

ТАВДУГААР ДУЛААНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦЫН ТӨЛӨВЛӨЛТИЙН ТАЛБАЙН МӨНХ ЦЭВДГИЙН ТАРХАЛТЫН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Г.Цогт-Эрдэнэ¹, Я.Жамбалжав¹, Х.Тэмүүжин¹
¹ШУА, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Цэвдэг судлалын салбар

Abstract

There are two divisions of permafrost science: general permafrost and engineering permafrost. This paper presents the results of engineering permafrost investigation in the area of combined heat and power (CHP5) plant #5, which is planned to construct in small valley of Khuliin river. This investigation was carried out in 2014. Total area of investigation is 43 ha and there were drilled 23 boreholes. During the drilling we measured density of ground, moisture, heat capacity and conductivity in cores of drilling. Totally we sampled 80 samples. We had measured the temperatures and thickness of active layer in these boreholes. Also we carried out the geophysical survey as a 2D electrical resistivity tomography. As results of temperature measurements the permafrost was detected in some parts. Thickness of permafrost is 5-10m and until to 20m in somewhere. Temperature of permafrost is -0.013- (-0.37) C⁰. As results of this permafrost investigation, there were two permafrost islands with area of 5.5 ha. Permafrost distributes as discontinuous, sporadic and isolated in Mongolia and detecting of exactly location of these islands is more important and useful for future planning of land area.

Түлхүүр үг: Мөнх цэвдэг, ул хөрсний температур, цахилгаан эсэргүүцэл

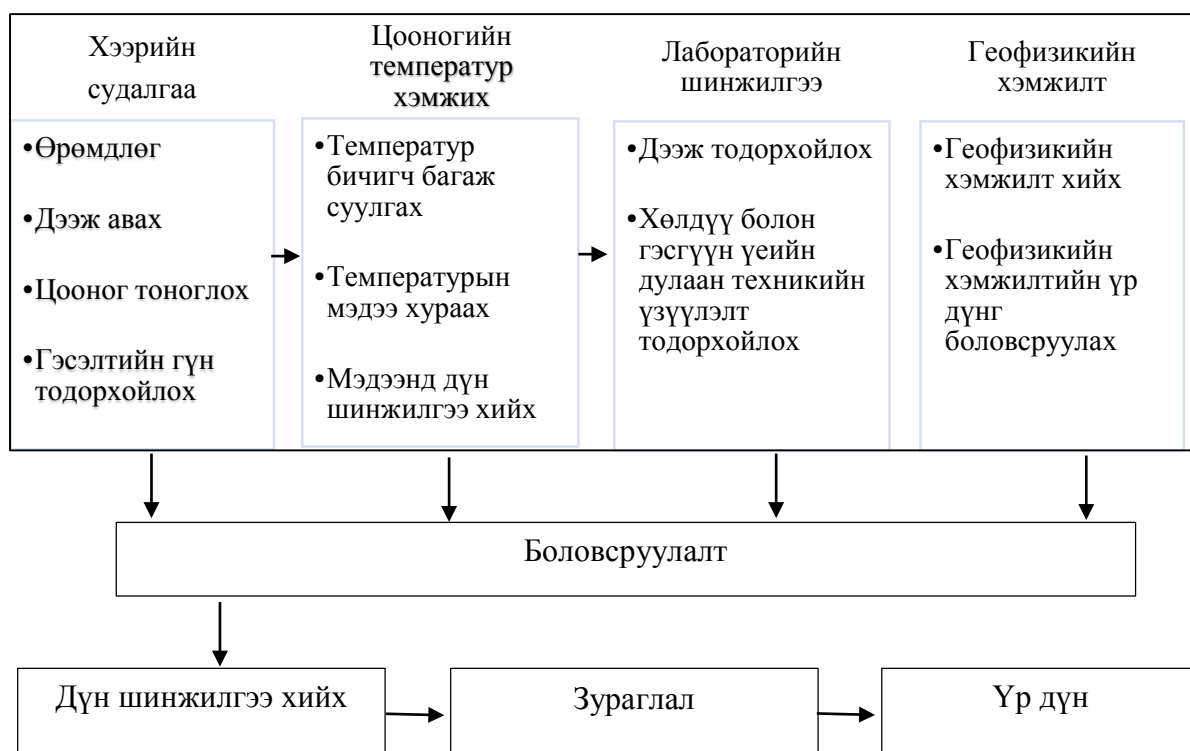
Оршил

Улаанбаатар хотын тасралтгүй өсөн нэмэгдэж буй цахилгаан эрчим хүчний хэрэгцээг хангахын тулд дулааны цахилгаан станц шинээр барих шаардлага үүсчээ. Энэхүү шаардлагыг хангахын тулд олон улсын концепцийн гэрээгээр Баянзүрх дүүргийн нутаг Хөлийн голын хөндийд тавдугаар дулааны цахилгаан станцыг барихаар төлөвлөсөн. Барилга байгууламжийг байгуулахын өмнө инженер геологийн нөхцөлийг судлах зайлшгүй шаардлагатай. Тавдугаар дулааны цахилгаан станц баригдах талбай нь 1:1500000 хураангуйлалтай монгол орны геокриологийн зурагт ховор алаг цоог тархалттай бүсэд дүрслэгджээ [1]. Мөн 1957 онд явуулсан И.Иванов, Н.Лонжид нарын “Улаанбаатар хот орчмын геокриологийн нөхцөл” судалгааны тайланд Хөлийн голын хөндийд 3.5 - 11 метрийн гүнд -0.2 - (-0.4) °C температуртай мөнхцэвдэг илэрчээ [2]. Ховор алаг цоог тархалттай бүслүүрт мөнх цэвдэг нь булаг шандын орчим, томоохон хотгорын төв хэсэгт, жижиг голын хөндийн чийглэг шавар, шавранцар хурдаст хэсэгт тус тус тархдаг [3]. Бидний судалгааны гол зорилго нь судалгааны талбар дахь мөнх цэвдэг тархсан талбайн хэмжээг мөнх цэвдэгийн судалгааны шууд болон шууд бус аргаар нарийвчлан тогтооход оршино.

Судалгааны аргазүй:

Судалгааны талбай нь Налайх-Улаанбаатар чиглэлийн төмөр замын дагуу, Туул голын зүүн гарын цутгал Хөлийн голын дов сондуул бүхий хөндийн 43 га талбайг хамрах бөгөөд тус талбайд өрөмдлөг, геофизикийн судалгаа явуулав. Судалгааны талбайн дундаж өндөр далайн төвшнөөс дээш 1360 м. Мөнхцэвдэгийн судалгааны аргазүйг ерөнхийд нь шууд болон шууд бус судалгааны арга гэж ангилдаг [4]. Шууд судалгааны аргад өрөмдлөг, шурф малтах, цооногийн температур хэмжих ордог. Шууд бус

судалгааны аргад геофизик болон төрөл бүрийн загварчлалын аргууд багтдаг. Судалгааны талбайн мөнхцэвдэгт талбайг нарийвчлан тодорхойлоход бид шууд болон шууд бус аргуудыг хэрэглэсэн. Судалгааны ерөнхий аргазүйг 1-р бүдүүвчид харуулав.



Бүдүүвч- 1. Судалгааны ерөнхий аргазүй.

Хээрийн хэмжилт судалгаа

Хээрийн хэмжилт судалгаа нь цооногийн өрөмдлөг, геофизикийн хэмжилт, цооногийн температурын хэмжилт, ул хөрсний хөлдөлт гэсэлтийн гүний хэмжилт гэсэн ажлын хэсгүүдийг багтаана. Судалгааны талбайд ОХУ-ын ПБУ загварын өрмийн машинаар 2014 оны 2 болон 10-р сард хоёр удаагийн өрөмдлөгөөр, 8-10 м гүнтэй 23 цооног өрөмдөж, ул хөрсний температур хэмжих хуванцар хоолой суулган тоноглон. Өрөмдсөн цооногуудаас байгалийн чийг, эзлэхүүн жин, дулаан техникийн үзүүлэлтийг тодорхойлохоор нийт 80 дээж авч шинжлэхээр дээжлэв.

Ул хөрсний хөлдөлт, гэсэлтийн гүнийг тодорхойлох

Хэмжилт хийхээр өрөмдөж, тоноглон цооногт устай гуурсан хоолойг (мерзлотометр) суурилуулж, тодорхой хугацааны давтамжтайгаар устай гуурсан хоолойн хөлдсөн хэсгийн уртыг хэмжиж хөлдөлтийн гүнийг тодорхойлно. Мөн хөлдсөн гуурсан хоолой гэсэлтийг дээрхийн адил хэмжиж, гэсэлтийн гүнийг тодорхойлдог.

Лабораторийн шинжилгээ

ШУА-ын Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Цэвдэг судлалын салбарын Цэвдэг судлалын лабораторид цооногуудаас авсан дээжийг шинжлэн байгалийн чийг, нягт, дулаан техникийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлдог.

Ул хөрсний байгалийн чийг тодорхойлох арга:

$$W = \frac{g_1 - g_2}{g_2 - g_0} * 100 \quad (\text{Томьёо 1})$$

Үүнд: g_1 - чийгтэй дээжтэй бюксын жин, g_2 - хуурай дээжтэй бюксын жин, g_0 - савны жин.

Өрөмдсөн цооногуудаас 1 метрийн шатлалтайгаар ул хөрсний дээж авч хөнгөн цагаан саванд дээжлэн жинлээд, лабораторийн хатаах шүүгээнд хийж + 100 - +110⁰ С –ийн хэмд 5-6 цаг хатаана. Бүрэн хатаасны дараа хуурай жинг цахилгаан жингээр жинлэнэ. Байгалийн чийг нь чийгтэй хөрсний дээж ба хуурай хөрсний дээжийн харьцаагаар тодорхойлогдож, хувиар илэрхийлэгдэнэ.

Эзлэхүүн жин тодорхойлох арга:

$$\rho = \frac{p_1 - p_0}{a \cdot 2\pi r} \quad (\text{Томьёо } 2)$$

Үүнд: p_1 - дээж авсан цагаргийн жин, p_0 - цагаргийн жин, a - цагаргийн өргөн, r - цагаргийн радиус, π - архимедийн тогтмол 3.14.

Огтлогч цагиргийн дээжид шигтгэж хөрсийг бутаргахгүйгээр дээж авна. Дээжтэй цагиргийн жингээс цагиргийн жинг хасаж, цагиргийн эзлэхүүнд харьцуулж ул хөрсний дээжийн нягтыг тодорхойлно.

Дулаан техникийн үзүүлэлтүүд тодорхойлох

Цооногийн ул хөрсний дээжийн дулаан дамжуулалт K (W/mK), эсэргүүцэл ρ_{th} (°C*cm/W), сарнилт D (mm²/S), дулаан багтаамж C (MJ/m³K)-ийн үзүүлэлтүүдийг АНУ-ын Декагон тоног төхөөрөмжийн компаний үйлдвэрлэсэн KD2 Pro багажийн SH-1 мэдрэгчийг ашиглан тодорхойлно.

Цооногуудын температурын хэмжилт

Цооногуудын температурыг АНУ-ын Onset компанид үйлдвэрлэсэн HOBO UX120-006M, U12-008 загварын алдааны нарийвчлал ($\pm 0,1$) %-тай температур бичигч төхөөрөмж ашиглан, цооногуудын тодорхой гүнүүдэд температурын хэмжилт хийж, HOBOware программ хангамж хэрэглэн компьютерт боловсруулж, температурын мэдээг боловсруулна.

Геофизикийн судалгаа

Хөрс чулуулгийн цахилгаан эсэргүүцлийн физик хэмжигдэхүүнийг геофизикийн аргаар тодорхойлж, хувийн цахилгаан эсэргүүцэл (Ом) Ω -ын утгаар тархалтыг тодорхойлно.

$$Pt = K \frac{\Delta U}{J} \quad (\text{Томьёо } 3)$$

Үүнд: Pt - цахилгаан эсэргүүцэл (Ом), K – геометрийн итгэлцүүр, ΔU – потециалын ялгавар (мВ), J – гүйдлийн хүч (мА).

Чулуулгийн физик шинж чанарт тулгуурлан, геофизикийн хэмжилт хийж, RES2DINV программ хангамжийн тусламжтайгаар судалгааны талбайг зураглах юм.

Үр дүн

Манай судалгааны хүрээнд хоёр удаагийн өрөмдлөгөөр нийт 23 цооног өрөмдөж, өрөмдлөг болон температур хэмжсэний үр дүнд 4 цооноогоос мөнх цэвдэг илрүүлсэн. 2014 оны 2 - 6 сарын хооронд нийт арван цооногт мерзлотометроор улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн гүнийг хэмжиж тодорхойлоход цооногуудын хөлдөлтийн дундаж гүн 2.2-2.9 м гүнтэй байв. Мөнх цэвдэг илэрсэн 18-р цооногийн гэсэлтийн гүн 3.0-3.5 м нь хэмжилтээр тогтоогдлоо.

Нэг метрийн шатлалтайгаар дээжлэн авсан 62 дээжийг хатаагч зууханд хатаан, байгалийн чийг тодорхойлоход дээжийн чийгийн эзлэх хувь дунджаар 13.9 хувь, мөнх цэвдэгтэй 1-р цооногийн 1 метрийн дээж 18.8 хувь, 3 метрийн дээж 22.3 хувь байсан нь мөнх цэвдэг илрээгүй бусад цооногуудын ижил гүний дээжтэй харьцуулахад 3.8 хувиар чийглэг байв.

Бид нийт 10 цооногийн 43 дээжид цагиргийн аргаар эзлэхүүн жин тодорхойлноос мөнхцэвдэг илэрсэн 1, 2-р цооног, мөнхцэвдэггүй 7, 10-р цооногийн дээжийн эзлэхүүн жинг жишээлэн нэгдүгээр хүснэгтэд үзүүлэв (хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. 1, 2, 7 ба 10-р цооногийн дээжийн эзлэхүүн жин.

Эзлэхүүн жин тооцох цагаргийн арга				Эзлэхүүн жин тооцох цагаргийн арга			
Цооног №	Гүн, м	Жин, гр	Эзлэхүүн жин (г/см ³)	Цооног №	Гүн, м	Жин, гр	Эзлэхүүн жин (г/см ³)
1	0	141.2	1.56	7	1	151.9	1.761
	1	146.5	1.661		2	163.4	1.995
	2	143.2	1.584		3	158.8	1.901
	3	143.6	1.592	10	0	162.2	1.97
2	2	149.1	1.704		1	164	2.007

Нийт 55 дээжид дулаан техникийн үзүүлэлт тодорхойлноос мөнхцэвдэг илэрсэн 1 ба 2-р цооног, мөнхцэвдэггүй 10-р цооногийн үр дүнг жишээлэн үзүүлэв (Хүснэгт 2).

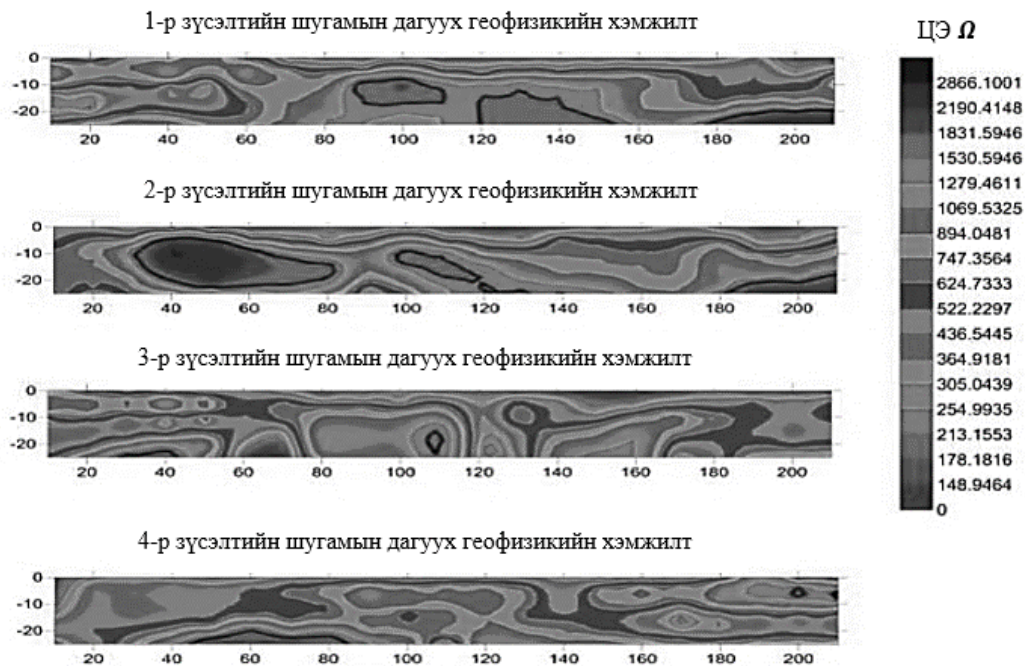
Хүснэгт 2. 1, 2 болон 10-р цооногийн дулаан техникийн үзүүлэлтүүд.

Цооног	Гүн м	SH1 sensor				
		K (W/mK)	C (MJ/m ³ K)	D (mm ² /S)	Rho (°C*cm/W)	T (°C)
1	0	1.302	1.28	1.017	76.82	10.82
	1	1.382	2.234	0.618	72.38	14.57
	4	1.295	1.494	0.867	77.2	19.79
2	0	0.269	1.028	0.261	372.1	20.96
	2	1.009	1.474	0.684	99.14	13.85
	3.8	1.233	1.97	0.626	81.08	15.15
	5	0.837	1.721	0.486	119.5	16.86
10	0	1.109	2.401	0.462	90.14	18.44
	1	1.373	2.429	0.565	72.82	18.45
	2	1.513	3.073	0.492	66.11	18.42
	3	1.192	2.851	0.418	83.92	16.4

Геофизикийн судалгааны үр дүн

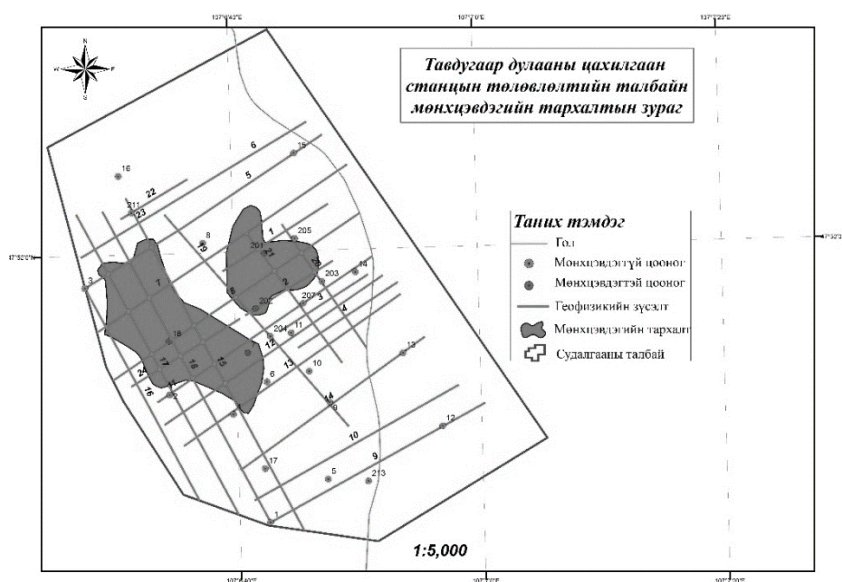
2010 онд ШУА-ын Газарзүйн хүрээлэн, Цэвдэг судлалын секторын судлаачдын хийсэн хээрийн судалгааны геофизикийн хэмжилтийн дүнд мөнхцэвдэг тархсан талбайн цахилгаан эсэргүүцлийн утга нь чулуулгийн бүтэц, ширхэгийн хэмжээ, шинж чанараас хамааран 1530 – 2500 Ω -ын хооронд хэлбэлздэг болохыг тогтоожээ [5]. Температурын хэмжилтээр мөнхцэвдэг илэрсэн 1-р цооногийг дайруулан хэмжсэн, 1-р зүсэлтийн шугамын дагуух геофизикийн хэмжилтийн мэдээнээс дүгнэхэд 0-3,5 м хүртэл гүний сэвсгэр хурдсанд цахилгаан эсэргүүцлийн утга 150 - 250 Ω , 4-18 метрийн гүнд 1450-2000 Ω байв. 2 ба 3-р цооногийг дайруулан хэмжсэн, 2-р зүсэлтээс үзэхэд мөнхцэвдэгтэй 2-р цооногийн орчимд цахилгаан эсэргүүцлийн утга 0-3 м гүний шавранцар үетэй хайр хайрга бүхий хэсэгт 400 – 1000 Ω , 3-9 м гүнд шавранцар чигжээстэй хайрганд 1200-2500 Ω байсан бол мөнхцэвдэггүй 3-р цооногийн 0-3 м гүний чийглэг шавранцарт 150- 450 Ω , 3-8 м гүний элсэнцэр чигжээстэй хайр, хайрганд 450-650 Ω байлаа. Цахилгаан эсэргүүцлийн хамгийн бага утга чийглэг хөрстэй 0-3 м гүнд илрэв.

Мөн 3 ба 4-р зүсэлтийн 0-9 м гүний цахилгаан эсэргүүцэл 150-850 Ω байгаа нь мөнхцэвдэггүй ба энэ нь 7,10,11-р цооногийн мэдээгээр давхар нотлогдож, эдгээр зүсэлтийн дагуух талбайд мөнхцэвдэг тархаагүйг үзүүлжээ (Зураг 1). Иймд бид цахилгаан эсэргүүцлийн 1530-2500 Ω -ын утгаар мөнхцэвдэгтэй талбайг ялган зурагласан (Зураг 2).



Зураг 1. Геофизикийн хэмжилтийн үр дүн.

Судалгааны талбайн мөнхцэвдэгийн дундаж температур -0.013 - $(-0.37) ^\circ\text{C}$ бөгөөд дундаж зузаан 5-10 м, зарим хэсэгт 20 м хүрнэ. Судалгааны үр дүнг нэгтгэн ArcGIS 10.1 программаар тавдугаар дулааны цахилгаан станц баригдах төлөвлөлтийн талбайн мөнх цэвдэгийн тархалтыг зураглав (Зураг 2).



Зураг 2. Судалгааны талбайн мөнх цэвдэгийн тархалтын зураг 1:5000.

Дүгнэлт

Тавдугаар дулааны цахилгаан станц баригдах төлөвлөлтийн талбайд явуулсан судалгааны үр дүнгээр хоёр хэсэг талбайд нийт судалгааны талбайн 12.7 хувьд буюу 5.5 га талбайтай, арал хэлбэрийн тархалттай мөнх цэвдэг илрүүлэв. Мөнх цэвдэгийн тархалтыг цооногийн температурын хэмжилтээр илэрсэн мөнх цэвдэгийн цэгэн тархалтыг геофизикийн судалгаагаар нарийвчлан талбайн хэмжээг зурагласан нь тухайн талбайд баригдах дулааны цахилгаан станцын барилга байгууламжуудыг зөв зохистой төлөвлөхөд чухал практик ач холбогдолтой боллоо. Бидний судалгааны үр дүнд үндэслэн мөнх цэвдэг тархсан талбайд барих барилга байгууламжуудын зураг төслийн төлөвлөлтийг өөрчлөхөд нөлөөлсөн болно.

Ашигласан ном, зохиол

1. Гравис ГФ. болон бусад., 1971. “Монгол орны геокрилогийн зураг” 1:1500000
2. Иванов И., Лонжид И., 1961. “Улаанбаатар хот орчмын геокриологийн нөхцөл”
3. ТөмөрбаатарТ., 2004. *Монгол орны улирлын ба олон жилийн цэвдэг чулуулаг.* Улаанбаатар, 88-89 хууд.
4. Лонжид Н.,1969. *Монгол орны цэвдэгт чулуулаг.*
5. Жамбалжав Я., Ванчиг Т., болон бусад., 2010 он. “Олон жилийн цэвдгийн тархалт, горим, криоген үйл явцын судалгаа” сэдэвт ажлын эрдэм шинжилгээний тайлан.