



Газар доорхи усны тэжээмжийг усны түвшний хэлбэлзлээр тооцсон үр дүн (Ундайн голын жишээн дээр)

Д. Алтантунгалаг*

МУИС- ШУС, Геологи-Геофизикийн тэнхим

ABSTRACT

The temporal distribution of recharge in shallow aquifer along the river bed of Undai gol was investigated by water table fluctuation method using precipitation, water-level data.

In this study, we have synthesized three-year data derived from the monitoring studies as well field measurements. Recharge was calculated using Schict and Walton (1961) equation. Specific yield was selected as 0.2 due to local lithology of the water bearing rock; Δh was estimated based on the master cumulative decline graph, which was modified from the fluctuation trend of water table during the certain period. The actual water rises were measured, whereas the potential groundwater declines were calculated by equation (2). The main results are (1) the variation of groundwater recharge related to diurnal or seasonal intervals precipitation changes, (2) the water table quickly rises in response to recharge in the shallow aquifer, (3) the peak of groundwater recharge was observed 30.76 centimeters in August, 2015 overlap to the maximum value of precipitation in the period. Unconfined aquifer in the study area was recharged only summer season.

Key words: Water table fluctuation, groundwater recharge

*Corresponding author. Tel.: +976-99801616

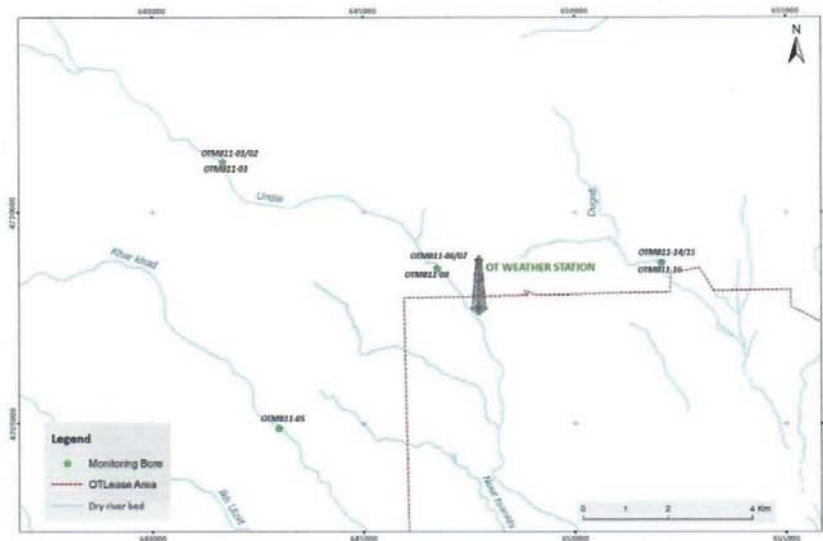
E-mail address: altantungalag@num.edu.mn

1. Оршил

Газар доорхи усны тэжээмжийг тооцох нь томоохон нутаг дэвсгэрийн нөөцийн үнэлгээнд болон газар доорхи уст давхаргын бохирдолтонд өртөх нөхцлийн үнэлгээнд чухал ач холбогдолтой. Ерөнхийд нь газар доорхи усны тэжээмжийг тооцох аргачлалыг 1) Физикийн, 2) Химийн, 3) Тоон загварчилалын гэж ангилж үзэх бөгөөд эдгээр аргачлал нь ямар мэдээлэлд үндэслэн тооцоог хийхээс хамааран гадаргын ус, усаар ханаагүй бүс, усаар ханасан бүсийн гэх зэргээр ялгана. Гадаргын ус болон, усаар ханаагүй бүсийн мэдээлэлд үндэслэн потенциал тэжээмжийн хэмжээг, харин усаар ханасан бүсийн мэдээлэлд үндэслэн бодит тэжээмжийн хэмжээг тогтооход үр дүнтэй байна. Тэжээмж тооцох аргаа сонгоход тухайн районы уур амьсгал, геоморфологийн нөхцөлөөс гадна агааржилтийн бүсийн зузаан голлон нөлөөлнө. Усаар ханасан бүсийн мэдээлэлд суурилсан аргуудаас газар доорхи усны түвшний өөрчлөлтөнд суурилсан арга нь өргөн ашиглагддаг байна. Түүнчлэн энэ арга нь даралтгүй уст

давхаргын тэжээмжийг тооцоход хэрэглэгдэх хамгийн нийтлэг арга юм. Усны түвшний хэлбэлзлийн шинжилгээ нь ус ашиглалт эсвэл цаг уурын өөрчлөлтөөс хамааран газар доорхи усны тэжээмжийн ялгаатай байдлыг тогтоох боломжийг бий болгоно (Taylor; Alley, 2001). Энэ нь газар доорхи усны түвшний богино-хугацааны огцом дээшлэлт, бууралт ажиглагдах даралтгүй уст давхаргад ач холбогдолтой байдаг хэдий ч газар доорхи усны түвшин, хур тунадасны талаарх нарийн мэдээлэлийг шаарддаг (Bingguo, 2008).

Энэхүү судалгаанд говийн бүсийн даралтгүй, чөлөөт гадаргатай бага гүнд орших газар доорхи усны богино хугацааны тэжээмжийг тооцох зорилготой бөгөөд цаг уурын станцын мэдээлэл, усны түвшний мэдээллийн нарийвчлал өндөр байх үүднээс Оюу толгой зэс алтны порфирын орд орчимд байрлах Оюу толгойн цаг уурын станцын мэдээг болон түүнтэй ойр байрлах газар доорхи усны автомат түвшин хэмжигч суурилуулсан ажиглалтын 3 (OTMB11-6, OTMB11-7, OTMB11-8) цооногийн мэдээг ашиглав (Зур.1).



Зур.1. Ажиглалтын цооног болон цаг уурын станцын байршлын зураг

2. Судалгааны талбай

Судалгааны талбай нь Өмнөговь аймгийн Ханбогд сумын нутагт орших бөгөөд физик-газар зүйн мужлалаар цөлийн ландшафттай Говийн мужийн цав толгод, ухаа гүвээт талын гадаргын хэв шинжид (Э.М.Мурзаев) хамаардаг. Хур тунадас бага унах ба тэр нь ихэвчлэн аадрын байдлаар орох тул газрын хөрсөнд шим тэжээл болохдоо муу. Агаарын жилийн дундаж хэм $4-4.9^{\circ}\text{C}$, хамгийн их нь $+37^{\circ}\text{C}$, хамгийн бага нь -38°C байна. Дулааны нөөц сайтай, $+10^{\circ}\text{C}$ -аас дээш температурын нийлбэр 25000-аас илүү байдаг ба энэ үеийн хоногийн тоо жилд 127-151 байдгаас харахад ууршилт бусад бүсүүдээс мэдэгдэхүйц давуу юм (Жадамбаа, 2009). Уур амьсгалын хуурай бүсэд оршдог учир жилийн нийлбэр хур тунадас олон жилийн дунджаар 95.4 мм орчим байдаг (Мижиддорж, 1992). Үүний 90 хувь нь дулааны улиралд хур бороо хэлбэрээр, үлдсэн 10 хувь нь өвлийн улиралд цас хэлбэрээр буудаг байна (Түвдэндорж, Санждорж, Өлзийбаяр, 2008).

Судалгааны талбай нь гадаргын усны тархалт бага, хур бороо ихтэй улиралд түр зуурын урсгалтай болдог сайруудтай, газар доорхи ус талбайн хэмжээнд жигд бус алаг цоог тархалттай, гидрогеологийн нийлмэл ноцхцолтэй (Оюутолгой, 2014).

Талбайн гидрогеологийн нөхцөлийн хувьд орчин үеийн дөрөвдөгчийн настай, аллювийн гаралтай сэвсгэр хурдас дахь багаас дундаж ундаргатай Ундайн сайр болон Хоёр мод, Дугатын

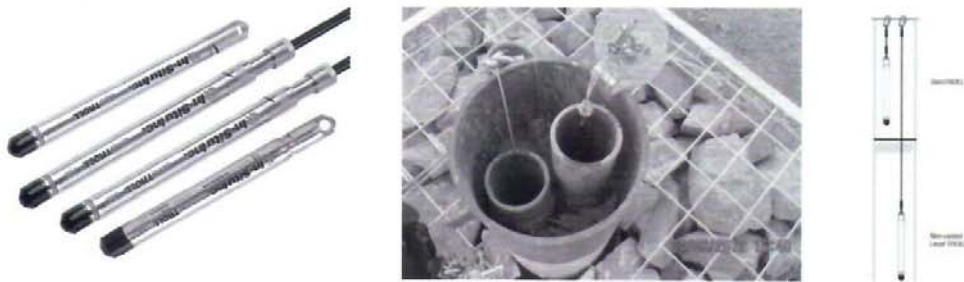
сайрыг дагаж тархсан элс, хайргархаг хурдсанд агуулагдах 4-6 м зузаан уст үе, мөн девон болон карбоны настай талбайн хэмжээнд алаг цоог тархалттай, интрузив, тунамал-бялхмал чулуулгийн өгөршлийн бүс, хагарал дагасан ан цавд агуулагдах чөлөөт гадаргат болон багаахан талбайн түрэлттэй уст давхаргууд тархсан байна (Зур.2).

3. Судалгааны арга, аргачлал

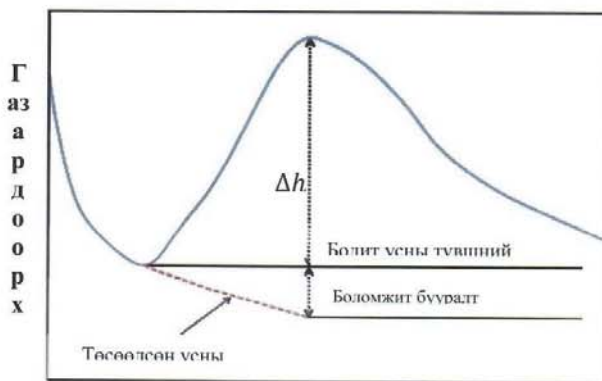
Уг судалгаанд Өмнөговь аймгийн Ханбогд сумын нутагт орших Оюу толгой зэс, алт порфирын ордын лицензийн талбайгаас зүүн хойш 500-800м зайд байрлах Ундайн голын хуурай сайрын дагуу өрөмдсөн газар доорхи усны ажиглалтын зориулалттай 3 (OTMB11-6, OTMB11-7, OTMB11-8) цооног дахь автомат түвшин хэмжигчийн 2012 оны 6 сараас эхлэн 2015 оны 9 сар хүртэлх газар доорхи усны түвшний мэдээг ашиглав (Зур.4). Ажиглалтын цооногуудад INSITU level troll300 маркийн автомат түвшин хэмжигч суулгасан бөгөөд автомат түвшин хэмжигч нь агаарын даралт, усны даралтын зүүгээр бодолт хийн усны түвшний мэдээг гаргана. Газар доорхи усны түвшний хэмжилтийг 1 цагийн давтамжтайгаар хийсэн. Мөн хугацааны хур тунадасны мэдээг Оюу толгойн цаг уурын станцын мэдээнээс авч ашиглав. Уг станц нь уурхайн лицензийн талбайн хойд талд суурилуулсан Campbell scientific маркийн автомат цаг уурын станц юм. Энэхүү автомат цаг уурын станц нь

агаарын даралт, агаарын температур, харьцангуй чийгшил, салхины хурд, салхины давтамж, салхины чиглэл, хур тунадас гэх мэтчилэн цаг уурын 10 гаруй үзүүлэлтийг цаг тутамд тасралтгүй хэмжиж, мэдээг цуглуулдаг (Оюутолгой, 2014). Газар доорхи усны түвшний мэдээлэл болон хур тунадасны мэдээг ашиглан газар доорхи усны

хоногийн, улирлын тэжээмжийн хэмжээг тооцсон болно. Энэхүү аргын үндэс нь газар доорхи усны нэмэгдэлд тэжээмж буюу хур тунадасны нэвчилт нөлөөлөх бөгөөд богино хугацаанд ууршилтын нөлөө маш бага байна гэсэн (Healy, Cook, 2002) нарын таамаглалд үндэслэнэ.



Зур.2. INSITU level troll300 маркийн түвшин хэмжигч



Хугацаа

Зур. 3. Даралтгүй уст давхаргын усны усны түвшний боломжит бууралт болон дээшлэлт загвар

$$R = S_y \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (1)$$

R – Газар доорхи усны тэжээмж, мм/жил

Δh – Δt хугацаан дахь газар доорхи усны түвшний өөрчлөлт

S_y – ус өгөмж

Ус өгөмж нь чулуулаг агуулж буй чөлөөт усаа хүндийн хүчний нөлөөгөөр ялгаруулж гаргах чадвар бөгөөд ус агуулагч чулуулгийн мөхлөгийн хэмжээнээс нь хамааруулан хүснэгтээс сонгон авах үзүүлэлт юм.

4.Үр дүн

Тухайн бүсэд орших газар доорхи усны ажиглалтын цооногуудын газар доорхи усны түвшин болон хур тунадасны хамаарлыг доорхи графикт харуулав (Граф.1).

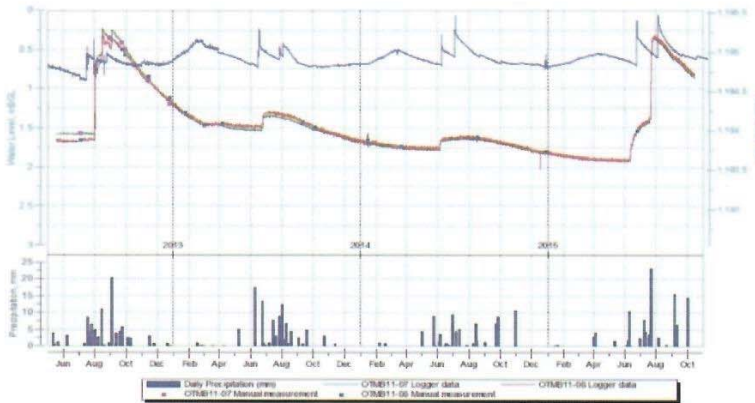
Судалгааны талбайд орших ОТМВ11-07,08 цооногууд нь Ундайн голын хуурай сайр, ОТМВ11-14 цооног нь Дугатын голын сайр дээр орших бөгөөд судалгааны хугацаанд хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээс үзвэл ОТМВ11-14 цооногт газар доорх усны түвшин хамгийн их буюу газрын гадаргаас доош 10 см-т байгаа нь тухайн хугацаанд

орсон хамгийн их хур тунадас унасан 2015 оны 8 сартай давхцаж байна. 2012 онд орсон харьцангуй их хур тунадасны нөлөөгөөр газар доорхи усны түвшний огцом дээшилсэн бөгөөд цаашид буурсан хандлагатай ажиглагдаж байна. Энэ нь 2013 болон 2014 онуудад хур тунадас унасан хэдий газар доорхи усны түвшинд нөлөөлөх хэмжээний хоногийн хур тунадас бага унасантай холбоотой байна (Граф.1). Газар доорхи усны тэжээмж нь хур тунадасны эрчимээс хамаарах бөгөөд хүчтэй аадар борооны ус нь гадаргын урсац болох, уурших зэргээр газар доорхи усны тэжээмжид харьцангуй бага нөлөөлдөг байна. Эдгээр цооногуудын мэдээлэлд үндэслэн газар доорхи усны түвшний хэлбэлзэлээр тэжээмжийг цэгэн байдлаар тооцоход газар доорхи усны

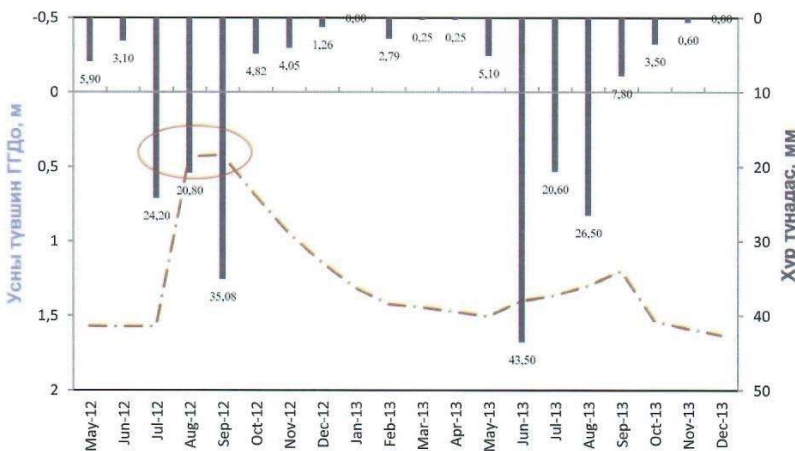
түвшний дээшлэлтэнд зөвхөн хур тунадасны нөлөө байна гэж үзсэн болно.

Газар доорхи усны түвшний хувьд хур тунадас их орсноос үүсэх эффектив нөлөөлөл хуурай сайруудын хөндийн дагасан дөрөвдөгчийн элс, хайргархаг эсвэгэр хурдсанд гаргасан ажиглалтын цооногт илүү ажиглагдаж байна (Граф. 3). Түүнчлэн илүү нарийн нөлөөллийг харах үүднээс хур тунадас хамгийн их орох 7,8,9-р саруудад усны түвшний сэргэлт огцом явагдаж байгаа нь газар доорхи усны тэжээмжид хур тунадасны үзүүлэх нөлөөг тодорхойлж байна.

Харин хур тунадас бага эсвэл байхгүй өвлийн улиралд усны түвшин аажмаар буурч байгаа нь тэжээмж хэлбэрээр орсон ус нь цаашид урсац болон хувирч байгаатай холбоотой байж болно (Граф.2).



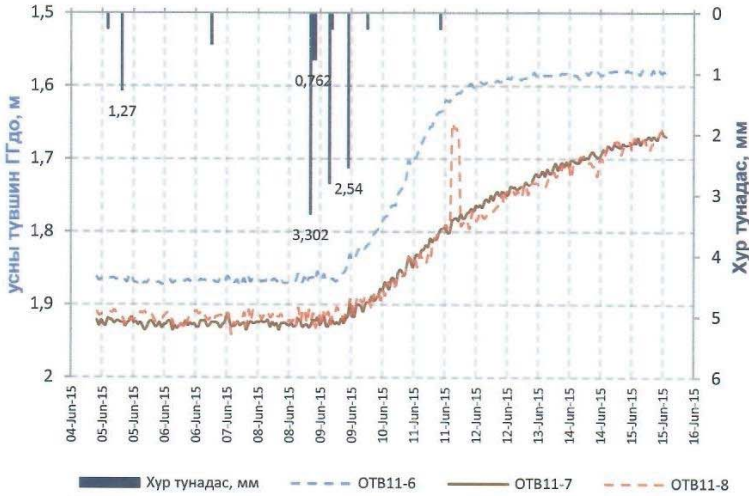
Граф.1. OTMB11-06, 07, 14 цооногууд дахь усны түвшний болон хур тунадасны хэмжээ



Граф.2. Сарын нийлбэр хур тунадас, газар доорхи усны түвшний хамаарал

2015 оны 4 дүгээр сарын 4-16-ны хооронд орсон хур тунадас нь газар доорхи усанд нөлөөлж байгааг эсэхийг тодруулах үүднээс нарийвчлан авч үзэв. Үр дүнгээс үзэхэд 6-р сарын 9-10-ны хооронд орсон хур тунадасны дараа усны түвшин ОТМВ11-

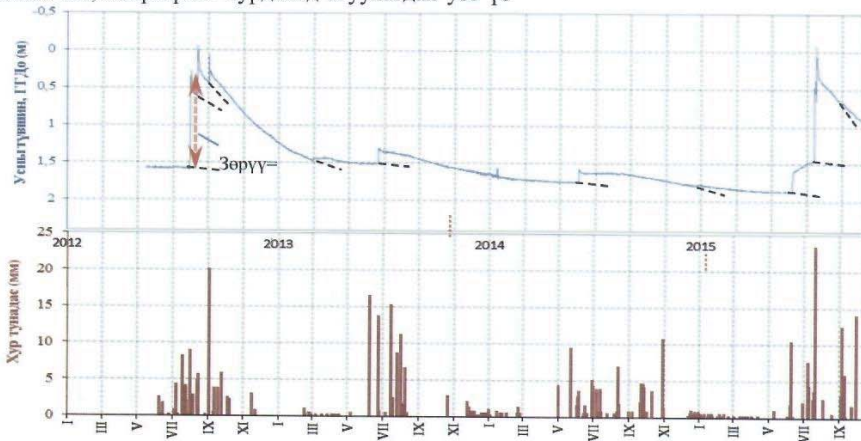
06 цооногт 1,88м-ээс 1,6м болж 28см-ээр, ОТМВ11-07 цооногт 1,92м-ээс 1,68м болж 24 см-ээр, ОТМВ11-08 цооногт мөн 1,92м-ээрээс - 1,68метр болж 24см-ээр тус тус нэмэгдсэн байдал ажиглагдаж байна (Граф.3).



Граф.3. Газар доорхи усны түвшин, хур тунадасны харьцуулалт

Энэ нь орчин үеийн дөрөвдөгчийн настай сайрыг дагаж тархсан аллюви-проллювийн хурдас болох элс, хайргархаг хурдсанд агуулагдах уст үе

нь хур тунадасны устай холбоотой байгааг харуулж байна.



Граф. 4. ОТМВ11-06 цооногийн усны түвшний гидрограф болон сарын нийлбэр хур тунадас

Граф. 4-т Ундайн голын сайрт байрлах ажиглалтын цооног дахь 2012 оны 5 сараас 2015 оны 10 сар хүртэлх усны түвшнийг болон мөн хугацааны хур тунадасны мэдээг үзүүлэв. Тасархай

шугамаар төсөөлсөн усны түвшнийг тэмдэглэсэн бөгөөд үүнийг өсөлтийн дундаж хурдыг ашиглан чиг хандлагыг тооцох аргаар гаргасан.

$$K_{\text{ариф}} = \frac{y_n - y_1}{y_1(n - 1)}$$

y_n – n онооны тоо хэмжээ
 y_1 – суурь онооны тоо хэмжээ
 $K_{\text{ариф}}$ – геометр өсөлтийн дундаж хурд
 n – хоёр үеийн хоорондох хугацаа

3 жилийн хугацаанд хийсэн мониторингийн дүнгээс харахад 2015 оны 6 сард хамгийн бага түвшин буюу 1.867м-г ажиглагдаж байна.

Түүнээс гадна тэжээмжийг тооцоход оролцох гол параметруудийн нэг болох ус өгөмжийг гидрогеологийн нөхцөл, ус агуулагч чулуулгийн литологи, газар доорхи усны шингэн зүйн шинж чанараас хамааруулан О.Б.Скиргеллогийн тодорхойлсон хүснэгтээс 0.2 утга авав.

Газар доорхи усны сарын тэжээмжийн тооцоог хийхдээ (1) тэгшигтэгийг ашигласан бөгөөд усны

түвшний өөрчлөлт Δh -ийг олохдоо (2) томъёогоор тооцсон. Судалгааны хугацаан дахь сарын тэжээмжийн хэмжээг хүснэгт 2-г үзүүлэв.

Үүнээс харахад судалгааны талбайн хүрээнд газар доорхи усны тэжээмж нь борооны улирал буюу 6, 7-р саруудад идэвхитэй байгаа нь ажиглагдах бөгөөд цаашид усны түвшин харьцангуй бууралттай байгаа нь газар доорхи усны урсац болон шилжиж байгааг илтгэнэ.

Хүснэгт 1.

О.Б.Скиргеллогийн тодорхойлсон чулуулгийн ус өгөмжийн утга

№	Чулуулгийн нэр	Чөлөөт ус өгөмж
1	Нарийн ширхэгтэй элс, элсэнцэр	0.10-0.15
2	Жижиг ширхэгтэй элс, шаварлаг элс	0.15-0.20
3	Дунд ширхэгтэй элс	0.20-0.25
4	Том ширхэгтэй элс, хайргархаг элс	0.25-0.35
5	Шаварлаг цементтэй элсэн чулуу	0.02-0.03
6	Хүрэн нүүрс	0.02-0.05

Хүснэгт 2.

Газар доорхи усны түвшний өөрчлөлт, тэжээмжийн хэмжээ

Сар	Төсөөлсөн усны түвшин, м	Нэмэгдсэн усны түвшин, м	Усны түвшний өөрчлөлт, см Δh	Газар доорхи усны тэжээмж, R (см)
2012				
VII	1,569	0,286	128,3	25,66
VIII	0,597	0,056	54,1	10,82
IX	0,568	0,083	48,5	9,7
2013				
IV	1,5	1,439	6,1	1,22
VI	1,517	1,355	16,2	3,24
2014				
VI	1,744	1,6	14,4	2,88
2015				
VII	1,867	1,464	40,3	8,06
VIII	1,464	-0,074	153,8	30,76

Түүнчлэн газар доорхи усны түвшин зуны хур тунадас нэмэгдэх үеэр дээшилж, харин өвөл, хаврын улиралд буурсан төлөвтэй байгаа нь газар доорхи ус нь тэжээмжээ зуны улиралд авч буйг илэрхийлнэ.

5. Дүгнэлт

1. Говийн бүсэд орших орчин үеийн дөрөвдөгчийн настай хуурай сайр дагаж тархсан аллюви-проллювийн хурдас болох элс, хайргархаг хурдсанд агуулагдах уст үе нь зуны улиралд тэжээмжээ хур тунадасны уснаас авч байна.

2. Газар доорхи усны түвшин судалгааны хугацаанд нийт 168 см хэлбэлзсэн байна.

3. Газар доорхи усны тэжээмжийн тооцоонд ус өгөмжийг гидрогеологийн нөхцөл, ус агуулагч чулуулгийн литологи, газар доорхи усны шингэн зүйн шинж чанараас хамааруулан 0,2 утга авсан бөгөөд газар доорхи усны тэжээмж 2015 оны 8-р сард хамгийн их буюу 30.76 см байсан нь тухайн сарын нийлбэр хур тунадас хугацааны хамгийн их байсан хугацаатай давхцаж байна.

Ашигласан хэвлэл

- Bingguo, W., Menggui, J. (2008). Estimating groundwater recharge in Hebei Plain, China under varying land use practices using tritium and bromide tracers. *Elsevier*, (356), 209-252.
- Healy, R. W., Cook, P. G. (2002). Using groundwater levels to estimate recharge. *Hydrogeology Journal*, 91-109.
- Mijiddorj, P. (1992). *Climate characteristics of Gobi desert of Mongolia*. Ulaanbaatar.
- Scanlon, B., Healy, R., & Cook, P. (2002). Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge. *Hydrogeology Journal*, 18-39.
- Taylor, C., Alley, W. (2001). Groundwater level monitoring and the Infortance of the Long-term water level data. *U.S. Geological Survey Circular*, 1217.
- Жадамбаа, Н. (2009). Гидрогеологи VIII боть. *Монголын геологи ба ашигт* (хуудс. 60-98).-Д Улаанбаатар: Соёмбо принтинг.
- Мижиддорж, Р. (1992). *Монгол орны Говь, цөлийн уур амьсгалын онцлог*. Улаанбаатар.
- Мөнхбаатар, Н., Санждорж, С., Өлзийбаяр, Г., Чулуунбаатар, Ш. (2006). *Оюутолгойн ордын үйлдвэрлэлийн усан хангамжийн зориулалтаар Гүний хоолой, Галбын говьд 2003-2004 онд хийсэн гидрогеологийн эрэл, хайгуулын ажлын тайлан*. Ханбогд: Оюу толгой ХХК.
- Оюутолгой, Х. (2014). *Өмнөговь аймгийн Ханбогд сумын нутагт байрлах Оюу толгой төслийн 2014 оны байгаль орчны менежментийн биелэлтийн тайлан*. Оюу толгой ХХК.
- Түвдэндорж, А., Санждорж, С., Өлзийбаяр, Г. (2008). *Гүний хоолойн газар доорхи усны ордын хайгуулын ажлын тайлан*. 2008: Оюу толгой ХХК.