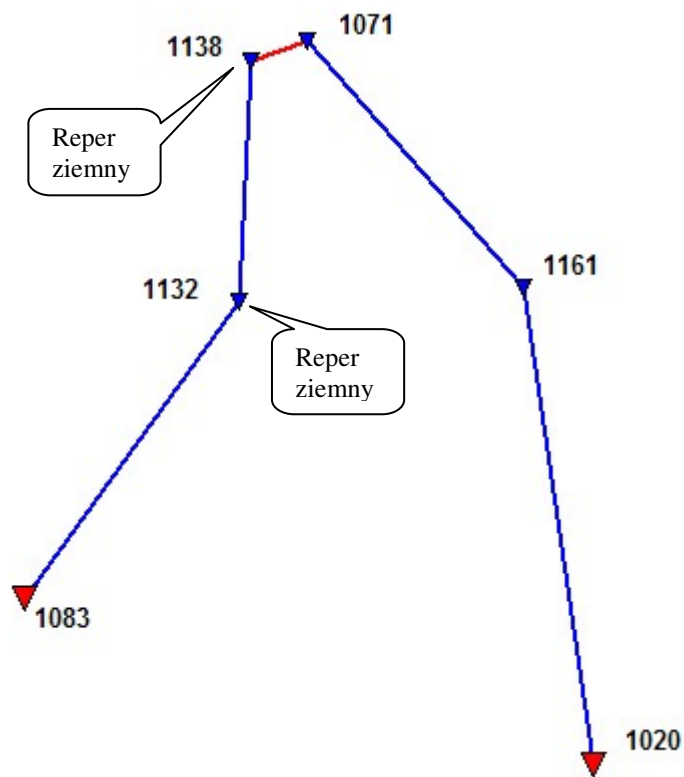


## Przykład Nr 1

Pomiarowi podlegał tu niżej pokazany ciąg składający się z 5 odcinków niwelacyjnych.



Wyznaczane są tu 4 nowe repery. Ciąg jest nawiązany na 2 repery wyższej klasy o numerach 1083 i 1020.

Metodą niwelacji satelitarnej zostały pomierzone 4 dłuższe odcinki pokazane na rysunku kolorem niebieskim. Jeden krótki odcinek został pomierzony za pomocą klasycznej niwelacji geometrycznej. Odcinek pomierzony klasycznie stanowi jednocześnie dobrą kontrolę, ponieważ ewentualny błąd na niwelacji satelitarnej zostanie ujawniony na etapie wyrównania powyższego ciągu.

Punkty 1132 oraz 1138 to repery ziemne, które mogły być stacjonowane bezpośrednio odbiornikiem GPS. Wszystkie pozostałe punkty to repery ściennie dlatego niwelację satelitarną wykonano tu z tymczasowych ekscentrów, przy czym wykonano przeniesienie wysokości z ekscentrów na pobliskie właściwe repery.

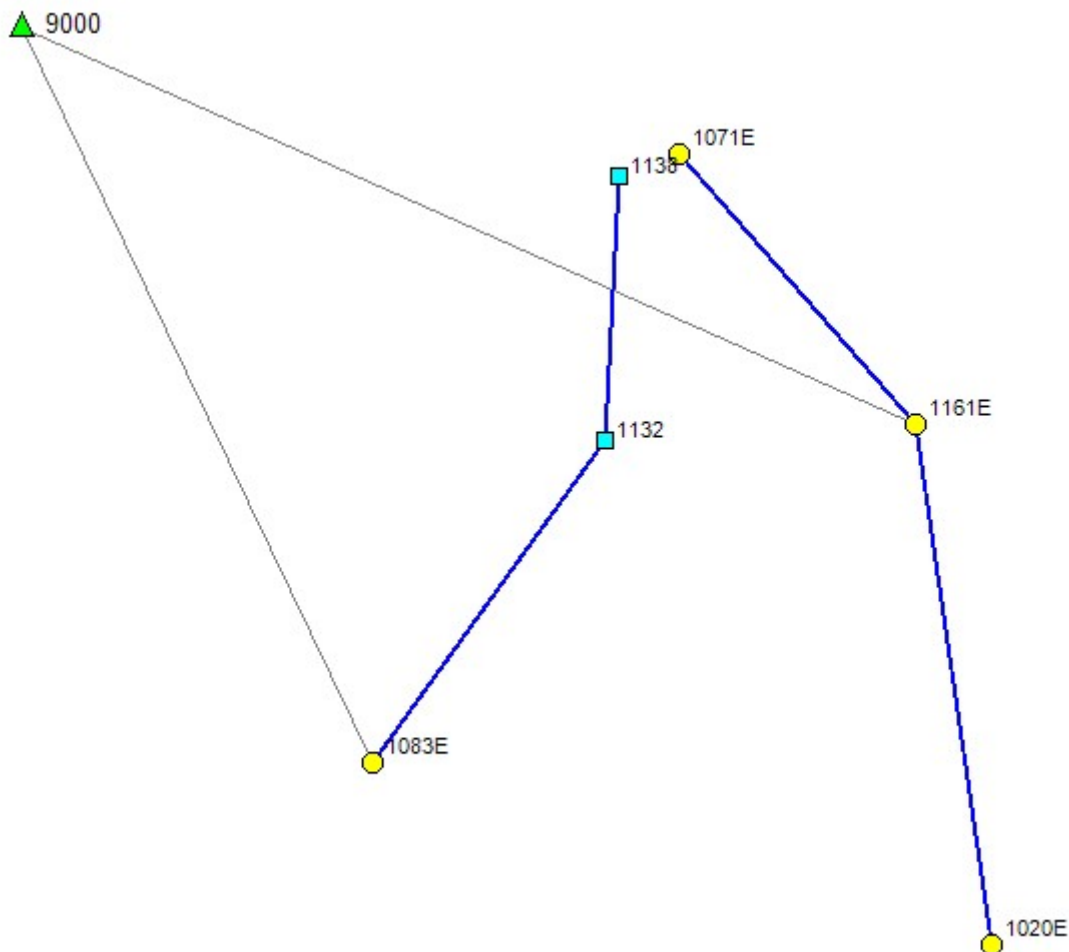
W ramach pomiarów satelitarnych wykonano dwie sesje obserwacyjne metodą statyczną z użyciem czterech odbiorników GPS. Trzy odbiorniki stacjonowały punkty biorące udział w niwelacji natomiast czwarty odbiornik zabezpieczał nawiązanie na punkt osnowy poziomej o numerze 9000 posiadający znane współrzędne i wysokość (patrz szkic niżej). Punkt ten zabezpiecza warunki potrzebne do redukcji wektorów GPS w pierwszym etapie obliczeń.

W trakcie pomiaru satelitarnego punkty ekscentryczne oznaczano zgodnie z konwencją numerem z dopiskiem „E”, co odróżniało je od właściwych reperów.

Do wykonania pierwszego etapu obliczeń tj. w celu wykonania konwersji wektorów na przewyższenia normalne przygotowano następujące pliki wejściowe:

- Wektory.txt – zawierający wektory pomierzone metodą statyczną, obliczone w wyniku postprocessingu,
- Pnaw.txt – zawierający współrzędne i wysokość punktu osnowy poziomej, który został użyty do zorientowania pomiarów satelitarnych w przestrzeni,
- Pprzen.txt – zawierający obserwacje dotyczące przeniesień niwelacyjnych wysokości z ekscentrów na repery ściennie.

Rysunek niżej przedstawia szkic obserwacji satelitarnych wygenerowany przez program NiSAT.



Punkt 9000 użyty do zorientowania wektorów w przestrzeni jest to punkt szczegółowej osnowy poziomej o katalogowych współrzędnych i wysokości. W charakterze wysokości użyto dla niego znanej wysokości normalnej. Warto zauważyć, że wysokość tego punktu jest potrzebna ale tylko do wstępnej orientacji w przestrzeni, co jest niezbędne do zamiany wektorów na przewyższenia normalne. Nie jest ona używana do nawiązania wysokościowego ciągu niwelacyjnego. Nie ma więc istotnego znaczenia, że wysokość tego punktu może być obciążona większym błędem niż błąd punktu osnowy wysokościowej.

W pliku Wektory.txt umieszczono oprócz wektorów istotnych dla niwelacji również dwa wektory na punkt 9000, które zabezpieczają powiązanie z tym punktem jakby dwóch fragmentów niwelacji. Chodzi o to, żeby oba te fragmenty dysponowały warunkami do redukcji wektorów satelitarnych na przewyższenia normalne. W naszym przypadku jest to minimalna liczba wektorów dzięki którym każdy koniec każdego odcinka niwelacji satelitarnej otrzyma współrzędne przeniesione bezpośrednio lub pośrednio z punktu 9000.

W pierwszym etapie obliczeń programem wykonano konwersję wektorów na przewyższenia normalne. W wyniku uzyskaliśmy plik wynikowy DHSAT.txt zawierający żądane przewyższenia normalne między poszczególnymi reperami z uwzględnieniem przeniesień z ekscentrów. Plik ten będzie wykorzystany w drugim etapie obliczeń tj. w wyrównaniu ścisłym ciągu niwelacyjnego. Szczegółowe zestawienie poszczególnych elementów składowych „gotowych” przewyższeń satelitarnych podane są w pliku raportu pn. Raport\_DH.txt.

Program orientuje się w jaki sposób uwzględnić przeniesienia z ekscentrów na właściwe repery ściennie dzięki zastosowanej konwencji w numeracji punktów, gdzie ekscentry oznaczone są numerem z przedłużeniem literą „E”.

Możemy zauważyć, że w omawianym przykładzie wystąpiły przypadki, że jeden z wektorów był pomierzony dwukrotnie oraz jedno z przeniesień było pomierzone dwukrotnie. W przypadku zdublowanych pomiarów program oblicza wartość średnią, a w pliku Raport\_DH.txt podana jest stosowna informacja oraz odchyłki poszczególnych pomiarów od wartości średniej.

W drugim etapie obliczeń wykonano wyrównanie całego ciągu niwelacyjnego. Jako dane wejściowe oprócz wyżej wymienionego pliku DHSAT.txt dostarczono również dwa pliki dodatkowe:

- DeltaH.txt – zawierający przewyższenie pomierzone klasycznie
- Hnaw.txt – zawierający rzędne reperów nawiązania.

Przed wykonaniem wyrównania zadeklarowano w programie wartości błędów a’piori dla poszczególnych rodzajów obserwacji.

Raport z wynikami wyrównania uzyskujemy w pliku Wyrownanie\_H.txt natomiast zestawienie samych wyrównanych rzędnych w pliku Hwyr.txt.

W przypadku gdyby wyniki wyrównania wskazywały na niewłaściwe wagowanie obserwacji należy skorygować wartości błędów a’piori i powtórzyć wyrównanie.

Plik raportu z I-szego etapu obliczeń – konwersja wektorów na przewyższenia normalne

NIWELACJA SATELITARNA	Program NiSAT
RAPORT KONWERSJI WEKTORÓW NA PRZEWYŻSZENIA NORMALNE	www.numerus.net.pl

Data obliczeń: 2017-10-08 19:40:54

WYKAZ ZDUBLOWANYCH WEKTORÓW

1083E	1132	-2123.1633	837.3758	1343.0227	odchyłka długości od długości średniej = -0.0004
1083E	1132	-2123.1640	837.3760	1343.0230	odchyłka długości od długości średniej = 0.0004

WYKAZ ZDUBLOWANYCH PRZEWYŻSZEŃ GEOMETRYCZNYCH DLA EKSCENTRÓW

1083E	1083	-0.2600	odchyłka od średniej = 0.0010
1083E	1083	-0.2620	odchyłka od średniej = -0.0010

PLANY PRZEWYŻSZEŃ		dh	Reduk.	Przeniesienia H		DH	Dług.	Numery ekscentrów GNSS	
#I	#K	GNSS obserw.	normal.	Exc_I	Exc_K	Wynikowe normalne	[km]	Exc_I	Exc_K
1083	1132	-8.5207	0.1415	-0.2610		-8.1182	2.65	1083E	
1132	1138	-20.5114	0.0869			-20.4246	1.75		
1071	1161	-2.9242	-0.0433	-0.4260	-0.4940	-3.0355	2.38	1071E	1161E
1161	1020	20.8914	-0.1499	-0.4940	-1.9890	19.2465	3.50	1161E	1020E

## Plik raportu z II-go etapu obliczeń – wyrównanie sieci niwelacyjnej

WYRÓWNANIE ŚCISŁE SIECI NIWELACYJNEJ

Program NiSAT  
www.numerus.net.pl

Data obliczeń: 2017-10-08 19:41:49

### PARAMETRY LICZBOWE SIECI

Liczba wszystkich punktów sieci	=	6
w tym punkty stałe:	=	2
Liczba obserwacji przewyższeń	=	5
Nadwymiarowość układu obserwacyjnego	=	1
Błędy a'priori:		
składnik stały w pliku DHSAT.txt [mm]	=	4.0
składnik względny w pliku DHSAT.txt [mm/km]	=	1.0
obserwacje w pliku DeltaH.txt [mm/km]	=	6.0

### PUNKTY NAWIĄZANIA SIECI

Numer p-tu	H
1083	222.5630
1020	205.9790

### KONTROLA ZBIEŻNOŚCI PROCESU ITERACYJNEGO

Numer iteracji	Max. przyrost niewiadomej	Mo
1	0.00632	1.13821
2	0.00000	1.13821

WYNIKI WYRÓWNANIA OBSERWACJI								
PLANY PRZEWYŻSZEŃ		OBSERWACJE		OBSERWACJE WYRÓWN.		POPRAWKI		
#I	#K	dH_dane	mdH	dH_wyrów.	mV	V	V/mV	
1083	1132	-8.1182	0.0048	-8.1207	0.0043	-0.0025	0.6	
1132	1138	-20.4246	0.0044	-20.4267	0.0039	-0.0021	0.5	
1071	1161	-3.0355	0.0047	-3.0379	0.0042	-0.0024	0.6	
1161	1020	19.2465	0.0053	19.2434	0.0048	-0.0031	0.7	
1138	1071	-4.2404	0.0039	-4.2421	0.0035	-0.0017	0.5	

{Błędy mV zostały obliczone na podstawie twierdzenia Otrębskiego}

WYKAZ WYRÓWNANYCH WYSOKOŚCI			
NUMER PUNKTU	H	mH	Ref.
1071	189.7735	0.0059	
1132	214.4423	0.0048	
1138	194.0156	0.0058	
1161	186.7356	0.0052	
1083	222.5630	0.0000	S
1020	205.9790	0.0000	S

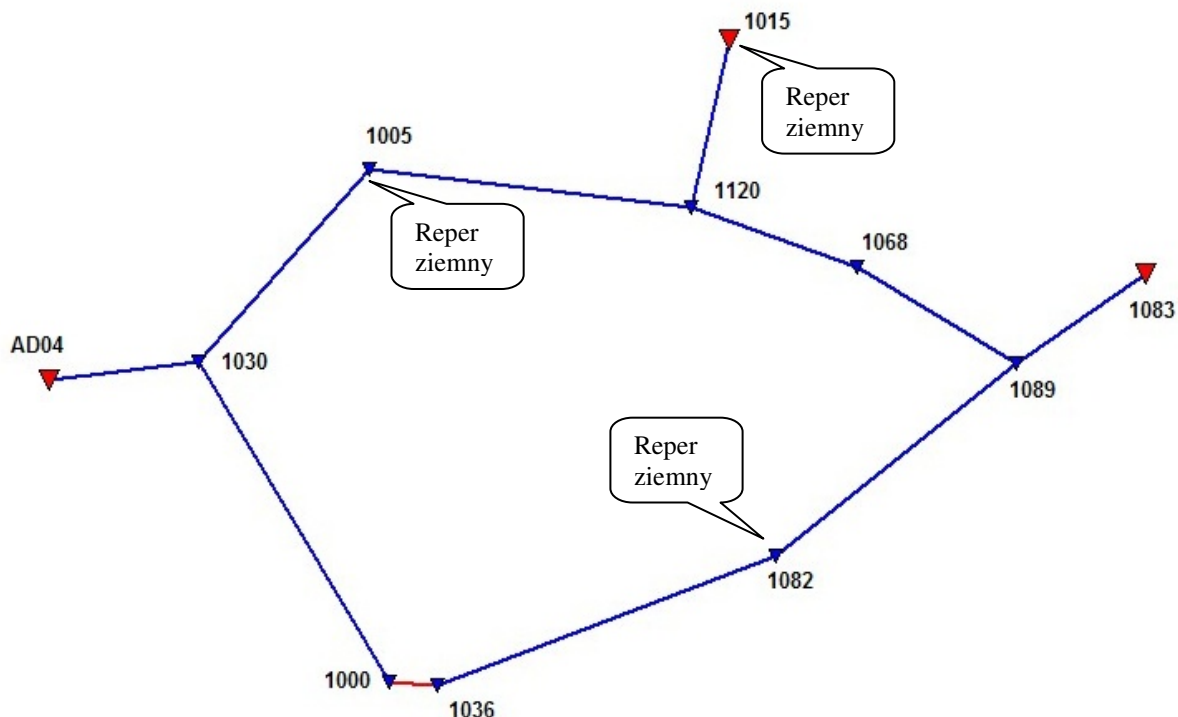
Skróty i oznaczenia:

S - punkt stanowiący wysokościowe nawiązanie sieci

OCENA DOKŁADNOŚCI SIECI	
Błąd średni typowego spostrzeżenia Mo (do [pvv] nie wliczane ew. obserwacje między punktami stałymi)	= 1.1382
Błąd przeciętny wysokości punktu	= 0.0054
Błąd maksymalny wysokości punktu {dla punktu: 1071 }	= 0.0059
Przeciętna poprawka do obserwacji	= -0.0024
Maksymalna poprawka do obserwacji {dla obserwacji: 1161-1020 }	= 0.0031

## Przykład Nr 2

Pomiarowi podlegał tu niżej pokazana mała sieć składająca się z 11 odcinków niwelacyjnych.



Wyznaczane jest tu 8 nowych reperów. Sieć jest nawiązana na 3 repery wyższej klasy o numerach AD04, 1015 i 1083.

Metodą niwelacji satelitarnej zostały pomierzone 10 dłuższych odcinków pokazanych na rysunku kolorem niebieskim. Jeden krótki odcinek został pomierzony za pomocą klasycznej niwelacji geometrycznej (kolor czerwony). Odcinek pomierzony klasycznie stanowi jednocześnie dobrą kontrolę, ponieważ ewentualny błąd na niwelacji satelitarnej zostałby ujawniony przy wyrównaniu powyższego ciągu.

Punkty 1005, 1015 oraz 1082 to repery ziemne, które mogły być stacjonowane bezpośrednio odbiornikiem GPS. Pozostałe punkty to repery ścienne dlatego niwelację satelitarną wykonano na nich z tymczasowych ekscentrów roboczych, przy czym wykonano przeniesienie wysokości z ekscentrów na pobliskie właściwe repery.

W ramach pomiarów satelitarnych wykonano sesje obserwacyjne metodą statyczną, przy czym stacjonowano również punkt o numerze 2606 (patrz szkic niżej). Punkt ten de facto nie bierze potem udziału w wyrównaniu niwelacji. W pierwszym etapie obliczeń zabezpieczał jedynie nawiązanie wektorów GPS na punkt osnowy poziomej o znanych współrzędnych i wysokości. W trakcie postprocessingu obliczono wektory nawiązujące obiekt na ten punkt.

W trakcie pomiaru satelitarnego punkty ekscentryczne oznaczano zgodnie z konwencją numerem z dopiskiem „E”, co odróżniało je od właściwych reperów.

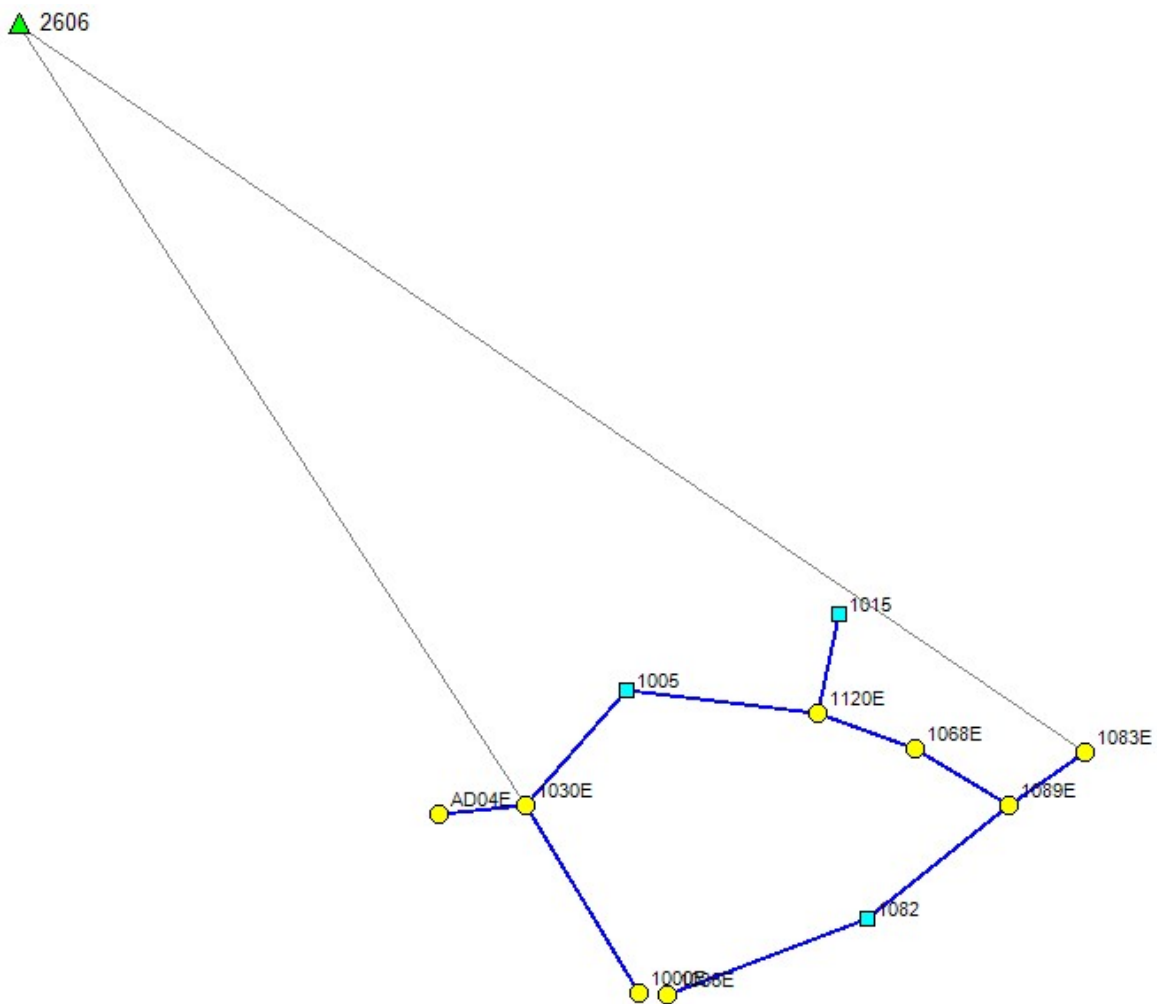
W celu wykonania pierwszego etapu obliczeń tj. wykonania konwersji wektorów na przewyższenia normalne, przygotowano następujące pliki wejściowe:

- Wektory.txt – zawierający pomierzone wektory,

- Pnaw.txt – zawierający współrzędne punktu i wysokość normalną osnowy poziomej,
- Pprzen.txt – zawierający obserwacje dotyczące przeniesień wysokości z ekscentrów na repery ścienne.

W pliku Wektory.txt można zauważyć pewne jakby wektory nadliczbowe, ponieważ znajdują się tu dla wektory wiążące sieć z punktem 2602, mimo że konstrukcja geometryczna sieci pozwoliłaby na określenie współrzędnych przestrzennych każdego punktu w oparciu o jakiś jeden wektor. Tego rodzaju wektory nadliczbowe służących określeniu współrzędnych przestrzennych końców odcinków niwelacji nie są wymagane, ale nie przeszkadzają.

Rysunek niżej przedstawia szkic obserwacji satelitarnych wygenerowany przez program NiSAT.



W pierwszym etapie obliczeń wykonano konwersję wektorów na przewyższenia normalne. W wyniku uzyskaliśmy plik DHSAT.txt zawierający żądane przewyższenia normalne między poszczególnymi reperami z uwzględnieniem przeniesień z ekscentrów. Szczegółowe zestawienie poszczególnych elementów składowych tych przewyższeń podane są w pliku raportu pn. Raport\_DH.txt.

W drugim etapie obliczeń wykonano wyrównanie całej sieci niwelacyjnej. Jako dane wejściowe oprócz pliku DHSAT.txt dostarczone również dwa pliki dodatkowe:

- DeltaH.txt – zawierający przewyższenie pomierzone klasycznie



– Hnaw.txt – zawierający rzędne reperów nawiązania.

Przed wykonaniem wyrównania zadeklarowano w programie wartości błędów a’piori dla poszczególnych rodzajów obserwacji.

Raport z wynikami wyrównania uzyskujemy w pliku Wyrownanie\_H.txt natomiast zestawienie samych wyrównanych rzędnych w pliku Hwyr.txt.

W przypadku gdyby wyniki wyrównania wskazywały na niewłaściwe wagowanie obserwacji należy skorygować wartości błędów a’piori i powtórzyć wyrównanie.

Można zauważyć, że 8 przewyższeń stanowi tu zamknięte oczko co pozwala na dokonanie dodatkowej kontroli. Wybierając odpowiednie obserwacje z plików DHSAT.txt oraz DeltaH.txt można obliczyć wartość niezamknięcia utworzonej figury. Obliczenie takie pokazano w załączonym pliku Zamkniecie\_Oczka.txt

Plik raportu z I-szego etapu obliczeń – konwersja wektorów na przewyższenia normalne

NIWELACJA SATELITARNA	Program NiSAT
RAPORT KONWERSJI WEKTORÓW NA PRZEWYŻSZENIA NORMALNE	www.numerus.net.pl

Data obliczeń: 2017-10-08 19:50:48

WYKAZ ZDUBLOWANYCH WEKTORÓW  
brak zdublowanych wektorów

WYKAZ ZDUBLOWANYCH PRZEWYŻSZEŃ GEOMETRYCZNYCH DLA EKSCENTRÓW  
brak zdublowanych przewyższeń geometrycznych

PLANY PRZEWYŻSZEŃ		dh GNSS obserw.	Reduk. normal.	Przeniesienia H		DH Wynikowe normalne	Dług. [km]	Numery ekscentrów GNSS	
#I	#K			Exc_I	Exc_K			Exc_I	Exc_K
AD04	1030	15.4788	0.0289	0.3780	-2.0550	13.0747	1.56	AD04E	1030E
1030	1005	-8.9253	0.1241	-2.0550		-6.7463	2.67	1030E	
1005	1120	-33.8632	0.0533		3.7830	-30.0268	3.36		1120E
1120	1015	-20.3165	0.0941	3.7830		-24.0054	1.79	1120E	
1120	1068	-9.2670	0.0128	3.7830	0.2220	-12.8152	1.81	1120E	1068E
1068	1089	6.8465	-0.0040	0.2220	-3.5340	3.0865	1.93	1068E	1089E
1089	1083	-23.3125	0.0803	-3.5340	1.1780	-18.5202	1.63	1089E	1083E
1089	1082	28.9722	-0.1612	-3.5340		32.3450	3.20	1089E	
1082	1036	9.6340	-0.1366		-0.5420	8.9554	3.75		1036E
1000	1030	-5.3168	0.1188	-2.0990	-2.0550	-5.1540	3.85	1000E	1030E

## Plik raportu z II-go etapu obliczeń – wyrównanie sieci niwelacyjnej

WYRÓWNANIE ŚCISŁE SIECI NIWELACYJNEJ

Program NiSAT  
www.numerus.net.pl

Data obliczeń: 2017-10-08 19:52:05

### PARAMETRY LICZBOWE SIECI

Liczba wszystkich punktów sieci	=	11
w tym punkty stałe:	=	3
Liczba obserwacji przewyższeń	=	11
Nadwymiarowość układu obserwacyjnego	=	3
Błędy a'priori:		
składnik stały w pliku DHSAT.txt [mm]	=	5.0
składnik względny w pliku DHSAT.txt [mm/km]	=	0.5
obserwacje w pliku DeltaH.txt [mm/km]	=	3.0

### PUNKTY NAWIĄZANIA SIECI

Numer p-tu	H
AD04	234.3690
1015	186.6510
1083	182.4180

### KONTROLA ZBIEŻNOŚCI PROCESU ITERACYJNEGO

Numer iteracji	Max. przyrost niewiadomej	Mo
1	0.00931	1.00159
2	0.00000	1.00159

WYNIKI WYRÓWNANIA OBSERWACJI								
PLANY PRZEWYŻSZEŃ		OBSERWACJE		OBSERWACJE WYRÓWN.		POPRAWKI		
#I	#K	dH_dane	mdH	dH_wyrów.	mV	V		V/mV
AD04	1030	13.0747	0.0051	13.0705	0.0043	-0.0042		1.0
1030	1005	-6.7463	0.0052	-6.7488	0.0044	-0.0025		0.6
1005	1120	-30.0268	0.0053	-30.0294	0.0045	-0.0026		0.6
1120	1015	-24.0054	0.0051	-24.0103	0.0043	-0.0049		1.1
1120	1068	-12.8152	0.0051	-12.8127	0.0043	0.0025		0.6
1068	1089	3.0865	0.0051	3.0890	0.0043	0.0025		0.6
1089	1083	-18.5202	0.0051	-18.5195	0.0043	0.0007		0.2
1089	1082	32.3450	0.0053	32.3469	0.0045	0.0019		0.4
1082	1036	8.9554	0.0053	8.9574	0.0046	0.0020		0.4
1000	1030	-5.1540	0.0054	-5.1520	0.0046	0.0020		0.4
1036	1000	10.3494	0.0021	10.3497	0.0018	0.0003		0.2

{Błędy mV zostały obliczone na podstawie twierdzenia Otrębskiego}

WYKAZ WYRÓWNANYCH WYSOKOŚCI				
NUMER PUNKTU	H	mH	Ref.	
1000	252.5915	0.0055		
1005	240.6907	0.0049		
1030	247.4395	0.0041		
1036	242.2418	0.0056		
1068	197.8486	0.0049		
1082	233.2844	0.0055		
1089	200.9375	0.0041		
1120	210.6613	0.0040		
AD04	234.3690	0.0000	S	
1015	186.6510	0.0000	S	
1083	182.4180	0.0000	S	

Skróty i oznaczenia:

S - punkt stanowiący wysokościowe nawiązanie sieci

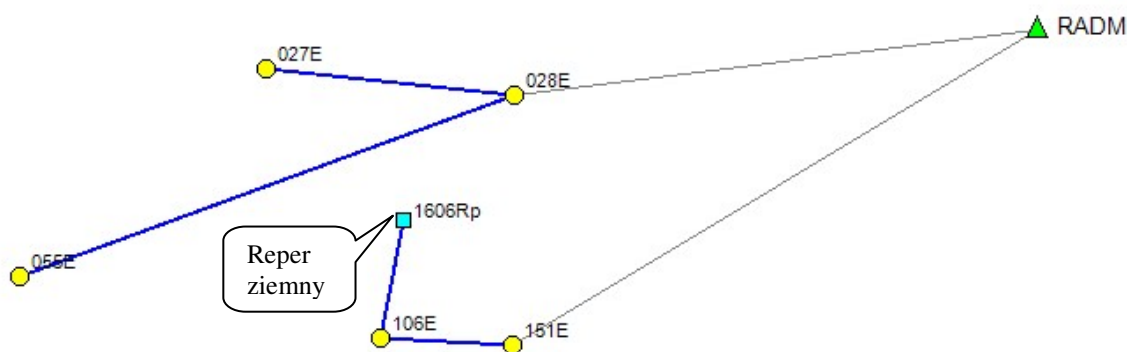
OCENA DOKŁADNOŚCI SIECI

Błąd średni typowego spostrzeżenia Mo (do [pvv] nie wliczane ew. obserwacje między punktami stałymi)	= 1.0016
Błąd przeciętny wysokości punktu	= 0.0048
Błąd maksymalny wysokości punktu {dla punktu: 1036 }	= 0.0056
Przeciętna poprawka do obserwacji	= -0.0002
Maksymalna poprawka do obserwacji {dla obserwacji: 1120-1015 }	= 0.0049

<!-- KONIEC RAPORTU -->

## Przykład Nr 3

Pomiarowi podlegały tu wektory pomiędzy istniejącymi reperami posiadającymi rzędne katalogowe. Można powiedzieć, że celem pracy było tu skontrolowanie wyników niwelacji satelitarnej zrealizowanej pomiędzy reperami o znanych rzędnych (albo skontrolowanie rzędnych reperów metodą niwelacji satelitarnej). Nie wyznaczano tu żadnych nowych punktów wysokościowych. Rysunek niżej przedstawia szkic obserwacji satelitarnych wygenerowany przez program NiSAT, są to wektory przyjęte do obliczeń.



Pomiarowi podlegały 3 repery osnowy I klasy, 2 repery osnowy II klasy oraz jeden reper osnowy 3 klasy (ziemny). Do zapewnienia przestrzennej lokalizacji zrealizowanej sieci GPS posłużyła stacja ASG-EUPOS pn. RADM.

Wszystkie punkty to repery ścienne z wyjątkiem punktu osnowy 3 klasy, który jest reperem ziemnym.

Do pierwszego etapu obliczeń, w celu wykonania konwersji wektorów na przewyższenia normalne przygotowano następujące pliki wejściowe:

- Wektory.txt – zawierający pomierzone wektory,
- Pnaw.txt – zawierający współrzędne i wysokość punktu ASG-EUPOS (podano współrzędne B,L oraz wysokość elipsoidalną stacji),
- Pprzen.txt – zawierający obserwacje dotyczące przeniesień wysokości z ekscentrów na repery ścienne.

W pierwszym etapie obliczeń wykonano konwersję wektorów na przewyższenia normalne. W wyniku uzyskaliśmy plik DHSAT.txt zawierający przewyższenia normalne między poszczególnymi reperami z uwzględnieniem przeniesień z ekscentrów. Szczegółowe zestawienie poszczególnych elementów składowych tych przewyższeń podane są w pliku raportu pn. Raport\_DH.txt. Warto tu prześledzić jak duże mogą być redukcje do przewyższeń elipsoidalnych, jeśli odcinki niwelacyjne są tak długie jak w tym przypadku.

W drugim etapie obliczeń wykonano formalne wyrównanie obserwacji przyjmując za stałe katalogowe wartości rzędnych reperów. Wyrównanie jest formalne, ponieważ de facto nie zachodzi tu oczywiście żaden proces wyrównania ze względu na brak punktów wyznaczanych. Chodziło wyłącznie o obliczenie w procesie wyrównania poprawek do

obserwacji, które prezentują różnice pomiędzy pomiarem i wartościami dH wynikającymi z różnicy rzędnych katalogowych reperów. Jako dane wejściowe do takiego wyrównania oprócz pliku DHSAT.txt dostarczono również plik Hnaw.txt, który zawiera katalogowe rzędne reperów.

W pliku Wyrownanie\_H.txt w kolumnie poprawek można przeanalizować różnice, które były celem testu.

## Plik raportu z I-go etapu obliczeń – konwersja wektorów na przewyższenia normalne

NIWELACJA SATELITARNA  
RAPORT KONWERSJI WEKTORÓW NA PRZEWYŻSZENIA NORMALNE

Program NiSAT  
www.numerus.net.pl

Data obliczeń: 2017-10-08 20:08:36

WYKAZ ZDUBLOWANYCH WEKTORÓW  
brak zdublowanych wektorów

WYKAZ ZDUBLOWANYCH PRZEWYŻSZEŃ GEOMETRYCZNYCH DLA EKSCENTRÓW  
brak zdublowanych przewyższeń geometrycznych

PLANY PRZEWYŻSZEŃ		dh GNSS obserw.	Reduk. normal.	Przeniesienia H		DH Wynikowe normalne	Dług. [km]	Numery ekscentrów GNSS	
#I	#K			Exc_I	Exc_K			Exc_I	Exc_K
027Rp	028Rp	-49.3053	0.2048	-0.8769	0.8404	-47.3832	12.49	027E	028E
028Rp	055Rp	63.4709	-0.7161	0.8404	4.6971	66.6115	26.32	028E	055E
106Rp	1606Rp	-34.9017	0.2991	1.7404		-36.3429	5.98	106E	
106Rp	151Rp	-59.1142	0.1556	1.7404	0.0176	-60.6815	6.65	106E	151E



## Plik raportu z II-go etapu obliczeń – wyrównanie sieci niwelacyjnej

WYRÓWNANIE ŚCISŁE SIECI NIWELACYJNEJ

Program NiSAT  
www.numerus.net.pl

Data obliczeń: 2017-10-08 20:41:32

### PARAMETRY LICZBOWE SIECI

Liczba wszystkich punktów sieci	=	6
w tym punkty stałe:	=	6
Liczba obserwacji przewyższeń	=	4
Nadwymiarowość układu obserwacyjnego	=	4
Błędy a'priori:		
składnik stały w pliku DHSAT.txt [mm]	=	5.0
składnik względny w pliku DHSAT.txt [mm/km]	=	0.5

### PUNKTY NAWIĄZANIA SIECI

Numer p-tu	H
027Rp	220.4691
055Rp	239.6861
028Rp	173.0774
1606Rp	236.2401
106Rp	272.5914
151Rp	211.9126

### KONTROLA ZBIEŻNOŚCI PROCESU ITERACYJNEGO

Numer iteracji	Max. przyrost niewiadomej	Mo
1	0.00000	0.00000

WYNIKI WYRÓWNANIA OBSERWACJI							
PLANY PRZEWYŻSZEŃ		OBSERWACJE		OBSERWACJE WYRÓWN.		POPRAWKI	
#I	#K	dH_dane	mdH	dH_wyrów.	mV	V	V/mV
027Rp	028Rp	-47.3832	0.0080	-47.3917	0.0000	-0.0085	
028Rp	055Rp	66.6115	0.0141	66.6087	0.0000	-0.0028	
106Rp	1606Rp	-36.3429	0.0058	-36.3513	0.0000	-0.0084	
106Rp	151Rp	-60.6815	0.0060	-60.6788	0.0000	0.0027	

{Błędy mV zostały obliczone na podstawie twierdzenia Otrębskiego}

WYKAZ WYRÓWNANYCH WYSOKOŚCI				
NUMER PUNKTU	H	mH	Ref.	
027Rp	220.4691	0.0000	S	
055Rp	239.6861	0.0000	S	
028Rp	173.0774	0.0000	S	
1606Rp	236.2401	0.0000	S	
106Rp	272.5914	0.0000	S	
151Rp	211.9126	0.0000	S	

Skróty i oznaczenia:

S - punkt stanowiący wysokościowe nawiązanie sieci

OCENA DOKŁADNOŚCI SIECI	
Błąd średni typowego spostrzeżenia Mo (do [pvv] nie wliczane ew. obserwacje między punktami stałymi)	= 0.0000
Błąd przeciętny wysokości punktu	= 0.0000
Błąd maksymalny wysokości punktu {dla punktu: }	= 0.0000
Przeciętna poprawka do obserwacji	= -0.0043
Maksymalna poprawka do obserwacji {dla obserwacji: 027Rp-028Rp }	= 0.0085

## Przykład Nr 4

To są dane pomiarowe identyczne jak w przykładzie nr 2 ale w programie zostaną opracowane nieco inaczej niż tam. Różnica polega na tym, że przeniesienia wysokości z reperów ściennych na ekscentry robocze, konieczne ze względu na wymogi techniki GPS, zostaną uwzględnione niejako „na boku”, bez angażowania w to automatyki programu. Być może ten sposób opracowania danych może być koncepcyjnie prostszy dla niektórych użytkowników, ponieważ pozwala na bezpośredni wgląd w surowe dane obserwacyjne oraz samodzielne czuwanie nad poszczególnymi etapami obliczeń.

Wykorzystamy tu te same obserwacje satelitarne co w przykładzie nr 2. Ekscentry będą więc miały przedłużenie numeru z literą „E” co ułatwia zorientowanie się, który reper jest ścienny i posiada przeniesienie, a który ziemny więc pomierzony bezpośrednio.

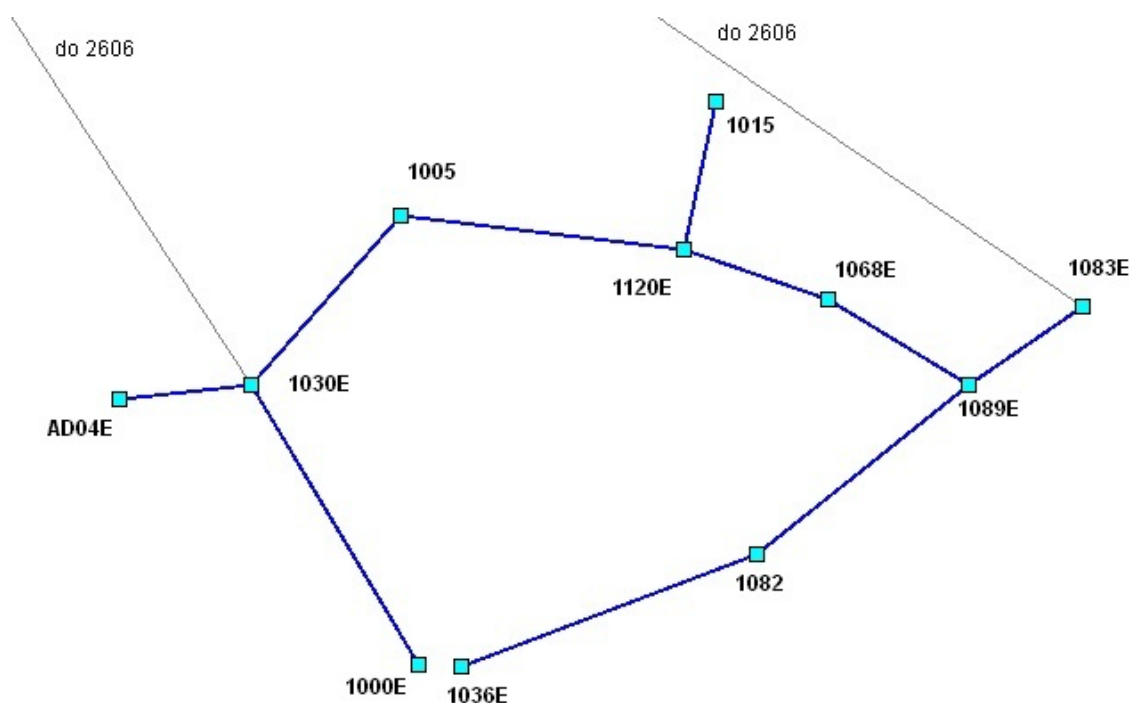
Do wykonania pierwszego etapu obliczeń tj. wykonania konwersji wektorów na przewyższenia normalne, przygotowano następujące pliki wejściowe:

- Wektory.txt – zawierający pomierzone wektory,
- Pnaw.txt – zawierający współrzędne punktu i wysokość normalną osnowy poziomej,

Rezygnujemy tu z „podłożenia” programowi pliku Pprzen.txt, ponieważ jak powiedziano wcześniej przeniesienia wysokości uwzględnimy „ręcznie” samodzielnie.

W wyniku działania programu w pliku DHSAT.txt uzyskujemy przewyższenia pomierzone satelitarne, zredukowane do przewyższeń normalnych. W odróżnieniu od przykładu nr 2 będą to przewyższenia dotyczące ekscentrów, tam gdzie pomiar był realizowany ekscentrycznie.

Program wygeneruje następujący szkic konstrukcji sieci GPS



W drugim etapie obliczeń wykonamy wyrównanie całej sieci niwelacyjnej. Jako dane wejściowe oprócz pliku DHSAT.txt dostarczymy również dwa pliki dodatkowe:

- Hnaw.txt – zawierający rzędne reperów nawiązania.
- DeltaH.txt – zawierający przewyższenie pomierzone klasycznie pomiędzy punktami 1000E i 1036E

Trzeba jednak pamiętać, że dwa na dwóch reperach nawiązania (AD04E i 1083E) pomiar GPS wykonano z ekscentrów. Należy więc wykonać stosowne przeliczenie rzędnych katalogowych reperów AD04 i 1083, tak aby uwzględnić przeniesienia wysokości na tych punktach:

Nr reperu	H katalogowe	Przeniesienie dH	Nr punktu nawiązania sieci	H punktu nawiązania
AD04	234.369	-0.378	AD04E	233.991
1015	186.651	-	1015	186.651
1083	182.418	-1.178	1083E	181.240

W pliku Hnaw.txt znajdują się więc wartości z ostatniej kolumny powyższej tabeli.

Z kolei w pliku DeltaH.txt poprzednio mieliśmy przewyższenie klasyczne pomiędzy punktami wyznaczonymi 1000 i 1036. Ale to są repery ściennie, które satelitarnie zostały pomierzone z ekscentrów. Teraz, żeby domknąć konstrukcję sieci trzeba więc podać przewyższenie geometryczne między ekscentrami 1000E i 1036E, wynosi ono 11.9064.

Przed wykonaniem wyrównania zadeklarowano w programie wartości błędów a priori dla poszczególnych rodzajów obserwacji.

Raport z wynikami wyrównania uzyskujemy w pliku Wyrownanie\_H.txt natomiast zestawienie samych wyrównanych rzędnych w pliku Hwyr.txt. Trzeba jednak pamiętać, że tym razem wyrównane wysokości dotyczą między innymi ekscentrów, więc w celu obliczenia ostatecznych rzędnych reperów należy dodać przeniesienia wysokości z ekscentrów. Wykonamy to w poniższej tabeli na podstawie wyników wyrównania oraz danych obserwacyjnych dla przeniesień wysokości

Nr punktu wyrównanego	H wyrównane	Przeniesienie wysokości dH	Numer reperu	H ostateczne
1005	240.6907	-	<b>1005</b>	<b>240.6907</b>
1082	233.2844	-	<b>1082</b>	<b>233.2844</b>
1000E	254.6905	-2.099	<b>1000</b>	<b>252.5915</b>
1030E	249.4945	-2.055	<b>1030</b>	<b>247.4395</b>
1036E	242.7838	-0.542	<b>1036</b>	<b>242.2418</b>
1068E	197.6266	0.222	<b>1068</b>	<b>197.8486</b>
1089E	204.4715	-3.534	<b>1089</b>	<b>200.9375</b>
1120E	206.8783	3.783	<b>1120</b>	<b>210.6613</b>

Wyniki uzyskane w ostatniej kolumnie tabeli są identyczne z wynikami wyrównania otrzymanymi w przykładzie nr 2.

Plik raportu z I-go etapu obliczeń – konwersja wektorów na przewyższenia normalne

NIWELACJA SATELITARNA	Program NiSAT
RAPORT KONWERSJI WEKTORÓW NA PRZEWYŻSZENIA NORMALNE	www.numerus.net.pl

Data obliczeń: 2020-03-06 08:14:08

WYKAZ ZDUBLOWANYCH WEKTORÓW  
brak zdublowanych wektorów

PLANY PRZEWYŻSZEŃ		dh	Reduk. normal.	Przeniesienia H		DH	Dług. [km]	Numery ekscentrów GNSS	
#I	#K	GNSS obserw.		Exc_I	Exc_K	Wynikowe normalne		Exc_I	Exc_K
AD04E	1030E	15.4788	0.0289			15.5077	1.56		
1030E	1005	-8.9253	0.1241			-8.8013	2.67		
1005	1120E	-33.8632	0.0533			-33.8098	3.36		
1120E	1015	-20.3165	0.0941			-20.2224	1.79		
1120E	1068E	-9.2670	0.0128			-9.2542	1.81		
1068E	1089E	6.8465	-0.0040			6.8425	1.93		
1089E	1083E	-23.3125	0.0803			-23.2322	1.63		
1089E	1082	28.9722	-0.1612			28.8110	3.20		
1082	1036E	9.6340	-0.1366			9.4974	3.75		
1000E	1030E	-5.3168	0.1188			-5.1980	3.85		

## Plik raportu z II-go etapu obliczeń – wyrównanie sieci niwelacyjnej

WYRÓWNANIE ŚCISŁE SIECI NIWELACYJNEJ

Program NiSAT  
www.numerus.net.pl

Data obliczeń: 2020-03-06 08:29:17

### PARAMETRY LICZBOWE SIECI

Liczba wszystkich punktów sieci	=	11
w tym punkty stałe:	=	3
Liczba obserwacji przewyższeń	=	11
Nadwymiarowość układu obserwacyjnego	=	3
Błędy a'priori:		
składnik stały w pliku DHSAT.txt [mm]	=	5.0
składnik względny w pliku DHSAT.txt [mm/km]	=	0.5
obserwacje w pliku DeltaH.txt [mm/km]	=	3.0

### PUNKTY NAWIĄZANIA SIECI

Numer p-tu	H
AD04E	233.9910
1015	186.6510
1083E	181.2400

### KONTROLA ZBIEŻNOŚCI PROCESU ITERACYJNEGO

Numer iteracji	Max. przyrost niewiadomej	Mo
1	0.00931	1.00159
2	0.00000	1.00159

WYNIKI WYRÓWNANIA OBSERWACJI								
PLANY PRZEWYŻSZEŃ		OBSERWACJE		OBSERWACJE WYRÓWN.		POPRAWKI		
#I	#K	dH_dane	mdH	dH_wyrów.	mV	V	V/mV	
AD04E	1030E	15.5077	0.0051	15.5035	0.0043	-0.0042	1.0	
1030E	1005	-8.8013	0.0052	-8.8038	0.0044	-0.0025	0.6	
1005	1120E	-33.8098	0.0053	-33.8124	0.0045	-0.0026	0.6	
1120E	1015	-20.2224	0.0051	-20.2273	0.0043	-0.0049	1.1	
1120E	1068E	-9.2542	0.0051	-9.2517	0.0043	0.0025	0.6	
1068E	1089E	6.8425	0.0051	6.8450	0.0043	0.0025	0.6	
1089E	1083E	-23.2322	0.0051	-23.2315	0.0043	0.0007	0.2	
1089E	1082	28.8110	0.0053	28.8129	0.0045	0.0019	0.4	
1082	1036E	9.4974	0.0053	9.4994	0.0046	0.0020	0.4	
1000E	1030E	-5.1980	0.0054	-5.1960	0.0046	0.0020	0.4	
1036E	1000E	11.9064	0.0021	11.9067	0.0018	0.0003	0.2	

{Błędy mV zostały obliczone na podstawie twierdzenia Otrębskiego}

WYKAZ WYRÓWNANYCH WYSOKOŚCI			
NUMER PUNKTU	H	mH	Ref.
1005	240.6907	0.0049	
1082	233.2844	0.0055	
1000E	254.6905	0.0055	
1030E	249.4945	0.0041	
1036E	242.7838	0.0056	
1068E	197.6266	0.0049	
1089E	204.4715	0.0041	
1120E	206.8783	0.0040	
AD04E	233.9910	0.0000	S
1015	186.6510	0.0000	S
1083E	181.2400	0.0000	S

Skróty i oznaczenia:

S - punkt stanowiący wysokościowe nawiązanie sieci

OCENA DOKŁADNOŚCI SIECI

Błąd średni typowego spostrzeżenia Mo = 1.0016  
(do [pvv] nie wliczane ew. obserwacje  
między punktami stałymi)

Błąd przeciętny wysokości punktu = 0.0048  
Błąd maksymalny wysokości punktu = 0.0056  
{dla punktu: 1036E }

Przeciętna poprawka do obserwacji = -0.0002  
Maksymalna poprawka do obserwacji = 0.0049  
{dla obserwacji: 1120E-1015 }

<!-- KONIEC RAPORTU -->



