



МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН  
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ

MONGOLIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

УХААНЫ ШИНЖЛЭХ  
ТЕХНОЛОГИЙН  
ИХ СУРГУУЛЬ

# ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН ЭМХЭТГЭЛ

№ 23(15)  
321

УЛААНБААТАР ХОТ  
2023 ОН



**МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН,  
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ  
ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ**

**УУЛ УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ,  
ЭДИЙН ЗАСАГ, ЭКОЛОГИ  
ГЕОДЕЗИ, МАРКШЕЙДЕР**

**(Эрдэм шинжилгээний 51-р бага хурлын эмхэтгэл)**

№23(15)321

УЛААНБААТАР ХОТ 2023

ISSN 1560-8794

**©УУЛ УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИ, ЭДИЙН ЗАСАГ,  
ЭКОЛОГИ, ГЕОДЕЗИ, МАРКШЕЙДЕР  
ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН ЭМХЭТГЭЛ**

**Хянан тохиолдуулсан:** Доктор (Ph.D), Профессор. С.Цэдэндорж  
Магистр Х.Мөнхнасан  
Доктор (Ph.D), Дэд профессор Г.Уранбайгаль

**Редакцын зөвлөл:** Доктор (Sc.D), профессор Ц.Нанзад  
Доктор (Ph.D), профессор С.Цэдэндорж  
Доктор (Ph.D), профессор Б.Лайхансүрэн  
Доктор (Ph.D), профессор Д.Дондов  
Доктор (Ph.D), профессор Ж.Цэвэгмэд  
Доктор (Ph.D), дэд профессор Д.Гэрэлт-Од  
Доктор (Ph.D), дэд профессор Б.Чинзориг  
Доктор (Ph.D), Б.Ганзориг  
Доктор (Ph.D), Э.Ганзориг

**Хэвлэлийн эхийг бэлтгэсэн:** Х.Мөнхнасан, Д.Батбаяр

Хуудасны хэмжээ: А4  
Бодит хэвлэлийн хуудас: 18х.х  
Үсгийн гарнитур: Times New Roman  
Тоон хэвлэл-ийн аргаар 50 ширхэг хэвлэв.

## ГАРЧИГ

### НЭГ. УУЛ УУРХАЙН АШИГЛАЛТЫН ТЕХНОЛОГИ

1. **ИЛ УУРХАЙ ДАХЬ ЧУЛУУЛГИЙН БУТЛАГДЛЫН ЧАНАРААС ТЕХНОЛОГИЙН ҮНДСЭН ПРОЦЕССУУДЫН АЖИЛЛАГАА, ҮР ДҮН ШАЛТГААЛАХ ХАМААРЛЫН СУДАЛГАА**  
*Д.Ганзориг, С.Цэдэндорж*..... 7
2. **ИЛ УУРХАЙН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖИЛД ХОРОМ УДААШРУУЛАХ ХУГАЦААГ ОНОВЧТОЙ ТОГТООХ НЬ**  
*Г.Амартүвшин*..... 14
3. **НАЛАЙХЫН ИХ УУРХАЙД НҮҮРСИЙГ ОЛБОРЛОХ ДЭВШИЛТЭТ ШИНЭ ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ НЭВТРҮҮЛЭХ АСУУДАЛД**  
*Х.Жаргалсайхан, С.Энхцацрал*..... 19
4. **ЭРДЭНЭТИЙН ИЛ УУРХАЙН ХҮДРИЙН ЧАНАРЫН ДУНДАЖЛАЛЫГ ХАНГАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА**  
*Б.Элбэгзаяа, Г.Уранбайгаль, С.Цэдэндорж*..... 22

### ХОЁР. УУЛ УУРХАЙН ҮЙЛДВЭРИЙН МАШИН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖИЙН АШИГЛАЛТ

5. **БЕЛАЗ-75131 МАРКИЙН АВТОСАМОСВАЛЫН СУЛ ЗОГСОЛТЫН СУДАЛГАА**  
*Ч.Сугаррагчаа, Б.Орхонтуул*..... 29
6. **УУРХАЙН АВТОСАМОСВАЛЫН ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ТҮЛШНИЙ АШИГЛАЛТЫН СУДАЛГАА**  
*Т.Биндэръяа, В.Алимаа*..... 33

### ГУРАВ. АШИГТ МАЛТМАЛЫН БАЯЖУУЛАЛТЫН ТЕХНОЛОГИ

7. **АЛТНЫ ИСЭЛДСЭН ХҮДРИЙН МЕТАЛЛ АВАЛТЫГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА /Баян-Айраг ордын жишээн дээр/**  
*Д.Далайцэцэг* ..... 37

### ДӨРӨВ. УУЛ УУРХАЙН ҮЙЛДВЭРИЙН ГЕОТЕХНИК БА ЧУЛУУЛГИЙН СУДАЛГАА

8. **ХУЛМАН НУУРЫН ХҮРЭН НҮҮРСНИЙ ОРДЫН ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТЫН СУДАЛГАА**  
*Ц.Амарсайхан, Х.Гүнбилэг, Д.Хадаан, С.Цэдэндорж, Ц.Ариунболд*..... 44

<b>9.</b>	<b>ЭРДЭНЭГИЙН ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН АЖЛЫН БУС ХАЖУУГИЙН АЮУЛГҮЙН ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТИЙН СУДАЛГАА</b>	
	<i>Б.Улаанбаатар, Э.Орхон</i> .....	50
<b>10.</b>	<b>ОЮУ-ТОЛГОЙН ДАЛД УУРХАЙ ДАХЬ ГЕОТЕХНИК МОНИТОРИНГИЙН СИСТЕМҮҮД БОЛОН ТҮҮНИЙ БҮТЭЭН БАЙГУУЛАЛТ</b>	
	<i>Л.Энхтөр</i> .....	54
<b>11.</b>	<b>УЛААНЫ ОРДОД УУЛЫН ЦУЛЫН ЧАНАРЫН ҮНЭЛГЭЭ ХИЙХ АРГАЧЛАЛ</b>	
	<i>Ж.Ижилмаа, К.Хавалболот</i> .....	61
<b>ТАВ. УУЛ УУРХАЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ЭДИЙН ЗАСАГ, МЕНЕЖМЕНТ</b>		
<b>12.</b>	<b>АВСТРАЛИ УЛСЫН АШИГТ МАЛТМАЛЫН ХАЙГУУЛ, ОЛБОРЛОЛТ, ЭКСПОРТ, ТҮҮНИЙ ДЭЛХИЙН ТҮВШИНД ЭЗЛЭЖ БУЙ БАЙР</b>	
	<i>С.Энхцацрал</i> .....	68
<b>ЗУРГАА. ГЕОДЕЗИ, ГАЗАР ЗОХИОН БАЙГУУЛАЛТ</b>		
<b>13.</b>	<b>ОЮУТОЛГОЙ ТӨСЛИЙН ТАЛБАЙН БАЯЖУУЛАХ ҮЙЛДВЭРИЙН ОРЧИМД БАЙРЛАХ БАРИЛГА, БАЙГУУЛАМЖ БАРИХ ҮЕИЙН ГЕОДЕЗИЙН СҮЛЖЭЭНИЙ ЦЭГҮҮД ДЭЭРХ ГЕОДЕЗИЙН ХЯНАЛТЫН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮНГИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ</b>	
	<i>П.Эрдэнэчимэг</i> .....	74
<b>14.</b>	<b>ТӨМС, ХҮНСНИЙ НОГОО, ЖИМС ЖИМСГЭНЭ ТАРИАЛАХ ТАЛБАЙН ГАЗАР АШИГЛАЛТЫН БҮТЦИЙН ТӨЛӨВЛӨЛТ</b>	
	<i>Б.Гантулга</i> .....	87
<b>ДОЛОО. УУЛ УУРХАЙН САЛБАРЫН ХӨГЖИЛ, БОЛОВСРОЛЫН АСУУДЛУУД</b>		
<b>15.</b>	<b>УУЛ УУРХАЙН ДЭЭД БОЛОВСРОЛТОЙ МЭРГЭЖИЛТЭН БЭЛТГЭЖ БУЙ ТАЛААРХ ТОЙМ БА ТУЛГАМДАЖ БУЙ ЗАРИМ АСУУДАЛ</b>	
	<i>С.Цэдэндорж</i> .....	93

## ӨМНӨХ ҮГ

ШУТИС-ийн Уул уурхайн салбарын багш нарын эрдэм шинжилгээний 51-р бага хурал зохион байгуулагдаж байна. Энэ удаагийн хуралд уул уурхайн салбарын долоон бүлэг, чиглэлд хамаарах 15 өгүүлэл илтгэлийг Профессор багш нарын эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэлд нэгтгэн хэвлүүлж байна.

2023 онд Монголын уул уурхайн салбарын уурхай, баяжуулах үйлдвэрүүд шинээр байгуулагдаж эрдсийн баялгийг гүйцэд боловсруулах чиглэлд шинэ төслүүд боловсруулагдаж экспортын бүтээгдэхүүний хэмжээ хэмжээ нэмэгдэж улс орны эдийн засгийн хөгжилд оруулах хувь нэмэр өссөн дүн мэдээтэй байна.

Харин эрдэм шинжилгээ, төслийн судалгааны ажлуудын эрэлт, захиалга хангалттай биш байгаагийн бодит шалтгаан нь төрийн өмчит эрдэм шинжилгээний байгууллагуудаас судалгааны ажлын уралдаан шалгаруулалтад оролцох эрх зүйн чадамж алдагдсантай холбоотой юм. “Тендерийн тухай хууль” –ийн зохицуулалтын зарим заалт үйлдвэрлэл - эрдэм шинжилгээний ажлын уялдаа холбоог таслах нөхцөл болж буйг засаж залруулах шаардлагатай.

Эрдэм шинжилгээ төсөл судалгааны ажил нь бараа материалын худалдан авалттай адилгүй, ажлын гүйцэтгэх цар олон жилээр үргэлжлэх үйл явцтай байдаг бөгөөд тэр хугацаанд хийх ажлын санхүүжилт нь тасралтгүй хийгдэж байх онцлогтой. Энэ тухай анхаарч залруулга, өөрчлөлт хийхгүй бол үйлдвэрүүдэд эрэлттэй байгаа ажлуудыг гүйцэтгэх дотоодын эрдэм шинжилгээний байгууллага, баг хамт олон байхгүй болж буй нь улам бүр илэрхий тод болж буйг амьдрал харуулж байна.

БШУЯ болон ШУТИС –ийн зүгээс энэхүү асуудалд онцгой анхаарал хандуулж холбогдох хууль эрх зүйн актуудыг зөвшөөрүүлэх ажлыг хэрэгжүүлэх хэрэгтэй байна.

ЭШ-ий 51-р бага хурлын эмхэтгэлд бүтээлээ ирүүлсэн эрдэмтэн багш нар, судлаачдад талархал илэрхийлж амжилт хүсье.

Гавьяат багш, төрийн шагналт, доктор, профессор С.Цэдэндорж

## **НЭГ. УУЛ УУРХАЙН АШИГЛАЛТЫН ТЕХНОЛОГИ**

# ИЛ УУРХАЙ ДАХЬ ЧУЛУУЛГИЙН БУТЛАГДЛЫН ЧАНАРААС ТЕХНОЛОГИЙН ҮНДСЭН ПРОЦЕССУУДЫН АЖИЛЛАГАА, ҮР ДҮН ШАЛТГААЛАХ ХАМААРЛЫН СУДАЛГАА

Дугарсүрэнгийн Ганзориг<sup>1</sup>, Содномын Цэдэндорж<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

<sup>2</sup>Монгол улс, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: ganzorig.d@must.edu.mn<sup>1</sup>

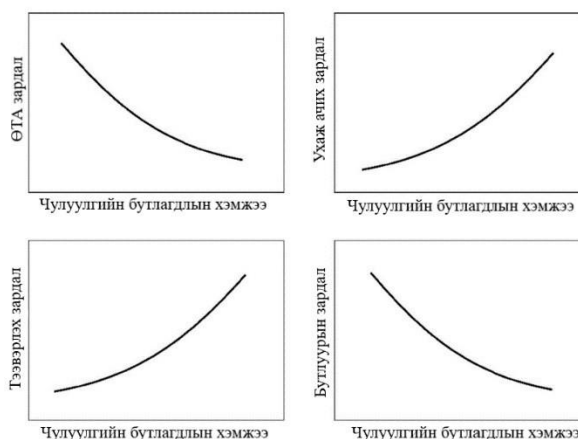
**Хураангуй:** Нүүрсний ил уурхайн үйлдвэрлэлийн процессууд нь ихэнхдээ өрөмдлөг, тэсэлгээ – ухаж ачих – тээвэрлэх – овоолох процесс орно. Эдгээр процессуудын уялдаа, бүтээл, зардлыг үр ашигтай болгохын тулд үйлдвэрлэлийн үндсэн процессуудыг цогцоор нь судлах шаардлагатай. Энэхүү судалгааны ажлаар уул уурхайн үйлдвэрлэлийн процессуудын үйл ажиллагааны зардлын загварчлалыг боловсруулсан. Тэсэлгээний дараах чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлт болон тэсэлгээний цооногийн диаметр нь уул уурхайн үйлдвэрлэлийн бүхий л процессуудтай холбоотой байдаг тул зардлын өсөлт, бууралтад хувьсагч үзүүлэлт болон нөлөөлдөг. Тухайн хувьсагчаас хамаарсан алгоритмыг ашиглан процессуудын зардлыг шинжлэх юм. Мөн тэсрэх материалын үнийн өөрчлөлт, үйлдвэрлэлийн процесс бүр дээрх тоног төхөөрөмжүүдийн ашиглалтын зардал нь үйлдвэрлэлийн нийт зардалд үзүүлэх нөлөөллийг мэдрэмжийн шинжилгээгээр тодорхойлов. Тус судалгааны ажлыг Тавантолгойн чулуун нүүрсний орд дээр явуулав.

**Түлхүүр үг:** чулуулгийн бутлагдал, сийрэгжүүлэлт, ухаж ачих, зардлын загварчлал, хувьсагч алгоритм

## I. УДИРТГАЛ

Уул уурхайн үйлдвэрлэл нь ихэнхдээ ашигт малтмалыг борлуулах үнэ, ашгаас хамааралтайгаар ажилдаг. Ашигт малтмалын үнийг урьдчилан таамаглах, үнийн хэлбэлзлийг тодорхойлох нь төвөгтэй бөгөөд ирээдүйд зах зээл дээрх үнийн өөрчлөлт нь олборлолтын ажилд ихээхэн нөлөөлдөг. Иймд уул уурхайн компаниуд нь үйлдвэрлэлийн зардлыг аль болох бууруулах, хянах тал дээр анхаардаг. Ил уурхайн үйлдвэрлэлийн үндсэн процессууд нь ухаж ачихад бэлтгэх-ухаж ачих-тээвэрлэх-овоолох процессууд байдаг. Ил уурхайн үндсэн процессуудын зардлыг бууруулснаар уул уурхайн компаниуд ашигтай ажиллах боломжтой юм. Зөвхөн нэг процессын зардлыг бууруулснаар ашигтай ажиллах ойлголт нь өрөөсгөл бөгөөд үйлдвэрлэлийн бүхий л процессуудын уялдаа, ашигт ажиллагааг оновчтой тодорхойлсноор зардлыг бууруулах боломжтой юм.

Ил уурхайн процессууд тус бүрд төрөл бүрийн зардлууд багтдаг ч чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлт нь бүхий л процессуудын зардалд нөлөөлдөг байна. [1] Чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлт болон ил уурхайн үйлдвэрлэлийн процессуудын зардлын хамаарлыг дараах зурагт үзүүлэв. [2] Чулуулгийг тэсэлгээгээр сийрэгжүүлсний дараа бутлагдал, мөхлөгийн үзүүлэлт нь ухаж ачих-тээвэрлэх-бутлах процесст шууд нөлөөлдөг. Чулуулгийн бутлагдал их байх нь өрөмдлөг, тэсэлгээний зардал өндөр байна. Гэхдээ бутлагдал их байх нь эсрэгээр ухаж ачих, тээвэрлэх, бутлах процессын бүтээл өндөр, бага зардлаар ашиглалт явуулах боломжтой юм. [3]



1-р зураг. Чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлтнээс хамаарах ил уурхайн үйлдвэрлэлийн процессуудын зардлын хамаарлын нийтлэг зүй тогтол

## II. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ

### A. Өрөмдлөг, тэсэлгээний ажил

Өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын үр дүн нь нурлын тэсэлгээний дараах нурал дахь бутлагдлын үзүүлэлтээр илэрхийлэгдэнэ. Бутлагдлын үзүүлэлтийн хуваарилалт нь тэсэлгээний холболтын схем, тэсрэх бодисын төрөл болон цооног тус бүрийн цэнэгийн үзүүлэлтүүдээс хамаардаг. Тэсэлгээний параметрууд (доголын өндөр, эгнээ болон цооног хоорондын зай, тэсрэх бодисын зарцуулалт г.м.) нь чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлтэд тодорхой нөлөө үзүүлнэ. Өрөмдлөг, тэсэлгээний ажилд цооногийн диаметр ихсэх тусам тэсрэх бодис, тэсэлгээний хэрэгсэлийн үзүүлэлт нэмэгдэх (1), эгнээ ба цооног хоорондын зайн хамаарал буюу тэсэлгээний торлолын харьцаа ихсэх тусам тэсрэх бодисын



үзүүлэлт багасаж, бутлагдлын үзүүлэлт нэмэгдэх (2), цэнэгийн урт болон тэсэлгээний торлолын харьцаа ихсэх үед бутлагдлын үзүүлэлт нэмэгдэх (3), цэнэгийн урт болон тэсэлгээний торлолын харьцаа багасах үед бутлагдлын үзүүлэлт багасах (4), доголын өндрийг багасгахад тэсэлгээний торлолын харьцаа ихэсдэг байна (5). [4] Өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлаар үүсэх чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлтийн хамаарлын математик загварчлалын тусламжтайгаар тооцоолж болдог байна. [5]

### *В. Ухаж ачих, тээвэрлэх ажил*

Ил уурхайн ухаж ачих ажлыг тасралтгүй хэвийн явуулснаар үйлдвэрлэлийн бусад процессууд тасралтгүй явагдах нөхцөлтэй бөгөөд бүтээлийг өндөр байлгаснаар ашиглалтын зардлыг бууруулах боломж бүрдэнэ. Ухах төхөөрөмжийн бүтээлд мөргөцгийн нөхцөл, чулуулгийн шинж чанар (чийгийн үзүүлэлт, шавар гэх мэт), сийрэгжилт, бутлагдлын үзүүлэлт нөлөөлдөг. [6] Тэсэлгээгээр үүссэн бутлагдсан чулуулагт том ширхэгтэй хэсэг их байх нь ухах төхөөрөмжийн бүтээлийг бууруулдаг. Тэсэлгээний блокийн сийрэгжилт, чулуулгийн ширхэгшил нь бутлагдлын чанарыг илэрхийлэх үзүүлэлт болно. Бутлагдсан чулуулаг жижиг ширхэгтэй байхад ухах төхөөрөмжийн утгуур дүүргэлтийн үзүүлэлт ихсэж, бүтээл нэмэгдэнэ. Шаварлаг, чийг ихтэй чулуулаг нь утгалтын хугацааг уртагхах нөлөөтэй. Ил уурхайд тэслэгдсэн чулуулгийн ширхэгшил болон ухах төхөөрөмжийн бүтээлийн хамаарлыг Розин-Раммлер-Беннетийн илэрхийлэлд үндэслэн судалдаг. [7] Тус судалгаанд бутлагдлын зэргийг 50%-иар өсөхөд ухах төхөөрөмжийн бүтээл 20%-иар буурдаг гэсэн дүгнэлт бий. Түүнчлэн ухах төхөөрөмжийн бүтээл болон цахилгаан зарцуулалтад чулуулгийн ширхэгшил хэрхэн нөлөөлөх талаар тооцоолсон байдаг байна. [8] Ил уурхайн үйлдвэрлэлийн ашигт ажиллагаа, өртөг нь чулуулгийн бутлагдлын зэрэг RQD, шахалтын бат бөх, ан цав, хагарал гэх мэт чулуулгийн механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдээс ихээхэн хамаардаг. Тэслэгдсэн чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлт, сийрэгжилт, геометр үзүүлэлт нь ухаж ачих, тээвэрлэх ажлын бүтээлд нөлөөлдөг байна. [9]

Ил уурхайн процессуудын нэг болох уурхайн тээвэр нь өртөг зардал өндөртэй процесс юм. Уурхайн тээврийн зардлыг бууруулах нь ихээхэн чухал зорилт байдаг. Уурхайн ахилт, гүнзгийрэлтийн хурд болон тээврийн зардалд ил уурхайн тээврийн даац ашиглалт ихээхэн чухал нөлөөтэй байдаг. [10] Учир нь тэслэгдсэн чулуулгийн мөхлөгийн үзүүлэлтнээс хамаарч тээврийн хэрэгслийн тэвш дүүргэлт ихээхэн хамаардаг. Жижиг бутлагдсан чулуулагтай үед тээврийн хэрэгслийн тэвш дүүргэлт сайжрах, уулын ажлын ахилтын хурд нэмэгдэх боломж бүрдэнэ. Хэт их бутлагдлаас тээврийн хэрэгслийн бүтээл нэмэгдэх ч эсрэгээрээ өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын зардал нэмэгддэг.

### *С. Бутлуур*

Тэслэгдсэн чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлт нь бутлуур болон тээрмийн зардалд нөлөөлдөг болохыг эрдэмтэн судлаач нар судалсан байдаг. [11] Өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлаар үүссэн бутлагдсан чулуулгийн ширхэглэл нь бутлуурын бункерийн торлолын хэмжээгээр хянагддаг. Том мөхлөгтэй бутлагдсан чулуулгийг бутлахад илүү их цахилгаан зарцуулалт шаарддаг [12] бол жижиг мөхлөгтэй бутлагдсан чулуулгийг бутлахад цахилгаан зарцуулалт багассанаар бутлуурын зардлыг ихээхэн бууруулдаг.

Тэсэлгээний дараах чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлт нь дээр дурдсан ил уурхайн үндсэн процессуудын зардал болон бүтээлд ихээхэн нөлөөлж байгаа тул чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлтг зөв тодорхойлох нь чухал асуудал тавигддаг. Чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлтг зөв тодорхойлоход генетикийн алгоритм [13], сумиляцийн загварчлал [14], эсвэл нурал дээрх чулуулгийн мөхлөгийн алгоритм [15] гэх мэт аргачлалаар тооцно. Өрөмдлөг, тэсэлгээний параметрыг өөрчилж, туршилтууд хийж, бутлагдлын үзүүлэлтг тодорхойлно. Мөн өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын зардлаас хамааруулан бутлагдлын үзүүлэлтг тус тус тодорхойлно. [16]

Уул уурхайн ном зохиолуудад ихэнхидээ ил уурхайн үндсэн процессуудыг тус тусад нь судалсан байдаг. Энэ тохиолдолд зардлыг дараагийн процессуудад оруулан тооцсон байдаг. Өөрөөр хэлбэл тухайн үндсэн процессын ашиглалтын зардал багасаж байхад дараагийн процессын ашиглалтын зардал өсөж байдаг. Тиймээс процессуудыг тус тусад оновчлох нь процесс хоорондын уялдаа холбоог алдагдуулах юм. Ил уурхайн үндсэн процессуудын нарийн төвөгтэй уялдааг харгалзан ашиглалтын зардлыг бууруулахад чиглэсэн технологи-эдийн засгийн загварчлал хийх нь чухал зорилт болно. Дундаж бутлагдлын оновчтой үзүүлэлтг тодорхойлсноор ил уурхайн үндсэн процессууд хам байдлаар ашигтай ажиллах нөхцөл бүрдэх боломжтой. Тус судалгаагаар ил уурхайн үндсэн процессуудын зардлын мэдрэмжийн шинжилгээг хийх нь үндсэн загварчлалын чиг баримтлалыг бататгах, шинжлэхэд ач холбогдолтой гэж үзэж байна. Энэхүү судалгааны ажлаар ил уурхайн авто-комвейерийн тээврийн технологийн зардлыг хамгийн бага, бүтээл өндөр байлгахад чиглэсэн чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлт болон тэсэлгээний бусад үзүүлэлтүүдийг хувирган авч үзэх оновчлолын зорилтыг дэвшүүлсэн.

## **III. СУДАЛГААНЫ АРГАЧЛАЛ**

### *А. Ил уурхайн үйлдвэрлэлийн процессуудын зардлын шинжилгээ*

Ил уурхайн үндсэн процесс нь өрөмдлөг, тэсэлгээ, ухаж ачих, тээвэрлэх, овоолох, бутлах процессуудаас бүрдэнэ. Тэсэлгээний дараах чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлт нь уулын ажлын бүх

процессуудын зардалтай хамааралтай байдаг. Уулын ажлын зардлыг бууруулахын тулд чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлтийг процесс тус бүрийн зардлын өөрчлөлттэй уялдуулан судлах шаардлагатай юм.

Уулын ажлын нийт зардал ( $Z_{\text{нийт}}$ ) нь ил уурхайн үндсэн процессууд болох өрөмдлөг, тэсэлгээ, ухаж ачих, тээвэрлэх, овоолох, бутлуурын зардлаас бүрдэх ба энэхүү зардлыг дараах илэрхийллээр тооцоолно. (1)

$$Z_{\text{нийт}} = Z_{\text{өТ}} + Z_{\text{Э}} + Z_{\text{Т}} + Z_{\text{Б}} \quad (1)$$

$Z_{\text{өТ}}$  – өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын зардал, сая.төг

$Z_{\text{Э}}$  – ухаж ачих зардал, сая.төг

$Z_{\text{Т}}$  – тээврийн зардал, сая.төг

$Z_{\text{Б}}$  – бутлуурын зардал, сая.төг

*В. Өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын зардал*

- Өрөмдлөгийн ажлын зардал

Өрөмдлөгийн зардал нь цооногийн гүн, өрмийн машины бүтээл, чулуулгийн шинж чанар, тэсэлгээний параметрээс хамаарна. Ил уурхайн тэсэлгээний ажлын явцад тэсэлгээний блокийн урт, өргөн, өндрийг тэсэлгээний зураг төсөл боловсруулахад тооцоолно. Мөн тэсэлгээний цооног хоорондын зай, эгнээ хоорондын зай, илүү өрөмдлөг зэрэг бусад үзүүлэлтүүдийг цооногийн диаметрээс хамааруулан тооцоолно. Эгнээ хоорондын зайг цооногийн диаметрээс хамааруулан дараах тэгшитгэлээр тооцоолно. [18] (2)

$$v = (23 - 36) \cdot d_{\text{цо}} \quad (2)$$

$v$  – цооногуудын эгнээ хоорондын зай, м

$d_{\text{цо}}$  – цооногийн диаметр, м

Цооногуудын эгнээ хоорондын зай мэдэгдэж байгаа тохиолдолд тэслэгдэх чанар болон тэсэлгээний холболтын схемээс хамааруулан цооног хоорондын зайг дараах тэгшитгэлээр тооцоолно. [18] (3)

$$a = (0.6 - 2) \cdot v \quad (3)$$

Мөн цооногийн диаметр, тэсрэх бодисын төрөл, чулуулгийн шахалтын бат бөхийн хязгаараас хамааруулан цооног хоорондын зайг дараах тэгшитгэлээр тооцоолно. [18] (4)

$$a = (24 - 45) \cdot d_{\text{цо}} \quad (4)$$

Тэсэлгээний цооногийн илүү өрөмдлөгийн гүнийг эгнээ хоорондын зай, чулуулгийн шинж чанараас хамааруулан дараах тэгшитгэлээр тооцоолно.

$$L_{\text{иө}} = (0.1 - 0.5) \cdot v \quad (5)$$

Өрөмдлөгийн ажлын зардал нь цооногийн гүнтэй шууд хамааралтай. Цооногийн гүн нь доголын өндөр ( $H_{\text{Д}}$ ) ба илүү өрөмдлөгийн гүн ( $L_{\text{иө}}$ )-ээс хамааралтай юм. Блок дахь өрөмдөх ажлын хэмжээг тэсэлгээний блок дээрх цооногийн нийт тоо ( $N_{\text{ц}}$ ) ба цооногийн гүнийг үржүүлж нийт өрөмдөх уртыг олно. Өрөмдлөгийн ажлын механик хурд ( $V_{\text{М}}$ ), м/цаг болон өрмийн машины нэг мото.цагт гарах зардал  $Z_{\text{ө}}$  өгөгдсөн бол мөргөцөг дээрх өрөмдлөгийн ажлын зардлыг дараах тэгшитгэлээр тооцоолно.

$$Z_{\text{ө}} = \frac{(H_{\text{Д}} + L_{\text{иө}}) \cdot N_{\text{ц}}}{V_{\text{М}}} \cdot z_{\text{ө}} \quad (6)$$

$H_{\text{Д}}$  – доголын өндөр, м

$N_{\text{ц}}$  – тэсэлгээний блок дээрх нийт өрөмдсөн цооногийн тоо, ширхэг

$z_{\text{ө}}$  – өрмийн машины нэг мото.цагт гарах зардал, төгрөг

- Тэсэлгээний ажлын зардал

Тэсрэх бодисын зардал нь тэсэлгээний ажлын зардлын зонхилох хэсгийг эзэлдэг. Тэсэлгээний ажлын тогтмол зардалд гал дамжуулах шижим, өдөөгч, тэсэлгээний хэрэгсэл, ажиллах хүчний зардал зэрэг ордог. Тэсэлгээний ажлын тогтмол зардал нь чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлтнд төдийлөн нөлөөлөхгүй тул энэхүү зардлыг ихэвчлэн авч үздэггүй. Чулуулгийн бутлагдал ба шаардлагатай тэсрэх бодисын үзүүлэлт хоорондын хамаарлыг дараах томъёогоор илэрхийлнэ. [20] (7)

$$P_{50} = A \cdot \left(\frac{V_{\text{бл}}}{Q_{\text{тб}}}\right)^{0.8} \cdot Q_{\text{тб}}^{1/6} \quad (7)$$

$P_{50}$  – чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлт, см

$A$  – чулуулгийн ангилал

$V_{\text{бл}}$  – тэсэлгээний нэг цооногт ноогдох уулын цулын үзүүлэлт, м<sup>3</sup>

$Q_{\text{тб}}$  – тэсэлгээний ажилд шаардагдах нийт тэсрэх бодисын үзүүлэлт, кг

#### ЧУЛУУЛГИЙН АНГИЛАЛ

*1-р хүснэгт*

Чулуулгийн төрөл	Ангилал
Дунд зэрэг бат бөх чулуулаг	7
Дунд зэргийн бат бөх, ан цавтай чулуулаг	10
Маш бөх, багавтар ан цавтай чулуулаг	13

Чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлт тодорхойлохдоо Neural networks [21], Монт Карлогийн симуляцийн загварчлал [22], мөн регрессийн олон төрлийн загварчлалыг [23] ашиглан тооцоолж болно.

Тэсэлгээний нэг цооногт ноогдох уулын цулын үзүүлэлт дараах томъёогоор тооцоолно.

$$V_{\text{бл}} = v \cdot a \cdot H_{\text{Д}} \quad (8)$$

$$Q_{\text{тб}} = v \cdot a \cdot H_{\text{Д}} \cdot q_{\text{т}} \quad (9)$$

$q_{\text{т}}$  – тэсрэх бодисын тооцооны хувийн зарцуулалт, кг/м<sup>3</sup>

$$q_{\text{т}} = 0.34 \cdot K \cdot \sqrt[4]{f} \quad (10)$$

$K$  – дундаж бутлагдлын үзүүлэлтнээс хамаарсан засах коэффициент

$f$  – чулуулгийн бат бөхийн коэффициент

Цооног бүрт орох тэсрэх бодисын үзүүлэлт тооцооны дараа тэсэлгээний нийт зардлыг дараах томъёогоор тооцно.

$$Z_{\text{т}} = Q_{\text{тб}} \cdot N_{\text{цо}} \cdot Y_{\text{тб}} \quad (11)$$

$Y_{\text{тб}}$  – тэсрэх бодисын үнэ, төг/кг

$N_{\text{цо}}$  – тэсэлгээний блок дахь цооногийн тоо

$$N_{\text{цо}} = \frac{V_{\text{бл}}}{v \cdot a \cdot H_{\text{Д}}} \quad (12)$$

Өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын зардлыг дараах томъёогоор тооцно.

$$Z_{\Theta T} = Z_{\Theta} + z_T \quad (13)$$

### C. Ухаж ачих ажлын зардал

Ухаж ачих ажлын зардал нь чулуулгийн шинж чанараас ихээхэн хамаарна. Ухах төхөөрөмжийн утгуур нь тодорхой эзлэхүүний багтаамжтай боловч ухах чулуулаг нь тодорхой сийрэгжилттэй ба дүүргэлттэй байх тул бүтээлд эдгээр нөхцөлийг бодолцдог. Утгуур дүүргэлт нь утгуур дахь чулуулгийн эзлэхүүнийг утгуурын багтаамжтай харьцуулсан харьцаагаар илэрхийлэгдэнэ. Ухах чулуулгийн ширхэглэлийн хэмжээ ихсэхэд утгуур дахь хоосон зай нэмэгдэж, утгуур дүүргэлтийн үзүүлэлт буурдаг. Өөрөөр хэлбэл чулуулаг сайн бутлагдсан, жижиг ширхэгтэй байх тохиолдолд утгуур дүүргэлт болон ухах төхөөрөмжийн бүтээл өндөр байна. Утгуур дүүргэлт болон чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлт хоорондын хамаарлыг регрессийн шинжилгээгээр тооцоолж болно.

Утгуур дүүргэлтийн коэффициент ( $K_{уд}$ ) болон тэслэгдсэн чулуулгийн блокийг ухаж ачих нийт  $T_{\Theta}$  (цаг) хугацааг дараах томъёогоор тооцоолно. (14)

$$T_{\Theta} = \frac{V_{бл}}{3600 \cdot (E \cdot K_{уд}) / K_{yc}} \cdot t_{эм} \quad (14)$$

$E$  – ухах төхөөрөмжийн утгуурын багтаамж,  $m^3$

$t_{эм}$  – экскаваторын мөчлөгийн хугацаа, сек

Ухах төхөөрөмжийн нийт бүтээлийг олсоны дараа ухах ачих ажлын ( $Z_{\Theta}$ ) зардлыг дараах томъёогоор тооцно.

$$Z_{\Theta} = \frac{V_{бл} \cdot K_{yc}}{3600 \cdot E \cdot K_{уд}} \cdot t_{эм} \cdot Z_{\Theta} \quad (15)$$

$Z_{\Theta}$  – ухах ачих тоног төхөөрөмжийн 1 мото.цагт ажиллах зардал, төг/цаг

### D. Тээвэрлэх ажлын зардал

Ухаж ачих зардалтай адил тээврийн хэрэгслийн тэвш ашиглалтын коэффициент нь тээврийн зардлын гол хэсэг байдаг. Чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлт ба тээвэрлэлтийн зардлын хоорондын хамаарлыг тэвш ашиглалтын коэффициентийг оролцуулан тодорхойлох боломжтой. Тээвэрлэх ажлыг үр ашигтай явуулахын тулд тэвш ашиглалтын коэффициентийг өндөр байлгах шаардлага бий. Тэслэгдсэн чулуулгийг мөргөцгөөс тээвэрлэн буулгахад шаардагдах нийт хугацааг  $T_a$  (цаг) дараах томъёогоор тооцно. (16)

$$T_a = \frac{V_{бл}}{60 \cdot V_a \cdot K_T} \cdot T_p \quad (16)$$

$V_a$  – тээврийн тоног төхөөрөмжийн тэвшний геометр багтаамж,  $m^3$

$K_T$  – тээврийн тоног төхөөрөмжийн тэвш ашиглалтын коэффициент

$T_p$  – тээврийн тоног төхөөрөмжийн рейсийн хугацаа, мин

Нийт тээвэрлэх хугацаа тодорхой тохиолдолд мөргөцөг дээрх чулуулгийг тээвэрлэх зардлыг дараах томъёогоор тодорхойлно. (17)

$$Z_T = T_a \cdot z_T \quad (17)$$

$z_T$  – тээврийн тоног төхөөрөмж 1 мото.цаг ажиллах зардал, төг/цаг

### E. Бутлуурын зардал

Бутлуур нь чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлтнээс хамаарсан процесс юм. Бутлуурын зардал нь бутлуурт орох чулуулгийн мөхлөгийн үзүүлэлтнээс хамаарна. Бутлуурын зардлын дийлэнхийг цахилгааны зардал эзлэдэг. Чулуулгийн мөхлөгийн үзүүлэлт ихсэх үед цахилгааны хэрэглээ нэмэгддэг. Бутлуурын цахилгаан зарцуулалтыг дараах томъёогоор тооцно. [24] (18)

$$W_c = K_2 \cdot M_{ic} \cdot 4 \cdot (x_2^{f(x_2)} \cdot x_1^{f(x_1)}) \quad (18)$$

$W_c$  – бодит цахилгаан зарцуулалт, кВт.цаг/тн

$x_1$  – 80% нь бутлуураар орох чулуулгийн үзүүлэлт,  $\mu m$

$x_2$  – 80% нь бутлуураар бутлагдах ( $P_{80}$ ) чулуулгийн үзүүлэлт,  $\mu m$

$M_{ic}$  – бутлуурын ажлын индекс бөгөөд ихэнх бутлуурын хувьд 7.2 кВт.цаг/тн байдаг.

$K_2$  – бутлуурын төрлийг тооцох коэффициент бөгөөд хэрэв бутлуур нь ангилах шигшүүрээр тоноглогдсон бол 1, шууд бункерээс бутлуур руу чулуулаг орж байвал 1.19 гэсэн утгыг авна.

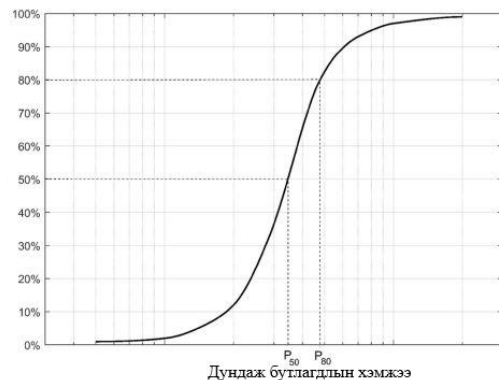
$f$  – чулуулгийн ширхэгшилээс хамаарсан функц бөгөөд дараах томъёогоор тооцно. (19)

$$f(x_j) = -(295 + x_j / 1000000) \quad (19)$$

Тэсэлгээний блокууд нь чулуулгийн тогтоц, ан цав, структур, механик шинж чанаруудын хувьд өөр өөр байдаг тул тэсэлгээний дараах бутлагдлын үзүүлэлт нь харилцан адилгүй байдаг. Бутлагдлын үзүүлэлтийг шигших шинжилгээ хийх эсвэл фотографийн аргаар олж болдог. Дундаж бутлагдлын үзүүлэлт ( $P_{50}$ ) нь чулуулгийн мөхлөгийн үзүүлэлт 50% нь орох шигшүүрийн интервал юм. Үүний нэгэн адил  $P_{80}$  нь чулуулгийн 80% нь шигшүүрээр орох интервал бөгөөд доор өгөгдсөн Розин-Раммлерийн чулуулгийн мөхлөгийн үзүүлэлтийг ангилах функцээр гаргаж болдог. (Vesilind 1980)

$$P(x) = 1 - e^{-\ln(2)(x/P_{50})^n} \quad (20)$$

$n$  – тэсэлгээний блокийн үзүүлэлт ба чулуулгийн массын үзүүлэлтээс хамаарах чулуулгийн жигд бус байдлыг тооцох коэффициент.



2-р зураг. Чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлтнээс хамаарсан тархалтын функц

Бутлуурын зардлыг дараах томъёогоор тооцно. [21]

$$Z_B = W_c \cdot Y_c \cdot V_{bl} \quad (21)$$

$Y_c$  - цахилгааны үнэ, төг/кВт·цаг

#### IV. ИЛ УУРХАЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ПРОЦЕССУУДЫН ХАРИЛЦАН ХАМААРАЛ

Ил уурхайн процессуудын хамгийн бага нийлбэр зардлыг тооцохдоо процессуудын зардлыг нэгтгэж тооцоолно. Оновчлолын загварчлалын гол хувьсагч нь чулуулгийн дундаж бутлагдлын хэмжээ юм. Ил уурхайн үйлдвэрлэлийн процессуудын хоорондын хамаарал, уялдааг дараах зурагт үзүүлсэн шиг ашиглалтын нийт зардал болон чулуулгийн бутлагдлын хоорондын хамаарлыг доголын өндрөөс хамаарсан муруйгаар тооцдог. Энэхүү зураг дээрх хар багана нь ашиглалтын хамгийн бага нийт зардал ба түүнд хамаарах чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлтг харуулж байна. Энэхүү хэсгийг тооцоолох нь оновчлолын гол асуудал гэж томъёолов.

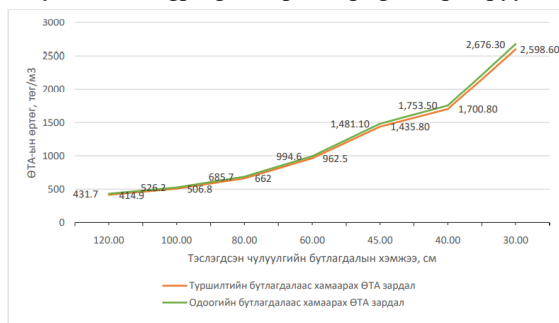
Оновчлолын томъёог доор үзүүлэв. Хамгийн бага ашиглалтын зардлыг тодорхойлох функц.

$$Z_{нийт} = Z_{\Theta T} + Z_{\Theta} + Z_T + Z_B \quad (22)$$

Тэсэлгээний цооногийн диаметр болон дундаж бутлагдлын үзүүлэлтг өөрчилснөөр ашиглалтын нийт зардлыг бууруулах боломжтой юм. Энэхүү хувьсагч үзүүлэлтүүдийг яг тодорхой аргачлалаар тооцоход хэцүү юм. Гиймээс уг загварчлалыг шийдвэрлэхийн тулд хувьсагч алгоритмыг ашигласан. [22] Хувьсагч алгоритм нь хоёр сул талтай байдаг. 1. Оновчлолыг баталдаггүй, 2. Хувьсагч алгоритмын тусгай үзүүлэлтүүдийг дурын байдлаар сонгодог. Гэсэн хэдий ч оновчтой шийдлийн интервалыг өгч шийдлийг оновчтой тодохойлох боломжийг өгнө. Өөр өөр хувьсагч үзүүлэлтүүдийг ашиглах нь хувьсагч алгоритмын үзүүлэлтүүдтэй холбоотой тодорхой бус байдлыг багасгана.

Ил уурхайн процесс тус бүрийн зардлыг бутлагдлын үзүүлэлтнээс хамааруулан тооцов. Тэсэлгээгээр сийрэгжүүлэх ажлын үзүүлэлтг одоогийн Тавантолгойн ил уурхайн мөрдөж байгаа тэсэлгээний ажлын үр дүнг тодорхойлж, туршилтын ажлыг судалгааны талбайд хийж гүйцэтгэсэн.

Судалгааны үр дүнг дараах графикаар харуулав.

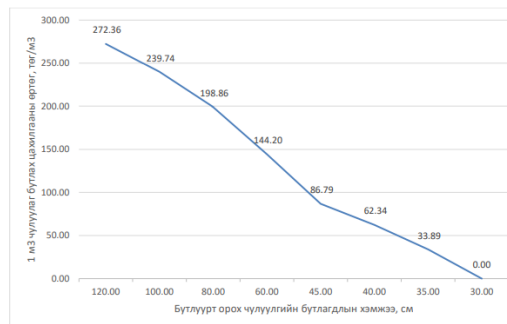


3-р зураг. S/B:1.15 болон S/B:1.67 харьцаатай торлолудаар хийгдсэн ӨТА-ын өртөгийн харьцуулалт

Туршилтын өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын бутлагдлын үзүүлэлтг 10-120см байх үед ӨТА-ын

зардлыг  $1\text{ м}^3$  тэслэгдсэн чулуулгийн зардлаар тооцож үзэхэд 30 см хүртэл бутлахад 2598.6 төг, 60 см хүртэл бутлахад 962.5 төг, 80 см хүртэл бутлахад 662.0 төг, 120 см хүртэл бутлахад 414.9 төг байна.

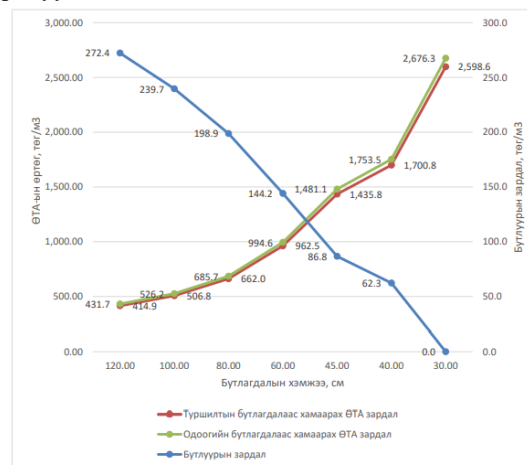
Тавантолгойн ил уурхайн нь булт бутлуур ашиглах бөгөөд бутлуур нь 0-300мм хүртэлх чулуулаг дээр ачаалагдахгүй бөгөөд 300-1200мм хүртэлх чулуулаг дээр ачаалал өгч ажиллах юм. Харин 1200мм-ээс дээш үзүүлэлттэй чулуулгийг гидро бутлагч төхөөрөмжөөр бутлана. Дараах графикаар  $1\text{ м}^3$  чулуулаг бутлах бутлуурын цахилгааны зардлыг тооцлоо.



3-р зураг. Бутлуурт орох чулуулгийн мөхлөгийн үзүүлэлтнээс хамаарах бутлуурын цахилгааны зардал

Тооцооноос үзэхэд бутлуурт 0-30см хүртэлх чулуулаг оруулахад цахилгааны зардал хэвийн ачааллаар ажиллаж, бутлуурт орох чулуулгийн үзүүлэлт 35см хүртэл  $1\text{ м}^3$  чулуулгийг бутлахад 33.9 төг, 40 см хүртэл чулуулгийг 62.3 төг, 45 см хүртэл чулуулгийг 86.8 төг, 60 см хүртэл чулуулгийг 144.2 төг, 80 см хүртэл чулуулгийг 198.86 төг, 100 см хүртэл чулуулгийг 239.7 төг, 120 см хүртэл чулуулгийг бутлахад 279.4 төгрөгийн цахилгааны зардал гарахаар байна.

Өрөмдлөг, тэсэлгээ болон бутлуурын зардлын харьцуулалтыг дараах зургаар үзүүлэв. Дараах графикаас үзэхэд бутлуурын  $1\text{ м}^3$  чулуулаг бутлах цахилгааны зардал нь ӨТА-ын зардалтай харьцуулахад хэлбэлзэл багатай байна.



4-р зураг. Тэслэгдсэн чулуулгийн бутлагдлаас хамаарах ӨТА болон бутлуурын зардлын харьцуулалт

Дээрх тооцооноос үзэхэд тэсэлгээгээр сийрэгжүүлэх болон бутлуурын зардал хамгийн бага үеийн бутлагдлын үзүүлэлт 50 см байхаар байна.

### ДҮГНЭЛТ

1. Ил уурхайн үйлдвэрлэлийн процессууд нь чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлтээс ихээхэн хамааралтай байна.
2. Чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлтээс тэсэлгээгээр сийрэгжүүлэх процессын зардлын үзүүлэлт урвуу хамааралтай ба тэвэрлэх, бутлах процессын зардлын үзүүлэлтүүд шууд хамааралтай байна.
3. Ил уурхайн үйлдвэрлэлийн процессууд нь өөр хоорондоо нарийн уялдаатай бөгөөд тэдгээрийн зардлыг хамгийн бага байлгахын тулд процессуудыг иж бүрнээр нь оновчлох шаардлагатай.
4. Тавантолгойн уурхайд  $1\text{ м}^3$  чулуулгийг тэсэлгээгээр бутлах ажлын дүнд дундаж бутлагдал 10см, 40см, 80см, 120см байх бол тус тус 14473 төг/ $\text{м}^3$ , 1753 төг/ $\text{м}^3$ , 685.7 төг/ $\text{м}^3$ , 431.7 төг/ $\text{м}^3$  байна.
5. Одоогийн бутлагдлын үзүүлэлтээс хамаарах ӨТА-ын зардал болон туршилтын бутлагдлаас хамаарах ӨТА -ын зардал нь  $1\text{ м}^3$  тутамд бутлагдлаас хамааран 17-400 төгрөгийн хооронд хэлбэлзэж байна. Судалгааны явцад туршилт хийсэн өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын үзүүлэлтүүдээр цаашид тэсэлгээний ажлыг хэрэгжүүлснээр  $1\text{ м}^3$  чулуулаг тутамд өрөмдлөг, тэсэлгээний зардлаас бутлагдлын үзүүлэлтээс хамааран 17-400 төгрөгийг хэмнэх боломжтой байна.
6. Судалгааны ажлаас үзэхэд бутлуурт 0-300мм хүртэлх чулуулаг оруулахад цахилгааны зардал хэвийн ачааллаар ажиллаж, бутлуурт орох чулуулгийн үзүүлэлт 35см хүртэл  $1\text{ м}^3$  чулуулгийг бутлахад 33.9 төг, 40 см хүртэл чулуулгийг 62.3 төг, 45 см хүртэл чулуулгийг 86.8 төг, 60 см хүртэл чулуулгийг 144.2 төг, 80 см хүртэл чулуулгийг 198.86 төг, 100 см хүртэл чулуулгийг 239.7 төг, 120 см хүртэл чулуулгийг бутлахад 279.4 төгрөгийн цахилгааны зардал гарахаар байна.

### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Fisonga M, Garcia YD, Besa B, “Burden estimation using relative bulk strength of explosive substances”. *Appl Earth Sci* 126(1):31–37. <https://doi.org/10.1080/03717453.2017.1296673>, 2017.
- [2] Nielsen K, “Optimisation of open pit bench blasting”. Paper presented at the 1st international symposium on rock fragmentation by blasting, Lulea, Sweden, 1983.
- [3] Chugh YP, Behum PT “Coal waste management practices in the USA: an overview”. *Int J Coal Sci Technol* 1(2):163–176. 2014. <https://doi.org/10.1007/s40789-014-0023-4>
- [4] Singh P, Roy M, Paswan R, Sarim M, Kumar S, Jha RR “Rock fragmentation control in opencast blasting”. *J Rock Mech Geotech Eng* 8(2):225–237, 2016.
- [5] Kecojevic V, Komljenovic D “Impact of burden and spacing on fragment size distribution and total cost in quarry mining”. *Trans Soc Min Metall Explor* 320:133, 2007.
- [6] Singh S, Narendrula R “Factors affecting the productivity of loaders in surface mines”. *Int J Min Reclam Environ* 20(01):20–32, 2006.
- [7] Osanloo M, Hekmat A “Prediction of shovel productivity in the Gol-e-Gohar iron mine”. *J Min Sci* 41(2):177–184, 2005.
- [8] Bogunovic D, Kecojevic V “Impact of bucket fill factor”. *Min Eng* 63(8):48–53, 2011.
- [9] Taherkhani H, Doostmohammadi R “Transportation costs: a tool for evaluating the effect of rock mass mechanical parameters on blasting results in open pit mining”. *J Min Sci* 51(4):730–742, 2015.
- [10] Dickerson AW, Alexander RB, Hollis AJ “Measurement of payloads carried by mine haul trucks and the influence of payloads on production rates and material movement costs”. Paper presented at the Symposia Series—Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 1986.
- [11] Workman L, Eloranta J “The effects of blasting on crushing and grinding efficiency and energy consumption”. In: *Proc 29th Con Explosives and Blasting Techniques*, Int Society of Explosive Engineers, Cleveland OH, pp 1–5, 2003.
- [12] Pothina R, Kecojevic V, Klima MS, Komljenovic D “Gyratory crusher model and impact parameters related to energy consumption”. *Miner Metall Process* 24(3):170–180, 2007.
- [13] Monjezi M, Khoshalan HA, Varjani AY “Optimization of open pit blast parameters using genetic algorithm”. *Int J Rock Mech Min Sci* 48(5):864–869, 2011.
- [14] Neale AM “Blast optimization at Kriel Colliery”. *J South Afr Inst Min Metall* 110(4):161–168, 2010.
- [15] AminShokravi A, Eskandar H, Derakhsh AM, Rad HN, Ghanadi A “The potential application of particle swarm optimization algorithm for forecasting the air-overpressure induced by mine blasting”. *Eng Comput* 1:1–9. <https://doi.org/10.1007/s00366-017-0539-5>, 2017.
- [16] Kahrirman A, Ceylanoalu A “Blast design and optimization studies for a celestite open-pit mine in Turkey”. *Mineral Resour Eng* 5(2):93–106. <https://doi.org/10.1142/S095060989600008X>, 1996.
- [17] Martin PL “Drill and blast optimization at the Sparkhule Limestone Quarry”. *J Explos Eng* 23(4):6–12, 2006.
- [18] Intl Society of Explosives, “ISEE Blaster’s Handbook 18<sup>th</sup> Edition”, ISBN-10-189239619X, 2011.
- [19] Konya CJ “Blast design. In: Sendlein LVA, Yazicigil H, Carlson CL (eds) *Surface mining environmental monitoring and reclamation handbook*”. Elsevier, New York, 1983.
- [20] Kuznetsov V “The mean diameter of the fragments formed by blasting rock”. *J Min Sci* 9(2):144–148, 1973.
- [21] Kulatilake P, Qiong W, Hudaverdi T, Kuzu C Mean particle size prediction in rock blast fragmentation using neural networks. *Eng Geol* 114(3):298, 2010.
- [22] Morin MA, “Ficarazzo F Monte Carlo simulation as a tool to predict blasting fragmentation based on the Kuz–Ram model!”.

Comput Geosci 32(3):352–359. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.06.022>, 2006.

- [23] Faramarzi F, Mansouri H, Ebrahimi Farsangi MA “A rock engineering systems based model to predict rock fragmentation by blasting”. *Int J Rock Mech Min Sci* 60(Supplement C):82–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2012.12.045>, 2013.
- [24] Morrell S “Predicting the overall specific energy requirement of crushing, high pressure grinding roll and tumbling mill circuits”. *Miner Eng* 22(6):544–549, 2009.
- [25] Sauvageau M, Kumral M “Genetic algorithms for the optimisation of the Schwartz-Smith two-factor model: a case study on a copper deposit” *Int J Min Reclam Environ*. <https://doi.org/10.1080/17480930.2016.1260858>, 2016.
- [26] “Тавантолгойн чулуун нүүрсний бүлэг ордын Цанхийн хэсгийн MV-016881, MV-016882 тоот тусгай зөвшөөрлийн талбайг ил уурхайн аргаар ашиглах ТЭЗҮ-ийн тодотгол”, 2021 он.
- [27] “Авто-конвейерийн хосолсон тээвэр бүхий мөчлөг-урсгал технологи нэвтрүүлэх төслийн ТЭЗҮ”, Эрдэнэс Тавантолгой ХК, УБ хот, 2022 он.
- [28] Оргилох бүрд ХХК “Тавантолгойн чулуун нүүрсний ордын үзүүлэлтнд нүүрс болон хөрсний чулуулгийн бутлагдал, ширхэглэлийн судалгаа”, 2022 он.

# ИЛ УУРХАЙН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖИЛД ХОРОМ УДААШРУУЛАХ ХУГАЦААГ ОНОВЧТОЙ ТОГТООХ НЬ

Магистр Г.Амартүвшин\*  
\* ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль  
Amartuvshin.g@must.edu.mn

*Хураангуй.* Тэсэлгээний ажлын үр дүнг нийтлэг байдлаар чулуулгийн бутлагдлын үзүүлэлтээр үнэлдэг. Гэвч тэсэлгээний ажлын үр дүн нь ухааж ачих тоног төхөөрөмжийн бүтээл, эвдрэл гэмтэл, засвар үйлчилгээ, уулын ажлын зардал, баяжуулах үйлдвэрийн хүдэр бэлтгэх ажлын зардал, уурхайн хажуугийн тогтворжилт, хүрээлэн буй орчин зэрэг маш олон хүчин зүйлд нөлөөлдөг байна. Иймээс тэсэлгээний ажлыг аюулгүй, технологийн шаардлагыг хангах хэмжээнд оновчтой гүйцэтгэхэд чулуулгийн физик механик шинж чанар, тэсрэх материалын сонголт, тэслэх арга, тэсэлгээний ажлын үндсэн хэмжээсүүд, тэсэлгээний чанарт тавих шаардлага, цэнэгийг тэслэх нөхцөл, орчин гэх мэт олон хүчин зүйлсийг зөв тодорхойлж, судлах шаардлагатай байдаг. Энэхүү судалгаагаар цооногийн цэнэгүүдийн холболтын схемийн дагуу хором удаашруулах хугацаа нь тэсэлгээний ажлын үр дүнд хэрхэн нөлөөлөх, хэрхэн оновчтой тооцох асуудлыг дэвшүүлж байна.

*Түлхүүр үг:* Холболтын схем, Тэсэлгээний ажлын үр дүн, Бутлагдал, Аюулгүйн бүс

## I. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

### I.1. Холболтын схем

Тэсэлгээний цооногуудын холболтын схемийг ерөнхий байдлаар хөндлөн эгнээ, дагуу эгнээ, жишүү, шаантаг, трапец холболт гэж ангилна.

Холболтын схем нь технологийн нөхцөлөөр чулуулаг шидэгдэх чиглэл, нурлын хэлбэржилтийг тодорхойлно. Холболтын үндсэн шугамтай перпендикуляр буюу 90° градус чиглэлээр чулуулаг шидэгдэж нурал үүснэ.

Аюулгүй ажиллагааны нөхцөлийг бодолцон аюулгүйн зайг удирдах боломжийг бүрдүүлдэг. Тэсэлгээний ажилд хэрэглэх тэсэлгээний хэрэгслийн сонголтоос хамаарч нэг агшинд тэслэгдэх тэсрэх бодисын хэмжээг бага байлгах замаар доргио чичиргээний аюултай үйлчлэх зайн хэмжээг бууруулж болно. Үүнд:

- Цочир дамжуулах шижмээр тэслэх үед цооногийн цэнэгүүд хором удаашрлын хугацааны дагуу хэсэг бүлгээрээ, харин удаашруулахгүй тохиолдолд бөөнөөрөө зэрэг тэсэрнэ. Уг тохиолдолд нэгэн зэрэг тэслэгдэх тэсрэх бодисын хэмжээ их байх тул аюултай бүсийн хүрээ, зааг ихээр тогтоогдох нөхцөл үүснэ. Харин цооног бүрийн удаашралтай тэслэх үед холболт хийхэд цаг их зарцуулах шаардлага гарна

- Цахилгаан бус тэслүүрийн систем (нонел), цахим тэслүүрийн системээр тэслэх үед цооногийн цэнэгүүд удаашрлын хугацааны өгөгдлөөр цооног бүрийн удаашралтай тэсэрнэ. Цооногийн цэнэгүүд тэсрэх хором удаашрлын хугацаанаас хамаарч чулуулгийн шидэгдэх чиглэл, нурлын хэлбэр тодорхойлогдоно.

### I.2. Хором удаашралын хугацаа, t (мс)

Холболтын схемийн дагуу хором удаашралын хугацааг дараах байдлаар тодорхойлно.

Цооног хооронд тэсрэлтийг удаашруулах оновчтой хугацаа тц-г дараах (Konya ба Walter) томьёогоор тодорхойлно.[3]

$$t_{ц} = K * a \quad (1)$$

a – цооног хоорондын зай, м

K – чулуулгийн төрлөөс хамаарах коэффициент, мс/м

Зөөлөн чулуулагт: 6–7

Дунд зэрэг бат бөх чулуулагт: 5–6

Бат бөх чулуулагт: 4–5

Маш бат бөх чулуулагт: 3–4

Эгнээ хооронд удаашрах оновчтой хугацаа tэ-г дараах (Konya ба Walter) томьёогоор тодорхойлно. [3]

$$t_{э} = K * b \quad (2)$$

b – эгнээ хоорондын зай, м

K – чулуулгийн төрлөөс хамаарах коэффициент, мс/м

Зөөлөн чулуулагт: 6–7

Дунд зэрэг бат бөх чулуулагт: 7-10

Бат бөх чулуулагт: 10-

Маш бат бөх чулуулагт: 13-20

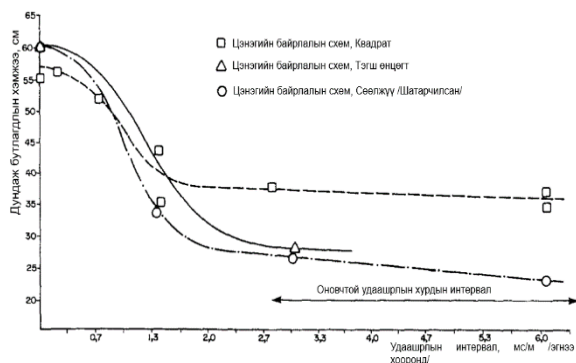
## II. ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ҮР ДҮНД НӨЛӨӨЛӨХ НЬ

Ил уурхайн тэсэлгээний ажилд цооногуудын холболтын схемийг технологийн болон аюулгүй ажиллагааны нөхцөлөөр сонгоно. Харин хором удаашруулах хугацааг оновчтой тооцоход тэсэлгээний ажлын үр дүн, зорилгыг тодорхойлох шаардлагатай байдаг.

Хором удаашралын хугацаа нь тэсэлгээний ажлын технологийн үр дүнд хэрхэн нөлөөлөхийг доорх байдлаар авч үзэв.

### II.1 Бутлагдлын үзүүлэлтэд нөлөөлөх нь

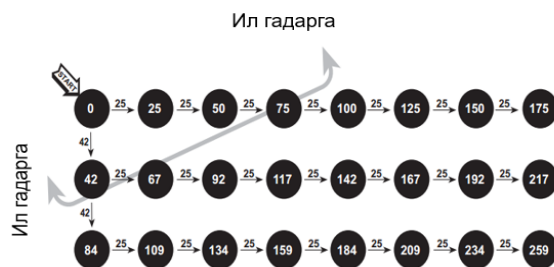
Цэнэгийн байрлал болон удаашралын интервал нь чулуулгийн бутлагдалд хэрхэн нөлөөлөхийг Bergmann эрдэмтэн тодорхойлсон байдаг. [5] Хамаарлыг зураг 1-т үзүүлэв. Доорх хамаарлаас үзэхэд удаашралын хугацаа их байхад чулуулгийн бутлагдлын ширхэгшил багасаж байна. Bergmann эрдэмтний зөвлөснөөр чулуулгийн бутлагдлын ширхэгшлийг бага байлгах оновчтой удаашралын интервал нь 2.7 мс/м-с их байх хэрэгтэй гэж үздэг байна.



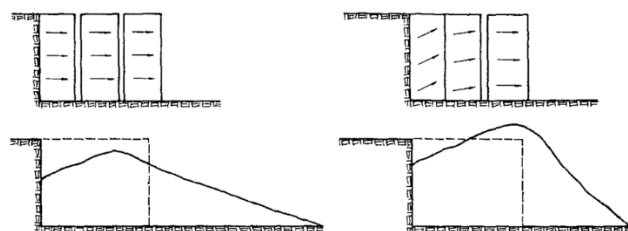
Зураг 1. Удаашралын интервал, дундаж бутлагдлын хамаарал /Bergmann, 1975/

### II.2 Чулуулгийн шилжилтэд нөлөөлөх нь

Удаашралын хугацаа болон холболтын схемээр тэсэлгээгээр шидэгдэх чулуулгийн шилжилтийг удирдах боломжтой байдаг. Чулуулгийн шилжилтийг хянахад гал өгөх эхний цооногийн байрлал чухал нөлөө үзүүлнэ. Тэсэлгээний ажлын үндсэн хэмжээсүүд, холболтын схем болон гал өгөх эхний цооногийн байрлал ижил нөхцөлд цооног хооронд 25 мс удаашралтай, эгнээ хооронд 42 мс удаашралтай /Зураг 2/, 17 мс удаашралтай /Зураг 3/ тэслэхэд чулуулгийн шидэлтийн чиглэл хэрхэн өөрчлөгдөж буйг харьцуулж харуулав.

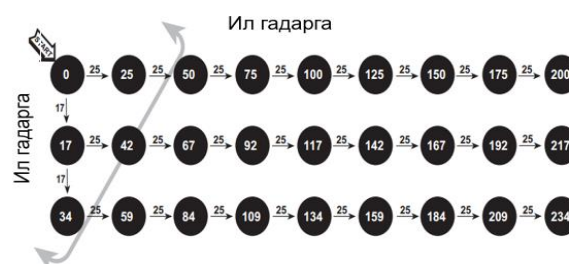


Зураг 2. Цооног хооронд 25 мс удаашралтай, эгнээ хооронд 42 мс удаашралтай тэслэх схем

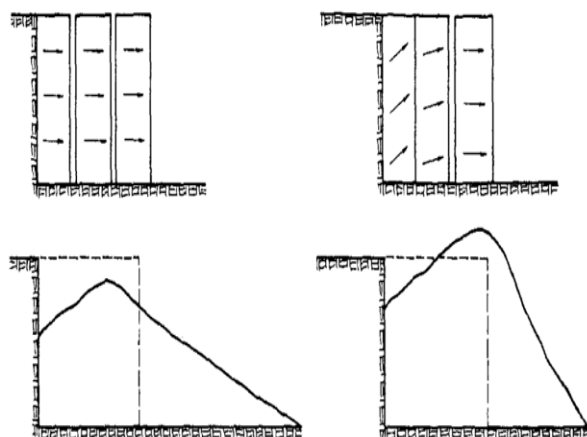


Зураг 3. Удаашралын хугацаа их байх нөхцөлд үүсэх нурлын хэлбэржилт

Эгнээ хооронд 42 мс удаашралтай /Зураг 2/ тэслэхэд чулуулгийн шидэлт жишүү байдлаар эгнээний дагуу шидэгдэж байна. Уг тохиолдолд тэсэлгээний дараа үүсэх нурлын өргөн их, нурлын өндөр бага байна. /Зураг 3/



Зураг 4. Цооног хооронд 25 мс удаашралтай, эгнээ хооронд 17 мс удаашралтай тэслэх схем



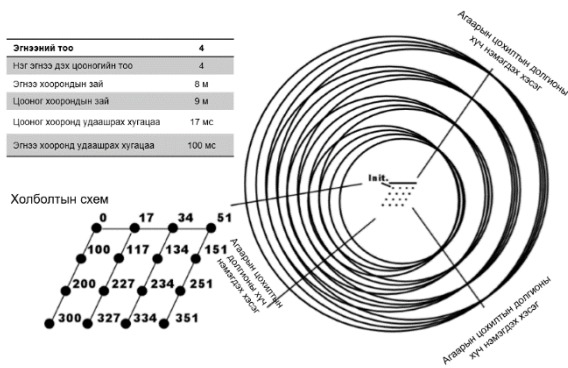
Зураг 5. Удаашралын хугацаа бага байх нөхцөлд үүсэх нурлын хэлбэржилт



17 мс удаашралтай /Зураг 4/ тэслэхэд тэслэхэд чулуулгийн шидэлт жишүү байдлаар эгнээ дэх цооногийн дагуу хөндлөн чиглэлээр шидэгдэж байна. Уг тохиолдолд тэслэгээний дараа үүсэх нурлын өргөн бага, нурлын өндөр их байна. /Зураг 5/

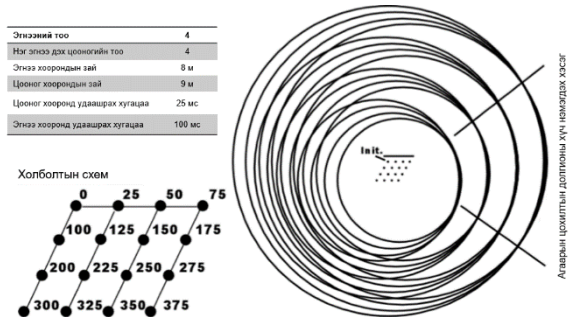
### II.3 Агаарын цохилтын долгионд нөлөөлөх нь

Тэслэгээний ажлын үндсэн хэмжээсүүд, холболтын схем болон гал өгөх эхний цооногийн байрлал ижил байх нөхцөлд эгнээ хооронд 100 мс удаашралтай, цооног хооронд 17 мс удаашралтай /Зураг 6/, 25 мс удаашралтай /Зураг 7/, цооног хооронд 42 мс удаашралтай /Зураг 8/ тэслэхэд тэслэгээгээр үүсэх агаарын цохилтын долгион хэрхэн тархаж өөрчлөгдөхийг харьцуулж харуулав. [1]



Зураг 6. Эгнээ хооронд 100 мс удаашралтай, цооног хооронд 17 мс удаашралтай тэслэх схем

Цооног хооронд 17 мс удаашралтай тэслэхэд цооногийн цэнэг бүрийн тэсрэлтээр үүсэх агаарын цохилтын долгион ар араасаа хурдан тархах бөгөөд агаарын цохилтын долгионы хүч олон цэнэгт хуримтлагдаж байна. Үүнээс хамаарч агаарын цохилтын долгионы аюултай бүсийн зай ихсэхнө хцөл бүрдэнэ. [1]

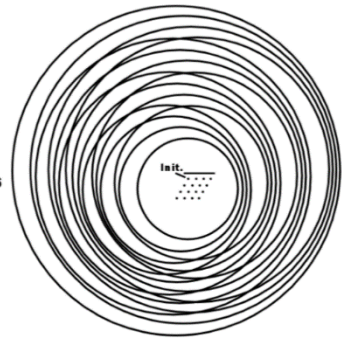
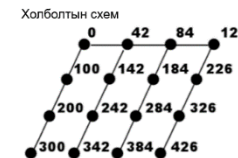


Зураг 7. Эгнээ хооронд 100 мс удаашралтай, цооног хооронд 25 мс удаашралтай тэслэх схем

Цооног хооронд 25 мс удаашралтай тэслэхэд агаарын цохилтын долгионы хүч зүүн талын талбайд хуримтлагдаж байна. Үүнээс хамаарч

агаарын цохилтын долгионд өртөж болзошгүй байгууламжийг хэрхэн хамгаалах шийдлийг гаргаж болно. Мөн гал өгөх эхний цооногийг өөрчлөх байдлаар агаарын цохилтын долгионы хүч нэмэгдэх чиглэл, хэсгийн байршлыг шилжүүлэх боломжтой. [1]

Эгнээний тоо	4
Нэг эгнээ дэх цооногийн тоо	4
Эгнээ хоорондын зай	8 м
Цооног хоорондын зай	9 м
Цооног хооронд удааших хугацаа	42 мс
Эгнээ хооронд удааших хугацаа	100 мс

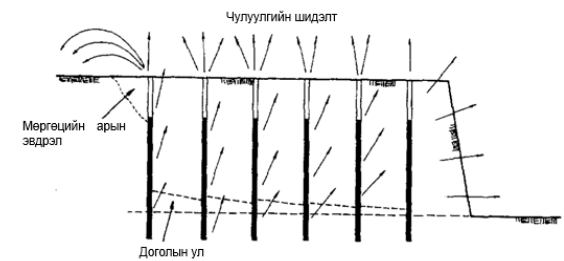


Зураг 8. Эгнээ хооронд 100 мс удаашралтай, цооног хооронд 42 мс удаашралтай тэслэх схем

Цооног хооронд 42 мс удаашралтай тэслэхэд агаарын цохилтын долгион жигд тархалттай сарниж байна. Үүнээс харахад удаашралын хугацаа их байх нь тэсрэлтээс үүсэх агаарын цохилтын долгионы хүчийг сарниулах боломжтой байна.

### II.4 Бусад нөлөөлөл

Удаашралын хугацаа бага байх нь мөргөцгийн арын эвдрэлийг нэмэгдүүлдэг. Энэ нь доголын тогтворжилтод сөргөөр нөлөөлнө. Мөн тэслэгээний дараа үүсэх доголын ул бүрэн тэслэгдэхгүй байх (босго үүсэх), тэслэгээгээр чулуулаг хол шидэгдэх нөхцөлийг бүрдүүлдэг байна. /Зураг 9/



Зураг 9. Бусад нөлөөлөл

Доголын тогтворжилт, чулуулгийн шидэлт, доголын уланд босго үүсэхээс сэргийлж удааршлын хугацааг оновчтой байдлаар сонгох шаардлагатайг дээрх зургаас харж болно.

### III. УДААШРАЛЫН ХУГАЦААГ ТООЦОХОД АНХААРАХ ЗҮЙЛС

Хором удаашруулах хугацаа нь тэсэлгээний ажилд хэрхэн нөлөөлөхийг II бүлэгт авч үзсэн. Хором удаашруулах хугацааг оновчтой тооцоход тэсэлгээний ажлын зорилго, үр дүнг тодорхойлж дараах зүйлсийг анхаарч судлах шаардлагатай байдаг байна. Үүнд:

Геологийн нөхцөл:

- Чулуулгийн шинж чанар
- Тэслэх блок дахь ан цав, хагарал
- Гидрогеологийн нөхцөл

Тэсэлгээ хийх орчны нөхцөл:

- Ил гадаргын тоо
- Цооног хооронд болон эгнээ хоорондын зай

Тэсрэх материалын сонголт:

- Тэсрэх бодисын сонголт
- Тэсэлгээний хэрэгслийн сонголт

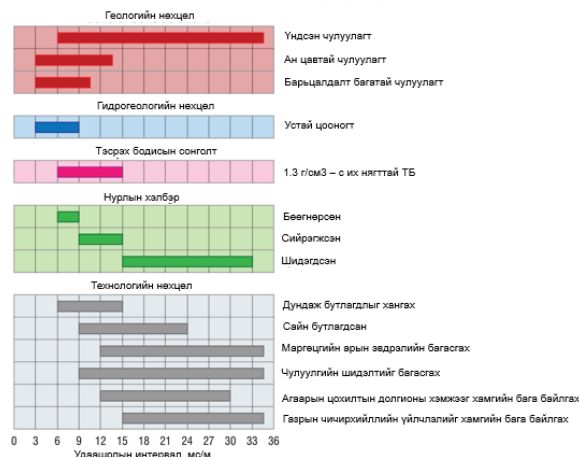
Технологийн үр дүн:

- Чулуулгийн дундаж бутлагдал
- Мөргөцгийн арын эвдрэл, тогтворжилт
- Тэсэлгээний дараа үүсэх нурлын хэлбэр
- Тэсэлгээний дараа үүсэх улны эвдрэл, хэлбэршилт
- Тэслэгдэх чулуулгийн шилжилт

Аюулгүй ажиллагааны нөхцөл:

- Агаарын цохилтын долгион
- Газрын чичирхийлэл
- Чулуулгийн шидэлт

Хором удаашруулах хугацааг тооцоход удаашрлын интервалыг (мс/м) эрдэмтэн Жон Флойд (John Floyd) -н зөвлөснөөр доорх нөхцөлүүдийг (10-р зураг) харгалзан үзэж сонгон авахыг санал болгодог. [4]



Зураг 10. Удаашралын интервал тооцох зөвлөмж / John Floyd /

Цооног хооронд болон эгнээ хооронд 8мс удаашралтай тэсэлвэл нэгэн зэрэг тэслэгдэнэ гэж үздэг. Иймээс удаашрах интервалыг (мс/м) сонгон авахдаа цооног хооронд болон эгнээ хоорондын зайг анхаарч үзэх шаардлагатай. Олон улсын практикт бутлагдлыг сайжруулахад цооног хооронд удаашрах интервал 3-8 мс/м, хүнд тэслэгдэх чулуулагт эгнээ хооронд 15-30 мс/м байх нь оновчтой гэж үздэг.

Коня (Konya), Волтер (Walter) нарын тодорхойлсноор удаашрлын интервалын өөрчлөлт нь тэсэлгээний ажлын үр дүнд доорх (11-р хүснэгт) байдлаар нөлөөлнө гэж үздэг. [5]

11-р хүснэгт. Тэсэлгээний ажлын үр дүнд нөлөөлөх удаашрлын интервал

Удаашралын интервал, мс/м	Үр дүн
7	Агаарын цохилтын долгион, мөргөцгийн арын эвдрэл их байна
7-10	Өндөр, бөөн нурал үүснэ, агаарын цохилтын долгион, мөргөцгийн арын эвдрэл дунд зэрэг байна
13-20	Дунд зэргийн өндөртэй нурал үүснэ, агаарын цохилтын долгион, мөргөцгийн арын эвдрэл дунд зэрэг байна
13-20	Мөргөцгийн арын эвдрэл хамгийн бага байна, нурал задгайрна
23-47	Хамгийн их шилжилттэй нурал үүснэ

Удаашралын хугацааг ихээр тооцоход аюулгүй ажиллагааны нөхцөлийг сайн хангах боломжтой гэж харагдаж байна. Гэвч удаашралын хугацаа хэт их байх нь чулуулгийн бутлагдалд сөрөг нөлөө үзүүлэх, нурал хэт задгайрах хандлагатай байдаг гэдгийг анхаарах шаардлагатай.

#### IV. ДҮГНЭЛТ

1. Удаашралын хугацаа хэт бага байх нь чулуулгийн бутлагдал, арын хажуугийн эвдрэл, доголын уланд босго үүсэх, чулуулгийн шидэлт, агаарын цохилтын долгион, чичирхийлэлд сөргөөр нөлөөлдөг байна.
2. Удаашралын хугацааг ихээр тооцоход аюулгүй ажиллагааны нөхцөлийг сайн хангах боломжтой боловч чулуулгийн бутлагдалд сөрөг нөлөө үзүүлэх, нурал хэт задгайрах хандлагатай байна.
3. Удаашралын хугацааг оновчтой тогтооход тэсэлгээний ажлын зорилго, үр дүнд үндэслэх нь нэн тэргүүнд авч үзэх асуудал болно.

#### V. АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Alan B. Richards, Adrian J. Moore. Blast vibration course. Measurement, Assessment, Control., Terrock, 1995
- [2] Dynonobel. Nonel shot pattern guide., 2006
- [3] Gokha B. V. Blasting in large surface mines., 2018
- [4] Floyd J. Blast Dynamics: course notes., 2005
- [5] Jimeno C. L. Drilling and Blasting of Rocks, Rotterdam., 1995

## НАЛАЙХЫН ИХ УУРХАЙД НҮҮРСИЙГ ОЛБОРЛОХ ДЭВШИЛТЭТ ШИНЭ ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ НЭВТРҮҮЛЭХ АСУУДАЛД

<sup>1</sup> Доктор (Ph.D), Проф. Х.Жаргалсайхан, <sup>2</sup> Докторант С.Энхцацрал  
<sup>1</sup> ШУТИС-ийн харьяа Уул уурхайн хүрээлэн, Техник, технологийн сектор.  
<sup>2</sup> ШУТИС-ийн ГУУС, Уурхайн технологийн салбар.

**Хураангуй** - Налайхын нүүрсний уурхайн ашиглалтын товч тодорхойлолт, ордын нүүрсний давхаргын шинж чанар, уурхайн 1922-1992 онд олборлосон нүүрсний хэмжээ, үлдэгдэл нөөц, түүнийг цаашид олборлох боломж, Тус уурхайд ашиглагдаж байсан тоног төхөөрөмж, механикжилтийн байдлыг товч тусгасан болно. Налайхын уурхайн нүүрсийг олборлоход тохиромжтой, дэвшилтэт шинэ техник, технологи нэвтрүүлэх боломжийг авч үзсэн болно. Мөн далд уурхайн нүүрсний зузаан давхаргыг олборлох дэвшилтэт шинэ техник, технологийн онцлог, давуу талыг тайлбарлан харуулсан болно.

**Түлхүүр үг:** төхөөрөмж, комбайн, бэхэлгээ, малталт, далд уурхай.

**Налайхын Их уурхайн товч түүх:** Налайхын нүүрсний орд нь Төв аймгийн нутаг дэвсгэрт Улаанбаатар хотоос 45 км зайд далайн түвшнээс дээш 1410-1570 м-т өргөгдсөн, өргөргийн дагуу сунаж тогтсон уулс хоорондын 200 км квадрат талбай бүхий Налайхын хотгорт оршдог.

Налайхын нүүрсний ордыг 1912 оноос анх хятадын үйлдвэр, худалдаа эрхлэгчид жижиг налуу малталтаар уурхайлан олборлосноор уурхайн ашиглалт эхэлсэн гэж үздэг.

Налайхын уурхайг 1922 онд улсын үйлдвэрийн газар болгосноор Монгол улсын уул уурхайн салбар үүсэж хөгжсөн түүхтэй бөгөөд ордын хэмжээнд нийтдээ 22 налуу малталтаар олборлолт хийж, 1950-иад оныг хүртэл нүүрсний нөөцийн тодорхой хэсгийг газрын гадаргуугаас 40-45 метрийн гүнд ашиглаж байсан байна.

1958 онд жилдээ 600 мян.т нүүрс олборлох хүчин чадалтай гүний их уурхай ашиглалтад орсноор дээрх жижиг уурхайнууд хаагдаж, ил аргаар ашиглаж байсан жижиг уурхайнууд үлдсэн байна.

1970-1974 онд Налайхын уурхайг Ленинград хотын ГИПРО шахт институтийн зураг төслөөр жилд 600-мян.т-оос 800 мян.т нүүрс олборлох хүчин чадалтай болгож өргөтгөсөн байна. Энэ өргөтгөлийн ажлаар ашиглалтын мөргөцөгт далд уурхайн нүүрс олборлолтын иж бүрэн механикжсан ОМКТМ болон ОКП-100 төрлийн төхөөрөмжийг нэвтрүүлж, нүүрс тээвэрлэлтийн С-53, СР70, СР-70А маркийн гинжит конвейер, ЛУ-100 маркийн туузан дамжуулагч, бэлтгэл малталтын ажилд нэвтрэлтийн ПК-3М комбайн шинээр ашиглах болсон байна. Мөн олборлолтыг суналын дагуух урт баганат ашиглалтын системд шилжүүлж, уурхайн агааржуулалтыг нэгдсэн сүлжээгээр үндсэн малталтад ВОКД-2.5 агааржуулагч сэнсээр гүйцэтгэх болсон байна [1].

Налайхын уурхайн 1970-1976 оны нарийвчилсан хайгуулын тайлангаар 1976.01.01-ний байдлаар тэнцлийн нийт нөөц 78.75 сая тонн (А-0.91 сая тн, В-37.45 сая тн, С1-40.39 сая тн) байсан ба

үүнээс уурхайн техникийн хил дотор 59.35 сая тонн (А-0.91 сая тн, В-35.72 сая тн, С1-22.72 сая тн), балансын бус 11.37 сая тонн нөөцтэй байжээ.

Налайхын Их Уурхайн өргөтгөлийн ажлыг шат дараатай хэрэгжүүлснээр 1975-1987 онд жилд 413-870.9 мян.т нүүрс олборлож ирсэн бөгөөд тус ордоос 1922-1992 оны хооронд нийт 25.54 сая тн нүүрс олборлосон ба 1987 оноос жил бүрийн нүүрс олборлолтын хэмжээ байнга буурч 1992 онд 112.5 мян.т нүүрс олборлож байсан байна.

Налайхын нүүрсний далд уурхайн нүүрс олборлох үндсэн үйл ажиллагаа нь 1992 оноос бүрэн зогсолт хийж, уурхайн үндсэн, бэлтгэл малталт, уурхайд ашиглагдаж байсан иж бүрэн механикжсан тоног төхөөрөмж бүхий олборлолтын камбайн, бэлтгэл малталт нэвтрэлтийн комбайн, гинжит болон туузан конвейер, агааржуулалт, цахилгаан хангамжийн сүлжээ, газрын дээрх уурхайчдын үйлчилгээний дэд бүтцийн барилга, байгууламжуудыг түр хаалтын (консерваци) горимд хадгалж үлдээгүй учир, хувьчлал, урт цаг хугацааны туршид эзэнгүйдэж уурхайд байсан тоног төхөөрөмжүүд нь усанд эзлэгдэн хэрэгцээгүй болж, газрын гадагуугийн цахилгаан хангамж, төмөр зам, уурхайн засварын цех, конторын барилга зэрэг бүх байгууламж нь нурж, балгас болон цаашид үргэлжлүүлэн ашиглах нэг ч объект үлдээгүй, балгас болсон ба эвдэрсэн газар болон нураасан барилга, байгууламжийг аюулгүй болгох болон нөхөн сэргээх ажил өнөөг хүртэл хийгдээгүй байна.

Налайхын нүүрсний ордоос нэг хэсэг хугацаанд хувийн хэвшлийн уурхайнууд өмнө нь ашигласан лаавны хамгаалалтын цулд үлдээсэн нүүрсийг гар аргаар олборлож байсан бөгөөд бүгд өнөөдөр бүгд хаагдсан байна. Налайхын нүүрсний уурхайд 1993 оны 01.01-ний байдлаар уурхайн техникийн хил дотор 32.26 сая тонн, уурхайн техникийн хилээс гадна 26.58 сая тонн, нийт 58.84 сая тонн (А- 4.52 сая тн, В-15.95 сая тн, С1-38.37 сая тн) тооцоологдсон нүүрсний нөөц байгаа болно [2].

Налайхын нүүрсний давхаргын үзүүлэлтийг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 1.

## Налайхын нүүрсний давхаргын үзүүлэлт

Нүүрсний давхарга	Уналын өнцөг, град	Нийлбэр зузаан, м	Зонхилох зузаан, м
II давхарга	5-15	13.48	3.0-10.0
III давхарга	4-13	0.13-5.42	1.2-3.5
IV давхарга	5-13	0.2-6.24	2.5-4.0
V давхарга	4-15	5-10	3.0-3.6
VIII давхарга	8-16	0.19-1.5	0.2-0.3

Ер нь Налайхын нүүрсний ордод байгаа 58.84 сая тонн нөөцийг олборлож, тус уурхайг ашиглалтад оруулах талаар янз бүрийн санал, санаачлага, төсөл гарч ТЭЗҮ нь ЭБМЗ-ийн хурлаар орж хэлэлцэгдэж байсан боловч ажил хэрэг болсон, амжилттай хэрэгжүүлсэн төсөл өнөөдрийг хүртэл харагдахгүй байна.

**Ашиглалтын систем:** Налайхын уурхайд урт баганат ашиглалтын систем хэрэглэж, лаав хоорондын малталанд 20 м өргөн, ургын дагуу 500-1000 м нүүрсийг хамгаалалтын цулд үлдээж байв.

**Механикжсан тоног төхөөрөмж:** Налайхын уурхайд 2.5-3.0 м зузаантай нүүрсний давхаргыг олборлох ОКП-100 маркийн ганц төрлийн иж бүрэн механикжсан төхөөрөмж ажиллаж байсан тул нүүрсний хэт зузаан болон нимгэн давхаргуудыг олборлох боломж муу байсан.

**Бэлтгэл малталт:** Уурхайн бэлтгэл малталанд маш их хэмжээний мод хэрэглэн, модон бэхлэгээ хийдэг байсан нь бэхлэгээ гэмтэх, малталанд нуруулт үүсэх тохиолдол багагүй гарч байсан.

Тухайн үедээ Налайхын нүүрсний далд уурхайд ОХУ-ын орчин үеийн дээрх дэвшилтэт тоног төхөөрөмжийг ашиглан бэлтгэл малталт нэвтрэлт, олборлолтын ажлыг гүйцэтгэж ирсэн боловч уурхай урт хугацаанд зогсож, уурхайн хуучин үндсэн болон бэлтгэл малталтуудыг дахин ашиглах боломжгүй байдал бий болоод 30 гаруй жил болсон учраас тус ордод үлдсэн олборлолт хийх боломжтой 50 гаруй сая тонн нүүрсний нөөцийг олборлож, аж ахуйн эргэлтэд оруулах асуудал чухлаар тавигдаж байгаа болно.

Иймд уурхайчин бид нар Налайхын уурхайг ашиглалтад оруулах, үлдэгдэл нөөцийг бүрэн олборлох тал дээр санаачлагатай байж, чухал төсөл, хөтөлбөрийг хэрэгжүүлэх талаар эрэл хийн ажилласаар байна.

**Налайхын уурхайд орчин үеийн дэвшилтэт техник, технологи нэвтрүүлэх боломж:**

Өнөөдөр дэлхийн ихэнх улсуудад нүүрсийг далд аргаар олборлох ажил байнга хийгдэж, өндөр бүтээлтэй, эрчим хүчний зарцуулалт багатай, хөдөлмөрийн аюулгүй байдал, эрүүл ахуйн нөхцөл хангагдсан, дэвшилтэт, ухаалаг тоног төхөөрөмжүүд ашиглагдаж, далд уурхайд нүүрс олборлох үйл ажиллагаа нь иж бүрэн механикжиж, хүнгүй

олборлолт явуулах зорилт хэсэгчлэн хэрэгжих болсон байна.

Өнөөдөр Налайхын уурхайн нөхцөлд ашиглах боломжтой 3-9 м зузаантай нүүрсний давхаргыг олборлох иж бүрэн механикжсан тоног төхөөрөмж бүхий олборлолтын комбайны талаар товч танилцуулахыг зорьсон болно. Эндээс нүүрсний далд уурхайн олборлолтын ажил хир зэрэг автоматчилагдсан, өндөр түвшинд хүрсэн болохыг харах болно. Энэхүү иж бүрэн тоног төхөөрөмжийг нэвтрүүлэн Налайхын ордын нүүрсний II болон V давхаргын 8-91 м зузаантай нүүрсний давхаргыг нэг үеэр олборлож, бүтээлийг нэмэгдүүлэн, нүүрсний хаягдлыг багасгах боломжтой юм.

**Иж бүрэн механикжсан олборлолтын тоног төхөөрөмж:** БНХАУ-ын Шанхайн нүүрсний технологийн компани нь нүүрсний далд уурхайд нүүрсний нимгэн дархаргаас эхлээд нүүрсний зузаан давхаргыг олборлох иж бүрэн механикжсан олборлолтын комбайн, нүүрсний тээвэрлэлт хийх өндөр бүтээлтэй гинжит болон туузан конвейер, уулын даралт, хийн гэнэтийн цохилтын аюулаас урьдчилан сэргийлэх далд уурхайн гүнд өрөмдлөг хийх тоног төхөөрөмж, уурхайн үндсэн болон малталт, туннелийг богино хугацаанд гүйцэтгэх хурдан нэвтэрч, бэхлэх иж бүрэн механикжсан тоног төхөөрөмж зэрэг далд уурхайн дэвшилтэт техник, технологиудыг бий болгон үйлдвэрлэлд нэвтрүүлж байгаа нь техникийн үзүүлэлт өндөр, эрчим хүчний зарцуулалт бага, технологийн процессийн автоматжуулалт, электронжуулалт, программчлал, роботжуулалтыг өндөр хэмжээнд ашигласан зэрэг олон үзүүлэлтээрээ дэлхийн тэргүүлэгч орнуудын хэмжээнд хүрэх болсон байна.

Үүний тодорхой нэг жишээ нь 2750-иас 3450 кВт хүртэл суурилагдсан хүчин чадалтай, 0.75-9.0 метрийн зузаантай, 12 градусын уналтай нүүрсний давхаргыг олборлох, 221-230 тонн жинтэй далд уурхайн олборлолтын комбайн, түүний бусад дагалдах тоног төхөөрөмжүүдийг үйлдвэрлэж, ашиглаж байгаа явдал юм. Энэхүү олборлолтын комбайн бүхий иж бүрэн тоног төхөөрөмж нь жилд 15.0-17.0 сая тонн нүүрс олборлох боломжийг бүрдүүлсэн байна. Энэ нь хэд хэдэн төрлийн цуврал комбайнууд байгаа болно. Тухайлбал: MG900/2400-WD маркийн комбайн бүхий иж бүрэн төхөөрөмж нь 3-4 метрийн дундаж зузаантай нүүрсний давхаргад үр ашигтай ажиллахаар тусгайлан бүтээгдсэн бөгөөд суурилуулсан хамгийн дээд хүч нь 2650 кВт, нүүрсийг огтлох хурд нь минутанд 17 метр юм. Мөн MG1100/3050-WD маркийн комбайн бүхий иж бүрэн төхөөрөмж нь 5.0-9.0 метрийн зузаантай нүүрсний давхаргыг олборлоход тохирсон, 2750-3450 кВт-ын суурилагдсан хүч чадалтай бөгөөд 8.8 м зузаантай нүүрсний давхаргыг олборлон дэлхийн дээд амжилтыг тогтоож, жилд 15 сая тонн ба түүнээс дээш хэмжээний нүүрсийг олборлох хүчин чадалтай юм [3].

**Олборлолтын комбайны шинэ, дэвшилтэт технологийн онцлог нь:**

\* Нүүрсний давхаргын ул, таазны хил, хязгаарын өөрчлөлтийг даган олборлолт хийх боломжтой.

\* Олон төрлийн үйл ажиллагааны мөчлөгийг бүрэн механикжуулан, нийт 30 хүртэлх үйл ажиллагааг автоматжуулсан.

\* Харилцаа холбооны технологийг ашигладаг бөгөөд тоног төхөөрөмжийн ашиглалт, засвар үйлчилгээний хяналт хийхэд интернет болон үүлэн платформ технологийг ашигладаг.

\* Олборлолтын комбайны зүтгүүр нь гинжит бус цахилгаанаар ажиладаг зүтгүүртэй болсон.

• Лаавны нүүрс тээвэрлэх конвейерийн бүтээл өндөртэй зэрэг маш олон дэвшилтэт талуудтай юм.

**Ашиглалтын систем:** Налайхын нүүрсний далд уурхайд нүүрсний хамгаалалтын цулгүй олборлох ашиглалтын системийг нэвтрүүлэх боломж бүрдэнэ. Энэ нь өмнө нь лаав хоорондын малталтуудад үлдээж байсан хамгаалалтын цулыг үлдээхгүйгээр бэлтгэл малталтыг барьж үлдээхийн зэрэгцээ лаавыг ашиглахад дахин хэрэглэж,

ашиглалтын үеийн хаягдлыг 20% бууруулах боломжийг бүрдүүлнэ.

**Олборлолтын дэвшилтэт техник:**

Налайхын уурхайн 6-9 м зузаантай нүүрсний давхаргыг олборлоход БНХАУ-ын нүүрсний зузаан давхаргыг ашиглах олборлолтын комбайныг нэвтрүүлнэ. Ингэснээр нүүрсний зузаан давхаргыг үелэн олборлох үед их хэмжээний хамгаалтын нүүрсний үе үлдээхгүйгээр олборлож, ашиглалтын үеийн хаягдлыг багасгаж, олборлох нөөцийн хэмжээг нэмэгдүүлэх болно. Олборлолтын ажлын бүтээмж дээшлэх чухал ач холбогдолтой юм.

**Бэлтгэл малталт:**Налайхын уурхайн бэлтгэл малталтанд төмөр аркан бэхэлгээ хэрэглэснээр агааржуулалтын болон тээвэрлэлтийн штрекийн малталтыг барьж үлдээн, зэрэгцээ лаавыг олборлоход өмнөх лаавны малталтыг дахин хэрэглэх боломжтой болж, бэлтгэл малталд нэвтрэлтийн ажлыг 50% багасгаж, аюулгүй ажилагааг дээшлүүлэх нөхцөлийг хангах болно.



**Зураг 1. Нүүрсний зузаан давхаргыг олборлох MG2×250/1200-WD1маркийн комбайн бүхий иж бүрэн механиксан тоног төхөөрөмж.**

**Ашигласан материал**

- [1]. Налайхын Их уурхайн техникийн зураг төсөл. 1975 он.
- [2]. Налайхын ордын хайгуулын ажлын тайлан. 1993 он.
- [3]. "China coal technology @ engineering group" танилцуулга. 2023 он.

# ЭРДЭНЭТИЙН ИЛ УУРХАЙН ХҮДРИЙН ЧАНАРЫН ДУНДАЖЛАЛЫГ ХАНГАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

Б.Элбэгзаяа<sup>1</sup>, Г.Уранбайгаль<sup>2</sup>, С. Цэдэндорж<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Докторант, Геологи Уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

<sup>2,3</sup> Геологи Уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

**Хураангуй** - Уурхайн олборлолт-баяжуулалтын процессуудын үр дүнг дээшлүүлэх, хүдрийн чанарын дундажлалын асуудлыг оновчтой шийдвэрлэх нь үйлдвэрлэлийн эдийн засгийн үр өгөөжийг дээшлүүлэх боломжуудыг судлаач эрдэмтэд судласаар ирсэн билээ.

“Эрдэнэтийн Овоо” хүдрийн ил уурхайн хувьд ухааж, ачих, тээвэрлэх, бутлан нунтаглах, баяжуулах гэсэн үндсэн процессын харилцан хатуу хамаарлаас болж сул зогсох, агуулга дундажлал, хүдэр нийлүүлэлт, уулын ажлын горим алдагдах, металлын хаягдал ихсэх, зөвшөөрөгдөх хорт хольцын баланс алдагдах зэрэг сул талуудыг ихээхэн гарч байгааг судалгаагаар тогтоосон. Иймд хүдрийн тактикийн агуулахыг байгуулж, удирдлага зохион байгуулалтыг оновчтой болгосноор техникийн бүтээлийг нэмэгдүүлэх, бүтээгдэхүүний өөрийн өртөг, үр ашиггүй зардлыг бууруулах, хүдрийн хэмжээ болон агуулга тогтворжих, хорт хольцын балансыг хянах зэрэг боломжийг бий болгож байна.

Судалгааны ажлын үр дүнд “Эрдэнэтийн Овоо” зэс-молбидений ордын хүдрийн чанарын үзүүлэлтүүдийн мэдээлэл, ашиглалтын процессын бүхий үе шатны дараах тээрэмд орох хүдрийн чанарыг дундажлалыг удирдахын тулд ТАКТИК-ийн агуулах үүсгэх нь чухал шаардлагатай байна.

**Түлхүүр үг:** тактикийн овоолго, чанарын үзүүлэлтүүд, дундаж агуулга

## Оршил

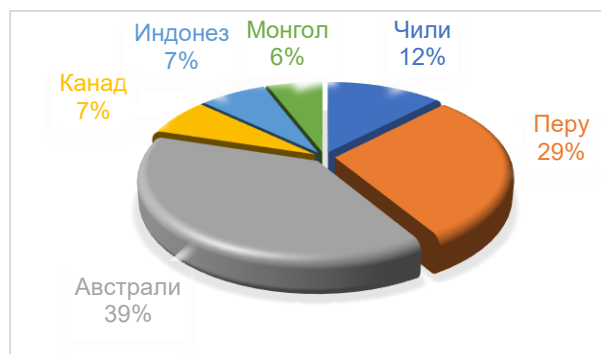
АНУ-ын геологийн судалгаанаас (USGS) дэлхийн батлагдсан зэсийн нөөц 720 сая тонн байгаа гэж үзсэн байна. Мөн урьдчилан таамагласан 2.1 тэрбум тонн, олборлоогүй 3.5 тэрбум тонн зэсийн нөөц байдаг гэж үздэг байна [4]. ICSG, World Copper Factbook. Дэлхийн зэсийн зах зээл цар хүрээгээ тэлэхийн хирээр дэлхийн зэсийн эрэлт, нийлүүлэлт улам өсч сүүлийн 50 жилд 3 дахин өссөн үзүүлэлттэй байна. Чили улс нь дэлхийн зэсийн нөөц болон олборлолтоороо тэргүүлэгч улс бол БНХАУ нь импорт хэрэглээгээрээ тэргүүлдэг юм. 2016 онд Чили улс дангаараа зэсийн олборлолтын 23 %-ийг бүрдүүлж байсан бол БНХАУ нь дангаараа импортын 50 хувийг бүрдүүлсэн байна. Хятад улсын 2020 он хүртэл баримтлах эрчим хүчний салбарын шинэчлэл, хотжилтыг дэмжих, хуучин орон сууцныг шинэчлэх зэрэг бодлогоос шалтгаалан БНХАУ-ын зэсийн эрэлт 2017 онд 4 %-иар, 2020 он хүртэл жил бүр 2 %-иар өсөх хүлээлттэй байна. Мөн Европын орнуудын зэсийн хэрэглээ барилгын болон автомашины үйлдвэрлэлийн салбарт өсөх магадлалтай байна.

Голомт Капитал ҮЦК ХХК-ийн 2016 онд хийсэн “Зэсийн зах зээл, өнөөгийн нөхцөл байдал” судалгаанд дэлхийн зэсийн нийт хэрэглээ жилдээ 19 сая гаруй тонн хүрдэг бол олон улсын судлаачид 2020 он гэхэд 6.5 сая тонноор өсч 25.5 сая тонн-д хүрнэ гэсэн таамагтай байна гэж дурьдсан байна. Зэсийн эрэлт хэрэгцээ өсөх хамгийн гол хүчин зүйлүүд нь томоохон эдийн засагтай улс орнуудад

шинээр хотжилт эрчимтэй явагдаж, дэд бүтцийн шинэчлэл хийгдэж мөн аж үйлдвэржүүлэлт зогсолтгүй үргэлжилж байгаатай нягт холбоотой юм.

2018 оны байдлаар улсын ашигт малтмалын нөөцийн нэгдсэн санд 10.9 сая тонн зэсийн нөөцтэй гэж бүртгэгдсэн бөгөөд Монгол улс нь зэсийн нөөцийн хэмжээгээр дэлхийд 12 дугаарт байранд ордог. Монголын уул уурхайн салбарын зэсийн олборлолтоороо тэргүүлэгч “Оюу толгой” ХХК нь экспортын орлогын 62%-ийг, “Эрдэнэт Үйлдвэр” ХХК нь 30%-ийг тус тус бүрдүүлдэг.

Экспортын хэмжээгээр Чили, Перу, Австрали улсууд тэргүүлэн нийт экспортын 70%-ийг бүрдүүлсэн бол Монгол Улс экспортын 6 орчим хувийг бүрдүүлэн дэлхийд 6 дугаарт бичигджээ.



Зураг 1. Дэлхийн зэсийн экспортоороо тэргүүлэгч улс орон

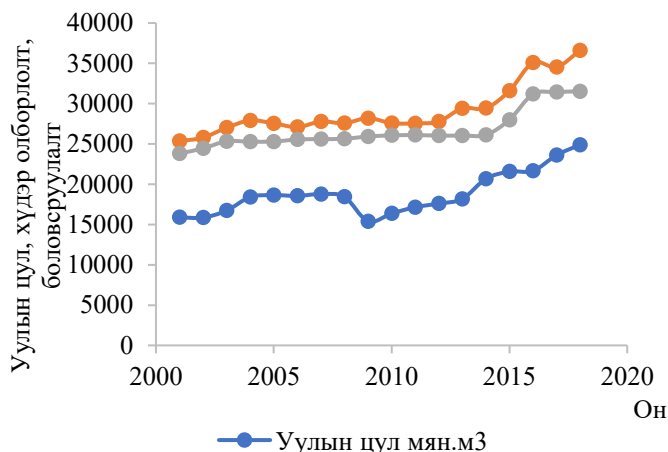
## 1. “Эрдэнэт” хүдрийн ил уурхайн өнөөгийн байдал

Жилд 16 сая тонн хүдэр боловсруулах эхний ээлж 1978 онд ашиглалтад орж байсан бол эдүгээ жилд 38 сая тонн хүдэр боловсруулах хүчин чадалтай үйлдвэр болжээ. “Эрдэнэтийн-Овоо” ордыг ил аргаар ашиглаж эхлэснээс хойш 45 жилдээ Монголын уул уурхайн салбарт баялаг түүхийг бий болгосон энэ хугацаанд хүдэр олборлолт 1,091.8 сая.тн, хүдэр боловсруулалт 1,022.4 сая.тн, зэсийн баяжмал үйлдвэрлэлт 20.2 сая.тн, зэсийн баяжмал дахь цэвэр зэс 5.4 сая.тн, молибдены баяжмал үйлдвэрлэлт 166.5 мян.тн, молибдены баяжмал дахь цэвэр молибден 84.8 мян.тн, улсын болон орон нутгийн төсөвт 13.4 ИХ НАЯД төгрөг (хүлээгдэж буй гүйцэтгэлээр) төвлөрүүснийг 2-р зурагт харууллаа [5].



Зураг 2. “Эрдэнэт” үйлдвэрийн олборлолт, боловсруулалт, үр ашиг

2018 он хүртэлх хугацаанд орлогыг 2 их наяд төгрөгт, цэвэр ашгийг 400 орчим тэрбум төгрөгт хүргэж, Монгол улсын болон орон нутгийн төсөвт 650 орчим тэрбум төгрөг төвлөрүүлэн эдийн засгийн түүхэн дээд амжилтыг тогтоолоо[5].



Зураг 3. “Эрдэнэт” хүдрийн ил уурхайн олборлолтын хэмжээ

### 1.1 Ордын уул-геологийн нөхцөл.

Хүдрийн биет нь шток хэлбэрээр оршдог ба баруун хойд хүдрийн биетийн хэмжээ нь 2.5x3.5 км, төвийн хэсгийн хүдрийн биет нь 1.35x0.36 км ба баруун хойноосоо зүүн урагш сунаж тогтсон. Зэс молибдены хүдэржилт нь ихэвчлэн гранодиорит, порфирит агуулагддаг ба заримдаа түүний ойролцоох чулуулгуудад ч агуулагдсан байдаг.

Одоо олборлож байгаа хүдэр нь шилжилтийн бүсэд оршиж байгаа ба хоёрдогч хүдрийн бүсээс анхдагч хүдрийн бүсэд шилжих үедээ орж байна. Хүдрийн үндсэн эрдэс нь дээд түвшингүүддээ ихэвчлэн халькозин, ковеллин байх ба доод түвшингүүддээ ихэвчлэн халькопирит тохиолдоно. Дээд түвшинд жижиг хэмжээний андезит – порфирын дайк нь куприт агуулсан исэлдсэн хүдэртэй байдаг. Хүдрийн биет нь исэлдсэн, анхдагч болон хоёрдогч сульфидын гэсэн 3 бүсээс тогтсон байдаг [5].

Эрдэнэтийн-Овооны зэс, молибдены ордын хүдрийн биет нь уртаар 25 км, өргөнөөр 1.5-3 км орчим, зүүнээсээ баруун тийш сунаж тогтсон ба 4 үндсэн хэсгээс бүрдэнэ. Үүнд: Төвийн болон Баруун хойд, Зүүн өмнөд, Цагаанчулуут зэрэг хэсгүүд багтдаг. Эдгээр зэс, молибдены хүдрийн биет нь халькозин, ковиллин, халькопирит, оюу, борнит, брошантит, номин, молибденит, делафоссит, тенорит, серицит зэрэг эрдэсүүдээс бүрддэг юм.

### 1.2 “Эрдэнэт” хүдрийн ил уурхайн уулын ажлын өрнөлт

2019 оны байдлаар Баруун-Хойд хэсгийн хойд болон баруун хэсэгт 1430, 1415, 1325, 1310, м-ийн түвшингүүдэд хөрс хуулалтын, 1325, 1310, 1295,



1280, 1265, 1250, 1235, 1220, 1205м-ийн түвшингүүдэд хүдэр олборлолтын ажил явагдаж байна. Хүдрийн ил уурхай нь 2019 онд 0,488 хувийн дундаж агуулгатай 32 сая.тн хүдэр олборлож, баяжуулах фабрикт нийлүүлэх төлөвлөгөөтэй ажиллаж байна. Хөрс хуулалтын коэффициент 0,544 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>, ачаа тээвэрлэлтийн дундаж зай нь 3.28 км байхаар төлөвлөн ажиллаж байна.

Уулын ажлыг хүдрийн ил уурхайн техникийн төслийн дагуу автотээвэртэй гадаад овоолготой ашиглалтын системээр олборлож, хоосон чулуулгийг гадаад овоолго № 1, 4, 11, балансын бус хүдрийг гадаад овоолго № 8, 9,2, өндөр исэлдэлттэй балансын хүдрийг гадаад овоолго № 8А,12, 26 болон исэлдсэн хүдрийн овоолго үүсгэнэ.

**Өрөмдлөг тэсэлгээний ажил.** Уурхайн нийт талбайд хүдэр ба чулуулгийг өрөмдлөгийн ба тэслэгдэх категориор нь бүсчлэн ангилж, өрөмдлөгийн 5 категори, тэслэгдэх шинжийн 4 категорит хуваасан. Доголын өндөр 15 м, цооногийн диаметр 250 мм байх үед цооногийн торны хэмжээ хүдрийн бат бөхийн коэффициентоос хамаарч 7,0-9,5 м хүртэл өөрчлөгдөж байна. Илүү өрөмдлөгийн гүн нь 2.0-2.5 м байна. Тэсэлгээний цооногуудыг СБШ-250-МНА-32 маркийн өрмийн машинаар өрөмдөх ба цооногийн голч нь 250мм байна. Өрөмдлөгийн үзүүлэлтүүдийг тэсэлгээ хийх блокын хэмжээнээс хамааран сонгодог.

Уул уурхайн үйлдвэрлэлд тэсэлгээний ажлыг зайнаас удирдах систем нь тэсэлгээний дараа үүсэх хорт хийнээс ажилчдын эрүүл мэндийг хамгаалсан, тэслэх дарааллыг оновчтой болгох, тэсэлгээний өмнөх болон дараах зардлуудыг багасгах үүднээс манай уурхайн нөхцөлд долгион үйлчлэх зай, ажиллах орчны температураас хамааран Rottenbuhler engineering төхөөрөмж 2009 оноос тэсэлгээний ажилд нэвтрүүлээд өнөөг хүртэл ашиглаж байна.

### **1.3 Эрдэнэтийн Овоо зэс-молибдений ордын судлагдсан байдал**

“Эрдэнэтийн Овоо” ордыг олборлож эхэлснээс хойш үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг үр өгөөжтэй, олон чиглэлийн судалгааны ажлууд хийгдэж ирсэн. “Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ийн удирдлагын зүгээс ордыг олборлох үед эрдэм шинжилгээ, судалгааны ажлыг тодорхой чиглэлийн дагуу хийж гүйцэтгэн уулын үйлдвэрлэлд нэвтрүүлсэн байна. Зарим судалгааны ажлуудыг дурьдвал 1989 онд Эрдэнэтийн уурхайн хажуугийн тогтворжилтын судалгааны ажил, 1995 онд Эрдэнэтийн-Овоо ордын Баруун хойд хэсгийн хүдэр,

чулуулгийн бат бөхийн анхны ангилал боловсруулах судалгаа ажил, 2001 онд Эрдэнэтийн-Овоо ордын Баруун хойд хэсгийн хүдэр, чулуулгийн бат бөхийн ангилалыг шинэчлэн боловсруулах судалгааны ажил, 2015 онд “Эрдэнэтийн ил уурхайн чулуулгийн механикийн шинж чанарын судалгаа” гэрээт ажил, 2016 онд Тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн үйлчлэл уурхайн хананы тогтворжилт болон “Эрдэнэт үйлдвэр”-ийн үйлдвэрлэлийн барилга байгууламжид нөлөөлөх судалгаа зэрэг болно.

## **2 ЭРДЭНЭТИЙН ИЛ УУРХАЙН ХҮДРИЙН ЧАНАРЫН ДУНДАЖЛАЛЫГ ХАНГАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА**

### **2.1 Ашигт малтмалын чанарын чиглэлээр хийсэн эрдэм, шинжилгээ судалгааны ажлын тойм**

ОХУ-ын эрдэмтэн В.Б.Замотин, Л.Б.Кошзина, И.А. Лысков нар “Хатуу ашигт малтмалын нөөц тооцоололт” номонд боломжит буюу С1 зэрэглэлээр нөөц тооцоход 35-50 хувийн өөрчлөлттэй байдаг талаар өгүүлсэн байна.

Иймд тухайн ордын байгалийн зүй тогтол ямар механизмаар бүрэлдэн бий болсон уул-геологийн нөхцөл байдлыг геологи хайгуулын ажлын үр дүнгээр 100 хувь найдвартай тогтоогдсон гэж үзэх боломжгүй юм.

Газрын хэвлий дэх ашигт малтмалыг олборлох үед уул-геологийн болон уул-геометрийн зүй тогтол, чанарын өөрчлөлтүүд нь уурхай ашиглалтын үеийн технологийн чанарт хэрхэн нөлөөлж байгааг судлах, шинжлэх ухааны үндэслэлтэй зүй тогтлыг тогтоох шаардлага зайлшгүй урган гарч ирж байна.

Газрын хэвлий дэх ашигт малтмалын чанарын зүй тогтлыг тогтоох, удирдах, ашиглалт-баяжуулалтын технологийн чанар, эдийн засгийн үр өгөөжийг дээшлүүлэх чиглэлээр олон судалгаануудыг хийж гүйцэтгэсэн Г.Г.Ломоносов, В.Н.Попов, В.В.Руденко, В.И.Экгардт, М.И.Буянов, Ш.Отгонбилэг, Х.Бадамсүрэн, Г.Уранбайгаль зэрэг олон эрдэмтэн судлаачдыг дурьдаж болно.

ОХУ-ын Санкт-Петербург хотын уул уурхайн их сургуулийн профессор, шинжлэх ухааны доктор Такранов Р.А. “Нүүрсний орд газрын кваллиметр” нүүрсний ордыг олборлох үед геологи-маркшейдерийн мэдээлэлд үндэслэн нүүрсний чанарын үзүүлэлтүүдийг шуурхай тодорхойлох арга, аргачлалыг авч үзсэн байна. Харин Г.Г.Ломоносов газрын хэвлий дэх хүдрийн чанарын үзүүлэлтүүдийн өөрчлөлт, уулын үйлдвэрлэлийн бүтээгдэхүүний



дэх хортой хольц болох хар тугалгын (Pb)-ын агуулгыг 0.0075%-аас хэтрүүлэхгүй, хүнцэл(As) ийн агуулгыг 0.012%-аас хэтрүүлэхгүй.

- Сульфидийн хүдэр дэх нийт зэсийн агуулгын хэлбэлзэл нь 8% байж болох ба хүдрийн зэсийн дундаж агуулга 0,501% байх үед хэлбэлзэл нь  $0.461 \div 0.541\%$  хүртэл байхыг зөвшөөрнө.

Хүдрийн ил уурхайгаас баяжуулах фабрик дээрх стандарт шаардлагын дагуу хүдэр нийлүүлэхэд металл авалт 85% байхаар баяжуулах үйлдвэрийн горимыг тохируулсан байдаг бөгөөд ил уурхайгаас ирж буй хүдэр дэх металлын агуулга богино хугацаанд хэлбэлзэх үед уг горимыг өөрчилж амжихгүй бөгөөд  $\pm 8\%$ -иас хэтэрсэн агуулгатай хүдэрт метал авалт буурч, алдагдал үүсдэг.

Хүдрийн ил уурхайн хувьд баяжуулах фабрикийн дэргэд тактикийн агуулах байгуулах нь стратегийн хувьд дараах зорилгын биелүүлэх боломжийг бүрдүүлнэ. Үүнд:

- Тактикийн овоолгоор хүдрийн ил уурхайгаас олборосон өндөр агуулгатай хүдрийн тактикийн агуулахад байрлуулж, баяжуулах фабрикийн хүдрийн агуулга унах үед ядуу агуулгатай хүдэртэй дундажчлах,
- Исэлдэлт өндөртэй хүдрийг исэлдэлт багатай хүдэртэй хольж, чанар стандартын шаардлагыг хангах зэрэг уурхай ба баяжуулах үйлдвэр хоорондын үйл ажиллагааны хамаарлыг бууруулах тактикийн шийдэл байдаг.

**Тактикийн агуулахын байршил сонголт:** Эрдэнэтийн Овоо ордын техник-эдийн засгийн үндэслэлд хүдрийн ил уурхайгаас тэслэгдсэн хүдрийг шууд тээвэрлэн баяжуулах фабрикийг хүдрээр хангахаар төлөвлөсөн учраас анхдагч бутлуурын орчимд тактикийн агуулга байгуулах талбайг тусгаагүй болно.

Баяжуулах фабрикийн анхдагч бутлуур /ККД/ нь 2836.37тн/цаг, өөрөө нунтаглагдах хэсэг /КСИ/ нь 1120.34тн/цаг ажиллах хүчин чадалтай бөгөөд 48 цаг тасралтгүй 233000 тн хүдрээр хангах нөөцтэй байхаар төлөвлөсөн. Мөн дахин тээвэрлэлтийн зардлыг бага байлгах үүднээс тактикийн агуулахыг анхдагч бутлууртай аль болох ойр, эсвэл тээвэрлэлтийн зам дагуу байгуулах шаардлагатай гэж үзэн агуулах үүсгэх боломж бүхий

ККД-ДА-А гэсэн тактикийн бага хэмжээний агуулахын байгуулах талбай, цаашид агуулахыг байгуулахаар төлөвлөсөн талбайнуудыг байрлал бүхий схем зургийг үзүүлэв.



*Зураг 5. Тактикийн агуулах байгуулсан талбай*

#### **Тактикийн агуулах бүхий хүдрийн чанарын дундажлалыг хангах судалгааны ажлын зарим үр дүн**

2017 онд уурхайн гүнзгийрэлт ихэсэх тусам хүдрийн агуулга буурч байгаа нөхцөл байдал, баяжуулах фабрикийн хүдрийн агуулга огцом унах зэрэг олон хүндрэлтэй асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд тус уурхайн инженер техникийн ажилтнуудын санаачлагаар дахин тактикийн агуулах байгуулах туршилт судалгааны ажлыг эхлүүлсэн.

Энэ ажлын хүрээнд тактикийн агуулахыг 1-2 хоногийн нөөцтэй, бага хэмжээний агуулах үүсгэх нь зүйтэй гэж үзсэн. Жишээлбэл: 2017 онд хийгдсэн туршилт судалгааны үр дүнд хүдрийн ил уурхайн 6 мөргөцөг буюу тэсэлгээний блокийн 980 мян.тн хүдрийг тактикийн агуулахад байрлуулсан хүдэртэй дундажлал хийхэд баяжуулах фабрикт нийлүүлсэн хүдрийн дундаж агуулга 0.501% байв.

Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн хувьд тактикийн агуулах үүсгэж, баяжуулах фабрикийн хүдрийн чанарын дундажлалыг шийдвэрлэх арга, аргачлалыг боловсронгуй болгох шаардлагатай гэж үзэж байна.

#### **Ашигласан ном зүй**

- [1]. “Зэсийн зах зээл, өнөөгийн нөхцөл байдал” судалгаа. Голомт Капитал ҮЦК ХХК. Улаанбаатар. 2016
- [2]. “Хамтарсан эрдэнэт үйлдвэрт шинэ технологи нэвтрүүлэх замаар Монгол улсад уул уурхай,

гидрометаллургийн үйлдвэрлэлийг хөгжүүлэх үндсэн чиглэлүүд” олон улсын онол-практикийн бага хурлын эмхэтгэл. Орхон аймаг. 2005 он.

- [3]. “Эрдэнэт үйлдвэр” ХХК-ний баяжуулах фабрикийн “Эрдэнэтийн Овоо” ордын зэс-молибдены хүдэр баяжуулах технологийн заавар. Эрдэнэт. 2008 он.
- [4]. ICSG, World Copper Factbook
- [5]. <https://www.erdenetmc.mn/>
- [6]. <http://www.mram.gov.mn/>
- [7]. <https://www.mongolbank.mn/news.aspx?id=1559&tid=2>

**ХОЁР. УУЛ УУРХАЙН ҮЙЛДВЭРИЙН МАШИН ТОНОГ  
ТӨХӨӨРӨМЖИЙН АШИГЛАЛТ**

# БЕЛАЗ-75131 МАРКИЙН АВТОСАМОСВАЛЫН СУЛ ЗОГСОЛТЫН СУДАЛГАА

Ч.Сугаррагчаа, Б.Орхонтуул<sup>1</sup>

Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Дархан-Уул аймаг дахь Технологийн сургууль, ЭХМТсалбар

<sup>1</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи-Уул уурхайн сургууль, ЭБИСалбар

[sugaraa@stda.edu.mn](mailto:sugaraa@stda.edu.mn) [orkhontuulbo@gmail.com](mailto:orkhontuulbo@gmail.com)

**Хураангуй**— Автосамосвалын ашиглалтын зардлыг бууруулж, бүтээлийг боломжит хэмжээнд нэмэгдүүлэхийн тулд нэг талаас дэлхийн түвшинд үйл ажиллагаа явуулж буй уул уурхайн үйлдвэрүүдийн техник технологийг нэвтрүүлэх, түүний дотор ашиглалтын горимын үзүүлэлтүүдийг тухайн нөхцөлд оновчтойгоор тогтоох, нөгөө талаас ашиглалтын найдвартай ажиллагааны түвшинг үнэлж судлах, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн сөрөг нөлөөллийг тооцоолох, бууруулах онол арга зүйг боловсронгуй болгох нь чухал ач холбогдолтой. Мөн автосамосвалын техникийн бодит байдлыг тэдгээрийн ажлын гүйцэтгэлээс хамааруулан динамик байдлаар үнэлэх нь уул тээврийн ажлын урт, богино хугацааны төлөвлөлтийг бодитой, шуурхай хийх нөхцөлийг бүрдүүлэхийн зэрэгцээ засвар техникийн үйлчилгээний ажил, ашиглалтын зардлын төлөвлөлт, хяналт, удирдлагыг оновчтой зохион байгуулах суурь болж өгнө. Иймд Эрдэнэт үйлдвэрийн ил уурхайд ашиглагдаж буй БелАЗ-75131 маркийн автосамосвалын сул зогсолтын судалгааг үйлдвэрлэлийн буюу шугамын, засварын гэсэн үндсэн дэд системд хуваан авч гол сул зогсолтуудыг тодорхойлж, цаашид авах арга замыг боловсруулсан.

**Түлхүүр үг**—технологийн тээврийн хэрэгсэл, засвар, шугам, ашиглалт

## I. УДИРТГАЛ

Улс орны нийгэм эдийн засагт уул уурхайн үйлдвэрүүдийн ашигт ажиллагаа нь чухал нөлөө үзүүлдэг ба уурхайн техник эдийн засгийн үзүүлэлтүүд нь тухайн үйлдвэрийн үндсэн болон туслах процессийн ажиллагаанаас шууд хамаарна. Ил аргаар олборлолт явуулж буй уул уурхайн үйлдвэрүүдийн ашиглалтын зардлын 30-40%-ийг технологийн тээврийн зардал дангаараа эзэлдэг бөгөөд түүний ашиглалтын зардлыг бууруулах техник технологийн арга замуудыг судалгаанд суурилан шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр боловсруулан үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх нь салбарын инженер техникийн ажилтнууд судлаачдын өмнө тулгамдсан чухал асуудлын нэг. Иймд технологийн тээвэрт ашиглагдаж буй БелАЗ-75131 маркийн автосамосвалын сул зогсолтыг судлаж үнэлэлт дүгнэлт өгөх шаардлагатай.

## II. ҮНДСЭН ХЭСЭГ

Эрдэнэт үйлдвэр нь технологийн тээвэрт өнөөгийн байдлаар БелАЗ-75131 маркийн №66-№162 хүртэлх 37 ш автосамосвалыг ашиглаж байна. Хүдрийн ил уурхайд ашиглагдаж байгаа технологийн тээврийн хэрэгсэлүүдийн цаг ашиглалтын байдалд хийсэн судалгаанаас цаг ашиглалт паркийн хувьд 2018-2023 оны 9 сарын дундажаар 85% байв. Иймд бүтээлтэй ажиллавал зохих цагийн ашиглалт буюу машины сааталд нөлөөлж буй хүчин зүйлүүдэд тухайн уурхайд мөрдөж байгаа бүртгэлийн системд тусгагдсан материалд тулгуурлан шинжилгээ хийж үр дүнг хүснэгт 1-р хүснэгтэд үзүүлэв. Автосамосвалын ашиглалтын үндсэн үзүүлэлтүүдийг харуулсан 1-р хүснэгтээс сул зогсолт харьцангуйгаар өсөж, хуанлийн цаг ашиглалтын коэффициент бага зэрэг

буурсан нь харагдаж байна. Энэ нь автосамосвалын ашиглалт, найдвартай ажиллагааны түвшин төдийлөн сайн биш, засвар, техникийн үйлчилгээний систем оновчтой бус байгааг илэрхийлж байна[4]. Мөн автосамосвалын найдвартай ажиллагааны шаардлагатай түвшинг үл хангахаас гадна практик дээр хуанлийн фондын 10.21-19.38% - ийг эзлэх хэмжээний сул зогсолт тоо болон хугацааны хувьд гарч байгаатай холбоотой.

*1-р хүснэгт Хүдрийн ил уурхайн автотээврийн паркийн ашиглалтын үндсэн үзүүлэлтүүд (2018-2023 он)*

Үзүүлэлтүүд	Он					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Парк дахь автосамосвалын тоо	32	31	35	36	38	37
Хуанлийн фонд, мян.цаг	271	276	286	291	308	238
Ажилласан цаг, мян.цаг	229	222	232	247	276	211
Сул зогсолт (нийт), мян.цаг	418	535	537	442	314	269
Шугамын сул зогсолт, мян.цаг	169	324	170	754	827	541
Хуанлийн фондод эзлэх хувь (шугамын), %	6.24	11.7	5.95	2.58	2.69	2.27
Засварын сул зогсолт, мян.цаг	249	211	367	366	231	215
Хуанлийн фондод эзлэх хувь (засварын), %	9.18	7.65	12.8	12.5	7.52	9.03

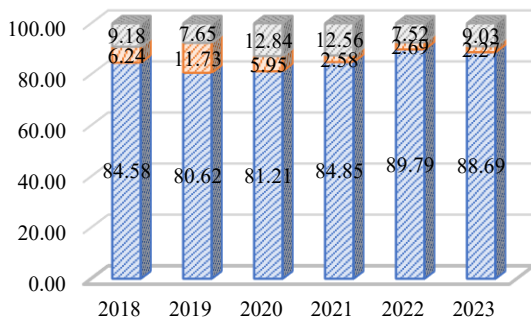
Хуанлийн фондын ашиглалтын коэффициент	0.85	0.81	0.81	0.85	0.90	0.89
--	------	------	------	------	------	------

Эх сурвалж. Эрдэнэт үйлдвэрийн автотээврийн байгууллагын статистик мэдээлэл

Шугамын сул зогсолт болон засварт ихээхэн хугацаагаар сул зогсож байгаа нь техник ашиглалтын коэффициентийн утгыг бууруулахаас гадна засварын нийт зардлыг ихээр өсгөдөг. Мөн хуанлийн фондын ашиглалтын коэффициент өндөр байгаа нь сайн боловч тооцоонд алдаа гарсан байх магадлалтай бөгөөд нарийвчлан авч үзэх шаардлагатай. Өөрөөр хэлбэл засварын сул зогсолт 7.52-12.84 хувь хуанлийн фондод эзлэж байна. Иймээс манай орны ашиглалтын онцлог нөхцөлийг тусгасан засварын төлөвлөлтийг боловсруулж, найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх нь нэн тэргүүнд шийдвэрлүүштэй асуудал болж байна.

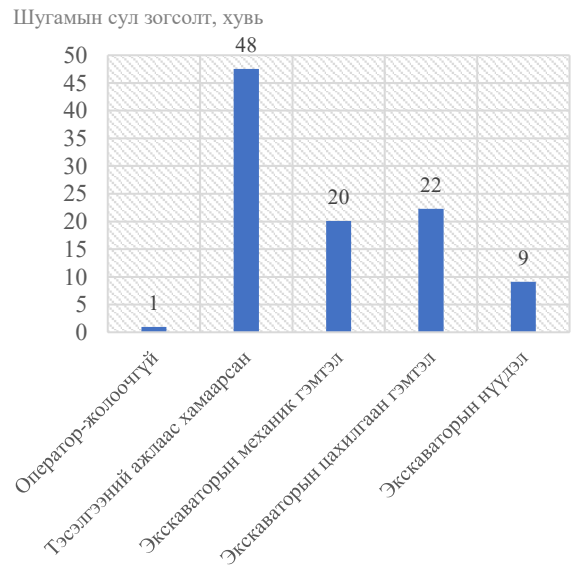
Ил уурхайн автосамосвалуудын сул зогсолтын шалтгааныг судалгааны жилээр хувиар илэрхийлж үзье (1-р зураг).

- Ажилласан цаг, цаг
- Шугамын сул зогсолт, цаг
- Засварын сул зогсолт, цаг



1-р зураг. Ил уурхайн технологийн тээврийн хэрэгслийн цаг ашиглалт (2018-2023)

Мөн сул зогсолтын үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэг болох шугамын болон засварын сул зогсолт 2018-2023 онуудад өсөлт бууралттай байгаа ч 2020 оноос нийт сул зогсолт буурсан байна. Энэ сайн талтай харагдаж байгаа статистик мэдээлэл буруу байх магадлалтай. Учир тус нөхцөлд ашиглаж буй автосамосвалын паркын машины дундаж насжилт 5.7 жил, 30-с дээш хувь актлах хугацаа болсон байхад сул зогсолт бага байгаа нь сайн талтай боловч бодит байдал дээр машины эвдрэл гэмтэл их байна. Иймээс шугамын болон шугамын сул зогсолтын тус бүрд авч үзье.



1-р зураг. Ил уурхайн технологийн тээврийн хэрэгслийн шугамын сул зогсолт (2018-2023)

Дээрх зургаас харахад тээсэлгээний ажлаас хамаарсан сул зогсолт 2753-3151 цаг байгаа нь хамгийн их буюу 48 хувийг эзэлж байгаа боловч 2023 оноос буурсан байна. Энэ нь тус уурхайн нь үйлдвэрийн зохион байгуулалтын арга хэмжээг өөрчилсөнтэй холбоотой ба тээсэлгээний ажлыг 7 хоногийн баасан гарагт нэг удаа хийдэг байсан бол 2023 оноос мягмар, баасан гарагт хэсэгчилсэн хийсэнтэй холбоотой. Мөн экскаваторын саатлаас хамаарсан сул зогсолт 42 хувийг эзэлж байгаа нь цаашид үүнийг анхаарах шаардлагатайг харуулж байна. Экскаваторын нүүдэл буюу хүдрийн агуулга зөрүүнээс хамаарсан сул зогсолт 9 хувь байгаа ба үүнийг багасгах боломжтой. 2018-2020 онуудад оператор-жолоочгүй 32-250 цаг, 2021 оноос энэ сул зогсолт гараагүй байна.

Үйлдвэрийн үйл ажиллагаатай холбоотой сул зогсолтод нь машины ашиглалтын ерөнхий хугацаа, ашиглалтын зохион байгуулалт зэрэг шалтгаануудыг тооцно. Иймд ажилласан хугацааг мот/цагаар авдаг. Гэхдээ ажилласан хугацаанд үндсэн ажил хийх үеэс гадна үйлдвэрийн бус хугацааг тооцдоггүй. Иймээс хөдөлгүүр ажилласан үеэс эхлэн ажилласан хугацааг тооцох нь чухал. Технологийн тээврийн автомашин хуанлийн хугацааг найдвартай ажиллагааны үзүүлэлтийг тодорхойлохын тулд дараах байдлаар тодорхойлох нь зүйтэй.

$$t_{\text{хуан}} = t_{\text{аж}} + t_{\text{с.з}} = t_{\text{аж}} + t_x + t_{\text{үйлд}} + t_{\text{м.у}} \quad (1)$$

Үүнд:  $t_{\text{хуан}}$ -автосамосвалын хуанлийн хугацаа,  $t_{\text{с.з}}$ -нийт сул зогсолт,  $t_x$ -хөдөлгүүрийн ажилласан хугацаа,  $t_{\text{үйлд}}$ -үйлдвэрийн үйл ажиллагаанаас хамаарсан сул зогсолт,  $t_{\text{м.у}}$ -засвар техникийн үйлчилгээ

$$t_{\text{с.з}} = (t_{\text{б.а}} + t_{\text{шил}}) + (t_{\text{м.з}} + t_{\text{м.б.з}} + t_{\text{у.з}}) + (t_{\text{м.с.з}} + t_{\text{м.б.с.з}} + t_{\text{м.у.з}} + t_{\text{ээлж}}) \quad (2)$$

Үүнд:  $t_{б.а}$ -үндсэн ажил хийх үеийн хугацаа,  $t_{шил}$ -шилжилт хөдөлгөөн хийх үеийн хугацаа,  $t_{м.з}$ -үйлдвэрийн үйл ажиллагаанаас хамаарсан төлөвлөгөөт сул зогсолт,  $t_{м.б.з}$ -үйлдвэрийн үйл ажиллагаанаас хамаарсан төлөвлөгөөт бус сул зогсолт,  $t_{у.з}$ -улирлын үйл ажиллагаанаас хамаарсан үзлэг үйлчилгээний хугацаа,  $t_{м.с.з}$ -төлөвлөгөөт засвар техникийн үйлчилгээ,  $t_{м.б.с.з}$ -төлөвлөгөөт бус сул зогсолт,  $t_{у.з}$ -улирлын үйлчилгээ,  $t_{ээлж}$ -ээлжийн үзлэг үйлчилгээ

Автосамосвал нь үйлдвэрийн ашиглалтын процесстой холбоотойгоор янз бүрийн элементийн сул зогсолттой байна. Иймд үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаатай хамааралтай сул зогсолтыг тооцох нь чухал юм.

$$t_{м.з} = K_{м.з} \cdot t_{хуан}, \quad t_{м.б.з} = K_{м.б.з} \cdot t_{хуан}, \quad t_{у.з} = K_{у.з} \cdot t_{хуан} \quad (3)$$

Энд:  $K_{м.з}, K_{м.б.з}, K_{у.з}$  - зохион байгуулалтаас хамаарсан коэффициент

Иймд уурхайн хувьд төлөвлөлтийг хийхдээ зохион байгуулалтаас хамаарсан коэффициентийг тооцвол үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанаас хамаарсан сул зогсолт багасах боломжтой.

Ил уурхайн технологийн тээврийн хэрэгслийн засварын сул зогсолтыг авч үзье. Автосамосвалыг түүний угсралтын нэгж, зангилгаануудын ажиллах физик зарчимд (дотоод шаталт хөдөлгүүр, гидросистем, хийн систем, цахилгаан тоноглол гэх мэт) үндэслэн дэд систем болгон авч үздэг нь хамгийн өргөн тархсан бүтцийн схем болно [3]. Иймээс судалгааны ажлын хүрээнд автосамосвалын агрегат зангилгаа, эд ангиудыг тэдгээрийн ажиллах зарчимд тулгуурлан дэд систем болгон ангилж, Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн автосамосвалуудын паркийн сул зогсолтыг дэд систем бүрээр харуулъя. Энд автосамосвалын эд анги, агрегат зангилгаануудыг физик зарчимд үндэслэн дэд систем болгон ангилахдаа машины сул зогсолтын багагүй хувийг эзлэж байгаа үндсэн металл хийцүүдийг салган тусад авч үзсэн болно. Ингэхдээ үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанаас хамаарсан сул зогсолт нь автосамосвалын дэд системийн техникийн байдлыг үл илэрхийлэх учраас төлөвлөгөөт ба төлөвлөгөөт бус, үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанаас хамаарсан шалтгаануудыг ялгавартайгаар авч үзье (2-р хүснэгт).

2-р Хүснэгт. Ил уурхайн технологийн тээврийн хэрэгслийн дэд системийн сул зогсолтууд

(2018-2023он)

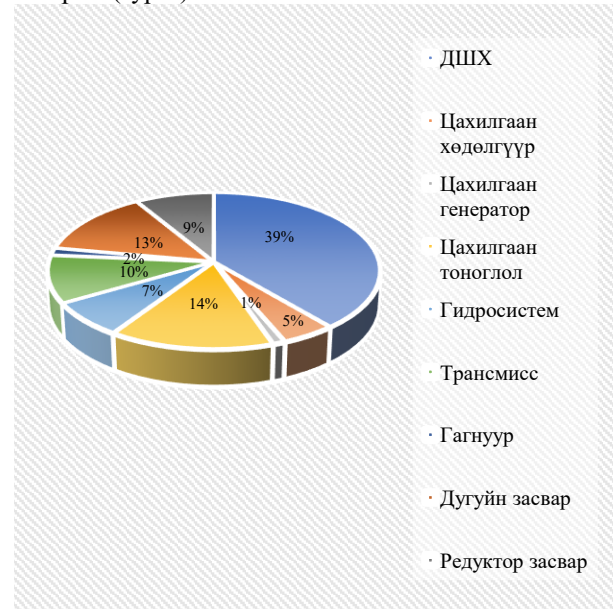
№	Он	2018	2019	2020	2021	2022	2023
		Саатал шалтгаан					
1	Техникийн үйчилгээ	5642	5978	6306	6881	7239	5912
1	ДШХ	4669	4696	6913	4025	7121	11881
2	Цахилгаан хөдөлгүүр	1101	1102	1044	871	321	387
3	Цахилгаан генератор	465	236	145	157	76	39
4	Цахилгаан тоноглол	4142	3089	2614	1677	1558	1533
5	Гидросистем	2035	1057	1022	1106	1074	1044
6	Трансмисс	1930	1858	2092	1807	1376	836

7	Гагнуур	261	445	423	112	161	162
8	Дугуйн засвар	3085	2769	2520	2011	1786	1486
9	Редуктор засвар	15	3816	463	2850	996	503

Төлөвлөгөөт ба төлөвлөгөөт бус засварт тодорхой хугацаагаар сул зогсож байгаа явдал нь техник ашиглалтын коэффициентийн утгыг бууруулахаас гадна засварын нийт зардлыг ихээр өсгөдөг. Иймээс тээврийн машины найдвартай ажиллагааны түвшинг судлах нь чухал асуудлуудын нэг юм.

Техникийн системд найдвартай ажиллагааны түвшинг үнэлэхдээ түүний дэд системүүдийн харилцан хамаарлын үр дүнд суурилсан хэд хэдэн шатласан түвшиний загварыг байгуулах хэрэгтэй [6]. Ингэхдээ системийг бүрдүүлэгч дэд системүүдийг оновчтойгоор авч үзэх шаардлагатай. Дэд системүүдийг түүний элементүүд нь өөр хоорондоо шууд болон шууд бусаар холбогдсон байдал, элементүүдийн үүрэг зориулалт эсвэл элементүүдийн төрлөөс нь хамааруулан авч үздэг. Орчин үеийн техникийн систем нь хэдэн арваас хэдэн зуугаар тоологдох эд ангиудаас бүрдэх учраас тэдгээрийг дэд систем болгон ангилах нь ихээхэн төвөгтэй [6].

Технологийн тээврийн машины төлөвлөгөөт бус сул зогсолтын шалтгаануудыг 2018-2023 оны 9-р сар хүртэлх хугацааны дундажыг нарийвчлан авч үзье (зураг).



2-зураг. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн технологийн тээврийн машины төлөвлөгөөт бус сул зогсолт (хувиар)

Дээрх зургаас харахад сааталд зогссон хугацааны хамгийн их буюу 13%-ийг цахилгаан хөдөлгүүр, 39%-ийг дотоод шаталт хөдөлгүүр, 14%-ийг цахилгаан тоноглол, 7%-ийг гидросистем, 10%-ийг трансмисс (хүч дамжуулах анги) бусад саатлууд эзэлж байгаа ба эдгээр эд анги угсралтын



нэгжүүдийн тархалтын хуулийг байгуулж цаашид авах арга замыг боловсруулах шаардлагатай.

#### ДҮГНЭЛТ

1. Ажиллах чадвартай автосамосвалууд үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанаас хамаарсан шугамын сул зогсолтонд байх хугацаа нь буурах хандлагатай байгаа нь тэдгээрийн ашиглалтын түвшин хангалтгүй байгааг илэрхийлнэ. Автосамосвалын паркийн нийт сул зогсолтын 65%-ийг төлөвлөгөөт бус сул зогсолт эзэлж байгаа нь цаашид анхаарах шаардлагатайг харуулж байна.

2. Бидний санал болгосон зохион байгуулалтын коэффициентийг үйлдвэрийн нөхцөлд ашиглаж тооцвол сул зогсолт 3 хувь буурах боломжтой.

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] Анатольевич Р.В., Прогнозирование показателей надежности большегрузных автосамосвалов в условиях глубоких карьеров. Москва. Док.дисс 2009.
- [2] Нанзад Ц. ШУТИС манай эрдэмтэд 17, Уул уурхайн машины чанар найдвартай ажиллагаа, ашиглалт засвар., УБ.:2005 он.
- [3] Сугарагчаа Ч. Хүнд даацын автосамосвалуудын найдвартай ажиллагааны судалгаа., док. дисс. УБ.:2018
- [4] Сугаррагчаа Ч., Автосамосвалын эд анги, угсралтын нэгжүүдийн тархалтын хуулиудыг тодорхойлох нь. ШУТИС Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхтгэл №7/154 Дархан.:2014 он 141-145х
- [5] Сугаррагчаа Ч., Пүрэвтогтох Б. Орхонтуул. Б., Technology 2013 8 proceedings Volume I, Sec3, TS 3-35 "Determining the dump truck reliable operation of ore open pit"2013, pp. 581-584
- [6] Хавалболат К. Ачих тээвэрлэх логистикт үндэслэж тоног төхөөрөмжийн иж бүрдлийг сонгох аргачлал боловсруулах нь., док. дисс. УБ.:2005
- [7] Рассказов В.А Прогнозирование показателей надежности большегрузных автосамосвалов в условиях глубоких карьеров. канд. дисс. Москва.: 2010.

## УУРХАЙН АВТОСАМОСВАЛЫН ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ТҮЛШНИЙ АШИГЛАЛТЫН СУДАЛГАА

Т.Биндэрьяа<sup>1</sup> В.Алимаа<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи Уул Уурхайн Сургууль, Эрдэс боловсруулалт инженерчлэлийн салбар, Уул уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалт хөтөлбөрийн багш  
[binderya@must.edu.mn](mailto:binderya@must.edu.mn)

<sup>2</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи Уул Уурхайн Сургууль, Газрын тос, өрөмдлөгийн салбарыг багш  
[alimaav@must.edu.mn](mailto:alimaav@must.edu.mn)

*Хураангуй: Уурхайд ашиглагдаж байгаа автосамосвал, гидроэкскаваторын дизель хөдөлгүүрийн ялгаруулж байгаа утаа нь тэдгээрт хэрэглэгдэж байгаа түлшний төрөл, чанараас шууд хамаарах ба Олон улсын хорт утааны чанарын стандартыг хангахгүй байна. Түлшний Евро5 стандартыг Монгол улсад нэвтрүүлж байгаль экологи, агаарын бохирдлыг багасгахад хувь нэмэр оруулж эх дэлхий, газар нутагаа олон улсын жишигээр хайрлан хамгаалах хариуцлагын хүрээнд өгүүлэл бэлтгэж боловсруулсан. Энэхүү судалгааны хүрээнд АНУ-д үйлдвэрлэн дэлхий нийтээр хэрэглэдэг, Монгол улсад ашиглагдаж байгаа Cummins дизель хөдөлгүүрийн ашиглалтын судалгаан дээр суурилан гүйцэтгэсэн.*

*Түлхүүр үг - дизель хөдөлгүүрийн засвар, түлшний чанар, агаарын бохирдол, утааны шинжилгээ*

### I. АВТОСАМОСВАЛЫН ХӨДӨЛГҮҮР

Ил уурхайн технологийн процессын нэг нь чулуулгийн массыг тээвэрлэх хэсэг бөгөөд тээвэрт ашигладаг технологийн тээврийн гол төрөл бол дизель хөдөлгүүртэй хүнд даацын автосамосвал юм.

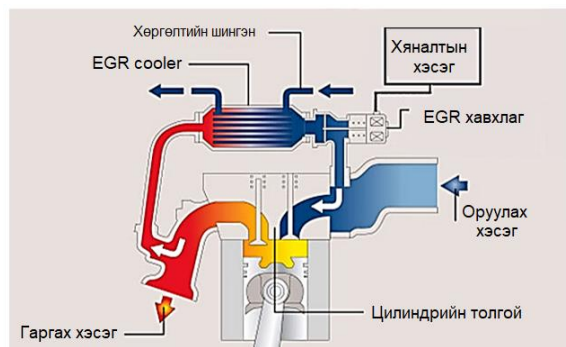
Уул уурхайн салбар нь жилд хэдэн мянган литр дизель түлш хэрэглэдэг ба дизель хөдөлгүүртэй тээврийн хэрэгслийн мэдэгдэхүйц сул тал бол агаар мандалд хаях хорт хий буюу түлш шаталтаас ялгарах хий нь хүний эрүүл мэнд, байгаль орчинд хортой нөлөө үзүүлэх хэмжээнд байна.

Автосамосвал болон гидроэкскаватор (ачигч, цахилгаан эрчим хүчний үүсгүүр болох дизель станц)-т чадал ихтэй дотоод шаталтат хөдөлгүүр-генератор бүхий агрегатаар эрчим хүч үйлдвэрлэж дугуйн цахилгаан хөтлүүрийг тэжээх ба бусад эргономикийн шийдлүүдийг автоматжуулж хамгийн сайнаар шийдэж өгсөн байдаг. Автосамосвалын хөдөлгүүр нь үүсгэж байгаа бүх хүчээ механик дамжуулалтанд биш, харин хувьсах гүйдлийн генератораар дамжуулж цахилгаан эрчим хүч гаргаж дугуйн цахилгаан хөдөлгүүрүүдийг тэжээдэг.

Сүүлийн үед EGR систем бүхий дизель хөдөлгүүртэй автосамосвалыг Монголын уул уурхайн салбарт нэвтрүүлэн хэрэглэж байна.

**EGR систем бүхий хөдөлгүүр:** EGR буюу Exhaust gas recirculation - Яндангийн хийн эргэлт гэсэн үгний товчлол бөгөөд ийм хөдөлгүүрийн өмнөх хөдөлгүүрээс ялгарах онцлог нь гаралтын хорт хийн хэмжээг мэдэгдэхүйц хэмжээгээр бууруулж чадсан. Өөрөөр хэлбэл яндангийн хийн эргэлтийн

(EGR) систем нэмж оруулснаар түлш шаталтын явцад үүссэн хорт хий бүхий гаралтын хэсгээс цэвэр агаарын хэсэг рүү холбож өгснөөр гаралтын хийн зарим хэсгийг дахин шатаах замаар хийн хорт агуулгыг мэдэгдэхүйц хэмжээгээр мөн оролтын цэвэр агаар болон яндангийн хийн хольц нь шатаах камерын температурыг бууруулж чадсан. EGR буюу яндангийн хийн эргэлтийн системийг 1-р зурагт үзүүлэв.



1-р зураг. EGR буюу яндангийн хийн эргэлтийн систем

EGR хавхлага нь тухайн системийн гол бүрэлдэхүүн хэсэг бөгөөд EGR хавхлаг нь яндангийн хоолойг сорох коллектортой холбосон хэсэгт байрлаж удирддаг. Хавхлагын үүрэг нь хөдөлгүүрийн ачааллаас хамааран эргэлтэнд оруулах яндангийн хийн урсгалыг нэвтрүүлэх зорилготой.

Дизель хөдөлгүүр ажиллаж, зөв ажиллах температурт хүрч, тээврийн хэрэгслийн хурд нэмэгдсний дараа EGR хавхлага ажиллаж эхэлнэ. Аажмаар EGR хавхлага нь яндангийн хийн урсгалыг зохицуулдаг. Тээврийн хэрэгсэл удааширч, хөдөлгүүр зогссоны дараа EGR хавхлага





**ГУРАВ. АШИГТ МАЛТМАЛЫН БАЯЖУУЛАЛТЫН  
ТЕХНОЛОГИ**

# АЛТНЫ ИСЭЛДСЭН ХҮДРИЙН МЕТАЛЛ АВАЛТЫГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА /Баян-Айраг ордын жишээн дээр/

Илтгэгч: Д.Далайцэцэг<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup> ШУТИС, ГУУС, АМБТ-ийн докторант

*Хураангуй: Олон улсад алтны үндсэн ордын исэлдсэн хүдрийг боловсруулахдаа нуруулдан уусгалтын арга буюу хүдрийг тодорхой хэмжээгээр буталж овоолго үүсгэн бага концентрацитай цианид, шүлтлэг уусмал зэргээр шүлтгүйжүүлэн алт болон бусад элементүүдийг ялгаж байна. Ингэж боловсруулах явцад хүдрийн бүхэллэг багасах тусам уусмалын нэвчилтийн хурд, металл авалт зэрэгт сөргөөр нөлөөлж уусгалтын процессын үр ашгийг ихээхэн бууруулдаг болох нь практик жишээнүүд дээр батлагдаж байна.*

*Технологийн процесст тулгамдсан асуудлыг шийдэж, оновчтой горимыг боловсруулахын тулд алтны үндсэн ордын исэлдсэн хүдрээс төлөөлөх дээж авч, хүдрийн болон металлын тархалтаас хамааруулан уусгалт, бөөнцөглөлтийн туршилт явуулж уусгалтын процессын үр ашгийг дээшлүүлж болохыг үр дүнгээр нотлов.*

**Түлхүүр үг: исэлдсэн хүдэр, бөөнцөглөлт, цианидын концентраци, портлан цемент**

## I. УДИРТГАЛ

Хүдрийн шинж чанар нь түүнийг баяжуулах технологийг тодорхойлдог гол хүчин зүйл юм. Үйлдвэрийн процессын технологид нөлөөлдөг гол хүчин зүйлсийг мэргэжилтний чадвар, туршлага болон бусад ижил төстэй үйлдвэрүүдийн нийтлэг тоон утга дээр үндэслэн тохируулж болдог.

Олон улсад алтны үндсэн ордоос исэлдсэн хүдэр олборлож буй бүх уурхайн хүдэр өөр өөрийн гэсэн онцлог шинж чанартай тул тухайн хүдэрт тохирох оновчтой технологийг лабораторийн болон хагас үйлдвэрлэлийн туршилт, судалгааны үр дүнд үндэслэн боловсруулах шаардлагатай.

Алтны үндсэн ордын исэлдсэн хүдрээс алт ялгах чиглэлд үйл ажиллагаа явуулж байгаа үйлдвэрүүд дээр уусгалтын процессыг удирдах, технологийн оновчтой горимыг боловсруулахад уусгалтын туршилтаас гадна нэвчилтийн хурд болон уусгалтын оновчтой ширхэглэл тодорхойлох туршилтуудыг олон удаагийн давтамжтайгаар явуулдаг.

Нуруулдан уусгах технологи нь жижиг болон нунтаг бүхэллэгтэй хүдрийг бөөнцөглөж болдог давуу талтай. Бөөнцөглөлт гэдэг нь жижиг хэсгүүд хоорондоо эсвэл том материалд наалдан томорч бөөгнөрөх үзэгдлийг хэлнэ.

Өөрөөр хэлбэл нарийн ширхэглэлтэй болтол бутлагдсан хүдрийг биежүүлэх процесс буюу эргэлдэж байгаа хоолойд шаардлагатай уусмалаар чийглэн хольж, хүдрийн нунтаг хэсгийг том бүхэллэгийн гадаргуутай барьцалдуулах явдал юм. Нуруулдан уусгалтын хүдэрт бөөнцөглөлт

явуулснаар бутлагдсан материал бүхэллэгийн хэмжээгээрээ сайн холилдох ба ингэснээр уусмал нэвтрүүлэх чадвар нь сайжирч уусмалын гарц болон металл авалт өсдөг.

Мөн овоолгын сийрэгжилтийг нэмэгдүүлж, нуралт болон суултыг багасгадаг тал талын ач холбогдолтой юм. Хүдрийг бөөнцөглөх процесст холбогч материал болох портланд цементийг ашигладаг. Цемент нь хүдрийг холбож бат бэх болгохоос гадна уусмалын орчныг шүлтлэг болгох давуу талтай.

## II. АЖЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ

Манай улсад хувьд Алтан цагаан овоо, Баян айраг, Бороо гоулд зэрэг алтны үндсэн ордуудын исэлдсэн хүдрийг нуруулдан уусгалтын технологиор боловсруулж байна. Тус үйлдвэрүүд дээр хийсэн хяналт, сорьцлолтын ажлын үр дүнгүүдээс харахад металл авалтууд нь дунджаар 52-57% байна.

Нуруулдан уусгалтын практикт металл авалтын хэмжээ 58-65% үед хангалттай гэж үздэг. Иймээс жижиг ширхэглэлтэй хүдрийн уусгалтын процесст сөргөөр нөлөөлөх байдлыг бууруулах уусгалтын чанарыг сайжруулахдаа хүдэр бөөнцөглөх оновчтой хэмжээг тодорхойлох, цаашид технологид нутагшуулах, удирдах шаардлага үүсэж байна.

Технологийн процесст тулгамдсан асуудлыг шийдэж, оновчтой горимыг боловсруулахын тулд төлөөлөх дээж авах, хүдрийн болон металлын тархалт тодорхойлох, уусгалтын туршилт явуулах, бөөнцөглөлтийн туршилт явуулах, нэвчилтийн

туршилт явуулах, туршилтын үр дүнг боловсруулах зэрэг зорилтуудыг тавьж ажиллалаа.

### III. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Туршилтад зориулж 6 төрлийн исэлдсэн хүдрийн дээж сонгон авсан ба үүний 2 нь бага, 4 нь өндөр агуулгатай тул энэхүү туршилтын ажилд агуулгын нөлөөллийг тооцоогүй. Дээжийн тодорхойлолтыг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

*1-р хүснэгт. Туршилтын дээжийн шинж чанар*

№	Нэршил	Чулууны төрөл	Хувирал
1	Фельсик дэл судал	Исэлдсэн хүдрийн голоор зүссэн	исэлдэж бутарсан зөөлөн
2	Фельсик дэл судал	Маш нарийн ширхэгтэй блоклог, үелсэн	Серцит болон цахиурын хувиралтай
3	Госсан	Хатуу арзгар нүх сүвтэй	Хүчтэй цахиуржсан бага гематиттай
4	Цагаан шавар + Фельсик дэл судал	Элсэрхэг шаварлаг цагаан цайвар өнгөтэй зөөлөн бутарсан	зөөлөн шаварлаг маш хүчтэй хувирсан, шаваржсан
5	Цагаан госсон	Цайвар шаргал өнгөтэй, элсэрхэг ширхэгтэй нунтаг үйрсэн	Лимонит серцитийн хувиралтай
6	Элсэрхэг Госсан	Цайвар шаргал өнгөтэй, элсэрхэг ширхэгтэй нунтаг үйрсэн	Лимонит гётитийн хувиралтай

Хүдрийн дээжийг -15мм хүртэл буталсан ба жигд тархалтыг хангах зорилгоор цагариг конусын аргаар хутгаж, тоонолжлох аргаар хуваасан.

Дээжийг урьдчилан бэлдсэн талбайд асган, хавтгайлагч модны тусламжтайгаар дарж эргүүлэн, огтлогдсон конус хэлбэрт оруулсан.

Огтлогдсон конусын гадна тойргоос хутгуурын тусламжтайгаар цагариг хэлбэрт оруулсан. Үүссэн цагаригийг хутгуурын тусламжтайгаар хоосон орон зайд шинээр конус үүсгэх байдлаар хольсон.

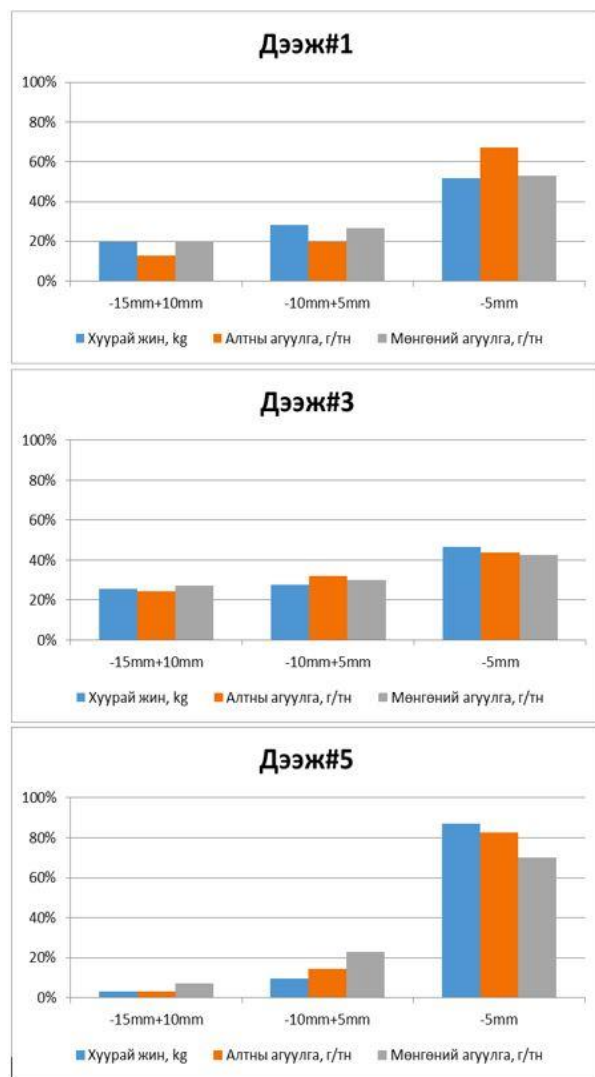
Эдгээр үйлдлүүдийг 6-9 удаа давтан гүйцэтгэж, жигдрүүлсний дараа хуваах процессыг явуулсан. Жигд тархалттай болтол хутгасны дараах зориулалтаар хувааж, бэлэн дээжийг үүсгэсэн. Үүнд:

- Шигшүүрийн шинжилгээнд 1 x 1 кг
- Бөөнцөглөсөн хүдрийн нэвчилтэд 9 x 3кг
- Том ширхэглэлтэй хүдрийн өнхрүүлэн уусгах туршилтад 6 x 1кг
- Диагностик уусгах шинжилгээнд 1 x 1 кг

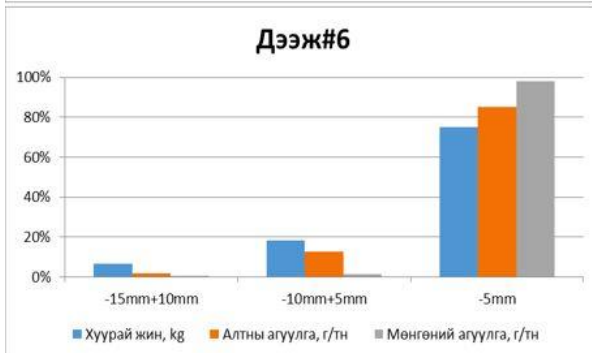
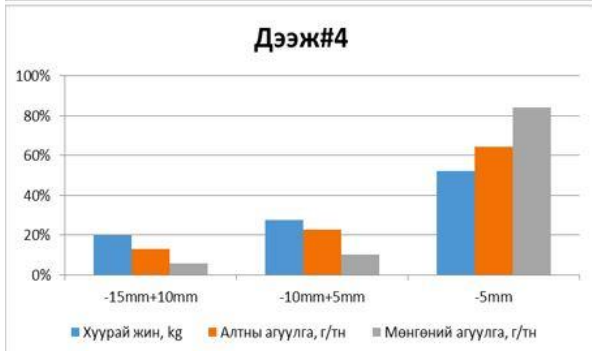
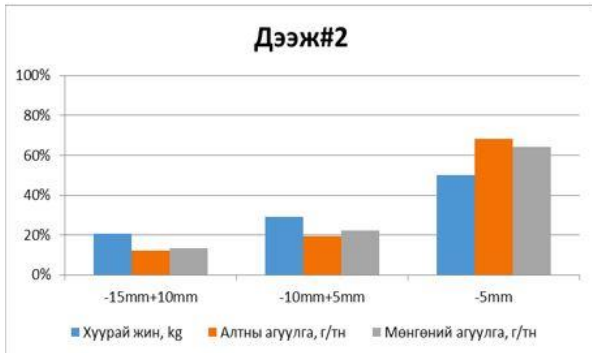
Дээж тус бүрээс нэг килограммыг хатааж, шигшүүрийн (25мм, 20мм, 15мм, 10мм, 5мм

хэмжээтэй) багц тор ашиглан шигшсэн. Бүхэллэгийн анги бүрийг жигнэж, алт мөнгөний агуулга тодорхойлсон.

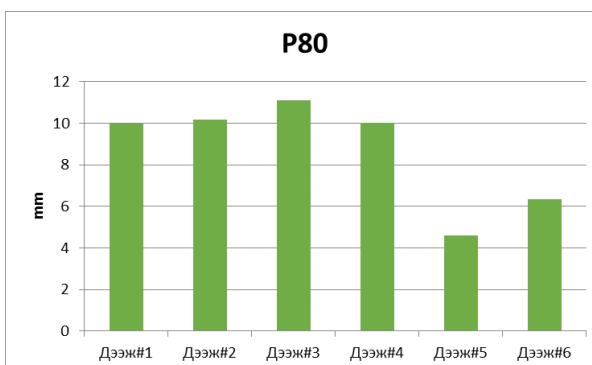
Хүдрийн дээжид бүхэллэгийн ангийн болон алтны мөхлөгийн тархалтыг үнэлэх зорилгоор хийсэн шигшүүрийн шинжилгээний үр дүнг дараах графикаар дүрслэн үзүүлэв.



1-р зураг. 1-3-5-р дээжүүдийн шигшүүрийн шинжилгээний үр дүн



2-р зураг. 2-4-6-р дээжүүдийн шигшүүрийн шинжилгээний үр дүн



3-р зураг. Хүдрийн бүхэллэгийн тархалт

1-2-р графикаас харахад 3-р дээжээс бусад дээжүүдийн хувьд алт мөнгөний агуулгын 50%-иас дээш нь -5мм ангид агуулагдаж байна. Энэ нь хүдэр дэх алтны тал хувь нь чөлөөтэй бөгөөд хурдан уусах бүрэн боломжтойг харуулж байна.

Хүдрийн бүхэллэгийн тархалтыг тодорхойлохдоо хамгийн том нь 15мм шигшүүр ашигласан ба 1-4-р дээжүүдийн P80 нь 10-11мм бол 5 болон 6-р дээжүүд элсэрхэг бөгөөд илүү нарийн ширхэглэлтэй байна.

Хүдрийн нийт дээжид металлын тархалт болон бүхэллэгийн шинж чанарыг үнэлэх зорилгоор хийсэн шигшүүрийн шинжилгээний үр дүн.

1-р хүснэгт. Шигшүүрийн шинжилгээний үр дүн

Ширхэглэлийн хэмжээ	Алтны агуулга, ррт	Гарц, %	Кумулятив гарц, %	
			(-)	(+)
+10	1.76	20	100	20
-10+8	2.79	6	80	26
-8+6	18.6	7	74	33
-6+4	1.64	10	67	43
-4+2	4.99	10	57	53
-2+1	2.59	7	47	60
-1+0.5	2.17	6	40	66
-0.5+0.2	2.05	13	34	79
-0.2+0.074	2.2	10	21	89
-0.074+0	2.92	11	11	100
Дүн		100		

#### Бөөнцөглөлтийн туршилт, үр дүн:

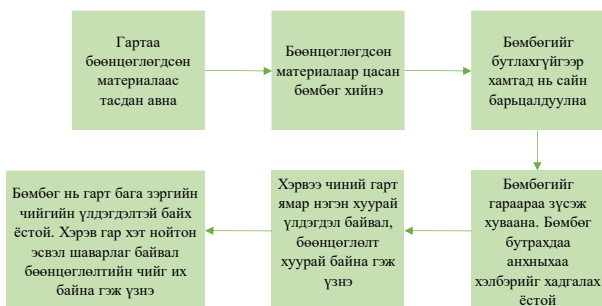
Бөөнцөглөлтийн туршилтыг лабораторийн жин болон холигч ашиглан дээжүүдийг бөөнцөглөсөн. Цемент болон усыг янз бүрийн тунгаар ашиглаж туршсан. Ус нэмэхийн өмнө цементийг 4кг/т, 8кг/т ба 12кг/т байхаар тооцож хольсон. Бөөнцөглөлтийн явцад ус нэмэхдээ хүдрийн амь чийгээс хамааран аажмаар нэмсэн ба 3кг дээжийг бөөнцөглөх хугацааг 4 минутаар тогтоосон.

Бөөнцөглөлтийн туршилтын үед цементийн зарцуулалтыг 8кг/т байхаар тооцсон. Дээжийн төрөл бүр өөр өөр чийгшлийг үзүүлж байсан тул усыг баримжаалан нэмсэн.

Бүх бөөнцөглөсөн дээжийг тасалгааны температурт 7 хоногийн турш хатааж, дараа нь нэвчилтийг шалгасан. Ус, цемент хамгийн сайн тохирсон үед дараах үр дүнд үзүүлсэн:

- Нэвчилт 5000-10000 л/м<sup>2</sup>/цаг ба түүнээс дээш.
- Бөөнцөглөсөн дээжийн эвдрэл 10%-иас бага.
- Уусмалын рН хамгийн бага 10.
- Нэвчсэн уусмал нь бохирдолгүй тунгалаг
- Хангалттай чийгтэй ч хэт нойтон биш мөн хэт том бөөнцөг үүсгэхгүй





4-р зураг. Цасан бөмбөг туршилт явуулсан дараалал

Усны зарцуулалт ойролцоогоор 140л/тн, цементийн зарцуулалт 8кг/тн байхад хамгийн тохиромжтой байгаа нь туршилтын үр дүнгээр харагдаж байна.



5-р зураг. Хүдрийг бөөнцөгөсөн байдал



6-р зураг. Хүдрийг бөөнцөгөсөн байдал

Бөөнцөгөлтийн туршилт явуулсны дараа хүдрийн нийт дээжид металлын тархалт болон бүхэллэгийн шинж чанарыг үнэлэх зорилгоор хийсэн шигшүүрийн шинжилгээний үр дүн.

2-р хүснэгт. Бөөнцөгөлтийн процессын дараах шигшүүрийн шинжилгээний үр дүн

Ширхэгзлэлийн хэмжээ	Алтны агуулга, ppm	Гарц, %	Кумулятив гарц, %	
			(-)	(+)
+10	1.43	25	100	25
-10+8	1.70	9	75	34
-8+6	1.49	10	66	44
-6+4	1.56	15	56	59
-4+2	2.45	17	41	76
-2+1	2.12	10	24	86
-1+0.5	2.68	6	14	92
-0.5+0.2	2.37	4.5	8	96.5

Ширхэгзлэлийн хэмжээ	Алтны агуулга, ppm	Гарц, %	Кумулятив гарц, %	
			(-)	(+)
-0.2+0.074	8.92	0.5	3.5	97
-0.074+0	6.13	3	3	100
Дүн		100		

Саванд өнхрүүлэн уусгах туршилт, үр дүн:

Том ширхэгзлэлтэй хүдрийн саванд өнхрүүлэн уусгах туршилт нь хүдрийн бодит хэмжээ дээр (дээжийг нунтаглахгүйгээр) хамгийн өндөр металл авалтыг тодорхойлох зорилготой. 1 кг дээжийг 1 л түүхий устай хольсон. Туршилтад pH нь 10.1-10.3 хооронд тогтмол байлгасан ба цианидыг дараах концентрациар ашигласан.

- NaCN 50ppm
- NaCN 200ppm
- NaCN 350ppm
- NaCN 350ppm (-6мм)
- NaCN 500ppm
- NaCN 1000ppm

Баян уусмалын дээжийг өдөр бүр авч цианид, pH болон үнэт металлын агуулгыг тодорхойлсон. Туршилт бүрийн үргэлжлэх хугацаа ойролцоогоор долоо хоног байсан. Баян уусмалын агуулга нь огцом өөрчлөгдөөгүй.

Металл авалтыг хаягдал хүдрийн агуулга болон уусган авсан металлын хэмжээгээр тооцсон. Шохой, цианидын зарцуулалтыг туршилтын явцад нэмсэн нийт зарцуулалтаар тооцсон. Уусгалтын туршилтын үр дүнг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

3-р хүснэгт. Саванд өнхрүүлэх туршилтын нэгдсэн үр дүн

Үзүүлэлт	Хүдрийн төрөл	Цианидын зарцуулалт, ppm					
		50 ppm	200 ppm	350 ppm	350 ppm (-6мм)	500 ppm	1000 ppm
Алтны металл авалт, %	Дээж #1	63	64	65	69	-	71
	Дээж #2	41	42	44	67	-	55
	Дээж #3	64	65	64	66	-	65
	Дээж #4	98	98	98	98	98	98
	Дээж #5	70	74	75	-	79	82
	Дээж #6	75	77	77	-	77	84
Цианидын зарцуулалт, кг/тн	Дээж #1	0.17	1.43	2.64	2.20	-	3.86
	Дээж #2	0.30	1.19	2.39	2.37	-	5.50
	Дээж #3	0.19	0.83	1.49	1.53	-	3.26
	Дээж #4	0.18	1.04	2.25	1.48	4.80	5.13
	Дээж #5	0.11	0.50	0.70	-	0.74	2.51

Үзүүлэлт	Хүдрийн төрөл	Цианидын зарцуулалт, ppm					
		50 ppm	200 ppm	350 ppm	350 Ppm (-6мм)	500 ppm	1000 ppm
Цементийн зарцуулалт, кг/тн	Дээж #6	0.14	0.69	1.11	-	1.72	3.13
	Дээж #1	3.09	1.79	2.28	1.85	-	1.23
	Дээж #2	2.58	1.97	1.35	1.35	-	0.61
	Дээж #3	3.15	2.10	2.10	2.10	-	2.10
	Дээж #4	6.47	6.47	5.86	5.86	5.61	4.39
	Дээж #5	1.62	1.72	1.01	-	1.42	1.01
	Дээж #6	1.96	1.75	1.75	-	1.65	1.55

2-р хүснэгтээс харахад алтны металл авалт 41-98% хооронд хэлбэлзэж байгаа бол үйлдвэрлэлд ашиглаж буй бодит цианидын концентрацийн үед (350ppm) алтны металл авалт 44%-98% байна. Цианидын концентраци 200ppm ба 350ppm үед дээжүүдийн металл авалт хоорондоо төдийлөн ялгаагүй байна.

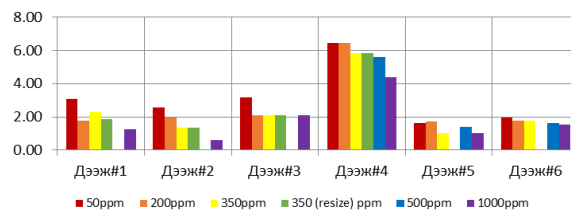
Цианидын концентраци 1000ppm үед дээж #1, #2, #5, #6-н алтны металл авалт нь үйлдвэрлэлд ашиглаж буй бодит цианидын концентрацийн үеийнхтэй (350ppm) -тэй харьцуулахад харьцангуй өндөр байна.

Хүдрийн ширхэглэлийн хэмжээг -6мм болгон өөрчлөхөд дээж #1 ба #2-ын алтны металл авалт тодорхой хэмжээгээр нэмэгдэж байсан бол бусад дээжүүдийн металл авалтад тодорхой нөлөө үзүүлээгүй байна.

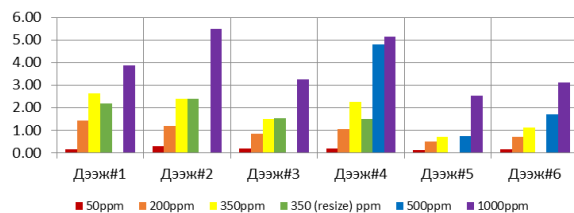
Ихэнх хүдрийн төрлүүдийн уусгалтын рН-ийг 10-с дээш байлгахын тулд 2кг/т шохой шаардлагатай байсан бол цианидын хамгийн бага концентраци 50ppm ашигласан туршилтын хувьд 3кг/т шохой зарцуулсан. Харин дээж #4 нь бусад хүдрийн төрлүүдээс харьцангуй их буюу ойролцоогоор 6кг/т шохой шаардлагатай байсан. Тухайн хүдэр нь хүчиллэг шинж чанарыг үзүүлж байсан.

Цианидын зарцуулалт нь хүдрийн төрөл тус бүрээс хамаарч өөр өөр байдаг бөгөөд үйлдвэрийн бодит цианидын концентрацид (350ppm) шаардлагатай хэмжээ 0.8-2.8 кг/т хооронд байна.

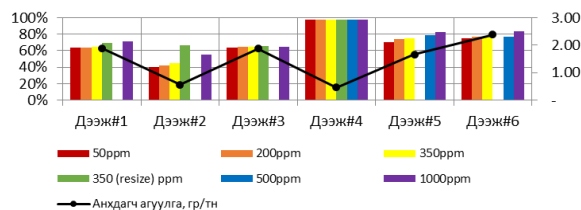
Шохойны зарцуулалт, кг/тн



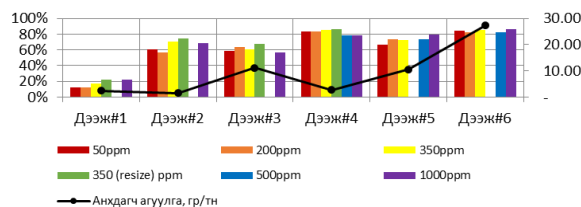
Цианидын зарцуулалт, кг/тн



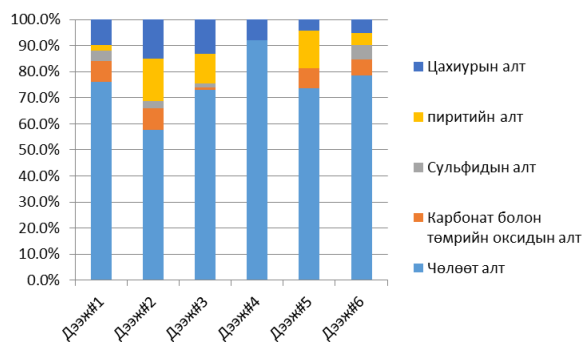
Алтны металл авалт, %



Мөнгөний металл авалт, %



7-р зураг. Уусгалтын туршилтын үр дүн



8-р зураг. Алтны хэлбэрүүдийн ууссан байдал

## ДУГНЭЛТ

- Исэлдсэн хүдрийг /манай дээжин дээр/ нуруулдахдаа цементийн зарцуулалтыг хамгийн багадаа 8кг/тн, мөн усыг хангалттай хэмжээгээр нэмж нуруулдан, уусгалтад оруулахад хүдрийн нэвчилтийн хурд 5000-10000 л/цаг/м<sup>2</sup> буюу нэвчилт хангалттай сайжирч байна.
- Бөөнцөглөлтийн хугацаа уртсахад материалын агломараци сайн явагдаж байсан.
- Хэт өндөр цианид (1000ppm хүртэл) ашиглах эсвэл хүдрийн ширхэглэлийн хэмжээг багасгах (-6мм) замаар зарим төрлийн хүдрийн металл авалтыг нэмэгдүүлэх боломжтой.
- Хүдрийн шигшүүрийн шинжилгээнээс харахад ихэнх хүдрийн төрлүүдийн (-5мм) хэсэгт нийт алтны 50%-иас их хэмжээтэй агуулагдаж байгаа нь амархан уусгаж ялган авах боломжтойг харуулж байна.
- Диагностик уусгалтын туршилтын үр дүнгээс үзэхэд 2-р дээжээс бусад хүдрийн төрөлд алтны бараг 70 гаруй хувийг ялган авсан байна.
- Туршилтаар -15мм хэмжээтэй хүдрийн зарим хэсгийн алтыг уусган авч чадаагүй бөгөөд хүдрийг илүү нарийн буглан нуруулдах замаар металл авалтыг илүү өндөр болгох боломжтойг харуулж байна.
- Исэлдсэн хүдэрт бөөнцөглөлтийн процессын горимыг оновчилсноор металл авалт 70%-д хүрэх ба исэлдсэн хүдрийг шууд уусгаснаас металл авалт 13%-иар нэмэгдүүлэхээр байна.

## НОМ ЗҮЙ

- [1] Хүдрийн баяжигдах шинж чанарын судалгаа, 2019 он В.З.Козин
- [2] Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх арга зүй, 2007 он Ч.Авдай
- [3] Hydrometallurgy: fundamentals and applications, 2013, by Micheal L.Free

**ДӨРӨВ. УУЛ УУРХАЙН ҮЙЛДВЭРИЙН ГЕОТЕХНИК БА  
ЧУЛУУЛГИЙН СУДАЛГАА**

# ХУЛМАН НУУРЫН ХҮРЭН НҮҮРСНИЙ ОРДЫН ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТЫН СУДАЛГАА

Ц.Амарсайхан<sup>1</sup>, Х.Гүнбилэг<sup>1</sup>, Д.Хадаан<sup>1</sup>, С.Цэдэндорж<sup>2</sup>, Ц.Ариунболд<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, Оргилохбүрд ХХК

<sup>2</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи Уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

<sup>3</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, Оюу Толгой ХХК, Уурхайн техник үйлчилгээний хэлтэс

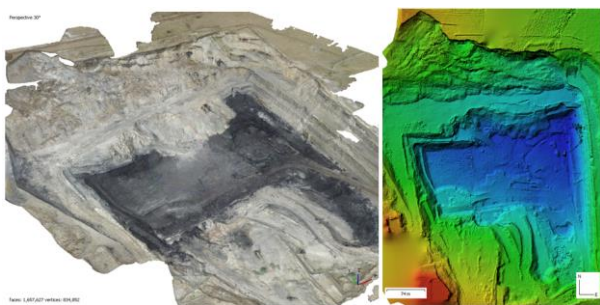
[amarts.oburd@gmail.com](mailto:amarts.oburd@gmail.com)

**Хураангуй**— БиСиЭйч ХХК-ийн захиалгаар Оргилохбүрд ХХК-ийн төслийн баг Хулман нуурын ордон ил уурхайн хойд хажуу буюу ажлын хажууд үүссэн эвдрэл, гулсалт/нурлын шалтгааныг тодорхойлох, тухайн ажлын хажуугийн бүсэд цаашид авах арга хэмжээ, зөвлөмжүүдийг өгөх зорилт тавьж ажилласан бөгөөд тухайн судалгааны ажлын үр дүнгийн үзүүлэлтүүдийг энэхүү өгүүлэлээр хүргэж байна.

**Түлхүүр үг**— ил уурхайн геотехник, ажлын хажуу, гулсалтын дугуй цилиндр гадаргуу, хажуугийн параметр

## I. ЕРӨНХИЙ МЭДЭЭЛЭЛ

Оргилохбүрд ХХК-ийн төслийн баг Хулманнуурын нүүрсний ил уурхайн талбайд 2023 оны 07-р сард ажиллаж, ил уурхайн талбайн одоогийн нөхцөл байдалтай танилцах, ил уурхайн хойд болон баруун хажууд үүссэн хажуугийн эвдрэл, гулсалт/нурлын мэдээлэл цуглуулах, зураглалын ажлуудыг хийв. Мөн судалгааны ажлын суурь өгөгдөл боловсруулах зорилгоор төслийн талбайн 4 байршлаас чулуулгийн технологийн шинж чанар тодорхойлох талбайн дээж авч бэлтгэн чулуулгийн эзлэхүүн жин, хувийн жин, нүх сүвшил, чулуулгийн бат бөх болон механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг Оргилохбүрд ХХК-ийн лабораторид тус тус тодорхойлсон. Лабораторийн судалгааны ажлыг ASTM, ISRM болон ГОСТ стандартаар гүйцэтгэж, үр дүнгийн боловсруулалтыг хийж гүйцэтгэв.

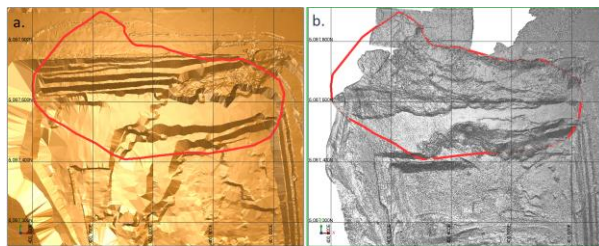


1-р зураг. Төслийн талбайн одоогийн байдал. 2023-07

Ил уурхай нь 2023 оны 7-р сарын байдлаар ажлын бүс хажуугийн өнцөг 35 град, налуу траншейн өргөн 20 м, ажлын талбайн өргөн 20 м, доголын аюулгүйн тавцангийн өргөн 3 м, уурхайн урт 600 м, өргөн 530 м, уурхайн гүн 50-60 м гэсэн хэмжээсүүдээр ашиглалт явуулж байна.

Ил уурхайн хойд хажууд 2023 оны 4-7-р сарын хооронд нийт 400 м урт, 120 м өргөн, нийт 300 орчим мян.м<sup>3</sup> уулын цул эвдрэл, гулсалт/нуралтад орсон

бөгөөд тухайн судалгааны ажлаар гулсалт/нурлын шалтгааныг тодорхойлох, цаашид авах арга хэмжээ, зөвлөмжүүдийг өгөх зорилт тавьж ажиллалаа.



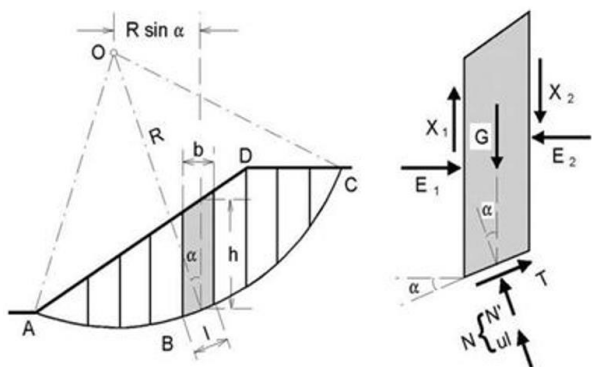
2-р зураг. Эвдрэл, гулсалт/нуралтад орсон ил уурхайн хойд хажуу а. 2023 оны 4-р сар б. 2023 оны 7-р сар

## II. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН АРГАЧЛАЛ

Ил уурхайн хойд хажууд үүссэн эвдрэл, гулсалт/нурлаас өмнөх буюу 2023 оны 4-р сарын хэмжилтээр үүсгэсэн моделд хажуугийн тогтворжилтын үнэлэлт өгөх, эвдрэл, гулсалт/нурлын дараах буюу 2023 оны 7-р сарын зураглалын ажлаар үүсгэсэн нурлын гадаргуутай харьцуулах зорилгоор Хязгаарын тэнцвэрийн аргачлал (LEM- Limit equilibrium method)-аар Rocscience Slide2D, Slide3D програмууд дээр болон үр дүнгийн үзүүлэлтүүдийг хянах зорилгоор Төгсгөлөг элементийн аргачлал (FEM- Finite element method)-аар Phase2 програм дээр тогтворжилтын үнэлэлт, судалгааны ажлуудыг хийлээ.

Хязгаарын тэнцвэрийн аргачлал (LEM- Limit equilibrium method) нь дугуй цилиндр гулсалтын гадаргууг тогтоох аргаар ил уурхай, овоолго, далангийн байгууламжийн тогтворжилтын судалгаа, практикт өргөн ашигладаг, хажуугийн бүтэц, судалгааны талбайн чулуулгийн төрөл, физик-механик шинж чанар болон, хөрсний ус, геологийн тасалдлын систем, гадаад хүчний нөлөөлөл зэрэг тоон үзүүлэлтүүдийг ашиглан механикийн хуульд суурилан хажуугийн тогтворжилтын коэффициентыг (FOS) тодорхойлдог, хажууд үүсч болох дугуй цилиндр хэлбэрийн гулсалт (нуралт)-ын

гадаргуунуудыг тодорхойлох, үнэлэлт өгөх хялбаршуулсан, программчлагдсан тооцооллын аргачлал юм.



3-р зураг. Дугуй цилиндр гадаргуу бүхий гүлсах призмийн байгуулалтын схем

Тухайн аргачлалд O цэгээр тойрог үүссэн эргэлтийн моментийн дагуух ABC цилиндр гадаргуугийн блокуудад хамаарах буюу чулуулгийн массыг тогтоон барих хүчнүүдийн нийлбэрийг хөдөлгөгч хүчнүүдийн нийлбэрт харьцуулсан харьцаагаар хажуугийн тогтворжилтын коэффициентийн (FOS) тоон утгыг илэрхийлнэ.

Ил уурхай, овоолго, далангийн байгууламж зэрэг хажуугийн тогтворжилтын судалгаануудад LEM шинжилгээг ашигладаг олон програм хангамжууд хөгжиж ирсний нэг нь Rocscience-ийн цуврал болох Slide2D, Slide3D програмууд юм.

Судалгааны ажилд ордын талбайд үүсэх төслийн ил уурхайнууд харьцангуй бага гүнд ашиглалт явуулах, уул-техникийн илэрхий хүндрэл үүсээгүй зэргийг харгалзан өмнөх төслүүдээр болон одоо ашиглаж байгаа ил уурхайн үндсэн хэмжээүүд, тоног төхөөрөмжүүдийн ашиглалтын параметрууд зэрэгт ихээхэн өөрчлөлт гаргахаас зайлсхийж ажлын хажуугийн ерөнхий өнцгийн (ажлын талбайн өргөн, доголын өнцөг, доголын өндөр, аюулгүйн тавцангийн өргөн) өөрчлөлтийг гол шалгуур болгон хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээний тооцооллыг хийлээ.

FEM (finite element method) нь инженерийн автоматжуулсан тооцооллод өргөн хэрэглэгддэг математик загварчлалын аргачлал юм. Ялангуяа структур анализ, дулааны анализ, шингэний анализ, электрон соронзон анализууд зэрэг инженерийн томоохон шийдлүүд, програм хангамжуудад ашиглагддаг.

Ил, далд уурхай, овоолго, далан болон бусад уул уурхайн байгууламжууд дээрх судалгааны ажил, практикт FEM шинжилгээг чулуулгийн массив дахь уулын даралт (field stress), массивт үүсэх шилжилт хөдөлгөөн (displacement) шилжрэлт үүсэх (shear strength) хүчний тооцооллуудад үндэслэн тогтворжилтын тооцооллод ашигладаг.

Зам, барилга, уул уурхай, тунелийн байгууламж зэрэг структур анализийн сүүлийн үеийн олон

програм хангамжуудыг ашигладгийн нэг нь Rocscience-ийн цуврал програм хангамжууд болох Phase, RS2 болон RS3 юм.

Ил уурхайн 2023 оны 4-р сарын хэмжилтээр үүсгэсэн судалгааны ажлын моделийн A-A хөндлөн зүсэлтэд хамаарах LEM анализийн үр дүнг хянах зорилгоор тухайн судалгааны ажлын моделд Төгсгөлөг элементийн аргачлал (FEM- Finite element method)-аар Phase2 програм дээр тогтворжилтын үнэлэлт, судалгааны ажлыг хийлээ.

### III. ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТЫН ТООЦООЛОЛ

Төслийн талбайн 4 байршлаас авсан чулуулгийн 14 ширхэг дээж нь аргиллит, алевролит, элсэн чулуу, нүүрс зэрэг 5 төрлийн чулуулгаас бүрдэж байна. Тухайн дээжүүдийг төслийн талбайн геологийн моделд үндэслэн чулуулгийн литологийн олон төрлийг нэгтгэл хийж, голлох чулуулгийн хил заагийг загварчилсан кодыг ашиглан дараах байдлаар ангилсан.

1-р хүснэгт. Төслийн талбай дахь чулуулгийн төрөл болон дээжийн тоо

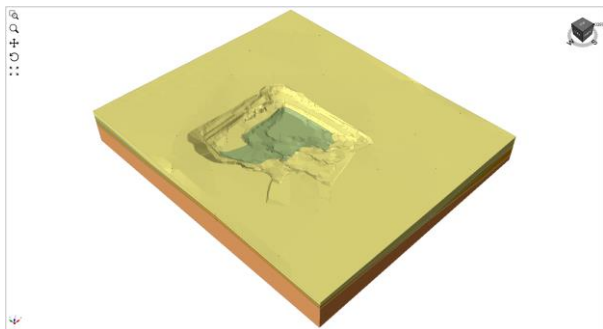
Тайлбар	Нэгтгэсэн лито-код	Дээжийн тоо/ эзлэх хувь
Өнгөн хөрс, нүүрсний хучаас чулуулгийн давхрага	Material-1	7 ш/ 50.0%
Нүүрс, нүүрс агуулсан чулуулгийн давхрага	Material-2	2 ш/ 14.3%
Нүүрсний үндсэн давхаргуудын хоорондох чулуулгийн давхарга	Material-3	5 ш/ 35.7%
Ул чулуулаг	Material-4	-

Төслийн талбай, ил уурхайн талбай дээр болон суурин боловсруулалтын судалгааны ажлаар хөрс, чулуулгийн шинж чанарыг тодорхойлохын тулд Rocscience RocData програмд Ноек-Brown-ийн хялбаршуулсан шалгуурын үндсэн үзүүлэлтүүд болох GSI, UCS, Mi value, D шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг ашигласан бөгөөд судалгааны ажлын 2 болон 3 хэмжээт LEM моделд оруулсан материалуудын эмпирик шинжилгээний үр дүн, шинж чанарын дэлгэрэнгүй үзүүлэлтүүдийг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

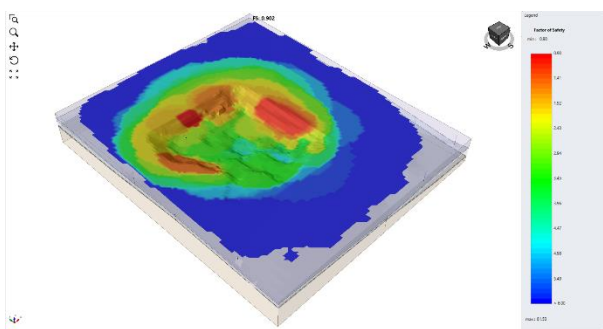
2-р хүснэгт. Судалгааны ажлын моделд ашигласан материалуудын шинж чанарын үзүүлэлт

Нэгтгэсэн лито-код	Эзлэхүүн жин, кН/м3	Усанд ханасан үеийн эзлэхүүн жин, кН/м3	UCS, кПа	GSI	Mi	D
Material-1	18.03	19.81	12100	15	7	0.7
Material-2	12.3	13.53	19800	27	6	0.4
Material-3	20.01	22.21	20500	24	8	0.7
Material-4	19.07	24.12	26000	45	15	0.7

Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээнд төслийн талбайн чулуулгийн ангилал, шинж чанар, хөрсний усны түвшинг ил уурхайн хойд хажууд үүссэн эвдрэл, гулсалт/нуралаас өмнөх буюу 2023 оны 4-р сарын хэмжилтээр үүсгэсэн моделд загварчилж, хажуугийн тогтворжилтын коэффициент (FOS) -ийг тухайн моделд хамаарах гадарга дээрх тогтворжилтын зураглалаар тодорхойлсон.



4-р зураг. Ил уурхайн 2023 оны 04-р сарын хэмжилтээр байгуулсан гурван хэмжээст модел



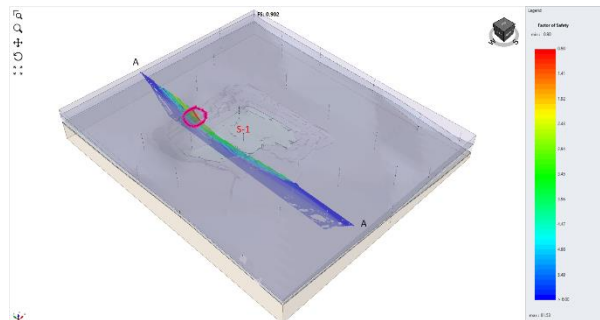
5-р зураг. Ил уурхайн 2023 оны 04-р сарын хэмжилтээр байгуулсан гурван хэмжээст модел

Ил уурхайн 2023 оны 4-р сарын хэмжилтээр байгуулсан 3 хэмжээст модел дахь тогтворжилтын тооцооллын хамгийн бага утга илэрхийлсэн хэсэг буюу ил уурхайн хойд хажууд FOS=0.9, тухайн утга илэрхийлж буй дугуй цилиндр гадаргуугаас хамаарсан хажууд үүсч болох эвдрэлийн магадлал POF=47% тодорхойлогдсон.

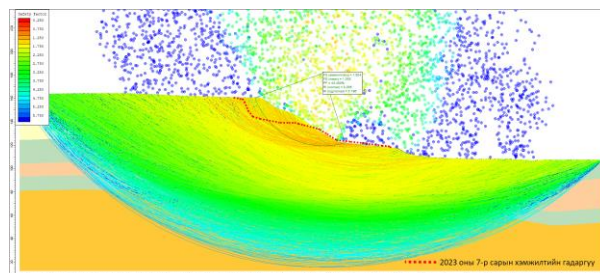
Тухайн тогтворжилтын нөхцөл хамгийн бага утга үзүүлсэн хэсэг нь 2023 оны 4-р сараас 7 сарын хооронд ил уурхайн хойд хажууд үүссэн эвдрэл, гулсалт/нурал үүссэн хэсэгтэй давхцаж байгаа бөгөөд судалгааны ажлыг нарийвчлах, тухайн эвдрэлийн шалтгааныг тодорхойлох зорилгоор хайгуулын S-1 кооног болон эвдрэл үүссэн гадаргууг огтолсон хөндлөн зүсэлт бэлтгэж 2 хэмжээст LEM тооцооллыг хийв.

Ил уурхайн 2023 оны 4-р сарын хэмжилтээр үүсгэсэн судалгааны ажлын моделийн A-A хөндлөн зүсэлтэд хамаарах LEM анализийн үр дүнгээр тухайн хэсэгт хажуугийн тогтворжилтын хамгийн бага коэффициент FOS=1.004, тухайн утга илэрхийлж буй дугуй цилиндр гадаргуугаас

хамаарсан хажууд үүсч болох эвдрэлийн магадлал POF=43% байна.

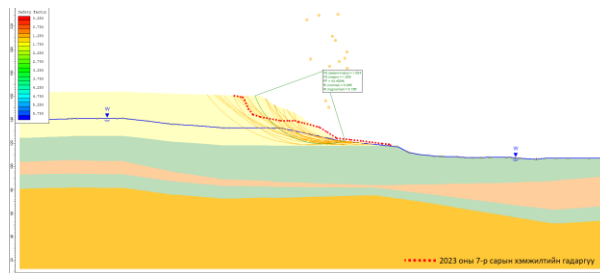


6-р зураг. Ил уурхайн хойд хажуу дахь FOS=0.9 утгатай дугуй цилиндр гадаргуу болон 2 хэмжээст LEM анализ хийх A-A хөндлөн зүсэлтийн байршил



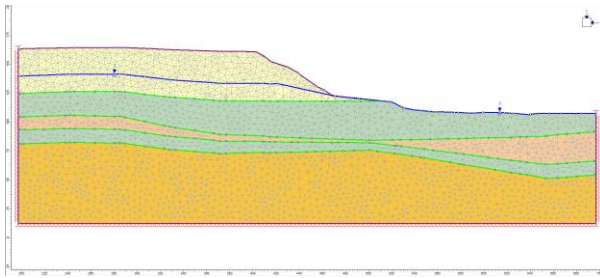
7-р зураг. A-A хөндлөн зүсэлтэд хамаарах LEM анализийн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын бүх гадаргуу

Уг тооцооллын FOS<1.2 буюу хажуугийн тогтворжилтын нөхцөл хангахгүй дугуй цилиндр гадаргуунуудын үзүүлэлт дээр 2023 оны 7-р сарын хэмжилтийн гадаргуу буюу ил уурхайн хойд хажууд үүссэн эвдрэл, гулсалт/нуралтын дараах гадаргуугийн зүсэлт шугамыг давхцуулан дараах зурагт үзүүллээ.



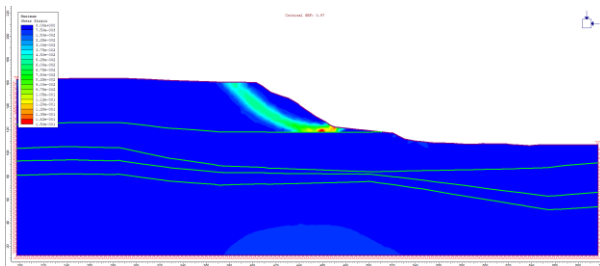
8-р зураг. A-A хөндлөн зүсэлтэд хамаарах LEM анализийн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын FOS<1.2 утгатай бүх гадаргуу

Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээний FEM шинжилгээгээр ил уурхайн хажуу дахь хамгийн их шилжрэлтийн ачаалал (maximum shear strain) үүсэх боломжтой бүсийг тодорхойлох болон шилжилт хөдөлгөөнд орох боломжит зайн хэмжээний (total displacement) үзүүлэлтүүдийг ил уурхайн хажуугийн бүтцээс хамаарсан чулуулгийн массивын шинж чанараа алдах коэффициенттой (Critical SRF - Strength reduction factor) уялдуулж тодорхойлсон.

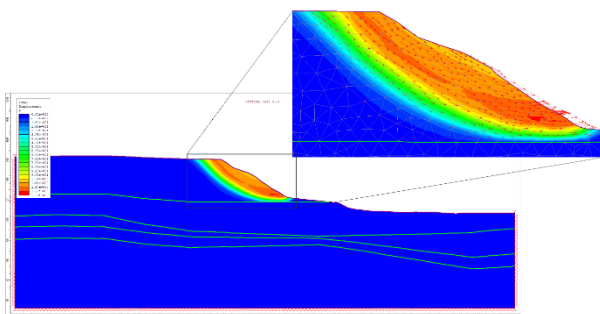


9-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах FEM шинжилгээний модел, математик шинжилгээний торлол болон 3 талын уулын даралтын векторууд

Ил уурхайн 2023 оны 4-р сарын хэмжилтээр үүсгэсэн судалгааны ажлын моделийн А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах FEM шинжилгээний үр дүнгээр ил уурхайн хажуугийн бүтцээс хамаарсан чулуулгийн массивын шинж чанараа алдах коэффициент Critical SRF = 0.97, ил уурхайн хажуу дахь хамгийн их шилжрэлтийн ачаалал үүсэх (Maximum shear strain) боломжит бүс болон шилжилт хөдөлгөөнд орох боломжтой зай, чиглэл болон бүсийг Total displacement= 1.3 м тодорхойлсон.



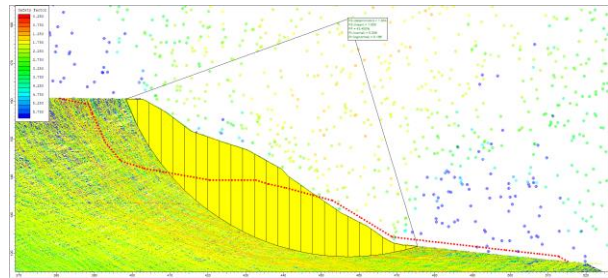
10-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах FEM шинжилгээгээр тодорхойлсон ил уурхайн хажуу дахь хамгийн их шилжрэлтийн ачаалал үүсэх бүс



11-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах FEM шинжилгээгээр тодорхойлсон ил уурхайн хажуу дахь хамгийн их шилжилт хөдөлгөөнд орох бүс

#### IV. Ил уурхайн хажууд үүссэн эвдрэл, гулсалт/нуралын үнэлгээ, тогтворжилт хангах хажуугийн элементүүдийн оновчлол

Ил уурхайн ажлын тал буюу хойд хажууд 2023 оны 4-7-р сарын хооронд нийт 400 м урт, 120 м өргөн, нийт 300 орчим мян.м3 уулын цул эвдрэл, гулсалт/нуралтад орсон бөгөөд тухайн хэсэгт эвдрэлд орохоос өмнөх буюу 2023 оны 4-р сарын хэмжилтээр үүсгэсэн моделд хажуугийн тогтворжилтын тооцооллуудыг хийв.



Global Minimum Query (bishop simplified) - Safety Factor: 1.0044

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	3.08566	197.846	Material 1	6.00009	35.5863	19.4153	19.5007	18.867	18.867
2	3.08566	531.543	Material 1	16.7933	24.2781	52.568	52.7993	79.8258	79.8258
3	3.08566	717.712	Material 1	23.9176	20.8601	72.6095	72.929	128.617	128.617
4	3.08566	840.862	Material 1	29.0911	19.0795	86.705	87.0865	167.675	167.675
5	3.08566	908.458	Material 1	32.4671	18.1182	95.7515	96.1728	194.698	194.698
6	3.08566	953.921	Material 1	35.0387	17.4671	102.576	103.028	216.066	216.066
7	3.08566	1030.91	Material 1	38.3063	16.7226	111.176	111.665	245.625	244.168
8	3.08566	1110.79	Material 1	39.6169	16.4466	114.804	115.109	279.789	255.731
9	3.08566	1172.85	Material 1	41.1265	16.1429	118.54	119.062	307.177	269.258
10	3.08566	1222.11	Material 1	42.4679	15.885	122.027	122.564	330.272	281.457
11	3.08566	1250.4	Material 1	43.3259	15.7255	124.251	124.798	346.87	289.351
12	3.08566	1234.67	Material 1	42.9565	15.7936	123.294	123.836	350.152	285.944
13	3.08566	1206.38	Material 1	42.3065	15.9154	121.608	122.143	348.999	279.981
14	3.08566	1147.9	Material 1	40.774	16.2125	117.623	118.14	338.14	266.08
15	3.08566	1050.14	Material 1	37.9648	16.7965	110.281	110.766	314.599	241.182
16	3.08566	967.721	Material 1	35.6952	17.3105	104.31	104.769	294.783	221.627
17	3.08566	875.532	Material 1	33.0917	17.9542	97.4141	97.8427	271.153	199.827
18	3.08566	773.799	Material 1	30.1158	18.7735	89.4622	89.8558	243.717	175.752
19	3.08566	667.451	Material 1	26.9111	19.7778	80.8032	81.1587	213.956	150.862
20	3.08566	573.066	Material 1	24.1753	20.7604	73.3194	73.642	187.219	130.493
21	3.08566	474.643	Material 1	21.234	21.9821	65.1614	65.4481	158.395	109.532
22	3.08566	341.101	Material 1	16.3885	24.5231	51.4	51.6262	116.733	77.2397
23	3.08566	200.437	Material 1	10.51	29.177	33.9117	34.0609	70.7748	42.179
24	3.08566	103.247	Material 1	6.68767	34.2935	21.725	21.8206	38.3268	22.1893
25	3.08566	35.8979	Material 1	4.14479	40.257	12.8722	12.9288	15.216	10.3735

12-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах LEM анализийн дугуй цилиндр гулсалт (нуралт)-ын гадаргуугийн тооцооллын блокуудын үзүүлэлтүүд

#### A. Цаг уурын, гадаргын болон гүний усны нөлөөлөл

Ил хажуу, ёроол, зам талбайд зэрэг удаан хугацаанд гадаргад ил оршдог бүтцүүдийг бүрдүүлэгч чулуулгийн бат бөхийн болон бусад физик механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд цаг уурын болон бусад нөхцөлүүдээр өгөршиж шинж чанараа алдаагийг тэмдэглэн хэлэх нь зүйтэй.

Хур тунадасын болон хөрсний усны хэмжээ, гадаргын уснаас хамгаалах системийг оновчтой байгуулсан эсэхээс хамаарч хөрсний тогтвортой байдал буюу уулын цулын үнэлгээг 20-60% орчмоор бууруулдаг. Судалгааны ажлын моделд гадаргын буюу хур тундасны хэмжээг бүс нутгийн олон жилийн дунджаар буюу жилд 252.8мм, ил уурхайн 1м2 талбайд 0.25м3 байхаар, гүний усны мэдээллийг ордын гидрогеологийн хайгуулын цооногт 26-30м-т үл тасалдах уст үетэй зэрэг мэдээллүүдийг тооцсон.

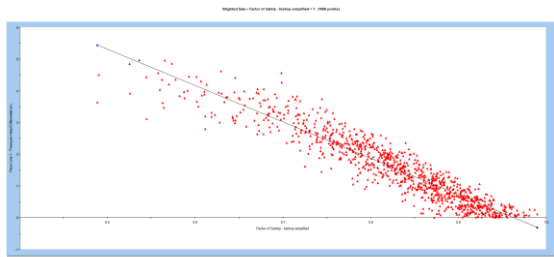
3-р хүснэгт. Эрдэнэцагаан станцын хур тундасны статистик дундаж хэмжээ болон ил уурхайн талбайд ногдох хур тундасны хэмжээ

Эрдэнэцагаан станцын хур тундасны статистик дундаж хэмжээ, мм (2010-2020 оны дундаж)		
Жилд нийт, мм	Ил уурхайн талбайд, м3	Ил уурхайн 1м2 талбайд, м3
252.80	151,680,00	0.25

Гадаргын буюу хур тундасны хэмжээг чулуулгийн физик-техникийн судалгааны үр дүнгийн чулуулгийн ус шингээлтийн үзүүлэлтээр буюу дундажаар 11% нь гадаргаас 5м хүртэл чулуулагт шингэх, 89% нь гадаргыг дагаж урсах



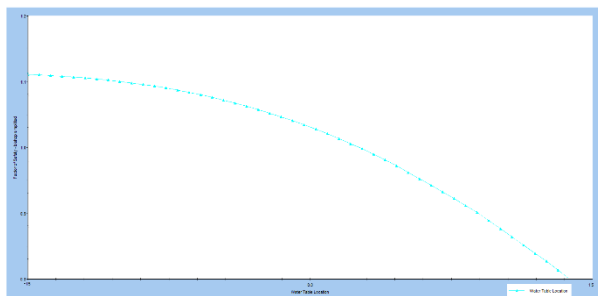
тооцооллоор судалгааны ажлын моделд тусгаж ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх хамаарлыг тооцсон.



13-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах хажуугийн тогтворжилтын нөхцөл болон гадаргын ус чулуулагт нэвчих түвшингийн хамаарал

Тухайн тооцооллоос гадаргын ус хөрсөнд нэвчих гүн нэмэгдэх болон FOS тогтворжилтын нөхцөл буурах нь шууд хамааралтай харагдаж байна. Өөрөөр хэлбэл гадаргын буюу хур тундас, үерийн ус ил уурхайн хажуугийн бүтцэд болон ил уурхайн талбайд нэвчих гүн нэмэгдэх тусам ил уурхайн хажуугийн тогтворжилт буурч байна.

Гүний усны буюу гидрогеологийн судалгаагаар тодорхойлсон үл тасалдах уст үеийн давхрагыг судалгааны ажлын моделд тусгаж, гүний усны түвшинг дундажаар 15м дээшлүүлэх болон доошлуулахад ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтод хэрхэн нөлөөлөх статистик хамаарлыг тооцсон.



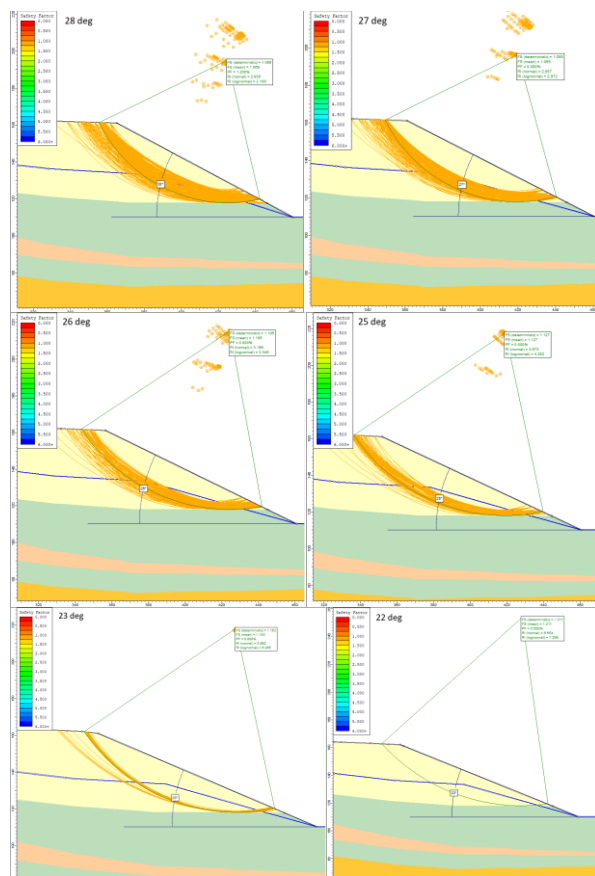
14-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах хажуугийн тогтворжилтын нөхцөл болон гүний усны түвшингийн хамаарал

Хэрэв ил уурхайн ашиглалтын явцад хөрсний усны түвшинг бууруулахгүй, уурхайн талбайгаас ус зайлуулах талаар арга хэмжээ авагдахгүй тохиолдолд ил уурхайн хажуугийн налууугийн өнцгийг бууруулах шаардлагатайг анхаарах хэрэгтэй. Мөн одоогийн судалгаагаар илэрээгүй хөрсний ус, гүний ус, улирлын шинж чанартай усны урсгал илэрвэл арга хэмжээ авч хөрсний физик шинж чанар, хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх нөлөөллийн үнэлгээг хийх шаардлагатай.

*В. Ил уурхайн ажлын тал дахь ерөнхий хажуугийн өнцгийн оновчлол*

Ил уурхайн ажлын тал буюу эвдрэл үүссэн хойд хажуугийн ерөнхий хажуугийн өнцөг эвдрэл үүсэхээс өмнө 29-30<sup>0</sup> градус байсан. Эвдрэл үүссэн хэсэг зөвхөн Material-1 буюу өнгөн хөрс, нүүрсний хучаас чулуулгийн давхрагуудад үүссэн байна.

Тухайн бүсэд буюу одоогийн ил уурхайн ажлын талын ерөнхий хажуугийн өнцгийг тогтворжилт хангах нөхцөл FOS>1.2 хүртэл буюу 22<sup>0</sup> хүртэл налуулах хүртэлх хувилбарын тооцооллуудыг дараах зурагт үзүүлжээ.



15-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах ажлын талын ерөнхий хажуугийн өнцгийн оновчлолын хувилбаруудад хийгдсэн LEM анализийн үз дүнгийн үзүүлэлтүүд (FOS<1.2 утгууд)

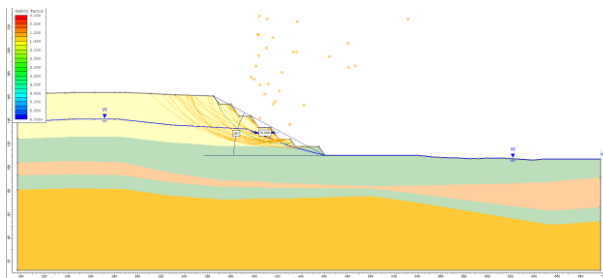


16-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах ажлын талын ерөнхий хажуугийн өнцөг болон тогтворжилтын хамаарал

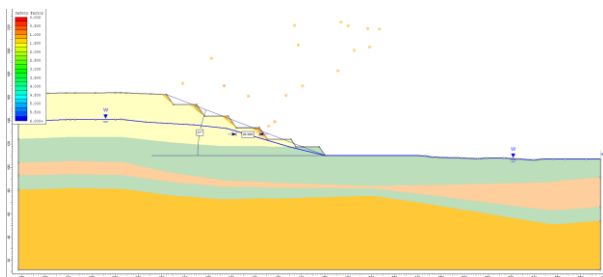
*С. Ил уурхайн ажлын тал дахь хажуугийн параметруудийн хувилбарууд*

Чаашид эвдрэлд орсон хажууд авч хэрэгжүүлэх боломжтой хажуугийн параметруудийн хувилбаруудыг дараах байдлаар тодорхойлов. Үүнд: ажлын хажуугийн доголын өнцөг болон доголын өндрийг одоогийн баримталж буй Н=10м, α<sub>b</sub>=55<sup>0</sup> хэмжээсүүдээр, ажлын талбайн өргөнийг В<sub>a</sub>=10м, 20м, 40м хувилбаруудаар буюу одоогийн ашиглалт

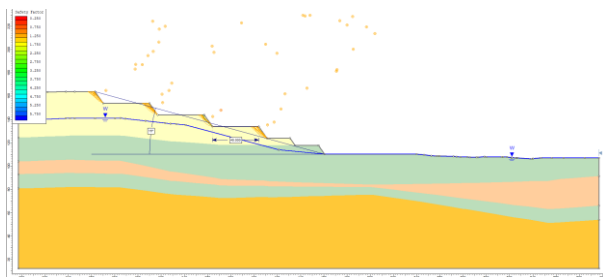
явуулж буй гүнд ажлын талын ерөнхий хажуугийн өнцгийг  $\alpha_0=28^0$ ,  $\alpha_0=21^0$ ,  $\alpha_0=15^0$  хувилбаруудаар тооцов.



17-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах ажлын хажуугийн  $H=10\text{м}$ ,  $B_a=10\text{м}$ ,  $\alpha_b=55^0$ ,  $\alpha_0=28^0$  хувилбарын LEM анализийн үр дүн ( $FOS < 1.2$  утгууд)



18-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах ажлын хажуугийн  $H=10\text{м}$ ,  $B_a=20\text{м}$ ,  $\alpha_b=55^0$ ,  $\alpha_0=21^0$  хувилбарын LEM анализийн үр дүн ( $FOS < 1.2$  утгууд)



19-р зураг. А-А хөндлөн зүсэлтэд хамаарах ажлын хажуугийн  $H=10\text{м}$ ,  $B_a=40\text{м}$ ,  $\alpha_b=55^0$ ,  $\alpha_0=15^0$  хувилбарын LEM анализийн үр дүн ( $FOS < 1.2$  утгууд)

## V. Дүгнэлт

1. Ил уурхайн ажлын тал буюу хойд хажууд одоог хүртэл үүсээд байгаа эвдрэл, гулсалт/нуралууд болон цаашид үүсч болох эрсдлүүдийн үндсэн шалтгааныг хөрс, чулуулгийн материалын шинж чанар, өгөршил, гадаргын болон хөрсний/гүний усны нөлөөллүүд болон тухайн шинж чанарын үзүүлэлтүүдтэй уялдуулан ил уурхайн ажлын хажуугийн элементүүд буюу ажлын талбай, ерөнхий хажуугийн өнцгийг баримталж ажиллаагүйгээс үүссэн гэж үзсэн бөгөөд цаашид тухайн судалгааны ажлаар санал болгосон хажуугийн элементүүдийг баримталж ажиллах шаардлагатай гэж үзэж байна.

2. Судалгааны ажлын модел буюу ил уурхайн ажлын хажууд хийгдсэн LEM анализийн үр дүнгээр ажлын хажуугийн ерөнхий өнцгийн  $\alpha_0=28^0$  хувилбарт  $FOS=1.068$ ,  $\alpha_0=27^0$  хувилбарт  $FOS=1.093$ ,  $\alpha_0=26^0$  хувилбарт:  $FOS=1.106$ ,  $\alpha_0=25^0$  хувилбарт  $FOS=1.127$ ,  $\alpha_0=23^0$  хувилбарт  $FOS=1.183$ ,  $\alpha_0=22^0$  хувилбарт  $FOS=1.211$  утгуудыг үзүүлсэн бөгөөд тухайн хэсэгт буюу ил уурхайн хойд хажуугийн ажлын талд ерөнхий өнцгийг  $\alpha_0=22^0$  утгаас ихгүй байхаар эвдрэл, гулсалт үүссэн бүсэд цаашид баримталж ажиллах шаардлагатай гэж үзэж байна.
3. Судалгааны ажлын модел буюу ил уурхайн ажлын хажууд төслийн баримтлалаар тодорхойлсон ажлын хажуугийн элементүүдийг баримтлан ажлын талбайн өргөний хувилбаруудаар ажлын хажуугийн ерөнхий өнцөг, тогтворжилтын тооцоололд  $H=10\text{м}$ ,  $\alpha_b=55^0$ ,  $B_a=10\text{м}$ ,  $\alpha_0=28^0$  хувилбарт  $FOS=1.062$ ,  $H=10\text{м}$ ,  $\alpha_b=55^0$ ,  $B_a=20\text{м}$ ,  $\alpha_0=21^0$  хувилбарт  $FOS=1.231$ ,  $H=10\text{м}$ ,  $\alpha_b=55^0$ ,  $B_a=40\text{м}$ ,  $\alpha_0=15^0$  хувилбарт  $FOS=1.412$  утгуудыг үзүүлсэн бөгөөд тухайн хэсэгт буюу ил уурхайн хойд хажуугийн ажлын талд доголын өндөр  $H=10\text{м}$ , доголын хажуугийн өнцөг  $\alpha_b=55^0$  параметруудтэй уялдуулан ажлын талбайн өргөнийг төслийн баримтлалаар буюу  $B_a=20\text{м}-40\text{м}$  баримталж ажиллах шаардлагатай гэж үзэж байна.

## НОМ ЗҮЙ

- [1] Хулман нуурын ордын хайгуулын ажлын тайлан, Эрдэнийн босго ХХК, Улаанбаатар, 2013 он.
- [2] Цэнддорж. С, бусад. Инженерийн лавлах-5, Улаанбаатар, 2011 он.
- [3] Ibnu Rusydy., Nafisah Al Huda., Kinematic Analysis and Rock Mass Classifications for Rock Slope Failure at USAID Highways, Tech Science Press, 2019.
- [4] Guidelines for Open pit slope design., John Read & Peter Stacey.,@CSIRO, 2009.
- [5] Abramson., Thomas. S. L and Sharma. S., Slope Stability and Stabilization Methods, John Wiley & Sons. Inc, 2002.
- [6] Cheng. M.Y and Lau. C.K, Slope stability analysis and Stabilization-New Methods and Insight, Routledge, 2008.
- [7] Hoek E. Practical Rock Engineering, 2006.
- [8] Griffiths, D.V. and Lane, P.A., Slope stability analysis by finite elements, Geotechnique, 49 (3), 1999, pp. 387-403.
- [9] Duncan J.M., State of the art: Limit equilibrium and finite element analysis of slopes, Journal of Geotechnical engineering, 122 (7), 1996, pp. 577-596.
- [10] Rocscience, Dips- Documents and Tutorials, Rocscience Inc. www.rocscience.com
- [11] Rocscience, RocData- Documents and Tutorials. Rocscience Inc. www.rocscience.com
- [12] Rocscience, RS3- Documents and Tutorials, Rocscience Inc. www.rocscience.com
- [13] Rocscience, Slide3- Documents and Tutorials. Rocscience Inc. www.rocscience.com

# ЭРДЭНЭТИЙН ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН АЖЛЫН БУС ХАЖУУГИЙН АЮУЛГҮЙН ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТИЙН СУДАЛГАА

Б.Улаанбаатар, Э.Орхон  
Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар  
ulaanbaatar888@must.edu.mn, e.orkhon@must.edu.mn

*Хураангуй: Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн гадаргаас авсан 307 дээжийн литологийн 12 бүлгийн чулуулгуудын шинж чанарын дундаж утга, тэдгээрийн медиан, хамгийн их болон бага утгуудыг тодорхойлж, улмаар статистикийн шинжилгээ хийх замаар ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын коэффициенттой уялдуулан зохих муруудыг талбайн ан, цав, хагарлын байдалтай жиших судалгааны ажил хийгдэж байсан. Түүний дараах үр дүнгээр энэхүү өгүүлэлд толилуулж байна.*

**Түлхүүр үг:** Хүндийн хүч, гулсалт, ан цав, барьцалдалт, дотоод үрэлт

## I. УДИРТГАЛ

Дээжүүдийг Эрдэнэтийн үйлдвэр ТӨҮГ-ын геологи, маркшейдерийн хэлтсийн дарга А.Ундрахтамир, инженер О.Батгэрэл нарын оролцоотой бүрдүүлж, Proceq үйлдвэрийн Pundit Lab+ хэт авианы, 250 кГц давтамжтай дагуу долгион цацруулагч толгой бүхий аппаратыг ашигласан. Тухайн дээжид өөр хоорондоо перпендикуляр гурван чиглэлд хэмжилт хийсэн. Ил уурхайд дээж авалтуудын хоорондох хугацаа, мөн хэт авианы хэмжилт зэргүүдийн үр дүнгүүдийг харахад дээжүүд анхны чийгшлээ алдсан байна. Иймээс хэмжилтүүдийг хуурай дээжүүдэд хийгдсэн гэж үзэж болно. Судалгааны ажлын үр дүнгийн боловсруулалтыг ШУТИС-ГУУС-ийн багш доктор (Ph.D) Б.Улаанбаатар, магистр Э.Орхон, инженер Д.Очирбат нарын бүрэлдэхүүнтэйгээр хийж, гүйцэтгэв. Судалгааны ажлын үр дүнг 2022.11.11 өдөр үйлдвэрийн инженерүүдийн зөвлөлд хэлэлцүүлэн сайжруулсан.

Ил уурхайн хажуугийн аюулгүйн шалгуур үзүүлэлтийн (FoS) утгыг тодорхойлохдоо геологи, геотехникийн болон хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлсийг харгалзан үздэг[5]. Иймд хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх хүчин зүйлүүдийн дотор чулуулаг талаас барьцалдалтын хүч, дотоод үрэлтийн өнцгийн утга, харин хажуугийн элементүүд болох ил уурхайн гүн, ажлын бус хажуугийн өнцөг зэргүүд нь ил уурхайн ан цав, хагарлын зүй тогтолтой хэрхэн уялдаа холбоотой байгаад таамаглал дэвшүүлэх нь судалгааны ажлын үндсэн зорилт болно.

## II. СЭДВИЙН СУДАЛГДСАН БАЙДАЛ

Хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын судалгаа нь шинжлэх ухааны олон чиглэлийг багтаах бөгөөд байгаль орчин, геологи, технологи, экологи, ус судлал, хөрс судлал, байгаль орчны инженерчлэл гэх мэт салбаруудын

ололттой талуудыг ашигладаг ихээхэн нийлмэл өгөгдөхүүн, үзэгдэл үйл явцыг авч үздэг [8]. Тус чиглэлээр хийгдсэн судалгааны ажил, судлаачдын тойм судалгааг хийв. Доктор Салим Х.Али бол байгаль дээрх хажуугийн тогтвортой байдал, тэр дундаа уул уурхайн үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааны дараагийн газар ашиглалт, нөхөн сэргээлтийн стратеги зэрэг чиглэлээр ажилладаг. Судлаачийн дэвшүүлсэн санал нь ажлын бус хажуугийн тогтворжилт нь нөхөн сэргээлтэд давуу талыг бий болгох бөгөөд нийгэмд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийг бууруулах тухай юм [1][6]. Доктор А.Бредшоу уурхайн талбайн нөхөн сэргээлт, экосистемийн нөхөн сэргээлт, уул уурхайн ашиглалтын дараах ландшафтын биологийн олон янз байдлыг хамгаалах чиглэлээр хийсэн судалгаагаараа алдартай. Түүний ажил нь орхигдсон (abandoned) уурхайнуудын нөхөн сэргээлт, нөхөн сэргээлтийн үр дүнтэй арга техникийг боловсруулахдаа ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын эерэг нөлөөг тусган судалгаа хийдэг[4]. Мөн хажуугийн тогтворжилтын чиглэлээр голлох эрдэмтдийн судалгааг хийсэн Швед улсын Лулеа технологийн их сургуулийн судлаач, доктор Уильям Виструлид, ЗХУ(тэр үеийн)-ын эрдэмтэн доктор Г.Л.Фисенко гэх мэт эрдэмтэд хажуугийн тогтворжилтыг судлахад үнэтэй хувь нэмэр оруулсан ба тухайн үед харьцангуй хурдацтайгаар ашиглалт явагдаж байсан хүдэр, нүүрсний томоохон ил уурхайнууд нь судалгааны ажлын өргөн хүрээтэй талбар болж, практик эрэлт хэрэгцээ өсөж байсан нь судалгааны ажлын эрч далайцыг тодорхойлж байжээ [8]. Монголд нүүрсний ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтын чиглэлээр Доктор Л.Жаргалсайхан, доктор Б.Ганзориг нар гулсалт, нурлын шалтгаан, нөлөөлөх хүчин зүйл, ангилал зэргийг боловсруулсан. Доктор Ц.Ариунжаргал, Б.Лайхансүрэн, С.Цэдэндорж, Б.Батболд нарын эрдэмтэд Эрдэнэтийн ил уурхайн чулуулгийн шинж чанарын судалгаа [15], тэсэлгээнээс үүсэх чичирхийллийн үзүүлэлт [10], хажуугийн тогтворжилтын судалгааг хийж, үр дүнг

хэлэлцүүлсэн байна. Хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтын үнэлгээг хийхдээ түүний аюулгүй шалгуур үзүүлэлтийг судлан тогтоох талаар доктор Б.Улаанбаатар диссертацийн ажилдаа загварчилсан байна.

### III. ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН АЖЛЫН БУС ХАЖУУГИЙН АЮУЛГҮЙН ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТ

Аюулгүйн шалгуур үзүүлэлт гэдэг нь тогтоон барих хүчийг гулсалтын хүчинд харьцуулсан харьцаагаар тодорхойлогдоно. Тогтоон барих хүч нь чулуулгийн болон хөрсний шилжилтийн бат бөхийн хязгаар, барьцалдалт, геологийн тасалдалтын дагуух (ан цав, хагарал) үрэлтийн өнцгөөс хамаарна. Эдгээр параметрууд нь геотехникийн үндсэн параметрууд бөгөөд лабораторийн шинжилгээний үр дүнгээр тодорхойлогдоно. Шилжилтийн бат бөх нь чулуулгийн дотоод хавтгай дагуу гулсах эсэргүүцлээр илэрхийлэгдэх ба барьцалдалт (с) болон дотоод үрэлтийн өнцөг ( $\phi$ ) нь материалын шилжилтийн бат бөхийг илтгэнэ. Гулсалтын хүч нь хажуугийн өнцөг (inclination) болон нягтраагүй материалын (overlying materials) жингээс шалтгаалах налуу дээр үйлчлэх хүндийн хүчний үйлчлэл юм[3][5].

$$FoS = \frac{\text{Тогтоон барих хүч}}{\text{Гулсалтын хүч}}$$

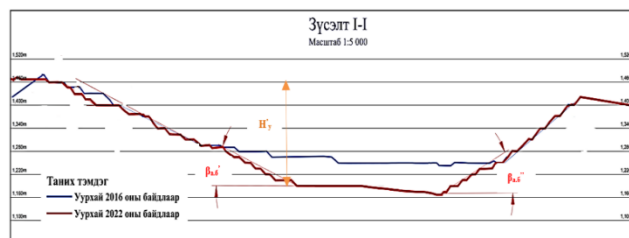
$FoS > 1$  нь тогтвортой байдлыг илтгэнэ.

Хажуугийн өнцөг ( $\beta$ ): Налуу гадаргуу ба хэвтээ хавтгай хоёрын хоорондох өнцөг нь гулсалтын хүчинд (driving force) ихээхэн нөлөөлдөг. Илүү эгц налуу нь тогтвортой байхын тулд илүү өндөр FoS шаарддаг.

Ил уурхайн гүн: Илүү их гулсалтын хүчийг хуримтлуулдаг тул тогтворжилтын шинжилгээнд түүний голлох параметрээр авч үздэг.

#### 1-р хүснэгт. ИЛ УУРХАЙН АЖЛЫН БУС ХАЖУУГИЙН АЮУЛГҮЙН ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

1	$FoS < 1$	Тогтворгүй
2	$FoS = 1$	Эрдэлтэй
3	$FoS = (1-1.2)$	Бага эрсдэлтэй
4	$FoS > 1.2$	Тогтвортой



1-р зураг. Эрдэнэтийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн хэмжээсүүд

Ил уурхайн ажлын болон ажлын бус хажууг зохиомжлоход бүтэц ба тогтцод нөлөөлөх хүчин зүйлсийг өөртөө тусгасан төслийн

аргачлалыг ил уурхайн ашиглалтын технологийн онол, практикт хэрэглэж байна[7]. Гэвч ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтод хам байдлаар нөлөөлдөг геологи, технологи эдийн засгийн бүлэг хүчин зүйлүүдээс зонхилох буюу шийдвэрлэх байр суурьтай элементүүдийн түүвэр, шигшилт, тусгал нь тэр бүр гүйцэд нөлөөллөө үзүүлж чадахгүй байна [3].

### IV. ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН АЖЛЫН БУС ХАЖУУГИЙН АЮУЛГҮЙ ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТ БА ЧУЛУУЛГИЙН ШИНЖ ЧАНАР

Хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн тогтворжилтод анхдагч байгалийн үндсэн 4 хүчин зүйл нөлөөлдөг. Геологи, ордын структурын нөхцөл, чулуулгийн шинж чанар, газрын гүний ус зэрэг байна [1,4].

Эрдэнэтийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн ашиглалтын нэгдүгээр үе шатны хүрээ хязгаараас авсан 307 дэлхийн үр дүнгийн шинжилгээнд голлох нөлөөтэй 13 төрлийн чулуулгаас хажууд тархсан чулуулгуудад хийсэн лабораторийн туршилтын 12 үзүүлэлтэд математик статистик шинжилгээ хийсэн. Корреляцийн хамаарлыг харгалзан шахалтын бат бөхийн хязгаар- $\sigma_{sh}$ , суналтын бат бөхийн хязгаар- $\sigma_c$ , шилжрэлтийн бат бөхийн хязгаар- $\sigma_{sh}$ , барьцалдалт- $c$ , дотоод үрэлтийн өнцөг- $\phi$  дү, чулуулгийн бат бөхийн коэффициент-  $f_n$  зэргийг сонгож тооцоонд ашигласан.

Чулуулгийн, бат бөхийн коэффициенттой хоорондоо шахалтын бат бөхийн хязгаар 0.99, шилжрэлтийн бат бөхийн хязгаар 0.88, барьцалдалт 0.95, харин дотоод үрэлтийн өнцөг ба суналтын бат бөхийн хязгаар хүчтэй биш хамааралтай боловч бусад хүчин зүйл нь хамаарал маш муу түвшинд байна. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициенттой ажлын бус хажуугийн үндсэн өнцөг 0.67, ил уурхайн гүн 0.75, амсрын ба ёроолын өргөн 0.26 ба 0.59 байна. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн хажуунуудад гулсалт нурал үүссэн бөгөөд цаашид ил уурхай гүнзгийрч 905м түвшин хүртэл 701 орчим гүн ил уурхай болно.

I-I	II-II	III-III	IV-IV	V-V	VI-VI	VII-VII	IX-IX
Баруун 1							
2.726	2.537	2.53	2.849	2.797	2.056	2.491	2.847
2.82196	2.991382	2.368037	2.115941	2.684073	2.852501	2.806919	2.889531
0.965865	0.970939	1.068396	1.333859	1.042072	0.720822	0.881445	0.985279
Баруун 2							
0.473	2.238	1.841	1.886	1.960	2.336	1.566	2.197
0.473	2.460095	2.262009	1.98863	1.845565	2.636509	1.225747	2.602457
0.997886	1.149956	0.813555	0.948392	1.030578	0.642374	1.277589	0.82499
Баруун 3							
1.715	1.761	1.992	1.661	1.696	2.152	1.539	3.081
1.666535	1.348837	2.128684	2.189056	1.808058	1.549819	1.600988	3.577306
1.028896	1.305569	0.935789	0.758764	0.938023	1.38855	0.973773	0.861263
Баруун 4							
2.64	1.853	1.613	1.406	1.611	1.71	1.621	2.39
2.679766	1.599142	2.264466	3.858687	1.16398	0.994633	1.722	2.391
0.985161	1.158746	0.712309	0.364373	1.384044	1.719227	0.941347	0.999582
Баруун 5							
1.433	1.305	1.153	1.119	1.381	1.453	1.144	1.258161
1.379214	1.328481	1.11707	1.202719	1.406897	1.451719	1.085213	1.268684
1.038998	0.982325	1.032165	0.920392	0.981593	1.000882	1.054169	0.992498

2-р зураг. Эрдэнэтийн ил уурхайн зүсэлтүүд, хажуугийн аюулгүйн шалгуур үзүүлэлтүүд



Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн аюулгүй шалгуур үзүүлэлт нь ан цав, хагарлаас хамааралтай байх магадлалтай нь харагдаж байна.

#### ДҮГНЭЛТ

1. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн I-I болон XIII-XIII хайгуулын шугамын хооронд байрлах тогтворжилт алдагдах зүй тогтол ажиглагдаж байна.
2. Ан цав, хагарлын үнэлгээний дүнгээс харахад ажлын бус хажууд шаантаг болон босоо хэлбэрийн хэрчигдсэн гулсалт, нуралт үүсэх магадлалтай нь нотлогдсон.
3. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн төвийн болон урд хагарлыг дагасан гулсалт, нуралт үүсэх нь аюулгүйн шалгуур үзүүлэлтийн судалгааны үр дүнтэй ойролцоо байгаа нь цаашид энэ асуудлыг судлах, тодотгож тогтоох нь практик ач холбогдолтой.
4. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуу бүрийн тогтворжилт алдагдах эрсдэл бүхий хэсгүүдийн нийтлэг шинж чанаруудаас хамааруулан 6 бүлэгт хувааж авч үзэж болно гэсэн дүгнэлт гарч байна.

- [1] Абромов С.К. Защита карьеров от воды. М.Недра.1976. - 250 хуудас
- [2] Арнольдович Б.В “Обоснование метода взрывания скальных горных пород, обеспечивающего уменьшение опасной зоны взрыва на открытых горных работах”, Москва, 2015, 54 хуудас.
- [3] Ulaanbaatar B. The slope stability of Erdenet copper mining. Уул уурхайн технологи, эдийн засаг, экологи – 46 – р ЭШБХ. УБ. 2021.
- [4] Bishop, A. W. 1967. Progressive Failure with Special Reference- to the Mechanism Causing It. Panel Discussion, Proc. Geotechnical Conference (Oslo, 1967), Vol 2, - 142-150 хуудас
- [5] Ганзориг Б. Багануурын хүрэн нүүрсний уурхайн дотоод овоолгын тогтворжилтын асуудлуудын нарийвчилсан судалгаа, УБ., 2019 он.
- [6] Ган-Очир Ж., Дэжидмаа Г. Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хагарлын тектоник, минерагений асуудал. Монголын геологи хайгуул, -УБ., 2014 он. - 21 хуудас
- [7] Дашжамц Д. Хөрсний механик, -УБ., 2009. ШУТИС. - 24 хуудас . ISBN-99929-3-084-5
- [8] Жаргалсайхан Л., Цэдэндорж С. Нүүрсний ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтод нөлөөлөх хүчин зүйлийн хамаарал, зэрэглэл. Проф. Я.Гомбосүрэнгийн уншлага, - УБ., 2017.
- [9] Жаргалсайхан Л., Цэдэндорж.С. Гүн ил уурхайн ашиглалтын зангилаа асуудлууд Уул уурхайн технологи, эдийн засаг, экологи, геодези, газрын харилцаа, - УБ., Арвай бархан. 2014.
- [10] Жаргалсайхан Л., Цэдэндорж.С. Ил уурхайн хажуугийн тогтворжилтод гидрогеологийн нөлөөлөл. Проф. Я.Гомбосүрэнгийн уншлага, - УБ., 2015.
- [11] Улаанбаатар Б. Хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн параметруудийг тогтворжилтын нөхцөлөөр тодорхойлох нь. Уул уурхайн технологи, эдийн засаг, экологи, геодези, ЭШ 49 бага хурал, №21(11)-288, 28 хуудас. УБ. 2021.
- [12] Улаанбаатар Б., Цэдэндорж С. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн баруун хойд хэсгийн хажуугийн тогтворжилтын үе шатны хүрээний шинжилгээний үр дүн. ШУТИС-ийн Эрдэм шинжилгээний бичиг, хуудас 100, №17/244. УБ. 2021
- [13] Улаанбаатар Б., Цэдэндорж С., Ганзориг., Баяртөгс Т. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн ажлын бус хажуугийн хоёр хэмжээст шинжилгээний үр дүнгээс. Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл, №19/246 хуудас 65. УБ. 2021
- [14] Цэдэндорж С. “Ил уурхайн технологи” инженерийн лавлах – V, -УБ.2010. – 21-75 хуудас
- [15] Эрдэнэтийн-Овоо ордын Баруун хойд хэсгийн чулуулгийн физик механик шинж чанарын судалгаа, - УБ., 2016.

Ном зүй

# ОЮУ-ТОЛГОЙН ДАЛД УУРХАЙ ДАХЬ ГЕОТЕХНИК МОНИТОРИНГИЙН СИСТЕМҮҮД БОЛОН ТҮҮНИЙ БҮТЭЭН БАЙГУУЛАЛТ

Доктор (Ph.D) Л. Энхтөр

*Оюу-Толгой гүний уурхайн төсөл, геотехникийн хэлтэс, өрөмдлөг тэсэлгээний инженер*

*e-mail: [Enkhtur\\_lo@mail.ru](mailto:Enkhtur_lo@mail.ru), [Enkhtur.lo@gmail.com](mailto:Enkhtur.lo@gmail.com)*

**Хураангуй** - Геотехникийн суурь судалгаа, мэргэжилтэн боловсон хүчний бэхжүүлэлт, уурхайд тавих геотехникийн хяналт мониторинг болон түүний хэрэгжүүлэлт бол сүүлийн үед улс орны уул уурхайн салбар хурцаар тавигдаж буй асуудлуудын нэг болж байна. Уул уурхайн салбарын хувьд маркшейдер инженерүүд энэхүү асуудлуудыг маркшейдерын хэмжилт ажиглалтын үндэс суурь дээр уулын чулуулагийн шилжилт хөдөлгөөнийг хянах, уулын даралтыг тооцох гэх мэтчилэн нарийн төвөгтэй асуудлыг тодорхой хэмжээнд хөгжүүлэн авч явсаар ирсэн. Орчин үед, геотехникийн хяналт мониторингийн цогц асуудлуудыг өндөр техник технологи ашиглан уурхайн хяналтыг цогцоор нь шийдэж байна. Энэхүү илтгэлээр Оюу-Толгойн гүний уурхайн төсөлд ашиглагдаж буй системүүдийг товч танилцуулахыг зорилгоо.

**Түлхүүр үгс:** Уулын чулуулгийн шилжилт хөдөлгөөн, уурхайн хяналт мониторинг

## Удиртгал

Уул уурхайн салбар бол Монгол Улсын тэргүүлэх салбар. Уул уурхайн салбарын хөгжил нь гадний хөрөнгө оруулалттай уул уурхайн аж ахуйн нэгжүүд, түүнд ажиллаж буй гадаад дотоодын мэргэжилтэн, олон улсын стандарт норм дүрэм журам, техник технологийн хөгжлийн түвшинг дагаад хурдацтай өсөж байна. Мөн уул уурхайн хяналт мониторинг, геотехникийн асуудлуудыг нухацтай авч үздэг болжээ. Хэдий тийм ч манай улсын ихэнх уул уурхайн аж ахуйн нэгжүүдэд геотехникийн хяналт мониторингийн асуудлуудыг хариуцдаггүй, хянадаггүй орхигдуулсаар байна.

Оюу-Толгой гүний уурхайн төсөл нь геотехникийн хяналт мониторингийн системүүдийг маш сайн нэвтрүүлж байгаа уул уурхайн салбарынханы нэг төлөөлөл юм. Уг төслийн хамгийн том эрсдэл бол хүдрийн биетийг өөрийн жингээр албадан нурааж блокчлон олборлож ашиглах явцад үүсч магадгүй агаарын тэсрэлт буюу air blast юм. Өөрөөр хэлбэл хүдэр асар их хэмжээгээр хяналтгүй нурж, олборлолтын түвшинг дарах аюул юм. Энэхүү аюулаас урьдчилан сэргийлэх зорилгоор асар үнэтэй мониторингийн системүүдийг уг төсөлд нэвтрүүлж байгаа нь Монгол улсдаа төдийгүй олон улсад үлгэр жишээ болж байгаа юм.

**Оюу-Толгойн гүний уурхайн төсөл ашиглалтанд орж буй геотехник мониторингийн системүүд**

Гүний уурхайн бэхэлгээний чанар, түүнд үүсч буй эвдрэл гэмтэлийг хянах, уулын чулуулагийн шилжилт хөдөлгөөнд тавих хяналт,

ашиглалтын параметрууд хянах, ирээдүйд үүсэх магадлалтай хүдрийн биетийн огцом их хэмжээний нуралтыг хянах зорилгоор дараах системүүд болон ашигладаг. Үүнд:

- **Data acquisition system** буюу өгөгдөл цуглуулалах систем
- **Seismic monitoring system** буюу чичирхийлэлийн хяналтын систем
- **Cave tracker and cave flow system** буюу агуйн хөдөлгөөн болон хүдрийн урсгалыг хянах систем
- **Subsidence prism monitoring** буюу гадаргын суултыг хянах суурийн призм ба станцууд
- **Smart MPBX and smart cable** буюу ухаалаг олон цэгт цооногийн тэлэлт мэдрэгч ба ухаалаг кабель
- **Laser scanning** буюу лазер скан
- **Borehole camera survey and scanning** буюу цооногийн хяналтын видео бичлэг ба скан
- **Mobile scan and convergence monitoring** буюу хөдөлгөөнт скан ба малталтын агшилтын хяналт

## Data acquisition system

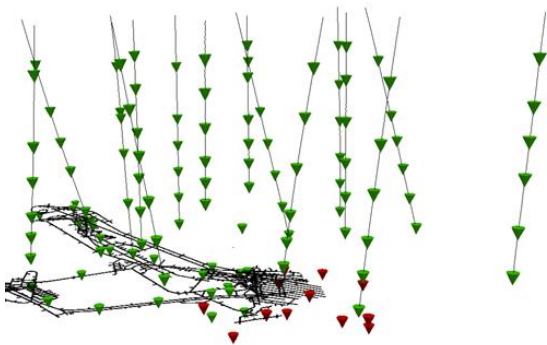
Энэ систем нь бодит орчны нөхцөлийн мэдээлэлийг мэдрэгч багажуудаар дамжуулан сигнал хүлээн авч, үр дүнгүүдийг компьютерээр дамжуулан тоон утгад шилжүүлж байгаа процесс юм. Системийн хэрэгсэлүүд нь ихэвчлэн программын хэл болох Python, SQL, C, C++, Fortran, Java, LabVIEW, Lisp, Pascal гэх мэтчилэн хэлүүдэд тулгуурласан программуудаар удирдагддаг. Оюу-Толгойн гүний уурхайн төслийн геотехникийн мониторингийн багийн

өгөгдөл цуглуулах үндсэн цогц систем болж өгдөг. Уурхайн талбарт суугдсан геотехникийн багаж хэрэгсэлээс хэрэглэгчийн хүсэлтээр цахимаар өгөгдөлийн мэдээлэл цуглуулж үндсэн серверт мэдээлэл хадгална. Уурхайд ашиглагдаж буй төрөл бүрийн системтэй холбогдох боломжтой бөгөөд хэрэглэгчийн хүсэлтээр мэдээлэлийг ангилан ялгаж хэрэгтэй мэдээлэлийг цуглуулна.

### Seismic monitoring system

Уулын чулуулагийн шилжилт хөдөлгөөнд орж чулуулагт хагарал цуурал, нурал, эвдрэл болон ан цав үүсэхэд энерги тодорхой хэмжээгээр чөлөөлөгддөг байна. Энерги чөлөөлөгдөж орчинд тархахдаа сейсмик хөдөлгөөн буюу чичирхийлэлийг үүсгэж өгнө. Энэхүү чулуулагаас үүсч байгаа энергийг чичирхийлэлийн долгионоор геофон хүлээн авсанаар тухайн газрын байрлалыг тодорхойлох боломж бүрдүүлж өгнө. Уулын чулуулагийн шилжилт хөдөлгөөнийг хэдий их хөдөлгөөнд орно, төдий чинээ сейсмик чичирхийлэл үүсгэнэ. Энэ чанар нь блокчлон олборлох системийн үед олборлолтын түвшин дээрх нурсан хүдрийн таазны рельеф болон блокийн агуйн дээд тааз хаана явж байгаа болон нуралтанд орох дөхөж байгаа чулуулагийг урьдчилан мэдэж болдог.

Одоогоор манай баг хамт олон, гүний уурхайн төсөлд хүдрийн биетийн биетийг тойрсон гадаргаас өрөмдсөн 15 цооногт 90 сейсмик мэдрэгч, гүний уурхайн малгалдуудаас олборлолтын түвшинд 30 орчим сейсмик мэдрэгч суулган холболтын ажлуудыг хийж онлайн болгоод байна. Дараах зурагт гүний уурхайн сейсмик системийн бүтцийг харж болно (Зураг.1).

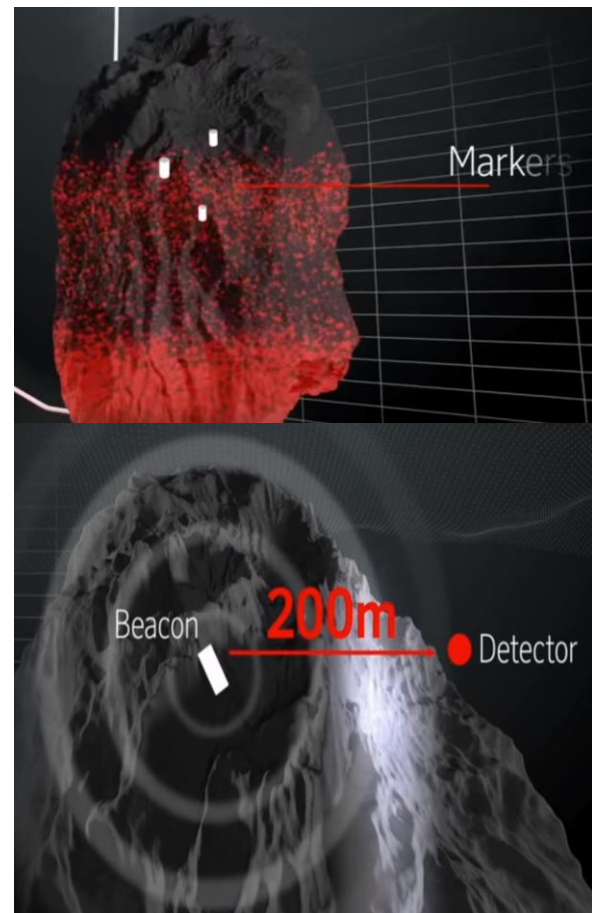


Зураг.1 Гүний уурхайн сейсмик системийн бүтцийн схем

### Cave tracker and cave flow system

Уг систем нь агуйн урсгал болон агуйн тэлэлт буюу уулын чулуулагийн шилжилт хөдөлгөөний бүсийн хязгаарыг тодорхойлж блокчлон олборлох системийн үе дэхь эрсдэлийг

бууруулахад дэмжлэг үзүүлнэ. Соронзон орон үүсгэгч Beacon, түүний байршил тодорхойлох Detector, агуйн урсгал тодорхойлох Smart marker гэх 3н төрлийн багажаас бүтэнэ.



Зураг.2 Cave tracker and cave flow системийн элементүүд

Одоогоор гүний уурхайн төслийн олборлолтын тэг дугаартай панелийг тойрсон 15 цооногт уг системийн элементүүдийг суулгахаар төлөвлөсөн ба 5 орчим цооногт smart market, deacon, detector багажуудыг амжилттай суулгаад байна.

### Subsidence prism monitoring

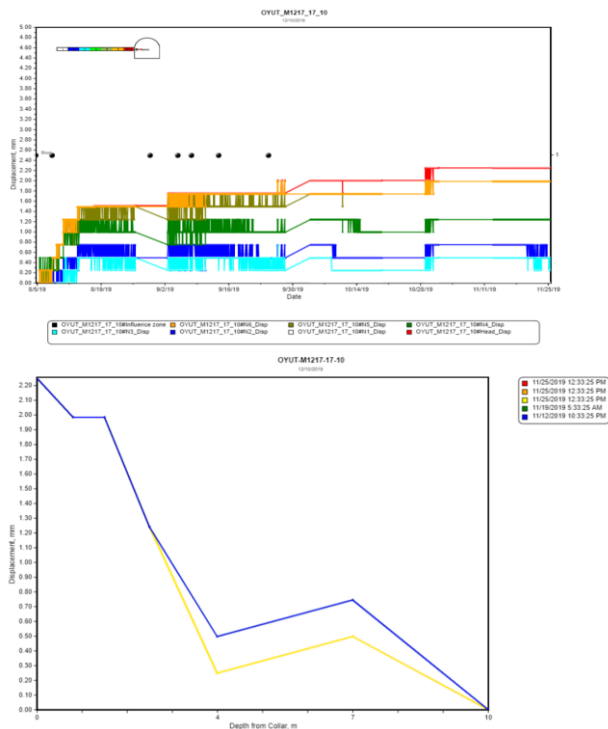
Уулын чулуулагийн шилжилт хөдөлгөөнийг хянах үндсэн аргуудын нэг бол призм мониторинг буюу маркшейдерийн ажиглалтын станцуудыг хүдрийн биетийн дээр байгуулах ажил юм. Ажиглалтын станцууд буюу призмуудыг 25м, 50м болон 100м интервалтай суурилуулах ба үндсэн 2 суурин Robotic total station хяналтын цэг байна гэж төлөвлөгдсөн. Мөн сансраас хиймэл дагуулын зурагт боловсруулалт хийхэд ашиглах зорилгоор 4 суурин GPS –ийн тулгуур цэгүүд байгуулна. Одоогоор призмүүд



суулгах цэгүүд болон хэмжилтийн тулгуур цэгүүдийг байгуулаад байна.

### Smart MPBX and smart cable

Оюу-Толгойн гүний уурхайн төсөлд уурхайн малталтын ойролцоох чулуулагийн шилжилт хөдөлгөөнийг хянах зорилгоор дээрх 2 төрлийн багажийг ашиглаж байна. Багажийн бүтэц нь 57мм –с дээш диаметртэй цооногт суулгахаар зориулагдан хийгдсэн байдаг. Багажны урт захиалагчийн хүсэлтээр 60м хүртэл байх боломжтой боловч тухайн төсөл дээр 5м, 8м, 10м, 15м зэрэг урттайгаар захиалагдан ирж гүний уурхайд ашиглагдаж байна. Эдгээр багажууд нь өөр дээрээ 6 цэгт тулгуурлан хэмжилт хийдэг ба эдгээр цэгүүдийг хоорондын зайн өөрчлөлтөөр малталтыг хана хэрхэн хөдөлгөөнд орж буйг тодорхойлох боломж олгодог. Дараах зурагт уулын чулуулаг массив мөргөцөгийн ахилтын тэсэлгээнд хэрхэн хариу үзүүлж байгааг боловсруулан харуулсан байна (зураг.3).



**Зураг.3** Уулын чулуулагийн массив тэсэлгээнд хариу өгсөн байдал

Уг багаж нь уурхайн тэг панелын хүдрийн биетийг огтлогч түвшин APEX-DD16 малталтын хананд суулгасан багаж бөгөөд судалгааны зорилгоор мөргөцөгийн тэсэлгээнээс 3м зайнд суулган үр дүнг авсан болно. Эндээс харахад тухайн мөргөцөгийн эргэн тойрны чулуулагт өгөх тэсэлгээгээнээс үүдэлтэй чулуулагийн хэвтээ шилжилт хөдөлгөөн:

анкер цэгүүд 4м болон 7м –ийн гүнд дундажаар 0.5мм;

анкер цэг 2.5м гүнд 1.2мм;

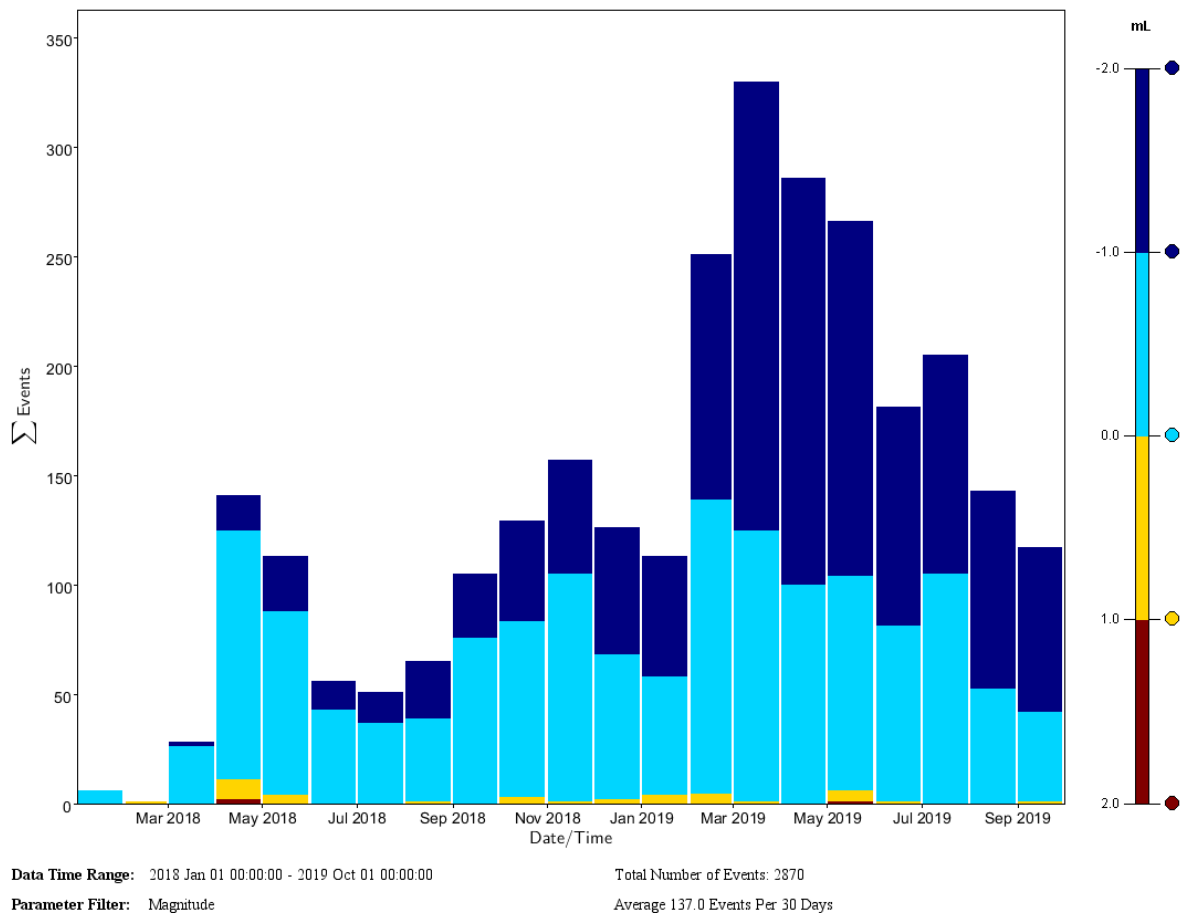
анкер цэг 0.8м болон 1.5м гүнд 2мм;

багажны толгой буюу малталтын ханан дахь хөдөлгөөн 2.2мм гэж тооцоологдсон байна. Тэсэлгээнд хамгийн их өртөж сулардаг бүс нь 2.5м хүртэлх гүнг зааж байгаа графикаас харж болохоор байна.

Уурхайн уурхайн олборлолтын түвшинд 2000 гаран энэ төрлийн багаж суулгах төлөвлөгөө байгаа ба одоогийн байдлаар 400 орчим багаж суулгагдаж онлайн сүлжээнд холбогдсон байна.

### Laser scanning

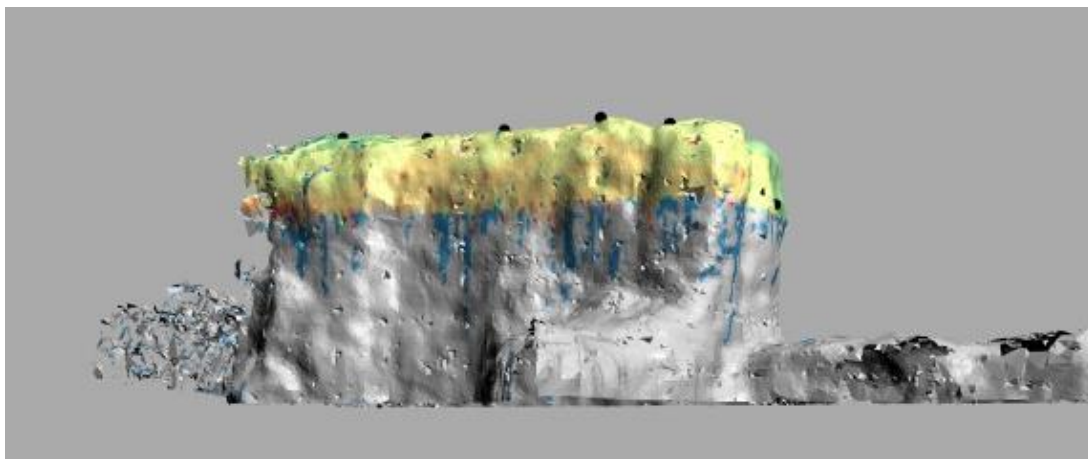
Оюу-Толгой төслийн анхдагч бутлуурын барилга бол газрын гүнд үүсгэсэн хамгийн том ухашуудын нэгээр албан ёсоор тооцогддог. Газрын гүнд гаргасан энэхүү малталтын хэмжээ нь 23x48м буюу 16 давхар байшинтай тэнцэхүйц том юм. Хэдий хэмжээний том орон зай газрын гүнд гаргана, төдий чинээ геотехникийн асуудал хүндэрдэг. Мөн уулын чулуулагийн шилжилт хөдөлгөөн болон бусад малталтанд үзүүлэх нөлөөлөлийн бүс нь их байдаг. Анхдагч бутлуурийн малталтанд мөн адил төстэй зүйлүүд ажиглагддаг. Дараах зурагт Оюу-Толгой уурхайн сейсмик системийн үр дүнгээс гарган авсан графикийг харуулж байна (зураг.4).



**Зураг.4 Сейсмик идэвхжилтийн нийлбэр, сараар**

Анхдагч буглуурын нэвтрэлтийн ажил 2017 оны сүүлээр эхэлсэн ба 2019 оны 3 сард дууссан. Нэвтрэлтийн ажил явагдаж дууссаны дараа гүний уурхайд хамгийн их сейсмик идэвхжил явагдсан нь харагдаж байна. Мөн малталт нэвтрэлтийн төгсгөлийн үе шатанд

гаргасан малталтанд их хэмжээгээр деформаци явагдсан. Малталт хэмжээ том, нарийвчилсан үзлэг шалгалт хийх боломжгүй эдгээр нөхцөлд суурийн лазер сканыг ашиглан боловсруулалт хийсэний үр дүнд шилжилт хөдөлгөөний үр дүнг гарган авдаг. Дараах зурагт суурийн лазер сканаар хийсэн хяналтын мониторингийн хэмжилтийн боловсруулалтийн үр дүнг харуулав (зураг.5).



Зураг.5 Анхдагч бутлуурын малталтын улны түвшин дэхь хяналтын лазер скан хэмжилтийн боловсруулалт



Зураг.6 Босоо малталтын хяналт

Хяналтын хэмжилтийн үр дүнд тухайн улны түвшний малталтын таазанд 0.2м – 0.3м суулт өгсөн нь тогтоогдсон ба үргэлжлүүлэн хяналтын хэмжилтийг үргэлжлүүлэн хийсээр байгаа бөгөөд нэмэлт хүчитгэсэн бэхэлгээ болон барилгын ажлууд давхар хийгдэж байгаа.

#### Borehole camera survey and scanning

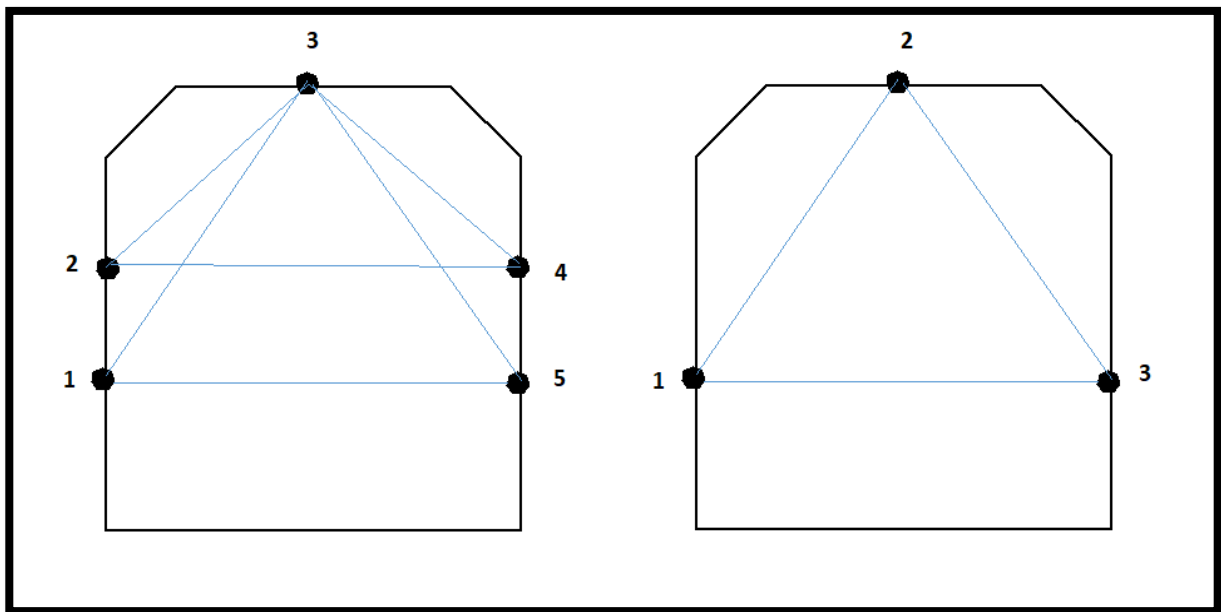
Хүдрийн биетийг өөрийн жингээр албадан хураах ашиглалтын системээр хүдрийн биетийг олборлох явцад үүсэх агуйн таазны

чулуулагын нөхцөл байдлийг хянах зорилгоор, замын материал буулгах болон бетон зуурмаг авах цооногуудын доторлогооны элэгдэлийн хяналтыг хийх зорилгоор видео камерын бичлэг хийдэг. Олон удаагийн давталт хийсэн бичлэгийг харьцуулан харж цооногийн доторх нөхцөл хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг дүгнэх боломжийг олгодог.

Гүний уурхайн босоо малталтуудад мөн мониторингын хяналтыг хийж гүйцэтгэж байна. Дараах зураг дээр хүдэр буулгуур нэвтэрч дууссаны дараах хяналтын видео бичлэг болон лазер скан хийхээр бэлдэж байгаа харуулж байна. Ингэснээр малтанд ирж буй уулын даралтыг ямар чиглэлтэй, хаанаас даралт өгч байгааг тодорхойлох боломж өгдөг ба лазер сканерын үр дүнгээр бэхэлгээнд авсан бетон зуурмагын зузаан болон ашиглалтын явц дахь элэгдэлийг хянах боломж бүрдүүлдэг.

#### Mobile scan and convergence monitoring

Уурхайн бас нэг чухал хяналтын хэмжилт бол хөдөлгөөнт тоног төхөөрөмжид суурилсан скан ба малталтын агшилтын хяналт юм. Уулын даралтын нөлөөлөлөөр малталтын хана, тааз хэв гажилтанд орж малталт руу чиглэсэн хүчний нөлөөгөөр малталтын доторх орон зай хумигдаж эхэлдэг. Иймд малталын хана таазанд 3 эсвэл 5 цэг бэхэлж эдгээр цэгүүдийн хоорондох зайг хэмжин хэвтээ болон босоо шилжилтын хэмжээг гарган мониторингийн уламжлалт арга байдаг.

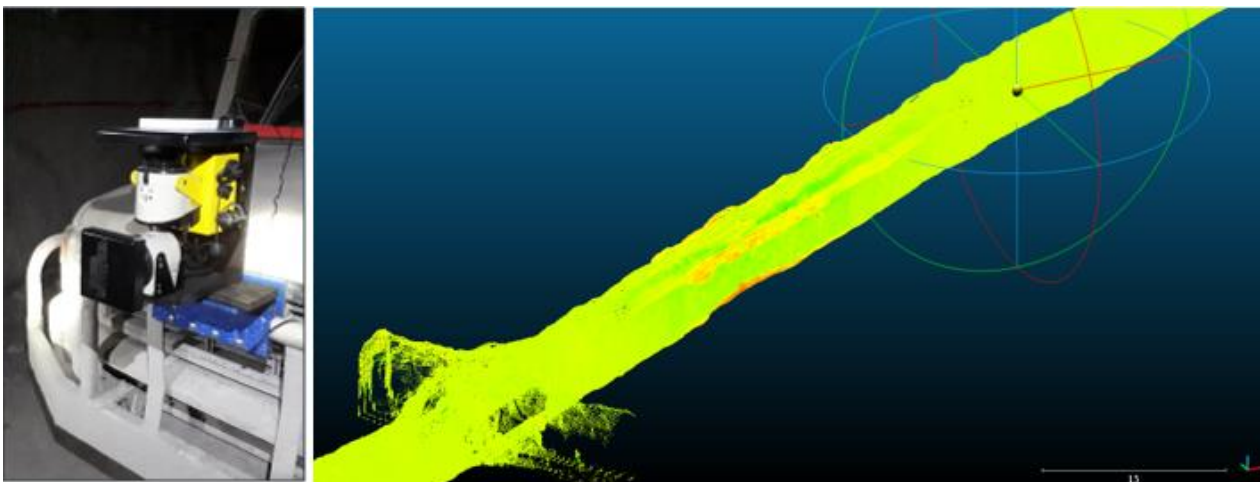


Зураг.7 Convergence буюу малталтын ажилтын хэмжилт

Орчин үед эрчимтэй хөгжиж буй лазер сканерын технологи энэ хэмжилтийг хялбарчлах, улам нарийвлал өндөр болгож өгсөн. Гүний уурхайн төсөлд бид Peaktech компанийн uGPS

хөдөлгөөнт лазер сканаар цэгүүд хоорондын зайн ойртолтыг хянаад зогсохгүй малталтын аль хэсэгт

хагарал оволт үүсч, нурах эрсдэл дагуулж болохыг хянах боломжтой болсон. Ингэснээр урт хугацааны туршид тухайн малгалт хэрхэн хэв гажилтанд орж байгааг бүрэн хянана.



Зураг.8 Convergence буюу малталтын ажилтын хэмжилт

Дээрх зурагт uGPS хөдөлгөөнт тоног төхөөрөмжинд суурилуулсан байдал болон хэмжилтын боловсруулалтын үр дүнг харуулсан байна. Сканерын боловсруулалт дээр улаан болон ногоо өнгөөр малталтын уулын даралтын нөлөөгөөр шилжилт хөдөлгөөнд орсон хэсгийг

харуулж байна. Мөн хэрэглэгчийн сонголтоор ямар хэмжээний өөрчлөлт хөдөлгөөнийг ялгаруулж харагдуулах тохиргоо байдаг бөгөөд уулын чулуулагын шилжилт хөдөлгөөний урьдчилсан тооцоо, загварчлалын үр дүн аль эсвэл олон жилийн ажиглалт хэмжилтээр гарган авсан норм, стандартуудыг оруулж өгч болно.

### Дүгнэлт

Оюу-Толгой уурхайн геотехникийн хяналт мониторингийн систем нь олон төрлийн дэд системүүдийг өөртөө багтаадаг ба эдгээр системүүд нь харилцан өөр хоорондоо уялдаа холбоотой ажилладаг өндөр үр бүтээлтэй систем юм. Энд гүний уурхайн төсөлд хэрэглэгдэж буй хяналт мониторингийн цогц системүүдийг дурдсан ба бусад өргөн ашиглагддаггүй арга барил, багаж хэрэгсэлүүд болон бүрэн гүйцэт боловсруулагдаагүй хяналт мониторингийн арга хэрэгсэлүүдийг дурдаагүй болно.

### Ашигласан материал

- [1] Лонжид Энхтур. Прогноз сдвижений и деформаций массива горных пород и земной поверхности при пересечении тоннелями метро неоднородных слоистых пород с различной литологией : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 25.00.16 / Лонжид Энхтур; [Место защиты: С.-Петерб. гор. ун-т]. - Санкт-Петербург, 2018. - 20 с.
- [2] Гусев В.Н. Г96. Сдвижение и деформации горных пород: Учеб. пособие / В.Н.Гусев, Е.М.Волохов. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2003. 83 с.
- [3] Гусев В.Н.Г96. Математическая обработка маркшейдерской информации статистическими методами: Учеб. пособие / В.Н.Гусев, А.Н.Шеремет. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2005.98 с.

## УЛААНЫ ОРДОД УУЛЫН ЦУЛЫН ЧАНАРЫН ҮНЭЛГЭЭ ХИЙХ АРГАЧЛАЛ

Ж. Ижилмаа<sup>1</sup>, К. Хавалболот<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Докторант, ШУТИС, Геологи Уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

<sup>2</sup>Удирдагч, ШУТИС, Геологи Уул уурхайн сургууль

ijilmaa@must.edu.mn

**Хураангуй** - Уулын цулын тогтворгүй байдал нь түүний ойр орчмын уулын цулын хэсэгчилсэн нурулт, уналтаас эхэлдэг болох нь практик туршлага, судалгааны үр дүнгээр тогтоогдсоо байдаг. Уулын цулд эвдрэл явагдах механизмыг судласан эрдэмтэд ан цав, хагаралтай хатуулаг өндөртэй чулуулагт хөрсний даралтаар (чулуулгийн анхдагч даралт болон хоёрдогч даралт) өмнө нь байсан болон цаашид нэмэгдэх хандлагатай ан цав хагарлын дагуу бий болдог гэж үздэг. Эндээс тодорхой хүчдэл буюу даралтын нөлөөн дор хагарал нь уулын цулын эвдрэлийг хянах хүчин зүйлүүд болно гэж ойлгож болно. Уулын цулын чанарын ангилалд дараах хоёр үндсэн хүчин зүйлсийг анхаарах шаардлагатай гэж үздэг.

Үүнд:

- Чулуулгийн баг бэх
- Чулуулгийн нэгдмэл бүтэц

Уулын цулыг бүрдүүлэгч чулуулгийн нэгдмэл бүтцийг бүтцийн хавтангийн шинж чанараар тодорхойлоно. Хавтангийн шинж чанарт нягт, тогтворжилт, гадаргуун байдал, дүүргэгч бодис, өгөршил зэргүүд хамаарна. Өөрөөр хэлбэл уулын цулын бүтэц нь түүний тогтворжилтонд хяналт тавих гол үзүүлэлтийн нэг юм. Уулын цулын шинж чанарыг тодорхойлохын тулд тухайн орчинд холбогдох судалгааг хийх шаардлагатай бөгөөд энэхүү судалгааны ажлын үр дүн нь уулын цулын тогтворжилтыг үнэлэх үндэс суурь болж өгдөг.

*Түлхүүр үг: RMR, RQD, GSI, Q, чулуулгийн ангилал*

### Оршил

Чулуулгийн физик механик, геомеханик инженерүүд уулын цул нь түүний бүтцийн хавтан, чулуулгийн блок буюу хавтан ойролцоох чулуулгуудаас бүрдэнэ гэж үздэг. Бүтцийн хавтан ба чулуулгийн блокын янз бүрийн хослол нь өөр өөр уулын цулыг үүсгэдэг. Иймээс уулын цулын физик механик шинж чанар нь бүтцийн хавтан, чулуулгийн блокын шинж чанар, хэлбэрээр тодорхойлогдоно. Хатуу чулуулгийн хувьд физик механик шинж чанар нь гол төлөв бүтцийн хавтангийн шинж чанараар тодорхойлогдоно. Үүнд бүтцийн хавтангийн механик шинж чанар, бүлэг бүтцийн хавтангийн хэлбэр бүрэлдэх шинж, нягт, тогтворжилт зэргийг агуулдаг. Иймд уулын цулын тогтворжилт нь хүчдэлт төлвөөс бусад тохиолдолд бүтцийн хавтангаар тодорхойлогддог.

Уулын цулын тогтворгүй байдал нь түүний ойр орчмын уулын цулын хэсэгчилсэн нурулт, уналтаас эхэлдэг болох нь практик туршлага, судалгааны үр дүнгээр тогтоогдсон. Уулын цулд эвдрэл явагдах механизмыг судласан эрдэмтэд ан цав, хагаралтай хатуулаг өндөртэй чулуулагт хөрсний даралтаар (чулуулгийн анхдагч даралт болон хоёрдогч даралт) өмнө нь байсан болон цаашид нэмэгдэх хандлагатай ан цав хагарлын дагуу бий болдог гэж үздэг. Эндээс тодорхой хүчдэл буюу даралтын нөлөөн дор хагарал буюу бүтцийн хавтан нь уулын цулын эвдрэлийг хянах хүчин зүйлүүд болно гэж ойлгож болно.

Уулын цулыг бүрдүүлэгч чулуулгийн нэгдмэл бүтцийг бүтцийн хавтангийн шинж чанараар тодорхойлоно. Хавтангийн шинж чанарт нягт, тогтворжилт, гадаргуун байдал, дүүргэгч бодис, өгөршил зэргүүд хамаарна. Өөрөөр хэлбэл уулын цулын бүтэц нь түүний тогтворжилтонд хяналт тавих гол үзүүлэлтийн нэг юм. Уулын цулын шинж чанарыг тодорхойлохын тулд тухайн орчинд холбогдох судалгааг хийх шаардлагатай бөгөөд энэхүү судалгааны ажлын үр дүн нь уулын цулын тогтворжилтыг үнэлэх үндэс суурь болж өгдөг.

### 1. Уулын цул, геомеханикийн ангилалд үндэслэсэн уулын цулын чанарын үнэлгээ

Бенявски RMR (уулын цул, геомеханикийн ангилал) аргачлалыг 1977 онд анх боловсруулсан бөгөөд хэд хэдэн удаа шинэчилсний дараагаар 1989 онд “Инженерийн чулуулгийн ангилал” номондоо хэвлүүлсэн. Энэхүү ангилал нь уулын цулын баг бэх, RQD (чулуулгийн чанарын тодорхойлолт)-н утга, хагарлын зай, хагарлын нөхцөл болон гүний ус зэрэг 5 төрлийн үзүүлэлтээс бүрдэнэ. Ангилахдаа үзүүлэлтийн хэмжсэн өгөгдлүүдийг эрэмбэлэн хүснэгт 1, 2-т заасан шалгуурын дагуу тус тусад нь үнэлж уулын цулын хувьд RMR ерөнхий дүнг олохын тулд үзүүлэлтүүдийн онооны утгыг нэмнэ.

Хүснэгт 1

RMR ангиллын үзүүлэлт ба тэдгээрийн оноо

Уулын цулын бат бэх	Цэгэн ачааллын хүч	>10	4...10	2...4	1...2	Уг хязгаар нь нэг тэнхлэгийн шахалтын хувьд илүү тохиромжтой байдаг		
	Нэг тэнхлэгийн дагуух даралт эсэргүүцэх хүч	>250	100...250	50...100	25...50	5...25	1...5	<1
	Оноо	15	12	7	4	2	1	0
Үндсэн чанарын үзүүлэлт RQD,%	Оноо	90...100	75...90	50...75	25...50	<25		
		20	17	13	8	3		
Тасархайн гадаргуун зай	Оноо	>2м	0,6...2м	20...60см	6...20см	<6см		
		20	15	10	8	5		
Тасархайн гадаргуун нөхцөл	Оноо	Маш барзгар Тасархай Далд Өгөршилгүй	Бага зэргийн барзгар Ил<1мм Бага зэрэг өгөршсөн	Бага зэргийн барзгар Ил<1мм Хүчтэй өгөршсөн	Гөлгөр буюу шаварлаг Ил 1...5мм Үргэлжилсэн	Шаварлаг >5мм Ил>5мм Үргэлжилсэн		
		30	25	20	10	0		
Гүний ус	10м урт туннель дэх усны урсац л/мин	Үгүй	<10	10...25	25...125	>125		
	Харьцаа ан цавын усны даралт / дээд түвшний үндсэн хүчдэл	0	0...0.1	0.1...0.2	0.2...0.5	>0.5		
	Ерөнхий нөхцөл байдал	Хуурай	Нойтон	Зөвхөн чийглэг(ан цавын устай)	Дунд зэргийн усны даралт (дуслын)	Усны урсгал		
	Оноо	15	10	7	4	0		

Хүснэгт 2

Үргэлжилсэн гадаргуун нөхцөлийг тодорхойлсон ангилал

Үзүүлэлт	Оноо				
Үргэлжилсэн гадаргуугийн урт (холболтын хэмжээ)	<1м	1...3м	3...10м	10...20м	>20м
	6	4	2	1	0
Ил	үгүй	<0.1мм	0.1...1.0мм	1...5мм	>5мм
	6	5	4	1	0
Барзгаржилт	Маш барзгар	Барзгар	Бага зэргийн барзгар	Гөлгөр	Хэт гөлгөр
	6	5	3	1	0
Дүүргэгч (шавар давхарга)	Хатуу чанартай дүүргэгч			Зөөлөн чанартай дүүргэгч	
	үгүй	<5мм	>5мм	<5мм	>5мм
	6	4	2	2	0
Өгөршил	Өгөршөөгүй	Бага зэрэг өгөршсөн	Дунд зэрэг өгөршсөн	Хүчтэй өгөршсөн	Тусгаарлагдсан
	6	5	3	1	0

Ерөнхий дүнгээр үнэлсэн уулын цулын зэрэглэл ба цулын чанарын үнэлгээнээс харахад 0...100 хүртэл хэлбэлзэж байгааг харж болно. Уг ангиллын дагуу чулуулгийг маш сайн буюу I сортоос маш муу буюу V сортын гэсэн 5 ангид хувааж үздэг.

RMR ангилал нь хүчтэй шахаж бутлагдсан чулуулаг, сийрэгжсэн чулуулаг болон хэт зөөлөн уулын цулд тохиромжгүй болохыг анхаарах хэрэгтэй. Улааны уурхайн уулын цул нь RMR үнэлгээний стандартын холбогдох нөхцөлийг хангаснаар үнэлгээний үр дүн нь илүү үндэслэлтэй, найдвартай болно.

Улааны уурхайн чулуулгийн ан цавын статистик судалгааны үр дүн, чулуулгийн физик механикийн лабораторийн туршилт болон холбогдох инженер-геологийн мэдээлэлд үндэслэн RMR ангиллын дагуу чулуулгийн бүлгийг ангилан хүснэгт 3-д үзүүлэв.

Хүснэгт 3

Улааны уурхайн уулын цулын RMR үнэлгээний хүснэгт

Чулуулгийн бүлэг	Үзүүлэлт	Риолит	Брекчи хүдрийн биет	9# Риолит	Брекчи хүдрийн биет
Чулуулгийн блокын хүч	Нэг тэнхлэгийн дагуух шахалтын бат бэх, МПа	151.93	91.78	151.93	66.3
	Оноо	8	7	8	5
Чулуулгийн үндсэн чанарын үзүүлэлт	RQD, %	75	70	80	70
	Оноо	13	12	15	12
Гадаргуу хоорондын тасралтгүй зай	Завсар, см	40.3	30.3	18.5	20.7
	Оноо	9	9	8	8
Гадаргуун тасралтгүй нөхцөл	Тасарсан гадаргуун урт, м	1...3	1...3	1...3	1...3
	Оноо	4	4	4	4
	Ил байх хэмжээ, мм	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	Оноо	5	5	5	5
	Барзгаржилтын хэмжээ	Гөлгөр	Гөлгөр	Гөлгөр	Гөлгөр
	Оноо	1	1	1	1
	Дүүргэгч	Хатуу чанарын дүүргэгч			
	Оноо	6	6	6	5
	Өгөршил	Бага өгөршсөн	Бага өгөршсөн	Бага өгөршсөн	Бага өгөршсөн
	Оноо	5	5	5	5
Гүний ус	Нийт оноо	21	21	21	20
	Ердийн нөхцөл	Хуурай	Хуурай	Хуурай	Хуурай, нойтон
Цогц үнэлгээ	Онооны утга	66	64	67	59
	Онооны төрөл	II	II	II	III
	Тодорхойлолт	Сайн чулуулаг	Сайн чулуулаг	Сайн чулуулаг	Энгийн чулуулаг

Улааны уурхайн хувьд чулуулгийн 4 бүлэг байдаг ба 1# риолит, 1# брекчи, 9# риолит зэрэг чулуулгийн 3 бүлэг нь RMR үнэлгээний системийн II түвшинд харьяалах боловч тэдгээрийн оноо нь II түвшний уулын цулын доод хязгаарт, 9# брекчи хүдрийн биетийн I бүлэг нь RMR үнэлгээний III түвшинд харьяалах (ердийн уулын цул) боловч оноо нь III түвшний дээд хязгаарт ойр оршдог.

## 2. Q ангилалд тулгуурласан чулуулгийн чанарын үнэлгээ

Энэхүү арга нь Норвегийн Геотехникийн Инженерийн Хүрээлэнгийн Бартон нарын боловсруулсан чулуулгийг ангилах арга юм. Q нь уулын цулын чанар гэсэн үгийн товчлол, RQD-ийн утга (%), хагарлын бүлгийн тоо  $J_n$ , хагарлын гадаргуун барзгаржилтын хэмжээ  $J_r$ , хагарлын гадаргуун өгөршил өөрчлөлтийн хэмжээ  $J_a$ , ан цавын усны нөлөөллийн хүчин зүйл  $J_w$  болон стрессд нөлөөлөх хүчин зүйл SRF зэрэг 6 үзүүлэлт ашиглаж дараах байдлаар үнэлдэг.

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SFF}$$



Q утгыг ангилал хүснэгт

Q утгын төрөл	<0.01	0.01-0.1	0.1-1.0	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400	>400
Уулын цулын ангилал	Онцгой муу	Туйлын муу	Маш муу	Муу	Энгийн	Сайн	Маш сайн	Туйлын сайн	Онцгой сайн

Дээр дурьдсан Q ангиллын аргын дагуу Улааны уурхайн хагарал, ан цавын статистик судалгааны үр дүн, чулуулгийн физик механикийн лабораторийн туршилт болон холбогдох инженер-геологийн өгөгдлүүдтэй уялдуулан, чулуулгийн бүлгийн дүнг ангилсан бөгөөд оноог хүснэгт 4-д үзүүлэв.

Улааны уурхайн уулын цулын чанарын үнэлгээний Q ангилал

Чулуулгийн бүлэг	Үзүүлэлт								
	RQD	J <sub>n</sub>	J <sub>r</sub>	J <sub>a</sub>	J <sub>w</sub>	SRF	Q утга	Түвшин	
1# Риолит	75	6	1	2	1	2.5	13.4	Сайн	
1# Брекчи хүдрийн биет	70	7	1	3	1	2.5	10.7	Сайн	
9# Риолит	80	8	1	2	1	2.5	10.9	Сайн	
9# Брекчи хүдрийн биет	70	8	1	4	1	2.5	9.4	Энгийн	

Хүснэгт 4-өөс Улааны орд газрын 1 # риолит, 1 # брекчи хүдрийн биет, 9 # риолит бүлэг нь Q үнэлгээний системээр сайн ангилалд хамаарах чулуулгууд болох нь харагдаж байна. 9 # брекчи хүдрийн биет зэрэг 1 бүлэг чулуулаг нь Q үнэлгээний системээр энгийн уулын цул юм. Үүний зэрэгцээ 1 # риолит, 1 # брекчигийн хүдрийн биет, 9 # риолит зэрэг гурван бүлгийн чанарын үнэлгээний үзүүлэлт нь чулуулгийн үнэлгээний доод хязгаарт ойрхон байгаа нь тодорхой байна. 9 # брекчигийн хүдрийн биетүүдийн уулын цулын чанарын үнэлгээний утга нь уулын цулын ерөнхий үнэлгээний дээд хязгаарт ойрхон байгаа болно.

### 3. GSI ангилалд тулгуурласан чулуулгийн чанарын үнэлгээ

GSI (геологийн бат бэхийн үзүүлэлт) ангиллын арга нь уулын цулын механик үзүүлэлтийг тодорхойлоход түгээмэл

хэрэглэгддэг. Инженер-геологийн судалгаанд үндэслэн уулын цулын чанарыг үнэлэх бөгөөд Хоек Броуны шалгуурыг ашиглан уулын цулын бат бэхийг тодорхойлдог арга юм. GSI -н проферрор Хоек олон жилийн турш дэлхийн өнцөг булан бүрт хамтран ажиллаж байсан геологийн инженерүүдтэй зөвшилцөж боловсронгуй болгон хөгжүүлсэн бөгөөд янз бүрийн чулуулгийн хувьд өөр өөр онооны стандарттай байдаг. Чулуулгууд нь голдуу: ердийн элсэн чулуу, сильтон, шавар чулуу, шаварлаг занар, шохойн чулуу, боржин чулуу, опиолит, гнейсис, занар, гипс ба гетероген уулын цул (дахин сэргэсэн давхарга) гэх мэт. Хүснэгт болон зургийн хэсэг бүрийг ашиглаж, бүтэц, гадаргуу хоорондын хамаарал, байгалийн геологийн нөхцөлийг тусгахын тулд дахин давтан хийх ёстой. Хоек Броун нь янз бүрийн чулуулгийн бүтэц, гадрагуун шинж чанарын хоорондын хамаарлыг зурган хэлбэрт илэрхийлсэн байдаг.

Чулуулгийн бүтэц		Бүтцийн гадаргуугийн шинж чанар				
		Маш сайн, маш барзгар, шинэ, өгөршөөгүй	Сайн, барзгар, бага зэрэг өгөршсөн, гадаргуу нь идэгдсэн	Энгийн, дунд зэргийн өгөршилтэй	Муу, хүчтэй өгөршсөн, гөлгөр	Маш муу, гөлгө гадаргуу нь зурагдалттай, зөөлөн шавраар дүүргэсэн
	Бүрэн бүтэцтэй, бүрэн эсвэл хээрийн том биет нь хагарал маш бага	90	80		N/A	N/A
	Блокын бүтэцтэй, бага хагаралтай		70			
	Мозаик бүтэцтэй, бүтэц хоорондоо уялдаатай, зарим хэсэг нь эвдэрсэн		60	50		
	Хуваагдсан бүтэцтэй, олон багц хагаралтай				40	
	Сул бүтэцтэй, эвдэрсэн уулын цултай, блокын нийлэц нь муу				30	
	Нунтаглагдсан бүтэцтэй, хагарал эрчимсэн, блокын бүтэцгүй				20	
		N/A	N/A			10

Зураг 1 Геологийн бат бэхийн үзүүлэлтийг илэрхийлэх GSI -н зураг

Дээр дурьдсан GSI ангилалын дагуу Улааны уурхайн хагарлын ан цавын статистик судалгааны үр дүн, чулуулгийн физик механикийн лабораторийн туршилт, холбогдох инженер-геологийн өгөгдлүүдтэй уялдуулан ордын чулуулгийг бүлэглэн ангилсан бөгөөд Хүснэгт 5 д үзүүлэв.

Хүснэгт 5

Улааны уурхайн уулын цулын үнэлгээг GSI -н аргаар ангилсан хүснэгт

Үзүүлэлт	Чулуулгийн бүтэц	Бүтцийн гадаргуугийн шинж чанар	GSI утга
Чулуулгийн бүлэг			
1# Риолит	Мозаик бүтэцтэй, бүтэц хоорондоо уялдаатай, зарим нь эвдэрдэг	Сайн, бага өгөршсөн, бага зэрэг барзгар	60
1#Брекчи хүдрийн биет	Мозаик бүтэцтэй, бүтэц хоорондоо уялдаатай, зарим нь эвдэрдэг	Сайн, бага өгөршсөн, бага зэрэг барзгар	55
9# Риолит	Мозаик бүтэцтэй, бүтэц хоорондоо уялдаатай, зарим нь эвдэрдэг	Сайн, бага өгөршсөн, бага зэрэг барзгар	60
9# Брекчи хүдрийн биет	Мозаик бүтэцтэй, бүтэц хоорондоо уялдаатай, зарим нь эвдэрдэг	Сайн, бага зэрэг өгөршсөн, бага зэрэг барзгар, зарим бүтцийн гадаргуу нь сул материалаар дүүргэгдсэн	55

4. Уулын цулын чанарын цогц үнэлгээ

Уулын цулын GSI үзүүлэлтийг RMR болон Q үзүүлэлтээс хөрвүүлж, RMR болон Q үзүүлэлтүүдийг тохируулах шаардлага гардаг

ба тусгай тохируулгын томъёог ашиглан хөрвүүлэг хийн тоон утгыг гаргаж авна. GSI (цогц үнэлгээний) шалгуур үзүүлэлтүүдийг тодорхойлохын тулд GSI (RMR), GSI (Q), GSI

(хүснэгтийн арга) аргуудаар цогц шинжилгээ хийх нь зүйтэй.

Хүснэгт 6

Улааны уурхайн уулын цулын цогц үнэлгээний хураангуй хүснэгт

Чулуулгийн шинж чанар	RMR <sub>89</sub>	GSI (RMR <sub>89</sub> )	Q'	GSI (Q')	GSI (зураг хүснэгтийн арга)	GSI (Цогц үнэлгээ)
1# Риолит	66	61	13,0	67	60	<b>63</b>
1#Брекчи хүдрийн биет	64	59	10,3	65	55	<b>60</b>
9# Риолит	67	62	10,5	65	60	<b>62</b>
9# Брекчи хүдрийн биет	60	55	9,0	64	55	<b>58</b>

3 өөр аргаар олсон GSI-ийн утгууд хоорондоо ялгаагүй байгаа нь харагдаж байна.

### Дүгнэлт

Энэхүү судалгаанд чулуулгийн физик механикийн лабораторийн туршилт, хагарал ан цавын судалгааны үндсэн өгөгдлүүдийг ашиглаж RMR, Q болон GSI зэрэг олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн уулын цулын чанарын үнэлгээний 3 аргаар Улааны уурхайн чулуулаг, хүдрийн биетийн уулын цулын чанарын цогц үнэлгээг хийсэн. Холбогдох тооцоо, судалгаанд үндэслэж дараах дүгнэлтийг хийж байна:

1. Улааны уурхайн уулын цулын чанарын үнэлгээг олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн уулын цулын үнэлгээний аргаар гүйцэтгэсэн бөгөөд үр дүн нь харьцангуй бодитой, харилцан бие биенийхээ шалгуур болж байгаа нь харагдаж байна. Мөн уулын цулын чанарын үнэлгээний цогц үр дүн нь найдвартай, үнэлгээний шаардлагыг бүрэн хангаж байна.
2. GSI (цогц үнэлгээний) шалгуур үзүүлэлтүүдийг тодорхойлохын тулд GSI (RMR), GSI (Q), GSI (хүснэгтийн арга) аргуудаар цогц шинжилгээ хийх нь зүйтэй.

### Ашигласан материал

- [1]. Улааны уурхайд дүүргэлттэй ашиглалтын систем нэвтрүүлэх судалгаа 2019 он BGRIMM
- [2]. Дорнод аймгийн дашбалбар сумын нутагт орших “Улааны холимог металлын орд”-ын нөөцийг шинэчлэн тооцоолсон ажлын үр дүнгийн тайлан 2018 он
- [3]. Дорнод аймгийн дашбалбар сумын нутагт орших “Улааны холимог металлын орд”-ыг далд аргаар олборлож баяжуулах техник эдийн засгийн үндэслэл 2018 он
- [4]. Rock mass classification systems and modes of ground failure
- [5]. Rock mechanics and rock engineering
- [6]. Fundamentals of geotechnical engineering
- [7]. Rock mechanics and engineering

**ТАВ. УУЛ УУРХАЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ЭДИЙН ЗАСАГ,  
МЕНЕЖМЕНТ**

## АВСТРАЛИ УЛСЫН АШИГТ МАЛТМАЛЫН ХАЙГУУЛ, ОЛБОРЛОЛТ, ЭКСПОРТ, ТҮҮНИЙ ДЭЛХИЙН ТҮВШИНД ЭЗЛЭЖ БУЙ БАЙР

Докторант С.Энхцацрал.  
ШУТИС-ийн ГУУС, Уурхайн технологийн салбар  
s.enkhtsatsral@must.edu.mn

**Хураангуй** - Австрали улсын ашигт малтмалын хайгуул, олборлолтын ажлын тойм мэдээлэл, тус улсын 2021 онд олборлосон болон экспортлосон ашигт малтмалын хэмжээ, дэлхийн улс орнуудын түвшинд эзлэх байр суурь, ашигт малтмалын эдийн засгийн боломжтой нөөцийн үнэлгээ, ашигт малтмал тус бүрээр нь олборлолт, экспортын хэмжээ, борлуулалтын орлого, нөөцийн хэмжээг нарийвчлан харуулсан болно.

*Түлхүүр үг: технологи, нүүрс, алт, зэс, экспорт, орлого*

Австрали улс нь төрөл бүрийн ашигт малтмалын олборлолт, экспортоор дэлхийд тэргүүлэгч улс орнуудын нэг юм. Австрали улс нь өргөн уудам газар нутагтай бөгөөд ашигт малтмалын ихэнх орд газрууд нь улсын хилийнхээ захаар оршиж байгаа ба өнөөгийн олборлолт хийгдэж буй уурхайнууд нь усан боомт, усан замаа дагаж байршсан байгаа нь дэлхийн аль ч улсад хэрэгцээ, шаардлагатай ашигт малтмалыг нь нийлүүлэх боломжтой, газар зүйн байршил нь чухал ач холбогдолтой болох нь харагдаж байна. Ашигт малтмалын хайгуулын ажлаар тогтоогдсон болон олборлосон нөөцийн хөдөлгөөнийг ЖОРК кодексийн дагуу хийж тайлагнан, дэлхийн улс орнуудын өнөөгийн ашигт малтмалын хэрэгцээ, шаардлага, үнийн өсөлт зэргийг нарийвчлан судлаж, алсын хараатайгаар төлөвлөн төрөл бүрийн ашигт малтмалын олборлолт, экспортоо явуулахын зэрэгцээ аж ахуйн эргэлтэд орж буй болон ирээдүйд шаардагдах шинэ төрлийн ашигт малтмалын хэтийн чиг хандлагыг тогтоож, хайгуул, олборлолтын ажлаа төлөвлөн хэрэгжүүлж сурсан, энэ талаар маш их туршлага хуримтлуулсан улс болохыг тус улсын 2021 оны ашигт малтмалын хайгуул, олборлолт, экспортын тайлан мэдээ, дэлхийн улс орнуудын хэмжээнд эзлэж буй байр суурь зэргийг тодорхой харуулахыг зорьсон болно. Өөрөөр хэлбэл тус улс нь жил бүр өөрийн улсын төрөл бүрийн хүдэр, ашигт малтмалын нөөцийн хэмжээ, хөдөлгөөнийг тогтмол хийж, хэтийн төлөвийг гаргаж ирсэн байна [1].

Австрали улсын ашигт малтмалын нөөц, баялаг, онцгой шаардлагатай төрөл бүрийн ашигт малтмалын нөөц нь олон мянган жилийн турш судлаачдын анхаарлыг татсаар ирсэн юм. Ашигт малтмалыг олборлох, баяжуулах дэвшилтэт технологиудыг өргөн цар хүрээтэй нэвтрүүлэх болсон нь Австрали улс нь дэлхийн жишигт нийцсэн уул уурхайн салбараа төмөр, нүүрс, алт зэрэг уламжлалт ашигт малтмалыг олборлон, экспортлохын зэрэгцээ хүн төрөлхтөнд нэн

шаардлагатай стратегийн ач холбогдолтой, өндөр үнэтэй ашигт малтмалын хайгуул, олборлолтод гол анхаарлаа хандуулж байгаа нь үндэсний болон дэлхийн түншүүдийг чухал ач холбогдолтой ашигт малтмалын түүхий эдээр хангах өргөн боломжийг бүрдүүлж байгаа болно.

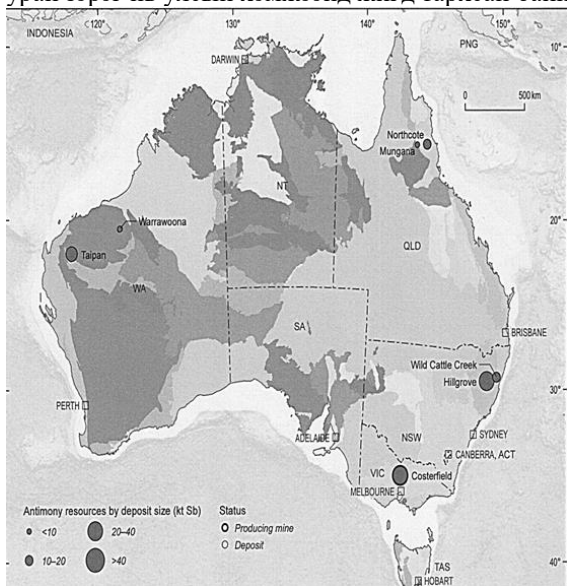
Австрали улс нь цахилгаан автомашин, эрчим хүч хуримтлуулах, нөөцлөх батерей, нарны эрчим хүч, салхины цахилгаан станц зэрэг орчин үеийн эко-ногоон технологид ашиглагдаж буй чухал шаардлагатай олон төрлийн ашигт малтмалаар улс орнуудын хэрэгцээг хангахад уул уурхайн салбарынхаа үйл ажиллагааг чиглүүлэн ажиллаж байна. Австрали улс 2021 онд ногоон эдийн засгийн чухал шаардлагатай ашигт малтмалын салбарт эрч хүчээ авч, литийн үйлдвэрлэлийн хэмжээ 38%-иар, цагаан алтны бүлгийн элементүүдийн эдийн засгийн ач холбогдолтой нөөцийн хэмжээ 131%-иар болон мэдэгдэхүйц өсөлт (5% ба түүнээс дээш) нэмэгдсэн ба үүнд сканди, ванади, кобальт, сурьма, танталын нөөц хамрагдаж байна.

2021 онд Австрали улсын хувьд дэлхийд тэргүүлэгч уул уурхайн салбарын эрчимтэй хөгжил хэвээр хадгалагдаж ирсэн байна. Австрали улс нь боксит, кобальт, алт, лити, төмрийн хүдэр, никель, марганц, газрын ховор элемент, цайр зэрэг 18 нэр төрлийн нэн шаардлагатай ашигт малтмалын түүхий эдийн олборлолт, экспортоор дэлхийд эхний тавд орсон байна. Австрали улс нь цахилгаан автомашины салбарын өсөн нэмэгдэж буй эрэлтийг хангаж, дэлхийн улс орнуудын газрын ховор элементийн нийлүүлэлтийн 53%-ийг хангаж, литийн үйлдвэрлэлээрээ дэлхийд тэргүүлсэн хэвээр байна. Мөн 2021 онд Австрали улс нь боксит, төмрийн хүдэр, циркон, рутилийн түүхий эдийн үйлдвэрлэлээр дэлхийд 1-р байраа хадгалсан байна. Энэ хугацаанд Австрали улсын уул уурхайн экспорт (газрын тосны бүтээгдэхүүнээс бусад) 295 тэрбум ам.долларын орлоготой байсан бөгөөд тус салбар нь дотоодын нийт бүтээгдэхүүнийхээ 14%-ийг бүрдүүлж, 272 мянган хүнийг ажлын байраар хангаж

ирсэн байна. Ашигт малтмалын хайгуулын ажлын зардал 2021 онд 2012 оныхоос хойших хамгийн өндөр буюу 3.6 тэрбум ам.доллар болж, алт, төмрийн хүдэр, зэсийн олборлолтоор тэргүүлсэн байна.

### Австрали улсын эдийн засгийн боломжтой нөөцийн газарзүйн байршил:

Австрали улсын эдийн засгийн боломжтой баялгийн газарзүйн байршлын тархалт нь ихэнх нутгийн хэмжээнд жигд бус тархалттай байна. Тухайлбал, ихэнх бокситийн ордын эдийн засгийн боломжтой нөөц (EDR) нь Кейп Йорк болон Дарлингтийн нурууны аварга том ордууд давамгайлж байгаа Квинсленд болон Баруун Австралид оршиж байна (зураг 1). Үүний нэгэн адил Австрали улсын төмрийн хүдрийн эдийн засгийн боломжтой асар их нөөц нь газарзүйн хувьд Баруун Австралийн Пилбара мужид төвлөрсөн байна. Баруун Австралид мөн улсын никелийн эдийн засгийн боломжтой нөөцийн дийлэнх хэсэг, мөн их хэмжээний манганы хүдрийн нөөц, манганы эдийн засгийн боломжтой нөөцийн дийлэнх нь Хойд нутаг дэвсгэрт байдаг. Тус улсын нөгөө талд бараг бүх чулуун нүүрсний эдийн засгийн боломжтой нөөц нь Квинсленд, Шинэ Өмнөд Уэльст оршдог. Кобальтын эдийн засгийн боломжтой нөөц нь Баруун Австралийн никелийн ордууд болон зэсийн олон ордуудтай холбоотой байдаг тул Австралийн ихэнх нутаг дэвсгэрт өргөн тархсан байдаг. Зэс, алт, мөнгө, хар тугалга, цайр, уран зэрэг нь улсын хэмжээнд жигд тархсан байна.



Зураг 1. Австрали улсын эдийн засгийн бүс нутгуудын байршил.

Тайлбар: NSW-Шинэ Өмнөд Уэльс, NT-хойт нутаг дэвсгэр, QLD-Квинсленд, SA-Өмнөд Австрали, TAS-Тасмани, VIC-Виктори, WA-Баруун Австрали.

Австрали улсын эдийн засгийн бүс нутгуудад орших ордуудын ашигт малтмалын төрөл тус бүрийн эзлэж буй хувь хэмжээг хүснэгт 1-д харуулав.

Хүснэгт 1.

Австрали улсын эдийн засгийн бүс нутгуудад орших ордуудын ашигт малтмалын төрөл тус бүрийн эзлэж буй хувь хэмжээ.

№	Ашигт малтмалын нэр	Баруун Австрали	Квинсленд	Шинэ өмнөд Уэльс	Хойд нутаг дэвсгэр	Тасмани	Өмнөд Австрали	Виктория
1	Боксид	37.0	59.0	<1	3.0	<1		
2	Нүүрс	1.0	68.0	29.0		1.0	1.0	
3	Төмрийн хүдэр	87.0		1.0	1.0	2.0	10.0	
4	Алт	47.0	5.0	14.0	6.0	<1	26.0	2.0
5	Зэс	8.0	9.0	12.0	1.0	<1	29.0	<1
6	Никель	89.0	6.0	4.0	<1	<1		
7	Хар тугалга	12.0	52.0	13.0	21.0	2.0	<1	
8	Цайр	6.0	56.0	10.0	25.0	2.0	<1	1.0
9	Мөнгө	6.0	48.0	19.0	9.0	2.0	15.0	1.0
10	Манганы хүдэр	44.0			56.0			
11	Кобальт	67.0	16.0	15.0	<1	<1	2.0	
12	Уран	8.0	4.0		5.0		83.0	
13	Ильменит	54.0	14.0	5.0	<1		4.0	23.0
14	Рутив	17.0	16.0	9.0	<1		2.0	56.0
15	Циркон	38.0	10.0	4.0	<1		6.0	42.0

**Ашигт малтмалын хайгуул:** 2021 онд Австрали улсад хайгуулын нийт зардал өндөр хэвээр байсан бөгөөд ялангуяа алт, төмрийн хүдрийн үнэ өндөр өсөж, Австрали улсын Статистикийн товчооноос нийтэлсэн ашигт малтмалын хайгуулын мэдээллийн улирлын тайланд дурдсанаар 2020 онд ашигт малтмалын хайгуулын ажилд 2,809 сая доллар зарцуулсан бол 2021 онд 3,596 сая доллар зарцуулж, ашигт малтмалын хайгуулын нийт зардал 28 хувиар өссөн байна.

Ашигт малтмалын шинэ ордыг илрүүлэхэд хайгуул, өрөмдлөгийн зардал 2020 онд 957 сая ам.доллар зарцуулсан бол 2021 онд 1,208 сая ам.доллар болж, 26%-иар өсч, 2020 онд 3,736,500 уртааш метр хайгуулын өрөмдлөг хийсэн бол 2021 онд 10%-иар нэмэгдэж, 4,120, 5.5 уртааш метр болсон байна.

2021 онд алт нь ашигт малтмалын хайгуулын зардлын хамгийн их 44 хувийг эзэлж, 1,599 сая долларын шинэ дээд амжилтыг тогтоосон байна.

2021 онд Төмрийн хүдрийн хайгуулд их хэмжээний хөрөнгө оруулалтыг татсан бөгөөд 2020 онд 395 сая ам.доллар байсан бол 41%-иар нэмэгдэж 557 сая доллар болсон бол зэсийн араас гуравдугаарт оржээ. Зэсийн үнэ 2020 онд 334 сая ам.доллар байсан бол 2021 онд 65%-иар өсч 550 сая ам.долларт хүрч төмрийн хүдрийг бараг гүйцэж түрүүлэв.

Алмазын хайгуул 2020 онд 3.0 сая ам.доллар байсан бол 87%-иар өсч, 5.6 сая ам.доллар болж, уран 2020 онд 6.7 сая ам.доллар байсан бол 84%-иар өсч 12 сая доллар болжээ. Хайгуулын зардал 22%-иар буурч, 226 сая ам.доллар болж буурсан цорын ганц ашигт малтмал нь нүүрс бөгөөд 2020 онд хайгуулын ажлын зардал нь 292 сая ам.доллар байсан.

**Австрали улсын ашигт малтмалын тогтоогдсон нөөц:** Австрали улсын Засгийн Газар олборлосон ашигт малтмалын нөөцийг 1975 оноос хойш бүс нутгийн болон улсын үнэлгээнд ангилах зорилгоор үндэсний ашигт малтмалын тогтоогдсон нөөцийн ангиллын системийг бий болгож ирсэн. Уул уурхайн олборлолтод юу байж болох талаар урт хугацааны төсөөлөл өгдөг. Үндэсний ангиллын

систем нь хоёр ерөнхий шалгуур үзүүлэлтийг ашигладаг. Австрали улсын үндэсний ашигт малтмалын нөөцийг ангилал шалгуур үзүүлэлт нь:

1. Ашигт малтмалын нөөц байгаа эсэхийг тогтоосон геологи-хайгуулын ажлын баталгаа;
2. Ашигт малтмалын нөөцийг урт хугацаанд олборлох эдийн засгийн үндэслэл.

Үндэсний ангиллын систем нь JORC код (эсвэл түүнтэй адилтгах гадаадын код) хэрэглэдэг компаниудын гаргасан ашигт малтмалын нөөцийн тайлан, мэдээллийг ашигладаг байна.

Эдийн засгийн боломжтой нөөц нь үндэсний нийт эдийн засгийн боломжтой нөөцийн ангилалд хэрэглэгддэг ангилал бөгөөд Австралийн эдийн засгийн боломжтой нөөцийг бусад дэлхийн улсуудын ашигт малтмалын нөөцтэй харьцуулах үндэслэл болдог. Нэмж дурдахад, бүх нөөц нэгэнт эдийн засгийн боломжтой нөөц гэж тогтоогдсон боловч зарим нөөц нь байгаль орчин, хууль эрх зүйн болон газар ашиглалтын хязгаарлалтын улмаас ашиглах боломжгүй байдаг байна. Цаг хугацаа өнгөрөхөд Австрали улсын өнөөгийн бүх эдийн засгийн боломжтой нөөц буюу алт, мөнгө, цагаан тугалга, цайр болон бусад олон тооны ашигт малтмалыг олборлох болно. Үнэн хэрэгтээ одоогоор эдийн засгийн боломжтой нөөцийг бүрдүүлж буй зарим ордуудын ашигт малтмалыг хэзээ ч олборлохгүй байх тохиолдол байна. Энэ нь бүс нутгийн болон улсын нийт ашигт малтмалыг нөөцийн дүнг тооцох арга юм. Тиймээс, нэгтгэн авч үзвэл, эцэст нь одоогийн бүх эдийн засгийн боломжтой нөөц (ба түүнээс дээш) олборлогдоно гэсэн үндэслэлтэй юм. Жишээлбэл: Хорин жилийн өмнө Австрали улсын алтны эдийн засгийн боломжтой нөөцийг 5,156 тонн гэж тооцож байсан бол 2001 оноос хойш Австрали улсын уурхайнууд 5721 тонн алт олборложээ [2].

**Эдийн засгийн боломжтой нөөцийн чиг хандлага:** Австрали улсад 2021 онд сурьма, кобальт, алт, төмрийн хүдэр, литий, молибден, цагаан алтны бүлгийн элементүүд, скандий, тантал, ванадийн эдийн засгийн боломжтой нөөцийн хэмжээ мэдэгдэхүйц 5% ба түүнээс дээш хувь өссөн бөгөөд зөвхөн боксит ба алмазын эдийн засгийн боломжтой нөөц нь 2021 онд мэдэгдэхүйц 5% ба түүнээс дээш буурсан байна. Бусад бүх ашигт малтмалын эдийн засгийн боломжтой нөөц нь өмнөх оны тооцооны 5%-д багтсан байна. Эдийн засгийн боломжтой нөөцийн чиг хандлагын өөрчлөлтүүд нь дараах хүчин зүйлсийн нэг юм уу эсвэл хосолсон хүчин зүйлтэй холбоотой байж болно гэж үздэг байна. Үүнд:

1. Шинэ ордыг илрүүлж, хайгуул хийгдэж буй ордуудын хил хязгаарыг өргөтгөн, нарийвчлан тогтоосны үр дүнд бий болох нөөцийн өсөлт;
2. Уурхайн олборлолтын улмаас нөөцийн хомсдол бий болох;
3. Технологийн дэвшил, боловсруулах технологи нь өмнө нь эдийн засгийн хувьд ашиггүй байсан бага

агуулгатай ордуудаас эдийн засгийн хувьд үр ашигтай олборлох боломжтой болох;

#### **Олборлолт хийгдсэн уурхайнууд:**

Австрали улсад 2021 онд 26 үндсэн болон бага хэмжээний ашигт малтмал олборлодог 300 гаруй уурхай ажиллаж, олон төрлийн ашигт малтмалыг олборлож, их хэмжээний уулын цулыг тээвэрлэх ажлыг хийж гүйцэтгэсэн байна. Австрали улс нь уул уурхайн салбарын хэтийн төлөвийг тодорхойлохдоо үйл ажиллагаа явуулж буй уурхайнуудтай холбоотой хүдрийн хэмжээ ба ашигт малтмалын нөөцийг авч үзэх нь зүйтэй гэж үздэг бөгөөд учир нь одоогийн уурхайнуудыг өргөтгөх нь шинээр ашиглалтад оруулахаас илүү хялбар, өртөг, зардал хямд байдаг. 2021 онд үйл ажиллагаа явуулж байсан зарим уурхайнууд нь эдийн засаг, байгаль орчин, менежмент, уул-техникийн нөхцөлөөр хаагдсан эсвэл өргөтгөл, засвар үйлчилгээнд хамрагдсан ч ихэнх нь ойрын ирээдүйд олборлолтыг үргэлжлүүлнэ. Бодит байдал дээр олборлолтын хэмжээ жилээс жилд харилцан адилгүй байдаг учир уул уурхайн компаниуд ордынхоо эдийн засгийн үр ашгийг байнга дахин үнэлдэг бөгөөд ихэвчлэн нөөцөө нэмэгдүүлж, хүдрийн хомсдолыг орлох шинэ нөөцийг илрүүлдэг.

Австрали улсын нийт ашигт малтмалын тогтоогдсон нөөцөд 36 төрлийн ашигт малтмалын хүдэр, ашигт малтмалын нөөц хамрагдсанаас 31-д нь хүдрийн нөөцийн хэмжээг тооцоолсон бол 26 төрлийн ашигт малтмалыг олборлох үйл ажиллагаа 2021 онд явагдсан байна. Зарим ашигт малтмалын хувьд (жишээ нь сурьма, магнезит, боксит) хүдрийн нөөцийн дийлэнх нь үйл ажиллагаа явуулж буй уурхайнуудтай холбоотой байна. Уурхайн бүтээн байгуулалт, ашиглалтын өмнөх шатанд байгаа уурхайнууд болон зарим тохиолдолд олборлолт хийгдээгүй ашигт малтмалын нөөц, хөдөлгөөнд ороогүй байгаа болно. Жишээлбэл, Австрали улсын бал чулуу, скандиум, ванадийн орд газрууд нь 2021 онд олборлолт хийгдээгүй байсан тул хүдрийн нөөц нь хэвийн хэмжээндээ хөдөлгөөнд ороогүй байгаа болно.

**2021 оны ашигт малтмалын олборлолт, экспорт:** Австрали улс нь 2021 онд төмрийн хүдрийн экспортоор дэлхийд тэргүүлэгч байраа хэвээр хадгалж ирсэн бөгөөд 2020 онд төмрийн экспорт 117 тэрбум ам.доллар байсан бол 2021 онд 155 тэрбум ам.доллар болж, нийт ашигт малтмалын экспортын орлогын 52 хувийг бүрдүүлсэн байна.

Австрали улсын 2021 онд олборлосон, экспортлосон ашигт малтмалын хэмжээ, эдийн засгийн боломжтой нөөц, бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэл, экспортын орлого, олборлолт хийгдсэн уурхайн тоо, ашигт малтмалын нөөц, олборлолтоор дэлхийн хэмжээнд эзлэх буй байрыг хүснэгт 2-т харуулав.

## Хүснэгт 2.

Австрали улсын 2021 онд олборлосон, экспортлосон ашигт малтмалын хэмжээ, эдийн засгийн боломжтой нөөц, бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэл, экспортын орлого, олборлолт хийгдсэн уурхайн тоо, ашигт малтмалын нөөц, олборлолтоор дэлхийн хэмжээнд эзлэх буй байр.

№	Ашигт малтмалын төрөл	Нэгж	Эдийн засгийн боломжтой баялаг.	Олборлосон хүдрийн нөөц	Уурхайн тоо		Бүтээгдэхүүн олборлолт (үйлдвэрлэл)	Экспортын орлого, сая \$	Дэлхийн хэмжээнд	
					Нийт	2021 онд Олборлолт хийсэн			Нөөцөөр эзлэж буй байр, хувь хэмжээ	Олборлолтоор эзлэж буй байр, хувь хэмжээ
1	Сурьма	мян.т	136.5 (+9%)	19.5 (-11%)		1	3.4 (-13%)	-	6 (7%)	4 (3%)
2	Боксид	сая т	3,565 (-31%)	1560 (-10%)	10	8	103.3 (0%)	13,718 (+14%)	3 (12%)	1 (27%)
3	Чулуун нүүрс	сая т	75,433 (+2%)	16,243 (-7%)	119	91	554 (+2%)	63,505 (+46%)	4 (10%)	3 (8%)
4	Хүрэн нүүрс	сая т	74,039 (0%)	Болоомжгүй		3	42.3 (+2%)	(0%)	2 (23%)	8 (4%)
5	Кобальт	мян.т	1,582 (+6%)	613 (-9%)	6	5	5.3 (-5%)	380 (+35%)	2 (20%)	3 (3%)
6	Зэс	сая т	100.07 (-4%)	23.70 (+1%)	46	33	0.82 (-6%)	12,089 (+14%)	2 (11%)	8 (4%)
7	Алмааз	Сая карат	1.28 (-88%)	0 (-100%)	-	0	0 (-100%)	232 (-45%)	бага	0 (0%)
8	Фтор	мян.т	343 (0%)	0 (0%)	-	0	0 (0%)	0 (0%)	9	0 (0%)
9	Алт	т	11,980 (+8%)	4,502 (+6%)	236	162	307 (-6%)	23,281 (-9%)	1 (22%)	2 (10%)
10	Бал чулуу	сая т	7.97 (0%)	5.00 (0%)	-	0	0 (0%)	0 (0%)	8 (2%)	0 (0%)
11	Төмрийн хүдэр	сая т	5,646 (+10%)	23,034 (0%)	64	44	922 (0%)	156,666 (+32%)	1 (31%)	1 (36%)
12	Хар тугалга	сая т	35.95 (+1%)	10.08 (-13%)	26	16	0.49 (0%)	1,945 (+14%)	1 (40%)	2 (11%)
13	Цинк	сая т	66.25 (0%)	19.28 (-17%)	26	18	1.32 (0%)	4,056 (+27%)	1 (27%)	3 (10%)
14	Лити,	мян т	6,700 (+9%)	4,563 (+21%)	8	4	55 (+38%)	1,634 (+99%)	2 (29%)	1 (53%)
15	Тангал	мян т	104.4 (+5%)	49.8 (+28%)	-	0	0.1 (0%)	-	-	5 (5%)
16	Ниоби	мян т	216 (0%)	58 (0%)	-	0	-	-	-	-
17	Манган	сая т	286 (0%)	37 (0%)	5	4	0.9 (+12%)	35.9 (-13%)	4 (4%)	5 (3%)
18	Манганы хүдэр	сая т	277 (0%)	120 (-11%)	5	4	4.9 (+2%)	\$>1465	4 (9%)	3 (11%)
19	Ильменит	сая т	273.8 (0%)	70.7 (+15%)	16	11	0.6 (-45%)	-	2 (23%)	8 (4%)
20	Рутил	сая т	33.8 (-4%)	11.4 (+18%)		8	0.2 (0%)	-	1 (63%)	1 (26%)
21	Циркон	сая т	78.6 (-1%)	29.2 (+3.7%)	14	10	0.5 (+25%)	-	1 (72%)	1 (30%)
22	Молибден	мян т	482 (+20%)	155(+18%)		0	(0%)	(0%)	6 (2%)	0 (0%)
23	Никель	сая т	21.7 (+1%)	8.7 (-8%)	25	13	0.15 (-12%)	3,529 (+18%)	1 (23%)	5 (6%)
24	Фосфор	сая т	1,080 (0%)	124 (0%)		2	>0.4	-	8 (2%)	13 (1%)
25	Цагаан алт	т	247.7 (+131%)	50.6	-	0	0.470 (-10%)	42 (-8%)	бага	бага
26	Кали	сая т	44.2 (+4%)	18.4 (-11%)		1	<0.1	(0%)	12 (1%)	бага
27	Газрын ховор элемент исэл	сая т	4.26 (+1%)	3.11 (+4%)		2	0.023 (+15%)	569 (+111%)	6 (3%)	4 (8%)
28	Скандий	мян т	36.65 (+21%)	11.65 (0%)	-	0	(0%)	(0%)	-	(0%)
29	Мөнгө	мян т	94.27 (+2%)	24.06 (-12%)	42	27	1.33 (-1%)	308 (+39%)	2 (18%)	5 (6%)
30	Цагаан тугалга	мян т	585 (+2%)	301 (0%)		1	8.8 (+9%)	329 (+88%)	4 (12%)	8 (3%)
31	Гянт болд	мян т	570 (-1%)	213 (-7%)		2	<1 (0%)	-	2 (15%)	бага
32	Уран	мян т	1,227 (-1%)	253 (+5%)	3	2	3,798 (-38%)	459 (-40%)	1 (32%)	4 (8%)
33	Ванади	мян т	8,110 (+10%)	2,948 (+75%)	-	0	(0%)	(0%)	2 (31%)	(0%)

Тайлбар: Австрали улсын 2021 оны эдийн засгийн боломжтой ашигт малтмал болон хүдрийн нөөц, ашигт малтмалын олборлолт, экспорт, бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэл, орлогын өсөлт, бууралтыг 2020 оны үзүүлэлттэй харьцуулан хувиар илэрхийлсэн болно. Энд өсөлтийг (+), бууралтыг (-) гэж үзүүлсэн болно.

2021 онд Австрали улс мөн л дэлхийн хамгийн том төмрийн хүдрийн үйлдвэрлэгч, дэлхийн нийлүүлэлтийн 38%-ийг хангасан бөгөөд дэлхийн эдийн засгийн нөөцийн 31%-ийг бүрдүүлж, дэлхийн нөөцийн хамгийн том хувийг эзэлдэг болсон байна. Дэлхийн улс орнуудын аж үйлдвэржүүлэлтийн хөгжлийн чиг хандлагыг урьдчилан судлан тогтоосны үндсэн дээр ашигт малтмалын хайгуул, судалгаа хөгжүүлэлтийн ажлаа олон жилийн турш төлөвлөн хэрэгжүүлж ирсэн байна.

Чулуун нүүрс нь Австрали улсын ашигт малтмалын экспортын орлогод чухал хувь нэмэр оруулсан хэвээр байна (ойролцоогоор 22%), 2020 онд 43 тэрбум доллар байсан бол 2021 онд 63 тэрбум доллараас дээш болж өссөн байна. Гангийн үйлдвэрлэлд зайлшгүй шаардлагатай металлургийн нүүрсний орлогын 58%-ийг бүрдүүлж, 37 тэрбум долларт хүрсэн байна. Дэлхий нийтээр нүүрстөрөгчийн ялгаруулалтыг бууруулж, цэвэр эдийн засгийг дэмжихийн тулд салхин турбин, нарны хавтан зэрэг сэргээгдэх эрчим хүчний үйлдвэрийг барьж, шугам сүлжээг холбоход зэсийн хэрэглээ байнга өссөөр байна.

Зэсийн үйлдвэрлэлийн хэмжээ нь 2020 оноос хойш 65%-иар нэмэгдэж, Австрали улсын ашигт малтмалын хайгуулын нийт зардлын 15%-ийг зэсийн хайгуул бүрдүүлж, 550 сая ам.долларт хүрсэн байна. Үр дүнд нь Австрали улсын



үндэсний зэсийн нөөц 2021 онд 100 сая тонноос дээш болж, дэлхийн эдийн засгийн боломжтой нөөцийн 11%-ийг бүрдүүлж, Чилли улсын дараа дэлхийд хоёрдугаарт орсон байна. 2021 онд Австрали улсын өнгөт металлын экспортын орлогын 4 хувийг зэс эзэлж, экспортын орлого нь 12 тэрбум доллараас давсан байна.

Цахилгаан машины үйлдвэрлэл болон зөөврийн төхөөрөмжүүдийг цэнэглэдэг батерейны эрэлт, хэрэгцээ нэмэгдсэн нь Австрали улсад литийн үйлдвэрлэлийг нэмэгдүүлж, 2021 онд дэлхийн литийн нийлүүлэлтийн 50 гаруй хувийг хангасан байна.

2021 оны 11-р сард Баруун Австралид дэлхийн хэмжээний Гонневиллийн никель-зэс-цагаан алтны бүлгийн элементийн нөөцийг илрүүлэн тогтоосон байна. Үүний үр дүнд Австрали улсын цагаан алтны бүлгийн элементийн нөөц 131%-иар нэмэгджээ. Энэхүү нээлт нь Австрали улсад ашигт малтмалын нэмэлт чухал боломжууд өндөр байгааг харуулж байна. Түүнчлэн 2021 онд Австрали улс нь Баруун Австралийн Бейонди хэмээх газарт зайлшгүй шаардлагатай бордооны эрдэс болох калийн сульфатыг үйлдвэрлэж эхэлсэн ба эдийн засгийн хувьд үр ашигтай калийн нөөц бага зэрэг (4%) нэмэгдэж, 44.2 сая тонн болсон байна. Австрали улсын 2013 онд хийгдсэн давст нуурын судалгаа нь Австрали болон дотоодын калийн хайгуулын ажлыг идэвхжүүлэн, импортын хамаарлыг бууруулж, үндэсний хүнсний аюулгүй байдлыг бэхжүүлсэн жишээ байна.

#### **Австрали улсын эдийн засгийн боломжтой нөөцийн дэлхийн түвшинд эзлэж буй байр:**

Австрали улсын алт, төмрийн хүдэр, хар тугалга, никель, рутил, уран, цайр, цирконы эдийн засгийн боломжтой нөөц нь 2021 онд дэлхийд тэргүүлсэн байна. Боксит, чулуун нүүрс, хүрэн нүүрс, кобальт, зэс, ильменит, литий, магнезит, манганы хүдэр, мөнгө, цагаан тугалга, вольфрам, ванади зэрэг нь дэлхийн ашигт малтмалын эдийн засгийн боломжтой нөөцийн эхний тавд орсон ба мөн өөр 14 эрдсийн түүхий эд багтжээ.

Австрали улс нь 2021 онд боксит, төмрийн хүдэр, рутил, циркон, түүнчлэн эрчим хүч хуримтлуулах батерейн технологид чухал ач холбогдолтой литийн олборлолтоор дэлхийн тэргүүлэгч үйлдвэрлэгч болсон ба мөн алтны олборлолтоор хоёр дахь, чулуун нүүрс, кобальт, манганы хүдэр, цайр; сурьма, газрын ховор элемент, ураны олборлолтоор дөрөв дэх, магнезит, никель, мөнгө, танталын олборлолтоор тав дахь том үйлдвэрлэгч болсон байна.

Австрали улс нь дээр дурьдагдсан 36 үндсэн болон бусад ашигт малтмалын асар их нөөц, түүнчлэн орчин үеийн болон шинээр гарч ирж буй технологи, худалдан авагч түншүүдийн хувьд нэн чухал гэж үздэг бусад олон тооны ашигт малтмалын ордын арвин нөөцтэй юм.

Үйлдвэрлэлийн хүчин чадал буюу олборлолтын хэмжээ харилцан адилгүй, ордуудын эдийн засгийн үр ашигтай байдал ирээдүйд өөрчлөгдөж болзошгүй, нөөцийн хомсдолтой давхцаж болзошгүй байгаа тул Австрали улсын ашигт малтмалын эдийн засгийн боломжтой нөөцийн олборлолт, экспорт хэр удаан хугацаанд олборлолт үргэлжлэхийг тодорхой хэлэх боломжгүй.

Австрали улс нь урт хугацаанд ашигт малтмалыг олборлон нийлүүлэх, экспортлох боломжтой нь харагдаж байна. Олборлох боломжтой эдийн засгийн нөөцийн үйлдвэрлэлийн урт хугацааны хэтийн төлөвийг тодорхойлоход ашиглах хамгийн сайн үзүүлэлт болгон хэрэглэхэд зөвхөн боксит ба алтны эдийн засгийн боломжтой нөөцийн ашиглалтын хугацаа 50 жилээс бага байна.

#### **Ашигласан материал**

- [1]. Australia is identified mineral resources 2022.
- [2]. J.Pheeny, H.Colclough and A.F.Britt. Australian Mineral Exploration Review 2022.

## **ЗУРГАА. ГЕОДЕЗИ, ГАЗАР ЗОХИОН БАЙГУУЛАЛТ**

# ОЮУТОЛГОЙ ТӨСЛИЙН ТАЛБАЙН БАЯЖУУЛАХ ҮЙЛДВЭРИЙН ОРЧИМД БАЙРЛАХ БАРИЛГА, БАЙГУУЛАМЖ БАРИХ ҮЕИЙН ГЕОДЕЗИЙН СҮЛЖЭЭНИЙ ЦЭГҮҮД ДЭЭРХ ГЕОДЕЗИЙН ХЯНАЛТЫН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮНГИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ

Пүрэвжавын ЭРДЭНЭЧИМЭГ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Монгол улс, Улаанбаатар ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Геодезийн салбар

*Холбогдох зохиогчийн и-мэйл хаяг: Erdenechimeg.geo@must.edu.com*

**Хураангуй:** Манай орны хувьд том, дунд масштабын газрын зургуудыг 1942 оны солбицлын тогтолцоо болох СК-42, Гаусс-Крюгерийн тусгаг, орон нутгийн солбицол буюу солбицлын бие даасан тогтолцоо, WGS-84 тогтолцоо, UTM тусгаг, WGS-84 тогтолцоо, ITRF97, хөндлөн меркаторын тусгаг зэрэг өөр өөр солбицлын тогтолцоо, тусгагийг хэрэглэж ирсэн.

Газрын зураг болон түүний дотроос байр зүйн зураг нь өөр өөр солбицлын нэгдсэн тогтолцоо, тусгагт зохиогдсон нь тоон зургийг нэгтгэж ашиглахад хоорондоо уялдахгүй, хэмжээ байрлалаараа зөрөх, нэгтгэхэд цаг хугацаа, өртөг шаардсан, бусад хэрэглэгчдэд мэргэжлийн түвшинд ашиглахад хүндрэл гарч байна.

Монгол Улсын Засгийн Газрын 2009 оны 25-р тогтоолын 1-р заалтад Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдэж байгаа геодезийн байрлалын сүлжээний хэмжилт, боловсруулалтын ажилд олон улсын геодезийн “WGS-84” солбицлыг, өндрийн сүлжээнд Балтын тэнгисийн тогтолцоог, том, дунд масштабын байр зүйн зураглалд дэлхийн хөндлөн меркаторын “UTM” тусгагийг хэрэглэж байхаар тогтоосон.

Иймээс дэд бүтцийн салбарт зам, барилга, байгууламжийн төлөвлөлтөд зориулсан байр зүйн буюу дэвсгэр зургийн масштабын итгэлцүүр нь 1 байх солбицлын (солбицлын бие даасан тогтолцоо) тогтолцоонд гүйцэтгэх эсвэл WGS-84 тогтолцоо, UTM тусгагт гүйцэтгэсэн хэмжилт, зураглалын үр дүнг тухайн орон нутгийн тогтолцоонд хөрвүүлж хэрэглэх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна. Уг судалгааны ажилд бие даасан солбицлын тогтолцоонд хэмжигдсэн Оюутолгой төслийн талбайн Баяжуулах үйлдвэрийн орчимд байрлах барилга, байгууламж барих үеийн геодезийн байрлал болон өндрийн сүлжээний цэгүүд дээрх геодезийн сүлжээний цэгүүд дээр геодезийн хяналтын хэмжилт хийж үр дүнгийн харьцуулалт хийхийг зорьсон

*Түлхүүр үг: нарийвчлал, солбицлын бие даасан тогтолцоо, нивелирдлэг, полигонометрийн сүлжээ*

## I. УДИРТГАЛ

Зам, барилга, хот төлөвлөлт зэрэг инженерийн барилга байгууламж, өндөр нарийвчлалын төсөл тооцоолол, төлөвлөлт хийх ажилд ашиглах зургийг зайн гажилтгүй буюу зураглал үйлдэх талбайн хэмжээнд масштабын итгэлцүүрийг 1-тэй тэнцүү байхаар зохиож хэрэглэдэг. WGS-84 тогтолцоо, UTM тусгагт зохиосон зураг нь нарийвчлалын шаардлага хангахгүй, уг зурагт үндэслэсэн төсөл тооцоолол нь газар дээрх бодит хэмжээнээсээ зөрөх, өртгийн тооцоо хийхэд ажлын болон талбайн хэмжээг дутуу төлөвлөх зэрэг хүндрэл гарсаар байна. Улаанбаатар хотоос алслагдан орших Оюутолгойн баяжуулах үйлдвэр нь Монголын түүхэн дэх хамгийн том үйлдвэр юм. Уг үйлдвэрийг бүтээн босгоход Эйфелийн гурван цамхаг барих хэмжээний ган төмөр орж, 15.7 сая хүн/цагийн хөдөлмөр зарцуулсан байна. Баяжуулах үйлдвэр ойролцоогоор 255 метр урт, 144 метр өргөнтэй. Энэхүү томоохон бүтээн байгуулалтын ажлын суурийг тавихын тулд өндөр нарийвчлалын зураг төслийг боловсруулан түүнийгээ газарт шилжүүлэн буулгах, түүний явцын хэмжилт хийх зайлшгүй шаардлагатай болдог. Солбицлын бие даасан тогтолцоог байгуулан ашигласнаар уул уурхайн салбарт байгалийн нөөцийн хэмжээг үнэн зөв тодорхойлох, геологи хайгуулын үед нөөцийн хэмжээг зөв тогтоох, дэд бүтэц түүний дотор зам, барилга байгууламжийн

ажлын хэмжээ, өртгийг зөв тооцоолох, эдийн засгийн эрсдэлд орох, мөн ажлын чанарт нөлөөлөхөөс урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ авахад шаардлагатай газрын зураг зохиоход чухал ач холбогдолтой юм. 2002 онд Австралийн SURTECH INTERNATIONAL LIMITED компанийн захирал Greg Neubecker төслийн талбайд хүрэлцэн шинээр солбицлын бие даасан тогтолцоог байгуулах ажлыг гүйцэтгэсэн байдаг. Энэхүү шинээр нэвтрүүлсэн тогтолцоог цаашид өтгөрүүлэх мөн электрон тахеометр болон GNSS-ийн технологиор шалгах ажлууд хийгдсээр байна..

## II. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Судалгааны талбайн WGS84, UTM тусгаг болон солбицлын бие даасан тогтолцооны параметруудыг дор харуулав.

WGS84 тогтолцоо UTM тусгагийн параметрууд	
Эллипсоид:	WGS84
Их хагас тэнхлэг:	6378137 м
1/f:	298.25722
Зургийн тусгал:	Transverse Mercator
Latitude Origin:	0
Central Meridian:	Zones 105 <sup>0</sup>
Масштабын өөрчлөлт:	0.9996
False Easting:	500000
False Northing:	0
Өндрийн систем:	Ellipsoid elevation

Оюутолгой бие даасан солбицлын тогтолцооны параметрууд  
 Project Survey Datum: Oyu Tolgoi Grid (C  
 Project Latitude: 43° 00' 45" N  
 Project Longitude: 106° 51' 15" E  
 Project Reference Height (ellipsoid): 1120.000 м  
 Project Reference Elevation (EGM96): 1160.731 м  
 Ground Scale Factor: 1.000294434  
 Тусгал: Plane  
 Эллипсоид: WGS84  
 Их хагас тэнхлэг: 6378137 м

Энэхүү Оюутолгойн бие даасан солбицлын тогтолцооны параметруудыг сонгон авсан буюу судалгааны талбайн төв цэгийн солбицол /UTM тусгаг/, эллипсоидын өндөртэй нь эхлэлээ болгон ашиглан тал бүрт жигд тархахаар бодож тооцолсон байдаг. Ингэж эхлэл цэгийг сонгон авснаар хэмжилтийн талбайд байрших алдаа аль болох бага байх үндэслэл болдог. Мөн scale factor-ийг олохдоо доорхи томъёог ашиглан бодно.

$$Scale\ factor = \frac{ground\ distance}{grid\ distance} \quad (1)$$

Үүнд:

Scale factor – масштабын итгэлцүүр

ground distance – бодит гадаргуу дээрх буюу хавтгай дээрх зай

Grid distance – торлолын хавтгай дээр тодорхойлогдсон зай

Энэхүү масштабын итгэлцүүрийг сүүлийн үеийн програм хангамжаар тодорхойлдог болсноороо давуу талтай юм. Судалгааны талбай дээрх 2 зайг GNSS-ийн хэмжилт болон электрон тахеометрийн хэмжилтээр тус тус тодорхойлсон.

Дээрх параметруудыг ашиглан GNSS-ийн статик болон RTK хэмжилтээр цэг тус бүрийн байрлалыг тодорхойлсон [4].

Сүлжээний хэмжилтийн ажлыг хийж гүйцэтгэхдээ Монгол улсад мөрдөгдөж байгаа хиймэл дагуулын технологи ашиглан байрлал, өндрийн сүлжээ байгуулах Хиймэл дагуул (GPS/Глонасс)-ын технологиор Монгол улсын геодезийн сүлжээ байгуулах үндсэн дүрэм БНБД 11-101-08, Монгол улсын барилгын салбарт мөрдөгдөж буй барилгын дүрэм болох “1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000-ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглалын ажил” БД11-106-08, “Монгол улсын өндрийн III ба IV ангийн сүлжээ байгуулах дүрэм” БД11-121-19, полигонометрийн сэлгэцийн хэмжилтийг “Монгол улсын барилгын норм ба дүрэм, барилга байгууламжийн геодезийн ажил” БНБД 11-108-21 дугаар бүхий Монгол улсын барилгын норм ба дүрмийг тус тус баримтлан хийсэн.

### III. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Судалгааны объект: Хэмжилтийн талбай болох Оюутолгой ХХК-ийн төслийн талбай нь Улаанбаатар хотоос урагш 640км, Даланзадгад хотоос

зүүн тийш 210км, Ханбогд сумаас баруун тийш 45км зайд байрладаг тус сумын Жавхлантаг багийн нутагт оршдог.



1-р зураг. Оюутолгой төслийн талбай дахь баяжуулах үйлдвэр

Оюутолгой төслийн Баяжуулах үйлдвэрийн орчимд байрлах барилга, байгууламж барих үеийн геодезийн сүлжээний цэгүүд дээрх хяналтын хэмжилтийг TRIMBLE S7 загварын 1"-ийн нарийвчлал бүхий электрон тахеометр, суурин боловсруулалтын ажлыг TRIMBLE BUSINESS CENTER программаар хийсэн.

Сүлжээний хэмжилт хийсэн цэгүүд



2-р зураг. Туузан дамжуургын дагуу байрлалтай BCP2 цэг



3-р зураг. Туузан дамжуургын дагуу байрлалтай VCP3  
цэг



5-р зураг. Туузан дамжуургын дагуу байрлалтай VCP5  
цэг



6-р зураг. Туузан дамжуургын дагуу байрлалтай VCP6  
цэг



4-р зураг. Туузан дамжуургын дагуу байрлалтай VCP4  
цэг



7-р зураг. Баяжуулах үйлдвэрийн орчимд байрлах  
COSB1

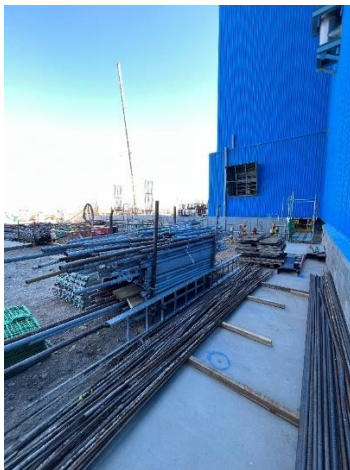


8-р зураг. Баяжуулах үйлдвэрийн орчимд байрлах COSB3



11-р зураг. Үйл ажиллагааны агуулахын зүүн талд байрлах OT-26 цэг

Дээрх цэгүүдэд тулгуурлаж Оюутолгой төслийн талбайн Баяжуулах үйлдвэрийн орчимд байрлах барилга, байгууламж барих үеийн геодезийн сүлжээний цэгүүдэд байрлал болон өндрийн сүлжээний хяналтын хэмжилтийг хийсэн.



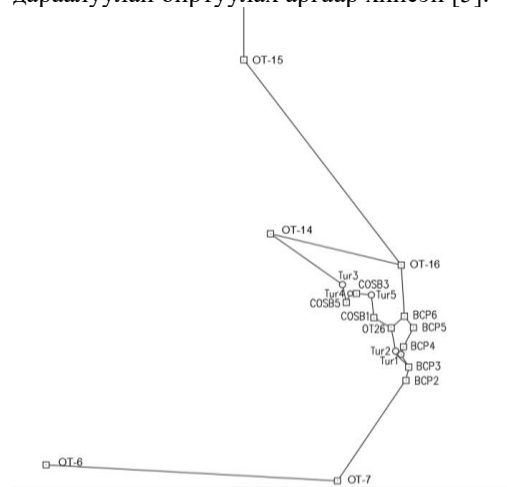
9-р зураг. Баяжуулах үйлдвэрийн орчимд байрлах COSB5

### ПОЛИГОНОМЕТРИЙН СҮЛЖЭЭНИЙ ХЭМЖИЛТ, БОЛОВСРУУЛАЛТ

Байрлалын сүлжээг Оюутолгой төслийн солбицлын бие даасан тогтолцоонд буй OT6, OT7, OT14, OT15, OT16 цэгүүд, мөн туузан дамжуургын дагуу байрлалтай BCP2, BCP3, BCP4, BCP6, BCP7, OT26 цэгүүд, Баяжуулах үйлдвэрийн орчимд байрлах COSB1, COSB3, COSB5, Түр1, Түр2, Түр3, Түр4, Түр5 цэгүүдээр 3 полигон болгон полигонометрийн битүү, задгай нийт 5 сэлгэц байгуулан, TRIMBLE S7 маркийн 1"-ийн багажаар хэмжилт хийж, полигонометрийн сүлжээний тэгшитгэн бодолтыг дараалуулан ойртуулах аргаар хийсэн [5].



10-р зураг. Үйл ажиллагааны агуулахын зүүн хойно байрлах OT-7 цэг



12-р зураг. Полигонометрийн сүлжээний хэмжилт хийсэн цэгүүдийн байршил

Дараалуулан ойртуулах аргаар полигонометрийн сүлжээ тэгшитгэн бодох ажлыг 2 үе шаттайгаар хийж гүйцэтгэлээ [1]. Үүнд:

А. Сэлгэцүүдийн талуудын дирекцион өнцөг тодорхойлох

Б. Сэлгэцийн оройн цэгүүдийн солбицлуудыг тодорхойлох, нарийвчлалын үнэлгээ хийх зэрэг болно.

Олон өнцөгтийн дотоод өнцгүүдийн алдааг шалгаж хүснэгт 1-ээр харуулав.

Олон өнцөгт тус бүрийн дотоод өнцгүүдийн алдаа

1-Р ХҮСНЭГТ

Эргэлийн дугаар	Сэлгэцийн дугаар	Хэмжсэн өнцгийн нийлбэр, (°)	Байвал зохих өнцгийн нийлбэр, (°)	Алдаа, (")		Өнцгийн тоо,	Зөвшөөрөгдөх алдаа, (")
ОТ16-ВСР6- ОТ26-ОТ16	5,1,3	1439.997	1440.0	-0.002	-10.72	10	15.81139
ВСР3-ОТ26- ВСР6-ВСР3	4,3,2	900.001	900.0	0.001	4.00	7	13.22876
ОТ6-ОТ7- ВСР3-ВСР6- ОТ16-ОТ15	1,2	1570.046	1570.04	-0.002	-9.28	8	14.14214

Олон өнцөгтийн өнцгийн алдаа зөвшөөрөгдөх хэмжээнээсээ бага байгаа тул зангилаа чиглэлийн дирекцион өнцгийг тэгшитгэн бодсон үр дүнг [1] хүснэгт 2-г харуулав.

Дараалуулан ойртуулах аргаар зангилаа чиглэлийн дирекцион өнцөг тэгшитгэн бодох

2-Р ХҮСНЭГТ

Зангилаа чиглэлийн дугаар	Сэлгэцийн дугаар	Өгөгдсөн чиглэлийн дугаар	Өгөгдсөн чиглэлийн дирекцион өнцөг	Хэмжсэн өнцгийн нийлбэр	Өнцгийн тоо, n	Жингүүд		Ойртуулалтууд					
						$p_i=c/n_i$	$p_i=pi/\sum(p)$	I		II		III	
						$c=(2+9)/2$		$\alpha$	$\epsilon p_i$	$\alpha$	$\epsilon p_i$	$\alpha$	$\epsilon p_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	1	ОТ15- ОТ16	143.162	306.8096445	2	2.75	0.4375	89.972	0	89.969	0	89.969	0
ВСР6- ВСР6'	2	ОТ6- ОТ7	93.212	1256.762778	7	0.785714	0.125	89.974	0.002	89.976	0.000	89.976	0.000
	3	ОТ26'- ОТ26		360.5869444	2	2.75	0.4375			89.972	0.001	89.971	0.000
						6.285714	1	89.973	0.000	89.971	0.002	89.971	0.001
	3	ВСР6'- ВСР6		360.5869444	2	2.75	0.616438	270.560	0.002	270.558	0.004	270.558	0.004
ОТ26- ОТ26'	4	ОТ6- ОТ7	93.212	717.3486111	5	1.1	0.246575	270.560	0.001	270.562	0.002	270.562	0.002
	5	ОТ15- ОТ16	143.162	1747.393611	9	0.611111	0.136986	270.556	0	270.551	0	270.551	0
						4.461111	1	270.559	0.003	270.558	0.007	270.558	0.006

2-Р ХҮСНЭГТ /Үргэлжлэл/

Ойргуулалтууд							
IV		V		VI		VII	
α	εpi	α	εpi	α	εpi	α	εpi
15	16	17	18	19	20	21	22
89.969	0	89.969	0	89.969	0	89.969	0
89.976	0.000	89.976	0.000868037	89.976	0.000868037	89.976	0.000868
89.971	0.000	89.971	0.000783384	89.971	0.000774993	89.971	0.000773
89.971	0.001	89.971	0.001651421	89.971	0.00164303	89.971	0.001641
270.558	0.004	270.558	0.004100206	270.558	0.004095034	270.558	0.004094
270.562	0.002	270.562	0.002671231	270.562	0.002671231	270.562	0.002671
270.551	0	270.551	0	270.551	0	270.551	0
270.558	0.006	270.558	0.006771437	270.558	0.006766264	270.558	0.006765

2-Р ХҮСНЭГТ /Үргэлжлэл/

Ойргуулалтууд					
IX		X		XI	
α	εpi	α	εpi	α	εpi
25	26	27	28	29	30
89.969	0	89.96972222	0	89.96972222	0
89.976	0.000868037	89.97666652	0.000868037	89.97666652	0.000868037
89.971	0.000771955	89.97148659	0.000771911	89.97148656	0.000771899
89.971	0.001639992	89.97136217	0.001639948	89.97136216	0.001639936
270.558	0.004093161	270.5583066	0.004093134	270.5583066	0.004093126
270.562	0.002671231	270.5624999	0.002671231	270.5624999	0.002671231
270.551	0	270.5516666	0	270.5516666	0
270.558	0.006764392	270.558431	0.006764364	270.558431	0.006764357

Полигонометрийн сэлгэцийн тэгшитгэн бодолтын хүснэгт

Сэлгэц 1

3-Р ХҮСНЭГТ

Цэгийн дугаар	Хэмжсэн өнцөг, β, град	Засвар, Vβ, град	Дирекциог өнцөг, α, град	Хэвтээ зай, d, м	Солбицлын өсөлтүүд, м				Солбицлууд, м	
					delx	Засвар, Vx	dely	Засвар, Vy	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
OT15			143.162							
OT16	213.367	-0.0005	176.530	547.387	-546.384	-0.004	33.128	0.017	4768280.208	649866.838
BCP6	93.441	-0.0005	89.971						4767733.8196	649899.9849
BCP6'			89.971							

Полигонометрийн сэлгэцийн тэгшитгэн бодолтын хүснэгт

Сэлгэц 2

4-Р ХҮСНЭГТ

Цэгийн дугаар	Хэмжсэн өнцөг, β, град	Засвар, Vβ, град	Дирекциог өнцөг, α, град	Хэвтээ зай, d, м	Солбицлын өсөлтүүд, м				Солбицлууд, м	
					delx	Засвар, Vx	dely	Засвар, Vy	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
OT6			93.212							
OT7	120.477	-0.00052	33.689	1280.216	1065.210	0.0000	710.124	0.002	4765990.465	649205.876
BCP2	157.637	-0.00052	11.326	144.9885	142.164	0.0000	28.475	0.002	4767055.676	649916.002



BCP3	137.850	-0.00052							4767197.841	649944.480
			329.176	157.824	135.531	0.0000	-80.867	0.002		
TVR1	228.537	-0.00052							4767333.372	649863.614
			17.713	82.59	78.674	0.0000	25.128	0.002		
BCP4	189.783	-0.00052							4767412.046	649888.745
			27.496	221.567	196.538	0.0000	102.297	0.002		
BCP5	116.481	-0.00052							4767608.585	649991.044
			323.978	154.842	125.235	0.0000	-91.061	0.002		
BCP6	305.993	-0.00052							4767733.8196	649899.984
			89.971			-0.0002		0.012	4767733.8196	649899.984
BCP'			89.971							

Полигонометрийн сэлгэцийн тэгшитгэн бодолтын хүснэгт

Сэлгэц 3 5-Р ХҮСНЭГТ

Цэгийн дугаар	Хэмжээн өнцөг, β, град	Засвар, Vβ, град	Дирекц иог өнцөг, α, град	Хэвтээ зай, d, м	Солбицлын өсөлтүүд, м				Солбицлууд, м	
					delx	Засвар, Vx	dely	Засвар, Vy	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BCP6'										
			269.971							
BCP6	138.169	6.21984E-05							4767733.819	649899.984
			228.141	183.73	-122.602	-0.0002	-136.840	0.000		
OT26	222.417	6.21984E-05							4767611.216	649763.145
			270.558						4767611.216	649763.145
OT26'			270.558							

Полигонометрийн сэлгэцийн тэгшитгэн бодолтын хүснэгт

Сэлгэц 4 6-Р ХҮСНЭГТ

Цэгийн дугаар	Хэмжээн өнцөг, β, град	Засвар, Vβ, град	Дирекц иог өнцөг, α, град	Хэвтээ зай, d, м	Солбицлын өсөлтүүд, м				Солбицлууд, м	
					delx	Засвар, Vx	dely	Засвар, Vy	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
OT6										
			93.2122222							
OT7	120.477	-0.0005							4765990.465	649205.876
			33.6895195	1280.216	1065.210	-0.0017	710.125	0.0026		
BCP2	157.637	-0.0005							4767055.674	649916.004
			11.3265391	144.9885	142.164	-0.0017	28.475	0.0026		
BCP3	125.832	-0.0005							4767197.837	649944.483
			317.158836	249.08	182.635	-0.0017	-169.366	0.0026		
TVR2	219.870	-0.0005							4767380.471	649775.119
			357.028911	231.058	230.747	-0.0017	-11.976	0.0026		
OT26	93.529	-0.0005							4767611.2164	649763.1451
			270.558431			-0.0070		0.0104	4767611.2164	649763.1451
OT26'			270.558431							

Полигонометрийн сэлгэцийн тэгшитгэн бодолтын хүснэгт

Сэлгэц 5

7-Р ХҮСНЭГТ

Цэгийн дугаар	Хэмжээн өнцөг, β, град	Засвар, Vβ, град	Дирекциог өнцөг, α, град	Хэвтээ зай, d, м	Солбицлын өсөлтүүд, м				Солбицлууд, м	
					delx	Засвар, Vx	dely	Засвар, Vy	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
OT15			143.162778							
OT16	320.581	0.00023							4768280.208	649866.838
			283.744394	1394.922	331.420	-0.0024	-1354.978	0.0034		
OT14	23.472	0.00023							4768611.626	648511.863
			127.21712	912.924	-552.170	-0.0024	727.006	0.0034		
TVR3	214.856	0.00023							4768059.454	649238.872
			162.073458	190.245	-181.008	-0.0024	58.556	0.0034		
COSB5	38.955	0.00023							4767878.442	649297.433
			21.029241	104.43	97.474	-0.0024	37.474	0.0034		
TVR4	248.334	0.00023							4767975.915	649334.91
			89.3639123	65.919	0.731	-0.0024	65.914	0.0034		
COSB3	191.945	0.00023							4767976.644	649400.828
			101.309972	116.575	-22.862	-0.0024	114.311	0.0034		
TVR5	242.321	0.00023							4767953.779	649515.143
			163.632144	239.96	-230.234	-0.0024	67.621	0.0034		
COSB1	138.279	0.00023							4767723.542	649582.768
			121.911537	212.488	-112.323	-0.0024	180.373	0.0034		
OT26	328.646	0.00023							4767611.2164	649763.1451
			270.558431			-0.0191		0.0273	4767611.2164	649763.1451
OT26'			270.558431							

Дараалуулан ойртуулах аргаар зангилаа цэгүүдийн солбицлыг тэгшитгэн бодох

8-Р ХҮСНЭГТ

Зангилаа цэгийн дугаар	Сэлгэцийн лугаар	Өгөгдсөн цэгийн дугаар	Өгөгдсөн цэгийн солбицол	Бодсон өсөлтүүдийн нийлбэр	Сэлгэцийн урт	Сэлгэцийн урт, км	Жин		Ойртуулалтууд				
							$p_i = c/L_i$	$p_i = p_i / \sum P$					
							$c = (1+8)/2$						
							4.5						
Абсцисс тэнхлэг "X"													
	1	OT16	4768280.208	-546.384	547.3875	0.5473	8.221	0.235	4767733.823	0.004	4767733.824	0.005	
BCP6	2	OT7	4765990.465	1743.354	2042.027	2.042	2.204	0.063	4767733.819	0.000	4767733.802	0.000	
	3	OT26		122.602	183.73	0.183	24.492	0.701			4767733.821	0.013	
							34.917	1.000	4767733.820	0.004	4767733.821	0.019	
	3	BCP6		-122.602	183.73	0.183	24.492	0.867	4767611.217	0.000	4767611.218	0.000	
OT26	4	OT7	4765990.465	1620.758	1905.342	1.905	2.362	0.084	4767611.223	0.000	4767611.208	-0.0008	
	5	OT16	4768280.208	-668.972	3237.463	3.237	1.390	0.049	4767611.235	0.000	4767611.234	0.0008	
							28.244	1.000	4767611.218	0.001	4767611.218	0.0000	
Ординат тэнхлэг "Y"													
	1	OT16	649866.838	33.128	547.3875	0.547	8.221	0.235	649899.967	0.000	649899.979	0	
BCP6	2	OT7	649205.876	694.096	2042.027	2.042	2.204	0.063	649899.972	0.005	649900.007	0.001	
	3	OT26		136.840	183.73	0.183	24.492	0.701			649899.967	-0.008	
							34.917	1.000	649899.967	0.005	649899.973	-0.006	
	3	BCP6		-136.840	183.73	0.183	24.492	0.867	649763.127	0.008	649763.132	0.015	
OT26	4	OT7	649205.876	557.258	1905.342	1.905	2.362	0.084	649763.134	0.001	649763.165	0.004	

5	OT16	649866.838	-103.720	3237.463	3.237	1.390	0.049	649763.117	0.000	649763.115	0.000
						28.244	1.000	649763.127	0.009	649763.134	0.019

8-Р ХҮСНЭГТ /үргэлжлэл/

Ойртуулалтууд								
Абсцисс тэнхлэг "X"								
0.0053	4767733.824	0.0053	4767733.824	0.0053	4767733.824	0.0053	4767733.8247	0.005
0.0000	4767733.802	0.0000	4767733.802	0.0000	4767733.802	0.0000	4767733.8021	0.000
0.0133	4767733.820	0.0128	4767733.819	0.0125	4767733.819	0.0123	4767733.8195	0.012
0.0187	4767733.820	0.0181	4767733.819	0.0178	4767733.819	0.0176	4767733.8196	0.017
0.0081	4767611.217	0.0076	4767611.216	0.0074	4767611.216	0.0072	4767611.2166	0.007
0.0000	4767611.208	0.0000	4767611.208	0.0000	4767611.208	0.0000	4767611.2084	0.000
0.0008	4767611.234	0.0009	4767611.234	0.0009	4767611.234	0.0009	4767611.2346	0.000
0.0090	4767611.216	0.0085	4767611.216	0.0082	4767611.216	0.0081	4767611.2164	0.008
Ординат тэнхлэг "Y"								
0	649899.979	0	649899.979	0	649899.979	0	649899.9798	0
0.0017	649900.007	0.0017	649900.007	0.0017	649900.007	0.0017	649900.0075	0.001
-0.0035	649899.979	-0.0004	649899.982	0.0015	649899.983	0.0027	649899.9846	0.003
-0.0017	649899.981	0.0014	649899.983	0.0033	649899.984	0.0044	649899.9849	0.005
0.0197	649763.141	0.0224	649763.143	0.0241	649763.144	0.0250	649763.1448	0.025
0.0042	649763.165	0.0042	649763.165	0.0042	649763.165	0.0042	649763.1654	0.004
0.0000	649763.115	0.0000	649763.115	0.0000	649763.115	0.0000	649763.1152	0.000
0.0240	649763.141	0.0266	649763.143	0.0283	649763.144	0.0293	649763.1451	0.029

Полигонометрийн сүлжээний тэгшитгэн бодолтоор тодорхойлогдсон солбицуудын жагсаалт

9-Р ХҮСНЭГТ

Дугаар	Полигонометрийн сүлжээний тэгшитгэн бодолт, м		
	Хойд	Зүүн	Өндөр
OT16	4768280.208	649866.838	-
OT14	4768611.626	648511.8626	-
TVR3	4768059.454	649238.8723	-
COSB5	4767878.442	649297.4326	1193.793
TVR4	4767975.915	649334.9101	-
COSB3	4767976.644	649400.8285	1193.332
TVR5	4767953.779	649515.1431	-
COSB1	4767723.542	649582.768	1193.254
OT26	4767611.216	649763.1451	1195.046
OT7	4765990.465	649205.876	-
BСP2	4767055.674	649916.0042	1180.13

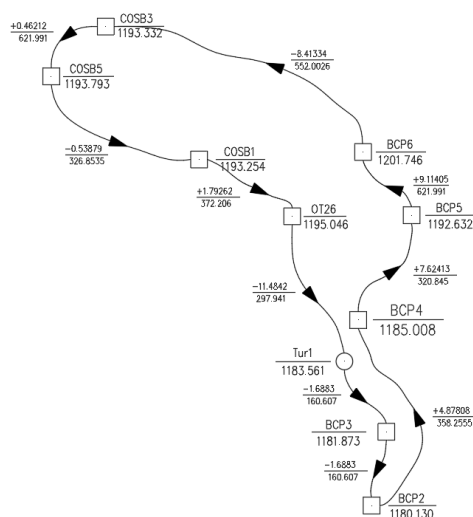
BCP3	4767197.837	649944.4826	1181.873
TVR2	4767380.471	649775.1187	-
BCP6	4767733.82	649899.9849	1201.746
TVR1	4767333.372	649863.6147	1183.561
BCP4	4767412.046	649888.7455	1185.008
BCP5	4767608.585	649991.0445	1192.632

#### IV АНГИЙН НИВЕЛИРДЛЭГИЙН ХЭМЖИЛТ, БОЛОВСРУУЛАЛТ

Улсын геодезийн сүлжээг өтгөрүүлэх, том масштабын байр зүйн зураглалын өндрийн сүлжээ байгуулах төрөл бүрийн инженерийн барилга байгууламжид өндөр дамжуулах зорилгоор III ба IV ангийн нивелирдлэгийн ажлыг хийдэг [3].

10-50 кв.км талбайтай нутаг дэвсгэрт III ангийн, 10кв.км-ээс бага талбайтай газарт IV ангийн сүлжээг тус тус байгуулдаг. Өгөгдсөн талбайд байрлаж буй цэгүүдийн өндрийг шалгахар IV ангийн нивелирдлэгийн хэмжилт хийсэн.

IV ангийн нивелирдлэгийн сэлгэцийн урт нь дээд ангиар тодорхойлогдсон реперүүдийн хооронд барилгажсан талбайд 2 км-ээс, барилгажаагүй талбайд 4км-ээс, зангилаа реперүүдийн хооронд барилгажсан талбайд 1км-ээс, барилгажаагүй талбайд 2км-ээс тус тус ихгүй байх ёстой ба хэмжилтийн талбайд өгөгдсөн цэгүүдээр үүссэн нивелирийн битүү сэлгэцийг шууд ба урвуу чиглэлд нивелирдсэн. Нивелирийн битүү сэлгэцийн схемийг зурагт үзүүлэв.



13-р зураг. Нивелирийн битүү сэлгэцийн схем

Нивелирдлэгийн IV ангийн битүү сэлгэц тэгшитгэн бодох ажлыг дор дурьдсан дарааллаар хийсэн.

1. Хэмжилтийн өгөгдлөөр бодолтын хүснэгт бэлдэх
2. Битүү сэлгэц тэгшитгэн бодох
3. Нарийвчлалын үнэлгээ хийх

Нивелирийн битүү сэлгэцийг тэгшитгэн бодох хүснэгт

10-Р ХҮСНЭГТ

Д.д	Цэг ийн дуга ар	Зай, м	Өндөр- жилт, м	Засвар, м	Засвар- ласан өндөр- жилт, м	Цэгийн өндөр, м
1	2	3	4	5	6	7
1	BCP 2					1180.13 0
		358.255	4.878	-0.0004	4.877	
2	BCP 4					1185.00 8
		172.265	7.624	-0.0002	7.623	
3	BCP 5					1192.63 2
		92.894	9.114	-0.0001	9.113	
4	BCP 6					1201.74 6
		552.003	-8.413	-0.0006	-8.413	
5	COS B3					1193.33 2
		621.991	0.462	-0.0007	0.461	
6	COS B5					1193.79 3
		326.854	-0.538	-0.0003	-0.539	
7	COS B1					1193.25 4
		372.206	1.792	-0.0004	1.792	
8	OT2 6					1195.04 6
		297.941	11.48 4	-0.0003	-11.484	
9	tur1					1183.56 1
		160.607	-1.688	-0.0001	-1.688	
10	BCP 3					1181.87 3
		368.397	-1.742	-0.0004	-1.742	
11	BCP 2					1180.13 0

Нивелирийн сүлжээний зөвшөөрөгдөх хэмжээг [3]:

$$\text{зөвш} f_h = \pm 10 \text{мм} \sqrt{L_{\text{км}}}; \quad (2)$$

$$\text{зөвш} f_h = 13.784 \text{мм},$$

зөвш  $f_h \geq f_h$ , байх ба  $13.784 \text{мм} \geq 3.89 \text{мм}$  тул сэлгэцийн уртад харьцангуйгаар засварыг:

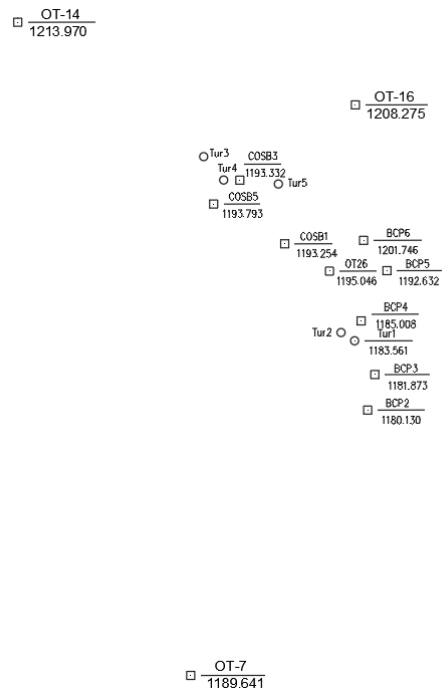
$$v = \frac{-f_h}{[L]} * L_i \quad (3)$$

томъёогоор тодорхойлон, бодсон засваруудыг  $[v] = -f_h$  тэнцэтгэлээр шалгахад  $\sum h_{\text{зас}} = 0$  гарсан.

GPS/GNSS-ИЙН ХЭМЖИЛТ, БОЛОВСРУУЛАЛТ

Өгөгдсөн талбайд GPS/GNSS-ийн хэмжилтийг зурагт харуулсан цэгүүд дээр хэмжилтийн статик горимд хэмжсэн. Уг хэмжилтийн ажлыг полигонометрийн сүлжээний хэмжилт, IV ангийн нивелирдлэгийн хэмжилтийн үр дүнг хянах

зорилготойгоор хийсэн ба үр дүнг хүснэгт 12-т харууллаа.



14-р зураг. GPS/GNSS-ийн сүлжээний хэмжилт хийсэн цэгүүдийн байршил

GPS/GNSS-ийн хэмжилт хийх системийн тохиргоо

11-Р ХҮСНЭГТ

Project File Data		Coordinate System	
Name:	C:\Users\Erdenechimeg\Desktop\Oyu Tolgoi-WorleyAudit\GPS\2023-08-24_GPS-Bodolt.vce	Name:	Worldwide/UTM
Size:	128 KB	Zone:	48 North
Modified:	9/1/2023 9:09:30 PM (UTC:8)	Datum:	WGS 1984
Time zone:	Ulaanbaatar Standard Time	Global reference datum:	WGS 1984
Reference number:		Global reference epoch:	
Description:		Geoid:	EGM96 (Global)
Comment 1:		Vertical datum:	
Comment 2:		Calibrated site:	Default
Comment 3:			
Local Site Settings			
Project latitude:	N43°00'45.00000"	Ground scale factor:	1.0002944343
Project longitude:	E106°51'15.00000"	False easting offset:	0.000 m
Project height:	1120.000 m	False northing offset:	0.000 m

**ҮР ДҮНГИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ**

12-Р ХҮСНЭГТ

Дугаар	Полигонометрийн сүлжээний тэгшитгэн бодолт, м			Өгөгдсөн цэгийн солбицлууд, м			Зөрүү, м		GNSS-ийн сүлжээний тэгшитгэн бодолт, м			Зөрүү, м	
	N	E	Z	N	E	Z	delX	delY	N	E	Z	delX	delY
COSB5	4767878.442	649297.432	1193.793	4767878.462	649297.397	1193.787	-0.020	0.036	4767878.564	649297.411	1193.943	-0.122	0.022
COSB3	4769796.644	649400.828	1193.332	4769796.663	649400.794	1193.324	-0.019	0.034	4769796.659	649400.827	1193.351	-0.015	0.001
COSB1	4767723.542	649582.768	1193.254	4767723.559	649582.723	1193.247	-0.017	0.045	4767723.554	649582.746	1193.273	-0.012	0.022
OT26	4767611.216	649763.145	1195.046	4767611.237	649763.096	1195.043	-0.021	0.049	4767611.226	649763.114	1195.069	-0.010	0.031
BSP2	4767055.674	649916.004	1180.130	4767055.682	649915.971	1180.130	-0.008	0.033	4767055.678	649915.983	1180.163	-0.004	0.021
BSP3	4767197.837	649944.482	1181.873	4767197.851	649944.445	1181.872	-0.014	0.038	4767197.846	649944.455	1181.903	-0.009	0.028
BSP6	4767733.820	649899.984	1201.746	4767733.840	649899.940	1201.736	-0.020	0.045	4767733.826	649899.953	1201.763	-0.006	0.032
BSP4	4767412.046	649888.745	1185.008	4767412.060	649888.700	1185.006	-0.014	0.046	4767412.052	649888.714	1185.037	-0.006	0.032
BSP5	4767608.585	649991.044	1192.632	4767608.602	649991.002	1192.628	-0.017	0.043	4767608.589	649991.013	1192.663	-0.004	0.032

Полигонометрийн сүлжээ, өгөгдсөн цэг, GNSS-ийн сүлжээний хэмжилтүүдийн үр дүнгийн харьцуулалтыг хүснэгт 12-т харууллаа.

## 6. ДҮГНЭЛТ

1. Полигонометрийн сүлжээний хэмжилтээр хэмжилтийн талбайд 2 сүлжээний цэгт тулгуурлан тэдгээрийн хооронд чиглэлийн өнцөг дамжуулж, битүү болон задгай хэлбэрээр (2 зангилаа цэгтэй, 3 полигон бүхий 5 сэлгэц) полигонометрийн сүлжээг байгуулан хэмжиж, тэгшитгэн бодож үр дүнг гаргасан.  
1-р олон өнцөгтөд:  $f_h = -10.72''$ , зөвш $f_h = 15.81''$   
2-р олон өнцөгтөд:  $f_h = 4''$ , зөвш $f_h = 13.23''$   
3-р олон өнцөгтөд:  $f_h = -9.28''$ , зөвш $f_h = 14.14''$   
гарч зөвшөөрөгдсөн тул бодолтын ажлыг үргэлжлүүлэн 5 сэлгэцийг тэгшитгэн бодож, полигонометрийн 4-р ангийн сэлгэцэд тавигдах шаардлагын дагуу сэлгэц тус бүрийн харьцангуй алдаа  $\frac{1}{M} \leq \frac{1}{25000}$  нөхцлийг хангаж байсан.
2. Нивелирдлэгийн IV ангийн хэмжилтийг шууд, урвуу чиглэлд хэмжиж хэмжилтийн үр дүнг боловсруулахад  $f_h = 3.89\text{мм}$ , зөвш $f_h = 13.78\text{мм}$  гарч зөвшөөрөгдөх хэмжээндээ байсан.
3. Полигонометрийн сүлжээ, нивелирдлэгийн сүлжээний хэмжилт, GPS/GNSS-ийн сүлжээний хэмжилтүүдийн тэгшитгэн бодолтын үр дүнг ашиглан цэгүүдийн солбицлын жагсаалт үйлдэж, тэдгээрийн харьцуулалт хийснээр хойд болон зүүн чиглэлд хамгийн их, бага зөрүү  $-0.004\text{м}$ -ээс  $0.049\text{м}$ -ийн хооронд байгааг нотоллоо.

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

- [1] А.Дамдинсүрэн, Ж.Алтанцэцэг, Геодезийн хэмжилт боловсруулалтын ажлууд, дэд дэвтэр, Улаанбаатар хот, 2013 он
- [2] “Барилга байгууламжийн геодезийн ажил” БНБД 11-108-21, Улаанбаатар хот, 2021 он
- [3] “Монгол улсын өндрийн III ба IV ангийн сүлжээ байгуулах дүрэм” БД11-121-19, Улаанбаатар хот, 2019 он
- [4] Хиймэл дагуул (GPS/ГЛОНАСС)-ын технологиор Монгол улсын геодезийн сүлжээ байгуулах үндсэн дүрэм БНБД 14-101-08
- [5] “1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000-ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглалын ажил” БД11-106-08, Улаанбаатар хот, 2008 он

# ТӨМС, ХҮНСНИЙ НОГОО, ЖИМС ЖИМСГЭНЭ ТАРИАЛАХ ТАЛБАЙН ГАЗАР АШИГЛАЛТЫН БҮТЦИЙН ТӨЛӨВЛӨЛТ

Б.Гантулга

ШУТИС, ГУУС, Геодезийн салбар  
[blgnrnm@must.edu.mn](mailto:blgnrnm@must.edu.mn)

*Хураангуй* - Налайх дүүрэг хүн амын хүнсний ногооны хэрэгцээг орон нутгаас хангах хүрээнд тариалан эрхлэх зорилготой иргэн, аж ахуйн нэгжийг дэмжих хөтөлбөрийн хүрээнд дүүргийн Газар зохион байгуулалтын тухайн жилийн төлөвлөгөө (ГЗБТЖТ)-нд Хөв толгой орчимд газар тариалангийн зориулалтаар шинээр эзэмшүүлэх талбайг сонгож, газар ашиглалтын төлөвлөлтийг эхлүүлсэн.

Уг ажлаар төмс хүнсний ногоо, жимс жимсгэнэ тариалах чиглэлээр Хөв толгойн орчмын 440 га талбайд төлөвлөлтийн зураг төслийг боловсруулав.

Төлөвлөлтөөр 788 нэгж талбар, 22 хэсэг талбар, 11 массив, 4 дэд бүс бүхий бүтэцтэй талбайн зохион байгуулалтын зураг төсөл гаргасан.

Талбайн байгаль, газарзүй, экологийн хүчин зүйлсийн үнэлгээнд тулгуурлан таримлын төрлөөр ялгаатай бүсүүд, түүнд зохицсон усжуулалтын систем, зам дэд бүтцийн сүлжээг төлөвлөв.

*Түлхүүр үг: газар ашиглалтын бүс, талбайн бүтэц, массив, хэсэг, бүтэц*

## Оршил

“Налайх дүүрэгт шинээр эзэмшүүлэх тариалангийн талбайн газар ашиглалтын төлөвлөлт” боловсруулах ажлыг 2019 онд дүүргийн ЗДТГ-ын захиалгаар гүйцэтгэв. Налайх дүүргийн 3-р хорооны нутаг дэвсгэрт байрлах тариалангийн хэрэгцээнд зориулан шинээр эзэмшүүлэх 440 га талбайд газар ашиглалтын төлөвлөлт хийсэн.

“Налайх дүүргийн газар тариалан хөгжүүлэх бодлого чиглэлтэй уялдуулж төлөвлөлтийн талбайн байгаль-газарзүй, экологийн нөхцөл дээр тулгуурлан орон зайн хувьд оновчтой, үр ашигтай газар ашиглалтын бүтэц бүхий зураг төсөл боловсруулах”-д энэ төлөвлөлтийн ажил чиглэсэн.

Төлөвлөлтийн зураг, төсөлд эзэмшүүлэх талбайн хуваарилалтыг газар ашиглалтын бүс массив, хэсэг, нэгж талбараар тусган байршуулав.

Газар тариалангийн чиглэлээр эзэмшүүлэх талбайн хэмжээг иргэнд өрхийн хэрэгцээний ногоо тариалахаар 0.1 га, аж ахуй нэгж байгууллагад 0.5 га байхаар тооцож нэгж талбаруудыг үүсгэсэн.

Хөв толгой орчимд ус зүйн нөхцөл усалгаатай газар тариалан эрхлэх чиглэлийг тодорхойлж байгаа тул усжуулалтын эх үүсвэрийг газар ашиглалтын бүсүүдэд ялгаатай төлөвлөв.

Орчны экологийн нөхцөлийг сайжруулах үндэслэл, авах арга хэмжээг тусгасан.

## Судалгааны арга зүй

Монгол улсын бүсчилсэн хөгжлийн үзэл баримтлал, ХАА-н салбарын Ногоон хөгжлийн хөтөлбөр, бүх түвшний Газар Зохион Байгуулалтын Ерөнхий Төлөвлөгөө (ГЗБЕТ) болон бусад бодлогын бичиг баримтуудын хүрээнд уг газар ашиглалтын төлөвлөлтийн судалгаа, төлөвлөлт хийсэн. Газар Зохион Байгуулалтын Төлөвлөгөө (ГЗБТ) боловсруулах аргачилсан зааврын дагуу хийж гүйцэтгэсэн.

Шинээр эзэмшүүлэх 438.6 га газрын төлөвлөлтийг хийхдээ газар ашиглалтын 2 бүсийн хэмжээнд зохион байгуулалтыг гурван түвшин бүхий кадастрын нэгж талбарын систем үүсгэсэн.

Төлөвлөлтийг ажлын даалгаврын хүрээнд i) бэлтгэл судалгаа, ii) хээрийн судалгаа, iii) материал боловсруулалт, iv) төлөвлөлтийн хувилбар гаргах v) хэлэлцүүлэх, vi) батлуулах гэсэн бүх үе шатыг хамруулан гүйцэтгэсэн.

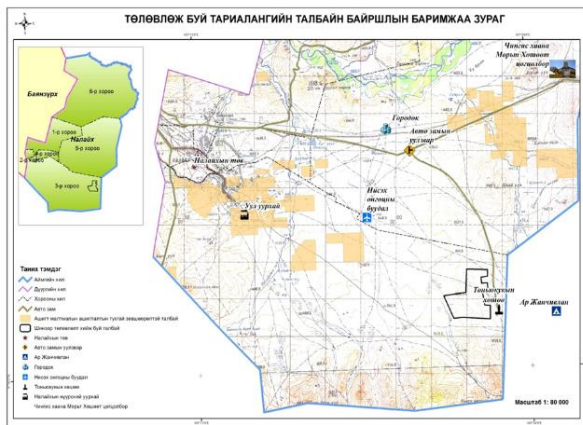
Бэлтгэл судалгааны хүрээнд суурь судалгааг төлөвлөлтийн аргачлалын дагуу гүйцэтгэсэн. Судалгааны ажлыг Налайх дүүргийн болон талбайн орчны нутаг дэвсгэрт гэсэн 2 түвшнээр хийсэн.

Хээрийн судалгаагаар байр зүйн зураглал, хөрс, геоботаникийн судалгаа, нийгэм эдийн засгийн судалгаа, газрын бүртгэлийн судалгааг гүйцэтгэсэн. Хэмжилт зураглалын ажилд 2 долгионы GPS (HUACE CHC X91) ашигласан. Тоон зураг, орон зайн дүн шинжилгээг SDR Mapping & design болон Autocad 2007, ArcGIS 10 программ хангамжуудаар гүйцэтгэв. Хөв толгойн орчимд 3 км радиус бүхий талбайд 1:300-ны масштабтай байр зүйн зураглал үйлдэж, төлөвлөлтийн суурь зургийг бэлтгэсэн. Газрын тохиромжтой байдлын үнэлгээ, Хэрэгцээт байдлын үнэлгээг орон зайн дүн шинжилгээ хийх замаар одоогийн болон ирээдүйн газар ашиглалтын бүтцийг тодорхойлсон.



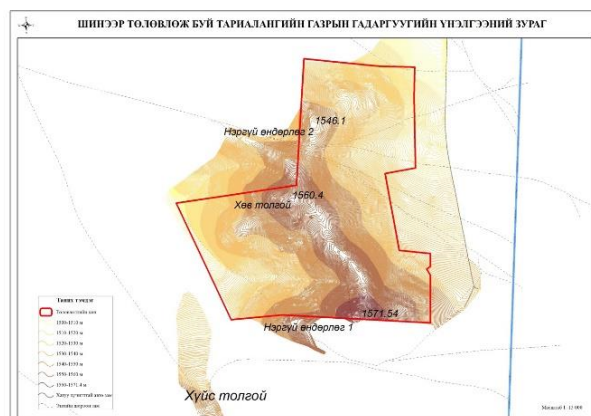
## Шинээр эзэмшүүлэх 200 га талбайн байршил, орчны газар ашиглалт

Төлөвлөлтийн талбай нь Налайх дүүргийн төвөөс зүүн зүгт Тоньюкукын хөшөөний баруун талд 150 м зайд байрлана. /Зураг 1/



Зураг 1. Талбайн байршил

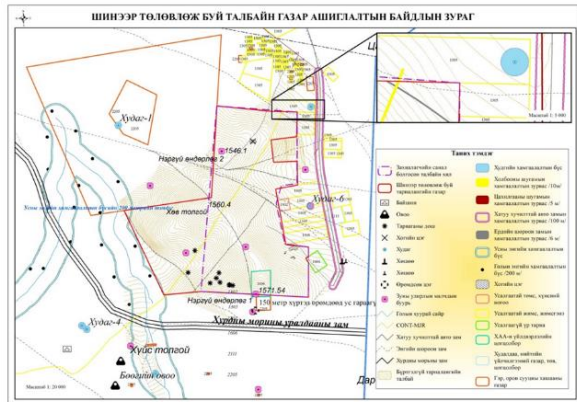
хамраар “зүүн хойд” болон “баруун урд” гэсэн 2 хэсэгт хуваагдаж байна.



Зураг 3. Талбайн гадаргуугийн тогтоц

Налайх дүүргийн төвтэй Тоньюкукын хөшөөний хатуу хучилттай авто замаар холбогдсон. Төлөвлөлт хийх талбай цувраа байрлалтай гурван толгой бүхий нийлмэл шинжтэй ухаа толгод дээр оршдог бөгөөд гол толгойг “Хөв толгой” гэж нэрлэдэг.

Хөв толгойн орчмын газар ашиглалтын байдлын судалгааг талбайн эргэн тойронд 4 км нутаг дэвсгэрийг хамруулан гүйцэтгэж одоогийн байдлыг тодорхойлсон. /Зураг 2/



Зураг 2. Судалгааны талбайн орчны газар ашиглалт

Төлөвлөж буй талбайн нутаг дэвсгэр нь Хөв толгой (1560.4м), Нэргүй толгой 1 (1571.54м), Нэргүй толгой 2 (1546,1м) гэсэн угсраа 3 толгойн үргэлжилсэн хамар, нурууг дамнан байрлаж байгаа тул гадаргын хэлбэр, налуу, хотгор гүдгэрийн хувьд харилцан адилгүй нөхцөл бүхий жигд бус гадаргуутай. /Зураг 3/

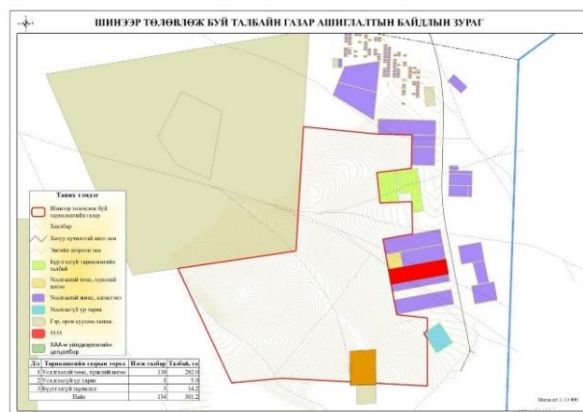
Шинээр төлөвлөж буй тариалангийн талбайн гадаргуугийн үнэлгээг 1:300-ны масштабын байр зүйн хэмжилт зураглалын үр дүнг ашиглан гадаргын өндөршил, гадаргын налуу зүг зовхисын чиглэл, байрлал гэсэн үзүүлэлтээр гаргасан. Талбайн гадаргуугийн өндөржилтийн байдал баруун хойд тал руугаа нэлэнхийдээ намсаж байна. Талбай өндөрлөг цэгүүдийг холбож буй нуруу

Төлөвлөлтийн талбай нь:

- Гидрологийн үнэлгээгээр: (i) цэвдэг тархалтын хувьд нэн тохиромжтой, (ii) голын сүлжээний нягтшилаар тохиромжгүй газар нутагт хамаарч байна.
- Инженер-геологийн үнэлгээгээр хурдас чулуулгийн тархалт нэн тохиромжтой ангилалд хамрагдана.
- Гидро-геологийн үнэлгээгээр Дунд Палеозойн тунамал-метаморфи чулуулаг дахь ус агуулагч ан цавлаг бүс дээр байршиж байна.

Төлөвлөлт хийж буй талбайн ихэнх хэсэгт хээрийн болон хуурай хээрийн хар хүрэн болон уулын хүрэн хөрс, хар шороон хөрс тархах бөгөөд талбайн 99.2% нь нэн тохиромжтой, 0.8% нь газар тариаланд хязгаарлагдмал тохиромжтой байна.

Төлөвлөлтийн талбайн одоогийн газар ашиглалтын төрөл, хэлбэр, үйл ажиллагааг тодорхойлж, мэдээллийг тодруулан, газар ашиглалтын байдлын үнэлгээг хийсэн. Орчны ашиглалтын байдлыг зурагт нэгж талбар бүрээр дэвсгэр өнгөөр ялгаж харуулав. /Зураг 4/



Зураг 4. Төлөвлөж буй талбайн газар ашиглалт

Талбайн газар ашиглалтын байдлын зурагт:

- зөвшөөрөлгүй төмөр торон хашаа барьсан /талбайн хойд хэсэгт/ талбарыг ногоон өнгөөр;
- Усалгаатай төмс хүнсний ногоо тариалах зориулалтаар олгосон нэгж талбар /хашаа бариагүй/-ыг шар өнгөөр;
- усалгаатай жимс жимсгэнэ тариалах зориулалттай /хашаа барьсан/ нэгж талбаруудыг нил ягаан өнгөөр;
- усалгаатай жимс жимсгэнийн /10000 чацаргана, 1000 улиасны суулгац/ тариалан эрхэлж буй нэгж талбарыг улаан өнгөөр;

- усалгаагүй үр тариа тарих зориулалттай нэгж талбарыг цэнхэр өнгөөр;
- гэр орон сууцны хашаа хэрэгцээнд ахуйн зориулалтаар олгосон нэгж талбарыг бүдэг ногоон өнгөөр;
- ХАА-н үйлдвэрлэлийн цогцолборын зориулалттай нэгж талбарыг улбар шар өнгөөр дүрслэн харуулсан.

Талбайн бусад хэсэгт ямар нэг ашиглалт байхгүй бөгөөд талбайн урд хэсгээр зуны цагт зуслангийн айлуудын мал бэлчээрлэдэг байна.

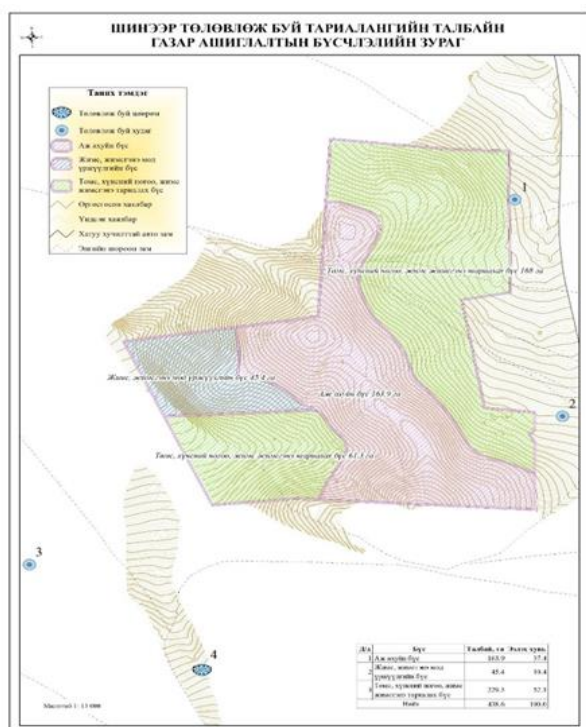
### Шинээр эзэмшүүлэх тариалангийн талбайн газар ашиглалтын төлөвлөлт

Талбайн газар ашиглалтын байдлын судалгаа, тохиромжтой байдлын үнэлгээ, орон зайн дүн шинжилгээний аргаар тариалангийн зориулалтаар ашиглах талбайн газар ашиглалтын бүсийг тодорхойлов.

Талбайн газар ашиглалтын бүс

Бүс	Хүснэгт 1	
	S га	%
Аж ахуйн бүс	163.9	37.4
Жимс, жимсгэнэ мод үржүүлгийн бүс	45.4	10.4
ТХНЖЖТБ <sup>1</sup> I, II	229.3	52.3
Нийт	438.6	100

<sup>1</sup>-Төмс, хүнсний ногоо, жимс жимсгэнэ тариалах бүс

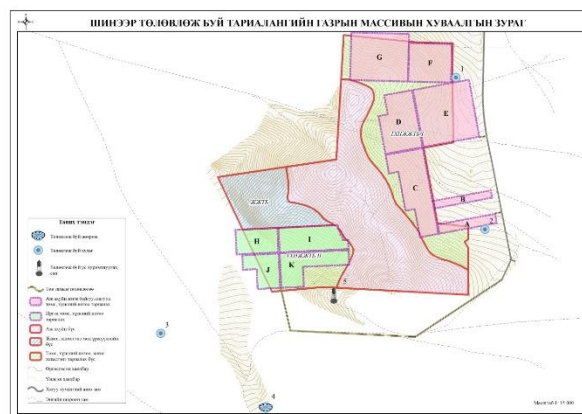


Зураг 5. Талбайн газар ашиглалтын бүсчлэл

Газар ашиглалтын 4 бүс байгуулсан. Үүнээс Төмс, хүнсний ногоо, жимс жимсгэнэ тариалах бүс I, II /ТХНЖЖТБ I, ТХНЖЖТБ II / бүсүүдийг иргэн, аж ахуй нэгжүүдэд зориулан эзэмшүүлэх тул 11 массивт хуваасан. /Зураг 5/

Газар тариалангийн хэрэгцээнд шинээр эзэмшүүлэхээр төлөвлөж буй талбайн газар ашиглалтын бүсүүдийг газар ашиглалтын массивт, массивуудыг хэсгүүдэд хуваах замаар дотоод бүтэц үүсгэсэн.

Төлөвлөлтөөр худаг, усжуулалтын сүлжээ болон дэд бүтцийг үе шаттайгаар шийдвэрлэх замаар төлөвлөж буй талбайн газар ашиглалтын бүтцийг бий болгосон. Газар ашиглалтын бүтэц “массив, хэсэг, нэгж талбар” шатлалтай.



Зураг 6. Талбайн массив, хэсэг, нэгж талбарын хуваарилалт

Төлөвлөлт хийгдэж буй талбайн массивыг хэсгүүдэд хувааж, хэсгүүдийг нэг эзэмшлийн нэгж талбаруудад жижиглэн хуваасан. Массив, хэсгийн хил заагийг тогтоохдоо:

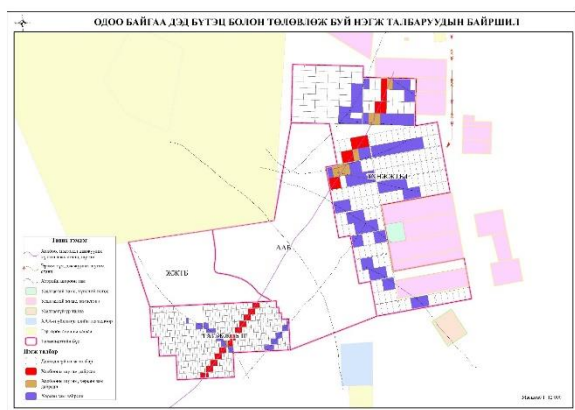
<sup>1</sup> ТХНЖЖТБ -Төмс, хүнсний ногоо, жимс жимсгэнэ тариалах бүс

1. Газрын гадаргуу, хотгор гүдгэр, хажуу хамар зэрэг ялгаатай хэв шинж зааг үүсгэж буй байгалийн хүчин зүйлс
2. Газрын гүний болон гадаргын усны урсац зэрэг байгалийн ус зүйн сүлжээний зүй тогтол
3. Орчны ашиглалтын хэв шинжүүд, худгийн байршил
4. Захиалагчийн санал, нэгж талбар болон талбайн хэмжээ (Налайх дүүргийн ГЗБТЖТ, 2018 оны)

5. Орон нутгийн нийгэм эдийн хэрэгцээ зэрэг дээр үндэслэн тооцоог хийж үүсгэсэн. Гурван түвшин бүхий кадастрын нэгж талбарын систем бүхий бүтэц ii) массив-11, iii) хэсэг-22, iv) нэгж талбар-788 зэргийг байршуулан төлөвлөв. Төлөвлөлтийн талбайд усжуулалтын эх үүсвэрийг газар ашиглалтын бүсүүдэд ялгаатай байхаар төлөвлөв.

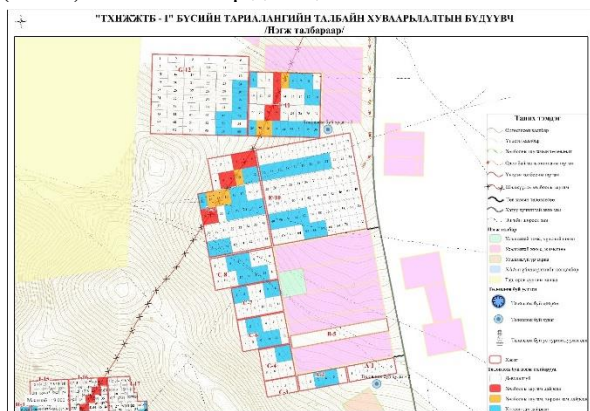
### Тариалангийн талбайн Газар ашиглалтын төлөвлөлтийн хуваалга

Хөв толгойн орчимд эзэмшүүлэх тариалангийн талбайн хуваарилалтын төлөвлөгөөг газар тариалан эрхлэх чиглэлээр газар олгохдоо газар ашиглалтын төлөвлөлтийн дагуу үйл ажиллагаа, арга хэмжээг төлөвлөн, улмаар системтэйгээр хэрэгжүүлэх шаардлагатай.



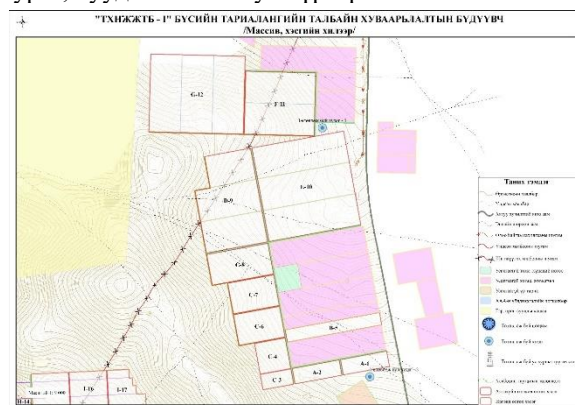
Зураг 7. Байршил өөрчлөх зам болон шилжүүлэх шугам сүлжээ

Тариалангийн зориулалтаар эзэмшүүлэх талбайг иргэн, аж ахуйн нэгжид хуваарилах зорилгоор нэгж талбаруудад хуваахад одоо байгаа дэд бүтцийн (холбооны кабелийн шугам, хөрсөн зам) зурвас газартай 157 нэгж талбар давхцаж байна. Үүнээс: кабелийн шугамтай 45 нэгж талбар, хөрсөн замын трасстай 104, хөрсөн зам, холбооны шугамтай (кабел) 8 нэгж талбар давхцаж байна.



Зураг 8. “ТХНЖЖТБ I” бүсийн бүтцийн зураг /массив, хэсэг, нэгж талбараар/

“ТХНЖЖТБ I” бүсэд нийтдээ 0,5 га хэмжээтэй 277 нэгж талбар үүсгэж, нэгж талбарын бүртгэлийн зураг, хуудсыг хэсэг тус бүрээр хэвлэж бэлтгэв.



Зураг 9. “ТХНЖЖТБ II” бүсийн бүтцийн зураг /массив, хэсэг, нэгж талбараар/

“ТХНЖЖТБ II” бүсэд нийтдээ 0,1 га хэмжээтэй 511 нэгж талбар үүсгэж, нэгж талбарын бүртгэлийн зураг, хуудсыг хэсэг тус бүрээр хэвлэж бэлтгэв.

“ТХНЖЖТБ II”-ийн гадаргын ус зүйн нөхцлийг нь үндэслэн цас, борооны усыг цуглуулах далан суваг бүхий усан сан, цөөрөм байгуулах, цөөрмийн усны нэмэгдэл тэжээлийн эх үүсвэр гүний худаг гаргах, тэдгээрийн ус, чийгийн горимыг сайжруулахын тулд ойжуулах, ойн зурвас байгуулах нь үр дүнтэй.

“ТХНЖЖТБ I”-ийн усжуулалтын эх үүсвэрийг гүний худгаар усаа нөөцлөн, “дуслын услалтын систем” байгуулж ашиглах нь зүйтэй. Механикжсан гүний худаг бүхий эх үүсвэр шаардлагатай. Ус их хэрэглэдэг таримал тариалахгүй байж, жимс, жимсгэнэ, модлог ургамал түлхүү тарих агро-технологийг бий болгож мөрдөх нь ач холбогдолтой.

Төлөвлөж байгаа талбайн өндөрлөг хэсэгт аж ахуйн бүс байгуулж, зорь, агуулах болон бусад хэрэгцээт тоног төхөөрөмжийг байршуулах замаар төмс, хүнсний ногоо, жимс жимсгэнийн хадгалалт, борлуулалтын цогцолбор байгуулж, ашиглах нь зүйтэй.

## Газар ашиглалтын төлөвлөлтийн үр дүн

Төлөвлөлтөд тусгасан инженерийн дэд бүтцийг байгуулсны үндсэн дээр тариалангийн зориулалтаар иргэн, аж ахуй нэгжид газар хуваарилах ажлыг хэрэгжүүлэх нь зүйтэй.

Газар тариалангийн хэрэгцээнд иргэн болон аж ахуйн нэгжид эзэмшүүлэх талбайн газар ашиглалтын төлөвлөлтийг Хөв толгой орчмын 440 га талбайг хамруулан хийсэн.

Төлөвлөлтийн талбайг (i)Төмс, хүнсний ногоо, жимс, жимсгэнэ тариалах бүс а) ТХНЖЖТБ I б) ТХНЖЖТБ II; (ii) Аж ахуйн бүс (талбайн хээрийн байр, агуулах, зоорь ААБ); (iii) Жимс, жимсгэнэ, мод үржүүлгийн бүс (ЖЖМҮБ) гэсэн 3 хэв шинжийн 4 үндсэн бүс байгуулав.

Газар ашиглалтын бүсчлэлийн хүрээнд газар ашиглалтын бүтцийг “массив, газар ашиглалтын хэсэг, нэгж талбар”-аар тодорхойлж, зураг үйлдсэн. Тариалангийн газрын хэрэгцээнд шинээр эзэмшүүлэх талбайн “ГАЗАР АШИГЛАЛТЫН ТӨЛӨВЛӨЛТ” боловсруулах ажлын хүрээнд:

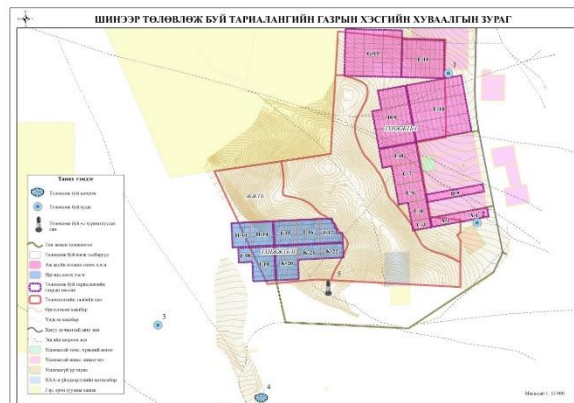
- 1) 2262,2 га талбайг хамруулан хээрийн судалгаа,
- 2) 745,2 га талбайд 1:300-ны масштабтай байр зүйн зураглал,
- 3) 438,6 га талбайд газар ашиглалтын төлөвлөлт,
- 4) 194,2 га талбайд тариалангийн газрын хэрэгцээнд эзэмшүүлэх нийт 788 нэгж

### Ашигласан материал

- [1] “МУ-ын Үндэсний атлас”, ШУА, Газарзүйн хүрээлэн, УБ 2009.
- [2] "Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөний тодотгол, хураангуй тайлан," Нийслэлийн зураг төслийн хүрээлэн, УБ 2013.
- [3] Х.Буян-Орших, "Геоботаник, геоботаникийн судалгааны аргазүй", УБ 2005.
- [4] Н.Өлзийхутаг, "Монгол орны ургамлын аймгийн тойм", УБ УХГ, 1989.
- [5] Д.Доржготов, "Монгол орны хөрс", ШУА, Газарзүйн хүрээлэн, УБ 2003.
- [6] П.Мягмарцэрэн, И.Мягмаржав, "Газрын төлөв байдлын мониторинг", УБ 2003.
- [7] Л.Нацагдорж, "Уур амьсгалын өөрчлөлт", УБ 2002.
- [8] С.Н.Волков, "Газар зохион байгуулалт", Боть 5, УБ 2016.
- [9] Ш.Цэгмид, "Монгол орны физик газарзүй", УБ 1969.
- [10] Ж.Бямба, "Монголын геологи ба ашигт малтмал", VIII боть, УБ 2012.

талбарын бүтцийн зураг төслийг боловсруулсан.

Төлөвлөлтийн талбайд усжуулалтын эх үүсвэрийг газар ашиглалтын бүсүүдэд ялгаатай байхаар төлөвлөсөн.



Зураг 10. Шинээр эзэмшүүлэх тариалангийн талбайн төлөвлөлтийн зураг /талбайн бүтэц: массив, хэсэг, нэгж талбар/

Талбайн зохион байгуулалтын хүрээнд инженерийн дэд бүтцийн схем, сүлжээг цогцоор нь төлөвлөсөн бөгөөд талбайн авто замын сүлжээ 3 түвшний авто замтай байна.

**ДОЛОО. УУЛ УУРХАЙН САЛБАРЫН ХӨГЖИЛ,  
БОЛОВСРОЛЫН АСУУДЛУУД**

# УУЛ УУРХАЙН ДЭЭД БОЛОВСРОЛТОЙ МЭРГЭЖИЛТЭН БЭЛТГЭЖ БУЙ ТАЛААРХ ТОЙМ БА ТУЛГАМДАЖ БУЙ ЗАРИМ АСУУДАЛ

Содномын Цэдэндорж  
Доктор (Ph.D), Профессор  
Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи Уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар  
[shsots@yahoo.com](mailto:shsots@yahoo.com)

**Хураангуй**— Дэлхийн уул уурхайн их сургуулиуд ба тэдгээрийн зэрэглэлд хийсэн судалгаа. Их сургуулиудын зэрэглэлд гол байр суурь үзүүлэх үйл ажиллагааны чиглэлүүд .Шилдэг их сургуулиудын нэрс. Монголын уул уурхайн мэргэжилтэн бэлтгэж буй Их дээд сургуулиуд ба мэргэжлүүд. Уул уурхайн мэргэжилтэн бэлтгэх ажлын үр өгөөжийг дээшлүүлэхэд чиглэсэн санал.

**Түлхүүр үг**— их сургууль, зэрэглэл, мэргэжил, хөтөлбөр, нэр хүнд

## II. ОРШИЛ

Уул уурхайн мэргэжилтэнгүүдийг 260 шахам жилийн өмнөөс бэлтгэж эхэлсэн түүхтэй. Уул уурхайн үйлдвэрлэл бүхий улс орнуудад энэ чиглэлийн Их дээд сургуулиуд байгуулагдан ажиллаж байна. Сургуулиудын зэрэглэл, зиндаа өөр өөрөөс гадна, сургалт явуулдаг мэргэжлүүдийн тоо, суралцагсад, төгсөгчдийн тоо харилцан адилгүй байна. Уг чиглэлээр Их сургуулиудын үйл ажиллагаа, төгсөгчдийн чанар чансааны талаар хийсэн судалгаанууд байдаг бөгөөд сүүлийн үед хийгдсэн чөлөөт нийтлэлүүдээс танилцаж зарим үнэлгээ дүгнэлтийг энэхүү өгүүлэлд тусгалаа. Мөн Монгол улсад уул уурхайн мэргэжилтэн бэлтгэж буй сургуулиуд, тэдгээрийн тоймоос нэгтгэж зарим асуудлаар санал дэвшүүлээ.

## III. Үндсэн хэсэг

Албан баримтад бүртгэгдсэнээр уул уурхайн мэргэжилтэн /инженер/ бэлтгэх анхны их сургууль 1765 онд Саксонийн Фрайберг-Герман/-т байгуулагдсан. Орос улсын Санкт-Петербургийн уул уурхайн их сургуулийн суурь 1773 онд тавигдсан байна.

Одоогоор цаг Европод 90 гаруй, Азид 100 орчим, Хойт Америкт 30 орчим, Өмнөд Америкт 25, Австралид 12, Африкт 30 гаруй, нийтдээ 300 шахам их, дээд сургуульд уул уурхайн дээд боловсролтой мэргэжилтэн бэлтгэж байна. Уул уурхайн их сургууль бий болсон цагаас хойш 258 жил өнгөрчээ. Үүсэл хөгжлийнхөө замыг тавьж үйл ажиллагаагаа явуулж буй их сургуулиудын түүх, туулсан зам, уламжлал, туршлага, төгсгөж гаргасан мэргэжилтнүүдийн тоо, тэдгээрийн амжилт бүтээл нь харилцан адилгүй, өөрөөр хэлбэл өөр өөр эрэмбэ, зэрэглэлд байгаа нь ойлгомжтой асуудал.

Нэр хүнд, хүлээн зөвшөөрөгдсөн байдал, боловсрол олгох хөтөлбөрүүдийн агуулга, улс орны болон бүс нутгийн хөгжилд оруулж буй хувь оролцоо зэргээр нь Уул уурхайн их сургуулиудыг

үнэлж дүгнэн тэдгээрийг зэрэглэлийн эгнээнд жагсаасан судалгаанууд нилээдгүй байна.

Өндөр зэрэглэлтэй Их сургуулиудын үйл ажиллагааны үнэлгээ дүгнэлтэд дараах нөхцөл боломжууд чухал байр суурийг эзэлж байна. Үүнд:

- Уул уурхайн салбарын үйлдвэрлэл, судалгаа шинжилгээний ажил, улс орны болон бүс нутгийн хөгжлийн стратегийн зорилтуудад оруулах хувь оролцоо.
- Салбарын үйлдвэрүүдийн үйлдвэрлэл технологийн хэвийн нөхцөлийг хангахад шаардлагатай уул уурхайн чиглэлийн голлох мэргэжлүүдийн мэргэжилтэнгүүдийг бэлтгэх чадамж, бололцоо.
- Төгссөн мэргэжилтэнүүд нь дотоод, гадаадын ижил мэргэжлийн хүмүүстэй хамт олж авсан мэдлэг, чадварын хувьд зэрэгцэн ажиллаж чадах сургалтын хөтөлбөрийн агуулга, арга зүй ба хүлээн зөвшөөрөгдсөн профессор багш нарын бүрдэл.
- Лаборатори, тоног төхөөрөмж, номын сан, тохь тухтай сургалтын болон үйлчилгээний орчин.

Их сургуулиудын зэрэглэлд ихээхэн нөлөөтэй, жин дарах үзүүлэлтийн нэг нь оюутан сургахад хэрэгжүүлж буй шинэтгэлийн үйл явц, чиг баримтлал, үр өгөөжийн үнэлгээ болж байна. Тухайн асуудлаар дараах чиглэлүүдийг үнэлэмжийн шалгуур болгон авч үзэж байна. Үүнд:

- Боловсрол олгох явцад технологийн дэвшлүүдийг идэвхтэй ашиглах. Үүний дотор компьютерийн программууд, симулятор, виртуаль лаборатори зэргийн боломжуудыг сургалтанд түлхүү хэрэглэж оюутанд мэдлэг, чадварыг эзэмшүүлэх.
- Оюутнуудыг төсөл судалгааны ажилд өргөн оролцуулах, тэдгээрийг удирдагч профессор багш нарынх нь хамт бодит асуудлуудын судалгаа, шинжилгээний ажилд татан

оролцуулах, төслүүдийн тооцоо, гаргалгаанд сургах.

- Уул уурхайн компаниуд, эрдэм шинжилгээ, зураг төслийн болон бусад байгууллагуудтай Их сургууль идэвхтэй хамтран ажиллаж мэргэшсэн туршлагатай хүмүүсээс үйлдвэрлэл технологийн болон эрдэм шинжилгээний арга барил, туршлагаас оюутнууд суралцах, өвлөн авахад чиглэсэн идэвхтэй ажиллагаа явуулах.

Өндөр зэрэглэлтэй Уул уурхайн их сургуулиудын жагсаалтаас авч үзвэл: Колорадын уул уурхайн сургууль/ АНУ/, Бритиш Колумбын Их сургууль/ Канад/, Куртений их сургууль/Австрали/, Фрайбергийн ул уурхайн академи/Герман/, Санкт-Петербургийн уул уурхайн их сургууль/ОХУ/, Хятадын уул уурхай, технологийн их сургууль/БНХАУ/ болон Швейцари, Австри, Их Британи, Шинэ Зеланд улсын их сургуулиуд багтаж байна. Өндөр зэрэглэлтэй их сургуулиудыг нэр хүнд, хүлээн зөвшөөрөгдсөн байдлаар нь эрэмбэлэхээс гадна нэгэн судалгаанд боловсрол олгох хөтөлбөрийн агуулга, чанарлаг байдлаар нь эрэмбэлж эхний 10 их сургуулийн жагсаалт гаргасны дотор Монгол улсын Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулийн нэр багтсаныг онцлон тэмдэглэж байна.

Өндөр зэрэглэлтэй дээр нэр дурьдсан ихэнх их сургуулийн үйл ажиллагаатай ШУТИС, ГУУС-ийн профессор багш нар танилцаж, зарим талаар хамтын ажиллагаа өрнүүлэн явуулж байгаа. АНУ, ОХУ, БНХАУ, Түрк, Солонгос, Япон, Австрали улсуудад доктоантур, магистрантурын сургалтанд төгсөгчдөөсөө явуулан суралцуулж, Фрайбергийн уул уурхайн академи, Шандуны ШУТИС болон бусад сургуулиудтай хамтарсан хөтөлбөрүүдийг хэрэгжүүлэх ажлыг ШУТИС-ийн уул уурхайн чиглэлийн салбарууд явуулж байна. Гадаадын томоохон Их сургуулиуд ШУТИС-ийн төгсөгчдөөс ахисан түвшний сургалтандаа хамруулж мөн хамтарсан хөтөлбөрүүд хэрэгжүүлж байгаа нь тус сургуулийн уул уурхайн мэргэжлүүдийн хөтөлбөрийн агуулга болоод төгсөгчдийн мэдлэг чадвар нь үнэлэмж даахуйц хэмжээнд хүрснийг харуулж байна.

Эрэмбээрээ тэргүүн эгнээнд зүй ёсоор багтдаг Уул уурхайн Их сургуулиудын хувьд оюутан сургах шилдэг хөтөлбөр, өндөр зэрэглэлийн профессор багш нар, сайн тоноглогдсон лабораториуд, номын сан болоод сургалтын сайн орчинтойгоос гадна уул уурхай, эрдсийн баялгийн салбарт судалгааны ажлыг идэвхтэй явуулж байна. Тэдгээрийн заримаас нь дурьдвал:

- Ашигт малтмалыг олборлох, боловсруулах шинэ арга, технологийн онол, арга зүйг боловсруулах ажил
- Ашиглаж дууссан болон ашиглалт явуулж буй уурхайнуудын нөхөн сэргээлт, шинэтгэлийн системийг бүрдүүлэх ажил

- Уул уурхайн үйлдвэрлэлийн процессуудын технологи, тэдгээрийн харилцан уялдаа, загварчлал, оновчлолын судалгааны ажлууд
- Уул уурхайд хэрэглэх экологийн цэвэр арга, ажиллагаа ба эрчим хүчний хэмнэлттэй шийдлүүдийг олж тогтоох ажил
- Улс орны болон бүс нутгийн эрдсийн баялгийн бодлогыг удирдах, тандан судлах, дэвшилтэй стратеги боловсруулах ажил
- Байгалийн сүйрэл, үйлдвэрлэлийн аюултай үзэгдлүүдээс зайлсхийх, сэргийлэхэд чиглэсэн геологи, геофизик, технологи, экологийн судалгааны ажил

Монгол улсын хувьд үндэсний Уул уурхайн дээд боловсролтой мэргэжилтэн бэлтгэх сургалтыг зохион байгуулж эхлүүлснээс хойш 52 жил өнгөрөөд байна. Одоогийн ШУТИС-ийн хүрээнд анхлан бэлтгэж эхэлсэн Уул уурхайн ашиглалтын технологийн мэргэжлийн сургалтаас гадна Уул уурхайн машин тоног төхөөрөмжийн ашиглалт, Уул уурхайн цахилгаан хангамж, тоног төхөөрөмжийн ашиглалт, Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологи, Уул уурхайн маркшейдр, Уул уурхайн үйлдвэрлэлийн менежмент, Геодези, Геотехник зэрэг уул уурхайн зонхилох мэргэжлийн сургалтыг явуулах ажлыг үүсгэж Их сургуулийн сургалт судалгааны мэргэжлүүдийн багцыг нэгэнт бий болгожээ.

Энэ цаг үед болон ойрын ирээдүйд Монгол улсын эдийн засагт Уул уурхай, эрдсийн баялгийн салбар тэргүүлэх байр суурийг эзлэн хөгжлийн түүхээ болох нь тодорхой байна. Аливаа салбар түүний дотор олон эрдэм ухааны зангилаа болж байдаг Уул уурхайн салбарт хөгжил дэвшил болоод технологи эдийн засгийн хэвийн үйл ажиллагааг хангах, толгойлон удирдах, алс холыг харах чанар чансаатай мэргэжилтэнгийн эрэлт хэрэгцээ улам л нэмэгдсээр байх болно. Одоогийн хүрсэн түвшин, салбарын мэргэжилтэн бэлтгэж байгаа ерөнхий дүр зургийг тоймлон авч үзэхэд хэд хэдэн зүйл анхаарал татахаар байна.

- ШУТИС-ийн ГУУС нь уул уурхайн инженерүүдийг бэлтгэх сургалт, эрдэм шинжилгээний ажил үйлийн цөм-төв нь болсон байна. Тус сургууль нь дээр дурьдсан Уул уурхайн мэргэжлүүдийн сургалт, судалгааны ажлын багцыг бий болгосон байна. Энэ сургуульд сургалтын арга зүйн бааз, багшлах бүрэлдүүн, зохих хэмжээний лаборатори, сургалтын орчин, сурах бичиг, эрдэм шинжилгээний ном зохиолын сан хөмрөг, профессор багш нарын эрдэм судлалын чиглэл, хамт олны чадамж, гадаад, дотоодын байгууллагуудтай үүсгэсэн харилцааны хэлбэрүүд, оюутан, магистрант, докторант нарын болон багш эрдэмтдийн дунд тогтмол явуулдаг эрдэм шинжилгээний бага хурлууд, аж ахуйн байгууллагуудын захиалгаар хийсэн

судалгааны болон төслийн ажлын сангуудтай болжээ. Тус сургууль 50 гаруй жилийн түүх, уламжлалтай, олон мянган төгсөгчидтэй, уул уурхай, эрдсийн баялгийн салбарын хүрээнд нэр хүндтэй сургууль болсон.

- ШУТИС-ийн Эрдэнэтийн Технологийн сургуульд Ашигт малтмалын баяжуулалтын технологи, Уул уурхайн ашигдалтын технологи, Уул уурхайн машиг төхөөрөмж, Уул уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалт мэргэжлээр сургалт явуулж байна.
- Дарханы Технологийн сургуульд Уул уурхайн ашиглалтын технологи, Уул уурхайн машин тоног төхөөрөмж, Уул уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалт мэргэжлээр сургалт явуулж байна.
- Улаанбаатар эрдэм их сургуульд Уул уурхайн ашиглалтын технологи, Уул уурхайн эдийн засаг, удирдлага мэргэжлээр сургалт явуулдаг.
- Монголын үндэсний их сургуульд Уул уурхайн цахилгаан тоног төхөөрөмжийн ашиглалт, Уул уурхайн ашиглалтын технологи, Уул уурхайн машин тоног төхөөрөмж, ашигт малтмалын баяжуулалтын технологи мэргэжлээр сургалт явуулдаг.
- ШУТИС-ийн Өмнөговь аймаг дахь Технологийн сургуульд Уул уурхайн ашиглалтын технологи мэргэжлээр сургалт явуулж эхлээд байна.

Үүнээс гадна бас бус хувийн дээд сургуулиудад уул уурхайн чиглэлийн мэргэжлүүдээр сургалт явуулж байсан ба зарим нь хаагдсан, мөн одоо сургалт явуулж буй сургуулиуд байгаа тухай дуулдаг. Одоогийн байдлаар Монгол улсад 10 шахам Их, дээд сургуульд уул уурхайн чиглэлийн мэргэжлүүдээр сургалт явуулж байна.

Гадаад улс орнуудын Уул уурхайн Их дээд сургуулиудын тоймыг авч үзэхэд мэргэшсэн, нэр хүндтэй их сургуулиудад Уул уурхайн мэргэжлүүдээр сургалт явуулж байгаа нь харагдаж байна. Манай улсын ойрын хөршүүд болох ОХУ-д-9, БНХАУ-д -13, Казахстан улсад -10, Украйна улсад-10 Уул уурхайн голлох сургуулиудад мэргэжилтэн бэлтгэх ажил төвлөрч байдгийг судлаачид тэмдэглэсэн байх ажээ. Эдгээр сургуулиуд нь Уул уурхайн чиглэлийн зонхилох мэргэжлүүдээр сургалт явуулах мэргэжлийн тэнхимүүд, профессор багш нарын бүрэлдэхүүн, сургалтын материалаг болоод арга зүйн бааз суурийг бүрдүүлсэн ба сургалт, эрдэм шинжилгээний ажлын арвин туршлага, уламжлалтай учраас улс орныхоо мэргэжилтэн бэлтгэх түшиц Их сургуулиудад зүй ёсоор тооцогддог байна. Уул уурхайн салбар сайн хөгжсөн гадаад бусад улсуудын хувьд ч Уул уурхайн мэргэжилтэнг мөн л харьцангуй цөөн Их дээд сургуульд бэлтгэдэг байна.

Дээд мэргэжилтэй мэргэжилтэн бэлтгэхэд хүн хүч, оюуны болоод материаллаг орчны зохих төвлөрлийг бүрдүүлэх нөхцөл, шаардлага тавигддаг. Энэ бүхнийг санааны зоргоор, амар хялбар бий болгож болдоггүйг амьдрал харуулдаг. Манай улсын хувьд уул уурхай хөгжсөн бусад улс оронтой харьцуулахад хүн амын тоо, уул уурхайн салбарт ажиллагсдын тоо нь цөөнөөс гадна чанартай мэргэжилтэн бэлтгэхэд зайлшгүй хүн хүч, оюуны болоод материаллаг талын потенциал ихээхэн бага нь ойлгомжтой. ШУТИС-ийн ГУУС-аас авхуулаад бусад уул уурхайн бүх сургуулиудад багшлах бүрэлдүүн дутмаг, ном, аргазүйн хүрэлцээ хангалтгүй, орчин цагийн эрэлт хангахуйц тоноглогдсон лаборатори, бусад сургалтын орчин дутмаг хэвээр байна. Сайн мэргэжилтэн бэлтгэхийн тулд энэ бүх дутуу дулимаг бүхнийг арилгах, гадаадын тэргүүлэх их сургуулиудтай мөр зэрэгцэх шаардлага байсаар байх болно. Иймээс сайн мэргэжилтэн бэлтгэх ажлын зохион байгуулалт, эдийн засгийн нөхцөлийг сайжруулах, профессор багш нарын мэргэжлийн өсөлт, өрсөлдөхуйц хэмжээний цалин хангамжийг бүрдүүлэх чиглэлд анхаарал хандуулах нь нэн чухал асуудлууд болон тавигдах учиртай.

Ойрын ирээдүйд уул уурхайн сургалт, эрдэм шинжилгээний ажлын чанар, үр өгөөжийг дээшлүүлэхэд чиглэсэн дараах алмуудыг хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна. Үүнд:

- Уул уурхайн мэргэжлүүдийн сургалтыг аль болох цөөн сургуульд төвлөрсөн байдлаар явуулж хүн хүч болон бусад бүрдлүүдийн үр өгөөжийг дээшлүүлэх. Үүний тулд ШУТИС-ийн харьяа, бүрэлдэхүүний Эрдэнэт, Дархан, Өмнөговь дахь сургуулиудын ихэнх мэргэжлийн сургалтуудыг /бакаларын 3,4-р ангиуд, ахисан түвшний магистр, докторын / ГУУС-д төвлөрүүлэх нь зүйтэй. Цаашилбал Уул уурхайн инженерийн сургуулийг дахин байгуулж хүч боломжийн төвлөрлийг хангах нь зүйд нийцнэ гэж үзэж байна. Үүний дүнд тус сургуулийн тэнхимүүдийн чадавхийг дээшлүүлж, сургалт эрдэм шинжилгээний ажлын цар хүрээ далайцыг нэмэгдүүлэх, мэргэжлийн сургалтын чанарыг сайжруулах боломж бүрдэх болно. Мөн дээр нэр дурьдсан бусад сургуулиудад өндөр зэрэглэлийн багш нар дутагддаг бэрхшээлээс гарах нөхцөл бүрдэнэ.
- ШУТИС-д уул уурайн чиглэлээр бэлтгэж буй мэргэжил бүрээр мэргэжлийн тэнхим /профессорын баг/ байгуулах. Одоогийн бүтцээр байгуулагдсан Салбар бүрт 3 мэргэжил харьяалагдаж байгаа бөгөөд бүтцийн энэ хэлбэр мэргэжил тус бүрт хамаатай бие даасан ажиллагаанд саадтай, зарим талаар холбогдох үйл ажиллагаа, хариуцлагаас зайлсхийх бодит нөхцөл болж байдаг. ШУТИС-д Монгол улсад үйлдвэрлэл технологийн чиглэлээр



- мэргэжилтэн бэлтгэх, эрдэм шинжилгээний ажлын манлайлагч байх том үүрэг хариуцлага оноогдож байдаг учраас мэргэжил хариуцсан тэнхим бүр чиглэлийнхээ дагуу манлайлагч, чиг заагч, хөгжлийн зүтгүүр байх учиртай. Энд л ном сурах бичиг бичигдэх, түвшин бүрийн чансаалаг төгсөгчдийг сургах, дипломын дараах сургалт явагдах, эрдэм судлалын туурвил бүтээх, судалгаа шинжилгээний ажлууд хийгдэж байхаас өөр замгүй.
- Техник технологийн бус хувийн Их дээд сургуулиудад уул уурхайн ганц нэг өнчин мэргэжлээр сургалт явуулж байгааг зөвтгөх, хүлээн зөвшөөрөх аргагүй юм. Тэнд мэргэжлийн багш нарын баг бүрдэхгүй, сургалтын материаллаг орчин /лабораториуд/ бий болохгүй, мэргэжлийн баг, тэнхим бий болох үндэс байхгүй. Тэдгээр сургуульд тохиолдлын чанартай цагийн багш нарыг хөлслөн ажиллуулдаг. Эргээд хариуцлага нэхэхийн аргагүй багш, мэргэжлийн гэх тэнхимгүй сургуулиуд аюултай, хүнд нөхцөл бүхий уул уурхайн үйлдвэрт ажиллах мэргэжилтэнг бэлтгэх ёс зүйн хариуцлага хүлээнэ гэдэг бол эргэлзээтэй асуудал. Үүнийг салбарын хөгжил, түүний дотор хүн хүчний бодлогын асуудлуудыг хариуцдаг Уул уурхай хүнд үйлдвэрийн яам, Боловсролын Тухай хуулийн хэрэгжилтийг хариуцдаг Боловсрол, шинжлэх ухааны яамны зүгээс нухацтай авч үзэх хэрэгтэй гэж үзэж байна.
  - Уул уурхай болоод бусад үйлдвэрлэл технологийн чиглэлээр мэргэжилтэн бэлтгэх Их дээд сургуулиудын талаарх бодлогод нарийн тооцоо судалгаагүй хандахаас зайлсхийх нь цөөхөн хүн амтай, Их сургуульд багшлах эрдмийн бэлтгэл, чадвартай хүнээр хомс Монгол улсын хувьд тулгуур зарчмын нэг байх ёстой. Бодлогын алдаатай, хайхрамжгүй, шүүлт хэмжүүргүйгээр чухал асуудлуудад хандсан тохиолдлууд эргээд заавал бэрхшээл дагуулж байдгийн жишээ цөөнгүй бий. ШУТИС нь Өвөрхангай, Сүхбаатар аймгуудад салбар сургууль байгуулсан боловч хэдхэн жил болоод тэдгээрийг татан буулгахаас өөр аргагүй болсон. Энэ нь дээр дурьдсан төвөгтэй байдлуудын амьд жишээ юм. Хүн ам цөөтэй, үүнтэй уялдаад аль ч үйлдвэрлэл технологийн чиглэлд бэлтгэгдсэн хүн хүчний хүрэлцээ хангалттай биш улс орон, түүний доторх бүс нутгуудад мэргэжилтэй хүмүүсийг тараан сарниах бус аль болох төвлөрүүлэх замаар чадварлаг баг хамт олон бүрдүүлэх нь тэдгээрээс хүлээх ажлын үр өгөөжийг дээшлүүлэх наад захын нөхцөл байх болно. Үүний жишээг дээр дурьдсан уул уурхай хөгжсөн улс орнуудын Их сургуулиудыг нэр алдарт хүргэсэн бодлого, мөрдлөг, зарчмуудаас судлан үзэх боломж бий.
  - Төрийн өмчийн гэгдэж буй Их сургуулийн хувьд төрөөс дэмжлэг, хөгжлийн хөрөнгө оруулалтыг авах нь оршин тогтнохын болоод өрсөлдөх чадвараа хадгалах чухал нөхцөл байх ёстой. Одоогоор ийм их сургуулиуд төрөөс санхүүжилт авахгүй байгаагаас сургалт эрдэм шинжилгээний чиглэлээр бодитой гэмээр ахицад хүрэхгүй байна. Их сургуулийн хэмжээнд ганц ч орон тооны эрдэм шинжилгээний ажилтан ажиллуулах санхүүгийн үүсвэргүй учраас сургалт судалгааны лабораториуд үр өгөөж муутай, оюуны болоод үйлдвэрлэл технологийн сонирхол татахуйц бүтээл бага байна. Тус сургуулийн уул уурхайн чиглэлийн салбарууд ч ялгаагүй ийм л нөхцөлтэй байгаа. Үүнийг өөрчлөх, засах залруулах нь Их сургуулийн одоо, ирээдүйн чухал зорилт байх ёстой.
  - Их сургуулийн Бүрэлдэхүүний сургуулиуд болоод түүний харъяаны мэргэжлийн тэнхимүүдийн эдийн засаг санхүүгийн бие даасан байдал, академик эрх чөлөөг хангах тогтолцооны шинэтгэл хийх замаар салбар тэнхим бүр орлогын үүсвэрээ бүрдүүлдэг зардлаа хариуцдаг эрүүл тогтолцоо, нөгөө талаас орших эс оршихын хувь заяагаа хариуцдаг эрх зүйн тогтолцоог бий болгох шаардлагатай. Хөгжилтэй улс орон бүрийн Их сургуулиуд ийм л жаяг, дүрмээр замнаж байна.
  - Политехник бүтэцтэй Их сургуулийн харъяа сургууль, түүний салбар тэнхимүүдийг ижилсгэх, тэгшитгэх хандлагын эерэг тал нь тун бага, харин сөрөг үр дагаврууд нь олон талаар илэрч байдаг. Жишээлбэл уул уурхайн өндөр мэргэжлийн профессор багш нар Их сургуулийнхаа жишгээр цалин хөлс авдаг. Гэтэл уул уурхайн үйлдвэрүүдэд ажиллаж буй жирийн инженерийн цалин багшийн цалингаас 3-8 дахин их байх жишээтэй. Үүнээс болж Их сургуулийн амин зүрх нь болж байх ёстой порфессор багшаар ажиллах сонирхолтой хүн үгүй болоход хүрч байна. Ер нь Их сургуулийн нэр хүнд, нөлөө нөөлөг нь сайн багш нарын нэр сүр байдгийг бүгд мэддэг байгаа. Энэ асуудал муу тал руугаа даамжирвал Их сургууль хөндий хоосон байшин сав, ном сурахыг мөрөөдсөн оюутнаас өөр юмгүй болж үлдэж магадгүй нь байна шүү. Үүнтэй уялдан яагаад уул уурхайн мэргэжлийн багш нар салбарын инженерүүдийн хэмжээний цалинтай байж болохгүй гэж? гэсэн асуулт гарна. Үүнд хариулах л хэрэгтэй болно. Энэ бол тулгамдаж байгаа асуудал. Их сургуулийн боловсрол хариуцдаг бүхэл бүтэн тогтолцоо бий. Түүнээс сайхь асуудлын хариултыг нэхэх учиртай байх.
- Уул уурхайн салбарын үйлдвэрлэл технологийн үйл ажиллагааны хөтөч, удирдагч, дөт, алсын хөгжлийг төлөвлөгч, замыг заагч- стратегич нар болох инженерүүдийг бэлтгэх ажлыг салбарын ирээдүйн том зорилтуудтай холбож илүү

далайцтай явуулах, хөгжил дэвшилд хүргэх зорилтуудыг тавих шаардлагатай бөгөөд үүнтэй үйлдүүлэн шинэ шинэ зорилтууд тавигдах болно.

#### IV. ДЭВШҮҮЛЭХ САНАЛУУД

1. ШУТИС-ийн харьяа болоод бүрэлдэхүүний сургуулиудын Уул уурхайн мэргэжлүүдийн мэргэжлийн сургалтын багшлах бүтэц бүрэлдэхүүний хангамж, сургалтын орчны холбогдолтой судалгаа гаргаж мэргэжлийн сургалтыг ГУУС-д төвлөрүүлэх ажлыг зохион байгуулах. Энэхүү ажилд Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яам, Ашигт малтмал, газрын тосны агентлагийн холбогдох мэргэжлийн баг, ажилтнуудыг оролцуулах

2. ШУТИС-ийн Уул уурхайн инженерийн сургалтыг дахин сэргээн байгуулах ба мэргэжил бүрээр тэнхим/профессорын баг/ байгуулах

3. Уул уурхайн судалгаа шинжилгээний ажилд профессор багш нарыг өргөн оролцуулах ба үүний тулд уул уурхайн эрдэм шинжилгээ, төслийн ажлыг төрийн өмчит байгууллагаас явуулахад гарч буй тендерийн тухай хуулийн заалтуудтай холбоотой асуудлуудыг залруулж өөрчлүүлэх.

4. Уул уурхайн чиглэлээр дараах шинэ мэргэжлүүдийг нээж мэргэжилтэн бэлтгэх:

- Уул уурхайн үйлдвэрийн ашиглалтын геологи
- Уул уурхайн эрх зүй, үйлдвэрлэлийн ба экологийн хяналт
- Уул уурхайн нөхөн сэргээлт, шинэтгэлийн инженерчлэл
- Эрдсийн баялгийн инженерчлэл, эдийн засаг
- Уурхайн ба газрын гүний байгууламж
- Уул уурхайн геотехнологи

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] oboi4you.ru. Рейтинг горных университетов мира [Электронный ресурс]: Свободная энциклопедия, 2023.
- [2] smapse.ru. Топ-50 лучших вузов мира по горному делу-2024QS [Электронные ресурсы]: Свободная энциклопедия, 2021.
- [3] vitela54.ru. Рейтинг лучших горных университетов мира [Электронные ресурсы ] : Свободная энциклопедия, 2023.

