

RUFRIS eller Avvägning?

Verifiering av RUFRIS
som en alternativ metod till avvägning



För att bestämma höjden i ett projekt använder man normalt traditionell avvägning,

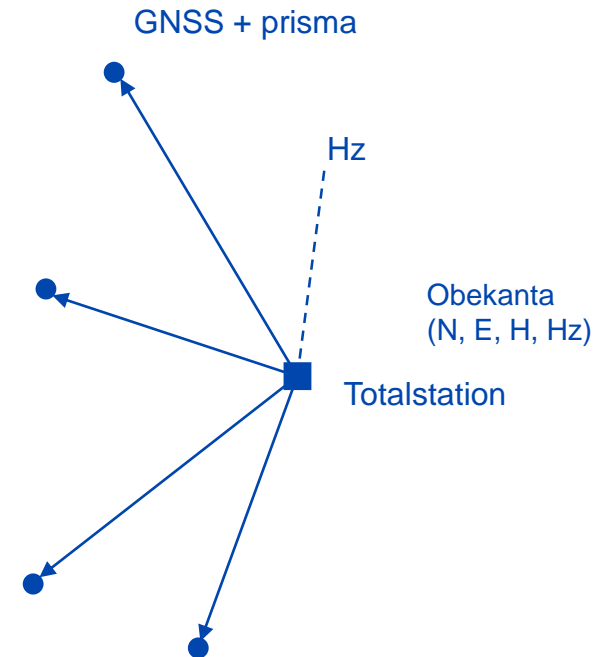
MEN

- Det finns inte alltid höjdfixar tillgängliga i nära anslutning till arbetsområdet
- och
- metoden kan vara personalintensiv och kostsam.

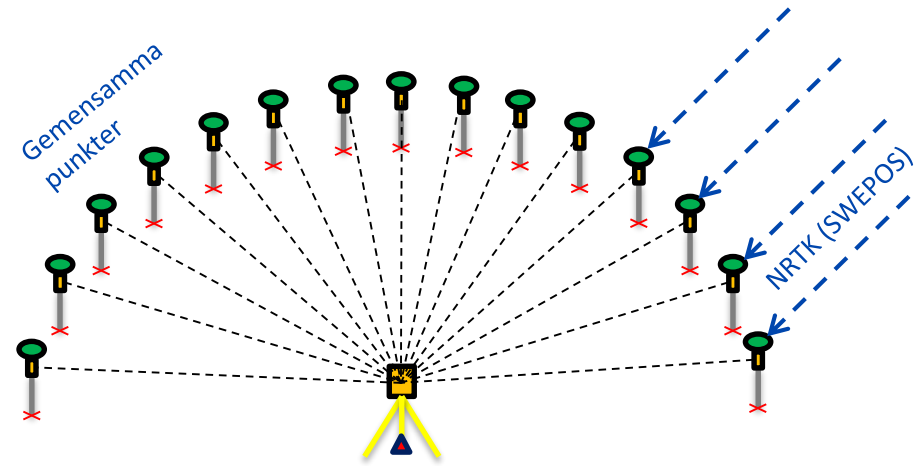
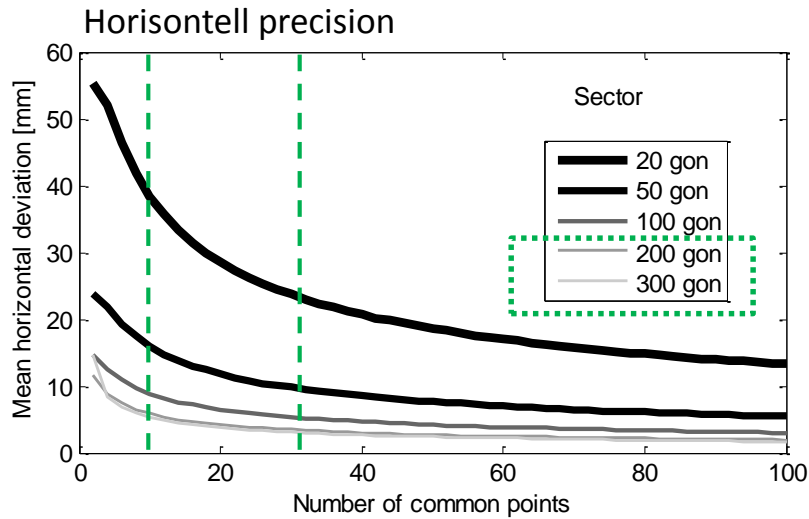
Det behövs en alternativ metod!

”RUFRIIS?”





- Ger koordinater direkt i fält
- Orienteringen skattas direkt i fält



Till exempel:

Horisontell precision för 30 punkter, sektor 300 gon: **3 mm**

Förutsättningar för att etablera en RUFRIIS:

- 10-30 gemensamma punkter
- åtminstone 200 gon sektor storlek
- 20% långt bort

Data: används från Ostlänksprojektet (tillhandahållas av Trafikverket)

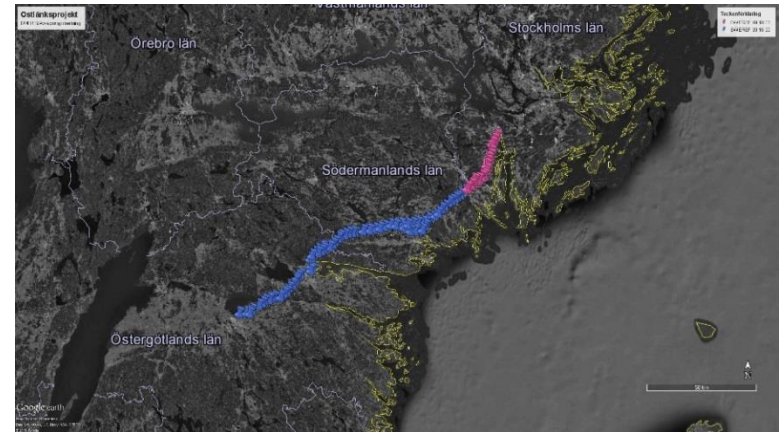
Ostlänken: ny dubbelspårig höghastighetsjärnväg mellan Järna och Linköping



Bilden lånad av trafikverket.se

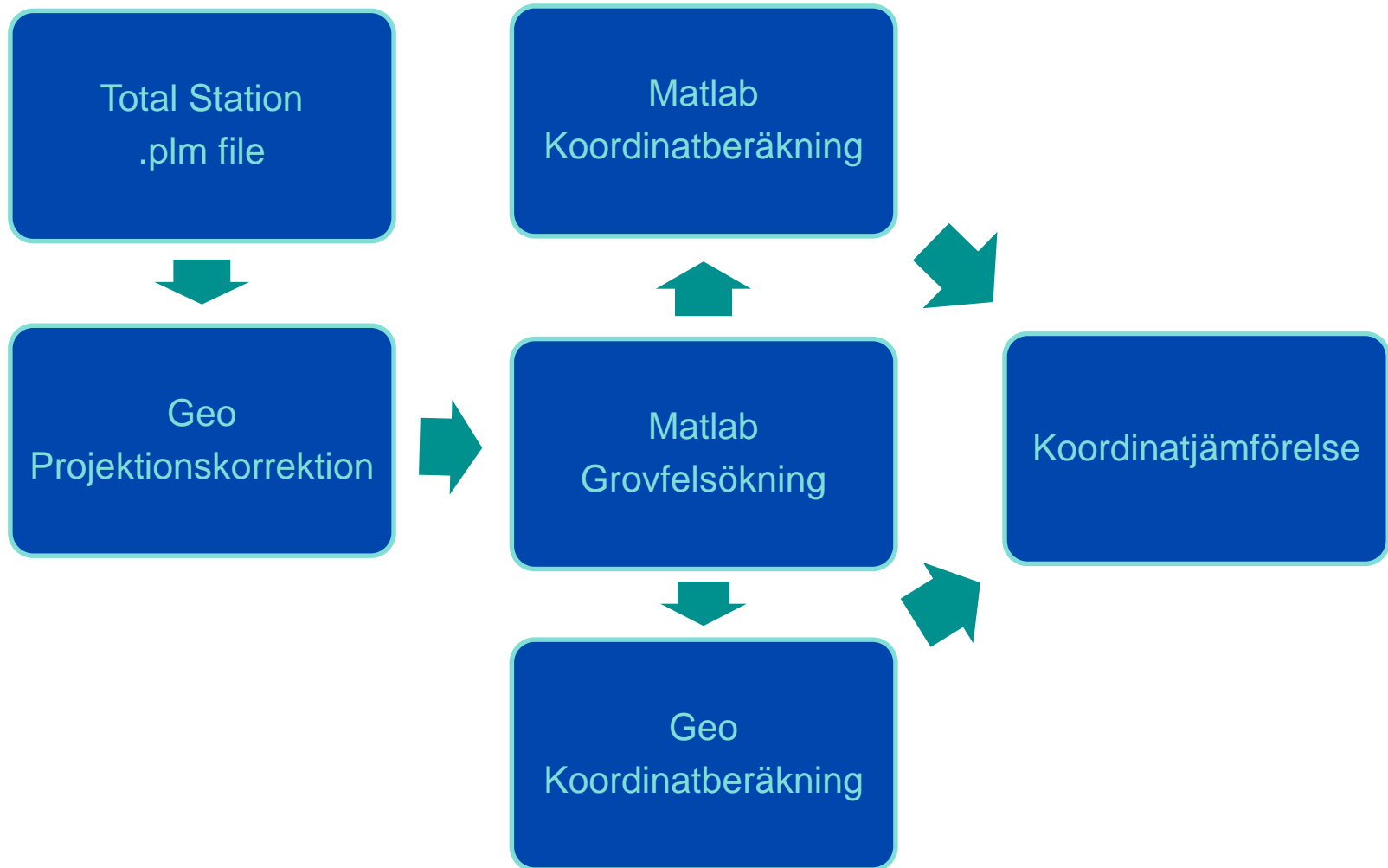
→ **97 RUFRIIS uppställningar**

- Data är i .plm (polar mätning) format.
- RTK GNSS mätningarna utfördes baserat på SWEPOS nätverk.
- Max avstånd mellan SWEPOS stationerna var ca. 35 km.
- Projektionskorrektioner utfördes i SBG Geo.
- Alla RUFRIIS beräkningar utfördes i både Geo och Matlab.



→ **Avvägningsdata är tillgängliga för 94 RUFRIIS uppställningar.**

- Avvägningsdata utjämnades i GEO med hjälp av 43 anslutningsfixar.
- I vissa fall användes ytterligare avvägningsdata mellan RUFRIIS uppställning och ett bakåt objekt.



→ Skillnaden mellan Geo och Matlab beräkningar:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	RUFRI	GEO computed coordinates				MATLAB computed coordinates				GEO/MATLAB differences			
2	station	X	Y	Z		X	Y	Z		deltaX	deltaY	deltaZ	
3	OLP1-101-1	6484854,733	113363,660	46,576		6484854,732	113363,660	46,579		-0,001	0,000	0,003	
4	OLP1-102-2	6484326,993	112406,071	50,423		6484326,993	112406,072	50,424		0,000	0,001	0,001	
5	OLP1-103-1	6483863,947	110467,454	42,888		6483863,947	110467,454	42,890		0,000	0,000	0,002	
6	OLP1-104-1	6482821,714	109516,122	52,494		6482821,715	109516,122	52,494		0,001	0,000	0,000	
7	OLP1-105-2	6481987,777	107801,820	51,839		6481987,776	107801,820	51,842		-0,001	0,000	0,003	
8	OLP1-107-1	6480278,618	105924,043	46,585		6480278,618	105924,044	46,587		0,000	0,001	0,002	
9	OLP1-108-2	6479385,848	104686,811	54,217		6479385,847	104686,811	54,220		-0,001	0,000	0,003	
10	OLP1-109-2	6478367,758	103592,800	45,433		6478367,759	103592,800	45,433		0,000	0,000	0,000	
11	OLP1-110-2	6478252,764	102043,900	45,433		6478252,764	102043,900	45,433		0,000	0,000	0,000	
12	OLP1-111-1	6477933,191	99973,530	45,433		6477933,191	99973,530	45,433		0,000	0,000	0,000	
13	OLP1-112-1	6478382,444	98286,970	45,433		6478382,444	98286,970	45,433		0,000	0,000	0,000	
14													
15	OLP2-069-1	6510312,405	142058,100	2,677		6500112,841	131146,946	2,678		-0,001	0,000	0,001	
16	OLP2-070-1	6509326,289	141106,500	2,843		6499547,181	131239,962	2,845		-0,001	0,000	0,002	
17	OLP2-073-1	6508060,000	139611,000	-1,762		6498028,219	131995,930	-1,761		0,001	0,000	0,001	
18	OLP2-074-1	6508260,134	136905,200	13,776		6497726,848	131006,872	13,776		0,001	0,000	0,000	
19	OLP2-075-1	6507074,904	136992,400	24,306		6495270,271	126700,421	24,307		0,001	0,000	0,001	
20	OLP2-076-1	6507851,740	136301,100	31,895		6494744,649	125484,755	31,896		0,000	0,000	0,001	
21	OLP2-077-1	6506260,017	136006,200	42,110		6493522,278	124844,564	42,111		0,001	0,000	0,001	
22	OLP2-078-1	6506755,085	134302,800	32,214		6492829,153	124250,136	32,215		0,000	0,000	0,001	
23	OLP2-079-1	6505497,323	134462,100	71,353		6491132,522	123113,994	71,355		0,000	0,001	0,002	
24	OLP2-080-2	6505530,027	132813,100	45,352		6489753,560	121613,757	45,353		0,000	0,000	0,001	
25	OLP2-081-2	6504133,732	131726,000	36,097		6487850,088	120543,039	36,099		-0,002	0,001	0,002	
26	OLP2-082-2	6502611,400	130671,000	46,696		6487262,451	119349,216	46,698		-0,002	-0,001	0,002	
27	OLP2-084-2	6500112,842	131146,946	39,889		6485722,643	117474,217	39,890		-0,001	0,000	0,001	
28	OLP2-085-1	6499547,182	131239,962	47,465		6485401,029	114952,704	47,464		-0,001	-0,001	-0,001	
29	OLP2-086-1	6498028,218	131995,930										
30	OLP2-087-1	6497726,847	131006,872										
31	OLP2-089-2	6495270,270	126700,421										
32	OLP2-090-1	6494744,649	125484,755										
33	OLP2-091-2	6493522,277	124844,564										
34	OLP2-092-1	6492829,153	124250,136										
35	OLP2-093-1	6491132,522	123113,993										
36	OLP2-094-2	6489753,560	121613,757										
37	OLP2-097-1	6487850,088	120543,038										
38	OLP2-098-1	6487262,453	119349,217										
39	OLP2-099-2	6485722,644	117474,217										
40	OLP2-100-2	6485401,030	114952,705										
41													

	N (m)	E (m)	H (m)
Medelvärde	0,000	0,000	0,001
Standardavvikelse	0,001	0,001	0,001
Maximala skillnader	0,003	0,002	0,003



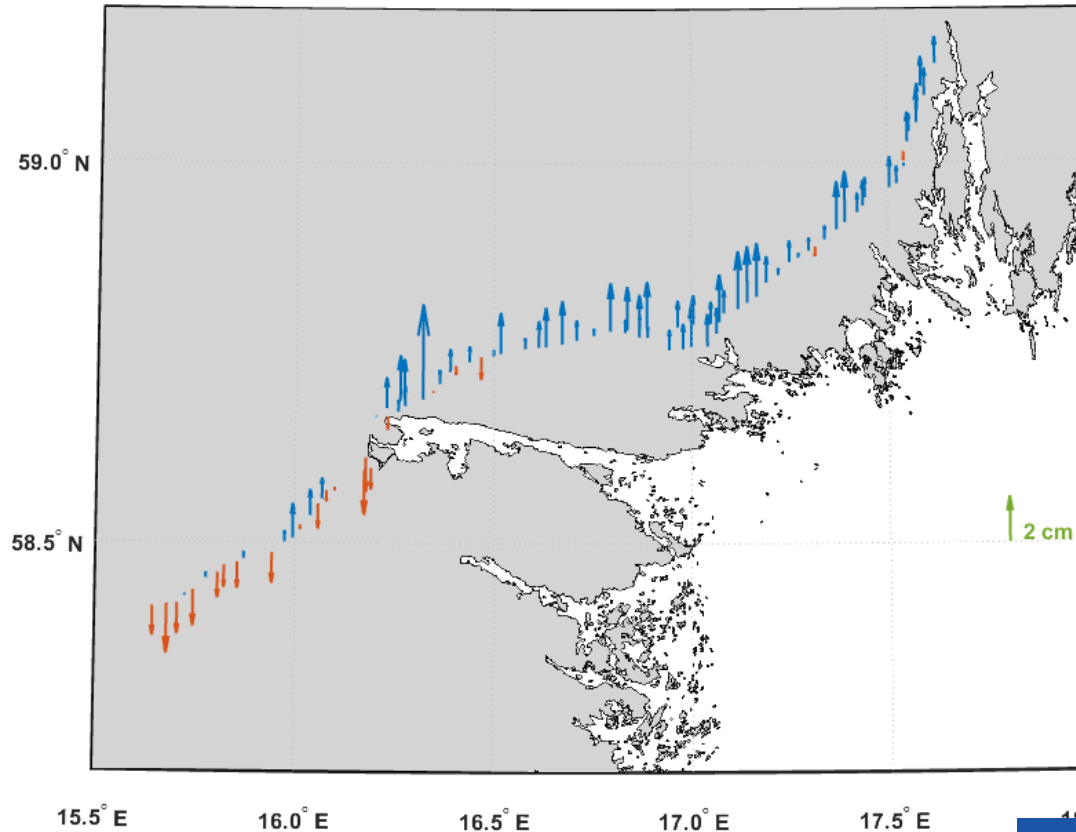
- RUFRIS höjd beräknades baserat på SWEN08_RH2000 geoidmodellen
- **SWEN08 RH 2000:** Den svenska geoidmodellen KTH08 anpassad till SWEREF 99 och RH 2000. Ellipsoid: GRS 80
- Standardosäkerheten i modellen är ca. 10-15 mm.
- *Höjd avvikelse = Beräknad RUFRIS höjd i Geo/Matlab – Beräknad avvägning höjd i Geo*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	RUFRIS height vs. Leveling height														
2	Station name	GEO H.	MATLAB H.		Leveling stn (-1)	H1	Leveling stn (-2)	H2	dH12	Hight for -1	Hight for -2		RUFRIS H. - Lvl. H.	MATLAB H. - Lvl. H.	
3	OLP4-001-1	31,103	31,103		1 - 1					31,091			0,012	0,012	
4	OLP4-002-2	28,528	28,530		2 - 1	111,371	2-2	101,622	9,749	38,265	28,516		0,012	0,014	
5	OLP4-003-2	35,516	35,518		3 - 1	100,000	3 - 2	99,042	0,958	36,461	35,503		0,013	0,015	
6	OLP4-004-2	11,224	11,225		4 - 1	100,000	4 - 2	98,247	1,753	12,965	11,212		0,012	0,013	
7	OLP4-005-1	42,106	42,106		5 - 1					42,094			0,012	0,012	
8	OLP4-006-1	34,845	34,847		6 - 1					34,830			0,015	0,017	
9	OLP4-007-1	32,038	32,039		7 - 1					32,030			0,008	0,009	
10	OLP4-008-2	35,710	35,712		8 - 1	100,352	8 - 2	100,000	0,352	36,049	35,697		0,013	0,015	
11	OLP4-009-1	12,161	12,161		9 - 1					12,165			-0,004	-0,004	
12	OLP4-010-1	28,760	28,761		10 - 1					28,759			0,001	0,003	
13	OLP4-012-1	26,558	26,559		12 - 1					26,550			0,008	0,009	
14	OLP4-013-1	23,638	23,639		13 - 1					23,624			0,014	0,014	
15	OLP4-014-2	33,977	33,978		14 - 1	97,948	14 - 2	100,000	-2,052	31,913	33,965		0,012	0,013	
16	OLP4-016-1	32,660	32,661		16 - 1					32,651			0,009	0,009	
17	OLP4-017-1	15,940	15,941		17 - 1					15,929			0,011	0,012	
18	OLP4-018-1	19,348	19,349		18 - 1					19,340			0,008	0,009	
19	OLP4-019-1	40,959	40,959		19 - 1					40,937			0,022	0,022	
20	OLP4-020-1	53,208	53,209		20 - 1					53,187			0,021	0,022	
21															



Avvikelser mellan RUFRIIS och Avvägning

RUFRIIS/Leveling Height Differences
SWEN08_RH2000

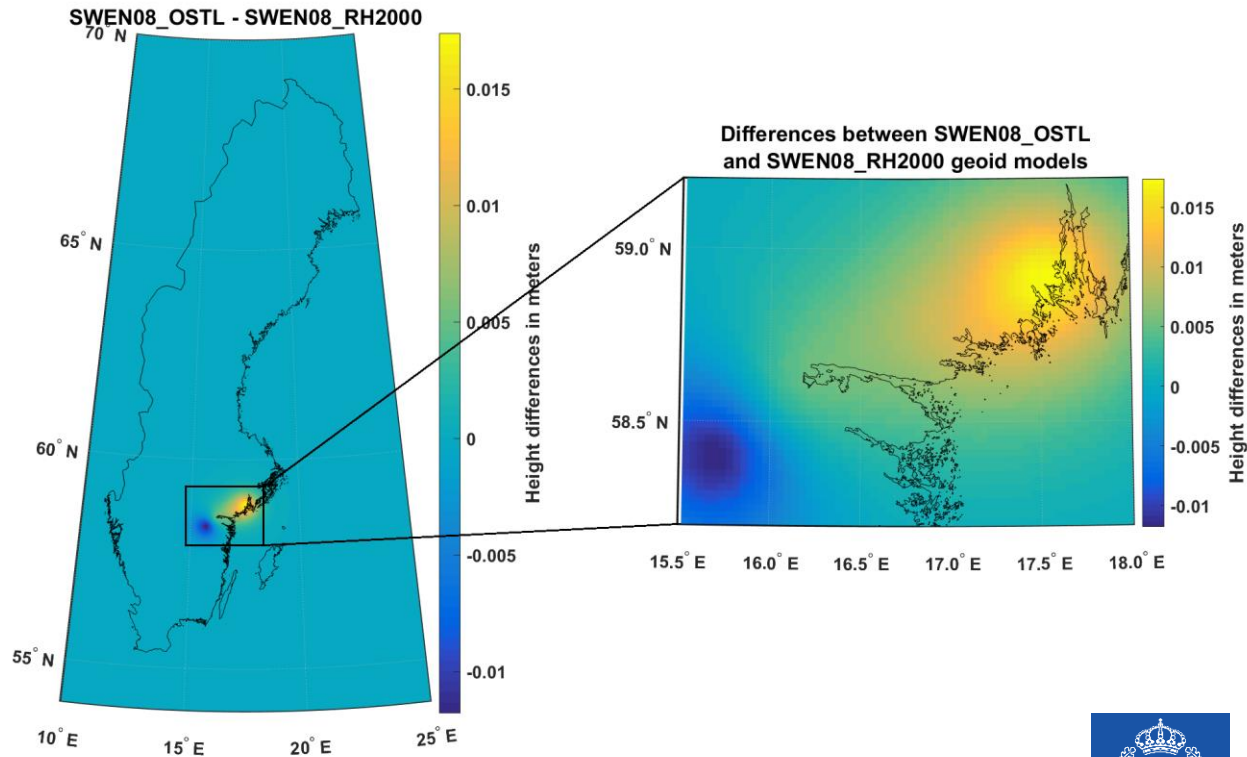


-0,050 0,000 0,050
Height difference (m)

Medelvärde	0,007 (m)
Standardavvikelse	0,012 (m)
Grovfelborttagning	
Medelvärde	0,006 (m)
Standardavvikelse	0,011 (m)

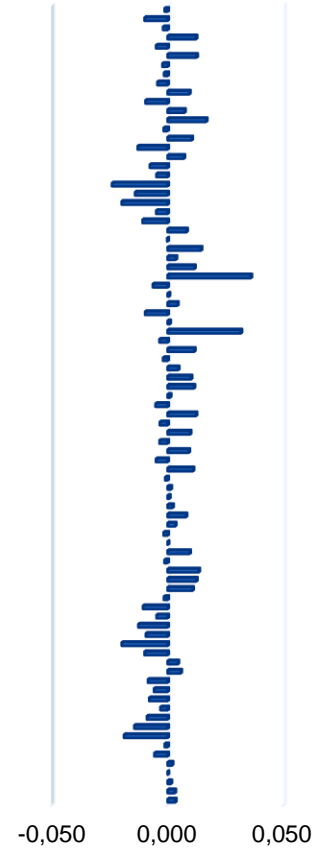
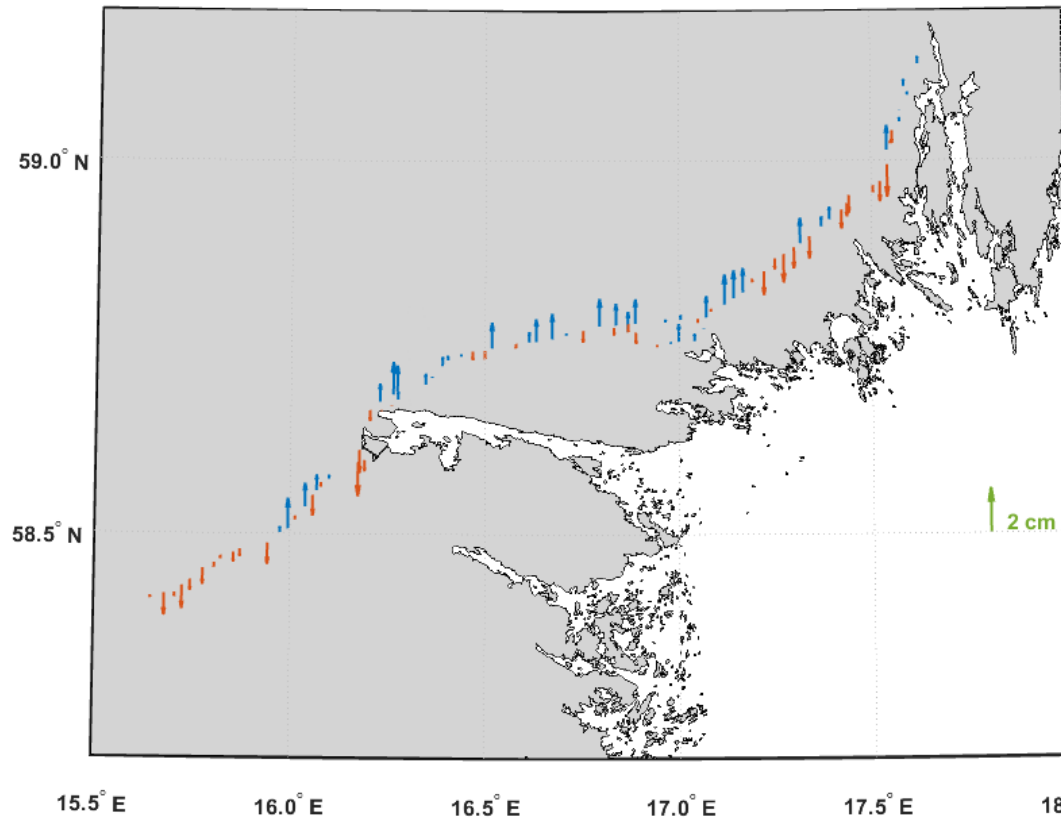


- **SWEN 08 OSTL:** Den nuvarande nationella geoidmodellen, SWEN08_RH2000, avviker på ett systematiskt vis inom det långsmala projektområdet. Därför den här modellen utvecklas för att förbättra nationella geoidmodellen för Ostlänksprojektet.
- Standardosäkerhet i modellen är 3-5 mm.
- **Skillnaden mellan de två modellerna:**



Motsvarande RUFRIIS höjd erhålls av den interpolerade SWEN08 OSTL geoidmodellen.

RUFRIIS/Leveling Height Differences
SWEN08_OSTL



Medelvärde	0,001 (m)
Standardavvikelse	0,009 (m)
Grovfelborttagning	
Medelvärde	0,000 (m)
Standardavvikelse	0,007 (m)

- Avvägning behöver höjdfixar och är kostsam.
- RTK-GNSS: ger en acceptabel osäkerhet i plan, medan den vertikala komponenten är knappt så bra.
- RUFRIIS: en metod för att kombinera RTK-GNSS med totalstationsmätningar.
- Data används från Ostlänksprojektet.
- Beräknad standardavvikelse mellan RUFRIIS och avvägning höjd är 11 mm med avseende på nationella geoidmodellen (SWEN08_RH2000).
- Med hjälp av den projektanpassad geoidmodellen sänkas osäkerheten till 7 mm.

▪ RUFRIIS osäkerhet:
$$\sigma_{\Delta RUFRIIS_AVV}^2 = \sigma_{RUFRIIS}^2 + \sigma_{geoidmodellen}^2 + \sigma_{AVV}^2$$
$$7^2 \text{ mm} \qquad 5^2 \text{ mm} \qquad 5^2 \text{ mm} \qquad 1^2 \text{ mm}$$

- WSP Sverige AB
- Trafikverket
- Anna Jensen
- Milan Horemuž
- Johan Vium Andersson

