

**ХӨДӨЛМӨРИЙН ГАВЬЯАНЫ УЛААН ТУГИЙН ОДОНТ
МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ**

ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ



Зохион байгуулагч

**ГЕОЛОГИ, ГИДРОГЕОЛОГИЙН
САЛБАР**

Хамтран зохион байгуулагч

**МОНГОЛЫН ЧУЛУУЛГИЙН
МЕХАНИК ИНЖЕНЕРИЙН
ХОЛБОО**

*Монгол Улсад геологийн алба үүсээж хөгжсөний 85 жилийн ой,
ШУТИС-ийн 65 жилийн ойд зориулав.*

**МОНГОЛ ОРНЫ ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР
ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН АСУУДЛУУД**

ДУГААР 32

Ивээн тэтгэгч:



Улаанбаатар хот
2024 он

Сэтгүүлийн энэ дугаарын хэвлэлийн эхийг бэлтгэж, хариуцан гаргасан:

Дэд проф. Д.Оюун, доктор (PhD) Б.Сийлэгмаа, магистр (MSc) А.Хандсүрэн

Сэтгүүлийн энэ дугаарыг хянан засварласан:

Профессор (ScD) Н.Батсүх, профессор М.Алей, дэд проф. Д.Оюун, дэд проф Н.Буянхишиг, доктор (PhD) Д.Энхбаяр, доктор (PhD) Б.Наранчимэг, доктор (PhD) Б.Сийлэгмаа, магистр (MSc) А.Хандсүрэн

АГУУЛГА

ӨМНӨХ ҮГ	5
РЕГИОНАЛЬ СУДАЛГАА	
Оюу толгойн гүний уурхай орчмын хагарлын бүсийн гидрогеологийн судалгаа	7
<i>З.Бямбасүрэн, Н.Буянхишиг, Д.Алтантунгалаг, М.Баяржаргал</i>	
Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газрын гидрогеологийн давхарга зүйн ангилал	18
<i>Ш.Мягмар, Б.Хишигсүрэн</i>	
Дархан –Уул аймгийн булгуудын олон жилийн дундаж урсац болон чанар, найрлагыг тодорхойлсон судалгааны үр дүнгээс	25
<i>С. Далайжаргал, Т.Энхжаргал, Б.Мөнхтөр</i>	
Монгол орны газрын тосны хайгуул, судалгааны хөгжлийн асуудалд	36
<i>П.Хөхөө</i>	
РАШААН БА ТЕРМАЛЬ УСНЫ СУДАЛГАА	
Монгол орны халуун рашааны судалгаа	48
<i>Н.Лхагва</i>	
Монгол орны рашааны судалгааны тойм	59
<i>Ч.Жавзан, Н.Тэгшбаяр</i>	
Цагаан сүм халуун рашааны геологи-гидрогеологийн онцлогууд	67
<i>П.Хөхөө</i>	
УСНЫ НАЙРЛАГА, ЧАНАР	
Манлай сумын газрын доорх усны хүнцлийн эрүүл мэндийн эрсдэлийн Үнэлгээ	75
<i>Т.Оюун-Эрдэнэ, Б.Элбэгээ, Н.Буянхишиг</i>	
Хөвсгөл нуурын усны чанарын судалгаа	81
<i>С.Эрдэнэчимэг, Т.Энхжаргал, Д.Гэрэлт-Од, Б.Даваажаргал</i>	
АШИГТ МАЛТМАЛЫН ОРДЫН ГИДРОГЕОЛОГИ	
Адуунчулууны нүүрсний ордын усжилтын нөхцөл	89
<i>Б.Хишигсүрэн, Д.Оюун, З.Цэрэндорж</i>	
Алтан цагаан овоо алт-холимог металлын уурхайн газрын доорх усны горимын судалгаа	98
<i>Б.Сайнзаяа, Д.Энхбаяр</i>	
Хөшөөтийн нүүрсний уурхайн ордын гидрогеологийн судалгаа	106
<i>Б.Басбаатар</i>	
Баянгол төмрийн хүдрийн уурхайн усжилтад хур тунадасны нөлөөлөх нь	110
<i>Т.Сүхтулга, Д.Оюун, Д.Энхбаяр</i>	

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, ОНОЛ

- Орхон аймгийн нутаг дахь урт булаг, ар булагт хийсэн геофизикийн судалгаа** 119
Г.Цогт-Эрдэнэ, Б.Батзориг, А.Саруулзаяа
- Хөвсгөл аймгийн төв Мөрөн сумын нутаг дэвсгэрийн сейсмик хурдны загварыг микротремор бичил сүлжээ багажийн хэмжилтээр тодорхойлсон нь** 127
М.Дэмбэрэлдулам, Ч.Одонбаатар, Ц.Баатарчулуун, М.Дорждаваа

ГРУНТ СУДЛАЛ БА ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ

- Ул хөрсний даац тодорхойлох хээрийн туршилтын судалгаа** 135
Я.Элбэгзаяа, Р.Алтанчимэг
- Тоосорхог элсэн хөрсөнд хийсэн хээрийн туршилтын ажлын үр дүнгийн харьцуулалт (Дархан хотын жишээн дээр)** 144
Б.Бэлгүдэй, М.Мягмаржав, Б.Энхбат, А.Ариунзаяа

ТУХАЙЛСАН ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОТЕХНИК

- Analysing rock mass response to undercutting in the selected block/panel cave mines using displacement monitoring data** 156
B.Batkhuu, A van As

ГЕОЭКОЛОГИ

- Хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний физик, химийн шинж чанарын судалгааны үр дүнгээс** 173
Б.Сийлэгмаа

МЭДЭЭЛЭЛ, ШҮҮМЖ

- Ус бол бурхан** 189
Н.Батсүх
- Швейцар улсын Давос хотод дэлхийн газрын доорх усны 51-р их хуралд оролцсон тэмдэглэл** 191
Б.Наранчимэг

ӨМНӨХ ҮГ

“Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” сэдэвт эрдэм шинжилгээний хурлыг 1993 оноос хойш жил бүр зохион байгуулж, хурлын эмхтгэлийг хэвлүүлж ирсэн уламжлалын дагуу энэ жил тус хурлын 32 дахь дугаарыг уншигч танд өргөн барьж байна. Энэ жилийн эрдэм шинжилгээний хурлыг Монгол Улсад геологийн алба үүсэж хөгжсөний 85 жилийн ой, ШУТИС-ийн 65 жилийн ойд зориулан зохион байгуулж байна.

Монгол орны нутаг дэвсгэр нь эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, олон жилийн цэвдэг чулуулаг тархсан, усан хангамжийн ихэнх хувийг газар доорх усны нөөцөөр хангадаг, мөн хөөлттэй болон суулттай онцгой шинж чанартай ул хөрс тархсан зэрэг онцлогтой уялдаад сүүлийн жилүүдэд усны нөөцийн хомсдол үүсэх, усанд автах, бохирдох, баригдсан барилга байгууламжийн суурийн тогтворгүй байдал ихсэж, барилга байгууламж хазайлт, суулт үүсэх, газар доорх усны түвшиний доошлолт, дээшлэлт бий болж барилга, байгууламж усанд автах, цэвдэгт ул хөрсөнд инженер геологийн судалгаа хийлгэхгүй барьснаас хэв гажилт өгөх, ул хөрс овойх, суух, шилжих зэрэг сөрөг үзэгдлүүд үүсч, хүний амьдрах орчинд сөргөөр нөлөөллөөр нь ихсэн боллоо.

Иймд усан хангамжийн эх үүсвэр болох газар доорх усны ордыг нээж, илрүүлэх, усны нөөцийн бохирдол, хомсдолоос урьдчилсан сэргийлэх, хамгаалах, уул уурхайн үйлдвэрлэл, хотжилт, барилгажилттай холбоотой геологи орчны өөрчлөлт ихээхэн үүсч байгаа нь улс орны тогтвортой хөгжлийг хангахад гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн шинжлэх ухааныг хөгжүүлэх, тулгамдаж буй асуудлыг шийдвэрлэх нь чухал болсоор байна.

“Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” эрдэм шинжилгээний бүтээл нь манай орны гидрогеологи, инженер геологийн нөхцөл, геологи орчны онцлогийн талаар дотоод, гадаадын судлаачдын судалгааны үр дүнг агуулсан бүтээл юм. Ээлжит 32 дугаар хуралд хэлэлцүүлж буй илтгэлүүд нь усны нөөцийн талаарх региональ судалгаа, рашаан, усны чанар, инженер геологи, геологи орчны судалгаа, ара зүй, газар доорх усны загварчлал, хиймэл оюун ухааныг ашиглан газар доорх усны түвшний өөрчлөлтөд үнэлгээ өгөх, ашигт малтмалын ордын болон уурхайн гидрогеологийн судалгааны үр дүнг багтаасан. Сүүлийн жилүүдэд манай залуу мэргэжилтнүүд судалгааны шинэ технологи, арга зүйг ашиглан судалгааны ажлын шинэлэг үр дүнг гаргаж, илтгэх болсон нь Монгол улсын ирээдүйн хөгжилд ихээхэн хувь нэмэр болох юм.

Энэхүү эрдэм шинжилгээний 32 дугаар хурлыг хамтран зохион байгуулсан Монголын чулуулгийн механик инженерүүдийн холбоо, хурлын үйл ажиллагаа болон хурлын эмхэтгэл хэвлүүлэх зардлыг ивээн тэтгэсэн Монголын гидрогеологи, геоэкологийн холбоо, National Construction Consulting Services ХХК, Монгидрогео күйст консалтинг ХХК, Терра бенефит ХХК, Лэнд тест ХХК, Гурван тэс ХХК-ний хамт олонд талархал илэрхийлж байна.

Номын цагаан буян хурах болтугай
Дэд профессор Д.Оюун

ХӨТӨЛБӨР

- 13:30- Бүртгэл
14:00 Хурлын нээлт
14:00-
14:10 ШУТИС-ийн Судалгаа, хөгжлийн албаны дарга, доктор (Ph.D),
дэд проф. Ж.Арслан

*Хурлыг ШУТИС-ийн ГУУС-ийн Геологи, гидрогеологийн дэд профессор,
доктор (Ph.D) Д.Энхбаяр удирдана.*

- 14:10 – 14:25 **Монгол орны халуун рашааны судалгаа**
Доктор (Ph.D) Н.Лхагва, МУ-ын зөвлөх инженер
14:25-14:40 **Monitoring performance and the ground optimization based
on the real time data**
Б.Эрдэнэтогтох, Оюутолгой ХХК
14:40-14:55 **The Effect of Anthropogenic Loads on Vegetation Cover and
Natural Water Quality in the Ugii Lake Basin, Mongolia**
Докторант Д.Номиндарь, ШУТИС, ХШУС
14:55-15:10 **Оюу толгойн гүний уурхай орчмын хагарлын
бүсийн гидрогеологийн судалгаа**
З.Бямбасүрэн, ШУА, Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэн
15:10-15:25 **Манлай сумын газрын доорх усны хүнцлийн эрүүл
мэндийн эрсдэлийн үнэлгээ**
Т.Оюун-Эрдэнэ, ШУТИС, ГУУС

15:25-15:45 **Цайны завсарлага, Ханан илтгэл**

*Хурлыг ШУТИС-ийн ГУУС-ийн Геологи, гидрогеологийн ахлах багш,
доктор (Ph.D) Б.Наранчимэг удирдана.*

- 15:45-16:00 **Хөвсгөл аймгийн төв Мөрөн сумын нутаг дэвсгэрийн
сейсмик хурдны загварыг микротремор бичил сүлжээ
багажийн хэмжилтээр тодорхойлсон нь**
М.Дэмбэрэлдулам, ШУА, Одон орон, геофизикийн хүрээлэн
16:00-16:15 **Тоосорхог элсэн хөрсөнд хийсэн хээрийн туршилтын ажлын
үр дүнгийн харьцуулалт (Дархан хотын жишээн дээр)**
Д.Бэлгүдэй, Оюутолгой ХХК
16:15-16:30 **Монгол орны усны нөөц, хүртээмжийн тэгш бүс байдал**
Доктор (Ph.D), дэд проф. Д.Оюун, ШУТИС, ГУУС
16:30-16:45 **Монголын чулуулгийн механик, инженерүүдийн
холбооны танилцуулга**
Доктор (Ph.D) Д.Энхбаяр, ШУТИС, ГУУС
16:45-17:15 **Хэлэлцүүлэг**
Доктор (Ph.D) Б.Наранчимэг удирдана.
17:15-17:20 **Хурлын хаалт**
ГУУС-ийн ГГС-ын профессор Д.Оюун

ОЮУ ТОЛГОЙН ГҮНИЙ УУРХАЙ ОРЧМЫН ХАГАРЛЫН БҮСИЙН ГИДРОГЕОЛОГИЙН СУДАЛГАА

З.Бямбасүрэн^{1*}, Н.Буянхишиг², Д.Алтантунгалаг³, М.Баяржаргал³

¹Усны нөөц, ус ашиглалтын салбар, Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэн, ШУА

²Геологи, гидрогеологийн салбар, ГУУС, ШУТИС

³Оюу толгой ХХК

ХУРААНГУЙ

Чулуулаг бүрхүүл нь төрөл бүрийн хөдөлгөөний улмаас хагарал, ан цаваар хэрчигдсэн байдаг. Хэдий чулуулгийн гүн ихсэхэд нэвчүүлэх чанар багасдаг ч хагарлын суларлын бүс нэвчүүлэх чанартай байх нь далд уурхайд шүүрлийн ус орж уурхайн тогтворжилтод нөлөөлөх учир хагарлын бүсийн нэвчүүлэлтийн судалгаа чухал юм. Судалгааны зорилго нь хагарлын бүс, нэвчүүлэлтийн структурыг илүү ойлгох, Оюу Толгой далд уурхайн хагарлын бүсийн нэвчүүлэх шинжийг тодорхойлох явдал юм. Хагарлын ойролцоо боржингийн гарш болон сэвсгэр чулуулгийн хил заагт хийсэн туршилтын ажлаар уг хагарал нэвчүүлэлт сайтай нь илэрхийлж байв. Далд уурхайн налуу амнаас шүүрч байгаа ус нь Ундайн сайрд гаргасан ажиглалтын цооног болох OTMB22-101, OTMB22-103 устай хамааралтай байгаа нь сайрын ус хагарлаар нэвчиж орсныг харуулж байна.

Түлхүүр үгс: Газрын доорх ус, Гүний уурхай, Хагарал, Нэвчилт

ОРШИЛ

Чулуулаг бүрхүүл дэх төрөл бүрийн хөдөлгөөний улмаас геологид хагарал, ан цав гэж нэрлэгдэх чулуун мандлын дээд хэсэгт хоёр чулуулгийн хооронд ан цав хагарал үүсдэг. Чулуун мандалд хагарлын бүс хөгждөг учир хагарлын судалгаа чухал ач холбогдолтой. Хагарлын бүсийн чулуулгийн массын хөдөлгөөн, газар хөдлөл, тэсэлгээ, мөн түүнчлэн хүнд машины чичиргээ доргионы улмаас уурхайн тогтворжилтод урьдчилан таамаглахын аргагүй хохирол учруулж болзошгүй юм. Судалгааны зорилго нь хагарлын бүс, нэвчүүлэлтийн структурыг илүү ойлгох, Оюу Толгой далд уурхайн хагарлын бүсийн нэвчүүлэх шинжийг тодорхойлох явдал юм. Хагарлын бүсийн нэвчүүлэлтийн судалгааг хийхийн тулд өмнө өрөмдсөн хайгуулын цооногийн мэдээллийг ашиглан хагаралд анализ хийх, чулуулгийн нэвчүүлэх шинжийн туршилт хийх, далд уурхайд нэвчиж орсон усны эх үүсвэрийг тогтоох, усны төмөр бетон эдлэлд идэмхий шинж чанарыг тогтоох замаар хагарлын нэвчүүлэх шинжийг судална. Судалгааны ажлын үр дүнд гадаргын нэвчүүлэлт сайтай хэсгээр газар доорх ус нэвчих, нэвчсэн ус чулуулагтай харилцан үйлчлэлцэж бэхэлгээний төмөр бетон эдлэлд идэмхий шинж үзүүлэх, чулуулгийн масс хөдөлгөөнд орж суулт үүсэх, уурхайн тогтворжилтод нөлөөлөх зэрэг эрсдэлээс урьдчилан сэргийлнэ.

Судалгааны төсөл хийх хэрэгцээ

Чулуулаг бүрхүүл нь төрөл бүрийн хөдөлгөөний улмаас хагарал, ан цаваар хэрчигдсэн байдаг. Тунамал, хувирмал, магмын чулуулаг дахь хагарлыг судалж үзэхэд хувирмал болон магмын чулуулаг дахь хагарлын 90% нь нэвчүүлэх шинжтэй байхад тунамал чулуулаг дахь хагарал нэвчүүлэх шинж багатай буюу 60% нь нэвчүүлэх шинжтэй байсан (Шибек, 2016). Хэдий чулуулгийн гүн ихсэхэд нэвчүүлэх чанар багасдаг ч хагарлын суларлын бүс нэвчүүлэх чанартай байх нь

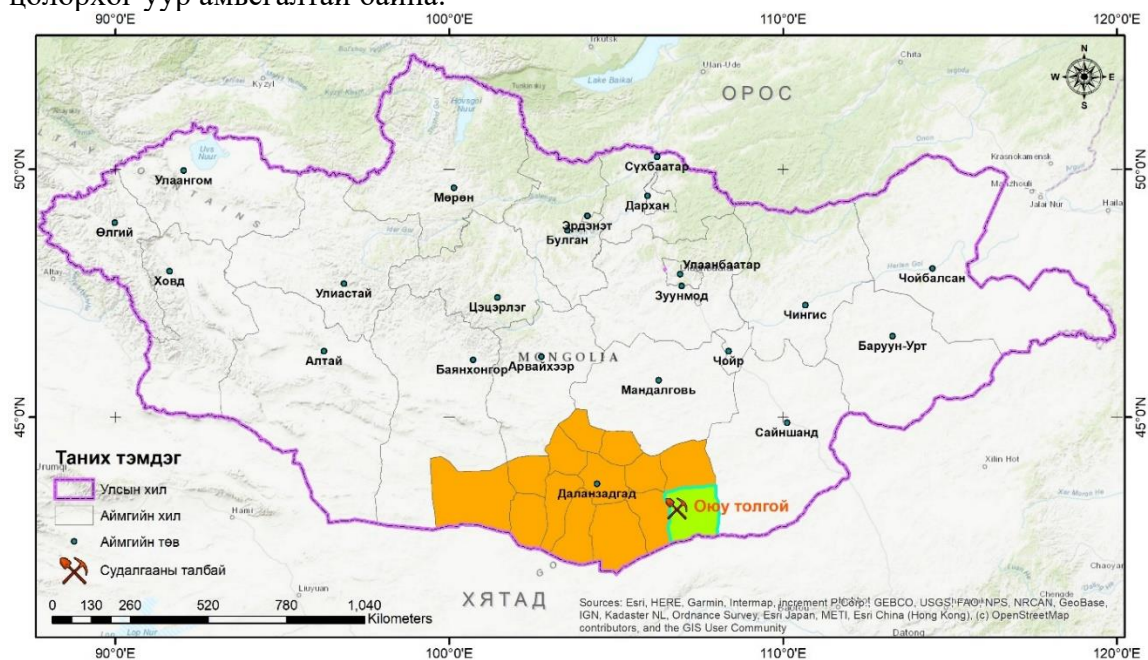
далд уурхайд шүүрлийн ус орж уурхайн тогтворжилтод нөлөөлөх учир хагарлын бүсийн нэвчүүлэлтийн судалгаа чухал юм. Зэсийн сульфидын ордын химийн шинжээс хамарч газар доорх ус хэт хүчиллэг байдаг. Иймээс хагарлын бүсийн шүүрлийн ус бэхэлгээний төмөр бетон эдлэлд идэмхий шинж үзүүлж хэврэг болгодог.

Чулуулаг дахь хагарлын бүтцийг авч үзвэл хагарлын цөм, эвдрэлийн буюу сулралын бүс, түүний гадна талд эвдрэлд ороогүй хэсгээс бүрддэг (Сибсон, 1977). Шибек.Ж болон Глийнсон.Т нар Геошинжлэх ухааны чиглэлийн судалгааны 1817 хэвлэмэл материалыг хянаж үзэхэд 914 нь хагарлын нэвчүүлэлтэй холбоотойг тогтоосон. 650 хагарлын 188 нь нэвчүүлэх шинж муутай, 323 нь нэвчүүлэх шинжтэй, 139 нь хагас нэвчүүлэх шинжтэй хагарал байсан. Чулуулгийн литологиос хамааруулж авч үзэхэд тунамал чулуулаг дахь хагарлын 60%, кристаллаг чулуулагт 90%, боржинд 91%, базальт дахь хагарлын 64% нэвчүүлэх шинжтэй байсан. Кристаллаг чулуулгийн хагарлын нэвчүүлэлтийг судалж үзэхэд нийт 227 хагарлын 23 буюу 10% нь нэвчүүлэх шинж муутай, 147 буюу 65% нэвчүүлэх шинжтэй, 57 нь буюу 25% нь хагас нэвчүүлэх шинжтэй хагарал байжээ.

СУДАЛГААНЫ ТАЛБАЙ

Судалгааны талбай нь Өмнөговь аймгийн Ханбогд сумын Жавхлант багийн нутагт, Ундайн голын сайрын хэсэг, Улаанбаатар хотоос 650км, улсын хилээс 80км, газрын гадаргаас доош 700 м гүнд, Далайн түвшнээс дээш 450 м орчимд, Оюу толгойн далд уурхайн налуу малталтын C2S-TP22 талбайд байршина.

Судалгааны талбайн уур амьсгалын хувьд Ханбогд сумын төвд байрших цаг уурын станцын мэдээгээр 1984 онд хамгийн хуурай буюу жилийн дундаж температур 5.9 °с олон жилийн дундаж температур 7.5 °с, хур тунадасны хувьд 1982 онд хамгийн хуурай буюу 38 мм/жил хур тунадас унасан, олон жилийн дунджаар 98.8 мм/жил хур тунадас унадаг буюу эх газрын эрс тэс хуурай цөлөрхөг уур амьсгалтай байна.

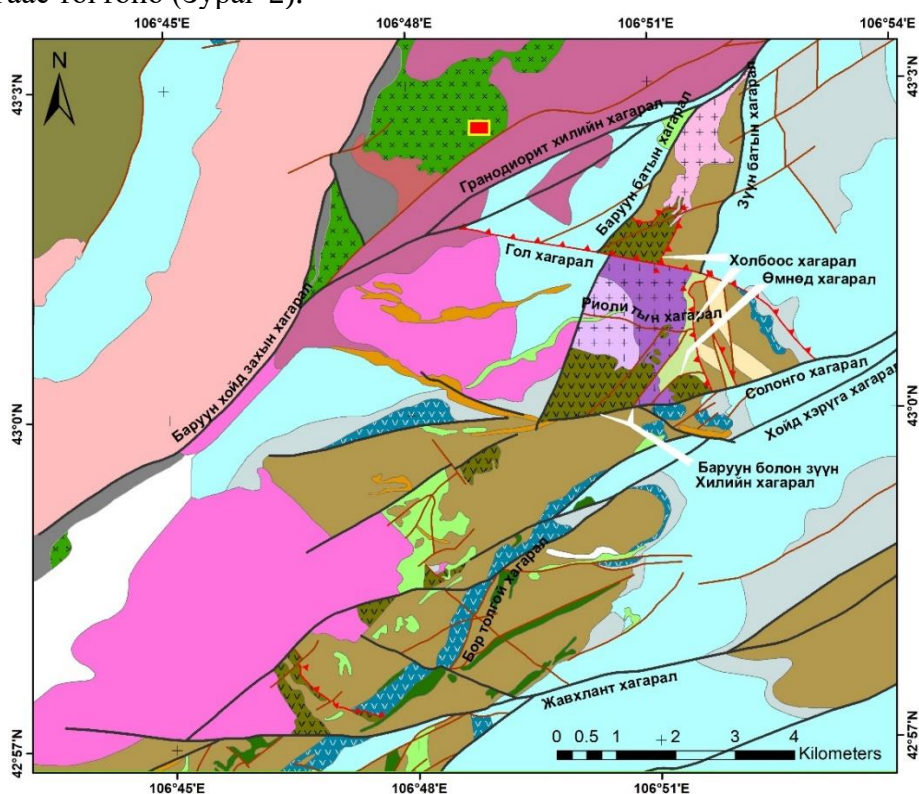


Зураг 1. Судалгааны талбайн байршил

ГЕОЛОГИЙН ТОГТОЦ

Оюу Толгой ордын талбайн ихэнх хэсэг нь дээд цэрдийн Сайншанд формацын бялхмал болон элс, шаварлаг хурдсаар хучигддаг. Ихэнх чулуулгийн U/Pb нас 380-345 сая жилийн хэлбэлзэлтэй байдаг бөгөөд мөр хөлтөн, хөвд биетэн, хясаа, дун, криноид зэрэг амьтан ургамлын чулуужсан үлдэгдэл нь турней-визейн цаг үеийг заадаг.

Девоны бялхмал-тунамал хурдас, Алаг баян групп нь нарийн үелэл бүхий аргиллит (VaL, авгиттай базальт (Va), базальтлаг вулканокласт чулуулгаас (Vat) тогтоно. Доод карбоны бялхмал-тунамал хурдас, Сайншандын худаг формац Андезитийн найрлагатай үнсний урсац бүхий туф (CS1), конгломерат. элсэн чулуу, туф болон нүүрсний нарийн үеүд (CS2), карбонатлаг алевролит, элсэн чулуу, конгломерат (CS2a), алевролит болон биотурбилитлэг түф (CS2b) зэрэг чулуулгаас тогтоно (Зураг-2).



Таних тэмдэг

Карбон

- Сайншанд худаг формац Аман ус бүрдэл, базальт трахиандезит
- Цагаан суврага бүрдэл, тунамал хурдас
- Өлгий бүрдэл андезитээс дацитын үнслэг туф
- Базальт ба андезит хүртэл дацитын дайк ба шигтгээнүүд
- Риолит дайк
- Хожуу төрмөлийн эвэр хуурмаг, гранодиорте
- Нарийн ширхэгт боржин
- Боржин
- Эрт төрмөлийн эвэр хуурмаг, гранодиорит
- Босоо хагарал
- Гадаргууд илэрсэн тогтоогдсон хагарал
- Тохролтой хагарал

Девон болон эрт төрмөл

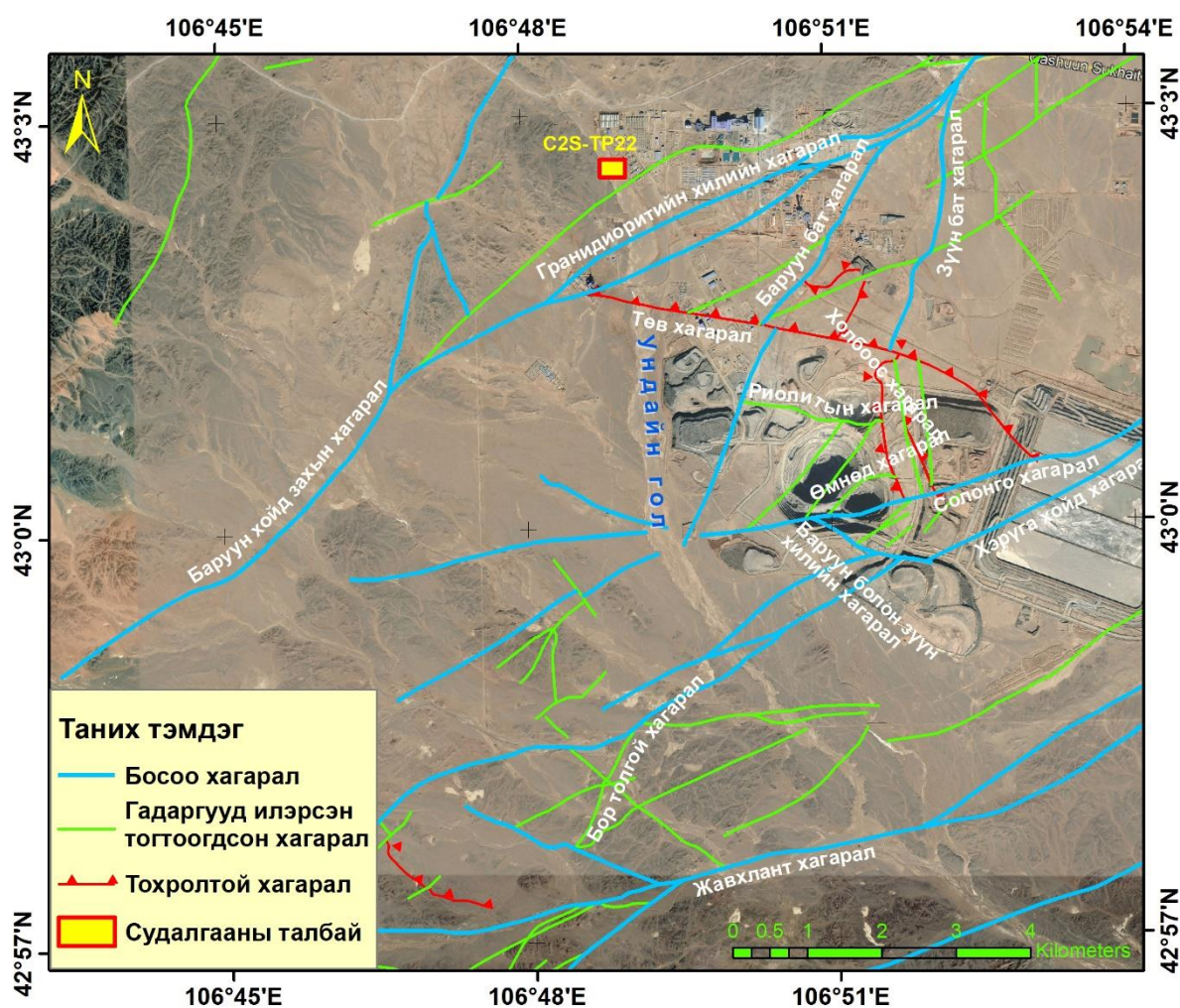
- Биотит гранодиорит
- Монзодиоритын кварцын худаг мөн харьцангуй хувьралд бага өртсөн
- Оюу толгойн бүрдэл Дациг туф болон тунамал чулуулаг
- Авгитийн базальт
- Хэрүга бүрдэл, Базальт бялхмал чулуулаг
- Тунамал чулуулаг
- Риолит (нас тодорхойгүй)
- Хувирмал базальт, хувирмал диорит мөн амфиболит нас тодорхойгүй
- Нэг төрлийн девон
- Судалгааны талбай

Зураг 2. Оюу толгойн геологийн тогтоц

ТЕКТОНИК

Оюу Толгой ордын порфирын системүүд нь талбайн хэмжээнд региональ хагарлуудын уулзвар хэсэгт байрлах бөгөөд тэдгээрийн ихэнх нь хүдэржилтийн өмнөх үед үүссэн байна. Оюу Толгойн орд нь зүүн-зүүн хойш сунасан хэдэн арван километр үргэлжилсэн зэрэгцээ хагарлуудыг даган тогтсон байдгийг сансрын зургаас харж болно.

Судалгааны талбайд хүдрийн биетээ дамнуулан зүссэн зүсэлтээс харвал Жавхлант, Өмнөд бор толгой, Хойд Хэрүга, Солонго хагарлууд нь Heruga цогцолборын бялхам базалт болон тунамал чулуулаг Оюу Tolgoi цогцолборын эрт төрмөлийн занар/элсэн чулуу, кварцын андезит туф/конгломерат, нягт авгитын базальт, гүний элсэн чулууных үеүдийг зүсэж холбоос хагарлуудаар шаталсан структур үүсгэсэн байна.



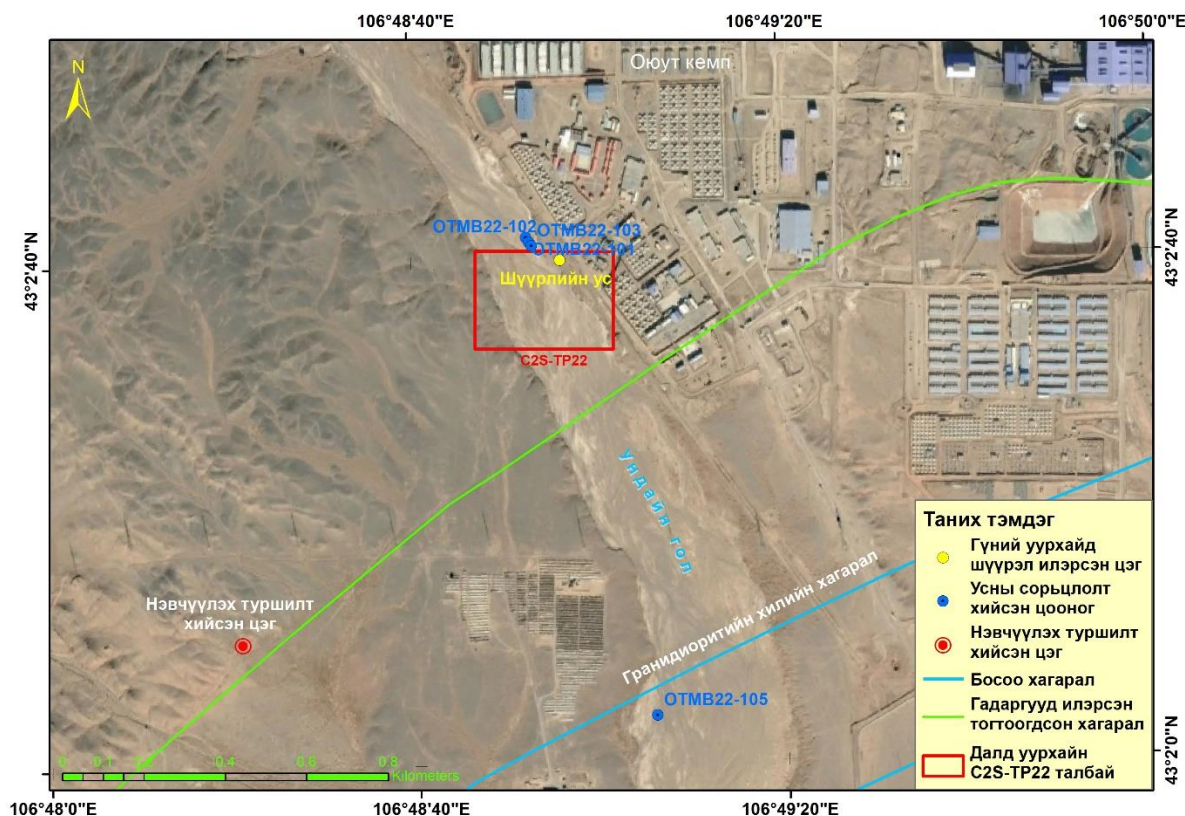
Зураг 3. Судалгааны талбайн орчим хөгжиж тогтоогдсон хагарал

АРГА ЗҮЙ

Туршилтын ажил

Ханаагүй бүсийн чулуулгийн шүүрэлтийн шинжийг тогтооход туршилтын ажлын нэг болох юүлэлтийн аргыг өргөн хэрэглэдэг. Туршилтыг гүйцэтгэхдээ Ус нэвтрүүлэх чанарыг тодорхойлох хээрийн туршилтын арга MNS 4101:1990 стандартыг мөрдсөн. Туршилтыг хагарал ан цавтай боржин, тунамал хурдасны

заг байж болох тогтоогдсон хагаралтай газар хийхээр сонгов. 72 минутад 38 л ус шингэж туршилтыг гүйцэтгэв.



Зураг 4. Нэвчүүлэх туршилт хийсэн цэгийн байршил

Туршилтын явцад хугацаа, зарцуулсан усны хамаарлын график байгуулж туршилтыг тогтворжтол явуулав.

Шүүрэлтийн коэффициентыг дараа томъёогоор тодорхойлно.

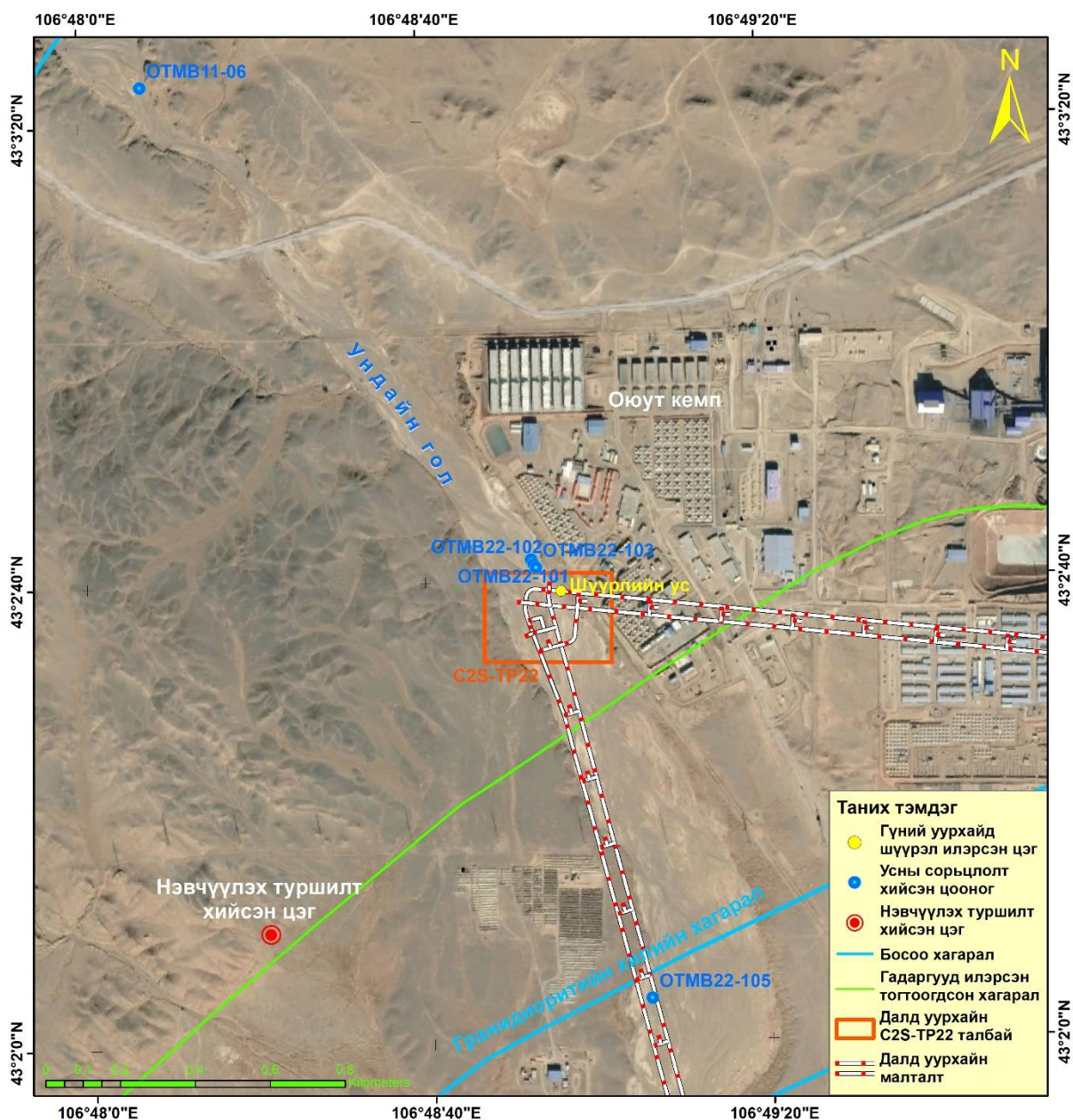
$$K = \frac{Q}{F}$$

Q –зарцуулсан усны хэмжээ, м³/хоног

F –цагаригийн хөндлөн огтлолын талбай, м²

Усны чанарын судалгааны арга зүй

Уст цэгүүдэд усны шинжилгээг хийхдээ усны шинж чанар, тэдгээрийн үзүүлэлтүүдийг усан дахь ууссан хий, ионуудын тэнцвэр алдагдах, органик бодисууд, бичил биетүүдийн задрал явагдахаас өмнө тодорхойлох нь шинжилгээний ажил үнэн зөв гарахад нөлөөлдөг учир температур, усны орчин (pH), цахилгаан дамжуулах чадвар, ууссан хий (ууссан хүчилтөрөгч, биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч), гэх мэт амархан хувирамтгай нэгдлүүдийг газар дээр нь тодорхойлсон /Хүснэгт-1/.



Зураг 5. Усны сорьц авсан цэгүүдийн байршил

Тогтоогдсон хагарлын дээд хэсэгт Ундайн сайрын урсгалын дээр орших хяналтын OTMB22-101, OTMB22-102, OTMB22-103 цооногуудаас 3 сорьцыг 3.6, 13, 74 м-ийн гүнээс цуглуулсан. Тогтоогдсон хагарлын доор буюу Ундайн сайрын урсгалын доор орших 6м гүнтэй OTMB22-105 цооногоос 1 сорьц, налуу амны шүүрлийн уснаас 1 сорьц (ОТТР 22-1) авч хураангуй химийн шинжилгээг Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэнгийн усны шинжилгээний лабораторид тодорхойлсон. Үндсэн ионууд (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-}), исэлдэх чанар (ПИЧ)-ийг уламжлалт титрлэлтийн аргаар NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , Fe^{3+} , SO_4^{2-} ионуудыг спектрофотометр (DR1900) багажаар тодорхойлсон. Бичил элементүүд буюу хүнд металлуудыг (Na^+ , K^+ , Al , As , Cd , Cu , Co , Pb , Sr , Hg ба U) 52 үзүүлэлтээр олон улсын сүлжээ “SGS IMME” лабораторид тус тус тодорхойлуулсан.

Усны химийн бүрэлдэхүүнийг илэрхийлэхэд Aquachem, усны эрдэс, хатуулгийн ангиллыг илэрхийлэхэд SPPS-21 программуудыг тус тус ашиглан боловсруулсан.

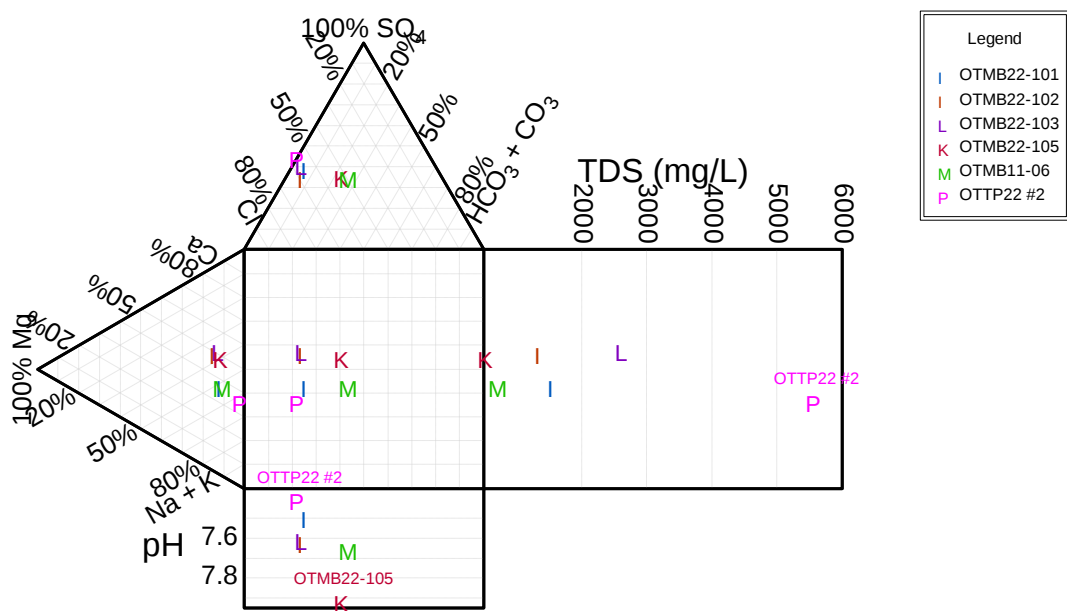
Хүснэгт 1. Усны сорьц авсан цэгүүдийн хээрийн хэмжилт

Сорьцлолт хийсэн цооног	Өндөршил	Цооногийн гүн	Уст давхаргын төрөл	TDS ppm	EC $\mu\text{S}/\text{m}$	Temp $^{\circ}\text{C}$	pH
ОТПР22-1	1990	700.0	Шүүрлийн ус	5592	9320		7,4
ОТМВ11-06	1195	6.0	Аллюви	736	1227	9.1	7.65
ОТМВ22-101	1191	3.6	Аллюви	1645	2739	8.00	7.49
ОТМВ22-102	1191	13.0	Үндсэн чулуулаг	1445	2407	10.80	7.62
ОТМВ22-103	1191	74.0	Үндсэн чулуулаг	2675	4454	10.90	7.6
ОТМВ22-105	1184	6.2	Аллюви	572	954	9.10	7.91

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Хураангуй химийн шинжилгээний үр дүнгээс харахад Шүүрлийн усны нийт эрдэсжилт 5598 мг/л, ерөнхий хатуулаг 3.42 мг-экв/л, кальци 643.7 мг/л, магни 6.70 мг/л, натри 1264 мг/л, хлорид 1702 мг/л, сульфат 1908 мг/л, гидрокарбонат 39.7 мг/л байна. Цооногийн усны нийт эрдэсжилт 854.5-2916.6 мг/л, ерөнхий хатуулаг 5.75-29.72 мг-экв/л, кальци 95.8-494.4 мг/л, магни 11.8-61.40 мг/л, натри 84.1-389.7 мг/л, хлорид 129.2-886.4 мг/л, сульфат 155-920 мг/л, гидрокарбонат 134.2-195.2 мг/л-ийн хооронд хэлбэлзэж байна

Durov Diagram

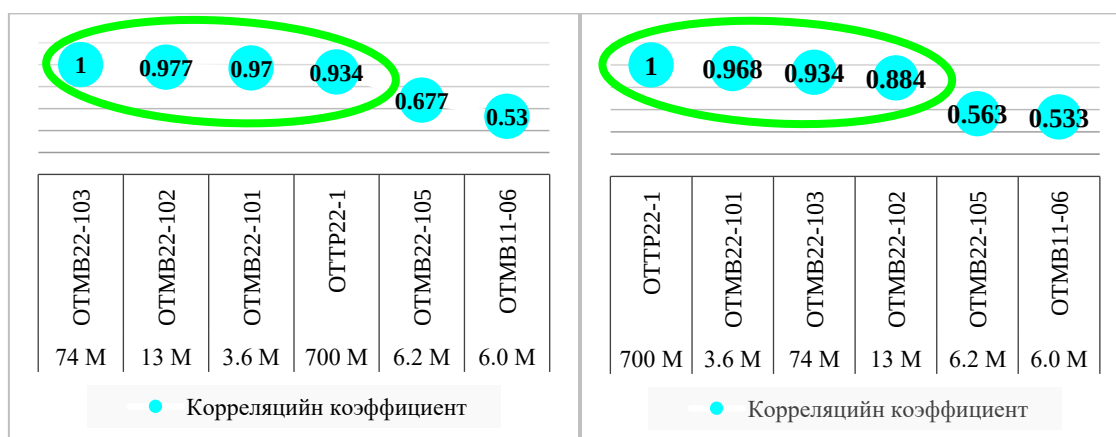


Зураг 6. Уст цэгүүдийн химийн бүрэлдэхүүн, Дуров диаграмм

Цооногуудын шинжилгээний дүнгээс харахад химийн бүрэлдэхүүний хувьд анионуудаас: №1-3 (ОТМВ22-101, ОТМВ22-102, ОТМВ22-103) цооногуудын ус нь хлорын ион зонхилсон, /ионы харьцаа $\text{Cl} \rightarrow \text{SO}_4 \rightarrow \text{HCO}_3$ -, Далд уурхайн шүүрлийн ус болон №105 (ОТМВ22-105) цооногийн ус нь хлор-сульфатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 2-р төрлийн устай /ионы харьцаа $\text{Cl} \rightarrow \text{SO}_4 \rightarrow \text{HCO}_3$ -/ байна. Харин №5 (ОТМВ11-06) цооногийн ус нь аль нэг анион зонхилоогүй, /ионы харьцаа $\text{Cl} \rightarrow \text{SO}_4 \rightarrow \text{HCO}_3$ -, холимог ангийн, кальцийн бүлгийн, 2-р төрлийн устай байна (Зураг 7).

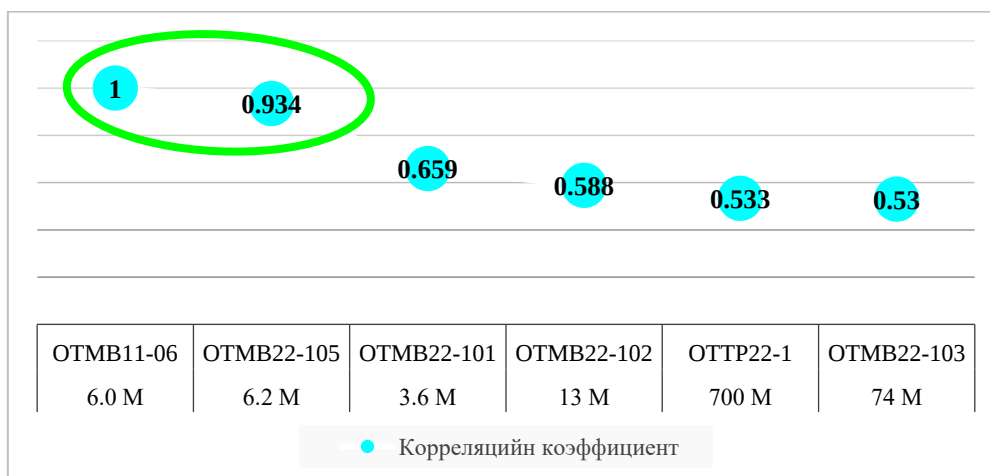
Нэмэлт	Эрд (МПа)	Хатуулаг (МПа)
OTMB22-101	1852.3	13.82
OTMB22-102	1580.9	16.03
OTMB22-103	2916.6	29.72
OTMB22-105	636.3	5.75
OTMB11-06	854.5	6.13
OTTP22 #2	5598.3	32.67

Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэнгийн усны лабораторид шинжлүүлсэн шинжилгээний дүнгээр Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- шинжилгээний дүнд корреляцийн коэффициентын хамаарлыг үзвэл



Зураг 8-д үзүүлснээр OTMB22-103 буюу шүүрлийн уснаас хойд зүгт 91 м д байрших 74 м гүнтэй мониторингийн цооногийн усны дээж нь ойролцоох OTMB22-102, OTMB22-101, цэгүүд болон OTTP22-1 шүүрлийн устай корреляцийн хамааралтай байна. Харин шүүрлийн усны цэгээс баруун хойд зүгт

1754 м зайд байрших ОТМВ11-06 зүүн урагш 1114 м зайд байрших ОТМВ22-105 цэгүүдтэй корреляцийн хамааралгүй байна.



Зураг 9. Корреляцийн хамаарал

Зураг 9-д үзүүлснээр Ундайн голын сайр дотор байрших 6.0м, 6.2м гүнтэй мониторингийн ОТМВ11-06, ОТМВ22-105 цооногуудын ус корреляцийн хамааралтай байна. Харина шүүрлийн ус болон дээрх 2 цэгүүдийн дунд байрших мониторингийн цооногуудын устай корреляцийн хамааралгүй үр дүнг харуулсан байна. Энэ нь усны дээж авсан цооногуудын гүн ижил байгаа нь 1 төрлийн уст давхарга байгааг баталж байна.

Цооногийн болон шүүрлийн усанд бичил элемент буюу хүнд металлыг 52 үзүүлэлтээр тодорхойлж үр дүнг хүснэгт 1-д тусган харуулав.

Шинжилсэн бичил элемент буюу хүнд металлуудыг “Усны чанар. Газрын доорх ус бохирдуулагч бодис, элементийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ MNS6148:2010 стандарттай харьцуулахад ОТМВ22-105 цооногийн усанд **хөнгөнцагааны (Al)** агууламж нь стандартаас 1.89 дахин их илэрсэн байна

Далд уурхайн шүүрлийн усанд **молибдены агууламж (Mo)** нь Усны чанар. Газрын доорх ус бохирдуулагч бодис, элементийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ MNS6148:2010 стандартаас 5.6 дахин их байна. Стандартад заагаагүй бусад бичил элементүүд нь тодорхой агууламжтай илэрсэн ч харьцангуй бага агууламжтай илэрсэн байна.

Туршилтын үр дүн

Чулуулгийн нэвчүүлэх чадварыг тодорхойлох туршилтыг судалгааны талбайд тогтоогдсон хагарлын ойролцоо хийхэд 72 минутад 40 л ус нэвчсэн. Туршилтыг усыг тогтмол түвшинд барих замаар буюу түвшин тогтмол байхаар явуулсан.

$$K = \frac{Q}{F} = \frac{5.28 \text{ см}^3/\text{мин}}{400 \text{ см}^2} = 0.0132 \text{ см/мин} = 0.19 \text{ м/хон}$$

Freeze R.A, Cherry J.A нарын гаргасан хурдас, чулуулгийн шүүрэлтийн коэффициент болон нэвчүүлэлтийн утгуудыг гаргасан хамаарлаас харахад ан цавжсан магмын болон хувирмал чулуулгийн утгатай адил гарч байгаа нь газрын гадаргад илэрсэн боржингийн гарш болон сэвсгэр чулуулгийн хил зааг ус нэвчүүлэлт сайтай нь байна.

ДҮГНЭЛТ

- OTMB22-102, OTMB22-103 цооногуудын ус нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд Ca-Cl, OTMB22-101 цооног нь Na-Cl, Далд уурхайн шүүрлийн ус болон OTMB22-105 цооног нь Ca (Cl-SO₄), OTMB11-06 нь Na-Холимог гэсэн янз бүрийн найрлагатай устай байна. Чанарын хувьд цооног OTMB22-101, OTMB22-102, OTMB22-103)-ийн ус нь давсархаг (эрдэсжилт 1581-2917 мг/л), бусад нь цэнгэгдүү цэнгэгдүү (эрдэсжилт 632-854 мг/л), хатуулгийн хувьд OTMB22-101, OTMB22-102, OTMB22-103)-ийн ус маш хатуу (хатуулаг 13.82-29.72 мг-экв/л) бусад нь хатуувтар (хатуулаг 5.75-6.13 мг-экв/л) устай байна. Харин шүүрлийн ус нь маш эрдэсжилттэй, давстай (эрдэсжилт 5598 мг/л), маш хатуу (хатуулаг 32.67 мг-экв/л) бохирдолт ихтэй ус байна.
- Шинжилгээний дүнгээс харахад OTMB22-105 цооногийн усанд хөнгөнцагааны (Al) нь “Усны чанар. Газрын доорх ус бохирдуулагч бодис, элементийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ MNS6148:2010” стандартад заасан хэмжээнээс **1.89** дахин их, мөн молибден (Mo) нь стандартаас **5.6** дахин их тус тус их илэрсэн байна.
- OTMB22-103 буюу шүүрлийн уснаас хойд зүгт 91 м д байрших 74 м гүнтэй мониторингийн цооногийн усны дээж нь ойролцоох OTMB22-102, OTMB22-101, цэгүүд болон OTTP22-1 шүүрлийн устай корреляцийн хамааралтай буюу усны эх үүсвэр нэг ижил байна. Харина шүүрлийн усны цэгээс баруун хойд зүгт 1754 м зайд байрших OTMB11-06 зүүн урагш 1114 м зайд байрших OTMB22-105 цэгүүдтэй корреляцийн хамааралгүй байна.
- Нэвчилтийн туршилтаар 72 минутад түвшин тогтмол байхаар явуулахад 38 л ус нэвчүүлэхэд $K=0.19\text{м/хон}$, Freeze R.A, Cherry J.A нарын гаргасан хурдас, чулуулгийн шүүрэлтийн коэффициент болон нэвчүүлэлтийн утгуудын гаргасан хамаарлаас харахад ан цавжсан магмын болон хувирмал чулуулгийн утгатай адил гарч байгаа нь газрын гадаргад илэрсэн боржингийн гарш болон сэвсгэр чулуулгийн хил зааг ус нэвчүүлэлт сайтай нь тогтоогдсон.
- Далд уурхайн налуу амнаас шүүрч байгаа ус нь Ундайн сайрд гаргасан ажиглалтын цооног болох OTMB22-101, OTMB22-103 устай хамааралтай байгаа нь сайрын ус хагарлаар нэвчиж орсныг харуулж байна.

ТАЛАРХАЛ

Судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхэд туслалцаа үзүүлсэн төслийн удирдагч болон Оюу толгой ХХК-ны Гүний уурхайн геологи-геотехникийн хэлтэсийн мэргэжилтэн нартаа талархал илэрхийлье. Энэхүү судалгаа нь “Далд уурхайн хагарлын нэвчүүлэлтийн структур” төслийн хүрээнд хийгдсэн болно.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Батсүх, Н. (2008), Хээрийн гидрогеологи. ISBN: 99929-97-17-6
- [2] Оюунчимэг, Р (2008), “Оюу толгойн Хюго Даммитт зэс-алт порфирын ордын сульфидийн эвшил ба алтны хүдэржилтийн зүй тогтол”, докторын (PhD) зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол.
- [3] Batdemberel Baynzul., Kengo Nakamura., Isao Machida., Noriaki Watanabe., Takeshi Komai, (2019), “Construction of a conceptual model for confined groundwater flow in the Gunii Khooloi Basin, Southern Gobi Region, Mongolia”. <https://doi.org/10.1007/s10040-019-01955-8>

- [4] T.M. (Mike) Porter (2016), “The geology, structure and mineralisation of the Oyu Tolgoi porphyry copper-gold-molybdenum deposits, Mongolia”: A review. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.08.003>
- [5] D.J. Kirwin, C.N. Forster, I. Kavalieris, D. Crane, C. Orssich, C. Panther, D. Garamjav, T.O. Munkhbat, G. Niislekhhuu, (2005), “The Oyu Tolgoi copper-gold porphyry deposits, south gobi, Mongolia”.
- [6] Erdene Batbaatar., Munkhjargal Todbileg., Otgonbayar Sansar., Baatar Bataa, (2021), “The geophysical signature of Oyut deposits, Oyu Tolgoi, Mongolia” <https://doi.org/10.5564/mgs.v26i52.1323>
- [7] Жадамбаа, Н. (2009), “Монголын геологи ба ашигт малтмал VIII боть Гидрогеологи”, Улаанбаатар, Монгол. ISBN 978-99929-4-468-4
- [8] Бямба, Ж. (2009), “Монголын геологи ба ашигт малтмал VI боть Метал ашигт малтмал”, Улаанбаатар, Монгол. ISBN 978-99929-4-468-4
- [9] Баяннамсрай, Г. (2024), “Оюу толгойн далд уурхайн хэвтээ малталт нэвтрэлтийн хүрээ гаргах тэсэлгээний ажлын оновчлол”, магистрын зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол.
- [10] Ариунболд, Б. (2018), “Оюу толгойн далд уурхайн хэвтээ малталт нэвтрэлтийн өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын параметр оновчлол”, магистрын зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол.
- [11] Отгонбаяр, Т. (2005), “Оюу толгойн зэс-*алтны ордын магмын бүрдэл, геохими”, магистрын зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол.
- [12] Хашгэрэл, Б. (2005), “Оюу Толгойн Хьюго Даммитт ордын гарал үүсэл, Тогтвортой изотопын судалгааны үр дүнгээр”, магистрын зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол.
- [13] Одончимэг, А. (2006), “Хьюго Дамметт орд дахь тохрол хагарал түүний өлгүү хэсгийн литологи ба микроструктур”, магистрын зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол.
- [14] Даваасамбуу, Ц. (2014), “Оюу толгойн далд уурхайн 1-р босоо амны хэвтээ малталтанд анкеран бэхэлгээг хэрэглэх технологийн судалгаа”, магистрын зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол.
- [15] Пүрэвсүрэн, С. (2014), “Оюу толгойн SH2 ACCESS туннел нэвтрэх чулуулгийн инженер геологийн үзүүлэлтүүдийн судалгаа”, магистрын зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол.
- [16] Анхбаяр, Л. (2017), “Оюу толгой Хьюго-Даммет ордын ашиглалтын хануудын тогтоц, чулуулгийн тогтворжилт ба ан цавын судалгаа”, магистрын зэрэг горилсон нэг сэдэвт зохиол.
- [17] Туваанжав, Г. (2006), “Усны задлан шинжилгээний хими ба дүн боловсруулалт”
- [18] Стандарт хэмжил зүйн газар. “Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандарт.
- [19] Стандарт, Хэмжилзүйн Газар, “Хүрээлэн буй орчин, эрүүл мэндийг хамгаалах аюулгүй байдал. Ундны ус эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ” MNS 0900:2018 стандарт.

ГАЛБА-ӨӨШ, ДОЛООДЫН ГОВИЙН САВ ГАЗРЫН ГИДРОГЕОЛОГИЙН ДАВХАРГА ЗҮЙН АНГИЛАЛ

Ш.Мягмар¹, Б.Хишигсүрэн²

¹ ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

² Дунар-Од ХХК

Имэйл: myagmarshar1@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газар нь 1:500000 болон 1:200000-ны гидрогеологийн зураглалын ажлаар бүрэн хучигдсан ба геологи-гидрогеологийн хувьд харьцангуй сайн судлагдсан талбай юм.

Судалгааны талбайд кембрийн өмнөх эриний хувирмал, тунамал чулуулаг ба палеозойн эриний далай тэнгис, галт уулын гаралтай чулуулгаас бүрдсэн эртний суурь чулуулаг, палеозойн эриний төгсгөл болох пермийн галав, мезозой болон кайнозойн эриний бялхмал, түрмэл чулуулгууд, сэвсгэр хурдас чулуулаг зонхилон тархсан ба судалгааны талбай буюу сав газрын хэмжээнд гидрогеологийн давхарга зүйн ангиллыг хийхэд 8 төрлийн ус агуулагч нүх сүвэрхэг үе, 9 төрлийн ус агуулагч нүх сүвэрхэг давхарга, 7 төрлийн ус агуулагч ан цавлаг бүс, 4 төрлийн ус агуулагч нүх сүвэрхэг, ан цавлаг цогцолбор болон усажсан хагарлыг ялгасан. Судалгааны талбайд хамгийн их нөөц, ундарга сайтай уст давхарга цэрдийн галав болон дөрөвдөгчийн галавын плейстоценийн цаг үед үүссэн эртний голын хөндий, түүний делтагийн хэсэгт тархсан аллюви, пролювийн гаралтай хурдсанд агуулагдах нүх сүвийн уст давхарга юм. Ийм уст давхарга тархаагүй буюу газрын доорх усны тэжээмж багатай бүс нутгуудад ан цавлаг уст бүсээс болон нүх сүвийн ус агуулагч үе буюу орчин цагийн дөрөвдөгчийн галавын аллюви, пролюви, делюви, нуурын гаралтай хурдас чулуулагт агуулагдаж байгаа газрын доорх усыг авч ашигладаг байна. Тухайн сав газарт урьд нь хийгдсэн гидрогеологийн эрэл-хайгуулын ажлын үр дүнд давхардсан тоогоор нийт 62 газрын доорх усны орд газрыг илрүүлээд байна. Судалгааны талбайн хэмжээнд тархсан хурдас, чулуулгийг гидрогеологийн давхарга зүйн үүднээс нарийвчилсан ангилал хийснээ толилуулж байна.

Түлхүүр үг: Уст үе, Давхарга, Цогцолбор, Бүс, Усажсан хагарал

ОРШИЛ

Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газар нь Монгол орны зүүн өмнөд хэсэгт 142,287 км² нутаг дэвсгэрийг эзлэн орших бөгөөд Монгол улсын нийт газар нутгийн 9 орчим хувийг эзэлдэг. Энэ сав газарт Өмнөговь, Дорноговь, Сүхбаатар, Дундговь аймгийн 23 сум хэсэгчлэн болон бүтнээрээ багтдаг.

Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газрын талбай нь геологийн нийлмэл тогтоцтой, янз бүрийн нас, найрлагатай гүний биетүүдээр зүсэгдсэн, хагарлын системүүдээр хэрчигдсэн блоклог бүтэцтэй. Мөн түүнчлэн физик газар зүйн нөхцөлийн гол онцлог нь эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, унах хур тунадасны хэмжээ бага, ууршилт нь орох хур тунадаснаасаа давдаг, байнгын урсацтай гол горхи байхгүй, газрын гадаргын хувьд үндсэндээ нэгэн хэвийн буюу уулс хоорондын том, жижиг хотгор, хотос бүхий намхан бэсрэг уул, толгод, довцог гүвээтэй, талархаг нутаг юм.

Дээрх хүчин зүйлүүдээс хамааран газрын доорх усны байрлал, нөөцийн хэмжээ, тэжээгдлийн нөхцөл, химийн найрлага, тэдгээрийн тоо хэмжээ нь янз бүр байдаг. Судалгааны талбай буюу сав газрын хэмжээнд ангилагдсан уст үе, давхарга, цогцолбор, бүсүүдэд газрын доорх ус ямар нэг хэмжээгээр агуулагдах бөгөөд гидравлик шинж чанараараа газрын доорх ус нь чөлөөт гадаргатай ба даралтат гэж ангилагдана. Бүс нутгийн хэмжээнд тархсан гипсометрийн янз бүрийн түвшинд орших артезийн сав газруудын зүсэлтийн дээд хэсэгт чөлөөт гадаргатай, доод хэсэгт ихэвчлэн даралтат ус тархсан байна.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газрын гидрогеологийн давхарга зүйн ангиллыг 2015 онд Байгаль орчин, Ногоон хөгжил аялал жуулчлалын яамнаас батлан гаргасан “Гидрогеологийн 1:200000-ны зураглалын аргачлал, үнэлгээний норм, зургийн таних тэмдэг” аргачилсан зааврыг баримтлан гүйцэтгэв.

ҮР ДҮН

Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газарт гидрогеологийн давхарга зүйн ангиллыг өмнөх судлаачдын судалгааны тайлан, мэдээлэл, аргачилсан зааврыг ашиглан дараах үндсэн нэгжүүдээр ангилав [1, 2, 3, 4, 5]. Үүнд:

- Ус агуулагч нүх сүвэрхэг үе,
- Ус агуулагч нүх сүвэрхэг давхарга,
- Ус агуулагч ан цавлаг бүс,
- Ус агуулагч цогцолбор,
- Усажсан хагарал.

1. Ус агуулагч нүх сүвэрхэг үе.

Ус агуулагч нүх сүвэрхэг үед найрлагаараа ижил буюу өөр боловч литологи-фацын болон газар доорх ус бүрэлдэн тогтох нөхцөлөөрөө ерөнхий нэг нөхцөлтэй, гидравлик холбоотой нэг буюу хэд хэдэн усажсан үе бүхий дөрөвдөгч галавын (голоцен, голоцен-плейстоцен, плейстоцен) усажсан сэвсгэр хурдас чулуулгууд хамаардаг. Тэдгээр нь Сав газрын нийт талбайн хэмжээнд янз бүрийн газарт тодорхой хэмжээгээр тархсан бөгөөд газрын доорх усны бүрэлдэх нөхцөл болон шүүрэлтийн орчин нь адилхан байна [1].

Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газрын хэмжээнд голоценийн аллюви-пролювийн ($арQ_2$) уст үе, плейстоцен-голоценийн аллюви-пролювийн ($арQ_{1-2}$) уст үе, пролювийн ($рQ_{1-2}$) уст үе, плейстоценийн делюви-пролювийн (dpQ_1) уст үе, плейстоцен-голоценийн делюви-пролювийн (dpQ_{1-2}) уст үе, голоценийн нуур, нуур-пролювийн (iQ_2 , ipQ_2) уст үе ба дөрөвдөгчийн буюу голоцен, голоцен-плейстоцен, плейстоценийн салхины гаралтай элсний (vQ) уст үе гэсэн үндсэн 8 төрлийн уст үеийг ангилав [3,4,5].

Бүс нутгийн хэмжээнд ангилагдсан дээрх уст үеүдээс Плейстоценийн аллюви-пролюви ($арQ_1$) уст үе, голоценийн аллюви-пролювийн ($арQ_2$) уст үе болон дөрөвдөгчийн салхины гаралтай элсний (vQ) уст үе тархсан талбайнуудад тогтмол өндөр ундаргатай (1-5 л/с) булаг, шанд (Нарийн, Жаргалант, Наран, Бүрд гэх мэт) болон газрын доорх цэнгэг усны харьцангуй их нөөцтэй (30.0-408.0 л/с хүртэл) Зайрмагт, Балгасын-Улаан нуур, Таван-Алд зэрэг газрын доорх усны ордууд нээгдэж, хайгуулын цооногуудын хувийн ундарга 0.5 л/с-ээс их байх тохиолдол олонтоо тохиолддог байна.

Нүх сүвийн ус агуулагч үеийн ус нь зонхилон чөлөөт гадаргатай, илрэх гүн нь тухайн уст цэгийн байрлаж байгаа гадаргын рельефээс хамаарч янз бүр байдаг ба зөвхөн хур тунадасны усны нэвчилтээр тэжээгддэг. Ус агуулагч хурдас чулуулгийн бүрэлдэхүүнд шаварлаг материал зонхилон оролцоход усны химийн найрлагад хлор, натрийн агуулга өндөрсдөг байна. Ерөнхийдөө аллюви-пролюви, пролювийн уст үеийн ус нь цэнгэг, уухад хамгийн тохиромжтой, дунджаар 0.4-0.7 г/л хүртэл эрдэсжилттэй, усны химийн найрлага нь гидрокарбонатын анион, натри, калийн катион зонхилон орж байгаа нь химийн шинжилгээний үр дүнгүүдээс харагддаг.

Харин нуур, нуур-пролювийн уст үеүдийн ус нь ихэнх тохиолдолд эрдэсжилт өндөртэй (нэлээд тохиолдолд 2 г/л хүрдэг) байдаг ба ундаанд ашиглахад тохиромжгүй боловч мал услахад өргөн хэрэглэж байна.

Аллюви-пролювийн уст үеүд ихэнх тохиолдолд гипсометрийн хувьд өндөрлөг газарт буюу газрын доорх усны тэжээгдлийн бүсэд байрлах тул хур борооноос өөртөө шингээж авсан усаар доороо байгаа үндсэн чулуулгийн ан цавын усыг тэжээх боломжтой байдаг. Тэгэхлээр энэхүү уст үе нь Говийн бүсийн газрын доорх усны тэжээгдэлд онцгой үүрэг гүйцэтгэдэг байж болох юм.

2. Ус агуулагч нүх сүвэрхэг давхарга

Ус агуулагч нүх сүвэрхэг давхаргад неогенээс триас хүртэлх нас, найрлагаараа ижил буюу өөр, литологи-фацын болон газар доорх ус бүрэлдэн тогтох нөхцөлөөрөө ерөнхий нэг нөхцөлтэй, нэг буюу хэд хэдэн усажсан давхарга бүхий бага зэрэг нягтарсан тунамал чулуулгууд байдаг.

Ус агуулагч нүх сүвэрхэг давхаргууд нь судалгаа явуулж буй нийт талбайн хэмжээнд хамгийн өргөн тархалттай байдаг ба гарал үүсэл, насны хувьд дотроо ангилагдах боловч газрын доорх усны бүрэлдэх болон шүүрэлтийн орчин нь адилхан байна [1].

Сав газарт доор дурдсан 9 төрлийн ус агуулагч нүх сүвэрхэг давхаргууд байна. Үүнд:

- Палеоген-неогены сэвсгэр хурдас дахь ус агуулагч давхарга (E-N)
- Дээд цэрдийн Баруунгоёот формац дахь ус агуулагч давхарга (K₂bg)
- Дээд цэрдийн Улаанговь формац дахь ус агуулагч давхарга (K₂ug).
- Дээд цэрдийн Баянзаг формац дахь ус агуулагч давхарга (K₂bz)
- Дээд цэрдийн Баянширээ формац дахь ус агуулагч давхарга (K₂bs)
- Дээд цэрдийн Сайншанд формац дахь ус агуулагч давхарга (K₂ ss)
- Доод цэрдийн Хөхтээг формац дахь ус агуулагч давхарга (K₁ ht)
- Доод цэрдийн Шинэ худаг формац дахь ус агуулагч давхарга (K₁sh)
- Доод цэрдийн Манлай формац дахь ус агуулагч давхарга (K₁mn)

Сав газрын хэмжээнд ангилагдсан уст давхаргуудаас харьцангуй сайн судлагдсан нь өнөөгийн байдлаар Дээд цэрдийн хурдас дахь уст давхаргууд байдаг бөгөөд тэдний дундаас Дээд цэрдийн Баянширээгийн (K₂bs) уст давхарга тархсан газруудад усны харьцангуй их нөөцтэй (55.0-918 .0 л/с хүртэл) Зээгийн хөтөл, Цагаанцав, Гүний хоолой, Галбын говь, Наймант зэрэг олон тооны газрын доорх усны томоохон ордууд нээгдсэн бөгөөд хайгуулын цоонуудын хувийн ундарга 1.0 л/с-ээс их байх тохиолдол олонтой байдаг байна. Үүнээс үзэхэд томоохон ус хэрэглэгч болох төв суурин газар, уурхай, үйлдвэрийн унд ахуйн болон техникийн хэрэгцээний усны нөөцийг олж илрүүлэхэд энэхүү уст давхарга чухал ач холбогдолтой болох нь харагдаж байна. Дээд цэрдийн Баянширээгийн уст давхарга нь (K₂bs) сав газрын хэмжээнд ижил насны бусад уст давхаргуудаас хамгийн өргөн тархалттай байна. Дээд цэрдийн Баянширээгийн (K₂bs) уст

давхарга нэлээд их талбайд тархсан газруудад Галбын говь, Гашууны хөндий, Шанхайн нурууны ар, өвөр хоолой, Номгоны нурууны ар хоолой, Гүний хоолой, Гучингийн хоолой, Зүүнбаян, Сайншанд, Өргөний хотгорууд багтаж байна.

3. Ус агуулагч ан цавлаг бүс

Ус агуулагч ан цавлаг бүс гэдэгт найрлагаараа өөр боловч газар доорх ус хуримтлагдах ерөнхий нэг нөхцөлтэй хувирмал (метаморф), бялхмал (вулканоген), гүний түрмэл (интрузив), палеозой, протерозойн насны тунамал (терриген), карбонат чулуулгуудын эндоген ба экзоген үйл явцын дүнд үүссэн ан цав-судал, хөндийлжийн ус агуулагч уулын чулуулгууд багтдаг [3,4,5].

Ус агуулагч ан цавлаг бүс нь судалгаа явуулж буй нийт талбайн хэмжээнд нэлээд өргөн тархалттай байдаг ба гарал үүсэл, насны хувьд дотроо ангилагдах боловч газрын доорх усны бүрэлдэх болон шүүрэлтийн орчин нь ижилхэн байдаг [1].

Дээр дурдсан интрузив, эффузив, метаморф, терриген, карбонат чулуулгуудаас тогтох ан цавлаг уст бүсүүдэд хуримтлагдах газрын доорх ус нь агаарын хур тунадаснаас гаралтай бөгөөд үндсэн гурван орчинд байна.

1. Талбайн шинж төрхтэй, чулуулгийн өгөршлийн бүсийн ан цавлаг орчинд чөлөөт гадаргатайгаар байна.
2. Судлын шинж төрхтэй, тектоник хагарлын бүсийн ан цавлаг орчинд чөлөөт болон түрэлтэт гадаргатайгаар байна.
3. Хязгаарлагдмал шинж төрхтэй, гидрохимийн нөлөөгөөр карбонат чулуулгийн биет дотор үүссэн хөндийлж, агуйнуудад зонхилон чөлөөт гадаргатайгаар байна.

Сав газрын хэмжээнд дараах 7 төрлийн ус агуулагч ан цав, ан цав-судлын бүсүүдийг ангиллаа. Үүнд:

- Терриген чулуулаг дахь ус агуулагч ан цавлаг бүс (sPZ)
- Мезозойн бялхмал чулуулаг дахь ус агуулагч ан цавлаг бүс (vMZ)
- Палеозойн бялхмал чулуулаг дахь ус агуулагч ан цавлаг бүс (vPZ)
- Мезозойн интрузив чулуулаг дахь ус агуулагч ан цавлаг бүс (xMZ)
- Палеозойн интрузив чулуулаг дахь ус агуулагч ан цавлаг бүс (xPZ)
- Метаморфизсан чулуулаг дахь ус агуулагч ан цавлаг бүс (mPR)
- Карбонат чулуулаг дахь ус агуулагч хөндийжилт-ан цавлаг бүс (kPZ-PR)

Сав газрын хэмжээнд тархсан ан цавын болон хөндийлжийн ус агуулагч палеозой, протерозойн терриген, түрмэл, бялхмал, карбонат чулуулгийн бүсүүдээс усжилтын хувьд хамгийн өндөр байдаг нь карбонат чулуулаг юм.

Ус агуулагч хөндийжилт-ан цавлаг бүс нь палеозой, протерозойн шохойн чулуу, гантигжсан шохойжин, доломит, доломитлог шохойжин, ховроор карбонатжсан кварцитаас тогтоно. Энэхүү карбонат чулуулаг нь сав газрын зүүн өмнөд, өмнөд хэсгээр зонхилон тархсан байдаг. Уг шохойлог хурдасны литологийн онцлогоос хамааран ан цав, томоохон хөндийлж нь бусад үндсэн (уулын) чулуулгаас харьцангуй илүү хөгжсөн байдаг. Гэхдээ энэхүү ан цав, хөндий зайнууд газар бүрд харилцан адилгүй хөгжсөн байх ба үүнтэй холбоотойгоор усжилт нь янз бүр байдаг. Шохойлог хурдас дахь усажсан бүсэд одоогоор Баруун сүүжийн худаг, Сэмж гэдэг газруудад газрын доорх усны хуримтлалыг олж илрүүлсэн бөгөөд гидрогеологийн хайгуулын цооногуудын мэдээллээс харахад цооногийн хувийн ундарга дунджаар 0.34 л/с, усны эрдэсжилт 0.9-1.3 г/л бөгөөд дундаж нь 1.0 г/л байна.

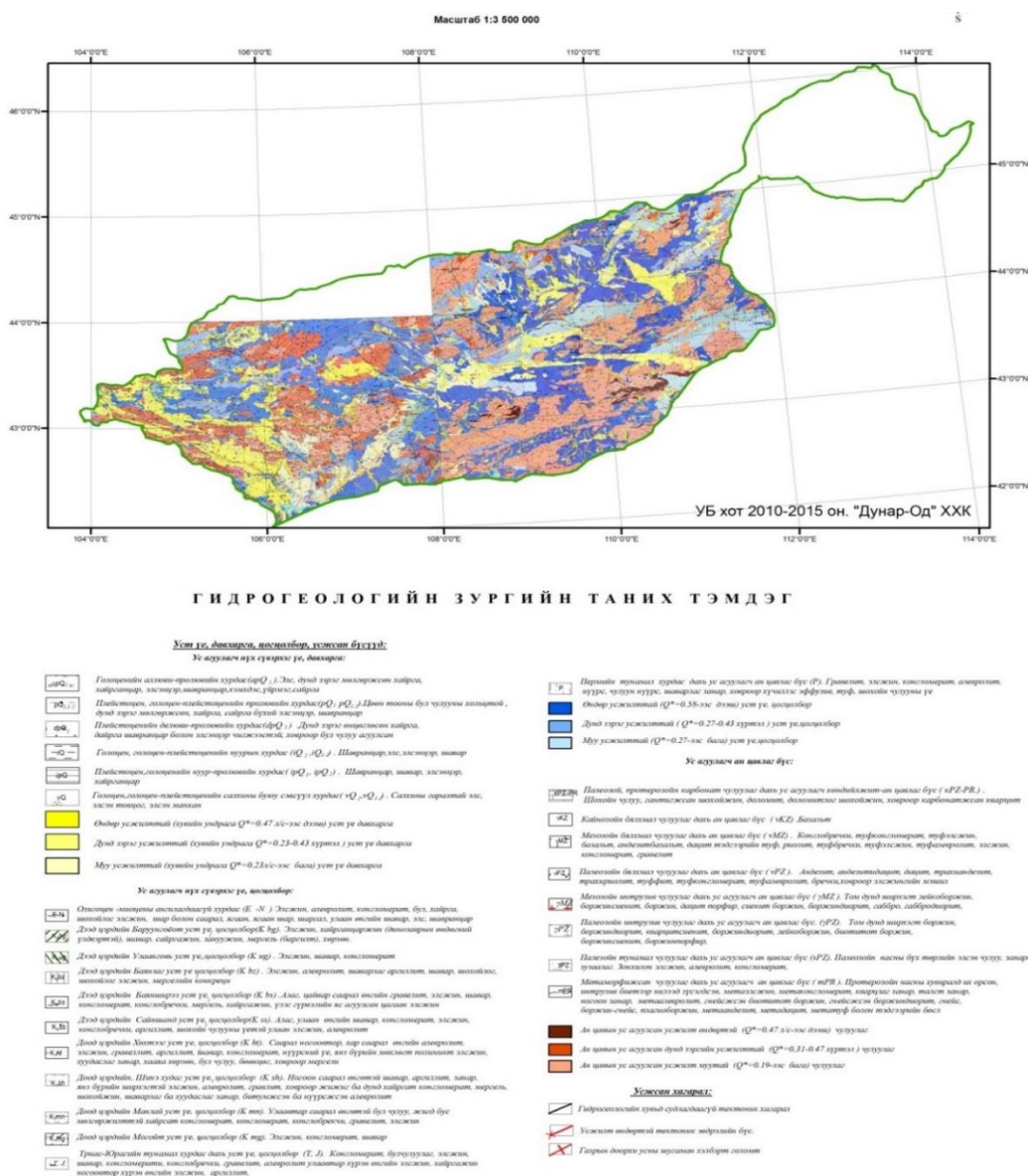
Сав газрын хэмжээнд шохойлог хурдас нь голдуу уулархаг, толгодорхог гадаргууд үүссэн байх бөгөөд ийм хурдас тархсан хэсэгт гаргасан уст цэг

харьцангуй цөөн юм. Карбонат чулуулаг нь агаарын хур тунадасны усыг шингээж авахдаа харьцангуй сайн байдаг ба газрын доорх усны урсцын модулийг 0.202 л/с.км² гэж [5] тогтоосон байдаг нь хувиралд орсон бусад төрлийн уулын чулуулгуудын дотроос хамгийн өндөр утга юм.

4. Ус агуулагч цогцолбор

Ус агуулагч цогцолбор гэдэгт найрлагаараа өөр боловч нүх сүвэрхэг давхарга ба ан цавлаг бүс шууд гидравлик холбоотойгоор илэрч байгаа доод Цэрд, Юра болон Пермийн насны нэлээд барьцалдаж үелсэн тунамал болон бялхмал гаралтай чулуулгууд хамаарна.

Судалгааны талбайд дараах 4 төрлийн ус агуулагч нүх сүвэрхэг, ан цавлаг цогцолборуудыг ангилав (Зураг 1). Үүнд:



Зураг 1. Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газрын гидрогеологийн зураг

- Доод Цэрдийн Цагаанцавын формацын ус агуулагч цогцолбор (C_{1cc})
- Дээд Юрагийн Шарил формацын ус агуулагч цогцолбор (J_{3sr})

- Юра-Триасын тунамал хурдас дахь ус агуулагч цогцолбор (Т-Ј)
- Пермийн тунамал чулуулаг дахь ус агуулагч цогцолбор (Р).

5. Усажсан хагарал

Усажсан хагарал гэж уст давхарга, цогцолбор, бүсийн дотор усжилтын хувьд эргэн тойрныхоо чулуулгуудаас харьцангуй өндөр усжилттай, шугаман хэлбэрт структурыг судлаачид нэрлэсэн байдаг.

Тэрхүү структурын нэг төрөл нь ус агуулагч ан-цавлаг чулуулгийн неотектоник эвдрэлийн бүсэд үүсч, харьцангуй хязгаарлагдмал талбайд тархсан өндөр усжилттай ан цав-судлын усажсан хэсэг юм. Харин нөгөө нэг төрөл нь ус агуулагч нүх сүвэрхэг үе, давхарга, цогцолбор тархсан талбайд харьцангуй өндөр усжилттай бүсийг буюу эртний дарагдмал голын хөндийн чиглэлийг тодорхойлсон хэсэг юм.

Тэрхүү структурын нэг төрлийг уст хагарал гэх ба тэр нь ихэвчлэн неотектоник хөдөлгөөний нөлөөгөөр усажсан бүсэд үүссэн харьцангуй өндөр усжилттай шугаман хэлбэрийн судал юм. Уст хагарал нь геологийн зураг дээр тэмдэглэсэн хагарлуудтай заримдаа давхцдаг. Геологийн хагарлууд ихэнх тохиолдолд газрын доорх ус агуулсан байх шинж тэмдгүүдийг хадгалаагүй байдаг. Сав газарт хамаарч байгаа бүс нутгийн хувьд хойд болон баруун хойш чиглэлтэй неотектоникийн хагарлууд бусад чиглэлийн хагарлуудаасаа усжилтын хувьд харьцангуй өндөр байдаг.

Усажсан хагарлын нөгөө нэг төрлийг зарим судлаачид газрын доорх усны шугаман хэлбэрт голомт гэж нэрлэдэг ба тэр нь ус агуулагч нүх сүвэрхэг давхарга, цогцолбор тархсан талбайн харьцангуй өндөр усжилттай бүсийн тэнхлэгийг дагаж байрлан ихэнх тохиолдолд эртний дарагдмал голын хөндийн чиглэлийг тодорхойлдог байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Галба-Өөш, Долоодын говийн сав газрын гидрогеологийн давхарга зүйн ангиллыг дараах байдлаар ангилах боломжтой байна. Үүнд:
 - Ус агуулагч нүх сүвэрхэг үе,
 - Ус агуулагч нүх сүвэрхэг давхарга,
 - Ус агуулагч ан цавлаг бүс,
 - Ус агуулагч цогцолбор,
 - Усажсан хагарал
2. Сав газрын хэмжээнд хийгдсэн гидрогеологийн эрэл, хайгуулын ажлын үр дүнд давхардсан тоогоор 60 гаруй газрын доорх усны орд байгаагаас Зайрмагт, Балгасын-Улаан нуур, Таван-Алд зэрэг газрын доорх усны ордууд нь ус агуулагч нүх сүвэрхэг үед, Зээгийн хөтөл, Цагаанцав, Гүний хоолой, Галбын говь, Наймант зэрэг газрын доорх усны томоохон ордууд нь ус агуулагч нүх сүвэрхэг давхаргад, харин Баруун сүүжийн худаг, Сэмж зэрэг газрын доорх усны ордууд нь ус агуулагч ан цавлаг бүсэд хамаарч байна.
3. Дээд цэрдийн Баянширээгийн (K₂bs) уст давхарга тархсан газруудад харьцангуй их нөөцтэй (55.0-918.0 л/с хүртэл) газрын доорх усны томоохон ордууд нээгдсэн байгаа нь цаашид шинээр байгуулах төв суурин газар, үйлдвэр, уурхайн усны хэрэгцээг хангах, усны нөөцийг олж илрүүлэхэд энэхүү уст давхарга чухал ач холбогдолтой болох нь харагдаж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Н.Жадамбаа., “Гидрогеологийн 1:200000-ны зураглалын аргачлал, үнэлгээний норм, зургийн таних тэмдэг” аргачилсан заавар. Улаанбаатар хот. 2015 он
- [2] Колдышева Р.Я., Ефимова Д.В., Гришина А.П., Бойшенко А.Ф и др., Объяснительная записка к гидрогеологической карте южной части МНР, масштаб 1:500 000., 1988 он. (Улсын геологийн фонд).
- [3] Дунар-Од ХХК., Дорноговь аймгийн Мандах, Сайхандулаан, Сайншанд, Өргөн, Эрдэнэ, Улаанбадрах, Хөвсгөл, Хатанбулаг сумд, Зүүнбаян тосгон, Замын-Үүд боомтын нутаг дэвсгэрт 1:200000-ны масштабын гидрогеологи, геоэкологийн иж бүрдэл зураг зохиож, геоэкологийн үнэлгээ өгөх гидрогеологийн судалгааны ажлын үр дүнгийн тайлан. Геологийн мэдээллийн төв, 2013 он.
- [4] Дунар-Од ХХК., Өмнөговь аймгийн Баян-Овоо, Ханхонгор, Цогтцэцэй, Даланзадгад, Манлай, Хүрмэн, Номгон сумдын нутагт гүйцэтгэх гидрогеологи-геоэкологийн 1:200 000-ны масштабтай зураг, геоэкологийн үнэлгээний ажлын үр дүнгийн тайлан. Геологийн мэдээллийн төв, 2015 он
- [5] Дунар-Од ХХК., Өмнөд говийн бүсийн Дорноговь, Говьсүмбэр аймгийн нутгийн газрын доорх усны нөөц, чанарын өнөөгийн төлөв байдлыг тогтоох судалгаа хийж, ус хангамжийн талаар төрөөс авч хэрэгжүүлэх арга хэмжээний төлөвлөгөө, санал боловсруулах ажлын үр дүнгийн тайлан. БОНХЯам. 2012 он.

ДАРХАН –УУЛ АЙМГИЙН БУЛГУУДЫН ОЛОН ЖИЛИЙН ДУНДАЖ УРСАЦ БОЛОН ЧАНАР, НАЙРЛАГЫГ ТОДОРХОЙЛСОН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГЭЭС

Сандагийн Далайжаргал¹, Тогтохын Энхжаргал, Батсүхийн Мөнхтөр

ШУА, Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн, Усны нөөц, ус ашиглалтын салбар

Имэйл: dalaijargals@mas.ac.mn

ХУРААНГУЙ:

Энэхүү судалгаанд Дархан-Уул аймгийн 4 сумын нутаг дахь унд ахуй болон эмчилгээний зорилгоор өргөн хэрэглэгддэг нутгийн ард иргэдийн хувьд ач холбогдол өндөртэй 12 булгийг сонгон хамруулсан. Урьд өмнө булгууд дээр горим болон чанарын судалгаа огт хийгдэж байгаагүй тул судалгааны хүрээнд булгуудын олон жилийн дундаж урсцыг тодорхойлох, мөн булгийн усны чанар найрлагыг тогтоох зорилго тавьсан. Булгийн олон жилийн дундаж урсцыг тодорхойлохын тулд тухайн нутаг дэвсгэр дэх ажиглалттай голын урсцын модуль сав газрын дундаж өндрийн хамаарлыг ашиглан эмпирик тэгшитгэл гарган авах, булгуудын ус хураах талбай болон сав газрын дундаж өндрийг байр зүйн 1:100000 хураангуйлалтай зураг болон SRTM-DEM –зургаас тодорхойлох, булаг тус бүрийн урсцын модулийг тодорхойлох, олон жилийн дундаж урсац болон 75%, 90%, 95%-ийн хангамшилтай урсцыг тодорхойлох зэрэг ажлууд хийгдсэн. Булгуудын олон жилийн дундаж урсцыг тооцоход $0.0010\text{м}^3/\text{с}$ –ээс $0.0364\text{м}^3/\text{с}$ хооронд хэлбэлзэж байна. Харин булгуудын 75%-ийн хангамшилтай буюу бага урсацтай, 90% хангамшилтай буюу маш бага урсацтай байх үеийн урсцыг тооцоход 0.0005 – $0.0255\text{м}^3/\text{с}$ болон 0.0004 – $0.0207\text{м}^3/\text{с}$ тус тус байна. Булаг усны чанар, найрлага, бохирдлыг физик-химийн химийн 27 үзүүлэлтээр тодорхойлоход булгийн ус нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд ихэнх тохиолдолд $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ гэсэн найрлагатай, 1, 2-р төрлийн устай, чанарын хувьд бүгд нэн цэнгэгээс-цэнгэгдүү (эрдэсжилт 177.1-596.3 мг/л), зөөлнөөс хатуувтар (хатуулаг 1.85-6.39 мг-экв/л) устай байна. Түүнчлэн булгийн усанд фторын ион (F) 0.05-0.82 мг/л агууламжтай илэрсэн бөгөөд нийт уст цэгийн 91.66% нь ундны усны MNS 0900:2018 (F 0.7-1.5 мг/л) болон рашааны MNS 3561 болон рашаан усны MNS 4586 (F 1.5 мг/л) стандартад заасан хэмжээнээс бага байна.

Түлхүүр үг: Хангамшил, урсцын модуль, эрдэсжилт, хатуулаг

ОРШИЛ

Монгол орны гадаргын усны нөөц горим, чанар найрлага нь газарзүй, геологи, уур амьсгалын хүчин зүйлээс хамааран өвөрмөц зүй тогтолтой бөгөөд уур амьсгалын өөрчлөлт, хүний буруутай үйл ажиллагааны улмаас сүүлийн жилүүдэд усны нөөц хомсдох, бохирдох явдал түгээмэл болсон. Нөгөөтэйгүүр хүн ам болон малын өсөлт, хотжилт, уул уурхай, эрчим хүч, хөдөө аж ахуй, барилгын үйлдвэрлэл зэрэг нийгэм эдийн засгийн бүхий л салбарын хөгжилтэй уялдан салбар бүрд усны хэрэглээ өсөн нэмэгдэж байна [1]. Иймд байгалийн бүс бүслүүрээс хамааран жигд бус тархалттай оршдог гадаргын усны нөөцийн хязгаарлагдмал хэмжээг судлан тогтоох шаардлагатай. Гадаргын усны нөөцийн үнэлгээг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй, үнэн зөв хийхэд судалгааны холбогдох мэдээ, мэдээлэл нэн чухал билээ.

Манай орны хувьд томоохон гол, мөрөн дээр ус судлалын ажиглалтын 120 гаруй ажиллаж, усны горимын хэмжилт хийж байна. Харин жижиг гол горхиуд дээр усны горимын судалгаа бараг хийгддэггүй ба энэ нь улс орны нийгэм эдийн засгийн нөхцөл, байгууллагын бүтэц бүрэлдэхүүн, боловсон хүчний асуудал зэрэг янз бүрийн шалтгаан бий. Тиймээс судалгаагүй жижиг гол, горхины урсцын норм болон бусад үзүүлэлтийг дам аргаар тооцоолох зүй ёсны шаардлага үүсдэг ба манай эрдэмтэн судлаачид хэд хэдэн аргыг дэвшүүлсэн байдаг. Эдгээр аргад урсцын нормын зураг, усны балансын арга, газар нутгийн өндөр ба урсцын хамаарлын арга, индикацын арга гэх мэт аргуудыг багтааж болно.

Голын сав газар нь газарзүйн олон хүчин зүйлийг агуулдаг тул тухайн сав газар дахь хур тунадасны орон зай, цаг хугацааны хуваарилалтын онцлог, уул зүйн байршил, хажуугийн чиглэл зэрэг гадаргын урсац бүрдэлтэд нөлөөлөх хүчин зүйлст үндэслэн урсац-өндрийн хамаарлыг Монгол орны гол мөрний 30 сав газарт тогтоосон байдаг [2].

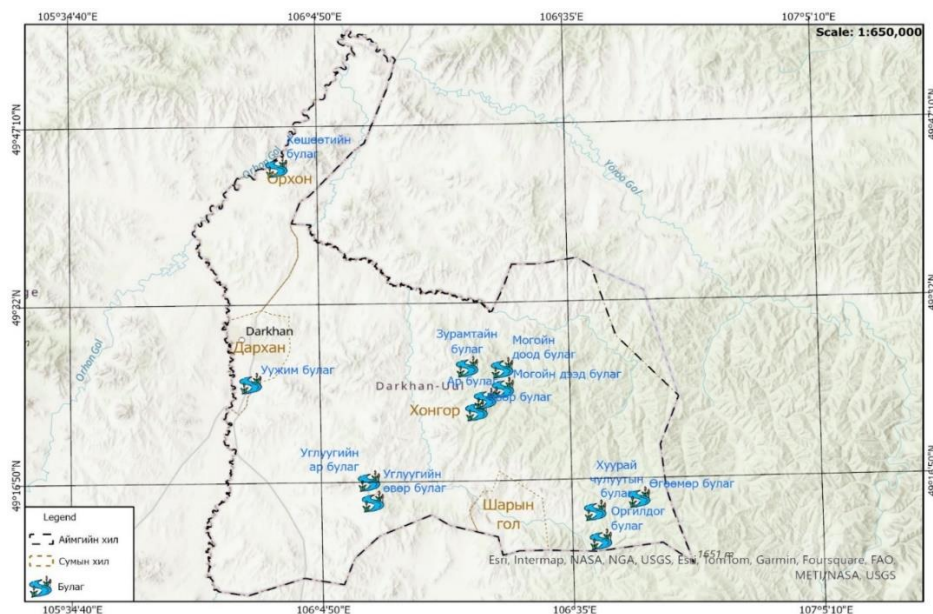
Монгол оронд томоохон хот суурин газруудын төвлөрсөн усан хангамжийн эх үүсвэрийн ундны ус болон гадаргын усны чанарын судалгааг нэлээд өргөн хүрээнд шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр судалсан байдаг. Гэвч Дархан Уул аймгийн газар нутгийн хэмжээнд өмнөх он жилүүдэд булгийн усны чанарын судалгаа үндсэндээ огт хийгдээгүй. Дархан-Уул аймгийн 2022 оны усны тоо бүртгэлээр 32 булаг тоологдсон байна. Үүнээс энэ судалгааны ажлын хүрээнд 12 булгийн усыг сонгон авч тэдгээрийн урсац болон чанар найрлагыг тогтоох, өнөөгийн байдалд үнэлгээ өгөх, ашиглах, хамгаалах арга хэмжээг авах зорилгоор Дархан Уул аймгийн БОАЖГазар ШУА-ийн Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнд хүсэлт гаргаж, гэрээ байгуулсны дагуу уг ажил хийгдсэн. Түүнчлэн тэдгээр булгуудын олон жилийн дундаж урсцыг тодорхойлох, усны чанар, найрлага, гидрохимийн ерөнхий төлөвийг тодорхойлж байгаа нь шинэлэг, давуу талтайгаас гадна тус газар нутагт анхдагч материалыг бүрдүүлэх судалгаа болж байгаагаараа онцлог юм [3]. Энэхүү судалгааны зорилго нь Дархан-Уул аймаг дахь сонгож авсан 12 булаг дээр 50% (олон жилийн дундаж), 75% (бага), 90% (маш бага) -ийн хангамшилтай урсац болон химийн найрлага, чанарыг тодорхойлоход оршино.

АРГА ЗҮЙ

Судалгааны талбай:

Дархан-Уул аймаг нь Монгол орны хойд хэсэгт Хэнтийн нурууны салбар уулсын дунд Хараа голын зүүн хойд хөндийг хамарсан 327.5 мянган га газар нутагтай. Нийт газар нутгийн 70.7 хувь буюу 231.7 мянган га талбайг ХАА-н эдэлбэр газар эзэлдэг. Далайн түвшнээс 707 метрт өргөгдсөн харьцангуй нам дор газар байрладаг. Тус аймгийн нутгаар Хэнтийн нуруунаас эх авч Орхон гол цутгадаг Хараа, Зулзага, Шарын гол, Орхон, Ерөө, Хүйтний, Хавчуун зэрэг голууд урсдаг. Байгалийн эрс тэс уур амьсгалтай, жилийн 4 улирлын ялгаа ихтэй, агаарын температурын хэлбэлзэл ихтэй. Агаарын үнэмлэхүй их температур 7 дугаар сард 42.6 хэм, үнэмлэхүй бага температур нь 1 дүгээр сард -43.7 хэм хүрдэг. Жилд дунджаар 310-320 мм хур тунадас ордгийн 85-90 хувь буюу 284-290 мм тунадас дулааны улиралд унадаг [4]

Судалгааны ажлын хүрээнд тус аймгийн газар нутгийн хэмжээнд орших нутгийн иргэдийн унд, ахуйд болон эмчилгээний хэрэгцээнд голчлон ашиглагдаж булгуудыг сонгон авсан.



Зураг 1. Судалгаа хийж сорьц авсан булгуудын байршил

1.1 Судалгааны арга зүй

2.2.1 Урсцын норм тодорхойлох арга зүй

Сав газрын өндөр нэмэгдэх тутам ус хурах талбайн хэмжээ багасдаг зүй тогтолтой. Үүнийг үндэс болгон судалгаагүй гол горхины урсцыг тооцоход урсца ба ус хурах талбайн хамаарлыг бус, ус хурах талбайн дундаж өндрийг ашиглах нь илүү тохиромжтой. $M_0=f(H_d)$ хамаарлын өндөр нь ус хурах талбайн төвд харгалзана. Энэ арга ус зүй, уур амьсгал, сав газрын олон хүчин зүйлийг агуулах тул эл хамаарлаар янз бүрийн өндөрт тооцоо хийхэд урсцын алдаа багасаж, найдвартай утгыг олох боломжтой [2].

Монгол орны газар нутагт голын сав газраар нь 13 муж болгон хуваасан байдаг ба тухайн мужийн $M_0=f(H_d)$ хамаарлыг ашиглан судалгаагүй жижиг гол горхины урсцын нормыг тодорхойлж болдог. Ялангуяа уулархаг нутгийн судалгаагүй гол мөрний жилийн дундаж урсцыг тодорхойлохдоо урсцын модуль (M_0), ус хураах талбайн дундаж өндөр (H_d) 2-ын хоорондын хамаарлыг өргөн хэрэглэдэг. Хэнтийн нуруунаас эх авсан голын цутгал жижиг голуудыг судалгаагүй гэж үзэж, гидрологийн зарим үзүүлэлтүүдийг дор дурдсан байдлаар тодорхойлж болно:

1. Урсцын модуль $M_0=a+bH_c$ (л/с км²) [2]

Энд: a , b , c – физик газарзүйн онцлогийг харуулсан параметрууд. Хэнтийн нуруунаас эх авсан голуудын хувьд $a=0.331$; $b=0.055$; $c=5.6$

H - Ус хурах талбайн дундаж өндөр, м

2. Сэлэнгэ мөрний сав газрын голуудын урсцын хувьслын коэффициент

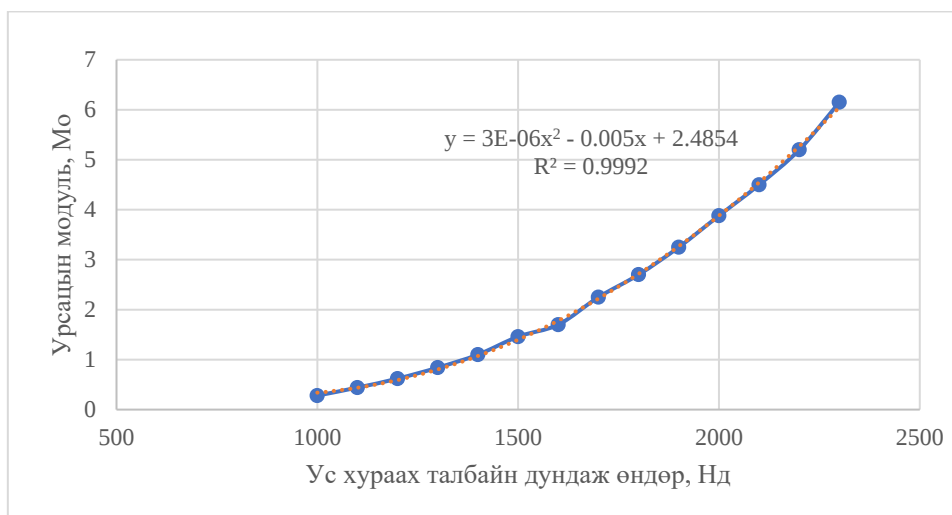
$$C_v = \frac{A}{M_0^{0.4} F^{0.1}} \quad [2]$$

Энд: F – ус хурах талбай (км²)

A – газарзүй ландшафтын параметр, (Хэнтийн нуруунаас эх авсан голуудад $A=0.60$)

Судалгаанд хамрагдсан булгууд нь Хараа голын мужид багтаж байсан тул тухайн муж доторх газарзүйн болон уур амьсгалын ижил нөхцөлтэй Хараа голыг аналог

гол болгож сонгон авсан. Хараа голын урсцын модуль, сав газрын дундаж өндрийн хамаарлыг ашиглан эмпирик тэгшитгэл гарган авч булаг тус бүрийн олон жилийн дундаж урсац буюу 50% -ийн хангамшилтай урсцын хэмжээг тодорхойлсон (Зураг 2). Үүний дараа булгуудын 75%, 90%, 95% -ийн хангамшилтай урсцыг тооцохдоо Хараа-Баруунхараа ус судлалын харуулын коэффициентийг шилжүүлэн ашиглав. Булгуудын ус хурах талбай болон сав газрын дундаж өндрийг байр зүйн 1:100000 хураангуйлалтай зураг болон SRTM (DEM) зураг ашиглан тодорхойлсон болно.



Зураг 2. Хараа голын ус хурах талбайн дундаж өндөр ба урсцын хамаарал

2.2.2 Хээрийн болон лабораторийн судалгааны арга зүй:

Гол, горхины урсгалын хөндлөн огтлолоор нэгж хугацаанд өнгөрөх усны хэмжээг урсац буюу өнгөрөлт гэж нэрлэдэг. Урсцыг хэмжихийн тулд тухайн гол, горхины урсгалын хөндлөн огтлол болон урсгалын хурдыг хэмжих ба м³/с, л/с гэсэн нэгжээр илэрхийлнэ. Хээрийн судалгаагаар булгуудын урсцыг Marsh McBirney Flomate 2000 багаж болон уламжлалт хөвүүрийн арга ашиглан 6-10 удаагийн давтамжтайгаар хэмжилт хийсэн.

Булгийн усны химийн шинжилгээг хийхдээ усны шинж чанар, тэдгээрийн үзүүлэлтүүдийг усан дахь ууссан хий, ионуудын тэнцвэр алдагдах, органик бодисууд, бичил биетүүдийн задрал явагдахаас өмнө тодорхойлох нь шинжилгээний ажил үнэн зөв гарахад нөлөөлдөг учир усны температур, усны орчин (pH), цахилгаан дамжуулах чадвар, төмөр (Fe²⁺, Fe³⁺), ууссан хий (нүүрсхүчлийн хий, устөрөгчийн хий, ууссан хүчилтөрөгч, биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч), булингаршил гэх мэт амархан хувирамтгай нэгдлүүдийг Nash Multiparameter болон турбидитиметр зэрэг багажаар хэмжиж тодорхойлсон.

Сорьцыг лабораторид ирэнгүүт нийт эрдэсжилт болон ерөнхий хатуулаг, нийт азотыг тооцооны аргаар, үндсэн ионууд болох Ca²⁺, Mg²⁺, CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻ болон органик бохирдлын үзүүлэлт болох Перманганатын исэлдэх чанар, усанд ууссан хий CO₂, H₂S зэргийг эзлэхүүний буюу титрийн аргаар, SO₄²⁻, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, F, Fe²⁺, Fe³⁺ зэрэг ионуудыг уламжлалт стандарт арга болон DR1900 спектрофотометр багажаар тус тус тодорхойлсон.

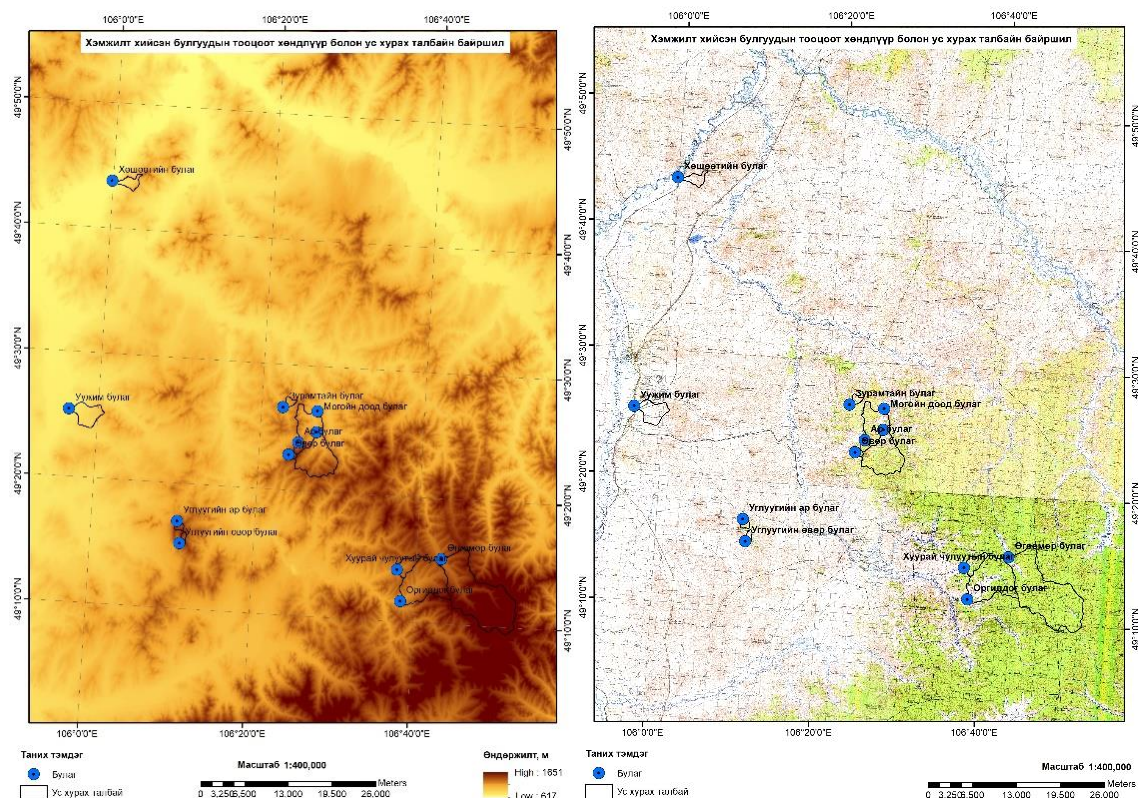
СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Булгийн урсац

Судалгаанд хамрагдсан булгууд нь Хараа голын сав газарт хамаарах ба засаг захиргааны хувьд Дархан, Хонгор, Орхон сумдын нутагт багтаж байна. Булгуудын байрлах газарзүйн өндөршил 649м-ээс 1129м-ийн хооронд хэлбэлзэнэ (Зураг 3). Булгуудын дүрсзүйн үзүүлэлтийг байр зүйн 1:100000 хураангуйлалтай зургаас тодорхойлов (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Булгуудын дүрс зүйн үндсэн үзүүлэлт болон хээрийн хэмжилт

д/д	Булгийн нэр -тооцоот хөндлүүр	Ус хурах талбай, км ²	Ус хурах талбайн дундаж өндөр, м
1	Уужим булаг-49°25'25.1" /105°56'26.7"	10.92	783.20
2	Хөшөөтийн булаг-49°43'47.1" 105°59'55.8"	4.34	810.3
3	Өгөөмөр булаг-49°15'13.7" 106°43'3.2"	70.78	1027
4	Хургадын амны булаг-49°11'41.3" 106°38'20.4"	34.83	1177.80
5	Хуурай чулуутын булаг-49°14'10.9" 106°37'44.0"	5.97	1160.60
6	Өвөр булаг-49°22'50.9" 106°23'40.6"	0.77	1220.9
7	Ар булаг-49°23'51.7" 106°24'44.6"	1.78	1198.6
8	Могойн доод булаг-49°26'26.8" 106°26'53.2"	16.05	1024.80
9	Могойн дээд булаг-49°24'45.7" 106°26'56.0"	25.76	1118
10	Зурамтайн булаг-49°26' 36"/106°22'39"	1.87	1031.6
11	Углуугийн өвөр булаг-49°15'14.3" 106°10'59.7"	1.31	1212.1
12	Углуугийн ар булаг-49°16'59.9" 106°10'33.6"	1.56	1206.9



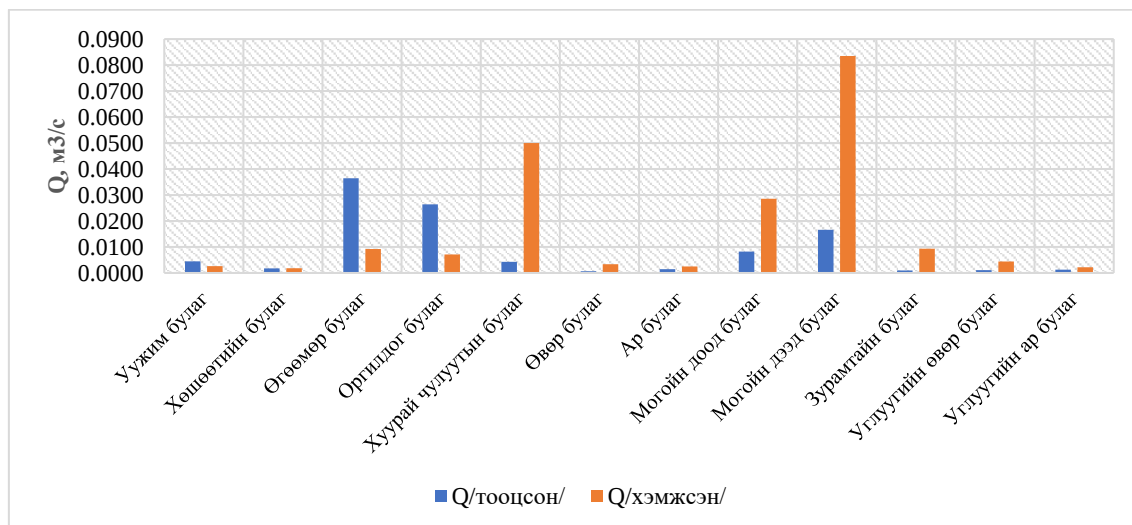
Зураг 3. Ус зүйн хэмжилт болон сорьц авсан цэгүүд

2024 оны 6 сард хээрийн судалгаагаар булгуудын урсцыг тодорхойлоход $0.0019\text{м}^3/\text{с}$ – $0.0835\text{м}^3/\text{с}$ хооронд байв. Энэ хугацаанд цаг агаарын янз бүрийн нөхцөлтэй байсан, өөрөөр хэлбэл хэмжилтийн үед бороотой, бороогүй үе таарч байсан гэсэн үг юм. Харин булаг тус бүрийн олон жилийн дундаж урсац болон 75%, 90%, 95% -ийн хангамшлын урсцыг дээрх арга зүйгээр тооцон дараах хүснэгтэд харуулав (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Булгуудын олон жилийн дундаж урсац болон янз бүрийн хангамшил дахь урсац

д/д	Булаг – Тооцоот хөндлүүр	Ус хурах талбай, км ²	Олон жилийн дундаж				Янз бүрийн хангамшил бүхий урсац, м ³ /с				Хэмжсэн урсац, м ³ /с
			Урцын модуль, л/с км ²	Хувьслын болон хэм тэгшгүйн коэффициентүүд							
				Cv	Cs	50%	75%	90%	95%		
1	Уужим булаг	10.92	0.4096	1.449	2.174	0.0045	0.0031	0.0025	0.0024	0.0026	
2	Хөшөөгийн булаг	4.34	0.4037	1.444	2.166	0.0018	0.0012	0.0010	0.0009	0.0019	
3	Өгөөмөр булаг	70.78	0.5146	1.348	2.021	0.0364	0.0255	0.0207	0.0192	0.0092	
4	Хургадын амны булаг	34.83	0.7580	1.146	1.719	0.0264	0.0185	0.0150	0.0139	0.0071	
5	Хуурай чулуутын булаг	5.97	0.7234	1.147	1.721	0.0043	0.0030	0.0024	0.0023	0.0500	
6	Өвөр булаг	0.77	0.8527	1.052	1.579	0.0007	0.0005	0.0004	0.0003	0.0034	
7	Ар булаг	1.78	0.8023	1.087	1.631	0.0014	0.0010	0.0008	0.0008	0.0025	
8	Могойн доод булаг	16.05	0.5120	1.330	1.996	0.0082	0.0058	0.0047	0.0043	0.0286	
9	Могойн дээд булаг	25.76	0.6452	1.219	1.828	0.0166	0.0117	0.0094	0.0088	0.0835	
10	Зурамтайн булаг	1.87	0.5200	1.294	1.941	0.0010	0.0007	0.0006	0.0005	0.0094	
11	Углуугийн өвөр булаг	1.31	0.8325	1.068	1.602	0.0011	0.0008	0.0006	0.0006	0.0044	
12	Углуугийн ар булаг	1.56	0.8207	1.076	1.614	0.0013	0.0009	0.0007	0.0007	0.0022	

Булгуудын олон жилийн дундаж урсцыг /тооцсон/ нэг удаагийн хээрийн хэмжилтээр тодорхойлсон урсацтай харьцуулан харуулав (Зураг 4).



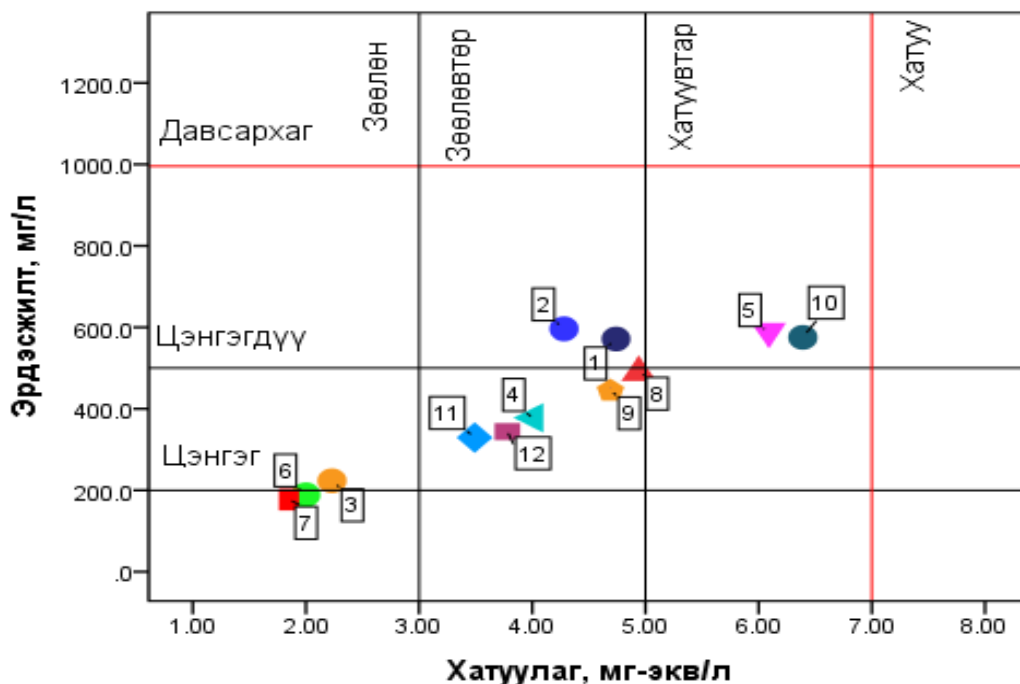
Зураг 4. Булгуудын олон жилийн дундаж урсац /тооцсон/ болон хэмжсэн урсац /2024 оны 6 сар/

Булгийн усны чанар, найрлага

Ундны усны голлох шалгуур үзүүлэлтүүдийн нэг нь эрдэсжилт, хатуулаг юм. Байгалийн усны эрдэсжилт хэдэн арван миллиграммаас хэдэн зуун грамм хүртэл хэлбэлзэн өөрчлөгддөг. Усны ерөнхий эрдэсжилтийн интеграл үзүүлэлт нь хуурай үлдэгдэл бөгөөд ундны усны хуурай үлдэгдлийн физиологийн хамгийн их байх дээд түвшин нь 1.0 г/л гэж тооцдог [5]. Хатуулаг нь усан дахь кальци, магнийн нийлбэрээр тодорхойлогддог. Монгол улсын ундны усны стандартад хатуулгийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээг 7.0 мг-экв/л-ээс хэтрэхгүй байхаар заасан байдаг бөгөөд зохимжтой дээд хэмжээ 5.0 хүртэл мг-экв/л гэж үздэг.

Судалгаанд хамрагдсан 12 булгийн усны нийт эрдэсжилт 177-596 мг/л хооронд хэлбэлзэж илэрсэн. Эрдэсжилтийн хувьд нийт сорьцын цэнгэгдүү устай ангилалд 33.4%, цэнгэг устай ангилалд 50%, нэн цэнгэг 16.6% орж байна. Харин булгийн усны ерөнхий хатуулаг 1.85-6.39 мг-экв/л байна. Ерөнхий хатуулгийн хувьд эдгээр булгийн 25% нь **зөөлөвтөр**, 58.3% нь **зөөлөн** устай байгаа бол үлдэх 16.7% нь **хатуувтар** /Хуурай чулуутын булаг, Зурамтайн булаг/ устай ангилалд тус тус хамаарч байна (Зураг 5).

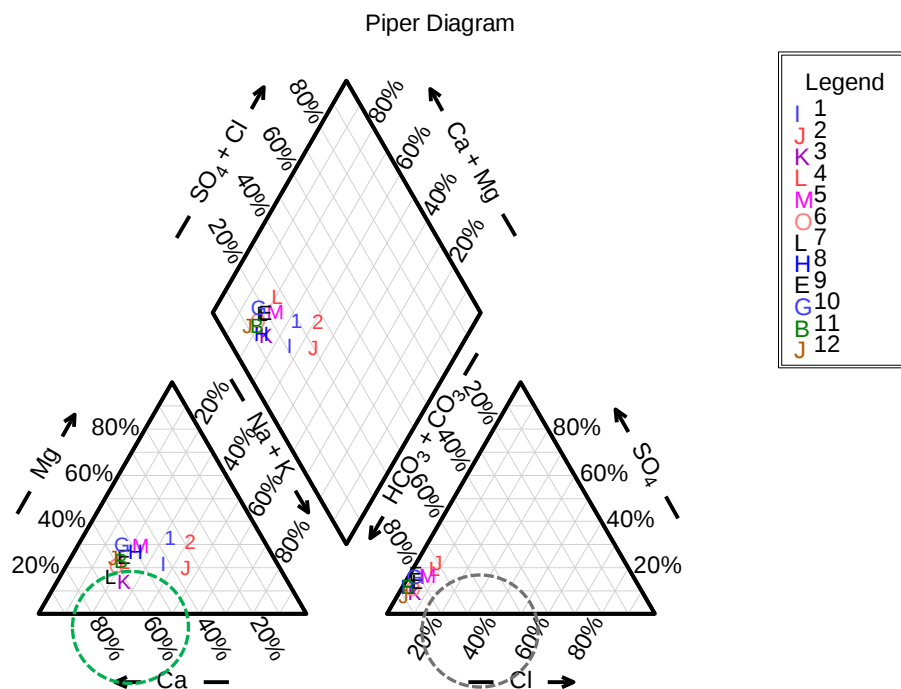
Эрдэсжилт, хатуулгийн хэмжээ нь хүний унд, ахуйн хэрэгцээ шаардлагад нийцэж байна.



Зураг 5. Судалгаанд хамрагдсан булгийн усны эрдэсжилт, хатуулаг

Тайлбар: 1-Уужим булаг, 2-Хөшөөтийн булаг, 3-Өгөөмөр булаг, 4-Хургадын амны булаг, 5-Хуурай чулуутын булаг, 6- Өвөр булаг, 7- Ар булаг, 8-Могойн доод булаг, 9- Могойн дээд булаг, 10- Зурамтайн булаг, 11-Углуугийн өвөр булаг, 12-Углуугийн ар булаг

Булгийн усны гидрохимийн бүрэлдэхүүнийг илэрхийлэхэд Aqua Chem программ хангамжийг ашиглан Пайпер (Piper diagramm) диаграммыг байгуулсан. Пайпер диаграммаас харахад булгийн ус анионуудаас 100% нь гидрокарбонатын ангийн ус байгаа бол катионуудаас кальцийн ион 83.3% зонхилсон, анионы харьцаа $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$, катионуудаас Дархан сумын Уужим булаг (кальци-натрийн ион зонхилсон, Хонгор сумын Хөшөөтийн булаг натрийн ион зонхилсон) булгуудаас бусад бүх тохиолдолд кальцийн ион давамгайлж, катионы харьцаа $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$ гэсэн дараалалтай, 1, 2-р төрлийн устай байна (Зураг 6).



Зураг 6. Булгийн усны химийн бүрэлдэхүүн (Piper diagramm)

Катионоос Ca^{2+} 29.1-80.4 мг/л, дундаж утга нь 53.53 мг/л, Mg^{2+} 4.9-29.9 мг/л, дундаж утга нь 16.68 мг/л, Na^+ 9.8-82.9 мг/л, дундаж утга нь 30.19 мг/л, K^+ 1.0-5.6 мг/л, дундаж утга нь 3.02 мг/л байна. Анионуудаас HCO_3^- 112.9-366 мг/л, дундаж утга нь 252.14 мг/л, CO_3^{2-} 0.0-6.0 мг/л, дундаж утга нь 1.0 мг/л, Cl^- 3.6-24.1 мг/л, дундаж утга нь 9.43 мг/л, SO_4^{2-} 12-87 мг/л, дундаж утга нь 40.83 мг/л байна. Тодорхойлсон үндсэн ионууд нь ундны усны болон рашааны (MNS 2018, MNS 3651) стандартуудаас давсан үзүүлэлтгүй, стандартын шаардлага хангаж байна.

Шим бохирдолтын үзүүлэлтээс фосфат, аммони, нитрит, нитрат зэрэг ионуудын агууламж нь илрүүлэх хязгаараас доогуур үзүүлэлттэй байна. Аммонийн ион (NH_4^+) 0.0-0.3 мг/л, дундаж утга нь 0.13 мг/л, нитритийн ион (NO_2^-) 0.0-0.0 мг/л, дундаж утга нь 0.0 мг/л, нитратын ион (NO_3^-) 0.2-16 мг/л, дундаж утга нь 4.98 мг/л, ууссан хүчилтөрөгч 1.27-9.9 мг/л, дундаж утга нь 6.73 мг/л, БХХ₅ 0.14-4.19 мг/л, дундаж утга нь 1.29 мг/л, исэлдэх чанар 1.12-6.24, дундаж утга нь 3.08 мг/л байна[3].

ДҮГНЭЛТ

Судалгаанд Дархан Уул аймгийн Дархан, Хонгор, Орхон сумын нутагт оршин нийт 12 булаг хамрагдсан. Эдгээр 12 булаг нь нутаг орны хувьд ач холбогдол өндөртэй унд ахуйн хэрэглээнд өргөн хэрэглэдэг булгууд юм.

Булгуудын олон жилийн дундаж урсцыг тухайн булгийн ус хурах талбайн дундаж өндөр болон урсцын модулийн хамаарал ашиглан тооцоход $0.0010\text{м}^3/\text{с}$ –ээс $0.0364\text{м}^3/\text{с}$ хооронд хэлбэлзэж байна. Харин хээрийн судалгааны явцад хэмжсэн урсац нь $0.0019\text{м}^3/\text{с}$ –ээс - $0.0835\text{м}^3/\text{с}$ хооронд байна. Энд зарим булгууд дээр хэмжсэн урсац нь тооцсон урсаас илүү өндөр утгатай гарсан. Энэ нь тухайн хэмжилт хийх үеийн цаг агаарын нөхцөл, мөн газрын доорх усны тэжээл зэрэгтэй холбоотой байж болно. Түүнчлэн нэг удаагийн хэмжилт нь судалгааны найдвартай өгөгдөл болж хараахан чадахгүй юм.

Булгуудын 75%-ийн хангамшилтай буюу бага урсацтай, 90% хангамшилтай буюу маш бага урсацтай байх үеийн урсцыг тооцоход $0.0005 - 0.0255 \text{ м}^3/\text{с}$ болон $0.0004 - 0.0207 \text{ м}^3/\text{с}$ тус тус байна. Булаг усны чанар, найрлага, бохирдлыг физик-химийн химийн 27 үзүүлэлтээр тодорхойлсон ба шинжилгээний үр дүнд тулгуурлан дараах дүгнэлтийг гаргалаа. Үүнд:

Химийн бүрэлдэхүүн:

Судалгаанд хамрагдсан булгийн ус нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд ихэнх тохиолдолд $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ гэсэн найрлагатай, 1, 2-р төрлийн устай, чанарын хувьд бүгд нэн цэнгэгээс-цэнгэгдүү (эрдэсжилт 177.1-596.3 мг/л), зөөлнөөс хатуувтар (хатуулаг 1.85-6.39 мг-экв/л) устай байна.

Ерөнхий химийн үзүүлэлтүүдээр:

Эрдэсжилтийн хувьд нийт сорьцын 33.4% **цэнгэгдүү** устай ангилалд, 50% нь **цэнгэг**, 16.6% нь **нэн цэнгэг** устай ангилалд тус тус хамаарч байна. Ерөнхий хатуулгийн хувьд эдгээр булгийн 25% нь **зөөлөвтөр**, 58.3% нь **зөөлөн**, 16.7% нь **хатуувтар** /Хуурай чулуутын булаг, Зурамтайн булаг/ устай ангилалд тус тус хамаарч байна. Энэхүү 2 үзүүлэлт болон үндсэн (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-}) ионууд нь ундны усны стандартын шаардлага хангаж байна.

Бохирдлын үзүүлэлтээр:

Судалгаанд хамрагдсан булгийн усанд фторын ион (F) 0.05-0.82 мг/л агууламжтай илэрсэн бөгөөд нийт уст цэгийн 91.66% нь ундны усны MNS 0900:2018 (F 0.7-1.5 мг/л) болон рашааны MNS 3561 болон рашаан усны MNS 4586 (F 1.5 мг/л) стандартад заасан хэмжээнээс бага байна. Шим бохирдолтын үзүүлэлт болох аммони, нитрит, нитрат, фосфорын ионууд нь харьцангуй бага агууламжтай илэрсэн. Биологийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч 0.14-4.19 мг/л агууламжтай илэрсэн ба нийт уст цэгийн 16.7% нь (Могойн дээд болон доод булаг) “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:1998” стандартаас **1.18-1.4** дахин их илэрсэн байна.

ЗӨВЛӨМЖ

Судалгаанд хамрагдсан нийт 12 булгаас 5 булгийг нь хашиж, хамгаалалсан бусад нь хамгаалаагүй байсан. Хашиж хамгаалсан булгууд нь харьцангуй урсац сайтай дүр зураг ажиглагдсан. Иймд хамгаалалтгүй булгуудад хашилт, хамгаалалт хийн тэмдэгжүүлэх шаардлагатай. Булгийн эхийг хашаалж хамгаалснаар мал амьтан булгийн эх дээр гишгэлэх, ундарга дарагдах, улмаар усны чанар доройтуулах зэрэг сөрөг нөлөөллөөс сэргийлэх ач холбогдолтой. Иймд орон нутгийн ач холбогдол өндөртэй, урсац сайтай булаг дээр горимын ажиглалт хэмжилтийг тодорхой давтамжтайгаар явуулж, судалгааг илүү нарийвчилсны үндсэн дээр цаашид тухайн орчинд бага хэмжээний усалгаатай газар тариаланг хөгжүүлэх боломжтой гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Б.Батцэцэг, Г.Долгорсүрэн, Усны нөөц болон экологи, эдийн засгийн үнэлгээ хийх арга зүйн гарын авлага. 2012 он
- [2] Г.Даваа, Монгол орны гадаргын ус. 2015 он
- [3] С.Далайжаргал, Т.Энхжаргал ба бусад, Дархан-Уул аймгийн рашаан төст булгуудын чанар, найрлагын судалгааны тайлан. 2024 он
- [4] <https://darkhan-uul.burtgel.gov.mn/map>
- [5] Ч.Жавзан, “Орхон голын сав газрын гидрохими”. Улаанбаатар, 2011.

МОНГОЛ ОРНЫ ГАЗРЫН ТОСНЫ ХАЙГУУЛ, СУДАЛГААНЫ ХӨГЖЛИЙН АСУУДАЛД

П.Хөхөө

Усны ассоциаци,

Имэйл: p_khukhuu@yahoo.com

ХУРААНГУЙ

Монгол орны нутаг дэвсгэрт газрын тос хуримтлагдах структур-геологийн нөхцөл, тектоникийн тогтцын онцлог, эрэл-хайгуул, олборлолтын талаар хийсэн судалгааны үр дүнгээсээ өгүүлсэн болно. Мөн манай орны газрын тосны гарал үүсэл, тархац, нөөцийн судлагдсан байдлыг тоймлон дүгнэж, шинэлэг нэр томьёо, онолын ойлголтыг хялбаршуулан оруулж, тулгамдаж буй сорилтуудыг шийдвэрлэх арга замыг хөндлөө.

Түлхүүр үг: Хуримтлуур, Цэрдийн хурдас, Биоген онол, Абиоген онол, Олборлолт.

ОРШИЛ

Нефть (синоним нь газрын тос) бол тослог, шатамхай шингэн бөгөөд 1000 гаруй бодисын холимог юм. Орчин үед олборлож буй нефтийн төрлийг авч үзвэл: уламжлалт 30, хүнд 15, маш хүнд 25, битум 30 хувьтай байна. Уламжлалт болон уламжлалт бус нефтийн зааг ялгаа нь болзмол бөгөөд геологийн ямар чулуулагт агуулагдаж байгаагаараа онцлогтой [1]. Уламжлалт, уламжлалт бус нефтийн хооронд олборлох технологи, хөдөлмөр зарцуулалт, үнэ өртөг, экологид үзүүлэх нөлөө зэрэг үзүүлэлтүүд нь харилцан адилгүй, ялгаатай.

Уламжлалт бус газрын тосыг 4 ангилж судална. Үүнд: хүнд, хэт хүнд нефть; байгалийн битум, битумжсан нефть, нефтийн элс; кероген нефть, занарын тос; хөнгөн нефть [2]. Занарын нефтийн эрэл-хайгуул, олборлолт нь шинэ технологи шаардаж байна [3]. “Занаран хувьсгал”-ыг эхлүүлэгч Жорж Митчелл 2012 онд АНУ-д хэвтээ өрөмдлөг, фрекинг (давхаргын гидравлик тасралтат) аргуудыг хослуулан ашиглаж занараас хий анх олборложээ. АНУ-д 25000 орчим компани ийм технологиор хайгуул, олборлолт хийж байна [4]. ОХУ занарын нефтийн нөөцөөрөө дэлхийд тэргүүлж, хайгуулаар илрүүлсэн нөөцийн хэмжээ 75 тэрбум баррель хүрсэн [5]. 2030 он гэхэд нийт нефть олборлолтынхоо 10-20 хувийг уламжлалт бус болгох зорилт дэвшүүлжээ. Өндөр технологитой хэвтээ цооногийг 30 шатлалт давхаргын гидравлик тасралтат аргаар өрөмдөж байна [3].

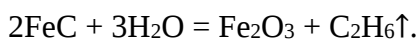
“British Petroleum” компани 2021 онд хийсэн тооцооллоор дэлхийн нефтийн нийт нөөц 1,734 триллион баррель бөгөөд Орос 55-60 жил, эдийн засгийн өндөр үр ашгийн үүднээс ойролцоогоор 20 жилд хүрэлцэх нөөцтэй гэж үзжээ. Дэлхий дээр 2015 оны байдлаар 636 нефть боловсруулах завод ажилладгаас хамгийн том нь Энэтхэг улсын Жамнагарын “Reliance” бөгөөд хоногт 1.4 сая тонн нефть боловсруулах хүчин чадалтай [6, 7]. Оросод 30 орчим нефть боловсруулах томоохон завод ажиллаж байна [8].

Түүхий болон товарын нефтийн чанарын гол үзүүлэлтэд: нягт, хүхрийн агуулга, фракцын бүтэц, мөн ханасан нефтийн хийн даралт, хлорлог давс, хлорын

агууламж, механик хольц, усны агуулга ба зунгааралт багтана [9, 10]. ШУА-ийн Хими, химийн технологийн хүрээлэнгийн Органик химийн лабораторийн эрхлэгч, доктор (Ph.D) Б.Хулангийн судалгаагаар Тамсаг булаг, Цагаан элс болон Зүүн Баянгийн ордуудын нефть парафины агуулга өндөр, бензин, дизелийн түлшний фракцын гарц бага, хүнд үлдэгдлийн агуулга (40-50 %) өндөр, хүхэр, азот зэрэг гетероатомт нэгдлүүдийн агуулга бага. Парафины агуулга өндөртэй учир өтгөн, царцамтгай шинж чанартай. Ордуудын нефть хоорондоо нүүрсустөрөгчдийн найрлага, шинж чанараараа төстэй нь тогтоогдсон [11]. Профессор Ц.Багмид Тамсагийн нефть +23 градуст царцана, 500 гаруй км хоолойгоор татвал хэд, хэдэн удаа халаана. Эсвэл бензин хольж шингэлнэ. Мөн өтгөн нефтийг царцаадаггүй нэмэгдлүүд байдаг талаар 2016, 2017, 2018 онд ярилцлага өгсөн [12, 13, 14].

Нефть-хийн гарал үүслийн тухай биоген (органик, заримдаа тунамал хурдас-нүүлтийн гэдэг), абиоген (органик биш) гэсэн хоёр үндсэн онол байна. Органик гарал үүслийн анхны таамаглалыг Оросын суут эрдэмтэн М.В.Ломоносов "Газрын давхаргуудын тухай" (1757-1759 он) бүтээлдээ [15] илэрхийлж, академич И.М.Губкин, бусад судлаачид түүнийг хөгжүүлсэн. Энэ онолоор кероген нь нефть болж хувирах нөхцөл буюу "Нефтийн цонх"-ны геотермийн горимыг $3.8 \div 6$ км гүнд $100 \div 150^{\circ}\text{C}$ гэж үздэг [16]. Нефть нүүж шилждэг. Пенсильванд 21 м-ээс, Бакуд газрын гадаргад ойрхон худгуудаас илэрсэн. Хүндийн хүчний флюид хуваагдах зарчмаар нүүрсустөрөгчийн ялгарал явагдаж хуримтлуурт ус-нефть-хий хуримтлагдана. Хуримтлуурын үндсэн 4 төрлөөс хамгийн их тархалттай нь бүнхэр (антиклиналь) хэлбэр юм.

Нефтийн органик бус гарал үүслийн талаарх анхны санааг францын химич М.Бертло 1866 онд дэвшүүлж, Оросын агуу их эрдэмтэн, химич Д.И.Менделеев 1877 онд онолын үндсийг тавьсан. Нефтийн орд гүний тектоник хагаралд үүснэ. Нефтийн бүтцэд оролцдог этан нь төмрийн карбидын оршдосоос ус, өндөр даралт, температурын нөлөөгөөр үүсэж, мөн хагарлаар дээшилнэ гэж томъёолсон [17].



Хэт гүний нефтийн хуримтлалыг судлаач В.А.Краюшкин кероген-органик бус гаралтай бөгөөд 50 км-ээс доош гүнд, царцдас дор, 900 градусаас өндөр нөхцөлд үүсэж гүний хагарлаар тунамал хурдас, суурь чулуу руу нүүдэг гэж дүгнэсэн [18].

Хөгжингүй орнуудад уламжлалт газрын тосны онол байр сууриа алдаж, абиоген онол хүч түрэн гарч ирснээр уламжлалт бус нефтийн олборлолт өсөж байна. Нефть-хийн нөөцийн 15 орчим хувь нь суурь чулуулагт төвлөрсөн гэж үздэг. Дэлхийн суурь чулуулагт 500 гаруй нүүрсустөрөгчийн орд нээгдсэн ба энэ онолын тодорхой нэг нотолгоо нь 1988 онд Вьетнамд боржин суурьт нээгдсэн «Цагаан бар» орд юм. Далайн шельфэд илэрсэн уг ордын 1.5-2.0 км гүний интервал дахь "Скв.4 Ренью" цооног өөрийн даралтаар хоногт 4600 тонн тос өгдөг, нийт нөөц нь 600 сая гаруй тонн [19].

Монголын Говьд 1922-1923 онд судалгаа хийсэн АНУ-ын геологч Чарльз П.Беркли, Фредрик К.Моррис нар шатдаг занар илрүүлсэн түүхтэй. 1931 онд судлаач Д.Д.Теннер доод цэрдийн Зүүнбаян формацын хуудсархаг занарыг судалж үзээд газрын тос байж болох таамаг дэвшүүлжээ.

1940 онд геологич Ж.Дүгэрсүрэн, Ю.С.Желубовский нар Зүүн Баянаас зүүн урагш 3 км-т, Барагшин толгойд нефтийн илрэл олжээ. Энэ талбайд тухайн жилд эрэл-структурын хэд хэдэн цооног өрөмдөхөд 0.3 т/хон ундаргатай нефть илэрсэн. Улмаар уг районд хоёр орд нээж, эрэл-хайгуул, олборлолтын нийт 800 орчим цооног өрөмджээ [20]. Монголын нефтийн эрэл-хайгуулын ажилд Зөвлөлтийн мэргэжилтэн П.А.Блохин, В.И.Браташ, В.Г.Васильев, В.С.Волхонин, Е.С.Волхонина, А.Г.Габрикова, Ф.А.Глинкин, Б.И.Данилов, В.В.Дельнов, Е.Д.Дряхлова, Н.А.Зеленин, С.И.Калинин, В.М.Линьков, Е.А.Масленников, Н.Е.Невзоров, Д.К.Осинцев, П.К.Харчиков, К.Б.Мокшанцев, Ю.А.Шипков, ...нар оролцож байсан.

Судалгааны үр дүнд уулс хоорондын хөндийг дүүргэж тархсан дээд юра-доод цэрдийн Цагаанцав, Зүүнбаян формацын хурдас нефть агуулах өндөр магадлалтайг тогтоосон. Зарим газарт эдгээр хурдасны зузаан 2000-3000 м хүрнэ. Нэрлэсэн хурдаст тектоникийн 60 гаруй эерэг структур илрүүлснээс роторт цооногоор ихэнх нь нефть-хий хуримтлагдах тааламжтай нөхцөлтэйг тогтоосон. Дорноговийн депрессид Зүүн Баян, Цагаан элсний ордыг нээснээс гадна Нялга, Чойбалсан, Чойр, Тамсагийн хотост структур илрүүлсэн байна.

Монгол орны нутаг дэвсгэрт нефть эрж хайх зорилгор өмнөх жилүүдэд хийгдсэн судалгааны ажлын үр дүнг 1957 онд Н.А.Маринов, 1977 онд В.Г.Васильев, В.С.Волхонин, Г.Л.Гришин, К.Б.Мокшанцев нар нэгтгэжээ. Зүүн Баянгийн нефтийн ордын Цагаанцав формацад 1-12 м зузаантай нефть агуулагч элсэн чулууны 30 орчим үе 580-850 м гүний интервалд илэрсэн. Цооногийн анхны ундарга 15-20 т/хон, удалгүй 3 т/хон, сүүлдээ 1 т/хон, түүнээс ч бага болж буурсан. Хийн хүчин зүйл 1 т нефтэд 6-8 м³, өөрөөр хэлбэл бага. Нефть агуулагч элсэн чулууны нүх сүвэрхэг байдал 10-24 %, гэвч нэвчүүлэх чадамж маш муу, 0.2-0.5 мД (СИ нэгжид 1D≈1 мкм²) байжээ.

Цагаан элсний нефтийн орд Зүүн Баянгийн ордоос урагш-баруун урагш 20-25 км зайд оршино. Цагаан элсний структурын бүтцэд карбон, юра, цэрд, дөрөвдөгчийн насны хурдас оролцоно. Палеозойн насны суурь чулуу 1750 м гүнд илэрсэн. Нефтьжилт Зүүнбаян, Цагаанцав формацын хурдастай холбоотой. Байгалийн нөөцлүүр чулуулгийн нүх сүвшил 5-6-аас 22-25 %, дунджаар 13-18 % орчимд хэлбэлзэнэ. Орд дээр 16 гүний цооног өрөмдөхөд 11-д нь нефть илэрсэн. Нефтийн гарц 1-2 м³/хон, заримдаа илүү. Ордын хүрээнд 2 талбай ялгасан. Нефть агуулсан Зүүнбаян формацын битумжсан давхаргын шинж чанар: нягт (²⁰d₄) 0.857-0.926, зунгааралт (E₅₀) 15.6-114.5, царцах температур 28-40⁰С, парафины агуулга 37.0 % хүртэл, хүхрийн агуулга 0.11-0.15 % бол нефть агуулагч Цагаанцав формацын шинж чанар: нягт (²⁰d₄) 0.872-0.860, зунгааралт (E₅₀) 33.0-35.0, царцах температур 25-26⁰С, парафины агуулга 51.0 % хүртэл, хүхрийн агуулга 0.17 %-аас бага. Энэ орд дээр Зүүн Баянгийн ордыг бодвол парафины арай илүү өндөр агуулга, зунгааралт, царцах температур ажиглагдана [21].

Зүүн Баянгийн ордыг 1950 онд ашиглаж эхэлсэн бөгөөд 1955 онд хамгийн их 55000 т нефть өгч байснаа давхаргын даралт буурч нефть олборлолт эрс багасаж, 1963 онд 1955 оныхоос 35.2 % хүртэл, цаашид буурсаар ашиглалт 1969 онд олон шалтгаанаар бүрэн зогссон.

1982 онд Зөвлөлтийн мэргэжилтэн В.Я.Широковын удирдсан баг 1940-1963 онуудад Монгол орны нутаг дэвсгэрт явуулсан нефтийн хайгуул, судалгааны мэдээллийг нэгтгэн боловсруулж, "БНМАУ-ын нутаг дэвсгэрт нефть, хий байж болох сав газруудын геологи-геофизикийн материалын нэгдсэн дүн шинжилгээ" хэмээх тайлан бичжээ. Тэд Монгол оронд үйлдвэрлэлийн ач холбогдол бүхий нефтийн том орд үүсэх геологийн нөхцөл хязгаарлагдмал гэж үзээд нефтийн эрэл, хайгуулын ажил хийх нь эдийн засгийн хувьд ашиггүй, нефтийн нөөцийг дахин нарийвчлан судалж, эдийн засгийн тооцоог ултай хийсний дараа нефть боловсруулах үйлдвэрийн тухай шийдэх нь зүйтэй гэж зөвлөсөн [22].

2023 оны байдлаар газрын тосны хэтийн төлөв бүхий хайгуулын 33 талбай ялгаснаас 28 талбайд 31 гэрээлэгч Бүтээгдэхүүн хуваах гэрээний дагуу ажиллаж байна [23]. Эрэл-хайгуулаар газрын тосны шинж илэрсэн талбай, ажлын [24, 25, 26, 27] үр дүнг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 1. Газрын тосны шинж тэмдэг илэрсэн талбай

Талбайн нэр	Өрөмдсөн хайгуулын цооног	Гүйцэтгэсэн геофизикийн ажлын нэр, төрөл	Үр дүн
Тариач-XV	21		5 цооногт тосны шинж тэмдэг илэрсэн
Галба-XI	14		Бүх цооногоос тосны шинж тэмдэг илэрсэн. 3 цооногт 20 хоног туршилт хийж 1517 м ³ тос олборлосон
Ар булаг-XXIX	1		Газрын тосны шинж тэмдэг илэрсэн
Хөх нуур-XVIII	5	2662 ф.ц-т гравихайгуул, 9861 км ² талбайд 5470 ф.ц. соронзон хайгуул, 2408.2 т.км-т 2D хэмжээст сейсмохайгуул хийсэн.	Туршилтын 3 цооногоос 32 т тос олборлосон
Баян түмэн-XVII		7832 м ² талбайд соронзон хайгуул, 3000 ф.ц-т гравихайгуул, 10733 км шугам дагуу 2D хэмжээст сейсмохайгуул	
Давст-XXXI	69	Талбайн 90 хувьд грави болон соронзон хайгуул, 4250 км тууш 2D хэмжээст, 3700 км тууш 3D хэмжээст сейсмохайгуул хийсэн	
Нялга-ХҮI	2	691.4 км тууш км-т 2D хэмжээст сейсмохайгуул.	1 цооногоос тосны шинж илэрсэн, усны 1 цооног өрөмдсөн.
Сүхбаатар-XXVII		23047 км ² талбайд геологийн зураглал, 5777 ф.ц-т грави, 11020 т.км соронзон хайгуул, 4531 т.км-т 2D хэмжээст сейсмохайгуул	
Баян хошуу-XXII	8	234512 т.км-т 2D хэмжээст сейсмохайгуул	4 цооногт тосны шинж тэмдэг илэрсэн
Зүүн Баян-XIY		3512 ф.ц-т грави, 1155.7 т.км-т 2D хэмжээст сейсмохайгуул	
Цагаан элс-XIII		1779 ф.ц-т грави, 790.6 т.км-т 2D хэмжээст сейсмохайгуул	
Төхөм-Х хойд	2	5165 ф.ц-т грави, 1130.9 т.км-т 2D хэмжээст сейсмохайгуул, 55242 ф.ц-т соронзон хайгуулын судалгаа	

Номгон-IX	17	341.6 т.км-т хоёр хэмжээст чичирхийллийн судалгаа, 4821.8 у.м.	Цооногийн гүн 213.7 м-ээс 1020.4 м. Номгон-8, Номгон-9 цооногоос метан хий илэрсэн
-----------	----	--	--

Зүүн Баян, Цагаан элсний нефтийн ордын нөөцийг 1953 онд А+В ангиллаар 3,483,00 т, 1986 онд А+В ангиллаар 2,181,500 т хэмээн бүртгэжээ. Зүүн Баянгийн ордыг түшиглэж 1950-1969 онд 600 т орчим нефть олборлож, боловсруулсан [28].

Манай оронд нээгдсэн нефтийн ордуудын талаарх мэдээллийг [23, 24,25] нэгтгэж 2-р хүснэгтэд харуулав.

Хүснэгт 2. Манай оронд нээгдсэн нефтийн ордуудын гол үзүүлэлт

д/д	Ордын нэр	Нийт өрөмдсөн цооногийн тоо	Олборлолтын цооногийн тоо	Олборлолт, т/хон	Нефтийн шинж чанар	Ашигт давхарга*, м
1	Тосон-Уул-ХИХ	988	491	1,050	Нягт 836 кг/м ³ , хүхэр 0.1 %, зунгааралт 5.75 мПа*с	2350
2	Тамсаг-XXI	609	311	1,150	Нягт 875 кг/м ³ , хүхэр 0.17 %, зунгааралт 18.9 мПа*с	2200
3	БХГ-97 талбайн Зүүн Баян, Цагаан элс	131	102	134	Нягт 878 кг/м ³ , хүхэр 0.12 %, зунгааралт 29.6 мПа*с	1700
4	Цэн тогоруу	14	Тоноглосон цооног байхгүй. “Цэн тогоруу-2” цооногоос 2834 м-ийн гүнээс тос илэрсэн	-	Нягт 8074 г/см ³ , хүхэр 0.03 %, зунгааралт 27.2 мПа*с	2850

* _ Цооногийн гүн гэж ойлгох нь зүйтэй.

Сүүлд нээгдсэн” Матад-XX” талбайн газрын тосны “Цэн тогоруу” ордын нөөц баталгаат (1Р)+магадлалтай (2Р)+боломжтой (3Р) зэрэглэлээр 5,385,942.0 т (40.61 сая баррель), үүнээс ашиглаж болох нөөц 137.931 мянган т (1.04 сая баррель) [29].

2022 оны байдлаар манай орны нефтийн геологийн баталгаат нөөц 333.8 сая т, ашиглалтын баталгаат нөөц 43.4 сая т [30]. Баталгаат нөөцийн 41 хувь нь Тамсагийн ай савд нээгдсэн. Нийт өрөмдсөн хайгуул-ашиглалтын цооног 1720, газрын тос боловсруулах үйлдвэрийн хүчин чадал 1.5 сая т/жил. 1998-2022 онд нийт 10.2 сая т түүхий газрын тос экспортолсон [31].

2009÷2023 онуудад олборлосон газрын тосны тоо хэмжээг [30, 32] нэгтгэж 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 3. Газрын тосны олборлолтын динамик хэмжээ [сая баррель]

Он	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Газрын тосны олборлолт	1.9	2.2	2.5	3.6	5.1	7.4	8.8	8.2
Он	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	-
Газрын тосны олборлолт	7.6	6.4	6.9	4.1	4.7	4.4	4.3	-

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Өмнөх жилүүдэд хийсэн газрын тосны эрэл-хайгуул, олборлолт, судалгааны материалыг системчлэн анализ хийж, харьцуулах, синтезлэх аргуудыг хэрэглэсэн бөгөөд нефтийн гарал үүслийн тухай биооген, абиооген онолын уулзвар дээр санал бодлоо илэрхийлэхийг оролдлоо.

ҮР ДҮН

Монгол орон Сибирийн ба Зүүн хойт Хятадын кратоны заагт [33], Төв Азийн геосинклиналь (атираат) ороген, Урал-Агнуурын хөдөлгөөнт бүсэд [34] байршдаг учир нарийн нийлмэл структур-геологийн болон тектоникийн тогтоцтой. Геологийн бүтцэд бүх насны хурдас, чулуулаг оролцоно. Манай орны хойноос “Эрхүүгийн амфитеатр” түрж орсон, Байгалийн рифтийн систем Хөвсгөл нуурын чиглэлд мөрдөгдөх геологи, тектоникийн онцлогууд бий.

Тунамал, ихэвчлэн мезозойн эриний хурдаст хуримтлагдсан нефтийн ордууд хил залгаа ОХУ, БНХАУ-ын нутаг дэвсгэрт нээгдсэн. Эрхүүгээс зүүн хойш Байгаль нуурын баруун хойно Ковыктинское, Чиканское, Пилюдинское хэмээх томоохон ордууд нээгдэж, Галуут нуур, Боргойн хотост нефть илэрсэн [35] байна.

Хятадын нутаг дэвсгэрт газрын тосны Сантанхү, Зүүнгар, Зүүнгарын говь (Карамай), Турфан, Хами, Тарим (Такла-Маканы цөл), Цайдам, Ордос, Эрээн, Хайлаар, Сунляо [36] зэрэг ай савууд бий. Хятадын эх газрын нийт 4.24 сая км² талбайд тунамал хурдас тархсан, эдгээрт нефтийн 236 ай сав ялгасан, хамгийн том нь Тарим юм [37].

Нефть нь гарал үүсэл, хуримтлал, тархцаараа орон зай, хугацаанд хязгарлагдмал, шингэн ашигт малтмал. Судлаач А.Ю.Калинин нефтийн структурын хэлбэршлийн түүхийг судалж үзээд цэрдийн насны хуримтлуурт нүүрсустөрөгчийн орд хэлбэршихэд кайнозойн тасралт эвдрэлээр нийт тунамал чехолыг нэвт зүсэж флюидын нүүлтийн сувгийн үүрэг гүйцэтгэх тогтоцтой нийлмэлжсэн антиклиналь хураагуур хамгийн ирээдүйтэй гэж сейсмохайгуулын үр дүнгээр дүгнэжээ [38].

Манай оронд тархсан цэрдийн галавын хурдасны газрын гадарга дахь тархцыг судлахад түрүү цэрдийн (K_1) насны тунамал хурдасны хамгийн их тархалт Дорнод аймагт 24405.3116 км² буюу тухайн аймгийн нутаг дэвсгэрийн 19.7 %, Сүхбаатар аймагт 14735.4418 км² буюу аймгийн нутаг дэвсгэрийн 17.9 %, хожуу цэрдийн (K_2) хурдасны хамгийн их тархалт Өмнөговь аймагт 36150.5903 км² буюу аймгийн нутаг дэвсгэрийн 21.9 %, Дорноговь аймагт 31864.8390 км² буюу аймгийн нутаг дэвсгэрийн 29.1 %-ийг тус тус эзэлнэ. Нийлбэр дүнгээр нь авч үзвэл цэрдийн тунамал хурдас монгол орны нутаг дэвсгэрийн 14 хувьд тархжээ. Нефть илрэх магадлалтай талбай Говьсүмбэр, Хэнтий, Сүхбаатар, Дорнод, Өвөрхангай, Өмнөговь, Дорноговь, Дундговь аймгийн нутаг дэвсгэрт бий [39].

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Монгол улсад 1.5 сая т/жил газрын тос боловсруулах хүчин чадалтай завод (үйлдвэр) баригдаж, ашиглалтад 2027 онд орно. Гэтэл Монгол орон газрын тосны нөөц ихтэй ч юм шиг, нөөцгүй ч юм шиг, нөгөө талаар Бүтээгдэхүүн хуваах гэрээт талбайгаас хүссэн хэмжээний тос нийлүүлэх асуудал тодорхойгүй, хүлээлтийн байдалд байна. Үүний учир үүсэн байгуулагдаж хөгжөөд 250 жилийн нүүр үзсэн Ленинградын Уулын дээд сургуулийг (Одоо Санкт-Петербургийн Уулын их сургууль) төгсөгч миний бие Краснодар хязгаарын Кубань, Башкирийн Цагаан голын хөндийд 3 жил дараалан нефтийн эрэл-хайгуулын экспедицид үйлдвэрлэлийн дадлага хийж, улмаар дипломын төсөл бичиж хамгаалсны хувьд энэ тухайд саналаа нэмэрлэж байна. Үүнд:

1) Монголчууд нефть олборлож, экспортлоод байгаа зүйл байхгүй, үнэнийг хэлэхэд гадаадын хөрөнгө оруулагчид хайгуул хийж, олборлох үйл ажиллагаа явуулж байгаа билээ. Газрын тосны салбарын хувьд эрх зүйн орчин хангалттай бүрдсэн гэдэг ч хөрөнгө оруулалтын эрх зүйн орчныг сайжруулж тодотгох, оновчтой, таатай нөхцөлөөр Бүтээгдэхүүн хуваах гэрээг сунгах шаардлага байна.

2) Орчин үеийн технологиор нефть-хийн системийг үндсэн 5 элемент, 2 процессоор [40, 41, 42] тодорхойлон орон зай, цаг хугацаанд судалж байна. Манай улс газрын тосны гарал үүслийн тухай үзэл баримтлал, судалгааны арга зүй, олборлох технологийн дэлхийн хурдыг гүйцэхгүй, хоцорч яваа нь нууц биш юм.

3) Нефть олборлолтын эхний шатанд хуримтлуулагч давхаргын даралт буюу байгалийн энергийг ашиглана. Энэ нь ойролцоогоор 10 хувийн гарцтай байдаг, үүнийг анхдагч олборлолт гэх бөгөөд хоёр дахь шат буюу хоёрдогч аргын үед давхаргын доторх энергийн дэмжлэгтэйгээр давхарга руу ус, байгалийн хийг гаднаас шахна. 2 дахь шатанд нефть авалт 15-50 % байна. 3 дахь шат буюу гуравдагч аргын үед хими, дулаан, хий ба микробиологийн бүлэг 4 арга хэрэглэдэг. Полимер услалт нь олборлох процесст усны зунгааралтыг нэмэгдүүлдэг бөгөөд давхаргын нефть өгөмжийг сайжруулдаг арга юм [43]. Гель

полимер ордын нефтийн гарцыг 30-60 хувь нэмэгдүүлэх ба ашигласан 1 т полимер тутамд нэмэлтээр 113 т нефть гаргах боломжтой аж. 3-р хүснэгтээс харахад Дорнодын Тамсаг булагийн газрын тосны ордын нөөц шавхагдан геологи-гидрогеологийн нөхцөл хүндэрч технологийн 3 дахь шатны аргыг хэрэглэсэн ч олборлолтын динамик хэмжээ буурсан зүй тогтол ажиглагдана.

4) Төрөөс онцгойлон анхаарч сейсмохайгуулын хэд хэдэн анги байгуулж, улмаар өөрийн хүч, хөрөнгөөр орд нээвэл сайнсан. “Үндсэний” мэргэжилтэн бэлтгэж, баг бүрдүүлэх, нөгөө талаар нефть-хийн хайгуул, судалгаа, эрдэм шинжилгээний төв байгуулж структур-тектоникийн анализ, талбайн геологийн бүтцийн анализ, өрөмдсөн цооногуудын каротажийн өгөгдөхүүнд корреляц, гидрогеологийн, бусад судалгаа хийх. Эхний ээлжинд структурын геофизикч, нефтийн геологич, мэдээллийн технологийн инженерүүд нэн шаардлагатай. Үүний тулд дэлхийн нефтийн шилдэг их, дээд сургуульд яаралтай горимоор тэдгээрийг суралцуулж бэлтгэх нь чухал юм.

5) Нефть илрүүлэхийн тулд маш их хөрөнгө, цаг хугацаа зарцуулдаг. Баримт дурдъя. АНУ тунамал хурдаст, 8.3 сая км^2 талбайд 3 сая гаруй цооног, 2012 онд нийт 45468 цооног өрөмджээ [5]. Хятад улс 6.2 сая км^2 талбайд 94000 цооног өрөмджээ. Геологийн хүнд нөхцөлд сейсмохайгуул чухал үүрэг гүйцэтгэх бөгөөд сейсмийн 500 анги, өрмийн 1000 гаруй анги бий [36]. “Петрочайна Дачин Тамсаг” ХХК 2005 оноос хойш 1 тэрбум америк долларын хөрөнгө оруулсан, ашгаа нөхөж чадаагүй байгаа. Учир нь энд хайгуул, олборлолт явуулахад хүндрэл их, зардал өндөр. 1 баррель тосны өртөг ойролцоогоор 50 доллар хүрдэг. 19-р талбайгаас 2009 онд, 21-р талбайгаас 2012 онд нефть олборлож эхэлсэн [44]. 2020 онд дроноор хийсэн тооллогоор АНУ-д орхигдсон цооногийн тоо 2 сая, ОХУ-д 1.8 сая орчим байсан нь нефтийн эрэл-хайгуулын үе шатанд хичнээн олон цооног өрөмдөж, бас орхидог [45] болох нь харагдана.

6) Манай орны тектоникийн нөхцөл, геологийн структур бүтэц нарийн нийлмэл, нефтийн ирээдүй бүхий тунамал хурдасны зузаан, гүн бага байдаг нь тунамал хурдасны онолоор уламжлалт газрын тос үүсэж, хуримтлагдах магадлал харьцангуй бага. Тунамал хурдасны нефть зарим улс оронд газрын гадаргад ойрхон илэрдэг бол Монголд бэлчээр усжуулах, төв сууринг цэнгэг усаар хангах зорилгоор хийгдсэн газар доорх усны эрэл-хайгуулын ажлын хүрээнд 200 м хүртэлх гүнтэй 2586 цооног өрөмдөхөд [46] газрын тос илрээгүй нь манай оронд бага гүний нефть тархаагүйг нотолно. Тамсагийн ай савд 1991 оноос хойш өрөмдсөн 1250 гүний нефтийн хайгуул, ашиглалтын цооногийн өгөгдөхүүнд анализ хийж цооногийн гүн 1915-3200 м, дундаж өндөржилт 640 м, нефть Цагаанцав, доод Зүүнбаян формацын хурдаст агуулагдана гэж дүгнэсэн [47].

7) Нефть-хий үүсэж хэлбэрших, хуримтлагдах процесст газар доорх ус чухал үүрэг гүйцэтгэх бөгөөд “Ус-Чулуулаг-Хий-Органик бодис” системээр судалгаа хийхэд 0.2 -аас 23.3 г/дм^3 хүртэл ерөнхий эрдэсжилттэй, янз бүрийн химийн бүрэлдэхүүнтэй ус илэрсэн. Газар доорх усны гарал үүслийн (генетикийн) үндсэн коэффициент, эрдэсжилтийн гажил үүсэлтийн шалтгааныг тодорхойлсон. Гидрогеохимийн судалгаагаар тунамал ай савын геологийн хувьсал нь газар доорх усны хөдөлгөөн, орших нөхцөл, гарал үүсэлтэй холбоотойг тогтоожээ [48]. Иймээс газар доорх усны судалгааг зэрэгцүүлж хийх нь онолын болоод практик ач холбогдолтой.

8) Нефть олборлолтын үед экологийн асуудлыг орхигдуулж болохгүй юм. Нефть эрт, орой хэзээ нэгэн цагт дуусах, үл нөхөн сэргээгдэх байгалийн баялаг. Дэлхийн олон оронд нефтийн цөөнгүй ордын нөөц шавхагдаж, цооногуудын ундарга багасаж, экологит багагүй сөрөг нөлөө үзүүлж байна. Энэ үзэгдэл манай оронд ч ажиглагдаж, хайгуул, олборлолтод шинэ технологи нэвтэрч байгаа ч байгалийн экосистем, тухайлбал усны бохирдлын тухай асуудал Тамсагийн ай савд хөндөгдөж эхэллээ [49]. “Тосон-Уул-ХІХ”, “Тамсаг-ХХІ” талбай дээр ус, шахалт, хий шахалт, полимерын гель нь шахалт гэсэн технологи ашиглаж байна [50, 51]. Тосны гарцыг сайжруулах зорилгоор ашиглаж буй полимерын гель нь газар доорх усыг химийн хорт бодисоор бохирдуулах, усны чанар алдагдуулж, өтгөрүүлэх сөрөг талтай. Гүний олон цооног өрөмдөж эрчимтэй шавхалт хийх нь хөрс суух чулуулгийн изостатик тэнцвэрт байдал алдагдах, газар хөдлөл нэмэгдэх эрсдэлтэйг судлаачид сануулдаг. “Тосон-Уул-ХІХ” ордын газрын тосны давхаргын усанд агуулагдах байгалийн цацраг идэвхт элементүүдийн изотопыг (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K) гамма-спектрометрийн аргаар судалж үзээд ус, хөрс ^{226}Ra -аар бохирдох өндөр магадлалтайг сануулсан [52].

ДҮГНЭЛТ, САНАЛ

1. Монголд тархсан нефтийн орших гүн 3200 м хүртэл, ашигт давхаргын зузаан харьцангуй бага, нимгэн үелэлтэй, ундарга бага, амархан царцамтгай зэрэг онцлог шинжтэй байна.
2. Биоген онол, нээгдсэн ордуудын практикт үндэслэн манай оронд тархсан цэрдийн галавын тунамал хурдасны талбайгаар баримжаалахад нийт нутаг дэвсгэрийн 14 хувьд нефть илрэх магадлалтай гэж үзлээ.
3. Газрын тосны хүчирхэг, мэргэжлийн байгууллага хэрэгтэй. Шинэ үеийн нефтийн геологич, структурын геофизикч инженерүүдийг ОХУ, БНХАУ, АНУ зэрэг оронд яаралтай сургаж бэлтгэх шаардлагатай.
4. Хий-газрын тос-усны сонгодог структурыг олоход гравихайгуул, соронзон хайгуул, цахилгаан-соронзон, сейсмохайгуул хэрэглэх нь үр дүнтэй. Ялангуяа, 3D хэмжээст сейсмохайгуулын ангийг олон тоогоор байгуулж судлагдаагүй ай савд судалгааны ажил эхлүүлэх. Сейсмохайгуулд хүрээлэгч орчинд ээлтэй технологи-цахилгаан соронзон импульсан эх үүсгүүр ашиглаж болох юм.
5. Газрын тосны салбарын эрх зүйн орчныг боловсронгуй болгож тос олборлолт, нийлүүлэлтийн тоо хэмжээ, олборлох технологи, ус ашиглалт, байгаль орчныг хамгаалах (агаар, хөрс, ургамал, амьтан), нөхөн сэргээх менежмент, татвар төлөлт, монгол мэргэжилтэнг мэргэшүүлж сургах гэх мэт амин чухал асуудлыг Бүтээгдэхүүн хуваах гэрээнд нэг бүрчлэн тодорхой тусгах нь зүйтэй санагдана.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Р.Г.Земцов, В.А.Крюков, О.А.Селезнова. “Тяжёлая нефть”-простые решения не проходят. Эко. 2013. №8, с45-56.
- [2] А.Н.Михайлова. Влияние гидротермальных воздействий на эффективность извлечения углеводородов из высокоуглеродистых доманиковых пород. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Казань. 2021. 148с.

- [3] <https://www.cdu.ru>
- [4] В.И.Высоцкий. Тенденции и результаты развития добычи сланцевой нефти в мире. ОАО «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ». 2021. 22с.
- [5] <https://neftok.ru>
- [6] Б.С.Рачевский. Высоковязкая тяжелая нефть-альтернатива традиционной нефти. «Транспорт на альтернативном топливе», №6(48), 2015. с40-45.
- [7] <https://www.profinance.ru/news>
- [8] <https://www.bfm.ru/news>
- [9] Д.В.Козлов, общ. ред. Вода или нефть?. М. МППА. БИМПА. 2008. 456с.
- [10] <https://oilgasinform.ru>
- [11] <https://icct.ac.mn>
- [12] <http://chuham.mn/>
- [13] <https://ikon.mn/>
- [14] <https://dnn.mn/>
- [15] М.Ломоносов. О слоях земных. М.,1949. Л., 214с.
- [16] Д.А.Лаломов. Геотермический режим и образование осадочных бассейнов. Лекция. Национальный минерально-сырьевой университет “Горный”. Санкт-Петербург. 2013. 52 слайда.
- [17] <https://habr.com/ru>
- [18] В.А.Краюшкин. Природа сверхгигантских скоплений нефти и газа. Геология и полезные ископаемые мирового океана. Украина. 2007. с19-54.
- [19] М.Х.Нгуен. Факторы нефтегазоносности фундамента шельфа Южного Вьетнама. “Проблемы геологии и освоения недр”: Труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А.Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130 летию со дня рождения проф. М.И.Кучина. Томск. 2017. Т.1, с297-298.
- [20] Б.Магванжав, Ч.Цогтбаатар. Монгол улсын Уул уурхай-100 жил. Улаанбаатар. 2023. 704 тал.
- [21] Н.А.Маринов, гл.ред. Геология МНР. М.,1977. 704с.
- [22] <http://www.ord.mn>
- [23] <https://mrpam.gov.mn>
- [24] УУХҮЯ-ны 2021 оны үйл ажиллагаа, үр дүнд хийсэн хяналт-шинжилгээ үнэлгээний нэгтгэсэн тайлан. 2022. 50 тал.
- [25] Засгийн газрын хэрэгжүүлэгч агентлаг-Ашигт малтмал, газрын тосны газрын үйл ажиллагааны талаарх 2016-2020 онд хийгдсэн ажлын товч танилцуулга. 29 хууд. Улаанбаатар. 29 тал.
- [26] Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яам. Эрдэс баялгийн товч мэдээлэл (2023-2024 он). Улаанбаатар. Тал 74-75.
- [27] “Номгон-IX” БХГ-т талбайн нүүрсний давхаргын метан хийн хайгуулын ажлын төслийн 2022 онд хэрэгжүүлсэн Байгаль орчныг хамгаалах менежментийн төлөвлөгөөний биелэлтийн тайлан. “Жи Өү Эйч” ХХК. 2023. 219 тал.
- [28] <https://mn.wikipedia.org>
- [29] Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яам. Ашигт малтмал, газрын тосны газар. Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн дүгнэлт. 2020.12.25. СТР-02-01. Улаанбаатар. 7 тал.
- [30] Эрдэс баялгийн статистик мэдээ 2022/11. Засгийн газрын хэрэгжүүлэгч агентлаг- Ашигт малтмал, газрын тосны газар. Улаанбаатар. 2022. 29 тал.
- [31] Б.Анхбаяр. Газрын тосны салбарт төрөөс баримталж буй бодлого, цаашдын чиг хандлага. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яам. Газрын тосны бодлогын газрын даргын илтгэл. 2023.10.11., Монгол Улсын Засгийн газар. Уул уурхай, хүнд

- үйлдвэрийн яам. Эрдэс баялгийн салбарын товч мэдээлэл (2023-2024). Улаанбаатар. 2023. Тал 75.
- [32] Монгол улсын Үндэсний статистикийн хороо. эдийн засгийн аюулгүй байдал. Улаанбаатар. 2020. 44 тал.
- [33] В.Г.Трифонов, Е.А.Зеленин, С.Ю.Соколов, Д.М.Бачманов. Активная тектоника Центральной Азии. “Геотектоника”. М., 2021, №3, с1-18.
- [34] И.М.Дербеко. Роль субдукционных процессов при закрытии Восточного звена Монголо-Охотского бассейна. II. Обрамление Монголо-Охотского орогенного пояса. ФГБУН институт геологии и природопользования ДВО РАН. Благовещенск. с30-32. Тектоника, глубинное строение и минерагения востока Азии: X Косыгинские чтения: Материалы Всероссийской конференции с международным участием, 10–12 сентября 2019. Хабаровск. 2019. 364с.
- [35] <https://neftegaz.ru>
- [36] Ли Го Юй. Геология нефти и газа Китая. Новосибирск: изд. ОИГГМ СО РАН, 1993. 41с.
- [37] Чжан Цзэнбао, А.В.Сиднев. Региональная тектоника и главные нефтегазоносные бассейны Китая. Успехи современного естествознания. 2005. № 6. с104-106.
- [38] А.Ю.Калинин. Влияние мезозойско-кайнозойских тектонических процессов на формирование залежей углеводородов в северной части Александровского свода. Актуальные проблемы геологии нефти и газа Сибири. Материалы конференции. Новосибирск. 2014. 350с.
- [39] П.Хөхөө. Монгол орны нутаг дэвсгэрт тархсан цэрдийн системийн хурдас, түүний зарим геофизикийн шинж. “Уул уурхайн сэтгүүл”, №1 (34). Улаанбаатар. 2007. Тал 23-27.
- [40] L.B.Magoon and W.G.Dow. 1994, The petroleum system: From source to trap. American Assn. Petroleum Geol. Memoir 60, 655p.
- [41] L.B.Magoon. Petroleum system: Nature’s distribution system for oil and gas. U.S. Geological Survey Menlo park, California, United States. Encyclopedia of Energy, Volume 4. 2004. p823-836.
- [42] Р.И.Кадыров. Бассейновый анализ и моделирование нефтегазоносных систем Казань, 2020. 33с.
- [43] Ю.А.Кетова, Б.Бай, А.Л.Казанцев, С.В.Алкин. Анализ эффективности применения заводнения нефтеносных пластов на основе водорастворимого полиакриламида и предварительно сшитых полиакриламидных частиц. Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2019. Т.19, №3. с251-262.
- [44] Кан Дөчүан. “Петрочайна Дачин Тамсаг” ХХК-ийн гүйцэтгэх захирлын мэдээлэл. “Монголын уул уурхайн долоо хоног”. 2023. Улаанбаатар.
- [45] <https://nangs.org>
- [46] П.Хөхөө. Гидрогеологийн цооногийн үндсэн үзүүлэлтүүд. ШУТИС. ГГТС. “Геологи” сэтгүүл, №20. Улаабаатар. 2009. Тал 11-28.
- [47] Ж.Цэвээнжав, Л.Дүгэржав, М.Наранбат, Ч.Чинбат, Д.Түвшинбаяр, П.Ганбаатар, О.Өлзийсайхан. Исследование, оценка и типизация геолого-технических условий бурения месторождений полезных ископаемых Монголии. Annual of the University of mining and geology “ST. IVAN RILSKI”, vol. 58, part i, Geology and geophysics, 2015. p196-205.
- [48] М.Г.Вагина. Гидрогеохимия нефтегазоносных отложений Большехетской мегасинеклизы. Актуальные проблемы геологии нефти и газа Сибири. Материалы конференции. Новосибирск. 2014. с20-23.

[49] Хууль тогтоомж, тогтоол шийдвэрийн хэрэгжилт. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яам. 2022 оны жилийн эцэс.

[50] <https://www.parliament.mn>

[51] <https://www.arслан.mn>

[52] М.Эрдэнэтуяа, Н.Норов, В.Алимаа, Ш.Жаргалсүрэн. Тосон-Уулын ордын XIX талбайн газрын тосны давхаргын усны цацраг идэвхийн судалгаа. МУИС-ийн Эрдэм шинжилгээний бичиг, “Физик” сэтгүүл. 32 (553). Улаанбаатар. 2021. Тал 61-65.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү өгүүллийг тэрлэхэд, хэвлүүлэхэд хянан нягталж, тусалсан профессор Н.Батсүх багшдаа гүн талархал илэрхийлж байна.

МОНГОЛ ОРНЫ ХАЛУУН РАШААНЫ СУДАЛГАА

Н.Лхагва

Монгол улсын зөвлөх инженер доктор(Ph.D)

ХУРААНГУЙ

1973-1978 он, 2018-2023 онуудад Монгол орны голлох халуун рашаанууд Хужирт, Их Шаргалжуут, Бага Шаргалжуут, Цэнхэр, Чихэрт, Сайхан, хульж, Отгонтэнгэр, Зарт, Шивэртийн рашааны гидрогеологийн судалгааг өрөмдлөгийн болон горимчилсон судалгааны аргаар халуун рашааны ордын геологи-структүүр, гарал үүслийг шинжлэх ухааны онолын түвшинд бичиж боловсруулан, эмчилгээний халуун булгуудын химийн найрлага, бичил элементүүд, рашааны нөөц, баялгийн талаар өгүүлсэн "Монгол орны халуун рашаан ба гидрогеотерм" бүтээл Монгол оронд үндэсний геологийн алба үүсэн байгуулагдсаны 85 жилийн ойд зориулан хэвлэгдсэн тус номын хэсгээс энд өгүүлэх болно. Эх орны өндөрлөг уул нурууд, ой хөвч тайга, гол ус бүхий хамгийн үзэсгэлэнт газруудад ихэвчлэн халуун рашаанууд илүүтэй тархсан байдаг. Манай оронд өнгийн байдлаар 200 гаруй рашаанууд бүртгэгдэж судлагдсаны дотор тэдгээрийн 20 гаруй хувийг халуун рашаан эзэлнэ. Өөрөөр хэлбэл 40 гаруй халуун рашаан тодорхой хэмжээнд судлагджээ.

Түлхүүр үг: Халуун рашаан, гүний флюид, хожуу ороген, сүбдүкц, палингений боржин.

ОРШИЛ

Монгол орны уулархаг мужийг Төв Азийн дахин сэргэсэн уулсын орон гэж үздэг.Түүний мөн чанар, шалгуур үзүүлэлт нь газар хөдлөлт (неотектоник), байгаль дээр илэрсэн халуун (термаль) булаг рашаанууд юм. Эдгээрт дам байдлаар нөлөөлөх, өдөөгч үндсэн хүчин зүйл нь дээд мантийн дээд хэсэг болон царцдасын түвшинд өгсөх урсгалын горимтой гүний флюидууд дээш түрснээр халуун уур, хий, шингэний холимог байх болно. Тэгэхлээр гүний дулааны эх үүсвэр нь нэг талдаа геодинамикийн байдал (сүбдүкц, аккрец)-тай холбоотой үүсдэг дахин хайлалтын явц, нөгөө талдаа ихэвчлэн хожуу палеозой, мезозойн эхэн, дунд үеийн боржинлогийн цацраг идэвхт элемент (уран, тори, ради)-үүдийн задралын үр дүнд үүссэн гүний дулааны орчин байх бүрэн нөхцөлтэй. Тийм учраас халуун рашаан булгуудын бараг 90% нь зөвхөн дээрх насны боржинлогуудад газрын гадарга дээр илэрсэн байдаг. Цөөн тооны халуун рашаанууд эртний занарлаг тунамал чулуулагт илэрсэн байдаг ч тэдгээр нь харьцангуй залуу настай боржинлогуудаар дороосоо түрэгдэж, тэдгээрийг зүссэн боржинлогоос эхтэй гүний хагарлаар дамжиж зөөвөрлөгдсөн халуун булгууд байдаг. Харин тэдгээр нь гарал үүслээрээ эртний тунамал-хувирмал хурдас чулуулагтай холбогдож үүсэх нь нэн ховор буюу геологи-структүүрийн нөхцөлийн хувьд боломжгүй гэж үзнэ. Монгол орны хувьд Неоген-дөрөвдөгчийн цаг үеийн бялхмал чулуулгууд (унтарсан галт уул)-тай холбоотойгоор бүрэлдэж тогтсон, газрын гадарга дээр илэрсэн халуун булаг нэгээхэн ч байхгүй байна.

АРГА ЗҮЙ

Дэлхийн царцдасын дулааны горимыг судлахад газрын доорх ус, түүнийг агуулж

буй хурдас чулуулгийн нөлөөлөл асар ач холбогдолтой. Монголын орны хувьд гидротермийн тусгайлсан судалгаа бараг хийгдээгүй гэж үзэж болно. Зөвхөн 1946 онд Хужиртын халуун рашааны ордын дэвсгэр бүсэд хөрсний усны температурыг 0.0-2.0 м гүнд тодорхойлж, дулааны ижил температуртай цэгүүдийг холбосон термоизоклины муруйг усны температурын 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 градусын ялгаагаар дулааны бүслэг зохиожээ (В.Н. Попов, 1944).

Эдгээр температурын ялгаа бүслэгээр термаль усны тархалтын хүрээ, голомтын талбайг ялгасан байдаг. Монгол орны хувьд гидрогеотермийн судалгааг дараах чиглэлээр хэрэгжүүлэх нь зүйтэй юм.

Нэгдүгээрт: Урьдчилсан сонгосон бүс нутаг талбайд агаар-сансрын хиймэл дагуулын олон долгионы зураг ашиглан региональ чиглэлээр утгачлан тайлах (интерпретаций) аргаар гидрогеотермийн тандан судалгааг явуулах.

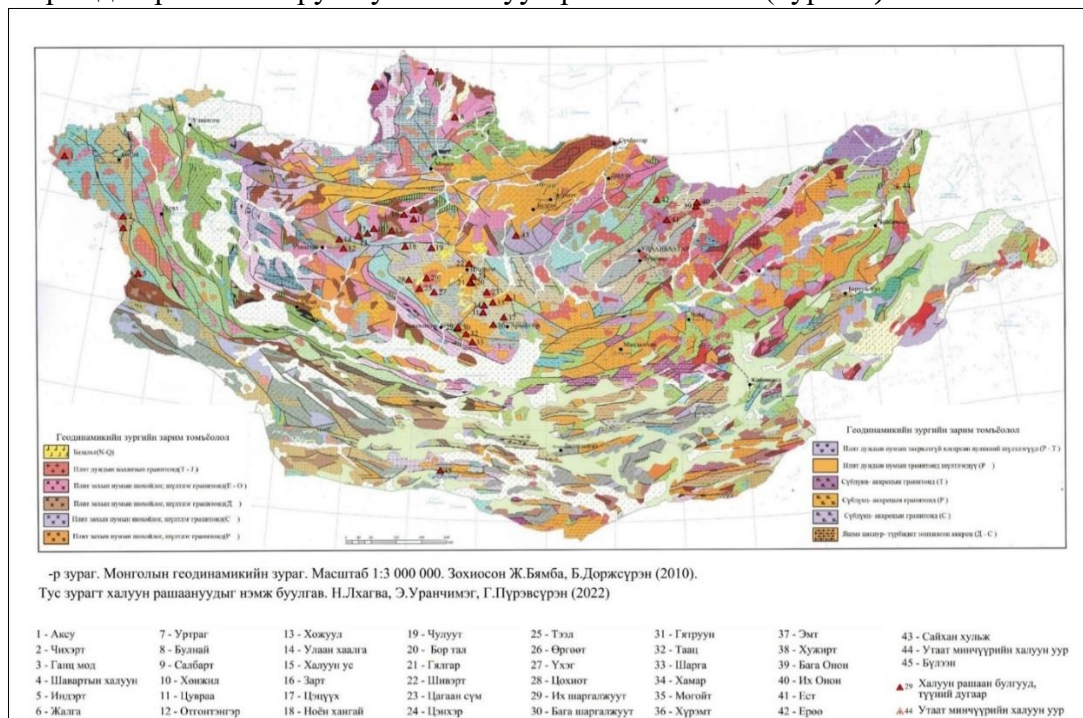
Хоёрдугаарт: Тухайн талбайн геологи-бүтэц, неотектоникийн онцлогийг харгалзан гадаргын геофизикийн сонгосон аргачлалаар тектоник хагарлын бүс, түүний сунал, унал ,өргөн зэргийг тодорхойлох.

Гуравдугаарт: Тусгайлан ялгасан талбайд геологи-структүүрийг тодорхойлох зорилгоор өрөмдлөгийн ажил хийж геологи-гидрогеологийн ба гидрогеотермийн урьдчилсан нөхцөлийг судалж геотермийн градиент, гүний дулааны урсгалын нягтыг тодорхойлох.

Дөрөвдүгээрт: Чиглэсэн термаль усны судалгаа-энд газрын гадарга дээр илэрсэн халуун булгуудын районд гидрогеологийн маршрут, геофизик, өрөмдлөгийн аргаар газрын доорх усны температур, хийн найрлага, болон цацраг идэвхт чанар, бичил элемент, органик нэгдлүүдийг судалж, термаль усны байгалийн баялгийн тоо хэмжээг тодорхойлох зэрэг болно.

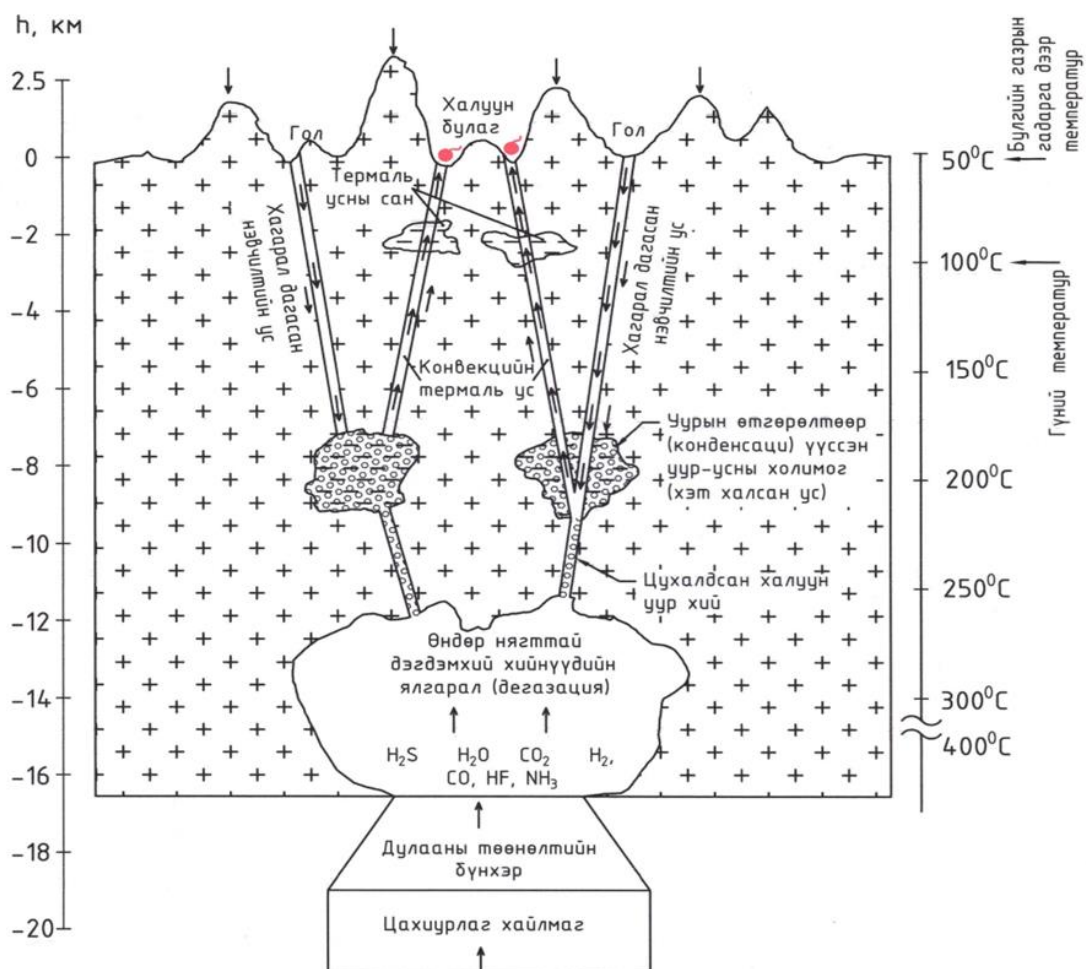
СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Монгол оронд өнөөгийн байдлаар 200 гаруй рашаанууд бүртгэгдэж судлагдсаны дотор тэдгээрийн 20 гаруй хувийг халуун рашаан эзэлнэ (Зураг 1).



Зураг 1. Монгол орны геодинамикийн зураг

Монгол орны халуун рашаанууд нь зөвхөн тэдгээрийн химийн найрлагын хэмжээнд үндсэндээ бараг 100 орчим жилийн турш их багаар судлагдаж иржээ. Харин түүний геологийн гарал үүсэл өнөөдрийг хүртэл огт судлагдаагүй гэж үзнэ. Ийм учраас сүүлийн 30-аад жилд Монгол орны геологийн шинжлэх ухаанд шинээр судлагдаж байгаа "Литосферийн плитийн тектоник"-ийн онолын үндсэнд тулгуурлан халуун рашааны гарал үүслийн талаар анх удаа сэдэвлэн бичиж байгаа юм. Термаль ус (халуун рашаан) нь гадаргын болон газрын доорх ус, хур тунадасны усны шүүрэлт, нэвчилтээр гүний геотермийн халуун цэгт хүрсэнээр тэнд хэт халсан ус эргэх холбоонд орж, өгсүүр урсгал (конвектив) үүсгэж газрын гадарга дээр халуун булгийг дагуулж байна гэж ойлгож болно. Гэхдээ өргөгдсөн уулархаг атираат мужуудад зөвхөн тектоник хагарлын суларсан бүсүүдийн уулзвар, огтлолцлол дээр халуун булгууд илэрдэг онцлогтой. Ер нь тектоник хагарлын суларсан бүсүүд нь дээд мантид үзүүлэх даралтыг эрс багасгадаг учраас мантиас гүний флюидүүд дээш өгсөж түрдэг зүй тогтол байна (Зураг 2).



Зураг 2. Халуун рашааны гарал үүслийн талаарх бүрдүүвч зураг.

Мааньт, цөм хоёрын зааг дээрээс дээш түрж байгаа халуун бодис (плюм)-ын өгсөх урсгалын нөлөөгөөр царцдаст үүссэн бүлхэрийн оройн хэсгээр ямагт халуун цэгийн үйлчлэл явагддагийн холын дам үр нөлөөтэй халуун булгууд холбоотой гэж үзэж болно. Нөгөө талаар субдукцийн үед асар их дулаан ялгарч

тэнд чулуулгийн дахин хайлалт явагдсанаар эцсийн шатанд боржинлогийн найрлагтай маагмын чулуулаг үүсэж бүрэлддэг. Үүнийг плит тектоникийн онолоор Палингений боржин гэж нэрлэнэ. Монгол орны халуун рашаан булгууд бүгд боржин чулуулагт газрын гадарга дээр илэрсэн байдаг. Ер нь шинэхэн тектоник үйлчлэлүүд, царцдасын гүнд өндөр даралт бүхий дулааны байгалийн орон талбай (поля)-г үүсгэх бөгөөд энэ нь термаль усны хуримтлал сан (резервуар) бүрэлдэхэд голлох үр нөлөөтэй гэж үзэж болно.

Монгол орны уулархаг атираат мужуудад тархсан халуун булгууд нь дахин сэргэсэн уулсын бүсэд байрлах ба тэдгээрийн царцдасыг уллсан дэвсгэр үе буюу дээд мантийн дээд хэсгийн бага нягттай хөнгөн гажил манти руу сүбдүкцийн бүсийн дагуу далайн царцдасыг дагалдан шургасан эртний далайн усны задралын генерацаар үүссэн гидротермтэй холбож авч үзэж болох хэдий ч, нөгөө талаас нь гадаргын болон газрын доорх ус, хур тунадас газрын гүн рүү хагарлын суларсан бүсээр дамжин халаагдсан чулуулагт хүрч халснаар өндөр температур, өндөр даралтын нэмэлт орон үүсгэж, их гүнд хуримтлагдсан хий, даралт, температурын нөлөөгөөр харьцангуй бага нягттай болсон термаль ус дээш өөр суларсан бүсээр солиг өгсүүр урсгал (конвекци) үүсгэснээр термаль ус газрын гадарга дээр байгалийн булгууд хэлбэрээр оргилдог гэсэн үзлийг дэвшүүлж байна.

Эдгээрт дам байдлаар нөлөөлөх, өдөөгч үндсэн хүчин зүйл нь дээд мантийн дээд хэсэг болон царцдасны түвшинд өгсөх урсгалын горимтой гүний флюидууд байх бөгөөд тэдгээр нь халуун уур,хий, шингэний холимог байх болно. Тэгэхлээр гүний дулааны эх үүсвэр нь нэг талдаа геодинамикийн байдал(сүбдүкц, аккрец)-тай холбоотой үүсдэг дахин хайлалтын явцад бүрэлддэг палингений боржинлог чулуулаг, нөгөө талдаа ихэвчлэн хожуу палеозой, мезозойн эхэн, дунд үеийн боржингийн цацраг идэвхт элемент(уран,тори,ради)-үүдийн задралын үр дүнд үүссэн гүний дулааны орчин байх бүрэн нөхцөлтэй. Палингений боржин нь уул үүслийнхээ цаг үетэй зэрэгцэх болон хожуу уул үүслийн шатанд түрж царцдаг жамтай.Тийм учраас Монгол орны халуун рашаан булгуудын бараг 90% нь зөвхөн дээрх насны боржинлогуудад газрын гадарга дээр илэрсэн байдаг. Цөөн тооны халуун рашаанууд эртний хувирмал-занарлаг тунамал чулуулагт илэрсэн байдаг ч тэдгээр нь харьцангуй залуу настай боржинлогуудаар дороосоо түрэгдэж, тэдгээрийг зүссэн боржинлогоос эхтэй гүний хагарлаар дамжиж зөөвөрлөгдсөн халуун булгууд байдаг. Ер нь байгалийн гүний термаль ус дэлхий дээр олон төрлөөр тархсан байдаг.

1. Хүхэрт устөрөгч-нүүрс хүчлийн хийтэй термаль ус:

Энэ төрөл нь ажиллагаатай галт уулын ойр орчимд, нүүрс хүчил-ус төрөгчтэй термаль ус далайн голч нурууны орчимд,

2. Нүүрс хүчлийн хийтэй термаль ус:

Энэ нь орчин үеийн ба доод дөрөвдөгчийн галт уулын районуудын томоохон хагарлын бүсүүдэд,

3. Метан ба Азотот-метант термаль ус:

Орчин үеийн галт уулын мужийн артезийн ай сав, уул хоорондын хотгор ба тэдгээрийн бэл, хормойгоор, зарим нь рифтын бүсүүдэд,

4. Азотот терм:

Энэ төрөл тусгайлан бие даасан термаль усны тархалтыг бүрдүүлсэн байдаг. Энэ төрөлд Монгол орны нутгаар тархсан Азотот халуун рашаанууд бүрэн хамрагдах ба шүтлэг усны тодорхой бүлэгт багтаж байна. Энэ термаль усны онцлогууд: Шүтлэг орчин (рН 8-10)-той, газрын гадарга дээрх илэрцийн температур нь

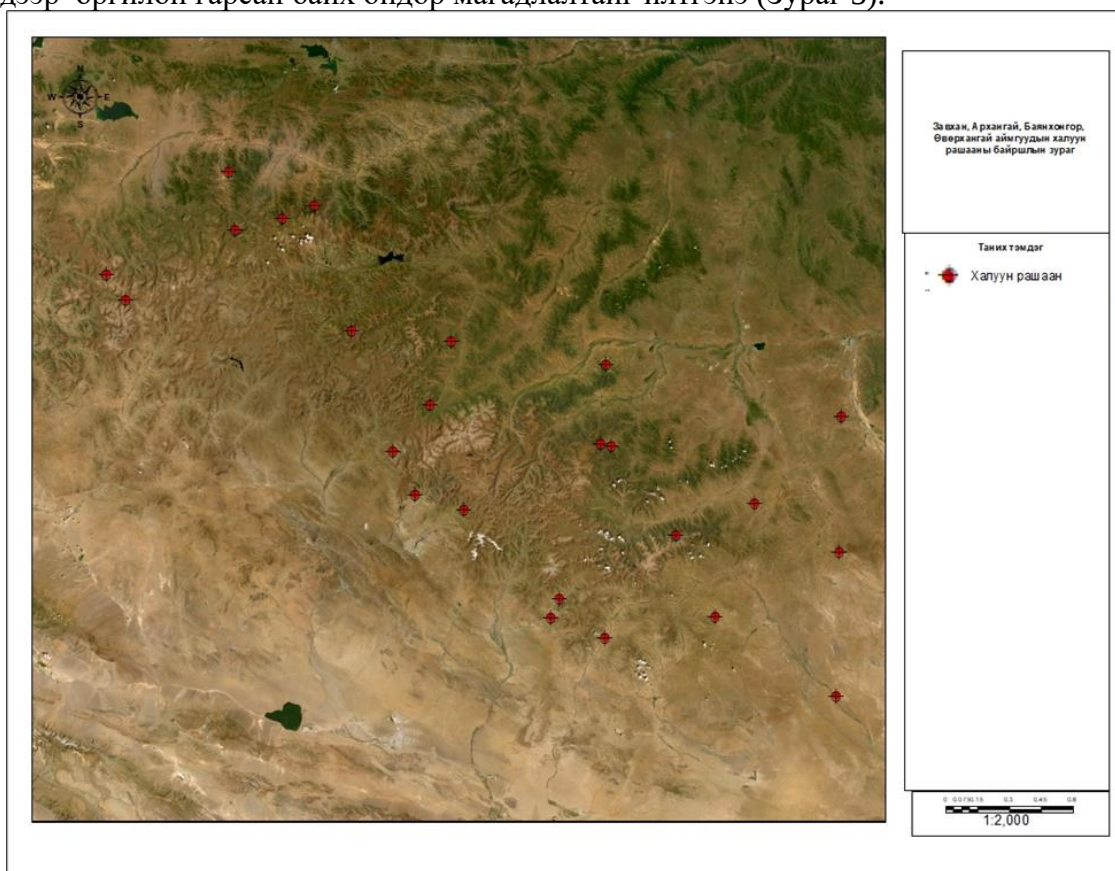
буцлах температураас ямагт бага (100°C -аас бага), харин 2.0 км орчим гүнд температур нь 150°C -ээс үл хэтэрнэ. Энэ термаль усанд хийнүүд маш бага агуулагдах ба хийнүүдийн бараг 95-99%-ийг азот эзэлнэ. Усны исэлдэн ангижрах потенциал (Eh) 10-160 мВ, зарим тохиолдолд сулавтар ангижрах орчинтой бөгөөд гидросульфид (H_2S)-ын ионы оролцоо бага зэрэг байдаг. Энэ төрлийн термүүд нь орчин үеийн галт уулын мужын гадна талд, ажиллагаатай галт уулаас нэлээд их алслагдсан бүс нутгуудаар тархсан байдаг.

Түүнээс гадна геотектониктой холбоотойгоор Монгол орны халуун рашааны голлох байрлалыг авч үзэж болно. Тухайлбал, Завханы Улаан хаалга, Архангайн Чулуут, Ноёнхангайн халуун рашаан нь маш урт 460 км орчим сунасан өргөрөг орчмын чигтэй региональ хагарал дээр цувж байрлах ба энэ хагарлын зүүн үзүүр нь Тамир голын хагарлаар тулагддаг бол баруун жигүүр нь Ханжаргалант (2884 м) Хайрханы баруун хойно Хар нуур, Баян нуурын зурвас хөндий рүү шургаж төгсдөг буюу энэ нь Хүнгүй голын хагарлын эх бололтой. Энэ региональ хагарлын өөр нэг онцлог ажиглагддаг зүйл бол Хангайн нурууны халуун рашааны блокийг Тарвагатайн нурууны халуун рашаануудаас тусгаарласны зэрэгцээ баруун талдаа Отгонтэнгэрийн халуун рашааныг мөн нэгэн адил тусгаарласан маш том бүтцийн хагарал гэдэг нь ажиглагддаг. Тарвагатайн нурууны нэгэн төрлийн боржинлогийн массивыг баруун хойш чиглэсэн хязгаарлагдмал суналтай хоёрдогч үүсэлтэй олон тооны хөндлөн хагарлууд огтолсон байдаг. Эдгээр хөндлөн хагарлуудад Тарвагатайн нурууны халуун рашаанууд нэлэнхүйдээ тархаж, тусгайлан Тарвагатайн блок үүсгэдэг. Иймд Тарвагатай, Хангайн энэ 2 том блок гарал үүсэл, геодинамикийн орчны хувьд бие даасан өөр, өөр генерацтай холбоотой нь ажиглагддаг. Тухайлбал Тарвагатайн блокд, баруун урдаас зүүн хойш чиглэн сулавтар нумран тогтсон хагарлын бүтэц дагасан гүний дулааны урсгал дээр Отгонтэнгэр, Хожуул, Улаан хаалга, Халуун ус, Зарт, Цэцүүх, Салбарт, Хөнжил, Цувраагийн халуун булгууд шугаман байрлалаар тархсан байдаг. Дээрх халуун рашаан булгууд илэрсэн талбайн геологийн тогтоц, геодинамик орчин нь плитийн захын нумын шохойлог шүлтлэг гранитоидоос бүрдэж байна (Ж.Бямба, Б.Доржсүрэн 2010). Харин Хангайн блокд цагийн зүүний дагуу нэг төвтэйгөөр хуйлран дугуйрч хумигдсан байдлаар цагариг үүсгэж тархсан халуун булгуудыг дагуулсан тетрагониаль (ортогиналь) хагарлын тогтолцоот бүтэц дээр нэг төвтэй гүний дулааны томоохон конвектив босоо урсгал байна гэж ажиглагддаг. Азотот термаль усны химийн найрлага-гол төлөв ихэвчлэн гидрокарбонат-натрийн, гидрокарбонат-сульфат натрийн, Сульфат гидрокарбонат натрийн, ховор тохиолдолд карбонат-хлорт-натрийн найрлагатай, эрдэсжилт 1,0 гр/л-ээс бага, температурын дээд хязгаар $80-90^{\circ}\text{C}$ -ээс үл хэтэрнэ. Ийнхүү Монгол оронд шинэхэн тектоник илүү хөгжсөн Алтай, Хөвсгөл, Хангай-Хэнтийн уулархаг хэсгээр сул ($0.2-0.5\text{г/л}$), сулавтар ($0.5-0.8\text{г/л}$) буюу 1.0 г/л хүртэл эрдэсжилттэй, 33- 90 градусын халуун азотот халуун рашаан тархсан байдаг. Эдгээр сул, сулавтар эрдэсжилттэй азотот халуун рашаан нь томоохон талстлаг цулдал (массив)-уудтай холбоотой буюу үндсэндээ боржинлог төрлийн чулуулаг дахь шинэхэн тектоник хагарал бутралын гүний бүсүүдэд үүсэж хуримтлагддаг онцлогтой юм.

Монгол орны халуун рашаанууд нь анионуудаас HCO_3 , SO_4 заримдаа CO_3 -ийн ионы бүрэлдэхүүнтэй, катионуудаас үнэмлэхүй өндөр хувийг натрийн ион эзлэх ба цахиурын хүчил ($\text{H}_2\text{SiO}_3 - \text{H}_4\text{SiO}_4$) 180 мг/л хүртэл агуулахаас гадна их даралт температурын ачаар ихэвчлэн ангижрах төлөвт талстлаг чулуулгийн эрдсүүдийн

шимэгдэлтийн үр дүнд дээрх бодисуудын агуулга усанд ямагт өндөр байхаас гадна боржинлог чулуулагтай холбоотой халуун рашаанд бичил элементүүдээс Si, F, HS, Rn, Cs, Pb, Ce, Sr, Zr-ны агуулга ерөнхийдөө илүү хэмжээтэй байдаг.

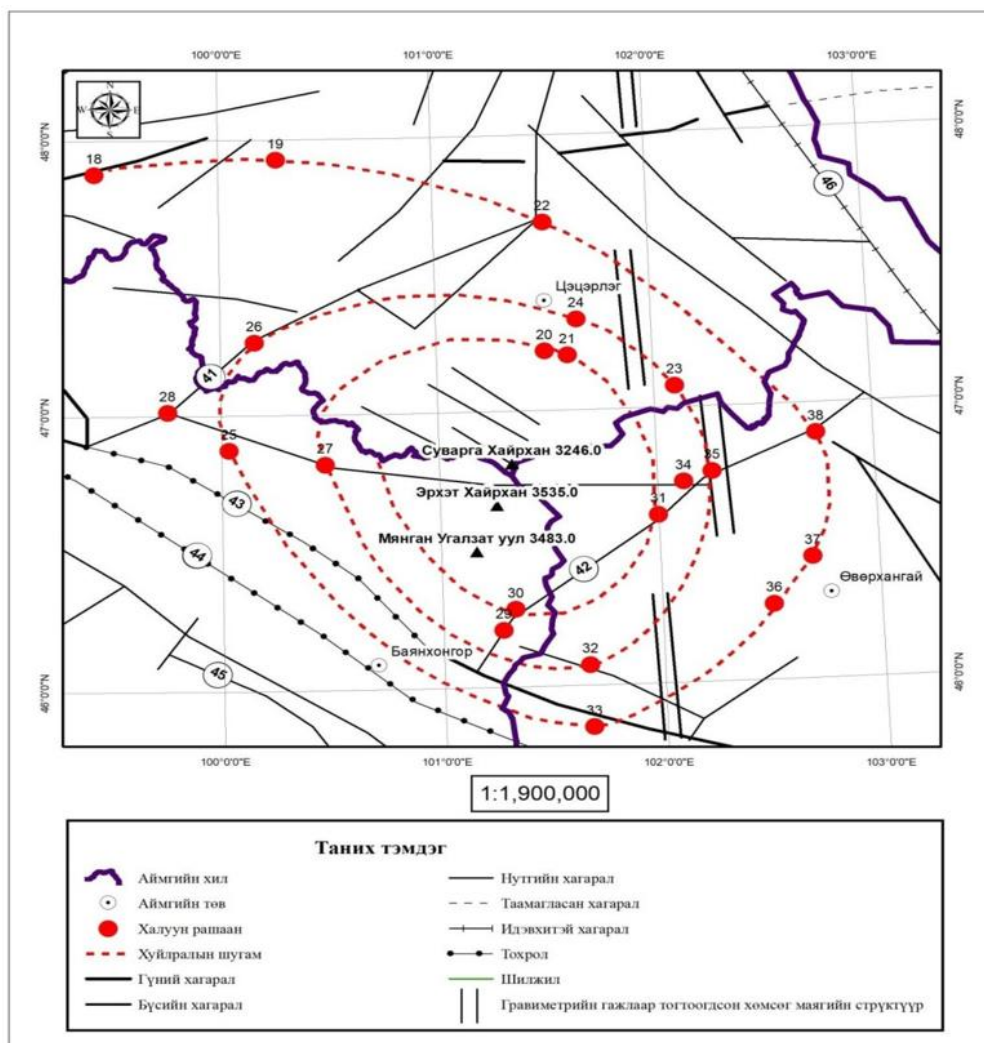
Монгол орны уулархаг атриат мужуудад тархсан азотот термаль ус нь шинэхэн тектоник хагарлын бүсийн хэмжээнд ихэвчлэн талстлаг боржинлогууд, мөн тэдгээрээр түрэгдэж атираажсан эртний тунамал-хувирмал чулуулгуудын хил зааг, уул хоорондын бичил хотгоруудын дарагдмал стрүктүүрт гидро инъекцын байдлаар тархсан байдаг. Хангайн нурууны блокд 20 гаруй халуун рашаануудыг солбицлоор нь тодруулж зураг дээр буулгахад өмнө өгүүлсэнчлэн нэгээхэн том цагариг бүтэц тасрахгүйгээр хуйларсан пүрш хэлбэрээр байрласан нь ажиглагдах ба энэ нь хожуу кайнозойн цаг үеийн шинэхэн тектоник хагарлын идэвхжилээр Хангайн нурууны халуун булгууд бүгд нэгэн зэрэг газрын гадарга дээр оргилон гарсан байх өндөр магадлалтайг илтгэнэ (Зураг 3).



Зураг 3. Хангайн нурууны халуун рашааны байрлалын зураг

Энд Архангай, Өвөрхангай, Баянхонгорын нутгаарх нийт 21 халуун рашаан булгууд байрлана. Нэг сонирхолтой нь дээр өгүүлсэн 3 аймгийн хилийн заагт орших төрийн тахилгат Суварга Хайрхан (3246 м), мөн Эрхэт Хайрхан (3535м), Мянган Угалзат (3483 м) зэрэг уулсын оргилууд нь дээрх цагариг бүтцийн яг төв тэнхлэг дээр оршиж, тэдгээр уулсын хормойгоор халуун рашаан булгууд гадарга дээр илэрсэн байгаа нь геодинамикийн ямар нэгэн зүй тогтлыг илэрхийлж байна гэж үзэж болно. Эдгээр уулсын оргилуудын геологийн тогтоц нь хожуу палеозой (C₂-P₂) -н хожуу орогений гранитоидуудаас бүрдэнэ (Ж.Бямба, Б.Доржсүрэн, 2010). Эдгээр уулсын өргөгдөл нь гүний дулааны урсгалын түрэлттэй холбоотойн зэрэгцээ түүнээс эхтэй дулааны босоо урсгал (конвекци)-

ын нөлөөгөөр халуун (термаль) ус тодорхой занга (ловушка) структурт бүрэлдэх гидродинамик нөхцөлтэй юм. Интрузийн түрэлт бол зөвхөн геологийн эрт цаг үед болоод өнгөрсөн гэж үзэж болохгүй, орчин үед ч, интрузийн түрэлт одоо ч явагдаж байгаа гэж үздэг. Тийм учир тэдгээрийг орогенезийн бүсүүд буюу дахин сэргэсэн уулс гэдэг. Тухайлбал галт уулын бялхалт одоо ч гэсэн явагдаж байдаг бол интрузийн түрэлт нүдэнд харагдахгүй ч газар хөдлөлт, халуун булгууд оргилох зэргээр дамжин илэрхийлэгддэг. Монгол орны халуун рашаанууд нь дахин сэргэсэн уулсын бүсээр дагнан тархсан нь кайнозойн цаг үед дээд мантийн дээд хэсгээс үүсэлтэй дулааны урсгалын түрэлт бүхий бүнхэртэй шууд холбоотой бөгөөд халуун рашаануудын 50% нь Хангайд, 21% нь Тарвагатайн нуруунд байрлах ба тэдгээр нь газрын гүний дулааны урсгалын томоохон үндсэн 2 өгөгдлийг бүрдүүлдэг юм. Хангайн нурууны төвийн хэсгээр 21 халуун рашаанууд нь баруун өмнөөс зүүн хойш чиглэсэн Эгийн даваа, Тонгорогийн давааны зэрэгцээ хагарлаар, баруун талаараа Хойд Баянхонгорын Гурван булгийн тохоролт хагарал, зүүн талаасаа баруун хойш чигтэй Хужиртын гэж нэрлэж болох зөрөг зэрэгцээ хагарлуудаар тус тус хянагдаж ерөнхийдөө тетрагиналь хагарлын тогтолцоог үүсгэсэн байдаг. Өөрөөр хэлбэл энэ бүтэц байрлал нь нэг том төвтэй нэг генерацтайг харуулна (Зураг 4).



Зураг 4. Төв хангайн халуун рашааны байрлалын зураг.

Монгол орны нутаг дэвсгэрт тархсан 43 халуун рашаан, 1 халуун уур тодорхой хэмжээнд судлагдаж, Өвөрхангай аймгийн Хужирт, Баянхонгор аймгийн Их Шаргалжуут, Бага Шаргалжуут, Завхан аймгийн Зарт, Отгонтэнгэр, Архангай аймгийн Цэнхэр, Шивэрт, Булган аймгийн Сайхан хулж, Баян-Өлгий аймгийн Чихэртэйн халуун рашаанд гидрогеологийн хайгуулын ажлаар өрөмдлөг, туршилтын болон ажиглалт горимын судалгаа, гидрохимийн дээжлэлтүүд хийгджээ. Эдгээр ажлын үр дүнд улс, орон нутгийн чанартай амралт, сувиллын үйл ажиллагаа тогтвортой үргэлжилж, эмчилгээний чиглэл, цар хүрээ улам өргөжиж байгаагаас халуун рашааныг түшиглэсэн Отгонтэнгэр, Их Шаргалжуут, Хужирт рашаан сувиллууд 70-90 жилийн түүхтэй ажиллаж, хүн ардынхаа эрүүл мэндийг сахин хамгаалахад үнэтэй хувь нэмэр оруулахын зэрэгцээ үйл ажиллагаа нь тогтвортой өргөжиж рашаан сувиллын тулгуур бүс болж чадсан нь сайшаалтай юм. Монгол оронд өнөөгийн байдлаар 15 халуун рашаан сувилалд нэг жилд ойролцоогоор 30 гаруй мянга орчим хүн амарч сувилуулж байгаа нь нийт хүн амын 0,9% буюу 1,0 орчим хувийг эзэлж байгаа нь туйлын хангалттай бус үзүүлэлт юм.

Бусад зарим тооны халуун рашааныг түшиглэн орон нутгийн сувилал, аялал жуулчлалын зорилгоор үйл ажиллагаа явуулан ашиглаж байна

Ер нь байгалийн термаль усыг дулааны технологи-ашиглалтаар 3 бүлэгт хувааж авч үздэг. Үүнд:

1. Бага эрчим хүчний чадавхтай ($20-70^{\circ}\text{C}$) байгалийн термаль усыг дараах байдлаар: Ил задгай хөрсөн бүрхэвчийн ургамлын дулаан хангамжийн зориулалттай усалгаанд ($20-25^{\circ}\text{C}$), Газрын гадаргын хөрсний халаалт дулаанд ($30-40^{\circ}\text{C}$), харин ($40-45^{\circ}\text{C}$) -ыг Эмчилгээний ванн-д Ногоо агуулах, хадгалах дулаанд ($45-60^{\circ}\text{C}$), болон Хүлэмжийн дулаан ($60-70^{\circ}\text{C}$)-д тус тус хэрэглэнэ.
2. Дунд зэргийн эрчим хүчний чадавхтай ($70-100^{\circ}\text{C}$) байгалийн термаль усыг орон сууц, барилга байгууламжийн халаалт, дулаанд.
3. Өндөр эрчим хүчний чадавхтай (100°C дээш) байгалийн термаль усыг их дулааны хангамжид хэрэглэх ба ерөнхийдөө 150°C -ээс дээш температуртай халуун усыг цахилгаан эрчим хүч боловсруулахад хэрэглэдэг байна. Дэлхийн улс орнууд газрын гүний термаль усыг:

- Цахилгаан эрчим хүч боловсруулан үйлдвэрлэхэд,
- Барилга, орон сууцны дулаан хангамжид,
- Хөдөө аж ахуйд,
- Аж үйлдвэрт,
- Эмчилгээ, сувилал (бальнеологи)-д өргөн хэрэглэж байна.

Эмчилгээ, сувиллын чиглэлээр Итали, Унгар улс тэргүүлдэг боловч дэлхийн ихэнх улс орнууд термаль усыг рашааны төрлөөр жигд өргөн ашигладаг байна. Монгол оронд ч нэгэн адил халуун рашааныг түшиглэн эмчилгээ сувиллын чиглэлээр эрт үеэс эхлэн өнөө хүртэл өргөн ашиглаж байна. Эндээс Монгол орны халуун рашааныг температурын ялгаагаар нь ангилбал:

1. $22-35^{\circ}\text{C}$ бүлээн рашаан,
2. $35-42^{\circ}\text{C}$ дунд зэргийн халуун рашаан,
3. $42-50^{\circ}\text{C}$ халуун рашаан,
4. $50-75^{\circ}\text{C}$ -ын их халуун рашаан,
5. $75-92^{\circ}\text{C}$ -ын маш их халуун рашаан гэж ялгагдаж байна.

Манай орны өнөөгийн нөхцөлд халуун рашааны судалгааг шинжлэх ухааны үндэстэйгээр судалж, тэдгээрийн дулааны эрчим хүчийг ашиглах, хэрэглээний чиглэл, эмчилгээний төрлийг өргөжүүлэн, улсын болон орон нутгийн чанартай рашаан сувилал, аялал жуулчлалын бүсийг олноор байгуулж, ариун цэврийн хамгаалалтын бүсийг оновчтой тогтоох, хүний зохисгүй үйл ажиллагааны улмаас рашаан бохирдож түүний ашиглалтын нөөц нь хомсдох явдлаас урьдчилан сэргийлэх нь илүү чухал гэж үзнэ. Энэ баялгийг түшиглэн ялангуяа уул-уурхайн салбарын хөдөлмөрийн хамт олон, тэдний эрүүл, мэндийг хамгаалах, уурхайгаас үүсэлтэй хор уршигтай өвчин эмгэгээс урьдчилан сэргийлэх, хүмүүсийнхээ хөдөлмөрийн идэвхийг дээшлүүлэхэд нөхөн сэргээх эмчилгээний төрөл халуун рашаан сувилал онцгой ач холбогдолтойг анхаарч үзэх явдал туйлын чухал гэсэн санааг дэвшүүлж байгаа юм. Яагаад гэвэл хүнд хүчир ажлын дараа зайлшгүй сэргээн засах эмчилгээ, сувилал хэрэгтэй. Энэ нь гагцхүү халуун рашаан сувилал амралт байх учиртай. Тийм учраас халуун рашаантай бүс нутгуудад уул уурхайн зүгээс хүндээ хандсан, хүн рүүгээ чиглэсэн үйлчилгээ үзүүлэх чиглэлээр хөрөнгө оруулалт баймаар, байх ёстой гэж үзэж байна. Өөрөөр хэлбэл Геоаялал жуулчлал, Геоэрүүл мэнд гэсэн чиглэлээр уулын үйлдвэрийг түшиглэсэн хөрөнгө оруулалт яагаад байж болохгүй гэж. Монгол орны халуун рашаанууд ихэвчлэн уулархаг, байгалийн сайхан бүрдсэн, ус ургамал ихтэй нутгуудад байдаг онцлогтойн гадна тэнд хүрэх зам харилцаа, дэд бүтэц маш сул хөгжсөн байдаг учир тэнд хөрөнгө оруулалт хамгийн гол асуудал байх болно.

Халуун рашааны эмчилгээний хүчин зүйл

Халуун рашааны хүний бие организмд үзүүлэх үйлчлэл, нөлөөлөл, ач тусыг олон жилийн клиник ажиглалтууд болон шинжилгээ судалгааны олон ажлуудын үр дүнгээр тогтоосон байдаг. Мэдээж эмчилгээний хүчин зүйлүүд нь рашааны физик, физик-химийн онцлог шинжүүдийн цогцолбор ойлголт бөгөөд тэдгээр нь гагцхүү хүний бие организмыг сэргээж илаарьшуулах, архагшсан өвчний эмчилгээнд зориулагдан хэрэглэгдэж байгаа гэж үзнэ. Рашаан усны химийн найрлага, үндсэн ионууд, температур, хийн найрлага, цацраг идэвхт чанар, хүнд металлууд зэрэг нь аливаа химийн процессуудыг идэвхжүүлэн түргэсгэх (катализатор) үүрэгтэйгээрээ илүү онцлогтой. Ялангуяа рашаан нь зүрх-судасны өвчнүүдийн олон хэлбэрийг эмчлэхэд гайхалтай эерэг үр нөлөөтэйн зэрэгцээ үе мөч, ясны өвчин, судас булчингийн өвчин эмгэг, элэг цөс ходоод-гэдэсний хоол боловсруулах замын архаг өвчин, мэдрэл, эмэгтэйчүүд, арьс, харшлын өвчний олон хэлбэрүүдийг эмчилж, өвчнийг илаарьшуулдаг, бие организмыг сэргээдгээр өндөр ач тустай юм. Жишээлбэл: алдарт Кавказын Цхалтубо рашаан сувилал нь эх орны дайны үед улаан армийн шархадсан байлдагч офицеруудыг эмчлэн сэргээж, биеийг илаарьшуулах зорилготой томоохон сэргээн засах төв болж өөрчлөгдөн ажиллаж байсан түүх байдаг. Халуун рашаан нь гидрокарбонат, бикарбонат натрийн найрлагатай, биоидэвхт хүхэрт устөрөгч ба цахиурын хүчил ихтэй учраас эмнэлэг-бальнеологийн өндөр ач холбогдолтой юм. Мөн молекулын буюу коллойд хэлбэр бүхий цахиурын хүчлийг их хэмжээгээр агуулсан сулавтар эрдэсжсэн рашаан учир арьсны, гэмтлийн үүсэлтэй өвчнүүд, ходоод гэдэс, үе мөчний өвчнүүдийг эмчлэхэд нэн тохиромжтойн гадна олон тооны термофиль-ийн бактериуд нь шархны төрлүүдийн идээт үрэвслүүдэд маш ач тустай, түргэн илаарьшуулдаг онцлогтой. Монгол орны халуун рашаанууд нь 33-92 градусын хооронд хэлбэлзэх ба хэт их халуун биш субтермаль усны шинжтэй байдаг нь

өнөөгийн түвшинд орчны барилга байгууламжийн дулаан хангамж, эмчилгээний зориулалтад бүрэн нийцсэн рашаан юм. Цаашид халуун рашааны бүс нутгуудад эмчилгээ сувиллын чиглэлээс гадна орчны барилга байгууламжийн дулааны эрчим хүч болгон ашиглахад илүү анхаарч судлах шаардлагатай байгааг тэмдэглэх хэрэгтэй. Ингэснээр ногоон эрчим хүчинд шилжих ирээдүй байгааг анхаарч түүнийг ирээдүйн инженерүүдийн шийдлээр бүтээж болно.

Өнөө цаг үед дэлхийн дулаарлаас хамааралтай цаг уурын өөрчлөлт, хүлэмжийн хийн ялгаралт, нөгөө талдаа уул уурхайн олборлолттой холбоотой тоосжилт, агаарын бохирдол нь хүн, амьтны эрүүл мэндэд ихээхэн сөрөг нөлөөлөл бий болгож ялангуяа хүний эрүүл мэндэд хор уршигтай мэргэжлийн өвчлөлийг үүсгэж байна. Энэ нөхцөлд химийн эм, тариурын хэрэглээнээс зайлсхийж байгалийн өгөгдөл болох рашаан ус, цэнгэг агаар, нар салхины эрчим, эмийн ургамал, генетик өөрчлөлтгүй хоол, хүнсээр эрүүл мэндээ хамгаалах, эмийн бус эмчилгээний аргыг илүүтэй эрхэмлэх боллоо. Эмгүй эмчилгээний олон аргуудын нэг, өнө эртнээс үр дүнтэй нь мэдрэгдэж ирсэн нь рашаан усны эмчилгээ засал ажээ. Ийнхүү "Хамгийн анхны эмч бол эх хүн, хамгийн эртний эм бол рашаан ус" гэх хуучны үг ихээхэн үнэн болой гэж төгсгөө.

ДҮГНЭЛТ

Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд уулархаг атриат мужуудад гидрогеологийн массивыг үүсгэж байгаа талстат чулуулаг зонхилсон зарим тохиолдолд эртний хувирмал тунамал, бялхмал чулуулгийн хил зааг, гүний хагарлын суларсан бүс дагасан хэсгүүдэд мантиас дээш хөөрсөн гидротерм нь чулуулгийн хагарал ан цав дагаж доош шүүрч орох гадаргын болон газрын доорх хүйтэн усны фронтыг угтаж тэдгээртэй холилдсоны улмаас халуун рашаан (термаль ус)-ууд бүрэлдэн бий болж олон тооны булаг хэлбэрээр гадарга дээр илэрсэн байдаг. Эдгээр халуун рашаанууд Дорнод Саян (Хөвсгөл орчмын), Монгол-Алтайн нуруу, Хангай, Хэнтийн нуруу, Их-Хянганы нуруу зэрэг уулархаг бүс нутгуудад байршиж байна.

Монгол орны шүтлэг халуун рашаанууд нэлэнхүйдээ гүний түрмэл боржинлогт үүсэж бүрэлдсэн байх бөгөөд ялангуяа Төв Хангайн олон тооны халуун рашаанууд пермийн 2-р хагаст голдуу Зүүн Хангайн дүүрэгт дээд манти руу сүбдүкцэлсэн эртний далайн царцдасын хайлалтаас үүссэн шохойлог-шүтлэг найрлагатай гранитоид түрсэн [3]-тэй холбоотой бол, пермийн эцэс-түрүү триаст аккрецын бүрдэл үүсэж байх хооронд Бага Хэнтийд сүбдүкцийн явц шилжиж мөн шохойлог шүтлэг гранитоидын олон тооны биетүүд түрж байсан [3] учир шүтлэг найрлагатай Ерөө, Ест, Их Онон, Бага Онон халуун рашаанууд тэдгээр гранитоидуудыг дагаж үүсэж бүрэлдсэн байдаг. Монгол орны халуун рашаанууд дахин сэргэсэн уулсын хэмжээнд сүбдүкцийн тектонигоор өдөөгдсөн дээд мантид нэрэгдсэн эртний далайн усны регенерацитай холбоотой нь тодорхой юм. Ийнхүү Монгол орны гидрогеологийн судалгаанд термаль усны геологийн гарал үүслийг онолын түвшинд хавтангийн тектониктой холбож тайлбарлах бүрэн үндэслэлтэй болно.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Н.Лхагва, Монгол орны халуун рашаан ба гидрогеотерм. Улаанбаатар, 2024 он.
- [2] П.Хөхөө, Шаргалжуут рашааны геотермаль систем. ШУТИС, ГУУС

“Геологи” сэтгүүл №38. Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд. Дугаар 31, тал 86-98. Улаанбаатар 2023 он.

[3] Ж.Бямба, Монголын геологи ба ашигт малтмал. IV боть. Литосферийн плитын тектоник. Улаанбаатар, 2012 он.

[4] Ж.Бямба, Геотектоник. Улаанбаатар, 2003 он.

[5] С.С.Бондаренко, Г.С.Вартанян, Методы изучения и оценка ресурсов глубоких подземных вод. Москва “Недра” 1986г.

[6] Н.Лхагва, 1974 онд Шаргалжуутын халуун рашаан дээр хийгдсэн гидрогеологийн эрэл, горимын ажиглалтын үр дүнгийн тайлан. Улаанбаатар, 1975 он.

[7] Н.Лхагва, П.Хөхөө, 2018 онд Их Шаргалжуутын халуун рашааны ордын ашиглалтын хайгуул, горимын судалгааны тайлан. Улаанбаатар, 2019 он.

[8] С. Юндэнбат, Домог түүхт Шаргалжуут рашаан. Улаанбаатар, 2024 он.

МОНГОЛ ОРНЫ РАШААНЫ СУДАЛГААНЫ ТОЙМ

Ч.Жавзан, Н.Тэгшбаяр

“Усны судалгаа, үнэлгээний хүрээлэн” НҮТББ

ХУРААНГУЙ

Монголын рашааны найрлага шинж чанарыг шинжлэх ухааны үүднээс судлахад Оросын эрдэмтэд, геологичид, химичид чухал үүрэг гүйцэтгэжээ. Тухайлбал 1926 онд В.А.Смирнов Төв болон Дорнод Монголын нутгаар явж нилээд алдартай гэсэн 16 рашааныг судалж, судалгааны үр дүнг 1932 онд хэвлүүлсэн байдаг [1]. Энэ үеэс эхлэн рашааны шинж чанар, гарал үүсэл хийгээд нөөц ундаргын талаар гадаад, дотоодын олон эрдэмтэн судлаачид судалсаар иржээ. Үндэсний мэргэжилтнүүдээс О.Намнандорж, Ш.Цэрэн, Ө.Нямдорж нар 1958-1960 оны хооронд Монгол орны нийт нутгаар явж 230 гаруй рашааныг судалж, үр дүнгээрээ "Монгол улсын рашаан" номыг 1966 онд гаргасан [2] ба түүнээс хойш 50 жилийн дараа 2009 онд БОАЖЯ-наас санаачлан "Монгол орны рашааны тооллого, паспортжуулалтын ажил"-ын хүрээнд бүх аймгийг хамарсан 191 рашааны судалгааг хийсэн [3]. Манай орны рашааны судалгааг хийсэн үе үеийн эрдэмтэн судлаачдын бүтээлүүдийг эмхэтгэн, өөрсдийн судалгааны үр дүнгээр баяжуулан ард түмэн маань рашаан хэмээн хүртдэг 386 рашаан, рашаан төст булгийг нэгтгэн **“Монгол орны рашаан”** бүтээлийг бид гаргаад байна [4]. Энэхүү өгүүлэлдээ бид дээрх рашааны шинж чанарыг тоймлон оруулсан болно.

Түлхүүр үг: Рашаан, ууссан эрдэс, температур, нүүрсхүчлийн хий, бальнеологи

ОРШИЛ

Манай ард түмэн эрт цагаас эхлэн рашааныг шинжин, анагаах чанарыг ашиглаж рашаанд орох, уух, боргионд цохиулах, шавших, угаах, түрхэх, рашаанд халсан чулуугаар жигнэх, шавраар шавах зэргээр элдэв өвчин эмгэгээ эмнэн сувилж анагаахаар ирсэн баялаг түүхтэй билээ. Рашаан нь хоол боловсруулах эрхтэн төдийгүй зүрх судас, сэтгэл мэдрэл, үе мөч гээд бүх л эрхтэн тогтолцооны үйл ажиллагаанд нөлөөлөх олон талын ач холбогдолтой. Рашаан нь жирийн уснаас ялгаатай бөгөөд биологийн идэвхит бүрдэлүүдийн агуулга, ионы, давсны болон хийн найрлагын цогц хэлбэрээрээ хүний бие махбодид эмчилгээний идэвх үзүүлдэг байгалийн ус юм. Усанд ууссан элементүүдийн агууламж нь хүний бие махбодь, аль нэг эрхтэнд зохистой нөлөөлж чадахуйц онцгой чанар, найрлагатай байгалийн усыг “Рашаан” гэх бөгөөд гарал үүслээрээ газрын доорх усны бүлэгт багтдаг. Эмчилгээний рашааны найрлагад байвал зохих эрдэс бодисын хамгийн дээд хэмжээг заасан төгс хязгаар одоо болтол байхгүй гэж үзэж болно. Байгалийн рашааныг ууссан эрдсийнх нь хэмжээгээр үнэлэхээс гадна температур, бальнеологийн үнэт хийтэй эсэхээр нь мөн устөрөгчийн ионы концентрациар нь тус тус ангилдаг.

Монгол оронд халуун хүйтэн рашааны дэргэдээс хуучин, шинэ үеийн чулуун зэвсэг, хүрэл зэвсэг, дөрвөлжин булш олдсон баримт олон газарт байдаг нь Азид оршин сууж байсан эртний олон овог аймгийн хүмүүс рашаан ус ашиглаж байсны баримт болно. Энэ талаарх олон баримт сэлт болон манай орны рашааны судлагдсан байдал, ангилал зүй, манай орны хаагуур ямар рашаан тархсан талаарх мэдээллийг нэгтгэн **“Монгол орны рашаан”** номонд тодорхой бичсэн болно. Энэхүү бүтээлд орсон рашааны товч мэдээллийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 1. Монгол орны рашаан номонд орсон аймгуудын рашаан

д/д	Аймгийн нэр	Рашааны тоо	Халуун рашаан	CO ₂ -тэй	Радонтой	Онцлох рашаан
1	Архангай	38	7	-	3 /Булган уул/	Хадат
2	Баян-Өлгий	12	3	-	-	Чихэртэй
3	Баянхонгор	15	7	-	-	Шаргалжуут
4	Булган	28	1	-	-	Хульж
5	Говь-Алтай	6	-	-	-	Хүнхэр зуслан
6	Говьсүмбэр	3	-	-	-	Цоорхой
7	Дорноговь	8	-	Ихэнх нь	1	Халзан-Уул
8	Дорнод	25	-	Ихэнх нь CO ₂ -тэй, эрдэслэг		Утаат Минчүүр
9	Дундговь	13	-	Ихэнх нь CO ₂ -тэй, эрдэслэг		Тогоо
10	Завхан	18	6	-	-	Отгонтэнгэр
11	Орхон	3	-	-	-	Баян-Өндөр
12	Өвөрхангай	25	7	-	-	Хужирт
13	Өмнөговь	5	-	-	-	Хадат
14	Сүхбаатар	14	-	Ихэнх нь	-	Тал булаг
15	Сэлэнгэ	30	1	-	-	Ерөө
16	Төв	61	1	3	-	Жанчивлан
17	Увс	12	-	-	-	Хар Тэрмэс
18	Улаанбаатар	5	-	1	-	Оргил
19	Ховд	6	1	-	-	Улаан богоч
20	Хөвсгөл	25	5	-	-	Булнай
21	Хэнтий	34	1	Ихэнх нь	-	Онон

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГАЗҮЙ

Рашааныг эрт дээр үеэс эмчилгээний зориулалтаар хэрэглэж ирсэн боловч одоог хүртэл нэг мөр болгож хэвшсэн ангилалт гараагүй байна. 1960-аад оны үед О.Намнандорж, Ш.Цэрэн, Ө.Нямдорж нар Монгол орныг хамарсан рашааны судалгааг хийж, рашааны химийн найрлага, эрдэсжилт, температур, цацраг идэвхт чанар, найрлаганд нь оролцсон биоидэвхт элемент, хүчиллэг шүлтлэг чанар, ууссан буюу холилдон орших хий зэрэг үндсэн үзүүлэлтүүдээр нь рашааныг ангилсан байдаг [2]. Энэхүү ангилал болон Оросын эрдэмтдийн ангилал түүнчлэн 1970-аад оны үед зохиогдсон “Усыг нэгдмэлээр ашиглах хамгаалах Ерөнхий схем” [5]-д үзүүлсэн ангилал зэргийг харгалзан бид рашааны голлох үзүүлэлтүүдийг дараах байдлаар ангилсан . Үүнд:

Хүснэгт 2. Байгалийн усны температурын ангилал [4]

Т°С	Рашааны төрөл	Т°С	Рашааны төрөл
0.0-4.0	Хэт түйтэн	20.1-30.0	Бүлээвтэр
4.1-10.0	Хүйтэн	30.1-40.0	Бүлээн
10.1-20.0	хүйтэвтэр	40.1-60	Халуун
Т°С >60.1 бол Хэт халуун гэж температураар 7 ангилсан			

Хүснэгт 3. Байгалийн усны эрдэсжилт, хатуулгийн ангилал [6]

№	Эрдэсжилтийн		Хатуулгийн	
	зэрэг	г/л	зэрэг	мг-экв/л
1	Нэн цэнгэг	<0.20	Маш зөөлөн	<1.50
2	Цэнгэг	0.21-0.50	Зөөлөн	1.51-3.00
3	Цэнгэгдүү	0.51-1.00	Зөөлөвтөр	3.01-5.00
4	Давсархаг	1.01-3.00	Хатуувтар	5.01-7.00
5	Давстай	3.01-7.00	Хатуу	7.01-9.00
6	Шорвог	>7.01	Маш хатуу	>9.01

Хүснэгт 4. Байгалийн усны рН-ийн ангилал [6]

рН	Ангилал	рН	Ангилал
<3.5	Хүчтэй хүчиллэг	6.9-7.2	Саармаг
3.6-5.5	Хүчиллэг	7.3-8.5	Сул шүлтлэг
5.6-6.8	Сул хүчиллэг	8.6-10.0	Шүлтлэг
рН>10.1 бол Хүчтэй шүлтлэг гэж рН-аар 7 ангилсан			

Найрлагын хувьд: Усыг химийн найрлагаар нь нэрлэхдээ нэгдүгээр зонхилогч анионоор бусдыг дараалуулан катионоор дуусгана. Үүнийг Алекины индекс гэж нэрлэж хэвшсэн байдаг. Жишээлбэл: S^{Na-} байвал сульфатын ангийн, натрийн бүлгийн ус буюу нэгдүгээр зонхилогч нь анионуудаас сульфат, катионуудаас натри, CCl^{Ca-} гидрокарбонат-хлорын ангийн, кальцийн бүлгийн ус зонхилсон байх жишээтэй.

Байгалийн ус ба рашааныг гүйцэт үнэлж, түүний хэрэгцээг тодорхойлохын тулд үндсэн үзүүлэлтүүдийг хураангуйлан тэмдэглэж, хооронд нь харьцуулахад хялбар болгон гидрогеологичид, гидрохимичид, бальнеологид М.Г.Курловын томъёог хэрэглэдэг. Энэ томъёонд эхлээд биоидэвхит бүрэлдэхүүн, эрдэсжилтийг тус тус г/л-ээр илэрхийлж бичнэ. Дараа нь зураасны дээд талд зонхилох анионуудыг, зураасны доод талд катионуудыг экв%-оор илэрхийлж ихээс нь бага руу нь дараалуулж бичдэг. Эцэст нь температур, рН, нөөц, цацраг идэвхийг хураангуйлан бичнэ. Тухайлбал, Халзан-Уулын рашааны шинж чанарыг Курловын томъёогоор илэрхийлбэл:

$$CO_{1.3}^{2-} M_{8.4} \frac{Cl^{-} 50 HCO_3^{-} 42 SO_4^{2-} 8}{(Na^{+} + K^{+}) 85 Ca^{2+} 11 Mg^{2+} 4} H_2SiO_3 - 0.8 \text{ рН } 6.6 \text{ } T^{\circ} 12 - 14.8$$

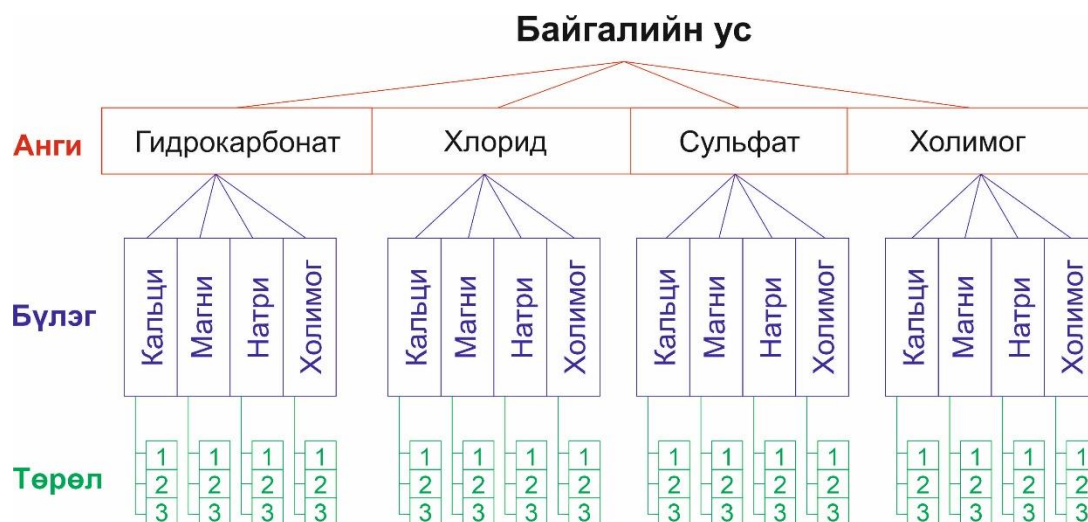
Улаанбаатарын рашаан:

$$CO_{1.8}^{2-} M_{0.7} Fe_{0.03} \frac{HCO_3^{-} 97}{Ca^{2+} 58 Mg^{2+} 16 (Na^{+} + K^{+}) 25} T^{\circ} 5.0 \text{ рН } 5.8$$

Рашааныг зонхилох хийгээр нь нүүрсхүчлийн, азотын, хүхэрт устөрөгчийн, азот ба нүүрсхүчлийн, нүүрсхүчлийн ба метаны хийтэй гэж ангилж болно. Гэхдээ энэ хийнүүд нь ууссан ба холилдон орших бүх хийн эзлэхүүний 10%-аас доошгүйг эзэлсэн байвал зохино. Олон улсын тогтоосон хэмжээгээр 250 мг/л-ээс их нүүрсхүчлийн хий бүхий усыг нүүрсхүчлийн хийтэй, 10 мг/л-ээс доошгүй хүхэрт устөрөгч бүхий рашааныг эмнэлэгийн чанартай рашааны ангид тус тус оруулдаг. “Усны нөөцийг нэгдмэлээр ашиглах ба хамгаалах ерөнхий схем”-д рашааныг ууссан хийгээр нь сул хийтэй, дунд зэргийн хийтэй, их хийтэй гэж хийн орцын хэмжээгээр ангилсан байна. ОХУ-ын эрдэмтэн В.В.Иванов, Г.А.Невраев нар 1964

онд “Рашааныг үнэлэх үндсэн шалгуур” гаргахдаа рашааныг нүүрсхүчлийн хийн агууламжаар дараах байдлаар ангилжээ [7]. Үүнд:

1. Сул нүүрсхүчлийн ус (0.25-1.4 г/л)
2. Дунд зэргийн нүүрсхүчлийн ус (1.4-2.5 г/л)
3. Нүүрсхүчлийн хий ихтэй ус (>2.5 г/л)



Зураг 1. Байгалийн усны химийн найрлагын ангилал

Рашааны найрлаганд дээр дурьдсан үндсэн элементүүдээс гадна бром, йод, фтор, фосфор, төмөр, хүнцэл, цахиур, лити, стронци, бари, манган зэрэг бичил элементүүд маш бага тунгаар ионы хэлбэртэйгээр оролцсон байдаг. Рашааны найрлаганд тодорхой хэмжээ ба харьцаатай оролцсон нэг буюу хэд хэдэн бичил элемент нь уг рашааныг өвчин анагаах онцгой чанартай болгодог. Иймээс эдгээр бичил элементийг биоидэвхт нэгдэл ч гэж нэрлэдэг. Зарим рашааны найрлагад хий /H₂S/ ба ион /HS⁻/ байдалтай хүхэрт устөрөгч хэдийгээр бага хэмжээтэй оролцсон байх боловч тэр нь уг рашааныг өвчин анагаах чанартай болгож байгаа чухал бүрэлдэхүүний нэг нь юм. Иймээс хийн байдалтай хүхэрт устөрөгчийг биоидэвхт нэгдэлд тооцдог. Найрлагадаа тодорхой хэмжээний биоидэвхт элемент агуулсан рашааныг уул элементийнх нь нэрээр хүхэрт устөрөгчит, төмөрт, хүнцэлт, борт, фторт гэх мэтчилэн ангилдаг.

Ямар ч нөхцөлд өөрөөсөө хасах, нэмэх цэнэгтэй ба цэнэггүй маш жижиг хэсгүүдийг байнга цацруулж байдаг уран, ради, радон зэрэг элементийг цацраг идэвхт чанартай гэдэг. Байгалийн ус ялангуяа рашаанд радон ба ради нилээд хэмжээгээр хуримтлагдах ба ямар ч рашаан дахь радоны хэмжээ нь түүн дотор байгаа бусад хийнээс маш хувийг эзлэхээс гадна анагаах чанар нь уг хийд байгаа биш харин түүний задралаар гарч байдаг α, β, гамма цацрагт байна гэж үздэг.

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Монгол орны рашаан шинэ төрмөлийн сэвсгэр хурдас, бялхмал хүрмэн чулуулаг, цэрд, эртний ба дунд төрмөлийн эх газрын гаралтай тунамал чулуулаг, эртний болон дунд төрмөлийн бялхмал чулуулаг, доод-хажуу, дээд-түрүү, анхдагч ба эртний доод төрмөлийн хувирмал чулуулаг, эртний анхдагч төрмөлийн үеийн

хувирмал талстат чулуулаг, анхдагч-эрин төрмөлийн карбонатын чулуулаг, янз бүрийн настай тунамал чулуулаг зэрэг ус хуримтлуулах чулуулгийн хэв шинж, найрлагатай шүтэлцэн Монголын геологийн бүх хэв шинж гидрогеологийн формацуудад рашаан тархжээ. Байгалийн баялгийг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр зохистой ашиглахын тулд тухайн баялгийн тархан орших зүй тогтол, анги төрөл, чанар найрлагын онцлогийг илрүүлж түүний үндсэн дээр ангилалт, мужлалт хийдэг. Гэхдээ рашааны мужлалтын талаар олон маргаантай асуудлууд байдаг ба манай орны рашааны ангилалт, мужлалт олон янз билээ. Бид рашааны шинж чанарыг ерөнхий тоймлон халуун рашаан, хүйтэн рашаан гэж авч үзлээ.

Халуун рашаан нь эртнээс мэдэгдэж байсан гайхалтай эдгээх чадвартай. Халуун рашааны байгалийн эх үүсвэрүүдийн ихэнх нь арьс, булчингийн тогтолцоо, дархлаа болон хүний биеийн бусад системд сайнаар нөлөөлдөг ашигтай эрдэс бодисын баялаг цогцолборыг агуулдаг. Халуун рашааныг зүрх судас, мэдрэл, үе мөчний өвчний үед түлхүү хэрэглэдэг. Хоол боловсруулах замын эрхтэний өвчний үед ч заримыг нь ууж хэрэглэдэг. Маш зөөлөн, шүлтлэг орчинтой рашаан ус нь арьсыг булбарай зөөлөн болгодог.

Судалгаанаас харахад манай орны баруун хэсэг, Хангай, Хэнтийн уулархаг нутгаар ихэвчлэн халуун рашаан зонхилон тархсан бөгөөд халуун рашаан нь сул шүлтлэгээс шүлтлэг орчинтой, маш зөөлөн, цэнгэг устай, бага зэрэг хүхэрлэг хийтэй байна. Олон жилийн хэмжилт судалгаагаар манай орны **халуун рашааны** температур 24°C - 102.8°C , усны орчин сул шүлтлэгээс шүлтлэг (pH 8.3-9.0), исэлдэн ангижрах потенциал эерэг, сөрөг утгатай, хүхэрт устөрөгч нь гипосульфатын хэлбэртэй, хийн бүтцэд азот зонхилох ба ион эрдсийн найрлагад карбонат, гидрокарбонат-карбонат, сульфат голлоно. Харин катионы найрлагад натри зонхилдог онцлогтой ба бараг бүх халуун рашаан маш зөөлөн (хатуулаг 0.1-0.4 мг-экв/л) устай, гидрокарбонат-карбонатын ба карбонатын рашаанууд сул эрдэсжсэн (0.5 г/л хүртэл), карбонат-сульфат, сульфат-карбонатын рашаанууд мөн л бага эрдэсжсэн (0.5 г/л-ээс хол хэтрэхгүй), сульфатын рашаанууд арай ахиу эрдэсжсэн (0.5-1.0 г/л) байна.

Халуун рашааны өөр нэг онцлог бол фторын ион нэлээд хэмжээтэй агуулагддагт оршино. Ихэнх халуун рашаан хүхэрт устөрөгчийн хийтэй байх ба орчны шүлтлэг урвалд молекул нь гидросульфат ионы (H_2S) хэлбэрт орно. Халуун рашааны хамгийн гол өвөрмөц төрхийн нэг бол цахиурын хүчлийн агууламж их (50-220 мг/л) байдагт оршино.

Цахиурын бүлгийн эрдэс чулуулгаас хамгийн их температуртай халуун рашаан гарах ба манай орны халуун рашааны энэ бүлгийн төлөөлөгч Шаргалжуутын рашаан юм. 2009 оны судалгаагаар уг рашааны үндсэн ундаргын температур 102.8°C хүрснийг тэмдэглэсэн байдаг [8].

Хүхэрт устөрөгчтэй Шаргалжуутын халуун рашааны боржин чулууны цулдам, тэдгээрийн хэмхдэс хоорондуур галт уулын /гейзер/ гаралтай чулуулгийн хүч түрэлттэй халуун ус газрын гадаргад ил гарч тунамал ан цав, нүх сүв, цементлэг үүсгэх учир илэрцийн байрлал солигдоно. Галт уулын цемент чулуу SiO_2 (79%) өндөр агууламжтай. Халуун рашааны эмчилгээнд температур, орчны шүлтлэг чанар, хүхэрт устөрөгч, цахиурын хүчил, фтор, карбонат, гидрокарбонат, сульфат-натрийн эрдсийн хам бүтэц орно.



Зураг 2. Шаргалжуутын халуун рашааны температур

Рашаан усны физиологийн үйлчлэл үзүүлдэг үзүүлэлтийн нэг нь түүний орчин рН юм. Шүтлэг орчинтой рашаан ус арьстай харилцан үйлчлэлцэж, уян хатан чанарыг нэмэгдүүлдэг учир арьсны олон өвчний үед тааламжтай үйлчилгээ үзүүлнэ. Рашааны цахиурын хүчлийн өндөр агуулга нь түүнийг эмчилгээнд хэрэглэх үндсэн үзүүлэлтийн нэг болно. Цахиур түүний нэгдлүүд нь симпатикометик үйлчлэл үзүүлдэг буюу өөрөөр хэлбэл солилцооны процесст нөлөөлөх чадвартай биологийн идэвхит бүрэлдэхүүнүүд юм. Цахиурт нэгдлүүд нь хортой нэгдлүүдийг устгах чадвартай. Тэдгээр нь паразитын эсрэг үйлчилгээтэй. Цахиурт нэгдлээр баялаг рашаан усыг дотуур хэрэглэх үед гэдэсний эсэлт багасдаг гэж үздэг [9].

Нүүрсхүчлийн хийтэй хүйтэн рашааны дундаж температур 0.5°C - 14.5°C , нүүрсхүчлийн хийн агууламж 93.4-99.5%-ийг эзлэх ба хүчиллэг-сул хүчиллэг орчинтой (рН: 5.5-6.7), исэлдэн ангижрах потенциаль Eh: эерэг болон сөрөг утгатай, эрдэсжилт 0.6-25.0 г/л хүрнэ. Судалгаанаас харахад говийн болон зүүн хэсгээр нүүрсхүчлийн хийтэй, ихэвчлэн давстай, хатуу, ялангуяа Дорнод тал руугаа 2 валентын төмөртэй рашаан байх ба говь руугаа рашаан нь ихэвчлэн урсацгүй, худаг хэлбэрээр гардаг онцлогтой байна.

Химийн найрлагад гидрокарбонат, кальци-магни, натри, төмөр, гидрокарбонат-сульфат, магни-кальц, магни-натри, хлор-гидрокарбонат-сульфат, натри-магни-кальцийн хам бүрдэл зонхилно [9].

Ийм төрлийн рашаанаас өвөрмөц шинж чанартай зарим рашаануудыг дурьдвал, Эрдэнэтийн Баян-Өндөрийн рашаан хүчтэй хүчиллэг (рН-3.52), давстай (эрдэсжилт-3745 мг/л), маш хатуу (хатуулаг-11.35 мг-экв/л), төмөртэй (нийт төмөр-10 мг/л), химийн бүрэлдэхүүний хувьд хлорын ангийн, натрийн бүлгийн, 4-р төрлийн устай [6]. Харин Өвөрхангай аймгийн Бат-Өлзий сумын нутагт орших Үүртийн тохойн рашаан нь Оросын алдарт Кука, Нарзан шиг шинж чанартай, хүчиллэг (рН-6.08), давсархаг (эрдэсжилт-2665 мг/л), маш хатуу (хатуулаг-9.90 мг-экв/л), маш их хийтэй (нүүрсхүчлийн хий-1100 мг/л), химийн бүрэлдэхүүний хувьд гидрокарбонатын ангийн, натрийн бүлгийн, 1-р төрлийн устай байна [8].

Нүүрсхүчлийн хүйтэн рашааны эрдэс бодисын үүсгэл нь травертин чулуулаг болох ба энэ төрлийн рашаанд травертин чулуу өргөн тархсан ихээхэн талбайг хамран орших Халзан-Уул, Тогоо болон Монголын Өмнөд, Дорнод талын рашаанууд орно. Нүүрсхүчлийн хүйтэн рашааны химийн найрлагад төмрийн дутуу исэл, цахиурын хүчилбыч, бор, бром, органик нүүрсхүчлийн нэгдэл, металл илэрдэг онцлогтой.

Энэ төрлийн рашааны эмчилгээний ач холбогдол нь нүүрсхүчлийн хий (0.5-4 г/л), төмөр, бор, бром, сул хүчиллэг орчин, радон хий, гидрокарбонат, сульфат, хлор зэрэг эрдэс бодисын хам бүрдэлд оршино. Рашаан төстэй хүйтэн булаг ус Хангай, Хэнтийн нуруунд өргөн тархсан байдаг. Ийм ус гүний ан цаваар гарах ба химийн найрлагад нь нүүрсхүчил, хүхэрт устөрөгч, радон хий бага хэмжээтэй агуулагдана [9].

Манай орны хувьд рашаан сувиллыг төрөлжүүлж, хоол боловсруулах замын өвчнийг Жанчивланд, зүрх судас, эмэгтэйчүүд, үе мөчний өвчнийг Оргилд, зүрх судас, үе мөчний өвчнийг Хужиртад, баруун бүсийн аймгуудын зарим өвчтөнийг Отгонтэнгэрийн рашаан сувилалд эмчлэх гэх мэтчилэн хэлбэр, үе шатыг хүртэл нарийвчлан зааж, Эрүүл мэндийн сайдын тушаалаар батлуулсан рашаан сувилалд эмчлэх өвчний жагсаалт гарган мөрдөж, өвчтөнийг рашаан сувилалд илгээдэг байсан. Рашааныг их уугаад байвал сайн гэж ойлгож болохгүй. Эмчийн заавраар тааруулж уух хэрэгтэй. Ямар ч зүйл хэмжээнээсээ хэтрэхээр хор болдог. Ялангуяа хүнд өвчтэй, зүрх судасны өвчтэй хүнд муугаар нөлөөлж, өвчнийг нь сэдрээдэг. Жанчивлангийн рашаан нэлээд хүчтэйд тооцогддог учраас хэтрүүлэн хэрэглэж болохгүй. Ер нь рашаан уухад учиртай. Хүчтэй чанартай рашааныг байнга ууж болохгүй, харин рашаан төст булгийн хувьд өөр хэрэг.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Олон жилийн судалгааны үр дүнг харьцуулж үзэхэд зарим рашааны шинж чанар өөрчлөгдөн хийн агууламж нь багассан байгаа нь уур амьсгалын өөрчлөлтөөс гадна буруу ашиглалттай ихээхэн холбоотой. Рашааны үндсэн шинж чанарыг алдагдуулахгүй тулд орчныг бохирдуулахгүй, онгон байдлаар нь хадгалж хойч үедээ үлдээх хэрэгтэй.

Зарим рашаан төст булгийг орон нутгийн хүмүүс ходоод, дотрын элдэв өвчинд уудаг ба үүнийг буруутгах учиргүй харин орон нутгийн зүгээс үүссэн замаг болон бохирдлыг цэвэрлэх, хаяг тэмдэглэгээг сайн хийх, иргэдэд мэдээлэл өгч, зөв боловсон хэрэглэхийг санал болгож байна. Сэлэнгэ аймгийн Улаан булаг нүдний рашааны дэргэд “Мэлмий”-н зураг байрлуулсан нь рашаанчдад сүсэглэн бишрэх, хүндэтгэх хайрлах, бас болгоомжлох сэтгэгдэл төрүүлэхүйц, санаа авахаар ажил болсныг дурьдахыг хүсч байна.

Рашааны судалгаанаас харахад ихэнх рашаан болон рашаан төст булгийн эхийг хашиж хамгаалсан боловч тэр бүр шаардлага хангахааргүй болжээ. Рашааны эхийг хамгаалах хашаа нь мал амьтан шөргөөх боломжгүй налуу (суурийг тавиу, дээшээгээ хумигдах маягаар) хийхэд газарт шон хатгах шаардлагагүй байж болохоор хийц загвар юм. Тухайлбал Хэнтий аймгийн Батширээт сумын Онон багийн нутагт байх Ар булгийн рашааныг ингэж хашиж хамгаалжээ.

Зарим рашааны эхийг хамгаалаагүй болон ор нэр төдий, шаардлага хангахгүй хашаалснаас рашааны гарц болон чанар муудах, түүний эргэн тойрон малын хөлөөр бохирдох, байгалийн гамшигт үзэгдлээс үүдэлтэй шороонд дарагдан хатаж ширгэх зэрэг эрсдэл үүсэх нөхцөл бүрджээ.



Зураг 3. Сэлэнгэ, Мандал “Улаан булаг”

Зураг 4. Хэнтий, Батишрээт
“Ар булаг”

Цаашид “Рашааны шинж чанар хийгээд анагаах чадварыг шинжлэх ухаан болон уламжлалт анагаах ухаантай хослуулан цаг хугацаанаас хамааруулан иж бүрэн нарийвчлан судлах”-ын тулд нарийн мэргэжлийн судлаачид, үүнд ялангуяа анагаах ухаан талаасаа эмч нарыг оролцуулсан судалгааны баг бүрдүүлж, мониторинг судалгааг хийх, зарим бичил элементүүдийн агууламж өндөр байгаа нь тэдгээр нь хоорондоо хорших замаар тодорхой өвчлөлийн анагааж болох эсэх гэх мэт рашааны өвөрмөц онцлогийг тогтоох, эртний судруудад хэрхэн номолж, ашиглаж байсан талаас нь судлах, рашааныг паспортжуулах, төр, олон нийтэд сурталчлан таниулах зэрэг ажил хийх хэрэгтэй гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Смирнов В.А. “Аршаны Монголии” Монголын Комиссын бүтээлүүд №5. Ленинград, хууд. 1-48, 1932 он
- [2] Намнандорж О., Цэрэн Ш., Нямдорж Ө. “Бүгд Найрамдах Монгол Ард Улсын рашаан” Улаанбаатар, 1966 он
- [3] БОАЖЯ “Монгол орны рашааны тооллого, паспортжуулалтын ажил”-бн хүрээнд хийсэн рашааны шинжилгээний үр дүнгүүд. Улаанбаатар, 2009 он
- [4] Жавзан Ч., Тэгшбаяр Н. “Монгол орны рашаан” Адмон хэвлэлийн газар. Улаанбаатар, 2024 он
- [5] Генсхема комплексного использования и охраны водных ресурсов МНР. Улаанбаатар., 1975 он
- [6] Жавзан Ч. “Орхон голын сав газрын гидрохими”. Мөнхийн үсэг хэвлэлийн газар. Улаанбаатар, 2011 он
- [7] В.В.Иванов, Г.А.Невраев “Рашааныг үнэлэх үндсэн шалгуур” 1964 он[8]. Жавзан Ч. “Төвийн бүсийн Рашааны судалгаа” ажлын тайлан. Улаанбаатар, 2009 он, хууд. 1-75
- [9] Доржсүрэн П. “Рашааны физик, химийн шинж чанар” Улаанбаатар, хууд. 3-60, 1980 он

ЦАГААН СҮМ ХАЛУУН РАШААНЫ ГЕОЛОГИ-ГИДРОГЕОЛОГИЙН ОНЦЛОГУУД

П.Хөхөө

*Усны ассоциац
p_khukhuu@yahoo.com*

ХУРААНГУЙ

Цагаан сүм халуун рашааны илрэлийн геологи-гидрогеологийн онцлог, газрын гүний дулаан орон, түүний зөөгдөл, геотермаль энергийн талаар хийсэн судалгааныхаа үр дүнгээс өгүүлсэн болно.

Түлхүүр үг: Хагарал, Ундарга, Дулаан солилцоо, Дулааны урсгал, Геотермометр.

ОРШИЛ

Цагаан сүм халуун рашаан Архангай аймгийн Хотонт сумын нутагт, Улаанбаатар хотоос баруун зүгт, Улаанбаатар-Хар Хорин-Хотонт-Өндөр Сант-Цагаан сүм гэсэн маршрутаар 442 км зайд оршино. Энэ рашаан Цагаан сүм голын зүүн гар талд, Балтын тэнгисийн түвшингээс 1702 м өндөрт өргөгдсөн байрлалтай юм.

Цагаан сүм халуун рашааныг зарим судлаачид “Жаран булаг”, “Жаргалант” хэмээн нэрлэдэг. Энд 60 булгийн илрэл байхгүй. Харин Ар Жаргалант гол, Өвөр Жаргалант гол Цагаан сүм голд нийлсэн уулзвараас доош Цагаан сүм голыг Жаргалант гэх нь газар зүйн байршлын хувьд зөв нэршил санагдана. Цагаан гол байнгын урсацтай. Олон жилийн дунджаар 344 мм хур тунадас унана. Голын хөндийд цэвдэг чулуулаг өргөн тархсан.

Цагаан сүм халуун рашааныг 1957 оноос эхлэн шинжлэх ухааны үндэстэй судалж эхэлсэн [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Янз бүрийн он жилүүдэд судлаачдын хийсэн судалгааны тоо баримтууд хоорондоо зөрүүтэй, эсвэл хуулбарласан байдал ажиглагдана. Үүнийг судалгааны зорилго, арга зүйтэй холбоотой гэж үзэв.

Цагаан сүм халуун рашааны илрэл Төв Монголын Хангайн өргөгдсөн бүс нутагт оршино. Булгийн орчимд дөрөвдөгчийн насны аллювийн хурдас (хайрганцар, янз бүрийн ширхэгтэй элс), карбон C₁ насны алевролит, аргиллитын линз бүхий элсэн чулуу тархсан. Булгаас баруун хойт зүгт, 2 км зайд триасын насны үд₁T диорит илэрсэн. Булгийн зүүн талаар 1 км зайд баруун хойноос зүүн урагш чиглэлд хагаралтай [12].

1:50000 масштабтай геологийн зураглалаар [3] дунд девон, дунд-дээд девон, доод карбонд хамаарах тунамал, вулканоген-тунамал терриген гаралтай хурдас, дээд палеозойн гүний шургамал бүрдэл, дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдас тархсаныг тогтоосон. Халуун рашааны илрэлийг дайруулж хийсэн геологийн зүсэлтээр ул чулуулаг нь дунд-дээд девоны настай Цэцэрлэг формацын янз бүрийн ширхэгт элсэн чулуу, цахиурлаг элсэн чулуу, алевролит, аргиллит 800-850 м зузаантай. Цагаан сүм голын урд, хойт талд перм-триасын Шар-Ус гол шургамал бүрдэл, карбоны Хангай шургамал бүрдэл тархсан.

Цагаан сүм халуун рашааны илрэлийн талбай том, жижиг хагарлуудаар хэрчигдсэн. Халуун рашааны илрэлийн баруун хойно, хойно диорит тархжээ. Цагаан сүм голын хөндийг дагасан үндсэн хагарал руу зүүн хойноос орсон туслах чанарын хагарлын уулзвар дээр буюу тектоник деформацид орсон цэгээс рашаан оргиж ундарна. Хагарлын уулзварын баруун хойт секторыг боржинлог чулуулаг бүрдүүлнэ [13].

Цагаан сүм халуун рашаан Орхон голын гидрогеологийн ай савд багтах Цагаан сүм голын татамд байршдаг. Цагаан сүм булаг орчимд тархсан газар доорх усыг түүний хөдөлгөөн, хуримтлагдах нөхцөл, геологийн структур зэргээр нь 3 төрөлд хуваав. Үүнд:

1. Бага зузаантай дөрөвдөгчийн аллюви, пролюви-делювийн гаралтай сэвсгэр хурдас дахь нүх сүвийн;
2. Ул чулуулгийн өгөршлийн бүс дэх ан цавын;
3. Тектоник хагарал, ан цав-судлын гэж ангилж болох юм.

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Судалгааны талбайд хээрийн маршрутын судалгаа, хэмжилт, ажиглалт, сорьцолтын ажил хийв. Халуун булгийн ундаргыг хөвүүрийн аргаар хэмжсэн. Уламжлалт бус энергийн нэг хэлбэр болох газрын гүний дулааны тооцоололд геотерм, дулаан солилцооны механизм, усны гидрогеохими, микроэлементийн шинжилгээ, геотермометрын кварц ба катионы бүлэг аргуудыг хэрэглэв.

ҮР ДҮН

2023 оны 5-р сард бид хээрийн судалгаа хийж халуун рашааны илрэлүүдийн уснаас сорьц авсан. Цагаан сүм халуун рашаан баруунаас зүүн чиглэлд 6 км урт, 1.2 км орчим өргөн, тэвш хэлбэрийн хөндийн адагт байрших бөгөөд халуун рашаан Цагаан сүм голд нийлсэн уулзвараас доош зүүн хойш чиглэлд урсана. Цагаан сүм халуун булаг голын зүүн гар талд, татамд оршино. Булгийн байрлал орчин үеийн геоморфологийн хэлбэршлээр Цагаан сүм голын усны түвшний дунджаас гипсометрын хувьд 6 м өндөр. +20 градусаас дээш температуртай халуун рашааны 5 булаг газрын гадаргад илэрсэн талбайн хэмжээ ойролцоогоор 2826 м². Цагаан сүм халуун рашааны 5 булаг нь тус бүр оноосон нэртэй бөгөөд хүний эрхтний нэршилтэй нь сонирхолтой (Хүснэгт 1, 2-оос харна уу). Үндсэн рашаан нь “Зүрхнийх” бөгөөд ундаргыг хөвүүрийн аргаар хэмжихэд 3.8 л/с, өөрөөр хэлбэл цагт 13.68 т ус ундрал урсаж байна. Зүрхний рашаан гадаргын хэвгийг даган 102 м урсаж Цагаан сүм голд нийлнэ. Цагаан сүм халуун рашааны ерөнхий дүр төрхийг фото зургаар үзүүлэв (Зураг 1).

Цагаан сүм халуун рашаан чанарын хувьд маш зөөлөн, шүлтлэг орчинтой, сул эрдэсжилттэй, эмчилгээний өндөр идэвх үзүүлдэг элемент болох ортоцахиурын хүчил, фторын өндөр агууламжтай, гидрокарбонат-натрийн төрлийн ус юм. Рашаан гадаад, дотоод тэжээлийн мужтай бөгөөд тэжээлийн эх үүсгүүр нь хур тунадас, гадаргын ус (Цагаан сүм гол), харин гарал үүслийн хувьд метеорын ус зонхилох магадлалтай.



Зураг 1. Цагаан сүм халуун рашааны ерөнхий төрх. 2023.05.18 (Фотог П.Хөхөө)

Рашааны физик-химийн шинж чанар. Судалгаанд хамрагдсан халуун рашааны 5 булгийн усны (Хүснэгт 1, 2, 3) температур $T +20\div+61^{\circ}\text{C}$, урвалын орчны шүтлэг буюу хүчиллэг байдлын зэрэг $\text{pH } 8.70\div 9.54$, цахилгаан дамжуулах чадвар $\text{EC } 368\div 395 \mu\text{S/cm}$, эрдэсжилт $\text{M } 224.9\text{-}274.5 \text{ мг/л}$, SiO_2 цахиурын ислийн дундаж агуулга $87.4\text{-}104.2 \text{ мг/л}$, фтор $\text{F } 6.4\div 6.7 \text{ мг/л}$ байна. Зүрх, Хамар-Хоолой, Ходоодны рашааны исэлдэн ангижрах потенциал $\text{ORP } -93\div -198 \text{ mV}$.

Хүснэгт 1. Цагаан сүм халуун рашааны физик шинж

Сорьц №	Рашааны нэр	$t_{\text{max}}, ^{\circ}\text{C}$	NTU	Тунгалаг, см	Өнгө	EC, $\mu\text{S/cm}$	TDS, ppm	Үнэр	Тунадас
1	Зүрхний	61	1.01	>30	үгүй	395	198	хүхэрлэг	үгүй
2	Хамар, хоолойн	37	181.35	0	Бор ногоон	371	185	хүхэрлэг	Бор ногоон
3	Ходоодны	38	22.92	23	Бор ногоондуу	386	193	хүхэрлэг	Бор ногоон
4	Нүдний	21	235.0	0	Бор ногоон	378	189	хүхэрлэг	Бор ногоон
5	Чихний	20	166.1	0	Бор ногоон	368	184	хүхэрлэг	Бор ногоон
	дундаж	35.4							

Тайлбар:

NTU- Булинггаршил;

TDS- Нийт ууссан давс.

Микроэлементийн бүрэлдэхүүн. Уух, бальнеологийн хосолсон зориулалтаар ашигладаг 5 халуун рашааны булгийн 57 микроэлемент тодорхойлоход Зүрхний рашаанд хөнгөн цагаан Al, талтал Ta, вольфрам W харьцангуй их, харин төмөр Fe, хүнцэл As, рубидий Rb, цезий Cs, уран U, мөнгөн ус Hg бага хэмжээгээр илэрсэн.

Зүрхний, Хамар-Хоолойн, Ходоодны рашаанд химийн микроэлемент W нэлээд их хэмжээгээр илэрч байна. Хамар-хоолойн рашаанд төмрийн агуулга өндөр байна.

Хүснэгт 2. Цагаан сүм халуун рашааны химийн найрлага

Сорьц №	Рашааны нэр	Химийн найрлага, Курловын томъёогоор
1	Зүрхний	$M_{0.25} \frac{(HCO_3 + CO_3)58SO_4 29 Cl 13}{Na 97}$ $pH\ 9.54, ORP(-198mV), EC\ 39.5\ mS/m, H_4SiO_4\ 166.5\text{мг/л}$
2	Хамар-Хоолойн	$M_{0.27} \frac{(HCO_3 + CO_3)52SO_4 36 Cl 13}{Na 97}$ $pH\ 9.19, ORP(-93mV), EC\ 37.1\ mS/m, H_4SiO_4\ 166.7\text{мг/л}$
3	Ходоодны	$M_{0.25} \frac{(HCO_3 + CO_3)52SO_4 36 Cl 13}{Na 97}$ $pH\ 9.49, ORP(-98mV), EC\ 38.6\ mS/m, H_4SiO_4\ 166.3\text{мг/л}$
4	Нүдний	$M_{0.27} \frac{(HCO_3 + CO_3)53SO_4 35 Cl 12}{Na 97}$ $pH\ 8.70, ORP\ 20mV, EC\ 37.8\ mS/m, H_4SiO_4\ 164.32\text{мг/л}$
5	Чихний	$M_{0.26} \frac{(HCO_3 + CO_3)57SO_4 29 Cl 13}{Na 97}$ $pH\ 9.28, ORP\ 24mV, EC\ 36.8\ mS/m, H_4SiO_4\ 139.8\text{мг/л}$

Гидротермаль системийн дулаан. Дулаан нь энергийн нэг хэлбэр, харин геотермаль энерги бол уламжлалт бус энергийн “шинэ” төрөл юм. Дулаан солилцооны голлох хоёр хуулийг ашиглаж Цагаан сүм халуун рашааны дулааны урсгалын загвар тооцоо хийлээ.

Кондуктив дулаан солилцоо. Дулаан, дулаан дамжуулалтыг Фурьегийн хуулиар олно:

$$dQ_{\tau} = -\lambda * \frac{dT}{dn} * dF * d\tau$$

Энд:

Q_{τ} - Дулаан (дулааны тоо хэмжээ, дулаан урсгал), Дж/с=Вт;

λ - Чулуулгийн дулаан дамжуулалт (-ын харьцал), Вт/(м*°C);

dT/dn - Температурын градиент;

n - Газрын гадарга руу чиглэсэн нормаль;

F - Дулаан солилцооны гадаргын талбай (изотермийн гадарга), м²;

τ - Хугацаа, с.

Гидротермаль процессын чухал үзүүлэлт бол дулаан урсгалын гадаргын нягт (дулаан дамжуулалт, дулааны ачаалал, дулаан тэжээгдлийн эрчим) юм. Энэ нь температураас уламжлал авсан тоон утгаараа тэнцүү вектор бөгөөд газрын

хэвлийгээс гадаргын нэгж талбайд ирж буй дулаан. Дулаан дамжуулалт чулуулгийн бүрэлдэхүүн, даралт, температураас хамаарна.

$$q = -\frac{dQ}{dF} * d\tau = -\lambda * \text{grad}(T) = -\lambda * \nabla T$$

Энд:

q- Дулаан урсгалын нягт, Дж/м²с=Вт/м²;

∇- Гамильтоны оператор («набла»).

Цагаан сүм халуун рашааны гидротермийн дулаан дамжуулалт боржинлог чулуулалт явагдана гэж үзвэл кондуктив дулаан, дулаан урсгалын нягт:

$$Q_{\text{конд}}=2.4 \text{ Вт/м}^2\text{C}^{\circ}25^{\circ}\text{C}/1000 \text{ м}^22826 \text{ м}^2=169560 \text{ Вт}$$

$$q=60 \text{ Вт/м}^2.$$

Конвектив дулаан солилцоо. Конвекцын механизм бодисын шингэн ба хийн төлөвт хамаарах боловч дулаан дамжуулалттай дагалдаж явдаг. Конвектив дулаан зөөгдөл буюу дулаан өгөмжийг олохдоо Ньютон-Рихманы империк томъёо [14] ашиглана.

$$Q=\alpha * F * (T_f - T_w) * \tau$$

Энд:

Q- Дулаан урсгал, Вт;

α- Дулаан өгөмжийн харьцал, Вт/м²°C;

T_f, T_w- Флюид (шингэн) ба гадаргын дундаж температур, °C;

F- Дулаан солилцооны биетийн гадаргын талбай, м²;

T- Хугацаа, с.

Цагаан сүм халуун рашааны дулаан урсгалыг конвекцын аргаар олбол:

$$Q_{\text{конв}}=6.7*2826*(130-61)=1306460 \text{ Вт}$$

$$q=462 \text{ Вт/м}^2$$

Халуун усны нөөцлүүрийн температур. Халуун рашааны гидрогеохими, микроэлементийн шинжилгээний үр дүнг ашиглан геохимийн геотермометрын аргуудаар халуун усны хэлбэршлийн гүний температурыг тооцоолов. Цахиурын исэл SiO₂ (кварц) болон катион Na/K геотермометрын арга ашиглан альтернатив 4 хувилбараар тооцоолол хийв. Энэ аргачлалыг боржинлог чулуулгийн орчинд, усны халуун 20÷250°C байх нөхцөлд ашиглахад тохиромжтой. Халуун усны хэлбэршлийн гүний температурыг уусмалын адиабат ба кондуктив хөрөлтийн үеийн Р.О.Фурньегийн тэгшитгэлүүдээр (1), (2) бодов [15].

а) Дулааны алдагдалгүй, адиабат процессын үед:

$$T_a=1522/[5.75-\log(\text{SiO}_2)]-273.15 \quad (1)$$

Энд:

SiO₂ – Цахиурын исэл, түүний концентрац, мг/л.

б) Максимум дулаан алдагдалтай кондуктив дулаан солилцооны үед:

$$T_k=1309/[5.19-\log(\text{SiO}_2)]-273.15 \quad (2)$$

Шүлтлэг металл буюу Na, K ионы харьцаа ашигладаг геотермометрын аргаар халуун рашааны нөөцлүүрийн гүний температурыг Фурньегийн томъёогоор (3), үнэлэв.

$$T_F = 1217/[1.438 + \log(Na/K)] - 273.15 \quad (3)$$

Энд:

катион Na, K, мг/л;

Тооцоонд Д.Ньева, Р.Ньева нарын [16] томъёо ашиглаж, үр дүнг нь харьцуулав (Хүснэгт 3).

$$T_N = 1178/[1.470 + \log(Na/K)] - 273.15 \quad (4)$$

Хүснэгт 3. Халуун рашааны хэлбэршлийн гүний температур

Рашааны нэр	Хэмжсэн температур, T ^{°C}	SiO ₂ аргаар тооцоолсон T, °C		Na/K аргаар тооцоолсон T, °C		T _д , °C
		T _к	T _а	T _F	T _N	
Зүрхний	61	134.89	139.78	123.78	107.10	126.39
Хамар, хоолойн	37	134.89	139.78	138.42	120.96	133.51
Ходоодны	38	133.80	138.49	131.98	114.86	129.78
Нүдний	21	126.33	129.62	-	-	127.98
Чихний	20	133.80	138.49	-	-	136.15
Дундаж	35.4					130.76

Тайлбар: T_д- Тооцоолсон температурын дундаж утга.

Газар доорх усны циркуляцын гүн. Халуун усны хэлбэршлийн температур, бүс нутгийн геотермийн градиентыг ашиглан усны хэлбэршлийн (геотермаль нөөцлүүрийн, циркуляцын) гүнийг дараах тэгшитгэлээр [14] олов.

$$D = (T_1 - T_2)/G + h \quad (5)$$

Энд

D- Геотермаль нөөцлүүрийн гүн (м);

T₁- Суурь температур буюу геотермаль нөөцлүүрийн температур (°C);

T₂- Газрын гадаргад илэрсэн халуун булгийн температур (°C);

G - Геотермаль (геотермийн) градиент (26°C/1000 м)

h- Температур тогтмол байх нейтраль бүсийн зузаан (м).

Томъёо (5)-ыг ашиглан геотермаль нөөцлүүрийн гүнийг олъё.

а/ Голлох халуун рашаан-Зүрхний:

$$D = [(T_1 - T_2)]/G + h = [(126.39-61)]/(26:1000)+20 = 65.39/0.026+20=2535 \text{ м.}$$

б/ Халуун 5 рашааны дундаж:

$$D = [(T_1 - T_2)]/G + h = [(130.76-35.4)]/(26:1000)+20 = 95.36/0.026+20=3688 \text{ м.}$$

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Энэ судалгааны зорилго нь Цагаан сүм халуун рашааны геологийн тогтоц, гидрогеологийн нөхцөлийн талаарх мэдээллийг шинээр баяжуулж физик-химийн шинж чанар, дулаан орон, халуун усны нөөцлүүрийн температур, газар доорх усны эргэцийн гүнийг үнэлэх байлаа.

Цагаан сүм халуун рашаан гидрогеотермийн нөхцөлөөрөө баруун урдаас зүүн хойш чиглэсэн региональ тектоник хагарлын бүсэд, түүнийг хойноос хөндлөн огтолсон харьцангуй залуу, туслах чанарын хагарлын уулзварт газрын гүний дулаан оронтой холбогдон үүсэж бүрэлдсэн бөгөөд рашааны агуулагч чулуулаг нь тунамал хурдас биш, харин диорит, зөөвөрлөгч орчин нь перпендикуляр хагарлын уулзвар болохыг тогтоож байна.

Рашаануудын байршил, илэрц, химийн найрлага ижил төстэй учир голлох Зүрхний рашааныг нарийвчлан судлах нь онолын болоод практик ач холбогдолтой.

ДҮГНЭЛТ

1. Цагаан сүм халуун рашааны ус чанарын хувьд маш зөөлөн, шүлтлэг орчинтой, сул эрдэсжилттэй, эмчилгээний өндөр идэвх үзүүлдэг элемент болох ортоцахиурын хүчил, фторын өндөр агууламжтай, гидрокарбонат-натрийн төрлийн рашаан юм.
2. +20 градусаас дээш халуунтай 5 булаг газрын гадаргад илэрсэн талбайн хэмжээ ойролцоогоор 2826 м². Халуун усны нөөцлүүрийн дундаж температур 130.8°C, эргэц буюу циркуляцын гүн дунджаар 3688 м, харин Зүрхний рашааны хувьд халуун усны хэлбэршлийн гүний температур 126.39°C, гүн 2535 м байна.
3. Гидротермаль системийн дулааныг дулаан солилцооны үндсэн хоёр хуулиар бодоход дунджаар 6468000 Вт, ашиглах боломжит энергийн хэмжээ 204 ТДж/жил болно.
4. Хүний зохисгүй үйл ажиллагаа, малын хөлийн бохирдлоос сэргийлж ойрын ирээдүйд уг рашааны ашиглалтын нөөцийн хэмжээ, хамгаалалтын бүсийн радиусыг тогтоох шаардлагатай.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Ө.Намнандорж, Ш.Цэрэн, Ө.Нямдорж. Танд ямар рашаан хэрэгтэй вэ?. Улаанбаатар. 2007. 464 тал.
- [2] Н.Жадамбаа. Гидрогеологи. VIII боть. Улаанбаатар. 2009. 538 тал.
- [3] Ө.Даваа, Б.Баянжаргал, Я.Ихбаяр, М.Ариунбаяр. 1-48-25-б, 1-48-25-г, 1-47-48-б, 1-48-37-а, б байр зүйн зургийн геологийн тогтоц, ашигт малтмал (Өвөрхангай аймгийн Бат-Өлзийт, Хужирт, Архангай аймгийн Цэнхэр, Цэцэрлэг сумын нутагт Сөдөтийн 2-р ангийн 1993-95 онд хийсэн 1:50000 масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын эцсийн үр дүнгийн тайлан). Хөдөө аж ахуй, үйлдвэрийн яам. “Цахиур” (УҮГ) компани. Улаанбаатар. 1996. Текст., 205 тал, Хавсралт 31 лист.

- [4] Purevsuren Dorj. Proceedings world geothermal congress. 2005. Antalya, Turkey, 24-29 april 2005. Possibility of geothermal heating system in Arkhangai province centre, Mongolia.
- [5] Ч.Жавзан. Орхон голын сав газрын гидрохими. Улаанбаатар. 2011. 248 тал.
- [6] Н.Болд-Эрдэнэ. Усны үнэ цэнэ ба эрүүл мэнд (Хөвсгөл нуур). 2013. тал 31.
- [7] П.С.Бадминов. Оценка глубинных температур термальных источников Хангая и Восточного Саяна с помощью гидрохимических геотермометров. Вестник БГУ. Химия, физика. 2011. Вып.3. с90–94.
- [8] D.Oyuntsetseg. Isotopic and geochemical study of geothermal fluids in Mongolia for geothermal exploration. A Thesis Submitted to the Department of Environmental Biology and Chemistry, University of Toyama in partial fulfillment of the requirements for degree of Doctor of Philosophy (PhD). Toyama, Japan. 2014, 101p.
- [9] Д.Сурмаажав. Особенности проявлений термальных вод Хангайского сводового поднятия (Монголия). Науки о Земле и недропользование. 2019. т.42. №4. с529-538.
- [10] Д.Сурмаажав. Термальные воды в гидрогеологических структурах Хангайского сводового поднятия Центральной Монголии. Диссертация. Иркутск, 2021. 166с.
- [11] Н.Лхагва. Монгол орны халуун рашаан ба гидрогеотерм. Улаанбаатар. 2024. 298 тал.
- [12] В.И.Капсамун. Отчёт о поисковых работах масштаба 1:50000 на участке Цаган-Сумэйн и о поисково-разведочных работах на оловорудном проявлении Жаргалант, проведенных в 1968г. (Архангайский аймак). Министерство топливно-энергетической промышленности и геологии МНР. Баянхонгорское геологическое управление. Цэнхерская партия. Улан-Батор. 1969. Текст., 187с., Прилож.30 листов.
- [13] П.Хөхөө. Цагаан сүм халуун усны (рашааны) талбайн геологийн тогтоц, гидрогеологийн нөхцөл, физик-химийн шинж чанаруудыг үнэлэх судалгааны ажлын тайлан. Улаанбаатар. 2023. 50 тал.
- [14] П.Хөхөө. Шаргалжуут рашааны геотермаль систем. ШУТИС. ГУУС. “Геологи” сэтгүүл, №38. Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд. Дугаар 31, Улаанбаатар. 2023. Тал 86-98.
- [15] S.Arnórsson, edit by. Mixing processes in upflow zones and mixing models. Isotopic and chemical techniques in geothermal exploration, development and use. Sampling methods, data handling, and interpretation. International Atomic Energy Agency, Vienna. 2000. 362p.
- [16] D.Nieva, R.Nieva. Developments in geothermal energy in Mexico, part 12. A cationic geothermometer for prospecting of geothermal resources. Heat Recovery Systems and CHP. 1987. V.7. Iss.3., p243-258.

ТАЛАРХАЛ

Энэ өгүүллийг бичиж, хэвлүүлэхэд хянан нягталж, зөвлөгөө өгч тусалсан профессор Н.Батсүх багшдаа баярлаж талархсанаа илэрхийлье.

МАНЛАЙ СУМЫН ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ ХҮНЦЛИЙН ЭРҮҮЛ МЭНДИЙН ЭРСДЭЛИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Т.Оюун-Эрдэнэ, Б.Элбэгээ, Н.Буянхишиг

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

ХУРААНГУЙ

Монгол орон усны хэрэгцээний 80-90 %-ийг газрын доорх уснаас хангадаг. Газрын доорх ус нөөц ихтэй ч байгалиасаа хортой бичил элементээр бохирдох талтай. Газрын доорх ус чулуулаг дундуур урсдаг учир тухайн газар нутагт тархсан чулуулаг, эрдсийн найрлагаас хамааран түүнд агуулагдах бичил элементийн агуулга харилцан адилгүй байдаг. Өмнөговь аймгийн Манлай сумын нутаг дэвсгэрийн нийт 28 уст цэгийн газрын доорх усны хүнцлийн агуулгаар хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэлийн судалгааг хийлээ. Эрсдэлийн үнэлгээгээр нийт уст цэгийн 85.2% хорт хавдар үүсгэх эрсдэлтэй бол хавдрын бус өвчлөл үүсгэх аюул 42.1% байлаа. Хөдөөгийн хүн амын эрүүл мэндийг эрсдэлээс хамгаалахын тулд уст цэгийн бичил элементийн шинжилгээ хийлгэж стандартаас давсан тохиолдолд цэвэршүүлэх төхөөрөмж суурилуулах шаардлагатай.

Түлхүүр үг: эрүүл мэндийн эрсдэл, хавдар үүсгэх эрсдэл, хавдрын бус эрсдэл

ОРШИЛ

Газрын доорх ус нөөц ихтэй, бичил биетний бохирдол багатай учир дэлхийн олон оронд цэнгэг усны гол нөөц болдог ч байгалиасаа хортой бичил элементээр бохирдох талтай. Хүнцэл (As) нь арьсны өвчин, зүрхний өвчин, цусны даралт ихсэх гэх мэт эрүүл мэндийн бусад асуудлуудыг үүсгэхээс гадна урт хугацаанд давсаг, уушги, арьс, бөөр, хамрын суваг, элэг, түрүү булчирхайн хорт хавдар үүсгэдэг газрын доорх усны хамгийн хортой элементүүдийн нэг юм. Хүнцлийг бага хэмжээгээр агуулсан усыг удаан хугацаагаар хэрэглэхэд уушги, давсаг, элэг, бөөр, арьсны хорт хавдар үүсгэдэг. Тиймээс хүнцэл нь хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөгөөр дэлхий даяар нийгмийн эрүүл мэндийн томоохон асуудал болоод байна. Бохирдуулагч бүрийн эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээг ерөнхийдөө эрсдэлийн үнэлгээний түвшинд үндэслэн хийж, хорт хавдар үүсгэгч болон хорт хавдар үүсгэдэггүй гэж ангилдаг.

Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага болон Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах агентлагаас ундны усанд агуулагдах хүнцлийн зөвшөөрөгдөх хэмжээг 10 мкг/ л гэж заасан байдаг. Монгол Улсын MNS 0900 : 2005 Ундны усны байгалийн гаралтай химийн найрлагын үзүүлэлтэд хүнцлийн агуулга 0.01 мг/л. Хүнцэл сэвсгэр хурдас, магмын, хувирмал тунамал чулуулагт тохиолдоно. Хүнцэл агуулсан хурдас чулуулаг уусах замаар усанд орж ирдэг. Газрын доорх усанд As(III) эсвэл As(V) зонхилно.

Өртөлт нь олон жилийн турш тасралтгүй байх үед хүнцэл нь маш бага агуулгатай ч хортой байдаг. Архаг хордлого нь эмнэлзүйн шинж тэмдгүүд илрэхээс өмнө удаан хугацааны далд үеийг хамардаг. Арваас хэдэн зуун ppb агуулсан усыг тасралтгүй хэрэглэхэд хүнцэл өвчний шинж тэмдэг ихэвчлэн 2-10 жилийн дараа илэрдэг.

Хүний эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээний аргачлал

Манлай сумын нутаг дэвсгэрт гаргасан 6 өрөмдмөл худгаас, 8 КШК, 13 гар худаг, 1 булгаас нийт 28 сорьц цуглуулж SGS лабораторид бичил элементүүдийг тодорхойлуулсан.

Хорт хавдар үүсэх эрсдэл

Хүнцлээр бохирдсон газрын доорх усыг хэрэглэснээс үүсэх хорт хавдар үүсгэх эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээг АНУ-ын Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах агентлагаас (US EPA) гаргасан арга зүйд үндэслэн хийлээ.

Амьдралын турш хүнцэлд өртөх хоногийн дундаж тун (LADD-lifetime average daly dose):

$$LADD = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (1)$$

Насан туршдаа хорт хавдар тусах эрсдэлийг (incremental excess lifetime cancer risk IELCR) тооцохдоо амьдралын турш өртөх хоногийн дундаж тунг (lifetime average daly dose LADD) хавдрын налуугийн харгалзах коэффициентоор (cancer slope factor CSF) үржүүлж тооцдог.

$$IELCR = CSF \times LADD \quad (2)$$

Манай орны хувьд хавдрын налуугийн харгалзах коэффициент (cancer slope factor CSF) тооцоолсон судалгаа байхгүй учир АНУ-ын Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах агентлагаас (US EPA) тооцоолон гаргасан утга болон ОУ-ын хорт хавдрын судалгааны агентлагаас (IARC) боловсруулсан ангиллын жагсаалтад заасны дагуух 1.5 (мг/кг-д) утгыг ашигласан.

Хүснэгт 1. Эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээний үзүүлэлтүүд

	Тодорхойлолт	Нэгж	Хүүхэд	Насанд хүрэгч
C-concentration	Элементийн концентраци	мг/кг	Тухайн өгөгдлөөр	
IR-intake rate of contaminated media	Хэрэглээний хэмжээ	л/хоног	1	2
EF-exposure frequency in number of days per year	Өртөх давтамж	хоног/жил	365	365
ED-exposure duration in years	Өртөх хугацаа	жил	10	70
BW- body weight	Биеийн дундаж жин	кг	15	70
AT-averaing time in days	Дундаж хугацаа	хоног	365*ED	365*ED

АНУ-ын Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах агентлагаас (US EPA) насан турш хорт хавдар үүсэх эрсдэлийн зөвшөөрөгдөх хязгаар нь 10^{-6} - 10^{-4} гэж заасан.

Хүснэгт 2. Эрсдэлийн үнэлгээ

Ангилал	Эрсдэлийн утга
Хорт хавдар үүсгэх эрсдэлтэй	$CR > 1 * 10^{-4}$
Хүлцэж болох	$1 * 10^{-6} < CR < 1 * 10^{-4}$
Эрсдэлгүй	$1 * 10^{-6} > CR$

Хавдрын бус өвчлөл үүсгэх эрсдэл

Хавдрын бус өвчлөл гэдэг нь хорт хавдраас бусад бүх өвчлөлийг хэлнэ. Хавдрын бус өвчлөл үүсгэх эрсдэлийг АНУ-ын Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах агентлагаас (US EPA) боловсруулсан аюулын коэффициент (HQ) тэгшитгэлийг ашиглан тооцоолсон. HQ гэдэг нь хүнцлийн өдөр тутмын дундаж хэрэглээг хүнцлийн лавлах тунд харьцуулсан харьцаа юм.

$$HQ = \frac{ADD}{RfD}$$

Монгол улсын хувьд хавдрын бус өвчлөлийн өдөрт авах босго утгын тунгийн хэмжээг тооцоолсон судалгааны ажил хийгдээгүй учир АНУ-ын Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах агентлагийн (US EPA) судалгааны үр дүнгийн утгыг ашигласан.

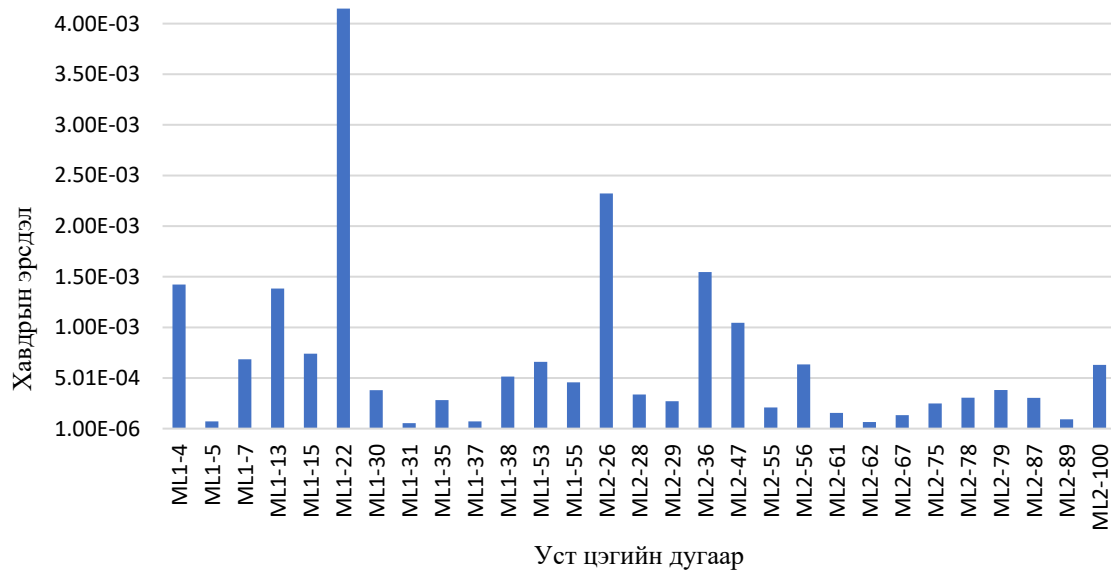
Энд $RfD = 3 \times 10^{-4}$ мг/кг нь энэ судалгаанд ашигласан лавлах тун юм. HQ-ийн утга 1-ээс их байвал хүний эрүүл мэндэд эрсдэл учруулдаг. HQ-ийн утга 1-ээс бага бол эрүүл мэндийн эрсдэл үүсэхгүй.

Аюулын коэффициент нь өртөж буй хүн амын эрүүл мэндийн үр дагаврын талаар нарийн таамагладаггүй боловч бохирдуулагчтай холбоотой эрсдэлийг илэрхийлдэг.

ҮР ДҮН

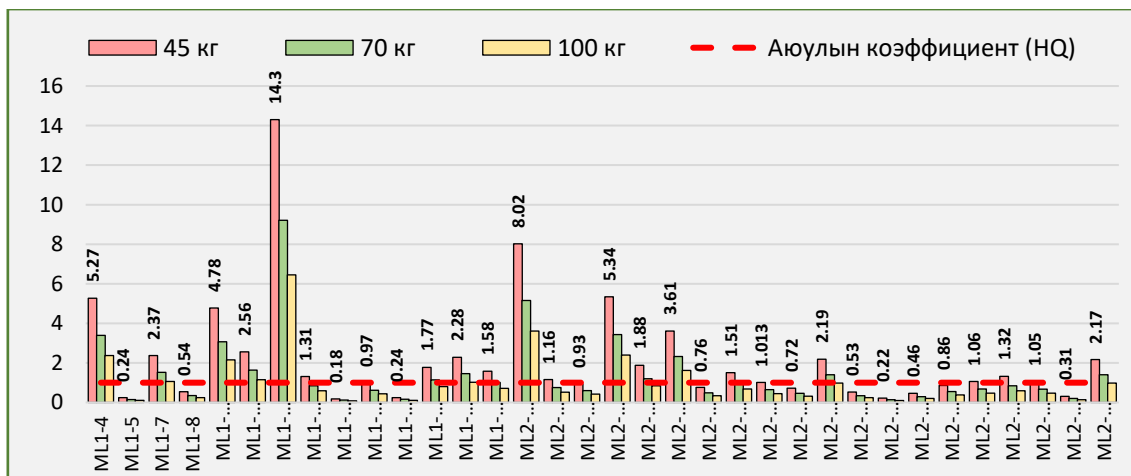
Хорт хавдар үүсгэх эрүүл мэндийн эрсдэл

АНУ-ын Хүрээлэн буй орчныг хамгаалах агентлагаас (US EPA) насан турш хорт хавдар үүсэх эрсдэлийн зөвшөөрөгдөх хязгаар нь 10^{-6} - 10^{-4} гэж заасантай харьцуулахад нийт 34 уст цэгийн 6 уст цэгт хорт хавдар үүсгэх эрүүл мэндийн эрсдэл өндөртэй буюу 1.05×10^{-3} – 4.15×10^{-3} байв. Карбоны настай боржинд гаргасан 5.6 м гүнтэй Шарга овоо нэртэй бетонон хашлагатай худгийн усанд хүнцлийн агуулга их буюу 96.8 мкг/л, цэрдийн настай Манлай формацийн улаавтар өнгөтэй элсэрхэг конглобрекчи, элсэн чулуунд гаргасан Хөх тээг нэртэй энгийн ардын худгийн усанд 54.2 мкг/л агуулгатай байгаа нь Монгол Улсын ундны усны стандартаас хэтэрсэн байв. Хавдар үүсгэх эрсдэлийг тооцохдоо тухайн газар нутагт амьдардаг 70 кг жинтэй хүн 70 жил амьдрахдаа өдөрт 2мкг/л хүнцлийн агуулгатай усыг ундандаа хэрэглэнэ гэж үзлээ. Эрсдэлийн үнэлгээгээр нийт уст цэгийн 85.2% хорт хавдар үүсгэх эрсдэлтэйг харуулж байна (Зураг 1).



Зураг 1. Хорт хавдар үүсэх эрсдэл

Хавдрын бус өвчлөл үүсгэх эрсдэл биеийн жингээс хамааралтай буюу жин багатай хүн жин ихтэй хүнээс илүү эрсдэлд орох магадлалтай байна (Зураг 2).

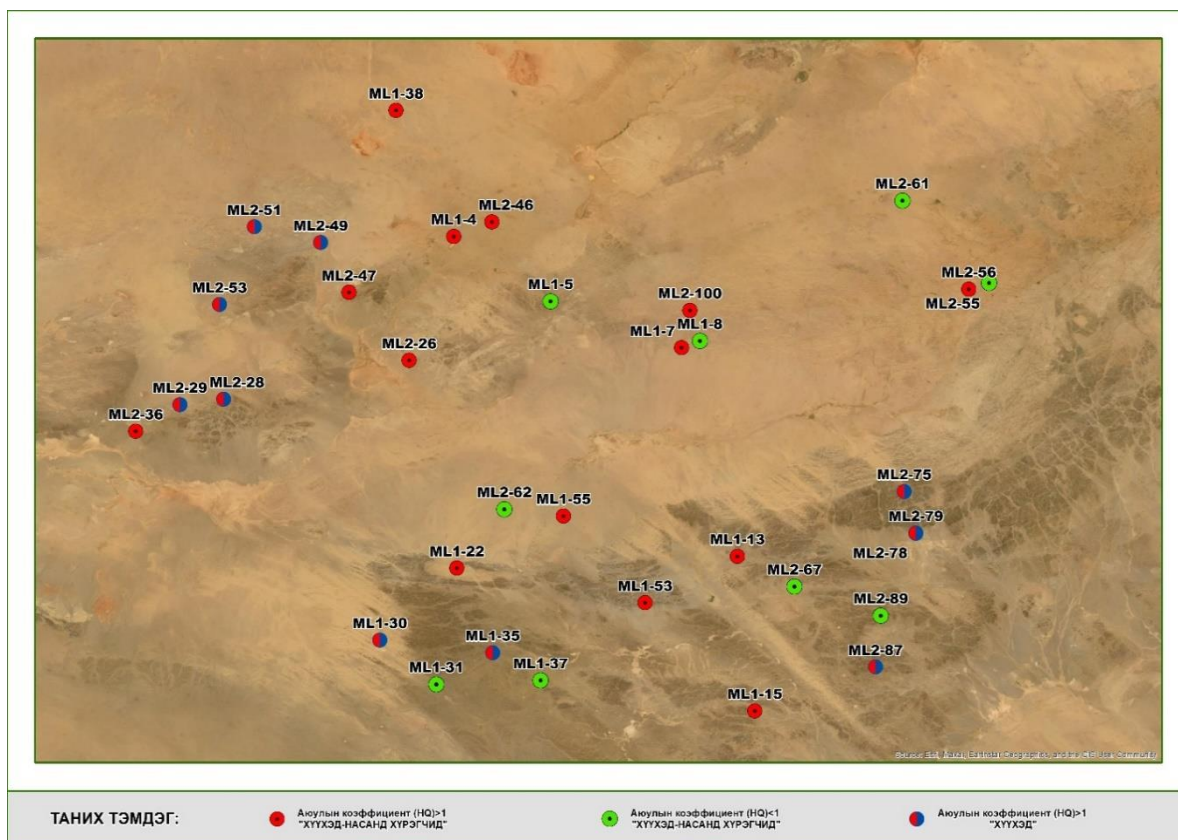


Хөдөөгийн хүн амын худгийн усан дахь хүнцлийн агуулгаар хавдрын болон хавдрын бус өвчлөл үүсгэх эрүүл мэндийн эрсдэлийг хүүхэд, насанд хүрэгчид тус бүр үнэлж үзэхэд өрөмдмөл худаг, энгийн болон бетонон хашлагт худгийн ус хорт хавдар үүсгэх өндөр эрсдэлтэй байна. Харин хавдрын бус өвчлөлийн хувьд малчдын энгийн худаг эрсдэл үүсгэхгүй зөвхөн хамгийн утгад эрсдэл үүсгэхээр байна (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Хүнцлийн эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээ

Хүнцлийн агууламж мкг/л		Өртөлтийн хоногийн дундаж тун (ADD) мг/кг-хоног		Хорт хавдар үүсэх эрсдэл (R)		Аюулын коэффициент (HQ)	
		Хүүхэд	Насанд хүрэгчид	Хүүхэд	Насанд хүрэгчид	Хүүхэд	Насанд хүрэгчид
Өрөмдмөл худгийн ус							
Min	34	2.27E-03	4.53E-04	3.40E-03	6.80E-04	7.56	1.51
Max	151	1.01E-02	2.01E-03	1.51E-02	3.02E-03	33.56	6.71
Дундаж	77.33	5.16E-03	1.03E-03	7.73E-03	1.55E-03	17.18	3.44
Малчдын гар худгийн ус							
Min	5	3.33E-04	6.67E-05	5.00E-04	1.00E-04	1.11	0.22
Max	35	2.33E-03	4.67E-04	3.50E-03	7.00E-04	7.78	1.56
Дундаж	16.8	1.12E-03	2.24E-04	1.68E-04	3.36E-04	3.73	0.75
Бетонон хашлагатай худгийн ус							
Min	8	5.33E-04	1.07E-04	8.00E-04	1.60E-04	1.78	0.36
Max	76	5.07E-03	1.01E-03	7.60E-03	1.51E-03	16.89	3.38
Дундаж	38	2.53E-03	5.07E-04	3.80E-03	7.60E-04	8.44	1.69

Манлай сумын нутаг дэвгэрт гаргасан уст цэгүүдийг хавдрын бус өвчлөл үүсгэх аюулын коэффициент бага буюу хүүхэд болон насанд хүрэгчдэд эрсдэл үүсгэхгүй уст цэг 27.2%, хүүхэд болон насанд хүрэгчдэд эрсдэл 42.4%, зөвхөн хүүхдэд эрсдэл үүсгэх уст цэг 30.3% байна (Хүснэгт 3).



ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Хөдөөгийн хүн амын эрүүл мэндийг эрсдэлээс хамгаалахын тулд уст цэгийн бичил элементийн шинжилгээ хийлгэж стандартаас давсан тохиолдолд цэвэршүүлэх төхөөрөмж суурилуулах шаардлагатай.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] EPA/600/P-92/003C. Proposed Guidelines for Carcinogen Risk Assessment, April 1996
- [2] Thanh Giao Nguyen, Nhien Thi Hong Huynh (March 2023). Characterization of Groundwater Quality and Human Health Risk Assessment. Civil Engineering Journal.
- [3] Edward Mcbean (2023). Groundwater quality and examples of risk interpretation procedures.
- [4] Nipada Santha, Saowani Sangkajan and Schradh Saenton (2022). Arsenic Contamination in Groundwater and Potential Health Risk in Western Lampang Basin, Northern Thailand

ХӨВСГӨЛ НУУРЫН УСНЫ ЧАНАРЫН СУДАЛГАА

С.Эрдэнэчимэг, Т.Энхжаргал, Д.Гэрэлт-Од, Б.Даваажаргал

ШУА, Газарзүй геоэкологийн хүрээлэн, УНУАС
S.Erdenechimeg2018@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Уг судалгааны ажил нь “Хөвсгөл нуурын атлас” тусгай захиалгат ажлын хүрээнд 2024 оны 08 сард хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд судалгааны зарим үр дүнг энэхүү өгүүлэлдээ оруулав. Сорьцыг нуурын эрэг, нуурын гүнээс болон нуурын усан мандал гэсэн 3 хэсгээс нийт 56 сорьц авч гидрохимийн шинжилгээг хийн чанар, найрлагыг физик химийн 81 үзүүлэлтээр тодорхойлсон. Хөвсгөл нуурын ус нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд бүгд Са-НСО₃ гэсэн найрлагатай, 1-р төрлийн устай байна. Эрдэсжилт нь 142-215 мг/л буюу цэнгэг, хатуулгийг нь хувьд 1.79-2.64 мг-экв/л хооронд бүх уст цэгийн хувьд цэнгэг, зөөлөн устай байна. Шим бохирдлын үзүүлэлтүүд болох NH₄⁻, NO₃⁻, TN, PO₄³⁻ зэрэг нь харьцангуй бага агууламжтай илэрсэн, “Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна. Харин нитрит азот (NO₂⁻) нь нуурын усан мандал, нуурын эрэг болон нуурын гүний хэсэгт (50 метр) стандартаас 1.38-3.84 дахин их илэрсэн, шим бохирдолттой байна. Бичил элементийг 53 үзүүлэлтээр тодорхойлоход стандартаас даваагүй, хүнд металлын бохирдолгүй байна. Аргазүйд тусгагдсан аргачлалын дагуу сонгон авсан физик химийн 14 үзүүлэлтээр (рН, ЕС, DO, Са, Mg, Na, HCO, Cl, SO₄, NO₃, PO₄, As, Pb, Mn) тодорхойлоход нийт ус цэгүүдийн 94.3% нь маш сайн ангилалд, 5.3% нь сайн ангилалд тус тус хамаарч байна.

Түлхүүр үг: Усны найрлага, бохирдол, эрдэсжилт, хатуулаг

ОРШИЛ

Хөвсгөл нуур нь манай орны төдийгүй Төв Азийн хамгийн гүн нуурт тооцогддог. Усны нөөц нь манай орны бүх гол мөрний жилийн нийлбэр урсацаас бараг 10 дахин их ба уг нуур нь тектоник ангалд үүссэн гэдэг утгаараа олон тооны булан тохой, арал хойгтой бөгөөд энэ нь ч нуурыг улам чимж байдаг. Хөвсгөл нуур нь далайн түвшнээс дээш 1645 метрийн өндөрт өргөгдсөн, тектоник гаралтай үзэсгэлэнт нуур юм. Эргэн тойрон сүрлэг өндөр уулсаар хүрээлэгдсэн энэ нуурын талбай 2760 ам км, 136 км урт, 20-37 км өргөн, эргийн шугамын урт 414км, 138-265 м гүн, 380.7000 шоо км эзэлхүүнтэй, 4920 ам км ус хурах талбайтай [1].

Усны чанарын индекс (УЧИ)-ийн зэрэглэл тогтоох арга техник гэж тодорхойлдог бөгөөд энэ арга нь усны чанарын илтгэгч физик, химийн үзүүлэлтүүдийг холбогдох стандарттай нь харьцуулан усны чанарыг үнэлэх арга юм. Энэхүү аргыг дэлхийн олон улс, оронд гадаргын ус болон газрын доорх усны чанарыг үнэлэхэд ашигладаг [2]. Индекс нь олон тооны хувьсагчийн өгөгдлийг нэг тоо болгон хувиргахад ашигладаг тоон илэрхийлэл бөгөөд энэ нь усны чанарын түвшинг илэрхийлдэг. Усны чанарын индекс нь өөр өөр газар, өөр өөр цаг үеийн

усны чанарын үзүүлэлтүүдийн талаарх мэдээллийг нэгтгэж, энэ мэдээллийн холбогдох цаг хугацаа, орон зайн нэгжийг тодорхойлсон нэг утга болгон хөрвүүлэхэд ашиглаж болно [3]. Судалгааны ажлын хүрээнд Хөвсгөл нуурын усан мандал, 50 метрийн гүн, эрэг орчмын усны чанар, найрлага, бохирдлыг харьцуулан тодорхойлох үндсэн зорилготой.

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ АРГАЗҮЙ

Хөвсгөл нуурын усан мандал, эрэг, 50 метрийн гүнээс нийт 56 сорьц авч усны физик үзүүлэлтүүд болох усны температур ($t^{\circ}\text{C}$), усны орчин (pH), цахилгаан дамжуулах чадвар (EC), нийт ууссан эрдэс (TDS), булингаршил (Turbidity), азотот нэгдлүүд (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-}) зэрэг амархан хувирамтгай үзүүлэлтүүдийг газар дээр нь HI83399 загварын спектрофотометрээр тус тус тодорхойлсон. Ерөнхий химийн шинжилгээг Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн Усны шинжилгээний лабораторид ерөнхий хатуулаг, Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- зэрэг үндсэн ионууд, мөн органик бохирдлын үзүүлэлт болох ПИЧ-ыг уламжлалт титрийн аргаар тодорхойлсон. Бичил элементүүдийн агууламжийг олон улсын итгэмжлэгдсэн сүлжээ “Эс Жи Эс Монгол” лабораторид 53 үзүүлэлтээр индукцийн холбоост плазмын масс спектрометрийн (ICP-MS) багажаар тус тус тодорхойлуулсан.

HI98130 Мультиметр



Хагас автомат титрлэгчүүд



Зөөврийн Multiparameter



Зураг 1. Усны орчин, EC, TDS тодорхойлогч багаж

Үр дүнг боловсруулахдаа: Excel болон AquaChem, SPSS, ArcMap зэрэг программуудыг ашигласан. Усны чанарыг үнэлэхдээ “Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага” MNS 4586:1998 стандарттай харьцуулсан.

Усны чанарын индекс (УЧИ)-ийг зэрэглэл тогтоох арга техник гэж тодорхойлдог бөгөөд энэ арга нь усны чанарын илтгэгч физик, химийн үзүүлэлтүүдийг холбогдох стандарттай нь харьцуулан усны чанарыг үнэлэх арга юм [5].

Усны чанарын индексийг доорх томъёогоор тооцож гаргав.

$$W_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Энд,

W_i -химийн үзүүлэлт тус бүрийн хэмжээ
 n -химийн үзүүлэлтүүдийн тоо
 w_i -харьцангуй хэмжээ

Чанарын ангиллын тооцоо (q_i)-г дараах томъёогоор бодно.

$$q_i = \frac{C_i}{S_i} * 100$$

Энд

- q_i -чанарын эрэмбэ
- C_i -химийн үзүүлэлт тус бүрийн хэмжээ
- S_i -үзүүлэлтүүдийн ДЭМБ-ын стандарт агууламж

Дээрх индексийг үзүүлэлт тус бүрээр бодож, усны чанарын индексийг доорх томъёогоор олно.

$$SI_i = W_i * q_i$$

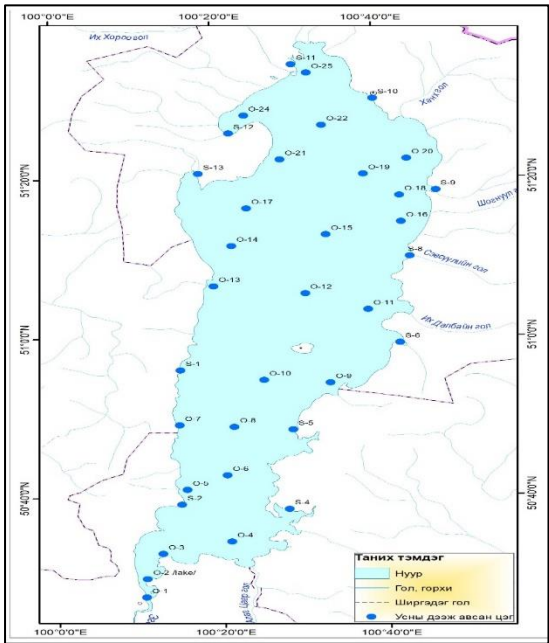
$$WQI = \sum SI_i$$

Хүснэгт 1. Усны чанарын ангилал

Индексийн тоон үзүүлэлт	Усны чанар	
	Анги	Ангилал
<50	I	Маш сайн
50.1-100	II	Сайн
100.1-200	III	Дунд зэрэг
200.1-300	IV	Муу
>300	V	Маш муу

Судалгааны талбай:

Хөвсгөл нуурын усан мандал, нуурын эрэг болон нуурын 50 метрийн гүнээс тус сорьц авсан бөгөөд нийт 56 сорьцыг 2024 оны 8-р сарын 7-23-ны хооронд цуглуулсан.

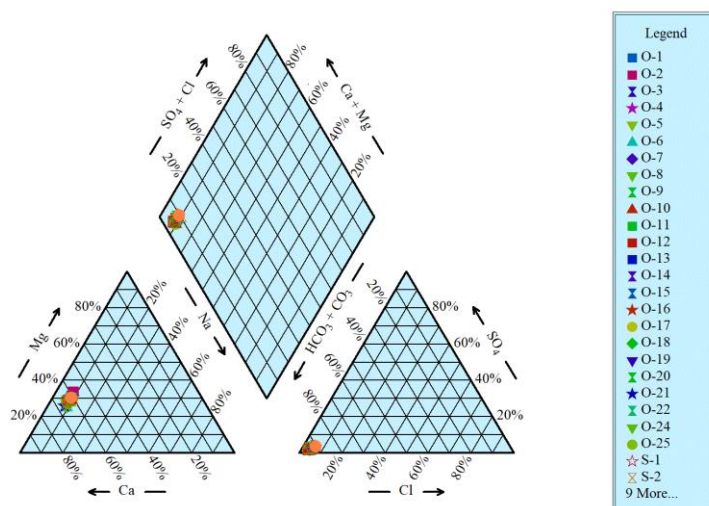


Зураг 2. Хөвсгөл нуураас сорьц авсан цэгүүд

Тайлбар: O- усан мандал болон 50 метрийн гүний усны цэгүүд, S- Эргийн цэгүүд

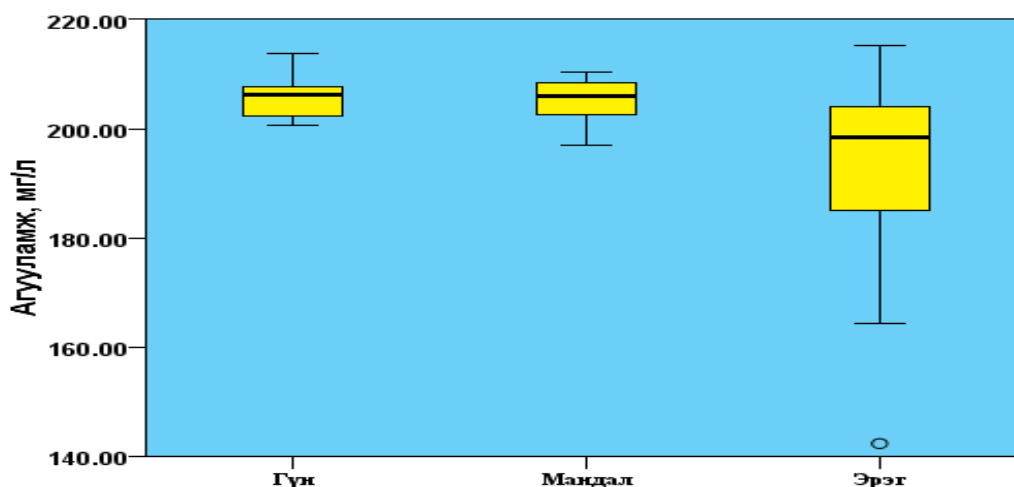
СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Судалгаанд хамрагдсан уст цэгүүдийн усны химийн найрлагыг Пайпер диаграммаар илэрхийлэн харуулав. Доорх диаграммаас харахад бүх сорьц гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлэгт хамрагдаж байна. Ионы бүтцийн хувьд анионуудаас гидрокарбонатын ион дангаараа зонхилж, $\text{HCO}_3^- > \text{CO}_3^{2-} > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$, катионуудаас кальцийн ион дангаараа давамгайлж, катионы харьцаа $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$ гэсэн дараалалтай байна (Зураг 3).



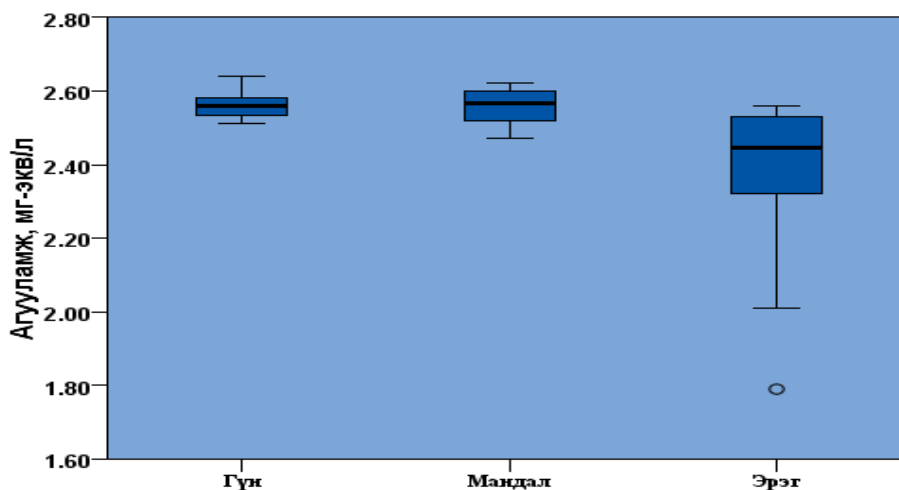
Зураг 3. Химийн найрлага (Piper diagram)

Хөвсгөл нуурын усан мандлын эрдэсжилт 197-210 мг/л хооронд хэлбэлзэж, дунджаар 205 мг/л байна. Харин нуур эргийн усны эрдэсжилт нь 142-215 мг/л хооронд хэлбэлзэж байгаа бол 50 метрийн гүний хувьд 200-214 мг/л хооронд хэлбэлзэж, дундаж утга нь 205.8 мг/л байна. Хөвсгөл нуурын усан мандал, эргийн цэгүүдийн эрдэсжилтийн хэмжээг 50 метрийн гүн дахь устай харьцуулж харахад чанар, найрлагын хувьд өөрчлөлтгүй байна. Усны эрдэсжилт нь А.М.Овчинниковын ангиллаар нэн цэнгэгээс цэнгэг /142-215 мг/л/ устай ангилалд тус тус багтаж байна (Зураг 4).



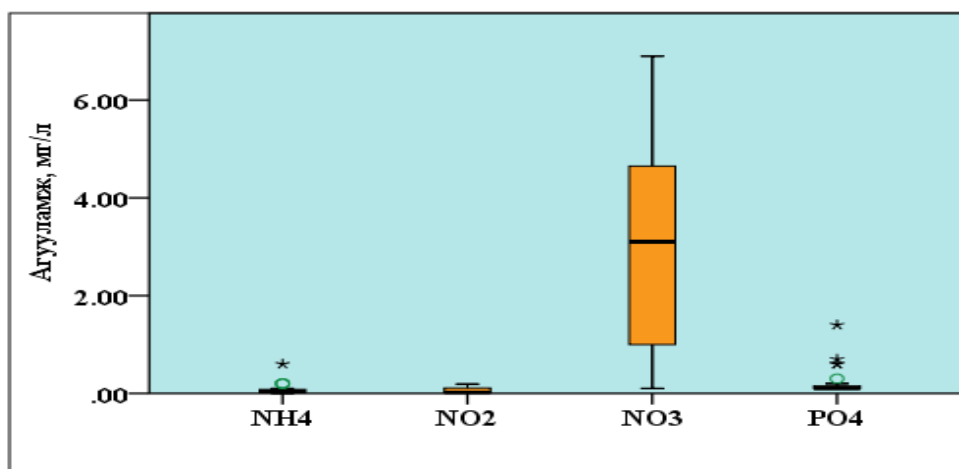
Зураг 4. Хөвсгөл нуурын усны эрдэсжилт

Нуурын усан мандлын ерөнхий хатуулаг нь 2.47-2.62 мг-экв/л хооронд хэлбэлзэж, дундаж 2.56 мг-экв/л, эргийн хувьд 1.79-2.56 мг-экв/л, дундаж 2.36 мг-экв/л, 50 гүний усны хатуулаг 2.51-2.64 мг-экв/л хооронд хэлбэлзэж, дундаж 2.56 мг-экв/л байна. Хатуулаг нь О.А.Алекины ангиллаар маш зөөлнөөс-зөөлөн /1.79-2.64 мг-экв/л/ устай ангилалд тус тус хамаарч байна (Зураг 5). Дээрх 3 хэсгээс авсан сорьцуудын хувьд нуурын усны эрдэсжилт болон хатуулгийн хэмжээ нь өөр хоорондоо төсөөтэй байна.



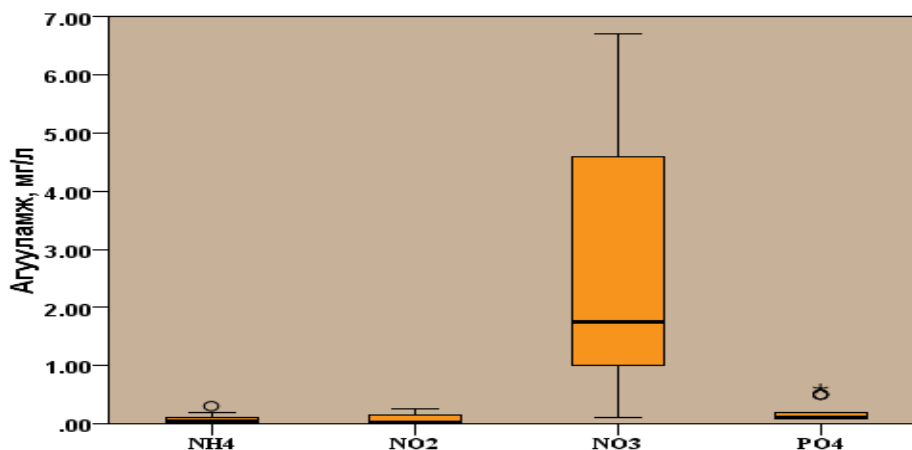
Зураг 5. Хөвсгөл нуурын усны хатуулаг

Аммонийн азот ($\text{NH}_4\text{-N}$) нь бүх цэгүүдэд харьцангуй бага агууламжтай илэрсэн бөгөөд “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна. Харин нитритийн азот ($\text{NO}_2\text{-N}$) нь усан мандал болон нуурын эрэг орчимд “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартад заасан хэмжээнээс 1.38-2.92 дахин их байна. Нитрат азот ($\text{NO}_3\text{-N}$ 0.1-6.4 мг/л) нь “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага “MNS 4586:1998” стандартаас хэтрээгүй байна. Харин фосфатын (PO_4^{3-}) агууламж нь 0.1-1.4 мг/л хооронд илэрсэн нь сдандартын шаардлагад хангаж байна (Зураг 6).



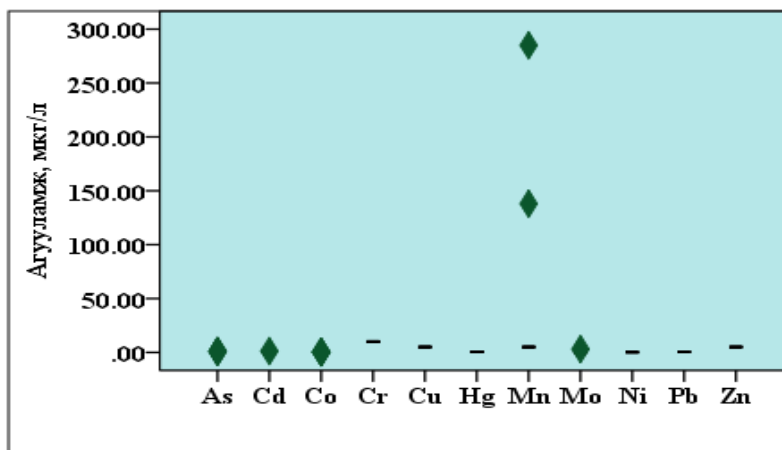
Зураг 6. Нуурын мандал болон эргийн шим бохирдол

Харин нуурын 50 метрийн гүний хэсэгт аммонийн азот (NH_4^-N) нь 0-0.3 мг/л хооронд хэлбэлзэж илэрсэн бөгөөд “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна. Нитритийн азот (NO_2^-N) “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартаас 1.84-3.84 дахин их, шим азотын бохирдолтой байна. Усан дахь нитратын азот (NO_3^-N) нь 0.1-6.7 мг/л хооронд хэлбэлзэж илэрсэн ба энэхүү үзүүлэлтээрээ “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна. Харин фосфатын агууламж нь 0.1-0.6 мг/л хооронд байна (Зураг 7).



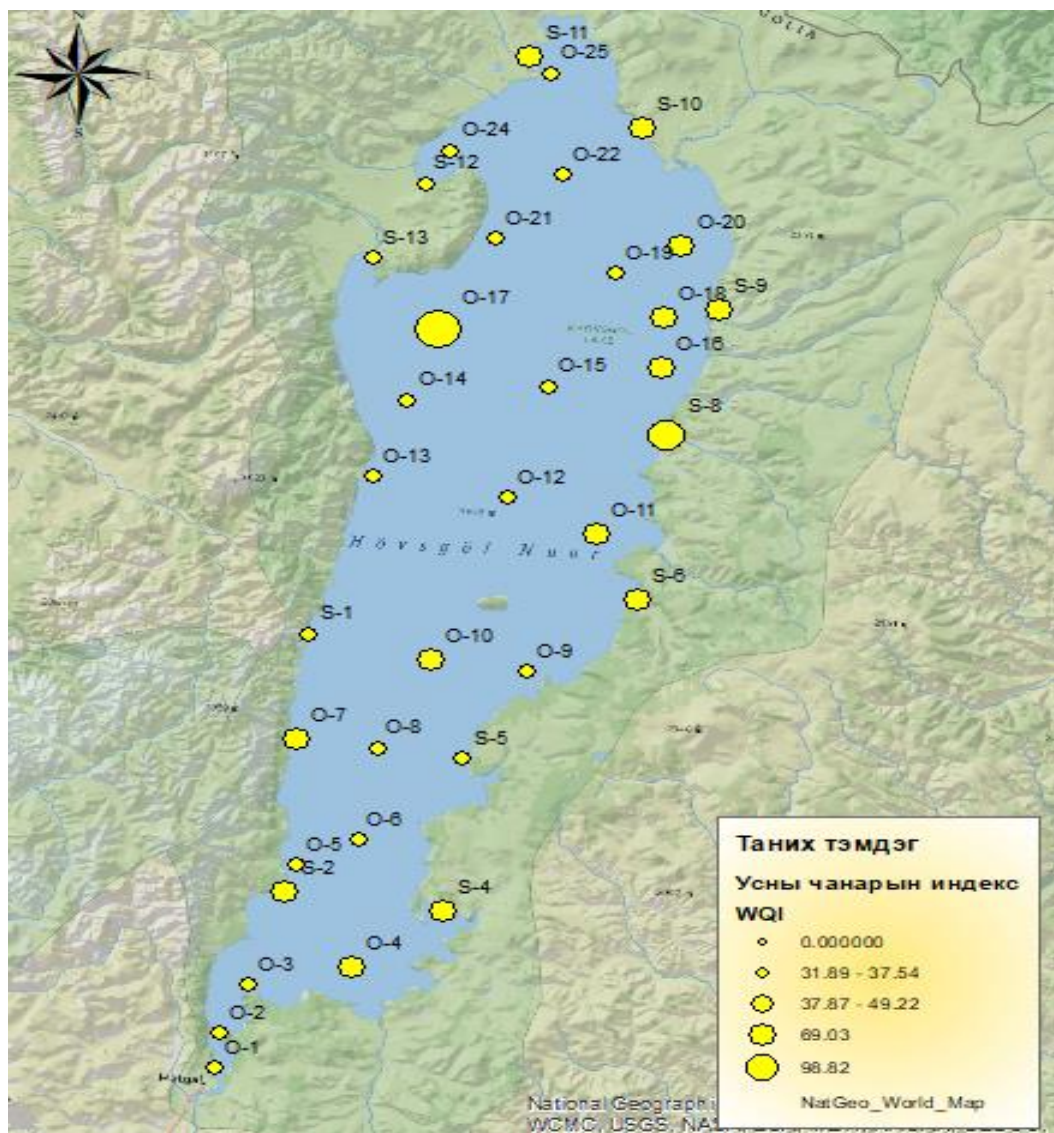
Зураг 7. Нуурын 50 метрийн гүн, шим бохирдол

Хөвсгөл нуурын усанд бичил элементийн шинжилгээг нийт 53 үзүүлэлтүүд (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr-нийт, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Hg, Hf, Ho, Mn, In, La, Lu, Mo, Nb, Ni, Nd, Pb, P, Pr, Rb, Sc, Sm, Sn, Ta, Tb, Te, Th, Ti, TL, Tm, U, V, Yb, W, Sb, Se, Sr, Zn) тодорхойлсон. Уг стандартад 11 бичилэлемент буюу хүнд металлын агууламжийг зааж өгсөн байдаг. Эдгээр бичил элементүүдийн агууламж нь “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна. Харин бусад тодорхойлсон элементүүд нь харьцангуй бага агууламжтай илэрсэн байна (Зураг 8).



Зураг 8. Хүнд металлын агууламж

Усны чанарын индекс: Аргазүйд тусгагдсан аргачлалын дагуу сонгон авсан физик химийн 14 үзүүлэлтээр (pH, EC, DO, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} , NO_3^{-} , PO_4^{3-} , As, Pb, Mn) усны чанарын индексийг тооцсон. Усны чанарын индексийн утга нь 31.89-98.82 хооронд буюу “Маш сайн” ангиллаас “Сайн” гэсэн ангилалд тус тус хамаарч байна. Нийт уст цэгийн 94.3% нь “Маш сайн”, 5.7% нь “Сайн” гэсэн ангилалд багтаж байна.



Зураг 9. Усны чанарын индекс

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

“Хөвсгөл нуурын байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсийн иргэдийн амьжиргааг дэмжих, тогтвортой аялал жуулчлалыг хөгжүүлэх” нэгдсэн төслийн хүрээнд 2018, 2019 онуудад нуурын ус нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд цаг хугацаанаас үл хамааран гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 1-р төрлийн, чанарын хувьд цэнгэг (эрдэсжилт зун, намрын улиралд 216-226 мг/л, зөөлөн), хатуулаг аль ч улиралд 2.30-2.40 мг-экв/л устай байжээ [4].

Бидний хийсэн судалгааны үр дүн нь дээрх судлаачдын судалгааны үр дүнтэй дүйж байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Судалгаагаар нуурын эргэн тойрон болон нуурын нийт гадаргууд усны ионы найрлага тогтвортой бөгөөд ойролцоо утгатай байгаа нь нуурын усны масс их, түүнийг тэжээж байгаа голуудын урсац бага, нуурын усны холилдох процесс сайн явагдаж байгаатай холбоотой юм. Нуурын усны химийн найрлага гол ионуудын харьцаанд мэдэгдэхүйц өөрчлөлтгүй тогтвортой шинжтэй, анионоос гидрокарбонатын ион дангаараа зонхилж, катионоос кальцийн ион зонхилсон, 1-р төрлийн устай байна.
2. Хөвсгөл нуурын усан мандлын эрдэсжилтийн хувьд 197-210 мг/л хооронд хэлбэлзэж, дунджаар 205 мг/л байна. Харин эргийн усны эрдэсжилт нь 142-215 мг/л хооронд хэлбэлзэж байгаа бол 50 метрийн гүний хувьд 200-214 мг/л хооронд хэлбэлзэж, дундаж 205.8 мг/л байна. Хөвсгөл нуурын усны химийн чанар, найрлага нь бүх хэсэгт бараг өөрчлөлтгүй, ижилхэн байгаа нь уг нуурын усны чанар, найрлага гүнээс хамаардаггүй болох нь судалгааны дүнгээс харж болохоор байна.
3. Нуурын бүх цэгт фосфатын ион, аммони болон нитратын азот нь харьцангуй бага агууламжтай илэрсэн бөгөөд “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна. Харин нитритийн азот нь “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартад заасан хэмжээнээс 1.38-3.84 дахин их байна.
4. Хөвсгөл нуурын усанд бичил элементүүдийн агууламж нь харьцангуй бага илэрсэн ба “Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998” стандартын шаардлага хангаж байна.
5. Усны чанарын индексийг аргазүйн дагуу тодорхойлоход Усны чанарын индексийн утга нь 31.89-98.82 хооронд буюу “Маш сайн” ангиллаас “Сайн” гэсэн ангилалд тус тус хамаарч байна. Нийт уст цэгийн 94.3% нь “Маш сайн”, 5.7% нь “Сайн” гэсэн ангилалд багтаж байна.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1] Ч.Жавзан, Д.Төмөрсүх, П.Батболд, “Хөвсгөл нуурын зүүн эргийн цутгал голууд болон эг голын ус зүй, усны чанарын судалгаа”, Монгол орны геоэкологийн асуудал. №07, хууд. 12, 2008 он
- [2] Т.Энхжаргал, Г.Үүрийнтуяа, Б.Оюун-Эрдэнэ, “Сэлэнгэ аймгийн төв суурин газрын ундны усны чанарын асуудалд”, Усны шинжлэх ухаан ба инженерчлэл №24 (04), хууд. 61, 2024 он
- [3] A.M.Hameed, J.Alobaidy, “Application of water quality index for Assessment of Dokan Lake Ecosystem, Kurdistan Region, Iraq”, Journal of water resource and protection, №2, 792-798, 2010
- [4] Water Quality Monitoring Program for Khuvsgul Lake National Park–Final Consultant Report
- [5] Стандарт хэмжил зүйн газар. "Усан орчны чанарын үзүүлэлт, Ерөнхий шаардлага MNS 4586:1998" стандарт
- [6] Т.Булган, “Усны химийн шинжилгээний аргачлал” БОАЖЯам, 2008 он
- [7] Ч.Жавзан, “Орхон голын сав газрын гидрохими”, УБ., 2011 он

АДУУНЧУЛУУНЫ НҮҮРСНИЙ ОРДЫН УСЖИЛТЫН НӨХЦӨЛ

Б.Хишигсүрэн¹, Д.Оюун¹, З.Цэрэндорж²

¹ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

²“Дунар-Од” ХХК

khishigsurenbattur@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Дорнод аймгийн Баянтүмэн сумын нутагт орших Адуунчулууны хүрэн нүүрсний ордын усжилтын нөхцөлийг гидрогеологийн өрөмдлөг, шавхалт-туршилтын ажил болон гидрогеохимийн сорьцлолтын ажлыг хийж, нүүрсний ордын районы геологийн тогтоц, гидрогеологийн судалгааны мэдээллийг нэгтгэн боловсруулалт хийх замаар, газрын доорх усны тархалт, тэжээмж, чулуулгуудын усжилтын төлөв байдлын талаар үнэлэлт, дүгнэлт өгсөн.

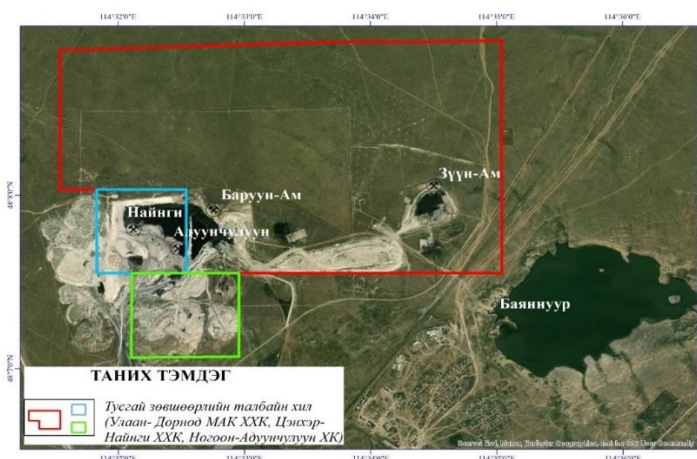
Түлхүүр үг: Шүүрэлтийн итгэлцүүр, уст давхарга, газрын доорх усны тэжээмж, усны химийн найрлага.

ОРШИЛ

Адуунчулууны хүрэн нүүрсний уурхай нь Дорнод аймгийн төв Чойбалсан хотоос зүүн хойш хатуу хучилттай автозамаар 8.0 км, нийслэл Улаанбаатар хотоос зүүн тийш 665.0 км, төмөр замын Баянтүмэн өртөөнөөс 2.0 км зайд оршдог. Адуунчулууны уурхайд “Найнг” ХХК, “Дорнод МАК” ХХК, “Адуунчулуун” ХК-ууд үйл ажиллагаагаа өөр өөрсдийн ашиглалтын тусгай зөвшөөрлийн нийт 196.23 га талбайд (Зураг-1) явуулж байгаа бөгөөд түүний 51.7 га-д нь дотоод овоолго үүсгэсэн байна. Ордыг 1954-1966 онуудад далд, 1969 оноос ил аргаар ашиглаж Дорнод аймгийн түлшний хэрэгцээг хангаж ирсэн [1].

Адуунчулууны нүүрсний уурхай шүүрлийн усаа ордоос зүүн урагш 3.0 км-т орших Баяннуур луу газар доорх ус дамжуулах шугам хоолойгоор хүргэдэг.

“Дорнод МАК” ХХК-ий уурхай Баруун болон Зүүн гэсэн хоёр амтай ба уурхайн Баруун-Амны гидрогеологийн нөхцөлийг судлах зорилгоор 2019-2021 оны хооронд “Монголын-Алт” ХХК, “Дунар-Од” ХХК хамтран судалсан (Зураг 1).



Зураг 1. Адуунчулууны нүүрсний уурхайн тусгай зөвшөөрлийн талбайнууд

РАЙОНЫ ГЕОЛОГИЙН ТОГТОЦ

Дүүргийн геологийн давхарга зүйг 1989-1992 онуудад Т.Биндэрьяа нарын хийсэн 1:200 000-ны масштабтай геологийн зураглалын ажил болон мөн тухайн талбайд нэмэлтээр хийгдсэн геологийн хайгуулын материалуудыг ашигласан [2].

Адуунчулууны нүүрсний уурхай нь Хэрлэн голын сав газарт багтах ба янз бүрийн хэмжээний том, жижиг шулуун хотгор, хотосыг дүүргэн оршдог доод цэрдийн хурдастай нягт холбоотой байдаг. Давхарга зүйн хувьд кайнозойн настай тунамал чулуулаг болон триас-юрагийн боржин чулуулгуудаас тогтоно [3]. Доод цэрдийн хурдас чулуулгийн зузаалаг нь судалгааны талбайн хэмжээнд Адуунчулуун, Сүмийн нуур гэсэн хоёр формацаас тогтдог (Зураг 2).

Дөрөвдөгчийн хурдас /Q_{4-lv}/: Дээд дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсыг гарал үүслээр нь элюви, делюви, пролюви гэж ялгана. Элюви, делювийн гаралтай хурдас нь жижиг уул толгодын орой ба суурь чулууны гаршийн орчмоор хурц өнцөглөсөн янз бүрийн хэмжээний /том хэмхдэс/ хайрга, сайр, бул чулуу хэлбэрээр тохиолдоно. Пролувийн гарал үүсэлтэй хурц өнцөглөсөн элсэнцэр, хайрга нь гуу жалга, толгодын хормойгоор элбэг тохиолдоно. Энэхүү хурдсын зузаан 10 м хүртэл байна.

Адуунчулууны формац (K_{1ac}): Адуунчулууны формац нь Сүмийн нуур, Баянтүмэн, Төхөм, Үхэрт нуур, Утаат минжүүр зэрэг том жижиг хотгоруудын хэмжээнд тархсан байна. Адуунчулууны формац нь цайвар цагаан элсэн чулуу, шавар, конгломерат, алевролит, нүүрсний давхарга, нүүрслэг занар зэргээс бүрдэх бөгөөд 100-350 м зузаантай хурдсыг үүсгэнэ. Адуунчулууны формацыг Адуунчулууны орд газрын нэрээр нэрлэсэн байдаг ба энэхүү формаци нь хамгийн сайн судлагдсан байна. Адуунчулууны формац үндсэндээ хоёр зузаалгаас бүрдэх бөгөөд доод зузаалаг нь дунджаар 36.0 м орчим нүүрсний давхарга бүхий шавар, элсэн чулуу, сидерит, алевролитаас тогтдог. Дээд зузаалаг нь бараан, цайвар бор, цагаан цайвар элсжин, элсэн чулуу зэргээс тогтох бөгөөд ургамлын үлдэгдэл агуулдаг онцлогтой.

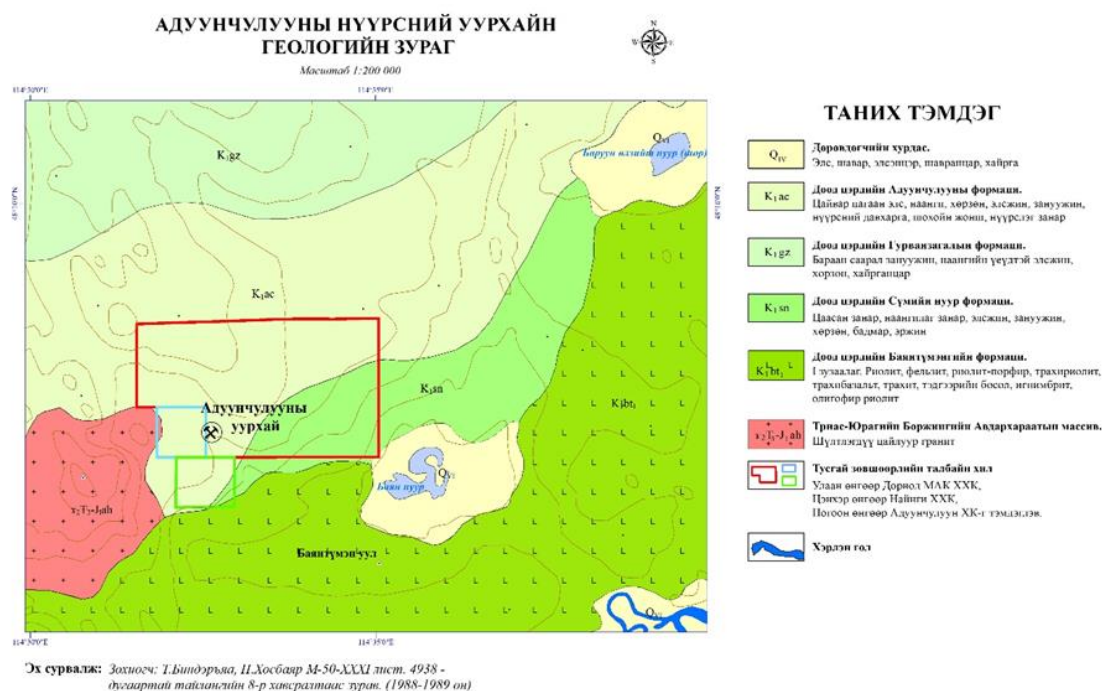
Гурванзагалын формац (K_{1gz}): Гурванзагал формац нь судалгааны талбайн хойд хэсэгт, Адуунчулуун формацын араар, Сүмийн нуур хотгорын баруун болон хойд талаар тархсан байна. Гурванзагал формацын зузаалаг нь янз бүрийн хайргат конгломерат, гравелит, элсэн чулууны үелэлээс тогтохдоо зарим тохиолдолд алевролит, шаврын нимгэн үеийг агуулсан байдаг. Баянтүмэнгийн, Төхөмийн, Сүмийн нуур зэрэг хотгоруудад өрмийн цооногоор илэрсэн хурдсын зузааныг харгалзан Гурванзагалын формацын нийт зузааныг 100-350 м гэж үнэлэн тогтоосон байдаг. Иймд Гурванзагалын формац нэг талаас Сүмийн нуурын формацын хувьд дээвэр, Адуунчулууны формацийн хувьд ул суурийн давхарга болж байна.

Сүмийн нуур формац (K_{1sn}): Сүмийн нуур формац нь Адуунчулууны нүүрсний ордын районы зүүн-өмнөд болон зүүн-хойд хэсэгт тархсан бөгөөд цаасан занар, наангилаг занар, элсжин, зануужин, хөрзөнгөөс тогтоно. Энэ формац нь нүүрсний зузаан давхарга бүхий адуунчулууны формацуудын хооронд тэдгээрийг тусгаарласан байдаг онцлогтой.

Доод цэрдийн Баянтүмэн формацын бялхмал чулуулаг (K_{1bt}): Энэ төрлийн чулуулаг нь судалгааны талбайн өмнөд хэсэгт, Хэрлэн голын хөндийн дагуу дунджаар 5.0 км өргөнтэй, 30.0 гаруй км-ийн урттай талбайд тархдаг. Чулуулаг

нь суурилаг болон хүчиллэг найрлагатай бялхмал чулуу (хүрмэн чулуу, риолит, реолит-порфир, трахиреолит, трахибазальт тэдгээрийн бөсөл) юм.

Триас-Юрагийн Боржингийн массив (үТ-Ј): Боржин чулуун массив нь судалгааны талбайн баруун, Адуунчулууны нүүрсний уурхайн баруун болон баруун-өмнөд хэсэгт, Чойбалсан хотын хойд талаар багахан хэмжээний талбайд газрын гадаргууд гарч илэрсэн байдаг.



Зураг 2. Адуунчулууны нүүрсний уурхайн геологийн зураг

ОРДЫН ТЕКТНИК

Ж.Бадамгарав, Д.Бадамгарав, Д.Оролмаа, Г.Дэжидмаа нарын 2010 онд зохиосон “Монгол Улсын Мезозой-Кайнозойн тектоникийн болон минерагенийн 1:1 000000-ын масштабтай зураг зохиох төслийн үр дүнгийн тайлан”-д дурьдснаар Адуунчулууны хөндийн хүрэн нүүрсний орд нь Говийн Алтай-Хэрлэнгийн бүсийн хожуу Мезозойн рифтийн структурын Чойбалсангийн хотгорт хамаарна.

Чойбалсангийн хотгор нь Хэрлэн голын дагууд 200 км сунаж тогтсон, 14-35 км өргөнтэй бөгөөд Палеозойн болон түрүү Мезозойн бүрдлүүд дээр структурын үл нийцлэгээр үүсжээ. Тус хотгор нь хожуу Кайнозойн саарал өнгө зонхилсон шаварлаг терриген бүрдлүүдээр дүүргэгдэнэ.

Дорнод Монголын рифтийн хотгорууд нь минерагенийн хувьд газрын тос, занар, хүрэн нүүрс агуулсан шатах ашигт малтмал, экзоген гаралтай ураны орд илрэлүүдийг агуулсан энергийн түүхий эдийн сав газрууд тус тус үүссэн байдаг онцлогтой. Чойбалсангийн Мезозой-Кайнозойн хотгорын хойд Чойбалсангийн сав газарт Хулст нуур, Цагаан нуур, Баянбулаг, Адуунчулуун зэрэг хүрэн нүүрсний орд, илрэлүүд тогтоогдсон байна [3].

ОРДЫН ГИДРОГЕОЛОГИЙН НӨХЦӨЛ

Ордын районы геологийн тогтоц, гидрогеологийн нөхцөлд тулгуурлан дараах төрлийн уст давхарга болон бүсүүд ангилагдана (Зураг 3). Үүнд:

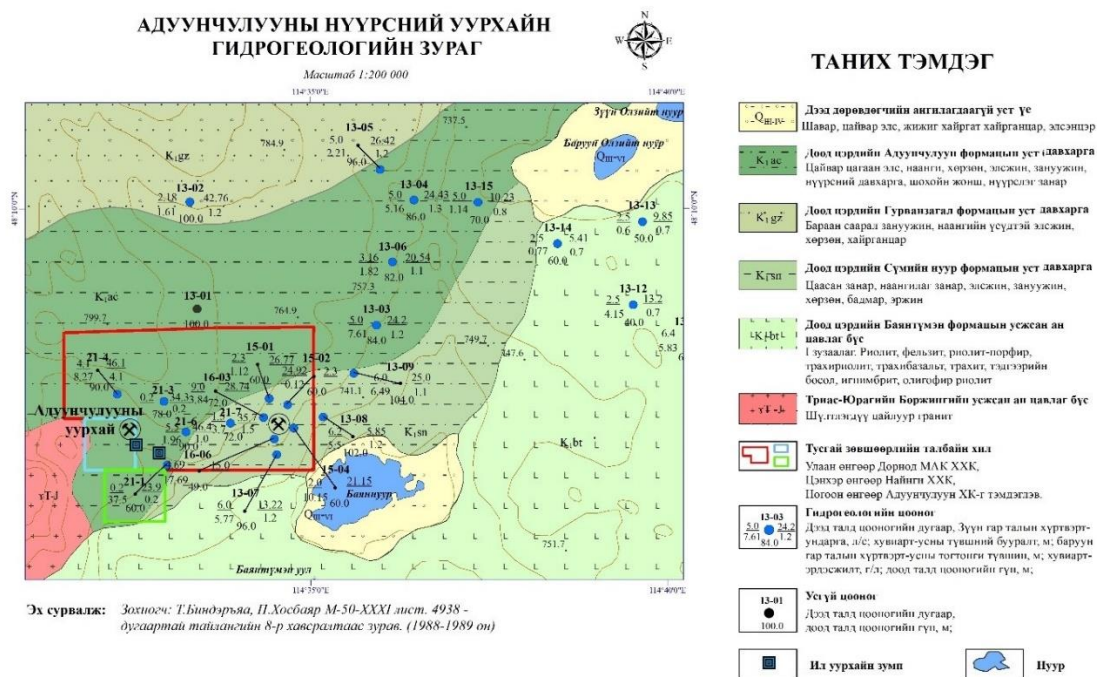
- 1) Доод цэрдийн Адуунчулуун формацын уст давхарга (K_{1ac}).
- 2) Доод цэрдийн Сүмийн нуур формацын уст давхарга (K_{1sn}).

Доод цэрдийн Адуунчулуун формацын уст давхарга (K_{1ac}) нь районы төв хэсэгт буюу Адуунчулууны нүүрсний ордын талбайд тархсан байдаг бөгөөд хүрэн нүүрс, элсэн чулуу, аргиллит, алевролитом тогтоно. Тухайн уст давхарга нь дээд буюу нүүрсний уст давхарга, доод буюу нүүрсний доод талын уст давхаргат ялгагдана.

Дээд буюу нүүрсний уст давхарга: Ордын гидрогеологийн нөхцөлийг тодорхойлох зорилгоор хүрэн нүүрс агуулагч хурдас буюу дээд уст давхаргыг харьцангуй сайн судалсан байдаг юм. Энэхүү уст давхарга нь гравелитын үетэй дунд, том, ширхэгтэй элс, мөн шавар, аргиллитын үеүдтэй сул цементлэгдсэн элсэн чулуу бүхий хурдас нь хүрэн нүүрсний давхаргыг бүрхэж тогтох бөгөөд тэр нь хамтдаа нэг уст давхаргыг бүрдүүлнэ. Энэ уст давхарга даралтгүй устай бөгөөд түүний тархалт нь доод талын ус үл нэвтрүүлэх давхаргын тогтоцоос хамаарч янз бүр байна.

Доод буюу нүүрсний доод талын уст давхарга. Энэ уст давхарга нь нүүрсний үндсэн давхаргаас доош орших дунджаар 30.0 орчим метрийн зузаан хар ногоон өнгийн хатуу шаварлаг хурдсаар тусгаарлагдсан байдаг тул даралттай устай байна. Энэ цайварлаг хурдасны зузаан мөн 29-39 м. Уст давхарга гол төлөв шаврын үеүдтэй элсэрхэг хурдсаас тогтох ба доод хэсэгт жижиг хайргатай аргиллит, алевролит тохиолдоно. Нүүрсний доод талын уст давхаргыг 1961, 1982 онуудад нилээд сайн судалсан байдаг юм. Тухайлбал, 1965 онд 15/65, 16/65, 22/55 дугаар цооногуудыг өрөмдөж тухайн уст давхаргын зүй тогтцыг тодорхойлсон бол 1980 онд 1/80, 4/80, 5/80, 7/80, 8/80, 12/80, 13/80-р цооногуудыг өрөмдөж гидрогеологийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг (параметр) бодож, уст давхаргын усжилтын түвшин харьцангуй бага байдаг болохыг тогтоож, уурхайн цаашдын ашиглалтын явцад онцын хүндрэл үзүүлэхгүй гэж тодорхойлсон байна. Мөн нүүрсний болон нүүрсний доод уст давхарга өөр хоорондоо 30 гаруй метрийн зузаан ус үл нэвчүүлэгч давхаргаар тусгаарлагддаг ба өөр хоорондоо гидравлик холбоогүй болохыг урьд нь хийгдэж байсан ордын гидрогеологийн судалгааны ажлуудын үр дүнгээр тогтоосон байдаг юм.

Доод цэрдийн Сүмийннуур формацын уст давхарга (K_{1sn}) нь Адуунчулууны нүүрсний ордын районы зүүн-өмнөд болон зүүн-хойд хэсэгт тархсан бөгөөд цаасан занар, наангилаг занар, элсжин, зануужин, хөрзөнгөөс тогтоно. Сүмийннуур формацын хурдасны нүх сүв-давхраасын ус нь гидравлик шинж чанараараа ихэнхдээ түрэлтгүй горимтой байна.



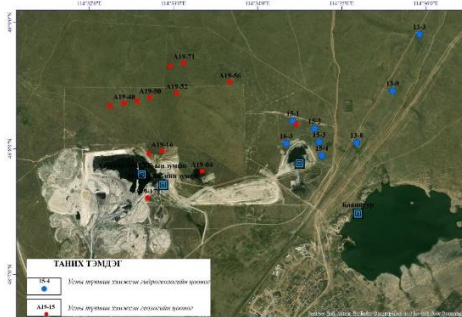
Зураг 3. Адуунчулууны нүүрсний уурхайн талбайн гидрогеологийн зураг

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Адуунчулууны нүүрсний уурхайн Баруун-Амны талбайд 2019-2021 оны хооронд гидрогеологийн маршрут-ажиглалт, өрөмдлөгийн ажил, гидрохимийн сорьцлолт, уурхайн орчмын газрын доорх усны усны түвшний хэмжилтийг хийж гүйцэтгэсэн.



Зураг 4. 2021 онд өрөмдсөн гидрогеологийн цооногуудын байршил



Зураг 4. Усны түвшний хэмжилт хийсэн цооногуудын байршил



Зураг 4. Уурхайн орчмын гидрогеологийн цооногт усны түвшний хэмжилт хийж буй байдал



Мөн тухайн талбайд хийгдсэн геологи, гидрогеологийн хайгуулын ажлын материалуудыг ашиглав.

2019 оны 7 сарын 17-ны байдлаар уурхайн орчмын газрын доорх усны түвшнийг Microsoft Excel програм ашиглан графикаар дүрслэлээр илэрхийлж, шинжилгээ хийсэн. Мөн шинээр өрөмдсөн цооногууд дээр гидрогеологийн шавхалт туршилтын ажлууд хийж, гидрогеологийн тооцооны үзүүлэлтүүдийг гидрогеодинамикийн Дюпюигийн сонгодог аналитик тэгшитгэлийн аргаар тооцож, уст давхаргын шүүрэлтийн итгэлцүүрийг тодорхойлсон [4]. Гидрогеологийн цооногуудаас усны сорьц авч суурин лабораторид шинжүүлэн үр дүнгээр Grapher-23 программыг ашиглан Пайпер болон Дуров диаграммыг байгуулж, задлан шинжилгээ хийсэн.

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Ордын усжилтын нөхцөл

Ордын геологийн тогтоц, гидрогеологийн нөхцөлийг авч үзэхэд Адуунчулууны нүүрсний уурхайн газрын доорх усны тэжээмж болон гидродинамикийн хил заагийн нөхцөлд судалгааны талбайн баруун хэсэгт тархсан Триас-Юрагийн боржин чулуун массив болон Хэрлэн голын хөндий, түүний хойд талаар тархсан Доод цэрдийн Баянтүмэн формацын бялхмал чулуулгийн массив чухал нөлөө үзүүлдэг байх өндөр магадлалтай. Эдгээр төрлийн чулуулгуудын ан цавын усжилтын түвшин цэрдийн настай хурдас чулуулгийн нүх сүвийн ус агуулах, дамжуулах чадвараас нилээд хэмжээгээр бага байдаг ерөнхий зүй тогтол ажиглагддаг гэж судлаачид үздэг байна [5].

Адуунчулууны нүүрсний уурхай руу баруун болон урд талаас нь ирэх газрын доорх усны урсацын багагүй хэсгийг Триас-Юрагийн боржин чулуун массив, мөн өмнөд болон баруун өмнөд талаас нь буюу Хэрлэн голын хөндийн чиглэлээс ирэх газрын доорх усны урсацыг Доод цэрдийн Баянтүмэн формацын бялхмал чулуулгийн массив хааж, боогдуулж, саатуулж байх магадлалтай ба улмаар уурхайн малталтад шүүрэн орж ирэх усны хэмжээг багасгах ач холбогдолтой байна (Зураг 2).

Гидрогеологийн шавхалтын ажлын үр дүнд карьерийн дотор болон гадна нь ойрхон байрлах горимын цооногуудад усны түвшин дөнгөж 1-15 см буурч улмаар тогтворжих горимд шилжиж байсан нь тухайн талбайд тархсан нүүрсний уст давхарга хаа нэгтээгээс ихээхэн хэмжээний усны тэжээмж авч байгааг гэрчилж байна. Тэрхүү тэжээмж нь газрын доорх усны эвдэрсэн горимын нөхцөлд (30-аад метрийн гүн карьер ухсанаас үүссэн) зүүнээс баруун, баруунаас зүүн болон урдаас хойш чиглэлтэй газар доорх усны урсацаас үүдэлтэй гэж үзэх үндэслэлтэй.

Мөн уурхайн Зүүн-Амны баруун талаас Адуунчулууны хөндийн газрын доорх усны байгалийн урсацаас тэжээмж авч, зүүн талаас нь карьерийн хилтэй залгаа орших, өмнө тогтоогдсон газрын доорх усны ордын нөөцөөс, мөн урд талаас нь Хэрлэн голын хөндийн газрын доорх усны урсацаас уурхайн малталт руу ус орж ирэх магадлал өндөр байгаа нь ордын районы геологи, тектоник, гидрогеологи, гидрологи, геоморфологийн нөхцөлөөс харагдаж байна.

Нүүрсний ордын хэмжээнд авч үзвэл ордын баруун хэсэгт нүүрсний уст давхаргын усжилтын хэмжээ багавтар, гидрогеологийн нөхцөлийн хувьд

тааламжтай байх ба харин зүүн хэсэг рүүгээ усжилтын түвшин ихсэж, гидрогеологийн нөхцөл хүндрэх хандлага ажиглагдаж байна.

Уст давхаргын гидрогеологийн тооцооны параметрууд

Дээд буюу нүүрсний уст давхаргын зузаан нь уурхайн зүүн амны орчимд 22-60.0 м, уурхайн баруун амны орчимд 23.9-90.0 м, усны түвшин 21.1-26.7 м-т, ундарга 2-2.3 л/с, түвшин бууралт 1.12-20.35 м байсан ба түүнээс өмнөх судалгаануудын гидрогеологийн цооногийн ундарга нь 0.8-2.1 л/сек түвшний бууралт 0.6-22.9м, хувийн ундарга 0.061-4.66 л/сек, шүүрэлтийн коэффициент 0.18–12.1 м³/хоног байжээ. 2021 онд өрөмдсөн гидрогеологийн цооногийн ундарга 0.2-5.5 л/сек түвшин бууралт 1.96-37.5 м, хувийн ундарга нь 0.0053-2.55 л/сек, шүүрэлтийн коэффициент нь 2.43 м/хоног байна.

Доод буюу нүүрсний доод талын уст давхарга нь даралттай устай бөгөөд хамгийн их даралт нь 55.17-86.4 м-т хүрдэг. (15/65, 5/80, 13/80-р цооногт). Нүүрсний ордын өмнөд, баруун өмнөд хэсэгт даралтын хэмжээ буурдаг ба 12/80, 13/80-р цооногт 16.92 м байдаг. Энэ уст давхаргын зузаан 2.0-6.1м орчим байдаг. 59.5-110.0 м-ийн гүнд энэ давхаргын ус илэрдэг. Цооногт шавхалт хийсэн материалаас үзэхэд ундарга 0.06-0.39 л/сек, түвшний бууралт 5.3-54.7 м-ийн хэлбэлзэлтэй. Чулуулгийн ус нэвтрүүлэх чадвар бага, шүүрэлтийн коэффициент 0.02-0.67 м/хоног байна. 1/80, 5/80-р цооногийн гидрогеологийн тооцооноос үзэхэд чулуулгийн түвшин дамжуулах чадварын коэффициентийн дундаж утга нь 213.12 м²/хоног байна.

Доод цэрдийн Сүмийннуур формацын уст давхаргын зузаан нь 5.4-40.0 м байна. Цооногийн ундарга нь 2.5-6.4 л/с, түвшний бууралт нь 0.6-5.8 м байна. Уст үе давхаргын шүүрэлтийн итгэлцүүр 2.62-10.9 м/хоног байгаа нь харьцангуй өндөр усжилттай уст давхарга болохыг харуулж байна. Энэхүү Адуунчулууны хөндийд тархсан өндөр чадамжтай уг уст давхарга нь нүүрсний ордын зүүн-өмнөд хилтэй залгаа оршдог учраас энэхүү уст бүрдлийн ус нь Адуунчулууны хүрэн нүүрсний уурхайн зүүн хэсэгт ашиглалтын үйл ажиллагаа явуулахад уурхайд нэвчин орж, уулын ажилд хүндрэл учруулах магадлал маш өндөртэй юм байна.

Өрөмдлөг, шавхалт-туршилтын ажлын үр дүнд дараах гидрогеологийн тооцооны параметруудийг тогтоосныг Хүснэгт 1-д харуулав.

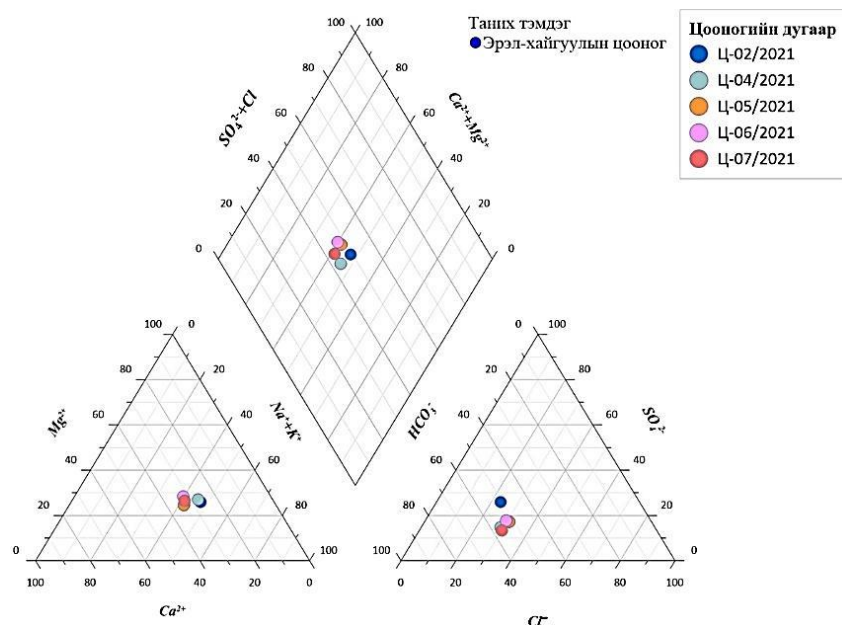
Хүснэгт 1. Гидрогеологийн тооцооны параметрууд

д/д	Цооногийн дугаар	Уст давхаргын зузаан, м	Түвшин бууралт, м	Ундарга		Шүүрэлтийн итгэлцүүр, м/хоног
				л/сек	м ³ /хон	
1	21-02	37.35	20.8	3	259.2	0.53
2	21-04	43.83	8.27	4.1	354.24	1.24
3	21-05	39.07	4.25	5	432	3.18
4	21-06	49.04	1.96	5.5	475.2	5.84
5	21-07	31.29	3.75	1.5	129.6	1.35
Дундаж		36.5		2.79	240.69	2.43

Дюпюигийн сонгодог аналитик тэгшитгэлийн аргаар уст давхаргын шүүрэлтийн итгэлцүүрийг тооцоход түүний утга 0.53-5.84 м/хоног болж байна.

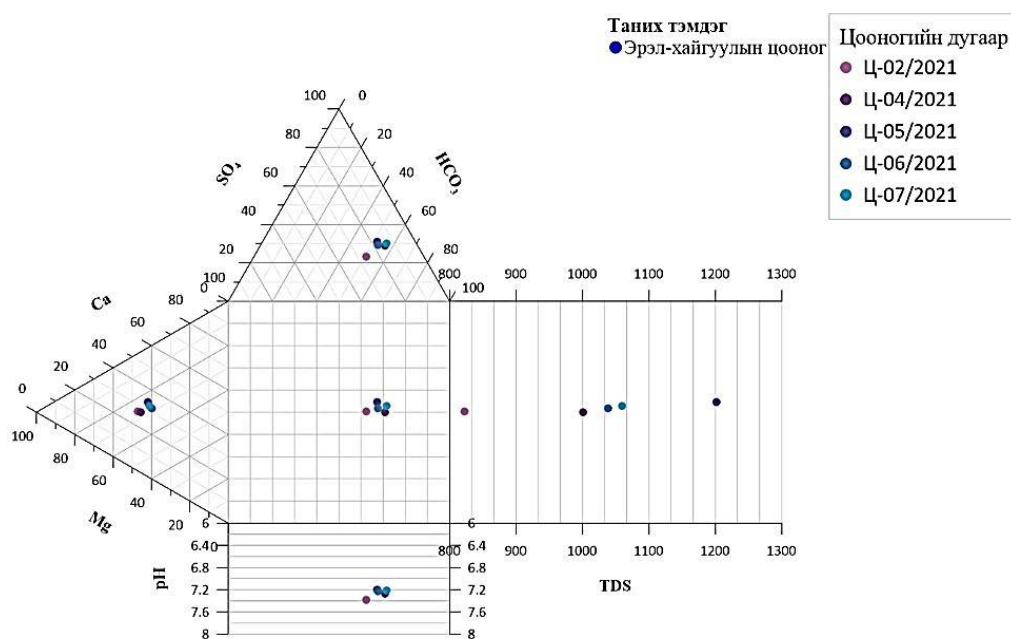
Усны химийн найрлага

Пайпер диаграммаас (Зураг 5) харахад нийт сорьцны анионуудаас 54.0% нь гидрокарбонат, 29.0% нь хлорын ангийн ус байгаа бол катионуудаас 43.0 % нь натри, 30.0% нь кальцийн ион зонхилж байна. Диаграммын дээд хэсэгт гидрокарбонатын ангийн натрийн бүлгийн ус ерөнхийдөө давамгайлж байгааг харуулж байна.



Зураг 5. Адуунчулууны нүүрсний уурхайн усны химийн найрлага.
Пайпер диаграмм

Дуров диаграммаас (Зураг 6) харахад ерөнхий хатуулгийн хэмжээ 4.96-6.08 мг-экв/л, эрдэсжилт нь 822.0-1202.0 мг/л-ийн хооронд байна.



Зураг 6. Адуунчулууны нүүрсний уурхайн усны химийн найрлага.
Дуровын диаграмм

ДҮГНЭЛТ

- 1) Адуунчулууны нүүрсний уурхайн газрын доорх усны тэжээмж болон гидродинамикийн хил заагийн нөхцөлд судалгааны талбайн баруун хэсэгт тархсан Триас-Юрагийн боржин чулуун массив болон Хэрлэн голын хөндий, түүний хойд талаар тархсан Доод цэрдийн Баянтүмэн формацын бялхмал чулуулгийн массив чухал нөлөө үзүүлдэг байх өндөр магадлалтай байна.
- 2) Газрын доорх усны эвдэрсэн горимын нөхцөлд ордын талбайн зүүнээс баруун, баруунаас зүүн болон урдаас хойш чиглэлтэй газар доорх усны урсацтай бөгөөд эндээс ордын талбайд тархсан нүүрсний уст давхарга их хэмжээгээр тэжээмж авч байна.
- 3) Уурхайн Зүүн-Амны баруун талаасаа Адуунчулууны хөндийн газрын доорх усны байгалийн урсацаас, зүүн талаасаа нь карьертэй зэргэлдээ орших газрын доорх усны ордын нөөцөөс, урд талаасаа Хэрлэн голын хөндийн газрын доорх усны урсацаас уурхайн малталт руу ус орж ирэх магадлал өндөр байгаа ба энэ нь ордын районы геологи, тектоник, гидрогеологи, гидрологи, геоморфологийн нөхцөлөөс хамаарч байна.
- 4) Адуунчулууны хүрэн нүүрсний уурхайн талбайн уст давхаргын зузаан 22.0-49.0 м, усны тогтонги түвшин 35.7-50.9 м, цооногийн ундарга 1.5-5.5 л/сек, түвшин бууралт 1.96-20.8 м, цоонгийн хувийн ундарга 0.14-2.55 л/с.м, уст давхаргын шүүрэлтийн итгэлцүүр 0.53-5.84 м/хоног байгааг тогтоосон.
- 5) Усны химийн найрлагыг тогтоох ажлын үр дүнд газрын доорх ус нь гидрокарбонатын ангийн натрийн бүлгийн ус болохыг тогтоосон ба усны эрдэсжилт 822.0-1202.0 мг/л, ерөнхий хатуулаг 4.96-6.08 мг-экв/л, усан орчин (pH) 7.2-7.38 байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] “Найнг” ХХК., Дорнод аймгийн Хэрлэн, Баянтүмэн сумдын нутагт орших Адуунчулууны нүүрсний ордыг ашиглах техник эдийн засгийн үндэслэл. Улаанбаатар хот, 2019 он
- [2] Т.Биндэрьяа., П.Хосбаяр., Б.Ганбат., Эрээнцав-Чойбалсан дүүргийн 1:200000-ны геологийн бүлэгчилсэн зураглал. Дорнод аймаг, 1989-1992 он.
- [3] Ш.Шарав., Х.Цэвэлдорж., Д.Хатанбаатар., Дорнод аймгийн Баянтүмэн сумын нутаг Адуунчулууны хөндийн хэсэгт “Цахилгаан станц ба нүүрс химийн аж үйлдвэрийн цогцолбор”-ын техникийн төвлөрсөн усан хангамжийн эх үүсвэрийн зориулалтаар 2013 онд явуулсан газрын доорх усны эрлийн ажлын үр дүнгийн тайлан. Улаанбаатар хот, 2014 он
- [4] Р.Баттөмөр., Д.Доржсүрэн., Гидрогеологийн эрэл-хайгуулын судалгааны үндсэн үе шат, аргазүй, газрын доорх усны нөөцийн үнэлгээний аргачилсан гарын авлага. Улаанбаатар хот, 2015 он.
- [5] Дунар-Од ХХК., Адуунчулууны нүүрсний ордын гидрогеологийн судалгаанд зөвлөх үйлчилгээ үзүүлэх гэрээт ажлын үр дүнгийн тайлан. Улаанбаатар хот, 2021 он

АЛТАН ЦАГААН ОВОО АЛТ-ХОЛИМОГ МЕТАЛЛЫН УУРХАЙН ГАЗАР ДООРХ УСНЫ ГОРИМЫН СУДАЛГАА

Б.Сайнзаяа, Д.Энхбаяр

ШУТИС-ийн ГУУС-ийн Геологи, гидрогеологийн салбар

ХУРААНГУЙ

Судалгааны талбай болох Алтан цагаан овоо алт-холимог металлын уурхай нь Дорнод аймгийн Цагаан-овоо сумын нутагт байрлана. Алтан цагаан овоо алт-холимог металлын уурхайн орчмын газрын доорх усны хяналт шинжилгээний (мониторингийн) цооногуудын усны түвшний хэмжилтийг 2023 оны 6-р сард хийж гүйцэтгэсэн. 2021-2023 оны хэмжилтийн үр дүнгээр уурхайн карьер үүсэхээс өмнөх буюу байгалийн горимтой үе болон уурхайн карьерт шүүрлийн ус бий болох үеийн гидроизогипсийн зургийг ArcGIS програмын орон зайн интерполяцийн арга болох *Inverse distance weighted* (IDW) загварыг [6,7] ашиглан боловсруулсан. Мөн Microsoft Excel програм ашиглан 2018-2022 оны усны түвшин, хур тунадасны хамаарлын график байгуулж усны түвшний задлан шинжилгээ хийв. карьерт ус шүүрч орж ирээгүй байх үеийн газрын доорх усны түвшний зураг буюу байгалийн нөхцөлд байгаа үеийн гидроизогипсийн зургийг зураглав. Усны түвшин хамгийн өндөр хэсэг судалгааны талбайн зүүн урд хэсэгт буюу РТ-МВ05 мониторингийн цооногийн орчимд далайн түвшнөөс дээш 1038.5 м байна. Усны түвшин хамгийн бага буюу судалгааны талбайн баруун хойд зүгт уурхайн амнаас 1 км зайд НЛ-МВ04 мониторингийн цооногийн орчимд 997 м байна. Газрын доорх урсгалын чиглэл судалгааны талбайн зүүн урд хэсгээс баруун хойд хэсэг рүү шүүрч байна. Гидравлик налуу нь уурхайн карьераас хойд зүгт 0.0218, баруун хойд зүгт 0.062 байна. Уурхай карьерт ус орж эхлэхээс өмнө буюу байгалийн горим эвдрээгүй байх үед газрын доорх усны түвшин 997-1037 м хооронд хэлбэлзэх ба урсгалын чиглэл усны даралт өндөртэй хэсгээс бага даралттай хэсэгрүү шүүрэлт явагдаж байгааг зураг 3-аас харж болно.

Түлхүүр үг: Гидроизогипс, урсгалын чиглэл, усны түвшин, гидравлик налуу

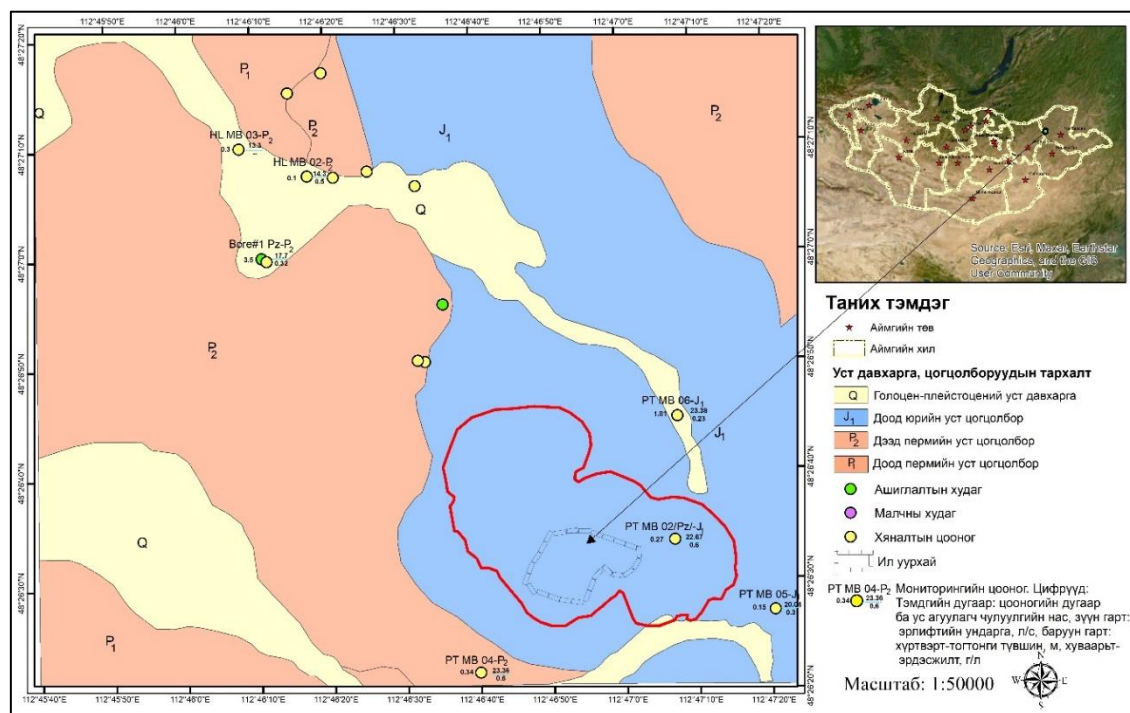
ОРШИЛ

Судалгааны талбай нь Дорнод аймгийн Цагаан-Овоо сумын 2-р багийн нутаг дэвсгэрт сумын төвөөс баруун зүгт 50 км, Улаанбаатар хотоос зүүн зүгт 650 км, Дорнод аймгийн төв Чойбалсан хотоос баруун хойш 180 км зайд оршино. Монгол орны геоморфологийн мужлалаар Ухаа гүвээт талын хэв шинжид хамаарагдах ба Монгол орны дорнод хэсгийн ихэнх нь энэ хэв шинжид хамаарагдах. Энэ тал дахь ухаа гүвээ харьцах өндрөөрөө 10-20 метрээс үл хэтэрнэ. Судалгааны талбайн баруун хэсгээр баруун хойноос зүүн урагш сунасан нам уулсын бэл хөндийтэй. Талбай орчмын нутаг дэвсгэрийн дундаж 1050 м бөгөөд хамгийн нам газар нь Баян голын голдирлын (нутгийн иргэд Бидэр горхи гэдэг) дагуу 920 м, хамгийн өндөрлөг цэг нь лицензийн талбайгаас баруун зүгт орших Баян уул 1236 м, Яруу уул 1200 м өндөр өргөгджээ [1].

Судалгааны талбай нь ус зүйн хувьд дэлхийн ус хагалбарын Номхон далайн ай савд, Монгол орны Хэрлэн голын сав газарт багтдаг. Уурхан талбайн хойд хэсэгт 5 км зайтай Баян нэртэй жижиг гол салаалан Бидэр гол болон урсаж байна. Бидэр гол нь байнгын урсацтай, 10 орчим метр өргөн гол байна. Бидэр голын хувьд

гадаргын усны горим, нөөцийн байнгын ажиглалт хэмжилтгүйн улмаас хэмжилтийн материал, бусад мэдээлэл нэн ховор байдаг [1].

Судалгааны бүс нутаг нь эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, өвөл цас бага ордог, агаар нь хуурайвтар, чийг багатай, хавар салхи шуурга ихтэй, зарим үед 35-40 м/сек хүрч шуурдаг онцлогтой бүс нутаг юм. Дорнод аймгийн Цагаан-Овоо сумын уур амьсгалын тоймыг тус сумтай ойр орших Чойбалсан станцын 2008-2022 оны ажиглалтын мэдээнээс авч үзсэн болно. Жилийн дундаж температур нь -0.4°C , хамгийн хүйтэн 1-р сарын дундаж температур -24.3°C , хамгийн халуун 7-р сарын дундаж температур 21.7°C байна. нутагт жилд дунджаар 253.8-311.9 мм тунадас унадаг. Цасан бүрхэвч 11-р сарын 5-ны үед тогтож 3-р сарын 30 хүртэл 130 орчим хоног 10 см орчим зузаан цастай байна [1].



Зураг 1. Судалгааны талбайн байршлын зураг. Геологи, гидрогеологийн зураг [2]

Ордын геологийн тогтоц

Алтан цагаан овоо ордын дүүргийн геологийн тогтцын хөгжил нь доод пермийн галваас дөрөвдөгчийн цаг үеийг хүртэлх насны хурдас чулуулгийн хуримтлал, тасалдал, маагмын хоёр удаагийн идэвхжил, тухайн дүүргийн тектоник үйл ажиллагаатай шууд холбоотой явагдсан байна. Судалгааны талбайд давхаргазүйн хувьд доод ба дунд пермийн терриген-вулканоген, доод юрийн туфоген-терриген, доод цэрдийн тунамал, дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдас чулуулаг өргөн тархсан байдаг [2,5].

Ордын гидрогеологийн нөхцөл

Судалгааны талбай нь Монгол Улсын гидрогеологийн дүүрэгчлэлээр улирлын дунд зэргийн тэжээлтэй Монголын дорнод хэсгийн дэд мужид багтана. Бүс нутгийн хувьд гидрогеологийг Цэрд-Дөрөвдөгчийн хөндийд байрлах интергранулар тунамал хурдаст агуулагдах уст давхаргууд болон Мезозойн ан цавжсан чулуулагт агуулагдах уст давхаргуудаар нь авч үзэж болно. Судалгааны талбай нь “бие даасан жижиг хэсгүүдээс бүрдсэн хязгаарлагдмал нөөц” бүхий олон янзын ширхэглэг бүхий талбайн ангилалд багтана. Хотгорыг хүрээлсэн илүү эртний настай хатуурсан давхарга нь “газрын доорх усны нөөцгүй чулуулаг” ангилалд хамаарна. Гидрогеологийн нөхцөл нь судалгааны талбайд дараах байдлаар ерөнхийдөө ангилагдана.

Ан Цавжсан Чулуулгийн Уст Давхаргууд: Хөндийг зааглаж буй хагарал болон эргэн тойрны галт уулын ба барьцалдсан тунамал чулуулгийн хүрээнд газрын доорх усны хязгаарлагдмал эх үүсвэр тогтоогдсон. Ийм төрлийн уст давхаргуудад ихэвчлэн эх үүсвэрийн хэмжээ нь тодорхойгүй байдалтай байна. Ан цавжилттай чулуулгууд харилцан огтолцсон газрын доорх усны эх үүсвэр нь ихэвчлэн цэвэр байгаа боловч ундарга багатай бөгөөд усжсан талбай хязгаарлагдмал байдалтай байна. Ан цавжсан чулуулаг дахь уст давхаргууд нь дээрээ байрлах интергранулар тунамал хурдсын уст давхаргатай гидравлик холбоотой ч байж болохоор, холбоогүй ч байж болохоор байна.

Тунамал Хурдсын Сав Газрын Уст Давхаргууд: Мезозой-Кайнозойн хурдас бүхий сав газруудын тунамал хурдсуудыг өмнөх хайгуулын ажлаар тодорхой хэмжээний нарийвчлалтайгаар судалсан. Хамгийн доод талын хурдсууд нь тус сав газрын эртний хагарлыг тусгасан бөгөөд сав газрын ёроолд байрлана. Эдгээр хурдсууд нь голчлон дээд Юрагаас доод Цэрдийн настай бөгөөд хөрзөн, элсэн чулуу, аргиллит, шавар болон галт уулын чулуулгаас бүрдэнэ. Брекчи, хөрзөн болон алевроитаас бүрдэх доод Цэрдийн хурдаснууд нь ихэвчлэн сайтар барьцалдсан байдалтай бөгөөд их хэмжээний интергранулар шавар болон аргиллит агуулна.

Доод юрийн тунамал чулуулгийн уст цогцолбор нь ордын талбайн төв хэсэгт өргөн тархалттай. Ус агуулагч чулуулаг нь элсэн чулуу, алевролитын нимгэн цөөн үе агуулсан, дундаас сайн мөлгөржсөн, дунд зэрэг ялгагдсан хайрга бүхий конгломерат, гравелит, алевролит, туф элсжин болон элсжин, алевролитын салаавчилсан үеэс бүрдэх ба хурдасны зузааныг ойролцоогоор 130 м баримжаалсан байна.

Газрын доорх ус нь дээрх чулуулгийн дээд идэвхтэй ан цавын бүсэд хуримтлагдана.

Усжилт нь тектоникийн үйлчлэл, ан цавшилтын зэргээс шууд хамааралтай. Газрын доорх ус нь чөлөөт гадаргуутай. Ордын талбайд өрөмдсөн цооногуудын тогтонги түвшин нь 18.86-37.99 м-ийн гүнд байрлана. Ус агуулсан ан цавын зузаан нь 17.2-36.8м.

Уг уст цогцолборын усжилт нь ан цавын зэрэг, газрын доорх усны хөдөлгөөн, хуримтлалын нөхцөл, гадаргуугийн байрлалаас хамааран харилцан адилгүй. Судалгааны талбайд уст цогцолбор газрын доорх усны тэжээгдэл, зөөгдлийн мужид байрладаг. 2012 онд өрөмдсөн цооногуудын ундарга 0.5-5.87л/с, бууралт нь

72.57-88.62 м хүрэх ба хувийн ундарга нь 0.007-0.066л/с байна. Доод юрийн уст цогцолбор нь өөрийн тархалтын талбайд унах агаарын хур тунадсаар тэжээгдэж, усаа гипсометрийн доор орших уст давхарга, цогцолборуудад алдана.

Дөрөвдөгчийн хурдсууд нь ерөнхийдөө одоогийн сав газрын системүүдийн топографын нам дор газруудад илрэх бөгөөд сүүлийн үеийн нуурын болон аллювиал хурдсуудтай холбоотой аллюв/делювийн элс, сайрга бүхий элс болон шавранцараас бүрдэнэ. Дөрөвдөгчийн хурдсууд нь зузааны хувьд харилцан адилгүй янз бүр байх бөгөөд тийм хурдсуудын нэгдмэл бус элсэрхэг байдлаас хамааран багахан хэмжээний усаар хангах бололцоотой /малчдын худаг/ байна.

Монгол Улсын “Ундны ба техникийн усны нөөцийн ангилал хийх удирдамж (1985)”-ын дагуу Давхарын арын хөндийн газрын доорх усны орд нь хайгуулын явцад тогтоогдсон геологи гидрогеологийн нөхцлийн хувьд “хоёрдугаар зэргийн нийлмэл орд”-д хамаарагдана. Газрын доорх усны чанар нь талбайн хэмжээнд давсархаг бөгөөд технологийн хэрэглээнд тохиромжтой хэдий ч ундны зориулалтаар хэрэглэхэд цэвэршүүлэх шаардлагатай.

Газрын доорх ус хүртэлх гүн (усны тогтсон түвшин) 30-35 м-ийн хооронд хэлбэлздэгээс үүдэн Дөрөвдөгчийн хурдсууд болон өгөршсөн ул чулуулгийн хэмжээнд байж болох усаар ханасан бүсийн зузаан нь 10 м-ээс бага байна. Судалгааны талбайн газрын доорх усны урсгал нь ерөнхийдөө топографын градиентийн дагуу урсдаг [3,4].

АРГА, АРГАЧЛАЛ

Алтан цагаан овоо алт-холимог металлын уурхайн орчмын газрын доорх усны хяналт шинжилгээний (мониторингийн) цооногуудын усны түвшний хэмжилтийг 2023 оны 6-р сард хийж гүйцэтгэсэн. Усны түвшни хэмжилтийн In-situ маркийн гар түвшин хэмжигч ашиглан гүйцэтгэв. Хээрийн хэмжилтээр нийт 30 уст цэгийн усны түвшний хэмжилт, усны сорьцолтын ажлыг явуулсан (Зураг 2). Энэ удаад зөвхөн усны түвшний боловсруулалтыг ажлын үр дүнг танилцуулж байна. Энэ судалгаанд 6 хяналт шинжилгээний цооногийн усны түвшний мэдээлэл болон карьерын усны түвшний мэдээллийг ашигласан болно.

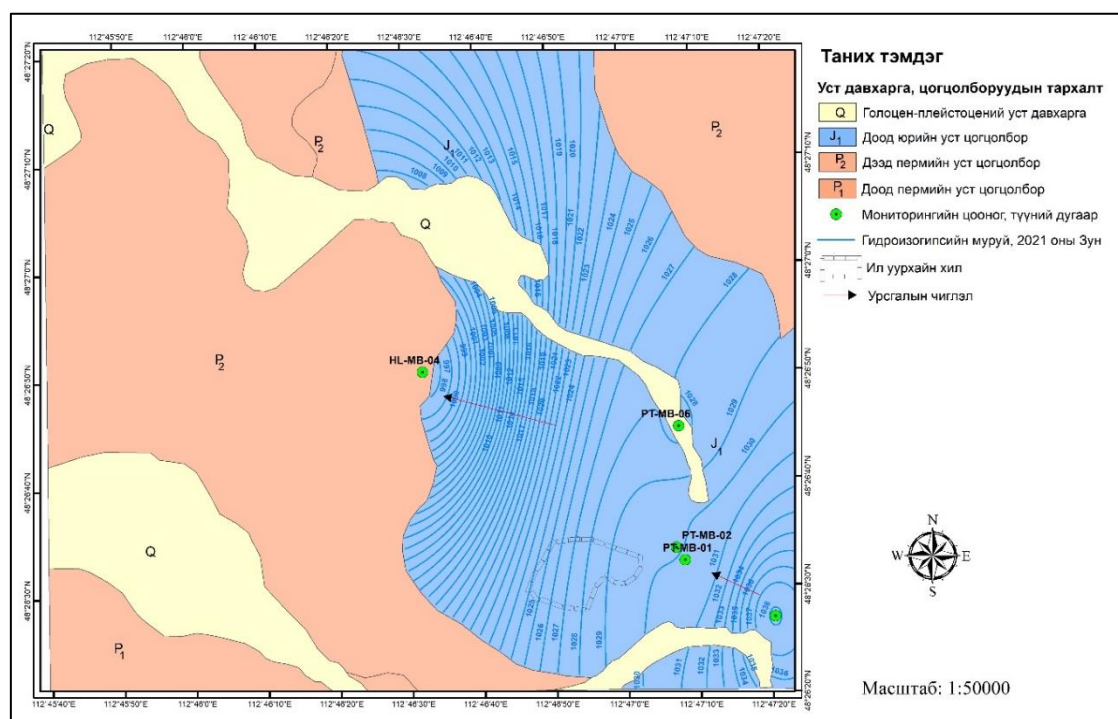


Зураг 2. Уурхайн орчмын мониторингийн цооногт усны түвшний хэмжилт хийж буй байдал

2021-2023 оны хэмжилтийн үр дүнгээр уурхайн карьер үүсэхээс өмнөх буюу байгалийн горимтой үе болон уурхайн карьерт шүүрлийн ус бий болох үеийн гидроизогипсийн зургийг ArcGIS програмын орон зайн интерполяцийн арга болох *Inverse distance weighted* (IDW) загварыг [6,7] ашиглан боловсруулсан. Мөн Microsoft Excel програм ашиглан 2018-2022 оны усны түвшин, хур тунадасны хамаарлын график байгуулж усны түвшний задлан шинжилгээ хийв.

ҮР ДҮН

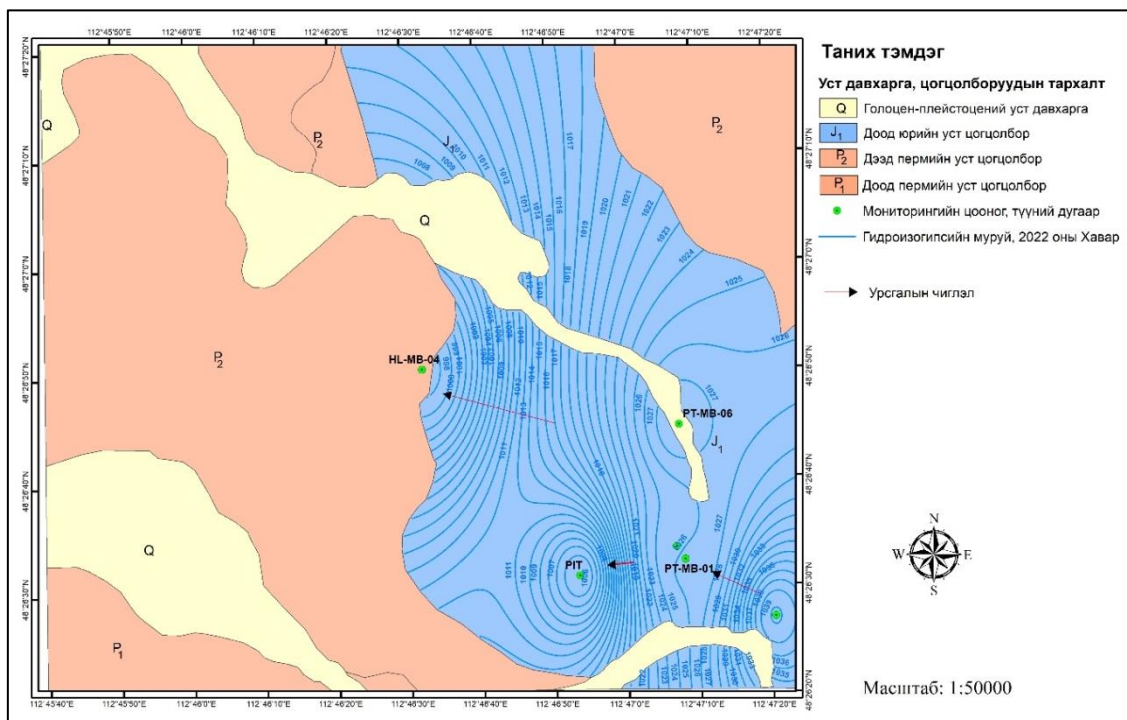
Зураг 3-д 2021 оны гидроизогипсийн зургийг үзүүлэв. Тус зурагт карьерт ус шүүрч орж ирээгүй байх үеийн газрын доорх усны түвшний зураг буюу байгалийн нөхцөлд байгаа үеийн гидроизогипсийн зургийг зураглав. Усны түвшин хамгийн өндөр хэсэг судалгааны талбайн зүүн урд хэсэгт буюу РТ-МВ05 мониторингийн цооногийн орчимд далайн түвшнөөс дээш 1038.5 м байна. Усны түвшин хамгийн бага буюу судалгааны талбайн баруун хойд зүгт уурхайн амнаас 1 км зайд НЛ-МВ04 мониторингийн цооногийн орчимд 997 м байна. Газрын доорх урсгалын чиглэл судалгааны талбайн зүүн урд хэсгээс баруун хойд хэсэг рүү шүүрч байна. Гидравлик налуу нь уурхайн карьераас хойд зүгт 0.0218, баруун хойд зүгт 0.062 байна.



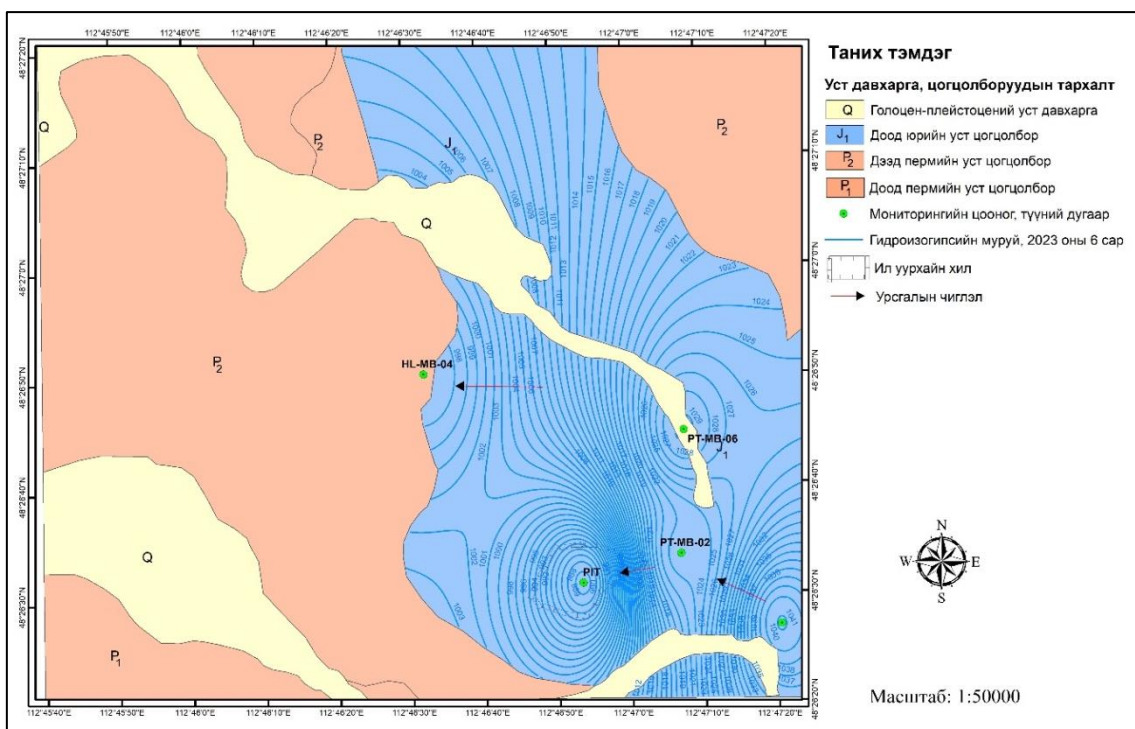
Зураг 3. Уурхай карьерт ус шүүрч эхлэхээс өмнөх үеийн газрын доорх усны түвшний зураг. 2021 он

Зураг 4, 5-д 2022, 2023 оны гидроизогипсийн зургийг үзүүлэв. Тус зурагт карьерт ус шүүрч орж ирж байгаа үеийн газрын доорх усны түвшний зургийг зураглав. Усны түвшин хамгийн өндөр хэсэг судалгааны талбайн зүүн урд хэсэгт уурхайн амнаас 0.5 км зайд РТ-МВ05 мониторингийн цооногийн орчимд далайн түвшнөөс дээш 1040.5 м (Зураг 4) ба 1041.5 м (Зураг 5) тус тус байна. Усны түвшин хамгийн бага буюу судалгааны талбайн баруун хойд зүгт уурхайн амнаас 1 км зайд НЛ-МВ04 мониторингийн цооногийн орчимд 2022 оны байдлаар 997.5 м (Зураг 4) байхад 2023 оны байдлаар уурхайн карьерын хэсэгт 987.6 м (Зураг 5) тус тус

байна. Газрын доорх урсгал нь 2022, 2023 онуудад уурхайн карьер руу чиглэсэн хөдөлгөөнийг үзүүлж байна. Гидравлик налуу нь уурхайн карьераас хойд зүгт 0.023, баруун хойд зүгт 0.05 байна.

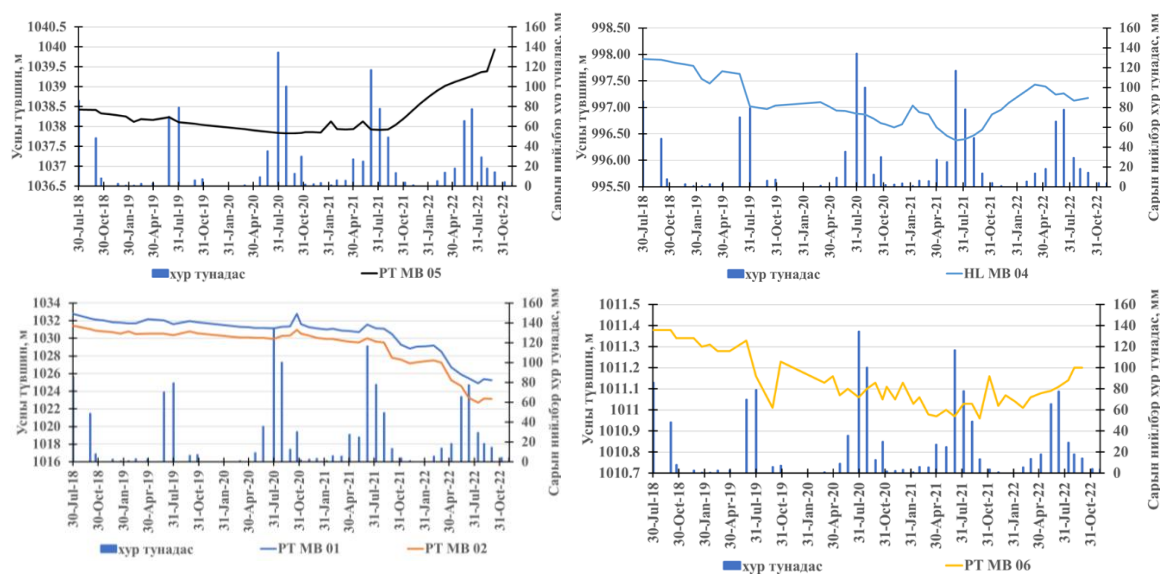


Зураг 4. Уурхайн карьерт ус шүүрч орж ирэх үеийн газрын доорх усны түвшний зураг. 2022 оны байдлаар



Зураг 5. Уурхайн карьерт ус шүүрч орж ирэх үеийн газрын доорх усны түвшний зураг. 2023 оны байдлаар

2018 оны 7 сараас 2022 оны 11 сар хүртэлх мониторингийн цооногуудын газрын доорх усны түвшинг Чойбалсан станцын сарын нийлбэр хур тунадастай харьцуулсныг Зураг 6-д үзүүлэв. Хур тунадасны жилийн нийлбэрийг харахад 248.1 мм (2023 он) - 341.0 мм (2018 он) хооронд байна. РТ-МВ 05 мониторингийн цооногийн усны түвшин 2021 оны 7-р сар хүртэл 0.5 м бууралтыг үзүүлсэн бол 2022 оны 10-р сар хүртэл 2 м өссөн байна.



Зураг 6. Мониторингийн цооногийн усны түвшний хэлбэлзэл, хур тунадастай харьцуулсан байдал

NL-MB-04 мониторингийн цооногийн усны түвшин 2021 оны 7-р сар хүртэл 1.5 м бууралтыг үзүүлсэн бол 2022 оны 10-р сар хүртэл 0.78 м өссөн байна. РТ-МВ-01, РТ-МВ-02 мониторингийн цооногуудын усны түвшин 2021 оны 5-р сар хүртэл тогтмол үзүүлэлттэй байсан бол 2022 оны 10-р сар хүртэл 6.3-6.9 м хүртэл буурсан байна. РТ-МВ-06 мониторингийн цооногийн усны түвшин 2022 оны 3-р сар хүртэл 0.37 м бууралтыг үзүүлсэн бол 2022 оны 10-р сар хүртэл 0.19 м өссөн байна.

ДҮГНЭЛТ

Уурхай карьерт ус орж эхлэхээс өмнө буюу байгалийн горим эвдрээгүй байх үед газрын доорх усны түвшин 997-1037 м хооронд хэлбэлзэх ба урсгалын чиглэл усны даралт өндөртэй хэсгээс бага даралттай хэсэгрүү шүүрэлт явагдаж байгааг зураг 3-аас харж болно.

Уурхайн карьерт ус орж эхэлснээр газрын доорх усны түвшин уурхайн малталтын хэсэгт байгалийн горимтой байх үеийн усны түвшнөөс 2023 онд 38.4 м хүртэл буурч уурхайн хэмжээнд газрын доорх усны урсгалын ерөнхий чиглэлд өөрчлөлт орж уурхайн малталтын төврүү чиглэж байна.

Уурхайн ахилттай холбоотой уурхайн ойр байгаа мониторингийн цооногуудын/ РТ-МВ-01, РТ-МВ-02 / усны түвшин сүүлийн жилүүдэд 6.3-6.9 м бууралтыг үзүүлсэн байна. Мөн уурхайн карьераас 0.5-1.5 км зайд байрлах мониторингийн цооногуудын усны түвшин 2018 оны 7 сараас 2021 оны 7 сар хүртэл 0.37-1.5 м-

ийн бууралтыг үзүүлсэн бол 2022 оны 10 сар хүртэл 0.19-2.0 м хүртэл өсөлтийг үзүүлж байна. Тухайн жилд хур тунадасны хэмжээ өмнөх онуудаас харьцангуй бага байгаа харагдаж байгаа боловч бид нарын ашиглаж байгаа цаг уурын станц нь судалгааны талбайгаас хол байрлана. Иймд тус уурхайн газрын доорх усны горимын судалгааг цаашид хийх газрын доорх усны түвшнийг хяналт хийхэд зайлшгүй судалгааны талбай орчимд хур тунадас хэмжих шаардлагатай байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Степ Голд ХХК-ийн "Химийн бодисын агуулахын өргөтгөл" төслийн байгаль орчны төлөв байдлын үнэлгээний тайлан, Эхмонголын байгаль ХХК, 2020 он.
- [2] "Алтан цагаан овоогийн алт-холимог металлын ордын гидрогеологийн тайлан", Вотер менежмент ХХК, 2019 он.
- [3] ATO prospect mine site hydrogeology: Deia hydrogeological technical supporting information, Aquaterra LLC, 2012 он.
- [4] ATO prospect water supply: Deia hydrogeological technical supporting information. Aquaterra LLC, 2012 он.
- [5] "Алтан Цагаан Овоогийн алт-холимог металлын үндсэн ордыг ил аргаар ашиглах техник-эдийн засгийн үндэслэлийн тодотгол". 2019.
- [6] Б.Сайнзаяа, Д.Энхбаяр. Д.Өлзийбаяр. ArcGIS программ ашиглан гидроизогипсийн зургийг боловсруулах аргууд (алтан цагаан овоо алт-холимог металлын уурхайн жишээн дээр). *Монгол Улсад Геологийн салбар үүсээж хөгжсөний түүхт 85 жилд зориулсан Эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл*. хууд. 35. 2024. Улаанбаатар.
- [7] Salah Hamad. Geostatistical analysis of groundwater levels in the south Al Jabal Al Akhdar area using GIS. 2009.

ХӨШӨӨТИЙН НҮҮРСНИЙ УУРХАЙН ОРДЫН ГИДРОГЕОЛОГИЙН СУДАЛГАА

Б.Басбаатар

Хөшөөтийн нүүрсний уурхай

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгаа нь Ховд аймгийн Дарви сумын Хөшөөтийн нүүрсний уурхайн ордын гидрогеологийн нөхцөл болон ил уурхайд шүүрэн орох усны тоо хэмжээг тодорхойлох зорилгоор хийсэн болно. Ил уурхайн ирэх 5 жилийн уулын малталтын ажилтай уялдуулан ордын гидрогеологийн судалгааны шавхалт-туршилтын үр дүнгээр тооцсон параметр, 2019 онд шавхалт-туршилт хийсэн WDH-01, WDH-02, WDH-03 цооногуудын үр дүнгээр тооцсон параметруудийг боловсруулан ил уурхайд шүүрэн орох усны тоо хэмжээг тооцлоо. Ил уурхайд шүүрэн орох газрын доорх усны урсгал үндсэндээ хур тунадасны чөлөөт нэвчилтээр тэжээгдэн зүүн өмнөөс баруун хойш чиглэлтэй Хөшөөтийн уурхайн хойгуур дайран өнгөрдөг Хөндлөнгийн хагарлын бүсээс явагдана. Тэгэхээр 2023-2026 онуудад тогтмол 661.12 м³/хон ийм хэмжээтэй ус ил уурхай руу шүүрэн орно.

Түлхүүр үгс: Шүүрэн орох ус, шавхалт-туршилт, усны урсац

ОРШИЛ

Энэхүү судалгааг нүүрсний ордын гидрогеологийн нөхцөл, ил уурхайд шүүрэн орох усны тоо хэмжээг тодорхойлох зорилгоор Ховд аймгийн Дарви сумын нутагт орших Хөшөөтийн нүүрсний уурхайн ордын жишээн дээр хийсэн болно.

Хөшөөтийн нүүрсний орд газар нь Ховд хотоос зүүн урагш 210км, Зэрэг сумаас зүүн урагш 60км, Цэцэг сумаас хойш 29км, Алтайн нурууны үргэлжлэл дээр орших ба Монгол Алтайн уулархаг их мужийн Алтайн мужид хамаарна. Монгол Алтайн нурууны зүүн-урд төгсгөлийн хойд хэсэгт далайн түвшнээс дээш 1900-2250м өндөрт оршино. Орд нь урд зүгээс хойшоогоо чиглэх бөгөөд нүүрсний давхраасны унал нь баруунаас зүүн зүгт чиглэнэ. Ордын урт 2.2км, өргөн нь 1.5км хэмжээтэй, дээд зэргийн коксжих чанарын нүүрсний орд юм.

Нүүрсний ордын хэмжээнд өнөөг хүртэл гидрогеологийн сэдэвчилсэн судалгааг явуулж байгаагүй бөгөөд ил уурхайд шүүрэн орох газрын доорх усны хэмжээ харьцангуй бага ч Хөндлөнгийн хагарлыг уулын ажлаар огтлох тул газрын доорх усны тоо хэмжээг үнэлэх зайлшгүй шаардлага үүсээд байна.

Ил уурхайн тэлэлт ойрын жилүүдэд тус хагарлыг огтлохоор байгаа тул ирээдүйд уул-техникийн хувьд газрын доорх усны учруулах эрсдэлийг урьдчилан үнэлэх, шавхан зайлуулах арга, хэмжээг төлөвлөх зорилгоор энэхүү судалгааг хийсэн.

Ордын гидрогеологийн нөхцөл, газрын доорх усны урсцын тоо хэмжээг тооцоолоход оновчтой төлөвлөхийн тулд тус Хөндлөнгийн хагарал дагуу, хагарлын урд болон хойно, ил уурхайн карьер дотор нийт 8 цооног өрөмдөхөөр төлөвлөж, гүйцэтгэсэн.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Хөшөөтийн нүүрсний уурхайн гидрогеологийн нөхцөл, ил уурхайд шүүрэн орох газрын доорх усны урсцын тоо хэмжээг тодорхойлохдоо шавхалт-туршилтын үр дүн болон өмнө хийгдсэн шавхалт-туршилтын үр дүнгээр тооцсон параметруудийг боловсруулан ил уурхайд шүүрэн орох усны тоо хэмжээг тооцлоо. Ингэхдээ ил уурхайн ирэх 5 жилийн уулын малталтын ажилтай уялдуулан, гидрогеологийн цооногуудын байршил, тэдгээрийн тооцооны параметруудийн онцлогоос хамааран усажсан талбайгаар нь бүлэглэн авч үзсэн.

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Хөшөөтийн нүүрсний ордод явуулсан гидрогеологийн шавхалт-туршилтын ажлын үр дүнгийн хэмжилтийн өгөгдлүүдээр хэд хэдэн тооцооны арга ашиглан гидрогеологийн параметруудийг тооцоолсон. Эдгээр нь сорилын болон туршилтын шавхалтын түвшний бууралтын өгөгдөлд суурилсан графикийг ашиглан, Купер-Жейкобын хугацааны мөрдлөгийн $S = (lgt)$ функц, Тейсийн арга болон усны түвшний сэргэлтийн өгөгдөлд Тейсийн сэргэлтийн аргыг ашиглан тооцоолсон.

Гидрогеологийн тооцооны параметруудийг тооцохдоо Aquifer test программ ашиглан хэд хэдэн хувилбараар параметруудийг тодорхойлсон. Энэ программ нь ус дамжуулалтын итгэлцүүр (T) болон шүүрлийн итгэлцүүр (S) зэрэг үндсэн параметруудийг нарийвчлалтайгаар тооцох боломж олгодог.

Гидрогеологийн тооцооны параметрууд:

- Шүүрлийн итгэлцүүр (S): Усны нөөцийн хөдөлгөөний хурд, шүүрлийн дамжуулах чадварыг илэрхийлдэг.
- Ус дамжуулалтын итгэлцүүр (T): Ус дамжуулах хүчийг илэрхийлсэн чухал параметр бөгөөд усны урсгал, нөөцийн боломжийг тодорхойлно.

Ил уурхайд шүүрэн орох усны тооцоо: Ордын гидрогеологийн судалгааны шавхалт-туршилтын үр дүнгээр тооцсон параметр, 2019 онд шавхалт-туршилт хийсэн WDH-01, WDH-02, WDH-03 цооногуудын үр дүнгээр тооцсон параметруудийг боловсруулан ил уурхайд шүүрэн орох усны тоо хэмжээг тооцлоо. Ингэхдээ ил уурхайн ирэх 5 жилийн уулын малталтын ажилтай уялдуулан, гидрогеологийн цооногуудын байршил, тэдгээрийн тооцооны параметруудийн онцлогоос хамааран усажсан талбайгаар нь бүлэглэн авч үзсэн.

Тухайлбал: Одоо ашиглаж байгаа ил уурхайд өрөмдсөн WDH-06, WDH-08 цооногуудын параметр ойролцоо тул “Ил уурхайн бүс”, Хөндлөнгийн хагаралд өрөмдсөн WDH-04, WDH-05, WDH-10 цооногуудыг бүлэглэн “Хөндлөнгийн бүс”, Хөндлөнгийн хагарлын хойд хэсэгт өрөмдсөн WDH-07, WDH-09 цооногуудыг бүлэглэн “Хойд бүс” болгон жил авч үзлээ. Дээд пермийн настай, Хөшөөт формацийн элсэн чулуу, алевролит, аргиллит, нүүрсний зузаалаг дахь ан цавсудлын уст үеүд нь түрэлтэт, сул түрэлтэт шинжтэй тул том голчтой худгийн доорх томъёогоор тооцвол:

1. Ил уурхайн бүс

$$Q = \frac{2.73 \cdot K_m \cdot S}{lgR - lgr_0} \quad (1)$$

Энд: K_m – Ил уурхайн бүсэд өрөмдөж, туршилт хийсэн цооногуудын ус дамжуулалтын итгэлцүүрийн утга, $m^2/хон$; S – Ил уурхайд өрөмдөж, шавхалт,

туршилт хийсэн цооногуудын түвшний бууралтын дундаж утга, м; lgR – Том голчтой худгаас ус татах үед үүсэх нөлөөллийн радиус, м; lgr_0 – Ил уурхайн малталын шилжүүлсэн радиус

$$R = 0.565 * \sqrt{F} \quad (2)$$

$$r_0 = \sqrt{P/2\pi} \quad (3)$$

Энд: F – Ил уурхайн бүсийн эцсийн хүрээгээр тооцсон талбай, м²; P – Ил уурхайн бүсийн эцсийн хүрээгээр тооцсон периметр, м

Хүснэгт 1. Тооцооны параметрууд

P	F	Km	K	S
3360.0	339075.0	0.62	0.14	73.5

Ил уурхайн бүсийн малталтын шилжүүлсэн радиусыг эцийн хүрээгээр тооцвол:

$$r_0 = \sqrt{3360/2 * 3.14} = 23.13 \text{ м}$$

Том голчтой худгаас ус татах үед үүсэх нөлөөллийн радиусыг эцсийн хүрээгээр тооцвол:

$$R = 0.565 * \sqrt{339075} = 329.0 \text{ м}$$

Энэ бүсэд шүүрэн орох газрын доорх усны хэмжээг тооцвол:

$$Q = \frac{2.73 * 0.62 * 52.5}{lg329 - lg23.13} = 77.1 \text{ м}^3/\text{хон}$$

2. Хойд бүс

Хүснэгт 2. Тооцооны параметрууд

P	F	Km	K	S
2688.0	389779.0	1.16	0.76	52.5

$$r_0 = \sqrt{2688/2 * 3.14} = 20.69 \text{ м}$$

$$R = 0.565 * \sqrt{389779} = 352.74 \text{ м}$$

Энэ бүсэд шүүрэн орох газрын доорх усны хэмжээг тооцвол:

$$Q = \frac{2.73 * 1.16 * 52.5}{lg325.74 - lg20.69} = 134.98 \text{ м}^3/\text{хон}$$

3. Хөндлөнгийн хагарлын бүс

Хүснэгт 3. Тооцооны параметрууд

P	F	Km	K	S
4087.0	153204.0	8.77	0.98	25.9

$$r_0 = \sqrt{2688/2 * 3.14} = 25.51\text{м}$$

$$R = 0.565 * \sqrt{389779} = 221.15\text{м}$$

Хөндлөнгийн хагарлаас ил уурхайд шүүрэн орох усны хэмжээг тооцвол:

$$Q = \frac{2.73 * 8.77 * 25.9}{lg221.15 - lg25.51} = 661.12\text{м}^3/\text{хон}$$

Ирэх 5 жилд буюу 2022-2026 онд дээр тооцоолсон 3 бүсийн нийлбэр $77.1+134.98+661.12= 873.2 \text{ м}^3/\text{хон}$ буюу $36.38 \text{ м}^3/\text{цаг}$ урсац орж ирэхээр тооцоологдсон. Гэхдээ ил уурхайн тэлэлтийн талбай, суултын гүн, уст үеүдийн байрших гүнээс хамаарч жил бүр орж ирэх усны хэмжээ харилцан адилгүй байна. Ил уурхайд орж ирэх усны хэмжээг жил бүрээр нь дор хүснэгтэнд үзүүлэв.

Хүснэгт 4. Ил уурхайд орж ирэх усны хэмжээ

	2022	2023	2024	2025	2026
Ил уурхайн бүс	77.1	-	-	-	-
Хойд бүс	-	-	-	-	-
Хөндлөнгийн хагарлын бүс	-	661.12	661.12	661.12	661.12
Жилийн нийт	77.1				

ДҮГНЭЛТ

Ил уурхайн бүсэд 2026 оны байдлаар ил уурхайн суултын гүн 1960м-ийн түвшинд буюу одоо байгаа түвшин (2010) доош 50м хүртэл уулын малталт хийгдэнэ. Энэ бүсэд өрөмдсөн WDH-06 цооногт уст үеийн байрших гүн нь 18-20м-т, WDH-08 цооногт 37.6-41.2, 105.2-106.4м-т байгаа тул 2022 оноос хойш газрын доорх усны шүүрэл үндсэндээ явагдахгүй.

Хойд бүсэд ил уурхайн суултын гүн 2026 оны байдлаар 2005м-ийн түвшинд хүрнэ. Энэ бүсэд өрөмдсөн WDH-07 цооногийн амсрын үнэмлэхүй өндөржилт 2053.2м, нь усны тогтонги түвшин 88.4м, уст үеийн байрших гүн нь 89.43-90.55, 118.66-119.38м-т, WDH-09 цооногийн амсрын үнэмлэхүй өндөржилт 2098м, усны тогтонги түвшин 110.45м, уст үеийн байрших гүн нь 123.43-124.19, 12611-126.63м-т байгаа нь ил уурхайн суултын гүнээс доор байгаа тул газрын доорх усны шүүрэл явагдахгүй.

Хөндлөнгийн хагарлын бүс. Ил уурхайд шүүрэн орох газрын доорх усны урсгал үндсэндээ энэ бүсээс явагдана. Тооцоогоор $661.12 \text{ м}^3/\text{хон}$ ус шүүрэн орох ба 2023 оны ил уурхайн тэлэлт нь хөндлөнгийн хагаралтай огтлолцоно. Хөндлөнгийн хагарал дахь ус нь агаарын хур тунадасны чөлөөт нэвчилтээр тэжээгдэн зүүн өмнөөс баруун хойш чиглэлтэй Хөшөөтийн уурхайн хойгуур дайран өнгөрдөг. Тэгэхээр 2023-2026 онуудад тогтмол ийм хэмжээтэй ус ил уурхай руу шүүрэн орно.

БАЯНГОЛ ТӨМРИЙН ХҮДРИЙН УУРХАЙН УСЖИЛТАД ХУР ТУНАДАСНЫ НӨЛӨӨЛӨХ НЬ

Т.Сүхтулга¹, Д.Оюун²

¹“Болдтөмөр Ерөө гол” ХХК Баянгол уурхай,

²ШУТИС, ГУУС

suhtulga63@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын нутагт орших Баянгол төмрийн хүдрийн уурхайн гидрогеологийн нөхцөлийг судлах зорилгоор гидрогеологийн өрөмдлөг, шавхалт-туршилтын ажил болон гидрохимийн сорьцлолтын ажлыг хийсэн ба раойны 2023-2024 онууд дахь хур тунадасны сарын дундаж үзүүлэлтүүдэд дүн шинжилгээ хийж уурхайд хур тунадасны нөлөөллөөр орж ирэх усны ундаргыг гидрогеодинамикийн арга дээр тулгуурлан “Их худгийн” аргаар тооцсон.

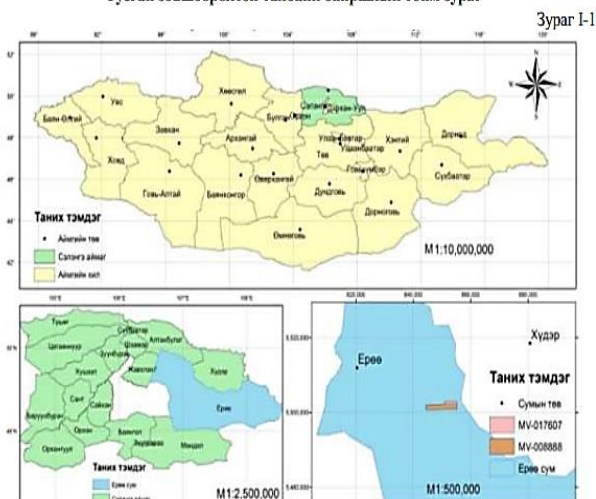
Түлхүүр үг: Уст үе, давхрага, хур тунадас, газар доорх ус, усны химийн найрлага.

ОРШИЛ

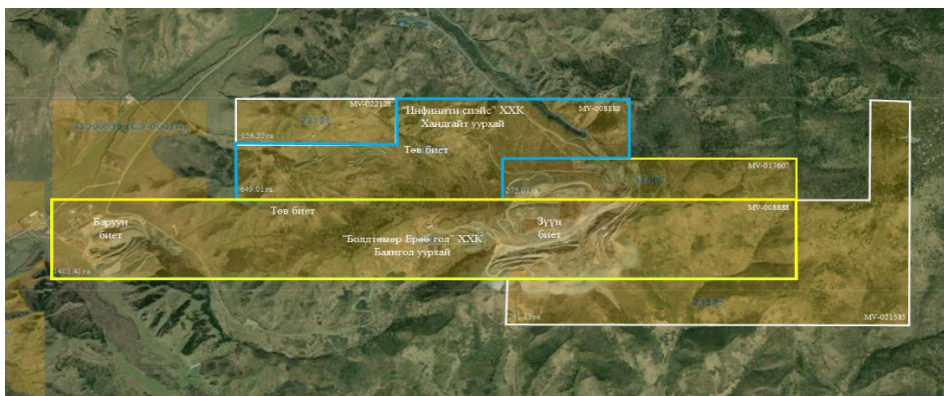
Баянголын төмрийн хүдрийн орд нь Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын Буурагчин багийн нутагт оршино. Ерөө сум нь зүүн өмнөд талаараа Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр, Төв аймгийн Мөнгөн морьт, Эрдэнэ, өмнө талаараа өөрийн аймгийн Мандал, Дархан уул аймгийн Хонгор сум, баруун, баруун өмнөд талаараа Жавхлант, хойд талаараа Алтан булаг Хүдэр, зүүн талаараа ОХУ-тай хиллэдэг. Улаанбаатар хотоос 300 км, Аймгийн төвөөс 86 км, Дархан Уул аймгаас 84 км зайд байрладаг. Баянголын төмрийн хүдрийн ордод “Болдтөмөр Ерөө гол” ХХК-ний Баянгол уурхай MV-008888 тусгай зөвшөөрөлтэй 1405.41 га талбай, “Инфинити спэйс” ХХК-ний Хандгайт уурхай MV-016947 тусгай зөвшөөрөлтэй 649.01 га талбайд үйл ажиллагаагаа явуулж байна (Зураг 1).

Баянгол төмрийн хүдрийн ордын Баруун биет уурхайн анх 2007 онд, Зүүн биет уурхай 2009 онд олборлолтын үйл ажиллагаа явуулж байсан. Хандгайд уухайн нь 2012 онд хөрс хуулалтын ажил явуулж байсан бөгөөд 2019 оноос 4а уурхайн олборлолтын үйл ажиллагаа явуулж байгаа бөгөөд ил аргаар ашигдаж байгаа. [1].

Тусгай зөвшөөрөлтэй талбайн байршлын тойм зураг



Зураг 1. Тусгай зөвшөөрөлтэй талбайн байршил



Зураг 2. Баянгол ордод үйл ажиллагаа явуулж буй уурхайн тусгай зөвшөөрлийн талбайнууд

РАЙОНЫ ГЕОЛОГИЙН ТОГТГОЦ

Ордын районы геологийн тогтоцыг бичих явцад голлон Ю.П.Ершовын явуулсан 1:200000-ны эрэл-зураглалын ажлын үр дүн, Р.А.Хасины геологийн судалгааны материал Баянголын ангийн 1968-69 онд явуулсан эрэл-хайгуулын ажлын үр дүнг ашиглав.

Ордын геологийн тогтоцод Неопротерозойн настай Дархан формацын тунамал-терриген чулуулаг, хожуу Пермийн Сэлэнгэ бүрдлийн боржингийн интрузи, түүний судлын бүрдлүүд, хүдэржсэн бүсүүд, магнетитын хүдрийн биетүүд, цахирын судлууд ялгагдана.

Давхрага зүй

Неопротерозой NP_{1-2} dr_1 Дархан формац. Неопротерозойн хурдас нь районы ихэнх хэсэгт тааралдана. Баянголын баруун ба зүүн эргээр 80 гаруй км² талбайд тархсан ба ихэвчлэн хувирмал тунамал хурдсаар, тухайлбал олон найрлагатай элсэн чулуу, филлит маягийн ба шохойлог занар, гантигжсан шохойн чулуу шохойлог шааргатай олон найрлагатай элсэн чулуунаас тогтоно.

Чулуулгийн найрлагаараа районы бусад хурдсаас эрс ялгарах ба И.Б.Полищук нар Дарханы районд ялган Дарханы свит нэрийн дор гаргасан хурдастай харьцуулан доод кембрийн нас өгчээ. Монгол Улсын 1:200000-ны масштабтай геологийн зураг зохиогчид Неопротерозойд хамааруулсаныг бид авч хэрэглэсэн. Дархан формацын дотоод бүтэц нь нийлмэл, ер нь бол моноклиналь бөгөөд хойд-баруун хойд зүгт /350°/ 60-70°-р унаж, 2-р эрэмбийн атираажилтанд автсан. Атираа нь өргөрөгийн дагуу сунаж 200-400 метрийн урт биет үүсгэн, 50-85°-р унадаг.

Дарханы свит нь 2 зузаалагатай:

А. Доод элсэн чулуу-занарын зузаалаг

Б. Дээд элсэн чулууны зузаалаг.

А. Доод элсэн чулуу-занарын зузаалаг хурдас нь хар саарал нимгэн хуудсархаг элсэн чулуу, галт уулын гаралтай ба олон найрлагат элсэн чулуу, цахиурлаг-филлит маягийн занар ховроор порфиритийн үеүд агуулна. Зузаан нь 2 км орчим.

Б. Дээд элсэн чулууны зузаалаг хурдас нь Баянголын баруун эргээр “Рашаанаас хойд ба баруун хойд зүгт тааралдах ба бараан саарал цул, текстуртэй олон найрлагат элсэн чулуунаас тогтож, алевро-песчаник, филлит маягийн занарын үеүүд агуулна. Гэхдээ хурдсын байршлын элементээс үзэхэд /баруун хойш 330-350°-аар сунаж 60°-90°-р унадаг/ дээд зузаалгийн элсэн чулуу нь давхарга зүйн хувьд кембрийн зүсэлтийн доод хэсгийн хурдсаас дээр байрлалтай зузаалгийн

дотоод атираархаг бүтэц нь түүнийг бүрдүүлж буй хурдсын нэг хэв маягаас шалтгаалж тодорхойлогдохдоо муу байдаг. Зузаалгийн атираархаг бүтцийн шинж байдал нь уналын өнцөг 50-90°-ын хооронд өөрчлөгдөж байгаагаар л мэдэгдэнэ. Элсэн чулууны зузааныг ойролцоогоор 2.2 км гэж тогтоожээ. Дархан формацийн насыг амьтан ургамлын үлдэгдлээр тодорхойлоогүй ба Буриад Байгалийн чанад дахь хурдастай харьцуулан гаргажээ.

Дөрөвдөгчийн хурдас /Q_{III-L}/. Районы хэмжээнд дөрөвдөгчийн хурдас өргөн тархалттай, гарал үүслийн хувьд эдгээр хурдас нь элювиаль, делювиаль, проювиаль ба голын хурдас гэж хуваагдана. Эхний 3 төрлийн хурдас нь хоорондоо шилжсэн, холилдсон фацууд болох аллюви- делювийн, делюви-пролювийн пролювий-аллювийн г.м хурдсыг үүсгэнэ. Эдгээрээс аллювийн хурдас хамгийн өргөн тархсан ба хөндийн ёроол, голын хөвөө, дэнж үүсгэж голын гольдрилыг дүүргэдэг.

Дөрөвдөгчийн хурдсыг насаар нь доод дөрөвдөгч, дунд-дээд дөрөвдөгчийн ялгаагүй хурдас, дээд дөрөвдөгч ба орчин үеийн гэж ангилжээ. Доод дөрөвдөгчийн хурдас нь конгломерат, элсэн чулуу, хайрга, элс, шавранцараас тогтоно. Зузаан нь 10-12 м. Дунд ба дээд дөрөвдөгчийн хурдсанд Ерөө голын гольдрилын 2-р дэнжийн элювий уулын өвөр хормойн делювийн хурдас багтана. Эдгээр хурдас нь элсэнцэр, шавранцар, хайрга, элс, шаварлаг хөрснөөс тогтох ба зузаан нь 24 м. Дээд дөрөвдөгчийн хурдас Ерөө гол, Баянголын гольдрилын 1-р дэнжийг үүсгэх ба уулын хажуугийн суурийн делюви-пролювийн хурдас мөн хамаатай.

Аллювийн хурдсыг бүрдүүлж байгаа элсэнцэр, шавранцар, элс, шавар, хайрганы зузаан 2.6-3м, делювий-пролювийн хурдас нь шавранцартай хайрганаас тогтох ба агуулагдах чулуулгийн хэмхдэс нь 10-15 см. Орчин үеийн хурдас нь голын гольдрол, булаг, хонхор хотгорыг дүүргэдэг. Орчин үеийн хурдсаас өргөн тархалттай нь делюви-пролювийн шавранцарын үе, гольдролын хайрга юм. Шавранцарын зузаан 0.5-3 м, хайрганы зузаан 5-6 м. Зарим цооногийн мэдээгээр 50м.

Гүний чулуулаг

Районы хэмжээнд интрузив чулуулаг бүх талбайн 40%-г эзэлдэг. Районы магматизмын онцлог нь боржин, түүний төрлийн чулуулаг зонхилж суурьлаг ба хэт суурьлаг чулуулаг бараг байхгүй явдал юм. Амьтан, ургамлын үлдэгдлээр тодорхойлогдсон нас байхгүй байгаа нь боржинг ангилах, тэдгээрийн насыг тогтооход их хүндрэл учруулдаг. Интрузив чулуугийн насыг 1:200000-ны масштабтай геологийн зураг зохиогчид, дээд пермийн Сэлэнгэ бүрдэл гэж ялгасан байна.

Дээд пермийн Сэлэнгэ бүрдэлийн интрузив /γP_{3s}/. Районы хэмжээнд дээд пермийн боржин нь арав гаруй тусдаа бүтэц үүсгэн Ерөө гол Баянголын хоёр эргээр тасралтгүй зурвас байдлаар тааралддаг.

Биетүүдийн хэмжээ 1км² -аас 150км² хооронд хэлбэлздэг. Дээд пермийн боржингийн зурвас нь Ерөө голын ба Баянголын хагаралтай орон зайн хувьд холбоотой.

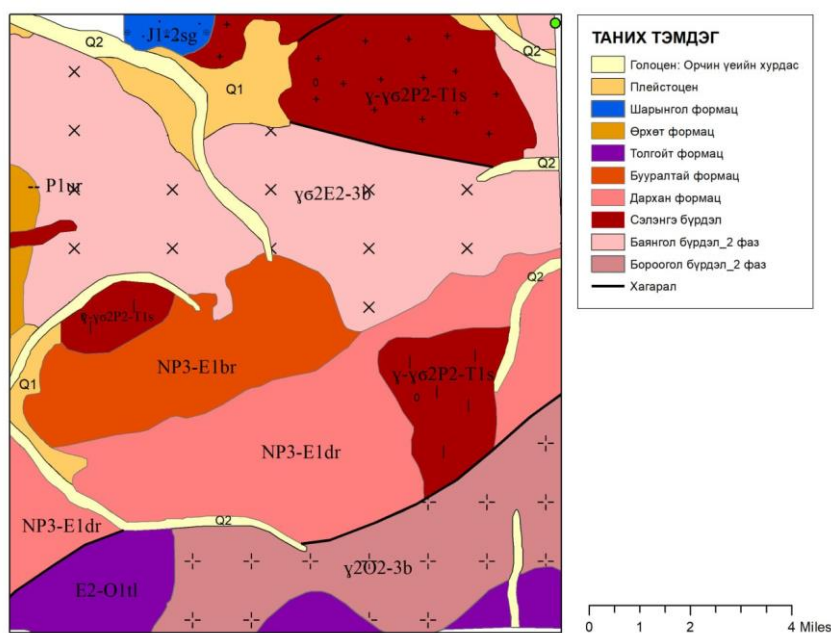
Боржин нь хувирмал чулуулгийг их зүссэн байдаг бөгөөд тэдгээрийн хэлтэрхийг ксенолит их агуулна. Структур-минералогийн болоод петрографийн онцлог шинж, структурын нэг бүсэд байрласан байдал, хоорондын байрлал, агуулагч чулуутайгаа харьцах байршил зэргээс үзэхэд дээд пермийн боржин нь цаг хугацааны хувьд ойрхон үүссэн 2 интрузив фазаас үүсэлтэй.

1-р интрузив фазад суурьлаг найрлага өндөртэй боржинлог чулуулгууд буюу габбро кварцат диорит, гранодиорит, плагиогранит багтах бол 2-р фазад цайвар ердийн боржин орно. Ялгасан фаз бүрийн боржин өөрийн судлын серитэй.

Суурьлаг найрлага өндөртэй 1-р фазын боржинлог чулуулаг талбайн зүүн хойд буланд Далай уулын районд цуллаг бүтэц үүсгэнэ. Эдгээр чулуулаг доод кембрийн Дарханы формацын дээд элсэн чулуу-занарын зузаалгийг зүсдэг ба урд, зүүн урд зүгт Шарын голын боржингийн биеттэй тектоник зааг үүсгэдэг. Уг биетийн чулуулаг нь дотоод бүтцээрээ их хувирамтгай, харьцангуй богино зайд боржингийн 1 төрөл нөгөө төрлөөр солигдож байдаг.

Боржингийн биетийн захаар агуулагч чулуулгийн жижиг хэмжээтэй шигтгээнүүд ажиглагдана. Кварцат диорит голлон тааралдах ба боржингийн биетийг жижиг ширхэгтэй биотитот боржин, лампорфир, кварцын судлууд зүсдэг. Эдгээр чулуулгийн судлын бүрдэл нь габбро, диорит, микродиорит, диоритийн порфирит, диабазын порфиритоос тогтоно.

Цайлуур биотитот боржин /γP3s/ II фазын дээд пермийн интрузив бүрдэл нь хэмжээгээр том бүтцүүдийг үүсгэнэ. 125 км² талбайтай уг боржингийн биет Ерөө гол, Харганатын голын усан хагалбарын хэсэгт оршдог. Орон зайн хувьд тусгаарлагдсан 3 биет Баянголын сав газрын хамгийн хойд хэсэгт байрлана. Дурдагдсан биетүүд Зүүн ба Зүүн хойд чиглэлийн хагарлуудаар хязгаарлагдаж, Неопротерозойн тунамал-хувирмал чулуулгийн антиклиналь атирааны жигүүрт байрладаг.



Зураг 3. Баянголын төмрийн хүдрийн ордын геологийн зураг
Масштаб 1:200 000

Ордын баруун хойд хэсэгт орших боржингийн биет нь Шарын голын интрузийн баруун захыг бүрдүүлэх ба Неопротерозойн Дархан формацын дээд зузаалгийг зүсдэг. Шарын голын интрузийн боржин өөрийн петрографийн онцлогоор бусад хэсэг дэх боржингоос ялгардаггүй. Шарын голын интрузийн биет Баянголын дагуу баруун хойд хэсэгтээ тектоник хагарлаар зүсэгдэж, диоритийн биеттэй тектоник зааг үүсгэнэ. Баруун хойш шулуун шугаман хил үүсгэж байдаг Шарын

Гидротермаль чулуулгийн хувьд судалгааны районд хагарлын бүсүүдэд кварцын судлууд тааралдах ба 6м хүртэл зузаантай, 30-100м урт байдаг. Суналын чиг нь өргөрөг дагуу бөгөөд гадна байдлаараа цул, жижиг ширхэгтэй, мана эсвэл сахар маягийн байх ба ховроор сульфидийн ором агуулна.

Ордын талбай нь тектоник хэлбэршлийн хувьд хойд Монголын атираат системийн түрүү калеодоны Тариат-Сэлэнгийн өргөгдөлд байрлана. Дээд структурын үе шат нь Баянголын төмрийн хүдрийн ордын төв хэсгийн зүүн хойд биетийг агуулах, Неопротерозойн Дархан формацын хурдасаас бүрдэх ба доод структурын үе шатны ногоон занарын зузаалгийн хурдаст үл нийцлэгээр байршина. Доод структурын үе шатны хурдасд баруун хойш чиглэлтэй нийлмэл, босоо, заримдаа хөмөрсөн атираануудад орсон байдал онцлог бол, дээд структурын үе шатанд шугаман чиглэлд, зүүн хойш ба өргөргийн дагуу сунасан атираанууд хөгжсөн байдаг. Дээд структурын шатны атираанууд 2 км хүртэл өргөнтэйгөөр, 5-7 км үргэлжлэх ба атирааны жигүүрүүд дээр уналын өнцөг 600-800-д хэлбэлзэнэ.



114

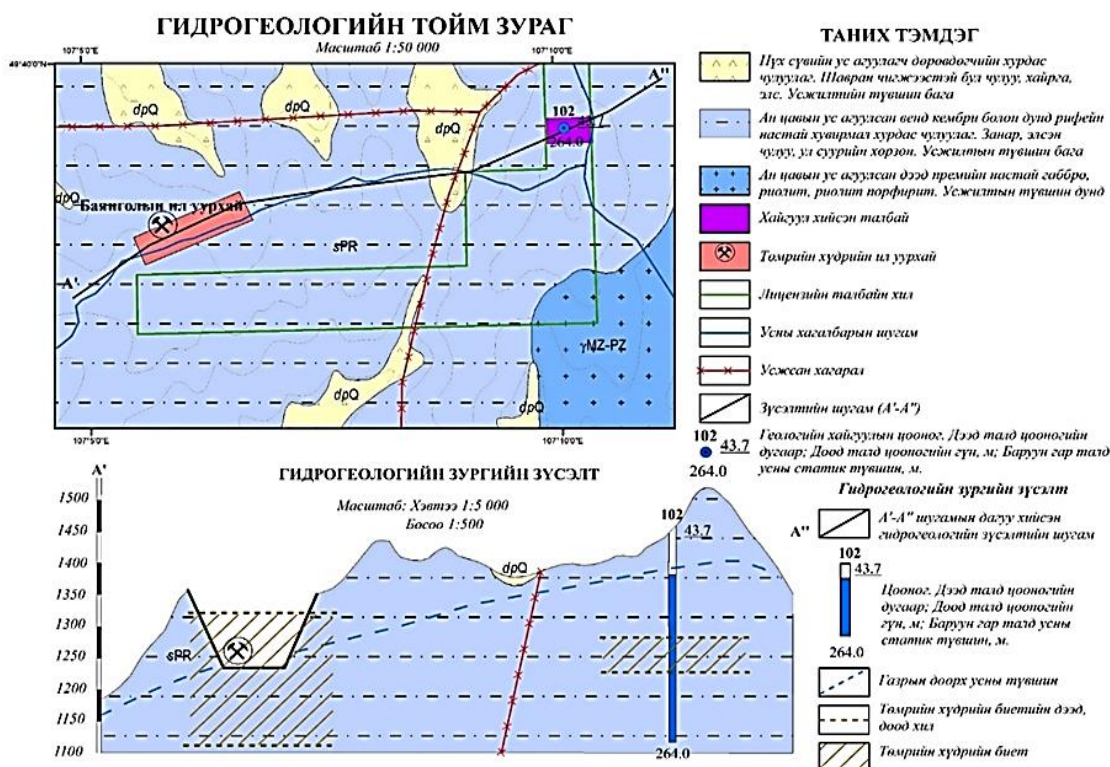
хагарлын нөлөөллийн ул мөр ордын талбайд: сброс-сдвиг тектоник шилжилтүүд, занаржилтын бүсүүдийн үлдцүүд, чулуулаг дахь гидротермаль хувирал, чулуулгийн үндсэн төрхөө алдсан байдал, олон тооны, янз бүрийн чиглэлтэй хүдэржилтийн өмнөх ба дараах ан цавуудын хөгжлөөр илэрхийлэгдэнэ.

Орд дээр бүлэг салбарласан тектоник эвдрэлүүд бүхий бараг өргөргийн дагуу буюу зүүн хойш чиглэлтэй хагарлын бүсүүд үүссэн байдаг. Хүдрийн биетүүд нь дээрх хагарлын бүсүүд, тэдгээрээс салбарласан ан цавуудад тохиолдоно. Хагаралын бүсүүд нь хувирсан чулуулгуудын хадан гаршуудаар үүсгэгдсэн мөлчгөр толгодууд, дэлүүд байдлаар ялгагдана. Хагарлын бүсийн өргөн 20-оос 80-100 м -т хэлбэлзэх ба эгц босоо эсвэл урагш, зүүн -урагш сунаж байрлана. [2].

ОРДЫН ГИДРОГЕОЛОГИЙН НӨХЦӨЛ

Баянголын төмрийн хүдрийн ордын зүүн хэсгийн үргэлжлэл болох хүдрийн биетийн районд тархсан уст үе, давхарга, бүсүүдийг урьд нь хийгдсэн гидрогеологийн 1:500 000-ны масштабтай зураг (1), геологийн 1:5 000-ны масштабтай зурагт (2) болон тухайн районд хийсэн гидрогеологийн маршрутын судалгааны мэдээллүүдэд тулгуурлан дараах байдлаар ялгаж, доор Зураг 6-д харууллаа. Үүнд:

Нүх сүвийн ус агуулагч голоценийн делюви-пролюювийн гаралтай уст үе, давхарга (dpQ). Энэ уст үе, давхарга нь уулын хаяа бэлийн хайрга, дайрга, бул чулуу, элс, шавранцараас тогтсон байна. Судалгааны талбайд тархсан энэхүү уст үе давхаргын усжилтын түвшин болон усны чанарыг тогтоох судалгааны ажил одоогоор хийгдээгүй байгаа. Энэхүү уст үе давхарга нь зөвхөн хур тунадасны усны нэвчилтээр тэжээгдэх бөгөөд тодорхой хэмжээгээр гипсометрийн хувьд дээр орших бусад уст бүсийн газрын доорх усны урсцаар тэжээгдэнэ.



Зураг 5. Баянгол төмрийн хүдрийн уурхайн гидрогеологийн тойм зураг

Ан цавын ус агуулагч протерозойн терриген чулуулгаас тогтсон усжсан бүс (sPR). Ан цавын ус агуулагч энэхүү бүс нь судалгааны талбайн ихэнх хэсэгт тархсан байна. Усжилтын түвшинг өрөмдлөгийн аргаар одоогоор тогтоогоогүй байгаа боловч

агаарын хур тунадасны уснаас багагүй хэмжээний усыг шингээж, ан цавынхаа сүлжээнд хадгалж байдаг шинж чанартай чулуулаг болох талаар Баянголын уурхайд нэвчин орж ирж байгаа шүүрлийн усны урсацад хийсэн хэмжилт, горимын ажиглалт болон геологийн цооногуудын зүсэлтийн мэдээлэл харуулж байгаа ба энэхүү усжсан бүсийн усжилтын түвшин ерөнхийдөө бага зэрэг гэж үзэж 1:500 000-ны гидрогеологийн зураг дээр тэмдэглэгдсэн байдаг юм. Баянголын ил уурхайн мөрөгцөгт хийсэн хэмжилтээр аадар хур борооны дараах үед шүүрлийн усны хэмжээ 21-23 м³/цаг буюу 5.8-6.4 л/с байсан бол хур бороогүй үед шүүрлийн ус эрс багасаж хуурайшиж, уурхайн үйл ажиллагаанд онцын хүндрэл учруулдаггүй байна. Энд ус агуулагч чулуулаг нь янз бүрийн тунамал, хувирмал чулуулгуудаас бүрддэг.

Ан цавын ус агуулагч мезозой-палеозойн түрмэл чулуулгаас тогтсон усжсан бүс (үМЗ-ПЗ). Ан цавын ус агуулагч энэхүү бүс нь судалгааны талбайн зүүн өмнөд хэсэгт багацар талбайд тархсан байна. Эдгээр чулуулгуудын усжилтын түвшинг өрөмдлөгийн аргаар одоогоор тогтоогоогүй байгаа боловч агаарын хур тунадасны уснаас бага хэмжээний усыг шингээж, ан цавынхаа сүлжээнд хадгалж байдаг шинж чанартай чулуулаг болох талаар гидрогеологийн 1:500 000-ны гидрогеологийн зураглалын тайланд дурдаж, энэхүү усжсан бүсийн усжилтын түвшин ерөнхийдөө дунд зэрэг гэж тодорхойлсон байдаг.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

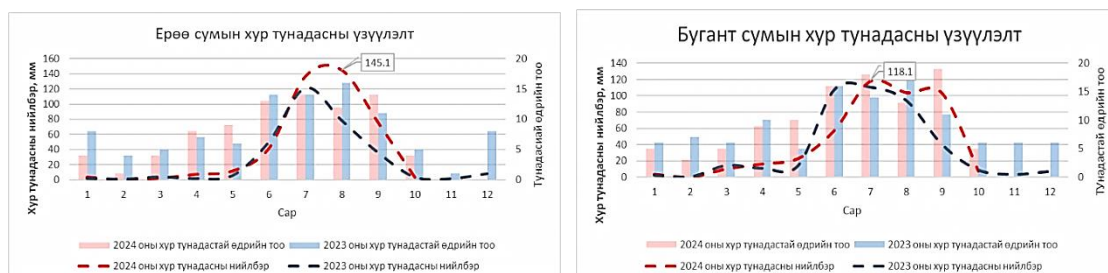
Баянгол төмрийн хүдрийн уурхайн орчмын газар доорх усны хяналт шинжилгээний (мониторингийн) цооногуудын усны түвшний хэмжилтийг 2024 оны 5, 9-р саруудад хэмжилтийг хийсэн.

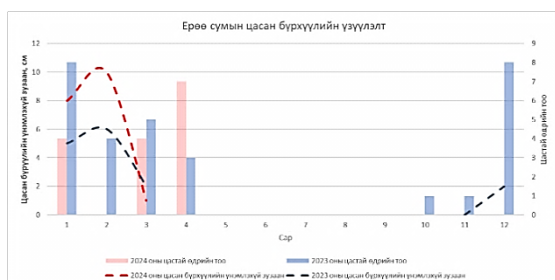
Ордын раойны 2023-2024 онууд дахь хур тунадасны сарын дундаж үзүүлэлтүүдийг УЦУО төвийн хэмжилтийн мэдээллээр авч Microsoft Excel програм ашиглан график дүрслэлээр илэрхийлж, шинжилгээ хийж уурхайд хур тунадасны нөлөөллөөр орж ирэх усны ундаргыг гидрогеодинамикийн арга дээр тулгуурлан “Их худгийн” аргаар тооцсон.

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Уурхайд орж ирэх хур тунадасны тооцоо

Цаг уурын мэдээгээр орд орчимд жилд дунджаар 368.45 мм хур тунадас унадаг. Хур тунадас ихэвчлэн богино хугацаанд аадар борооны хэлбэрээр унах бөгөөд нийт хур тунадасны 86-93% нь 6-9 дүгээр сард ордог. Тус саруудад хур тунадастай өдрийн тоо дундажаар 13-16 хороонд байдаг. 1983-2023 оны ажиглалтаас харахад хоногт орсон бороо 378 мм хамгийн их унасан байна. Иймд цаг уурын станцын ажиглалтыг одоо хүртэл (2024 он) энэ үзүүлэлтийг эвдээгүй учир 368.45 мм-ээр тооцож авсан (Зураг 7).





Зураг 7. Ерөө сум, Бугант багийн хур тунадас болон цасан бүрхүүлийн 2023, 2024 оны харьцуулсан үзүүлэлт

Ил аргаар ашиглах нөхцөлд уурхайд орж ирэх усны хэмжээг түрэлтгүй усны төрөлд тохируулсан гидродинамикийн арга дээр тулгуурлан “Их худгийн” томьёогоор тодорхойллоо.

$$Q_1 = \frac{1,366 * K * (2H - S) * s}{H}$$

Ил уурхайн талбайд орох хур тунадасны хэмжээг ил уурхайн хамгийн их талбайтай байх үеэр тооцвол:

$$Q_{н.с} = A_0 * W$$

Энд:

A_0 - гидрогеологийн судалгааны талбайд жилд унаж буй агаарын хур тунадасны олон жилийн дундаж хэмжээ, мм/жил буюу м/хоног;

W -тухайн судалгааны бүс нутагт жилд унаж буй агаарын хур тунадасны чөлөөт нэвчилтийн хувь хэмжээ;

$$W = F_1 * h_1 * n$$

F_1 - уулын малталт (карьер)-ын олборлолтод зориулан хуурайшуулахаар төлөвлөсөн дэвсгэр талбай, м²;

$h_1=368.45$ мм (Сэлэнгэ аймгийн УЦУОШТөвийн сүүлийн 2 жилийн үзүүлэлтээс авсан болно).

n – ил уурхайн талбайн урсцын итгэлцүүр, м. Энэ итгэлцүүр ихэвчлэн 0.4-0.6 байх учир $n = 0.5$ -аар авна.

t – ил уурхайн усыг тасралтгүй 24 цагаар шавхах, цаг

Хүснэгт 1. Ус таталтын тооцооны үзүүлэлт

№	Үзүүлэлтүүд	Тэмдэглэгээ болон нэгж	Тооцоо
1	Уст үеийн зузаан	м	60
2	Шүүрэлтийн итгэлцүүр	м/хон	0.05
3	Ус дамжуулалтын итгэлцүүр	м ² /хон	1.3
4	Усны түвшин бууруулах хэмжээ	м	40
5	Уурхайн талбай	м ²	95,830
6	Уурхайн өргөн	м	250
7	Уурхайн урт	м	383
8	Тэжээгдлийн талбай	м ²	124,579
9	Ашиглалтын хугацаа	хон	365

Хүснэгт 2. Ил уурхайд орж ирэх усны тооцоо

№	Үзүүлэлтүүд	Тэмдэглэгээ болон нэгж	Тооцоо
1	Шүүрэлтийн итгэлцүүр	к	0.05
2	Уст үеийн зузаан	м	60
3	Нөлөөллийн радиус	R	138.6
4	Нөлөөллийн радиус	R_0	313.5
5	Ил уурхайн талбайн радиус	г	174.9
6	Усны түвшин бууруулах хэмжээ	S	40
7	Логарифмын утга	log	0.253
8	Хоногт орж ирэх усны хэмжээ	$Q, \text{ м}^3/\text{хон}$	862.5
9	Цагт орж ирэх усны хэмжээ	$Q, \text{ м}^3/\text{цаг}$	35.9
10	Секундэд орж ирэх усны хэмжээ	$Q, \text{ м}^3/\text{сек}$	9.98
11	Жилд орж ирэх усны хэмжээ	$Q, \text{ м}^3/\text{жил}$	163,881

Уурхайн талбайд орж ирэх усны хэмжээ 163881 м³/жил байна.

Хүснэгт 3. Болзошгүй үерээр орж ирэх усны тооцоо

№	Үзүүлэлтүүд	Тэмдэглэгээ болон нэгж	Тооцоо
1	Уурхайн талбай	F	95380
2	Хур тунадасны хэмжээ	h1, мм/жил	368.45
3	Коэффициент	n	0.5
4	Хугацаа	t	24
5	Хоногт орж ирэх усны хэмжээ	Q, м ³ /хон	123.6
6	Цагт орж ирэх усны хэмжээ	Q, м ³ /цаг	5.15
7	Секундэд орж ирэх усны хэмжээ	Q, м ³ /сек	1.43

Уурхайн талбайд орж болзошгүй үерийн усны хэмжээ 123.6 м³/хон. байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Баянгол төмрийн хүдрийн ордын талбайд газар доорх ус нь 20.0-25.0 м-ээс илэрдэг. Чулуулгийн усжилт нь бүс нутгийн хэмжээнд харилцан адилгүй. Ундарга нь 0.2-1.7 л/с, ус шүүрэлтийн итгэлцүүр 0.19 м/хоног байна.
2. Геологийн болон гидрогеологийн судалгааны ажлуудын үр дүнгээр нүх сүвийн ус агуулагч голоценийн делюви-пролюювийн гаралтай уст үе, давхарга, ан цавын ус агуулагч протерозойн терриген чулуулгаас тогтсон усжсан бүс, ан цавын ус агуулагч мезозой-палезойн түрмэл чулуулгаас тогтсон усжсан бүс ялгагдсан.
3. Олборлолтын явцад уурхайд шүүрч орох газар доорх усны шүүрлийн хэмжээ болон хур тунадасны уснаас хамаарах ба уурхайд орж ирэх усны хэмжээг тодорхойлоход “энгийн” нөхцөлтэй ордын ангилалд орох нөхцөлийг хангаж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] "Прожект Майнинг" ХХК-ний боловсруулсан Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын нутагт дахь “Хандгайт” нэртэй газарт орших Баянголын төмрийн хүдрийн ордын төв биетийн зүүн хойд хэсгийн хүдрийн биетийг ил болон далд уурхайн аргаар ашиглах техник, эдийн засгийн үндэслэлийн тодотгол. Улаанбаатар хот, 2022 он
- [2] Байгаль орчны зөвлөх үйлчилгээний “Дорнын байгаль” ХХК-ний боловсруулсан Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын нутагт байрлах “Инфинити спэйс” ХХК-ийн MV-022128 тусгай зөвшөөрөл бүхий Баянголын төмрийн хүдрийн ордын төв хэсгийн зүүн хойд хүдрийн биетийг далд аргаар ашиглах төслийн байгаль орчны нөлөөллийн нарийвчилсан үнэлгээний нэмэлт тодотголын тайлан.
- [3] “Ляпислазурь эрдэнэ” ХХК-ний боловсруулсан Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын нутагт орших Баянголын төмрийн хүдрийн ордыг ил уурхайн аргаар ашиглах техник-эдийн засгийн үндэслэл /тодотгол II/
- [4] “Мэндшүтээн” ХХК-ний боловсруулсан Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын нутагт орших MV-008888, MV-017607 тоот тусгай зөвшөөрөлийн дугаартай “Баянголын төмрийн хүдрийн орд”-ыг ил аргаар ашиглах, хуурай баяжуулах үйлдвэрийн төслийн байгаль орчны нөлөөллийн нарийвчилсан үнэлгээний нэмэлт тодотголын тайлан. Улаанбаатар хот, 2020 он
- [5] Сэлэнгэ аймгийн УЦУОШТөвийн Ерөө, Бугантын цаг уурын 2023-2024 оны дата мэдээлэл,
- [6] Гидрогеологич доктор Н.Лхагваа-н боловсруулсан “Зүүн биет”-ийн төмрийн ордын ордын районы газрын доорх ус бүрэлдэж хуримтлагдах байгалийн суурь нөхцөл ба ерөнхий төлөв байдал. 2017он

ОРХОН АЙМГИЙН НУТАГ ДАХЬ УРТ БУЛАГ, АР БУЛАГТ ХИЙСЭН ГЕОФИЗИКИЙН СУДАЛГАА

¹Г.Цогт-Эрдэнэ, ¹Б.Батзориг, ²А.Саруулзаяа

¹Шинжлэх Ухааны Академи, ²Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн

Имэйл: tsogterdeneg@mas.ac.mn

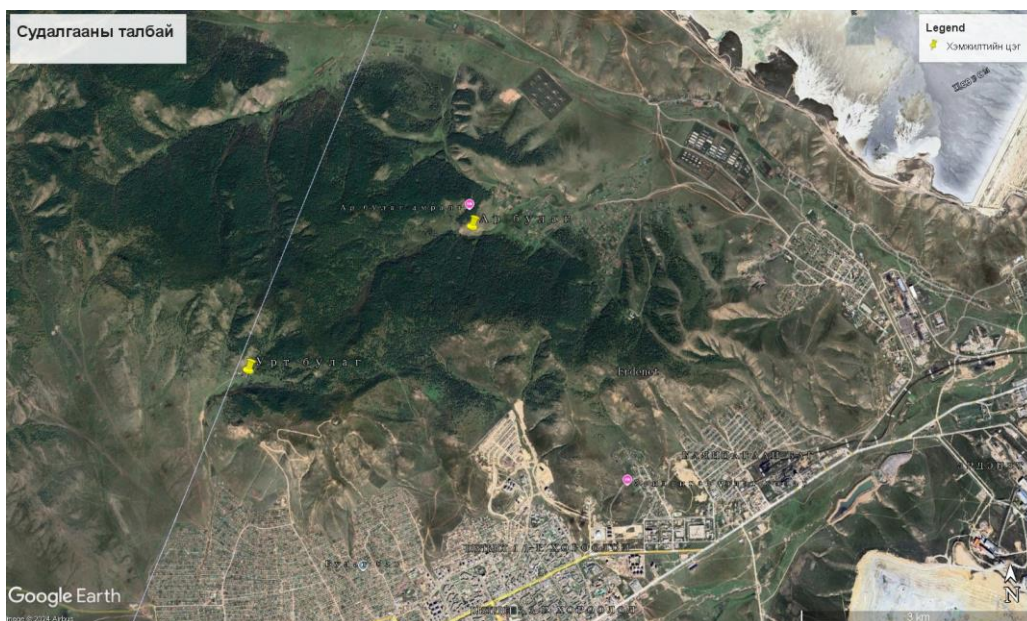
ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгаа нь Орхон аймгийн нутагт орших Урт булаг, Ар булагт тус бүрд цахилгаан эсэргүүцлийн топографын 3 хэмжилт хийж, булгуудын усны ундаргын эх үүсвэрийг тогтоож, уст үе давхаргын гүнийг тодорхойлон, цаашлаад усны эх ундаргыг хамгаалах арга замуудыг тодорхойлох үндсэн зорилготой. Уст цэгийн урсацын сайжруулах, ус цэгийг хамгаалах нь уур амьсгалын өөрчлөлтийг сааруулах дасан зохицох, байгаль орчныг хамгаалах ажил нэн тэргүүнд хийх ёстой ажлуудын нэг болсон. Ар булгийн хэмжилтүүдийн цахилгаан эсэргүүцлийн утга 70-750 ом.м-ын хооронд байв. Ар булаг нь хагарал дагасан ганц ундаргатай булаг байна. Уст давхаргын зузаан булгийн эхээс баруун урагш зүгт аажим багасаж, 1-2 м зузаантай болж байна. Усаар ханасан үеийн хамгийн зузаан хэсэг нь булгийн эх орчимд 4-5 м хүрч байна. Харин Урт булгийн зүсэлтүүдийн цахилгаан эсэргүүцлийн утга 30 ом.м-оос 780 ом.м -ын хооронд байна. Уст давхаргын зузаан булгийн эх орчимд 4-5 м усаар ханасан үетэй байна. Геофизикийн зүсэлтээс харахад уст давхарга 20-25 м зузаан байх боломжтой байна. Хойд болон урд хажуугаас авсан хоёр ундаргаар тэжээгдэж байна. Усны хайгуулын судалгаанд геофизикийн цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжилтийг ашигласнаар хөрс чулуулгийн үе давхаргын хувийн цахилгаан эсэргүүцэлд үндэслэн өндөр нарийвчлалттай давхарга зүйн зургийг боловсруулан авч судалгаа шинжилгээний ажлын үр дүнг орон зайн хувьд нарийвчлах давуу талтай болно.

Түлхүүр үг: Уст давхарга, геофизик, цахилгаан эсэргүүцэл

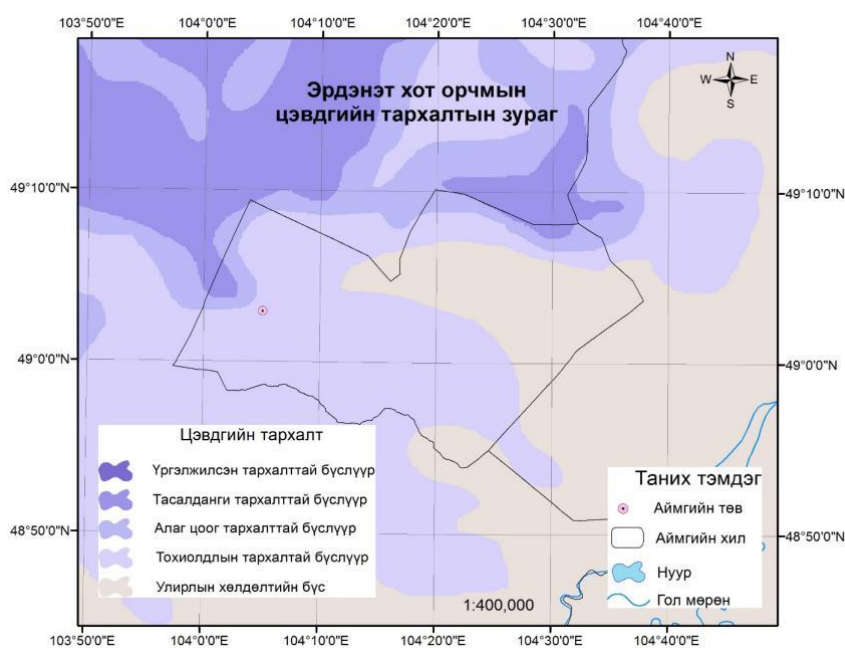
ОРШИЛ

Орхон аймгийн төв Эрдэнэт хотын баруун хойд талд орших Урт булаг, чанх хойд талд орших Ар булаг нь Хойд мөсөн далайн савын гол болох Орхон голын сав газарт хамаардаг. Урт булаг нь Эрдэнэт голын эх гэж үздэг бөгөөд дтд 1778 м өндөрт орших Баруун бүстэй уулын өврөөс эх авч 5.1 км орчим урсаад шургадаг [1]. Ар булаг нь дтд 1778 м өндөрт орших Баруун бүстэй уулын араас эх аван урсаж Говилын голд цутгадаг. Говилын голд цутгах хүртэл 5.42 км урсадаг [2]. 2022 оны байдлаар Монгол улсын хэмжээнд уур амьсгалын өөрчлөлт болон хүний буруутай үйл ажиллагаанаас үүдэн 116 гол горхи, 381 булаг шанд, 180 орчим нуур цөөрөм ихээр ширгэж хатсан байна [3]. Эрдэнэт хотын ард ХӨ 49° 3'8.16" ЗУ 103°59'57.36" солбицолд ДТД 1518 м орших Урт булаг, ХӨ 49° 4'15.38" ЗУ 104° 2'39.44" солбицолд ДТД 1427 м өндөрт орших Ар булагт цахилгаан эсэргүүцлийн топографын хэмжилт судалгааны ажил хийж гүйцэтгэв (1-р зураг).



Зураг 1. Судалгааны талбай

Цэвдэг нь булаг шанд, гол мөрний усны эх үүсвэрийн нэг бөгөөд байгалийн тэнцвэртэй байдлыг хадгалахад нэн чухал үүрэгтэй байгалийн бүрэлдэхүүн хэсэг юм [4]. Орхон аймгийн нутаг дэвсгэрийн ихэнх хэсэг нь тохиолдлын тархалттай бүслүүрт багтаж байна (2-р зураг). Тохиолдлын тархалттай бүслүүрт цэвдэг тархах магадлал 1 хувь байдаг. Алаг цоог болон тохиолдлын тархалттай бүслүүрт цэвдэг нь булаг шандын орчим, томоохон хотгорын төв хэсэгт, жижиг голын хөндийн чийглэг шавар, шавранцар хурдастай хэсэгт тус тус тархдаг онцлогтой Манай оронд тархсан цэвдэг нь өндөр уулын бүсэд тархахаас гадна хөндий хотосын чийг намгархаг газар тохиолддог [5]. Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 29.3 хувьд цэвдэг чулуулаг тархсан байдаг [6].



Зураг 2. Эрдэнэт хот орчмын цэвдгийн тархалт

СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Эрдэнэт хот орчмын уст цэгүүдийг Эрдэнэт хотыг бүтээн байгуулалттай холбоотойгоор 1970 оноос эхлэн хуучнаар ЗХУ болон Монголын эрдэмтэд системтэй судалж ирсэн байна. Орхон голын ай савд хамаарах Эрдэнэт, Говил, Хангал, Зун, Урт, Чингэл голуудын усны шинж чанар, эрдэсжилт, бохирдол, химийн бүрэлдэхүүн, хатуулаг зэргийг нарийн тодорхойлсон судалгаанууд бий. Хангалын голд 585 мг/л, Эрдэнэтийн голд 519-829 мг/л, Говил 503.5 мг/л буюу эрдэсжилт ихтэй гэж тодорхойлсон байдаг [7].

Урт булаг, Ар булгийн усны шинж чанарын судалгаагаар Ар булгийн усны ионы харьцаа эхээс адаг хүртэл харьцангуй тогтвортой, гидрокарбонатын ион дангаар зонхилсон, кальцийн ион давамгайлсан химийн бүрэлдэхүүний хувьд Ca-HCO_3 гэсэн найрлагатай 1 болон 2-р төрлийн ус байсан бол Урт булгийн хувьд Ca-SO_4 -ын найрлагатай 2-р төрлийн устай байна. Эрдсийн хувьд Ар булгийн ундарга 280.9 мг/л буюу цэнгэг, Урт булгийн усны эрдэсжилт 579.5-598 мг/л буюу цэнгэгдүү ангилалд хамаарч байна [8].

Урт булаг болон Ар булгийг хамарсан геофизикийн судалгааны ажил хийж байгаагүй болно.

АРГА АРГАЧЛАЛ

Цахилгаан эсэргүүцлийн томографын арга

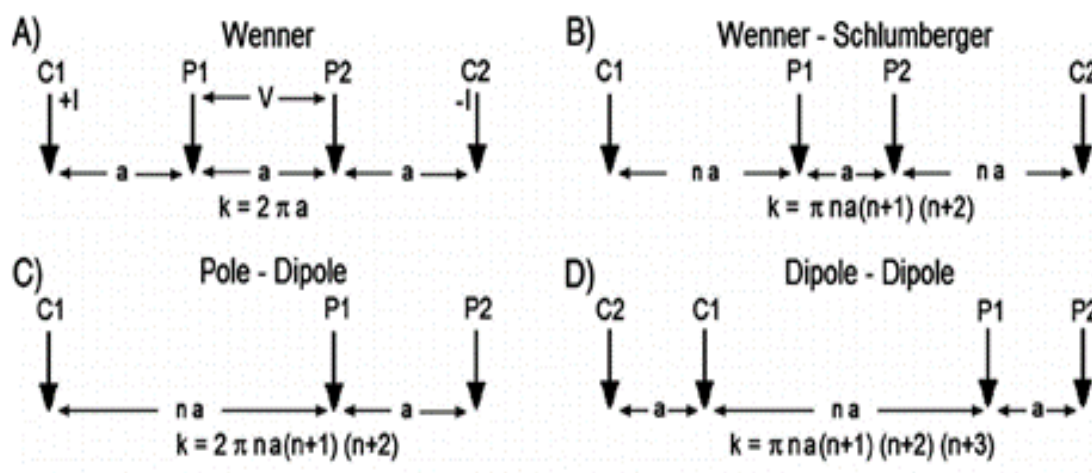
Геофизикийн цахилгаан хайгуулын арга нь хөрс чулуулгийн цахилгаан эсэргүүцлийн физик хэмжигдэхүүнийг тодорхойлж, хувийн цахилгаан эсэргүүцэл (Ом) -ын утгаар хөрс чулуулгийн тархалтыг тодорхойлно.

$$Pt = K \frac{\Delta U}{J} \quad (1)$$

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

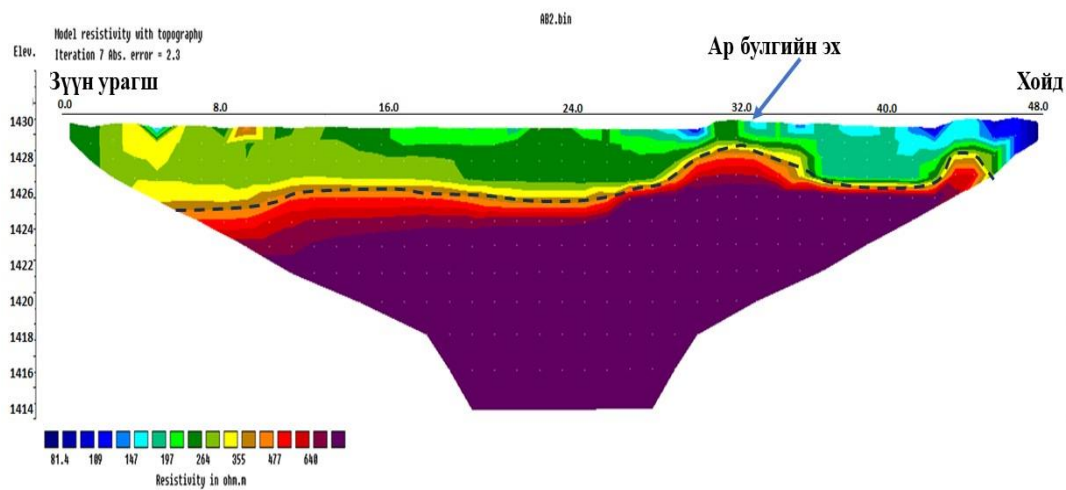
Геофизикийн цахилгаан хайгуулын хэмжилтийн өгөгдлийг тусгай программ хангамжийн тусламжтайгаар боловсруулж, инверсийн зүсэлтийг зураг хэлбэрээр үр дүн болгон гаргадаг [9]. Энэхүү аргаар 5-80 м гүний өнгөн хурдсанд тархсан цэвдгийн тархалтыг нарийн тодорхойлоход ашиглана. Цахилгаан эсэргүүцлийн аргачлал нь харьцангуй эртний геофизикийн аргачлалуудын нэг болно [10]. Цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжилт нь газрын гадарга дээрээс газрын гүний хөрсний эсэргүүцлийн тархалтыг тодорхойлдог. Хөрс чулуулгийн цахилгаан эсэргүүцэл нь геологи орчны эрдэс чулуулаг, ус чийг, нүх сүвшилт, усаар ханасан байдал зэргээс хамаарч харилцан адилгүй байна. Цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжилтийг гидрогеологи, уул уурхай, геотехник, байгаль орчин зэргийн судалгаанд өргөн хэрэглэдэг [11].

Цахилгаан томограф нь цахилгаан эсэргүүцэл болон албадмал туйлшралын аргыг хослуулан хоёр хэмжээстээр зураглах арга юм. Цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжилтийн өгөгдлийг тусгай программ хангамжуудын тусламжтайгаар боловсруулж инверсийн зүсэлтийн зураг хэлбэрээр үр дүнг гаргадаг (3-р зураг).



Зураг 3. Геофизикийн аргууд

Уг хэмжилтийг Франц улсад үйлдвэрлэсэн “IRIS INSTRUMENTS” компанийн SYSCAL R1+ болон SWITCH PRO багажуудыг ашиглан хийв. Судалгааны төрөл, зорилгоос хамааран дамжуулагч гадас хоорондын алхмыг 1-5 м хүртэл тохируулж, хэдий хэмжээний гүнийг хамарсан хэмжилт хийхээ тогтоно. Мөн Веннер, Веннер- Шлюмбержер, Поле- диполе, Диполе- диполе, Поле- поле зэрэг хэмжилтийн аргууд байдгаас энд Веннер- Шлюмбержерийн аргыг хэрэглэв (4-р зураг). Цахилгаан эсэргүүцлийн томографын зургийг Res2Dinv программын тусламжтайгаар өндрийн утга оруулж, инверсийн боловсруулалт хийв. Тухайн зүсэлт дээр орших цооног, өрөмдлөгийн мэдээгээр хөрс чулуулаг, цэвдгийн идэвхтэй давхарга зэргийн хил заагийг ялган зураглахад лавлах мэдээлэл болгон ашиглав.



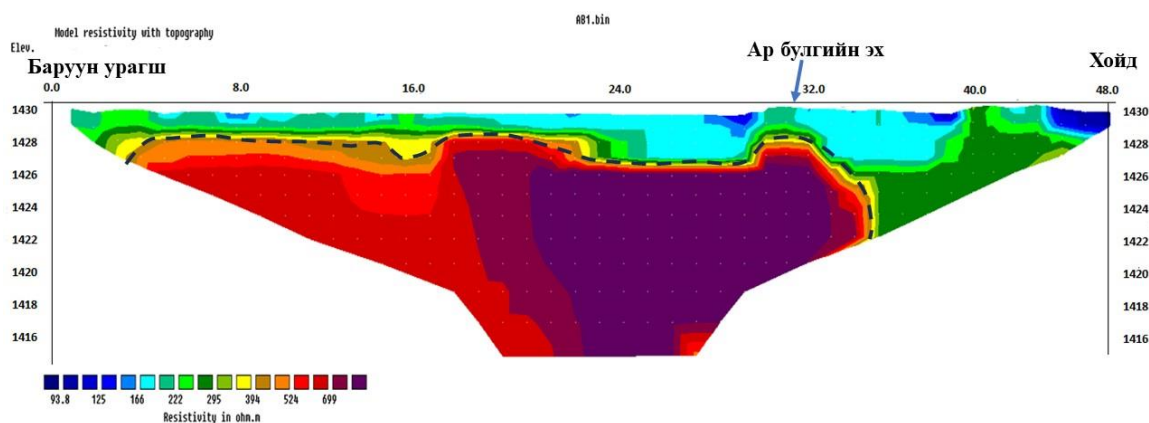
Зураг 4 . Веннер- Шлюмбержерийн аргыг ашигласан геофизикийн зүсэлт

ҮР ДҮН

Энэхүү судалгааны хүрээнд бид Орхон аймгийн нутаг дэвсгэрт орших Урт булаг, Ар булагт нийт 6 удаагийн геофизикийн цахилгаан эсэргүүцлийн томографын хэмжилтийг хийж гүйцэтгэсэн. Эдгээрээс булаг тус бүр нэг хэмжилтийн үр дүнг дэлгэрэнгүй тайлбарлав.

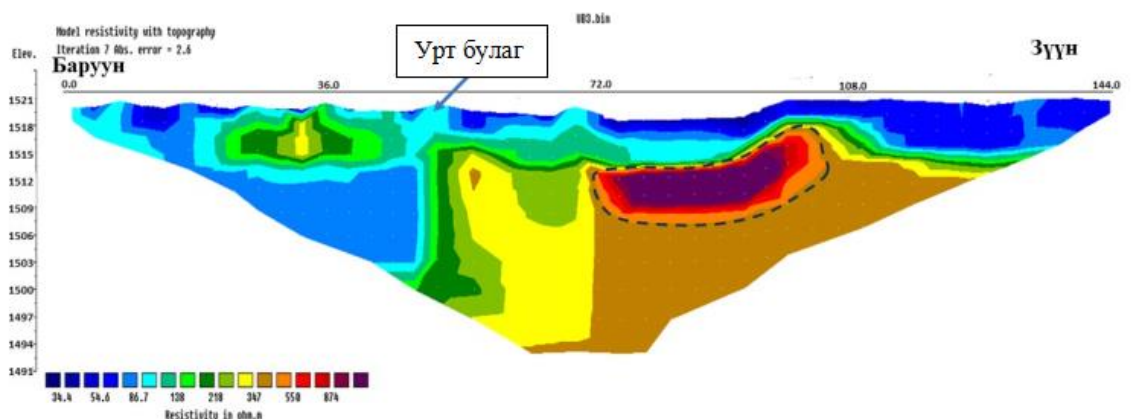
Ар булаг: ХӨ 49° 4'15.38" ЗУ 104° 2'39.44" солбицолд ДТД 1427 м өндөрт, уулын зүүн өмнө хажууд орших Ар булгийн эхийг дайруулан 1 м-ийн алхамтай, 12-15 м гүнийг хамарсан, 48 м-ийн урттай цахилгаан эсэргүүцлийн 3 зүсэлт хийв.

1-р хэмжилтийн эхний цэгээс 38-р цэг хүртэл гадаргын хувьд нэгэн жигд, дов бүхий ширэг бүхий хөрстэй. Харин 38-р цэгээс эхлэн хойд хажуу руу гадарга мэдэгдэхүйц өгсөнө. Хойд хажууд шавар шавранцар бүхий хөрс зонхилно. Ар булгийн 1-р зүсэлтийн цахилгаан эсэргүүцлийн утга 90 ом.м-оос 700 ом.м -ын хооронд байна. 90 – 170 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн утгатай хэсгийг шавар, шавранцар, 170- 390 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсгийг чийглэг, элсэн чигжээстэй хайр хайрга, 390 – 530 Ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсгийг том чулуулаг агуулсан хайр, хайрганы үе, 530 ом.м -оо дээш эсэргүүцэлтэй утгыг суурь чулуулаг гэж авч үзэв. Булгийн эх авч буй хэсэг нь ургамал бүрхэвч сайтай, хүлрийн үетэй байгаа нь 5- 10 м зузаантай цэвдгийн үе байх боломжтойг илтгэж байна. Уст давхаргын зузаан булгийн эх орчимд 2-4 м зузаан усаар ханасан үетэй байна. Уг хэмжилтийн 32-оос 35-р электрод орчимд гадаргаас доош 3- 9 м гүнд баруун хойш чиглэсэн хагарал байх боломжтой байна (Зураг 5). Уст давхаргын зузаан булгийн эхээс баруун урагш зүгт аажим багасаж, 1-2 м зузаантай болж байна. Усаар ханасан үеийн хамгийн зузаан хэсэг нь булгийн эх орчимд 4-5 м хүрч байна.



Зураг 5. Геофизикийн 1-р зүсэлт

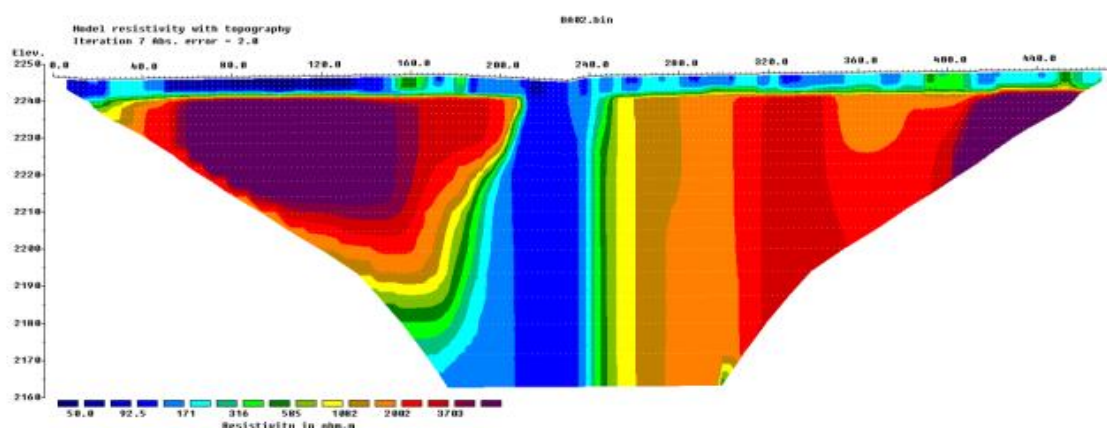
Урт булаг: Зүсэлтийн эхлэл нь хусан ойн араас эхэлнэ. Урт булгийн 3-р зүсэлтийн цахилгаан эсэргүүцлийн утга 34 ом.м-оос 870 ом.м -ын хооронд байна. 34 – 86 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн утгатай хэсгийг шавар, шавранцар болон усаар ханасан уст давхарга, 86- 138 ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсгийг чийглэг, элсэн чигжээстэй хайр хайрга, 138 – 347 Ом.м хувийн цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэсгийг том чулуулаг агуулсан хайр, хайрганы үе, 450 ом.м -оо дээш эсэргүүцэлтэй утгыг суурь чулуулаг гэж авч үзэв. Мөн 6-8 м зузаан цэвдэгт давхарга байх боломжтой байна. Уст давхаргын зузаан булгийн эх орчимд 4-5 м усаар ханасан үетэй байна Геофизикийн зүсэлтээс харахад уст давхарга 10-20 м зузаан байх боломжтой байна (Зураг 6).



Зураг 6. Урт булгийн 3-р зүсэлтийн геофизикийн үр дүн

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Баянхонгор аймгийн Баянбулаг сумын төвд цэвдгийн нэвт гэсгэлүүн үеийг геофизикийн цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжилтээр тодорхойлж, уст давхаргын зузааныг тодорхойлсон судалгаа байдаг. Баянбулаг сумын нутаг дэвсгэрт хийсэн хоёрдугаар зүсэлт нь булгийн эхэнд хийгдсэн болно. Уг зүсэлтэд эрс ялгаатай зүй тогтол тодорхой ялгарч зураглагдсан байна Зүсэлтийн дагуу 585ом.м-оос дээш эсэргүүцэлтэй хэсэг гадаргаасаа 5м орчим зузаантай идэвхтэй давхарга нь илт ялгарна. Зүсэлтийн төв хэсэгт 210-245м хооронд $<232.56\Omega\text{м}$ эсэргүүцэлтэй нэвт гэсгэлүүн мөн л илт ялгарна. Бусад хэсэгт өндөр эсэргүүцэлтэй цэвдэг давхарга нэлээдгүй зузаан үргэлжлэн оршино (Зураг7). Баянбулаг сумын төвийн хоёр хэмжилтийн унд ахуйн усан хангамжид хамгийн тохиромжтой нь хоёрдугаар зүсэлтийн 210-245м хэсэг болно [12].



Зураг 7. Баянбулаг сумын төвд хэмжсэн 2-р зүсэлтийн шугам

Дээрх судалгаа нь цэвдгийн үргэлжилсэн тархалттай бүслүүр буюу 50-60 м зузаан цэвдэгтэй, д.т.д 2000 м орчимд, тэгшивтэр тал хийсэн нэг удаагийн хэмжилт нь 480 м урт, 90 м гүнийг хамарсан учраас цэвдэгт үе давхаргыг тодорхойлоход хялбар юм. Үүнд цэвдгийн идэвхтэй давхарга, усаар ханасан үе ч тодорхой ажиглагдана.

Харин бидний судалгааны талбай нь хол алхамтай хэмжилт хийх боломжгүй, давчуу ам байсан учраас 1, 2, 3 м-ийн алхамтай орон зайн хувьд бага талбайг хамарсан хэдий ч судалгааны талбайг бүрэн хамарсан 3 хэмжилт шигүү хийснээрээ онцлог.



Зураг 8. Ар булгийн хэмжилтийн шугамууд

Цэвдгийн алаг цоог, тохиолдлын тархалттай бүслүүрт орших учраас цэвдэг нь алаг цоог, арал хэлбэрийн тархалттай байдаг. Судалгааны 2 талбайд хоёуланд нь алаг цоог тархалттай цэвдэг тархсан байх боломжтой байна. Бидний судалгааны үр дүнд Урт булаг, Ар булгийн ус давхаргын зузааныг тодорхойлох зорилгоо биелүүлсэн гэж үзэж байна. Урт булгийн хувьд ус давхаргын зузаан 4-5 м, Ар булгийн хувьд 2-5 м зузаантай байна.

ДҮГНЭЛТ

Эрдэнэт хот орчмын Урт булаг, Ар булагт хийсэн геофизикийн хэмжилтээс дараах дүгнэлтүүдийг хийж байна. Ард булаг нь хагарал дагасан ганц ундаргатай булаг байна. Цэвдгээс тэжээгддэг байх боломжтой байна. Зүсэлтүүдийн цахилгаан эсэргүүцлийн утга 70-750 ом.м-ын хооронд байна. Мөн 5- 10 м зузаантай цэвдгийн үе байх боломжтой байна. Уст давхаргын зузаан булгийн эх орчимд 2-4 м зузаан усаар ханасан үетэй байна. Уг хэмжилтийн 32 -оос 35-р электрод орчимд гадаргаас доош 3- 9 м гүнд баруун хойш чиглэсэн хагарал байх боломжтой байна. Усаар ханасан үеийн хамгийн зузаан хэсэг нь булгийн эх орчимд 4-5 м хүрч байна.

Харин Урт булгийн зүсэлтүүдийн цахилгаан эсэргүүцлийн утга 30 ом.м-оос 780 ом.м -ын хооронд байна. Уст давхаргын зузаан булгийн эх орчимд 4-5 м усаар ханасан үетэй байна. Геофизикийн зүсэлтээс харахад уст давхарга 20-25 м зузаан байх боломжтой байна. Хойд болон урд хажуугаас авсан хоёр ундаргаар тэжээгдэж байна. Урт булгийн 2 болон 3-р хэмжилтэд 6-10 м зузаантай цэвдэгт давхарга байх боломжтой. Урт булгийн ундаргыг хашиж хамгаалахдаа зөвхөн нэг эх үүсвэрийг хашаалсан нь хангалтгүй байна. Малын хөлөөр талхлагдаж, хашаалсан хэсгийн гадна орших ундарга урсац багассан байна. Тиймээс дээрх хоёр булгийн усны эх үүсвэрийг хамгаалахын тулд одоо байгаа хашааг илүү томруулж, малын хөлөөс булгийн ундаргыг тусгаарлах шаардлагатай.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Даваа Г. “Монгол орны гадаргын усны горим”. УБ, 2015 он.
- [2] Мягмаржав.Б. Даваа.Г. “Монгол орны гадаргын ус”.УБ, 1999 он
- [3] Үндэсний статистикийн хороо. Байгаль орчин эдийн засгийн дансны систем. Усны тооллого 2023 он.
- [4] Дашцэрэн.А. Богино долгионт цацрагийн хуваарилалтад хотгор гүдгэрийн үзүүлэх нөлөө. Монгол орны газарзүйн асуудлууд, 35-38. УБ, 2015 он.
- [5] Төмөрбаатар.Д. Монгол орны улирлын ба олон жилийн цэвдэг чулуулаг. УБ. 2004 он.
- [6] Жамбалжав Я. "Монгол орны цэвдгийн тархалт, өөрчлөлт". УБ.: Колорфул ХХК, 2016 он. 1-80 х.
- [7] Геоэкологийн хүрээлэн. “Дархан Эрдэнэт хотуудын үйлдвэрийн районы усан орчны экотоксикологийн судалгаа” суурь судалгааны төслийн тайлан. УБ. 2014 он.
- [8] Т.Энхжаргал болон бусад. “Эрдэнэт хот орчмын булгийн усны чанар(Ар болон Урт булгийн жишээн дээр)”Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд. 2023 он.
- [9] Loke, M.H., 2011. Electrical resistivity surveys and data interpretation. In Gupta, H (ed), Solid Earth Geophysics Encyclopaedia (2nd Edition) “Electrical & Electromagnetic” Springer-Verlag, 276-283.
- [10] Loke, M.H., et al., 2011a. Instrumentation, electrical resistivity. In Gupta, H (ed), Solid Earth Geophysics Encyclopaedia (2nd Edition) “Electrical & Electromagnetic” Springer-Verlag, 599-604.
- [11] Loke, M.H., et al., 2013a. Recent developments in the direct-current geoelectrical imaging method. Journal of Applied Geophysics, 95, 135-156.
- [12] Амарбаясгалан Ё, Жамбалжав Я. Цэвдгийн гэсгэлүүн үеийг олж, усан хангамжийн асуудлыг шийдэх. Монгол орны газарзүйн асуудлууд. УБ. 2016 он.

ХӨВСГӨЛ АЙМГИЙН ТӨВ МӨРӨН СУМЫН НУТАГ ДЭВСГЭРИЙН СЕЙСМИК ХУРДНЫ ЗАГВАРЫГ МИКРОТРЕМОР БИЧИЛ СҮЛЖЭЭ БАГАЖИЙН ХЭМЖИЛТЭЭР ТОДОРХОЙЛСОН НЬ

М.Дэмбэрэлдулам^{1,2}, Ч.Одонбаатар¹, Ц.Баатарчулуун², М.Дорждаваа¹

¹ШУА-ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэн, ²МУИС-ийн ШУС, Байгалийн ухааны салбарын- Геологи, геофизикийн тэнхим

ХУРААНГУЙ

Судалгааны ажлаар Хөвсгөл аймгийн төв Мөрөн сумын нутаг дэвсгэрийн сейсмик хурдны загварыг тодорхойлсон үр дүнг танилцуулж байна. Инженер геологийн нөхцөлийн хувьд ялгаатай 3 талбайд микротремор бичил сүлжээ багажийн хэмжилтийг хийж хөрсөөр тархах сейсмик долгионы хурдны загварыг тодорхойллоо. Микротреморын өгөгдөлд FK спектр анализын аргаар Релей долгионы дисперсийн муруйг гарган авч, уг муруйн өгөгдлөөр урвуу бодлого бодох замаар хурдны загварыг гаргаж авсан. Гаргаж авсан хурдны загварыг онолын хувьд тооцоолж хөрсний респонс спектрийг сейсмик шумын хэмжилтийн спекртэй харьцуулсан. Спектр харьцуулалтын үр дүнгээр давтамжийн хувьд ижил утга ажиглагдсан. Мөрөн сумын баруун X, төв Y, зүүн Z талбайн хөрсний зузаан нь ойролцоогоор 90 м (X), 106 м (Y), 188 м (Z), Vs- хөндлөн долгионы дундаж хурд 640 м/сек (X), 466 м/сек (Y), 560 м/сек (Z) байна. Энэхүү судалгаагаар тогтоосон хурдны загварыг бусад геофизикийн хэмжилтийн үр дүнгүүдтэй харьцуулахад гарсан үр дүнгүүд нь хоорондоо сайн тохирч байсан.

Түлхүүр үг: Мөрөн, хурдны загвар, FK арга, дисперсийн муруй, микротремор хэмжилт

ОРШИЛ

Хөрсний үе давхарга бүрээр тархах сейсмик долгионы хурд болон сейсмик долгионы давтамж нь тухайн судалгааны талбайн инженер геологийн нөхцөл, геологийн тогтоц, хөрсний шинж чанараас хамаарч өөрчлөгддөг. Энэхүү өөрчлөлтийг онолын хувьд тооцоолсноор судалгааны талбайд ирэх сейсмик долгионы өсгөлтийг тооцох, өндөр барилгын тооцоололд, барилгын бат бөх байдлыг үнэлэх болон газар хөдлөлийн бичил мужлалын зураг боловсруулах зэрэг олон талын чухал ач холбогдолтой байдаг. Дээрх тооцооллыг хийхэд бидэнд сэвсгэр хурдсаар тархах сейсмик долгионы хурдны загвар зайлшгүй шаардлагатай. Хөрсний сейсмик долгионы хурдны загварыг тодорхойлдог олон аргууд байдаг. Жишээ нь сейсмик хайгуулын арга, сейсмик томографи арга, NMO инверсийн арга, сейсмик долгионы симуляцийн арга, P-S logging арга, микротремор бичил сүлжээ багажийн хэмжилтийн аргууд байдаг. Эдгээр аргуудаас бид микротремор бичил сүлжээ багажийн хэмжилтийн аргыг сонгон авч Мөрөн сумын 3 өөр талбайд хөрсний хурдны загварыг гарган авсан. Хөрсний хурдны загварыг SPAC арга (spectral auto correlation) [1], FK спектр анализын арга (frequency-wavenumber) [4] гэсэн үндсэн 2 аргачлалыг дэлхий нийт өргөн хэрэглэж байна. Микротремор гэдэг нь хүрээлэн буй орчны чимээ шуугиа (хүний үйл ажиллагаа, машин механизм, үйлдвэр гэх мэт) -ны нөлөөллөөр үүсгэгддэг, бага далайцтай долгионыг хэлнэ. Уг долгионоор хөрсний динамик шинж чанарыг тодорхойлдог. Хөрсний дээд үеэр тархаж буй долгионыг гадаргын долгион гэж

үзвэл бичил сүлжээ багажид бүртгэгдсэн гадаргын долгионы дисперсийн муруйг гарган авах боломжтой юм. Гарган авсан гадаргын долгионы дисперсийн муруйг инверси хийх замаар хөрсний хурдны загварыг олж авч болно.

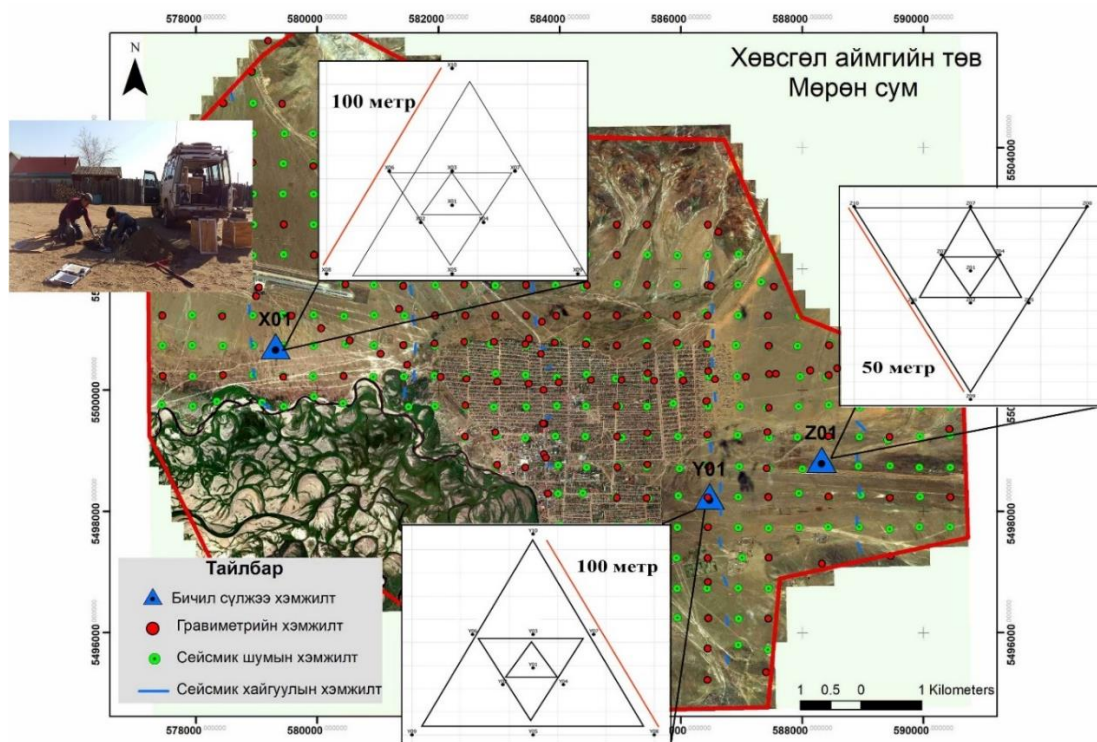
1981 онд “Мөрөн сумын нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлийн бичил мужлалын 1:4000 масштабтай зураг” зохиох судалгааны ажлыг ЗХУ, БНМАУ-ын эрдэмтэн судлаачид хамтран хийсэн байна [9]. Судалгааны ажлын хүрээнд (765 га) цахилгаан хайгуул, сейсмик хайгуул, цохилтоос үүсэх хөрсний чичирхийлэл, сейсмик багажийн хэмжилт болон инженер геологийн иж бүрэн судалгааг хийсэн байдаг. Тухайн үед сейсмик долгионы хурд болон зузааныг үнэлэхдээ сейсмик хайгуулын аргаар гүехэн гүнд, инженер геологийн зүсэлтийг 1 шугамын дагуу хийсэн байдаг. 2024 онд “Мөрөн сумын нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлийн аюулын үнэлгээ ба бичил мужлалын 1:10'000 масштабтай зураг”-ын судалгааны ажлыг хүрээлэн нь бие даан хийж гүйцэтгэсэн [11]. Судалгааны талбай (9721,5га)-д дрон & георадар, цахилгаан хайгуул, соронзон хайгуул, гравихайгуул, сейсмик хайгуул, сейсмик шум, сул газар хөдлөлийн хэмжилтүүдийг хийсэн. Өмнөх судалгааны талбайгаас 12,7 дахин том талбайд, 42 жилийн дараагаар геофизикийн орчин үеийн аргуудыг ашиглан, инженер геологийн иж бүрэн судалгааг хийсэн нь онцлог юм. Судалгааны талбайн 3 өөр байршилд микротремор бичил сүлжээ багажийн хэмжилтийг анх удаа, олон улсад түгээмэл хэрэглэгдэж байгаа FK спектр анализын арга (frequency-wavenumber) [2], [4]; [8] инверсийн аргуудаар хийж гүйцэтгэн, орчин үеийн дэвшилтэд багаж, техник, программ хангамжид үндэслэн сумын нутаг дэвсгэрийн сейсмик хурдны загварыг тодорхойлсон нь судалгааны ажлын шинэлэг тал юм.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Хөрсний дээд үе давхаргаар тархаж байгаа хурдны загвар гаргахын тулд FK спектр анализ буюу давтамж-долгионы тооны хавтгайн хувьд дараах зүйлсийг үнэн гэж авч үздэг. Нэгдүгээрт газар хөдлөлт бүртгэх сейсмик багажид бүртгэгдэж байгаа микротремор долгион нь гадаргын долгионоос бүрдэнэ. Хоёрдугаарт бүртгэгдэж байгаа микротремор долгионыг хавтгай долгион гэх буюу үүсгүүр нь багаж хоорондын зайнаас хангалттай хол. Дээрх 2 нөхцөл бүрдсэн үед бичил сүлжээ багажид бүртгэгдсэн микротремор долгионыг тодорхой давтамжийн хувьд фильтр хийж, автокорреляцийг тооцоолбол тухайн долгионы ирж буй азимут, хурдыг тодорхойлж болно. Энэ үйлдлийг бусад давтамжуудын хувьд гүйцэтгэснээр долгионы хурд-давтамжаас хамаарсан функцийг гарган авч болно [2]. FK спектр анализаар гарган авсан хурд-давтамжаас хамаарсан функцийг дисперсийн муруй гэх бөгөөд энэхүү муруйг Релей долгионы фазын хурдны дисперсийн муруй гэж үзвэл судалгааны талбайн хөрсний үе давхаргыг инверсийн аргаар тодорхойлох боломжтой. Үелсэн орчинд тархах Релей долгионы фазын хурдны дисперсийн муруйг тархалтын матрицын тусламжтай тооцоолсон [3]. Энэхүү онолын дисперсийн муруйг бидний хийсэн практик хэмжилтийн утгаар тооцоолсон дисперсийн муруйтай харьцуулж, харьцуулалтын зөрүү функцийг тэг рүү дөхүүлэх замаар, хөрсний үе давхаргаар тархах сейсмик S хөндлөн долгионы хурдыг тодорхойлсон. Фазын дисперсийн муруйг тооцоолох нь шугаман биш бодлого юм. Инверс хийхдээ глобал минимум хайдаг алгоритм (neighborhood algoritm) хэрэглэн хөрсний үе давхаргаар тархах хурдыг тодорхойлсон болно [2]. Дээрх тооцооллыг Европын холбооноос санхүүжүүлж гаргасан GEOPSY төслийн багийн зохиосон SESAME программыг хэрэглэсэн болно [6].

СУДАЛГААНЫ ТАЛБАЙН ХЭМЖИЛТ

Мөрөн сумын баруун Х, төв Y, зүүн Z талбайд инженер геологийн хөрсний нөхцөл нь ялгаатай байх газрыг сонгож, 2023 оны 05 дугаар сард газар хөдлөлт бүртгэх нүүдлийн 10 ширхэг сейсмометр багаж (Guralp-CMG- 3EPS), 2 төрлийн дижитайзер (Reftec130B & Reftec130S)- аар тоногдсон бичил сүлжээ хэмжилтийг хийсэн. 1-р зураг дээр Х, Y, Z цэгүүдийн байрлал болон микротремор бичил сүлжээ хэмжилтийн ерөнхий байрлалыг үзүүлээ. Микротремор бичил сүлжээ багажийн хооронд дах максимум зайг сумын нутаг дэвсгэрт хийгдсэн сейсмик шумын хэмжилтийн үр дүн буюу сейсмик долгионы өсгөлт (пик) үзүүлж буй давтамжийн бүсийн хил зааг, газарзүйн байрлал, талбайн инженер геологийн хөрсний нөхцөл зэрэгт үндэслэн 100 метр (Х), 100 метр (Y), 50 метр (Z)- ээр хийсэн. Хэмжилтийн цэг бүрд хүрээлэн буй орчны нөлөөллийг багасгах үүднээс ~50 см нүх ухаж газар хөдлөлт бүртгэх сейсмометр багажуудыг суурилуулсан. Багажийн тогтворжилт, орчны чимээ шуугианы түвшин зэргээс хамаарч 3- 4 цагийн тасралтгүй хэмжилт хийсэн (1-р хүснэгт).



Зураг 1. Цэнхэр гурвалжин- Х, Y, Z микротремор бичил сүлжээ хэмжилтийн цэг, улаан өнгө- гравиметрийн хэмжилт, ногоон өнгө- сейсмик шумын хэмжилт, цэнхэр шулуун- сейсмик хайгуулын хэмжилт

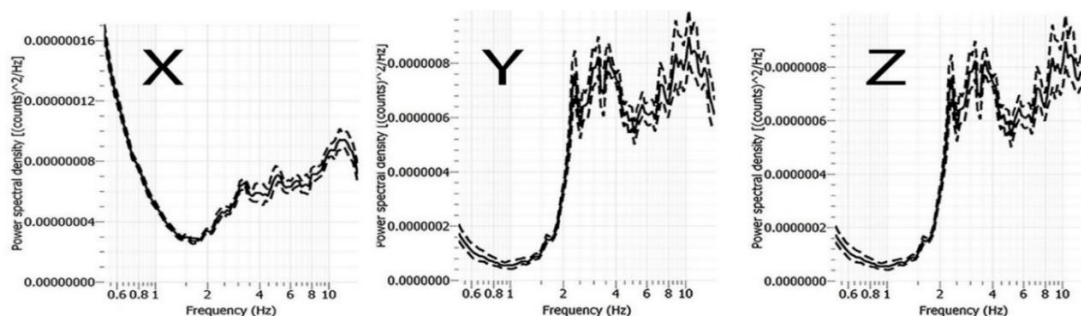
Хүснэгт 1. Микротремор бичил сүлжээ багажийн хэмжилтийн мэдээлэл

№	Хэмжилтийн цэгийн нэр	Хэмжилт хийгдсэн огноо	Хэмжилтийн хугацаа	Төв цэгийн координат
1	Баруун -Х X01- X10	2023.05.05	~3- 4 цаг	49.653873 100.098803
2	Төв -Y Y01- Y10	2023.05.06	~3- 3.30 цаг	49.630627 100.197467
3	Зүүн -Z Z01- Z10	2023.05.06	~3- 3.30 цаг	49.635745 100.223160

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

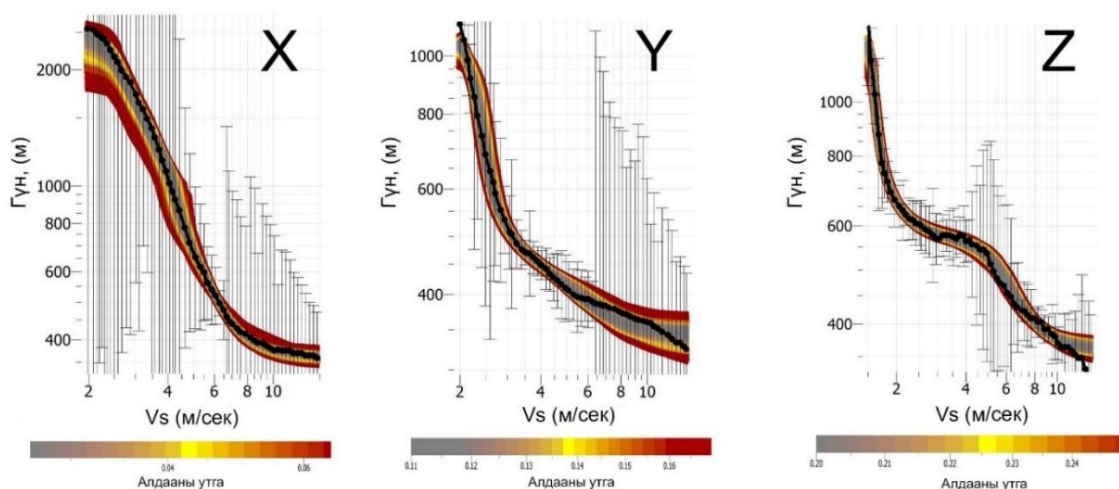
Мэдээлэл боловсруулалт

Багажид бүртгэгдсэн микротремор долионы бичлэгийг боловсруулахдаа бичил сүлжээ багаж тус бүрд бүртгэгдсэн газар хөдлөлийн бичлэгээс шуугианы түвшин нь хамгийн тогтвортой байх, тодорхой хугацааны бичлэгийг сонгон авч, сонгож авсан бичлэг тус бүрээр чадлын спектрийг зуруулсан (2-р зураг).



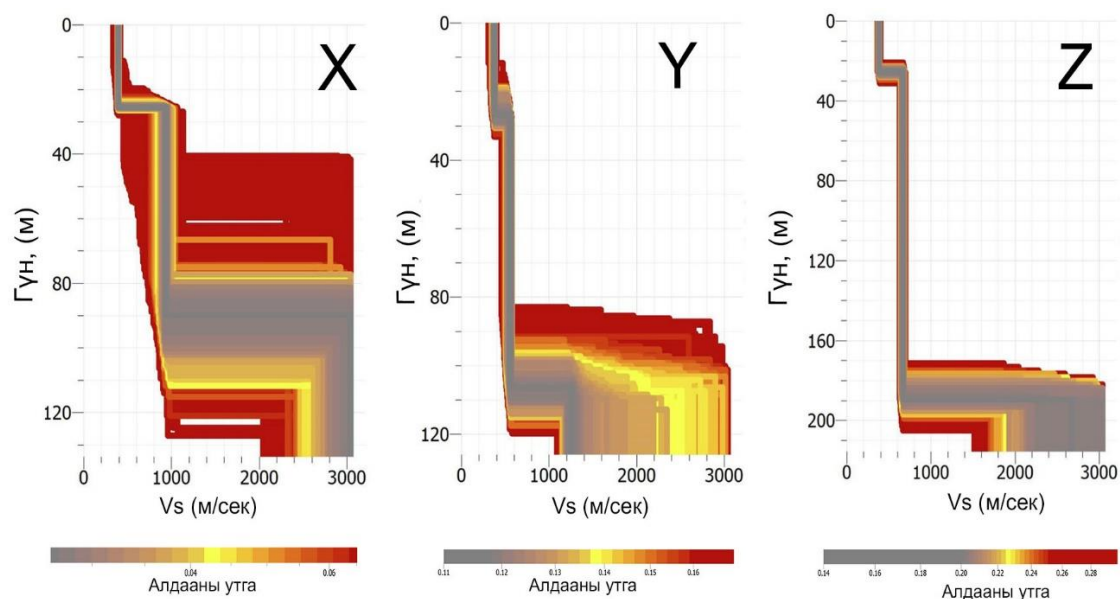
Зураг 2. X01-X10; Y01- Y10; Z01- Z10 цэгүүдийн чадлын спектрийг давхцуулсан байдал

Дээрх зурагт чадлын спектруудийг давхцуулсан үр дүнгээр FK спектр анализыг хийж долгионы давтамж бүрд харгалзах хурдны утгаар X, Y, Z талбайд Релей долгионы фазын дисперсийн муруйг тооцоолсон (3-р зураг).



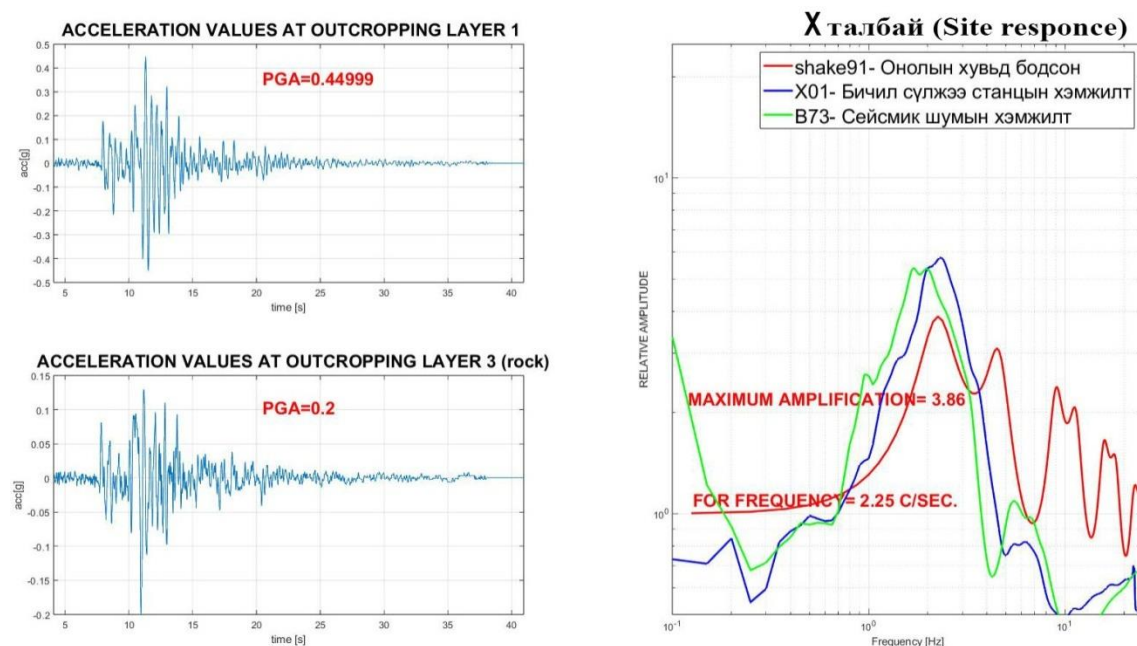
Зураг 3. X, Y, Z талбайн хувьд Релей долгионы фазын дисперсийн муруй

Зураг дээр хар цэгээр холбосон шугам нь хэмжилтээр ажиглагдсан муруй бөгөөд бусад өнгө нь онолын тооцооллоор гарсан муруйн олонлогийг илэрхийлнэ. Гадаргын Релей долгионы фазын хурдны дисперсийн муруйгаас хөрсний үе давхаргын зузаан, түүгээр тархах S хөндлөн долгионы хурдаар инверс буюу урвуу бодлого бодох замаар X, Y, Z талбай бүрийн хувьд хурдны загварыг гаргасан (4-р зураг).

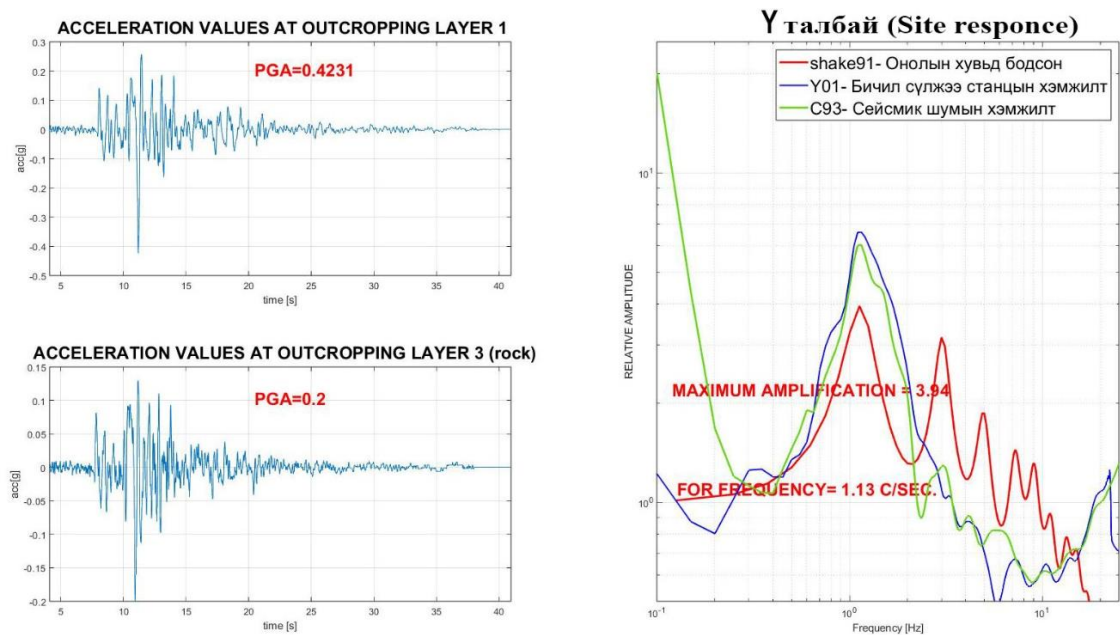


Зураг 4. X, Y, Z талбай бүрийн хувьд хөрсөөр тархах S хөндлөн долгионы хурдны загвар

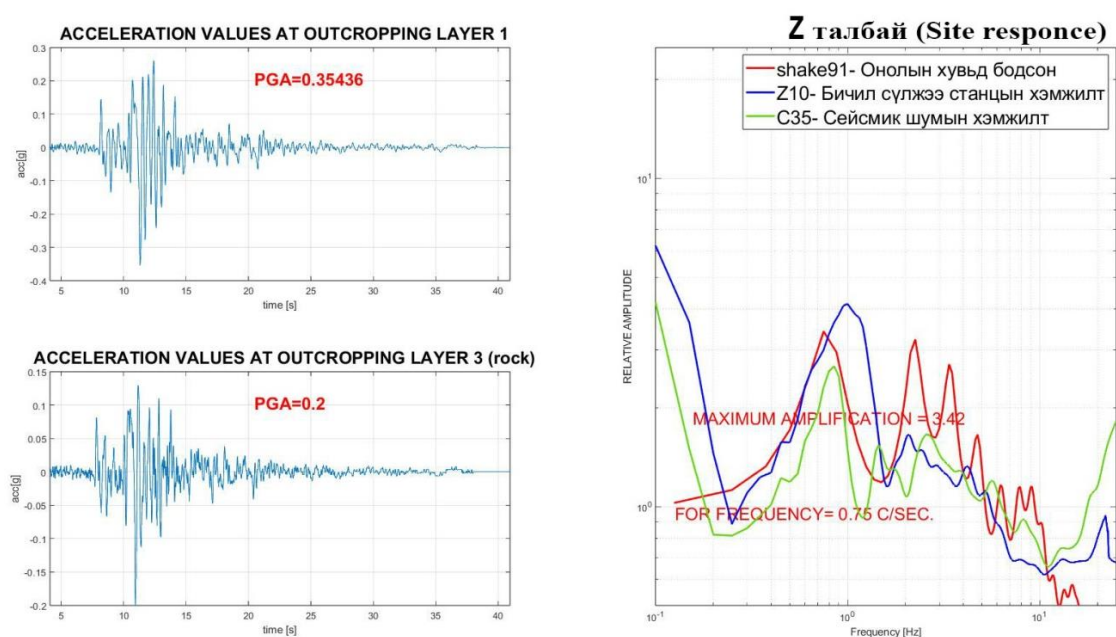
FK спектр анализаар гарган авсан хурдны загварын тоон утгаас тухайн хөрсөөр тархах сейсмик долгионы 1 хэмжээст (1D) респонс спектрийн загварчлалыг Shake91 программаар бодуулж [5], тухайн оролтын долгионы өөрчлөлт болон талбайн хөрсний респонс спектрийг тооцоолсон (Зураг 5, 6, 7). Тооцооллоор гаргасан 1 хэмжээст (1D) хөрсний респонс (улаан шугам)-ийг X, Y, Z талбай бүрд хийсэн микротремор бичил сүлжээ багажийн хэмжилтийн X01, Y01, Z10 цэгүүдийн HV спектр, сейсмик шумын хэмжилтийн B73, C93, C35 цэгүүдийн HV спектрүүдтэй харьцуулсан. Харьцуулсан үр дүнгээр давтамжийн хувьд таарч байна. Амплитудын хувьд харилцан адилгүй утга ажиглагдса (5, 6, 7-р зураг).



Зураг 5. X талбайн хөрсний респонс спектрийг онолын хувьд (Shake91) бодуулсан үр дүнг X01, B73 цэгийн HV спектртэй харьцуулсан байдал



Зураг 6. Y талбайн хөрсний респонс спектрийг онолын хувьд (Shake91) бодуулсан үр дүнг Y01, C93 цэгийн HV спектртэй харьцуулсан байдал



Зураг 7. Z талбайн хөрсний респонс спектрийг онолын хувьд (Shake91) бодуулсан үр дүнг Z10, C35 цэгийн HV спектртэй харьцуулсан байдал

Бид судалгааны үр дүнгээ батлахын тулд гравихайгуул [12], цахилгаан хайгуул [13]-ын судалгааны үр дүнгүүдтэй харьцуулсан (2-р хүснэгт). Х, Y талбайд 3 судалгааны харьцуулсан үр дүнгээр хөрсний зузаанууд ойролцоо утга ажиглагдсан ба судалгааны үр дүнгүүд нь хоорондоо маш сайн тохирч байна. Харин Z талбайн хувьд 2 судалгааны үр дүн нь тохирч байсан бол цахилгааны хайгуулын судалгаагаар ~70 метр зөрүүтэй байна.

Хүснэгт 2. Хөрсний зузааныг харьцуулсан нь

№	Хэмжилтийн нэр	Х талбайн хөрсний зузаан гүн (метр)	Ү талбайн хөрсний зузаан гүн (метр)	Z талбайн хөрсний зузаан гүн (метр)
1	Микротремор бичил сүлжээ хэмжилт	90	106	188
2	Гравиметрийн хэмжилт	100	100-130	190
3	Цахилгаан хайгуулын хэмжилт	~90	~100	~120

ДҮГНЭЛТ

Хөвсгөл аймгийн төв Мөрөн сумын нутаг дэвсгэрт инженер– геологийн хөрсний нөхцөл нь ялгаатай 3 талбайд микротремор бичил сүлжээ багажийн хэмжилтийг хийж, талбай тус бүрд хөрсний сейсмик хурдны загварыг тодорхойллоо. Судалгаанд FK спектр анализын арга, инверсийн аргуудыг ашигласан. Талбайн баруун хэсгийн сэвсгэр хөрсний зузаан нь ~90м, Vs- хөндлөн долгионы дундаж хурд 640 м/сек, төв хэсгийн сэвсгэр хөрсний зузаан нь ~106 м, Vs хөндлөн долгионы дундаж хурд нь 466 м/сек, зүүн хэсгийн сэвсгэр хөрсний зузаан нь ~188 м, Vs хөндлөн долгионы дундаж хурд нь 560 м/сек байна. Энэхүү судалгаагаар Мөрөн сумын нутаг дэвсгэрийн сэвсгэр хөрсний зузаан нь баруунаас зүүн тийш зузаарсан. Зүүн талбайн хөрсний зузааныг баруун талбайн хөрсний зузаантай харьцуулахад 2 дахин их зузаан хөрстэй байна. Уг талбай нь инженер геологийн нөхцөлийн зургаар том хэмхдэст, хайр хайрган төрлийн бага чийгтэйгээс чийглэг бор шаргал өнгөтэй элсэн чигжээстэй хайрган хөрстэй, байр зүйн зурагт тариалангийн газар гэж тэмдэглэгдсэн байна. Z талбайн хөрс зузаан байгаа нь талбайн хэмжилтээр харахад хонхор, намгархаг элсэн, шаварлаг хөрс зонхилон тохиолдож байсан. Бид судалгааны үр дүнгээ гравиметр [12], цахилгаан хайгуул [13]- ын хэмжилтийн үр дүнгүүдтэй харьцуулан үзэхэд үр дүнгүүд нь хоорондоо маш сайн таарсан. Талбайн хурдны загваруудыг гаргаж авснаар сумын нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлийн аюулын үнэлгээ болон бичил мужлалын зургийг боловсруулахад чухал параметр болно. Мөн тус бүс нутагт өндөр барилга байгууламж барих, дэд бүтцийг төлөвлөхөд үндсэн суурь мэдээлэл болох чухал ач холбогдолтой юм.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажлыг Барилга хот, байгуулалтын яам, ШУА- ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэн хооронд 2018 онд байгуулсан “Аймаг, сум, суурин газруудын нутаг дэвсгэрт газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураглал хийх, газар хөдлөлтийн эрсдэлийг тодорхойлоход чиглэсэн инженер-геологи, гидрогеологи, газар хөдлөлтийн судалгаа”- ны зөвлөх үйлчилгээний гэрээт ажлын хүрээнд бүрдүүлсэн мэдээллийн санд тулгуурлан хийж гүйцэтгэсэн. Судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхэд оролцсон баг хамт олон, хүрээлэнгийн орон нутаг дахь Хатгал, Архангай, Булган салбарын хамт олон болон МУИС- ийн Шинжлэх Ухааны Сургууль, Байгалийн Ухааны Салбарын Геологи Геофизикийн тэнхимийн хамт олонд баярлаж талархсанаа илэрхийлье.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Aki, K. (1957), Space and time spectra of stationary waves with special reference to microtremors, Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 35, 415–456.
- [2] Capon, J.(1969), "High resolution frequency wavenumber spectrum analysis", Proc. IEEE, 57, pp1408-1418.
- [3] Haskell, N.A. 1953. "The Dispersion of Surface Waves on Multilayered Media." Bulletin of the Seismological Society of America, 43 17- 34.
- [4] Horike, M. (1985), "Inversion of phase velocity of long-period microtremors to the S-wave velocity structure down to the basement in urbanized areas", J. Phys. Earth, 33, pp59-96.
- [5] Idriss, I. M.; Sun, Joseph I.; User's manual for SHAKE91: a computer program for conducting equivalent linear seismic response analyses of horizontally layered soil deposits.
- [6] Pierre-Yves BARD., "Site Effects assessment using Ambient Excitations" European Commission, n EVG1-CT-2000-00026, May 1st, 2001- December 31th, 2004.,pague@obs.ujf-grenoble.fr.
- [7] Wathélet, M., D. Jongmans, M. Ohrnberger, and S. Bonnefoy-Claudet. 2008. "Array performances for ambient vibrations on a shallow structure and consequences over Vs." Journal of Seismology, 12 1- 19.
- [8] Yamanaka, H., Y. Hiramatsu, and H. Katao, Spatial distribution of unusual aftershocks of the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake (in Japanese), Annuals, Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., 42(B-1), 97–111, 1999.
- [9] Е.В.Пиннекер., Б.Чадраа., О.В.Павлов., И.Балжинням., В.И.Джурик., В.А.Потанов., Т.Г.Рященко."Сейсмическое микрорайонирование территорий городов Улястай и Мурэн МНР." НАУК, Иркутск- Улан-Батор. 1985г.
- [10] И.Балжинням, М.Адьяа, Г.Баяр, Т.Дугармаа, Г.Дэмчигсүрэн, Д.Мөнхөө, Л.Сэлэнгэ, Б. Цэмбэл “БНМАУ- ын нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлт, зарим үйлдвэрийн районы хотуудын бичил мужлал, инженер сейсмологийн нөхцөл” БНМАУ, Шинжлэх ухааны академи, Физик техникийн хүрээлэн, Улаанбаатар хот 1985 он.
- [11] Ч.Одонбаатар нар “Аймаг, сум, суурин газруудын нутаг дэвсгэрт газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураглал хийх, газар хөдлөлтийн эрсдэлийг тодорхойлоход чиглэсэн инженер-геологи, гидрогеологи, газар хөдлөлтийн судалгааны ажил” Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээ ба бичил мужлалын судалгаа, ХӨВСГӨЛ аймгийн төв МӨРӨН сум, Улаанбаатар хот 2024 он.
- [12] Ч.Одонбаатар нар “Аймаг, сум, суурин газруудын нутаг дэвсгэрт газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураглал хийх, газар хөдлөлтийн эрсдэлийг тодорхойлоход чиглэсэн инженер-геологи, гидрогеологи, газар хөдлөлтийн судалгааны ажил” Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээ ба бичил мужлалын судалгаа, ХӨВСГӨЛ аймгийн төв МӨРӨН сум, Гравихайгуулын судалгаа, хуудас 220- 238, Улаанбаатар хот 2024 он.
- [13] Ч.Одонбаатар нар “Аймаг, сум, суурин газруудын нутаг дэвсгэрт газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураглал хийх, газар хөдлөлтийн эрсдэлийг тодорхойлоход чиглэсэн инженер-геологи, гидрогеологи, газар хөдлөлтийн судалгааны ажил” Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээ ба бичил мужлалын судалгаа, ХӨВСГӨЛ аймгийн төв МӨРӨН сум, Цахилгаан хайгуулын судалгаа, хуудас 191- 210, Улаанбаатар хот 2024 он.

УЛ ХӨРСНИЙ ДААЦ ТОДОРХОЙЛОХ ХЭЭРИЙН ТУРШИЛТЫН СУДАЛГАА

Я.Элбэгзаяа, Р.Алтанчимэг

“Таван үндэс” ХХК, “Орхон гидрогео” ХХК

Имэйл: elbegee.88023870@gmail.com, aradnaa58@gmail.com

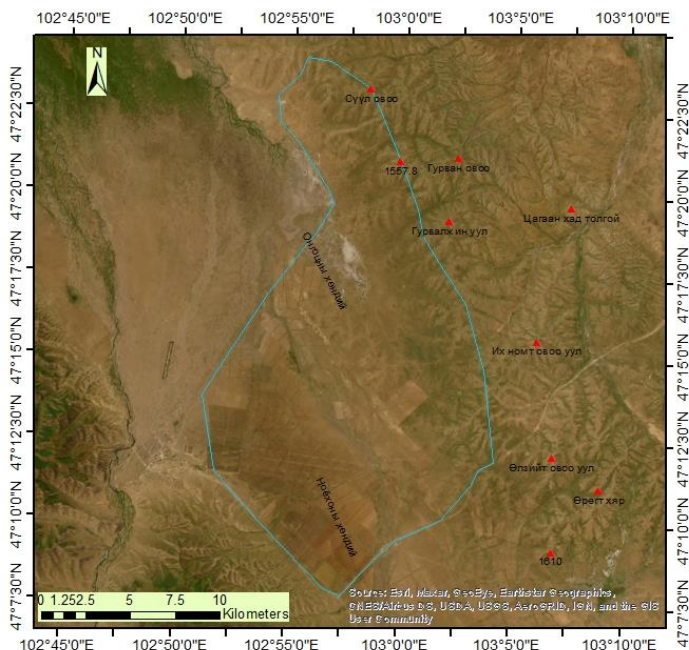
ХУРААНГУЙ

Өвөрхангай аймгийн Хархорин сум. “Шинэ Хархорум хотын хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөө боловсруулахад шаардлагатай эхний ээлжийн ажил”-төслийн Онгоцон хөндийн талбайд, ул хөрсний даац тодорхойлох зорилгоор явуулсан инженер хайгуулын судалгаанд тулгуурлан ул хөрсний дээжүүдийн физик, механикийн шинж чанарын норматив тооцооны үзүүлэлтийг хээрийн туршилтын үр дүнтэй харьцуулан, инженер геологийн нөхцөлийг энэхүү өгүүлэлд тодорхойлон үр дүнд боловсруулалт хийсэн.

Түлхүүр үг: Инженер геологийн элемент, ул хөрсний физик, механикийн шинж чанар, штампын туршилт, норматив тооцооны үзүүлэлт

ОРШИЛ

Өвөрхангай аймгийн Хархорин сум нь Улаанбаатар хотоос баруун хойш 356 км орчим зайд алслагдсан. “Шинэ Хархорум” хотын нутаг дэвсгэр нь Монгол Улсын төв хэсгийн Хангай-Хэнтийн уулархаг их муж дотор Хангайн нурууны өмнөд хэсгийн зүүн хэсэгт байрлана. Байгалийн мужлалаар Хангай-Хэнтийн уулархаг их мужийн Орхон-Сэлэнгийн сав газрын нам уул /1500-2000м/, хотгор бүхий хуурай хээрийн дэд мужийн өмнөд ба умард хуурай хээр бүхий нугын районд багтана. Энэ орчмын нутаг нь нуга, уулын хээрийн ландшафттай (1-р зураг).



Зураг 1. Судалгаанд хамрагдсан талбайн байршлын зураг. Талбайг ногоон өнгөтэй зураасаар тэмдэглэсэн (Google Earth-ээс авав, зураг масштабгүй)

Судалгааны талбайн инженер геологийн нөхцөл

“Шинэ Хархорум” хотын бүс нутаг болон эхний ээлжийн төлөвлөлтийн судалгааны талбайн хэмжээнд хот суурин болон барилга байгууламжийн төлөвлөлт, ашиглалтад онцгой хүндрэл, нөлөөлөл үзүүлэхүйц газрын нурулт, гулсалт, цөмрөлт, хөндийлж хагарал зэрэг физик-геологийн онцгой хүчин зүйл үүсээгүй, цэвдэг болон суулт хөөлт үзүүлэх шинж чанартай барилгын ул хөрс илрээгүй. Энэ нь инженер-геологийн ерөнхий нөхцөлөөр энгийнээс дунд зэргийн нөхцөлтэй юм.

Судалгааны талбай болох Онгоцон хөндийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд девоны настай, тунамал хурдас чулуулаг элсэн чулуун хадан ул хөрс, доод-дунд силурын настай хувирмал хурдас чулуулаг занар чулуун хадан ул хөрс, неогены настай, эх газрын терриген гаралтай шавар, шавранцар, сайргархаг шавранцар ул хөрс, плейстоцен-голоцены настай, элюви-делювийн гаралтай элсэнцэр чигжээстэй хайрган, шавранцар чигжээстэй хайрган ул хөрс хайргархаг шавранцар ул хөрс, плейстоцен-голоцены настай, аллювийн гаралтай, элсэн чигжээстэй сайр сайрган ул хөрс, сайргархаг элсэн ул хөрс зонхилон тархана. Голоцены настай, нуур-аллювийн гаралтай, элсэнцэр, шавранцар, сайргархаг элсэн хөрс болон плейстоцен-голоцены настай, салхины гаралтай, тоосорхог элс, жижиг ширхэгтэй элс, дунд ширхэгтэй элс, элсэнцэр ул хөрс илэрч тархсан. Судалгааны талбайд 24 нэр төрлийн ИГЭ-ийг ялгасан болно. Үүнээс барилгын буурь суурь суух түвшинд нуур аллювийн гаралтай шавранцар /LaQ₂/-ИГЭ-1, хайргархаг элсэнцэр /dpQ₂/-ИГЭ-2, хайргархаг элс /dpQ₂/-ИГЭ-3, элсэн чигжээстэй хайрга /dpQ₂/-ИГЭ-4, элсэнцэр чигжээстэй хайрга /dpQ₂/-ИГЭ-5, шавранцар чигжээстэй хайрга /dpQ₂/-ИГЭ-6, тоосорхог элс /vQ₁₋₂/-ИГЭ-7, жижиг ширхэгтэй элс /vQ₁₋₂/-ИГЭ-8, дунд ширхэгтэй элс /vQ₁₋₂/-ИГЭ-9, элсэн чигжээстэй сайр, сайрга /aQ₁₋₂/-ИГЭ-10, элсэнцэр чигжээстэй хайрга /edQ₁₋₂/-ИГЭ-11, шавранцар чигжээстэй хайрга /edQ₁₋₂/-ИГЭ-12, хайргархаг шавранцар/edQ₁₋₂/-ИГЭ-13 илэрч тархах бөгөөд штампын туршилтыг эдгээр 13 нэр төрлийн ул хөрсөнд нийт 36 цооногт хийж үр дүнг боловсруулав.

Штампын туршилт хийсэн ул хөрснүүдийн ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 1. Ул хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн

Ул хөрсний нэр төрөл	ИГЭ-ийн дугаар	Ширхэгийн бүрэлдэхүүн, %		
		Хайрга	Элс	Тоос/шавар
Шавранцар ул хөрс /LaQ ₂ /	1	0.0%	19.3%	80.7%
Хайргархаг элсэнцэр ул хөрс/ dpQ ₂ /	2	39.3%	39.2%	21.5%
Хайргархаг элсэн ул хөрс / dpQ ₂ /	3	46.7%	44.6%	8.7%
Элсэн чигжээстэй хайрган ул хөрс /dpQ ₂ /	4	55.5%	38.1%	6.4%
Элсэнцэр чигжээстэй хайрган ул хөрс / dpQ ₂ /	5	62.0%	24.3%	13.7%
Шавранцар чигжээстэй хайрган ул хөрс / dpQ ₂ /	6	60.6%	21.3%	18.1%
Тоосорхог элсэн ул хөрс / vQ ₁₋₂ /	7	5.8%	71.8%	22.4%
Жижиг ширхэгтэй элсэн ул хөрс / vQ ₁₋₂ /	8	5.0%	78.9%	16.1%
Дунд ширхэгтэй элсэн ул хөрс	9	10.8%	72.4%	16.8%

/ $vQ_{1-2/}$				
Элсээр чигжигдсэн сайр сайрган ул хөрс / $aQ_{1-2/}$	10	56.9%	38.7%	4.4%
Элсэнцэр чигжээстэй хайрган ул хөрс / $edQ_{1-2/}$	11	66.0%	22.0%	12.0%
Шавранцар чигжээстэй хайрган ул хөрс / $edQ_{1-2/}$	12	72.1%	17.4%	10.5%
Хайргархаг шавранцар ул хөрс / $edQ_{1-2/}$	13	41.6%	33.0%	25.4%

Штампын туршилт хийсэн 13 нэр төрлийн ул хөрсний физик шинжилгээний үзүүлэлт дээр үндэслэн ул хөрсний физик-механик шинж чанарын норматив үзүүлэлтийн нэг болох хэв гажилтын модулийг Барилга байгууламжийн буурь, суурийн зураг төсөл зохиох норм ба дүрэм БНБД 50-01-16 дагуу тодорхойлсныг хээрийн штампын туршилтын үр дүнтэй харьцуулан дараах хүснэгтэд үзүүллээ.

Хүснэгт 2. Ул хөрсний механик шинж чанар

№	Ул хөрсний нэр	Хэв гажилтын модуль E, МПа	
		Норм, дүрмээр	Штампын туршилтаар
1	Шавранцар ул хөрс / $LaQ_2/$	21	18
2	Хайргархаг элсэнцэр ул хөрс / $dpQ_2/$	35	31.6
3	Хайргархаг элсэн ул хөрс / $dpQ_2/$	45	33
4	Элсэн чигжээстэй хайрган ул хөрс / $dpQ_2/$	45	22.03-42.79
5	Элсэнцэр чигжээстэй хайрган ул хөрс / $dpQ_2/$	46	27.0-37.30
6	Шавранцар чигжээстэй хайрган ул хөрс / $dpQ_2/$	45	21.27-45.32
7	Тоосорхог элсэн ул хөрс / $vQ_{1-2/}$	$\frac{18-26}{22}$	$\frac{10-15}{12.5}$
8	Жижиг ширхэгтэй элсэн ул хөрс / $vQ_{1-2/}$	$\frac{29-34}{32}$	13
9	Дунд ширхэгтэй элсэн ул хөрс / $vQ_{1-2/}$	35	11
10	Элсээр чигжигдсэн сайр сайрган ул хөрс / $aQ_{1-2/}$	45	25.35-47.28
11	Элсэнцэр чигжээстэй хайрган ул хөрс / $edQ_{1-2/}$	$\frac{36-45.5}{40.5}$	32.0-62.25
12	Шавранцар чигжээстэй хайрган ул хөрс / $edQ_{1-2/}$	46.5	24.0-29.20
13	Хайргархаг шавранцар ул хөрс / $edQ_{1-2/}$	30	21.27

Хүснэгт 3. Ул хөрсний физик шинж чанар

№	Ул хөрсний нэр	Ул хөрсний нас, гарал үзэл	Байгалийн чийг	Уян налархайн тоо	Хатуу хэстийн нягт	Байгалийн нягт	Хуурай хэстийн нягт	Сүршлийн коэффициент	Конси стенц	Чийглэгийн зэрэг
0	1	2	W (нэгжээр)	Jp	гз (г/см³)	г (г/см³)	га (г/см³)	e (нэгжээр)	JL	Sr (нэгжээр)
			3	4	5	6	7	8	9	10
1	Шавранцар	1. Голоцоны настай, нуур-аллювийн гаралтай үл хөрс	0.226	0.162	2.73	2.01	1.64	0.665	0.21	0.93
2	Хайргархаг элсэнцэр	2. Плейстоцен-голоцоны настай, делюви-пролювийн гаралтай үл хөрс	0.033	0.065	2.69	2.10	2.03	0.323	<0	0.27
3	Хайргархаг элс		0.036	--	2.65	2.13	2.06	0.288	--	0.33
4	Элсэн чигжээстэй хайрга		0.011-0.051 0.037	--	2.64-2.65 2.64	2.15-2.16 2.15	2.05-2.13 2.08	0.241-0.292 0.273	--	0.12-0.47 0.34
5	Элсэнцэр чигжээстэй хайрга	dpQ2	0.010-0.095 0.040	0.058-0.067 0.063	2.68-2.69 2.68	2.15-2.21 2.17	1.96-2.17 2.09	0.240-0.365 0.288	<0	0.11-0.70 0.33
6	Шавранцар чигжээстэй хайрга		0.031-0.177 0.064	0.060-0.160 0.093	2.71-2.73 2.72	2.14-2.19 2.16	1.82-2.11 2.03	0.288-0.502 0.314	<0	0.28-0.96 0.45
7	Тоосорхог элс	3. Плейстоцен-голоцоны настай, салхины гаралтай үл хөрс	0.025-0.037 0.029	--	2.63-2.65 2.64	1.63-1.76 1.66	1.60-1.68 1.63	0.571-0.656 0.618	--	0.10-0.16 0.13
8	Жижиг ширхэгтэй элс	vQ1-2	0.013-0.031 0.022	--	2.64-2.66 2.65	1.70-1.73 1.72	1.68-1.69 1.68	0.573-0.585 0.579	--	0.06-0.14 0.10
9	Дунд ширхэгтэй элс		0.039	--	2.63	1.77	1.70	0.543	--	0.19
10	Элсээр чигжигдсэн сайр сайрга	4. Плейстоцен-голоцоны настай, аллювийн гаралтай үл хөрс	0.009-0.026 0.016	--	2.64-2.66 2.63	2.15-2.17 2.16	2.11-2.14 2.12	0.239-0.254 0.245	--	0.10-0.27 0.17
11	Элсэнцэр чигжээстэй хайрга	5. Плейстоцен-голоцоны настай, элюви-делювийн гаралтай үл хөрс	0.019-0.062 0.040	0.056-0.063 0.59	2.68-2.70 2.69	2.16-2.24 2.19	2.04-2.20 2.10	0.219-0.322 0.280	<0	0.23-0.52 0.37
12	Шавранцар чигжээстэй хайрган үл хөрс /	edQ1-2	0.021	0.079	2.71	2.19	2.14	0.264	<0	0.22
13	Хайргархаг шавранцар		0.065	0.072	2.70	2.13	2.00	0.349	<0	0.50

Тайлбар: Хүснэгтэд: хүртөөрт хамгийн багаас хамгийн их утгыг, хувиарт дундаж утгыг үзүүлсэн.

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГАЗҮЙ

Ул хөрсний шахагдах шинж чанар буюу хэв гажилтын (E , МПа) модулийг тодорхойлох туршилтыг “Хэв гажилтын үзүүлэлтийг хээрийн нөхцөлд тодорхойлох арга” MNS 2489:1986 болон ГОСТ 20276.1-2020 Грунты. Метод испытания штампом” шинэчилсэн стандартыг тус тус мөрдлөг болгон “Изыскатель-600” маркийн штампын багаж болон хятад улсад үйлдвэрлэсэн К-30 маркийн штампын багаж ашиглан хийв.

Штампын туршилтыг манай оронд ихэвчлэн өндөр барилга байгууламж, нисэх онгоцны буух хөөрөх зурвасын дагууд, томоохон үйлдвэрийн барилга, түшиц хана, цахилгаан станцын барилга гэх мэт өндөр хариуцлагатай объектуудын буурь суурийн тооцоонд хэрэглэх зорилгоор хийж байгаа юм. Уг туршилтаар ул хөрсний байгаль дээрх хэв гажилтын модуль E -г газар дээр нь тогтоодог. Манай улсад 600, 2500, 5000см² талбайтай штампын багажийг өргөн хэрэглэж байна. Туршилтад хэрэглэсэн штампын багаж нь хавтгай ултай 600см² талбайтай штамп юм.



Зураг 2. “Изыскатель-600” маркийн штампын багажаар туршилт явуулж байгаа нь

Хавтгай ултай, 600см² талбайтай штампаар цооногт туршилт хийхдээ туршилт хийхээр төлөвлөсөн гүн хүртэл өрөмдөж цооногийн мөргөцгийг өрмийн тусгай төхөөрөмжөөр цэвэрлэсний дараа штампын багажийг цооногт суурилуулна. Штампын улыг хөдөлгөөнгүй нягт авцалдуулах зорилгоор өрмийн янданг босоо тэнхлэгийн дагуу цооногийн ханыг нурахаас сэргийлэн байрлуулна. Бэхэлгээний яндангаас 2 тийш 1м-ийн зайд штампын багажийг бэхлэх зорилготой 1.5-2.0м-ийн урттай гадас зооно. Штампын хөлийг гадаст бэхэлж штампыг хөдөлгөөнгүй ажиллах боломжийг бүрдүүлж багажийг угсарна. Үүний дараачаар даралт өгөх домкратыг байрлуулж домкратыг 10 амперийн хүчин чадалтай насос болон манометртэй холбоно. Мөн суултыг хэмжих зорилгоор 3 ш индикаторыг байрлуулж даралтын шатлалыг ИГЭ тус бүрд ул хөрсний сүвэрхгийн итгэлцүүр e /, консистенц J_l /, чийглэгийн зэрэг Sr /-ээс хамааруулан MNS 2489:1986-ийн 2 болон 3-р хүснэгтийн дагуу өгнө. Тогтворжих хугацаанд штампын суултын хурд 0,1мм-ээс ихгүй тохиолдолд ул хөрсний хэв гажилтыг тогтворжсон гэж үзээд дараагийн шаталсан ачааг суулт тогтворжих хүртэл өгнө.

Судалгааны үр дүнг боловсруулахдаа доорхи хэв гажилтын модулийг дараах томъёог ашиглан тооцооны үзүүлэлтүүдийг тооцсон.

$$E_0 = (1 - \mu^2)wd \frac{\Delta P}{\Delta S} \quad [\text{кгс}/\text{см}^2] \quad (1)$$

Үүнд: μ – пауссоны коэффициент, хадан ул хөрсөнд-0.15, хагас хаданд-0.25, том хэмхдэст-0.27, элс элсэнцэрд-0.30, шавранцард-0.35, шаварт-0.42 тус бүр тэнцүү; $w = 0.79$ тэнцүүгээр авна; d – улны диаметр, см; ΔP – даралтын ялгавар, кгс/см²; ΔS – суултийн ялгавар, см.

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Инженер геологийн хээрийн судалгааны нийт материалыг нэгтгэн боловсруулж үзэхэд дараах үр дүнд хүрсэн.



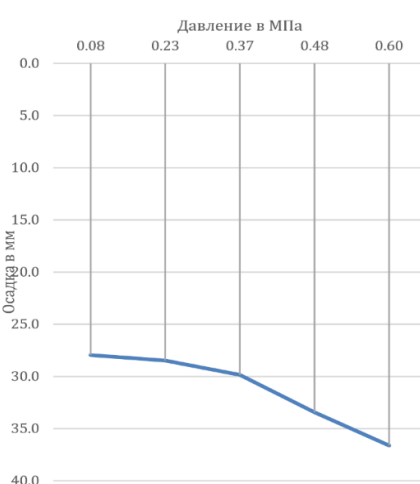
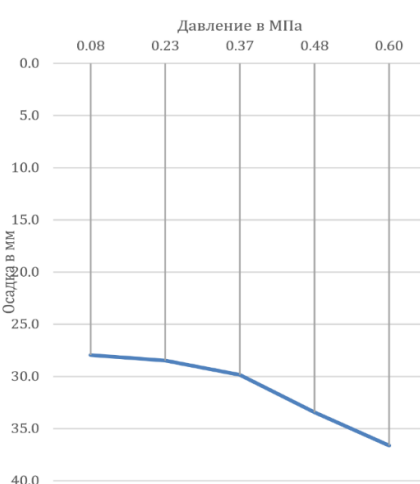
Зураг 3. Штампын туршилт явуулж буй үйл явцын харагдах байдал

ИГЭ-10. Элсэн чигжээстэй хайрган ул хөрсний штампын туршилтын үр дүнг 4, 5, 6-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 4. Ул хөрсний штампын туршилтын үр дүн

Он,сар,өдөр	8/4/2024	Үр дүнгийн хүснэгт																
Туршилт №	26	Шатлал	N1	N2	N3	p КПа												
Туршилт эхлэсэн хугацаа	08:00	0	267	297	317	83.34												
Хөрсний нэр	Элсэн чигжээстэй хайрга	1	303	318	340	226.87												
Хөрсний нягт	2.14	2	334	350	373	370.40												
Бууралтын хурд	9.8	3	368	385	410	481.10												
Туршилтын гүн	3	4	400	415	442	596.04												
50		Давление в МПа 0.080.230.370.480.60 Осадка в мм <table><thead><tr><th>Давление в МПа</th><th>Осадка в мм</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.08</td><td>32</td></tr><tr><td>0.23</td><td>33</td></tr><tr><td>0.37</td><td>34</td></tr><tr><td>0.48</td><td>38</td></tr><tr><td>0.60</td><td>42</td></tr></tbody></table>					Давление в МПа	Осадка в мм	0.08	32	0.23	33	0.37	34	0.48	38	0.60	42
Давление в МПа	Осадка в мм																	
0.08	32																	
0.23	33																	
0.37	34																	
0.48	38																	
0.60	42																	
Штамп алхам																		
Даралт багаж	62.9																	
Багажын жин	16.00																	
0 шатлал	83.34																	
1-р шатлал	226.87																	
2-р шатлал	370.40																	
3-р шатлал	481.10																	
4-р шатлал	596.04																	
Хэв гажилтын модулийн тооцоо																		
Энд: E - хэв гажилтын модуль, МПа, μ = 0.27 - Пауссоны коэффициент, ω = 0.79 - засварын коэффициент, d = 27.7 см, dP - даралтын өөрчлөлт, МПа dS - суултийн өөрчлөлт, мм E = (1-μ²) * ω * d * dP/dS = 25.35 МПа																		

Хүснэгт 5. Ул хөрсний штампын туршилтын үр дүн

Он.сар.өдөр	11/4/2024	Үр дүнгийн хүснэгт				
Туршилт №	28	Шатлал	N1	N2	N3	p КПа
Туршилт эхлэсэн хугацаа	13:20	0	241	263	243	82.49
Хөрсний нэр	Элсэн чигжээстэй хайрга	1	255	274	266	226.02
Хөрсний нягт	2.12	2	288	308	301	369.55
Бууралтын хурд	9.8	3	321	345	338	480.31
Туршилтын гүн	3	4	353	377	371	595.28
Шгами алхам	50	Давление в МПа 0.080.230.370.480.60 Осадка в мм 				
Даралт багаж	62.3					
Багажын жин	16.00					
0 шатлал	82.49					
1-р шатлал	226.02					
2-р шатлал	369.55					
3-р шатлал	480.31					
4-р шатлал	595.28					
Хэв гажилтын модулийн тооцоо		Осадка в мм 				
Энд, E - хэв гажилтын модуль, МПа, μ = 0.27 - Пауссоны коэффициент, ω = 0.79 - засварын коэффициент, d = 27.7 см, dP - даралтын өөрчлөлт, МПа dS - суултын өөрчлөлт, мм E = (1-μ²) * ω * d * dP/dS = 28.89 МПа						

Хүснэгт 6. Ул хөрсний штампын туршилтын үр дүн

Он.сар.өдөр	9/4/2024	Үр дүнгийн хүснэгт														
Туршилт №	27	Шатлал	N1	N2	N3	p КПа										
Туршилт эхлэсэн хугацаа	09:00	0	222	197	207	82.92										
Хөрсний нэр	Элсэн чигжээстэй хайрга	1	242	215	222	226.45										
Хөрсний нягт	2.13	2	277	247	254	369.98										
Бууралтын хурд	9.8	3	313	281	291	480.70										
Туршилтын гүн	3	4	346	312	324	595.66										
Штамп алхам	50	Давление в МПа 0.080.230.370.480.60 0.05.010.015.020.025.030.035.0 Осадка в мм <table><thead><tr><th>Давление в МПа</th><th>Осадка в мм</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.08</td><td>23.5</td></tr><tr><td>0.23</td><td>24.5</td></tr><tr><td>0.37</td><td>26.5</td></tr><tr><td>0.60</td><td>35.5</td></tr></tbody></table>					Давление в МПа	Осадка в мм	0.08	23.5	0.23	24.5	0.37	26.5	0.60	35.5
Давление в МПа	Осадка в мм															
0.08	23.5															
0.23	24.5															
0.37	26.5															
0.60	35.5															
Даралт багаж	62.6															
Багажын жин	16.00															
0 шатлал	82.92															
1-р шатлал	226.45															
2-р шатлал	369.98															
3-р шатлал	480.70															
4-р шатлал	595.66															
Хэв гажилтын модулийн тооцоо		Энд, E - хэв гажилтын модуль, МПа, μ = 0.27 - Пауссоны коэффициент, ω = 0.79 - засварын коэффициент, d = 27.7 см, dP - даралтын өөрчлөлт, МПа dS - суултын өөрчлөлт, мм E = (1-μ2) * ω * d * dP/dS = 32.32 МПа														

ДҮГНЭЛТ

Өвөрхангай аймгийн Хархорин сумын нутагт байрлах Онгоцон хөндийн талбай нь инженер геологийн “энгийнээс дунд зэрэг” нөхцөлтэй.

Судалгааны талбайд үндсэн 24 нэр төрлийн ул хөрснүүд тархсан. Үүнээс ул хөрсний гарал үүслээс хамааруулан нийт 13 нэр төрлийн ул хөрсөнд штампын туршилтыг цооногт хийж үзэхэд:

ИГЭ-1. Нуур аллювийн гаралтай шавранцар ул хөрсний штампын туршилтын үр дүнгээс харахад ул хөрсний хэв гажилтын модуль нь $E_0 = 18\text{МПа}$, лабораторит тодорхойлсон үр дүнгээс хамааруулан нормоор өгсөн үзүүлэлт нь $E_0 = 25,4\text{МПа}$ гарч байна. Нормоос авсан үр дүн хээрийн туршилтаар тогтоосон үр дүнгээс их гарсан байна.

ИГЭ-4. Делюви пролювийн гаралтай элсэн чигжээстэй хайрган ул хөрсний штампын туршилтын үр дүнгээс харахад ул хөрсний хэв гажилтын модуль нь $E_0 = 22-42,79\text{МПа}$, лабораторит тодорхойлсон үр дүнгээс хамааруулан нормоор өгсөн үзүүлэлт нь $E_0 = 45\text{МПа}$. Нормоос авсан үр дүн хээрийн туршилтаар тогтоосон үр дүнгээс их буюу тэнцүү гарсан байна.

ИГЭ-10. Аллювийн гаралтай элсэн чигжээстэй хайрган ул хөрсний штампын туршилтын үр дүнгээс харахад ул хөрсний хэв гажилтын модуль нь $E_0 = 25,3-47,2\text{МПа}$, лабораторит тодорхойлсон үр дүнгээс хамааруулан нормоор өгсөн үзүүлэлт нь $E_0 = 45\text{МПа}$ гарч байна. Нормоос авсан үр дүн хээрийн туршилтаар тогтоосон үр дүнгээс их буюу тэнцүү гарсан байна.

ИГЭ-6. Делюви пролювийн гаралтай шавранцар чигжээстэй хайрган ул хөрсний штампын туршилтын үр дүнгээс харахад ул хөрсний хэв гажилтын модуль нь $E_0 = 21,2-45,3\text{МПа}$, лабораторит тодорхойлсон үр дүнгээс хамааруулан нормоор өгсөн үзүүлэлт нь $E_0 = 41,5\text{МПа}$ гарч байна. Нормоос авсан үр дүн хээрийн туршилтаар тогтоосон үр дүнгээс их буюу тэнцүү гарсан байна.

ИГЭ-12. Элюви делювийн гаралтай шавранцар чигжээстэй хайрган ул хөрсний штампын туршилтын үр дүнгээс харахад ул хөрсний хэв гажилтын модуль нь $E_0 = 24-29\text{МПа}$, лабораторит тодорхойлсон үр дүнгээс хамааруулан нормоор өгсөн үзүүлэлт нь $E_0 = 35\text{МПа}$ гарч байна. Нормоос авсан үр дүн хээрийн туршилтаар тогтоосон үр дүнгээс бага гарсан байна.

ИГЭ-13. Элюви делювийн гаралтай хайргархаг шавранцар ул хөрсний штампын туршилтын үр дүнгээс харахад ул хөрсний хэв гажилтын модуль нь $E_0 = 24\text{МПа}$ лабораторит тодорхойлсон үр дүнгээс хамааруулан нормоор өгсөн үзүүлэлт нь $E_0 = 21,5\text{МПа}$ гарч байна. Нормоос авсан үр дүн хээрийн туршилтаар тогтоосон үр дүн ойролцоо утгатай гарсан байна.

Жишээлбэл: ИГЭ-10. Элсэн чигжээстэй хайрган ул хөрс/ $aQ_{1-2/}$ -д 3 цооног нэг ижил гүнд буюу 3м-ийн гүнд туршилт явуулахад туршилтын үр дүн хоорондоо ялгаатай гарч байна. Энэ нь тухайн 3,0м-ийн гүнд тархах хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн, ул хөрсний байгалийн нягт, чийгийн хэмжээнээс хамаарч туршилтын үр дүн харилцан адилгүй байна. Иймд барилга барих талбайд барилгын буурь суурийн ачаалалд нөлөөллөх гүнд туршилтын ажлыг хийж бодит үр дүнг тооцоонд ашиглах нь илүү үр дүнтэй байна гэж үзэж байгаа юм.

1. Цооног №342. $E = (1-\mu_2) * \omega * d * dP/dS = 25.35 \text{ МПа}$
2. Цооног №416. $E = (1-\mu_2) * \omega * d * dP/dS = 28.89 \text{ МПа}$
3. Цооног №388. $E = (1-\mu_2) * \omega * d * dP/dS = 32.32 \text{ МПа}$

Монголын барилгын инженер геологийн салбарт хэрэглэгдэж байгаа норм дүрэм, стандартууд нь ихэвчлэн ОХУ-ын норм стандартыг хөрвүүлэн нутагшуулан ашиглаж ирсэн. Инженер геологи, геотехникийн чиглэлээр үйл ажиллагаа явуулж

байгаа эрдэмтэн судлаачид эрхэм инженерүүд болон мэргэжлийн компаниуд хамтарч Монгол орны уур амьсгал, геоморфологи, ул хөрсний онцлог шинж чанарт нийцүүлэн барилгын буурь суурийн тооцоонд ашиглаж буй норм дүрмүүдийг шинэчлэн боловсруулах шаардлага үүсэж байна. Бид ихэвчлэн нормоор тогтоож өгдөг ул хөрсний хэв гажилтын модуль (E, МПа), барьцалдах хүч (C, кг/см²), дотоод үрэлтийн өнцөг (φ, град) -ийн үзүүлэлтүүдийг хээрийн нөхцөлд олон улсын стандарт шаардлагад нийцсэн багаж тоног төхөөрөмжийг ашиглан тодорхойлох бүрэн боломжтой байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] Монгол улс.өвөрхангай аймаг хархорин сум. “шинэ хархорум хотын хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөө боловсруулахад шаардлагатай инженер геологийн судалгааны эхний ээлжийн ажил” инженер геологийн судалгааны тайлан. Архив №2898. 2024 он.
- [2] Барилга байгууламжийн инженерийн судалгааны нийтлэг үндэслэл. БНБД 11-07-19
- [3] БНБД 22-01-21. Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм.
- [4] Барилгын цаг, уурын норматив ба тооцооны үзүүлэлтүүдээр БНБД 23.01.09
- [5] Барилга байгууламжийн буурь, суурийн зураг төсөл зохиох норм ба дүрэм БНБД 50-01-16
- [6] Барилгын инженер-геологи, геотехникийн судалгаа. БД 11-03-21
- [7] Хот суурины дэвсгэр газарт хот байгуулалтын иж бүрэн үнэлгээ өгөх аргачилсан заавар. УББ 30-201-09.
- [8] Ул хөрсний ангилал. MNS 3263:2014
- [9] Физик шинж чанарыг тодорхойлох лабораторийн арга. MNS 2143: 2000
- [10] Хэв гажилтын үзүүлэлтийг хээрийн нөхцөлд тодорхойлох арга” MNS 2489:1986
- [11] ГОСТ 20276.1-2020 Грунты. Метод испытания штампом”
- [12] Цэгмид Ш. Монгол орны физик газарзүй. 1969 он.
- [13] Батчулуун Е. Монгол орны физик газарзүй. с. 365-366, 2020 он.
- [14] Оршин Н, Монгол улсын газарзүйн атлас. 2012 он.
- [15] Алей М, Батсүх Н. Гидрогеологи, инженер геологи, с. 164-166, 2004 он.
- [16] “Google Earth” интернэтийн сансарын зургийн программ

ТООСОРХОГ ЭЛСЭН ХӨРСӨНД ХИЙСЭН ХЭЭРИЙН ТУРШИЛТЫН АЖЛЫН ҮР ДҮНГИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ (ДАРХАН ХОТЫН ЖИШЭЭН ДЭЭР)

Б.Бэлгүдэй¹, М.Мягмаржав², Б.Энхбат³, А.Ариунзаяа²

Оюутолгой ХХК, ²Монгео Экомех ХХК, ³Терра Бенефит ХХК

Имэйл: belgudei.batbayar@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгаа нь Дархан хот орчмын тоосорхог элсэн хөрсөнд хийсэн хээрийн туршилтуудын харьцуулсан шинжилгээнд голлон чиглэсэн болно. Уг судалгаанд 5000см² ултай штампын туршилт, CBR, Прокторын туршилт, зөөврийн даац тодорхойлох багажаар (CASPFOI) хийсэн туршилт гэсэн 3 үндсэн аргаар хээрийн туршилтыг хийлээ. Гол зорилго нь caspfol багажийн туршилтын үр дүн болон бусад 2 туршилтын үр дүнгийн хоорондын хамаарлыг шинжлэх явдал юм. Caspfol багажийн туршилт нь хөдөлгөөн, хурдны хувьд давуу талтай боловч түүний үр дүнг бидний түгээмэл ашигладаг дээрх 2 туршилтын үр дүнтэй нарийвчлалтай тааруулахын тулд инженер геологийн адил нөхцөлд, ижил гүнд хийхийг эрмэлзэв. Үүнийг шийдвэрлэхийн тулд caspfol багажийн туршилтын үр дүнг штампын туршилт, CBR, Прокторын туршилтын үр дүнтэй харьцуулсан шинжилгээнээс залруулгын коэффициентуудыг гаргаж авах юм. Судалгааны эцсийн үр дүн нь caspfol багажны туршилтын өгөгдөл, тоосорхог элсэн хөрсний лабораторийн үзүүлэлтүүд дээр үндэслэн штамп, CBR туршилтын үр дүнг тооцох боломжийг инженер геологичид болон зураг төслийн инженерүүдэд тооцоонд ашиглаж болох практик томъёог боловсруулах явдал юм. Энэхүү судалгааны үр ашиг нь инженерийн барилга байгууламжийн суурийн хяналт, төмөр зам, авто замын судалгаа болон хяналтын үе шатанд ашиглахад хялбар болоод алслагдсан эсвэл хүнд хэцүү нөхцөлд инженер геологийн хээрийн туршилтын ажлыг хөнгөвчлөх, оновчтой бодит үр дүнг тайланд тусгах, цаг хугацааны болоод санхүүгийн өртөг багатай өндөр үр өгөөжтэй судалгаа юм.

Түлхүүр үг: Штампын туршилт, CBR, Прокторын туршилт, Прессиометрийн туршилт, Зөөврийн даац тодорхойлох багаж

ОРШИЛ

Дархан хот нь Дархан-Уул аймгийн төв бөгөөд нийт 103км² газар нутагтай 90,000 орчим хүн амтай, нийслэл хотоос 222 км зайд орших эдийн засаг, аж үйлдвэрийн голлох бүс нутаг юм. Дархан хотод хүнд төмөрлөгийн үйлдвэр болон арьс ширний үйлдвэрлэл, хүнс- хөдөө аж ахуйн бүтээгдэхүүний үйлдвэрүүд голчлон байршсанаас гадна тууш автозам болон төмөр замаар Улаанбаатар хоттой холбогдсон байдаг. Үүнээс гадна Ази- Европын ачаа тээврийн Москва-Улаанбаатар- Бээжин чиглэлийн тээврийн трасс дайран өнгөрдөг зэрэг онцлог шинжтэй.

Физик газарзүйн байрлалын хувьд Хангайн, Хэнтийн нурууны зааг нутаг, Орхон-Сэлэнгийн сав газрын бэсрэг уулсын мужид байрлах бөгөөд Хараа гол, Орхон голын хөндий нутгийн баруун хэсгээр дайран өнгөрөх тул бүс нутгийн хувьд үржил шимт хар шороон хөрс тогтворжсон, хойд Монголын лёсс маягийн хөрс (тоосорхог элсэн хөрс) тохиолдох суурь болдог байна. Үржил шимт хөрс нь газар

ашиглалтын эрчмийг нэмэгдүүлдэг бол лёсс маягийн хөрс тархсан нь инженерийн барилга байгууламжийг барихад онцгой анхаарах нөхцөл болдог.

Судалгааны район нь Монгол орны геологи-геотектоникийн мужлалаар Монгол-Өвөр байгалийн атриат системд хамрагдах (Хасин, 1966) бөгөөд геологи газар зүйн мужлалаар Орхон Сэлэнгийн сав газрын дунд өндөрлөг уулсын (Филипова, 1973) дүүрэгт багтана. Районы хэмжээнд Палеозойн настай галт уул, метаморф тунамал чулуулаг тархсан байх ба уг структурын дээд талд биеэ даасан сэвсгэр хурдасны давхарга /неоген N, дөрөвдөгчийн Q_{IV} настай/ хучиж тогтоно.

Хээрийн туршилтын ажлын түүхэн хөгжил

Хээрийн ажлын хүрээнд дэлхий нийтэд уламжлалт болсон туршилтын аргуудыг ашигласан болно. California Bearing Ratio (CBR) ба Прокторын туршилт нь тусдаа боловч инженер геологи, геотехникийн инженерчлэлд хөрсний бат бэх үзүүлэлт, ус чийгийн харьцааг тогтоож хамгийн их нягтын шинж чанарыг үнэлэхэд ашигладаг хоорондоо салшгүй холбоотой туршилтууд юм. CBR туршилтыг 1920-иод оны сүүлээр Калифорнийн хурдны замын хэлтсийн инженерүүд боловсруулсан байдаг. Энэ нь зам барих, ялангуяа авто зам, төмөр замын далангийн хөрсний ачаа даацыг үнэлэх тодорхойлох зорилготой 1929 оноос анх нэвтрүүлсэн байна. Прокторын туршилтыг 1930-аад оны эхээр Америкийн инженер Ральф Роско Проктор зохион бүтээжээ. Тэрээр Лос Анжелесийн Усны ажил, хангамжийн товчоонд ажиллаж байхдаа үүнийг боловсруулсан. Энэ туршилт нь хөрсний чийгийн агууламж ба түүний нягт хоорондын хамаарлыг үнэлж, хөрсний хамгийн их нягтад хүрэх хамгийн оновчтой чийгийн агууламжийг тодорхойлдог. 1933 онд Ральф Проктор хөрсний нягтралын талаарх бүтээлээ хэвлэн нийтэлж, Стандарт Прокторын туршилт гэж нэрлэгдэх болсон. Энэ хоёр туршилтыг өнөөг хүртэл барилгын инженерчлэл, инженер геологийн судалгаа, геотехникийн салбарт өргөнөөр ашигласаар байгаа бөгөөд энэ нь хөрсөн дээрх авто зам, төмөр зам, нисэх онгоцны буудал болон бусад байгууламжийн далан болоод буурийн нягтын чанарын шаардлагыг хангахад тусалдаг.

Штампын туршилт (Plate Bearing test, Plate Load Test) нь барилгын суурийн ачааллын дор хөрсний хэв гажилтын шинж чанарыг үнэлэхэд ашигладаг. Гол зорилго нь хөрсний хэв гажилтын модулийг тодорхойлох инженер геологи, геотехникийн инженерийн маш чухал хээрийн туршилт юм. Штампын туршилтыг ганц хүн зохион бүтээгээгүй боловч судлаач инженерүүд ачааллын дор тухайн хөрсний хэв гажилтыг шалгах аргуудыг боловсруулснаар цаг хугацааны явцад хөгжиж ирсэн. Хөрсний хэв гажилтын модулийг турших практик туршилтыг Карл Терзаги (1883-1963) 20-р зууны эхэн үед хөрсний механикийн талаарх анхдагч судалгааны ажлыг хийж орчин үеийн инженер геологи, геотехникийн туршилтын аргуудын үндэс суурийг тавьсан юм.

Бидний судалгаандаа ашигласан голлох багаж нь MIS-244-0-62 бүтээгдэхүүний дугаартай зөөврийн даац тодорхойлох "CASPFOL" юм. Энэ багаж нь 1996 онд анх үйлдвэрлэгдсэн бөгөөд дангаараа K30, qc, CBR, c, ф гэсэн параметруудийг түргэн хугацаанд тодорхойлдог (1-р хүснэгт).

Хүснэгт 1. CASPFOL багажийн үр дүнгийн дэлгэрэнгүй тайлбар

K30 (Deformation Modulus)	Энэ нь хөрсний хэв гажилтын модулийг илэрхийлэх бөгөөд 30 см диаметр бүхий улаар ачаалснаар тодорхойлогддог
qc (Cone Resistance)	Cone penetration test (CPT) буюу конус нэвтрэлийн туршилтаар тодорхойлогдох үзүүлэлт бөгөөд хөрсний эсэргүүцлийг хэмжих замаар хөрсний нягтрал, даацын чанарыг тодорхойлоход

	хэрэглэгддэг.
CBR (California Bearing Ratio)	Хөрсний ачаа даацын харьцааг хэмжих энэхүү үзүүлэлт нь далангийн материал, тухайн хөрс замын сууринд тохиромжтой эсэхийг шалгахад ашиглагддаг.
c (Cohesion)	Хөрсний ширхэгүүдийн хоорондын барьцалдах хүчийг илэрхийлэх бөгөөд инженерийн тооцоонд хөрсний зууралдалтын хүч буюу бат бэхийн үзүүлэлтийг тодорхойлдог.
ϕ (Friction Angle)	Энэ нь хөрсний дотоод үрэлтийн өнцөг бөгөөд хөрсний бат бэхийн өөр нэг чухал үзүүлэлт юм.

Мөн тус багажийн давуу талууд нь хөнгөн жинтэй (11.5 кг), зөөвөрлөхөд авсаархан, баттерейгаар ажилдаг бөгөөд үр дүнгээ туршилтын хийсэн даруйдаа хэвлэж авдгаараа онцлог юм.

СУДАЛГААНЫ АРГА АРГАЧЛАЛ

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Дархан хотын ШУТИС-ийн хашаанд ул хөрсний бичиглэл хийх, лабораторийн шинжилгээнд зориулан эвдэрсэн болон эвдрээгүй бүтэцтэй дээж авах мөн прессиометрийн туршилт хийх зорилготой 8-10 м гүнтэй 2 цооног, штампын туршилт, Caspfol багажаар туршилт хийх, огтлогч цагаригийн аргаар эзлэхүүн жин тодорхойлох зорилготой 6м хүртэлх гүнтэй 3 малталтыг хийсэн болно (1-р зураг).



Зураг 1. Судалгааны талбайн баримт материалын зураг

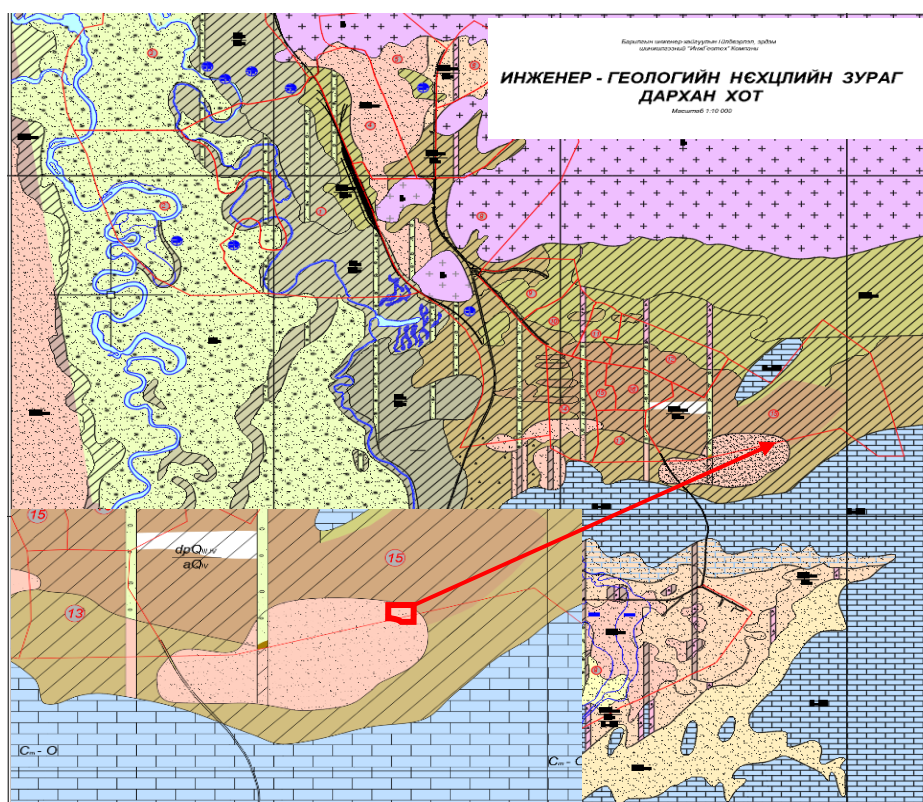
Бидний судалгааны талбай Дээд дөрөвдөгч - орчин үеийн настай салхины гаралтай /vQIV/ цайвар шаргал, бор шаргал өнгөтэй тоосорхог элс, элсэнцэр

хурдаснаас бүрэлдэх ба эдгээр хөрсүүд нь судалгааны районы нийт талбайн гадаргуугийн хэлбэр дүрсээс хамааран 0.5-10 м түүнээс дээш зузаантай тархсан болно. Энэ хурдас нь нүх сүв ихтэй бөгөөд устай үйлчлэлцэхдээ суулттай шинж чанартай болдог онцлог шинж чанартай юм. Цайвар шаргал, бор шаргал өнгөтэй бага чийгтэй, нүх сүвэрхэг байдалтай тоосорхог элсэн хөрс нь судалгааны талбайд өрөмдсөн цооног болон туршилтын малталтанд 1.80 м гүнээс илэрсэн ба нийт 12 дээжийн лабораторын шинжилгээнээс үзэхэд нүх сүвэрхэг тогтоцтой чийг багатайг гэрчилнэ (2-р хүснэгт).

Хүснэгт 2. Тоосорхог элсэн хөрсний физик шинж чанарын дундаж үзүүлэлт

Ширхгийн бүрэлдэхүүн, (%)				Нягтын үзүүлэлт			Сүвшил, % (n)	Сүвлийн итгэлцүүр, e
Хайрга	Элс	Тоос	Шавар	Хатуу хэсгийн нягт, г/см^3 (ρ_s)	Эзлэхүүн жин, г/см^3 (ρ)	Хуурай хэсгийн нягт, г/см^3 (ρ_d)		
3.4	89.7	8.3	3.1	2.67	1.59	1.53	42.51	0.742

Байгалийн чийг (%)	Чийглэгийн зэрэг (Sr)
0.034	0.12



Зураг 2. Дархан хотын инженер геологийн зураг (М 1:10000)

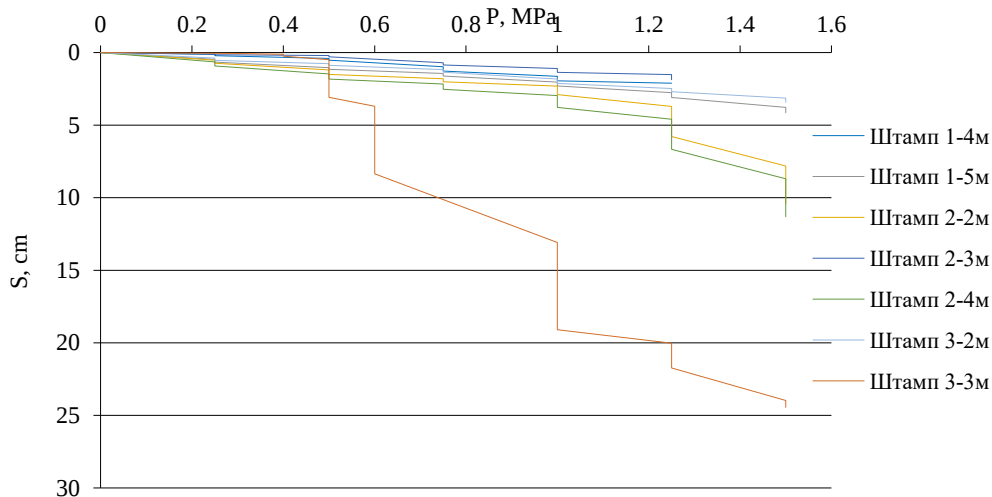
Судалгааны талбайн инженер геологийн нөхцөлийн зургаас үзвэл талбайн хэмжээнд бор саарал, бор шаргал өнгөтэй, дунд зэргийн нягттай, зарим хэсэгтээ

хайр, хайрга агуулсан тоосорхог элс 2.0-8.0 м зузаантай тархсан гэж зураглажээ. Энэ нь бидний судалгааны явцад лабораторийн дээжийн шинжилгээгээр батлагдаж байна.

Уг судалгааны хүрээнд “Хөрсний штампын хээрийн туршилт хийх аргачилсан заавар”-ыг ашиглан (МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОЛЕВЫМ ИСПЫТАНИЯМ СЖИМАЕМОСТИ ГРУНТОВ ШТАМПАМИ) туршилтын шурф ухаж 5000см^2 ултай штампыг тоосорхог элсэн хөрсөнд хийхэд даралтын шатлалын зөрүү их байснаас 2 удаагийн туршилт маань бүтэлгүйтсэн болно. Энэ туршлагад үндэслэн цаашид хийгдсэн 6 туршилтын даралтын шатлалыг тогтмолоор (0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50 кг/см^2) ачааллаж, усаар ханасан нөхцөлд 1 туршилтын даралтыг (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 1.0, 1.25, 1.5 кг/см^2) шатлалаар ачааллаж нийт 7 удаа хийлээ (Зураг 3). Мөн шурфийн хананаас эзлэхүүн жин тодорхойлох зорилготой дээжүүдийг огтлогч цагаригаар аван хээрийн нөхцөлд тодорхойлов.



Зураг 3. Штампын туршилт болон хээрийн нөхцөлд эзлэхүүн жин тодорхойлох явц



Зураг 4. Нийт штампын туршилтын даралт болон суултын хамаарлыг харуулсан график

Туршилтын үр дүнг боловсруулахдаа дараах томъёог ашиглаж хэв гажилтын модулийг тогтоолоо. Харин даралтын зөрүүг тооцохдоо тухайн график болон суултын утгуудыг харгалзаж харьцангуй суулт багатай байсан үеийн даралт, суултын зөрүүг ашиглан боловсруулав.

$$E = (1 - V^2) \times \frac{k_1 J \times k_1 \times D^x \Delta P}{\Delta s} \quad (1)$$

Үүнд: Кр- штампын гүнээс хамаарсан итгэлцүүр, D- улны диаметр, K₁- улны хэлбэрээс хамаарсан итгэлцүүр, V-Пауссоны харьцаа.

Штампын туршилт хийгдсэн гүнүүдээс тоосорхог элсэн хөрсний дээж аван Монгео Экотех ХХК-ний лабораторид CBR, прокторын туршилт шинжилгээг хийсэн.



Зураг 5. CBR, прокторын туршилтын явц

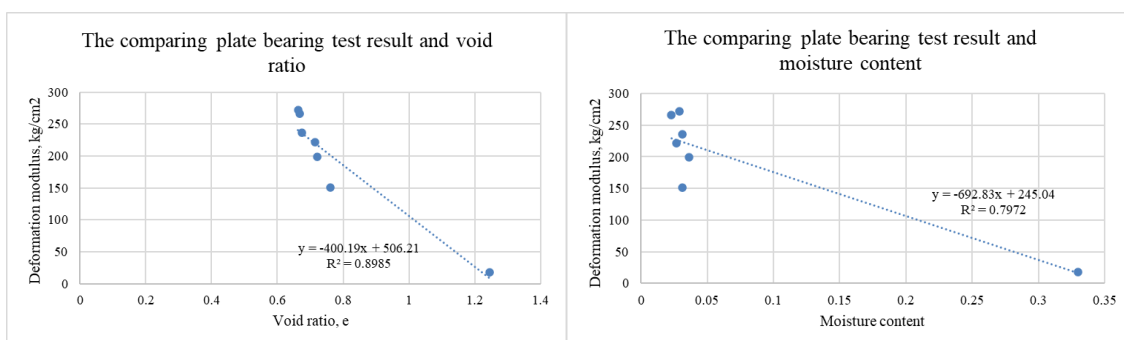
Туршилтын шурфийг ухан штампын туршилт эхлэхээс өмнө байгалийн нөхцөлд нь caspfol багажаар туршилтыг хийж байв.

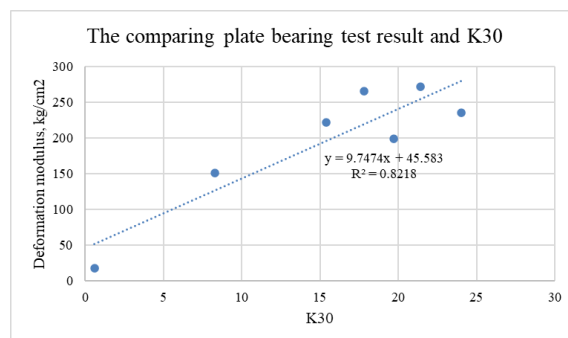


Зураг 6. Багажийн харагдах байдал, хяналтын самбар болон туршилтын үр дүнг хэвлэж өгсөн байдал

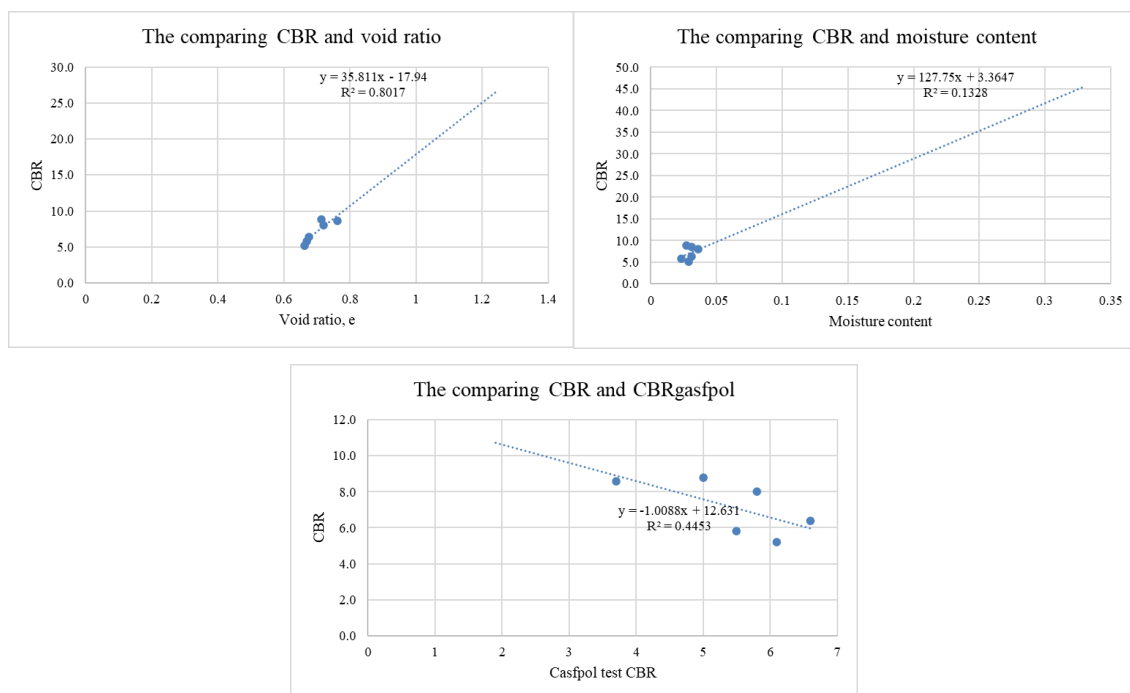
Регрессийн шинжилгээний арга зүй

Дээрх туршилтын үр дүнгүүдийг нэгтгэн хамаарлыг тооцоолохын тулд Регрессийн шинжилгээний арга зүйг ашиглалаа. Регрессийн шинжилгээ нь хамааралтай хувьсагч болон түүнийг тодорхойлоход нэг буюу хэд хэдэн бие даасан хувьсагчийн хоорондын хамаарлыг загварчлахад ашигладаг статистикийн арга юм. Энэхүү судалгаанд регрессийн шинжилгээг ашиглан лабораторийн шинжилгээнээс байгалийн чийгийн үзүүлэлт, сүвшлийн коэффициент болон caspfol багажийн хэмжилтийн утгууд гэсэн үндсэн үзүүлэлтүүд дээр тулгуурлан штампын туршилтын үр дүнг таамаглах томъёог боловсруулсан болно. Туршилтын үр дүнгээр энгийн график байгуулж (7, 8-р зураг) харилцан хамаарлын чиг хандлагыг тодорхойлж, тухайн ажиглагдсан хамааралд хамгийн сайн тохирох математик тэгшитгэлийг үүсгэсэн. Регрессийн шугам нь бодит туршилтын үр дүн болон график дээрх урьдчилан таамагласан томъёоны утгуудын хоорондох зөрүүг багасгаж, таамаглахад оновчтой загвар юм.





Зураг 7. Штампын хэв гажилтын модуль болон сүвшлийн коэффициент, байгалийн чийг, caspfol-н K30 утгуудын хамаарлын график



Зураг 8. CBR-н үр дүн болон сүвшлийн коэффициент, байгалийн чийг, caspfol-ын CBR утгуудын хамаарлын график

Дундаж квадрат алдаа (RMSE)

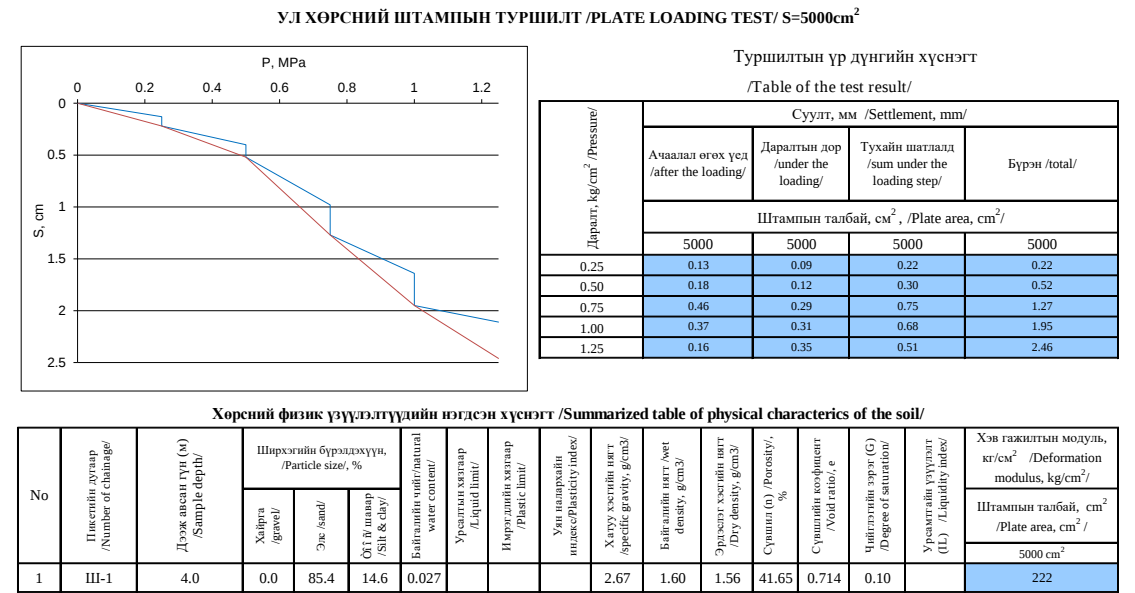
Root Mean Square Error (RMSE) (2) нь регрессийн шинжилгээний үнэн зөвийг үнэлэхэд ашигладаг хэмжүүр юм. RMSE нь бодит туршилтын утга болон таамагласан утгуудын квадрат зөрүүний дундаж квадрат язгуурыг тооцож, хамаарлын томъёоны алдааны хэмжүүрийг хамааралтай хувьсагчтай ижил нэгжээр тодорхойлдог. RMSE-ийн утга бага гарах нь таамагласан болон туршилтын үр дүнгийн хоорондох зөрүү бага байгааг илэрхийлэх бөгөөд өндөр нарийвчлалтай байгааг илтгэнэ.

$$RMSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y'_i)^2 \quad (2)$$

Үүнд: y_i - бодит туршилтаар гарсан үр дүн, y'_i - томъёогоор гарсан үр дүн

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Судалгааны ажлын хүрээнд хийгдсэн штампын туршилтын үр дүнг дараах байдлаар боловсрууллаа (8-р зураг). Нийт штампын туршилт хийгдсэн гүнүүдээс тус бүрд нь тоосорхог элсэн хөрсний физик шинж чанар тодорхойлох дээж авж байсан бөгөөд тухайн үр дүнгүүдийг харгалзах штампын боловсруулалтын хүснэгтүүдэд хавсарган боловсруулалтыг үргэлжлүүлэв.



Зураг 8. Шурф-1-ийн 4 м гүнд хийгдсэн штампын туршилтын үр дүнг харуулсан график, хүснэгт

Тоосорхог элсэн хөрсөнд хийгдсэн нийт туршилтын ажлын үр дүнг дараах байдлаар нэгтгэн цаашдын боловсруулалтыг хийв (3-р хүснэгт).

Хүснэгт 1. Судалгааны ажлын үр дүнгийн нэгдсэн хүснэгт

Цооног, Шурф №	Гүн, м	Байгалийн чийг	Хатуу хэсгийн нягт, гр/см ³	Байгалийн нягт, гр/см ³	Эрдэслэг хэсгийн нягт, гр/см ³	Сүвшил, n %	Сүвшлийн коэффициент, e	Чийглэгийн зэрэг, G	E _{штамп} , кг/см ²	CBR _{туршилт} , %	CBR	qc	fai	c	K30
Ш-1	4	0.027	2.67	1.60	1.56	41.65	0.714	0.10	222	8.8	5	416.4	21.2	44.7	15.4
Ш-1	5	0.031	2.68	1.65	1.60	40.28	0.675	0.12	236	6.4	6.6	540.7	22.1	51.8	24
Ш-2	2	0.036	2.69	1.62	1.56	41.87	0.720	0.13	199	8	5.8	478.6	21.7	48.3	19.7
Ш-2	3	0.029	2.65	1.64	1.59	39.86	0.663	0.12	272	5.2	6.1	503.4	21.9	49.7	21.4
Ш-2	4	0.031	2.63	1.54	1.49	43.21	0.761	0.11	151	8.6	3.7	317	20.4	39.1	8.3
Ш-3	2	0.023	2.69	1.65	1.61	40.04	0.668	0.09	266	5.8	5.5	451.2	21.4	46.7	17.8
Ш-3	3	0.33	2.65	1.57	1.18	55.45	1.245	0.70	18		1.9	185.3	12.9	21.4	0.6
Ц-2	3.5	0.031	2.67	1.56	1.51	43.33	0.765	0.11							
Ц-2	4.5	0.04	2.67	1.51	1.45	45.62	0.839	0.13							
Ц-2	6.5	0.032	2.68	1.59	1.54	42.51	0.739	0.12							
Ц-5	1.7	0.038	2.66	1.62	1.56	41.33	0.704	0.14							
Ц-5	2	0.042	2.65	1.53	1.47	44.59	0.805	0.14							
Ц-5	2.5	0.049	2.67	1.61	1.53	42.52	0.74	0.18							
Ц-5	3	0.029	2.69	1.54	1.5	44.36	0.797	0.1							
Ц-5	3.5	0.042	2.66	1.57	1.51	43.36	0.765	0.15							
Ц-5	4	0.039	2.66	1.49	1.43	46.09	0.855	0.12							
Ц-5	5.5	0.038	2.67	1.72	1.66	37.94	0.611	0.17							
Ц-2	1.5	0.360	2.67	1.65	1.21	54.56	1.201	0.80							
Ц-2	2.5	0.290	2.66	1.58	1.22	53.95	1.172	0.66							
Ш-1	2	0.026	2.66	1.57	1.53	42.47	0.738	0.09			10.2	814.2	24.3	67.3	42.8
Ш-1	3	0.033	2.65	1.53	1.48	44.11	0.789	0.11			11.7	928.5	25.2	73.8	50.7

Дээрх үр дүнгийн хүснэгтэд тулгуурлан штампын туршилтын үр дүнд Регрессийн шинжилгээг хийхэд дараах үр дүн гарж байна. Сүвшлийн коэффициент болон байгалийн чийг, түүн дээр нэмээд шурфэнд хийгдсэн Caspfol багажийн K30-н үр дүнгээс хамаарсан шинжилгээг хийхэд (4-р хүснэгт) туршилтын үр дүн болон томьёогоор таамагласан утгуудын Multiple R=0.9945 болон R²=0.98 байгаа нь

хоорондоо маш хүчтэй хамааралтай байгааг харуулж байна. Харин стандарт алдаа нь 13.02 бөгөөд энэ нь туршилтын үр дүнгээс зөрөх дундаж утгыг илэрхийлж байна.

Хүснэгт 4. Штампын туршилтын үр дүнд хийсэн регрессийн шинжилгээний үр дүн

Regression Statistics	
Multiple R	0.994539353
R Square	0.989108525
Adjusted R Square	0.97821705
Standard Error	13.01544668
Observations	7

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	46152.65159	15384.2172	90.81493	0.001923334
Residual	3	508.2055565	169.4018522		
Total	6	46660.85714			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1446.459563	274.7053791	5.265494137	0.013349	572.2244441	2320.694681	572.2244441	2320.694681
Moisture content	2218.161335	544.0834645	4.076876949	0.026644	486.6449233	3949.677746	486.6449233	3949.677746
Void ratio, e	-1733.458026	361.4954492	-4.795241627	0.017255	-2883.897883	-583.0181694	-2883.897883	-583.0181694
K30	-4.154965727	2.319891041	-1.791017618	0.171214	-11.5378944	3.227962947	-11.5378944	3.227962947

Шинжилгээгээр гаргасан 3-р томъёог ашиглан гарсан үр дүнд дундаж квадрат алдаа нь $RMSE = 8.5$ гарсан байна.

Таамаглаж буй хэв гажилтын модуль = $(a \times \text{сүвшлийн коэффициент}) +$

$$+(b \times k30) + (c \times \text{байгалийн чийг}) + d \quad (3)$$

Үүнд: a- сүвшлийн коэффициентэд харгалзах коэффициент, b-K30-д харгалзах коэффициент, c- байгалийн чийгт харгалзах коэффициент, d- тогтмол утга

CBR туршилтын үр дүнд мөн ялгаагүй сүвшлийн коэффициент болон байгалийн чийг, түүн дээр нэмээд шурфэнд хийгдсэн Caspfol багажийн CBR-н үр дүнгээс хамаарсан регрессийн шинжилгээг хийхэд (хүснэгт 5) CBR шинжилгээний үр дүн болон томъёогоор таамагласан утгуудын Multiple R=0.9779 болон $R^2=0.95$ байгаа нь хоорондоо штампын туршилтын үр дүнг бодвол арай бага ч хүчтэй хамааралтай байгааг харуулж байна. Харин стандарт алдаа нь 0.50 байгаа нь туршилтын үр дүнгээс зөрөх дундаж утгыг илэрхийлж байна.

Хүснэгт 5. CBR туршилтын үр дүнд хийсэн регрессийн шинжилгээ

Regression Statistics	
Multiple R	0.977933797
R Square	0.956354512
Adjusted R Square	0.890886279
Standard Error	0.506017323
Observations	6

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	11.22122627	3.740409	14.60792	0.064748601
Residual	2	0.512107063	0.256054		
Total	5	11.73333333			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-71.1225509	20.47648959	-3.47338	0.073827	-159.225775	16.9806729	-159.225775	16.98067291
Moisture content	-340.525404	135.469302	-2.51367	0.128465	-923.402766	242.351958	-923.402766	242.3519583
Void ratio, e	106.9901039	27.38109631	3.907444	0.059692	-10.8212449	224.801453	-10.8212449	224.8014526
CBR	2.456968678	0.92809106	2.647336	0.117966	-1.53628485	6.45022221	-1.53628485	6.45022221

СВР туршилтын үр дүнг регресс шинжилгээнээс гарсан 4-р томьёоны үр дүнтэй мөн харьцуулан дундаж квадрат алдааг бодуулахад $RMSE = 0.27$ гарж байна.

$$\text{Таамаглаж буй СВР} = (a \times \text{сүвшлийн коэффициент}) + (b \times \text{СВР}) + (c \times \text{байгалийн чийг}) + d \quad (4)$$

Үүнд: а- сүвшлийн коэффициентэд харгалзах коэффициент, b- СВР-д харгалзах коэффициент, с- байгалийн чийгт харгалзах коэффициент, d- тогтмол утга

Дээрх үр дүнгүүд нь тус хоёр томьёог тооцоонд ашиглан аливаа судалгаа шинжилгээ, барилга байгууламж, авто зам, төмөр замын буурийн инженер геологи, геотехникийн судалгааг хийхэд цаг хугацаа болоод инженер, техникийн ажилчдын өргөн бүрэлдэхүүн, нарийн ажиллагаа шаарддаг штампын туршилт, СВР-н шинжилгээний үр дүнгүүдийг урьдчилан таамаглаж зураг төслийн үе шатанд маш богино хугацаанд тодорхойлж болох боломжтой харагдаж байна.

Судалгааны талбайд тархсан тоосорхог элсэн хөрс нь салхины (эолын) гарал үүсэлтэй байх бөгөөд байгалийн хуурай нөхцөлдөө харьцангуй бат бөх, усанд норсны дараа нэмэлт даралт болон өөрийн жингээс ч суултыг үзүүлдэг хэв гажилтын модуль нь 2 хүртэл буурдаг онцлогтой юм.

Талбайн хэмжээнд тархсан тоосорхог элсэн хөрсний физик-механик шинж чанаруудаас дурдвал Сүвэрхэг байдал: Суулттай шинж чанартай хөрсний гол онцлог нь сийрэг, сүвэрхэг байдал бөгөөд манай судалгааны талбайд тархсан тоосорхог элсэн хөрсний Сүвшилтийн коэффициент 0.742, усаар ханасан үедээ 1.206. Харин сүвшил нь 42.51%, усаар ханасан үедээ 54.66% болтол нэмэгдэж байна. Хөрсний хувийн жин ба хатуу хэсгийн хувийн жин: Тухайн хөрсний хатуулгын хувийн жин (γ_s) тэдгээрийг үүсгэгч минералаас хамаарах бөгөөд 1.59 г/см^3 байна. Тоосорхог элсэн хөрсний хувийн жин $\gamma_s = 1.53 \text{ г/см}^3$ байдаг. Тоосорхог элсэн хөрсний хувийн жин 1.5 г/см^3 байгаа нь суулттай шинж чанартай байгааг илтгэж байна. Үүнээс үзвэл тухайн хөрсийг хувийн жингээр нь суулттай биш, суулттай хөрс гэж ялгаж болно. Монгол оронд тархсан суулттай лёсс хөрсний сүвэрхэг байдал болон сүвшилтийн коэффициент нь Орос, Украин, Дундад Азийн улсууд, Кавказ, Хятадад тархсан лёссын төрлийн хөрснөөс ялгагдаж байна. Сүвшилт нь 25.5-51.6% дундаж утга нь 38-41.5% байх ба хамгийн элбэг тохиолдол 40% байдаг байна. Сүвшилтийн коэффициент 0.34-1.13 хүртэл өөрчлөгдөх бөгөөд дунджаар 0.62-0.71 ба гол төлөв 0.4-1.0 байна. Сүвэрхэг байдал ба сүвшилтийн коэффициентийн утга бага байгаа нь монгол орны суулттай лёссын төрлийн хөрсний онцлог гэж үзэж болно. Гэтэл монголд харьцангуй нягт хөрс хорохдоо нэмэлт суулт үүсгэж байна (Дашжамц, 2012).

Дээрх эшлэлээс үзэхэд судалгааны талбайд тархсан тоосорхог элсэн хөрс нь бусад судалгааны материалд дурдагдсан лёсс маягийн хөрсний үзүүлэлтүүдтэй ихээхэн таарж байгаа бөгөөд туршилтын явцад усаар ханасан үедээ хэв гажилтын модуль нь 222 кг/см^2 -с 18 кг/см^2 болтлоо буурсан нь суулттай хөрс гэдгийг маргаангүй нотолж байна.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны үр ашиг нь инженерийн барилга байгууламжийн суурийн хяналт, төмөр зам, авто замын судалгаа болон хяналтын үе шатанд ашиглахад хялбар болоод алслагдсан эсвэл хүнд хэцүү нөхцөлд инженер геологийн хээрийн туршилтын ажлыг хөнгөвчлөх, оновчтой бодит үр дүнг тайланд тусгах, цаг

хугацааны болоод санхүүгийн өртөг багатай өндөр үр өгөөжтэй судалгаа болсон юм.

1. Caspfol багаж нь хэрэглэхэд хялбар хурдан хугацаанд үр дүнг боловсруулахын зэрэгцээ нэн шаардлагатай чухал параметруудийг тодорхойлдог болно.
2. Тоосорхог элсэн хөрсийг хээрийн нөхцөлд эзлэхүүн жинг тодорхойлж суулттай байж болохыг тогтоосон. Улмаар физик лабораторийн шинжилгээний үр дүнд суулттай хөрс гэдэг нь батлагдсан.
3. Удаан хугацааны туршид хийгдсэн хээрийн туршилтын ажлын үр дүнтэй, caspfol багажийн үр дүн, лабораторийн шинжилгээний үр дүнгийн хамаарлыг бодуулж тухайн хөрсний физик шинж чанарын үзүүлэлт, caspfol багажийн үр дүн байхад 5000 см^2 ултай Штампын туршилтын үр дүн, CBR-н үр дүнг тодорхойлж болох тооцоонд шууд ашиглах боломжтой практик томъёог боловсруулав.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

- [1] М. Мягмаржав, “Орхон голын ай савд тархсан суулттай хөрсний шинж чанарын тоон үнэлгээ”, Докторын диссертацийн ажлын хураангуй. УД: 825, 1997 он
- [2] М. Мягмаржав, Н. Намжилдорж, Т. Ренчиндорж, “Дархан хотын нутаг дэвсгэрийн 1:10000 масштабтай Инженер-геологийн зураглалын ажлын тайлан”, 1990 он
- [3] Ч. Гантулга, “Дарханы районы суумтгай хөрсөнд явуулсан штамп туршилтын үр дүнгийн боловсруулалтын тайлан”, 1995 он
- [4] Д. Дашжамц, “Тогтворгүй бүтэцтэй хөрсний механик”, 2012 он

ANALYSING ROCK MASS RESPONSE TO UNDERCUTTING IN THE SELECTED BLOCK/PANEL CAVE MINES USING DISPLACEMENT MONITORING DATA

B Batkhuu^{1,2} and A van As¹

¹ Sustainable Minerals Institute, University of Queensland, Australia, ² Mongolian Society for Rock Mechanics and Engineering

ABSTRACT

As underground cave mines move to greater depths, they front the unavoidable challenge of managing stress-driven instabilities on the production level, particularly those resulting from the high abutment stresses induced during the undercutting process. For deep and high-stress caves, the objective of the undercut is not only to establish an adequate stope to initiate and sustain continuous caving but also to effectively mitigate the impact of high abutment stress on the production level below. Despite the importance of undercutting, there is a lack of systematic investigation into how different undercutting methods affect abutment stress management in deep cave mines. Current practices are often informed by anecdotal evidence rather than comprehensive, data-driven analysis. This research aims to assess the impact of undercutting process on rock mass deformation using displacement monitoring data from selected cave mines. These assessments provide insight into rock mass response to undercutting within various geotechnical and geological environments. In addition to practical benefits, the data analysis is used for validation of undercutting rules and calibration of numerical modelling.

Keywords: Block Cave, Undercutting, MPBX, Convergence, Displacement

INTRODUCTION

Caving is the only viable underground mass mining methods for extracting significant volumes of ore from large, deep, low-grade ore deposits. As underground cave mines move to greater depths, they front the unavoidable challenge of managing stress-driven instabilities on the production level, particularly those resulting from the high abutment stresses induced during the undercutting process. In cave mining, an undercut is defined as a horizontal opening (slot or stope) mined to initiate the caving of the deposit in block or panel caves [1]. The undercut methods can be categorised into two primary groups based on the timing of undercut advance in relation to drawbell development. This distinction pertains to whether the extraction pillars experience high abutment stress or if these pillars are excavated in a de-stressed zone. These two categories are referred to as post-undercutting and pre-undercutting (advanced), respectively (Figure 3).

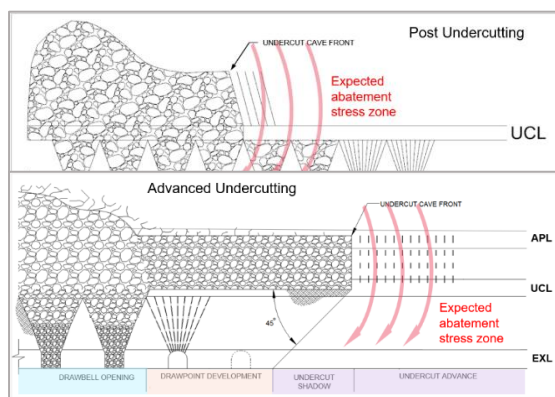


Figure 1. Stress distribution for different undercutting, Post (Left) and Advanced (right). APL=Apex level, UCL=Undercut level, and EXL=Extraction level

Laubscher [2] highlighted that “Undercutting is one of the most important items in cave mining, as, not only is a complete undercut necessary to induce a cave but the design of the undercut and the sequencing of the undercutting also provides a facility to reduce the effects of the induced abutment stress”. The effects of undercutting can be evaluated through empirical or numerical analysis. These analyses are then validated using geotechnical monitoring, which measures the rock mass response to undercutting. In cave mines especially during undercutting stage, it is crucial to maintain production level stability based on monitoring of rock mass deteriorations data by applying ground support upgradation or optimising undercut sequences. Although, there is deficiency in comprehensive monitoring data analysis for undercutting in deep cave mines, previous studies indicated that stress concentrations and high convergence predominantly occur in the vicinity of the undercut front. The main factors contributing to this phenomenon are the undercut rate, the lead/lag distances and shape of the undercut front, and the rock mass condition ([3]; [4]).

This paper seeks to investigate the rock mass response to undercutting using displacement monitoring data from deep and high-stress caves. Three cave mines (Table 1) selected on their data availability, mining depth, and undercut method.

Table 1. Selected cave mines

№	Name	Depth (m)	Footprint (m)	Undercut Method	Monitoring
1	Oyu Tolgoi Panel 0 (OTP0)	1300	320x280	Advanced	Convergence, MPBX
2	Freeport Deep Mill Level Zone (DMLZ), Production block 1 North (PB1N)	1500	500x1200	Advanced	Convergence
3	Northparkes E48	581	300x400	Post	Convergence

1.1 Oyu Tolgoi Panel 0

The Oyu Tolgoi is a world-class porphyry copper and gold mine in the south Gobi Desert in the province of Umnugobi, Mongolia, and distanced 550km from the capital city of Ulaanbaatar. Oyu Tolgoi mine consists of a series of orebodies named Southern Oyu, Heruga, Hugo South, and Hugo North. Hugo Dummett, also called Hugo, is the largest of the orebodies and is divided into Hugo North and Hugo South. Hugo North is the first underground orebody to be mined at OT and measures approximately 280m in width, 2000m in length and 600m in ore column height. It is broken into Lift 1 with the mining panels of P0, P1, P2N, and P2S and Lift 2. The OT Hugo North Lift 1 P0 block (OT P0 block), approximately 320m in width and 280m in length, developed a production level at a depth of 1300m from the surface, employing an advanced undercut method with an apex level. P0 undercutting commenced in January 2022 and was completed by April 2024. Undercutting started in the South-West corner of the footprint and was directed along the major principal stresses. The El Teniente layout, with dimensions of 31m by 18m, is implemented with a pillar thickness of 17m between extraction and undercut levels. The dominant rock types within the P0 footprint area include Quartz Monzodiorite (QMD), Biotite Granodiorite (BiGd), Augite Basalt (VA), and Ignimbrite (IGN). Intact rock parameters of dominant lithologies in P0 footprint are given in

Table 2.

Table 2. Intact rock parameters of dominant lithologies for P0

Lithology	Alteration	σ_{ci} (MPa)	m_i	σ_t (MPa)	E_i (Gpa)
BiGd (Biotite Granodiorite)	Unaltered (low vein density)	115.4	17.1	5.50	37.5
	Unaltered (high vein density)	80.4	17.4	3.80	33.3
QMD (Quartz Monzodiorite)	Advanced argillic (AAA)	55.7	16	2.80	63.1
	Intermediate argillic (IAA)	78.4	19.4	3.50	57.8
	Phyllic (PHY) (low vein density)	96.5	20	4.20	59.2
	Phyllic (high vein density)	108.8	15.8	5.50	59.2
	Potassic (PTS), propylitic (PRO)	94.1	23.6	3.60	53.8
VA (Augite Basalt)	Advanced argillic	72.2	20.4	3.1	59.7
	Intermediate argillic	72.2	20.4	3.1	56.7
IGN (Ignimbrite)	Advanced argillic	77.5	10	5.10	62.2

Over-coring of Hollow Inclusion (Hi-Cell) was completed during the OT underground early development stage; however, results and the assumption are still useful to validate the rock mass response and induced stress changes resulting from the undercutting and the caving. Based on this, an estimate of the stress field at 1300 m below the surface is presented in Table 3.

Table 3. In-situ stresses at 1300m below the ground surface

Principal Stress	Magnitude (MPa)	Dip (°)	Bearing (°)
σ_1	57.8	00	055
σ_2	34.5	00	145
σ_3	27.2	90	058

One of the anticipated geotechnical challenges from these rock mass strength and high in-situ stress emphasize the importance of ensuring excavation stability during both the development and production stages at OT P0 block caving ([5]).

1.2 Freeport DMLZ-PB1N

The Deep Mill Level Zone (DMLZ) panel cave mine is one of three active caving mines at PT Freeport Indonesia's Grasberg Underground Mining Complex. The DMLZ mine is located at a depth of approximately 1,500-1800 m below the surface, making it one of the world's deepest panel cave mining operations. Rock mass characterisation and stress regime are provided from [6] as below:

The prominent geological domains of the DMLZ include diorite, hornfels and skarn. The diorite is the dominant domain and is competent, massive and includes a limited persistence vein system and widely spaced large scale faulting (which are often healed

or partially healed). Table 4 summarizes the representative geotechnical parameters for the DMLZ.

Table 4. Representative geotechnical rock mass parameter for DMLZ ([6])

Geotechnical domain	RQD (%)	FF/m	Jr/Ja	UCS (MPa)	Ei (GPa)	Poisson's ratio, ν
Te Diorite	97	1.6	1.6	160	53	0.29
Hornfels	91	2.9	1.5	180	70	0.28
Exoskarn	92	2.4	1.6	135	68	0.25
Tw Marble	83	3.8	1.5	95	46	0.26

In situ stress measurements were completed in the early DMLZ development stages. The latest result of stress measurement is summarized in Table 5.

Table 5. The DMLZ Mine Principal Stresses adopted from ([6])

Principal Stress	Magnitude (MPa)	Trend	Plunge
Major stress σ_1	46 to 63	040°	22°
Intermediate stress σ_2	30 to 41	215°	68°
Minor stress σ_3	15 to 30	309°	02°

The prominent risk of mining at the depth is the increased in situ stress magnitude, while the excavation and the cave development creates greater induced stress leading to an environment of increased ground deformation and rockburst.

1.3 Northparkes E48

Northparkes is located 27 km north of the township of Parkes in central New South Wales, Australia. The E48 extraction level is located approximately 581 m below surface in a low to moderate stress state. The E48 block used a post-undercut strategy that was initiated in 2009, with production commencing in September 2010. The prominent geological domains of E48 include the stronger porphyritic ore body with Biotite Quartz Monzonite (BQM) and volcanic host rocks. Intact rock strength and rock mass ratings are given in Table 6.

Table 6. Intact rock strength and RMR for E48

Geotechnical domain	RMR	UCS (MPa)
BQM	77	120
Volcanic	76	118
Porphyry		160

Several stress measurements carried out at various levels in E48 indicated a low underground regional stress environment and a low to moderate stress state in the orebody (Table 7).

Table 7. Principal Stresses in E48

Principal Stress	Magnitude (MPa)	Bearing (°)
σ_1	41.0	290
σ_2	20.0	022

σ_3	12.0	165
------------	------	-----

The E48 block used a post-undercut strategy that was initiated in 2009, with production commencing in September 2010. Significant stress loading conditions were experienced on the extraction level during undercutting in late 2010. This resulted in damage primarily in the form of horizontal deformation with lateral pillars on the extraction level experiencing on average 3% strain or 75–200 mm convergence measured in some parts of the extraction level [7, 8].

Undercutting parameters of selected cave mines have been summarised in Table 8.

Table 8. Undercutting properties for selected cave mines

Parameter	OT P0	DMLZ (PB1N)	Northparkes E48
Drawpoint Spacing	31m x 18m	30m x 20m	30m x 18m
UC Front	Straight	Convex to Concave	Straight
UC Length	280m	450-500m	300m
EXL/UCL Drive Orientation to σ_1	20°	35°	20°
UC Front Orientation to Structure	>30° to major faults	~45° – parallel	~ Perpendicular
UC Rate	3000m ² /month 10-12m/month	2200m ² /month 4-7m/month	6400m ² /month 15-20m/month
UC Duration	2 years and 4 months	8 years +	1 year and 7 months

In terms of rock mass response monitoring, various monitoring techniques had been applied in these cave mines. MPBX (Multi-Point Borehole Extensometers) and Convergence (Tape extensometer) monitoring were primarily used due to their simplicity and reasonable accuracy. These monitoring measurements are sufficient for this study because of their good coverage of the undercut area and the frequency and continuity of measurements throughout all undercut stages.

1.4 Multi-Point Borehole Extensometer (MPBX)

The International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering [9] classifies extensometers equipped with more than two anchorage points as *multi-point borehole extensometers (MPBX)* previously named *multi-position borehole extensometer*. There are various types of borehole extensometers, including rod type, wire type, and probe type. In underground mining, wire type extensometers with electrical sensors are mostly used because they allow for rapid and remote readings and can be integrated into automatic data acquisition systems. Movement of each anchor point induces a measurable change in resistance across the fibreglass rods within the MPBX. This resistance variation is subsequently converted into a voltage difference relative to a standard reference voltage. Displacement is then quantified based on the ratio of these voltage readings (Equation 1).

Equation 1 MPBX displacement calculation

$$\text{Delta Displacement (mm)} = \frac{[\text{Current Reading(Volts)} - \text{Baseline Reading(Volts)}]}{[\text{Reference Reading (volts)} \div \text{PotLength (mm)}]} \quad (3)$$

MPBXs can be installed at either vertical or horizontal angles to measure rock mass movement in excavation backs and side walls. The installation process and detailed instrumentation specifications are readily available in the manufacturer's guide [10].

MPBX monitoring data provided from OT P0 is based on six anchor points positioned at depths of 0.8m, 1.5m, 2.5m, 4.0m, 7.0m, and 10.0m, and a head at the borehole collar (Figure 2).

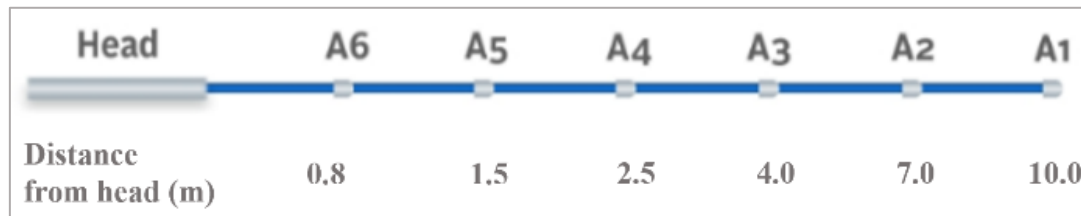


Figure 2. MPBX schematic with reference head and varied anchor depths.

1.5 Tape Extensometer (Convergence)

Tape extensometers measure changes in the distance between two anchor points installed in the sidewalls and roof of the excavation. Multiple anchor points across the tunnel profile can be installed and measured using the tape extensometer. However, in mining practice, 2-points (sidewalls only) or 3-points (sidewalls and roof) are more common, as shown in Figure 3.

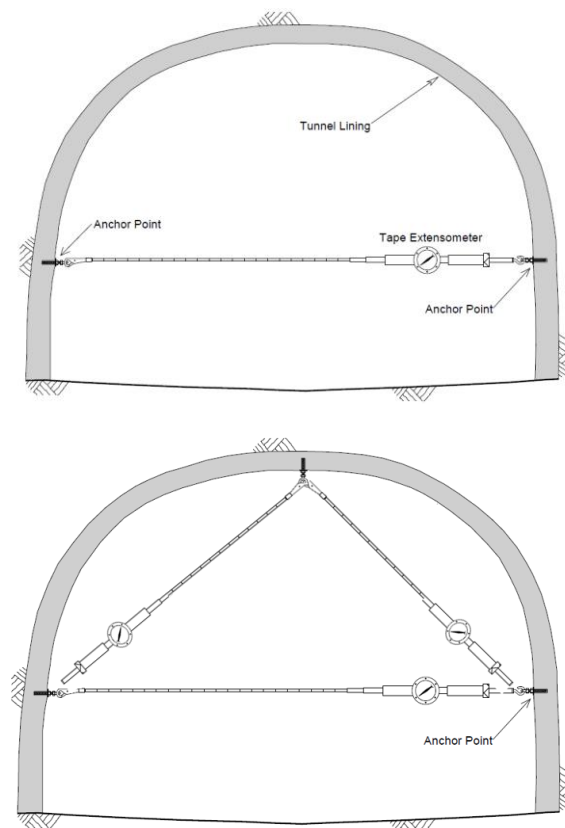


Figure 3. Typical Installation of the Tape Extensometer [11]

For the three mines selected in this study, two mines, OTP0 and DMLZ, utilised 2-point convergence measurements, while NPE48 employed 3-point convergence. This method

offers a convenient and straightforward way to assess excavation closure, though it requires manual data collection. Convergence stations can be installed at regular intervals, usually 10 to 20 meters apart, at extraction and undercut levels. Although convergence can be measured at any desired frequency, monitoring in the selected cave mines was usually conducted weekly. In some cases, measurements were taken daily for areas with a high convergence rate, while in relatively stable conditions, the frequency was reduced to monthly.

METHODOLOGY

Since displacement monitoring data is collected from instruments installed at regular intervals, typically 10–20m apart in underground tunnels and measured frequently, spatial (displacement contouring) and temporal (change point detection) analyses are planned to investigate rock mass response to undercutting. These analyses will use undercut mining and displacement monitoring data from selected cave mines.

1.6 Data manipulation

Prior to conducting the displacement data analysis, convergence and MPBX data were visually inspected and cleaned from erroneous datapoints. Displacement monitoring data may contain measurement noise or anomalies resulting from instrumentation accuracy, environmental factors, or measurement errors. These anomalies often appear as unexpected spikes or drops in the displacement patterns over time, as illustrated in Figure 4.

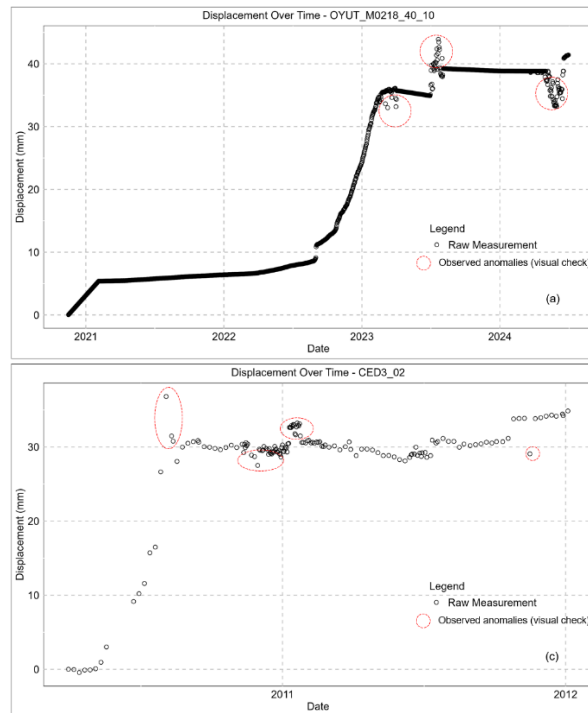


Figure 4. Example of raw monitoring measurements; MPBX (left) and Convergence (right)

Simple exponential smoothing with incremental filtering was chosen to objectively address these anomalies, improving the continuity of monitoring data while retaining the main displacement trend, as the primary aim of this study is to investigate rock mass displacement trends and patterns during undercutting. Exponential smoothing is one of time series forecasting methods used to predict future values based on past observations and other inputs. The simple exponential smoothing is given in

Equation 2. This method is particularly useful because it incorporates both actual and forecasted values. [12].

Equation 2 Simple Exponential Smoothing

$$F_{n+1} = \alpha * Y_n + (1 - \alpha) * F_n \quad (2)$$

F: Forecasted value

Y: Actual (observed) value

n: time periods for measurement taken. $n > 0$

α : Smoothing factor, and $0 < \alpha < 1$

A higher α value (smoothing factor) places more weight on actual values, resulting in a closer fit to the data, while a lower α value gives more emphasis to previously forecasted values, leading to a smoother but potentially less accurate fit. In practice, typical values for α range from 0.2 to 0.4. A range of alpha values was tested, and the smoothed values were visually compared to actual displacement over time.

After smoothing, incremental filtering will be performed to remove any decreasing value in cumulative displacement measurement. A displacement value is included in the filtered dataset only if it is greater than or equal to the previous measurement. Figure 5 illustrates comparison of the filtered curves between for smoothed (cleaned) and raw measurements, demonstrating that incremental filtering after smoothing produces a more realistic representation.

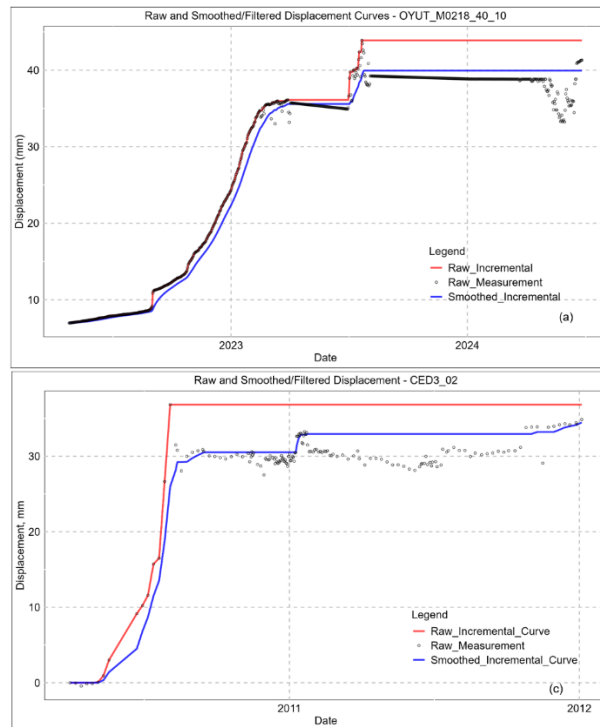


Figure 5. Example of manipulated displacement curves; MPBX (left) and Convergence (right)

1.7 Displacement contouring

Contouring is a simple and helpful method for visualising spatial variations in rock mass displacement data. MPBX and Convergence monitoring locations are at regular intervals, and data is collected consistently. This data allows displacement contouring to detect rock mass displacement across the footprint. Local interpolation methods can be useful for visualising displacement data points spaced at significant distances (10-20m). They allow for a visual representation of the data, which aids in interpreting displacement trends and patterns spatially. Figure 6 compares displacement data with and without contouring at the footprint scale.

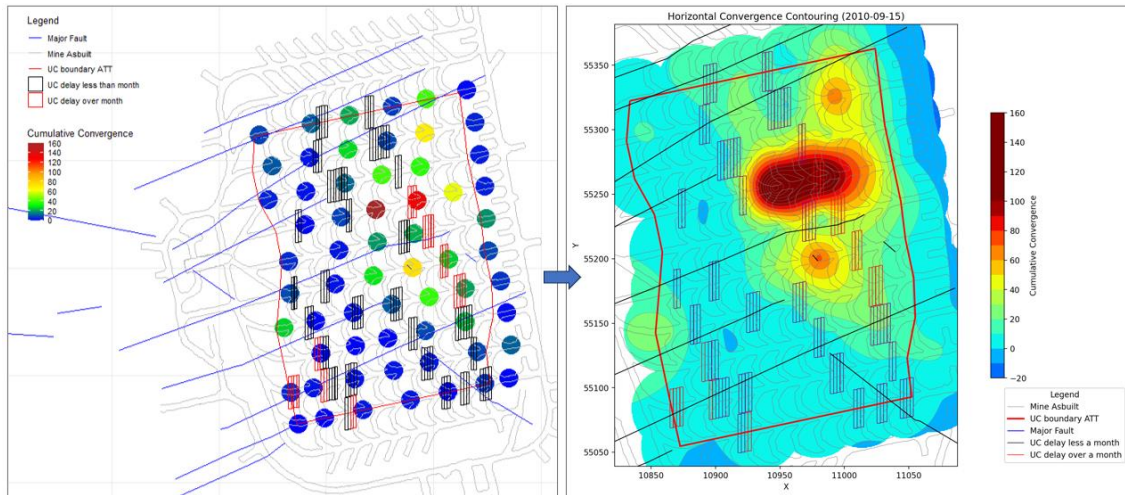


Figure 6. Cumulative displacement; without contouring (left) and with contouring (right)

Various approaches can be employed in the contouring process. Among the methods tested using MPBX displacement data at OT P0, the Radial Basis Function (RBF) Interpolator method has demonstrated robustness. This method can run unsupervised when the Linear algorithm is applied. Although Kriging was considered, it was ultimately dismissed due to the high computational cost of variogram recalculations required for real-time displacement monitoring data. RBF interpolation is combined with the Fast Nearest Neighbor (FNN) Search Algorithm to accommodate sparsely distributed measurements, aiming for a balance between local precision and interpolation smoothness while avoiding extensive extrapolation into areas without nearby data.

1.8 Change point detection

To conduct detailed analysis of the correlation between rock mass displacement and undercutting progress, the time-series measurement data for each monitoring station was attributed with UC front distance.

Firstly, the distance between each individual instrument and the undercut front was measured directly along the axis of the extraction drive. This approach allowed for calculating the relative distance from the undercut Front to each monitoring point by using the difference between the coordinates or chainage of each ring and monitoring station. This method provides an approximate perpendicular distance to the undercut front. Positive values indicate that the undercut has not moved over the location of individual monitoring station, and negative values indicate the undercut has moved

over, as shown in **Error! Reference source not found.** by the insert values on the top right.

Cumulative displacement curves for instruments located within the undercut area show a consistent overall trend and pattern, highlighting displacement acceleration and stabilisation during the undercut front moves over the instrument location, as shown in Figure 8.

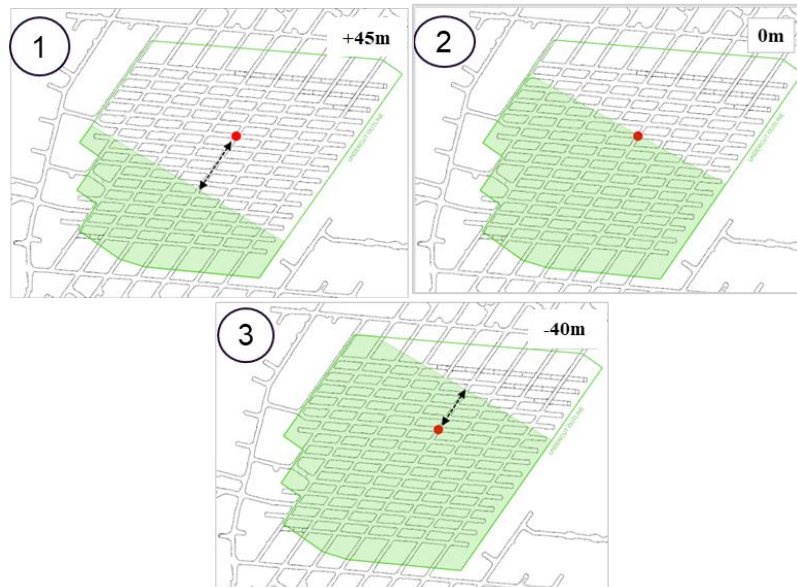


Figure 7. Methodology of measuring undercut front distance to measurement point

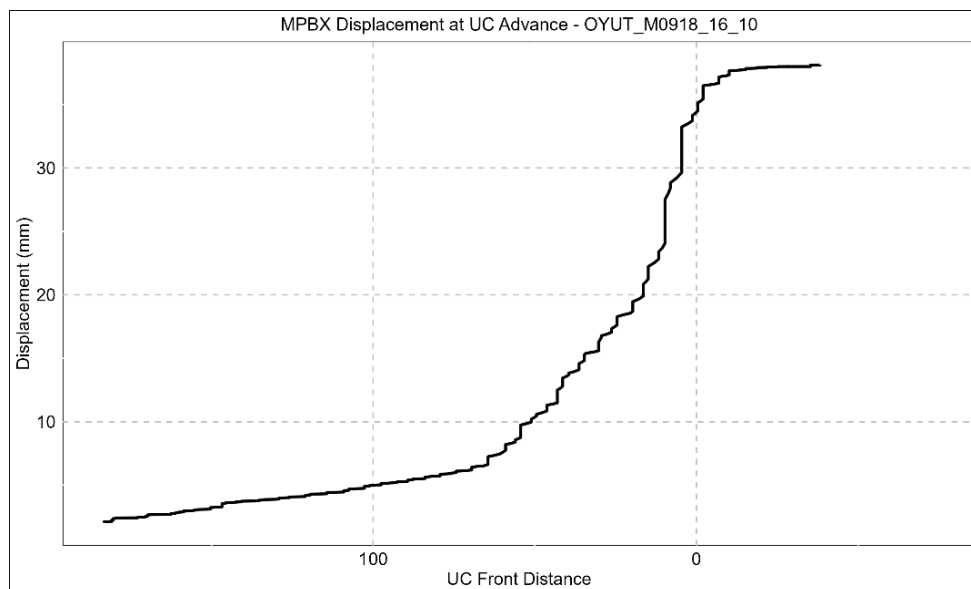


Figure 8. Example of cumulative displacement curve plotted by undercut front distance

A simple segmented regression (also known as piecewise regression) was used to detect change points in the displacement curve for each instrument in the dataset. The process begins by fitting a simple linear model (Equation 3) to estimate the overall trend between displacement and the progression of the undercut front. This model assumes a single continuous relationship across all data points.

Equation 3 Simple linear model

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \varepsilon \quad (3)$$

Y: The dependent variable (Displacement)

x: The independent variable (UC front progression)

β_0 : The Y-intercept (the value of Y when X = 0)

β_1 : The slope of the line, representing the change in Y for a one-unit change in x

ε : The error term representing the difference between the observed and predicted values of Y

Segmented regression identifies distinct linear relationships within different segments of the data, separated by breakpoints (or change points). In this case, two breakpoints were specified, meaning the model divides the data into three segments, each with its own linear relationship between displacement and the distance to the undercut front or timeframe. This model allows for different slopes and intercepts before and after the identified change points, providing a more detailed representation of how the relationship between the displacement and UC front distance changes across the different segments of the data in shown Figure 9.

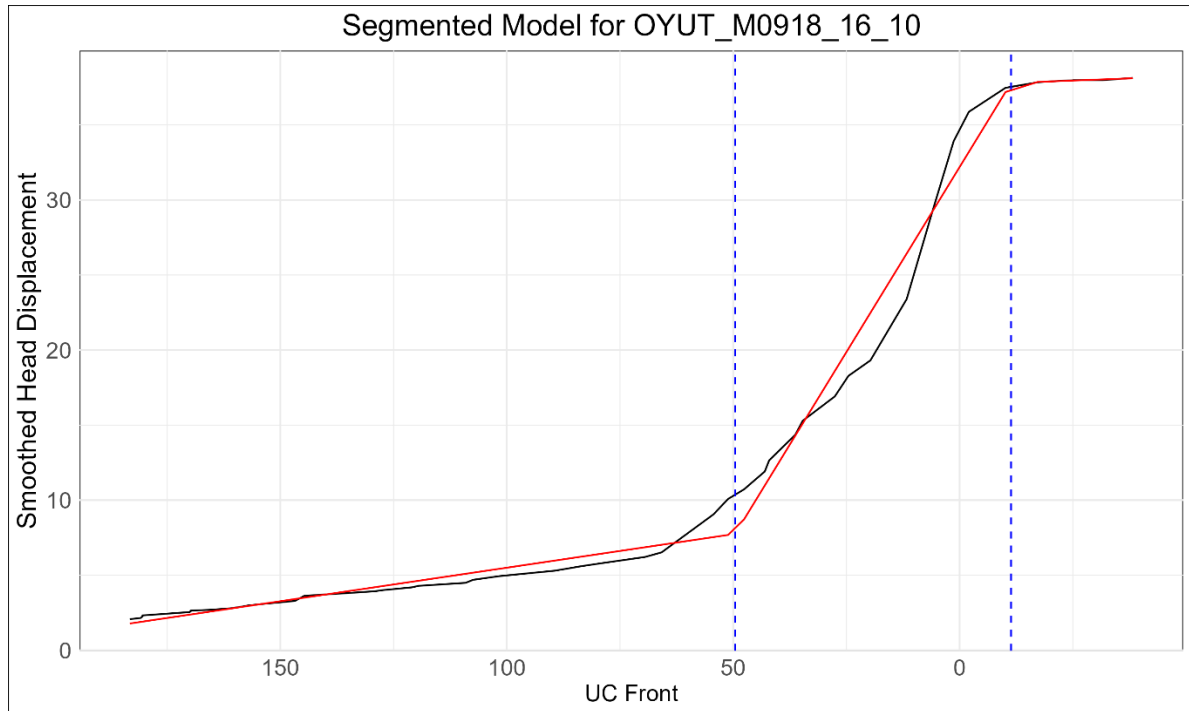


Figure 9. Example of change point detection by segmented regression model

RESULTS AND DISCUSSION

1.9 Spatial distribution of rock mass deformation

Whilst individual displacement readings provide beneficial insight into localised deformation, contour maps offer a broader view of rock mass deformation concentrations during undercutting. To visually identify the overall trend of displacement accumulation and primary factors at the mine footprint scale, temporal displacement contouring is overlaid with mining and geological features such as undercut advance, undercut ring firing delays, and major geological faults. Examples of

horizontal convergence contouring for three selected mines are shown in Figure 10, Figure 11, and Figure 12, respectively.

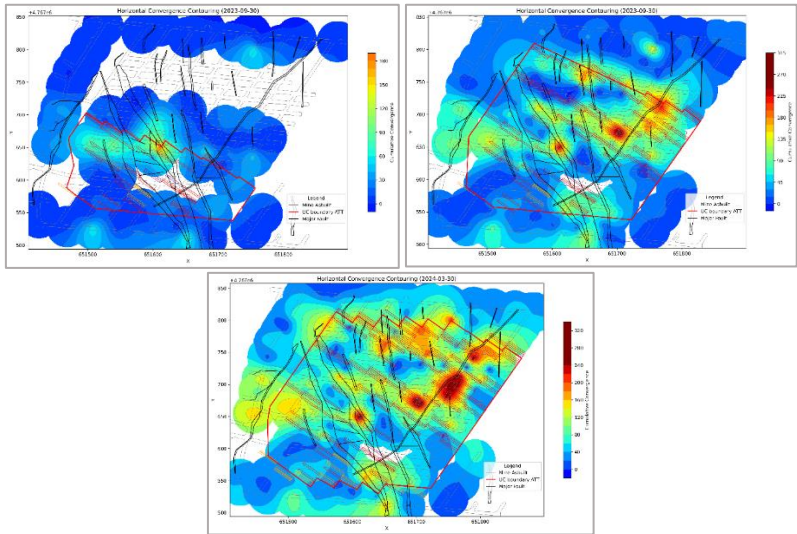


Figure 10. OTPO convergence contour maps are overlaid with the UC area, major faults, and delayed UC ring

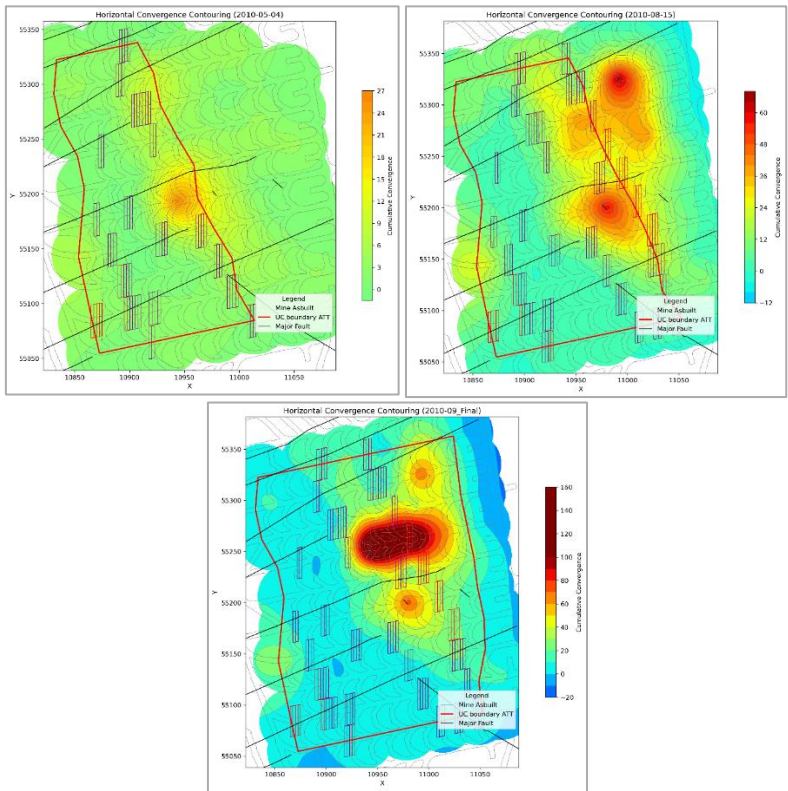


Figure 11. NPE48 convergence contour maps are overlaid with the UC area, major faults, and delayed UC ring

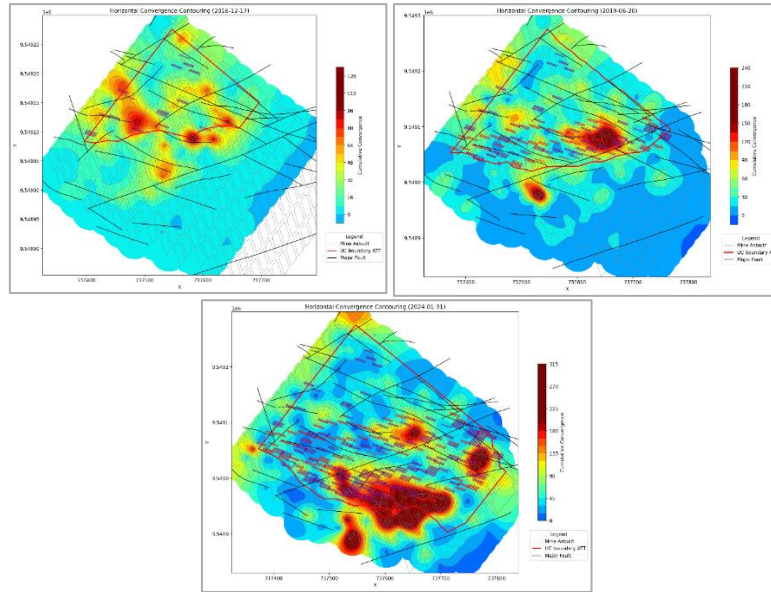


Figure 12. DMLZ-PB1N convergence contour maps are overlaid with the UC area, major faults, and delayed UC ring firing.

Firstly, higher displacements are observed around the undercut stope, particularly behind and ahead in all three caves. At OTP0, continuous high displacements occurred around the undercut boundaries, particularly near geological faults that intersect these boundaries.

Secondly, a noticeable trend is observed between higher displacement concentrations and slower undercut Front advance rates. The next chapter will examine this in detail through time series analysis.

Based on the observed relationship between rock mass deformation and both the undercut front advance rate and the presence of major geological structures, spatial analysis can be conducted to determine if higher deformations are concentrated near the undercut front or geological faults. The distance from each displacement measurement to the nearest fault line and undercut front boundary can be calculated and compared.

1.10 Displacement pattern during undercutting

As previously mentioned, cumulative displacement curves plotted against the distance from the undercut front show the overall trend in displacement accumulation as the undercut front moves over the monitoring point. Based on the deflections observed in these displacement curves, four main displacement patterns have been identified:

- Stabilisation after undercutting
- Resumption of deformation after undercutting
- Continuous deformation
- Higher displacements prior to undercutting

Figure 13 illustrates examples of main displacement patterns.

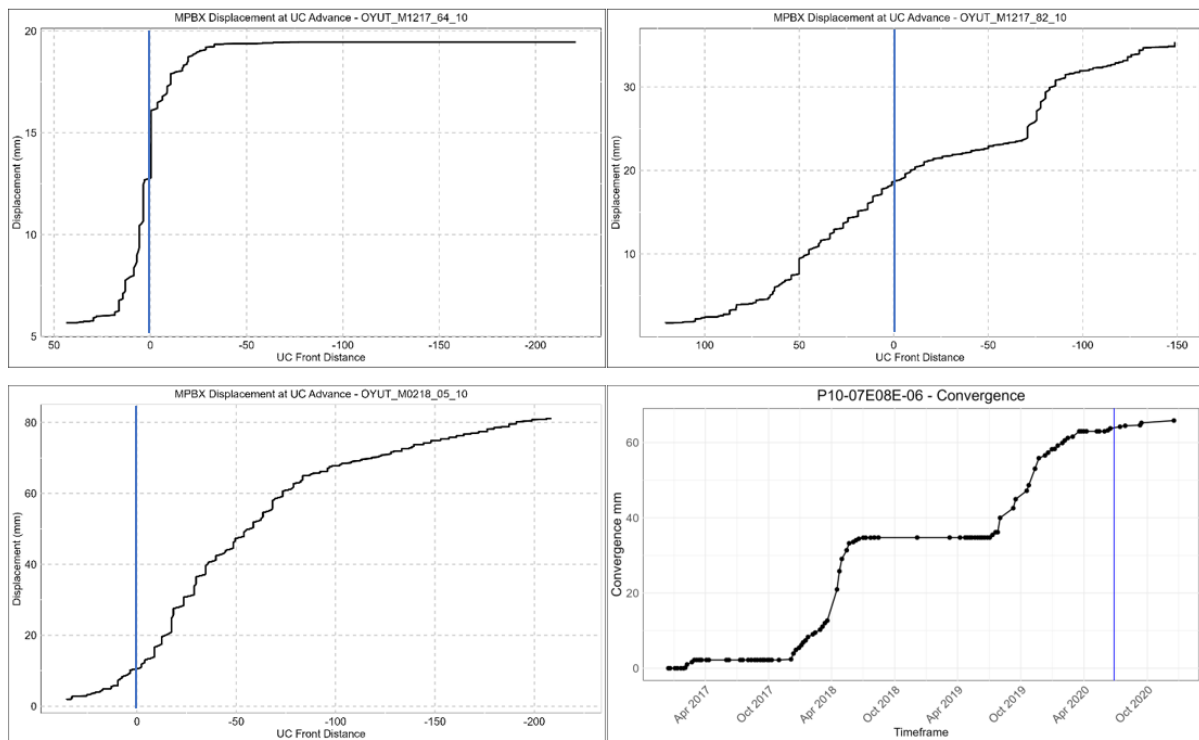


Figure 13 Main displacement patterns

Displacement pattern trends show notable differences between the three cave mines. At OTP0, more than half of the instruments, primarily located around the cave boundary, show a steady accumulation of deformation over time. Most of the remaining instruments stabilised after undercutting, while a few exhibited a resumption in deformation accumulations.

A similar trend was observed in DMLZ-PB1N, where most instruments stabilised after undercutting, though around 30% showed a resumption in deformation accumulations. No steady accumulation of deformation was observed at either DMLZ or NPE48. A significant difference was identified at E48, where most instruments showed a resumption in deformation accumulations after undercutting, in contrast to the other two mines.

As all three cases demonstrated major changes in displacement during the undercut pass-over stage, change point detection analysis was conducted to assess the deformation initiation and stabilisation distances from the undercut front. Steady and re-accumulated displacements were objectively excluded from this assessment.

The average initiation and stabilisation distances detected from the change point detection analysis are shown in Figure 14.

Very similar trends in displacement patterns were observed in both advanced and post-undercut cases. Relatively smaller displacements were recorded at NPE48, or in post-undercut cases, likely because the undercut rate and pass-over period were significantly shorter than for the advanced undercut cases.

In general, horizontal displacements initiate approximately 60-80m ahead of the advancing undercut front, and then increase rapidly when the front is around 20-30m from the instruments. The horizontal displacements return to a stationary state approximately 10-30m behind the undercut front. Vertical displacements, measured using MPBXs at OTP0, initiate around 30-40m from the undercut front and experience

a significant increase as the undercut front passes over the MPBX, and then stabilises approximately 35m behind the undercut front.

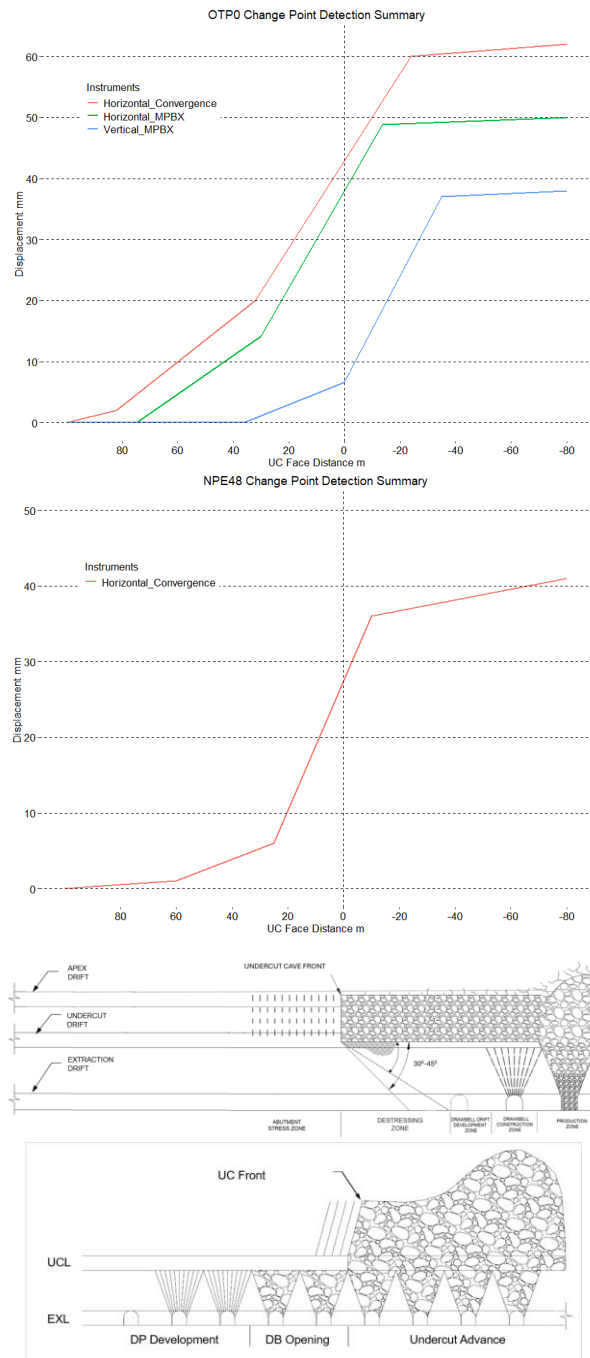


Figure 14. Displacement patterns during undercutting: Advanced undercut at OTP0 (left) and Post undercut at NPE48 (right)

Using MPBX data from OTP0, the magnitude, orientation, and depth of displacements were compared. As anticipated, higher displacements were observed in weaker rock masses, as indicated by the early onset of deformation and a delayed return to the stationary phase on the displacement curve (Figure 15).

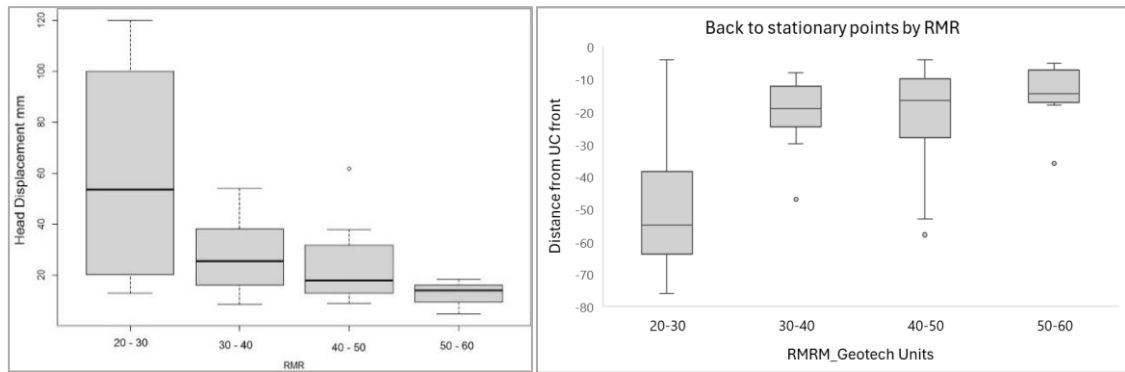


Figure 15. Displacement and Stabilisation distance categorised by RMR value

CONCLUSION

Observational analysis of extensive displacement monitoring data from the selected cave mines provides valuable insights into the rock mass deformation characteristics associated with stress changes induced during undercutting. The main findings are summarised below:

- Temporal displacement contouring highlights that high deformation areas are primarily attributed to the presence of the undercut front. At OTP0, continuous deformations are observed near the cave boundaries, particularly they intersect with major fault zones or weaker rock masses.
- In all three cases, rock mass displacements typically peak as the undercut front passes directly overhead.
- Deformation predominantly manifests as horizontal displacements, which is initiated approximately 60-80m ahead of the undercut front, followed by vertical displacements initiating at around 30-40m ahead of the front. Both horizontal and vertical displacements stabilise approximately 30-40m behind the undercut front.
- A significant difference is noted between advanced and post-undercut cases: in advanced cases, most instruments tend to stabilise after undercutting, while in post-undercut cases, most instruments exhibit a resumption in the deformation rate.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge the following cave mining operations for providing undercut and geotechnical monitoring data to this study. Rio Tinto - Oyu Tolgoi, PT Freeport Indonesia - DMLZ, and Northparkes - E48. Their approval for publishing this research underscores their dedication to fostering an environment of innovation and knowledge exchange.

REFERENCE

- [1] H. L. Hartman, "Introductory mining engineering," 1987.
- [2] D. Laubscher, "A practical manual on block caving: Report to the Internal Caving Study (1997-2000), 525 p," ed, 2000.

- [3] G. W. Capes, G. B. Sharrock, and R. J. Lowther, "Methodology for Understanding Drive Deformation and Damage in Variable Rock Types in a High Stress, Advanced Undercut," 2012.
- [4] I. Febrian, W. Yudanto, and E. Rubio, "Application of convergence monitoring to manage induced stress by mining activities at PT Freeport Indonesia deep ore zone mine," *Proceedings of MassMin*, pp. 269-272, 2004.
- [5] B. Batkhuu, A. Boldbaatar, K. Simanjuntak, B.-E. Ganbold, and E. Bayar, "Maintaining ground support capacity to anticipate stress change episodes in Panel 0, Oyu Tolgoi mine," presented at the Deep Mining 2024: Proceedings of the 10th International Conference on Deep and High Stress Mining, Montreal, 24-26 September 2024, 2024. [Online]. Available: https://papers.acg.uwa.edu.au/p/2465_32_Batkhuu/.
- [6] K. Simanjuntak, A. Primadiansyah, N. Soumilena, and W. Teweng, "Driving and managing stress in the Deep Mill Level Zone caving mine," in *MassMin 2020: Proceedings of the Eighth International Conference & Exhibition on Mass Mining*, 2020: University of Chile, pp. 394-405.
- [7] P. Brenchley, L. Snyman, J. Samosir, and B. Coxon, "Redevelopment support at Northparkes Mines," in *Ground Support 2013: Proceedings of the Seventh International Symposium on Ground Support in Mining and Underground Construction*, 2013: Australian Centre for Geomechanics, pp. 451-460.
- [8] L. Snyman and S. Webster, "Northparkes E48 block cave: the mining history of a successful block cave," presented at the Caving 2022: Proceedings of the Fifth International Conference on Block and Sublevel Caving, Adelaide, 30 August-1 September, 2022. [Online]. Available: https://papers.acg.uwa.edu.au/p/2205_04_Snyman/.
- [9] *Suggested methods for monitoring rock movements using borehole extensometers*, 0148-9062, ISRM, 1979.
- [10] MDT, "MPBX User Guide," Mine Design Technologies, 2018.
- [11] Geokon, "Intruction Manual Model 1610 Geokon/Ealey Tape Extensometer," Geokon, Inc, 2023.
- [12] V. Kotu and B. Deshpande, *Data science: concepts and practice*. Morgan Kaufmann, 2018.

ХАМГААЛСАН БЭЛЧЭЭРИЙН ХӨРСНИЙ ФИЗИК, ХИМИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГЭЭС

Б.Сийлэгмаа

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

Имэйл: siileg_hydro@must.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Уулын хээрийн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний 0-100 см гүнээс 10 см-ийн үелэлээр дээжийг 3 давталтайгаар аван механик бүрэлдэхүүнийг Качинскийн аргаар, бэлчээрийн хөрснөөс үе давхарга (0-100 см) бүрээс 3-6 давталттайгаар металл цилиндрээр ($h=5$ см, $d=5$ см) дээж авч дунджаар нягтыг, химийн шинж чанарыг тодорхойлох зорилгоор хөрсний үе давхарга (0-100 см) бүрээс 3 давталттайгаар дээжийг лабораторид хөрсний урвалын орчиныг усан болон давсан ханданд иономерийн аргаар, ялзмагийг Тюрингийн аргаар, хөдөлгөөнт фосфор (P_2O_5) 1% нүүрс хүчлийн аммоны уусмалд Мачигины аргаар, хөдөлгөөнт кали (К) 1% нүүрсхүчлийн аммоны уусмалд фотометрийн аргаар, давсжилтийг иономерийн аргаар, цахилгаан дамжуулах чадварыг иономерийн аргаар, солилцох сууриудыг комплексметрийн аргаар тус тус тодорхойлсон. Мөн уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний тэгш гадаргуутай хээрийн хөрсөнд зүсэлт хийж, ургамлын үндсийг 0-10 см, 10-20 см, 20-30 см, 30-40 см-ийн гүнээс 10 см хэмжээтэй блокоор 5 давталттай авч, блок тус бүр дэх ургамлын үндэсний тархалтыг судалсан.

Уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг 7 жил малын хөлөөс чөлөөлж, хашиж хамгаалахад 0-40 см-ийн давхарга дахь хөрсний сүвшилт ашиглаж буй бэлчээрийнхээс 1.1-3.8%-иар нэмэгддэг ($p=0.000774$). Мөн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс нь рН, давс агууламжаараа төсөөтэй ($p=0.08$), харин 0-50 см гүн дэх хөрсний ялзмагийн агууламж, солилцох суурь, шим тэжээлийн элементүүдийн агууламж нь хамгаалсан бэлчээрийнхэд илүү ($p=0.0012$) байв.

Түлхүүр үг: Элсэнцэр хүрэн хөрс, бэлчээр ашиглалт

ОРШИЛ

Малын төвлөрөл болон тооны өсөлтөөс үүдэлтэй бэлчээрийн даац хэтрэх шалтгаанаар хөрсний физик шинж өөрчлөгдөж, улмаар бэлчээрийн хөрс ус, салхины элэгдэлд өртдөг талаар дотоод, гадаадын судлаачид (Haveren *et al.*, 1983; Willatt *et al.*, 1984; Kelly, 1985; Naeth *et al.*, 1990; Mead and Chan., 1992; Proffitt *et al.*, 1993; Greene *et al.*, 1994; Greenwood *et al.*, 2001; Martinez *et al.*, 2004; Krummelbein *et al.*, 2006, 2009; Аваадорж нар., 2006; Castellano *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2007; Баттулга нар., 2010; Баасандорж нар., 2010; Gan *et al.*, 2012; Мягмаржав, 2015) бүтээлдээ дурьдсан байдаг. Ийнхүү бэлчээрийн хөрсний физик шинж өөрчлөгдснөөр түүний ус шингээх буюу нэвтрүүлэх чадвар буурдаг (Willatt *et al.*, 1984; Proffitt *et al.*, 1993; Greenwood *et al.*, 2001; Аваадорж нар., 2006; Castellano *et al.*, 2007; Krummelbein *et al.*, 2009; Kato *et al.*, 2009; Баттулга нар., 2010; Баасандорж нар., 2010; Ginger *et al.*, 2011; Мягмаржав, 2015) бөгөөд үүнээс үүдэн нэг талаас хөрсний гадаргын урсац нэмэгдэж, усны элэгдэлд өртдөг, нөгөө талаас энэ нь ургамлын өсөлт, хөгжилтөнд сөргөөр нөлөөлдөг (Аваадорж нар., 2006; Гончигсумлаа, 2008).

Монгол оронд өргөн уудам талбайг эзлэн тархсан хүрэн хөрс нь бүдүүн ширхэгтэй шороо, чулууны хэмхдэс ихтэй, ялзмагийн давхарга болон бүх үе давхарга нимгэн, ургамлын бүрхэц сийрэг (20-40%) байдаг өвөрмөц онцлогтой (Доржготов, 2003) учир элдэгдэлд өртөхдөө хялбар байдаг. Үүний дээр уулын хээрийн болон хээрийн хүрэн хөрс тархсан бүсэд манай орны нийт малчин өрхийн тэн хагас нь, малын 60% орчим хувь (<http://www.1212.mn/>) төвлөрдөг. Иймээс хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг нөхөн сэргээх, элэгдлээс сэргийлэх шинжлэх ухааны үндэслэл боловсруулахын тулд уг бэлчээрийг хамгаалснаар хүрэн хөрсний физик, химийн шинж чанарт гарах өөрчлөлтийн зүй тогтлыг илрүүлэх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна.

Гэтэл манай оронд бэлчээрийн хөрсний физик, химийн шинж чанар, ус нэвтрүүлэх чадварын өөрчлөлтийг бэлчээрийн төлөв байдалтай нь уялдуулан тодорхойлох зорилго бүхий цөөн судалгаа (Аваадорж, 2006; Kato, 2009; Баттулга, 2010; Баасандорж, 2010; Мягмаржав, 2015) хийсэн байдаг ба тариалангийн талбайн уриншийн янз бүрийн хувилбар дахь хөрсний физик шинж, ус нэвтрүүлэх чадварыг (Билэгт, 1977; Батбаяр, 1994; Жанчивдорж, 1999; Чандмань, 2000; Баттулга, 2001; Дугармаа, 2006; Болормаа, 2010; Мөнхтуяа, 2010) тодорхойлох зэрэг чиглэлээр олон судалгаа хийжээ.

Дээрхи судалгаанаас бэлчээр ашиглалт хөрсний физик, механик бүрэлдэхүүн, химийн шинж чанарт нөлөөлдөг талаархи судалгаа бусад оронд нилээд хийсэн боловч манай оронд бэлчээрийн доройтлын төлөв байдалтай уялдан, хашиж хамгаалснаар хөрсний физик, химийн шинж чанарт гарах өөрчлөлтийн талаархи судалгаа хомс юм. Ийм учраас манай оронд түгээмэл тархсан уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний физик, химийн шинж чанарт бэлчээр хамгааллын үзүүлэх нөлөөг илрүүлэхэд судалгааны ажлын зорилго оршино.

Энэхүү судалгааг Хустайн байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсэд хамаарах Төв аймгийн Аргалант сумын нутагт гүйцэтгэсэн.

СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Хөрсний физик шинж нь нягт, хатуу хэсгийн нягт, сүвшилтээр тодорхойлогдоно. Хөрсний нягт нь тухайн хөрсний хамгийн тогтвортой үзүүлэлтийн нэг бөгөөд $1.0-1.1 \text{ кг/см}^3$ байхад ургамалд хамгийн тохиромжтой байдаг (Качинский, 1969, Ревут, 1972, Плюссин, 1983). Хөрс хэт сийрэг эсвэл хэт нягт байх нь түүний агаар, дулаан, чийгийн горимыг өөрчилдөг. Энэ нь ургамлын үндэсний өсөлтийг сааруулж, өсөлт, хөгжилтөнд нь сөргөөр нөлөөлдөг.

Хөрсний нягтад цаг уур, газар ашиглалтын хэлбэрүүд хүчтэй нөлөөлдөг. Тухайлбал, бэлчээрийн хөрсөнд хонь 83 кПа даралт үзүүлдэг (Willatt et al, 1983) бөгөөд хонины алхам үхрийнхээс ойролцоогоор 2 дахин богино учраас хонины газарт гишгэх гишгэлтийн тоо үхрийнхээс илүү, хөрсөнд үзүүлэх даралт ч мөн 2 дахин илүү байдаг (Тулохонов, 1999). Манай орны хээрийн бүс болон уулын ойт хээрийн бүслүүрийн бэлчээрийн хүрэн хөрсөнд хийсэн судалгаанаас үзэхэд Д.Аваадорж (2006) уулын болон тал хээрийн соргог бэлчээрийн хөрсний өнгөн буюу 3-7 см давхаргын нягт нь хүчтэй доройтсон бэлчээрийн хөрснөөс бага, харин дунд зэрэг доройтсон хөрснийхтэй адил болохыг тодорхойлсон. О.Баттулга нар (2010), Б.Одгэрэл (2012), И.Мягмаржав (2015) нарын судлаачид доройтлын янз бүрийн түвшинд орших бэлчээрийг хашиж хамгаалан, түүнийг зэрэгцээ орших ашиглаж буй бэлчээрийн хөрстэй харьцуулан судлаад хөрсний өнгөн давхаргын (0-20 см) нягт нь 0.03 г/м^3 -ээр өөрчлөгддөг хэмээн бүтээлдээ дурьдсан

байдаг. Харин доройтсон бэлчээрийг хашиж хамгаалснаар хөрсний нягтад гарсан өөрчлөлтийн талаар дурьдаагүй байна.

Физик шинжид тулгуурлан хөрсний доройтлын зарим үзүүлэлтийг илрүүлэх, зэрэглэлийг тогтоох (Аваадорж нар., 2006; Баасандорж нар., 2010) хийгээд доройтлын янз бүрийн түвшинд орших бэлчээрийг хашиж хамгаалан, түүнийг зэрэгцээ орших ашиглаж буй бэлчээрийн хөрстэй харьцуулсан (Баттулга нар., 2010; Мягмаржав, 2015) бүтээлүүдэд бэлчээрийг хамгаалахад хөрсний өнгөн давхаргын (0-20 см) сүвшилт 0.4-3.2%-иар нэмэгдэж, харин хатуу хэсгийн нягт өөрчлөгддөггүй хэмээн дурьдсан.

Бусад орны хуурай бүсэд доройтлын түвшингээр ялгаатай, харилцан адилгүй хугацаанд хашиж хамгаалсан болон ашиглаж буй (жилийн турш эсвэл тодорхой улиралд ашигладаг) бэлчээрийн хөрсний нягт (Haveren *et al.*, 1983; Willatt *et al.*, 1984; Naeth *et al.*, 1990; Proffitt *et al.*, 1993; Greene *et al.*, 1994; Greenwood *et al.*, 2001; Martinez *et al.*, 2004; Krummelbein *et al.*, 2006; Castellano *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2007; Gan *et al.*, 2012) болон сүвшилтийн өөрчлөлтийг (Kelly, 1985; Mead and Chan., 1992; Krummelbein *et al.*, 2009; Gan *et al.*, 2012) харьцуулан судалж, ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний нягт нь хамгаалсан хөрснөөс ихэсч, 0-40 см давхарга дахь макро болон микро сүвшилт 4.25-4.7%, мезо сүвшилт 21.1%-иар тус тус буурдаг болохыг тодорхойлсон байдаг. Харин J.Krummelbein (2006) 25, 54 жил хашсан, хүчтэй доройтсон болон өвөл ашиглагддаг бэлчээрийн хөрсний сүвшилт нь хашиж хамгаалсан бэлчээрийнх 58%, зөвхөн өвөл ашиглагддаг хөрс 56%, хүчтэй доройтсон хөрснийх 50% байдаг болохыг тодорхойлсон байдаг.

Ийнхүү бэлчээр ашиглалт нь хөрсний физик шинжүүд, түүний дотроос нягт, сүвшилтэнд хүчтэй нөлөөлдөг талаар гадаад, дотоодын судаачид бүтээлдээ дурьдсан боловч монгол орны уулын хээрийн бэлчээрийг хашиж хамгаалснаар түүний физик шинжид гарах өөрчлөлтийн талаархи мэдээ төдийлөн байхгүй байна.

Хөрсний механик бүрэлдэхүүнээс ус-физик, физик-механикийн шинж чанар болох агаар, дулааны, исэлдэлт-ангиралтын горим, шингээх чадвар, хөрсөн дэх ялзмаг, шим элементийн хуримтлал хамаардаг (Аваадорж, 2014).

Д.Аваадорж (2006) бүтээлдээ бэлчээрийн доройтлоос хамаарсан нягтын өөрчлөлт элсэнцэр хөрсөнд бараг ажиглагдахгүй байдаг бол харин хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй соргог бэлчээрийн өнгөн давхаргын нягт хүчтэй доройтсон бэлчээрийн хөрснөөс 8%-иар, сүвшилт нь 3.4%-иар тус тус буурдаг хэмээн дурьдсан байдаг. Тэрбээр соргог бэлчээрийн хөнгөн шавранцар хөрсний 0-5 см-ийн давхарга дахь физик шаврын агууламж нь 19.8% байдаг бол дунд зэрэг доройтсон хөрснийх 15.2%, хүчтэй доройтсон хөрснийх 10.8% болж тус тус буурдаг болохыг тодорхойлжээ. Өөрөөр хэлбэл, бэлчээр доройтоход ургамлын бүрхэц эрс буурдаг тул хөрс салхи, усны элэгдэлд өртсөний улмаас физик шаврын агууламж буурдаг байна.

Ийнхүү хөрсний механик бүрэлдэхүүн болон ус-физикийн шинжийг бэлчээр хамгаалалт, бэлчээрийн нөхөн сэргэлттэй холбон судалсан нь манай орны хувьд үгүй бөгөөд харин хөрсний механик бүрэлдэхүүнийг бэлчээрийн доройтлын түвшинтэй уялдуулсан судалгааны үр дүн Д.Аваадорж нарын (2006) бүтээлээр хязгаарлагдаж байна.

Монгол орны бэлчээр ашиглалт, хамгаалалтай уялдан хөрсний химийн шинжид гарах өөрчлөлтийн талаархи судалгаа харьцангуй цөөн ба уулын болон тал

хээрийн доройтлын янз бүрийн түвшинд орших бэлчээрийн хөрс (Аваадорж, 2006; Баасандорж, 2010) болон доройтлын янз бүрийн түвшинд орших бэлчээрийг хашиж хамгаалан, түүнийг зэрэгцээ орших ашиглаж буй бэлчээрийн хөрстэй харьцуулсан судалгаагаар (Баттулга нар, 2010; Мягмаржав, 2015) хязгаарлагдаж байна. Эдгээр судлаачид бэлчээрийн доройтлын түвшнээс хамаарч хөрсний ялзмаг, хөдөлгөөнт шим тэжээлийн бодисын үзүүлэлтүүд багасдаг хэмээн дүгнэсэн.

Ийнхүү хөрсний физик шинж, механик бүрэлдэхүүн, химийн шинж чанарыг манай оронд гол төлөв доройтлын түвшинг илрүүлэх зорилго бүхий цөөн судалгаа байх ба харин бэлчээр хамгаалснаар хөрсний физик шинжид гарах өөрчлөлтийн судалгаа бараг хийгээгүй байна.

Ийнхүү бэлчээр ашиглалт хөрсний физик, механик бүрэлдэхүүн, химийн шинж чанарт нөлөөлдөг талаархи судалгаа бусад оронд нилээд хийсэн боловч манай оронд бэлчээрийн доройтлын төлөв байдалтай уялдан, хашиж хамгаалснаар хөрсний физик, химийн шинж чанарт гарах өөрчлөлтийн талаархи судалгаа хомс юм.

Судалгаа хийсэн газрын байгаль, уур амьсгалын онцлог

Физик газарзүйн мужлалаар Хангай-Хэнтийн их мужийн Хэнтийн мужийн Хэнтий нуруу болон түүний гол салбаруудын тойрогт багтдаг (Цэгмид, 1969). Хэнтийн нуруу ба түүний гол салбаруудын тойрог нь Хэнтийн гол нуруу, Бага Хэнтий, Их Хэнтийн нуруу, тэдгээрийн томоохон салбаруудыг багтаана. Энэ тойргийн хил нь Зүүн талд Барах голын адаг орчмоор гарч өмнө хэсэгтээ Хурах, Туул голыг дагасан тектоникийн гаралтай хөндийнүүд болон Улаанбаатар хотоос нилээн хойгуур гарах ба баруун талдаа Хараа голын баруун гарын цутгалуудыг огтлон гарсан шугам, хойт талд улсын хил болно. Гадаргын үнэмлэхүй өндөр 2000-2500 метр, хамгийн өндөр цэг нь Асралт-Хайрхан юм.

Хустайн байгалийн цогцолборт газар нь Хангай, Хэнтийн уулт их муж, Хэнтий уулт муж, үлдэц уулсын районд багтаана (Жигж, 1975). Энэ районд Хэнтийн уулт хөмбөний захаар байрласан уулс, тухайлбал: Ерөө гол дагуу орших Дулаанхаан, Хөхчулуутын уулс, Хараа голын урсгалын дунд үед орших Бургалтайн уулс, Туул голын их тохойн дагуу орших Заамарын уулс тэрчлэн Онон, Бальж гол дагуух нам уулс хамаарна. Эндэхийн уулсын үнэмлэхүй өндөр 1000-2000 м бөгөөд харьцах өндөр нь 600-800 метр юм. Уулс ихэвчлэн эрт төрмөлийн эриний дээд галавын боржин, хувирмал чулуулгаас бүтнэ. Уулсын хооронд цэрд, гуравдагч, дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсаар дүүргэгдсэн эртний хотгорууд элбэг юм. Гадаргын байдал ихээхэн хэрчигдсэнээс гадна заримд нь орон нутгийн чанартай тектоник хагарлаар мөргөцөг үүссэн ч бий.

Монгол орны хөрсний мужлалаар Хангайн хөрсний био-уур амьсгалын их мужийн уулархаг газарт нь уулын хархүрэн, уулын хүрэн хөрс, хуурай ам хөндийд нь хархүрэн хөрс зонхилон тархдаг Өмнөт Хэнтийн хөрсний тойрогт хамрагдана (Ногина, Доржготов, 1984). Энэ тойрогт хүрэн хөрс голлох суурийг эзлэхийн хамт хойт талын зарим нутаг болон арай өндөрлөг ухаа гүвээг дагаж хархүрэн хөрс нилээд тархжээ. Уул толгодын нөлөөгөөр хөрсний босоо бүслүүр үүсч уулын хүрэн, уулын хар хүрнээс гадна уулын оройд хар шороон хөрс цөөнгүй тохиолдоно.

Уулын хүрэншороон хэвшинжийн хөрс нь өвлийн улиралд 1.5-2.5 м гүн хөлдөж хавар-зуны эхэн үед түргэн гэсдэг тул улирлын цэвдэг байдаггүй. Уулын

харшороон хөрстэй адил үе үе нэвт норж чийглэгддэг чийгийн горимтой боловч уулын өвөр хажуу дээрх сайр чулуурхаг нимгэн хөрс жил бүр нэвт норж (тэр ч байтугай зарим жил ургамлын ургалтын хугацаанд хэдэн удаа нэвт чийглэгдэж) чийглэгддэг чийгийн горимтой байдаг тохиолдол ч бий. Үүнээс болоод уулын хүрэншороон хөрсний дотор карбонатгүй хөрс бас цөөнгүй тохиолддог.

Хустайн нуруу уур амьсгалын хуурайдуу, сэрүүн мужийн хүйтэвтэр дэд мужид хамаарна. Өндөр уул, гүвээ толгод, уулсын хоорондох өргөн, нарийн хөндий, тал хосолсон рельефийн хувьд олон янз тогтоцтой бичил цаг уурын өвөрмөц нөлөөг үзүүлдэг (Цэгмид, 1969). Хустай нуруу орчмын олон жилийн агаарын дундаж температур -0.9 градус бөгөөд 2012 онд Хустай орчмоор жилийн дундаж агаарын температур -1.7 градус хүйтэн байсан нь олон жилийн дундажаас -0.8 градусаар хүйтэн байлаа. Энэ нь Хустайд цаг уурын ажиглалт хийж эхэлснээс хойш тохиолдоогүй хамгийн хүйтэн жил байв. Агаарын температурын жилийн явцаас харахад өвлийн улирлын 1, 2, 12-р саруудад олон жилийн дундажаасаа -5.0... -3.6 градусаар хүйтэн, харин 4, 5, 7, 9-р саруудад олон жилийн дундажаасаа +0.2... +2.3 градусаар дулаан, 3, 6, 8-р саруудад олон жилийн дундажийн орчим байсан (Мөнхбат, 2012).

2013 онд Хустай орчмоор жилийн дундаж агаарын температур -0.22 градус хүйтэн байсан нь олон жилийн дундажаас бага зэргийн ялгаатай (0.58 градус), сэрүүвтэр байв. 5-р сард 0°C-ээс доош хэм хүрсэн 7 хоног (ОЖД-аар 9.8 хоног) байсан ба 5-р сарын 9-нд болон 29-нд үнэмлэхүй бага температур -2,7°C хүрчээ. 4-р сарын хөрсний дундаж температур 5.9°C хэм байсан нь өмнөх жилээс (5.9°C) өөрчлөгдсөнгүй (Мөнхбат, 2013).

Хустай нуруу орчмын олон жилийн нийт тунадас 226.8 мм бөгөөд 2012 онд тус нутгаар жилдээ 266.5 мм тунадас унасан бөгөөд энэ нь олон жилийн дундажаас 39.7 мм-ээр их байлаа. Дулааны улиралд 4-10-р сард 258.2 мм тунадас орсон нь жилийн хур тунадасны 96.9%-ийг эзэлнэ. Хүйтний улиралд 8.3 мм буюу жилийн хур тунадасны 3.1% нь орсон байна. Их тунадас 6-8-р сард 48.7-113.0 мм орсон. Хоногт хамгийн их хур тунадас 7-р сарын 30-нд 34.5 мм орсон байна.

2013 онд тус нутгаар жилдээ 227.8 мм хур тунадас унасан бөгөөд энэ нь олон жилийн дундажтай ойролцоо байлаа. Дулааны улиралд 4-10-р сард 218.8 мм хур тунадас орсон нь жилийн хур тунадасны 96.1%-ийг эзэлж байна. Хүйтний улиралд 8.95 мм буюу жилийн хур тунадасны 3.9 хувь нь орсон. Их хур тунадас 6-8-р сард 140.1 мм орсон.

Олон жилийн ажиглалтаар жилд орох хур тунадасны хэмжээ 131.1-291.2 мм хэлбэлзэнэ, үүнээс дулааны улиралд 126.7-279.4 мм буюу 80% нь хүйтний улиралд 1.2-31.5 мм буюу 20 хүртэл хувь унана. Хамгийн их хур тунадас 7, 8-р сард унах ба 43.6-123.4 мм буюу жилийн нийлбэр хур тунадасны 33-42% болох юм (Баттөр, 2009).

Салхины жилийн дундаж хурд 2-4 м/с. Нарны нийлбэр цацрагийн жилийн дундаж 2400-2800 кВт.цаг/м². Жилийн цэлмэг өдрийн тоо 100 хоног.

СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГАЗҮЙ

Хөрсний физик, химийн шинж чанарыг тодорхойлох судалгааг Төв аймгийн Аргалант, Баянхангай, Алтанбулаг зэрэг 3 сумын нутгийн хил дээр орших Хустайн байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсэд 2 талбайг сонгож гүйцэтгэсэн. Үүнд 1-р талбай нь Молцог элсний зүүн хойд талд байрлах бэлчээрт

ашиглаж байгаа уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрстэй (N47°45'06" E105°52'59.1") ба "ашиглаж буй бэлчээр", 2-р талбай нь Молцог элсний зүүн хойд талд байрлах 2006 онд хашиж хамгаалсан (N47°45'04.5" E105°50'55") уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрстэй ба "хамгаалсан бэлчээр" хэмээн нэрлэсэн.

Хустайн байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсэд хамаарах Төв аймгийн Аргалант сумын нутагт орших уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний физик, химийн шинжид бэлчээр хамгааллын нөлөөг илрүүлэх зорилгоор дараах аргазүйг боловсруулав.

Уулын хээрийн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний 0-100 см гүнээс 10 см-ийн үелэлээр дээжийг 3 давталтайгаар аван механик бүрэлдэхүүнийг Качинскийн аргаар тодорхойлов. Фракц бүрийн хэмжээг 1мм-ийн шигшүүрээр шигшиж үнэмлэхүй хуурай хөрсний жинд эзлэх хувиар илэрхийлж дараахь томъёогоор бодсон. Үүнд: уусмалыг шүүхэд шигшүүр дээр үлдсэн (1.0-0.5 ба 0.5-0.25мм-ийн ширхэгтэй) фракцыг хэмжээг (X):

$$X = (a \cdot 100) / c \quad (1)$$

томъёогоор бодсон. Үүнд: а- 1.0-0.25мм-ийн ширхэгтэй хэсгийн хэмжээ, г; с- анализэд авсан дээжний жин, г.

Пипеткэнд (шимүүр) сорогдон орсон зохих хэмжээнээс бага ширхэгтэй хэсгүүдийн хөрсөнд эзлэх хувийг (z) дараах томъёогоор тооцоолсон.

$$z = (a \cdot V \cdot 100) / b \cdot c \quad (2)$$

Үүнд: а- пипеткэнд сорогдож орсон фракцын (жижиг хэсгүүдийн) жин, г; b- пипеткийн эзэлхүүн, мл; с- анализэд авсан үнэмлэхүй хуурай дээжний жин, г; V- цилиндрийн (суспенз буюу уусмалын нийт) эзэлхүүн, мл.

Хээрийн нөхцөлд хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрснөөс үе давхарга (0-100 см) бүрээс 3-6 давталтайгаар металл цилиндрээр (h=5 см, d=5 см) дээж авч дунджаар нягтыг тооцоолсон.

$$d_v = \frac{P}{V} \quad (3)$$

Үүнд: P- үнэмлэхүй хуурай хөрсний жин, г, V- цилиндрийн эзэлхүүн, см³

Хөрсний хатуу хэсгийн нягтыг пикнометрийн аргаар тодорхойлсон.

$$d = \frac{A}{B+A-C} \quad (4)$$

Үүнд: d-хатуу хэсгийн нягт, г/см³, А- хөрсний жин, г, В- усаар дүүргэсэн пикнометрийн жин, г, С- усаар дүүргэсэн хөрстэй пикнометрийн жин, г.

Хөрсний хатуу хэсгийн нягт ба нягтыг тодорхойлсны үндсэн дээр сүвшилтийг дараах томъёогоор тооцоолсон.

$$P = 1 - \frac{d_v}{d} \cdot 100 \quad (5)$$

Үүнд: P- нийт сүв, %, d_v-ерөнхий нягт (эзэлхүүн жин), d-хатуу хэсгийн нягт, г/см³

Хээрийн нөхцөлд уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний химийн шинж чанарыг тодорхойлох зорилгоор хөрсний үе давхарга (0-100 см) бүрээс 3 давталтайгаар дээжийг лабораторид хөрсний урвалын орчиныг усан болон давсан ханданд иономерийн аргаар, ялзмагийг Тюрингийн аргаар, хөдөлгөөнт фосфор (P₂O₅) 1% нүүрс хүчлийн аммоны уусмалд Мачигины аргаар, хөдөлгөөнт кали (K) 1%

нүүрсхүчлийн аммоны уусмалд фотометрийн аргаар, давсжилтийг иономерийн аргаар, цахилгаан дамжуулах чадварыг иономерийн аргаар, солилцох сууриудыг комплексметрийн аргаар тус тус тодорхойлсон.

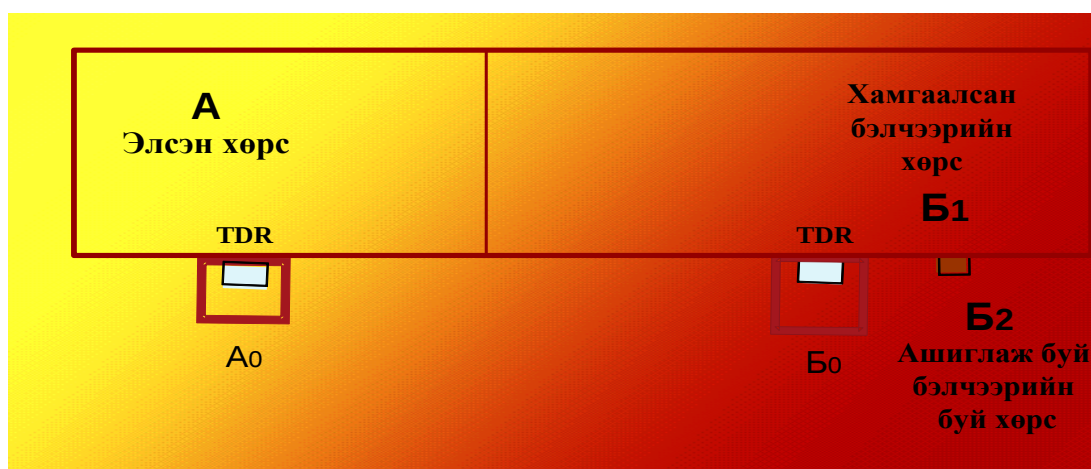
Хустайн байгалийн цогцолборт газрын Молцог элсний орчмын уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний чийгийн хөдлөлзүйг судлахын тулд тэгш гадаргуутай хээрийн хөрсөнд зүсэлт хийж, ургамлын үндсийг 0-10 см, 10-20 см, 20-30 см, 30-40 см-ийн гүнээс 10 см хэмжээтэй блокоор 5 давталттай авч, блок тус бүр дэх ургамлын үндэсний дээжийг авсан.

Анхдагч материал боловсруулсан арга

Уулын хээрийн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний физик, химийн шинж чанарын үзүүлэлтүүдэд нэг, хоёр хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) хийсэн.

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Хөрсний физик шинжийн өөрчлөлт усны горимд үзүүлэх нөлөөг илрүүлэх зорилгоор уулын хээрийн хамгаалсан бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний морфологи шинж, механик бүрэлдэхүүн, физик (нягт, хатуу хэсгийн нягт, сүвшилт), химийн шинж чанарын үзүүлэлтийг (рН, давс, солилцох суурь, ялзмаг, шим тэжээлийн элементүүд) Хустайн байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсэд хамаарах ХААИС-ийн Экосистемийн судалгааны төвийн харъяаны 2-р талбайд (1-р зураг) аргазүйд заасны дагуу судаллаа.

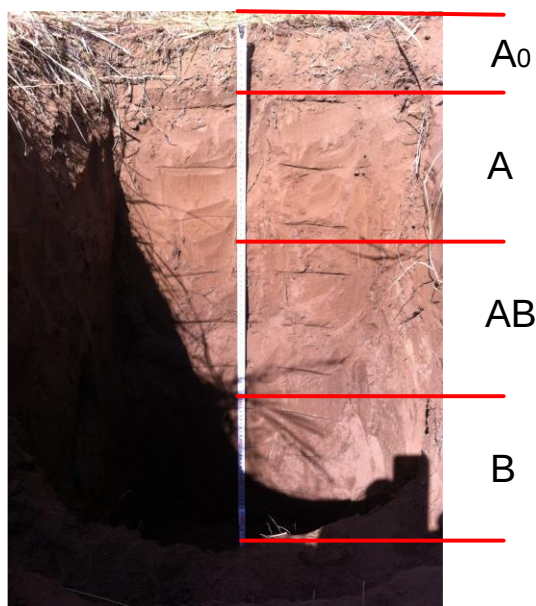


Зураг 1. Туршилтын талбайн бүдүүвч. А- Элсэн хөрс бүхий Молцог элсний талбай, Б1-Уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий хамгаалсан бэлчээр, Б2-Уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий ашиглаж буй бэлчээр, А0, Б0-хэмжилтийн багаж суурилуулсан талбай

Уулын хээрийн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний морфологи шинжийг тодорхойлохын тулд 0-120 см-ийн давхаргад хөрсний зүсэлт хийв. Уулын хээрийн хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний А үе давхарга буюу ялзмагт давхарга нь дунд зэргийн зузаантай (68 см), хүрэн өнгөтэй, бөөмөн бүтэцтэй байсан ба хөрсний 60 см гүнээс эхлэн давсны хүчлийн үйлчлэлд буцалж эхэлсэн. В үе давхарга нь шилжилтийн хил зааг өнгөөрөө тод ялгарч харагдах ба карбонатлаг давхаргын зузаан 30 см, давсны хүчилд хүчтэй бургин

буцалж байлаа. Хөрс үүсгэгч эх чулуулаг нь элювийн гарал үүсэлтэй хурдас (2-р зураг) байсан ба хөрсний морфологи шинж нь дараахь байдалтай байв. Үүнд:

A ₀ 0-10 см	Хүрэн өнгөтэй, бөөмөн бүтэцтэй, ширэгжсэн, ургамлын үндэс
A 10-35 см	ихтэй, нягт, элсэнцэр, чулуугүй Хүрэн өнгөтэй, бөөмөн бүтэцтэй, ургамлын үндсээр дунд зэрэг, нягт, чийглэг, элсэнцэр, үеийн шилжилт тодорхойгүй, чулуугүй
AB 35-68 см	Хүрэн өнгөтэй, бөөмөн бүтэцтэй, ургамлын үндсээр дунд зэрэг, нягт, чийглэг, шавранцар, үеийн шилжилт зааг тодорхойгүй, 60 см- ээс давсны хүчилд бага зэрэг буцалсан
B 70-100 см	Хүрэн өнгөтэй, ургамлын үндсээр бага, нягт, чийглэгдүү, шавранцар, үеийн шилжилт зааг тодорхойгүй, 70 см-ээс давсны хүчилд хүчтэй бургин буцалсан.

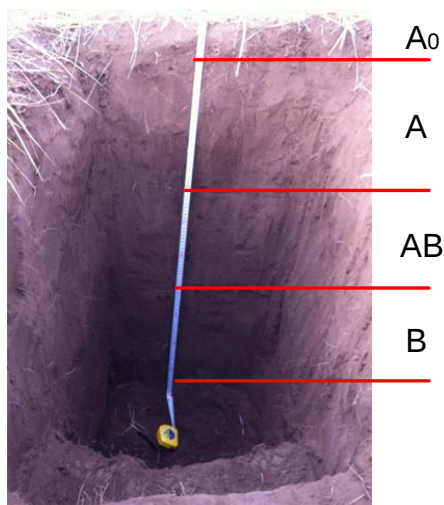


Зураг 2. Хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний зүсэлт

Ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний А үе давхарга буюу ялзмагт давхарга дунд зэргийн зузаантай (70 см), хүрэн өнгөтэй, бөөмөн бүтэцтэй байсан хөрсний 65 см гүнээс эхлэн давсны хүчлийн үйлчлэлд буцалж эхэлсэн. Карбонатын давхарга болох В үе давхаргын шилжилтийн хил зааг өнгөөрөө тод ялгарч харагдах ба карбонатлаг үе давхаргын зузаан 45 см, давсны хүчилд дунд зэрэг буцалж байлаа. Хөрс үүсгэгч эх чулуулаг нь элювийн гарал үүсэлтэй хурдас (3-р зураг) бөгөөд түүний морфологи шинж нь дараахь байдалтай байв. Үүнд:

A ₀ 0-10 см	Хүрэн өнгөтэй, бөөмөн бүтэцтэй, ширэгжсэн, ургамлын үндэс
A 10-40 см	ихтэй, нягт, бага зэргийн чийгтэй, элсэнцэр, чулуугүй Хүрэн өнгөтэй, ургамал үндэс ихтэй, нягт, бага зэргийн чийгтэй, үеийн зааг бүдэг, чулуугүй
AB 40-70 см	Хүрэн өнгөтэй, ургамлын үндэс дунд зэрэгтэй, нягтавттар, үений шилжилт аажим, энд тэндээ сийрэгжсэн нүхтэй, чулуугүй, 65 см-ээс давсны хүчилд бага зэрэг буцалсан

В 70-115 см Хар саарал өнгөтэй, ургамлын үндэс багатай, энд тэндээ нягтавттар, чийглэг, чулуугүй, давсны хүчилд дунд зэрэг буцалсан.



Зураг 3. Ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний зүсэлт

Дээрхи судалгаанаас үзэхэд уулын хээрийн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс нь морфологи тогтцын үзүүлэлт болох өнгө, бүтэц, нягт, ургамлын үндэсний тархалтын гүн, үе давхаргын шилжилт зэргээрээ хоорондоо төсөөтэй юм. Энэ нь уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг малын хөлөөс 7 жил чөлөөлөн хашиж хамгаалахад түүний хөрсний морфологи шинж төдийлөн өөрчлөгддөггүй болохыг харуулж байна.

Хамгаалсан бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний механик бүрэлдэхүүнийг Н.А.Качинский аргаар тодорхойлоход 0.01 мм-ээс жижиг хэмжээтэй хэсгийн эзлэх хувь буюу физик шаврын хэмжээ нь 0-10 см-ийн давхаргад 19.1%, 10-20 см-ийн давхаргад 14.7%, 20-40 см-ийн давхаргад 19.9-20.6%, үлдэх хэсгийг элс бүрдүүлж байсан тул хөрсний өнгөн хэсэг нь элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй, харин 40-50 см-ийн давхаргад 24.1%, 50-60 см-ийн давхаргад 22.4%, 60-70 см-ийн давхаргад 27.1%, 70-80 см-ийн давхаргад 25.9%, 80-90 см-ийн давхаргад 25.8%, 90-100 см-ийн давхаргад 30.3 хувийг тус тус эзэлж, энэ хөрс нь 30-40 см-ийн давхаргаас эхлэн хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй (1-р хүснэгт) байв.

Хүснэгт 1. Хамгаалсан бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний механик бүрэлдэхүүн (Хустай, 2012)

Гүн, см	Механик ширхэгүүд, % ширхэгийн хэмжээ, мм							Хөрсний нэр
	1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	<0.01	
0-10	8.7	65.9	6.3	9	6.5	3.5	19.1	элсэнцэр
10-20	3.1	79.1	3	4.8	7.5	2.5	14.7	элсэнцэр
20-30	4.1	60.9	15.1	10.8	6.4	2.7	19.9	элсэнцэр
30-40	2.5	53.5	23.4	7.1	6.7	6.9	20.6	хөнгөн шавранцар
40-50	17.6	31.5	26.8	9.9	6.8	7.4	24.1	хөнгөн шавранцар
50-60	1.1	75.6	0.9	10.1	6.3	6	22.4	хөнгөн шавранцар
60-70	0	44	28.9	14.8	4.3	8	27.1	хөнгөн шавранцар

70-80	1.5	45.3	27.3	9.7	6.3	9.9	25.9	хөнгөн шавранцар
80-90	0	42.2	32	10.4	8.4	7	25.8	хөнгөн шавранцар
90-100	0	27.4	42.3	19.3	1.7	9.3	30.3	Дунд шавранцар

Ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний 0.01 мм-ээс жижиг хэмжээтэй хэсгийн эзлэх хувь буюу физик шаврын хэмжээ 0-10 см-ийн давхаргад 9.7%, 10-20 см-ийн давхаргад 10.1%, 20-30 см-ийн давхаргад 13.1%, 30-40 см-ийн давхаргад 18%, 40-50 см-ийн давхаргад 19.8%, үлдэх хэсгийг элс бүрдүүлж, энэ хөрс нь өнгөн хэсэгтээ элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй байв. Харин физик шаврын хэмжээ нь 50-60 см-ийн давхаргад 21.6%, 60-70 см-ийн давхаргад 23.6%, 70-80 см-ийн давхаргад 28%, 80-90 см-ийн давхаргад 31%, 90-100 см-ийн давхаргад 29.6%-ийг тус тус эзэлж байгаа тул 50 см-ээс доошхи хөрсний давхарга нь хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй (2-р хүснэгт) байв. Ер нь өгөршилт, хөрс үүсэх явцад хөрсний өнгөн үе илүү эрчимтэй оролцож, хатуу ширхэг жижигрэх магадлал өндөр байдаг зүй тогтолтой байтал бидний судалгаа хийсэн бэлчээрийн хөрсөнд агуулагдах шаврын агууламж хөрсний өнгөн давхаргаас гүн рүүгээ нэмэгдэж байсан нь бэлчээрийн хөрсний өнгөн хэсэг ялангуяа нарийн ширхэгтэй хэсэг усаар туугдан салхинд хийсч, элдэгдэлд орсны шинж (Аваадорж, 2006) хэмээн үзэж байна.

2-р хүснэгт. Ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний механик бүрэлдэхүүн (Хустай, 2012)

Гүн, см	Механик ширхэгүүд, % ширхэгийн хэмжээ, мм							Хөрсний нэр
	1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	<0.01	
0-10	11.9	64.7	13.7	0.1	8.6	1.1	9.7	холбоот элс
10-20	7.9	73.8	8.2	3.8	2.9	3.3	10.1	элсэнцэр
20-30	4.3	73.2	9.4	5	4.9	3.2	13.1	элсэнцэр
30-40	9.2	59	13.8	3.8	6.5	7.7	18	элсэнцэр
40-50	1.2	21.6	57.4	4.9	6.8	9.1	19.8	элсэнцэр
50-60	2.8	54.8	20.8	7.2	4.2	10.2	21.6	хөнгөн шавранцар
60-70	1.0	51.7	23.7	12.3	4.2	7.1	23.6	хөнгөн шавранцар
70-80	2.1	35.8	34.1	4.7	11.3	12	28	хөнгөн шавранцар
80-90	2.7	26.2	40.1	12	8	11	31	дунд шавранцар
90-100	23	31.9	15.5	13.9	7.7	8	29.6	хөнгөн шавранцар

Хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний механик бүрэлдэхүүнийг ашиглаж буй бэлчээрийн хөрснийхтэй харьцуулахад хөрсний 0-10 см-ийн давхаргад агуулагдах шаврын хэмжээ 9.4%-иар их, харин 0-50 см-ийн давхаргад агуулагдах шаврын хэмжээ 2.6-9.4%-иар их байлаа. Ийнхүү ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний өнгөн хэсгийн шаврын агууламж нь хамгаалсан бэлчээрийнхээс бага байгаа нь малын бэлчээрлэлтийн нөлөөн дор хөрсний өнгөн хэсэг салхи, усны элэгдэлд өртсөнтэй холбоотой хэмээн үзэж байна.

Хөрсний ерөнхий физик шинж нь нягт, хатуу хэсгийн нягт, сүвшилтээр тодорхойлогдоно. Хөрсний нягт нь тухайн хөрсний хамгийн тогтвортой үзүүлэлтийн нэг бөгөөд $1.0-1.1 \text{ кг/см}^3$ байхад ургамалд хамгийн тохиромжтой байдаг (Качинский, 1969, Ревут, 1972, Плюснин, 1983). Хөрс хэт сийрэг эсвэл хэт нягт байх нь түүний агаар, дулаан, чийгийн горимыг өөрчилдөг. Энэ нь үндэсний өсөлтийг сааруулж, цаашилбал ургамлын өсөлт, хөгжилтөнд сөргөөр нөлөөлдөг. Үүний дээр хөрс хэт нягт байх тохиолдолд аэроб нөхцөлд амьдардаг бичил биетний үйл ажиллагаа удааширч, зогсонги байдалд орохоос гадна ургамлын үндэс мөхдөг. Мөн хөрс нягтарснаар түүний ус нэвтрүүлэх чадвар нь буурч, хөрсөнд ус муу шингэх юмуу эсвэл шингэхгүй байснаар нэг талаас хөрс усны элэгдэлд орох нөхцөл бүрддэг (Аваадорж, 2006) бол нөгөө талаас ургамал хөрснөөс ус шингээх боломж нь буурдаг.

Судалгааны явцад уулын хээрийн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хүрэн хөрсний 0-100 см гүний үе давхарга бүрээс 3-6 давталттайгаар металл цилиндрээр ($h=5\text{см}$, $d=5\text{см}$) дээж авч нягтыг тодорхойлсон (4-р хүснэгт). Хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний нягт 0-10 см-ийн давхаргад 1.30 г/см^3 , 20-40 см-ийн давхаргад $1.51-1.56 \text{ г/см}^3$, 50-100 см-ийн давхаргад $1.45-1.53 \text{ г/см}^3$ байсан бол ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний нягт нь 0-10 см-ийн давхаргад 1.33 г/см^3 , 20-40 см-ийн давхаргад $1.48-1.58 \text{ г/см}^3$, 50-100 см-ийн давхаргад $1.43-1.50 \text{ г/см}^3$ байлаа. Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний нягтын хамгийн их үзүүлэлт нь ялзмаг хуримтлалын давхарга буюу 0-40 см-ийн давхаргад ($1.30-1.58 \text{ г/см}^3$) тэмдэглэгдсэн (3-р хүснэгт) бөгөөд энэ давхаргаас доошлоход уг үзүүлэлт аажмаар буурч байв. Гэхдээ уулын хээрийн хүрэн хөрсний нягтын эдгээр үзүүлэлт бусад судлаачдын тодорхойлсон хөрсний нягтын үзүүлэлтээс өндөр байгаа нь судалгаа хийгдэхээс өмнө Молцог элсний элсийг Налайхын шилний үйлдвэрийн түүхий эд болгон ашиглаж байсантай уялдан хүнд даацын автомашины нөлөөтэй холбоотой хэмээн үзэж байна.

Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний 0-40 см-ийн давхарга дахь нягтын үзүүлэлтэд нэг хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) хийхэд ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний 0-40 см-ийн давхарга дахь нягт хамгаалсан бэлчээрийн хөрснөөс их ($p=0.000316$) байлаа.

Хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний 0-10 см-ийн давхаргад хатуу хэсгийн нягт нь 2.69 г/см^3 , 20-40 см-ийн давхаргад $2.62-2.65 \text{ г/см}^3$, 50-100 см-ийн давхаргад $2.53-2.60 \text{ г/см}^3$ байв. Ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний хатуу хэсгийн нягт нь 0-10 см-ийн давхаргад 2.58 г/см^3 , 20-40 см-ийн давхаргад $2.50-2.55 \text{ г/см}^3$, 50-100 см-ийн давхаргад $2.39-2.72 \text{ г/см}^3$ байлаа. Ийнхүү хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний ялзмаг хуримтлалын давхарга буюу 0-40 см-ийн давхаргад ($2.5-2.65 \text{ г/см}^3$) хатуу хэсгийн нягтын үзүүлэлт хамгийн өндөр байсан ба энэ давхаргаас доошлоход уг үзүүлэлт аажмаар буурч байлаа. Энэ нь А.Ю. Вадюнина (Вадюнина нар, 1986) нар хүрэн хөрсний хатуу хэсгийн нягт 0-20 см-ийн давхаргад 2.6 г/см^3 байсан бол гүндээ 2.75 г/см^3 болж нэмэгддэг зүй тогтолтой хэмээсэн дүгнэлттэй дүйж байна.

Мөн хамгаалсан болон ашиглаж буй уулын хээрийн бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний хатуу хэсгийн нягтын үзүүлэлтэд хоёр хүчин зүйлт дисперсийн (ANOVA) шинжилгээ хийхэд хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний 0-40 см-ийн давхарга дахь хатуу хэсгийн нягт нь ашиглаж буй бэлчээрийнхээс их ($p=3.11\text{e-}07$) байв.

Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний сүвшилтийг аргазүйн дагуу тодорхойлоход хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний сүвшилт 0-10 см-ийн давхаргад 51.67%, 20-40 см-ийн давхаргад 40.5-43.02%, 50-100 см-ийн давхаргад 39.5-44.2.7% байв. Харин ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний сүвшилт 0-10 см-ийн давхаргад 48.45%, 20-40 см-ийн давхаргад 37.05-41.96%, 50-100 см-ийн давхаргад 39.5-44.4% байлаа (3-р хүснэгт). Сүвшилтийн судалгааны үр дүнгээс үзэхэд хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний сүвшилт нь ашиглаж буй бэлчээрийнхээс 0-10 см-ийн давхаргад 3.2%-иар, 20-40 см-ийн давхаргад 1.1-3.8%-иар тус тус их байсан. Бид ургамлын үндэс зонхилон тархсан хөрсний 0-40 см-ийн давхаргын сүвшилтийн үзүүлэлтэд хоёр хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) хийхэд хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний сүвшилт нь ашиглаж буй бэлчээрийн хөрснөөс их ($p=0.000774$) байгаа нь тодорхойлогдлоо.

Хүснэгт 3. Хөрсний физик шинж чанарын үзүүлэлт

Хөрсний давхарга	Гүн, см	Чийг, %	Нягт, г/см ³	Хатуу хэсгийн нягт, г/см ³	Сүвшилт, %
Ашиглаж буй бэлчээрийн бэлчээрийн хөрс					
A ₀	0-10	6.9	1.33	2.58	48.45
A	10-20	3.0	1.58	2.51	37.05
	20-30	4.9	1.54	2.50	38.40
	30-40	9.1	1.48	2.55	41.96
AB	40-50	9.0	1.50	2.72	44.85
	50-60	8.8	1.43	2.52	43.25
	60-70	9.5	1.47	2.43	39.50
B	70-80	10.4	1.48	2.39	38.07
	80-90	12.2	1.47	2.47	40.48
	90-100	13.2	1.39	2.50	44.40
Хамгаалсан бэлчээрийн хөрс					
A ₀	0-10	5.0	1.30	2.69	51.67
A	10-20	4.2	1.55	2.62	40.84
	20-30	5.3	1.56	2.62	40.46
	30-40	7.8	1.51	2.65	43.02
AB	40-50	7.2	1.51	2.53	40.32
	50-60	9.2	1.45	2.53	42.68
	60-70	9.9	1.52	2.60	41.54
B	70-80	12.0	1.48	2.56	42.19
	80-90	9.8	1.51	2.54	40.55
	90-100	2.1	1.53	2.53	39.52

Ийнхүү уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг хамгаалснаар хөрсний өнгөн давхаргын шаврын агууламж ихэсч механик бүрэлдэхүүнд өөрчлөлт орохын дээр хөрсний нягт, хатуу хэсгийн нягт ихэсч, харин сүвшилт нэмэгддэг болохыг тогтоолоо.

Хөрсний химийн шинж чанарыг тодорхойлохын тулд хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний ялзмаг, рН, давс, солилцох суурь, шим тэжээлийн элементийн үзүүлэлтийг хөрсний үе давхарга тус бүрт судаллаа. Ялзмагийн агууламж нь хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний 0-10 см-ийн давхаргад

2.92%, 10-20 см-ийн давхаргад 1.79%, 20-50 см-ийн давхаргад 1.72-2.47% байсан бол ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний 0-10 см-ийн давхаргад 1.51%, 10-20 см-ийн давхаргад 1.07%, 20-50 см-ийн давхаргад 0.41-2.27% байлаа. Хөрсний ялзмагийн агууламжийн эдгээр үзүүлэлт нь (1.1-1.5%) нь манай орны хүрэн хөрсний 0-10 см давхаргад 2.6% агуулагддаг гэж тогтоосонтой (Аваадорж, 2016) ойролцоо байна.

Хөрсний ялзмагийн агууламжийн үзүүлэлтэд нэг хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ хийхэд хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний 0-50 см-ийн давхаргад агуулагдах ялзмаг нь ашиглаж буй бэлчээрийн хөрснөөс их ($p=0.0012$) байсан ба харин 50-100 см гүн дэх ялзмагийн агууламжаараа хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрс хоорондоо төсөөтэй ($p=0.08$) байв. Ийнхүү ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний 0-50 см гүн дэх ялзмагийн агууламж хамгаалсан хөрснөөс бага байгаа нь ашиглалтаас улбаалан хөрсний ялзмагийн агууламж буурдаг болохыг харуулж байна (7-р хүснэгт). Харин ашиглаж буй бэлчээрийн болон хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний 30-70 см-ийн гүнд ялзмагийн агууламж ихэссэн нь элсэнцэр хүрэн хөрсний органик нэгдэл усаар угаагдан хөнгөн шавранцар давхаргад (40 см гүнээс эхлэн) хуримтлагдсантай холбоотой ($p=3.53e-05$) хэмээн үзэж байна.

Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний ялзмаг хуримтлалын давхаргын 100 г хөрсөнд агуулагдах хөдөлгөөнт фосфор 2.1-2.9 мг, кали 14-18 мг, шингээгдсэн сууриудын нийлбэр 15-24 мг-экв байсан бөгөөд түүний бүрэлдэхүүнд кальци бага зэрэг давамгайлж, солилцоот магни агууламж бага байв. Эдгээр хөрсөнд давсны агууламж бага буюу 0.04%-иас хэтрэхгүй, урвалын орчин pH 7.24-7.68 сул шүлтлэг байв.

Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний шим тэжээлийн бодисын хангамж нь фосфороор бага, хөдөлгөөнт калиар дунд зэрэг хангагдсан, хөрсний үржил шимээр дунд зэрэг хөрсөнд хамаарагдаж байна (4-р хүснэгт).

Хүснэгт 4. Хөрсний химийн шинж чанарын үзүүлэлт

№	Хөрсний гүн, см	pH	Давс, %	ЦДЧ, ds/m	CO ₂ , %	Солилцох суурь, мг-экв/100гр		Ялзмаг, %	Шим тэжээлийн элементүүд, мг/100гр	
						Ca	Mg		P ₂ O ₅	K ₂ O
Хамгаалсан бэлчээрийн хөрс										
1	0-10	7.65	0.04	0.106	*	15.9	6.5	2.92	2.9	18
2	10-20	7.62	0.02	0.043	*	10.1	6.5	1.79	2.6	17
3	20-30	7.68	0.02	0.034	*	11.1	8.9	1.72	2.3	15
4	30-40	7.63	0.04	0.07	*	17.6	6	2.24	2.9	15
5	40-50	7.76	0.02	0.046	*	18	10.2	2.47	2.6	14
6	50-60	7.76	0.02	0.047	*	17	7.4	2.11	2.6	14
7	60-70	7.84	0.03	0.065	*	15.4	6.5	2.55	2.6	15
8	70-80	8.12	0.04	0.103	0.16	14.4	7.4	1.47	2.8	15
9	80-90	8.30	0.05	0.119	0.33	12.6	8.4	1.26	2.7	15
10	90-100	8.36	0.05	0.133	0.33	14.1	10.8	1.01	2.9	15
Ашиглаж буй бэлчээрийн хөрс										
11	0-10	7.61	0.01	0.044	-	11.6	4.2	1.51	2.9	15
12	10-20	7.37	0.01	0.028	-	10	6	1.07	2.3	15
13	20-30	7.24	0.02	0.03	-	8.6	6.5	0.41	2.1	14

14	30-40	7.44	0.03	0.048	-	8.8	7.2	1.86	2.1	15
15	40-50	7.34	0.02	0.038	-	12.8	6.7	2.07	2.0	13
16	50-60	7.53	0.03	0.045	-	15.1	12.7	2.27	2.1	14
17	60-70	7.82	0.04	0.049	-	12.1	8.7	1.4	2.4	14
18	70-80	8.07	0.05	0.125	-	12.3	10.4	1.89	2.5	15
19	80-90	8.16	0.04	0.056	-	8.8	8.3	1.17	2.4	14
20	90-100	8.40	0.06	0.113	-	14.6	6.9	1.85	1.9	9

Судалгаа хийсэн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс нь рН, давс агууламжаараа төсөөтэй ($p=0.08$), харин 0-50 см гүн дэх хөрсний ялзмагийн агууламж, солилцох суурь, шим тэжээлийн элементүүдийн агууламж нь хамгаалсан бэлчээрийнхэд илүү ($p=0.0012$) байв. Энэ нь хамгаалсан бэлчээрийн ургамлын бүрхэц, арви, ургац нэмэгдснээр хөрсний ялзмаг, хөдөлгөөнт шим тэжээлийн элемент зэрэг үржил шимийн үзүүлэлтүүд ихэсдэг болохыг харуулж байна.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Дотоод (Аваадорж нар., 2006; Баттулга нар., 2010; Баасандорж нар., 2010; Мягмаржав, 2015), гадаадын судлаачдын (Haveren *et al.*, 1983; Willatt *et al.*, 1984; Naeth *et al.*, 1990; Proffitt *et al.*, 1993; Greene *et al.*, 1994; Greenwood *et al.*, 2001; Martinez *et al.*, 2004; Krummelbein *et al.*, 2006; Castellano *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2007; Gan *et al.*, 2012) бүтээлээс үзэхэд малын төвлөрөл, тооны өсөлтөөс үүдэлтэй бэлчээрийн даац хэтрэх зэрэг шалтгаанаас хамааран хөрсний физик шинж өөрчлөгддөг талаар дурьдсан байдаг тул бэлчээрийг хамгааллын хөрсний физик, ус-физикийн шинж чанарт үзүүлэх нөлөөг илрүүлэх зорилгоор Хустайн байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсэд орших уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг 7 жил малын хөлөөс чөлөөлөн, хашсан талбай болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний физик, химийн шинж чанарын судалгааг 2011-2014 онд гүйцэтгэсэн.

Ийнхүү уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг 7 жил малын хөлөөс чөлөөлөхөд хөрсний 0-10 см-ийн давхаргад агуулагдах шаврын хэмжээ 9.4%-иар их, харин 0-50 см-ийн давхаргад агуулагдах шаврын хэмжээ 2.6-9.4%-иар ихэсчээ. Үүний дээр хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний 0-40 см гүн дэх сүвшилт нь бэлчээрт ашиглаж буй элсэнцэр хүрэн хөрснөөс 1.1-3.8%-иар ($p=0.000774$) нэмэгдсэн. Манай оронд бэлчээрийг хамгаалснаар хөрсний физик шинжид гарах өөрчлөлтийн талаархи судалгаа төдийлөн байхгүй боловч хөрсний физик шинжийн үзүүлэлтийг бэлчээрийн төлөв байдалтай уялдуулан (Аваадорж нар., 2006; Баттулга нар., 2010; Баасандорж нар., 2010; Баттулга нар., 2011; Мягмаржав нар., 2015) судалж, бэлчээрийн доройтлын зэрэг ихсэхийн хэрээр хөрсний 0-20 см гүний нягт ихэсч, сүвшилт нь буурдаг хэмээсэн дүгнэлт хийсэн нь бидний судалгааны үр дүнтэй нийцэж байна. Үүний зэрэгцээгээр J.Krummelbein (2006) өвөл ашигладаг бэлчээрийн хөрсний 0-10 см гүнд 55%-ийн сүвшилттэй хэмээн тооцсон нь бидний үр дүнтэй ойролцоо байв. Харин бидний тодорхойлсон уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний нягтын үзүүлэлт бусад судлаачдынхтай харьцуулахад нилээд өндөр ($1.3-1.58 \text{ г/см}^3$) байгаа нь судалгаа хийгдэхээс өмнө Молцог элсний элсийг Налайхын шилний үйлдвэрийн түүхий эд болгон ашиглан зөөж байсан хүнд даацын автомашины нөлөө хэмээн үзэж байна. Үүний зэрэгцээгээр бэлчээрийг хамгаалснаар 0-50 см гүн дэх хөрсний ялзмагийн

агууламж, солилцох суурь, шим тэжээлийн элементүүд ихэсдэг ($p=0.0012$) болох нь судалгаанаас харагдлаа. Энэ нь хамгаалсан бэлчээрийн ургамлын бүрхэц, хөрсөнд тархсан үндэстэй холбоотой юм.

ДҮГНЭЛТ

Уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг 7 жил малын хөлөөс чөлөөлж, хашиж хамгаалахад 0-40 см-ийн давхарга дахь хөрсний сүвшилт ашиглаж буй бэлчээрийнхээс 1.1-3.8%-иар нэмэгддэг ($p=0.000774$) болохыг тогтоов.

Хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний механик бүрэлдэхүүнийг ашиглаж буй бэлчээрийн хөрснийхтэй харьцуулахад хөрсний 0-10 см-ийн давхаргад агуулагдах шаврын хэмжээ 9.4%-иар их, харин 0-50 см-ийн давхаргад агуулагдах шаврын хэмжээ 2.6-9.4%-иар их байлаа. Ийнхүү ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний өнгөн хэсгийн шаврын агууламж нь хамгаалсан бэлчээрийнхээс бага байгаа нь малын бэлчээрлэлтийн нөлөөн дор хөрсний өнгөн хэсэг салхи, усны элэгдэлд өртсөнтэй холбоотой хэмээн үзэж байна.

Судалгаа хийсэн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс нь рН, давс агууламжаараа төсөөтэй ($p=0.08$), харин 0-50 см гүн дэх хөрсний ялзмагийн агууламж, солилцох суурь, шим тэжээлийн элементүүдийн агууламж нь хамгаалсан бэлчээрийнхэд илүү ($p=0.0012$) байв. Энэ нь хамгаалсан бэлчээрийн ургамлын бүрхэц, арви, ургац нэмэгдснээр хөрсний ялзмаг, хөдөлгөөнт шим тэжээлийн элемент зэрэг үржил шимийн үзүүлэлтүүд ихэсдэг болохыг харуулж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

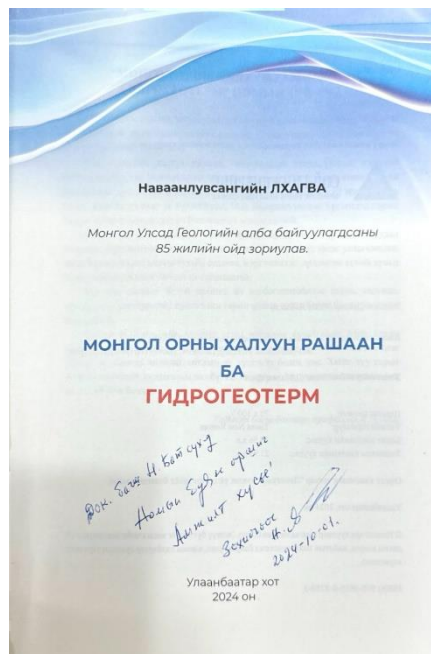
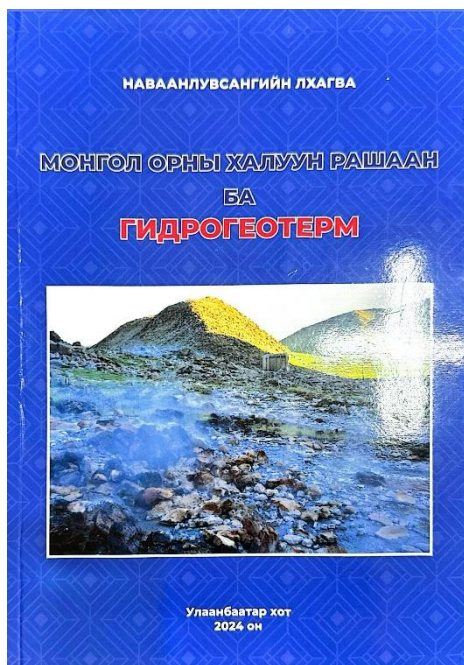
1. Аваадорж Д. “Бэлчээрийн хөрсний физик шинж чанар ба ургамлын нөмрөг, тэдгээрийн өөрчлөлт”, УБ., 2006.
2. Баасандорж Я., Бадрах С. “Хээрийн бүсийн бэлчээрийн экологийн зарим асуудал”, УБ., 2010.
3. Батбаяр Д. “Монголын дорнод хэсгийн хээрийн хөрсний агрофизик шинж, чийгийн горим. /Түмэн цогт дахь хээрийн бүсийн суурин судалгааны жишээн дээр/. ХАА-н ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл. УБ., 1994.
4. Баттулга О., Д.Батбаяр Д., Мягмаржав И. “Бэлчээрийн талхлагдлын хөрсөнд үзүүлэх нөлөө”, “Тахь” эрдэм шинжилгээний өгүүллүүд-9. УБ., 2010. тал 10-29.
5. Билэгт Б. “Агрофизические свойства и режим влажности каштановых почв и некоторые вопросы его регулирования в условиях лесостепной зоны МНР”. УБ. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. кан. с. –х. наук. 1977.
6. Болормаа Б. “Хүрэн хөрсний агрофизикийн зарим шинж чанарт уриншийн технологийн нөлөө”. ХАА-н ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл. УБ., 2010.
7. Castellano, M.J., Valone, T.J. “Livestock, soil compaction and water infiltration rate: Evaluating a potential desertification recovery mechanism”. Journal of Arid Environments 71:97-108, 2001.
8. Доржготов С. “Монгол орны хөрс”. УБ, 2003
9. Гончигсумлаа Ч. “Хөрс судлал, үүсэл, тархалт, ангилал”. УБ, 2008. 100 тал

10. Gan, L., Peng, X., Peth, S and Horn, R. "Effects of Grazing Intensity on Soil Water Regime and Flux in Inner Mongolia Grassland", China. *Pedosphere*. 22(2):165-177, 2012
11. Ginger, R.H., Allington and Thomas J. Valone. "Long-Term livestock Exclusion in an Arid Grassland Alters Vegetation and Soil". *Journal of Rangeland Ecology Management* 64(4):424-428. 2011
12. Greenwood K.L., McKenzie. "Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review". *Aust. J. Exper. Agric.* 41:1231-1250. 2001.
13. Greene R.S.B., Kinnell P.I.A., Wood J.T. "Role of Plant Cover and Stock Trampling on Runoff and Soil Erosion from Semi-arid Wooded Rangelands". *Aust. J. Soil. Res.* 32:953-73. 1994.
14. Жанчивдорж Л. "Монгол орны газар тариалангийн төв бүсэд чихрийн манжинг тариалах хөрсний чийгшлийн зохистой горим". Газарзүйн ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл. УБ, 1999.
15. Жигж С. "Монгол орны хотгор гүдгэрийн үндсэн шинж", УБ, 1975
16. Kato, H., Onda, K., Tanako, Y., Asano, M. "Field measurement of infiltration rate using an oscillating nozzle rainfall simulator in the cold, semiarid grassland of Mongolia". *Journal of Catena*. doi:10.1016/j.catena.2008.11.003. 2008.
17. Kelly, K.B. "Effects of soil modification and treading on pasture growth and physical properties of an irrigated red-brown earth". *Australian Journal of Agricultural Research* 36, 799-807. 1985.
18. Krummelbein, J., Peth, S., Zhao, Y and Horn, R. "Grazing-induced alterations of soil hydraulic properties and functions in Inner Mongolia, PR China". *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 172:769-776. 2009.
19. Mead, J.A., Chan, K.Y. "Cultivation techniques and grazing affect surface structure of an Australian hardsetting soil". *Soil and Tillage Research* 25, 217-230. 1992.
20. Мөнхбат Б. "Хустайн байгалийн цогцолборт газрын 2012 оны цаг агаарын тойм", 2012 онд хийгдсэн тайлан. УБ., х2-10.
21. Мөнхбат Б. "Хустайн байгалийн цогцолборт газрын 2013 оны цаг агаарын тойм", 2013 онд хийгдсэн тайлан. УБ., х4-11.
22. Мөнхтуяа Х. "ГТТБүсэд дунд оройн байцаа ургуулах усалгааны горим тогтоосон дүн". ХАА-н ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл. УБ., 2010.
23. Мягмаржав И. "Хустайн Байгалийн цогцолборт газрын хөрсний төлөв байдал, чанарын үнэлгээний асуудалд". Газарзүйн ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл. УБ, 2015.
24. Proffitt, A.P.B., S. Bendotti, M.R. Howell and J. Eastham. "The effect of sheep trampling and grazing on soil physical-properties and pasture growth for a red-brown earth". *Aust. J. Agric. Res.* 44:317-331. 1993.
25. Чандмань Д. "Хөрсний чийгийн горимыг тензиометрээр хянаж, таримлын усалгааг автоматжуулах боломж". ХАА-н ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл. УБ., 2000.
26. Цэгмид С. "Монгол орны физик газарзүй". УБ., 1969
27. Willatt S.T., Pullar D.M. "Changes in Soil Physical Properties under Grazed Pastures". *Aust. J. Agric. Res.* 22:343-351. 1984.
28. van Haveren B.P. "Soil bulk density as influenced by grazing intensity and soil type on a shortgrass prairie site". *Journal of Range Management* 36(5):586-588. 2000. 1983.
29. Zhao Y. "Response of soil moisture and temperature to grazing intensity in a *Leymus*
30. <http://www.1212.mn>

ШҮҮМЖ

УС БОЛ БУРХАН

2024 оны 10-р сарын 1. Дэлхийн ахмад настангуудын баярын өдөр. Эх орны минь намар цаг. Энэ жилийн намар хур тунадас элбэг. Өгөөж нь баян. Гадаад, дотоодоос хүүхдүүд минь, ах дүү нар, шавь нар маань утас цохиж хань бид хоёрт Ахмадын баярын мэнд хүргэж сайн сайхны ерөөлийг дэвшүүлж байлаа. Эл олон мэндчилгээний дунд манай орны нэртэй эрдэмтэн, рашаан судлаач Н.Лхагва мэндчилгээ дэвшүүлэнгээ Та гэртээ байх уу, би өөрийнхөө номыг Танд өгөх гэсэн юм гэлээ. Би маш их баярлан би гэртээ байна, уулзая гэлээ. Тэгээд нэг цагийн дараа ХХААХҮЯам байрлаж байсан байшингийн үүдэнд болзон уулзлаа. Н.Лхагва доктор ач хүүгээ дагуулчихсан явна. Доктор Н.Лхагватай мэнд усаа мэдэлцэж товч яриа үүсгэв. Дараа нь доктор Н.Лхагва өөрийн туурвисан “Монгол орны халуун рашаан ба гидрогеотерм” бүтээлээ надад гарынхаа үсэгтэйгээ өргөн барьлаа (1-р зураг). Доктор Н.Лхагва олон жил эх орныхоо рашааныг судалж ирсэн эрдэмтэн билээ. Миний дээд сургуулийн нэг ангийн залуу, доктор “Рашааны” хэмээх нэртэй эрдэмтэн З.Нарангэрэлтэй хамт, түүний удирдлагын дор, дараа нь бие даан манай орны халуун, хүйтэн рашааны олон орд дээр гидрогеологийн хайгуул хийж, нөөц баялгийг нь тооцоолж ирсэн судлаач эрдэмтэн хүн юм. Доктор Н.Лхагвагийн “Монгол орны халуун рашаан ба гидрогеотерм” бүтээл гурван үндсэн хэсгээс бүрджээ. Нэгдүгээр хэсэгтээ Монгол орны халуун рашааны судалгаа, гарал үүсэл, тархалт, байгалийн баялгийн тоо хэмжээ зэргийг их тодорхой авч үзсэн байна. Манай орны халуун рашааны тархалтын 90 орчим хувь нь хожуу палеозой, түрүү мезозойн настай боржинлог массивд байгааг тэмдэглэжээ.



Зураг 1. “Монгол орны халуун рашаан ба гидрогеотерм” бүтээлийн зураг

Энэ нь судлаачдын сонирхлоыг цаашид татах нь дамжиггүй юм. Нэг анхаармаар чухал дүгнэлтийг доктор Н.Лхагва халуун рашааны ашиглалтын баялгийн үнэлгээг хийх, батлахад, олборлох тал дээр хийснийг шийдвэр гаргагчид, хайгуулч-гидрогеологичид баримталж байх нь зүйтэй болно. Доктор Н.Лхагва

бүтээлийнхээ 2-р хэсэгт манай орны халуун рашааны ордын голлох төлөөлөл болох Хужирт, Их Шаргалжуут, Сайхан Хульж, Цэнхэр, Чихэртийн ордуудын тодорхойлолтыг дэлгэрэнгүй авч үзжээ. Тэмдэглэхэд манай орны халуун рашааны сонирхолтой нэг илрэл болох Утаат минчүүрийн халуун уурыг тусгайлан тодорхой бичсэн байна.

Доктор Н.Лхагва бүтээлийнхээ 3-р хэсгээ Гидрогеотерм-д зориулжээ. Орчин үеийн гидрогеологи нь цогцолбор шинжлэх ухаан болон хөгжиж байгаа бөгөөд түүний үндсэн нэг бүрэлдэхүүн нь гидрогеотерм юм. Хүн төрөлхтөн өнөөдөр уламжлалт эрчим хүчний эх үүсвэрээс татгалзаж байгаа цаг үед гидрогеотермийн судалгааг өрнүүлж дэлхийн чулуун мандлын дулааныг өргөн ашиглах хэрэгтэй байгааг зохиогч дурьдаад Монгол орны хувьд гидрогеотермийн судалгааг хөгжүүлэх дөрвөн үндсэн чиглэлээр тодорхой бичиж санал болгожээ. Ер нь манай улсын төрийн байгууллагуудын удирдлага, шийдвэр гаргагчид эрдэмтдийн гаргаж буй санал, дүгнэлтийг авч ойрын болон алсын хараагаа тодорхойлж, төлөвлөж, хэрэгжүүлж ажиллах нь тун ховор мэт санагддаг юм. Дашрамд хэлэхэд 2016 онд тэр үеийн Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яамны Газар зохион байгуулалт, усны нэгдсэн бодлого зохицуулалтын газраас санаачлан байгаль орчны салбарын “Эрдэмтдээ сонсьё” арга хэмжээг зохион байгуулж, ШУА-ын Газарзүй-геологийн бага чуулганы гишүүд багтсан 40 гаруй доктор, профессорууд түүнд оролцсон байдаг. Манай улсын гидрогеологийн шинжлэх ухааны эрдэмтэд тухайлбал шинжлэх ухааны доктор Н.Жадамба, доктор О.Доржсүрэн, доктор У.Борчулуун, профессор М.Алей, доктор Д.Оюун, доктор З.Цэрэндорж, доктор Н.Лхагва, доктор Р.Баттөмөр, доктор Н.Буянхишиг нар гидрогеологийн судалгааны чиглэл, зохион байгуулалт, мэдээлэл боловсруулалт, хүний нөөцийг бэлтгэх гэх мэт олон чиглэлээр улс орны өмнө тулгамдаж буй газар доорх ус судлалын талаар саналуудыг тавьсан байдаг. Дээрх эрдэмтдийн дэвшүүлсэн саналуудыг тус яам нэгийг ч гэсэн ажил хэрэг болгосон зүйл үгүй өдий хүрсэн билээ. Доктор Н.Лхагвагийн шинжлэх ухааны үндэслэлтэй, өөрийн олон арван жилийн хээрийн болон суурин судалгааныхаа туршлаганд тулгуурласан гидрогеотермийн судалгааг яаж өрнүүлэх, хөгжүүлэх талаар дэвшүүлсэн, зөвлөсөн саналыг алсын хараатай хэрэгжүүлэх нь зүйтэй юм. Гидрогеотермийн судалгааг хөгжүүлэхийн чухлыг зохиогч бидэнд, залуу үедээ шийдвэр гаргагчидад сануулж бүтээлийнхээ нэрэнд улаан өнгөөр тод томруун ялгаж өгчээ.

Доктор Наваанлуvsангийн Лхагвагийн энэхүү бүтээлийг эх барьж, хянан тохиолдуулсан геологи-эрдэс судлалын хоёр докторын нэг доктор Б.Доржсүрэн өөрийнхөө бичсэн оршил үгээ “Ус бол бурхан” хэмээн нэрлэсэн. Доктор Б.Доржсүрэнгийн нэрлэсэн энэхүү номын оршлын нэрийг би өөрийнхөө энэ бүтээлийн талаар бичсэн шүүмжээ нэрлэсэн учир доктор Б.Доржсүрэнгээс хүлцэл өчье.

Доктор Н.Лхагвагийн бүтээлийн авууштай бас нэг тал нь нэр томъёоны тайлбар, чулуулгийн дулааны шинж чанаррын үзүүлэлтүүд, Монгол орны рашааны жишиг үзүүлэлтүүд зэргийг хавсаргаж өгсөн явдал юм. Доктор Н.Лхагвадаа баярлалаа.

Ном дор мөргөм үү.

Найдангийн Батсүх

ШУТИС-ийн хүндэт өргөмжлөлт, геологи-эрдэс судлалын шинжлэх ухааны доктор, профессор

ШВЕЙЦАР УЛСЫН ДАВОС ХОТОД ДЭЛХИЙН ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ 51-Р ИХ ХУРАЛД ОРОЛЦСОН ТЭМДЭГЛЭЛ

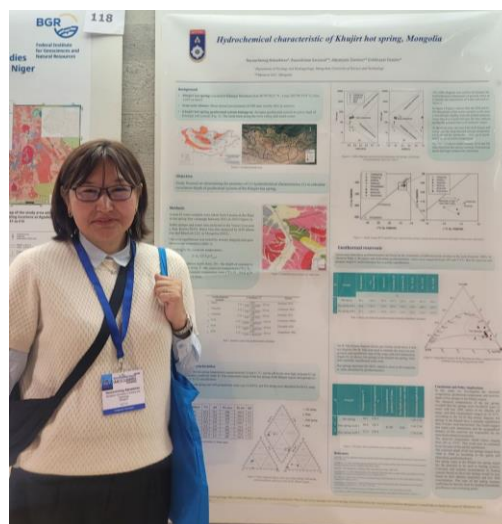
Швейцарын Холбооны Улсын Гидрогеологийн нийгэмлэг, Нойшателийн Их сургуулийн Гидрогеологи, геотермийн судалгааны төв болон Олон улсын Гидрогеологичдын холбоо (IAH) хамтран зохион байгуулсан “Дэлхийн газрын доорх усны 51 дэх их хуралд 80 гаруй орны 1100 орчим төлөөлөгч оролцож 2024 оны 9 сарын 8-наас 13-ны хооронд Давос хотод амжилттай зохион байгуулагдлаа.



Тус хуралд Монгол улсаас Аж үйлдвэр, эрдэс баялгийн яамны Хүнд үйлдвэрийн бодлогын газрын дарга С.Сүхбат, Засгийн газрын хэрэгжүүлэгч агентлаг Усны газрын Усны нөөцийн хэлтсийн ахлах мэргэжилтэн Д.Түвшинжаргалаар ахлуулсан тус хэлтсийн мэргэжилтэн Б.Алтанзул, Г.Гансэлэм, Б.Мөнгөнтуул, ШУТИС-ийн Геологи, гидрогеологийн салбарын эрхлэгч Д.Энхбаяр, ахлах багш Б.Наранчимэг, Эрдэнэт Үйлдвэр ТӨҮГ-ын Ус хангамжийн цехийн дарга Г.Батмөнх, Бадрах Энержи ХХК-ийн гидрогеологич П.Баярмаа, Оюутолгой ХХК-ийн байгаль орчны асуудал хариуцсан менежер Т.Самданжигмэд, тус хэлтсийн ахлах мэргэжилтэн С.Отгонбаатар, Лэнд тест ХХК-ийн гидрогеологич Б.Мөнх-эрдэнэ нарын 14 хүний бүрэлдэхүүнтэйгээр оролцлоо.

Хуралд ШУТИС-ийн Геологи, гидрогеологийн салбарын эрхлэгч, доктор Д.Энхбаяр “Монгол орны газрын доорх усны хяналт-шинжилгээний сүлжээний үнэлгээ” сэдвээр аман илтгэл, ахлах багш, доктор Б.Наранчимэг “Хужиртын халуун рашааны гидрохимийн шинж чанар” сэдвээр ханын илтгэл тус тус амжилттай танилцууллаа.

Мөн хурлын үеэр Аж үйлдвэр, эрдэс баялгийн яамны төлөөлөл Швейцар улсын геотермийн судалгааны дэвшилтэд технологи, дулааны урсгалаар халаалтын системийг шийдэн агаарын бохирдлыг бууруулах байгальд ээлтэй шилдэг технологийг Монгол улсад нутагшуулах тал дээр Давос хотын төлөөлөгчидтэй хамтран ажиллах боломж, Усны газрын төлөөлөгчид байгууллагын чадавх дээшлүүлэх шилдэг инженер, сайн дурын ажилтан урих, газрын доорх усны мэргэжилтэй боловсон хүчин тасралтгүй амжилттай бэлтгэхэд төрийн оролцоо, олон улсын эрдэмтдээс туршлага судлах, урих цаашид хамтрах боломжийн талаар олон үр дүнтэй уулзалтуудыг хийлээ.



Мөн хурлын үеэр болсон гол арга хэмжээнүүдийн нэг бол “Ирээдүйд гидрогеологичдыг хэрхэн бэлтгэх” талаар хагас өдрийн хэлэлцүүлэгт дэлхийн өнцөг булан бүрээс цугласан олон профессорууд сонирхолтой туршлагуудаа хуваалцсанаар онцлог байв. Ирээдүйд тухай улсын усны бодлого хэрхэн зөв зүйтэй байх нь өнөөдрийн бэлтгэж буй гидрогеологичдын тоо болон тэдгээрийн ур чадвараас шууд хамаарах талаар олон илтгэлүүд хэлэлцүүлэгдсэн.

Олон улсын гидрогеологичдын холбооны 52-р их хурал “Газрын доорх ус одоо ба ирээдүйд” сэдвийн хүрээнд 2025 оны 9-р сарын 15-наас 19-ний хооронд Австрали улсын Мельбурн хотод зохион байгуулагдах ба 12 жилийн дараа Австралийн Газрын доорх усны бага хуралтай хамт зохион байгуулагдаж байгаагаар онцлог тул эрдэмтэн, судлаач та бүхнийг өргөнөөр оролцохыг уриалж байна.

Тэмдэглэл хөтөлсөн: ШУТИС-ийн ГГС-ийн ахлах багш Б.Наранчимэг

“МОНГОЛЫН ЧУЛУУЛГИЙН МЕХАНИК, ИНЖЕНЕРҮҮДИЙН ХОЛБОО”-НИЙ ГИШҮҮНЧЛЭЛ БА ТҮҮНИЙ ДАВУУ ТАЛУУД



МЧМИХолбоо нь нээлттэй гишүүнчлэлтэй төрийн бус байгууллага. Уг холбоогоор дамжуулан Олон улсын мэргэжлийн 2 холбоонд гишүүнээр элсэх ба гишүүн бүр өөрийн мэргэжил болон сонирхлын дагуу 2 холбооны аль нэгэнд эсвэл хоёуланд нь гишүүн болох боломжтой. Манай холбоонд гишүүнээр элссэнээр Инженер геологи болон Чулуулгийн инженер (Геотехник) - ийн салбарын мэдээ мэдээллийг тогтмол авахаас гадна холбооноос зохион байгуулж буй үйл ажиллаанд нээлттэй оролцож өөрийн судалгааны ажил, бүтээлийг танилцуулах мөн салбарын инженерүүд болон судлаачидтай туршлага солилцох давуу талуудтай юм.



ISRM / Олон Улсын Чулуулгийн Механик ба Чулуулгийн Инженерчлэлийн нийгэмлэгт гишүүнээр элссэнээр:

Гишүүн хувь хүн

- ◆ ОУЧМНийгэмлэг болон МЧМИХолбооны мэдээллийг тухай бүр авах
- ◆ ОУЧМНийгэмлэгийн вэб-д нэвтрэх эрх авснаар онлайн курс, зөвлөмж аргачилал болон тайлан, Чулуулгийн Механикийн лекцүүд, Видео, танилцуулгыг харах
- ◆ ОУЧМН-ийн конгресс, Олон улсын болон Бүс нутгийн хуралд оролцоход 20%-ийн хөнгөлөлт
- ◆ Олон улсын Чулуулгийн механик ба Уул уурхайн сэтгүүлийг хөнгөлөлттэй үнээр захиалах
- ◆ OnePetro онлайн номын сангаас жилд ОУЧМН-ийн 100 өгүүлэл татах эрх
- ◆ CRC хэвлэлийн газрын номнуудад 30% мөн ОУЧМН-ээс гаргаж буй номыг 40%-ийн хөнгөлөлттэй үнээр авах

Гишүүн байгууллага

- ОУЧМН-ийн веб хуудас дээр гишүүн байгууллагын вэбийг байршуулах
- ОУЧМН-ийн сэтгүүлийг хүлээн авах
- ОУЧМН-ийн веб-д гиүүний нэвтрэх эрх
- ОУЧМНийгэмлэгийн мэдээллийг тухай бүр авах
- OnePetro онлайн номын сангаас жилд ОУЧМН-ийн 250 өгүүлэл татах эрх
- ОУЧМН-ийн конгресс, Олон улсын болон Бүс нутгийн хуралд нэг гишүүн оролцуулахад 20%-ийн хөнгөлөлт



IAEG / Олон Улсын Инженер геологи ба хүрээлэн буй орчны холбоонд гишүүнээр элссэнээр:

Гишүүн хувь хүн

- ◆ Bulletin of Engineering Geology and the Environmental сэтгүүлийг үнэгүй татаж харах эрх
- ◆ IAEG-аас зохион байгуулж буй үйл ажиллагаанд хөнгөлөлттэй үнээр хамрагдах
- ◆ Салбар холбооны үйл ажиллагаанд оролцох эрх
- ◆ Эв нэгдлийн сангаар дамжуулж IAEG конгресс-д оролцоход дэмжлэг үзүүлэх
- ◆ Олон улсын гишүүдтэй харилцаа холбоо тогтоох



МОНГОЛЫН ГИДРОГЕОЛОГИЧДЫН ХОЛБОО

Танилцуулга

Нийгмийн үйл ажиллагаа

- ❖ Усны газар, ШУТИС-ийн Геологи, Уул уурхайн сургууль, Монголын гидрогеологичдын холбоо, Галба-Өмб Долоодын говийн сав газрын захиргаа, Оюу толгой компани хамтарсан **"Түнээсээ хайрлаа"** усны урт хугацааны аян эхлүүлсэн байна.
- ❖ Аяны хүрээнд Монголын гидрогеологичдын холбооноос Туул голын дагуух газрын доорх усны эх үүсвэрийн бүсийн цэвэрлэгээний ажлыг **"Цэвэр УС-ЭРҮҮЛ БИЕ"** уриан дор 2022 оны 10-дугаар сарын 22-ны өдөр зохион байгууллаа.



Нийт оролцогчид Монголын гидрогеологичдын холбооны гүйцэтгэх захирал, ШУТИС-н Геологи, Уул уурхайн сургуулийн профессор Н.Буянхичиг, "Голын хөндийн уст давхарга" сэдвээр танилцуулга хийж голын хөндий дагуух хот хангалтын хор хөнөөл, түүнийг цэвэрлэх ач холбогдлын талаар мэдээлэл өглөө.

Цэвэрлэгээг Баянзүрх гүүрний зурч хэсэгт, Туул голын дагуух 18.9 га талбайд хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд нийт 128 шуудай буюу 2.5тн хот хангалтыг цуглуулсан байна.

- ❖ "Монголын гидрогеологичдын холбоо"-ос мэргэжлээ сурталчлах, түгээн дэлгэрүүлэх зорилгын хүрээнд ерөнхий боловсролын сургуулийн сурагчдын дунд "Усаа хайрлаа" сэдвийн дор мэдлэгээ сорих, усаа хайрлан, хамгаалах ач холбогдлыг ойлгуулах, усны тухай мэдлэгээ зургийн аргаар илэрхийлэх боломжийг олгох зорилгоор гар зургийн уралдаан зарлаад, бүтээлийг хүлээн авах үйл ажиллагаа явагдаж байна.

Судалгааны ажил

Хийж гүйцэтгэсэн ажлууд

- ❖ Монгол улсын нутаг дэвсгэрт явуулсан гидрогеологийн 1-200 000 хурангуйлалтай зургилалын ажил-2019, 2022, 2023 онууд
- ❖ Алтайн өвөр говийн сав газрын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө-2019
- ❖ Булган аймгийн Могод сумын нутагт орших Хульжийн халуун рашааны нөөцийг тогтоох ашиглалтын хайгуулын гидрогеологийн судалгааны ажил -2021 он
- ❖ Усны нөөц, усжуулалтын чанарын техник, эдийн засгийн үндэслэл /Ус/-2022



Гүйцэтгэж буй ажлууд

- ❖ Гидрогеологийн дунд масштабын зураглалын ажлыг өргөмүүлэх судалгааны ажил

❖ Монголын геологи хайгуур 2022 чулга уулзалтад гидрогеологийн чиглэлээр илтгэл танилцууллаа. Үүнд:

- Газрын доорх усны тэжээлийн тооцооны судалгааны ажлаар-Б.Хулан
- Газрын доорх усыг аривуулах сэдвээр -Ц.Алтангэрэл
- ❖ Олон улсын гидрогеологичдын холбооны хурал 2022 оны 9-р сарын 18-23-ны өдрүүдэд Хятад улсын Ухайн хотод охион байгуулсан бөгөөд холбооны гишүүдийн төлөөлөл өөрсдийн судалгааны ажлаа хэвлэлүүдээр оролцоо.



Гишүүдэд үйлчлэх

- ❖ Монголын гидрогеологичдын гишүүдийн хурал 4-р сарын 7-ны өдөр болж, удирдах зөвлөлийн гишүүд, холбооны ерөнхийлөгчийг сонголоо.



- ❖ МГХНЗ, УУХҮЯ-тай хийсэн гэрээний дагуу Монголын гидрогеологичдын холбооноос 2022, 2023 онуудад мэргэшсэн мэргэжилтний сургалтыг амжилттай зохион байгуулж гидрогеологи инженерүүд хамрагдаж мэргэжсэн мэргэжилтний гэрчилгээгээ гардан авч, ёс зүйн тангараг өргөлөө.



- ❖ 2022 оны 01 дүгээр сарын 17-ны өдөр Монголын геологийн холбоодын нэгдсэн зөвлөл (МГХНЗ)-ийн дарга Я.Бат-Ирээдүй Нэгдсэн зөвлөлийн даргын 014 /21, 016/ 21 тоот тушаалуудын дагуу анх удаа Зөвлөх мэргэжилтний эрх нь хугацаагүйгээр сунгагдаж байгаа 13 Зөвлөх мэргэжилтнийг хүлээн авч уулзаан Багтамжийг нь гаргуулан өглөө.

- ❖ Монгол Улсад Үндэсний геологийн алба байгуулалдсаны 83 жилийн ой, Монголын геологичдын өдөрт зориулсан Спортын шилжин явах цомын тэмцээнд Монголын гидрогеологичдын холбоо оролцоо.





NATIONAL CONSTRUCTION CONSULTING SERVICES

Our standard – Your success

CAPABILITY STATEMENT

COMPANY OVERVIEW

We are a National engineering consulting company that provide high quality outcomes based on experience, scientific research and innovative thinking. We value the importance of and implement quality management system.



Certification

- MNS ISO 9001:2016
- MNS ISO/IEC 17025:2017 SOS lab

EXPERTS IN SERVICES

To meet the growing demand for specialized labor, NCCS is capable of providing services in the following areas: Consulting services:

- Manpower supply and management
- Government approvals and permitting
- Commissioning and building services
- Third party inspections and QA/QC
- Owner's engineering and design author supervision service

Engineering design services:

- Structural analysis
- Retrofitting design and solutions
- Bridge and highway engineering
- Pre-stressed concrete design

Other services:

- Fire engineering
- Asset management
- Geotechnical and engineer geology investigation
- Specialized technical translation
- Finite element design and analysis
- Urban planning
- Technical drafting
- Construction supervisors' training

FEATURED CLIENTS

- AECOM
- Thiess Mongolia
- Deswik
- Worley parsons
- Variant mining technologies
- DSG construction
- MDFE
- Monnis Properties
- Qleantech WPD
- ZME engineering
- Afcons
- Chamco
- Klohn Crippen Berger
- Webforge a valmount company
- Oyu Tolgoi
- Others

AWARDS

- 2013 Best supplier of Oyu Tolgoi LLC
- 2018 Best tax payer of Chingeltei district
- First National company performing QC service on Oyu Tolgoi project
- 2019 Best tax payer of capital city Ulaanbaatar



Accomplished projects – 213



State commissioned – 36

DEDICATED TEAM

When you work with NCCS, you are working with a team that is dedicated to completing all contractual objectives within the scope of work and always striving to exceed customer expectation.



Consultants - 17



Engineers - 52



Administrative - 18



Translators - 9



380976 man
hours LTI free

CONTACT & ADDRESS

+976-75776227,
+976-99993994

info@nccs.mn

LS Plaza Building #701, #704
Khan-Uul district, 18th khoroo, Bogd
Javzandamba street, Ulaanbaatar, Mongolia

www.nccs.mn

www.nccs.mn

OUR STANDARD – YOUR SUCCESS



ЛЭНД ТЕСТ ХХК-ИЙН ТОВЧ ТАНИЛЦУУЛГА



Лэнд тест ХХК нь барилгын инженер-геологи, геодезийн үйлдвэрлэл үйлчилгээ, гидрогеологийн хайгуул судалгааны чиглэлээр үйл ажиллагаа эрхэлдэг мэргэжлийн байгууллага бөгөөд бид харилцагч нартаа чанартай, сэтгэл хангалуун байдлыг санал болгосон найрсаг хамт олон билээ.

Манай компани нь 2011 онд байгуулагдсан цагаас хойш Монгол улсын Барилгын ул хөрсний инженер геологийн судалгаа, Геодезийн үйлдвэрлэл үйлчилгээ, зурагзүй, Гидрогеологийн хайгуул судалгааны чиглэлээр автозамын хайгуулын зураг төсөл, геологи уул уурхайн зураг төслийн үйлдвэрлэлд орчин үеийн багаж тоног төхөөрөмж, программ хангамжийг нэвтрүүлж, үйлдвэрлэлээ жилээс жилд улам өргөтгөж, мэргэжилийн чадварлаг боловсон хүчинтэй баг бий болон ажиллаж байна.



Хийж гүйцэтгэсэн томоохон төсөл арга хэмжээ

- Дорноговь аймаг, Сайншанд суманд барих газрын тос боловсруулах үйлдвэрийн талбай, 630 км зурвасын инженер геологийн судалгаа, геодезийн хагуулын ажил /2017 он/ Пристеж инженеринг ХХК
- Улаанбаатар хот, Багануур дүүрэгт баригдах 700МВт хүчин чадалтай цахилгаан станцын талбайн инженер геологийн судалгаа, геодезийн хагуулын ажил /2016 - 2017 он/ Багануур повер ХХК
- Говьсүмбэр аймаг, Шивээ голвь суманд баригдах 150МВт хүчин чадалтай цахилгаан станцын талбайн инженер геологи, геодезийн хагуулын ажил /2015 он/ Оюуны-Ундраа групп ХХК
- Улаанбаатар хот, Сонгинохайрхан дүүрэгт шинээр баригдах цэвэрлэх байгууламжийн талбайн инженер геологи, гидрогеологийн судалгаа геодезийн хагуулын ажил /2015-2020 он/ Пристеж инженеринг ХХК
- Алтанбулаг - Улаанбаатар - Замын-Үүд чиглэлийн хурдны авто замын инженер геологийн судалгаа /2016 он/ Чингис лэнд девелопмент групп ХХК
- Улаанбаатар хот, Сонгинохайрхан дүүрэг, Хаягдал ус дахин боловсруулах төслийн инженер геологи, геодезийн хагуулын ажил /2019-2020 он/ Пристеж инженеринг ХХК



Хаяг: Улаанбаатар хот, Хан-Уул дүүрэг, 3 дугаар хороо, Үйлдвэрийн гудамж, Ривер хаус 20 дугаар байр, В-2 тоот өөрийн байр

Холбоо барих: **76118777, 99138777, 99262929**

Цахим шуудан: landtest@yahoo.com Цахим хуудас: www.landtest.net

- ❖ Гэрээгээр өрөмдлөг хийх,
- ❖ Геологийн судалгаа хийх,
- ❖ Ашигт малтмалын ордын гидрогеологийн судалгаа
- ❖ Барилгын үл хөрсөнд орж ирэх усны тооцоо, шүүрүүлэлт
- ❖ Усны хайгуул судалгаа хийх /усны мэргэжлийн байгууллагаар/

- ✓ Манай компанийн зөвлөх гидрогеологич нь мэргэжлээрээ олон жил ажилласан Монгол улсын зөвлөх инженер, гидрогеологич Н.Батсүх, Д.Хатанбаатар, Д.Сурмаажав, Д.Батжаргал нар бөгөөд монгол орны газрын доорх усны нөөц, мониторинг судалгаа, гидрогеологийн хээрийн судалгааны ажлуудад оролцож, удирдан зохион байгуулж байсан туршлага арвинтай.
- ✓ Гидрогеологич Н.Шинэбаяр, Д.Золжаргал, Э.Дөлгөөн нар монгол орны газрын доорх усны нөөц, газрын доорх усны нөөцийн тооцоо болон гидрогеологийн хээрийн судалгааны ажлуудад оролцож, удирдан зохион байгуулж байсан туршлага арвинтай.

- Хамгийн сүүлийн үеийн технологийг ашиглан усны судалгааг чанарын өндөр түвшинд гүйцэтгэн ажиллах
- Улс орныхоо хөгжил дэвшилд хувь нэмрээ оруулах
- Өндөр чанартай, хариуцлагатай үйлчилгээ үзүүлэх
- Судалгаа шинжилгээнд байнгын хөрөнгө оруулалт хийхийг зорих

МОНГИДРОГЕО КҮЙСТ КОНСАЛТИНГ
ХЯЗГААРЛАГДМАЛ ХАРИУЦЛАГАТАЙ КОМПАНИ

- Дорнод аймгийн төвд шинээр баригдаж ДЦС-ийн технологийн ус хангамжийн зориулалттай эрэл-хайгуулын судалгаа.
- Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын нутагт баригдах Тавантолгой дулааны цахилгаан станцын технологийн ус хангамжийн зориулалттай эрэл-хайгуулын судалгаа.
- Өмнөговь аймгийн Даланзадгад сумын хүн-амын унд-ахуйн зориулалттай ус хангамжийн зориулалттай эрэл-хайгуулын судалгаа.
- "Шинэ Хархорум" хотын хүн-амын унд-ахуйн зориулалттай ус хангамжийн зориулалттай эрэл-хайгуулын судалгаа.
- "Баянгол" төмрийн үүрхайн гидрогеологийн судалгааны ажил.

[illegible]



ГУРВАН ТЭС ХХК

Барилгын зураг төсөл, инженер - геологийн компани



- * Авто зам
- * Зураг төсөв зохиох, судалгаа явуулах
- * Тооцоо хийх, зөвөлгөө өгөх
- * Гүүрийн хоолойн байгууламжийн геологийн судалгаа шинжилгээ, инженер геологийн төвөгтэй нөхцөл буюу овойлттой, суулттай, хөөлттэй, олон жилийн цэвдэг хөрстэй районд барилгын суурь хийх.



Манай компани нь барилгын зураг төслийг, барилга барих буурь хөрсний инженер геологийн судалгаатай нь хамт хийдэгээрээ онцлогтой

Тус компани нь анх 1990 он худалдаа, үйлдвэрлэл үйлчилгээ эрхлэх зорилгоор "Гурван тэс" хоршоо нэртэйгээр байгуулагдсан бөгөөд 2001 оноос үйлдвэрлэл үйлчилгээний "Гурвантэс" ХХК болог өргөжиж 2004 оноос барилгын зураг төсөл, инженер геологийн судалгаа хийх тусгай зөвшөөрөл авч үйл ажиллагаагаа явуулж байна. Тус компани нь барилга, авто зам, гүүрийн хоолойн байгууламжийн геологийн судалгаа шинжилгээ, инженер геологийн төвөгтэй нөхцөл буюу овойлттой суулттай районд барилгын суурь хийх, зураг төсөл зохиох, судалгаа явуулах, тооцоо хийх, зөвөлгөө өгөх зэрэг ажлуудыг хийж ирсэн туршлагатай билээ. Хээрийн судалгаа явуулах УГБ 50 - 1ВС өрмийн машин 3, үйлчилгээний машин - 3, хээрийн лаборатори зэрэг техник хэрэгсэлтэйгээр барилгын зураг төсөл, инженер-геологийн ажил үйлчилгээ явуулж байна. Хөрсний физик механик шинж чанарын лабораторын туршилт шинжилгээний ажлыг "Ялгуулсан" ХХК болон "Экотех проект" ХХК авто замын туршилт шинжилгээний лаборатори зэрэг байгууллагуудтай гэрээний дагуу гүйцэтгэж боловсруулдаг.



ТЕРРА БЕНЕФИТ ХХК-ИЙН ТОВЧ ТАНИЛЦУУЛГА

Терра бенефит ХХК нь 2020 оны 4 сарын 17-ны өдөр байгуулагдан 2022 оноос геологи, гидрогеологи, инженер геологийн цогц судалгааг хийх, зөвлөгөө өгөх чиглэлээр ажиллаж байна. Терра бенефит ХХК нь Монгол улсын нутаг дэвсгэрт барихаар төлөвлөж буй бүх төрлийн барилга байгууламжийн геотехникийн болон гидрогеологийн иж бүрэн судалгаа шинжилгээ, геологи хайгуулын ба худгийн өрөмдлөг, барилгын материалын туршилт шинжилгээ, чанарын хяналт зэрэг ажлуудыг хийж гүйцэтгэдэг. Мөн томоохон уул уурхай /жишээ нь Оюу Толгой ХХК, Таван Толгой ХХК/ болон Монгол улсын тэргүүлэх зэргийн компаниуд болох М Си Эс Кока-Кола ХХК, М Си Эс Интернейшнл ХХК, Бодь Интернейшнл ХХК зэрэг компаниудтай гидрогеологийн чиглэлээр зөвлөгөө, тооцооллийн чиглэлээр тогтмол хамтран ажиллаж байна. Манай хамт олон Монгол улсад мөрдөгдөж буй хууль журмын дагуу техникийн болон ажилтан ажилчдынхаа хөдөлмөрийн аюулгүй ажиллагааг хангаж, бизнесийн ёс зүй, шударга өрсөлдөөний зарчмыг удирдлага болон захиалагч та бүхэнд хамгийн сайн чанартай үйлчилгээг үзүүлэх болно.

Удирдлагын баг ба өрөмдөгчид, туслах ажилтнууд

Удирдлагын багт:

- Гидрогеологи, инженер геологич мэргэжилтэй, Шинжлэх ухааны доктор, проф Монгол улсын зөвлөх инженер Н.Батсүх
- Барилгын инженер мэргэжилтэй, Шинжлэх ухааны дэд доктор Монгол улсын зөвлөх инженер С.Нямдорж
- Инженер-геологич, Докторант Б.Энхбат
- Гидрогеологич, газрын доорх усны загварын мэргэжилтэн Л.Бархас



Өрөмдөгчид болон талбайн ахлах инженерүүд нь өрөмдлөгийн арвин туршлагатай бөгөөд ХАБЭА-н болон бусад холбогдох хууль, дүрэм журмын өргөн мэдлэгтэй мэргэжилтнүүд байдаг. Өрмийн туслах ажилтнууд нь тус салбартаа цаашид ажиллаж, өсөж дэвших эрмэлзэлтэй залуу үеийн ажилчдаас бүрддэг. Манай байгууллага туршлагатай инженерүүдийг залуу мэргэжилтнүүдтэй хамтран ажиллах, туршлагаа хуваалцах, зааж сургах боломжийг олгодог. Энэхүү арга барил нь өрмийн туслах ажилтнуудад аюулгүй ажиллагаа болон мэргэжлийн ур чадвараа дээшлүүлэхэд чухал нөлөөтэй бөгөөд салбартаа тэргүүлэгч боловсон хүчин болоход хүчтэй түлхэц болдог давуу талтай.

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ЭЭЛЖИТ ХУРЛЫН ТУХАЙ

МОНГОЛ УЛСАД ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН ДЭЭД МЭРГЭЖИЛТЭЙ БОЛОВСОН ХҮЧИН БЭЛТГЭЖ ЭХЭЛСНИЙ 51 ЖИЛИЙН ОЙД ЗОРИУЛЖ “МОНГОЛ ОРНЫ ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН АСУУДЛУУД” ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХХХII ХУРЛЫГ 2025 ОНЫ 11-Р САРД ЗОХИОН БАЙГУУЛНА.

ЗОХИОН БАЙГУУЛАГЧ:

ШУТИС, ГУУС, ГЕОЛОГИ, ГИДРОГЕОЛОГИЙН САЛБАР

Хурлаар дараах чиглэлүүдээр асуудлыг хэлэлцэнэ. Үүнд:

- РЕГИОНАЛЬ СУДАЛГАА
- УСНЫ НӨӨЦИЙН МЕНЕЖМЕНТ
- СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, ОНОВЧЛОЛ
- АМО-ЫН ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИ
- ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН ЗАГВАРЧЛАЛ
- САЛБАРЫН УДИРДЛАГА, ЗОХИОН БАЙГУУЛАЛТ, ЭРХ ЗҮЙ
- РАШААН, ТЕРМАЛЬ УСНЫ СУДАЛГАА
- ГАЗАР ДООРХ УСНЫ НАЙРЛАГА, ЧАНАР
- ТУХАЙЛСАН ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ
- ГРУНТ СУДЛАЛ БА ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ
- ГЕОЭКОЛОГИ

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ӨГҮҮЛЭЛ ИРҮҮЛЭХ ТУХАЙ

Эрдэм шинжилгээний хуралд ирүүлэх өгүүллийг **хэвлэлд тавигдах шаардлагын** дагуу бичиж ирүүлэхийг хүсье. Эрдэм шинжилгээний өгүүлэл “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” бүтээлийн **Дугаар 33-д** хэвлэгдэнэ.

Илтгэл тавих тухай хүсэлтийг дараах хугацаанд хүлээн авч байна. Илтгэлийг 2025 оны 10-р сарын дотор хэвлэлд бэлтгэсэн байдлаар авна.

Хурлын албан ёсны хэл монгол боловч орос, англи хэл дээр илтгэж болно. Илтгэлийг хэлэлцүүлэхдээ “PowerPoint” програмд зориулсан компьютерийн файл бэлтгэн ирнэ. Илтгэх хугацаа 8 минут, товч мэдээлэл 5 минутын хугацаатай байна

Ханан илтгэлийг А1 эсвэл А0 хэмжээгээр бэлтгэн үзүүлнэ.

Зохион байгуулах зөвлөл

Дарга: Доктор (Ph.D) Д.Энхбаяр

Гишүүд: Доктор (Ph.D) Б.Батдэмбэрэл
Магистр (MSc) А.Хандсүрэн

ХЭВЛЭЛД ТАВИГДАХ ШААРДЛАГА

Өгүүллийн бичих хэл: Монгол, Орос, Англи

Өгүүллийн хэлбэр, хэмжээ: Times New Roman фондоор бичнэ. А4 буюу 210х 297 мм хэмжээтэй цаасан дээр хуудасны урд ба ард талаас 3 см, дээд, доод талаас

2.5 см зайг үлдээж бичнэ. Хуудсыг дугаарлахгүй, “Header and Footer” командыг ашиглахгүй байхыг хүсье.

Өгүүллийг дараахь загвараар бичнэ.

ИЛТГЭЛИЙН НЭР (12 pt, **Bold**, ТОМ ҮСГЭЭР, мөр голлон)

(12 pt өндөртэй хоосон мөр)

Зохиогчдын нэрс (12 pt, **Bold**, мөр голлон)

(12 pt өндөртэй хоосон мөр)

Байгууллагын хаяг (12 pt, мөр голлон) (12 pt өндөртэй хоосон мөр)

Өгүүллийг бичихдээ **IMRAD** зарчмыг баримтлана.

I-Introduction – Оршил, **M**-Method –Арга, аргачлал, **R**- Result –Үр дүн, **A**-And –ба **D**- Discussion - Хэлэлцүүлэг. Өгүүллийн эхэнд хураангуйг бичих ба төгсгөлд нь талархал бичиж болно.

Өгүүллийг 12 pt үсгийн өндөртэйгээр бичнэ. Зүйл нь нэг мөр алгасч, догол мөр авалгүй эхлэх мөрүүд хоорондоо 1.0 sp зайтай байна. Мөрүүд нь баруун, зүүн талдаа зэрэгцэн бичигдэнэ.

Ашигласан ном, сэтгүүл (12 pt, **Bold**, зүүн талдаа зэрэгцэн)

Өгүүллийн төгсгөлд ишлэл татсан ном, зохиолын нэрсийг тавих ба илтгэлд иш татсан дарааллаар нь дугаарлана. Нэрсийг 12pt үсгийн өндөртэйгээр дараах хэлбэрээр бичнэ.

Алей.М., Лхамсүрэн.Д., Дорноговь аймгийн Хөвсгөл сумын төв орчмын гидрогеологийн нөхцөл, “Геологи” сэтгүүл, №31, 2015, хууд 89-96

Хаяг:

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

Улаанбаатар 210646, ш/х-338

Харилцах утас: 315650, 80044109

И-мэйл: denkhbayar@must.edu.mn