

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА УПРАВЛІННЯ
ТЕРИТОРІЯМИ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОДЕЗІЇ**

**ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ НА ТЕМУ:
«МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ЗВОРотної ЛІНІЙНО-КУТОВОЇ
ЗАСІЧКИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАБІЛЬНОСТІ ПУНКТИВ ЗНІМАЛЬНИХ
ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ»**

Виконав студент групи зГД-61 м
Спеціальність 193 – «Геодезія та землеустрій»
Спеціалізація «Геодезія»
Поставець Олександр Олексійович
Керівник: к.т.н., доц. Медведський Ю.В.

ВСТУП

- **Актуальність** – методика дозволяє визначити стабільність та координати пунктів знімальних геодезичних мереж, що є важливими етапами при їх побудові.
- **Об'єкт дослідження** – методика визначення деформації пунктів знімальної геодезичної мережі.
- **Предмет дослідження** – лінійно-кутова засічка.
- **Мета** – визначення можливостей застосування лінійно-кутової засічки для визначення стабільності пунктів знімальної мережі.

МЕТОДИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СТАБІЛЬНІСТЮ ПУНКТІВ

Прямі методи

Метод високоточного нівелювання

Метод лінійно-кутових вимірів

Метод лазерного сканування

Метод супутникової навігації

Фотограметричний метод

Відеовимірвальний метод

Відеогідростатичний метод

Метод зворотних схилів

Метод побудови вертикалі ПВП

Непрямі методи

Вимірювання деформацій та напруг
за допомогою тензометричних
датчиків

Вимірювання кута відхилення від
початкового положення за
допомогою інклінометрів

Вимірювання температури за
допомогою датчиків температури

Вимірювання сили впливу вітра за
допомогою датчиків тиску

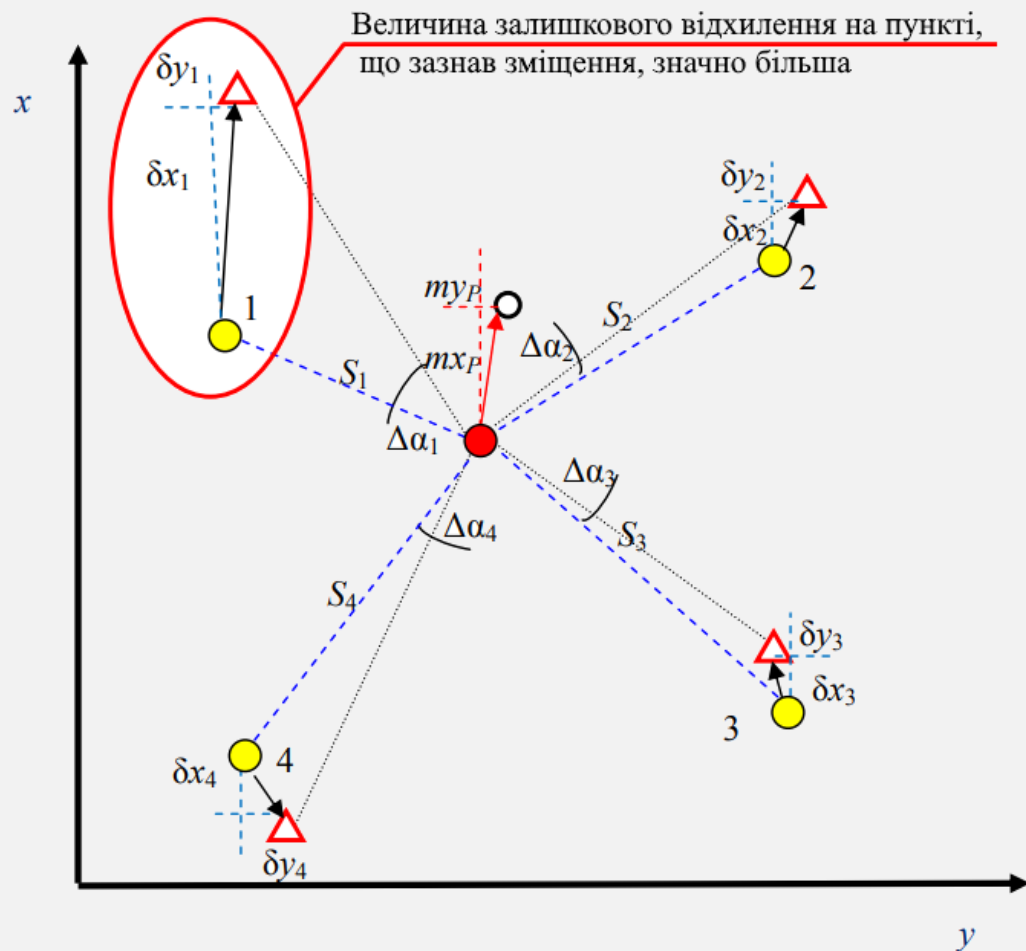
Комбіновані методи

Система геодезичного моніторингу
Leica

Система геодезичного моніторингу
«Візір 3D»

Система геодезичного моніторингу
GOCA, Trimble

МЕТОД ОЦІНКИ: ЗВОРОТНЯ ЛІНІЙНО-КУТОВА ЗАСІЧКА



Умовні позначення:

- \triangle - фактичне положення вихідного пункту;
- \bullet - стан станції при стабільних вихідних пунктах, відсутності їх помилок координат та відсутності похибки вимірювань;
- \bullet - положення вихідного пункту, що обчислюється ПЗ тахеометра по результатам зрівнювання вимірів засічки;
- \circ - зміщене положення станції стояння, внаслідок помилок координат вихідних пунктів через зрівноваження засічки та похибок вимірювань мережі;
- --- - вимірювані напрямки;
- \rightarrow - вектор зсуву (Δl).

КОНФІГУРАЦІЯ ПУНКТІВ ЗНІМАЛЬНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ

СХЕМА 1 ОПОРНОЇ МЕРЕЖІ
ПУНКТІВ

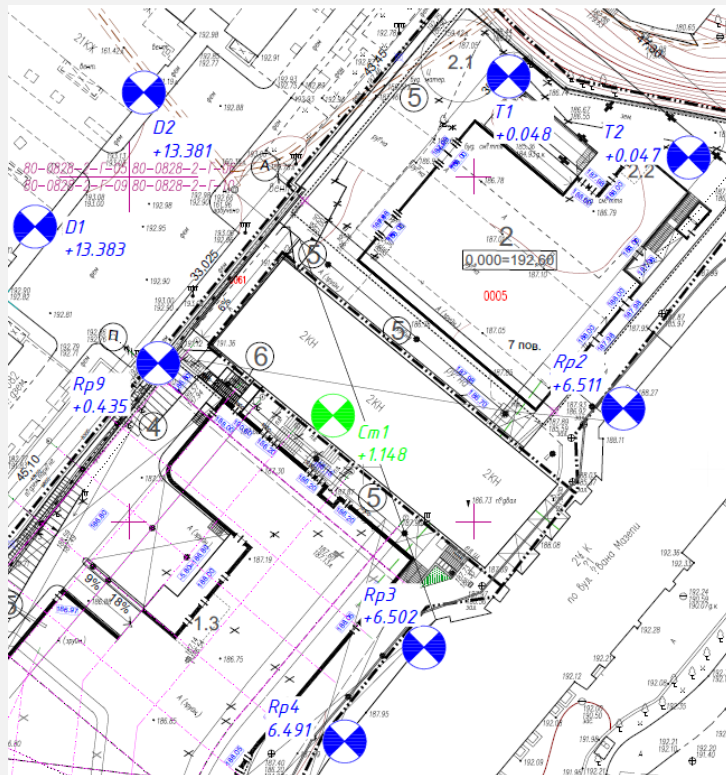
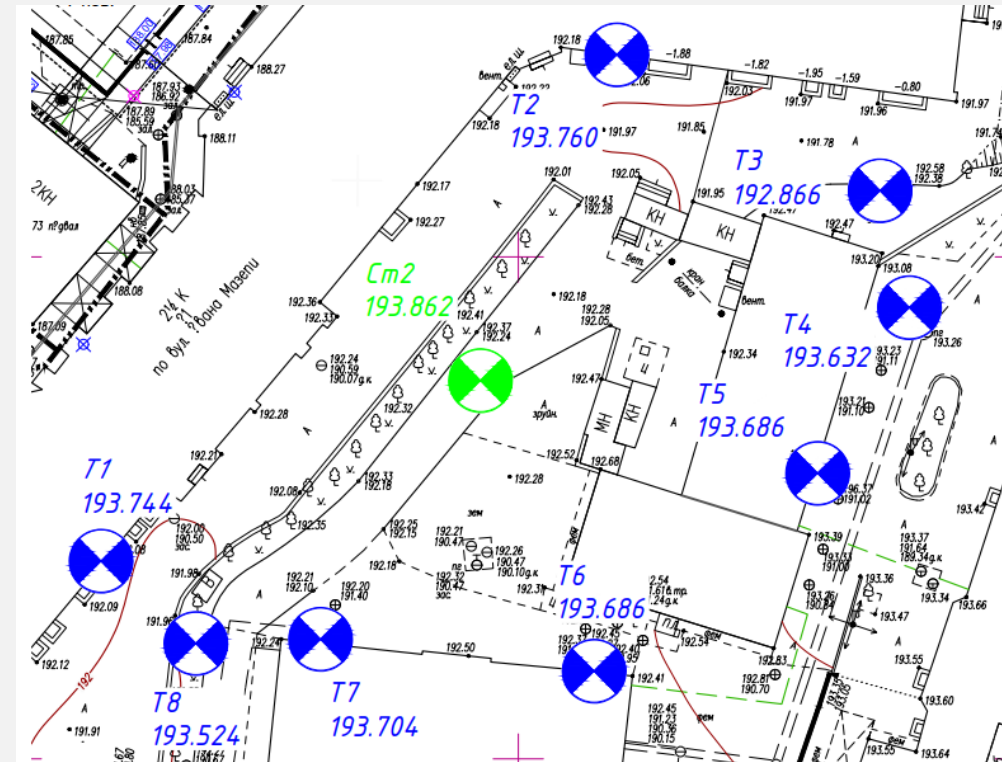


СХЕМА 2 ОПОРНОЇ МЕРЕЖІ
ПУНКТІВ



ГЕОДЕЗИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

Параметр	Sokkia CX-55	Trimble S6
Точність виміру кута	5"	3"
Точність визначення відстані на призму	1,5 мм + 2 ppm	2 мм + 2 ppm
Точність визначення відстані на плівку	1,5 мм + 2 ppm	2 мм + 2 ppm
Точність визначення відстані без відбивача	2 мм + 2 ppm	2 мм + 2 ppm
Збільшення зорової труби	30 крат	30 крат
Зображення		

ВІДБИВАЧІ

ПЛІВКОВИЙ ВІДБИВАЧ



ПРИЗМОВИЙ ВІДБИВАЧ



ПРОГРАМА СПОСТЕРЕЖЕНЬ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАБІЛЬНОСТІ

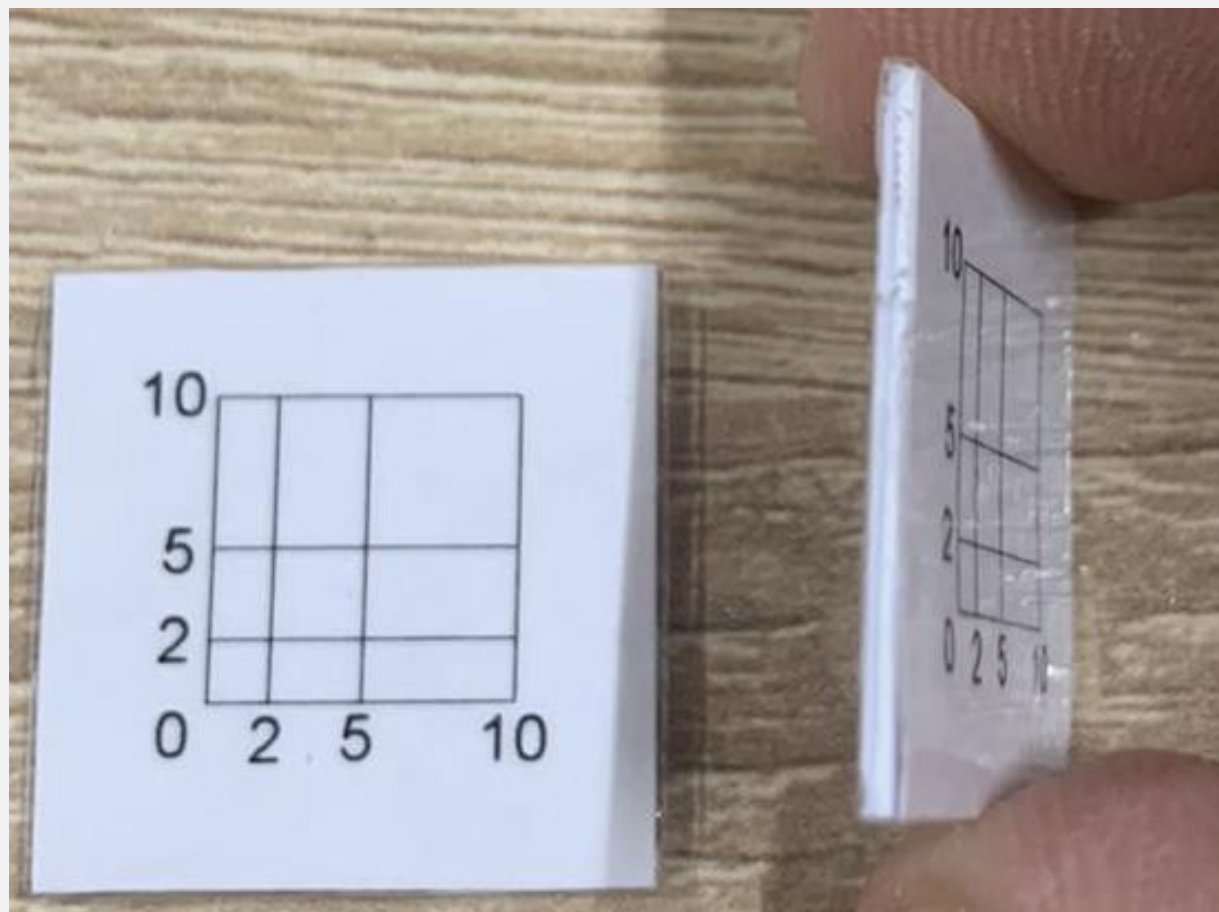
МЕТОД 1

- в мережі опорних пунктів зміщується один пункт на задану величину;
- виконується визначення координат станції за допомогою методу зворотної лінійно-кутової засічки виміром на всі пункти;
- виконується повторне визначення координат станції за допомогою методу зворотної лінійно-кутової засічки вимірюючи на один пункт менше;
- повторюються визначення координат станції поки не залишиться лише три пункти;
- зміщений пункт присутній у всіх вимірах.

МЕТОД 2

- в мережі опорних пунктів зміщується один пункт на задану величину;
- виконується визначення координат станції за допомогою методу зворотної лінійно-кутової засічки виміром на всі пункти;
- в мережі опорних пунктів зміщується два пункти на задану величину;
- виконується визначення координат станції за допомогою методу зворотної лінійно-кутової засічки виміром на всі пункти;
- так повторюється поки не залишиться незміщеними 2 пункти.

ПАЛЕТКА ДЛЯ ЗСУВУ ОПОРНИХ ТОЧОК



**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ
ПУНКТИВ ЗНІМАЛЬНОЇ
ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ: МЕТОД 1**

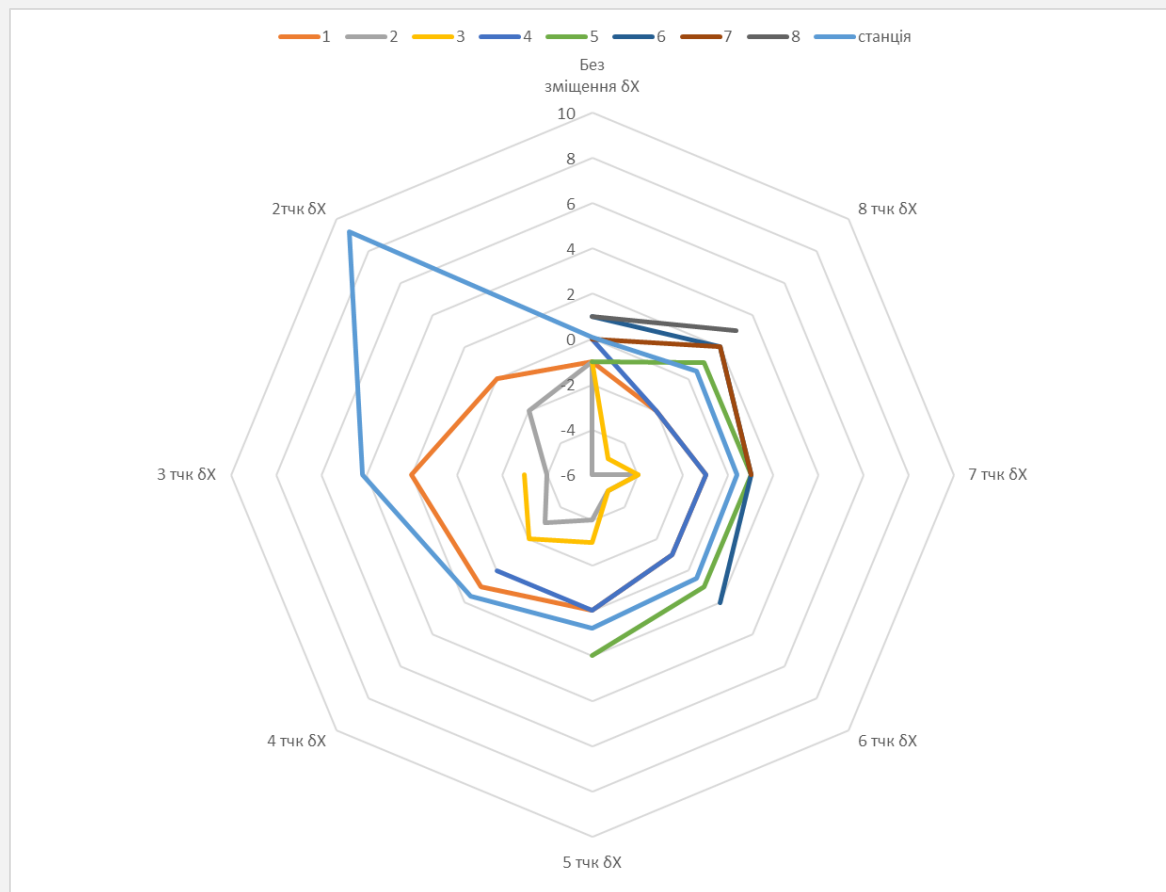
ВИМІРЮВАННЯ НА ПЛІВКОВИЙ ВІДБИВАЧ ІЗ ЗСУВОМ НА 2 ММ

Марка тахеометра	Sokkia CX-55															
Кількість зміщ. пунктів № пункту на схемі	Без зміщення		8 тчк		7 тчк		6 тчк		5 тчк		4 тчк		3 тчк		2 тчк	
	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм
1 зміщений	-1	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
2	-1	1	-1	1	-3	2	-2	3	-1	2	-1	3	-1	1	-1	3
3	-1	0	-1	1	-3	1	-2	2	-2	2	-2	2	-1	0		
4	0	0	0	-1	-1	-2	0	-1	0	-1	0	-1				
5	-1	0	1	-1	0	-1	1	-2	2	-1						
6	1	-1	0	-1	1	0	1	0								
7	0	0	1	1	1	2										
8	1	0	1	2												
Похибка, мм	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.7	0.4	1.2	0.6	1.1	0.9	5.5	5.0

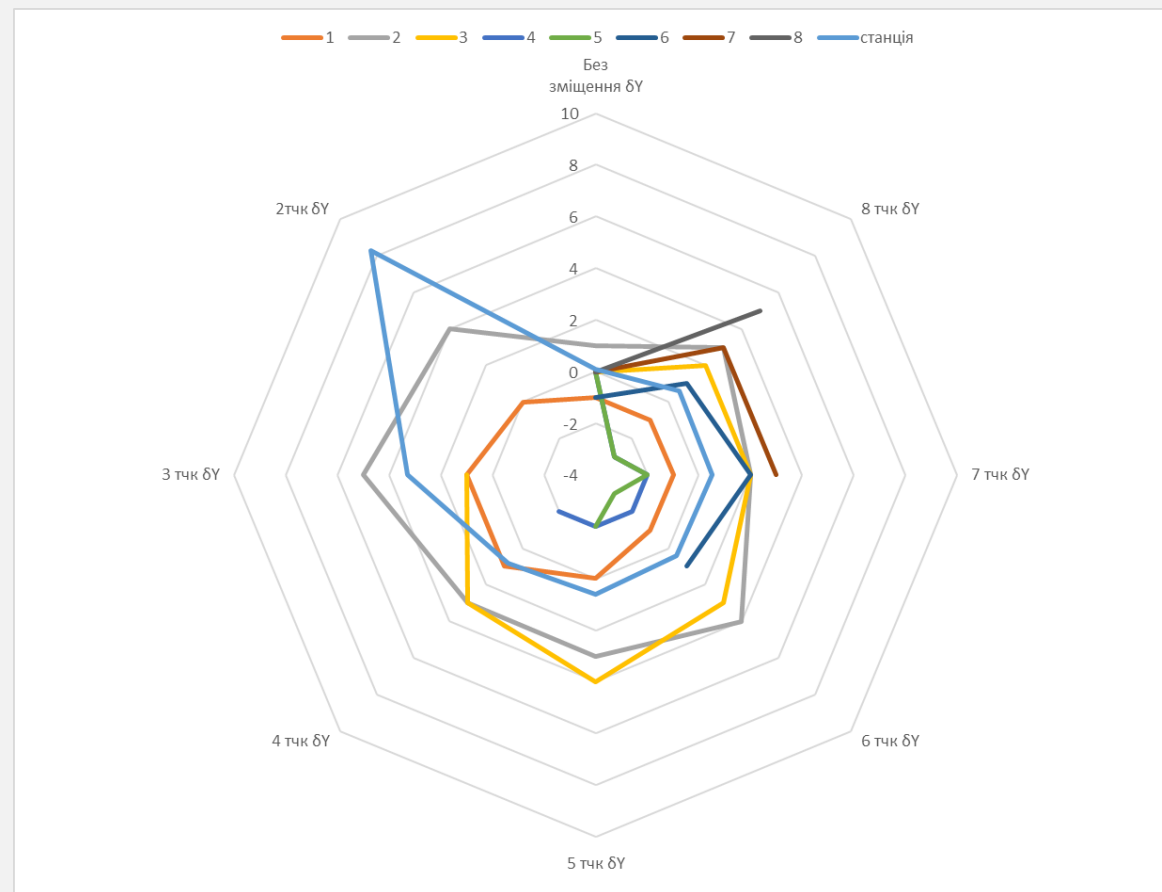
ВИМІРЮВАННЯ НА ПЛІВКОВИЙ ВІДБИВАЧ ІЗ ЗСУВОМ НА 5 ММ

Марка тахеометра	Sokkia CX-55															
Кіл-ть зміщ. пунктів № пункта на схемі	Без зміщення		8 тчк		7 тчк		6 тчк		5 тчк		4 тчк		3 тчк		2тчк	
	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
1 зміщений			-2	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1	1	2	1	0	0
2			-6	3	-4	2	-5	4	-4	3	-3	3	-4	5	-2	4
3			-5	2	-4	2	-5	3	-3	4	-2	3	-3	1		
4			-2	-3	-1	-2	-1	-2	0	-2	0	-2				
5			1	-3	1	-2	1	-3	2	-2						
6			2	1	1	2	2	1								
7			2	3	1	3										
8			3	5												
Похибка, мм			0.5	0.6	0.4	0.5	0.5	0.4	0.8	0.6	1.6	0.8	4.2	3.3	9.2	8.3

Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



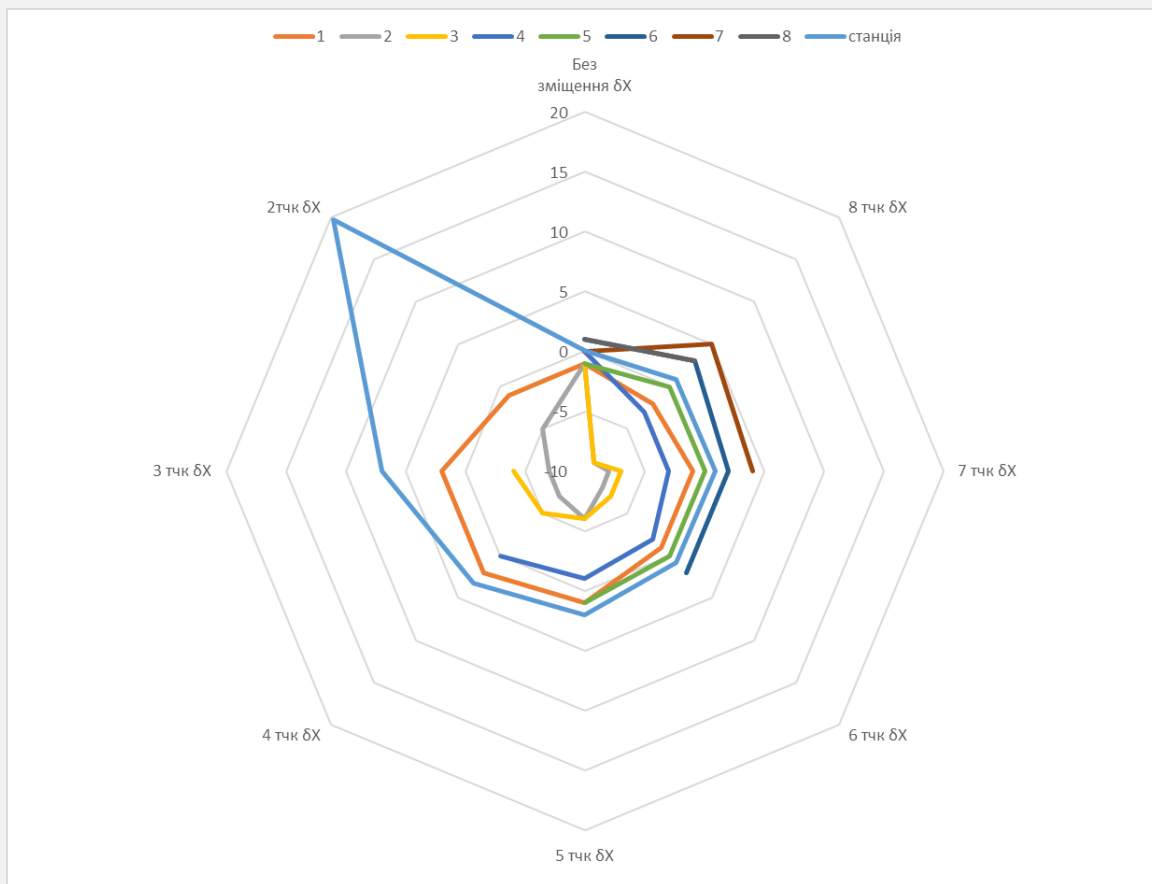
Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки



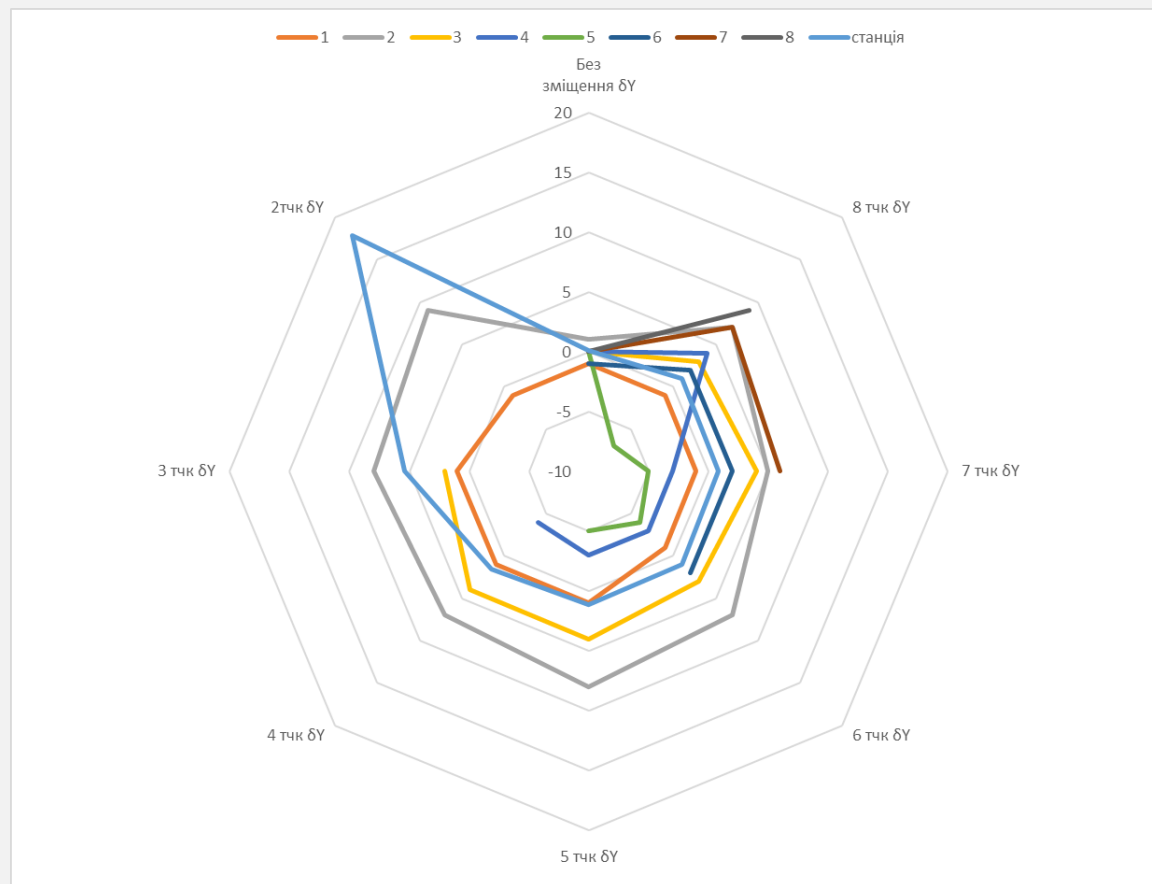
ВИМІРЮВАННЯ НА ПЛІВКОВИЙ ВІДБИВАЧ ІЗ ЗСУВОМ НА 10 ММ

Марка тахеометра	Sokkia CX-55															
Кількість зміщ. пунктів № пункту на схемі	Без зміщення		8 тчк		7 тчк		6 тчк		5 тчк		4 тчк		3 тчк		2 тчк	
	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
1 зміщений			-2	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	2	1	2	1	-1	-1
2			-9	7	-8	5	-8	7	-6	8	-7	7	-7	8	-5	9
3			-9	3	-7	4	-7	3	-6	4	-5	4	-4	2		
4			-3	4	-3	-3	-2	-3	-1	-3	0	-4				
5			0	-7	0	-5	0	-4	1	-5						
6			3	2	2	2	2	2								
7			5	7	4	6										
8			3	9												
Похибка, мм			0.8	1	0.9	0.8	0.8	1	2	1.1	3.2	1.5	7	5.4	19.7	17.9

Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки

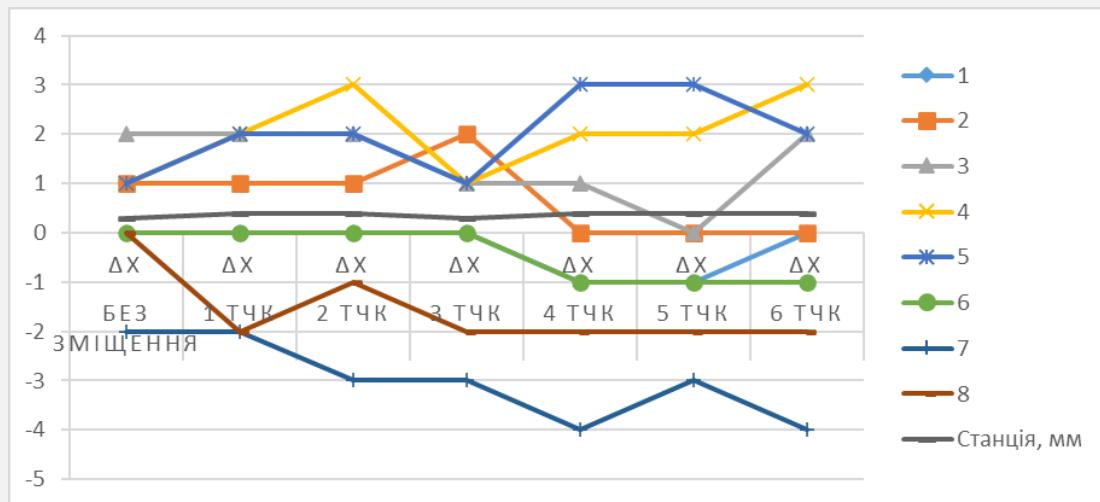


**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ
ПУНКТИВ ЗНІМАЛЬНОЇ
ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ: МЕТОД 2**

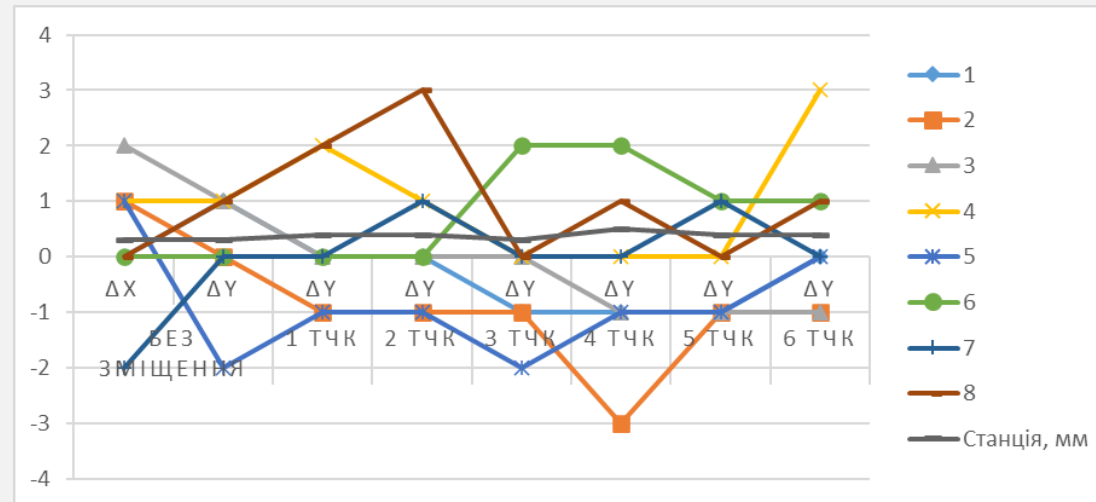
ВИМІРЮВАННЯ НА ПЛІВКОВИЙ ВІДБИВАЧ ІЗ ЗСУВОМ НА 2 ММ

Марка тахеометра	Sokkia CX-55														
Кіл-ть зміщ. пунктів № пункта на схемі	Без зміщення		1 тчк		2 тчк		3 тчк		4 тчк		5 тчк		6 тчк		
	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	δX мм	δY мм	
1	0	1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0
2	1	0	1	-1	1	-1	2	-1	0	-3	0	-1	0	-1	-1
3	2	1	2	0	2	0	1	0	1	-1	0	-1	2	-1	-1
4	1	1	2	2	3	1	1	0	2	0	2	0	3	3	3
5	1	-2	2	-1	2	-1	1	-2	3	-1	3	-1	2	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	2	-1	2	-1	1	-1	1	1
7	-2	0	-2	0	-3	1	-3	0	-4	0	-3	1	-4	0	0
8	0	1	-2	2	-1	3	-2	0	-2	1	-2	0	-2	1	1
Похибка, мм	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



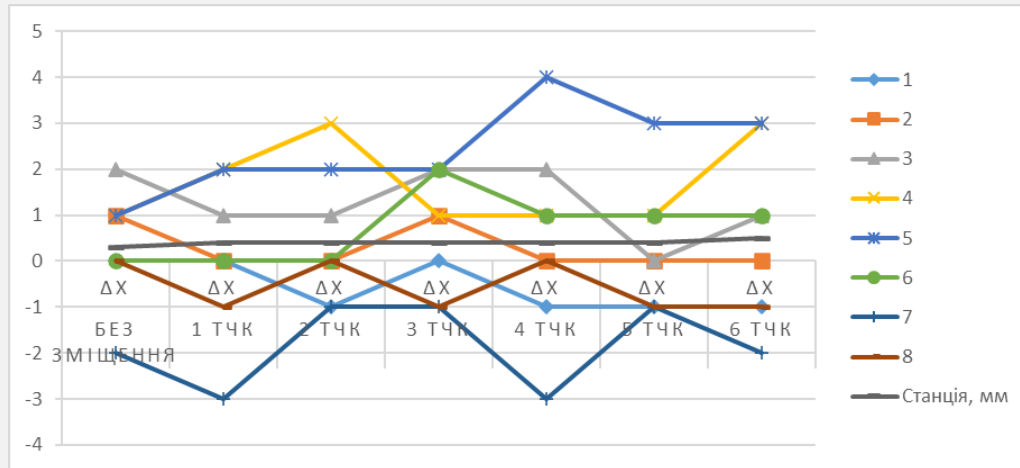
Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки



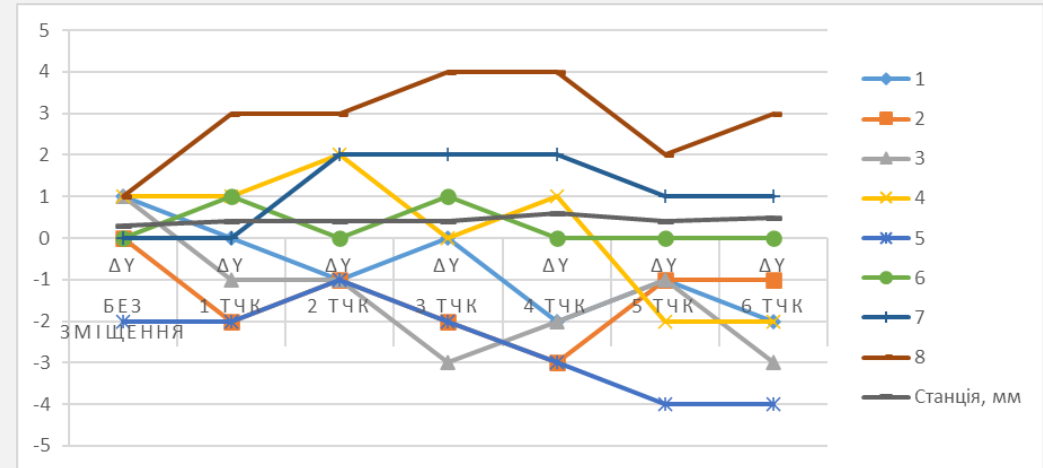
ВИМІРЮВАННЯ НА ПЛІВКОВИЙ ВІДБИВАЧ ІЗ ЗСУВОМ 2 ММ В ДВОХ ПЛОЩИНАХ

Марка тахеометра	Sokkia CX-55													
Кіл-ть зміщ. пунктів № пункта на схемі	Без зміщення		1 тчк		2 тчк		3 тчк		4 тчк		5 тчк		6 тчк	
	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY
	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ
1	0	1	0	0	-1	-1	0	0	-1	-2	-1	-1	-1	-2
2	1	0	0	-2	0	-1	1	-2	0	-3	0	-1	0	-1
3	2	1	1	-1	1	-1	2	-3	2	-2	0	-1	1	-3
4	1	1	2	1	3	2	1	0	1	1	1	-2	3	-2
5	1	-2	2	-2	2	-1	2	-2	4	-3	3	-4	3	-4
6	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0	1	0	1	0
7	-2	0	-3	0	-1	2	-1	2	-3	2	-1	1	-2	1
8	0	1	-1	3	0	3	-1	4	0	4	-1	2	-1	3
Похибка, мм	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5

Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



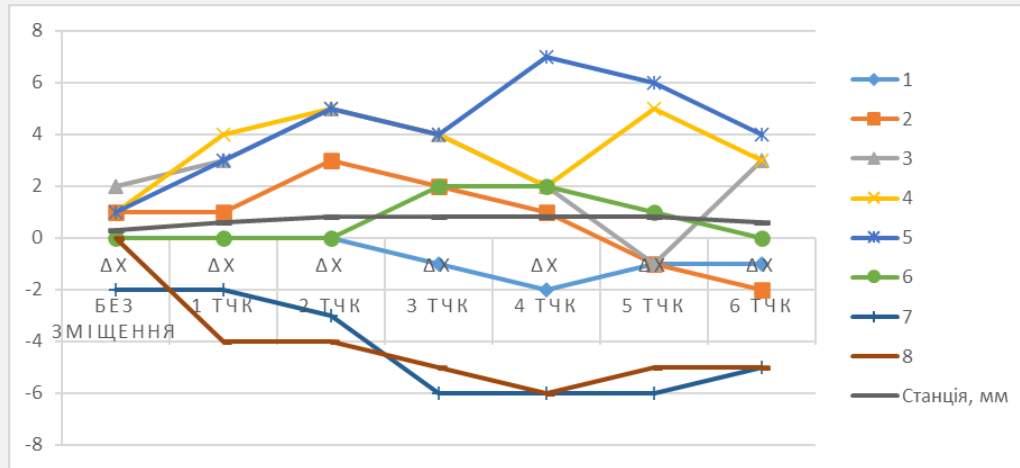
Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки



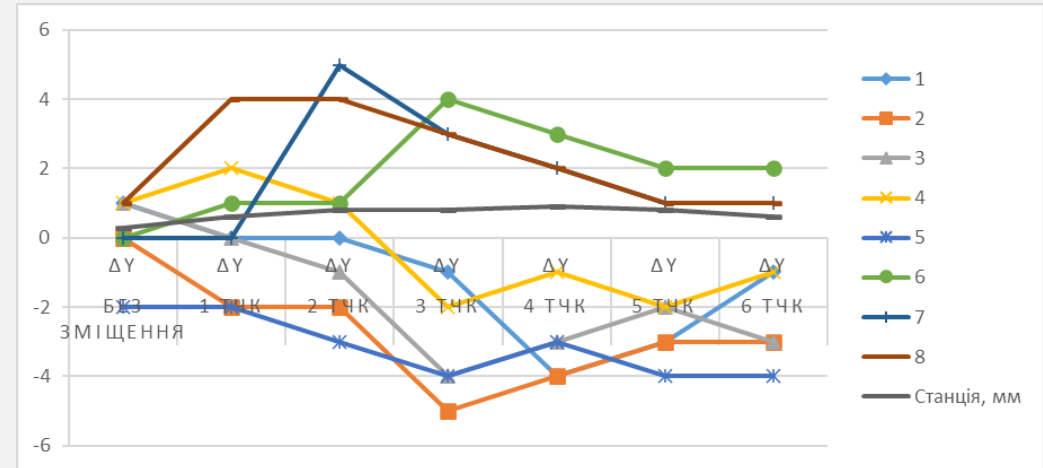
ВИМІРЮВАННЯ НА ПЛІВКОВИЙ ВІДБИВАЧ ІЗ ЗСУВОМ НА 5 ММ

Марка тахеометра	Sokkia CX-55													
Кіл-ть зміщ. пунктів № пункта на схемі	Без зміщення		1 тчк		2 тчк		3 тчк		4 тчк		5 тчк		6 тчк	
	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY
	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ
1	0	1	0	0	0	0	-1	-1	-2	-4	-1	-3	-1	-1
2	1	0	1	-2	3	-2	2	-5	1	-4	-1	-3	-2	-3
3	2	1	3	0	5	-1	4	-4	2	-3	-1	-2	3	-3
4	1	1	4	2	5	1	4	-2	2	-1	5	-2	3	-1
5	1	-2	3	-2	5	-3	4	-4	7	-3	6	-4	4	-4
6	0	0	0	1	0	1	2	4	2	3	1	2	0	2
7	-2	0	-2	0	-3	5	-6	3	-6	2	-6	1	-5	1
8	0	1	-4	4	-4	4	-5	3	-6	2	-5	1	-5	1
Похибка, мм	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.6	0.6

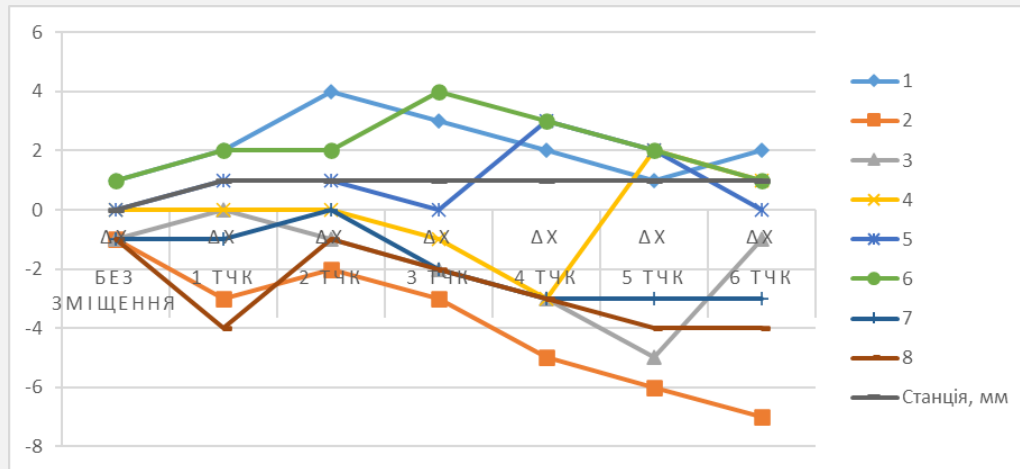
Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



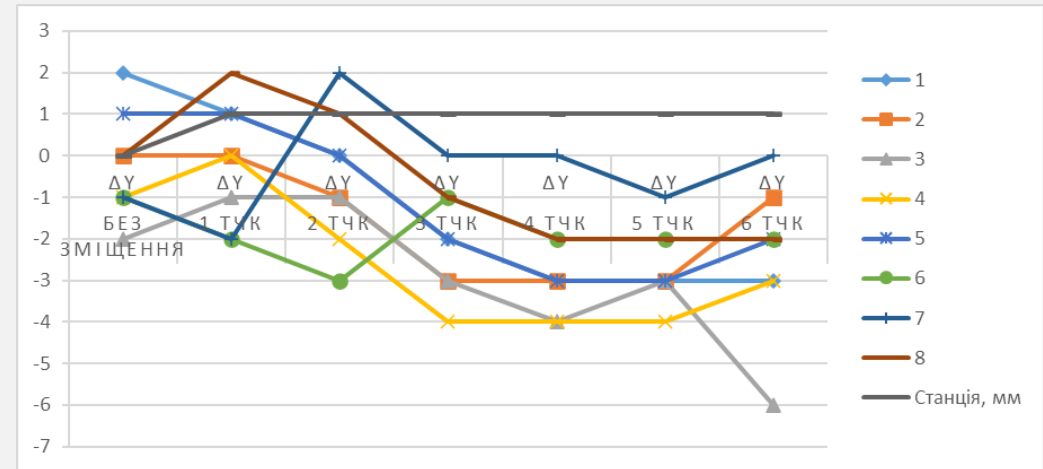
Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки



Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



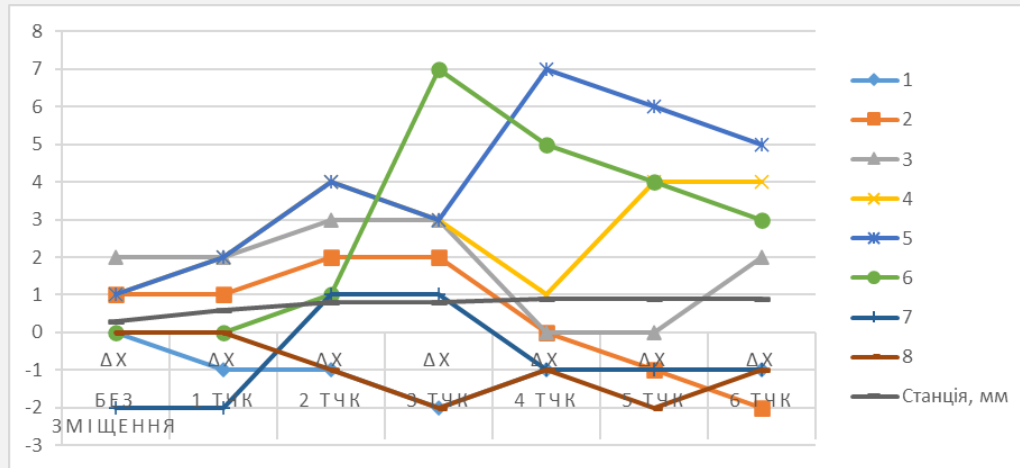
Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки



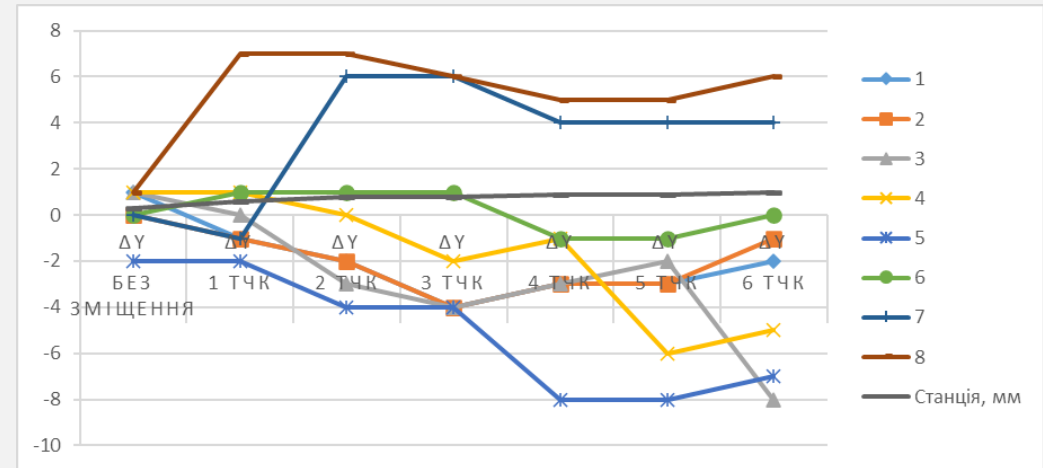
ВИМІРЮВАННЯ НА ПЛІВКОВИЙ ВІДБИВАЧ ІЗ ЗСУВОМ 5 ММ В ДВОХ ПЛОЩИНАХ

Марка тахеометра	Sokkia CX-55													
Кіл-ть зміщ. пунктів № пункта на схемі	Без зміщення		1 тчк		2 тчк		3 тчк		4 тчк		5 тчк		6 тчк	
	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY	δX	δY
	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ
1	0	1	-1	-1	-1	-2	-2	-4	-1	-3	-1	-3	-1	-2
2	1	0	1	-1	2	-2	2	-4	0	-3	-1	-3	-2	-1
3	2	1	2	0	3	-3	3	-4	0	-3	0	-2	2	-8
4	1	1	2	1	4	0	3	-2	1	-1	4	-6	4	-5
5	1	-2	2	-2	4	-4	3	-4	7	-8	6	-8	5	-7
6	0	0	0	1	1	1	7	1	5	-1	4	-1	3	0
7	-2	0	-2	-1	1	6	1	6	-1	4	-1	4	-1	4
8	0	1	0	7	-1	7	-2	6	-1	5	-2	5	-1	6
Похибка, мм	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1

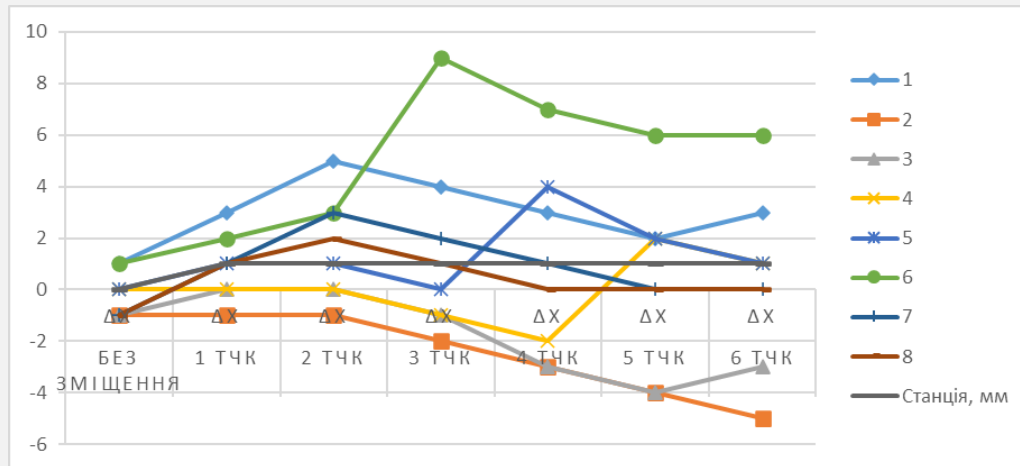
Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



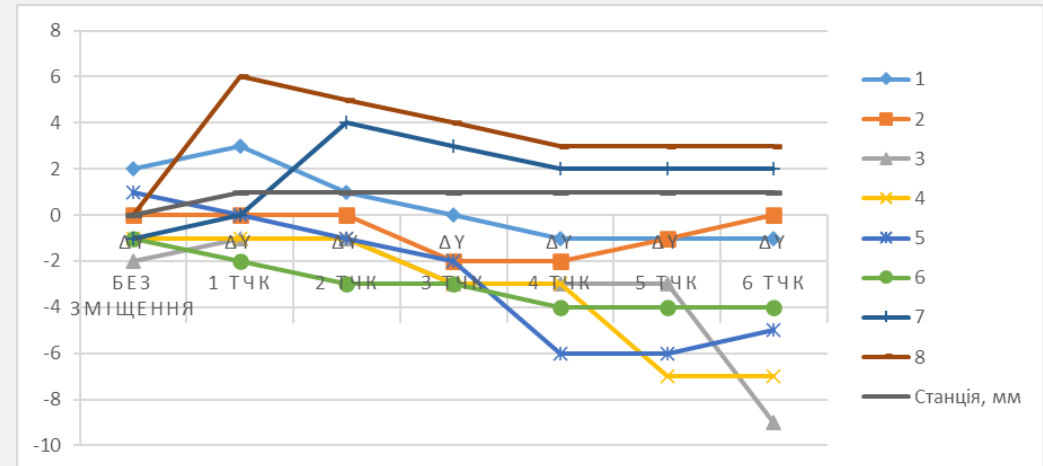
Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки



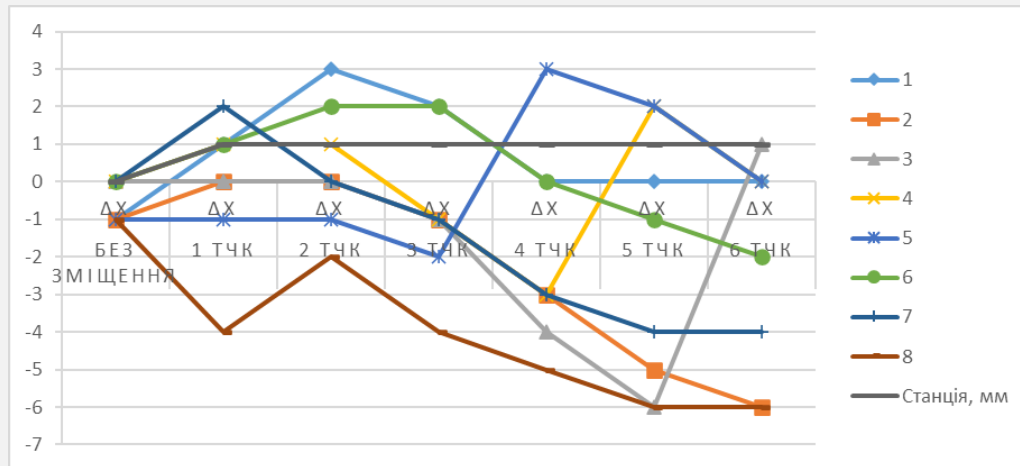
Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



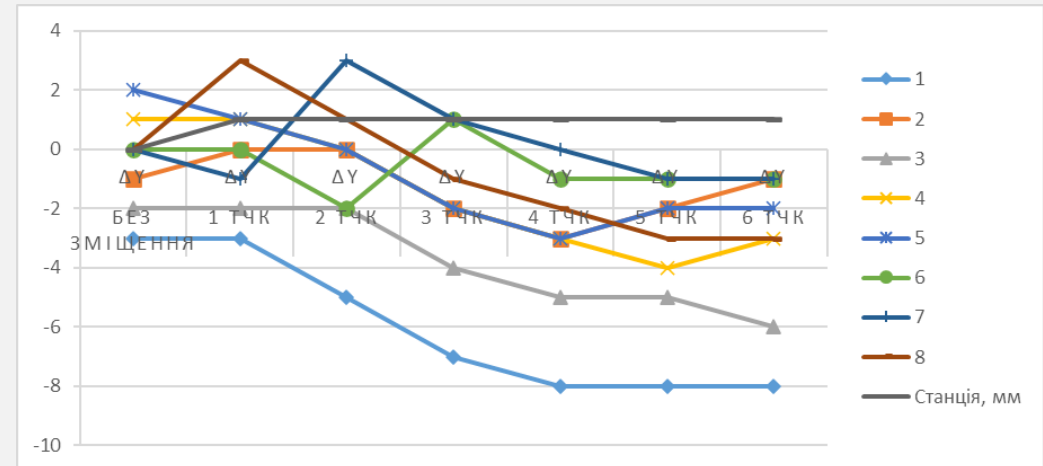
Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки



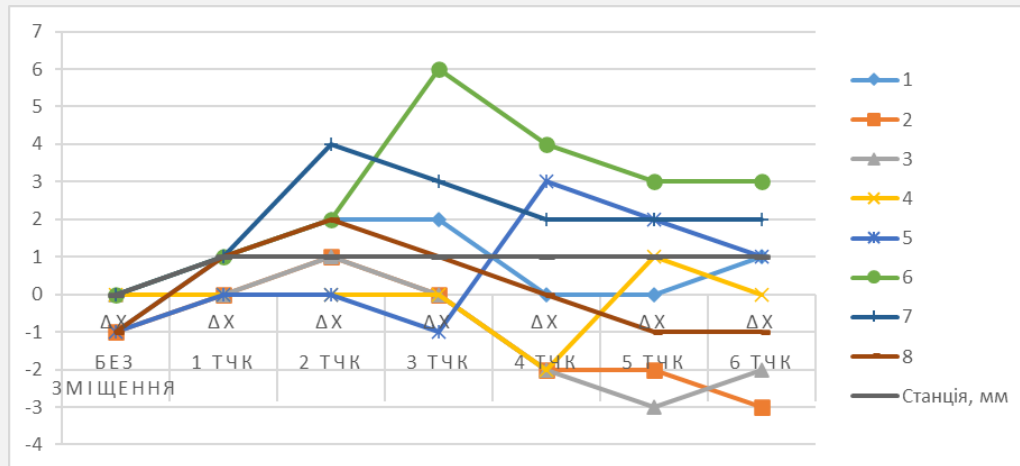
Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



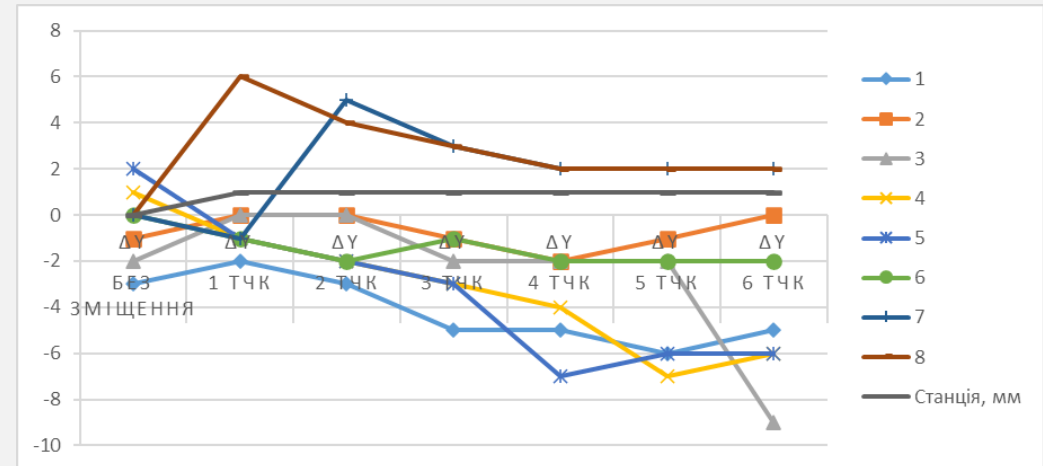
Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки



Помилки в X на точках в залежності від кількості точок засічки



Помилки в Y на точках в залежності від кількості точок засічки



ВИСНОВКИ

МЕТОД 1

- точка, яка зазнавала реального зсуву на 2, 5 та 10 мм, при зменшенні кількості пунктів ніяк не проявляла свої зміщення через наявні значення помилок на неї в меню приладу
- значення помилки на точку, яка зазнавала реального зсуву, майже постійно прямує до розрахованого значення помилки засічки
- значення зміщення точки розподіляються на інші точки опорної мережі, таким чином всі точки, які не мають зміщень отримують збільшення помилки свого положення

МЕТОД 2

- малі зміщення у 2 мм на плівкові відбивачі суттєво не відображаються на розрахованій засічці на відміну від вимірів на призмові відбивачі, де зміщення помітно вже з першої точки
- помітні зміщення при використанні плівкових відбивачів будуть при зсуві точок основи по 2 мм в двох площинах при русі від 3х пунктів основи
- зміщення в межах 5 мм впливають і на розрахунок похибок станції і конкретних пунктів основи
- майже незмінна помилка на станції для обох приладів при зміні положення відбивачів на 5 мм в двох напрямках
- зміщення на 5 мм по двом координатам при вимірюваннях на призмові відбивачі дає помітні помилки на точки основи вже з одного зміщеного пункту
- в усіх результатах є спільна риса, СКП станції незначно відходить від нульового значення вже при першому зсунутому пункті, але після цього залишається майже незмінною при зсуві всіх інших пунктів

Дякую за увагу!