



Original article

RESEARCH ON MEASUREMENTS OF 2nd CLASS LEVELING

Purev Luvsandagva*, Dash Oyuntsetseg

Department of Geodesy, School of Geology and Mining Engineering, Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar 14191, Mongolia

**Corresponding author. Email: luvsan03@yahoo.com*

ARTICLE INFO

Article history:

Received 4 April 2019

Accepted 20 May 2019

ABSTRACT

The leveling reference network of Mongolia was established during 1940-1949 by the leveling measurements of class II, III and IV. This work was completed by the Military Service of the Soviet Union (formerly USSR). Repeated measurements were carried out by the Mongolian Geodesy and Cartography Agency for 17 years between 1974-1991. Although, interim reviewing of the leveling measurements has been done, final result of equilibrium calibration did not achieve the network precision of accuracy, due to measurement technology at that time. According to international standards, leveling measurements for the leveling network should be repeated in 5-10 years, in relation to the soil migration and vertical movement of the earth's crust. The modern digital technologies using digital techniques (barcode rods and electronic levels) for leveling network allows for high quality network within a relatively short period. Therefore, repeated measurements for the reference network of Mongolia has been carried out since 2011, and total of 28061 km long network built using both direct and inverted ways of digital leveling. We have done comparative study for 2nd class leveling measurements of 39th line of 13th polygon of reference network of Mongolia. As a result, the comparison of 1945 and 2011 year's data, max 74.6 cm elevation level difference was calculated in reference point of Pп1496-Pп1595. Likewise; 8.2 cm elevation level difference was calculated in reference point number of Pп1451-Tп01, data of 1975 and 2011.

Keywords: reference point, polygon, leveling reference network, vertical movement



НИВЕЛИРДЛЭГИЙН II АНГИЙН ХЭМЖИЛТИЙН СУДАЛГАА

Пүрэвийн Лувсандагва*, Дашийн Оюунцэцэг

Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Геологи, Уул Уурхайн Сургууль, Геодезийн салбар, Улаанбаатар 14191, Монгол

*Email: luwsan03@yahoo.com

ХУРААНГУЙ

Монгол Улсын өндрийн тулгуур сүлжээг анх 1940-1949 онд нивелирдлэгийн II, III ба IV ангийн хэмжилтүүдээр байгуулсан байдаг. Энэ ажлыг ЗХУ-ын Улаан армийн цэргийн байр зүйн алба (хуучин нэрээр) хийж гүйцэтгэсэн. Давтан хэмжилтийн ажлыг 199-19741 оны хооронд 17 жил Монгол Улсын геодези зураг зүйн газар хийсэн. Хэмжилтийн ажлын чанарт завсрын үнэлгээ хийж байсан ч тэгшитгэн бодолтын эцсийн үр дүнгээр сүлжээний нарийвчлалын бодит байдлыг хангаж чадаагүй нь тухайн үеийн хэмжилтийн технологиос үүдэлтэй. Хөрсний шилжилт хөдөлгөөн болон дэлхийн царцдасын босоо хөдөлгөөнийг тодорхойлох, олон улсын судалгааны тогтсон стандартын дагуу өндрийн тулгуур сүлжээг 5-10 жилд давтан хэмжиж байх шаардлагатай байдаг. Орчин үеийн нивелирдлэгийн хэмжилтийг тоон технологи (бар кодтой рейк ба тоон нивелир (ашиглан харьцангуй богино хугацаанд чанарын өндөр түвшинд хийж гүйцэтгэх боломж нөхцөл бүрдсэн. Тийм учраас Монгол Улсын өндрийн тулгуур сүлжээний давтан хэмжилтийн ажлыг 2011 оноос эхлэн шууд ба урвуу чиглэлд нийт 28061км урт өндрийн сүлжээг тоон нивелир ашиглан хийж гүйцэтгэсэн байдаг. Монгол Улсын өндрийн сүлжээний 13-р полигоны 39-р шугамын нивелирдлэгийн II ангийн хэмжилтүүдийг харьцуулан судаллаа. Өндөржилтийн зөрүү хамгийн ихдээ 1945-2011 онд Рп1496-Рп1595 реперүүдийн хооронд 74.6см, 1975-2011 онд Рп1451-Гп01 реперүүдийн хооронд 8.2 см байна.

Тулхуур үг: Репер цэг, полигон, өндрийн тулгуур сүлжээ, царцдасын босоо хөдөлгөөн

ОРШИЛ

Бүтээн байгуулалтын ажил өрнөж буй манай орны хувьд өндрийн сүлжээний асуудал нэн тэргүүнд тавигдах болжээ. Монгол Улсын өндрийн сүлжээг судалж, дүгнэн, цаашид шинэчлэн сайжруулах, боловсронгуй болгох шаардлага геодезийн үйл ажиллагаанд зайлшгүй авч үзэх чухал асуудал болж байна (Монгол Улсын Геодези Зурагзүйн Газар, 2001a-в; Алимаа, 2011, 2013, 2018a, б; Энхтуяа, 2012, 2013, 2015, 2018; Forsberg et al., 2007; Jivall and Saandar, 2015; Kelly and Saandar, 2016; Балжинням, Насанжаргал, 2012). Иймээс нивелирдлэгийн сүлжээнд гарсан алдаа, өөрчлөлт, дэлхийн хэлбэр

хэмжээ түүний гадаад таталцлын орныг судлах, царцдасын босоо хөдөлгөөнийг хурд, хөрсний шилжилт хөдөлгөөнийг тооцоолох (Неймана и Сугаиповой, 2007) зайлшгүй шаардлагатай гэж үзэж байна.

Нивелирдлэгийн II ангийн сүлжээний 13-р полигоны 39-р шугамын хэмжилтийн судалгаа

Монгол Улсын анхны нивелирдлэгийн сүлжээ нь 46 шугам, 13 полигонтой ба полигоны периметр нь 1200 км орчим, суурь репер хоорондын зай 70-150 км, репер хоорондын зай нь 7-10 км, цэг, тэмдэгт суулгалтын гүн нь дунджаар 1.3-2.0 м байсан

(Зураг 1). 13-р полигоны 39-р шугам нь 4-р шугамын Рп1688-Рп1528 хүртэл 28 репер цэг, 10-р шугам Рп1528-Рп1405 хүртэл 14 цэг нийт 41 хөрсний репер болон суурь репер цэгтэйгээр хэмжигдсэн байдаг (Энхтуяа, 2012).



Зураг 1. Монгол Улсын нивелирдлэгийн анхны сүлжээ 1949-1940(Энхтуяа, 2012)

Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд нивелирдлэгийн давтан хэмжилтийн ажлыг 1974-1991 онд хийсэн. Шинэчлэн байгуулсан сүлжээний нийт шугамын тоо 51, полигоны тоо 17, полигоны дундаж периметр 1000 км, суурь репер хоорондын зай дунджаар 59.89 км, хамгийн их нь 74.45 км, репер хоорондын зай дунджаар 4.28 км, хамгийн их нь 7.72 км, цэг суулгалтын дундаж гүн нь 1.5 -3.9 м байсан ба нийтдээ 3039 репер, маркийг хамарсан 14030.5 км хээрийн хэмжилтийн ажлыг хийж гүйцэтгэжээ (Зураг 2). 39-р шугамд гарсан өөрчлөлт нь Рп1688-Рп1405 хооронд Рп34, Рп1467 устсаныг дахин сэргээж нийт шинээр 27 репер цэг, 5 хадны марк суулгаж, нийт 71 марк, репертэйгээр нивелирдлэгийн ажлыг хийсэн байдаг (Энхтуяа, 2013).



Зураг 2. 1974-1991 онуудад шинэчилсэн Монгол Улсын нивелирдлэгийн сүлжээ (Энхтуяа, 2013)

СУДАЛГААНЫ АРГА, АРГАЧЛАЛ

2011 онд тоон технологи ашиглан хэмжсэн нивелирдлэгийн II ангийн өндрийн сүлжээг, анхны өндрийн сүлжээтэй харьцуулан өндрийн зөрүү болон царцдасын босоо хөдөлгөөнийг тодорхойлж Хүснэгт 1-д (Монгол Улсын Геодези Зурагзүйн Газар, 2001a-в), хамгийн их өндрийн зөрүүтэй гарсан реперүүдийг Хүснэгт 2-г үзүүлэв. Монгол Улсын өндрийн сүлжээнд гарсан алдаа, өөрчлөлтийг судлахын тулд нивелирдлэгийн II ангийн сүлжээний 13-р полигон 39-р шугамын (1945-2011), (1975-2011) оны хэмжилтүүдийн утгыг харьцуулан царцдасын босоо хөдөлгөөний хурдыг тооцож гаргалаа. Нивелирдлэгийн хэмжилтүүдийн тоон утгуудыг харьцуулан, газрын царцдасын босоо хөдөлгөөний хурдыг тодорхойлж, хамгийн их шилжилт хөдөлгөөн явагдсан хэсгүүдийг тус бүрээр нь харуулав. Тоон утгуудыг харьцуулахдаа зэргэлдээ хоёр цэгийн хоорондын царцдасын босоо хөдөлгөөний өөрчлөлтийг 1-р томъёогоор, хурдыг 2-р томъёогоор тодорхойлсон (Алимаа, 2018a).

$$\Delta = h_u - h_x \quad (1)$$

$$\Delta V = \frac{h_u - h_x}{dT} \quad (2)$$

Үүнд:

h_u - шинэ хэмжилт буюу 1974-1990 ба 2011 онуудад хэмжсэн өндөржилт
 h_x - хуучин хэмжилт буюу 1940-1949 онд хэмжсэн өндөржилт
 dT - хоёр хэмжилтийн хоорондын хугацаа болно.

1974-1991 онд хийгдсэн нивелирдлэгийн сүлжээний давтан хэмжилтийн ажлаар хэмжилтийн ажлын чанарт завсрын үнэлгээ хийж байсан ч тэгшитгэн бодолтын эцсийн үр дүнгээр сүлжээний нарийвчлалыг хангаж чадаагүй, зарим шугамууд нь хийгдсэн нарийвчлалаасаа хамарч анги зэрэг буурсан байдаг.

Хүснэгт 1. Нивелирдлэгийн II ангийн сүлжээний 1945 ба 2011 оны хэмжилтүүдийн өндөржилтийг харьцуулсан байдал

13-р полигоны 39-р шугам					
1945 он		2011 он		Зөрүү, м	Царцдасын босоо хөдөлгөөний хурд, мм/жил
Реперийн дугаар	Өндөржилт, м	Реперийн дугаар	Өндөржилт, м		
Рп1688	2.8704	Рп1688-Рп4926-Рп1576	2.8547	0.016	0.239
Рп1576	7.8952	Рп1576-1398	7.9217	-0.027	-0.402
Рп1398	3.29965	Рп1398-Рп3011-Рп1643	3.2675	0.032	0.488
Рп1643	-20.90715	Рп1643-Рп2878-Рп1617	-20.9051	-0.002	-0.031
Рп1617	-40.67377	Рп1617-Су.Рп0028-Рп1443	-40.6806	0.007	0.103
Рп1443	37.51775	Рп1443-Рп4804-Рп1539	37.5436	-0.026	-0.392
Рп1539	-4.8298	Рп1539-Рп3010-Рп4987-Рп1619	-4.8268	-0.003	-0.045
Рп1619-Рп1535-Рп1676-Рп1517-Рп34-Рп1524-Рп1396	47.0651	Рп1619-Талын-Рп1536-Рп1524-Рп4906-Рп3336-Рп1496	47.0443	0.021	0.315
Рп1496	0.06645	Рп1496-Хм7789-Рп1595	0.8120	-0.746	-11.296
Рп1595	21.00675	Рп1595-Су.Рп2220-Рп1521	21.0051	0.002	0.025
Рп1521	10.0145	Рп1521-Рп1691	10.0218	-0.007	-0.111
Рп1691	24.7126	Рп1691-Рп3006-Рп3005-Рп1762	24.7383	-0.026	-0.389
Рп1762	13.2232	Рп1762-Рп2789-Рп1666	13.1901	0.033	0.502
Рп1666	85.08125	Рп1666-Хм2231-Рп1418	85.1307	-0.049	-0.749
Рп1418-Рп1483-Рп1662	-7.89505	Рп1418-Рп3004-Рп1670	-7.9083	0.013	0.201
Рп1670	26.22705	Рп1670-Хм2978-Рп1519	26.2370	-0.010	-0.151
Рп1519	3.50355	Рп1519-Хм7385-Рп1404	3.5001	0.003	0.052
Рп1404	-0.9373	Рп1404-Рп4833-Рп1488	-0.9339	-0.003	-0.052
Рп1488	-32.80025	Рп1488-Су.Рп2382-Рп1528	-32.8016	0.001	0.020
Рп1528	23.30635	Рп1528-Рп4980-Рп1742	23.3125	-0.006	-0.093
Рп1742	4.5213	Рп1742-Рп1451	4.5186	0.003	0.041
Рп1451	-55.1443	Рп1451-Рп3002-Хм2937-Рп1448	-55.1554	0.011	0.168
Рп1448	-9.78375	Рп1448-Рп4890-Рп1428	-9.7884	0.005	0.070
Рп1428-Рп1760-Рп1723	58.2786	Рп1428-Хм2493-Түр-Рп-Рп2846-Рп1745	58.2947	-0.016	-0.244
Рп1745	30.5008	Рп1745-Рп3001-Хм2916-Рп1401	30.5079	-0.007	-0.107
Рп1401	-15.06135	Рп1401-Толийн уул-Рп1504	-15.0672	0.006	0.088
Рп1504	18.8806	Рп1504-Рп2965-Рп1374	18.8681	0.013	0.189
Рп1374	35.9525	Рп1374-Рп4733-Су.Рп1467	35.9523	0.000	0.003
Су.Рп1467	-4.69425	Су.Рп1467-Хм2325-Рп4952	-4.6961	0.002	0.028
Рп1462	71.15025	Рп1462-Рп4686-Рп3678	71.1610	-0.011	-0.162

Хүснэгт 2. 39-р шугамын хамгийн их өөрчлөлт гарсан хэсэг

39-р шугамын царцдасын босоо хөдөлгөөн хамгийн их явагдсан хэсэг			
Харьцуулсан реперийн дугаар		Өндөржилтийн хамгийн их өөрчлөлт (м)	Царцдасын босоо хөдөлгөөн ий хурд (мм/жил)
1945 он	2011 он		
Рп1496 - Рп1595	Рп1496-Хм7789 -Рп1595	-0.746	-11.296

оны хэмжилтийн үр дүнтэй харьцуулсан өндөржилтийн зөрүү ба царцдасын босоо хөдөлгөөнийг тооцож Хүснэгт 3-т), хамгийн их зөрүү гарсан хэсгийг Хүснэгт 4-т үзүүлэв.

1974-1991 онд хийгдсэн нивелирдлэгийн сүлжээний давтан хэмжилтийн ажлаар хэмжилтийн ажлын чанарт завсрын үнэлгээ хийж байсан ч тэгшитгэн бодолтын эцсийн үр дүнгээр сүлжээний нарийвчлалыг хангаж чадаагүй, зарим шугамууд нь хийгдсэн нарийвчлалаасаа хамарч анги зэрэг буурсан байдаг. Иймээс нивелирдлэгийн хэмжилтийг орчин үеийн тоон технологи ашиглан 2011 оноос хийж эхэлсэн. 39-р шугамын хэмжилтийг “Бэйс пойнт” ХХК хийж гүйцэтгэсэн. Цэгийн судалгаагаар олдсон нь хөрсний репер 56, хадны марк 6, триангуляцийн цэг 4 нийт 66 цэг болсон ба Рп-2846, Рп1760, Тп-01, Тп-02, Рп3225, Рп3728, Рп4010, Тп03, Хм2375, Рп1396, Рп4220, Рп4346, Рп4754, Рп4927 утсаныг дахин сэргээж шинээр 11 хөрсний репер, 2 хадны марк, түр репер-ийг тус тус суулгажээ (Улсын Геодези Зурагзүйн Газар, 2011; Jivall and Saandar, 2015; Kelly, K.M., Saandar, M. 2016; Forsberg et al., 2007; Энхтуяа, 2018). Монгол Улсын өндрийн сүлжээг тоон технологи ашиглан шинэчлэн хэмжсэн байдлыг Зураг 3-т (Энхтуяа, 2018), 1974-1991



Зураг 3. Тоон технологи ашиглан хэмжсэн Монгол Улсын нивелирдлэгийн сүлжээ 2011-2019 (Энхтуяа, 2018)

Хүснэгт 3. Нивелирдлэгийн II ангийн сүлжээний 1975 ба 2011 оны хэмжилтийн өндөржилтийг харьцуулсан байдал

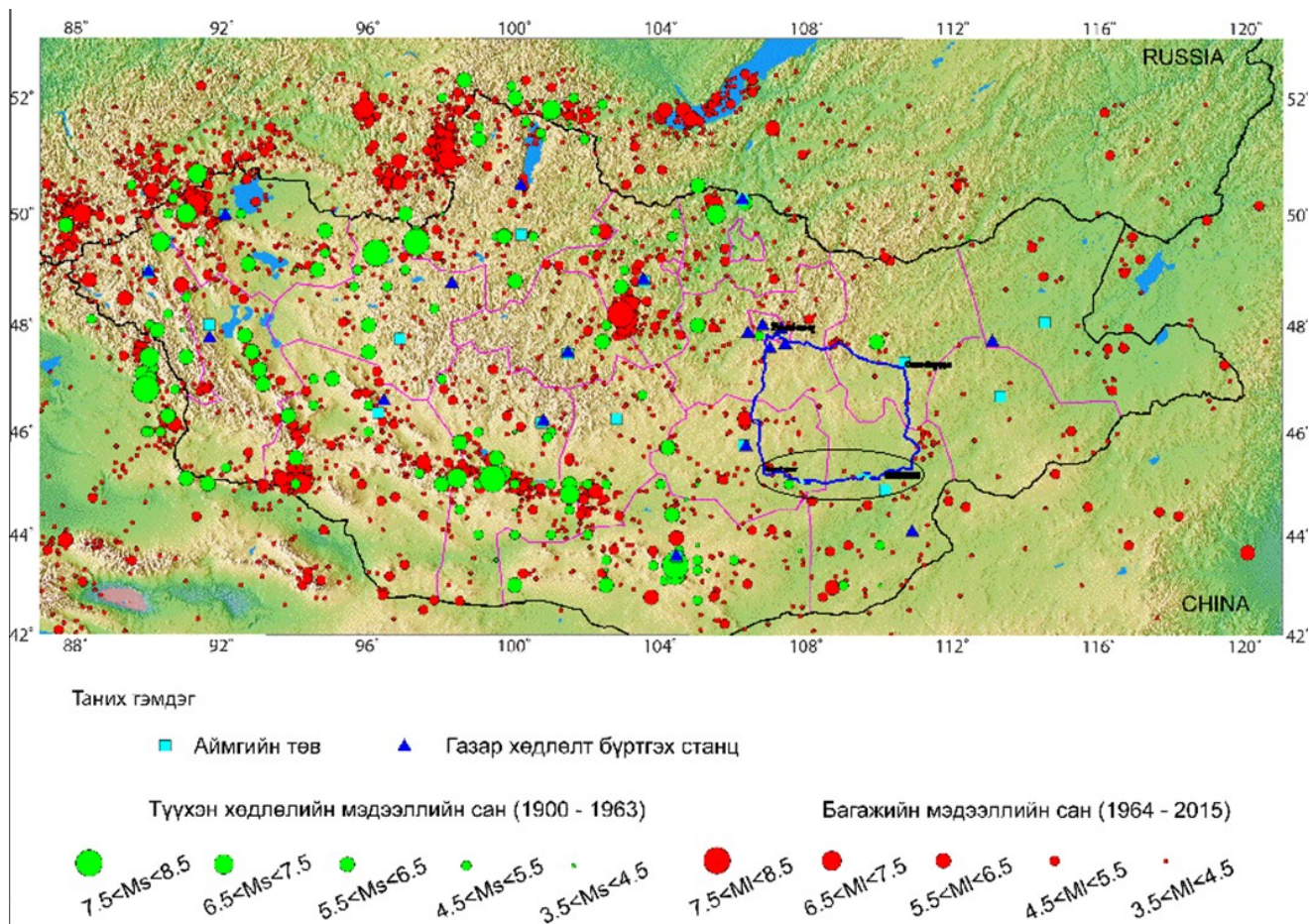
13-р полигоны 39-р шугам					Царцдасын босоо хөдөлгөөний хурд, мм/жил
1975 он		2011 он			
Реперийн дугаар	Өндөржилт, м	Реперийн дугаар	Өндөржилт, м	Зөрүү, мм	
Ср-1		Ср-01			
Рп1688	-0.5192	Рп1688	-0.4975	-21.70	-0.65
Рп4926	-0.0054	Рп4926	0.00185	-7.25	-0.22
Рп1576	-2.8833	Рп1576	-2.8565	-26.80	-0.80
Рп1398-Рп4927	-7.93	Рп1398-Рп3011	-7.9217	-8.30	-0.25
Рп1643-Рп2878	-3.2849	Рп1643-Рп2878	-3.26745	-17.45	-0.52
Рп1617	12.1629	Рп1617	12.1761	-13.20	-0.40
Ср0028-Рп4804	10.079	Су.Рп0028	10.0538	25.20	0.76
Рп1443	30.599	Рп1443-Рп4804	30.6267	-27.70	-0.83
Рп1539-Рп4754	-37.5137	Рп1539-Рп3010	-37.5435	29.80	0.89
Рп4987	18.3171	Рп4987	18.2996	17.50	0.53
Рп1619	-13.4635	Рп1619	-13.4728	9.30	0.28
Талын8169	-15.4314	Талын-81654	-15.4056	-25.80	-0.77
Рп1539	-17.2442	Рп1536	-17.24045	-3.75	-0.11
Рп1524-Ср1676	-42.356	Рп1524	-42.36535	9.35	0.28
Рп4906-Рп3336	-11.8126	Рп4906-Рп3336	-11.7508	-61.80	-1.85
Рп1496	39.6544	Рп1496	39.72265	-68.25	-2.05
Хм2375-Рп1595	0.1088	Хм7789-Рп1595	0.0812	27.60	0.83
Ср4644	-8.1748	Рп4644	-8.13205	-42.75	-1.28
Рп2220	-0.4895	Су.Рп2220	-0.4964	6.90	0.21
Рп1521	-12.3795	Рп1521	-12.37655	-2.95	-0.09
Рп1691-РпГүр03	-10.0157	Рп1691-Рп3006	-10.0218	6.10	0.18
Рп4010-Рп1762	-24.7242	Рп3005-Рп1769	-24.7383	14.10	0.42
Рп2789	-11.3759	Рп2789	-11.3622	-13.70	-0.41
Рп1666	-1.8397	Рп1666	-1.82785	-11.85	-0.36
Хм2231	-65.6867	Хм2231	-65.69795	11.25	0.34
Ср1418	-19.4207	Су.Рп1418	-19.43275	12.05	0.36
Рп3728-Рп1670	7.8951	Рп3004-Рп1670	7.9083	-13.20	-0.40
Хм2978	-4.4179	Хм2978	-4.41555	-2.35	-0.07
Рп1519	-21.8303	Рп1519	-21.82145	-8.85	-0.27
РпГүр02-Рп1404	-3.5096	Хм7385-Рп1404	-3.5001	-9.50	-0.28
Рп4833	-4.6617	Рп4833	-4.677	15.30	0.46
Рп1488	5.5908	Рп1488	5.61085	-20.05	-0.60
Ср2382	9.8605	Су.Рп2382	9.8494	11.10	0.33
Рп4559	0.7178	Рп4559	0.71085	6.95	0.21
Рп1528	22.2256	Рп1528	22.24135	-15.75	-0.47
Рп4980	-2.0422	Рп4980	-2.05425	12.05	0.36
Рп1742	-21.273	Рп1742	-21.25825	-14.75	-0.44

Хүснэгт 4. 39-р шугамын хамгийн их өөрчлөлт гарсан хэсэг

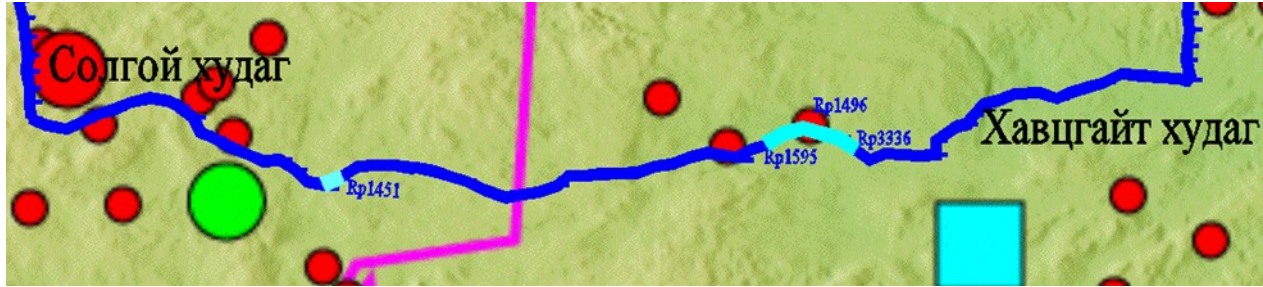
39-р шугамын газрын царцдасын босоо хөдөлгөөн хамгийн их явагдсан хэсэг			
Харьцуулсан реперийн дугаар		Өндөржилтийн хамгийн их өөрчлөлт (мм)	Царцдасын босоо хөдөлгөөний хурд (мм/жил)
1975 он	2011 он		
Рп4906 - Рп3336	Рп4906-Рп3336	-61.80	-1.85
Рп1496	Рп1496	-68.25	-2.05
Рп1451-Тп01	Рп1451-Рп3002	-82.50	-2.47

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Царцдасын босоо хөдөлгөөний хамгийн их нөлөөлөл болох газар хөдлөлтийн байдлыг судалж Шинжлэх ухааны академийн Астрономи, Геофизикийн судалгааны төвөөс боловсруулсан 1:1000000-ны масштабтай "Монголын газар хөдлөлт (1900-2015)" газрын зурагтай, өндөржилтийг харьцуулан судалсан (Монголын..., 2017). Босоо хөдөлгөөн их явагдсан репер цэгүүдтэй ойролцоох магнитудын чичирхийлэл болон хүчтэй газар хөдлөлтийн төвүүдийг байрлалаар нь давхцуулсан байдлыг Зураг 4-т, босоо хөдөлгөөн ихтэй реперүүдийг Зураг 5-д тус тус тэмдэглэн үзүүлэв.



Зураг 4. Монголын газар хөдлөлт (1900-2015) (Монголын ..., 2017) газрын зураг дээр 39-р шугамыг давхцуулж үзүүлсэн байдал



Зураг 5. 39-р шугамын царцдасын босоо хөдөлгөөний өөрчлөлттэй хэсэг

Хүснэгт 5. 39-р шугамын царцдасын босоо хөдөлгөөнтэй хэсгүүдэд болсон магнитудын чичирхийлэл

Нивелир длэгийн сүлжээнд хэмжилт хийсэн он	Репер цэгүүдийн дугаар	Өндөржилтийн хамгийн их өөрчлөлт (см)	Царцдасын босоо хөдөлгөөний өөрчлөлттэй хэсэгт болсон магнитудын чичирхийлэл
1945-2011	Рп1496-Рп1595	-74.6	3.5-4.5
1975-2011	Рп4906-Рп3336-Рп1496	-6.2	3.5-4.5

ДҮГНЭЛТ

Монгол Улсын нивелирдлэгийн II ангийн сүлжээний 13-р полигоны 39-р шугамын давтан хэмжилтүүдийн өндөржилтийг харьцуулан судалж, царцдасын босоо хөдөлгөөний хурдыг тодорхойлоход хамгийн ихдээ 11.296 мм/жил байна.

Царцдасын босоо хөдөлгөөн их явагдсан газруудад 3.5-4.5 магнитудын чичирхийлэл 2-4 удаа болжээ.

Өндөржилтийн зөрүү хамгийн ихдээ 1945-2011 онд Рп1496-Рп1595 реперүүдийн хооронд -74.6 см, 1975-2011 онд Рп1451-Тп01 реперүүдийн хооронд 8.2 см байгаа нь давтан хэмжилтээр өндөржилтийн алдаа ихтэй байгаа сэлгэцүүдийн ойролцоох газар хөдлөлийн магнитуудыг судалж, өндрийн засварын коэффициент тодорхойлох шаардлага урган гарч байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- Forsberg, R., Olesen, A., Munkhtsetseg, D., Amarzaya, B. 2007. Downward continuation and geoid determination in Mongolia from airborne and surface gravimetry and SRTM topography. 2007 International Forum on Strategic Technology, IFOST. 470-475. 10.1109/IFOST.2007.4798634.
- Jivall, L., Saandar, M. 2015. Observation and data processing of MONREF2014 (Re-measurement of MONREF97 network) - including transformation and evaluation of deformations by estimation of a draft velocity field: Ulaanbaatar, 16-18.
- Kelly, K.M., Saandar, M. 2016. Estimation of the Vertical Transformation between MONGEOID2012 and Mongolian Baltic Sea Level Datum using ArcGIS: Preliminary Results: Report MN2320_1.
- Алимаа, Ж. 2011. Нивелирийн II ангийн сүлжээнд геометрийн нивелирдлэг хийх. Газрын харилцаа геодези зурагзүйн газар. Улаанбаатар, 8-12.
- Алимаа, Ж. 2013. Монгол Улсын өндрийн тулгуур сүлжээ. Газрын харилцаа геодези зурагзүйн газар: Улаанбаатар, 6-8.
- Алимаа, Ж. 2018б. Монгол улсын өндрийн I ангийн тулгуур сүлжээ. Геодези зураг зүй сэтгүүл, Улаанбаатар, 7-11.
- Алимаа, Ж., 2018а. Өндрийн I, II ангийн сүлжээний тэгшитгэн бодолтын ажил. БД 11-117-16. дүрэм. Газрын харилцаа геодези зурагзүйн газар, Улаанбаатар, 4-21.
- Балжинням, Т., Насанжаргал, Б. 2012. Монгол улсын нивелирдлэгийн сүлжээний өнөөгийн байдал, Геосибирь сэтгүүл: Новосибирск, 1-3.

- Монгол Улсын Геодези Зурагзүйн Газар. 2001а. Монгол Улсын нивелирийн II ангийн сүлжээний цэгийн өндрийн жагсаалт, V дэвтэр. Улаанбаатар, 14-48.
- Монгол Улсын Геодези Зурагзүйн Газар. 2001б. Монгол улсын нивелирийн II ангийн сүлжээний цэгийн өндрийн жагсаалт, IV дэвтэр. Улаанбаатар, 24-73.
- Монгол Улсын Геодези Зурагзүйн Газар. 2001в. Пунктов нивелирования 2, 3 и 4 классов на лист масштаба 1:100000 L-49. Уланбатор Балтийска система высот нуль кроншодстково футштока. 36-69.
- Монголын газар хөдлөлтийн нэгэн зуун (1900-2015). 2017. Шинжлэх ухааны академийн Астрономи, Геофизикийн судалгааны төв, Улаанбаатар хот
- Неймана, Ю.М., Сугаиповой, J.I.C. 2007. Физическая геодезия. Москва, 403-442.
- Энхтуяа, С. 2012. Монгол Улсын өндрийн тогтолцоо, Геосибирь сэтгүүл, Новосибирск, 46-58.
- Энхтуяа, С. 2013. Солбицол, өндөр, тусгагийн нэгдсэн тогтолцоо. Газрын харилцаа геодези зурагзүйн газар. Улаанбаатар, 3-5.
- Энхтуяа, С. 2015. Монгол Улсын геодезийн тулгуур сүлжээ, түүний шинэчлэл, Геодези зураг зүй сэтгүүл, Улаанбаатар, 19-34.
- Энхтуяа, С. 2018. Олон улсын болон дотоодын судалгаа. Газрын харилцаа геодези зурагзүйн газар: Улаанбаатар, 48-54.