

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

1. ระบบพิกัดท้องถิ่นความคลาดเคลื่อนต่ำ

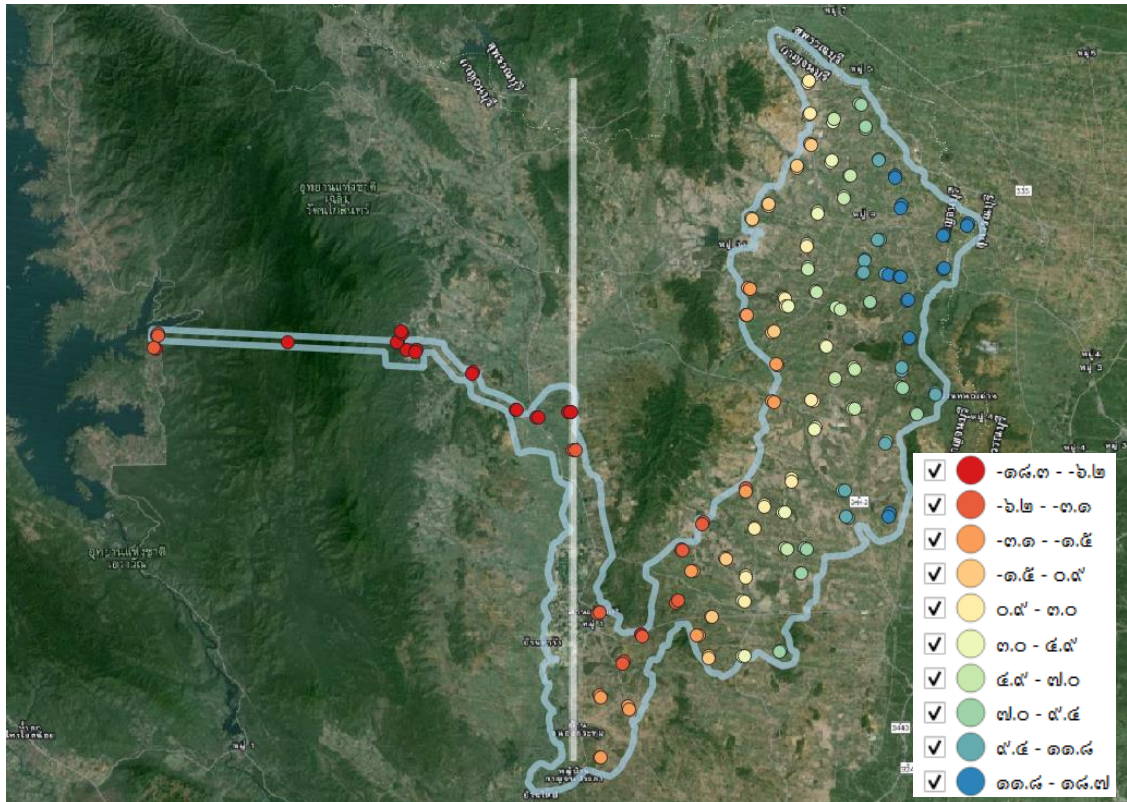
ระบบพิกัดความคลาดเคลื่อนต่ำสำหรับพื้นที่โครงการ “บ่อพลอย” ได้จากการพิจารณากำหนดจุดสัมผัสทดสอบใช้หมุดควบคุม RID-GNSS-001 ถึง RID-GNSS-176 ทั้งหมดในโครงการ พร้อมจุดตัวแทนแนวตั้งกลางของอุโมงค์ส่งน้ำ T1, T2 และ T3 กำหนดค่าออกแบบเบื้องต้นเป็น

Point	UTM_N	UTM_E	MSL
Tunnel-Inlet	1,608,603.000	518,123.000	160.0
Tunnel-Mid	1,608,118.000	529,367.000	158.5
Tunnel-Outlet	1,607,439.000	539,639.000	157.0

ความสูงเหนือทะเลปานกลางของหมุดควบคุมได้จากการเดินระดับดิฟเฟอเรนเชียลงานชั้น 2 โครงการ เลือกใช้การฉายแผนที่ระบบพิกัดทรานเวอร์สเมอร์เคเตอร์ (Transverse Mercator :TM) ให้ศูนย์กลางเมอริเดียนเป็น $99^{\circ}30'$ การคำนวณไปความสูงเหนือทรีใช้แบบจำลองย็อยด์ TGM-2017 เนื่องจากมีงานออกแบบและก่อสร้างอยู่ใกล้ใต้ผิวภูมิประเทศลงไป จึงมีการกำหนดจุดทดสอบ T1, T2 และ T3 ใกล้ใต้ผิวภูมิประเทศ ในขั้นตอนระดับ projection plane อยู่ในเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของระดับทะเลปานกลางของจุดทดสอบ (offset PP=0 m) ได้ค่าเสกัลแพกเตอร์รวม CSF min /max : -12.3 / 24.7 ppm ซึ่งเกินเกิน +20 ppm ดังนั้นเพื่อให้ระนาบการฉายแผนที่อยู่ในเกณฑ์ค่าระดับของอุโมงค์ด้วยจึงเปลี่ยนระดับการฉายต่ำลง offset PP = -20 m พบว่าได้ผลเป็นที่น่าใจ ได้ค่าเสกัลแพกเตอร์รวม CSF min /max -18.3 / +18.7 ppm

Offset_PP	Points MSL min/mean/max : +30.7 / +76.6 / +202.6 meter E-W : 70,016 m. N-S : 59,889 m.
+20 m	Designed Project Plane : hPP=+62.54 m. / MSL=+96.39 m. equiv. to k0 = 1.000010 Points CSF min/mean/max : -12.3 / +8.7 / +24.7 ppm
0 m	Designed Project Plane : hPP=+42.54 m. / MSL=+76.39 m. equiv. to k0 = 1.000007 Points CSF min/mean/max : -15.3 / +5.7 / +21.7 ppm
-20 m	Designed Project Plane : hPP=+22.54 m. / MSL=+56.39 m. equiv. to k0 = 1.000004 Points CSF min/mean/max : -18.3 / +2.7 / +18.7 ppm
-40 m	Designed Project Plane : hPP=+2.54 m. / MSL=+36.39 m. equiv. to k0 = 1.000000 Points CSF min/mean/max : -22.3 / -1.3 / +14.7 ppm

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”



ทำการปรับค่า False Easting และ False Northing ให้พิกัดท้องถิ่นมีตัวเลขกระทัดรัดและกระชับ ไม่มีตัวเลขค่าพิกัดมีเครื่องหมายลบ ในมาตรฐานฉบับนี้จึงเสนอว่า ค่าพารามิเตอร์ระบบพิกัดท้องถิ่น LDP ของโครงการ “บ่อพลอย” (LDP-BOPLOI) คือ

ค่าพารามิเตอร์ระบบพิกัดท้องถิ่น LDP ของโครงการ “บ่อพลอย” (LDP-BOPLOI)

```
+proj=tmerc +lat_0=0.0 +lon_0=99.5 +k_0=1.000004 +x_0=50000 +y_0=-1550000
+a=6378137.0 +b=6356752.314245179 +units=m +no_defs +type=crs
+proj=tmerc +lat_0=0.0 +lon_0=99°30' +k_0=1.000004 +x_0=50000 +y_0=-1550000
+a=6378137.0 +b=6356752.314245179 +units=m +no_defs +type=crs
```

Designed Project Plane : hPP=+22.54 m. / MSL=+56.39 m. equiv. to k0 = 1.000004

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

ภาคผนวก ก) มาตรฐานนियามการฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำบนพื้นฐาน Transverse Mercator

มาตรฐานนियามการฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำชนิด Transverse Mercator เป็นสิ่งแรกที่จะต้องมีการประกาศในโครงการ เช่น รายงานการสำรวจและออกแบบ แบบแปลนงานก่อสร้าง เป็น มาตรฐานกำหนดให้เขียนบรรยายเป็นข้อความ 3 บรรทัด ดังนี้

```
+proj=tmerc +lat_0=0.0 +lon_0=99°30' +k_0=1.000004 +x_0=50000 +y_0=-1550000
+a=6378137.0 +b=6356752.314245179 +units=m +no_defs +type=crs
```

ตัวอย่างนियาม	คำอธิบายมาตรฐาน
FORMAT: PROJ	1) อ้างอิง https://en.wikipedia.org/wiki/PROJ , http://proj.maptools.org/gen_parms.html
+proj=tmerc	2) การฉายแผนที่ชนิด Transverse Mercator ในกรณีจำเป็นอาจเลือกใช้ Conformal Conic (LCC) และ Oblique Mercator (OMC)
+lat_0=0.0	3) ค่าเริ่มต้นจุดศูนย์กำเนิด สำหรับ latitude ให้เป็น 0 ภายหลังให้ปรับค่า false nothing เพื่อให้ตัวเลขพิกัดทางเหนือ กระชับ อ่านง่าย ใช้งานได้สะดวก
+lon_0=99°30'	4) ค่าเริ่มต้นจุดศูนย์กำเนิด Central Meridian ให้เป็น longitude เริ่มต้น ให้ตกในพื้นที่โครงการ หรืออยู่ใกล้ที่สุด กำหนดปริมาณหน่วยองศาให้ละเอียดและลิปดา (Degree Minute :DM) เท่านั้น (exact) ตัวเลขลิปดาให้ใช้ตัวเลข 2 หลักเสมอ ให้เติมศูนย์ข้างหน้ากรณีลิปดาเป็นหลักหน่วย ในกรณีเลือกใช้อองศาในรูปแบบทศนิยม (Decimal Degree :DD) ให้ใช้จุดทศนิยม 6 ตำแหน่ง (1 ลิปดาในพื้นที่ประเทศไทย เทียบเท่าระยะทาง 1.85 กิโลเมตร)
+k_0=1.000004	5) ค่าสเกลแฟกเตอร์เริ่มต้น ให้พิเศษ นียามให้ใช้จุดทศนิยม 6 ตำแหน่ง
+x_0=50000 +y_0=-1550000	6) ค่าเลื่อนพิกัดให้เลือกใช้ค่าหลัก พันเมตร ('000) โดยควรออกแบบให้ตัวเลขพิกัดตะวันออกและพิกัดเหนือ มีขนาดเล็กกะทัดรัด ทำให้ตัวเลขค่าพิกัด กระชับ อ่านง่าย ใช้งานได้สะดวก พิกัดตะวันออกและพิกัดเหนืออาจออกแบบให้มีตัวเลขต่างกันเพิ่มเติมอีก 1 หลัก เพื่อให้ผู้ใช้แยกแยะได้ง่าย ไม่สับสน
+a=6378137.0 +b=6356752.314245179	7) ขนาดของรูปทรงรี WGS84 อ้างอิง https://en.wikipedia.org/wiki/World_Geodetic_System
+units=m	8) หน่วยการวัด เมตร
+no_defs	9) จะไม่มีการใช้ค่า default อื่นใด ใช้เฉพาะพารามิเตอร์ปรากฏ ในนियามนี้เท่านั้น
+type=crs	10) เป็นนियามสำหรับบรรยาย การฉายแผนที่

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

หรือใช้ฟอร์แมตแลกเปลี่ยนด้านไอที WKT (Well-known Text)

```
PROJCRS["unknown",  
  BASEGEOGCRS["unknown",  
    DATUM["Unknown based on WGS 84 ellipsoid",  
      ELLIPSOID["WGS 84",6378137,298.257223562997,  
        LENGTHUNIT["metre",1,  
          ID["EPSG",9001]]],  
    PRIMEM["Greenwich",0,  
      ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433],  
      ID["EPSG",8901]]],  
  CONVERSION["unknown",  
    METHOD["Transverse Mercator",  
      ID["EPSG",9807]],  
    PARAMETER["Latitude of natural origin",0,  
      ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433],  
      ID["EPSG",8801]],  
    PARAMETER["Longitude of natural origin",99.5,  
      ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433],  
      ID["EPSG",8802]],  
    PARAMETER["Scale factor at natural origin",1.000004,  
      SCALEUNIT["unity",1],  
      ID["EPSG",8805]],  
    PARAMETER["False easting",50000,  
      LENGTHUNIT["metre",1],  
      ID["EPSG",8806]],  
    PARAMETER["False northing",-1550000,  
      LENGTHUNIT["metre",1],  
      ID["EPSG",8807]]],  
  CS[Cartesian,2],  
  AXIS["(E)",east,  
    ORDER[1],  
    LENGTHUNIT["metre",1,  
      ID["EPSG",9001]]],  
  AXIS["(N)",north,  
    ORDER[2],  
    LENGTHUNIT["metre",1,  
      ID["EPSG",9001]]]
```

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

ภาคผนวก ข) ตารางแสดงการวิเคราะห์การฉาย LDP

ตารางแสดงการวิเคราะห์การฉาย LDP รแสดงผลการวิเคราะห์ของจุดสุ่มในพื้นที่ โดยใช้จุดพิกัดหมุดควบคุมที่สำรวจจริงวัดตามแนว เมื่อได้ออกแบบเลือกพารามิเตอร์ LDP จะแสดงการคำนวณ และเผยให้เห็นถึง การกระจายตัวของค่าสเกลแฟกเตอร์รวม CSF_ppm ว่ามีค่าไม่เกินช่วง +/-20 ppm

	Point	lng	lat	MSL	CSF_ppm	LDP_E	LDP_N
0	Tunnel-Inlet	99.168228	14.550374	160	0.1	14,243.947	59,272.457
1	Tunnel-Mid	99.272595	14.545890	158	-8.1	25,491.449	58,762.602
2	Tunnel-Outlet	99.367932	14.539621	157	-12.8	35,765.983	58,060.819
3	RID-GNSS-001	99.168657	14.552301	185	-3.9	14,290.498	59,485.635
4	RID-GNSS-002	99.168475	14.551096	188	-4.3	14,270.748	59,352.315
5	RID-GNSS-003	99.360889	14.546048	193	-18.1	35,007.322	58,772.421
6	RID-GNSS-004	99.359894	14.545350	194	-18.3	34,900.101	58,695.172
7	RID-GNSS-005	99.375530	14.539136	161	-13.6	36,584.932	58,006.718
8	RID-GNSS-006	99.374453	14.537768	157	-13.1	36,468.759	57,855.352
9	RID-GNSS-007	99.420384	14.521585	134	-10.8	41,418.474	56,062.594
10	RID-GNSS-008	99.420039	14.520434	132	-10.4	41,381.274	55,935.318
11	RID-GNSS-009	99.454297	14.491703	114	-8.2	45,073.232	52,755.330
12	RID-GNSS-010	99.455426	14.491049	112	-8.0	45,194.856	52,682.966
13	RID-GNSS-011	99.554406	14.312074	101	-6.2	55,869.703	32,880.767
14	RID-GNSS-012	99.554651	14.310476	99	-5.9	55,896.207	32,703.976
15	RID-GNSS-013	99.586083	14.380066	97	-4.9	59,284.484	40,404.598
16	RID-GNSS-014	99.586888	14.378912	96	-4.7	59,371.298	40,276.965
17	RID-GNSS-015	99.637282	14.428737	97	-3.2	64,803.287	45,792.480
18	RID-GNSS-016	99.637328	14.425973	94	-2.7	64,808.401	45,486.582
19	RID-GNSS-017	99.658843	14.498068	97	-2.3	67,122.908	53,465.001
20	RID-GNSS-018	99.660703	14.497375	95	-1.9	67,323.485	53,388.453
21	RID-GNSS-019	99.639670	14.588679	87	-1.5	65,050.026	63,489.347
22	RID-GNSS-020	99.641275	14.587939	88	-1.6	65,222.957	63,407.523
23	RID-GNSS-021	99.641666	14.644517	87	-1.5	65,261.235	69,667.725
24	RID-GNSS-022	99.642754	14.643998	85	-1.1	65,378.467	69,610.369
25	RID-GNSS-023	99.688102	14.727748	88	0.7	70,255.974	78,880.618
26	RID-GNSS-024	99.689335	14.728310	86	0.9	70,388.660	78,942.845
27	RID-GNSS-025	99.471661	14.484961	104	-6.9	46,944.962	52,009.092
28	RID-GNSS-026	99.473050	14.484892	103	-6.8	47,094.648	52,001.427
29	RID-GNSS-027	99.496875	14.489702	103	-6.8	49,663.069	52,533.495
30	RID-GNSS-028	99.498339	14.490006	105	-7.2	49,820.950	52,567.093
31	RID-GNSS-029	99.500047	14.458872	97	-5.9	50,005.069	49,122.302
32	RID-GNSS-030	99.501365	14.459113	99	-6.2	50,147.138	49,148.950
33	RID-GNSS-031	99.519507	14.328425	93	-5.2	52,104.415	34,689.332
34	RID-GNSS-032	99.521162	14.329150	95	-5.6	52,282.945	34,769.507
35	RID-GNSS-033	99.603353	14.401571	102	-5.1	61,146.047	42,784.843
36	RID-GNSS-034	99.603098	14.400134	102	-5.2	61,118.644	42,625.821
37	RID-GNSS-035	99.663234	14.526812	94	-1.7	67,593.993	56,645.740
38	RID-GNSS-036	99.661689	14.527681	95	-1.9	67,427.422	56,741.733
39	RID-GNSS-037	99.637304	14.567171	96	-3.1	64,796.480	61,109.454
40	RID-GNSS-038	99.638886	14.567064	95	-2.9	64,966.940	61,097.714
41	RID-GNSS-039	99.655834	14.654815	81	0.0	66,786.649	70,808.198
42	RID-GNSS-040	99.655875	14.655976	82	-0.1	66,790.996	70,936.651
43	RID-GNSS-041	99.678825	14.685007	87	0.2	69,260.720	74,150.589
44	RID-GNSS-042	99.678732	14.686423	88	0.0	69,250.524	74,307.287
45	RID-GNSS-043	99.688775	14.704124	88	0.6	70,330.613	76,266.770
46	RID-GNSS-044	99.689977	14.703518	87	0.8	70,460.134	76,199.748
47	RID-GNSS-045	99.166861	14.540621	203	-6.5	14,095.074	58,193.603
48	RID-GNSS-046	99.165321	14.541526	195	-5.1	13,929.197	58,293.905
49	RID-GNSS-047	99.364075	14.552361	170	-14.7	35,351.159	59,470.693
50	RID-GNSS-048	99.363161	14.553795	172	-15.0	35,252.790	59,629.411
51	RID-GNSS-049	99.687500	14.752835	83	1.3	70,188.848	81,656.347
52	RID-GNSS-050	99.688426	14.754319	80	1.8	70,288.384	81,820.620
53	RID-GNSS-051	99.728150	14.736188	53	8.4	74,567.632	79,818.470
54	RID-GNSS-052	99.729709	14.735548	52	8.7	74,735.545	79,747.812
55	RID-GNSS-053	99.707611	14.721819	69	4.6	72,357.383	78,226.439
56	RID-GNSS-054	99.708233	14.724233	66	5.2	72,424.091	78,493.586
57	RID-GNSS-055	99.733270	14.716708	52	9.0	75,121.216	77,663.572

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

58	RID-GNSS-056	99.733287	14.718287	53	8.9	75,122.841	77,838.356
59	RID-GNSS-057	99.705559	14.689230	71	4.2	72,139.745	74,620.377
60	RID-GNSS-058	99.706318	14.691084	71	4.3	72,221.235	74,825.564
61	RID-GNSS-059	99.744384	14.692168	47	10.4	76,320.984	74,949.608
62	RID-GNSS-060	99.744219	14.690872	47	10.4	76,303.363	74,806.190
63	RID-GNSS-061	99.720258	14.678788	61	6.7	73,723.968	73,466.466
64	RID-GNSS-062	99.721534	14.678697	60	6.9	73,861.444	73,456.501
65	RID-GNSS-063	99.757100	14.678713	44	11.9	77,692.283	73,462.383
66	RID-GNSS-064	99.756907	14.677442	44	11.8	77,671.701	73,321.690
67	RID-GNSS-065	99.716027	14.662183	60	6.5	73,270.029	71,628.695
68	RID-GNSS-066	99.716230	14.660308	59	6.7	73,292.085	71,421.266
69	RID-GNSS-067	99.762514	14.654951	42	12.5	78,278.426	70,833.810
70	RID-GNSS-068	99.761800	14.652950	43	12.4	78,201.831	70,612.369
71	RID-GNSS-069	99.815097	14.640681	31	18.7	83,945.058	69,262.106
72	RID-GNSS-070	99.814664	14.638525	31	18.7	83,898.748	69,023.508
73	RID-GNSS-071	99.694967	14.649930	64	4.7	71,002.600	70,270.873
74	RID-GNSS-072	99.694978	14.648048	64	4.7	71,004.042	70,062.642
75	RID-GNSS-073	99.745258	14.627599	45	10.8	76,422.893	67,805.357
76	RID-GNSS-074	99.743296	14.627496	46	10.5	76,211.504	67,793.690
77	RID-GNSS-075	99.796041	14.632125	33	16.7	81,893.346	68,312.592
78	RID-GNSS-076	99.795599	14.630569	33	16.7	81,845.983	68,140.390
79	RID-GNSS-077	99.795224	14.604054	32	16.8	81,809.410	65,206.558
80	RID-GNSS-078	99.796561	14.604689	32	16.9	81,953.374	65,276.954
81	RID-GNSS-079	99.686829	14.623462	71	3.1	70,128.354	67,341.590
82	RID-GNSS-080	99.686176	14.622080	72	3.0	70,058.176	67,188.592
83	RID-GNSS-081	99.733082	14.611961	45	10.0	75,112.827	66,073.693
84	RID-GNSS-082	99.732725	14.610588	45	10.0	75,074.587	65,921.725
85	RID-GNSS-083	99.687746	14.605499	57	5.4	70,228.818	65,354.109
86	RID-GNSS-084	99.687165	14.604063	57	5.3	70,166.370	65,195.238
87	RID-GNSS-085	99.668020	14.581001	78	1.1	68,105.426	62,641.841
88	RID-GNSS-086	99.669312	14.580351	77	1.4	68,244.744	62,570.013
89	RID-GNSS-087	99.693208	14.586525	56	5.9	70,819.159	63,255.233
90	RID-GNSS-088	99.694168	14.585421	56	6.0	70,922.655	63,133.116
91	RID-GNSS-089	99.731174	14.600769	45	9.9	74,908.553	64,835.056
92	RID-GNSS-090	99.732201	14.600850	44	10.1	75,019.239	64,844.120
93	RID-GNSS-091	99.670141	14.574337	68	2.7	68,334.537	61,904.714
94	RID-GNSS-092	99.671937	14.573794	67	3.1	68,528.147	61,844.720
95	RID-GNSS-093	99.658608	14.553350	85	-0.4	67,093.329	59,581.687
96	RID-GNSS-094	99.660682	14.554499	82	0.1	67,316.755	59,709.000
97	RID-GNSS-095	99.710225	14.573544	59	6.4	72,654.166	61,820.517
98	RID-GNSS-096	99.713118	14.571322	66	5.5	72,966.096	61,574.997
99	RID-GNSS-097	99.749058	14.600453	41	11.7	76,835.544	64,802.172
100	RID-GNSS-098	99.751505	14.599493	40	12.0	77,099.359	64,696.232
101	RID-GNSS-099	99.701203	14.543222	67	4.5	71,684.835	58,464.701
102	RID-GNSS-100	99.702252	14.542080	68	4.6	71,798.013	58,338.388
103	RID-GNSS-101	99.737489	14.576657	56	8.6	75,591.749	62,167.944
104	RID-GNSS-102	99.737345	14.577737	55	8.7	75,576.181	62,287.407
105	RID-GNSS-103	99.760461	14.597793	40	12.8	78,064.540	64,509.178
106	RID-GNSS-104	99.761524	14.598111	41	12.7	78,179.044	64,544.539
107	RID-GNSS-105	99.766607	14.578337	40	13.3	78,729.345	62,357.219
108	RID-GNSS-106	99.767685	14.579784	40	13.2	78,845.360	62,517.493
109	RID-GNSS-107	99.768618	14.548066	50	11.7	78,949.978	59,008.115
110	RID-GNSS-108	99.768535	14.549066	49	11.9	78,940.902	59,118.728
111	RID-GNSS-109	99.723825	14.525301	64	6.5	74,124.944	56,484.093
112	RID-GNSS-110	99.725094	14.523757	65	6.4	74,261.840	56,313.383
113	RID-GNSS-111	99.762054	14.523128	60	9.7	78,245.722	56,247.996
114	RID-GNSS-112	99.762451	14.525825	59	9.9	78,288.225	56,546.453
115	RID-GNSS-113	99.761134	14.509647	67	8.5	78,148.259	54,756.293
116	RID-GNSS-114	99.763471	14.508717	67	8.7	78,400.281	54,653.751
117	RID-GNSS-115	99.789258	14.505498	73	9.8	81,180.464	54,300.871
118	RID-GNSS-116	99.789027	14.503554	74	9.6	81,155.781	54,085.783
119	RID-GNSS-117	99.709484	14.514695	68	5.0	72,580.242	55,309.140
120	RID-GNSS-118	99.709453	14.516464	68	5.0	72,576.781	55,504.900
121	RID-GNSS-119	99.691728	14.498472	74	3.0	70,667.797	53,512.423
122	RID-GNSS-120	99.690255	14.499156	76	2.6	70,508.965	53,587.965
123	RID-GNSS-121	99.723370	14.492606	74	4.8	74,079.393	52,866.534
124	RID-GNSS-122	99.725132	14.492070	72	5.3	74,269.373	52,807.386
125	RID-GNSS-123	99.774028	14.489141	71	9.0	79,540.878	52,489.011
126	RID-GNSS-124	99.774295	14.487756	71	8.9	79,569.820	52,335.860

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

127	RID-GNSS-125	99.693078	14.477380	69	3.8	70,815.358	51,178.872
128	RID-GNSS-126	99.692867	14.475732	68	3.9	70,792.784	50,996.478
129	RID-GNSS-127	99.714963	14.426613	42	9.4	73,180.002	45,563.872
130	RID-GNSS-128	99.716913	14.426584	41	9.6	73,390.239	45,560.848
131	RID-GNSS-129	99.750341	14.466167	57	9.4	76,990.071	49,944.185
132	RID-GNSS-130	99.749555	14.464015	56	9.4	76,905.622	49,705.985
133	RID-GNSS-131	99.752495	14.408349	39	12.3	77,229.401	43,547.123
134	RID-GNSS-132	99.752163	14.406261	39	12.4	77,193.842	43,316.142
135	RID-GNSS-133	99.674629	14.436152	68	3.0	68,829.808	46,615.594
136	RID-GNSS-134	99.674669	14.434049	72	2.3	68,834.333	46,382.884
137	RID-GNSS-135	99.719665	14.405527	35	10.6	73,689.244	43,231.312
138	RID-GNSS-136	99.718165	14.406385	36	10.4	73,527.384	43,326.111
139	RID-GNSS-137	99.667409	14.409900	61	3.8	68,053.482	43,710.353
140	RID-GNSS-138	99.669360	14.409892	64	3.4	68,263.863	43,709.689
141	RID-GNSS-139	99.684880	14.380455	41	7.7	69,940.167	40,453.883
142	RID-GNSS-140	99.686511	14.379477	40	7.9	70,116.162	40,345.872
143	RID-GNSS-141	99.652371	14.415809	72	1.4	66,431.299	44,363.079
144	RID-GNSS-142	99.652317	14.414112	70	1.7	66,425.555	44,175.316
145	RID-GNSS-143	99.669022	14.381103	49	5.8	68,229.713	40,524.372
146	RID-GNSS-144	99.670737	14.380113	47	6.0	68,414.756	40,414.874
147	RID-GNSS-145	99.644939	14.397687	69	1.4	65,631.068	42,357.475
148	RID-GNSS-146	99.645064	14.396117	68	1.7	65,644.751	42,183.747
149	RID-GNSS-147	99.681027	14.360542	41	7.6	69,526.337	38,250.337
150	RID-GNSS-148	99.682250	14.360305	42	7.5	69,658.257	38,224.289
151	RID-GNSS-149	99.621412	14.373073	75	-0.4	63,095.208	39,632.611
152	RID-GNSS-150	99.621746	14.372025	77	-0.7	63,131.333	39,516.679
153	RID-GNSS-151	99.638069	14.358826	70	1.0	64,892.757	38,057.300
154	RID-GNSS-152	99.638122	14.357459	69	1.1	64,898.627	37,906.016
155	RID-GNSS-153	99.595585	14.362570	80	-2.0	60,310.053	38,469.232
156	RID-GNSS-154	99.594318	14.362464	81	-2.1	60,173.406	38,457.409
157	RID-GNSS-155	99.635049	14.339189	56	3.1	64,568.290	35,884.362
158	RID-GNSS-156	99.637192	14.338243	57	3.0	64,799.579	35,779.853
159	RID-GNSS-157	99.609680	14.326041	66	0.6	61,832.302	34,428.210
160	RID-GNSS-158	99.611089	14.325989	65	0.8	61,984.282	34,422.503
161	RID-GNSS-159	99.582010	14.337042	88	-3.6	58,846.872	35,644.136
162	RID-GNSS-160	99.583411	14.338557	86	-3.2	58,997.893	35,811.823
163	RID-GNSS-161	99.600523	14.311107	85	-2.6	60,845.147	32,775.478
164	RID-GNSS-162	99.598708	14.311169	88	-3.1	60,649.328	32,782.201
165	RID-GNSS-163	99.665222	14.299128	39	7.0	67,826.335	31,454.022
166	RID-GNSS-164	99.664828	14.297822	39	7.1	67,783.985	31,309.543
167	RID-GNSS-165	99.608313	14.294164	76	-1.0	61,686.456	30,901.182
168	RID-GNSS-166	99.608019	14.293116	79	-1.4	61,654.803	30,785.242
169	RID-GNSS-167	99.635288	14.294844	51	3.9	64,596.985	30,977.975
170	RID-GNSS-168	99.636712	14.294827	50	4.1	64,750.624	30,976.130
171	RID-GNSS-169	99.539682	14.290166	95	-5.5	54,281.545	30,456.499
172	RID-GNSS-170	99.539020	14.288440	95	-5.3	54,210.172	30,265.508
173	RID-GNSS-171	99.543372	14.254574	75	-2.2	54,680.413	26,518.535
174	RID-GNSS-172	99.544038	14.252100	77	-2.6	54,752.373	26,244.807
175	RID-GNSS-173	99.521159	14.263374	78	-2.8	52,283.284	27,491.898
176	RID-GNSS-174	99.522098	14.261514	75	-2.5	52,384.635	27,286.154
177	RID-GNSS-175	99.520699	14.213118	71	-1.8	52,234.115	21,931.467
178	RID-GNSS-176	99.521716	14.213376	72	-1.9	52,343.896	21,960.045

ข้อสังเกต ค่าพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นผิวโลก หากต้องการจัดเก็บแสดงผลให้ละเอียดถูกต้องถึงระดับ “มิลลิเมตร”

- การแสดงผลค่าพิกัด อดศา-ลิปดา-ฟิลิปดา (DMS) จะต้องมิตศนิยมหลัง ฟิลิปดา 5 ตำแหน่ง
- การแสดงผลค่าพิกัด อดศาพร้อมจุดทศนิยม (DD) จะต้องมิตศนิยมอย่างน้อย 9 ตำแหน่ง

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

ภาคผนวก ค) ตารางการแปลงพิกัดของหมุดควบคุมในโครงการ

แสดงตารางการแปลงพิกัดของจุดที่เป็นสาระสำคัญในโครงการ เป็นค่าพิกัดของหมุดควบคุมหมุดคู่

	Point	UTM_E	UTM_N	MSL	LDP_E	LDP_N
-----:	-----:	-----:	-----:	-----:	-----:	-----:
3	RID-GNSS-001	518,169.064	1,608,816.191	185.279	14,290.498	59,485.635
4	RID-GNSS-002	518,149.615	1,608,682.883	187.522	14,270.748	59,352.315
5	RID-GNSS-003	538,879.076	1,608,148.663	192.793	35,007.322	58,772.421
6	RID-GNSS-004	538,772.066	1,608,071.209	193.957	34,900.101	58,695.172
7	RID-GNSS-005	540,457.749	1,607,386.714	160.552	36,584.932	58,006.718
8	RID-GNSS-006	540,341.952	1,607,235.152	157.491	36,468.759	57,855.352
9	RID-GNSS-007	545,293.684	1,605,453.918	133.898	41,418.474	56,062.594
10	RID-GNSS-008	545,256.777	1,605,326.609	131.783	41,381.274	55,935.318
11	RID-GNSS-009	548,954.282	1,602,155.895	113.719	45,073.232	52,755.330
12	RID-GNSS-010	549,076.018	1,602,083.824	112.392	45,194.856	52,682.966
13	RID-GNSS-011	559,789.884	1,582,312.107	101.196	55,869.703	32,880.767
14	RID-GNSS-012	559,816.759	1,582,135.437	99.396	55,896.207	32,703.976
15	RID-GNSS-013	563,187.171	1,589,840.609	97.446	59,284.484	40,404.598
16	RID-GNSS-014	563,274.230	1,589,713.210	96.067	59,371.298	40,276.965
17	RID-GNSS-015	568,692.325	1,595,238.558	96.663	64,803.287	45,792.480
18	RID-GNSS-016	568,698.103	1,594,932.779	93.519	64,808.401	45,486.582
19	RID-GNSS-017	570,994.419	1,602,913.455	96.757	67,122.908	53,465.001
20	RID-GNSS-018	571,195.093	1,602,837.371	95.101	67,323.485	53,388.453
21	RID-GNSS-019	568,900.300	1,612,929.760	87.004	65,050.026	63,489.347
22	RID-GNSS-020	569,073.350	1,612,848.345	87.876	65,222.957	63,407.523
23	RID-GNSS-021	569,097.833	1,619,106.438	87.214	65,261.235	69,667.725
24	RID-GNSS-022	569,215.150	1,619,049.361	85.238	65,378.467	69,610.369
25	RID-GNSS-023	574,070.462	1,628,327.182	87.578	70,255.974	78,880.618
26	RID-GNSS-024	574,202.964	1,628,389.682	86.240	70,388.660	78,942.845
27	RID-GNSS-025	550,826.937	1,601,414.022	104.219	46,944.962	52,009.092
28	RID-GNSS-026	550,976.584	1,601,406.687	103.282	47,094.648	52,001.427
29	RID-GNSS-027	553,542.887	1,601,944.162	102.851	49,663.069	52,533.495
30	RID-GNSS-028	553,700.636	1,601,978.092	105.351	49,820.950	52,567.093
31	RID-GNSS-029	553,892.198	1,598,534.979	97.149	50,005.069	49,122.302
32	RID-GNSS-030	554,034.156	1,598,561.927	98.772	50,147.138	49,148.950
33	RID-GNSS-031	556,022.068	1,584,111.887	92.625	52,104.415	34,689.332
34	RID-GNSS-032	556,200.359	1,584,192.418	95.387	52,282.945	34,769.507
35	RID-GNSS-033	565,042.909	1,592,224.041	101.756	61,146.047	42,784.843
36	RID-GNSS-034	565,015.861	1,592,065.016	102.102	61,118.644	42,625.821
37	RID-GNSS-035	571,458.386	1,606,094.119	94.386	67,593.993	56,645.740
38	RID-GNSS-036	571,291.663	1,606,189.714	95.353	67,427.422	56,741.733
39	RID-GNSS-037	568,652.068	1,610,550.145	96.251	64,796.480	61,109.454
40	RID-GNSS-038	568,822.494	1,610,538.783	95.297	64,966.940	61,097.714
41	RID-GNSS-039	570,620.198	1,620,249.879	81.435	66,786.649	70,808.198
42	RID-GNSS-040	570,624.260	1,620,378.297	82.447	66,790.996	70,936.651
43	RID-GNSS-041	573,086.027	1,623,596.577	87.125	69,260.720	74,150.589
44	RID-GNSS-042	573,075.488	1,623,753.199	88.290	69,250.524	74,307.287
45	RID-GNSS-043	574,150.868	1,625,714.398	88.046	70,330.613	76,266.770
46	RID-GNSS-044	574,280.493	1,625,647.685	87.068	70,460.134	76,199.748
47	RID-GNSS-045	517,976.553	1,607,524.271	202.593	14,095.074	58,193.603
48	RID-GNSS-046	517,810.525	1,607,624.168	194.928	13,929.197	58,293.905
49	RID-GNSS-047	539,221.248	1,608,847.416	170.355	35,351.159	59,470.693
50	RID-GNSS-048	539,122.570	1,609,005.857	172.098	35,252.790	59,629.411
51	RID-GNSS-049	573,997.198	1,631,101.808	83.284	70,188.848	81,656.347
52	RID-GNSS-050	574,096.334	1,631,266.246	80.468	70,288.384	81,820.620
53	RID-GNSS-051	578,378.570	1,629,274.280	53.427	74,567.632	79,818.470
54	RID-GNSS-052	578,546.583	1,629,204.019	52.453	74,735.545	79,747.812
55	RID-GNSS-053	576,172.602	1,627,677.887	69.381	72,357.383	78,226.439
56	RID-GNSS-054	576,238.695	1,627,945.091	65.952	72,424.091	78,493.586
57	RID-GNSS-055	578,936.746	1,627,121.337	51.854	75,121.216	77,663.572
58	RID-GNSS-056	578,937.983	1,627,296.066	52.518	75,122.841	77,838.356
59	RID-GNSS-057	575,963.025	1,624,072.572	71.295	72,139.745	74,620.377
60	RID-GNSS-058	576,044.033	1,624,277.870	70.918	72,221.235	74,825.564
61	RID-GNSS-059	580,142.121	1,624,410.943	47.333	76,320.984	74,949.608
62	RID-GNSS-060	580,124.823	1,624,267.534	47.269	76,303.363	74,806.190
63	RID-GNSS-061	577,549.261	1,622,922.557	60.728	73,723.968	73,466.466

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

64	RID-GNSS-062	577,686.712	1,622,912.900	59.984	73,861.444	73,456.501
65	RID-GNSS-063	581,516.250	1,622,927.249	43.666	77,692.283	73,462.383
66	RID-GNSS-064	581,495.986	1,622,786.557	44.114	77,671.701	73,321.690
67	RID-GNSS-065	577,099.537	1,621,084.407	60.359	73,270.029	71,628.695
68	RID-GNSS-066	577,122.043	1,620,877.097	59.430	73,292.085	71,421.266
69	RID-GNSS-067	582,108.004	1,620,300.847	42.381	78,278.426	70,833.810
70	RID-GNSS-068	582,031.924	1,620,079.310	43.005	78,201.831	70,612.369
71	RID-GNSS-069	587,776.239	1,618,742.162	30.773	83,945.058	69,262.106
72	RID-GNSS-070	587,730.470	1,618,503.540	30.682	83,898.748	69,023.508
73	RID-GNSS-071	574,835.878	1,619,722.043	64.213	71,002.600	70,270.873
74	RID-GNSS-072	574,837.779	1,619,513.887	64.171	71,004.042	70,062.642
75	RID-GNSS-073	580,259.770	1,617,269.314	45.391	76,422.893	67,805.357
76	RID-GNSS-074	580,048.477	1,617,257.185	46.157	76,211.504	67,793.690
77	RID-GNSS-075	585,727.290	1,617,788.435	33.033	81,893.346	68,312.592
78	RID-GNSS-076	585,680.322	1,617,616.185	32.813	81,845.983	68,140.390
79	RID-GNSS-077	585,650.221	1,614,683.236	31.983	81,809.410	65,206.558
80	RID-GNSS-078	585,793.983	1,614,753.925	31.559	81,953.374	65,276.954
81	RID-GNSS-079	573,968.390	1,616,791.838	71.451	70,128.354	67,341.590
82	RID-GNSS-080	573,898.573	1,616,638.738	72.207	70,058.176	67,188.592
83	RID-GNSS-081	578,953.958	1,615,535.347	45.292	75,112.827	66,073.693
84	RID-GNSS-082	578,916.065	1,615,383.346	45.017	75,074.587	65,921.725
85	RID-GNSS-083	574,073.194	1,614,805.261	57.248	70,228.818	65,354.109
86	RID-GNSS-084	574,011.117	1,614,646.308	57.374	70,166.370	65,195.238
87	RID-GNSS-085	571,956.497	1,612,089.262	78.259	68,105.426	62,641.841
88	RID-GNSS-086	572,095.924	1,612,017.764	76.780	68,244.744	62,570.013
89	RID-GNSS-087	574,667.947	1,612,708.404	55.981	70,819.159	63,255.233
90	RID-GNSS-088	574,771.676	1,612,586.556	55.767	70,922.655	63,133.116
91	RID-GNSS-089	578,752.478	1,614,296.678	44.925	74,908.553	64,835.056
92	RID-GNSS-090	578,863.106	1,614,305.983	44.059	75,019.239	64,844.120
93	RID-GNSS-091	572,187.147	1,611,352.893	68.451	68,334.537	61,904.714
94	RID-GNSS-092	572,380.822	1,611,293.345	66.634	68,528.147	61,844.720
95	RID-GNSS-093	570,951.466	1,609,027.949	84.555	67,093.329	59,581.687
96	RID-GNSS-094	571,174.535	1,609,155.708	81.969	67,316.755	59,709.000
97	RID-GNSS-095	576,505.478	1,611,278.208	58.776	72,654.166	61,820.517
98	RID-GNSS-096	576,817.841	1,611,033.456	65.966	72,966.096	61,574.997
99	RID-GNSS-097	580,678.893	1,614,268.043	41.113	76,835.544	64,802.172
100	RID-GNSS-098	580,942.853	1,614,162.719	40.469	77,099.359	64,696.232
101	RID-GNSS-099	575,543.837	1,607,921.410	67.416	71,684.835	58,464.701
102	RID-GNSS-100	575,657.253	1,607,795.388	67.541	71,798.013	58,338.388
103	RID-GNSS-101	579,441.304	1,611,631.966	55.939	75,591.749	62,167.944
104	RID-GNSS-102	579,425.479	1,611,751.355	55.126	75,576.181	62,287.407
105	RID-GNSS-103	581,908.123	1,613,977.850	39.586	78,064.540	64,509.178
106	RID-GNSS-104	582,022.511	1,614,013.451	40.515	78,179.044	64,544.539
107	RID-GNSS-105	582,577.436	1,611,828.068	39.648	78,729.345	62,357.219
108	RID-GNSS-106	582,693.060	1,611,988.543	40.339	78,845.360	62,517.493
109	RID-GNSS-107	582,805.342	1,608,480.560	50.268	78,949.978	59,008.115
110	RID-GNSS-108	582,796.027	1,608,591.116	49.284	78,940.902	59,118.728
111	RID-GNSS-109	577,987.453	1,605,946.818	63.641	74,124.944	56,484.093
112	RID-GNSS-110	578,124.676	1,605,776.465	64.507	74,261.840	56,313.383
113	RID-GNSS-111	582,107.364	1,605,719.816	59.784	78,245.722	56,247.996
114	RID-GNSS-112	582,149.200	1,606,018.267	58.842	78,288.225	56,546.453
115	RID-GNSS-113	582,013.196	1,604,228.397	67.225	78,148.259	54,756.293
116	RID-GNSS-114	582,265.358	1,604,126.440	67.275	78,400.281	54,653.751
117	RID-GNSS-115	585,045.393	1,603,779.753	73.116	81,180.464	54,300.871
118	RID-GNSS-116	585,021.188	1,603,564.682	74.145	81,155.781	54,085.783
119	RID-GNSS-117	576,445.845	1,604,768.885	67.636	72,580.242	55,309.140
120	RID-GNSS-118	576,441.957	1,604,964.571	67.706	72,576.781	55,504.900
121	RID-GNSS-119	574,537.980	1,602,968.603	73.611	70,667.797	53,512.423
122	RID-GNSS-120	574,379.037	1,603,043.772	75.970	70,508.965	53,587.965
123	RID-GNSS-121	577,949.824	1,602,330.384	74.116	74,079.393	52,866.534
124	RID-GNSS-122	578,139.869	1,602,271.670	71.943	74,269.373	52,807.386
125	RID-GNSS-123	583,410.305	1,601,964.910	70.572	79,540.878	52,489.011
126	RID-GNSS-124	583,439.572	1,601,811.873	71.222	79,569.820	52,335.860
127	RID-GNSS-125	574,690.584	1,600,636.174	69.289	70,815.358	51,178.872
128	RID-GNSS-126	574,668.415	1,600,453.793	68.066	70,792.784	50,996.478
129	RID-GNSS-127	577,066.646	1,595,028.238	41.547	73,180.002	45,563.872
130	RID-GNSS-128	577,276.819	1,595,025.672	40.991	73,390.239	45,560.848
131	RID-GNSS-129	580,865.898	1,599,415.367	56.532	76,990.071	49,944.185
132	RID-GNSS-130	580,781.996	1,599,177.063	55.857	76,905.622	49,705.985

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

133	RID-GNSS-131	581,119.062	1,593,020.964	38.993	77,229.401	43,547.123
134	RID-GNSS-132	581,084.017	1,592,789.983	38.531	77,193.842	43,316.142
135	RID-GNSS-133	572,715.655	1,596,070.141	68.187	68,829.808	46,615.594
136	RID-GNSS-134	572,720.685	1,595,837.521	72.300	68,834.333	46,382.884
137	RID-GNSS-135	577,580.782	1,592,697.575	35.463	73,689.244	43,231.312
138	RID-GNSS-136	577,418.771	1,592,791.991	36.205	73,527.384	43,326.111
139	RID-GNSS-137	571,945.911	1,593,164.218	60.920	68,053.482	43,710.353
140	RID-GNSS-138	572,156.221	1,593,164.011	63.669	68,263.863	43,709.689
141	RID-GNSS-139	573,839.008	1,589,912.964	41.489	69,940.167	40,453.883
142	RID-GNSS-140	574,015.176	1,589,805.371	40.354	70,116.162	40,345.872
143	RID-GNSS-141	570,322.874	1,593,813.195	71.505	66,431.299	44,363.079
144	RID-GNSS-142	570,317.540	1,593,625.485	69.568	66,425.555	44,175.316
145	RID-GNSS-143	572,128.991	1,589,979.722	48.615	68,229.713	40,524.372
146	RID-GNSS-144	572,314.207	1,589,870.663	47.440	68,414.756	40,414.874
147	RID-GNSS-145	569,527.276	1,591,806.554	69.482	65,631.068	42,357.475
148	RID-GNSS-146	569,541.331	1,591,632.916	67.555	65,644.751	42,183.747
149	RID-GNSS-147	573,430.092	1,587,709.280	40.790	69,526.337	38,250.337
150	RID-GNSS-148	573,562.022	1,587,683.526	41.580	69,658.257	38,224.289
151	RID-GNSS-149	566,998.213	1,589,077.151	75.079	63,095.208	39,632.611
152	RID-GNSS-150	567,034.576	1,588,961.338	77.015	63,131.333	39,516.679
153	RID-GNSS-151	568,798.539	1,587,506.285	70.346	64,892.757	38,057.300
154	RID-GNSS-152	568,804.734	1,587,355.066	69.330	64,898.627	37,906.016
155	RID-GNSS-153	564,216.564	1,587,908.155	80.233	60,310.053	38,469.232
156	RID-GNSS-154	564,079.992	1,587,896.041	80.561	60,173.406	38,457.409
157	RID-GNSS-155	568,478.884	1,585,333.407	56.351	64,568.290	35,884.362
158	RID-GNSS-156	568,710.318	1,585,229.435	56.982	64,799.579	35,779.853
159	RID-GNSS-157	565,747.006	1,583,871.860	66.368	61,832.302	34,428.210
160	RID-GNSS-158	565,898.944	1,583,866.483	65.281	61,984.282	34,422.503
161	RID-GNSS-159	562,760.015	1,585,080.906	88.156	58,846.872	35,644.136
162	RID-GNSS-160	562,910.619	1,585,248.859	85.706	58,997.893	35,811.823
163	RID-GNSS-161	564,763.767	1,582,217.585	85.101	60,845.147	32,775.478
164	RID-GNSS-162	564,568.004	1,582,223.884	87.665	60,649.328	32,782.201
165	RID-GNSS-163	571,745.352	1,580,911.642	39.329	67,826.335	31,454.022
166	RID-GNSS-164	571,703.328	1,580,767.122	38.840	67,783.985	31,309.543
167	RID-GNSS-165	565,608.817	1,580,345.769	76.493	61,686.456	30,901.182
168	RID-GNSS-166	565,577.425	1,580,229.802	78.706	61,654.803	30,785.242
169	RID-GNSS-167	568,518.154	1,580,428.804	51.212	64,596.985	30,977.975
170	RID-GNSS-168	568,671.743	1,580,427.290	50.088	64,750.624	30,976.130
171	RID-GNSS-169	558,207.527	1,579,885.298	95.384	54,281.545	30,456.499
172	RID-GNSS-170	558,136.591	1,579,694.223	94.664	54,210.172	30,265.508
173	RID-GNSS-171	558,614.719	1,575,949.627	74.948	54,680.413	26,518.535
174	RID-GNSS-172	558,687.241	1,575,676.153	77.468	54,752.373	26,244.807
175	RID-GNSS-173	556,216.375	1,576,917.483	77.762	52,283.284	27,491.898
176	RID-GNSS-174	556,318.131	1,576,712.033	75.474	52,384.635	27,286.154
177	RID-GNSS-175	556,179.155	1,571,358.989	71.007	52,234.115	21,931.467
178	RID-GNSS-176	556,288.834	1,571,387.792	71.620	52,343.896	21,960.045

การฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำ โครงการ “บ่อพลอย”

เอกสารอ้างอิง

- ไพศาล สันติธรรมนนท์, ประจวบ เรียบร้อย, ชาญชัย พัชรอาภา. (2563). ผลการศึกษาการฉายแผนที่ WGS-TM ในโครงการรถไฟความเร็วสูงไทย-จีน. วารสารวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา. ปีที่ 32, ฉบับที่ 2, หน้า 11-23.
- ไพศาล สันติธรรมนนท์, ประจวบ เรียบร้อย, ชาญชัย พัชรอาภา. (2563). การศึกษาศักยภาพการฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำสำหรับประเทศไทย. วารสารวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา. ปีที่ 32 ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2563. หน้า 39-58.
- ไพศาล สันติธรรมนนท์, ถิรวัฒน์ บรรณกุลพิพัฒน์ และ บดินทร์ จุลนาค. (2565). หลักการออกแบบการฉายแผนที่ความคลาดเคลื่อนต่ำสำหรับโครงการ. วารสารวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา. ปีที่ 33 ฉบับที่ 4, หน้า 47-65.
- Dennis M.: Ground Truth: Low Distortion Map Projections for Engineering, Surveying, and GIS, Pipelines, ASCE, 2016.