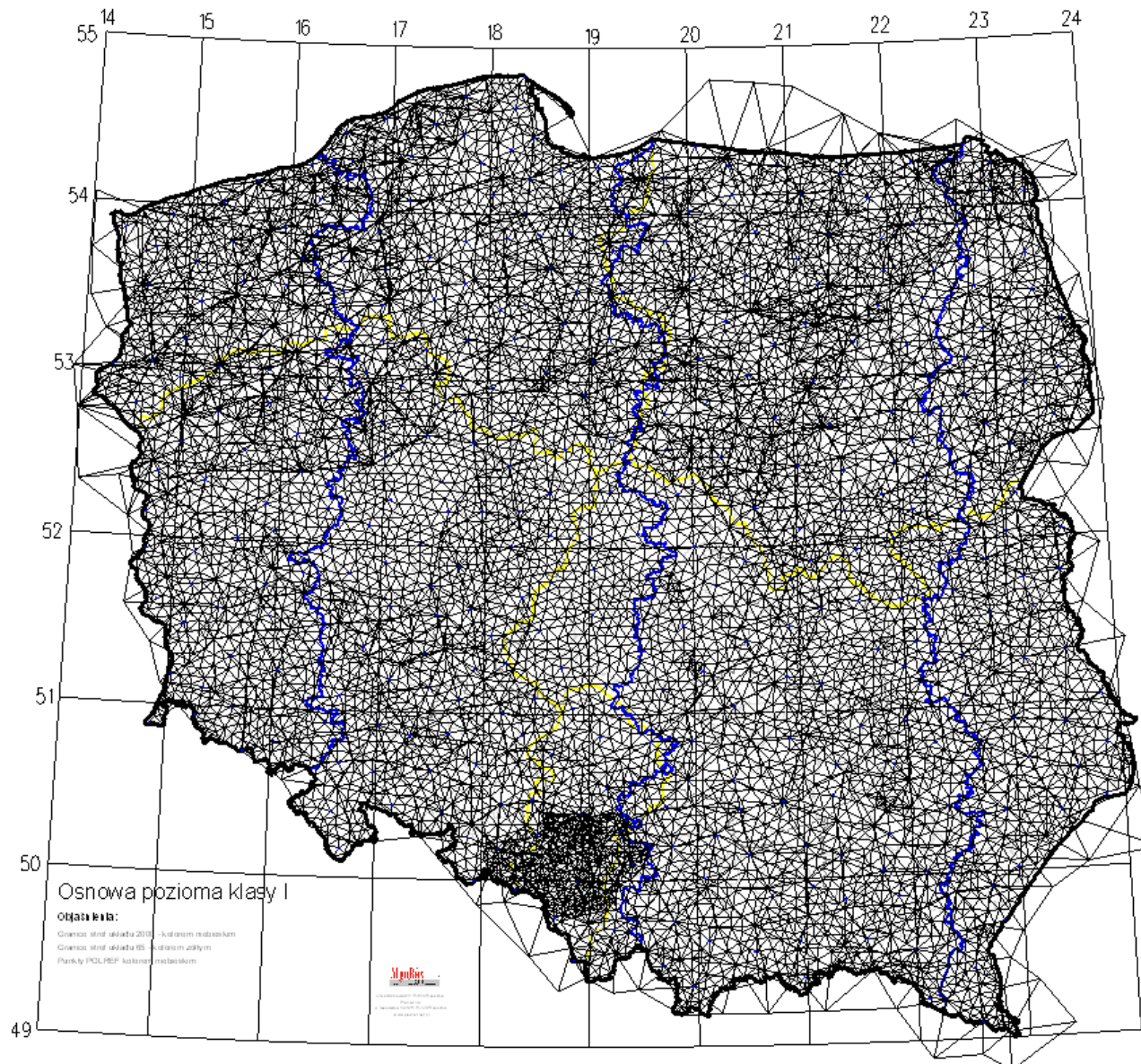
dla transf.
empirycznej

**PL-ETRF89 i PL-ETRF2000
REALIZACJE**

PL-ETRF89:
EUREF-POL+POLREF+ EUVN
WSPÓŁRZĘDNE KATALOGOWE
POMIAR W LATACH 90-tych
(np.: *Zieliński i in., 1997*)

PL-ETRF2000:
ASG-EUPOS+
EUREF-POL+POLREF+EUVN
WYNIKI KAMPANII
POMIAROWEJ 2008 – 2011
(*Liwoś i in., 2011 (WUT) (*)*;
Jaworski i in., 2011 (CBK);
Bosy, 2011; Figurski, 2011;
Ryczywolski, 2012 (GUGIK));
(*) – rozwiązanie aplikowane
od 1 lipca 2013 r w ASG-EUPOS

**Dawna osnowa I klasy (sieć astronomiczno-geodezyjna + triangulacja wypełniająca)
- wyrównanie w układzie PL-ETRF2000 na elipsoidzie GRS80**



**d. osnowa I klasy
(6415 punktów + 362 naw.)**

**I wyrównanie w r. 1996
na elipsoidzie GRS80
w układzie EUREF'89**
[program **GEONET_H96**,
na komputerze
PENTIUM 133; czas obliczeń
ok. 1h] [[Kadaj, 1996](#)];

Niezależne opracowanie sieci
w układzie PL-1992 programem
SIEC-POZ: [[Kozakiewicz, 1996](#)].

Wszystkie prace wykonane pod
kierunkiem **S. Gelo** (GUGIK)

**II wyrównanie w r. 2012
na elipsoidzie GRS80
w układzie PL-ETRF2000**
[program **GEONET_2006**,
PC; czas obliczeń ok. 11 min.]
[[Kadaj i Świętoń, 2012](#);
warunki techniczne: **Graszka W.,
Kałun E.** (GUGIK)]

Parametry sieci I klasy wyrównanej na elipsoidzie GRS-80 w układzie PL-ETRF2000; porównanie dokładnościowe z wyrównaniem w roku 1996 w układzie PL-ETRF89

PARAMETRY CAŁKOWITOLICZBOWE SIECI

Liczba wszystkich punktów sieci	lp =	6877
Liczba stałych punktów nawiazania	ls =	362
Liczba punktów wyznaczanych	lr =	6515
Liczba obserwacji kątowych	lka =	45537
Liczba stacji obserwacji kierunkowych	lst =	970
Liczba obserwacji kierunkowych	lki =	4302
Liczba długości klasycznych	ldk =	1002
Liczba niewiadomych współrzędnych	n =	13030
Łączna Liczba obserwacji	m =	49871
Nadwymiarowość układu obserwacyjnego	m-n =	36841
Globalny wskaźnik niezawodności		
$z = (m-n)/m = 0.7387$	$z\% = 73.9\%$	
Pojemność pół-pasma macierzy normalnej		= 12933405

Błąd średni jednostkowy (niemian.)

mo =	1.013	1.014
	[PL-ETRF2000]	[PL-ETRF89]

Estymaty cząstkowe mo:

Długości	0.96	0.96
Kąty	1.00	1.01
Kierunki	1.17	1.04

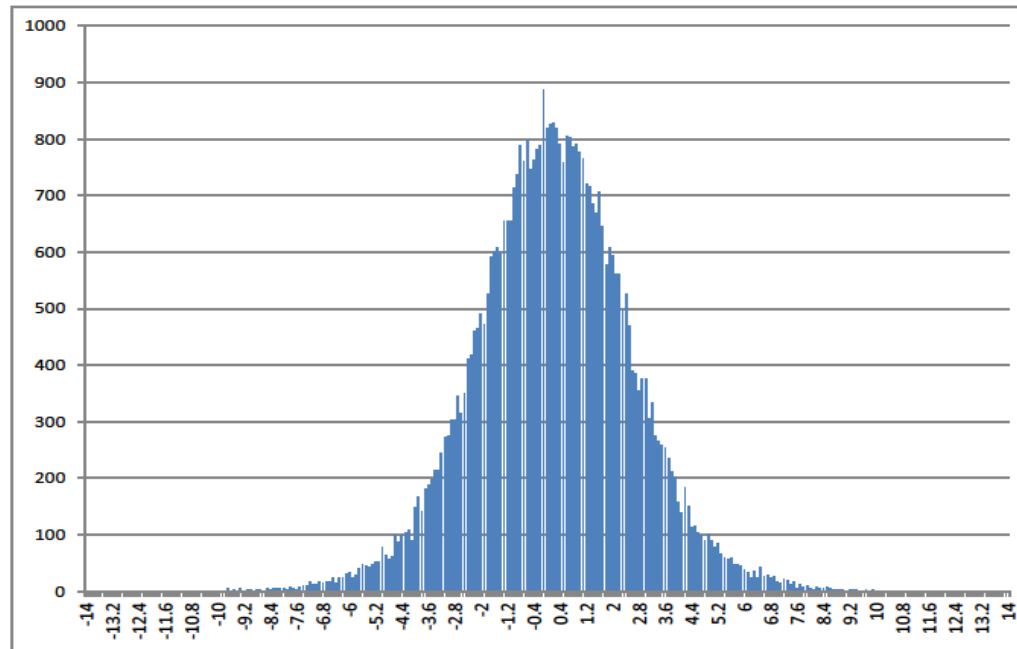
Statystyka błędów położenia punktów sieci

Nazwa parametru	PL-ETRF2000 (2012r.)	PL-ETRF89 (1996 r.)
Dla punktów w obszarze Polski:		
Liczba punktów	6805	6805
mP(max)	0.081	0.082
mP(średnia)	0.019	0.019
mP(średniokwadratowa)	0.020	0.020
Dla punktów zagranicznych:		
Liczba punktów	72	72
mP(max)	0.156	0.155
mP(srednia)	0.072	0.072
mP(sredniokwadratowa)	0.077	0.077

Analiza dokładności sieci I klasy - statystyka poprawek obserwacyjnych

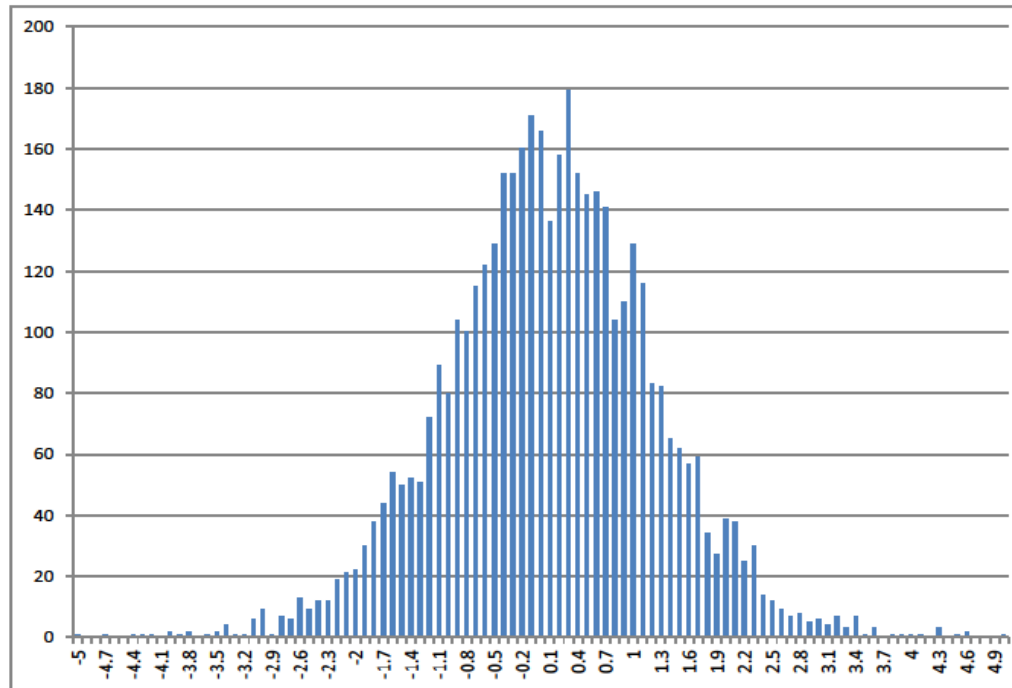
Parametr	PL-ETR2000	PL-ETRF89 (wyrównanie 1996)
Dla obs. kierunkowych		
Liczba poprawek	4302	4302
Najmniejsza	-5.00	-5.00
Największa	5.00	4.90
Średnia	-0.00	0.00
Przeciętna bezwzględna	0.89	0.89
Średniokwadratowa	1.15	1.15 [cc]
Dla obs. kątowych		
Liczba poprawek	45537	45537
Najmniejsza	-13.60	-13.60
Największa	12.00	12.00
Średnia	0.09	0.09
Przeciętna bezwzględna	1.84	1.84
Średniokwadratowa	2.36	2.36 [cc]
Dla długości baz		
Liczba poprawek	1002	1002
najmniejsza	-0.0488	-0.0459
największa	0.0511	0.0548
Średnia	-0.0005	0.0001
Przeciętna bezwzględna	0.0074	0.0074
Średniokwadratowa	0.0099	0.0099 [m]

Analiza dokładności sieci I klasy c.d. - histogram poprawek kątowych



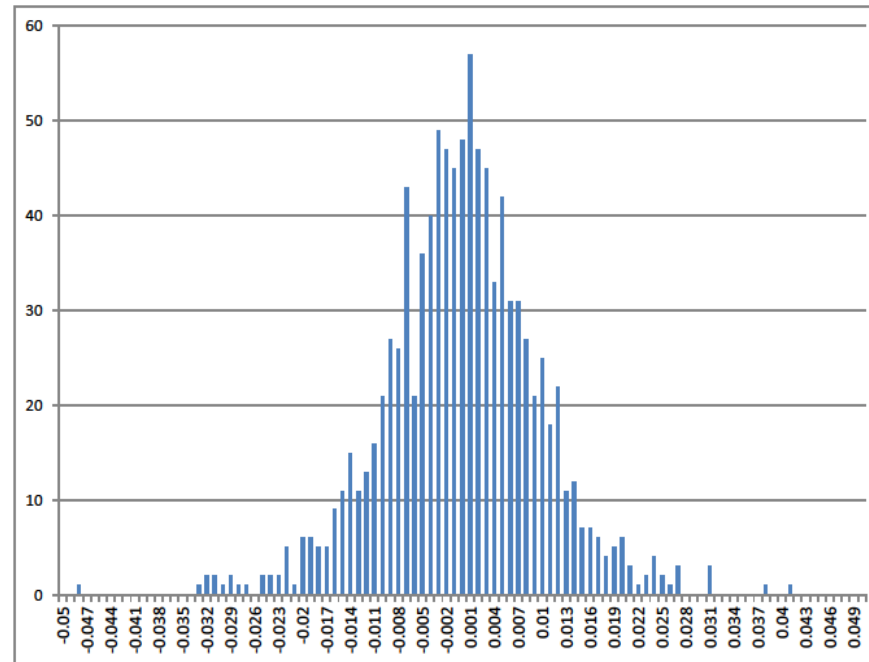
Rozkład liczebności 45537 poprawek kątowych w klasach co 0.8 [cc]

Analiza dokładności sieci I klasy - histogram do obserwacji kierunkowych



Rozkład liczebności 4302 poprawek kierunków w klasach co 0.3[cc].

Analiza dokładności sieci I klasy - histogram poprawek do długości



**Rozkład liczebności 1002 poprawek długości w klasach co 0.003 m
(oś pozioma mierzy wielkości poprawek, osi pionowa – liczebności w klasach)**

TRANS PL-ETRF89 ⇒ PL-ETRF2000/ep2011.0
(stary) (nowy)

330 punktów dostosowania
sieci POLREF

```
procedure xyz89_xyz2000 (var x1, y1, z1, x2, y2, z2: extended);
var DX,DY,DZ,XS1,YS1,ZS1: extended;
begin
  //środek ciężkości w układzie pierwotnym:
  XS1:= 3696570.6591; YS1:= 1297521.5905; ZS1:= 5011111.1273;
  //różnice w układzie pierwotnym:
  DX := X1-XS1; DY:= Y1-YS1; DZ:= Z1-ZS1;
  //FORMUŁA RÓŻNICOWA TRANSFORMACJI 7-parametrowej:
  X2 := X1 + (-0.0322)+(-0.00000005102)*DX+(-0.00000000746)*DY+( 0.00000004804)*DZ;
  Y2 := Y1 + (-0.0347)+( 0.00000000746)*DX+(-0.00000005102)*DY+( 0.00000006152)*DZ;
  Z2 := Z1 + (-0.0507)+(-0.00000004804)*DX+(-0.00000006152)*DY+(-0.00000005102)*DZ;
  // zmiana skali wynosi dm = - 0.051 mm /km
end; [podobna zmiana skali (0.05 mm/km) w: Jaworski, 2011]
```

FORMUŁA DLA TRANSFORMACJI GLOBALNYCH (*Bursy-Wolfa*):

$$\begin{aligned} X2 &= X1 + (-0.0747)+(-0.00000005102)*X1+(-0.00000000746)*Y1+(0.00000004804)*Z1 \\ Y2 &= Y1 + (-0.3044)+(0.00000000746)*X1+(-0.00000005102)*Y1+(0.00000006152)*Z1 \\ Z2 &= Z1 + (0.4624)+(-0.00000004804)*X1+(-0.00000006152)*Y1+(-0.00000005102)*Z1 \end{aligned}$$

TRANS PL-ETRF2000/ep2011 ⇒ PL-ETRF89
(nowy) (stary)

```
procedure xyz2000_xyz89(var x1,y1,z1,x2,y2,z2: extended);
var DX,DY,DZ,XS1,YS1,ZS1: extended;
begin
  //środek ciężkości w układzie pierwotnym
  XS1:= 3696570.6268; YS1:= 1297521.5559; ZS1:= 5011111.0767;
  //różnice w układzie pierwotnym
  DX := X1-XS1; DY := Y1-YS1; DZ := Z1-ZS1;
  // FORMUŁA RÓŻNICOWA TRANSFORMACJI 7- parametrowej
  X2 := X1 + ( 0.0322)+( 0.00000005102)*DX+( 0.00000000746)*DY+(-0.00000004804)*DZ;
  Y2 := Y1 + ( 0.0347)+(-0.00000000746)*DX+( 0.00000005102)*DY+(-0.00000006152)*DZ;
  Z2 := Z1 + ( 0.0507)+( 0.00000004804)*DX+( 0.00000006152)*DY+( 0.00000005102)*DZ;
  // zmiana skali wynosi dm = + 0.051 mm / km
end;
```

TRANSFORMACJA 3D
7-parametrowa
(metoda
„teoretyczna”)

Analiza odchyłek:

Średniokwadratowe:

sX	sY	sZ
0.011	0.008	0.013

Wypadkowa
0.019 m

Rozkład wartości
wypadkowych:

Przedział I. punktów

< 0 - 1 cm >	106
(1 - 2 cm >	140
(2 - 3 cm >	56
(3 - 4 cm >	19
(4 - 5 cm >	3
(5 - 6 cm >	5
6,6 cm	1

Bardziej optymistyczne
oszacowania
dokładności sieci
POLREF w stanie
pierwotnym (lata 90-te)
(1cm - 1.5 cm w wys.)
w [Zieliński i in. 1997]

UKŁAD PL-1992

(1) – PL-ETRF89 (2) – PL-ETRF2000

$$x_{92}(2) = x_{92}(1) + dx$$

$$y_{92}(2) = y_{92}(1) + dy$$

$$dx = (0.0017) + (-0.00000004052)*p + (- 0.00000001992)*q$$

$$dy = (- 0.0218) + (0.00000001992)*p + (- 0.00000004052)*q$$

$$p = x_{92}-478097, \quad q = y_{92}-523344 \text{ [m]}$$

„średni” wektor przesunięcia to (0.001m, - 0.022 m)

$$dx: < -0.044\text{m}, 0.029\text{m} >$$

$$dy: < -0.051\text{m}, 0.020\text{m} >$$

WYSOKOŚCI ELIPSOIDALNE

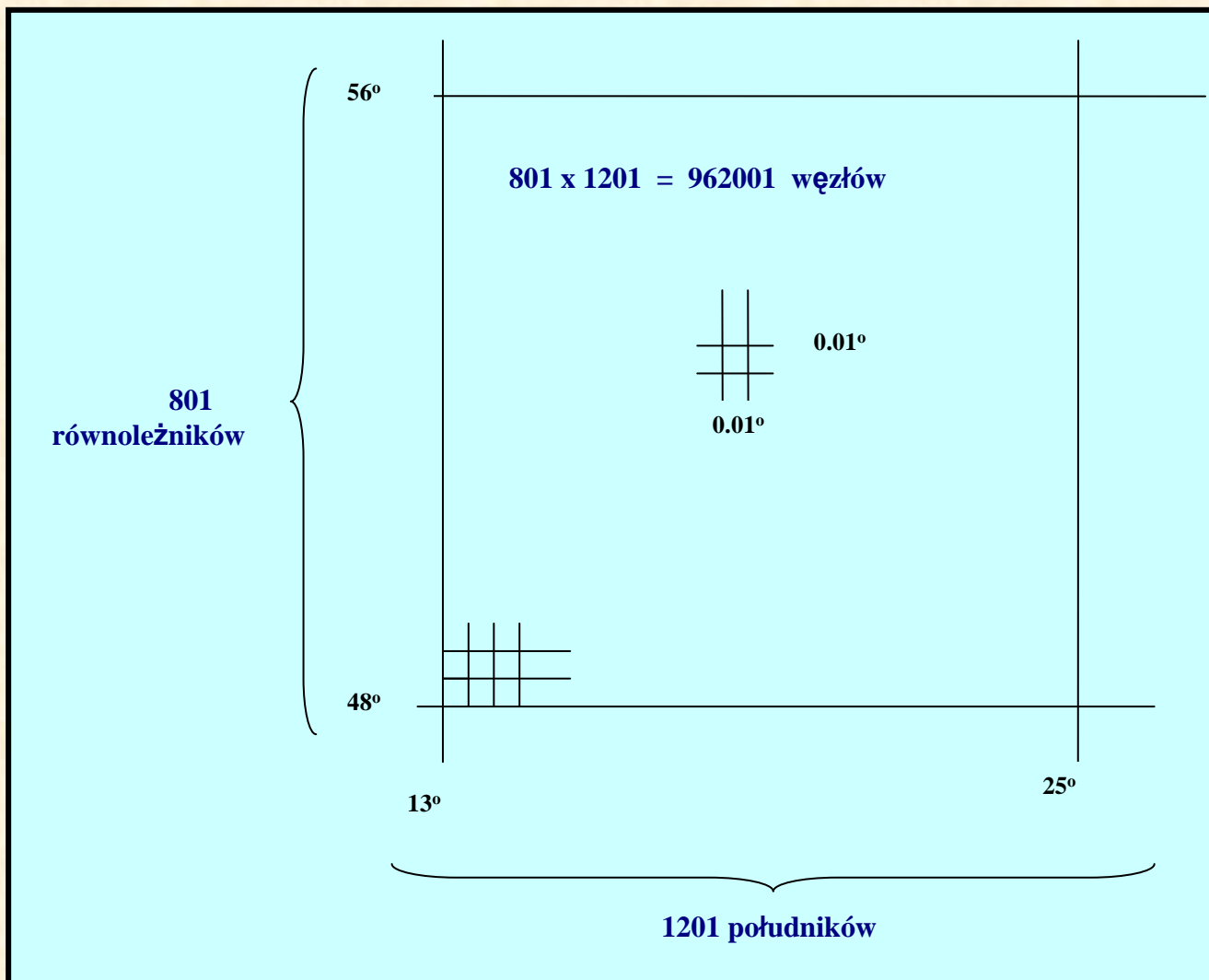
$$Hel(2) = Hel(1) + dH$$

$$dH = (- 0.0661) + (0.00000006575)*p + (- 0.00000004170)*q$$

(p, q oznaczone jak powyżej w układzie PL-1992 w zaokrągleniu do metra)

$$dH: < -0.128\text{m}, -0.005\text{m} >$$

Zakres i rozdzielczość siatek bazowych dla zadań transformacji empirycznych PL-ETRF89 \leftrightarrow PL-ETRF2000, a także dla numerycznego modelu quasigeoidy



Fragment numerycznego modelu siatki trójwymiarowej dla transformacji empirycznej
 PL-ETRF89 ⇔ PL-ETRF2000

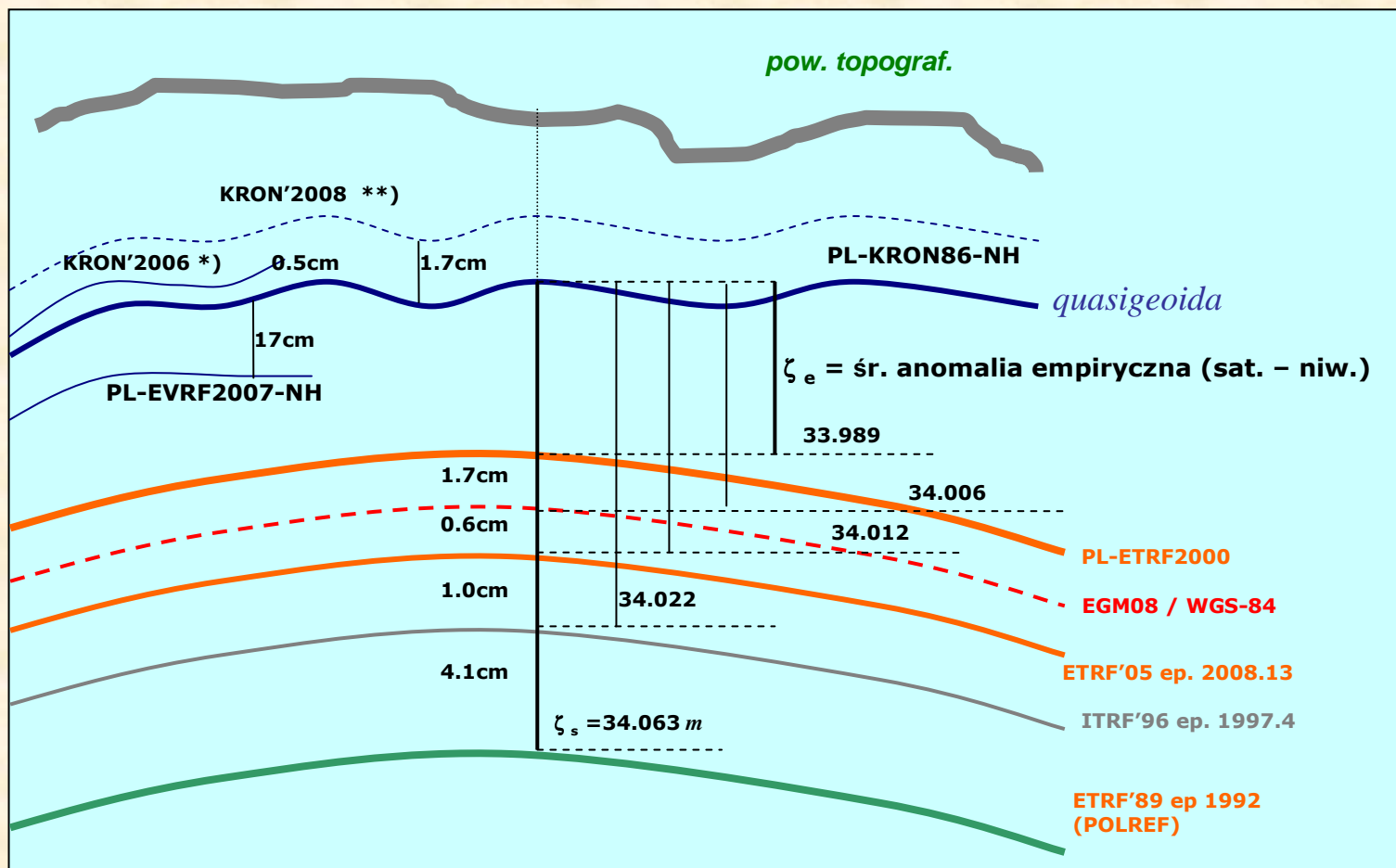
ETRF89 => ETRF2000				
B	L	dB	dL	dH
[°]	[°]	[°]	[°]	[m]
1	2	3	4	5
49.00	14.00	0.000000216	-0.000000213	-0.0837
49.00	14.01	0.000000216	-0.000000215	-0.0837
49.00	14.02	0.000000216	-0.000000215	-0.0838
.....				
52.50	14.98	0.000000016	-0.000000191	-0.0602
52.50	14.99	0.000000017	-0.000000189	-0.0596
52.50	15.00	0.000000018	-0.000000191	-0.0591
.....				
55.00	24.18	-0.000000131	-0.000000503	-0.0496
55.00	24.19	-0.000000132	-0.000000504	-0.0495
55.00	24.20	-0.000000131	-0.000000504	-0.0496

$$B_{\text{PL-ETRF2000}} = B_{\text{PL-ETRF89}} + dB \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$L_{\text{PL-ETRF2000}} = L_{\text{PL-ETRF89}} + dL \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$H_{\text{PL-ETRF2000}} = H_{\text{PL-ETRF89}} + dH \text{ [m]}$$

RÓŻNE UKŁADY ODNIESIENIA A MODELOWANIE QUASIGEOIDY



*) KRON'2006 (Gajderowicz, 2005) ;

***) w układzie ETRF2000 odpowiada anomalii wysokości EGM08 ($W_0=U_0$)
(teoria np. w: Barlik i Pachuta, 2007; Łyszkowicz, 2012)

Różne metody wpasowania quasigeoidy w osnowy sat. – niwelacyjne (modelowanie trendu t jako efektu systematycznego i sygnału s jako losowego zaburzenia lokalnego):
Łyszkowicz, 2000, 2009, 2012; Osada i Owczarek, 2005; Kryński, 2007; Pażus i in. , 2002;
Kadaj, 2001, 2012a,b

Modelowanie quasigeoidy oparte na przybliżonym rozwiązaniu Mołodeńskiego (Osada i Owczarek, 2005; Osada i in. 2005)

$$\zeta = \zeta_{\text{GGM}} + \zeta_{\delta g} + \zeta_{\text{H}} + t + s + n = \zeta_{\text{GRAV}} + t + s + n$$

- ζ_{GGM} – składowa globalnego modelu geopotencjału ;
- $\zeta_{\delta g}$ – składowa anomalii wysokości całkowana z rezydualnych anomalii wolnopowietrznych $\delta g = \Delta g(\text{obs}) - \Delta g_{\text{GGM}}$ (model);
- ζ_{H} – składowa zależna od rozkładu wysokości i anomalii wolnopowietrznych liczona według wzoru *Brovara* (występuje w funkcji parametru G1 rozwiązania *Mołodeńskiego*);
- t – składnik trendu np. w postaci wielomianu 4-stopnia jako funkcji 15 – parametrowej wpasowującej model w niwelacyjny układ odniesienia (*Osada i Owczarek, 2005*);
- s – sygnał losowy modelowany założoną macierzą kowariancyjną;
- n – szum losowy.

Analogiczne modelowanie geoidy

$$N = N_{\text{GGM}} + N_{\Delta g(\text{res})} + N_{\text{H}} + t + s + n \quad (\text{idea: } \textit{Schwarz i in., 1987})$$

$$\Delta g = \Delta g_{\text{GGM}} + \Delta g_{\text{res}} + \Delta g_{\text{H}} \quad (\text{składniki anomalii } \textit{Faye'a})$$

N_{GGM} – z globalnego modelu geopotencjału (efekt „długofalowy”)

$N_{\Delta g(\text{res})}$ – z wzoru *Stokesa* z użyciem residualnych anomalii Δg_{res} (efekt „średniofalowy”)

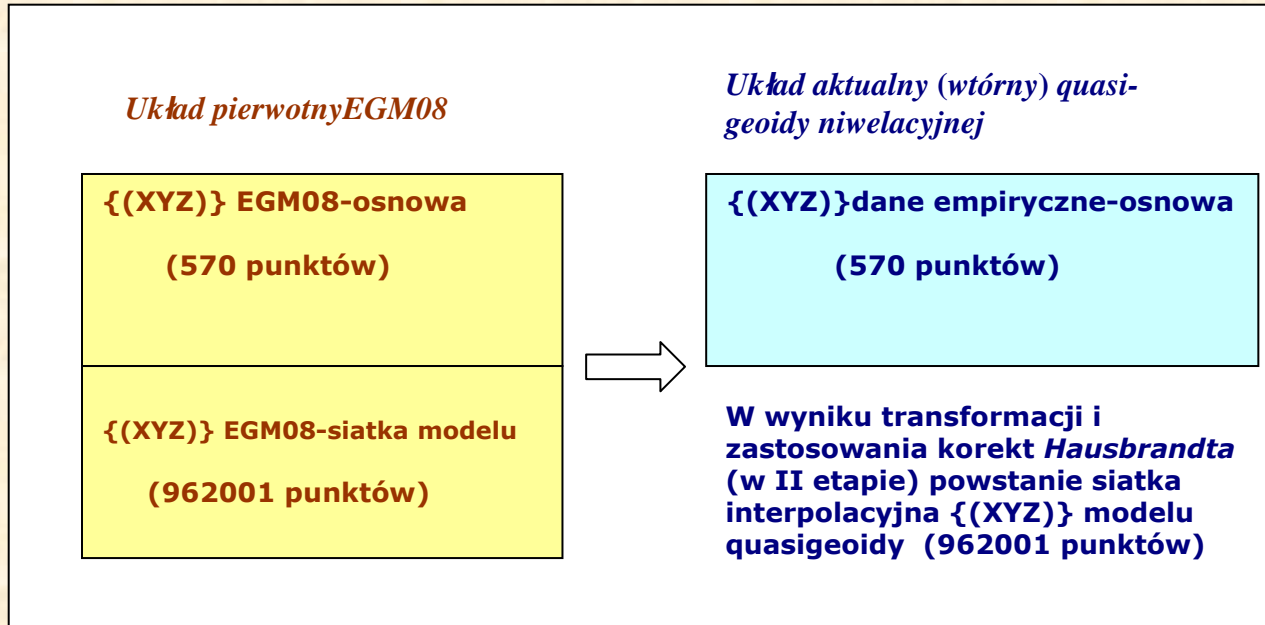
N_{H} – efekt pośredni wpływu topografii z DTM („krótkofalowy”)

Przekształcenia pomiędzy undulacjami geoidy (N) i anomaliami wysokości quasigeoidy (ζ) za pośrednictwem anomalii *Bouguera*.

Aplikacje do polskiej quasigeoidy opisane np.: w *Kryński, 2007*; *Łyszkowicz, 2012*:

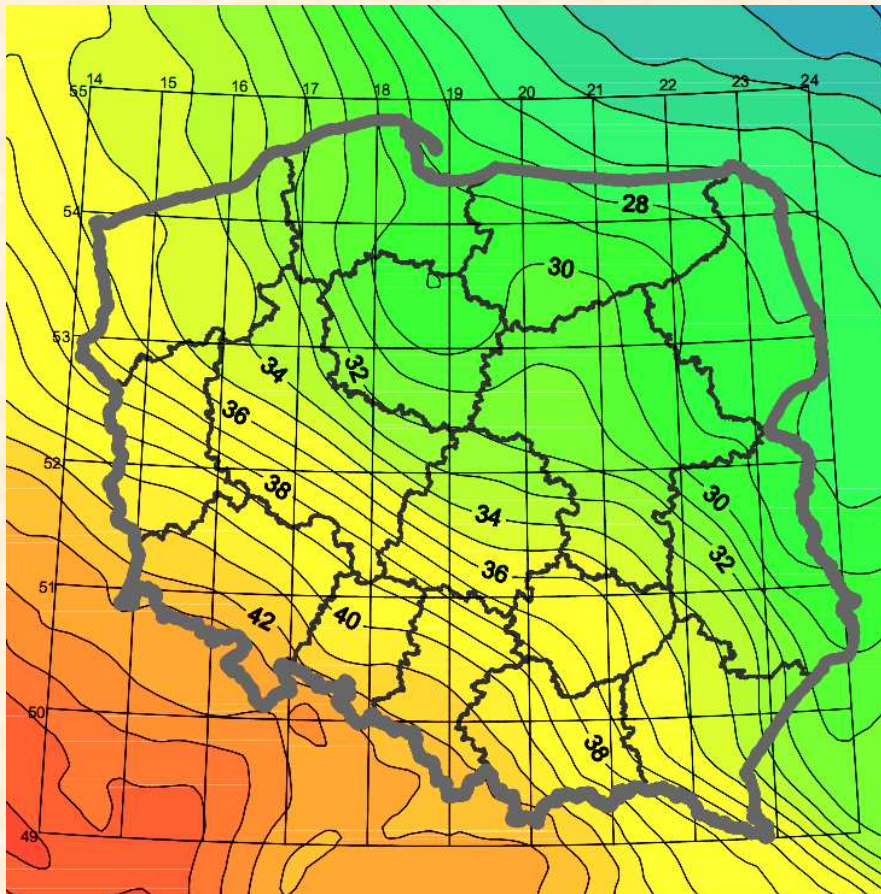
Dla modelu globalnego EGM08 ($n, m = 2190$) (*Pavlis i in, 2008*), w przeciwieństwie do modelu EGM96 ($n, m = 360$), efekty średnio i krótkofalowe w istotnym zakresie opisują wyższego stopnia i rzędu harmoniki geopotencjału, co pozwala ograniczyć się do modelowania trendu (t) i sygnału (s).
Czynimy to w oparciu o zbiór anomalii wysokości ζ dla wybranych punktów sieci satelitarno-niwelacyjnej, stosując dla trendu t - metodę transformacji 3D, a dla sygnału s – rozszerzoną formułę Hausbrandta.

SCHEMAT TRANSFORMACJI 3D (I etap kalibracji modelu EGM08)



Punkty satelitarno-niwelacyjne do kalibracji quasigeoidy:
101 stacji ASG_EUPOS
110 ekscentrów stacji ASG-EUPOS
359 punktów sieci EUVN, EUREF-POL, POLREF
(w sumie 570 punktów)

Kalibracja modelu EGM08 na zbiorze empirycznych anomalii wysokości (dla punktów geodezyjnych)
- model „GEOIDPOL-2008CN”



Izolinie anomalii wysokości [m]

Sieć odniesienia (satelitarno-niwelacyjna) do kalibracji quasigeoidy: **570** punktów w tym:
101 stacji ASG_EUPOS + 110 ekscentrów +
+ 359 punktów sieci EUVN, EUREF-POL, POLREF

Algorytm kalibracji quasigeoidy:

I. Wygenerowanie z modelu EGM08

anomalii wysokości ζ dla

- siatki geograficznej o „oczku” 0.01° w zakresie: B: 48° - 56° , L: 13° – 25° (962001pkt)
- punktów satelitarno - niwelacyjnych oraz przeliczenie:

$$(BL \zeta)_{EGM08} \Rightarrow (XYZ)_{EGM08} \text{ (grid + osnowa)}$$

II. Utworzenie zbioru empirycznych anomalii wysokości dla punktów sieci satelitarno-niwel.:

$$\zeta = H(\text{PL-ETRF2000}) - H_n(\text{PL-KRON86})$$

oraz przeliczenie:

$$(BL \zeta)_{\text{PL-ETRF2000}} \Rightarrow (XYZ)_{\text{PL-ETRF2000}} \text{ (osnowa)}$$

III. 3D – TRANS z korektami *Hausbrandta*:

$$(XYZ)_{EGM08} \text{ (grid+osnowa)}$$

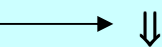
$$(XYZ)_{\text{PL-ETRF2000}} \text{ (osnowa)}$$



$$(XYZ)_{\text{ETRF'00}} \text{ (grid)}$$

IV. Przekształcenie finalne:

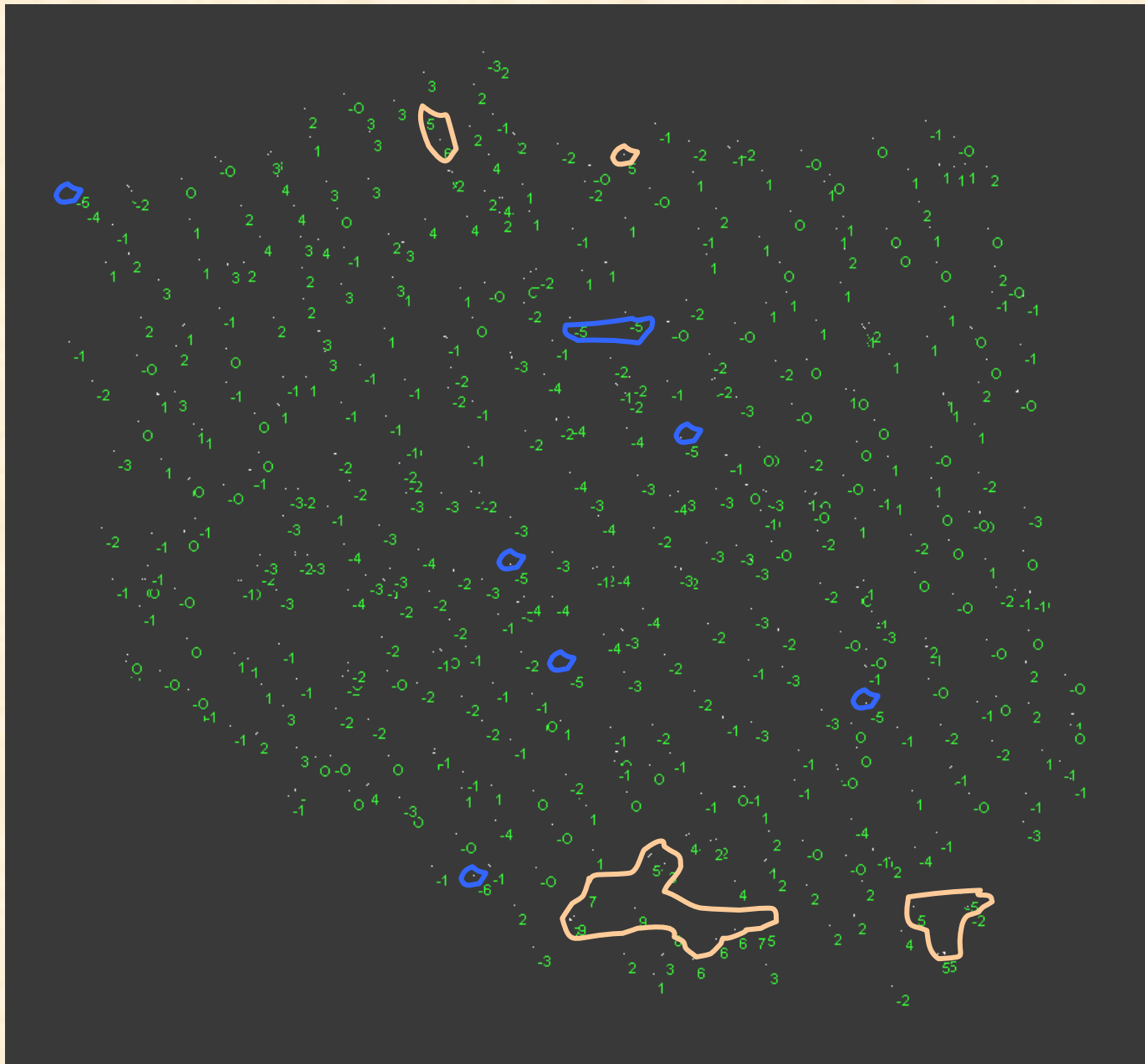
Model GEOIDPOL_2008CN:



$$(BL \zeta)_{\text{ETRF'00}} \text{ (grid)}$$



Wyniki I etapu kalibracji quasigeoidy EGM08: trans 3D do układu PL-ETRF2000



I ETAP:

Odchylenie średnio-
kwadratowe w 3D:

sX	sY	sZ
1.4	0.5	1.8 [cm]

Residua $d\zeta$ anomalii:

$d\zeta_{\min}$	=	- 5.9 cm
$d\zeta_{\max}$	=	8.7 cm
średnia	=	0.0 cm
śr. mod.	=	1.8 cm
RMS	=	2.3 cm

[podobne miary dla
360 punktów satelitarno
- niwelacyjnych
w układzie EUREF-89,
4-parametrowym
modelem wpasowania
EGM08 otrzymał
Łyszkowicz, 2009 –
str. 129, tab. 8, model 3]

II ETAP:

Redystrybucja odchyłek
rozszerzoną metodą
Hausbrandta -
model podlega
„uelastycznieniu”
i wpasowaniu na punkty
geodezyjne

— (+) — (-)

Badanie stabilności i wewnętrznej dokładności modelu quasigeoidy GEOIDPOL-2008CN

[generalną zasadę badania stabilności modelu quasigeoidy, polegającą na odrzuceniu pewnej liczby losowo wybranych punktów niwelacyjnych i sprawdzeniu odchyłek na tych punktach przy użyciu modelu uproszczonego, zastosował: *W. Osada w roku 2001*]

Odrzucono stacje ASG-EUPOS 101 / 570 (ok. 20% punktów)

Średnia odchyłka $SUM(d\zeta)/n = -0.001$ Przedział odchyłek: od -0.008 do 0.006
Przeciętna mod. $SUM(|d\zeta|)/n = 0.002$
Średniokwadratowa $s = 0.003$ (w zbiorze danych pozostały ekscentry stacji !)

Odrzucono sieć EUREF-POL+POLREF 317 / 570 (ok. 56% punktów)

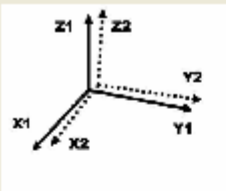
Średnia odchyłka $SUM(d\zeta)/n = 0.006$ Przedział odchyłek: od -0.054 do 0.066
Przeciętna mod. $SUM(|d\zeta|)/n = 0.013$
Średniokwadratowa $s = 0.017$

Odrzucono sieć EUVN 42 / 570 (ok. 7% punktów)

Średnia odchyłka $SUM(d\zeta)/n = 0.002$ Przedział odchyłek: od -0.032 do 0.035
Przeciętna mod. $SUM(|d\zeta|)/n = 0.011$
Średniokwadratowa $s = 0.014$

Szacowany błąd standardowy modelu w układzie PL-ETRF2000: 1.5 cm

TRANS_ETRF_PL v. 2.0 (12. sierpnia 2013) (c) ALGORES-SOFT www.geonet.net.pl



TRANS_ETRF_PL

PROGRAM TRANSFORMACJI WSPÓLRZĘDNYCH GEOCENTRYCZNYCH XYZ
POMIĘDZY UKŁADAMI ODNIESIENIA: PL-ETRF89 i PL-ETRF2000
ZREALIZOWANYMI W POLSCE PRZEZ OSNOWY PODSTAWOWE I STACJE ASG-EUPOS

INFO

precyzja zapisu wyników

dodatkowe wykazy wynikowe

ZBIÓR WEJŚCIOWY

XYZ_1989
[PL-ETRF89 (POLREF i osnowy nawiązane)]

XYZ_2000
[PL-ETRF2000 (ASG-EUPOS)]

ZBIÓR WYNIKOWY

XYZ_1989.1
[PL-ETRF89 (POLREF i osnowy nawiązane)]

XYZ_2000.1
[PL-ETRF2000 (ASG-EUPOS)]

Folder roboczy = c:\0_0_0_PORZADEK\000__N_TRANS_ETRF\TRANS_ETRF_2\PROGRAM

GEOIDPOL_2008CN - program (wersja 3.1) (c) ALGORES SOFT www.geonet.net.pl

QUASI-GEOIDA GEOIDPOL_2008CN

oparta na modelu globalnym EGM2008
http://earth-info.nga.mil/GandG/wsgb4/gravitymod/egm2008/egm08_wsg84.html
 i polskich osnowach satelitarno - niwelacyjnych stacje ASG-EUPOS + EUVN + POLREF

INFO

UKŁAD ODNIESIENIA WYSOKOŚCI NORMALNYCH: Kronstadt '86
 OKREŚL UKŁAD ODNIESIENIA DLA WYSOKOŚCI ELIPSOIDALNYCH:

PL-ETRF89 [EUVN + EUREF-POL + POLREF] ← wybór układu odniesienia dla wysokości elipsoidalnych
 PL-ETRF2000 epoka 2011.00 [ASG-EUPOS - aktualny]

DANE:		WYNIKI:
<input checked="" type="checkbox"/> BL	=> Obliczenie odstępów quasi-geoidy od elipsoidy N =>	BLN
<input checked="" type="checkbox"/> BLH_e	H elipsoidalne => H normalne [Kronstadt '86]	BLH_n.1
<input checked="" type="checkbox"/> BLH_n	H normalne [Kronstadt '86] => H elipsoidalne	BLH_e.1
<input checked="" type="checkbox"/> DELTAH_gps	różnice wysokości elipsoidalnych => różnice wysokości normalnych (niwelacja satelitarna)	DELTAH1
<input type="checkbox"/> BLH_grs		

OBLICZAJ Wyjście =>

Folder roboczy = c:\0_0_PORZADEK\GEOIDY_MODELE_CA\GEOIDPOL_2008CN

Okno programu GEOIDPOL_2008CN
 wybór układu odniesienia dla wysokości elipsoidalnych
 obliczenie anomalii wysokości
 przeliczenie wysokości elipsoidalnych na normalne
 przeliczenie wysokości normalnych na elipsoidalne
 przeliczenie różnic wysokości elipsoidalnych na odpowiadające różnice wysokości normalnych (zadanie niwelacji satelitarnej)

Program (wraz z plikiem binarnym geoidpol_2008CN.bin) dostępny na stronie www.geonet.net.pl

PUBLIKACJE

- Bosy J. (2011):** *Wyniki weryfikacji wyników integracji podstawowej osnowy geodezyjnej na obszarze kraju ze stacjami referencyjnymi systemu ASG-EUPOS.* Wrocław, 30 listopada 2011r. Raport dla GUGiK-Warszawa.
- Barlik M., Pachuta A. (2007):** *Geodezja fizyczna i grawimetria geodezyjna.* Oficyna Wyd. PW. Warszawa.
- Gajderowicz I. (2005):** *Wykonanie wyrównania osnowy wysokościowej I klasy i przygotowanie danych niwelacyjnych dla podkomisji EUREF.* Raport dla GUGiK.
- Hirt C., (2011):** *Assessment of EGM2008 over Germany using accurate quasigeoid heights from vertical deflections, GCG05 and GPS/levelling.* Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv) 136(3): 138-149.
- Jaworski L. i in. (2011):** *Zintegrowanie podstawowej osnowy geodezyjnej na obszarze Polski ze stacjami referencyjnymi systemu ASG-EUPOS ETAP IV.* Opracowanie i wyrównanie obserwacji GNSS. Raport CBK dla GUGiK, Warszawa, lipiec – 2011.
- Kadaj R. (1996):** *GEONET – PROGRAMY SPECJALNE (dla wykonania ścisłego wyrównania i obliczenia współrzędnych punktów sieci astronomiczno-geodezyjnej (SAG) i triangulacji wypełniającej (SW)) – opis metodologiczny w ramach umowy z GUGiK z dnia 12.09.1996.*
- Kadaj R.,(2001):** *Weryfikacja wyznaczenia modelu geoidy niwelacyjnej 2001 poprzez zastosowanie innej metody modelowania numerycznego i porównanie wyników. Model numeryczny geoidy niwelacyjnej wraz z programem GEOIDPOL-2001.* Raport techniczny z realizacji umowy nr 25/2001/GD z GUGiK,.
- Kadaj R. (2012a):** *GEOIDPOL-2008C ulepszony model quasi-geoidy dla obszaru Polski utworzony przez kalibrację modelu geopotencjalnego EGM2008 na sieciach ASG-EUPOS i EUVN.* [Publikacja internetowa 3/2012 © ALGORES-SOFT, www.geonet.net.pl , 30 września 2012]
- Kadaj R. (2012b):** *Problematyka dokładności i niezawodności pozycjonowania przy wykorzystaniu serwisów POZGEO i POZGEO-D w systemie ASG-EUPOS.* Seminarium KG PAN: Współczesne problemy podstawowych sieci geodezyjnych, a problemy definiowania krajowych układów odniesienia. Grybów, 18-19 października 2012
- Kadaj R. (2013):** *GEOIDPOL-2008CN – model i program quasi-geoidy dostosowany do nowego układu PL-ETRF2000.* [Publikacja internetowa 2(5) /2013 © ALGORES-SOFT, www.geonet.net.pl, 12 sierpnia 2013].
- Kozakiewicz W. (1996):** *Operat techniczny z wyrównania sieci I klasy.* GUGiK 1996.
- Kryński J. (2007):** *Precyzyjne modelowanie quasigeoidy na obszarze Polski – wyniki i ocena dokładności.* IGiK, Warszawa 2007
- Liwosz T., Rogowski J., Kruczyk M., Rajner M., Kurka W.(2011):** *Wyrównanie kontrolne obserwacji satelitarnych GNSS wykonanych na punktach ASG-EUPOS, EUREF-POL, EUVN, POLREF i osnowy I klasy wraz z oceną wyników.* Katedra Geodezji i Astronomii Geodezyjnej Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska Warszawa, 15 grudnia 2011. Raport dla GUGiK-Warszawa.
- Łyszkowicz A., (1997):** *System obliczania odstępów quasigeoidy model QUASI96 od elipsoidy GRS80 dla obszaru Polski.* Sprawozdanie techniczne z realizacji umowy nr 38/CBK/97 pomiędzy GUGiK a CBK PAN.
- Łyszkowicz A. (2000):** *Improvement of the quasigeoid model in Poland by GPS and levelling data.* Artificial Satellites, Journal of Planetary Geodesy, Vol. 35, No 1, pp. 3-8
- Łyszkowicz A. (2009):** *Assessment of accuracy of EGM08 model over the area of Poland.* Technical Sciences, No12, 2009, 118-134.
- Łyszkowicz A. (2012):** *Geodezja fizyczna.* Wyd. UW-M w Olsztynie. Olsztyn 2012.
- Osada E., Owczarek M. (2005):** *Utworzenie quasigeoidy Mołodeńskiego na obszarze Polski.* Politechnika Wrocławska. Raport dla Instytutu Geodezji i Kartografii, Warszawa [na podstawie informacji w: Kryński, 2007].
- Osada E., Kryński J. , Owczarek M. (2005):** *A robust method of quasigeoid modelling in Poland based on GPS/levelling data with support of gravity data.* Geodezja i Kartografia, Vol. 54, No 3, pp. 99-117.
- Pavlis N.K., Holmes S.A., Kenyon S.C., Factor J.K. (2008):** *An Earth Gravitational Model to Degree 2160: EGM2008,* EGU General Assembly 2008, Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008-A-01891.
- Pażus R., Osada E., Olejnik S., (2002):** *Geoida niwelacyjna 2001,* Magazyn Geoinformacyjny GEODETA, Nr 5(84), maj 2002.
- Świętoń T. (2011):** *Tezy rozprawy doktorskiej pt. Optymalizacja korekt lokalnych w zadaniach transformacji pomiędzy układami kartograficznymi na przykładzie układów „1965” i „2000”.* AGH-Kraków (otwarcie: 17.03.2011)
- Trojanowicz M. (2009):** *Ocena dokładności globalnych modeli geopotencjału EGM96 i EGM08 na obszarze Dolnego Śląska.* Acta Sci. Pol., Geodesia et Descriptio Terrarum 8(1) 2009, 19-30.
- Zieliński J.B., Łyszkowicz A., Jaworski L., Świętem A., Zdunek R., Gelo S. (1997):** *POLREF – 96 the New Geodetic Reference Frame for Poland,* Springer, IAG Symposia, Symposium 118: Advances in Positioning and Reference Frames, IAG Scientific Assembly, Rio de Janeiro, Brazil, 3-8 Sept. 1997, pp.161-166.

Uwaga: niektóre publikacje cytowane tylko w wykładzie audytoryjnym.

INNE ŹRÓDŁA:

[1] Podzbiory bazy danych CODGiK - sieci EUVN i POLREF (wg specyfikacji pismem z dnia 25.01.2007, L.dz. DOP/10130/2007 dla ALGORES-SOFT).

[2] Wyniki opracowania kampanii pomiarowych integrujących stacje ASG-EUPOS z osnowami podstawowymi (materiały elektroniczne CODGiK według zamówienia ALGORES-SOFT z dnia 28.05.2012)

[3] Materiały informacyjne ASG-EUPOS na stronie www.asgeupos.pl

[4] Materiały informacyjne National Geospatial-Intelligence Agency (USA)
http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/egm08_wgs84.html

[5] Sprawozdanie techniczne n.t. „Wyznaczenie geoidy niwelacyjnej (quasi-geoidy satelitarnej) dla obszaru Tatr i Podhala dla sprawdzenia wcześniej wyznaczonej geoidy niwelacyjnej na tym obszarze. Praca wykonana przez Instytut Geodezji i Kartografii dla Departamentu Geodezji GUGiK. Umowa nr 14/2000 z dnia 20.08 2000.

[6] GEONET_2006 – system obliczeń geodezyjnych © 1992-2013. ALGORES-SOFT www.geonet.net.pl

Podprogramy w j. DELPHI-7:

Geoidpol_2008CN.exe z modelem GEOIDPOL_2008CN.bin

Trans_ETRF_PL.exe

dostępne na stronie www.geonet.net.pl

© ALGORES-SOFT Roman Kadaj i Tomasz Świętoń

35-328 Rzeszów, ul. Geodetów 1a/126

tel. (17) 86-42-455

Dziękuję za uwagę

Roman J. Kadaj
geonet@geonet.net.pl
Politechnika Rzeszowska
Katedra Geodezji *im. K. Weigla*