



МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ

MONGOLIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

ПРОФЕССОР
Я.ГОМБОСҮРЭНГИЙН НЭРЭМЖИТ
ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ
УНШЛАГА-2025

УЛААНБААТАР ХОТ
2025 ОН



**ХӨДӨЛМӨРИЙН ГАВЬЯАНЫ УЛААН ТУГИЙН ОДОНТ
ШИНЖЛЭХ УХААН, ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ**
ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ



**Профессор Я.Гомбосүрэнгийн нэрэмжит эрдэм
шинжилгээний уншлага-2025**

ЗОХИОН БАЙГУУЛАГЧИД:

- ГУУС-ийн Уурхайн технологийн салбар

Улаанбаатар хот 2025 он

Профессор Я.Гомбосүрэнгийн нэрэмжит эрдэм шинжилгээний уншлага- 2024-2025 оны хичээлийн жил

Магистрант, Докторант оюутнуудын эрдэм шинжилгээний илтгэлийн эмхэтгэл©

Уул уурхайн салбарын магистрант, докторант оюутнуудын эрдэм шинжилгээний бага хурлыг 2008 оноос эхлэн профессор Я.Гомбосүрэнгийн нэрэмжит уншлага нэртэйгээр эрдэм шинжилгээний бага хурлыг зохион байгуулж ирсэн билээ.

Эмхэтгэлийг эрхлэн гаргасан:

Доктор (Ph.D) Ж.Ижилмаа, Доктор (Ph.D) Б.Улаанбаатар, Доктор (Ph.D) С.Лхаахүү,
Магистр Д.Батбаяр

Хэвлэлийн эхийг бэлтгэсэн: Магистр А.Нямтулга

Хуудасны хэмжээ: А4

Үсгийн гарнитур: Times New Roman

ШУТИС-ийн Хэвлэлийн газарт хэвлэв.

Өмнөх үг

“Бүх зүйлсийн эхлэл бол асуулт байдаг. Асуултаас судалгаа, судалгаанаас нээлт, нээлтээс хөгжил эхэлдэг.”
— нэрт геологич *Ф.Митчелл / Prof Simon Mitchell/*

Шинжлэх ухаан бол хүн төрөлхтний оршихуйн гүн ухааны үндэс бөгөөд уул уурхайн шинжлэх ухаан нь хүний нөөц, байгалийн нөөц хоёрын огтлолцолд оршдог, хүн төрөлхтний ахуй, хөгжлийн гол түүчээ юм. Эрдэм мэдлэгийн баялаг хуримтлалын нэгэн чухал цэг нь профессор Я.Гомбосүрэнгийн нэрэмжит эрдэм шинжилгээний бага хурал болсон байна.

Энэхүү хурал нь зөвхөн судалгааны үр дүнгээ танилцуулах тавцан биш, харин гүн ухаан, онолын задлан шинжилгээ, инженерийн практик, инновацын уялдаа холбоог харуулсан залуу судлаачдын өсөлт, хөгжлийн амьд лаборатори, оюуны сорилт юм.

Профессор Я.Гомбосүрэн бол эрдмийн жинхэнэ удирдагч хүн юм. Шинжлэх ухааны хөгжил нь хүний ухааны хүч чадал, зарчимч зан, ёс суртахуунтай салшгүй холбоотой. Тэгвэл профессор Я.Гомбосүрэн бол зөвхөн судлаач бус, оюуны үнэнч итгэл, бишрэлтэй багш, шинжлэх ухааны үүдийг нээсэн инженерийн стратегич, Монголын уул уурхайн салбарын оюуны үнэт өвийг бүтээгч хүн гэдэгт эргэлздэггүй. Тэрээр ашигт малтмалын ордуудыг ашиглах онол, зохион байгуулалт, эдийн засгийн үнэлгээ, техник, технологийн асуудлыг хослуулан судалж, уул уурхайн ашиглалтын онолын сургалт, судалгааг Монгол Улсад үндэслэн хөгжүүлж, инженерийн боловсролын орчин үеийн загварыг төлөвшүүлсэн нэгэн. Түүний бичиж, хэвлүүлсэн ном, сурах бичгүүд нь өнөөдөр ч үнэ цэнээ алдаагүй байгаа бөгөөд олон улсын түвшний онолыг Монголын хөрсөнд буулгасан ховор жишээ болж үлджээ. Профессорын судалгааны бүтээлүүдэд онолын суурь, өгөгдөлд тулгуурласан дүн шинжилгээ, судалгааны арга зүйн хослол онцгой байсныг үе үеийн эрдэмтэн, судлаачид өндрөөр үнэлдэг.

Уул уурхайн шинжлэх ухаан нь инженерийн мэдлэг, байгалийн гүн ухаан юм. Уул уурхай бол зөвхөн олборлолт биш, энэ бол геологиос эхлээд, геотехник, гидрогеологи, баяжуулалт, эдийн засгийн загварчлал, хүрээлэн буй орчны судалгаа, хаалтын төлөвлөлт зэрэг олон салбарыг холбосон шинжлэх ухааны нэгдэл юм. Инженерийн шийдэл бүр онолын үндэслэлтэй, эрсдэлийн шинжилгээнд тулгуурласан, шинжлэх ухаанч суурьтай байхыг өнөө цаг шаардаж байна. Өнөөдрийн магистрант, докторант судлаачдын хийж буй ажлууд нь энэхүү шинжлэх ухааны үнэ цэнийг бэхжүүлж, Монголын уул уурхайн салбарын ирээдүйн хөгжлийг дагуулан чиглүүлэгч гол гарц болж байгааг тэмдэглэх нь зүйтэй.

Эрдэм шинжилгээний ажлын ач холбогдол бол хувь хүнд ч, нийтэд ч өгөөжтэй. Жил бүрийн онцлох илтгэлүүд нь зөвхөн дипломын ажил эсвэл судалгааны формаль хэлбэр биш байсан юм.

- Геотехникийн загварчлалаар дамжуулан уурхайн хажуугийн тогтворжилтыг оновчтой үнэлэх,
- Хаягдал чулуулаг, үнсийг дахин ашиглах замаар нөхөн сэргээлт хийх дэвшилтэт шийдэл гаргах,
- Ухаалаг систем, өгөгдлийн анализ ашиглан тэсэлгээ, тээвэрлэлтийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх,
- Уурхайн усны менежмент, хөрсний эвдрэл, тоосжилт бууруулах хүрээнд байгальд ээлтэй судалгаа хийх зэрэг онол-практикийн уялдаа бүхий бүтээлүүд байсан.

Эмхэтгэлийн үнэ цэнэ нь мэдлэг бүтээхийн амьд баримт юм. Энэхүү эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэлд багтсан өгүүллүүд нь шинжлэх ухаанд хэрхэн хандах, асуудлыг хэрхэн

онолын түвшинд задлан шинжлэх, шинэ санааг судалгаа болгон хувиргахыг харуулсан баримт бичиг төдийгүй урам зориг, хөгжил дэвшлийн бэлгэдэл юм.

Цаашид энэ мэт хурлууд залуу судлаачдын дотоод эрэл хайгуулыг тэтгэж, хамтдаа сэтгэж, хамтдаа бүтээдэг эрдмийн хамтын нийгэмлэгийн үндсийг бататгана гэдэгт итгэлтэй байна.

Судалгаагүй боловсрол бол угшилгүй урлаг мэт харин судалгаатай боловсрол нь үндэстний хөгжлийн баталгаа болно гэдэгт судлаач та бүхэн итгэлтэй байж, салбарын хөгжилд ямагт хувь нэмэр оруулж байхыг хичээнгүйлэн захиж байна.

Эрдмийн мэлмий гэрэлтэж, судалгааны үйлс нь тэлэн дэлгэрэх болтугай.

Хүндэтгэсэн:

МУ-ын зөвлөх инженер, доктор (Ph.D) Батгэрэлийн УЛААНБААТАР

АГУУЛГА

1	ЭРДЭНЭТИЙН ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН УХАЖ-АЧИХ, ТЭЭВЭРЛЭХ ИЖ БҮРДЛИЙН ОНОВЧЛОЛ, ЗАГВАРЧЛАЛ <i>С.Балжинням, Б.Улаанбаатар, Ц.Ариунжаргал</i>	1
2	ШИВЭЭ ОВООГИЙН ХҮРЭН НҮҮРСНИЙ УУРХАЙН ХӨРӨНГӨ ОРУУЛАЛТЫГ НЭМЭГДҮҮЛЭХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА <i>З.Санчир</i>	5
3	ИЛ УУРХАЙД ТЭСЭЛГЭЭГЭЭР ҮҮСЭХ ЧИЧИРХИЙЛЛИЙН ҮЙЛЧЛЭЛИЙН НӨЛӨӨЛЛИЙГ ТОДОРХОЙЛСОН СУДАЛГААНЫ ЗАРИМ ҮР ДҮН <i>Г.Түвшинжаргал, Ц.Ариунжаргал</i>	11
4	ОЮУ ТОЛГОЙН ДАЛД УУРХАЙН ПАНЕЛЬ 0-ИЙН ТЭЭВЭРЛЭЛТИЙН ТҮВШИН ДЭХ СУЛ ЗОГСОЛТЫН ДҮН ШИНЖИЛГЭЭ <i>С.Өлзийдэлгэр, Б.Ганзориг</i>	17
5	ДАЛД УУРХАЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГАА БА СЕЙСМОЛОГИЙН ХАРИУ ҮЙЛДЛИЙГ СУДЛАХ АРГУУД БА ХЭРЭГЖҮҮЛЭХ БОЛОМЖ <i>Н.Болд-Эрдэнэ</i>	22
6	ШИВЭЭ-ОВООГИЙН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ХӨРСНИЙ ГУЛСАЛТЫН ҮЕИЙН МАРКШЕЙДЕРИЙН ХЯНАЛТ МОНИТОРИНГИЙН СУДАЛГАА <i>У.Ууганбат, Г.Уранбайгаль</i>	28
7	ОЮУ ТОЛГОЙН ДАЛД УУРХАЙН ОЛБОРЛОЛТЫН ТҮВШИН ДЭХ ХҮДЭР ТАТАХ ЦЭГТ ГАЦСАН ЧУЛУУЛГИЙГ БУУЛГАХ АРГА, АРГАЧЛАЛ <i>Ц. Шаравжамц, Ц.Ариунжаргал</i>	33
8	БАНУУН НОЁН УУЛ НҮҮРСНИЙ УУРХАЙН ЧУЛУУЛГИЙН ФИЗИК МЕХАНИК ШИНЖ ЧАНАРЫН СУДАЛГАА <i>А.Нямтулга</i>	38
9	"ЧУЛУУТ ЦАГААН ДЭЛ" ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ ОРДЫГ ИЛ АРГААР АШИГЛАХ ҮЕИЙН ГЕОТЕХНИКИЙН СУДАЛГАА <i>П.Золзаяа, Ц.Ариунжаргал</i>	43
10	ЛИДАРЫН ТӨХӨӨРӨМЖ АШИГЛАН ТОМ МАСШТАБЫН БАЙР ЗҮЙН ЗУРАГ ЗОХИОХ <i>Б.Жавзансүрэн, П.Эрдэнэчимэг</i>	52
11	ОЮУ ТОЛГОЙН ДАЛД УУРХАЙН ХЭВТЭЭ МАЛТАЛТ, НЭВТРЭЛТИЙН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙН ОНОВЧЛОЛ <i>Я.Нямдулам, Ц.Ариунжаргал</i>	59
12	БОСОО УНАЛТАЙ НҮҮРСНИЙ ОРДЫГ ДАЛД АРГААР АШИГЛАХ ТЕХНОЛОГИ <i>М.Цолмон, Ц.Ариунжаргал</i>	62

13	НАРИЙН СУХАЙТЫН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙН ОНОВЧЛОЛ <i>У.Тогоохүү, Г.Гантулга</i>	70
14	1:1000-НЫ МАСШТАБТАЙ БАЙР ЗҮЙН ЗУРАГ ДЭЭР МАСШТАБЫН ИЛТГЭЛЦҮҮР, ТОРЛОЛЫН ХАВТГАЙД БУУЛГАХ ҮЕИЙН ЗАЙН ГАЖИЛТЫГ ТООЦООЛОХ <i>П.Эрдэнэчимэг, Б.Сарандамба, Г.Ёндогбар, Г.Цэрэнтогтох</i>	77
15	УУРХАЙН ЦАХИЛГААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМД ХҮЧДЭЛИЙН ХЭЛБЭЛЗЛИЙН НӨЛӨӨЛӨЛ <i>Т.Биндэръяа</i>	83
16	ХОЛИМОГ МЕТАЛЛЫН ХҮДЭР БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА <i>Д.Далайцэцэг</i>	88

ЭРДЭНЭТИЙН ХҮДРИЙН ИЛ УУРХАЙН УХАЖ-АЧИХ, ТЭЭВЭРЛЭХ ИЖ БҮРДЛИЙН ОНОВЧЛОЛ, ЗАГВАРЧЛАЛ

С.Балжинням¹, Б.Улаанбаатар² Ц.Ариунжаргал³

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар,
Уул уурхайн ашиглалтын технологи

Baljinnjam.sukh@gmail.com

² Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

Хураангуй—Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайд ашиглагдаж байгаа экскаватор болон автосамосвалуудын насжилт өндөр байгаатай холбогдуулан дараагийн сонголт, одоогийн ажиллаж байгаа тоног төхөөрөмжүүдийн ашиглалтын байдлыг дээшлүүлэх асуудал тулгарч байна. Мөн хүдрийн агуулга жилээс жилд буурч байгаа өнөө цаг үед зардлаа багасгаж, хүдрийн дундаж агуулгыг баяжуулах үйлдвэрийн шаардлагад нийцүүлэн хэвийн хэмжээнд байлгахын тулд уулын ажлын үндсэн процесс болох ухааж-ачих, тээвэрлэх тоног төхөөрөмжүүдийн ашиглалтын байллыг оновчлох, загварчлах шаардлага үүсээд байна. Иймд ухааж-ачих, тээвэрлэх иж бүрдлийн оновчлол, загварчлалын талаар судалж цаашид хийгдэх тооцооллуудын үр дүнд хэрхэн загварчлах боломжтойг судаллаа.

Түлхүүр үг—иж бүрдэл, экскаватор, автосамосвалууд

I. УДИРТГАЛ

Эрдэнэтийн хүдрийн ордын хүдрийн бүсийн сунал ойролцоогоор 25 км, өргөн нь 1.6-3 км байдаг бөгөөд ордын Баруун хойд хэсгийг 1978 оноос, Төвийн хэсгийг 2011 оноос хойш тус тус ашиглаж байна. Одоогоор хүдрийн ил уурхай нь хамгийн урд хэсгээрээ ойролцоогоор 3.2 км, өргөн нь 2.7 км бөгөөд ашиглалт явуулж буй хамгийн доод түвшин нь 1160 м байна. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн уул геологийн нөхцөл жилээс жилд хүндэрч уурхай гүнзгийрэхийн хэрээр чулуулгийн хатуулаг ихсэж, хүдрийн агуулга буурч байгаатай холбогдуулан гаргаж байгаа бүтээгдэхүүнээ хэвийн хэмжээнд байлгахын тулд Төвийн хэсгийн ордыг 2011 онд ашиглалтанд оруулснаар 2024 оны жилийн эцсийн байдлаар хүдэр олборлолтыг 41 сая.тн хүчин чадалд хүргээд байна.

Ордын нөөц – 2016-2020 онуудад гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын үр дүнгээр зэсийн хүдрийн нөөцийг баттай, бодитой, боломжтой зэрэглэлээр 2.98 тэрбум тн /10.71 сая.тн цэвэр зэс агуулсан/, молибдений нөөцийг баттай, бодитой, боломжтой зэрэглэлээр 499.64 мян.тн-оор тус тус шинэчлэн тогтоож Эрдэс баялгийн санд бүртгүүлсэн нь өнөөдрийн 40 сая.тн хүчин чадлаар тооцож үзэхэд цаашид 70 жил ажиллах боломжтой нөөц юм.



1-р зураг. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн харагдах байдал /2024.07-р сарын байдлаар/

II. УХАЖ-АЧИХ, ТЭЭВЭРЛЭХ ИЖ БҮРДЛИЙН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайг ашиглалтанд оруулсан тухайн үед ЭКГ-4.6 маркийн экскаватор, 40 тн даацтай БелАЗ-548 маркийн автосамосвалууд ашиглаж байсан бол уурхайн хүчин чадал нэмэгдэхийн хэрээр парк шинэчлэлийг тухай бүр нь хийснээр одоогийн байдлаар ухааж-ачих, тээвэрлэх иж бүрдэлд Герман улсын 18 м³ утгуурын багтаамжтай LIEBHERR R-9350 маркийн экскаватор 5 ширхэг, ОХУ-ын 10 м³ утгуурын багтаамжтай ЭКГ-10 маркийн экскаватор 4 ширхэг, 12 м³ утгуурын багтаамжтай ЭКГ-12К маркийн экскаватор 4 ширхэг, Беларусь улсын 130 тн даацтай БелАЗ-75131 маркийн автосамосвал 33 ширхэг, 136 тн даацтай БелАЗ-7513D маркийн автосамосвал 4 ширхэг, 2024 оны 12-р сараас Япон улсын 140 тн даацтай KOMATU HD-1500 маркийн автосамосвал 10 ширхэгийг тус тус ашиглан гадаад овоолго бүхий тээвэртэй хөрс хуулалтын системээр олборлолтыг явуулж байна.



2-р зураг. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн ухааж-ачих, тээвэрлэх иж бүрдлийн механикжуулалтын өнөөгийн байдал

Ил уурхайн технологийн тээврийн зардал нь ашигт малтмал олборлолтын бүрэн өөрийн өртгийн 55-60 орчим хувийг эзэлдэг гэсэн судлаачдын дүгнэлт байдаг. Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн хувьд энэхүү үзүүлэлт нь сүүлийн 5 жилийн дунджаар 52.7%-тай байгаа болно.

Уурхайн гүн ихсэх тусам тээврийн зардал өснө. Ойролцоогоор 100 м тутамд автотээврийн зардал

25-39% өсдөг гэж судлаачид, эрдэмтэд тооцоолсон байдаг.

1-р хүснэгт. ЭКГ-10 маркийн экскаваторуудын ажилласан байдал, сүүлийн 5 жилээр

№	Үзүүлэлтүүд	Ашиглалтын жилүүд				
		2020	2021	2022	2023	2024
1	Жилийн дундаж бүтээл, мян.м³	12,155	8,996	9,286	9,004	9,609
2	1 м³ утгуурын багтаамжид ногдох бүтээл, м³	243,100	224,900	232,150	225,100	240,225
3	Цагийн дундаж бүтээл, м³/цаг	355.2	331.2	338.9	317.5	333.3
4	Паркийн ажилласан цаг, маш.цаг	34,223	27,161	27,404	28,363	28,828
5	Календарийн фонд цаг ашиглалтын коэффициент	0.78	0.78	0.78	0.81	0.82

Тайлбар: ЭКГ-10 экскаватор нь 2020 онд 5 ширхэг, 2021-2024 онуудад тус бүр 4 ширхэг ажилласан.

2-р хүснэгт. ЭКГ-12К маркийн экскаваторуудын ажилласан байдал, сүүлийн 5 жилээр

№	Үзүүлэлтүүд	Ашиглалтын жилүүд				
		2020	2021	2022	2023	2024
1	Жилийн дундаж бүтээл, мян.м³	5,094	9,789	9,964	9,620	11,218
2	1 м³ утгуурын багтаамжид ногдох бүтээл, м³	212,250	203,938	207,583	200,417	233,708
3	Цагийн дундаж бүтээл, м³/цаг	365.3	369.8	353.7	331.7	387.5
4	Паркийн ажилласан цаг, маш.цаг	13,944	26,474	28,172	29,002	28,947
5	Календарийн фонд цаг ашиглалтын коэффициент	0.79	0.76	0.80	0.83	0.82

Тайлбар: ЭКГ-12К экскаватор нь 2020 онд 2 ширхэг, 2021-2024 онуудад тус бүр 4 ширхэг ажилласан.

3-р хүснэгт. Liebherr R9350 маркийн экскаваторуудын ажилласан байдал, сүүлийн 5 жилээр

№	Үзүүлэлтүүд	Ашиглалтын жилүүд				
		2020	2021	2022	2023	2024
1	Жилийн дундаж бүтээл, мян.м³	8,374	8,112	7,728	10,086	9,218
2	1 м³ утгуурын багтаамжид ногдох бүтээл, м³	155,074	150,222	145,444	146,174	156,823
3	Цагийн дундаж бүтээл, м³/цаг	451.4	418.6	393.5	365.1	372.2
4	Паркийн ажилласан цаг, маш.цаг	18,551	19,380	21,424	27,625	24,759
5	Календарийн фонд цаг ашиглалтын коэффициент	0.75	0.74	0.75	0.81	0.88

Тайлбар: Liebherr R-9350 экскаватор нь 2020-2022 онуудад тус бүр 3 ширхэг, 2023 онд 4 ширхэг, 2024 онд 5 ширхэг ажилласан.

4-р хүснэгт. Тээвэрлэх иж бүрдлийн гүйцэтгэлийн үзүүлэлт, сүүлийн 3 жилээр

№	Үзүүлэлтүүд	Хэмжих нэгж	Ашиглалтын онууд					
			2022		2023		2024	
			Төлөвлөгөө	Гүйцэтгэл	Төлөвлөгөө	Гүйцэтгэл	Төлөвлөгөө	Гүйцэтгэл
1	Уулын цул тээвэрлэлт-бүгд	мян.м³	27,500.0	27,890.0	28,000.0	28,741.3	31,500.0	31,304.0
	Унаас	мян.м³	13,921.6	14,188.6	15,135.1	15,250.2	15,791.6	15,844.8
	Хяар	мян.м³	13,578.4	13,721.4	13,864.9	13,491.1	13,451.3	12,872.8
2	Ачаа тээвэр	мян.тн	71,294.0	72,324.3	74,500.1	74,697.5	81,584.9	82,648.5
3	Тээвэрлэлтийн дундаж зай	км	3.8	3.73	3.92	3.65	3.73	3.68
4	Ачаа эргэлт	мян.ткм	270,850	268,760	299,390	278,430	309,130	301,980
5	Төрөл бүрийн тээврийн хэргийн ажилласан машин цаг	маш.цаг	430,000	499,614	460,000	490,136	-	-
6	Нийт зардал	сая.төг	205,620.9	207,741.6	307,756.1	252,142.9	347,353.4	285,377.8
7	Технологийн тээврийн 1 тнм ачаа эргэлтийн өөрийн өртөг	төгрөг	610.2	637.7	875.6	770.5	994.7	835.7
8	Төрөл бүрийн тээврийн 1 машин цагийн өөрийн өртөг	төгрөг	100,631	78,126	105,525	87,083	142,253	103,387

Технологийн тээврийн тоног төхөөрөмжүүдийг Авто тээврийн цех хариуцан тээвэрлэлтийн үйлчилгээ үзүүлж үйлдвэрлэлийн төлөвлөгөөт үзүүлэлтийг биелүүлэхэд хэвийн ажиллагааг ханган ажилладаг.

Тоног төхөөрөмжийн насжилтын судалгаа:

Уул уурхайн машинууд тэдгээрийн дотроос хүчин чадал ихтэй экскаваторууд үйлдвэрлэсэн газраасаа тодорхой эдэлгээний буюу ашиглалтын хугацаатай гарч хэрэглэгчдэд нийлүүлэгддэг боловч тэр хугацаа нь бодит байдалд нийцдэггүй. Онолын хувьд ил уурхайд ажиллаж байгаа экскаваторууд нь тасралтгүй ажиллагаатай объектод сарын 500 машин/цаг, жилийн 6,000

машин/цаг ажиллана гэж үздэг. Шууд утгуурт экскаваторууд нь 15 жилийн эдэлгээний хугацаатай үйлдвэрлэгддэг гэж үзвэл нийт 90,000 машин/цаг ажиллах ёстой.

Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн хувьд 2024 онд ажилласан 13 экскаватор нь нийт 82,534 машин/цаг, 1 экскаватор дунджаар 6,348.76 машин/цаг ажилласан байна.

5-р хүснэгт. Экскаваторуудын насжилт, парк шинэчлэлт хийхэд баримтлах график

№	Машины марк дугаар	Насжилт, жилээр	Шинэчлэлт хийх хугацаа, оноор						
			2025	2026	2027	2028	2029	2030	
1	ЭКГ-10 №12	28	+						
2	ЭКГ-10 №21	14		+					
3	ЭКГ-10 №22	15			+				
4	ЭКГ-10 №23	9							+
5	ЭКГ-12K №25	6							
6	ЭКГ-12K №26	6							
7	ЭКГ-12K №27	5							
8	ЭКГ-12K №28	4							
9	LIEBHERR 9350 №20	16	+						
10	LIEBHERR 9350 №24	9							
11	LIEBHERR 9350 №29	3							
12	LIEBHERR 9350 №30	1							
13	LIEBHERR 9350 №31	1							

Насжилтын үзүүлэлтийг харахад ил уурхайн ухаж ачих 13 ширхэг экскаватороос 4 ширхэг экскаваторыг ойрын хугацаанд солих шаардлагатай нь харагдаж байна.

6-р хүснэгт. Автосамосвалуудын насжилт, парк шинэчлэлт хийхэд баримтлах график

№	Тээврийн хэрэгслийн загвар	Гараж №	Нийт гүйлт, мян.км	Зэрэглэл	Ашиглалтанд орсон огноо
1	БелАЗ-75131	66	1,473	VII	2012.02.01
2	БелАЗ-75131	67	1,452	VII	2012.10.01
3	БелАЗ-75131	68	1,527	VII	2012.10.01
4	БелАЗ-75131	69	1,575	VII	2012.10.01
5	БелАЗ-75131	70	1,558	VII	2012.10.01
6	БелАЗ-75131	71	1,393	VII	2013.06.12
7	БелАЗ-75131	72	1,428	VII	2013.06.12
8	БелАЗ-75131	73	1,500	VII	2013.10.07
9	БелАЗ-75131	74	1,454	VII	2013.10.02
10	БелАЗ-75131	75	1,323	VII	2014.07.01
11	БелАЗ-75131	76	1,352	VII	2014.10.01
12	БелАЗ-75131	77	1,140	VII	2016.05.01
13	БелАЗ-75131	78	1,080	VII	2016.05.01
14	БелАЗ-75131	79	1,076	VII	2016.08.15
15	БелАЗ-75131	80	1,063	VII	2017.01.01
16	БелАЗ-75131	81	1,075	VII	2017.01.01
17	БелАЗ-75131	82	974	VII	2018.01.01
18	БелАЗ-75131	83	980	VII	2018.01.01
19	БелАЗ-75131	84	972	VII	2018.01.01
20	БелАЗ-75131	85	928	VII	2018.06.01
21	БелАЗ-75131	86	923	VII	2018.06.01
22	БелАЗ-75131	87	951	VII	2019.06.01
23	БелАЗ-75131	88	813	VI	2019.06.28
24	БелАЗ-75131	89	750	VI	2019.06.28
25	БелАЗ-75131	150	661	V	2020.06.10
26	БелАЗ-75131	151	685	V	2020.06.10
27	БелАЗ-75131	152	677	V	2020.06.10
28	БелАЗ-75131	153	679	V	2020.06.10
29	БелАЗ-75131	154	660	V	2021.06.10
30	БелАЗ-75131	155	514	IV	2021.06.10
31	БелАЗ-75131	156	518	IV	2021.06.10
32	БелАЗ-75131	157	420	III	2021.12.31
33	БелАЗ-75131	158	346	III	2021.12.31
34	БелАЗ-7513D	159	328	III	2022.07.01
35	БелАЗ-7513D	160	333	III	2022.07.01
36	БелАЗ-7513D	161	314	III	2022.07.01
37	БелАЗ-7513D	162	314	III	2022.07.01
38	Komatsu HD1500-8	1001	50	I	2024.09.04
Дундаж			927.8		

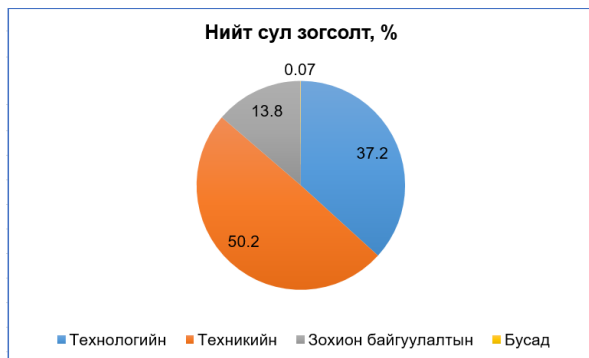
I зэрэглэл нь 150 мян.км хүртэл, II зэрэглэл нь 150-300 мян.км, III зэрэглэл нь 300-450 мян.км, IV зэрэглэл нь 450-600 мян.км, V зэрэглэл нь 600-750 мян.км, VI зэрэглэл нь 750-900 мян.км, VII зэрэглэл нь 900 мян.км-ээс дээш гүйлттэй буюу үйлдвэрлэгчийн гүйлтийн нөөц 800 мян.км гэж тогтоосон байдаг.

Насжилтын үзүүлэлтийг харахад ил уурхайн тээвэрт 2024 оны байдлаар ашигласан 38 ширхэг тээврийн төхөөрөмжөөс 23 ширхэг нь 100-с дээш хувийн насжилттай байна.

Тоног төхөөрөмжийн сул зогсолтын судалгаа:

7-р хүснэгт. Эскаваторын паркийн ажиллагаа, сул зогсолт

Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Ашиглалтын жилүүд			
		2019	2020	2021	2022
Хуанлийн хугацаа	маш.цаг	43,800	51,264	52,416	45,969
Ажилласан цаг	маш.цаг	30,373	34,733	37,610	35,467
Нийт сул зогсолт	маш.цаг	13,427	16,531	14,806	10,230
Үүнээс:					
Технологийн:					3,134
Тэсэлгээний ажил	маш.цаг	540	617.5	660	549
Хүдрийн дундажлал	маш.цаг	6,108	5,214	5,130	2,163
Зөөвөр нүүдэл	маш.цаг	190	463	331	262
Техникийн:					4,230
Их засвар	маш.цаг	0	3,144	0	3,296
Төлөвлөгөөт урьдчилсан засвар	маш.цаг	3,424	3,275	4,205	3,504
Механик хэсгээс үүдэлтэй гэнэтийн зогсолт	маш.цаг	0	41.5	119.5	95
Цахилгааны хэсгээс үүдэлтэй гэнэтийн зогсолт	маш.цаг	5	9.5	42	10
Механик хэсгээс үүдэлтэй техникийн үйлчилгээ	маш.цаг	551	710	762	862.5
Цахилгааны хэсгээс үүдэлтэй гэнэтийн зогсолт	маш.цаг	518	552	440	452
Төлөвлөгөөт цахилгааны салгалт	маш.цаг	355	355	513.5	331.5
Зохион байгуулалтын:					1,163
Тээврийн машингүй	маш.цаг	540	435.5	1,225	674
Баяжуулах үйлдвэр хуудар хүтээн аваагүй	маш.цаг	1,014	1,527	1,186	936
Хөрс хягааралт	маш.цаг	101	81.5	10	0
Бусад:					60
Гэнэтийн цахилгаан тасралт	маш.цаг	54	27.5	14	48
Салбэггүй	маш.цаг	0	0	0	992
Цаг уураас шалтгаалсан	маш.цаг	12	46	62	41
Календарийн фонд ашиглалт	%	0.69	0.67	0.71	0.77



3-р зураг. Эскаваторын сул зогсолтод эзлэх хувь

8-р хүснэгт. Автосамосвалын паркийн ажиллагаа, сул зогсолт

Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Ашиглалтын жилүүд			
		2019	2020	2021	2022
Хуанлийн хугацаа	маш.цаг	385,440	384,384	385,440	386,496
Ажилласан цаг	маш.цаг	223,826	259,016	285,383	258,220
Нийт сул зогсолт	маш.цаг	161,614	125,368	100,057	128,276
Үүнээс:					
Авто тээврийн байгууллага:					1860
Жолоочгүй	маш.цаг	524	250	32	47
Тэсэлгээнээс хамаарсан	маш.цаг	2,846	2,854	2,753	3,404
Бусад	маш.цаг	4	0	10	79
Ил уурхай:					617
ЭКГ механик эвдрэл	маш.цаг	1,984	978	5,359	279
ЭКГ-н цахилгааны ажил	маш.цаг	1,257	777	3,683	1,681
ЭКГ-н зөөвөр нүүдэл	маш.цаг	674	484	416	134
ЭКГ агуулгын зөрүү /хүдэр/	маш.цаг	0	0	15	2
ЭКГ агуулгын зөрүү /хүдэр/	маш.цаг	0	0	1,026	150
Шидэлт	маш.цаг	0	0	0	3
Баяжуулах үйлдвэр:					128
ККД	маш.цаг	864	123	694	237
КСИ	маш.цаг	356	30	111	43
Тушаал:					17,496
Хангамж:	маш.цаг	1,229	1,154	24	144
Засварт зогссон:					21,886
Ээлжийн горим:	маш.цаг	23,069	23,915	21,269	23,975
Ээлжийн горим:	маш.цаг	4,224	4,224	4,668	6,088
Календарийн фонд ашиглалт	%	0.58	0.67	0.74	0.66



4-р зураг. Автосамосвалын паркийн сул зогсолтод нөлөөлөх ил уурхайгаас хамаарсан сул зогсолт

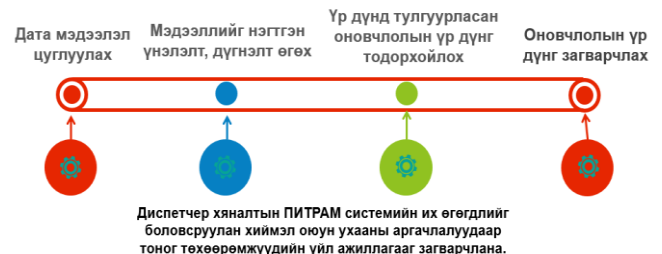
III. ЦААШИД ХИЙГДЭХ ТООЦООЛЛУУД, ХҮРЭХ ҮР ДҮН, ЗАГВАРЧЛАЛ

Загварчлал:

Хүдрийн ил уурхайн диспетчер хяналтын системийн дата мэдээлэлд тулгуурлаж статистик боловсруулалт хийж нэгтгэн дүгнэж тоног төхөөрөмжийн бүтээлийг нэмэгдүүлэх, цаг ашиглалтыг өсгөх боломжийг судлан оновчилж загварчлана.

Цаашид хийгдэх тооцооллууд:

- Эскаватор болон автосамосвалын сул зогсолт, цаг ашиглалтын байдлыг дээшлүүлэх боломжийг судлаж оновчтой тооцоолол хийх,
- Хүдрийн дундажлалыг хангах хүчин зүйлсийг тодорхойлж дүгнэх,
- Мэргэжлийн программ хангамжид суурилсан симуляци загварчлал хийх—Хиймэл оюун ухааны программ ашиглах.



5-р зураг. Ухаж-ачих, тээвэрлэх иж бүрдлийн оновчлол, загварчлал хийх дараалал

ДҮГНЭЛТ

Ухаж-ачих, тээвэрлэх тоног төхөөрөмжийн насжилтын үзүүлэлтийг харахад ил уурхайн ухаж ачих 13 ширхэг экскаватороос 4 ширхэг экскаваторыг ойрын хугацаанд солих шаардлагатай нь харагдаж байна. Мөн 130-136 тн даацтай нийт 37 ширхэг БелАЗ маркийн автосамосвал, 2025 оноос 140 тн даацтай Komatsu маркийн 10 ширхэг автосамосвал, нийт 47 тээврийн машин хэрэглэж байгаагаас 23 ширхэг нь 100-с дээш хувийн насжилттай байгаа нь нийт техник хэрэгслийн насжилт өндөр байгааг харуулж байна.

Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн хүчин чадал баяжуулах үйлдвэрийн өргөтгөл, шинэчлэлээс хамаарч өсөх хандлагатай байгаа тул одоо ажиллаж байгаа экскаватор, автосамосвалуудын ашиглалтыг сайжруулах, парк шинэчлэл хийгдэж буй тоног төхөөрөмжүүдийн оновчтой хослолыг тодорхойлох шаардлага тулгарч байна. Мөн хүдрийн ил уурхайн экскаваторууд, автосамосвалуудын бүтээлийн өөрчлөлт болон паркийн дундаж бүтээлийн хэмжээнээс дүгнэн хэлэхэд тэдгээрийн бүтээл бууралтанд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг судлан үзэж тэдгээрийн нөлөөллийг тодорхой түвшинд багасгах боломж байгаа эсэхийг оновчлол, загварчлалын үр дүнгээр тодорхойлно.

НОМ ЗҮЙ

- [1] Б.Алтантуяа, Судалгаа шинжилгээний арга зүй, УБ, 2011 он.
- [2] Ч.Авдай, Д.Энхтуяа, Судалгаа шинжилгээний ажлыг гүйцэтгэх арга зүй, УБ, 2000 он.
- [3] Инженерийн лавлах-5, Ил уурхайн технологи, УБ, 2010 он
- [4] Ц.Нанзад Экскаваторын найдвартай ажиллагаа, УБ 2000 он.
- [5] Ц.Нанзад, К.Хавалболат, Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн Лиебхерр-994 маркын экскаваторын ашиглалтын судалгаа. Эрдэм шинжилгээний ажлын тайлан, УБ, 2013 он
- [6] Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн үйлдвэрлэл, эдийн засаг, аж ахуйн үйл ажиллагааны үр дүнгийн тайлан, 2024 он
- [7] <https://www.Google.com/>

ШИВЭЭ ОВООГИЙН ХҮРЭН НҮҮРСНИЙ УУРХАЙН ХӨРӨНГӨ ОРУУЛАЛТЫГ НЭМЭГДҮҮЛЭХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

Зоригтын Санчир

Монгол улс, Улаанбаатар хот, ШУТИС, Геологи уул уурхайн сургууль, Уул уурхайн технологийн салбар
И-мэйл хаяг: Sanchir@id@gmail.com

Хураангуй: Шивээ Овоогийн орд нь Монгол улсын стратегийн ач холбогдол ашигт малтмалын орд бөгөөд судлаачийн зүгээс уурхайн нөөц, техник, технологи, санхүүгийн байдлын судалгаа хийж өнөөгийн түвшинд үнэлэлт дүгнэлт өглөө. Мөн хөрөнгө оруулалтад хийсэн судалгааны хүрээнд өмнө хийгдсэн хөрөнгө оруулалттай танилцаж, 2024 онд хийгдсэн хөрөнгө оруулалтад үр ашгийн судалгаа хийж, уурхайн хөрөнгө оруулалтыг нэмэгдүүлэх боломжийн талаар санал дүгнэлт боловсрууллаа.

УДИРТГАЛ

БНМАУ-ын Сайд нарын зөвлөлийн 1989 оны 04-р сарын 26-ний өдрийн 98 дугаар тогтоолыг хэрэгжүүлэх арга хэмжээний хүрээнд 1989 оны 05-р сарын 24-ний өдөр ЭХУУҮГЯамны сайдын 134 дүгээр тушаал гарч Шивээговь хотхоны хамгаалалт, ашиглалтын түр захиргаа байгуулахаар шийдвэрлэсэн нь өнөөдрийн Шивээ Овоогийн нүүрсний уурхайн үндэс суурь болжээ.

Шивээ Овоогийн уурхай нь жилдээ 8.6 сая.м3 хөрс хуулж, 2.0 сая.тн нүүрс олборлон, борлуулах хүчин чадалтай. Шивээ Овоогийн ордын нүүрс нь Х-3 бүлгийн хүрэн нүүрсний ангилалд хамаарах ба одоогийн байдлаар Монгол улсын дотоодын нүүрсний хэрэгцээний 28.3%, “ДЦС-IV” ТӨХК-ийн хэрэгцээний 50.0%-ийг дангаараа хангаж буй Монгол Улсын стратегийн ач холбогдол бүхий ашигт малтмалын орд юм.

Компанийн нийт хувьцааны 90 хувийг Монгол улсын Засгийн газар эзэмшдэг, 10 хувийг нь бусад хувьцаа эзэмшигчид эзэмшдэг. Монгол улсын Засгийн газрын 2013 оны 100 дугаар тогтоолоор “Эрдэнэс Монгол” ХХК нь “Шивээ

Овоо” ХК-ийн төрийн эзэмшлийн хувьцааны төрийн төлөөллийг хэрэгжүүлдэг.

СЭДВИЙН СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ:

Шивээ Овоогийн уурхайтай холбоотой өмнөх судлаачдын бүтээлд санхүүгийн хүндрэлтэй нөхцөл байдлаас шалтгаалж техник, технологийн шинэчлэлийг тогтмол хийж чаддаггүйгээс уурхайн насжилтаас хамаарсан судалгаа, мөн тээвэртэй

болон тээвэргүй ашиглалтын системээр уурхайн олборлолт явагдаж байгаа тул ашиглалтын технологийн судалгааны ажлууд зонхилж байна. Тухайлбал Судлаач Г.Даваажаргал, удирдагч Док.Дэд.проф. К.Хавалболот, Зөвлөх Док.Проф. Ц.Нанзад, нарын 2022 онд гүйцэтгэсэн “Цахилгаан экскаваторын эдэлгээний хугацаатай уялдуулан аюулгүй байдлын эрсдэлийн түвшнийг үнэлэх” Техникийн ухааны магистрын зэрэг горилох бүтээл, Судлаач Дандарын Батмөрөн, удирдагч Док(Ph.D). Д.Гэрэлт-Од нарын 2011 оны Алхагч экскаваторын өргөх болон татах механизмын завсрын араат голын элэгдлийг судлах Техникийн ухааны магистрын зэрэг горилох бүтээлүүд, судлаач Г.Золбаяр, удирдагч Доктор (Ph.D.), дэд.проф Х.Жаргалсайхан, Зөвлөх техникийн ухааны магистр С.Энхцацрал, Лхахүү нарын 2016 Компанийн үнэ цэнийг тодорхойлох нь Бизнесийн удирдлагын магистрын зэрэг горилох бүтээлүүд байна. Мөн Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулийн харьяа уул уурхайн хүрээлэнгийн боловсруулсан Шивээ Овоогийн нүүрсний уурхайн техникийн зураг төсөл 2006 он, Уул уурхайн хүрээлэнгийн боловсруулсан Говьсүмбэр аймгийн Шивээговь сумын нутагт орших Шивээ Овоогийн хүрэн нүүрсний ордыг ашиглах ил уурхайн өргөтгөлийн техник эдийн засгийн үндэслэл 2018 он, “Эрдэнэс Монгол” ХХК-ийн захиалгаар “Бодит чадал” ХХК-ийн гүйцэтгэсэн Шивээ-овоо ордыг түшиглэн баригдах 200 МВТ цахилгаан станцын техник-эдийн засгийн үндэслэл зэрэг материалууд байна. Дээрх байдлаас харахад уурхайг түшиглэсэн оновчтой, үр ашигтай хөрөнгө

оруулалт хийх боломжийг нэмэгдүүлэх талаар нарийвчилсан судалгаа хийж гүйцэтгэх хэрэгцээ үүсэж байна.

ОНОЛ АРГА ЗҮЙН СУДАЛГАА:

Хөрөнгө оруулалтын үр дүнд буй болсон санхүүгийн үр ашгийн үзүүлэлтүүдийн системд 7 үзүүлэлтийг авч үздэг. Үүнд:

1. Хөрөнгө оруулалт ба инновацийн төслийг хэрэгжүүлсний үр дүнд буй болсон цэвэр ашиг ба цэвэр орлогын өсөлт;
 2. Хөрөнгө оруулалт ба инновацийн төслийг хэрэгжүүлснээр буй болсон орлогын өсөлтийн нийт дүнд эзлэх цэвэр орлого ба ашгийн өсөлтийн хувь хэмжээ ;
 3. Хөрөнгө оруулалт ба инновацийн төслийг хэрэгжүүлж байгаа салбарт буй болсон нийт ба цэвэр орлогоор тооцсон тодорхой нэр төрлийн бүтээгдэхүүний ашигт ажиллагааны өсөлт ;
 4. Хөрөнгө оруулалт ба инновацийн төслийг хэрэгжүүлж байгаа салбарт буй болсон нийт ашиг ба цэвэр ашгаар тооцсон тодорхой нэр төрлийн бүтээгдэхүүний ашигт ажиллагааны өсөлт ;
 5. Хөрөнгө оруулалт ба инновацийн төслийг хэрэгжүүлснээр буй болсон дээрх үзүүлэлтүүдийн өсөлтийн үр дүнд тодорхой нэр төрлийн бүтээгдэхүүний өөрийн өртгийг хямдруулснаас цэвэр орлого ба цэвэр ашиг, цэвэр нэмэгдсэн өртгийн өсөлтийн хувь хэмжээ ;
 6. Хөрөнгө оруулалт ба инновацийн төслийг хэрэгжүүлсний үр дүнд өссөн цэвэр нэмэгдсэн өртгийн өсөлт ;
 7. Хөрөнгө оруулалт ба инновацийн төслийг хэрэгжүүлсний үр дүнд өссөн элэгдэл хорогдлыг багтаасан цэвэр нэмэгдсэн өртгийн өсөлт зэрэг болно.
- Судлаачийн зүгээс 2023 болон 2024 оны санхүүгийн үзүүлэлтийг ашиглан тухайн үзүүлэлтүүдийг тодорхойллоо.

НЭГ. ШИВЭЭ ОВООГИЙН УУРХАЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНД ХИЙСЭН СУДАЛГАА

1.1 ШИВЭЭ ОВООГИЙН УУРХАЙН ЕРӨНХИЙ МЭДЭЭЛЭЛ:

Шивээ Овоогийн уурхай нь жилд дунжаар 8.6 сая.м3 хөрс хуулж, 2.0 сая.тн нүүрс олборлон, борлуулах хүчин чадалтай бөгөөд 2019 оны 1 дүгээр сарын 09-ний өдрийн ЭБМЗ-ийн хурлаар, улсын төвийн эрчим хүч, дулааны хэрэглээний

өсөлтийг үндэслэн 4.5 сая тн нүүрс олборлох ТЭЗҮ-г хэлэлцүүлж, 2019 оны 5 дугаар сарын 13-ны өдөр батлуулсан.

Тусгай зөвшөөрөл

Шивээ Овоогийн хүрэн нүүрсний ордын Шинэ-Усны хэсгийн 4290 га талбайд төрийн өмчит “Эрдэнэс Монгол” ХХК-ийн тусгай зөвшөөрөлийн талбайд “Шивээ Овоо” ХК нь олборлолтын үйл ажиллагаа явуулж байна.

Нөөц

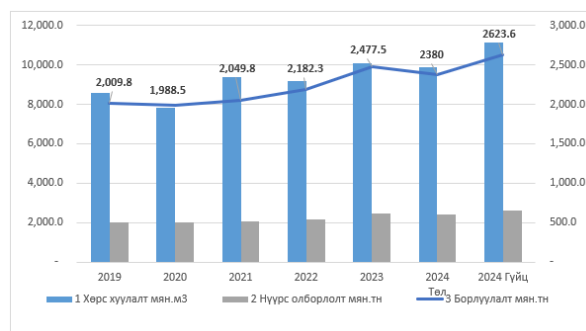
Шивээ Овоогийн нүүрсний орд зүүн хойноосоо баруун урагшаа сунаж тогтсон уртаараа 35 км өргөнөөрөө 15 км хэмжээтэй Шинэ-Ус, Өөхийн цагаан, Ногоон тойрмын гэсэн 3 хэсгүүдээс бүрдэх бөгөөд нийт 2.8 тэрбум тонн геологийн нөөцтэй. Үүнээс 2024 оны 01 дүгээр сарын 01-ний байдлаар Шинэ усны хэсгийн Эрдэнэс Монгол нэгдлийн нийт 4290 га талбайд 594 сая.тн нүүрсний нөөцтэй.

1.2 ШИВЭЭ ОВООГИЙН УУРХАЙН ТЕХНОЛОГИД ХИЙСЭН СУДАЛГАА

Олборлолт:

Уурхай нь 2024 оны 12-р сарын 31-ний байдлаар 43.6 сая.тн нүүрс олборлон, 43.0 сая.тн нүүрс хэрэглэгчдэд нийлүүлэн, 41.2 сая.м3 тээвэргүй хөрс хуулалт, 117.9 сая.м3 тээвэртэй хөрс хуулалт, 42.7 сая.м3 дахин шидэлт, 13.9 сая.м3 инженер ажил хийж нийт 252 сая.м3 уулын цулын ажил гүйцэтгэсэн байна.

Зураг №1 Уулын ажлын үзүүлэлт сүүлийн 5 жилээр



2024 онд 2630.0 мян.тн нүүрс олборлон борлуулсан нь уурхайн хүчин чадлаас 30 гаруй хувиар илүү үзүүлэлт бөгөөд тухайн жилийн бизнес төлөвлөгөөнд 2 удаагийн тодотгол оруулж,

Эрдэнэс Монгол нэгдлийн ТУЗ-өөр хэлэлцүүлэн батлуулж ажилласан байна.

2024 оны эхнээс хэрэглэгчдээс ирүүлсэн нүүрсний нэмэлт 250.0 мян.тн нүүрсийг олборлон борлуулах шаардлагаар техник зохион байгуулалтын арга хэмжээг авч хэрэгжүүлсэн боловч хур бороо, үер усны давтаж их, ажлын бус хажуугийн гулсалтын идэвхжилт, нүүрсний чанар зэрэг хүндрэлтэй нөхцөл байдлаас хамаарч ашиглалтын 2-р аманд ЭШ-25/90 алхагч экскаваторын ажлын талбайд цлик тулгуур үлдээж, 120.0 мян.тн нүүрс нээх ажлыг 2025 онд 1-р улиралд хийхээр төлөвлөсөн ашиглалтын 3-р амны зүүн жигүүрийн гарш хэсгийн 155.0 мян.тн нүүрсийг урьдчилан нээхээр шилжүүлэн ажлыг эхлүүлсэн.

Техник, тоног төхөөрөмж:

Уурхайд 2024 оны 06 дугаар сарын 30-ны өдрийн байдлаар 2 алхагч экскаватор, 5 цахилгаан экскаватор, 5 гидро экскаватор, 17 ширхэг автосамосвал, 2 өрмийн машин, 3 дугуйт ачигч, 4 автогрейдер, 2 усны машинтайгаар олборлолт явуулж байна. Нийт 39 ширхэг хүнд машин механизмын 15 нь буюу техникийн 38% нь ашиглалтын нормт хугацаа дууссан байна. Техникийн эвдрэл болон насжилтаас шалтгаалан 2024 оны техникийн бэлэн байдлын итгэлцүүр 76%, техник ашиглалтын итгэлцүүр 73.1% байна.

1.3 Шивээ Овоогийн уурхайн эдийн засаг, санхүүгийн үйл ажиллагаанд хийсэн судалгаа

2024 оны жилийн эцсийн гүйцэтгэлээр нүүрс борлуулалтын нийт зардал төлөвлөсөн хэмжээнээс 13.8 хувь буюу 15.4 тэрбум төгрөгөөр өссөн бол өнгөрсөн оны мөн үеийнхээс 116.9 хувь буюу 18.3 тэрбум төгрөгөөр өссөн байна.

Энэ хугацаанд нэг тонн нүүрсийг дунджаар 48,046.8 төгрөгөөр олборлон 42,374.0 төгрөгөөр борлууллаа. Нүүрс борлуулалтын дундаж үнэ төлөвлөсөн үнээс 8.6 хувь буюу 3,344.5

төгрөгөөр өссөн бол өнгөрсөн оны мөн үеэс 9.0 хувь буюу 3,509.3 төгрөгөөр өссөн байна. Мөн уулын цулын нэгжийн өртөг төлөвлөсөн хэмжээнээс 2.1 хувь буюу 135.9 төгрөгөөр өссөн бол, өнгөрсөн оны мөн үеийн түвшнээс 1.1 хувь буюу 7.2 төгрөгөөр өссөн байна.

Хүснэгт №2 Үйлдвэрлэл, санхүүгийн үзүүлэлт

Д/д	Үзүүлэлтүүд	Хэм	2023 оны гүйцэтгэл	2024 оны төлөвлөгөө	2024 оны гүйцэтгэл	2024 гүйц / 2024 төлөв харьцуулалт	
						Хувь	Зөрүү
I	Эдийн засгийн үзүүлэлт						
1	Нүүрс олборлолт	м.тн	2,479.1	2,400.00	2,633.31	109.72	233.31
	Нүүрс борлуулалт	м.тн	2,477.5	2,380.00	2,623.55	110.23	243.55
	Хөрс хуулалт	м.м³	10,097.8	9,890.00	11,151.22	112.75	1,261.22
	Дахин шидэлт	м.м³	3,258.4	3,340.00	3,558.60	106.54	218.60
	Инженерийн ажил	м.м³	781.7	1,666.40	1,649.10	98.96	(17.30)
	Нийт уулын цул	м.м³	16,186.7	16,879.87	18,535.20	109.81	1,655.33
2	Нийт орлого:	м.төг	97,181,671.8	92,985,209.30	112,254,520.69	120.72	19,269,311.39
	Үүнээс Цэвэр борлуулалт	м.төг	96,286,302.3	92,890,209.30	111,170,380.30	119.68	18,280,171.00
3	Нийт зардал:	м.төг	108,215,837.4	111,156,554.80	126,521,961.93	113.82	15,365,407.13
	Үүнээс:Удирдлагын	м.төг	502,990.0	713,573.80	826,035.74	115.76	112,461.94
4	Татварын өмнөх ашиг(алдагдал)	м.төг	(11,034,165.55)	(18,171,345.50)	(14,267,441.24)	78.52	3,903,904.26
5	Төсвийн төлбөрт:	м.төг	15,199,753.32	15,199,753.32	17,150,731.53	112.84	1,950,978.21
	а\ Орлогын татварт	м.төг	-	-	2,218.48	-	2,218.48
	б\ НӨАТ	м.төг	9,628,630.23	9,289,020.93	11,117,038.03	119.68	1,828,017.10
	в\ Бусад татварт	м.төг	5,481,894.5	5,910,732.39	6,031,475.02	102.04	120,742.63
6	Нийт авлага	м.төг	6,874,942.2	6,763,903.08	12,118,328.79	179.16	5,354,425.71
7	Нийт өглөг	м.төг	168,751,237.7	160,838,070.00	203,536,320.79	126.55	42,698,250.79
	Үүнээс богино хугацаат өглөг	м.төг	77,401,172.3	68,821,450.00	115,919,774.40	168.44	47,098,324.40
8	Сарын дундаж цалин	м.төг	3,365.1	3,394.18	3,970.85	116.99	576.68
9	1 тн нүүрсний өртөг	төг	43,651.83	46,315.23	48,046.79	103.74	1,731.56
10	1 тн нүүрсний дундаж үнэ	төг	38,864.70	39,029.50	42,374.00	108.57	3,344.50
11	1 м³ уулын цулын өртөг	төг	6,588.9	6,460.46	6,596.32	102.10	135.85
12	Нийт цалингийн сан	м.төг	17,590,214.5	19,835,582.47	20,434,016.91	103.02	598,434.44
13	Ажилчдын тоо	хүн	436	487.00	429	88.06	(58.17)
14	Бор-ын 1 төг-т ногдох зардал	төг	1.12	1.20	1.14	95.11	(0.06)
II	Түлш эрчим хүчний найдвартай байдал						
1	Аваар, осол /техникийн/	тоо	-	-	-	-	-
2	Хөрс хуулалтын коэффициент	м³/тн	4.07	4.12	4.23	102.76	0.11
3	Ус шүүрүүлэлт	м.куб	1,306.8	3,153.67	834.33	26.46	(2,319.34)
4	Нөхөн сэргээлтийн зардал	м.төг	45,156.0	301,621.40	257,598.84	85.40	(44,022.56)

Нүүрсний өөрийн өртгийг бүрдүүлж буй нийт зардлаас 20 нэр төрлийн зардал 21.6 тэрбум төгрөгөөр хэтэрсэн, 18 нэр төрлийн зардал 5.4 тэрбум төгрөгөөр хэмнэгдсэн үзүүлэлттэй гарч, үйлдвэрлэлийн зардлуудыг төлөвлөгөө болон өнгөрсөн оны мөн үетэй харьцуулж үзвэл:

а) Хэтэрсэн томоохон зардлуудыг авч үзвэл:

1. Вагон ашиглалтын зардал:
Төлөвлөгөөтэй харьцуулахад 158.7 хувь буюу 206.6 сая төгрөгөөр хэтэрсэн шалтгаан нь борлуулалтын орлого өссөнөөр вагон ашиглалт, таталт тавилт, бичиг баримт нэгжийн үнийн нэмэгдсэнтэй холбоотой.

2. Үндсэн хөрөнгийн элэгдлийн зардал :
135.8 хувь буюу 2,796.7 сая төгрөгөөр хэтэрсэн

шалтгаан нь нь 2024 оны хөрөнгө оруулалтын техникүүдийн элэгдэл болон машинуудын хөдөлгүүр, кробканы их засваруудыг капиталжуулан элэгдэл байгуулсантай холбоотой.

3. Санхүүгийн зардал: Төлөвлөгөөтэй харьцуулахад 278.5 хувь буюу 2,179.8 сая төгрөгөөр хэтэрсэн шалтгаан нь Эрдэнэс монгол ХХК болон Эрдэнэс таван толгой ХХК-аас авсан зээлийн хүүгээр хэтэрсэн.

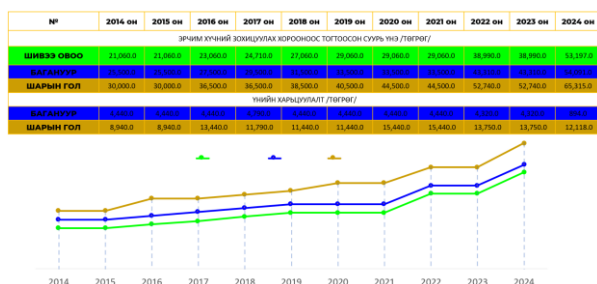
4. Цалин сангийн зардал: Төлөвлөгөөтэй харьцуулахад 103.0 хувь буюу 598.4 сая төгрөгөөр хэтэрсэн шалтгаан нь өвөлжилтийн хүндрэлээс шалтгаалан хэрэглэгчдийн захиалга нэмэгдсэнээр ажил ихсэж хийснээр цалин нэмэгдсэн болон 4-р сард нэмэгдэх байсан цалингийн 10%-ийн

нэмэгдлийг 1-р сард нэмсэн зэрэгтэй холбоотой байна.

1.4 Нүүрсний үнийн өөрчлөлтийн судалгаа

“Шивээ Овоо” ХК-ийн ДЦС-д нүүрс борлуулах үнийг эрчим хүчний зохицуулах хорооноос тогтоодог бөгөөд ижил төрлийн нүүрс олборлогч Багануур болон Шарын голын нүүрсний уурхайнуудаас бага үнээр тогтоож байна.

Зураг №3 2025 Нүүрсний үнийн өөрчлөлт



2024 оны тайлант дүнгээр 1 тн нүүрсний өртөг 48,046.8 төгрөг, борлуулсан нүүрсний дундаж үнэ 42,374.0 төгрөг буюу өртгийн зөрүү -5,672.8 төгрөгийн алдагдал хүлээн ажилласан байна. “Шивээ Овоо” ХК-ийн дулааны цахилгаан станцад борлуулах 1 тн нүүрсний үнийг ЭХЗХ-ны 2024 оны 12 дугаар сарын 06-ны өдрийн 695 дугаар тогтоолоор 53,197 төгрөгөөр шинэчлэн тогтоосон нь “Шивээ Овоо” ХК-ийн санхүүгийн байдлыг дээшлүүлэх, өртөг зардлыг бууруулбал ашигтай ажиллах боломжийг бүрдүүлж өгч байна.

ХОЁР. ШИВЭЭ ОВООГИЙН УУРХАЙН ХӨРӨНГӨ ОРУУЛАЛТАД ХИЙСЭН СУДАЛГАА

Шивээ Овоо” ХК-д 2018-2025 оны 2 дугаар сарын 21-ний өдрийн хугацаанд нийт 104.1 тэрбум төгрөгийн хөрөнгө оруулалт, бүтээн байгуулалт хийсэн. 2018-2024 оны техникийн шинэчлэл нийт хөрөнгө оруулалтын 76.5% буюу 79.6 тэрбум төгрөг болж байна.

Энэ нь “Шивээ Овоо” ХК-ийн 2018-2024 оны тайлант хугацааны нийт борлуулалтын орлого 498.1 тэрбум төгрөгийн 21.0%-тай дүйцэж байна.

2024 оны техникийн шинэчлэл, хөрөнгө оруулалтын хүрээнд CAT773E маркийн 2ш, автосамосвал, CAT350 гидроэкскаватор 1ш, SEM

956 маркийн автоашигч 2ш, 5тн даацтай тэсэлгээний ачааны машин 1ш, түлшний машин тус тус авсан бөгөөд нийт 25.6 тэрбум төгрөгийн хөрөнгө оруулалтын 17.3 тэрбум буюу 68 хувийг санхүүжүүлсэн байна.

“Шивээ Овоо” ХК 2025 онд 37.7 тэрбум төгрөгийн хөрөнгө оруулалт хийх бөгөөд хөрөнгө оруулалтын 76%-ийг уурхайн зориулалттай машин механизм, 20 хувийг уурхайн техник тоног төхөөрөмжийн их засварын ажилд зарцуулахаар төлөвлөсөн.

2.1 Хөрөнгө оруулалтын үр дүнд бий болсон санхүүгийн үр ашгийн шинжилгээ

2024 оны хөрөнгө оруулалтад хийсэн хөрөнгө оруулалтын үр ашгийн шинжилгээний үр дүнгээр:

Ашгийн цэвэр өсөлт (ΔNR_i)

$$\Delta NR_i = \Delta R_i - T_i = -7,137,179.95 \text{ м.төг}$$

Орлогын цэвэр өсөлт (ΔNI_i):

$$\Delta NI_i = \Delta I_i - T_i = 15,072,848.89 - 3,903,904.26 = 11,168,944.63 \text{ м.төг}$$

Цэвэр орлогын өсөлтийн хувь (ΔG_{ni}):

$$\Delta G_{ni} = (\Delta NI_i / \Delta I_i) \times 100 = (11,168,944.63 / 15,072,848.89) \times 100 \approx 74.09\%$$

Цэвэр ашгийн өсөлтийн хувь (ΔG_{nri}):

$$\Delta G_{nri} = (\Delta NR_i / \Delta R_i) \times 100 = (-7,137,179.95 / -3,233,275.69) \times 100 \approx 220.78\% \text{ байна.}$$

2.2 “Эрдэнэс Монгол” ХХК-аас хийж буй хөрөнгө оруулалт

Толгой компанийн зүгээс ордын нөөцийг олон улсын JORC стандартад нийцүүлэх 1-р үе шатын хайгуулын ажлын хүрээнд 2024 онд 3.2 тэрбум төгрөгөөр 9080 тууш метр өрөмдлөгийн ажил, 1700 ширхэг дээжлэлтийн ажил гүйцэтгэсэн бөгөөд 2025 онд 2,3-р шатны нарийвчилсан хайгуулын ажлыг гүйцэтгэхээр төлөвлөсөн. JORC стандарт нь Австрали улсын ашигт малтмалын нөөц баялгийг

үнэлэх стандарт бөгөөд олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн стандарт юм.

1) ДУГНЭЛТ:

Уурхайн нүүрс олборлолт, борлуулалтын хэмжээ тасралтгүй нэмэгдэж байгаа хэдий ч техник, тоног төхөөрөмжийн бэлэн байдал, цаг ашиглалт хангалтгүй байна.

2024 оны санхүү, эдийн засгийн гүйцэтгэлийг 2023 онтой харьцуулахад, борлуулалтын орлого 15.5%-иар өсч, 112.25 тэрбум төгрөгт хүрсэн боловч нийт зардал мөн 16.9%-иар нэмэгдэн, 126.52 тэрбум төгрөг болсон байна. Хөрөнгө оруулалтын үр дүнд бий болсон санхүүгийн үр ашгийн шинжилгээгээр орлогын цэвэр өсөлт 11.1 тэр.төг хэдий ч ашгийн цэвэр өсөлт -7.1 тэрбум буюу алдагдлын хэмжээ улам нэмэгдсэн байна.

2024 онд нүүрс борлуулах үнийг нүүрсний өөрийн өртөгт нийцүүлэн шинэчлэн тогтоосон нь цаашид зардлыг хянаж чадсан тохиолдолд алдагдлыг бууруулах, ашигтай ажиллах боломжийг нэмэгдүүлсэн байна.

Ордын нөөцийг улсын стандартад нийцүүлэх ажлыг эрчимжүүлсэнээр хөрөнгө оруулалт татах боломж нэмэгдэх бөгөөд уурхайг түшиглэн цахилгаан станц барих хувилбарыг нарийвчлан судлах нь зүйтэй.

а) Ашигласан материал, ном зүй:

- [1] “Шивээ Овоо” ХК-ийн 2024 оны үйл ажиллагааны тайлан
- [2] “Шивээ Овоо” ХК-ийн 2025 оны бизнес төлөвлөгөө
- [3] “Шивээ Овоогийн хүрэн нүүрсний ордын нөөцийг олон улсын JORC стандартад нийцүүлэх 1-р үе шатын хайгуулын ажлын тайлан
- [4] Бодит чадал ХХК-ийн 2021 онд гүйцэтгэсэн “Шивээ-овоо” ордыг түшиглэн баригдах 200 мвт цахилгаан станцын техник- эдийн засгийн үндэслэл
- [5] Гаалийн цахим үйлчилгээний систем
- [6] 2024 оны санхүүгийн байдлын тайлан
- [7] “Шивээ Овоо” ХК-ийн танилцуулга материалууд

[8] Уулын үйлдвэрлэлийн санхүү ждийн засгийн шинжилгээ семинарын хичээлийн гарын авлага

ИЛ УУРХАЙД ТЭСЭЛГЭЭГЭЭР ҮҮСЭХ ЧИЧИРХИЙЛЛИЙН ҮЙЛЧЛЭЛИЙН НӨЛӨӨЛЛИЙГ ТОДОРХОЙЛСОН СУДАЛГААНЫ ЗАРИМ ҮР ДҮН

Гомбын ТҮВШИНЖАРГАЛ¹, Цэдэнбатын АРИУНЖАРГАЛ²

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Дархан-Уул аймаг дахь Технологийн сургууль, Технологийн салбар

*Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: tuvshee@stda.edu.mn*¹

²Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, Уул уурхайн сургууль, Уурхайн Технологийн салбар

*Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: ts.ariunjargal@must.edu.mn*²

Хураангуй: “Эрдэнэс Силвер Ресурс” ХХК-ний Салхитын мөнгө-алтны үндсэн ордын ил уурхай Мэргэжлийн компаниар дүгнэлт гаргуулан үйл ажиллагаагаа аюул, эрсдэлгүй эдийн засгийн үр өгөөжтэйгөөр явуулах зорилгоор тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн үйлчлэл уурхайн хажуугийн тогтворжилтонд нөлөөлөх нөлөөллийг тодорхойлон тэсэлгээний ажлын үзүүлэлтүүдийг оновчлох, хариу арга хэмжээ авах ажлыг хийх шаардлага үүссэн нь энэхүү ажил гүйцэтгэх үндэслэл болсон. Цаашид уурхайд хийгдэж байгаа тэсэлгээний ажил болгоны тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн болон агаарын цохилтын үйлчлэлийн хэмжилт хийн, үр дүнг боловсруулан нөлөөллийн хэмжээ, үйлчлэлийн радиусыг бодитой тогтоон геотехникийн эрсдэлтэй бүсүүдэд тэсэлгээний ажлын паспорт боловсруулан мөрдөх нь уурхайд үүсч буй эрсдлийг бууруулах ач холбогдолтой.

Түлхүүр үг: Хажуугийн тогтворжилт, геотехник, гулсалт, нуралт, цооног.

I. УДИРТГАЛ

Судалгааны ажил нь уурхайн ашиглалтын явцад уурхайн хажууд үүсч болох гулсалт, нуралтад нөлөөлөх тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн үйлчлэлийг тодорхойлох, урьдчилан сэргийлэх, сөрөг үр дагавараас зайлсхийх зорилгоор тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн болон цохилтын долгионыг тодорхойлох хэмжилтийг 2 удаа хийн боловсруулалтын ажлыг хийж гүйцэтгэсэн болно. Цаашид тэсэлгээний ажил хийх болгонд хэмжилт хийх, улирлын шилжилт, эрсдэлтэй бүсүүдэд хийсэн үр дүнгийн боловсруулалт, авах арга хэмжээг уулын хэсгийн инженер техникийн ажилтнуудтай хамтран өрөмдлөг, тэсэлгээний ажлын паспортыг тухайн хэсэгт тохирсоноор боловсруулж байх шаардлагатай байна.

“Эрдэнэс Силвер Ресурс” ХХК-ний Салхитын мөнгө-алтны үндсэн ордын ил уурхай 2022 оны 1 дүгээр сарын 31-ны өдөр нуралт үүссэнээр 2022 оны 2 дугаар сарын 10-ны өдөр Мэргэжлийн компаниар дүгнэлт гаргуулан үйл ажиллагаагаа аюул, эрсдэлгүй эдийн засгийн үр өгөөжтэйгөөр ашиглах зорилгоор Тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн үйлчлэл уурхайн хажуугийн тогтворжилт нөлөөлөх нөлөөллийг тодорхойлон тэсэлгээний ажлын үзүүлэлтүүдийг оновчлох, хариу арга хэмжээ авах ажлыг хийх шаардлага үүссэн нь энэхүү ажил гүйцэтгэх үндэслэл болсон.

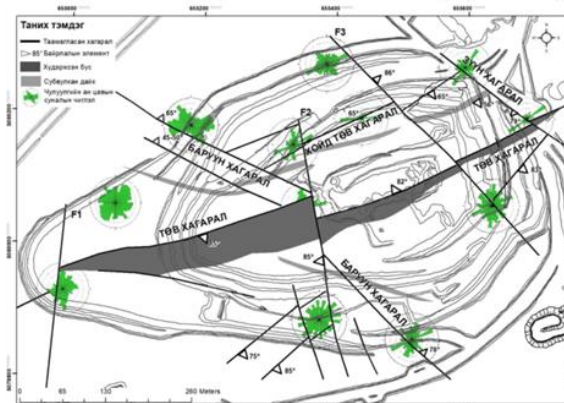
II. ҮНДЭСЛЭЛ

Салхитын мөнгө-алтны уурхайн геотехникийн судалгааг 2021, 2022, 2024 онуудад Сардоникс ХХК-ний судалгааны баг гүйцэтгэн, шаардлагатай нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийн зөвлөмж, авах арга хэмжээний талаар дүгнэлтээр хүргүүлсэн байна. Энэ геотехникийн хяналт, мониторингийн хэмжилтээр:

1. Гидрогеологийн судалгаа хийх

2. Тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн нөлөөллийг тогтоох шаардлагатай гэсэн дүгнэлт гаргасан.

Чулуулгийн төрөл, бат бөхийн үзүүлэлт, хүдэржилт, ханын тогтворжилт, ан цавын структурын бүлэгшилд нөлөөлж болзошгүй хагарлуудыг нэрлэн 1-р зурагт үзүүлэв.



1-р зураг. Хагарлуудын нэршил

Эдгээр тектоник хагарлууд нь ордыг зургаан төрлийн ан цав, структурын бүлэг буюу домейн болгон хувааж байна.

Үзлэгийн явцад уурхайн хойд ханын дээд ирмэг, баруун урд ханын дээд ирмэг болон баруун урд тээврийн зам хэсэгт олон тооны зэрэгцээ цууралтууд ажиглагдсан. Цууралтын идвэхжилт шилжилт хөдөлгөөн өндөр, цаашид даамжрах боломжтой байна.

а.



б.



в.



2-р зураг. Уурхайд үүсч буй цууралт

а. Хойд ирмэгийн цууралт, б. Баруун урд ирмэгийн цууралт, в. Баруун урд тэвэрийн замын цууралт.

Мөн уурхайн ихэнх хэсэгт хавтгай, шаантаг хэлбэрийн нурултууд үүссэн байна. Хамгийн эрсдэлтэй хэсэг бол уурхайн зүүн болон зүүн хойд хэсэгт үүссэн хавтгай хэлбэрийн нурулт байсан.

а.



б.



3-р зураг. Уурхайд үүсч буй нурулын хэлбэрүүд

а. Зүүн, зүүн хойд хэсгийн хавтгай нурулт, б. Баруун хэсгийн шаантаг нурулт.

III. ХЭМЖИЛТЭНД АШИГЛАСАН БАГАЖ, ХЭМЖИЛТ ХИЙХ АРГА

Хэмжилт хийсэн ТС-4850 багаж нь уул уурхай, барилга, гүүр, тунель, зам болон бусад салбарт тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийлэл, агаарын цохих долгионыг хэмжих зориулалттай.

Багажны онцлог:

- Тэсэлгээний үед багажийг тухайн газарт суурилуулж хэрэглэх ба ашиглахад хялбар, хэмжилт хийсний дараа үр дүнг харах боломтой.
- АД нягтрал нь 16 бит хүртэл боловсруулагддаг, энэ нь чичирхийллийн долгионыг маш өндөр нарийвчлалтай боловсруулдаг.
- 0.01 см/сек-35.4 см/сек-ийн хооронд хэмжилтийг бүртгэдэг, гар ажиллагаа
- 128-1000 хүртэлх удаагийн хэмжилтийг хийх боломжтой. 128 МВ багтаамж бүхий санах ойтой.

а.



б.



4-р зураг. Хэмжилтэнд ашигласан багаж

Тэсэлгээнээс үүсэх чичирхийллийн долгионы хурдыг тодорхойлох сейсмограф систем нь босоо, дагуу ба хөндлөн газрын хөдөлгөөний бүрэлдэхүүнийг харилцан перпендикуляраар хэмждэг. Гурван хэмжээст геофони (geophone)-р чичирхийллийн долгионы хурдыг хэмжиж, хувиргагчаар дамжуулан компьютерийн процессорт оруулан өгөгдлийг хадгалж, боловсруулалт хийдэг. Геофонийг хэмжилт хийх цэгт бэхэлж байрлуулан хамгаалалтын хэрэгсэл дээр тавих шаардлагатай.

Чичирхийллийн долгионы хурдыг хэмжих багаж нь мэдрэгч болон бичигч гэсэн хоёр хэсгээс бүрддэг. Мэдрэгч нь газрын хөдөлгөөний энергийг цахилгаан энергид хөрвүүлдэг.

Чичирхийллийн долгионыг хэмжихэд чичирхийллийн мэдрэгч (геофон)-ийг зөв байрлуулах нь чухал. Мэдрэгчийг газарт буруу байрласан бол чичирхийллийн түвшин нь бодит байдлаас илүү өндөр гарах магадлалтай. Мэдрэгчийг өвс ургамалын үндэс эсвэл сул хөрстэй гадаргууд байрлуулан хэмжилтийг хийх тохиолдолд үр дүн буруу гарах, алдаа заах магадлалтай.

Цохилтын долгионы үйлчлэлийг геофон ашиглан тохирсон давтамжаар хэмждэг. Даралтын долгио нь микрофоноор дамжин цахилгаан сигнал үүсгэн цохилтын долгионы хурдыг хэмжилт хийх явцад салхины хурд, замын хөдөлгөөн, дуу чимээ нөлөөлдөг. Микрофоныг тэсэлгээний блокууд

чиглүүлэн зориулалтын сууринд бэхлэн уурхайн хананаас 3 м-ээс их зайд байрлуулна. Микрофоны урд талын байрилга, хана ба мод гэх мэт саад болох зүйл байх ёсгүй. Мөн микрофоны ард ойлгогч объект байж болохгүй.

IV. ТЭСЭЛГЭЭГЭЭР ҮҮСЭХ ЧИЧИРХИЙЛЭЛ, АГААРЫН ЦОХИХ ДОЛГИОНЫ ХЭМЖИЛТ ХИЙСЭН АРГАЧЛАЛ

Тэсэлгээнээс үүсэх чичирхийллийн хэмжээ нь нэг агшинд тэсрэх ТБ-ын хэмжээ, хором удаашруулах хугацаа, цооногийн цэнэгийн холболтын схем, тэсрэх бодисын төрөл, түгжээсийн материал түүнчлэн эгнээ болон цооног хоорондын зай, илүү өрөмдлөг, цооногийн бүтэц, агаарын зай зэрэг тэсэлгээний ажлын паспортын үзүүлэлтүүдээс хамаардаг.

Сонгосон цэг дээр хэмжигдсэн чичирхийллийн долгионы хэмжилтын үр дүнд нэг агшинд тэсрэх ТБ-ын хэмжээ, чичирхийллийн давтамж, чулуулгийн давхарга, цооногийн нөхцөл, усны түвшин, гадаргуу дээрх долгионуудын тархалт ба өдөөх арга гэх мэт маш олон хүчин нөлөөлдөг.

Өдөөлтийн систем ба нэг агшинд тэсрэх ТБ-ын хэмжээ хоёроос бусад бүх параметрууд нь тэсэлгээний блокуудад ижилхэн бөгөөд чулуулгийн шидэлтээс шалтгаалж, чичирхийллийн долгионы түвшинд ялгаа үүсч болно.

Нягт багатай чулуулагт чичирхийлэл дамжихдаа хурдан сарних магадлалтай ба бага хэмжээний давтамжийн энерги агуулдаг. Нягт ихтэй чулуулгийн хувьд чичирхийллийн далайц нь илүү хурдан сарних хандлагатай ба өндөр давтамжийг хадгалдаг. Нягт багатай материал дахь тэсэлгээний сулралын муруй нь бага налуутай байдаг, тиймээс далайц нь хурдан сулардаггүй. Хатуу чулуулаг дахь тэсэлгээний сулралын муруй нь арай эгц налуутай байна.

Хэрвээ өндөр хажуу эсвэл томоохон саад, тэсэлгээ болон хэмжилтийн цэгийн хооронд байвал чичирхийллийн далайц нь ямар нэгэн тасралтгүй үеийнхээс бага байдаг. Чичирхийлэл нь мөн өдөөлтийн чиглэлийн дагуу илүү хүчтэй байдаг.

1. Чичирхийллийн хэмжилтийн үр дүнг боловсруулсан аргачлал

Босоо (z), дагуу (x) ба хөндлөн (y) газрын хөдөлгөөний бүрэлдэхүүнийг харилцан перпендикуляраар хэмждэг. Долгионы хурдыг дараах байдлаар тодорхойлно. Үүнд:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}, \quad (1)$$

ГАЗАР ХӨДЛӨЛ БА ТЭСЭЛГЭЭГЭЭР ҮҮСЭХ ЧИЧИРХИЙЛЛИЙН ХУРД, МАГНИТУТ БАЛЛЫН ХАМААРЛ

1-Р ХҮСНЭГТ.

Чичирхийллийн хурд		Газар хөдлөлийн зэрэг	Магнитутын масштаб аласан хэмжээ	Үзүүлэлт
Газар хөдлөлөөр	Тэсэлгээ гээр, см/с			
0,125	0,2	I	1.5	Эд хогшилд чичиргээ мэдрэгдэнэ
0,125-0,25	0,2-0,4	II	2	Өндөр давхарт байгаа хүмүүст

Чичирхийллийн хурд		Газар хөдлөлийн зэрэг	Магнитын масштаб абласан хэмжээ	Үзүүлэлт
Газар хөдлөлөөр	Тэсэлгээ гээр, см/с			
				чичиргээ илүү мэдрэгдэнэ
0,25-0,5	0,4-0,8	III	2.5	Дүүжлэгдсэн юмсад савалгаа мэдрэгдэнэ
0,5-1,0	0,8-1,5	IV	3	Ихэнх хүмүүст мэдрэгдэнэ
1,0-2,0	1,5-3,0	V	3.5-4	Чичирхийлэл мэдрэгдэнэ, нөлөөллийн зэрэг дунд
2,1-4,0	3,0-6,0	VI	4.5	Чичирхийлэл мэдрэгдэхүйцээр мэдрэгдэнэ, нөлөөллийн зэрэг дундаас дээш
4,1-8,0	6,0-12,0	VII	5	Сайн чанарын барилгад эвдрэл үүснэ
8,0-16,0	12,0-24,0	VIII	5.5-6	Бетон хана баганад аюултай эвдрэл үүснэ
-	24,0-48,0	IX	6-6.5	Хана тааз дээвэр нурна
-	>48	X-XII	7-8	Бүх барилга нурж хөрсөнд хагарал үүснэ.

2. Цохилтын долгионы үр дүнг боловсруулсан аргачлал

Атмосфер дахь агаарын эгэл хэсгийн хөдөлгөөн нь устай адилхан шинж чанараар тархдаг ба хөрсөөр дамждаг шахалтын долгионтой (P долгион) ижил, атмосферээр дамжиж буй даралтын долгион юм. Атмосферт суналтын долгион (S долгион) байдаггүй учир нь хийнд суналтын бат бэх гэж байдаггүйтэй холбоотой. Цохилтын долгион үүсгэдэг 5 төрлийн эх үүсвэрийг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Цохилтын долгионы эх үүсвэрүүд

2-р ХҮСНЭГТ.

Эх үүсвэр	Тодорхойлолт
Агаарын даралтын пульс	Мөргөцөг дэх чулуулгийн шилжилтээс үүсэх нам давтамжийн даралт
Хий ялгарах пульс	Мөргөцгөөр хий шахахад үүсэх өндөр давтамжийн даралт
Түгжээнээс ялгарах цохилт	Түгжээсээр хий дамжихад үүсэх өндөр давтамжийн даралт
Чулуулгийн даралтын цохилт	Хөрсний чичирхийллээс үүсэх агаарын бага даралт
Чимээ	Детонацийн утас эсвэл гадаргуун хором удаашруулагч үүсэх өндөр давтамжийн энерги

Цохилтын долгион нь паскаль (Pa), миллибар (mb), эсвэл паунд/инч² (psi)-ээр хэмжигддэг. Тэсэлгээнээс үүсэх цохилтын долгион нь (Ps) дууны эквивалентаар илэрхийлэгдэж дэцибел (dB) ээр хэмжигддэг ба (2) тэгшитгэлээр тооцоологдож болно.

$$P_s = 20 \cdot \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (2)$$

Үүнд:

P_s = Даралтын түвшин (децибел)

P = Хэмжигдсэн хэт даралт (паскаль)

P_0 = Стандарт даралт (2×10^{-5} паскаль)

Салхигүй мөн температурын өөрчлөлтгүй нэгэн хэвийн атмосферт зайнаас хамаарсан цохилтын долгионы урьдчилан таамаглахад хялбар байдаг. Тэсэлгээний блокийн эргэн тойрны атмосферийн нөхцөл өөрчлөгдөхөд далайц өөрчлөгдөх тохиолдол байдаг боловч цохилтын долгионы үйлчлэлд хамгийн ихээр нөлөөлдөг гурван хүчин зүйлс нь: (1) цэнэгийн хэмжээ (2) цэнэгээс алслагдсан зай ба (3) цэнэгийн тусгаарлалт юм.

Тэсэлгээгээр үүссэн агаарын цохилтын долгионы утгийг (dB - decibels) децибел гэсэн хэмжигдэхүүнээр тодорхойлдог.

5м/с хурдтай тогтуун салхи нь 120 dB-тай тэнцдэг

20м/с хурдтай хар салхи нь 140 dB-тай тэнцүү байдаг.

Олон улсад нийтлэг дагаж мөрдөж буй децибелийн хэмжээ болон түүний үзүүлэх нөлөөллийг 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Тэсэлгээнээс үүсэх цохилтын долгионы үйлчлэлийн зөвшөөрөгдөх хурдны хэмжээ

3-р ХҮСНЭГТ.

Хэмжээ	Үзүүлэх нөлөөлөл
171 dB	Цонхны шил хагарна
151 dB	Зарим тохиолдолд цонхны шил хагарана
140 dB	Урт хугацааны туршид хадгалагдаж ирсэн түүхийн дурсгалт эд зүйлс гэмтэнэ
134 dB	Олон улсын уул уурхайд дагаж мөрдвөл зохих хэмжээ

V. ТУРШИЛТЫН АЖИЛ

Хэмжилтийн зайг тухайн хэмжилт хийсэн цэгээс блокийн бүрийн төв хүртэл хэмжин үр дүнг ашигласан.

Туршилтын үр дүнг Рихтерийн шаталбараар газар хөдлөлийн баллд шилжүүлэн зураглал боловсруулав. Тэсэлгээнээс үүсэх агаарын цохих долгионы даралтын утгийг Децибел рүү шилжүүлж барилга, байгууламжид нөлөөлөх агаарын цохих долгионы үйлчлэлийн зөвшөөрөгдөх хурдны хэмжээгээр шаталбар боловсруулав.

Салхитын мөнгө-алтны ил уурхайн тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн болон агаарын цохих долгионы үйлчлэл уурхайн хананд нөлөөлөх туршилтын ажлыг 2024 оны 10-р сарын 04 болон 2025 оны 01-р сарын 12-ны өдрүүдэд чичирхийллийг хэмжигч TC-4850 маркийн багажаар хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Тэсэлгээний блокийн үндсэн өгөгдөлийг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

ТУРШИЛТ ХИЙСЭН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ БЛОКИЙН ӨГӨГДӨЛ

4-р ХҮСНЭГТ

Д/д	Үзүүлэлтүүд	Хэмжилт хийсэн хугацаа	
1	Он, сар, өдөр, цаг	2024.10.04.	2025.01.12
2	Цооногийн диаметр, мм	140	140
3	Цооногийн тоо, ш	139	198
4	- Хуурай	125	116
5	- Устай	14	82
6	Доголын өндөр, м	5.6	6.1
7	Торны хэмжээ	4.5х4	4.5х4
8	Нийт тэсрэх бодисын хэмжээ, кг	6912.9	9936
9	- Хуурай	6175.5	5797.8
10	- Устай	737.4	4138.2
11	Нэг агшинд тэсрэх ТБ-ын хэмжээ, кг	283.0	214.0
12	Тэсрэх бодисын дундаж хувийн зарцуулалт, кг/м³	0.45	0.45
13	Байшин барилгад нөлөөлөх аюулгүй зай, м	58	57
14	Чулуулгийн шидэгдэх зай, м	297	329
15	Тэсэлгээгээр үүсэх агаарын цохих долгионоос барилгад нөлөөлөх зай, м /тооцоогоор/		
16	- хүнд	500	500
17	- машин механизмд	300	300

Тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн үйлчлэлийн утгийг газар хөдлөлийн баллын зэрэгт шилжүүлсэн үр дүн болон үзүүлэх нөлөөллийг 5-р хүснэгтэд, агаарын цохих үйлчлэлийг шуугианы даралтад шилжүүлэн үзүүлэх нөлөөллийг 6-р хүснэгтэд тус тус үзүүлэв.

Тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн хэмжилтээр гарсан утгыг газар хөдлөлийн чичирхийллийн зэрэг (баллын шатлалаар) –ээр V-VI баллд харгалзаж байна.

ТЭСЭЛГЭЭГЭЭР ҮҮСЭХ ЧИЧИРХИЙЛЛИЙН ҮЙЛЧЛЭЛИЙН ҮР ДҮН

5-Р ХҮСНЭГТ

см/с				Газар хөдлө лийн зэрэг, балл	Маг ниту тын хэмж ээ	Үзүүлэх нөлөөлөл
х	у	z	ҮР дүн			
2024.10.03						
1.69	0.335	0.205	1.82	V	3.5-4	Чичирхийлэл мэдрэгдэнэ, нөлөөллийн зэрэг дунд
1.69	0.07	0.05				
1.243	1.528	0.506				
2025.01.12						
2.492	1.721	2.563	4.01 4	VI	4.5	Чичирхийлэл мэдэгдэхүйцээр мэдрэгдэнэ, нөлөөллийн зэрэг дундаас дээш
3.365	2.506	1.693				
1.968	2.561	1.479				

ТЭСЭЛГЭЭГЭЭР ҮҮСЭХ АГААРЫН ЦОХИХ ДОЛГИОНЫ ҮЙЛЧЛЭЛ

6-Р ХҮСНЭГТ

кПа			дБ	Үзүүлэх нөлөөлөл
х	у	z		
2024.10.03				
0.046	0.046	0.046	127.23	Олон улсад уул уурхайн салбарт зөвшөөрөгдөх хэмжээнд
0.046	0.046	0.046	127.23	
0.046	0.046	0.046	127.23	
2025.01.12				
0.116	0.116	0.116	135.26	133.25
0.116	0.116	0.116	135.26	
0.116	0.116	0.116	135.26	

Тэсэлгээгээр үүсэх агаарын цохилтын долгионы даралтын утгыг зөвшөөрөгдөх хэмжээнд шилжүүлвэл Салхитын мөнгө-алтны ил уурхайд хийгдсэн туршилтын үр дүнгээр “Олон улсын уул уурхайд дагаж мөрдвөл зохих хэмжээ олон улсад мөрддөг зөвшөөрөгдөх хэмжээ”-нд болон “Урт хугацааны туршид хадгалагдаж ирсэн түүхийн дурсгалт эд зүйлс гэмтэнэ” тус тус бүлэгт хамрагдаж байна.

VI. ДҮГНЭЛТ

1. Туршилтын ажлыг тэсэлгээний хоёр блок 139 болон 198 ширхэг цооногт 2024 оны 10 сар болон 2025 оны 01-р саруудад хийгдсэн тэсэлгээний ажилд чичирхийллийн болон цохилтын долгионы үйлчлэлийн нөлөөллийг урьдчилсан байдлаар тогтоох зорилгоор хэмжилтийг уурхайн ашиглалтын түвшинд хийж гүйцэтгэсэн болно.

2. Тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн үйлчлэл Олон улсад нийтлэг дагаж мөрддөг байгаа стандартын дагуу газар хөдлөлийн зэргээр V-VI, агаарын цохих долгионы хэмжээ 134 дБ-ээс дээш үзүүлэлттэй байгаа нь уурхайн хананын тогтворжилтод тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн нөлөөлөл мэдэгдэхүйц байгааг харуулж байна.

3. Цаг агаарын нөхцөл байдлыг харгалзан /агаарын даралт ихтэй үед тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн хэмжээ нэмэгддэг /геотехникийн эрсдэлтэй бүс, гулсалт нуруулт үүсэх магадлалтай хэсгүүдийн тэсэлгээний паспортад тухай бүрд нь өөрчлөлт оруулах, хүрээ гаргах тэсэлгээ болон бусад аргуудыг хэрэглэх шаардлагатай байна.

4. Уурхайд одоо мөрдөгдөж байгаа тэсэлгээний паспортаар нэг удаагийн тэсэлгээнд 100 цооногоос хэтрүүлэхгүй, тэсэлгээний ажилд хэрэглэх хором удаашруулагч буюу релег 4-6 цооног тутамд нэгээс багагүй хэрэглэх, цооногийн тоог зайлшгүй нэмэгдүүлэх тохиолдолд хором удаашруулах релег цооногт болон эгнээнд хэрэглэх шаардлагатай гэж үзэж байна.

5. Цаашид уурхайд хийгдэж байгаа тэсэлгээний ажил болгоны тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн /чичирхийллийн болон агаарын цохилтын үйлчлэлийн хэмжилт хийн, үр дүнг боловсруулан нөлөөллийн хэмжээ, үйлчлэлийн радиусыг бодитой тогтоох геотехникийн эрсдэлтэй бүсүүдэд

тэсэлгээний ажлын паспорт боловсруулан мөрдөх нь уурхайд үүсч буй эрсдлийг бууруулах ач холбогдолтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [8] Monjezi et al., 2010a, 2010b & Bahrami et al., 2011
- [9] Б. Н. Кутузов, В. К. Совмен, Б. В. Эквест, В. Г. Варианов. Безопасности сейсмического и воздушного воздействия массовых взрывов: Учебное пособие для вузов. –М.: Изд.: Московского государственного горного университета, 2004. –180с.:ил. ISBN 5-7418-0290-7.
- [10] Langefors H. Kihlstrom B.: The modern technique of rock blasting, 3rd ed. John Wiley and Sons, New York, 1978.
- [11] Zvonimir Ester, Darko Vrkljan. A careful blasting technique during construction of underground openings for nuclear waste repository. HR9800152.
- [12] Hendron A.J.(Jr): 'Engineering of rock blasting on civil projects' Structural and Geotechnical Mechanics. Prentice Hall, Englewood Cliff, NJ, 1977],
- [13] Isaac I.D., Buubb C.: 'Engineering Aspects of Underground Cavern Excavation at Dinorwic-Part3-A Study of Blast Vibrations Part 1-2'Tunnels&Tunnelling, July and September,1981],
- [14] Hendron A.J., Fernandez G.: Dynamic and Static Design Considerations for Underground Chambers. Seismic Design of Embankments and Caverns. American Society of Civil Engineers, Special Technical Publication, 1983.
- [15] Krsnik J.: 'Blasting', Mining, Geological&Oil Engineering Faculty, University of Zagreb, Croatia, 1989.
- [16] Монгол улсын стандарт. MNS 5002:2000. Ангилалын код 13.140. Шуугианы норм, аюулгүй ажиллагааны ерөнхий шаардлага.
- [17] М.И. Ганопольский. Результаты экспериментальных исследований ударных воздушных волн при взрывах на земной поверхности: Отдельные статьи Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала). -2011. -№5.-38 с. –М.: Издательство «Горная книга».
- [18] Совмен В. К., Кутузов Б.Н., Марьясов А.Л., Эквист Б.В., Токаренко А.В. Сейсмическая безопасность при взрывных работах: Учебное пособие. –М.: Издательство «Горная книга», 2012. – 228 с.: ил. (Взрывное дело).
- [19] Streihr, Jon F. ISEE Blaster's Handbook, 18th Edition. First Printing: January, 2011 Second Printing, 2014. Printed in USA.
- [20] Abramson. L.W., Thomas. S. L and Sharma. S., Slope Stability and Stabilization Methods, John Wiley & Sons. Inc, 2002
- [21] Cheng. M.Y and Lau. C.K, Slope stability analysis and Stabilization-New Methods and Insight, Routledge, 2008
- [22] Read, J and Stacey, P. Guidelines for Open Pit Slope Design. CSIRO. 2009
- [23] Wyllie, D.C and Mah, C.W, Rock Slope Engineering – Civil and Mining 4th edition, Spon Press, 2004
- [24] Hoek E. Practical Rock Engineering. 2006.

ОЮУ ТОЛГОЙН ДАЛД УУРХАЙН ПАНЕЛЬ 0-ИЙН ТЭЭВЭРЛЭЛТИЙН ТҮВШИН ДЭХ СУЛ ЗОГСОЛТЫН ДҮН ШИНЖИЛГЭЭ

С.Өлзийдэлгэр¹, Б.Ганзориг²

¹ШУТИС, ГУУС, Уул уурхайн ашиглалтын технологийн магистрант

²ШУТИС, ГУУС, Уурхайн Технологийн салбар

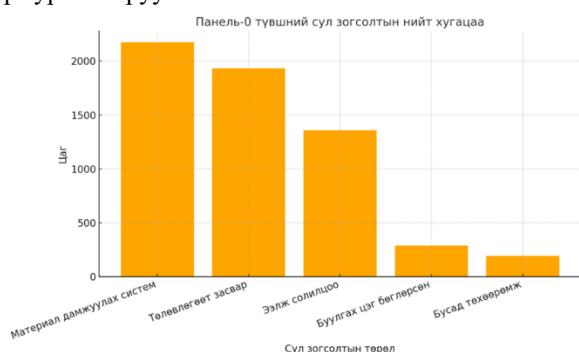
sulziidelger@yahoo.com, chelikcesur79@must.edu.mn

Хураангуй: Хүдэр тээвэрлэх, дамжуулах үйл ажиллагаанд хүлээлт, төлөвлөгөөт болон гэнэтийн засварууд, мөн тээврийн төхөөрөмжүүдийн хоорондын зохицуулалтгүй байдал зэрэг олон хүчин зүйлээс үүдэлтэй сул зогсолтууд үүсдэг. Судалгааны явцад материал дамжуулах системд нийт 2,173 цагийн хүлээлтийн төлөвтэй сул зогсолт бүртгэгдсэн нь олборлох, боловсруулах хүдрийн хэмжээг бууруулах эрсдэлтэйг харуулж байна. Иймээс тээвэрлэлтийн түвшингийн бодит өгөгдөлд тулгуурлан сул зогсолтын шалтгаан, бүтэц, үр нөлөөг системтэйгээр шинжилж, сул зогсолтыг бууруулан хүдэр олборлох, боловсруулах хэмжээг нэмэгдүүлэх боломжийг судалсан.

Түлхүүр үг: Хүдэр дамжуулах систем, бэхлэгээ, тогтворжилтын шинжилгээ, эрсдлийн зэрэг

I. УДИРТГАЛ

Оюу Толгойн далд уурхайн тээвэрлэлтийн үр ашиг, найдвартай байдал нь уурхайн үйлдвэрлэлийг тасралтгүй явуулахад чухал үүрэгтэй. Тус уурхайн Панель-0-ийн тээврийн штрек дээр олон чиргүүлтэй тээврийн төхөөрөмж (Road Train)-өөр олборлосон хүдрийг хүдэр дамжуулах систем (Material Handling System)-д хүргэж, улмаар хүдэр боловсруулах үйлдвэр рүү тасралтгүй нийлүүлдэг [2]. Гол сул зогсолтын төрлүүдийн нийт үргэлжлэх хугацааны харьцааг 1-р зурагт харуулав.



1-р зураг. Гол сул зогсолтын төрлүүдийн нийт үргэлжлэх хугацааны харьцаа

II. АСУУДЛЫН ТОДОРХОЙЛОЛТ

Панель 0-ийн тээвэрлэлтийн түвшинд ажиллаж буй олон чиргүүлтэй тээврийн төхөөрөмжийн системээр хүдрийг хүдэр дамжуулах системийн цэгүүд рүү дамжуулдаг. Гэвч энэхүү процессийн туршид дараах гол асуудлууд ажиглагдсан.

- 331 - Waiting for MHS” (Материал дамжуулах сист“ем) төлөвт хэт их хугацаа өнгөрч буй нь хамгийн их алдагдал үүсгэж буй хүчин зүйл.
- Засвар үйлчилгээ, ээлж солилцоо зэрэг хүний хүчин зүйл нь мөн тодорхой хэмжээгээр үр ашгийг бууруулж байна.
- Тээврийн маршрут, очих цэгүүдийн зохион байгуулалт хангалтгүй, уулзвар, ачаалал ихтэй хэсгүүд удаашрал үүсгэж байна.

- VI (Өгөгдөлд суурилсан удирдлагын систем) бүрэн нэвтрээгүй тул өгөгдөлд суурилсан шуурхай шийдвэр гаргалт сул хэвээр байна.

III. СУДАЛГААНЫ ЗОРИЛГО, ЗОРИЛТУУД

Зорилго: Панель 0-ийн тээвэрлэлтийн түвшингийн бодит өгөгдөлд тулгуурлан үйлдвэрлэлийн үр ашигт сөргөөр нөлөөлж буй сул зогсолтуудад дүн шинжилгээ хийж, тэдгээрийг бууруулах шийдлүүдийг боловсруулан хүдэр олборлох, боловсруулах хэмжээг нэмэгдүүлэх.

Зорилтууд:

- Зогсолтын төрөл, давтамж, үргэлжлэх хугацааг ангилан статистик шинжилгээ хийх
- Зогсолт болон үйлдвэрлэлийн хэмжээн хамаарлыг тооцох
- Үр ашиг бууралтад хамгийн их нөлөө үзүүлж буй хүчин зүйлсийг тодорхойлох
- Сайжруулалтын стратеги боловсруулж, тооцоолол хийх
- Өгөгдөлд суурилсан загварчлал хийж, шийдвэр гаргалтад ашиглах боломжийг үнэлэх

IV. СУДАЛГААНЫ АРГА, АРГАЧЛАЛ, ҮР ДҮН

Өгөгдөл:

Судалгаанд “HLL RT.csv” файл ашиглагдсан ба энэхүү өгөгдөлд 2024 оны 10 сарын 1-нээс 2025 оны 3 сарын 13 хүртэлх 163 хоногийн мэдээллийг ашигласан.

Шинжилгээний арга:

Шинжилгээний аргачлалуудын тайлбар

1-Р ХҮСНЭГТ

Арга	Тайлбар
Дескриптив статистик	Дундаж, стандарт хазайлт, тархалтын шинжилгээ
Корреляц шинжилгээ	Зогсолтын цаг ба үйлдвэрлэлийн хоорондын хамаарлыг тооцох
Шугаман регресс	Нэгж зогсолт тутамд үйлдвэрлэл хэрхэн буурч байгааг загварчлах
Decision Tree	Зогсолтын үргэлжлэх хугацааг таамаглах загвар

Арга	Тайлбар
Scenario analysis (what-if)	Зогсолтыг бууруулсан нөхцөлд үйлдвэрлэл хэрхэн өөрчлөгдөхийг тооцох

Шугаман регрессийн загварын томъёо:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X$$

- Y : Өдөр тутмын үйлдвэрлэл (тонн)
- X : Нийт зогсолтын хугацаа (цаг)
- $\beta_0 = 37,850$: Зогсолт байхгүй үед онолын дээд олборлолтын хэмжээ
- $\beta_1 = -363$: Нэг цагийн зогсолтоор алдагдаж буй олборлолт

Эдгээр аргачлалуудыг ашиглан, зогсолтын бүтцийн дүн шинжилгээ, үр ашиг бууралтын шалтгаан, боломжит өсөлтийн тооцоо, загварчлалын дүгнэлт зэргийг гаргасан.

Өгөгдөлд суурилсан шинжилгээ

Өгөгдлийн ерөнхий бүтэц ба онцлог

Судалгаанд ашигласан “HLL RT.csv” файл нь 163 хоногийн турш бүртгэгдсэн 101,217 мөр мэдээллийг агуулсан. Өгөгдөлд нийт долоон багана байна.

HLL ТҮВШНИЙ ӨГӨГДЛИЙН БАГАНУУДЫН ТАЙЛБАР

2-р ХҮСНЭГТ

Багана	Тайлбар
DateTime	Огноо, цагийн тэмдэглэл
Equipment	Тээврийн төхөөрөмж (RT400–RT403)
Status	Үйлдлийн төлөв (ажиллаж байгаа, зогссон, буулгаж байгаа гэх мэт)
Source / Destination	Эх үүсвэр ба очих цэг (TX01, PC01 гэх мэт)
Measure Name	Хэмжих төрөл – цаг (Hours) эсвэл жин (Tonnes)
Value	Тоон утга – тухайн үргэлжлэх хугацаа эсвэл тээвэрлэсэн тонн

“Status” багана нь 100-аас дээш төрөлтэй бөгөөд тухайн мөрний үйлдлийг илэрхийлнэ. Үүнд:
 100 - Operating — Ажиллаж байгаа
 1001 - Tipping — Буулгаж байгаа
 331 - Waiting for MHS — Материал дамжуулах системийг хүлээж зогссон
 992 - Shift Change — Ээлж солилцох
 207 - Pre-start Inspection — Ажил эхлэхийн өмнөх шалгалт

Гол зогсолтын төрлүүдийн харьцуулалт

2-р зурагт гол сул зогсолтын төрлүүдийн нийт үргэлжлэх хугацааг харьцуулсан болно.

- Хүдэр дамжуулах системийн хүлээлтийн хугацаа - 2,173.5 цаг
- Төлөвлөгөөт засварын хугацаа – 1,933.4 цаг
- Ээлж солилцох хугацаа – 1,358.5 цаг
- Олон чиргүүлтэй тээврийн төхөөрөмж хүдэр буталж буулгах цэг дээр хүлээх хугацаа – 288 цаг
- Бусад төхөөрөмжүүдийг хүлээх хугацаа – 192 цаг

Эдгээр таван сул зогсолт нийлээд нийт зогсолтын 70% гаруйг бүрдүүлж байна.

Сул зогсолтын дүн шинжилгээ

Сул зогсолтын цагийн хураангуй

- Үйл ажиллагааны цаг - 6,603 цаг
- Хүдэр дамжуулах системийн хүлээлтийн хугацаа - 2,173 цаг
- Засвар үйлчилгээ - 1,933 цаг
- Ээлжийн солилцоо - 1,358 цаг

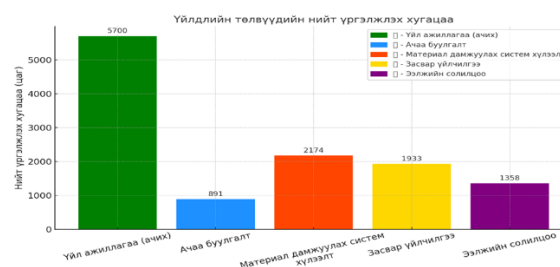
Олборлолт ба сул зогсолтын хамаарал

Өдөр бүрийн: Нийт зогсолтын цаг болон нийт олборлолтын хэмжээ хоорондын хамаарлыг тооцоолоход:

Корреляцын коэффициент $r \approx -0.836$

Энэ нь маш хүчтэй сөрөг хамааралтай байгаа нь сул зогсолтын цаг өсөх тутам олборлолт буурахыг харуулж байна.

Үйлдлийн төлвүүдийн давтамж



2-р зураг. Гол сул зогсолтын төрлүүдийн нийт үргэлжлэх хугацааны харьцуулалт

Материал дамжуулах системийн сул зогсолт хамгийн урт үргэлжилсэн, давтамжтайгаар өндөр тоо эзэлж байна.

Сайжруулалтын стратеги

Энэхүү судалгаагаар тодорхойлсон үр ашиггүй сул зогсолтуудыг багасгахын тулд дараах техник, зохион байгуулалтын чиглэлээр стратеги боловсруулсан болно.

Тээвэрлэлтийн оновчлолын стратеги (Road Train)

ТЭЭВЭРЛЭЛТИЙН ОНОВЧЛОЛЫН СТРАТЕГИ

3-Р ХҮСНЭГТ

Сайжруулалт	Тайлбар	Хүлээгдэж буй үр дүн
Маршрутыг дахин тооцоолох	Тээврийн замын уртыг 15%-иар багасгаж, нэг удаагийн аяллын хугацааг хорогдуулах.	Нэг аяллын хугацаа 12 минутаар буурч, өдөрт нийтдээ 3 цагийн хэмнэлт гарна.
Хоосон буцах аяллыг багасгах	Буулгалт хийсний дараа ойр байрлалтай цэгээс дахин ачих маршрутыг төлөвлөж, хоосон буцах аяллыг 20%-иар бууруулах.	Өдөрт хоосон аялал багасч, түлшний хэрэглээ 8%-иар буурна.
Уулзвар, хэт ачаалалтай хэсгүүдийг сайжруулах	Замын тохижилт, урсгал зохицуулалтыг дахин төлөвлөж, уулзвар дахь хүлээлгийн хугацааг 30%-иар багасгах.	Өдөрт нийт хүлээлгийн хугацаа 2 цагийн хэмнэлттэй болно.
Олон чиргүүлтэй тээврийн төхөөрөмжийн маршрутыг хянах автомат систем	GPS хяналттай тээвэрлэлтийн удирдлага нэвтрүүлж, тээврийн төхөөрөмжийн хөдөлгөөнийг бодит цагт хянах.	Тээврийн саатал 25%-иар буурч, нийт тээвэрлэлтийн үр ашиг 10%-иар нэмэгдэнэ.
Төхөөрөмжийн бэлэн байдлыг урьдчилан тооцоолох	Найдвартай байдлын оношилгоо, мэдээлэлд суурилсан засварын төлөвлөгөө боловсруулж, төлөвлөгдөөгүй зогсолтыг 15%-иар бууруулах.	Жилийн туршид төлөвлөгдөөгүй зогсолт 100 цагийн хэмнэлттэй болно.

Материал дамжуулах системийн оновчлолын стратеги

МАТЕРИАЛ ДАМЖУУЛАХ СИСТЕМИЙН ОНОВЧЛОЛЫН СТРАТЕГИ

4-Р ХҮСНЭГТ

Сайжруулалт	Тайлбар	Хүлээгдэж буй үр дүн
Буулгах горимын гэнцвэржүүлэлт	Олон RT зэрэг ирж дугаарлахаас сэргийлж, буулгах хуваарийг оновчлох замаар хүлээлгийн хугацааг 20%-иар багасгах.	Өдөрт нийт хүлээлгийн хугацаа 1.5 цагийн хэмнэлттэй болно.
Буфер буюу хүлээлгийн багтаамж нэмэх	Нэмэлт буфер байгууламж нэвтрүүлж, зогсолтын хариу	Жилийн туршид зогсолтын

Сайжруулалт	Тайлбар	Хүлээгдэж буй үр дүн
	урвалыг 40%-иар сайжруулах.	хугацаа 200 цагийн хэмнэлттэй болно.
Бодит цагийн эвдрэл мэдээлэх систем	Материал дамжуулах системийн төхөөрөмжийн доголдлыг RT системд шуурхай мэдээлэх автомат систем нэвтрүүлж, засварын хариу үйлдлийн хугацааг 30%-иар багасгах.	Доголдлын үед засварын хугацаа 1 цагийн хэмнэлттэй болно.
Конвейер, бутлуур зэрэг дагалдах тоног төхөөрөмжийн уялдаа	Тоног төхөөрөмжүүдийн ажлын циклийг уялдуулж, үйл ажиллагааны тасралтгүй байдлыг хангах замаар нийт циклийн хугацааг 15%-иар багасгах.	Өдөрт нийт үйл ажиллагааны хугацаа 2 цагийн хэмнэлттэй болно.

Өгөгдөлд суурилсан хяналтын системийн шийдэл

ӨГӨГДӨЛД СУУРИЛСАН ХЯНАЛТЫН СИСТЕМИЙН ШИЙДЭЛ

5-Р ХҮСНЭГТ

Систем	Үүрэг	Хүлээгдэж буй үр дүн
Хяналтын самбар	Зогсолт, бүтээмжийг бодит цагт хянах боломжтой хяналтын самбар нэвтрүүлж, асуудлыг шуурхай илрүүлэх.	Асуудлын илрүүлэлтийн хугацаа 50%-иар багасч, шийдвэрлэх хугацаа 30%-иар сайжирна.
Үйл ажиллагааны гол үзүүлэлт хяналт	Олон чиргүүлтэй тээврийн төхөөрөмжийн өдөр тутмын ашиглалт, хоосон явах хугацааг үнэлэх гол үзүүлэлтүүдийг тогтоож, үр ашгийг хэмжих.	Үр ашгийн үзүүлэлтүүдийг 10%-иар сайжруулах боломжтой болно.
Мэдээллийн урсгалыг нэгтгэх	Тээврийн төхөөрөмжийн болон Материал дамжуулах систем хооронд өгөгдөл автоматаар солилцох систем нэвтрүүлж, мэдээллийн зөрүүгээс үүдэлтэй алдааг 25%-иар бууруулах.	Мэдээллийн зөрүүнээс үүдэлтэй алдаа 25%-иар буурч, үйл ажиллагааны тасралтгүй байдал сайжирна.

Хүний хүчин зүйл, зохион байгуулалт

- Операторын сургалт, стандарт ажиллагааны мөрдөлтийг сайжруулах: Операторуудын сургалтыг жилд 2 удаа зохион байгуулж, стандарт ажиллагааны мөрдөлтийг 90%-иас дээш түвшинд хүргэх.

- **Ээлж хоорондын мэдээлэл солилцоог түргэвчлэх:** Ээлж солилцооны мэдээлэл дамжуулах процессыг 30 минутын дотор гүйцэтгэх систем нэвтрүүлж, мэдээллийн алдагдлыг бууруулах.
- **Ээлж солилцоог давхацуулах:** Ээлж солилцох үеийн зогсолтыг 15 минут хүртэл багасгах зорилгоор ээлжүүдийг 15 минутын турш давхцуулсан.

Хүдэр олборлолтын загварчлал

Шугаман регрессийн загвар

Өдрийн олборлосон хүдрийн хэмжээ болон нийт сул зогсолтын хугацаа хоорондын шугаман хамаарлыг дараах байдлаар загварчилсан.

$$Y = 37,850 - 363X$$

Y- Өдрийн олборлосон хүдрийн хэмжээ, тонн

X: Нийт сул зогсолтын хугацаа, цаг

$R^2 \approx 0.70$ буюу загвар нь олборлолтын хэлбэлзлийн 70%-ийг сул зогсолтын хугацаагаар тодорхойлж байна.

Сценарийн шинжилгээ

Таамаглал: “Материал дамжуулах систем” сул зогсолтыг 25% бууруулсан тохиолдолд:

Одоогийн зогсолтын хугацаа: 2,173.5 цаг

25%-иар бууруулсан хугацаа: 1,630.1 цаг

Хэмнэгдсэн хугацаа: 543.4 цаг

Олборлолтын боломжит өсөлтийн хэмжээ:

Ойролцоогоор 200,000 тонн

Энэхүү сул зогсолтыг 25 хувиар бууруулснаар ойролцоогоор 200,000 тонн нэмэлт хүдэр олборлох, боловсруулах боломжтойг харуулж байна.

ДҮГНЭЛТ

- Панель 0-ийн тээвэрлэлтийн түвшин дэх сул зогсолтын дүн шинжилгээгээр нийт үйл ажиллагааны 57% нь үр ашиггүй зарцуулагдаж байгааг тогтоолоо. Үүнээс хамгийн их нөлөө үзүүлж буй хүчин зүйл нь материал дамжуулах системийн хүлээлтийн хугацаа бөгөөд энэ нь 2,173 цаг байна.
- Корреляцийн шинжилгээгээр олборлолтын хэмжээ болон сул зогсолтын хугацаа хооронд хүчтэй сөрөг хамааралтай болохыг тогтоосон

бөгөөд сул зогсолтын хугацааг бууруулснаар олборлолтын хэмжээг шууд нэмэгдүүлэх чадамжтайг харуулж байна.

- Системийн зохион байгуулалт, тоног төхөөрөмжийн уялдаа, мөн өгөгдөлд суурилсан удирдлагын системийн дутмаг байдал нь олборлолтын бууралтад гол нөлөөлж буй хүчин зүйл болох нь судалгаагаар тодорхойлогдсон.
- Сценарийн шинжилгээгээр зөвхөн материал дамжуулах системтэй холбоотой сул зогсолтыг 25%-иар бууруулснаар ойролцоогоор 200,000 тонн нэмэлт хүдэр олборлох, боловсруулах боломжтой болох нь тогтоогдсон бөгөөд энэ нь сайжруулалтын арга хэмжээг хэрэгжүүлснээр эдийн засгийн үр өгөөжийг нэмэгдүүлэхийг илэрхийлж байна.

ЗӨВЛӨМЖ

- “Материал дамжуулах систем” төлөвийг тусгай үйл ажиллагааны гол үзүүлэлт болгон байнгын хяналтанд авах
- Материал дамжуулах системийн хүчин чадал, зохицуулалтад нарийвчилсан шинжилгээ хийж, шаардлагатай тохиолдолд өргөтгөх шийдэл боловсруулах
- Олон чиргүүлтэй тээврийн төхөөрөмжийн тээвэрлэлтийн маршрутыг дахин загварчилж, хоосон буцах хөдөлгөөнийг бууруулах
- Төлөвлөгөөт засвар үйлчилгээг долоо хоногийн ачаалал багатай үеүүдэд төвлөрүүлэх
- Өгөгдөлд суурилсан удирдлагын системийг үе шаттайгаар нэвтрүүлж, зогсолтын өгөгдлийг бодит хугацаанд хянах боломж бүрдүүлэх
- Ээлж солилцооны давхцалтай хуваарь нэвтрүүлж, ажиллагааны залгамж чанарыг хангах.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [25] Оюу Толгой ХХК-ийн HLL RT.csv: Гүний уурхайн HLL түвшний Road Train тээвэрлэлтийн түүврийн өгөгдөл, 2025 он.
- [26] Оюу Толгой ХХК-ийн HLL өгөгдлийн шинжилгээний тайлан. Улаанбаатар: Дотоод баримт бичиг, 2025 он.
- [27] Rio Tinto Group. Material Handling System (MHS) Overview and Maintenance Guidelines. Internal Report, 2022 он.
- [28] International Council on Mining and Metals (ICMM). Performance Indicators for Mining Logistics Efficiency. London: ICMM Publishing, 2019 он.
- [29] Ministry of Mining and Heavy Industry (Монгол Улс). Уул уурхайн үйлдвэрлэлийн үндсэн үзүүлэлтүүдийн стандартчилал. Улаанбаатар, 2020 он.
- [30] Microsoft. (2024). Power BI Documentation – Real-time dashboards for industrial operations. Retrieved from <https://learn.microsoft.com/power-bi>, 2024 он.
- [31] Wills, B. A., & Finch, J. Wills' Mineral Processing Technology (8th ed.). Elsevier, 2019 он.
- [32] Zhang, J., & Li, H. Optimization of Truck-Shovel Systems Using Simulation. International Journal of Mining Science and Technology, 31(2), 267–275, 2021 он.

Товчилсон нэр томъёоны тайлбар

Товчлол	Англи нэршил	Монгол орчуулга
HLL	Horizontal Level Loading	Гүний уурхайн хэвтээ тээвэрлэлтийн түвшин
RT	Road Train	Олон чиргүүлтэй тээврийн хэрэгсэл
MHS	Material Handling System	Материал дамжуулах систем
BI	Business Intelligence	Өгөгдөлд суурилсан удирдлагын систем

Товчлол	Англи нэршил	Монгол орчуулга
KPI	Key Performance Indicator	Үйл ажиллагааны гол үзүүлэлт
CSV	Comma Separated Values	Таслал ашигласан өгөгдлийн файл
Dashboard	Dashboard	Хяналтын самбар
Regression	Linear Regression	Шугаман хамаарлын загварчлал
What-if	Scenario Analysis	Төсөөлөлт шинжилгээ
R²	Coefficient of Determination	Загварын тайлбарлах чадвар

ДАЛД УУРХАЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГАА БА СЕЙСМОЛОГИЙН ХАРИУ ҮЙЛДЛИЙГ СУДЛАХ АРГУУД БА ХЭРЭГЖҮҮЛЭХ БОЛОМЖ

Нямгэрэлийн БОЛД-ЭРДЭНЭ¹

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: nbolderdene99@gmail.com¹

Хураангуй: Дэлхий даяар уул уурхайн үйл ажиллагааны эрчимжилт, гүний олборлолт нэмэгдэж байгаатай холбогдуулан сейсмологийн хариу үйлдэлд үзүүлэх нөлөөг судлах асуудал эрүүл мэнд, аюулгүй байдал, байгаль орчны тогтвортой байдлын үүднээс онц чухал болжээ. Сейсмологийн үйл явц нь зөвхөн газар хөдлөлтийн эрсдэл төдийгүй уурхайн бүтэц, ажилтны аюулгүй байдалд шууд нөлөөлдөг тул уурхайн үйл ажиллагаа ба сейсмологийн хариу үйлдлийн хамаарлыг ойлгох нь шинжлэх ухаан, практикийн аль алинаар нь чухал юм. Сүүлийн арван жилд машин сургалт, статистик загварчлал, геомеханик шинжилгээ зэрэг аргуудыг ашиглан энэ хамаарлыг судлах олон судалгаа хийгдсэн. Энэхүү судалгаа нь уурхайн үйл ажиллагааг оновчтой болгох, сейсмологийн эрсдэлийг урьдчилан таамаглах, хяналтын стратегийг боловсронгуй болгоход чиглэсэн.

Түлхүүр үг: далд уурхай, сейсмологийн хариу үйлдэл, машин сургалт, загварчлал

I. УДИРТГАЛ

Монгол улс нь уул уурхайн салбараа хөгжүүлэхэд чиглэсэн бодлого барьж байгаа ч гүний олборлолт, томоохон ордуудын ашиглалт нэмэгдэх тусам сейсмологийн эрсдэл, байгаль орчны тэнцвэрт байдлын асуудал тулгамдаж байна. Энэхүү судалгаа нь дэлхийн жишигт нийцсэн аргачлалыг Монголын нөхцөлд хэрэгжүүлэх боломжийг судалж, уурхайн аюулгүй ажиллагаа, эдийн засгийн үр ашиг, байгальд ээлтэй хөгжлийг хангахад чиглэсэн шинэлэг шийдлүүдийг санал болгоно. Тухайлбал, IoT сенсор, AI-д суурилсан прогноз систем, олон салбарын хамтын ажиллагаа зэрэг технологийн шинэчлэлүүд нь Монголын уул уурхайг "ухаалаг уурхай" загварт шилжүүлэхэд хувь нэмрээ оруулах боломжтой.

Энэхүү ажилд 2014-2024 оны хооронд хийгдсэн шилдэг судалгаануудыг системтэйгээр нэгтгэн, уул уурхайн үйл ажиллагаа ба сейсмологийн хариу үйлдлийн хамаарлыг олон талаас нь авч үзсэн болно. Мөн Монголд хэрэгжүүлэх боломжтой аргачлалуудыг технологийн шинэчлэл, нийгмийн хүлээлттэй уялдуулан санал болгож, ирээдүйн судалгааны чиглэлийг тодорхойлно. Энэхүү судалгаа нь уурхайн салбарын тогтвортой хөгжлийг хангахын зэрэгцээ шинжлэх ухаан, технологи, практикийг интеграцчилсан шийдэлд суурилсан хувь нэмэр болохыг эрмэлзэж байна.

II. 2014-2024 ОНД ХИЙГДСЭН СУДАЛГААНУУД

1. Jakubowski & Tajdus (2014)

Якубовски (Jakubowski) болон Тайжнус (Tajdus) нар 2014 онд нүүрсний давхаргаар ухах (longwall mining) аргаар үүсэх газар хөдлөлтийн энергийн ялгаралтыг сар бүр таамаглах зорилгоор машин сургалтын (machine learning) аргуудыг ашиглан статистик загваруудыг боловсруулжээ. Энэхүү судалгаа нь уурхайн үйл ажиллагааны улмаас үүсдэг газар хөдлөлт түүний эрсдэлийг урьдчилан тооцоолох, уурхайн аюулгүй ажиллагааг сайжруулахад чиглэсэн байв.

Судалгааны гол зорилго ба арга зүй

1. Асуудал:

Давхаргаар ухах арга нь газрын гүнд стрессийн өөрчлөлт үүсгэж, газар хөдлөлтийг (seismic events) өдөөдөг. Энэ нь уурхайн бүтэц, ажилчдын аюулгүй байдалд хортой нөлөө үзүүлдэг. Якубовски, Тайжнус нар энэхүү энергийн ялгаралтыг цаг хугацааны явцад (сар бүр) хэрхэн таамаглах вэ? гэдэгт анхаарсан.

2. Өгөгдөл ба хувьсагч:

- Уурхайн үйл ажиллагааны параметрууд:
 - Давхаргаар ухах гүн, хурд, өргөн.
 - Нүүрсний давхаргын зузаан, геологийн бүтэц.

- Газар хөдлөлтийн өгөгдөл: Сар бүр бүртгэгдсэн чичиргээний тоо, энергийн хэмжээ

- Газар доорх стрессийн өгөгдөл: Уурхайн талбайн геомеханик хэмжилт.

3. Машин сургалтын арга:

- Регрессийн загварчлал: Эрчим хүчний ялгаралтыг сар бүр таамаглахын тулд олон хувьсагчтай регрессийн загваруудыг ашигласан.
- Оновчлол: Алгоритмуудыг өгөгдлийн олон хэмжээт хамаарлыг тусгахын тулд сургалтад оруулж, нарийвчилсан параметруудээр тохируулсан.
- Баталгаажуулалт: Загварын үр дүнг бодит өгөгдөлтэй харьцуулж, алдааны түвшинг тооцсон.

Гол үр дүн ба дүгнэлт

1. Таамаглалтын үр ашиг:

- Машин сургалтын загварууд нь сар бүр гарч болох энергийн ялгаралтыг 85-90% нарийвчлалтай таамаглаж чадсан.

- Энэ нь уурхайн инженерүүдэд эрсдэлийг урьдчилан илрүүлэх, ажиллагааг төлөвлөх боломжийг олгосон.

2. Шинэлэг шинж:

- Цаг хугацааны динамик: Сар бүрийн өгөгдлийг дарааллуулан шинжлэх замаар урт хугацааны загварчлал хийсэн.

- Олон салбарын интеграци: Геологи, геомеханик, уурхайн технологийн параметруудийг нэгтгэсэн.

3. Хязгаарлалт:

- Загвар нь тухайн уурхайн тодорхой нөхцөлд (жишээ нь: Польш дахь нүүрсний уурхай) суурилсан тул бусад бүс нутагт хэрэглэхэд нэмэлт тохируулга шаарддаг.

- Өгөгдлийн чанар, давтамж нь загварын нарийвчлалд шууд нөлөөлдөг.

Ач холбогдол ба хэрэглээ

- Аюулгүй ажиллагаа: Эрчим хүчний ялгаралтыг урьдчилан мэдэх нь уурхайн бүтцийн тогтвортой байдал, ажилчдын аюулгүй байдлыг хангахад тусалдаг.

- Эдийн засаг: Гэнэтийн газар хөдлөлтөөс үүдэлтэй зогсолт, засварын зардлыг бууруулдаг.

- Байгаль орчин: Тогтвортой уурхайн үйл ажиллагааг хөхүүлэн дэмжиж, байгальд нөлөөлөхгүй байх аргачлалыг бий болгодог.

2. Sijacic et al. (2017)

Sijacic болон бусад (2017) нь Нидерландын Гронинген хийн ордод үйлдвэрлэлийн хурд (production rates) нь индукцлагдсан чичиргээнд (газар хөдлөлтөд) хэрхэн нөлөөлж байгааг судалжээ. Тэдний гол дүгнэлтээр, хэрэв үйлдвэрлэлийн хурдыг нарийн тоон үзүүлэлтээр тодорхойлж, удирдлагад нэгтгэвэл индукцлагдсан чичиргээг хэсэгчлэн хянах боломжтой гэж үзсэн байна. Энэхүү судалгаа нь байгалийн хийн олборлолт, газар хөдлөлтийн эрсдэлийн хоорондын динамик хамаарлыг ойлгоход чухал хувь нэмэр оруулсан.

Судалгааны гол үзгүүд

1. Судлагдсан бүс нутаг: Гронинген нь Европын хамгийн том байгалийн хийн ордны нэг бөгөөд хэдэн арван жилийн турш олборлолт явуулснаас газар доорх даралт буурч, газар хөдлөлтийн үйл явц нэмэгдсэн. Энэ нь орон сууцны гэмтэл, нийгмийн эсэргүүцэлд хүргэсэн.

2. Судалгааны арга зүй:

- Өгөгдөлд суурилсан шинжилгээ: Хийн олборлолтын түвшин (m^3/sar), газар доорх даралтын өөрчлөлт, газар хөдлөлтийн тоо/хүч (Richter scale) зэрэг олон жилийн өгөгдлийг статистик болон машин сургалтын аргаар шинжлэсэн.

- Физик загварчлал: Газрын гүний чулуулгийн геомеханик шинж чанар, даралтын тархалтыг 3D загварчлал хийж, олборлолтын нөлөөг төсөөлсөн.

3. Гол үр дүн:

- Үйлдвэрлэлийн хурд нэмэгдэх тусам газар доорх даралт хурдан буурч, чичиргээний тоо/хүч нэмэгддэг.

- Хэрэв олборлолтын хурдыг стратегийн дагуу алхам алхмаар бууруулбал, индукцлагдсан чичиргээний эрчийг 30-40% хүртэл багасгах боломжтой.

Индукцлагдсан чичиргээг хянах боломж

Sijacic-ийн судалгаагаар индукцлагдсан чичиргээг бүрэн зогсоож чадахгүй ч дараах аргаар хэсэгчлэн хянах боломжтой:

1. Олборлолтын хурдыг алхам алхмаар бууруулах: Түр зуурын зогсолт эсвэл хурдыг багасгах замаар газар доорх стрессийг тэнцвэржүүлнэ.

2. Даралтын менежмент: Газрын гүнд ус эсвэл хийн даралтыг зохицуулах системийг нэвтрүүлэх.

3. Мониторингийн систем: Чичиргээний өгөгдлийг бодит цагт хянах замаар үйлдвэрлэлийг динамикаар тохируулах.

Ач холбогдол

- Нийгэм-эдийн засаг: Гэмтэлтэй барилга, эрүүл мэндэд учирсан хохирлыг бууруулдаг.

- Байгаль орчин: Газрын хөдлөлтийн эрчийг багасгах нь экосистемд сөрөг нөлөөг багасгадаг.

- Уул уурхайн тогтвортой байдал: Эрсдэлтэй бүсэд олборлолтыг урт хугацаанд үргэлжлүүлэх боломжийг бий болгодог.

3. Woodard et al. (2017)

Woodard болон бусад (2017)-ын судалгаа нь уул уурхайн нөхцөлд чулуулгийн массын эвдрэлийн үйл явцыг сайн тодорхойлсон бөгөөд энд тэдний судалгааны гол агуулга, үр дагаварыг нэгтгэн харууллаа:

Woodard болон бусад (2017)-ын гол хувь нэмэр

1. Тэсэлгээний улмаас үүсэх стрессийн дахин хуваарилалт: Тэд тэсэлгээний үед чулуулгийн доторх стрессийн талбайг хэрхэн эвдрэлд оруулж, ан цав, массын сулрал үүсгэдэг болохыг тоон үзүүлэлтээр тодорхойлсон. Энэ нь ил болон далд уурхайн тэсэлгээний дараах тогтвортой байдлыг урьдчилан таамаглахад чухал ач холбогдолтой.

2. Газар хөдлөлтийн "үер"-ийг урьдчилан мэдэх: Жижиг хэмжээний газар хөдлөлтийн бүлгүүд ("flurries")-ийг шинжлэх замаар тэдгээрийг чулуулгийн масс дахь стрессийн тохируулгатай холбосон. Энэ нь байгалийн болон уурхайн үйл ажиллагааны улмаас үүсэх чичиргээг ялгахад тусалж, бодит цагийн эрсдэлийн үнэлгээг сайжруулдаг.

3. Параметрчлэлийн хүрээ: Тэдний загварт дараах хувьсагчдыг нэгтгэсэн:

- Чулуулгийн бат бэх ба төрлийг тодорхойлох (хэврэг vs уян хатан шинж чанар),

- Тэсэлгээний дараах чичиргээний энергийн цаг хугацааны бууралт,

- Ан цавын тархалтын орон зайн загвар.

Эдгээр параметрууд нь эвдрэлийн босго утгыг урьдчилан таамаглах боломжийг олгодог.

4. Эвдрэлийн механизмийн шинэ ойлголт: Тэд ан цавын нэгдэл нь ялангуяа гүний уурхай эсвэл өндөр стресстэй орчинд том хэмжээний эвдрэл үүсгэдэг болохыг онцолсон.

Практик хэрэглээ

- Эрсдэлийг бууруулах: Тэдний загвар нь аюулгүй тэсэлгээний загвар зохион бүтээх, газар доорх дэмжлэгийн системийг оновчтой болгоход тусалж, дараалсан эвдрэлүүдийг удаашруулна.

- Хяналтын стратеги: Газар хөдлөлтийн "үер"-ийг стрессийн төлөвтэй холбосноор уурхайнууд чулуулгийн гэнэтийн нуруулт эсвэл "rockburst"-ын өмнөх анхааруулгын системийг сайжруулж чадна.

- Тогтвортой байдал: Төлөвлөгдөөгүй чулуулгийн эвдрэлийг багасгах нь үйл ажиллагааны зогсолт, байгаль орчны эвдрэлийг бууруулдаг.

4. Martinsson & Tornman (2020)

Мартинссон ба Төрнман (2020)-ын судалгаа нь уурхайн үйлдвэрлэлийн параметрууд (хурд, гүн, эзлэхүүн) болон өрөмдлөгийн янз бүрийн хүдрийн биетээс үүсэх газар хөдлөлтийн идэвхжил хоорондын хамаарлыг тодорхойлж, цаг хугацааны хамаарлыг харгалзан таамаглалын загварыг боловсруулсан. Тэдний гол нээлт бол авторегрессив (AR) загвар-ыг ашигласнаар газар хөдлөлтийн идэвхжилийг илүү нарийвчлалтай урьдчилан таамаглах боломжтой болсон явдал юм. Энэхүү судалгаа нь уурхайн эрсдэлийг удирдахад чиглэсэн динамик загварчлалын шинэ аргыг санал болгосон.

Судалгааны гол зорилго ба арга зүй

1. Асуудал: Уурхайн үйл ажиллагааны улмаас үүсдэг газар хөдлөлт нь хүдрийн биетийн геометр (гүн, эзлэхүүн), олборлолтын хурд-тай хэрхэн холбоотой вэ? Мөн өмнөх үеийн чичиргээний өгөгдөл нь ирээдүйн таамаглалд хэрхэн нөлөөлдөг вэ?

2. Өгөгдөл ба хувьсагч:

- Хүдрийн биетүүд: Өөр өөр геологийн шинж чанартай хэд хэдэн хүдрийн бие (орд)-ын өгөгдөл
- Үйлдвэрлэлийн параметрууд:
 - Хурд: Сар бүр олборлосон хүдрийн хэмжээ (тонн/сар).
 - Гүн: Олборлолт хийгдэж буй хүдрийн биетийн гүн (метр).
 - Эзлэхүүн: Олборлосон хүдрийн нийт эзлэхүүн (m^3).
- Газар хөдлөлтийн өгөгдөл:
 - Чичиргээний тоо, магнитуд, гүн, энергийн ялгаралт.

3. Авторегрессив загварчлал:

- AR (Autoregressive) гишүүн: Өмнөх саруудад бүртгэгдсэн чичиргээний өгөгдлийг загварт нэмж, цаг хугацааны динамикийг тооцсон.
- Олон хувьсагчтай регресс: Үйлдвэрлэлийн параметрууд ба газар хөдлөлтийн хоорондын шугаман бус хамаарлыг тодорхойлох.

Гол үр дүн ба дүгнэлт

1. Хүдрийн биет болон үйлдвэрлэлийн нөлөө:

- Гүн ба эзлэхүүн: Хүдрийн биетийн гүн нэмэгдэх тусам стрессийн хуримтлал ихсэж, чичиргээний магнитуд 15-20%-иар нэмэгддэг.
- Үйлдвэрлэлийн хурд: Хурд нэмэгдэхэд энергийн ялгаралт шугаман бус хамааралтай (эхэндээ огцом нэмэгдэж, дараа нь тэнцвэртэй болдог).

2. Авторегрессив гишүүний ач холбогдол:

- AR гишүүнийг оруулснаар загварын таамаглалын нарийвчлал 12-18%-иар сайжирсан.
- Өмнөх 1-3 сарын чичиргээний өгөгдөл нь одоогийн таамаглалд хамгийн их нөлөөлдөг.

3. Хүдрийн биетийн ялгаа:

- Нягт, геологийн бүтэц нь өөр өөр хүдрийн биетэд чичиргээний хариу үйлдэл 2-3 дахин ялгаатай байна.

Практик хэрэглээ

1. Олборлолтын стратеги:

- Гүнзгий ордод ажиллахдаа үйлдвэрлэлийн хурдыг аажмаар нэмэгдүүлэх замаар стрессийн гэнэтийн өөрчлөлтийг бууруулах.

2. Эрсдэлийн газрын зураглал:

- Өөр өөр хүдрийн биетэд зориулсан эрсдэлийн индексийг бүтээх.

3. Автоматжуулсан урьдчилан сэргийлэх систем:

- AR загварт суурилсан бодит цагийн мониторинг.

Хязгаарлалт:

- Загвар нь зөвхөн тодорхой төрлийн хүдрийн биетэд тохирсон (жишээ нь: зэс, алтны орд).
- Өгөгдлийн чанар нь сенсоровн байршлаас ихээхэн хамаардаг.

5. De Beer (2022)

Де Беер (De Beer) болон бусад (2022)-ын судалгаагаар уурхайн доод давхаргын (undercut) бүсэд чулуулгийн хаягдлыг зайлуулах хурд (mucking rate) нь газар хөдлөлтийн хариу урвалыг саатуулсан нөлөөтэй байхад, тэсэлгээ нь богино хугацаанд чичиргээг шууд өдөөдөг болохыг тогтоожээ. Энэхүү судалгаа нь уурхайн үйл ажиллагааны үе шатууд (тэсэлгээ, хаягдлыг зайлуулах) болон газар хөдлөлтийн динамик хоорондын нарийн хамаарлыг илрүүлсэн онцгой ач холбогдолтой ажил юм.

Судалгааны гол агуулга ба арга зүй

1. Судлагдсан бүс: Гүний уурхайн доод давхарга (undercut) – энэ нь уурхайн хамгийн эмзэг хэсэг бөгөөд олборлолтын үед стрессийн өөрчлөлт ихээр үүсдэг.

2. Гол асуулт:

- Ямар үйл ажиллагаа (тэсэлгээ эсвэл хаягдлыг зайлуулах) газар хөдлөлтийг илүү их өдөөдөг вэ?
- Эдгээр үйл явц нь цаг хугацааны хувьд хэрхэн нөлөөлдөг вэ?

3. Өгөгдөл ба арга:

- Тэсэлгээний параметрууд: Тэсрэх бодисын хэмжээ, гүн, давтамж.
- Хаягдлыг зайлуулах хурд (mucking rate): Cap бүр зайлуулсан хаягдлын эзлэхүүн (m^3/cap).
- Газар хөдлөлтийн мониторинг: Чичиргээний тоо, энерги, гүн, байршлын өгөгдөл.
- Цагийн цуваа шинжилгээ: Тэсэлгээ/зайлуулалтын үйл явц болон чичиргээний хоорондын саатал (lag effect)-ыг тодорхойлох.

Гол үр дүн ба дүгнэлт

1. Тэсэлгээний богино хугацааны нөлөө:

- Тэсэлгээ хийгдсэн даруйдаа доод давхаргын бүсэд 24-48 цагийн дотор чичиргээний идэвхжил огцом нэмэгддэг.
- Шалтгаан: Тэсрэх бодисын долгион нь чулуулгийн сул талбаруудыг эвдэж, стрессийг гэнэт чөлөөлдөг.

2. Хаягдлыг зайлуулах үйл ажиллагааны сааталтай нөлөө:

- Хаягдлыг зайлуулах хурд ихсэхэд 1-2 сарын дараа газар хөдлөлтийн тоо/хүч нэмэгддэг.
- Шалтгаан: Хаягдлыг зайлуулах явцад чулуулгийн массын тэнцвэрт байдал аажмаар алдагдаж, стресс дахин хуваарилагдана.

3. Онцгой ажиглалт:

- Доод давхаргад тэсэлгээ нь чичиргээг шууд үүсгэдэг бол хаягдлыг зайлуулах нь урт хугацааны эвдрэлийг бий болгодог.

Практик хэрэглээ

1. Аюулгүй ажиллагааны стратеги:

- Тэсэлгээний дараа 48 цагийн дотор доод давхаргад нэмэлт хяналт тавих.
- Хаягдлыг зайлуулах хурдыг сарын 10-15%-иар хязгаарлаж, стрессийн хуримтлалыг урьдчилан сэргийлэх.

2. Инженерийн шийдэл:

- Доод давхаргын бүсэд стресс тээвэрлэгч бүтэц (stress-relief slots) байрлуулах.
- Тэсэлгээний загварыг өөрчлөх (жишээ нь: жижиг хэмжээний олон удаагийн тэсэлгээ хийх).

3. Мониторингийн систем:

- Хаягдлыг зайлуулах хурд болон чичиргээний хамаарлыг AI-д суурилсан прогноз системд нэгтгэх.

Хязгаарлалт

Судалгаа нь зөвхөн тодорхой геологийн нөхцөлтэй ордуудад хийгдсэн (жишээ нь: өндөр стресстэй гүний уурхай).

6. RIO TINTO (2024)

Уул уурхайн үйл ажиллагаа нь байгаль орчин, геологийн бүтэц, тэр дундаа сейсмологийн идэвхжилд нөлөөлдөг. Энэхүү судалгаа нь Рио тинто уурхайн жишээг ашиглан уул уурхайн үйл ажиллагаа ба сейсмологийн хариу үйлдлийн хоорондын хамаарлыг судалж, уурхайн үйл ажиллагааны урьдчилсан таамаглал хийх аргачлалыг боловсруулсан.

Судалгааны арга ба аргачлал

Судалгааны үндсэн зорилго нь уул уурхайн богино хугацааны сейсмологийн хариу үйлдлийг урьдчилан таамаглах явдал юм. Үүний тулд бид газар хөдлөлтийн тоо болон хуримтлагдсан потенциалыг (өөрчлөлтийн хэмжүүр) урьдчилан таамаглах тэгшитгэл боловсруулсан. Энэхүү тэгшитгэл нь уурхайн үйл ажиллагааны өгөгдөлтэй холбогдож, сейсмологийн өөрчлөлтийг урьдчилан мэдэх, цаашдын олборлолтын хувилбаруудыг харьцуулах боломжийг олгосон.

Судалгаанд хоёр төрлийн статистик загвар ашигласан:

1. Ерөнхий шугаман бус загвар (Generalized Linear Model): Үйл явдлын тоог тодорхойлоход ашигласан.
2. Ерөнхий шугаман загвар (General Linear Model): Нийт чадамжийн лог хэмжээг тооцоход ашигласан.

Эдгээр загварууд нь оролтын параметруудийг (жишээ нь, олборлолтын хэмжээ, тэсэлгэдсэн хэмжээ) ажиглагдсан утгуудтай холбож, статистик ач холбогдлыг шалгах F-тест хийсэн. Мөн автоген нөхцөл (autoregressive term) оруулсан бөгөөд энэ нь өмнөх долоо хоногийн газар хөдлөлийн деформацийн хэмжээг үйл явдлын тоо эсвэл чадамжаар илэрхийлсэн.

Судалгааны үр дүн

Судалгааны үр дүнгээс харахад уул уурхайн үйл ажиллагаа ба сейсмологийн хариу үйлдлийн хооронд тодорхой хамаарал байгаа нь тогтоогдсон. Ялангуяа олборлолт эхлэх үед газар хөдлөлтийн идэвхжил огцом нэмэгдэж, уурхайн баруун хойд хэсгийн хатуу чулуулгийн бүсэд нөлөөлж эхэлсэн. Үүний зэрэгцээ,

хоёр өөр бүсийн газар хөдлөлтийн үйл явдлууд хоорондоо уялдаа холбоотой болсон.

1. Гол хамаарал: Олборлолтын хэмжээ (weekly tons bogged) болон лог чадамж (log potency) хоорондын хамаарал маш сайн гарсан. Энэ нь уурхайн үйл ажиллагааны хурд ба сейсмологийн хариу үйлдлийн хооронд шууд холбоо байгааг харуулж байна.

2. Автоген нөхцөл: Автоген нөхцөл оруулснаар таамаглалын чадвар мэдэгдэхүйц сайжирсан. Гэхдээ энэ нь таамаглалын хугацааг хязгаарласан.

3. Тэслэгдсэн хэмжээ: Тэслэгдсэн хэмжээ (tons fired) параметр нь газар хөдлөлтийн хариу үйлдэлд сөрөг нөлөө үзүүлсэн. Энэ нь уурхайн доод талыг тэслэсэн үед газар хөдлөлийн хариу үйлдэл бага байсантай холбоотой.

III. ХЭРЭГЖҮҮЛЭХ БОЛОМЖТОЙ АРГАЧЛАЛ БА ТЕХНОЛОГИ

1. Машин сургалтад суурилсан газар хөдлөлтийг урьдчилсан таамаглал

Jakubowski & Tajdus (2014)-ийн арга:

- Далд уурхайн сарын үйлдвэрлэлийн өгөгдөл (ухах хурд, гүн, эзлэхүүн) болон газрын хөдлөлийн энергийн хамаарлыг регрессийн загвар ашиглан бүтээх.
- Хэрэглээ:
 - Микро газрын хөдлөлийн өгөгдлийг IoT сенсор ашиглан бодит цагт цуглуулах.
 - Python/R-д суурилсан ML алгоритм (Random Forest, LSTM) ашиглан "халуун цэгүүдийг" тодорхойлох.
- Шинэлэг байдал:
 - Уурхайн ажилтнуудад зориулсан цахим урьдчилан сэргийлэх систем бүтээх (жишээ нь: Telegram-ийн bot).

2. Үйлдвэрлэлийн хурдыг газрын хөдлөлтийн эрсдэлтэй уялдуулан зохицуулах

Sijacic et al. (2017)-ийн судалгаа:

- Гол санаа: Үйлдвэрлэлийн хурд нь газрын хөдлөлтийн давтамж/хүчийг шууд нөлөөлдөг.
- Монголд хэрэгжүүлэх арга:
 - Газрын хөдлөлтийн эрсдэлийн "динамик зөвшөөрөгдөх хязгаар" тогтоох (жишээ нь: өдөрт 10,000 тонн ухах → ≤ M1.5 газрын хөдлөлт).
 - Үйлдвэрлэлийн хурдыг автоматаар тохируулах PID хяналтын системийг нэвтрүүлэх.
- Шинэлэг байдал:
 - Blockchain-д суурилсан өгөгдлийн ил тод байдлыг хангах (уурхайн оператор, засгийн газар, иргэд хамтран хянах).

3. Тэсрэх бодит стратегийг газрын хөдлөлтийн загварчлалаар сайжруулах

Woodard et al. (2017)-ийн судалгаа:

- Тэсрэлтийн дараах чулуулгийн эвдрэлийн үйл явцыг параметрийн загвар ашиглан тодорхойлох.
- Монголд хэрэгжүүлэх арга:
 - Тэсрэлтийн энерги, цувааны хоорондын зайг газрын хөдлөлтийн мэдрэмжийн түвшинд тохируулах.
 - "Алтан дундаж" тэсрэлтийн горимыг боловсруулах (жишээ нь: жижиг тэсрэлтүүдийг олон удаа хийх).
- Шинэлэг байдал:
 - VR симулятор ашиглан тэсрэлтийн үр нөлөөг урьдчилан үзэх.

4. Орд газрын гүн, эзлэхүүний нөлөөллийг цаг хугацааны цуваагаар шинжлэх

Martinsson & Tornman (2020)-ийн судалгаа:

- Авторегрессив (AR) загвар ашиглан өөр өөр орд газруудаас үүсэх газрын хөдлөлтийг үйлдвэрлэлтэй холбох
- Монголд хэрэгжүүлэх арга:
 - Оюу Толгой, Таван Толгой зэрэг томоохон ордуудад зориулж орд тус бүрийн онцлогт тохирсон загвар бүтээх.
 - Үйлдвэрлэлийн эзлэхүүнийг 10%-иар нэмэхэд газрын хөдлөлтийн магадлал хэрхэн өөрчлөгдөхийг SPSS/R-д анализ хийх.
- Шинэлэг байдал:
 - Цаг агаарын өгөгдөлтэй интеграцчилсан загвар (жишээ нь: хур тунадасны хэмжээ → чулуулгийн чийгшил → стрессийн өөрчлөлт).

5. Олборлолтын хурд ба богино хугацааны газрын хөдлөлтийн хамаарлыг ашиглах

De Beer (2022)-ийн судалгаа:

- Олборлолтын хурд нь удаан хугацааны газрын хөдлөлтөд, тэсрэлт нь богино хугацааны хөдлөлтөнд нөлөөлдөг.
- Монголд хэрэгжүүлэх арга:
 - Ил гаргах үйл ажиллагааг 2 шатаар явуулах:
 1. Өдрийн цагаар ил гаргах хурдыг багасгах.
 2. Шөнийн цагаар тэсрэлт хийх.
 - Эрчим хүчний хэмнэлттэй тоног төхөөрөмж ашиглах (жишээ нь: автомат ухагч).
- Шинэлэг байдал:
 - Газрын хөдлөлтийн "энергийн хэмнэлтийн" индекс бүтээх (жишээ нь: 1 тонн нүүрс олборлоход ялгарах энерги ≤ X kJ).

6. Уул уурхайн үйл ажиллагаа ба газрын хөдлөлтийн хамаарлыг олон салбарын хамтын ажиллагаагаар шийдэх

- Мэргэжлийн боловсон хүчин: Уул уурхайн инженерүүдэд ML, геомеханикийн сургалт явуулах.
- Харилцан ярианы платформ: Уурхайн операторууд, эрдэмтэд, иргэдийг холбох цахим форум байгуулах.
- Туршилтын төслүүд:
 - Оюу Толгойд "Traffic Light System" (TLS)-ийг турших.
 - Багануурт микро газрын хөдлөлийн мониторингийн сүлжээг суурилуулах.

ДҮГНЭЛТ

Монгол улс машин сургалт, IoT, динамик загварчлал зэрэг технологийг уурхайн аюулгүй байдалд нэвтрүүлснээр:

- Газрын хөдлөлтийн эрсдлийг 30-50%-иар бууруулах.
- Үйлдвэрлэлийн үр ашгийг 20%-иар нэмэгдүүлэх.

- Олон улсын стандартад нийцсэн "ухаалаг уурхай" загварыг бүтээх боломжтой

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [33] Jakubowski and Tajdus (2014) developed predictive regression models for the seismic energy release induced by longwall mining in monthly steps using machine learning methods.
- [34] Danijela Sijacic, Frank Pijpers, Manuel Nepveu and Karin van Thienen-Visser (2017) studied the effect of production on induced seismicity in the Groningen gas fields. If the effect of production rates were quantified then induced seismicity could be partially controlled.
- [35] Woodward, KR & Tierney, SR (2017) parameterised the rock mass failure process after blasting and large events, i.e., seismic flurries.
- [36] Martinsson and Tornman (2020) established relationships between seismic activity from different orebodies and the respective production rates, depths and volume. An autoregressive term was included to improve prediction capabilities.
- [37] De Beer (2022) found that the rate of mucking had a lag effect on the seismic response whereas blasting was a better short-term driver of seismicity in the undercut.

ШИВЭЭ-ОВООГИЙН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ХӨРСНИЙ ГУЛСАЛТЫН ҮЕИЙН МАРКШЕЙДЕРИЙН ХЯНАЛТ МОНИТОРИНГИЙН СУДАЛГАА

У.Ууганбат¹, доктор Г.Уранбайгаль²

¹Монгол улс, ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар, УУМ магистрант,

²Монгол улс, ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар, УУМ багш

³Монгол улс, ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар, УУМ багш

uuganbat17@must.edu.mn¹, uranbaigali@must.edu.mn²

Хураангуй: Шивээ-Овоо ХК-ийн технологийн албанаас 2018 оны 2-р сараас эхлэн уурхайн гулсалтанд орсон талбайн тодорхой шугамуудад байнгын ажиглалт, хэмжилт хийсэн ба уурхайн ажлын бус хажуугийн судалгааны ажлыг хүлээлцсэнээс хойш ч хяналтын хэмжилтүүдийг үргэлжлүүлэн хийж байна. Гэвч уг судалгааны ажлууд хяналтын хэмжилтийн цэгүүдийг анх байсан байрлалаас нь тодорхой зайнд шилжсэн гэх үзүүлэлтийг гаргаж ирсэн бөгөөд шилжилт гулсалт хаашаа, ямар өнцгөөр гулсаж байгааг тогтоогоогүй байгаад 2019 онд үүнийг тогтоосон судалгаа хийгдсэнээс хойш энэхүү судалгааг хийж байгаа. Энэхүү судалгааг үргэлжлүүлэн 2025 оны эхний улиралын үр дүнг боловсруулан шилжилт, суултыг нэгтгэн харьцуулсан дүгнэлт өглөө.

Түлхүүр үг: нурал, гулсалт, шилжилт, суулт, хэмжилт, хяналт, өнцөг,

I. УДИРТГАЛ

Шивээ – Овоогийн нүүрсний ордод 1990 оны 7 дугаар сард анх хөрс хуулж эхэлсэн үеэс хойш дотоод овоолгод их, бага хэмжээний гулсалт, суултууд гарч байсан ба үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа, технологийн хүчин зүйлд нөлөөлөхүйцээр 2007, 2011, 2016 онд явагдаж, давагдашгүй хүчин зүйлийн хүрээнд 2018 оны 2-р сараас 5 дугаар сарын хугацаанд дотоод овоолго, гадаад овоолго болон ил уурхайн ажлын бус талд хөндөгдөөгүй талбайнуудыг хамарсан 1 км – ийн урт, 5 – 35 м өргөнтэй хагарлын шугамаар гадаргад их хэмжээний хагарал, суулт үүссэн. Энэ нь ил уурхайн анхны малталтаас 250-300 м зайнд буюу Хатаах үйлдвэрийн хойд хэсэгт 2018 оны 02-р сарын 18-ны өдрөөс эхлэн 5-11-р шугамын хооронд үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанд өртөөгүй байгалийн тогтоц хөндөгдөөгүй талбайд 1 км урттай, 35 метрийн өргөн гадаргууд суулт өгсөн. 2018 оны 02-р сарын 26-наас ашиглалтын 3-р амны гадаад овоолгийн зайд хөрсний гулсалт өгч зам талбай дарагдсан.Хатаах үйлдвэрийн хойно хагарал үүсч суулт өгөн хатаах үйдвэрийн барилгад нөлөөлж эхлэсэн.

Шивээ-Овоо ХК-ийн технологийн албанаас 2018 оны 2-р сараас эхлэн уурхайн гулсалтад орсон талбайн тодорхой шугамуудад байнгын ажиглалт, хэмжилт хийсэн ба уурхайн ажлын бус хажуугийн судалгааны ажлыг хүлээлцсэнээс хойш ч хяналтын хэмжилтүүдийг үргэлжлүүлэн хийж байна. Уг судалгааны ажлууд хяналтын хэмжилтийн цэгүүдийг анх байсан байрлалаас нь тодорхой зайнд шилжсэн гэх үзүүлэлтийг гаргаж ирсэн бөгөөд шилжилт гулсалт хаашаа, ямар өнцгөөр гулсаж байгааг тогтоогоогүй байгаад 2019 онд үүнийг тогтоосон судалгаа хийгдсэнээс хойш энэхүү судалгааг хийж

байгаа. Энэхүү судалгаагаараа сүүлийн үр дүнг боловсруулан өмнөх 2018 оны нэг удаагийн хэмжилтийн үр дүнтэй харьцуулан дүгнэх ажлыг энэхүү судалгаагаар хийсэн.

Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхайд идэвхижсэн ажлын бус хажуу, түүн дээрх дотоод овоолго мөн гадаад овоолгын зарим хэсэг шилжилт, хөдөлгөөнд орж зарим хэсэгт ил уурхайн улны чулуулаг хамрагдаж судалгааны үр дүнгээр харууллаа. 2024.07.18-2025.03.20-ны сард 2 удаа нийт уурхайн хэмжээнд 25н цэгт хэмжилт хийсний ил уурхайд хамаарагдах хэсгийн 11-н цэгээс 7-г сонгон авч судалгааны ажилд ашигласан.

Дотоод ба гадаад овоолгын уурхайд дөхүү байгаа суурь нь тогтворжилт муутай өгөршсөн чулуулаг, гүний шаталтанд орсон нүүрсний хөөт нурам зэргээс бүрдсэн нь дотоод овоолгын даралт ачааллын нөлөөгөөр тогтворжилт нь алдагдах учир шалтгаан болсон гэх үндэслэлтэй байна.

Уурхайн талбайн хүрээнд багтаж буй нүүрс агуулагч хурдсуудын хагарлууд түүний дотор баруун урдаас зүүн хойшоо чиглэлтэй хөндлөн хагарлыг нь томоохон хэмжээний эвдрэл үүсэх голомт нь болсон гэж үзэхээр байна.

Уурхайн дотоод овоолгын сууринд гүний усны шүүрэлт, хур тунадасны усны нэвчилтийн сөрөг нөлөөллөөс сэргийлэх шүүрүүлэх суваг, малталтын сүлжээ огт хийгдэж байгаагүй нь овоолгын улаар гулсах гадаргуу үүсгэх, улнаас доошхи чулуулгийг дэвтгээж тогтворгүй болгох нөхцөл бүрдсэн гэж үзэхээр байна.

Уурхайд хийгддэг тэсэлгээний ажил, том даацын автосамосвалуудын хөдөлгөөн зэргээс үүсэх чичиргээ доргионы үйлчлэл нь овоолгын шилжилтэнд “өдөөгч” маягийн нөлөөлөл үзүүлсэн гэх үндэстэй.

II. СУДАЛГААНЫ АРГАЧЛАЛ

1. Эмпирик судалгаа

Тодорхойлолт: Эмпирик судалгаа нь туршлагад (бодит байдалтай) суурилсан, хэмжилт, ажиглалт, туршилт хийх явцад олж авсан мэдээлэлд үндэслэсэн судалгааны хэлбэр.

Шат: Судалгааны талбайд ажиллах, хэмжилт, ажиглалт зэрэг нь эмпирик судалгааны бидний хүссэн үндсэн үе шат юм.

Хэрэгжүүлэх: Энэ аргыг ашиглахад оюутнуудад туршилт, хэмжилт, үнэлгээ хийх боломжийг олгож, бодитоор мэдээлэл цуглуулах шаардлагатай.

2. Квантитив судалгаа

Тодорхойлолт: Квантитив судалгаа нь хэмжигдэхүүний өгөгдөл, статистик тооцоолол хийхэд анхаардаг, тоон мэдээлэл дээр үндэслэгдсэн.

Шат: Удирдлагын хэмжилт, цуглуулах, тооцооллын ажлуудад ашиглах аргатай.

Хэрэгжүүлэх: Квантитив аргаар хэмжилт, тоо баримт, графикийг анализ хийх замаар судалгааны үр дүнг боловсруулж, дүгнэлт гаргах боломжтой.

3. Квалитив судалгаа

Тодорхойлолт: Квалитив судалгаа нь мэдээллийг гүнзгийрүүлэн судлах, хэлбэр, утга, зан төлөвийг ойлгох зорилгоор хийдэг.

Шат: Ажиглалт, хүний зан төлөвийн судалгаа, ярилцлага, бүлгийн хэлэлцүүлэг зэрэг арга хэмжээ, процессыг ашиглаж болно.

Хэрэгжүүлэх: Статистик аргуудыг долох, уг судалгаа нь харилцан яриа, мөн ажиглалтын дүнг чухалчилж, реалист мэдлэгийг бий болгох боломжийг олгодог.

Судалгааны арга, хэрэглэсэн тоног төхөөрөмж, програм хангамж:

Судалгааны ажлын дарааллын хувьд судалгааны талбайд ажиллах, хэмжилт, ажиглалт, зураглалын ажлууд, үр дүнгийн боловсруулалтын ажлууд болон тэдгээртэй холбоотой эмперик тооцоо, тооцооллын ажлууд, зураг төсөл гэсэн үе шатуудаар хийгдсэн. Маркшейдерийн SOUTH GALAXY G3 маркын 2 долгионы GPS ашиглан хяналтын цэгүүдийн хэмжилт хийж Microsoft office, AutoCAD, MICROMINE программаар боловсруулан суулт, шилжилтийн хөдөлгөөнийг тооцов.

III. ЭМПИРИК СУДАЛГААНЫ АРГААР ГУЛСАЛТЫГ ХЭМЖИХ, ХЯНАЛТЫН ЦЭГҮҮДИЙН ШИЛЖИЛТИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ СУДАЛГАА

Уурхайд гарсан чулуулгийн шилжилт хөдөлгөөний учир холбогдол: Дээрх учир холбогдлын улмаас уурхайн дотоод овоолго дээр нилээд хэдэн жилийн өмнөөс ажиглагдаж байсан хагарлууд нь хожим буюу 2018 оны хавар гулсалтын идэвхитэй үзэгдэл болон өргөжих эх суурь бүрэлдэж байсны шинж тэмдэг, илрэл гэж үзэх үндэслэлтэй байна.

Уг судалгааны ажлаар уурхайд үүссэн овоолгын гулсалтыг бүрмөсөн зогсоох аргагүй болсон гэсэн дүгнэлтэнд хүрсэн.

Маркшейдерийн үүрэг, хариуцлага, хяналтын аргачлалын танилцуулга.

1. Маркшейдерийн үүрэг

Газрын хэмжээ, байрзүйн мэдээлэл: Маркшейдер нь газарзүйн байрлал, хэмжээ, хэлбэрийн талаарх мэдээллийг ашиглан ажилладаг. Тэд газарзүйн мэргэжлийн ур чадвараа ашиглан газрын зааг, хэмжээ, болон зургийг баталгаажуулах.

Уурхайн дизайн, төлөвлөлт: Уурхайн план, дэлгэрэнгүй зураг, мэргэжлийн загваруудыг боловсруулж, уурхайн төлөвлөгөө, дизайн болон түүний хурдасгалаас хамааран хяналт тавина.

Уурхайн хүндэтгэл: Маркшейдер нь уурхайн болон барилгын ажилд гарч болох асуудлуудыг урьдчилан таньж, маркшейдерийн мэдлэгийг төлөвлөж хариу арга хэмжээг авах үүрэгтэй.

2. Хариуцлага

Тодорхойлолтын баталгаажуулалт: Маркшейдер нь газрын байршил, хэмжээ, формын мэдээллийг зөв, нарийн тооцоолох, баталгаажуулах.

Ажлын аюулгүй байдал: Ажлын байранд аюулгүй байдлыг хангах, дэмжлэг үзүүлэх, бизнесийн стандартад нийцсэн үр ашгийг сайжруулах.

Тайлагнал, дүгнэлт: Гүйцэтгэлийг хянах, дүгнэх, хүндэтгэлийг хангахын тулд шаардлагатай тайлан, дүгнэлт гаргах.

3. Хяналтын аргачлал

Геодезийн хэмжилт: GPS, тахеометр, лазер сканер зэрэг технологи ашиглан газрын хэмжилт, зураглал хийх.

Хайгуул, үнэлгээ: Уурхайн талбайд газрын баялаг, геологийн бүтцийг судлах, үнэлэмж хийх.

Мэдээллийн систем: Системчилсэн мэдээллийн database, GIS (Географийн мэдээллийн систем) ашиглан газарзүйн мэдээллийг системжүүлэх, үр дүнд үр ашгийг сайжруулах.

2018оны хэмжилтын үр дүнд гарсан гулсалтын үзүүлэлтүүдийн судалгааны үр дүн.

2018 оны 2-р сарын 23-аас 4-р сарын 26 хүртэлх хугацаанд хийсэн 7 удаагийн хэмжилтээр хоногт 1.9 см, нийтдээ 117.7 см гулсалт, хоногт 1.1 см, нийтдээ 69.3 см суулт 62 хоногийн хугацаанд гарсан байна.

Хэмжилт хийсэн хугацаа	Цэг	Гулсалт (см)
2018.05.03-2018.05.30	1->4	176-266
	5, 6	273-326
	8->16	316-376
	17->25	2.7-20.2

Хэмжилтийн үр дүнд гарсан гулсалтын үзүүлэлтүүд: Чулуулгийн шилжилт хөдөлгөөн ил уурхайн төв хэсгийг хамарсан дотоод овоолгууд дээр буюу хяналтын 4-15-р цэгүүд байрлах хэсэгт голлон явагдаж, 1-р ам буюу баруун хэсэгт тодорхой хэмжээгээр, харин зүүн жигүүр хавийг хамарсан талбайд харьцангуй бага явагдаж байна.

Гулсалтыг хэмжих хяналтын цэгүүд: Судалгааны ажлын урьдчилсан үр дүнгүүд гарч эхэлсэн үеэс уурхайн доторх гулсаж буй массыг тогтоон барихад чиглэсэн гулсалтыг хянах байнгын цэгүүдэд 2018 оны 5-р сарын 3-наас эхлэн хяналтын 25 цэгүүдэд хамруулан тогтмол хэмжилт хийгдэж үр дүн бүртгэгдэж байна. Ашиглалтын үед хяналтын зарим

цэгүүд устсан бөгөөд доорх зурагт хяналтын 18 цэгүүдийг зураг.1-т харуулав.



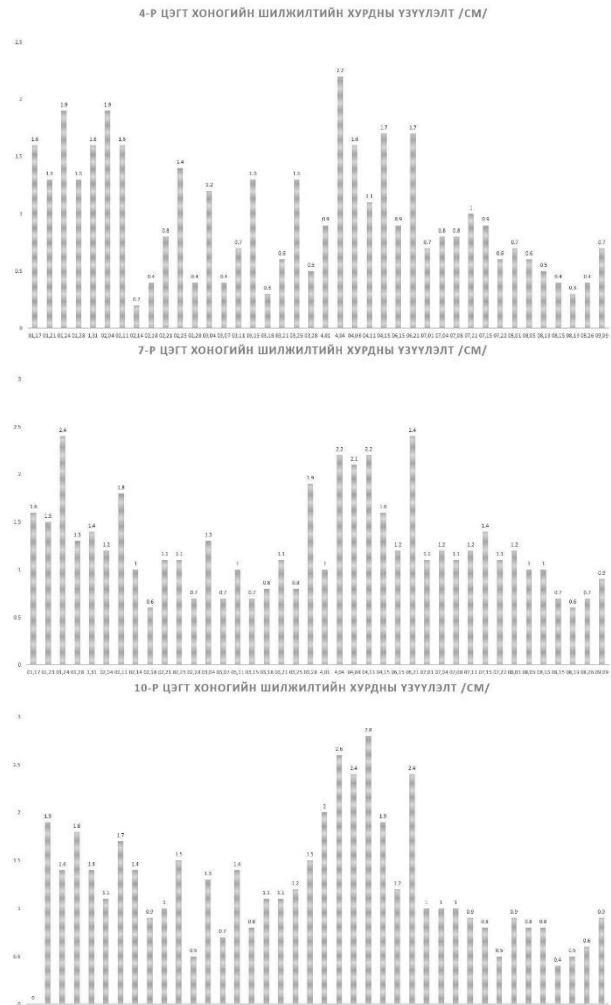
Зураг 1.

Уурхайн төвийн хэсгийн овоолгын гулсалт хөдөлгөөнийг хамгийн их ба бага явагдсаныг дараах 1-р хүснэгтээр үзүүлэв

Хүснэгт 1.

Цэгийн дугаар	Хяналтын координат			шилжилт
	о	у	м	
1	135	15	56.72	5.7187
2	146	0	35.43	4.9138
3	165	6	19.21	0.7677
4	136	38	15.68	5.1886
5	142	50	48.55	3.0611
6	156	20	24.2	0.708
7	136	24	28.05	8.4309
8	134	45	33.49	8.6166
9	138	36	34.84	9.09
10	135	42	12.95	0.16
11	129	10	13.09	3.0508
12	134	1	27.77	3.4518
13	134	50	11.66	1.3247
14	129	19	18.22	9.5454
15	131	3	55.8	10.3668
16	135	59	51.96	1.3493
18	158	45	50.13	0.374
23	105	50	19.27	1.0939

Эдгээр 18 хяналтын цэгийн дунджаар зүүн урагшаа 138°42'20.9" –ийн өнцгөөр гулсалт, шилжилт явагдаж байна. Цэгүүдийн шилжилтийн байдлыг зураг.2-т үзүүлэв.

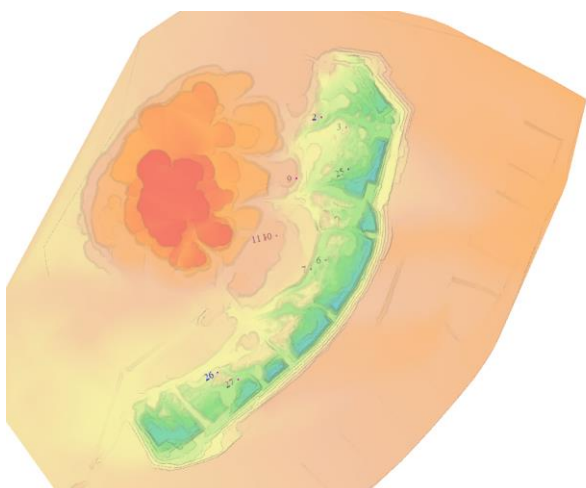


2018 оны хэмжилтын дүгнэлт. Шивээ-Овоо нүүрсний ил уурхайн хөрсний гулсалтыг тодорхойлох хяналтын 18 цэг дээр 7 хоногт 3 удаа хэмжилт хийж, хэмжилтийн үр дүнгээр гулсалтын чиглэл болон шилжилтийн зайг тодорхойллоо. 18 цэгийн шилжилтийн дундаж өнцөг зүүн урагшаа 138°42'20.9" өнцөгөөр шилижиж 2018.05.03-2018.05.30 хүртэл 27 хоногийн хугацаанд 1-4 цэгүүд 176-266см, 5, 6 цэгүүд 273-326 см, 8-16 цэгүүд 316-376 см, 17-25 цэгүүд 2.7-20.2 см тус тус шилжсэн бол мост тавьсаны дараа буюу 2018.6.28-2019.9.9 хүртэл гулсалт харьцангуй буурсан бөгөөд хамгийн ихдээ 7-р цэг 8.4309м, 8-р цэг 8.6166м, 9-р цэг 9.09м, 14-р цэг 9.5454м, 15-р цэг 10.3668м шилжсэн байна. Гулсалт хамгийн их явагдаж байгаа цэгүүдээс харахад өвөл болон хавар газар гэсэлтийн үед гулсалтын хурд эрчимтэй явагдаж байна.

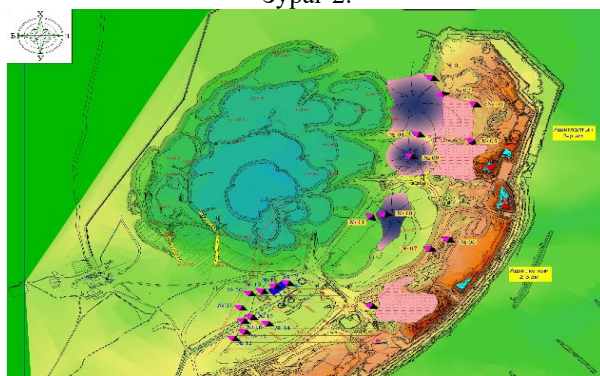
2024-2025 оны хэмжилтүүд өмнөх оны үетэй харьцуулсан хэмжилтийг хүснэгт 2, 3-р хавсралтаар үзүүлэв.

Гулсалтыг хэмжих хяналтын цэгүүд.

2 цэг- 3-р амруу орох замын хойно. 3 цэг- 3-р амрууорох замын урд дотор овоолго дээр. 25 цэг- 3-р амруу орох замын урд дотор овоолго дээр /шинэ цэг/ 9, 10, 11- Гадаад өндөр овоолго дээр 6 цэг- ЭКГ 25/90-н дахин шидэлтийн хөрсний овоолго дээр 26, 27- 1-р амны харалдаа 25/90 одоо ажиллаж байгаа хэсгийн хажууд. Цэгүүдийн шилжилтийн байдлыг зураг.2, 3-т үзүүлэв.



Зураг 2.



Зураг 3.

2024-2025 оны хэмжилтийн дүгнэлт

Шивээ-Овоо нүүрсний ил уурхайн хөрсний гулсалтыг тодорхойлох хяналтын 21 цэг байгаагаас судалгаанд тогтмол байгаа устаагүй 7 дээр сард 2 удаагийн хэмжилт хийсэн үр дүнг өмнөх оны мөн үеийхтэй харьцуулсан, нийт 18 хэмжилтийн үр дүнгээр гулсалтын чиглэл болон шилжилтийн зайг тодорхойлсон. 7 цэгийн шилжилтийн дундаж өнцөг зүүн урагшаа $107^{\circ}46'23''$ өнцөгөөр шилжиж 2024.11,12 сарын хэмжилтүүдэд шилжилт, суулт хамгийн их явагдаж байгаа цэгүүдээс харахад өвөл болон хавар газар гэсэлтийн үед гулсалтын хурд эрчимтэй явагдаж байгаа нь цаг уурын нөлөө өндөр байгааг батлаж байна.

ДҮГНЭЛТ

2018, 2025 оны хэмжилтийн үр дүнгийн харьцуулсан дүгнэлт.

Дээрх судалгааны ажлаас харьцуулан нэгтгэн дүгнэхэд уурхайн хөрсний гулсалт, суултанд цаг уурын нөлөөлөл өндөр хэвээр байна.

-2018 онтой харьцуулахад хөрсний суулт гулсалтын хурд удааширсан ба 2024.07.18-2025.3.20н хүртэл хамгийн ихдээ 7-р цэгт нийт 1.46м шилжиж, 0.04м-р суусан байна. Энэ нь 2018 оны гулсалтын хурдаас 8 дахин багассан байна гэж дүгнэж болхоор байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [38] Шивээ-Овоо ХК-ийн технологийн албанаас явуулж буй овоолгын гулсалт хөдөлгөөний хяналтын бүртгэл, 2019-2019 он, 2024-2025 он.
- [39] ШУТИС-ийн УУТСТөв. Шивээ-Овоогийн нүүрсний уурхайн ажлын бус хажуугийн үнэлгээ хийх судалгааны ажлын тайлан. УБ хот 2018 он
- [40] Шивээ-Овоо ХХК-ний Хатаах үйлдвэрийн тайлан. 2024он.
- [41] Ил уурхайн аюулгүй байдлын дүрэм. 2019он.
- [42] Маркшейдерийн ажлыг гүйцэтгэх технологийн заавар. 2005он.
- [43] Илтгэгч: Б.Амгалан , Б.Төмөрбалт Удирдагч: Доктор, профессор Г.Уранбайгаль “Шивээ-Овоогийн нүүрсний ил уурхайд гарсан хөрсний гулсалтанд хийх маркшейдерийн хяналт мониторинг”
- [44] <https://shivee-ovoo.mn/introduction.html>
- [45] <https://sudalгаа.gov.mn/pdf/kheeriy-bse-d-tslzhilttey-temtsekh-tekhniogiyn-turshilt-sudalгаа-eg1>
- [46] <https://chat.chatbotapp.ai/chats/-OLe5-vlkjU3jZQ4f5Re?model=gpt-3.5>

Хавсралт хүснэгт 2.

Цэгийн дугаар	Цэгийн солбилцол	нэгж	Хэмжсэн огноо	2024.07.18	2024.07.26	хоногт дундаж	2024.12.16	хоногт дундаж	2025.01.02	хоногт дундаж	2025.02.12	хоногт дундаж	2025.03.06	хоногт дундаж
2	N5123751.372 E310709.02 RL1189.972	м	/2024.07.18/	0.000	0.220	0.024	29.550	0.194	30.070	0.178	30.540	0.145	30.700	0.140
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.220	0.024	29.330	2.095	0.520	0.031	0.150	0.010	0.160	0.007
3	N5123672.828 E310912.543 RL1171.713	м	/2024.07.18/	0.000	0.094	0.010	21.860	0.144	22.020	0.130	22.580	0.108	22.700	0.103
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.094	0.010	21.766	1.555	0.160	0.009	0.100	0.010	0.120	0.005
4	N5123433.284 E310555.032 RL1183.69	м	/2024.07.18/	0.000	0.270	0.030								
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.270	0.030								
5	N5123375.343 E31092.622 RL1155.245	м	/2024.07.18/	0.000	0.250	0.028	26.200	0.172	26.800	0.159	27.400	0.130	27.600	0.125
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.250	0.028	25.950	1.854	0.600	0.035	0.120	0.010	0.200	0.009
6	N5122590.88 E310744.574 RL1157.301	м	/2024.07.18/	0.000	0.210	0.023	10.500	0.069	11.090	0.066	11.900	0.060	12.270	0.056
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.210	0.023	10.290	0.735	0.590	0.035	0.270	0.020	0.370	0.017
7	N5122517.871 E310627.954 RL1161.253	м	/2024.07.18/	0.000	0.310	0.034			14.200	0.084	16.460	0.080	17.670	0.080
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.310	0.034			14.200	0.835	0.760	0.050	1.210	0.055
8	N5122063.223 E310257.356 RL1180.658	м	/2024.07.18/	0.000	0.000	0.000								
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.000	0.000								
9	N5123257.722 E310509.797 RL1210.392	м	/2024.07.18/	0.000	0.270	0.030	19.500	0.128	20.040	0.119	20.470	0.090	20.630	0.094
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.270	0.030	19.230	1.374	0.540	0.032	0.150	0.010	0.160	0.007
10	N5122791.142 E310344.823 RL1206.302	м	/2024.07.18/	0.000	0.190	0.021	8.190	0.054	8.850	0.052	9.830	0.050	10.340	0.047
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.190	0.021	8.000	0.571	0.660	0.039	0.320	0.020	0.510	0.023
11	N5122774.178 E310255.779 RL1208.22	м	/2024.07.18/	0.000	0.260	0.029	9.860	0.065	10.900	0.064	13.600	0.070	13.640	0.062
			Өмнөх хэмжилтээс	0.000	0.260	0.029	9.600	0.686	1.040	0.061	2.570	0.160	0.040	0.002

хүснэгт 3.

Цэгийн дугаар	Цэгийн солбилцол	2024.07.18-2025.03.20				2025.03.06-2025.03.20			
		Суулт /м/		Шилжилт /м/		Суулт /м/		Шилжилт /м/	
		Нийт	Хоногт дундаж	Нийт	Хоногт дундаж	Нийт	Хоногт дундаж	Нийт	Хоногт дундаж
2	N5123751.37 E310709.02 RL1189.972	-3.17	-0.012	30.85	0.13	-0.03	-0.002	0.15	0.01
3	N5123672.82 E310912.54 RL1171.713	-2.5	-0.01	22.8	0.007	-0.01	-0.0007	0.1	0.007
6	N5122590.89 E310744.57 RL1157.301	-1.6	-0.006	12.71	0.05	-0.04	-0.003	0.44	0.03
7	N5122517.871 E310627.954 RL1161.253	-3.3	-0.01	19.13	0.07	-0.04	-0.003	1.46	0.1
9	N5123257.722 E310509.797 RL1210.392	-3.3	-0.01	20.79	0.08	-0.02	-0.001	0.16	0.01
10	N5122791.142 E310344.823 RL1206.302	-6.27	-0.03	10.8	0.04	-0.58	-0.04	0.47	0.03
11	N5122774.178 E310255.779 RL1208.22	-8.2	-0.03	14.63	0.06	-0.8	-0.06	0.9	0.07

ОЮУ ТОЛГОЙН ДАЛД УУРХАЙН ОЛБОРЛОЛТЫН ТҮВШИН ДЭХ ХҮДЭР ТАТАХ ЦЭГТ ГАЦСАН ЧУЛУУЛГИЙГ БУУЛГАХ АРГА, АРГАЧЛАЛ

Ц. Шаравжамц¹, Ц.Ариунжаргал²

¹Магистрант, онгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул, уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар

²Дэд профессор, доктор (Ph.D), Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул, уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн салбар
ts.sharavjamts@gmail.com

Хураангуй-Оюу толгойн бүлэг ордын нийт нөөцийн агуулга сайтай хүдрийн ная гаруй хувь нь газрын гүнд оршиж байна. Эдгээр хүдрийн биетийг хүдрийн биетийн хүндийн жинг ашиглан доороос нь бутлан хүдэр татах цэгүүдээр цуглуулан авах арга буюу блокчлон олборлох аргаар ашиглаж байна. Уг аргыг ашиглах үед урьдчилан таамаглах боломжгүй оворлог чулуулаг хүдэр татах цэгт гацаж тээглэх магадлал өндөр бөгөөд үүнээс үүдэлтэй олборлолтын үйл явц удааширах цаашилаад зогсох, аюулгүй ажиллагааны эрсдэл үүсдэг. 2024 оны байдлаар Оюу Толгойн далд уурхайн олборлолтын түвшинд хоёр зуун хориод хүдэр татах цэгүүдийг барьж байгуулан идэвхтэй ашиглаж байна. Эдгээр хүдэр татах цэгүүдээс олон тооны утгуурт ачигчууд ажиллан бутлагдсан чулуулаг ачихад оворлог чулуулгаас үүдэн гацалт үүсэж байна. Иймд хүдэр татах цэгт гацсан оворлог чулуулгийг тухай бүрд нь аюулгүйгээр, зардал болон уурхайн үйл ажиллагаанд нөлөөлөх нөлөөлөл бага байхаар бутлан сийрэгжүүлэх болон буулгахад тохирсон арга технологийг судлан үйлдвэрлэлд ашиглах зайлиггүй шаардлага үүсээд байна.

Түлхүүр үг: хүдэр буулгуур, бутлагдал, олборлолтын түвшин

I. УДИРТГАЛ

Оюу толгойн үндсэн гурван ордын нэг болох Өмнөд Оюу ордыг ил аргаар 2012 оны 4 дүгээр сараас олборлолтын ажил эхлэн өдгөө 560 орчим хүн ажиллаж өдөрт 100 мянган тонн хүдэр олборлон гаргаж байна. Уурхайд 15 метр өндөртэй доголудыг 40 м өргөн замаар холбох бөгөөд үүгээр 290 тоннын даацтай өөрөө буулгагч машинууд хөрс, хүдрийг анхдагч бутлуур, эсвэл овоолго руу ангилан тээвэрлэнэ.

Ил уурхайгаас олборлож буй нэг тонн хүдэрт агуулагдах зэс 5 кг-аас бага, харин алт нь граммыг гурав хуваасны нэгээс ч бага байдаг.

Оюу толгойн баяжуулах үйлдвэр нь Монголын түүхэн дэх хамгийн том үйлдвэр юм. Баяжуулах үйлдвэр ойролцоогоор 255 метр урт, 144 метр өргөнтэй. 2013 оны 2 дугаар сарын 1-нд анхны зэсийн баяжмалаа үйлдвэрлэж, мөн оны 7 дугаар сарын 9-нд экспортод гаргасан. Баяжуулах үйлдвэр хоногт 100,000 тонн хүртэл хүдэр боловсруулах хүчин чадалтай. Гүний уурхайг ашиглалтад оруулахаас өмнө баяжуулах үйлдвэрийг өндөр агуулгатай хүдэр баяжуулах боломжтой болгон шинэчилж, үйлдвэрлэлийн хүчин чадлыг нь нэмэгдүүлэх юм.

Ил уурхайгаас гарсан хүдэр анхдагч бутлуураас газар дээрх туузан дамжуулгаар баяжуулах үйлдвэрт хүрч, хэд хэдэн механик, химийн иж бүрэн дамжлагаар орж хаягдал чулуулаг, хольцоосоо цэвэрлэгдэж, баяжмал болж экспортод гаргахад бэлэн эцсийн бүтээгдэхүүн болдог. Баяжмал хэмээх

нарийн ширхэгтэй нунтаг бүтээгдэхүүн нь 25-30 хувийн зэсийн, мөн бага хэмжээний алт, бусад металлын агуулгатай. Тээрэмдсэн хүдрийг үйлдвэрлэлийн дараагийн шат болох хөвүүлэн баяжуулах дамжлага руу шилжүүлж, зэс, алт, мөнгийг хөөсөнд наалдуулан ялгаж авна. Уг хөөсийг хөвүүлэн баяжуулах машинаас гарган баяжмал өтгөрүүлэгчид оруулж, илүүдэл усыг нь шавхсанаар зэсийн нунтаг баяжмал гаргаж авна.

Оюу толгойн орд нь зэс, алт, болон мөнгө агуулсан хэд хэдэн хүдрийн биетээс бүрддэг. Ил уурхайтай харьцуулахад эрдсийн өндөр агуулгатай гүний бүлэг орд нь Оюу толгойн ашиг орлогын цөм хэсэг буюу хойноосоо урагш нийт 12 км сунал тогтсон Хюго Дамметтын хойд бүс, Хюго Дамметтын өмнөд бүс, Оюут болон Херуга хүдрийн биетүүд юм.

Одоогоор баяжмалаа ил уурхайгаас олборлосон хүдрээс гарган авч байна. Оюу толгойн бүлэг ордын нийт нөөцийн 80 гаруй хувь буюу хамгийн агуулга сайтай хүдэр нь газрын гүнд оршино. Газрын гадаргаас олон зуун метрийн гүнд буй эдгээр хүдрийн биет нь зэс, алтны агуулгаараа дэлхийд томоохонд тооцогддог. Гүний уурхайгаас олборлох хүдэр дунджаар 1.66 хувийн зэсийн агуулгатай.

Эдгээр хүдрийн биет газрын гүнд, тархай байрлалтай учир геотехник болон эдийн засгийн үр ашиг талаасаа блокчлох аргаар олборлоход илүү тохиромжтой. Энэ арга нь хүдрийн биетийн хүндийн жинг ашиглан доороос нь бутлан хүдэр буулгуураар цуглуулан авч, туузан дамжуулгаар газрын гадаргад гаргадаг арга юм. Блокчлон олборлох аргыг ашиглан

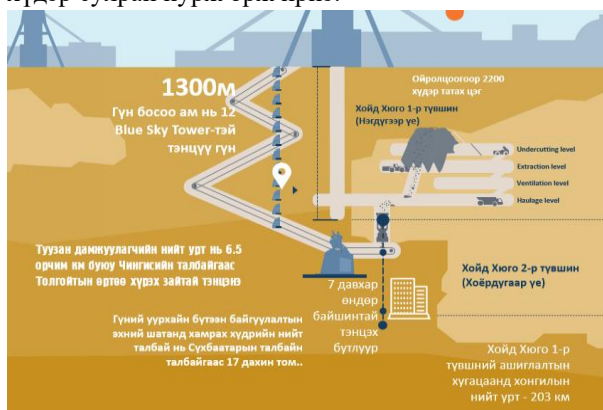
газрын гүн дэх хүдрийг олборлон гаргахад шаардлагатай 6.1 километр урттай таван босоо амаар нэвтрэлт хийж, газрын гадаргуугаас 1.3 километр гүнд 203 километр урт хонгил барихын зэрэгцээ хүдэр бутлах, тээвэрлэх дэд бүтэц, байгууламжуудыг барьж байгуулан ажиллаж байна. Блокчлон олборлоход эхний хөрөнгө оруулалтын зардал чамгүй өндөр боловч цаашдын үйл ажиллагааны зардлууд нь олборлолтын бусад аргаас харьцангуй хямд байдаг. Үйл ажиллагааны зардал хямд учир бага агуулгатай эрдэс баялгийг ч үр ашигтай олборлох боломж бүрдэх юм. “Оюу толгой”-н менежментийг хариуцагч “Рио тинто” групп блокчлон олборлох аргаар мэргэшсэн цөөн компаниудын нэг.

2024 оны байдлаар Оюу Толгойн далд уурхайн олборлолтын түвшинд хоёр зуун хориод хүдэр татах цэгүүдийг ашиглаж эдгээр хүдэр татах цэгүүдээс утгуурт ачигчуудаар бутлагдсан чулуулаг ачиж тээвэрлэж байна. оворлог чулуулгаас үүдэн гацалт үүсэж байна. Хүдэр татах цэгт гацсан оворлог чулуулгийг буулгахад тохирсон арга технологийг судлан үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэхэд судалгааны ажлын зорилго оршино.

ҮНДСЭН ХЭСЭГ

Гүний уурхай нь 12 цагийн хоёр ээлжээр жилийн 365 өдөр ажилладаг, туузан дамжуулагчийн нийт урт нь 13.2 км, Хюго Дамметт ордын хойд бүсэд баригдах хонгилын нийт урт нь 203 км гаруй байна (ихэнх хэсэгтээ 5.5 м өндөртэй, 5 м өргөнтэй).

Блокчлон олборлох арга нь уулын даралтын хүч буюу газрын татах хүчийг ашиглан гүний уурхайн хүдрийн биетийг доороос нь нурааж олборлох арга юм. Хүдрийн биетийн доогуур хөндлөн малталт хийж, түүгээр тэслэхэд хүдрийн биет хөдөлгөөнд орж, нурж эхэлнэ. Тэсэлгээгээр бутарсан хүдрийг бутлуурын хэсэг рүү утгуурт ачигчаар зөөнө. Хүдэр буулгах цэгээс хүдрийг авах тусам дээр нь байгаа хүдэр сулран нурж орж ирнэ.



Зураг 1. Оюутолгойн ордын олборлолтын өнөөгийн байдал



Хүдэр татах цэгт гацсан оворлог чулуулгийг аюулгүйгээр, зардал болон уурхайн үйл ажиллагаанд нөлөөлөх нөлөөлөл нь бага байхаар бутлан сийрэгжүүлэх тохирсон арга технологийг судлан үйлдвэрлэлд ашиглах шаардлага тулгамдсан асуудлын нэг болж байна.

Зураг 2. Хүдэр буулгуурт гацсан чулуулаг



Одоогоор хүдэр татах цэгүүдэд үүссэн гацалт болон оворлог чулуулгуудыг бутлахад хэд хэдэн төрлийн тоног төхөөрөмжүүд болон өрөмдлөг тэсэлгээний аргуудыг туршин ашиглаж байна. Үүнд:

1. Хөдөлгөөнт цохилтот алхан чулуу бутлагч - Mobile Rock Breaker

Хүдэр буулгах цэгийн доод түвшинд гацсан болон бууж ирсэн оворлог чулуулгийг бутлахад хэрэглэнэ.

Гар жолоодлого болон Алсын зайнаас автомат удирдлагаар ажиллана.

Зураг 3. Sandvik LH410I маркийн хөдөлгөөнт цохилтот алхан чулуу бутлагч

2. Water Cannon-Хөдөлгөөнт усан буу

Уг хөдөлгөөнт усан их буу нь гацсан чулуулгийн доорх сул материалыг тухайн байршилд өндөр даралтад усаар шүрших замаар хүдэр татах цэгийн бөглөрлийг арилгах боломжийг алсын зайнаас автомат удирдлагаар аюулгүй гүйцэтгэх боломжийг олгодог.



Зураг 4. Getman A64 маркийн хөдөлгөөнт усан буу

3. Өрөмдлөг цэнэглэгээний машин

Хүдэр татах цэгт гацсан оворлог чулууг өрөмдөж бага хүчин чадалын тэсрэх бодисоор цэнэглэн тэслэх боломжийг олгодог. 41-64мм диаметртэй 2.2м хүртэл шпүрийг 11.3м хүртэл өндөрт хүрч өрөмдөх боломжтой.

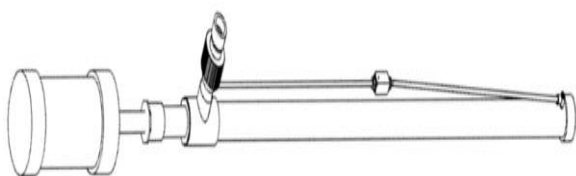


Зураг 5. Sandvik DB331 Өрөмдлөг цэнэглэгээний машин

Гар жолоодлого болон Алсын зайнаас автомат удирдлагаар ажиллана.

4. Тэсэлгээний төхөөрөмж

Тусгай зориулалтын хэрэгсэлд савлагаат эсвэл задгай эмульсийн тэсрэх бодис хийн байрлуулж доргиох тэсэлгээ хийх зориулалттай.



Зураг 6. Sandvik DB331 маркийн тэсэлгээний машин

Хэрэглэхэд хялбар, авсаархан зөөврийн төхөөрөмж учраас тэсэлгээний талбайд цэнэглэн тэслэнэ.

5. Өрөмдлөгийн машин

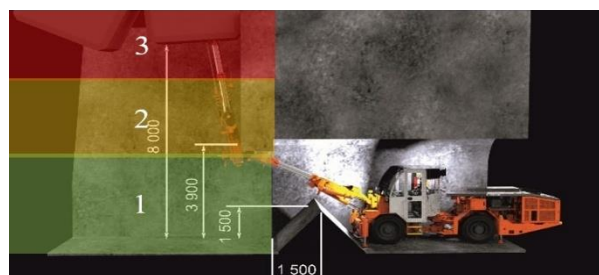
Тухайн өрөмдлөгийн машин нь 51-127 мм-ийн диаметртэй 51м хүртэл гүнтэй шпурыг бүх чиглэлд /дээш, доош болон хөндлөн/ өрөмдөх чадвартай гидравлик өрмийн машин юм.

Зураг 7. Epiroc Simba E7 маркийн өрөмдлөгийн машин



Уг машиныг ашиглан хүдэр татах цэгт өндөрт гацсан оворлог чулуулгуудыг үндсэн болон зэргэлдээх туннелээс өрөмдөж түгжээс цэнэгийн аргаар тэсэлж унагаана.

Хүдэр татах цэгт доод, дунд, дээд буюу өндөрийн түвшинд гацалт үүсдэг. Уг судалгааг хийснээр Оюу толгой далд уурхайн хүдэр олборлох үйл ажиллагаанд нэн чухал ажил болох хүдэр татах цэгээс чулуулаг авах ажлыг саадгүй, зогсолтгүй үргэлжлүүлэхэд учирч болох бэрхшээлийг арилгаж олборлолтыг нэмэгдүүлэх юм.



Зураг 8. Хүдэр татах цэгт үүссэн гацалтын түвшингүүд

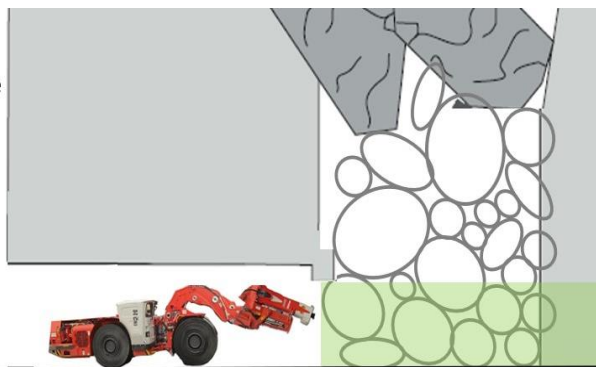
1-р түвшин буюу доод түвшинд гацах тохиолдол: Энэ нь туннелийн улнаас хөмсөг хүртэл буюу 0-3,6 м орчим орон зайд оворлог чулуу гацах нөхцөл юм.

2-р түвшин буюу дунд түвшний гацалт: Хөмсөгнөөс дээш буюу 3,6-7 м орчимд Sandvik DB331 Өрөмдлөг цэнэглэгээний машин өрөмдөх боломжтой орон зайд үүссэн гацалт юм.

3-р түвшин буюу өндөрт гацах тохиолдолд Sandvik DB331 Өрөмдлөг цэнэглэгээний машин өрөмдөх боломжгүй, ойролцоогоор 7 метрээс дээш өндөр орон зайд үүссэн гацалт юм.

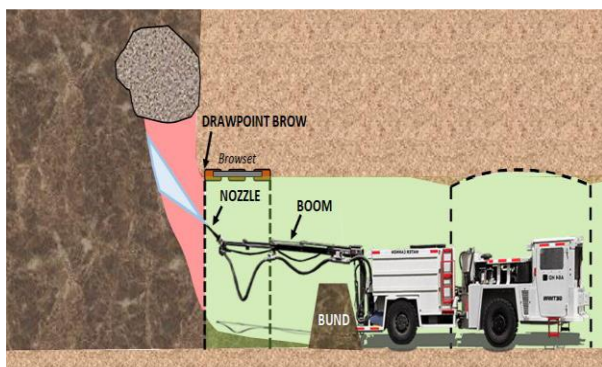
ГАЦАЛТ ҮҮССЭН ТҮВШИНД АШИГЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН ШИЙДЭЛ

Доод түвшинд гацсан тохиолдолд Эхний ээлжинд Sandvik LH410I Хөдөлгөөнт цохилтот алхан чулуу бутлагчаар цохиж бутлах арга хэрэглэнэ.



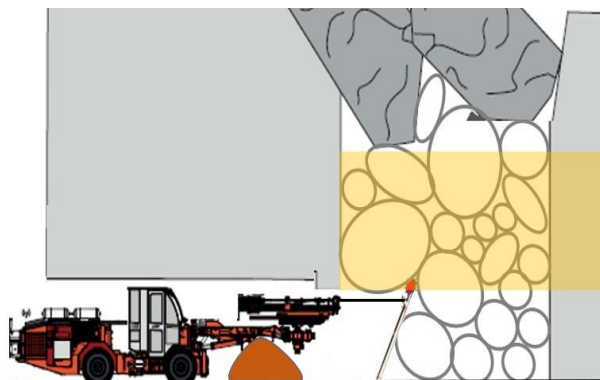
Зураг 9. Хүдэр татах цэгээс доод түвшинд гацсан чулуулагт ашиглах технологийн шийдэл

Цохилтот алхаар бутлах боломжгүй бол Getman A64 Хөдөлгөөнт усан буу ашиглан оворлог чулуулгийн эргэн тойрон дахь сул чулуулгуудийг өндөр даралтад усаар шүршиж гацсан чулуулгийг буулгана. Даралтад усаар шүршисний дараа бууж ирэхгүй тохиолдолд Sandvik DB331 машин ашиглан өрөмдөж тэслэнэ.



Зураг 10. Хүдэр татах цэгээс дунд түвшинд гацсан чулуулагт ашиглах технологийн шийдэл

Энэ нь тохиолдолд Getman A64 Хөдөлгөөнт усан буу ашиглан оворлог чулуулгийн эргэн тойрон дахь сул чулуулгуудийг өндөр даралтад усаар шүршиж гацсан чулуулгийг буулгана. Даралтад усаар шүршисний дараа бууж ирэхгүй тохиолдолд Sandvik DB331 машин ашиглан өрөмдөж тэслэнэ. Хэрэв үүссэн гацалт нь DB331 машинаар хүрч өрөмдхөд хүндрэлтэй бол доргиох тэсэлгээний аргыг ашиглах нь дунд түвшинд гацсан чулуулгийг буулгах аргуудаас оновчтой хувилбар юм. Оюутолгойн далд уурхайд хэрэглэхэд хамгийн оновчтой хувилбар юм.

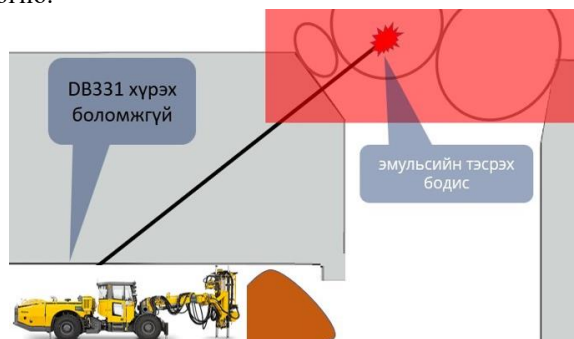


Зураг 11. Хүдэр татах цэгээс дээд түвшинд гацсан чулуулагт ашиглах технологийн шийдэл

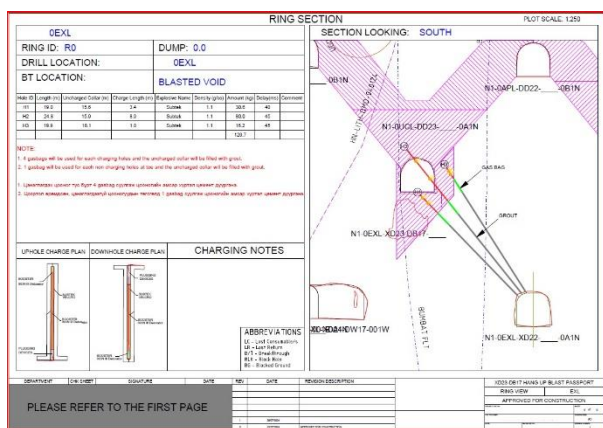
Энэ нөхцөлд Getman A64 Хөдөлгөөнт усан буу ашиглан оворлог чулуулгийн эргэн тойрон дахь сул чулуулгуудийг өндөр даралтад усаар шүршиж гацсан чулуулгийг буулгана. Даралтад усаар шүршисний дараа бууж ирэхгүй тохиолдолд Sandvik DB331 машин ашиглан доргиох тэсэлгээний аргыг ашиглана. Доргиох тэсэлгээ хийх боломжгүй өндөрт гацалт үүссэн тохиолдолд Epiroc ME7 үйлдвэрлэлийн өрөмдлөгийн машин ашиглан үндсэн түннэлээс өрөмдөж тэслэх аргыг ашиглахад тохиромжтой.

Доргиох тэсэлгээний аргыг 5 м хүртэл сунах боломжтой тусгай зориулалтын төхөөрөмжид савлагаат эсвэл задгай эмульсийн тэсрэх бодисыг тэслүүр болон өдөөгчийн хамт байрлуулан тэслэх арга юм. Доргиох тэсэлгээний цэнэгийг зөвхөн гацсан чулуулгийг бутлаж салгахад ашиглана. Гацсан чулуулаг өөрийн жингээр доош унах боломжгүй болсон тохиолдолд энэхүү аргыг ашиглан тэслэнэ.

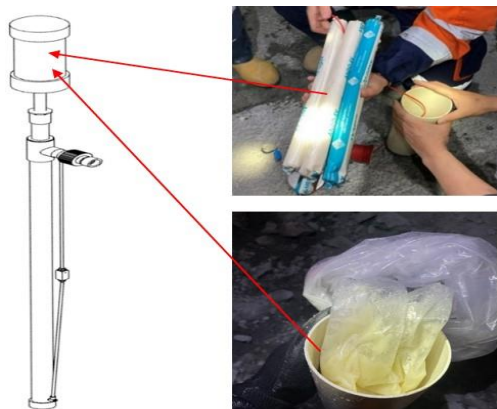
Оворлог чулуулгийг дахин бутлахад бортгон эсвэл задгай эмульсийн тэсрэх бодисын дээд хэмжээ 3 кг байна. Задгай эмульсийн тэсрэх бодисоор цэнэг бэлтгэхдээ бортогонд гялгар уутыг эхэлж байрлуулсны дараа 3 кг эмульсийн тэсрэх бодисыг шахна. Үүний дараа өдөөгч болон цахим тэслүүрийг задгай эмульсийн голд байрлуулан тагийг таглан гал өгнө.



Зураг 12. Оворлог чулуулгийг дахин бутлах үе



Зураг 12. Оворлог чулуулгийг дахин бутлах үеийн тэсэлгээний ажлын паспорт



Зураг 13. Доргиох тэсэлгээний ажилд хэрэглэх үеийн бэлтгэл байдал

Доргиох тэсэлгээний цэнэг байрлуулхаас өмнө хамгаалалтын даланг хүдэр татах цэгт стандартын дагуу засаж байрлуулна. Энэхүү цэнэгийг Sendvic DB331 өрмийн машин ашиглан хамгаалалтын далангын гадна талаас хүдэр буулгуурт гацсан чулуулгийн доор байрлуулж тэслэхэд тохиромжтой.

ДҮГНЭЛТ

1. Оюутолгойн далд уурхайн хүдэр буулгах цэгүүдэд үүссэн гацалт болон оворлог чулуулгуудийг бутлахад хэрэглэдэг тоног төхөөрөмжүүд болон аргуудын талаар судлан оновчтой түвшин болгонд тохирох аргуудыг санал болгосон.

2. Хүдэр татах цэгт доод, дунд, дээд буюу өндрийн түвшингөөс хамааруулан ашиглах технологийн сонголтыг хийсэн.

3. Нийт гацалт үүсч байгаа тохиолдлын доод түвшинд гардаг ба энэ тохиолдолд хөдөлгөөнт цохилтот алхан чулуу бутлагч болон хөдөлгөөнт усан буу ашиглан гацсан чулуулгийг буулгах, шаардлагатай тохиолдолд өрөмдлөг тэсэлгээний аргыг ашиглах нь бусад аргуудаас бүтээлийг нэмэгдүүлэх боломжтой байна.

4. Дунд түвшинд гацалт үүсдэг бөгөөд хөдөлгөөнт хөдөлгөөнт усан буу болон доргиох тэсэлгээний аргыг түлхүү ашиглах нь бусад

аргуудаас бүтээлийг нэмэгдүүлэх боломжтой байна.

5. Чулуулгийн хувь нь дээд түвшинд гацдаг. Энэ тохиолдолд усан буу, доргиох тэсэлгээний аргаар чулуулгийг буулгана. Оворлог чулуулаг гарсан тохиолдолд дахин бутлах нь оновчтой шийдэл болж байна.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

1. Оюу толгойн далд уурхайн техник эдийн засгийн үндэслэлийн хураангуй. Улаанбаатар. 2019 он.
2. Оюу толгойн далд уурхайн малталт нэвтрэлтийн чанарын үзүүлэлтүүдийн тайлан. 2023 он.
3. Далд уурхайн малталт нэвтрэлтийн өрөмдлөг тэсэлгээний сургалт түвшин 1,2,3 (Даян инженер хэлтэс)
4. <https://www.hindawi.com/>
5. Р.Густафссон Шведская техника взрывных работ. Изд.Недра.М 1977.
6. Д.Аюурзана. “Эрдэм шинжилгээний илтгэл бичих аргууд”. УБ 2007он.

БАРУУН НОЁН УУЛ НҮҮРСНИЙ УУРХАЙН ЧУЛУУЛГИЙН ФИЗИК МЕХАНИК ШИНЖ ЧАНАРЫН СУДАЛГАА

Докторант А.Нямтулга

ШУТИС, ГУУС, Уурхайн технологийн салбар

anyamtulga@must.edu.mn

Хураангуй: Баруун ноён уул нүүрсний ил уурхайн талбайгаас 344 ширхэг дээж авч бэлтгэн чулуулгийн эзлэхүүн жинг усан статик аргаар тодорхойлсон. Туршилтын үр дүнг ашиглан чулуулгийн эзлэхүүн жин ил уурхайн уулын ажлын хүрээнд хамрагдах чулуулгийн шинж чанарыг төлөөлнө гэж үзэж байна.

Түлхүүр үг: нунтаграц, Бондын ажлын индекс, флотацийн кинетик, урвалжийн горим

I. УДИРТГАЛ

“Баруун Ноён Уул нүүрсний ил уурхайн чулуулгийн физик механик шинж чанарыг тодорхойлох судалгаа”-ны ажлыг Оргилохбүрд ХХК-тай хамтран хийж гүйцэтгэв. Уурхайн ахилтын чиглэлд өртөх чулуулгийн физик, маханик шинж чанарыг тодорхойлох, тэсэлгээгээр бутлагдсан чулуулгийн ширхэглэлийн хэмжээг тодорхойлох, тэсэлгээний технологийн параметруудийн оновчлол, харилцан уялдааг тодорхойлоход тухайн судалгааны ажлын зорилго чиглэгдэж байна.

Судалгааны ажлын боловсруулалтын дарааллын хувьд төслийн талбайд ажиллах, хэмжилт, ажиглалт, зураглалын ажлууд, үр дүнгийн боловсруулалтын ажлууд болон тэдгээртэй холбоотой эмпирик шинжилгээ, тооцооллын ажлууд, зураг төсөл, судалгааны модел боловсруулалтын ажил гэсэн үе шатуудаар хийгдсэн.

II. ТӨСЛИЙН ТАЛБАЙД ДЭЭРХ ТУРШИЛТЫН АЖИЛ

2024 оны 11-р сард Баруун Ноён Уул нүүрсний уурхайн талбайгаас чулуулгийн дээж авч, туршилтын ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн.

Чулуулгийн физик, механик шинж чанарын туршилтын ажилд нийт 334 ш дээж авч хэмжилт, туршилтын ажлыг гүйцэтгэсэн. Үүнээс 2-р уурхайгаас 172 ш дээж, 6-р уурхайгаас 92 ш дээж, 1-р уурхайгаас 45 ш дээж, 7-р уурхайгаас 12 ш дээж, нүүрсний давхарга хоорондын хөрсний чулуулгаас 15 ш дээж тус тус авч чулуулгийн эзлэхүүн жин, бат бөхийн үзүүлэлтийг туршиж тодорхойлов.

III. Чулуулгийн эзлэхүүн жин ТОДОРХОЙЛОХ АРГА

Чулуулгийн эзлэхүүн жин, хувийн жин, нүх сүв, ус шингээлтийг тодорхойлоход МН-600Z маркийн багаж ашиглаж болно. Уг багаж нь ASTM C39, ASTM C128, ASTM C127, AASHTOT 84, JIS, GB / T23561 стандартын дагуу, Архимедийн хуулийн үндсэн дээр чулуулгийн эзлэхүүн жин, хувийн жин, нүх сүв, ус шингээлтийг усан статик аргаар тодорхойлдог.

Лабораторийн нөхцөлд МН-600Z маркийн гидростатик жигнүүрт 600 гр хүртэлх дээжүүд, JY-1002 маркийн гидростатик жигнүүрт 1000 гр хүртэлх жинтэй дээжүүдийг бэлтгэн чулуулгийн эзлэхүүн жинг тодорхойлно. Дээж нь зөв болон зөв бус хэлбэртэйгээр байж болно. Тус багажууд дээр туршилт, сорилтын ажлыг гүйцэтгэхдээ дээжийн хуурай үеийн жин, усан доторх жин, чулуулгийн усанд ханаж тогтворжсоны дараах нойтон үеийн жинг тус тус хэмжин чулуулгийн эзлэхүүн жингийн үзүүлэлтийг тодорхойлов.

Баруун ноён уулын нүүрсний уурхайнуудын талбай дахь тэслэгдсэн чулуулгийн өгөршил багатай 1 кг хүртэл дээжийг сонгон авч уутанд 1-2 цаг хадгалж, тээвэрлэн лабораторийн нөхцөлд чулуулгийн эзлэхүүн жин болон бусад дагалдах үзүүлэлтүүдийг тодорхойлов.

Судалгааны ажлын хүрээнд нэгдүгээр уурхайн мөргөцгөөс авч бэлтгэсэн 44 ширхэг, хоёрдугаар уурхайн мөргөцгөөс авч бэлтгэсэн 172 ширхэг, зургаадугаар уурхайн мөргөцгөөс авч бэлтгэсэн 90 ширхэг ба долоодугаар уурхайн мөргөцгөөс авч бэлтгэсэн 12 ширхэг талбайн дээж нийт 320 ширхэг дээж дээр туршилт хийж чулуулгийн эзлэхүүн жинг тодорхойлсон.

Туршилтын үр дүнг уурхайн талбай тус бүрээр, ил уурхайн талбайд тархсан байдлаар тус тус ялгаж авсан. Мөн туршилтын үр дүнд математик статистик боловсруулалт хийж нийт уурхай тус бүрээр тооцов.

Тэслэгдсэн чулуулгийн эзлэхүүн жин, нүх сүв, хувийн жин, ус шингээлт тодорхойлсон туршилтын үр дүнгийн математик статистик боловсруулалтын үр дүн
1-р хүснэгт

Статистик үзүүлэлтүүд	Эзлэхүүн жин, гр/см ³
Ерөнхий статистик	
дээжийн тоо	330
дундаж утга	2.39
медиан	2.39
хамгийн их утга	3.36
хамгийн бага утга	1.13
2-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	172
дундаж утга	2.38
медиан	2.39

Статистик үзүүлэлтүүд	Эзлэхүүн жин, гр/см ³
хамгийн их утга	3.19
хамгийн бага утга	2.01
6-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	90
дундаж утга	2.42
медиан	2.43
хамгийн их утга	3.36
хамгийн бага утга	2.03
1-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	44
дундаж утга	2.40
медиан	2.34
хамгийн их утга	2.80
хамгийн бага утга	2.04
7-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	12
дундаж утга	2.47
медиан	2.45
хамгийн их утга	3.07
хамгийн бага утга	2.20
2 болон 6-р уурхайн нүүрсний давхаргын дундаж чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	12
дундаж утга	2.22
медиан	2.28
хамгийн их утга	2.92
хамгийн бага утга	1.13

IV. Чулуулгийн механик шинж чанар

Чулуулгийн механик шинж чанарын суурь үзүүлэлтүүдийг шахалтын бат бөхийн хязгаар, суналтын бат бөхийн хязгаар, шилжрэлтийн бат бөхийн хязгаар, барьцалдалтын хүч, дотоод үрэлтийн өнцөг гэх мэт үзүүлэлтүүдээр үнэлдэг. Тухайн судалгааны ажлаар лабораторийн нөхцөлд нэг тэнхлэгт цэгэн даралтын аргачлалаар чулуулгийн хатуулгийг тодорхойлж шахалтын бат бөхийн хязгаарын үзүүлэлтийг эмперик баримтлалаар тодорхойлов. Тухайн судалгааны ажилд лабораторийн нөхцөлд чулуулгийн дээжид нэг тэнхлэгийн дагуу цэгэн даралтаар 50кН хүртэл ачаалал өгөх хүчин чадалтай STDZ-10 маркийн төхөөрөмжөөр ASTM-D5731-08 стандартын дагуу шахаж эвдрэлд оруулах зарчмаар чулуулгийн хатуулгийн индекс (I_s , Point load strength index)-ийг тодорхойлов. Цэгэн даралтын туршилтыг лабораторийн нөхцөлд дээжээс хамааран өөр өөр хэлбэр, хэмжээтэй чулуулгийн дээжүүдэд хийх боломжтой бөгөөд ерөнхий стандарт хэмжээ буюу 50мм-ийн диаметр бүхий цилиндр хэлбэртэй дээжийн хэмжээ тохируулсан хатуулгийн индексийн утгад ($I_{s(50)}$) бусад хэлбэр, хэмжээтэй дээжүүдийн хатуулгийн тооцоологдсон индексийн утгыг хэмжээ тохируулах коэффициент (F , Size correction factor) ашиглан хөрвүүлдэг.

Чулуулгийн шахалтын бат бөхийн хязгаарыг (σ_{sh} буюу UCS, Uniaxial compressive strength) эмпирик байдлаар чулуулгийн цэгэн даралтын хатуулгийн индексээс хамааруулж ISRM-1985 болон ASRM-D5731-08-2008a стандартуудын аргачлалын дагуу тодорхойлно.

Тэслэгдсэн чулуулгийн механик шинж чанар тодорхойлсон туршилтын үр дүнгийн математик статистик боловсруулалтын үр дүн

2-р хүснэгт

Статистик үзүүлэлтүүд	Шахалтын бат бөхийн хязгаар, МПа
Ерөнхий статистик	
дээжийн тоо	330
дундаж утга	55.61
медиан	41.08
хамгийн их утга	282.39
хамгийн бага утга	2.19
2-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	172
дундаж утга	56.65
медиан	40.87
хамгийн их утга	241.71
хамгийн бага утга	13.76
6-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	90
дундаж утга	53.89
медиан	43.25
хамгийн их утга	193.70
хамгийн бага утга	16.26
1-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	44
дундаж утга	65.49
медиан	44.58
хамгийн их утга	282.39
хамгийн бага утга	16.74
7-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	12
дундаж утга	57.02
медиан	49.57
хамгийн их утга	153.60
хамгийн бага утга	20.32
2 болон 6-р уурхайн нүүрсний давхаргын дундаж чулуулгийн туршилтын үр дүн	
дээжийн тоо	12
дундаж утга	16.03
медиан	15.16
хамгийн их утга	46.25
хамгийн бага утга	2.19

V. Чулуулгийн бат бөхийн үзүүлэлт

Чулуулгийн бат бөхийн ангиллыг Проф. М.М.Протодьяконовын баримтлалаар, Проф. Л.И.Бароны баримтлалаар, Хоек-Брауны аргачлалаар (Hock-Brown) тус тус тодорхойлов. Чулуулгийн бат бөхийн ангиллыг Проф. М.М.Протодьяконов болон Проф. Л.И.Бароны баримтлалаар чулуулгийн бат бөхийн коэффициентоор үнэлнэ. Энэ нь чулуулгийн бат бөхийн зэрэглэлийг үнэлэх үзүүлэлт бөгөөд ОХУ,

Хамтын нөхөрлөлийн орон, Монгол улсын уул уурхайн практикт өргөн хэрэглэгддэг. Бат бөхийн коэффициентын хэмжээг нэг тэнхлэгийн дагуух шахалтын бат бөхийг хязгаараас хамааруулж тодорхойлдог.

Судалгааны ажлын хүрээнд чулуулгийн бат бөхийн коэффициентын утгыг дараах 2 баримтлалаар тодорхойлж гаргав. Профессор М.М.ПротоДьяконовын баримтлалаар тодорхойлсон чулуулгийн бат бөхийн ангиллыг дараах хүснэгтэд үзүүлэв. Дээрх 2 баримтлалын дагуух тооцсон тооцооны үр дүн нь уг бат бөхийн ангилалд адилхан тусгадаг практик бий.

Тэслэгдсэн чулуулгийн бат бөхийн үзүүлэлт тодорхойлсон туршилтын үр дүнгийн математик статистик боловсруулалтын үр дүн

3-р хүснэгт

Статистик үзүүлэлтүүд	Шахалтын бат бөхийн хязгаар, МПа	Бат бөхийн коэффициент, Проф. М.М.ПротоДьяконовын баримтлалаар	Бат бөхийн коэффициент, Проф. Л.И.Бароны баримтлалаар
Ерөнхий статистик			
дээжийн тоо	330	330	330
дундаж утга	55.61	5.67	5.92
медиан	41.08	4.19	5.07
хамгийн их утга	282.39	28.79	19.11
хамгийн бага утга	2.19	0.22	0.93
2-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн			
дээжийн тоо	172	172	172
дундаж утга	56.65	5.78	6.00
медиан	40.87	4.17	5.05
хамгийн их утга	241.71	24.64	17.03
хамгийн бага утга	13.76	1.40	2.60
6-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн			
дээжийн тоо	90	90	90
дундаж утга	53.89	5.49	5.86
медиан	43.25	4.41	5.24
хамгийн их утга	193.70	19.75	14.49
хамгийн бага утга	16.26	1.66	2.87
1-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн			
дээжийн тоо	44	44	44
дундаж утга	65.49	6.68	6.57

Статистик үзүүлэлтүүд	Шахалтын бат бөхийн хязгаар, МПа	Бат бөхийн коэффициент, Проф. М.М.ПротоДьяконовын баримтлалаар	Бат бөхийн коэффициент, Проф. Л.И.Бароны баримтлалаар
медиан	44.58	4.54	5.34
хамгийн их утга	282.39	28.79	19.11
хамгийн бага утга	16.74	1.71	2.92
7-р уурхайн тэслэгдсэн чулуулгийн туршилтын үр дүн			
дээжийн тоо	12	12	12
дундаж утга	57.02	5.81	6.10
медиан	49.57	5.05	5.72
хамгийн их утга	153.60	15.66	12.28
хамгийн бага утга	20.32	2.07	3.28
2 болон 6-р уурхайн нүүрсний давхаргын дундах чулуулгийн туршилтын үр дүн			
дээжийн тоо	12	12	12
дундаж утга	16.03	1.63	2.67
медиан	15.16	1.55	2.75
хамгийн их утга	46.25	4.71	5.47
хамгийн бага утга	2.19	0.22	0.93

Чулуулгийн нэг тэнхлэгийн дагуух шахалтын бат бөхийн хязгаарыг үндэслэн Хоек-Брауны аргачлалаар (Hoek-Brown) ISRM олон улсын стандартын дагуу ангилдаг чулуулгийн бат бөхийн ангиллаар ангилж дараах хүснэгтэд харуулав.

Зэрэг	Ангилал	Шахалтын бат бөхийн хязгаар, мПа	Дээжийн тоо	Дундаж утга, МПа	Эзлэх хувь, %
ЕРӨНХИЙ СТАТИСТИК					
R0	Онцгой зөөлөн	0.25÷1	-	-	-
R1	Маш зөөлөн	1÷5	3	2.41	0.91
R2	Зөөлөн	5÷25	49	20.62	14.85
R3	Дунд зэргийн хатуу	25÷50	162	36.82	49.09
R4	Хатуу	50÷100	70	66.41	21.21
R5	Маш хатуу	100÷200	41	135.06	12.42
R6	Онцгой хатуу	250<	5	236.76	1.52
2-Р УУРХАЙ					
R0	Онцгой зөөлөн	0.25÷1			
R1	Маш зөөлөн	1÷5			
R2	Зөөлөн	5÷25	24	21.44	13.95
R3	Дунд зэргийн хатуу	25÷50	90	36.44	52.32
R4	Хатуу	50÷100	31	66.78	18.02
R5	Маш хатуу	100÷200	23	129.51	13.37
R6	Онцгой хатуу	250<	4	225.36	2.326
6-Р УУРХАЙ					
R0	Онцгой зөөлөн	0.25÷1			
R1	Маш зөөлөн	1÷5			
R2	Зөөлөн	5÷25	10	21.08129	11.11
R3	Дунд зэргийн хатуу	25÷50	47	37.32921	52.22
R4	Хатуу	50÷100	24	65.7094	26.67
R5	Маш хатуу	100÷200	9	145.2875	10.00
R6	Онцгой хатуу	250<			
1-Р УУРХАЙ					
R0	Онцгой зөөлөн	0.25÷1			
R1	Маш зөөлөн	1÷5			
R2	Зөөлөн	5÷25	6	21.17	13.64
R3	Дунд зэргийн хатуу	25÷50	19	36.91	43.18
R4	Хатуу	50÷100	10	67.36	22.73
R5	Маш хатуу	100÷200	8	137.16	18.18
R6	Онцгой хатуу	250<	1	282.39	2.27
7-Р УУРХАЙ					
R0	Онцгой зөөлөн	0.25÷1			
R1	Маш зөөлөн	1÷5			
R2	Зөөлөн	5÷25	2	22.46	16.67
R3	Дунд зэргийн хатуу	25÷50	4	39.41	33.33
R4	Хатуу	50÷100	5	65.63	41.67
R5	Маш хатуу	100÷200	1	153.60	8.33
R6	Онцгой хатуу	250<			
2 БОЛОН 6-Р УУРХАЙН НҮҮРСНИЙ ДАВХАРГЫН ДУНДАХ ЧУЛУУЛАГ					
R0	Онцгой зөөлөн	0.25÷1			
R1	Маш зөөлөн	1÷5	3	2.41	25.00
R2	Зөөлөн	5÷25	7	16.17	58.33
R3	Дунд зэргийн хатуу	25÷50	2	36.00	16.67
R4	Хатуу	50÷100			
R5	Маш хатуу	100÷200			
R6	Онцгой хатуу	250<			

ДҮГНЭЛТ

1. Судалгааны ажлын хүрээнд төслийн талбайн 1, 2, 6, 7-р уурхайнуудаас авсан 330 дээжид чулуулгийн технологийн шинж чанарын үзүүлэлтүүдийн үр дүнг туршилт болон тооцоогоор гаргав.
 2. Тэслэгдсэн чулуулгийн эзлэхүүн жин 2.01-3.36 гр/см³ хооронд, дундаж утга 2.40 гр/см³ байна.
 3. Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент Проф. М.М.Протоdjаконовын баримтлалаар $f=1.40-28.79$ дундаж $f=5.82$ (Үүнээс 0.3% нь Зөөлөн, 2.8% нь Зөөлөндүү, 41.5% нь Дунд зэрэг бөх, 27.04% нь Бөхдүү, 13.2% нь Бат бөх, 10.06% нь Маш бат бөх, .5.03% нь Дээд зэргийн бат бөх ангиллуудад хамаарч байна).
 4. ISRM олон улсын стандартын дагуу Хоек-Брауны баримтлалаар (Hock-Brown) чулуулгийн бат бөхийн ангилал дундаж үзүүлэлтээр R1 маш зөөлөн (0.91%), R2 зөөлөн (14.85%), R3 дунд зэргийн хатуу (49.09%), R4 хатуу (21.21%), R5 маш хатуу (12.42%), R6 онцгой хатуу (1.52%) ангиллуудад хамаарч байна.
- ### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ
1. Стандарт ASTM D2113 - Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Investigation /Чулуулгийг өрөмдөн чөмгөн дээж авах хээрийн судалгааны практик аргачлал/.
 2. Стандарт ASTM C127 - 15 Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate /Чулуулгийн харьцангуй нягт болон ус шингээлт тодорхойлох стандарт туршилтын арга/
 3. ASTM C20- Standard Test Methods for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity, and Bulk Density /Чулуулгийн нүх сүвшил, ус шингээлт, эзлэхүүн жин, хувийн жин тодорхойлох стандарт туршилтын арга/
 4. Б.Лайхансүрэн. “Чулуулгийн физик, бутлалтын практикум”, УБ хот. 2010 он.
 5. Стандарт ASTM D2938 - Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Rock Core Specimens /Чулуулгийн чөмгөн дээжид шахалтын чөлөөт бат бөхийн хязгаарыг тодорхойлох стандарт аргачлал/.
 6. D 3967 – 95. Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Intact Rock Core Specimens /чулуулгийн чөмгөн дээжид суналтын бат бөхийн хязгаарыг тодорхойлох стандарт аргачлал/
 7. Институт горного дела им. А. А. Скочинского. Методика отбора проб и определения физико-механических свойств горных пород.-М.: Недра. 1984. - 72 х.
 8. В. В. Ржевский.. Г. Я. Новик. Основы физики горных пород: -М.: Недра. 1984. - 359 х.
 9. Справочник физических свойств горных пород: -М.: Недра. 1975.
 10. Инженерийн лавлах 5. Ил уурхайн технологи. 2011 он
 11. D 2845 – 00-Standard Test Method for Laboratory Determination of Pulse Velocities and Ultrasonic Elastic Constants of Rock /Лабораторийн нөхцөлд чулуулгийн уян харимхайн шинж болон долгионы хурд тодорхойлох стандарт туршилтын арга/

"ЧУЛУУТ ЦАГААН ДЭЛ" ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ ОРДЫГ ИЛ АРГААР АШИГЛАХ ҮЕИЙН ГЕОТЕХНИКИЙН СУДАЛГАА

П.Золзаяа, Ц.Ариунжаргал²

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурайн сургууль, Уул уурхайн ашиглалтын технологи, Магистрант

² Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурайн сургууль, Доктор (Ph.D)

Хураангуй—Геотехникийн судалгааны ажлаар Чулуут цагаан дэл хайлуур жоншны ил уурхайн уулын цулын мэдээлэл, өгөршлийн бүс, геологи, гидрогеологи, чулуулгийн физик-механик шинж чанарын туршилт, уул техникийн нөхцөл зэрэг мэдээлэлд тулгуурлан геотехникийн үнэлгээ хийн, тайлан боловсруулж цаашид авах арга хэмжээний талаар зөвлөмж гаргасан. Улмаар ил уурхайн хэмжээнд ан цавын структурын бүсийг (домен) ялгах, бүс тус бүрд ил аргаар олборлолт явуулах үед гарч болох эрсдэлтэй болон тааламжтай нөхцөлийг үнэлэх мөн уурхайн суурь мэдээллийг бүрдүүлэх зорилт тавин уг судалгааны ажлыг гүйцэтгэв

Түлхүүр үг—Налуу, Геотехник, тогтворжилт, ажлын болон ажлын бус налуу

I. УДИРТГАЛ

Хайлуур жоншны ордын ашиглалтын нийт 224 тусгай зөвшөөрөл байгаагаас зүүн бүсэд 90 ашиглалтын тусгай зөвшөөрөл байна.

Зүүн бүсийн 90 ашиглалтын тусгай зөвшөөрөлтэй хайлуур жоншны орд нийт нөөц 43,596.00 мян.тн хүдэрт 17,722.60 мян.тн эрдсийн нөөцийг нөөцийг Ашигт малтмалын улсын нэгдсэн тоо бүртгэлд бүртгэсэн байна. Үүнээс үлдэгдэл нөөц 30,564.10 мян.тн хүдэрт 12,493.13 мян.тн эрдсийн үлдэгдэлтэй байна.

Хайлуур жонш (CaF_2) нь байгалийн гаралтай минерал бөгөөд ихэвчлэн кальциум фторидын (CaF_2) хэлбэрээр байдаг. Энэ нь олон төрлийн аж үйлдвэрийн салбарт хэрэглэгддэг бөгөөд түүний физик, химийн шинж чанарууд нь үүний шалтгаан юм.

II. ОРДЫН УУЛ ГЕОЛОГИЙН НӨХЦӨЛ

Чулуут цагаан дэл хайлуур жоншны орд нь Төв аймгийн Баянцагаан сумын төвөөс зүүн хойд зүгт 21 км, Улаанбаатар хотоос урьд зүгт 140 км, төмөр замын Мааньт өртөөнөөс баруун тийш 45 км зайд байрладаг.

Газрын гадаргуу: Ордын талбай нь газрын гадаргын хувьд тал хээрийн жижиг толгодоос тогтох бөгөөд хамгийн өндөр цэг нь хүдрийн 2-р биетийг агуулж буй Зогсоол толгой-1536.6 м, Хөх өндөр-1624 м өндөртэй байдаг. Толгод хоорондын хотгорууд дунджаар 1400-1450 м өндөртэй.

Уур амьсгал: Цаг уурын хувьд эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай. Зундаа халуун, өвөл нь хүйтэн. Өвлийн улирал 11-ээс 4-р сарын хооронд үргэлжлэх бөгөөд -10^0 -ээс -30^0 хэм хүртэл хүйтэрдэг.

Уул зүй: Орд орчмын талбай нь тал хээрийн бүсэд оршдог бөгөөд жижиг дов, толгод, хөндийнүүдээс тогтсон байдаг. Газрын гадаргын үнэмлэхүй өндөржилт далайн түвшнээс дээш 1450.0-1624.6 м-ийн хооронд хэлбэлзэнэ. Орд орчмын хамгийн өндөр цэг уг ордын баруун талд орших Хөх Өндөр овоо орох бөгөөд түүний өндөржилт 1624.6 м юм. Ордын оршиж буй толгодын хамгийн өндөр цэг 1536.6 м өргөгдсөн бөгөөд дов толгодын харьцангуй өндөржилт 50 м-ээс 100 м-ийн хооронд хэлбэлзэнэ.

Хөрс ургамал: Тус бүс нутаг ерөнхийдөө чулуурхаг хар хүрэн болон шаварлаг хөрстэй учраас ургамлын төрөл цөөн, армаг тармаг байдаг. Модлог ургамал байхгүй, зөвхөн тал хээрийн бүсэд ургадаг давжаа харгана, хааяа буйлс ургасан байна. Голчлон монгол өвс, таана, хазаар өвс, баглуур, шарилж, толгод хоорондын хөндий, хоолойгоор дэрс ургана.

Гадаргуугийн ус: Энд усан сүлжээ муу хөгжсөн, байнгын урсгалтай гол, горхи байхгүй. Цөөн тооны нуур, цөөрөм байдаг ч бороо хур багатай гантай жил ууршиж хуурай тойром болдог. Хадан гарш бүхий толгод, хөндийн заагаар хагарал дагаж гарсан булгууд тохиолдоно. Эдгээр нь бороо ихтэй зуны саруудад усаар сэлбэгдэж жижиг горхи үүсгэдэг. Мөн гүний усыг ашиглах зориулалтаар гаргасан гүний болон гар худгуудыг орон нутгийн малчид болон Чулуут цагаан дэл хайлуур жоншны уурхайд ашигладаг.

Геологийн түгээмэл тогтцын хувьд Чулуут цагаан дэл орд нь “говийн хойд биеийн” гэж нэрлэгддэг гүний хагарлыг дагаж өргөгдөн гарсан дээд протерозой-доод кембрийн тунамал-хувирмал чулуулагт үүсэж тогтсон. Ордын хэмжээнд геологийн үүслүүдийг дурдвал:

Дээд протерозой-доод кембри:

- Ортогнейс, порфиرويد (PR3-C1)
- Филлит, шохойн чулуу (PR3-C1a)
- Метариолит, метадацит, порфиرويد (PR3-C1b)

Перм:

- Доод пермийн дацит, андезит, риолит тэдгээрийн туф (P1)
- Дээд пермийн кварцит, элсэн чулуу (P2)

Дээд цэрд: Конгломерат, элсэнцэр, аргиллит, хүрэм, андезит-хүрэм (K1)

Дөрөвдөгчийн үүсэл: орчин үеийн аллювиаль-проллювиаль хурдас (Q4)

Ортогнейс (PR3-C1) нь талбайн баруун урд хэсэг ба хүдрийн 3 ба 5-р биетүүдийн хооронд хүдэргүй талбайг сонгож овоолго хийх зорилгоор өрөмдсөн гүний цооногт илэрсэн. Энэ чулуулаг нь дунд ширхэгтэй порфир маягийн хлорит, плагиоклазаас бүрдсэн катаклаз бүтэцтэй юм.

Порфиرويد (PR3-C1) хүдрийн зангилааны хойд талаар, мөн бага хэмжээгээр урьд талаар тогтоогдсон ба дунд ширхэгтэй хлорит бүхий үүсэл юм.

Филлит, шохойн чулуу (PR3-C1a): Доод давхаргыг ерөнхийд нь шохойлог филлит гэж нэрлэсэн. Зүүн хойшоо суналтай, зүсэлтийн дунд хэсэгт филлит маягийн занар, дээр нь гантигжсан шохойн чулуу занарын олон тооны филлитын үе агуулсан байдаг. Шохойн чулуу нь саарал, хар саарал үенүүдээс тогтсон ба үндсэн найрлага нь кальцитаас бүрдсэн, жижиг ба дунд ширхэгтэй.

Филлит нь ногоон саарал өнгөтэй, нарийн ширхэгтэй, цахир, гялтгануур (серицит), хлоритоос тогтсон, бал чулуужсан үеүд элбэг тохиолдоно. Филлит нь шохойн чулуу ба порфироидын нарийн үеүүд агуулсан байдаг. Шохойн чулуу ба филлитын хил зааг нь ихэвчлэн тектоникийн гаралтай байна.

Метариолит, метадацит (PR3-C2b) дээд давхаргын чулуулгууд нь шохойлог филлит болон шохойн чулуун дээгүүр шилжиж тогтсон. Метариолит, метадацит нь бор шаргал, хар саарал өнгөтэй, ортоклаз, альбит, мөн бараан өнгийн эрдсүүдээс бүрдсэн. Мөн энд ксенолит хэлбэрээр шохойн чулуу тохиолдоно. Дээд протерозой-доод кембрийн үүслийн зузаан 600-700 м.

Доод пермийн (P1) үүсэл ордын талбайн баруун хойд талаар өргөн тархсан буурал, ягаан, бор, бор шаргал өнгийн дацит, андезитын болон риолитын туфээс тогтсон.

Дээд пермийн (P2) үүсэл нь граувакк, элсэн чулуу, алевролитоос тогтох бөгөөд конгломератын нарийн үе хааяа тохиолдоно.

Граувакк нь бор шаргал, ногоон саарал, саарал, өнгөтэй нарийнаас бүдүүн ширхэгтэй. Үндсэн найрлага нь цахиур, хээрийн жонш, гялтгануур төмрийн исэл, шаварлаг барьцалдуулагчаас тус тус бүрдэнэ. Элсэн чулуу нь цахир, калийн хээрийн жонш, плагиоклазаас бүрдсэн. Гялтгануур нь серицит, хлоржсон биетээс тогтоно.

Алевролит нь хар саарал, цайвар ногоон өнгөтэй нарийн ширхэгтэй. Гадаргад ихэвчлэн хэмхдэс маягаар тохиолдоно. Ан цавар нь төмрийн усан исэл илрэнэ. Гүний чулуулагтай хиллэсэн үед хил заагийн хувиралд орж хар саарал өнгөтэй мэдэгдэхүйц ширхэггүй, ан цавархаг

болсон байдаг. Чулуулгийн үндсэн бүрэлдэхүүн нь серицит.

Конгломерат нь 10 м хүртэлх зузаантай үе маягаар граувакк, элсэн чулуу дотор оршино.

Доод цэрдийн үүсэл (K₁) нь доороос дээш конгломерат, элсэн чулуу, алевролит, аргиллит, хүрмэн чулууны хучааснаас бүрддэг. Конгломерат нь 600-800 м, элсэн чулуу 400 м зузаантай, нийлбэр зузаан 1300 м хүрнэ.

Конгломерат нь гадаргад ихэвчлэн бутармаг бүрдлээс тогтох бөгөөд ногоон саарал, улаан буурал, улаан хүрэн өнгөтэй, барьцалдуулагч нь ногоон саарал өнгийн граувакк байдаг. Конгломерат бүрдүүлэгч хайрга нь эргэн тойрны өмнөх насны чулуулгаас бүрдсэн эдгээрт боржин-гнейс, порфиرويد, түрүү палеозойн боржин орно. Харин юрийн баянцагаан бүрдлийн боржин зөвхөн нэг цооногт илэрсэн. Хайрга нь 2-10 см хэмжээтэй.

Элсэн чулуу, алевролит, аргиллит нь гадаргад илэрц муутай, чөмөг сайн авсан цооногт тогтоогддог. Элсэн чулуу нь улаан хүрэн, бор шаргал, цайвар ногоон өнгөтэй, нарийн ширхэгтэй байдаг.

Хүрмэн чулуу нь гадаргад хадан гарш маягаар илэрсэн байх ба ягаан саарал, ягаан, хар саарал өнгөтэй, нарийн ширхэгтэй, шигтгээ маягаар хээрийн жонш тохиолдоно. Чулуулаг нь нүх сүвэрхэг, ихэвчлэн кальцит, хальцедон маягийн цахираар дүүргэгдсэн байна. Дөрөвдөгчийн хурдсыг гарал үүслээр нь гурван төрөлд хамруулсан. Үүнд: Дунд дөрөвдөгчийн (Q₂) дэнжийн флювиаль хурдас нь бүдүүн ширхэгтэй элс ба хайрганаас бүрдэнэ. Энэ орчны дэнжүүд орчин үеийн жалга, хөндийн захаар эмжиж байрласан 2.0-8.0 м өндөртэй байдаг. Энэ үүслийг хожуу плейстоцены настай гэж үздэг.

Дээд дөрөвдөгчийн (Q₃) хурдас нь эллювийн, эллюви-деллювийн гаралтай, уулын налуу хажуу, бэлээр үүсэж тогтсон, 1.5-2.0 м зузаантай байх ба ул суурийн үндсэн чулуулгийнхаа бат бөх чанараас хамаарч эллювийн үүслийн зузаан өөр өөр байна. Деллювийн хурдас 2.0 м-ээс дээш зузаантай уулын бэл, хөндийгөөр тохиолдоно.

Орчин үеийн аллювийн болон нуурын хурдас QIV түр зуурын үерийн усаар туугдаж жалга, хөндийг дүүргэж үүссэн, бүдүүн ширхэгтэй элс, хайрга, шавраас бүрдсэн, 5.0-7.0 м зузаантай байдаг.

3.1. Тектоник

Чулуут цагаан дэл район нь Төв Монголын атираат мужийн баруун хойд зааг орчмоор Дундговийн гүний хагарлын бүсийн хүрээнд оршино. Энэ талбай нь плит тектоникийн ангиллаар Адаацаг-Хэрлэнгийн эх газрын рифтийн бүсийн баруун хойд хил орчмоор байрлана.

3.2. Геоморфологи

Ордын талбай нь Баянцагааны өргөгдлийн зүүн урд хэсгийг хамран оршино. Өргөгдлийн

хамгийн өндөр нь Хөх-Өндөр овоо 1624.0м өндөртэй. Өргөгдлийн дундаж өндөр далайн түвшнээс дээш 1550.0 м байдаг. Өргөгдөл нь олон тооны хөндийгөөр хүрээлэгдсэн. Өргөгдлийн хойд талын хөндийд Нүдэн, Сүүжийн нуур орших бөгөөд эдгээр нь далайн түвшнээс дээш 1370.0 м-т оршино.

Баянцагааны өргөгдлийн гадарга нь олон хүчин зүйлээс хамааралтайгаар үүсэж тогтсон байна. Гадаргад гадаад хүчин зүйл болох өгөршил, бутрал, зөөгдөл, хуримтлалын үйл ажиллагаа хүчтэй явагдсан. Өргөгдөл нь олон тооны хөндий нууруудаар хүрээлэгдсэн байдаг (Нүдэн нуур, Сүүж нуур г.м).

Тектоник хөдөлгөөний үр дүнд Баянцагааны блок түүний эргэн тойрны хотгорууд үүссэн. Эртний тасралтат тектоник байсан боловч гол үүрэг гүйцэтгээгүй. Морфогенетикийн талаас авч үзвэл районы морфологи нь элэгдэл, зөөгдлийн процессын үр дүн болох юм. Хуримтлалын хэлбэр нь гадарга дахь элэгдэл, зөөгдлийн нөхцөлтэй хамаарал бүхий үүсэл юм.

Элэгдэл зөөгдлийн гадарга нь чулуулгийн харьцаанаас хамааран хэд хэдэн төрөлд ангилагдана. Дундаж өндөрлөгтэй рельеф нь том ширхэгтэй боржин, пермийн насны алевролит, элсэн чулуу бүхий 1450-1520 м өндөрлөгтэй талбайд тархсан. Энд харьцангуй өндөр харьцангуй бага 40-60 м. Энд дэллэсэн гадарга өргөн налуу хажуутай. Хөндийнүүд нь өргөн бага хотойсон. Эдгээр нь элэгдэл зөөгдлийн үр дүнд үүссэн. Боржин нь хавтгай гаршуудыг, пермийн насны чулуулгууд нь шугаман суналтай үндсэн илэрцүүдийг үүсгэсэн. Протерозой, палеозойн насны үүслүүд нь шугаман суналтай 1,400-1,545 м-ийн өндөрт оршино.

III. ОРДЫН ГИДРОГЕОЛОГИ

Судалгааны талбайд газрын доорх усны байрлал, хөдөлгөөний нөхцөл, тархалт, ус агуулагч чулуулгийн литологийн найрлага, чулуулгийн насыг харгалзан доорх уст бүрдлүүдийг ялгасан байна. Үүнд:

- Дөрөвдөгчийн уст бүрдэл
- Доод цэрдийн уст бүрдэл
- Пермийн вулканоген чулуулгийн уст бүрдэл
- Протерозойн карбонатлаг чулуулгийн уст бүрдэл
- Мезозой-палеозойн гүний чулуулгийн уст бүрдэл

Дөрөвдөгчийн уст бүрдэл: Талбайн зүүн урд, баруун урд хэсгээр тархаж, аллюви-пролювийн, нуурын аллювийн хурдсанд агуулагдаж түр зуурын урсацтай голын хөндий, нуурын хотгоруудад тархсан байна. Эдгээр хурдас тархсан литологийн адил төстэй байдлаараа нэгэн уст бүрдлийг үүсгэдэг. Шүүрэлтийн шинж чанар, зузаан, рельефийн байдлаас хамааран усжилт нь харилцан адилгүй байна. Дөрөвдөгчийн уст

бүрдлийн зузаан, рельефийн байдлаас хамааран усжилт нь харилцан адилгүй байна.

Дөрөвдөгчийн уст бүрдлийн зузаан 1-3 м-ээс голын хөндийд 42 м хүртэл байна. Ус агуулагч чулуулаг нь хайрга, дайрга, элс, элсэнцрээс бүрдэнэ. Уст бүрдлийн ус нь чөлөөт гадаргуутай, 2.0-6.4 м-ийн гүнд тогтонги түвшин нь байрладаг. Уурхайн болон гар худгуудын ундарга нь 0.1-0.5 л/с хүрдэг. Цооногуудын ундарга нь 0.2-8.7 л/с хүрэх ба уст бүрдлийн зузаанаас шууд хамааралтай байдаг. Гурвантолгой орчимд уст давхаргын зузаан нь 42м хүрч, цооногуудын ундарга нь 7.7-8.7 л/с, түвшний бууралт 21.2-31.1 м, хувийн ундарга нь 0.22-0.41 л/с байна.

Цэрдийн уст бүрдэл: Энэ насны хурдас нь нам уулсын хотгор хөндийнүүдийг дүүргэн судалгааны талбайн төв, урд, баруун урд хэсгүүдэд өргөн тархсан. Ус агуулагч чулуулаг нь конгломерат, грауваккын элсэн чулуу, конглобрекчи юм. Уст бүрдлийн усжилт нь агуулагч чулуулгийн литологийн найрлагаас хамааран жигд биш. Доод цэрдийн уст бүрдэл 150 м хүртэл гүнтэй олон тооны гидрогеологийн эрлийн цооногуудыг өрөмдсөн байна. Судалгааны талбайд 3, 4, 7-р цооногуудыг 77-100 м-ийн гүнтэй өрөмдсөн, ихэвчлэн янз бүрийн ширхэгтэй элс, хайргатай хурдсын бага зузаантай үе, мэшлүүдийг агуулсан шаварлаг хурдсыг нэвтэрсэн ба шавхалтын ажлаар усгүй болох нь тогтоогдсон. Тухайн бүрдэлд өрөмдсөн 2, 8, 11, 13-р цооногуудын (50-139.5 м гүнтэй) ундарга нь 0.2-аас 0.9 л/с хүрэх ба түвшний бууралт 20.6-36.6м байна. Газрын доорх ус нь чөлөөт гадаргуутай, сул түрэлттэй 6-7.3 м-ийн гүнд тогтонги түвшин байрлана. Шавхалт туршилтын ажлын үр дүн нь усжилт муутайг харуулж байна.

Пермийн вулканоген чулуулгийн уст бүрдэл: Талбайн төв, зүүн хойд, баруун, зүүн өмнөд хэсгүүдэд өргөн тархсан. Газрын доорх ус нь андезит порфирит, туф туфконгломератын үеүдтэй афиритын ан цавын бүсэд агуулагдсан байдаг гэж өмнөх судлаачид үзжээ. Литологийн найрлага, гидрогеологийн тааламжгүй нөхцөл зэргээс хамааран өмнөх судлаачид сайн судлаагүй байна.

Протерозойн карбонатлаг чулуулгийн уст бүрдэл: Судалгааны талбайн төв, зүүн хэсэгт тархсан. Ус агуулагч чулуулаг нь ан цавжсан, карсжсан шохойн чулуу. Өрөмдлөгөөр 10-10.4, 29-30.2 м-т карсжсан үеүд ажиглагдсан ба цавжилтын зузаан нь 20-53.8 м хүрдэг. Усжилт ерөнхийдөө өндөр боловч ан цавжилтын зэргээс хамааран жигд бие байна. Газрын доорх ус нь чөлөөт гадаргуутай, тогтонги түвшин нь 3.0-11.0 м-т байрлана. Цооногуудын ундарга 3.0-18.2 л/с хүрэх ба бууралт нь 3- 28м. Химийн найрлага нь гидрокарбонат-сульфат, магни-натрийн, эрдэсжилт нь 1.4г/л хүрдэг.

Мезозой-палеозойн гүний чулуулгийн ан цавын ус: Хурдас чулуулаг нь талбайн хойд, баруун, зүүн хэсгүүдэд тархсан. Ус агуулагч чулуулаг нь нарийн ширхэгтэй, ан цавархаг боржин юм. Газрын доорх ус нь өгөршлийн процессын үр дүнд

үүссэн идэвхтэй ан цавын бүсэд агуулагдана. Идэвхтэй ан цавын бүсийн зузаан нь 20-25 м байна. Гүний чулуулгийн усжилт нь өндөр биш. Цооногт хийсэн шавхалтын үр дүнгээс харахад ундарга нь 1 л/с, бууралт 1 м байна. Уурхайн болон гар худгуудын ундарга нь 0.3-0.6 л/с байна. Газрын доорх ус нь чөлөөт гадаргуутай, тогтонги түвшин нь 0.8-1.5 м-т байрлана. Боржингийн тарамцгийн захаар, мөн хагарлын гадаргуу цөөн тооны булгууд ажиглагдах бөгөөд ундарга нь 0.3 л/с-ээс хэтрэхгүй.

IV. УУЛЫН ЦУЛЫН ЧАНАРЫН ҮНЭЛГЭЭ, МЕХАНИК ҮЗҮҮЛЭЛТИЙГ СОНГОХ

Уулын цулын чанарын үнэлгээ (RMR)

Уулын цулын чанарын үнэлгээ, геомеханикийн ангилал (RMR) ангилал нь уулын цулын даралт, чулуулгийн чанарын тодорхойлолт (RQD)-н утга, чулуулгийн үелэл, ан цавын нөхцөл болон гидрогеологийн нөхцөлийн үнэлж ялгаатай үзүүлэлтүүдийн онооны нийлбэрээр тодорхойлон хүснэгт 6-д харуулав. RMR ангиллын дагуу Төв аймгийн Баянцагаан сумын нутагт орших “Чулуут цагаан дэл” ордын хайгуулын дээжид хийгдсэн геотехникийн бичиглэл, чулуулгийн лабораторийн туршилт болон холбогдох инженер-геологийн мэдээлэлд үндэслэн чулуулгийн чанараар ангилж хүснэгт 1-д үзүүлэв.

“Чулуут цагаан дэл” ордын талбайн хэмжээнд шохойн чулуу, занар, порфириод зэрэг чулуулаг зонхилон тархсан бөгөөд дээрх чулуулаг дээр уулын цулын үнэлгээ /RMR/ хийсэн. II түвшин буюу чулуулгийн массын үнэлгээгээр “сайн” үзүүлэлтэд хамрагдаж байна.

Хүснэгт 1. Агуулагч чулуулгийн нийлбэр уулын цулын үнэлгээ

Агуулагч чулуулаг		Гантг жсан шохойн чулуу	Алеврит, Кварцын судал, Занар, Мета Элсжин, Порфириод	Байхгүй	Байхгүй
Үнэлгээ	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
Чулуулгийн ангилал	I	II	III	IV	V
Тайлбар	Маш сайн	Сайн	Дунд зэрэг	Муу	Маш муу

Геологийн бат бэхийн үзүүлэлт (GSI)

Геологийн бат бэхийн үзүүлэлт (GSI) ангиллын арга нь инженер-геологийн судалгаагаар уулын цулын чанарыг үнэлэхэд түлхүү ашигладаг.

Уулын цулын геологийн нөхцөлийг харгалзан Хоек Броун нь геологийн бат бэхийн индекс GSI-ийг чулуулгийн бүтцийн шинж чанар, гадаргуугийн өгөршлийн хэмжээ, гадаргуугийн барзгаржилт зэргийг үнэлж гаргав. Судалгааны ажилд ашигласан дээж нь геотехникийн үнэлгээ, судалгаа хийхэд зориулагдаагүй, шаардлага хангагдаагүй, геологийн үеийн болон нэмэлт хайгуулын үед өрөмдөгдсөн 2 болон түүнээс дээш жил хадгалагдсан дээж учраас үнэлгээний үзүүлэлтийг урьдчилсан байдлаар үнэлэн хүснэгт 2-д харуулав. Цаашид геотехникийн нарийвчилсан судалгааны үед геологийн бат бэхийн үзүүлэлт (GSI) -ийг дахин үнэлэх хэрэгтэй.



Зураг 1. Хайгуулын цооногт огтолсон гантигжсан шохойн чулуу/DH2406/



Зураг 2. Хайгуулын цооногт огтолсон филлитлэг занар /DH2420/



Зураг 3. Хайгуулын цооногт огтолсон порфириод, кварцын судал /DH2413/

“Чулуут цагаан дэл” ордын чулуулгийн хагарал, ан цав, чулуулгийн лабораторийн туршилт болон холбогдох геологийн өгөгдлүүдтэй уялдуулан ордын чулуулгийн төрлөөр Геологийн бат бэхийн үзүүлэлт (GSI) ангилалыг гаргав.

Уулын цулын чанарын цогц үнэлгээ

Уулын цулын геологийн бат бэхийн үзүүлэлт (GSI) үзүүлэлт болон уулын цулын чанарын үнэлгээ, геомеханикийн ангилал (RMR)-ын үзүүлэлтийн хоорондын хувиргалтын томъёо нь:

$$GSI = RMR_{89} - 5 \quad (1)$$

Энд: RMR ангиллын үзүүлэлт. Хагарлын чиглэлээс үл хамаарч гүний усын үзүүлэлтээс хамаарч тооцно.

Хүснэгт 2. “Чулуут цагаан дэл” ордын агуулагч чулуулгийн геологийн бат бэхийн үзүүлэлт

Чулуулгийн төрөл	RM R89	GSI (RMR89)	GSI (Зураг хүснэгтийн арга)	GSI (Цогц үнэлгээ)
Гантигжсан шохойн чулуу	75	70	74	73.0
Алевролит	56	51	53	53.3
Кварцын судал	55	50	56	53.7
Занар	56	51	45	50.7
Мета Элсжин	56	51	56	54.3
Порфиroid	48	43	45	45.3

Хоёр өөр аргаар тооцоолсон Уулын цулын үнэлгээний тооцооллын утгууд ойролцоо гарсан учраас уулын цулын даралтын тооцоололд ашиглав.

Уулын цулын физик механикийн үзүүлэлтүүд

Уулын цулын механик үзүүлэлтийг RSDData (Rocscience) программ дээр Hoek Brown аргачилал ашиглан тооцоолсон “Цагаа шороот” ордын агуулагч чулуулгийн механик үзүүлэлтийн үр дүнг зурагт үзүүлэв. Шинжилгээний дээж тус бүрийг программид оруулж уулын цулын үнэлгээний бусад үзүүлэлтийг программид оруулж үр дүнг гаргасан.

Төв аймгийн Баянцагаан сумын нутагт орших “Чулуут цагаан дэл” ордын уулын цулын механик үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон үзүүлэлтийг хүснэгт 3-д үзүүлэв.

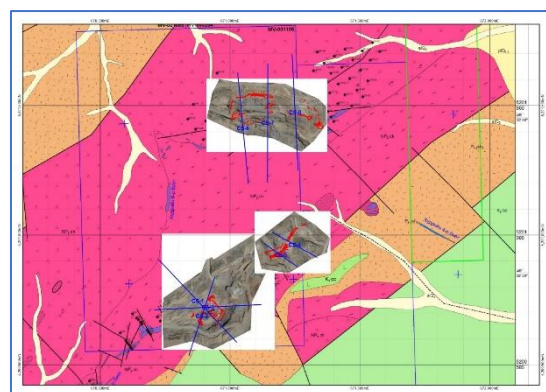
Хүснэгт 3. “Чулуут цагаан дэл” ордын чулуулгийн механик үзүүлэлт

Чулуулгийн төрөл	Эзлэхүүн жин, т/м³	Нэг тэнхлэгийн шахалтын бат бөх, МПа	GSI (Цогц үнэлгээ)	Хоёк-Бровны гулсалт, нурлын	D	Барьцалдалтын коэф, МПа	Дотоод үрэлтийн коэффициент
Гантигжсан шохойн чулуу	2.67	86.17	73.00	31.84	0.7	24.70	28.60

Алевролит	2.63	82.10	53.33	19.00	0.7	24.01	29.40
Кварцын судал	2.64	28.60	53.67	27.00	0.7	9.36	23.60
Занар	2.54	91.15	50.67	-	0.7	17.89	26.60
Мета Элсжин	2.58	39.17	54.33	25.00	0.7	12.52	25.25
Порфиroid	2.66	29.10	45.33	29.00	0.7	11.59	23.22

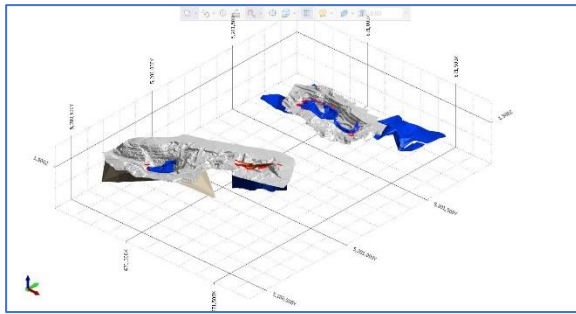
V.ОРДЫН ЧУЛУУЛГИЙН ГУРВАН ХЭМЖЭЭСТ ЗАГВАРЧЛАЛ

Чулуут цагаан дэл ордын чулуулгийн 3 хэмжээст загварчлалыг хайгуулын цооногийн бичиглэл болон хайгуулын шугамын зүсэлт дээр тулгуурлан үүсгэсэн. Чулуут цагаан дэл ордын агуулагч чулуулаг нь брекчи, боржин болон брекчлэгдсэн боржин бөгөөд зарим хэсэгт боржингийн массив зүссэн диорит болон андезит хил зааг ялгагдана. Ордын хүдэржилтын урд жигүүрт тунамал чулуулаг (элсэн чулуу, алевролит болон аргиллит) хиллэнэ.



Зураг 4. Чулуут цагаан дэл ордын геологийн зураг

Чулуут цагаан дэл ордын одоогийн ашиглаж байгаа 3 ил уурхайн одоогийн байдалд тулгуурлан 3 хэмжээст болон 2 хэмжээст тогтворжилтын тооцоолол хийв. Тооцооллын үр дүнд уурхайн хажуугийн тогтворжилтын коэффициент $FOS > 1.2$ их буюу тогтвортой үр дүнд гарсан. Улмаар одоогийн ил уурхайн параметр болон геологийн 3 хэмжээст загварчлалд тулгуурлан хайлуур жоншны хамгийн гүн хэсэг хүртэл ил уурхайн хажууг үүсгэж үзэхэд мөн $FOS > 1.2$ байгаа нь, ил уурхайн хэмжээнд томоохон нурул гулсалт үүсэх магадлал багатай гэж дүгнэсэн.

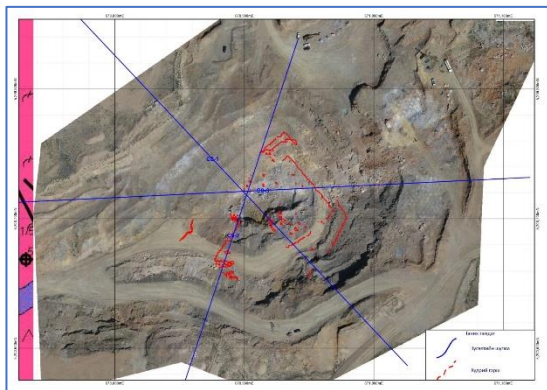


Зураг 5. Чулуулгийн хил зааг 3 хэмжээс загварчлал дээр ялгагдсан байдал

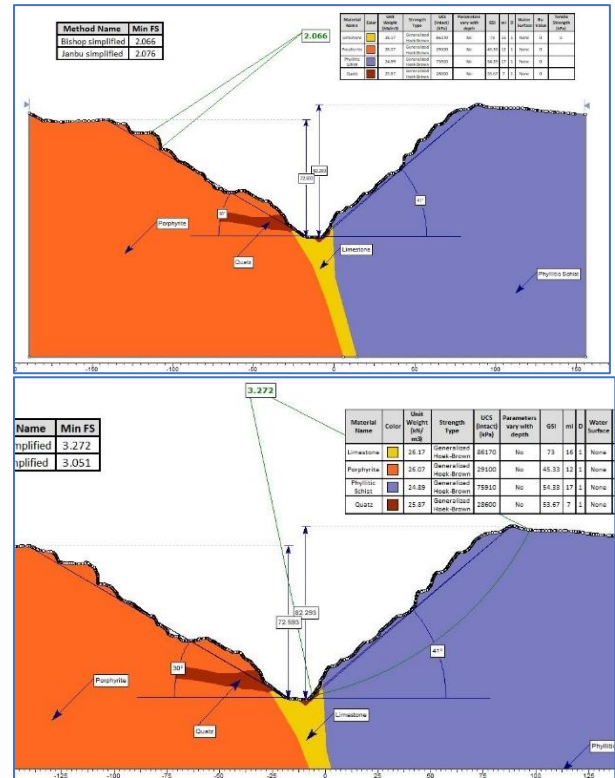
Хүдрийн биетийн 3 хэмжээст загварчлалыг Micromine Origin & Beyond-2024 программын Implicit загварчлал ашиглан гүйцэтгэсэн. Ордын хагарал болон чулуулгийн хил заагийн хүрээг цооногт огтолсон чулуулгийн хил зааг болон ордын геологийн зураг дээрт тулгуурлан гүйцэтгэсэн. Зарим олон үелэлтэй хэсгийг хамгийн их тархацтай чулуулагт шилжүүлж үүсгэсэн. Ордын хэмжээс загварчлалаар 2 болон 5 бие хэвтээ давхарга хэлбэрийн тогтоцтой. 3-р биет шохойн чулууны үелэл дагуу босоо тогтоцтой байна.

VI. ИЛ УУРХАЙН ХАЖУУГИЙН ТОГТВОРЖИЛТ

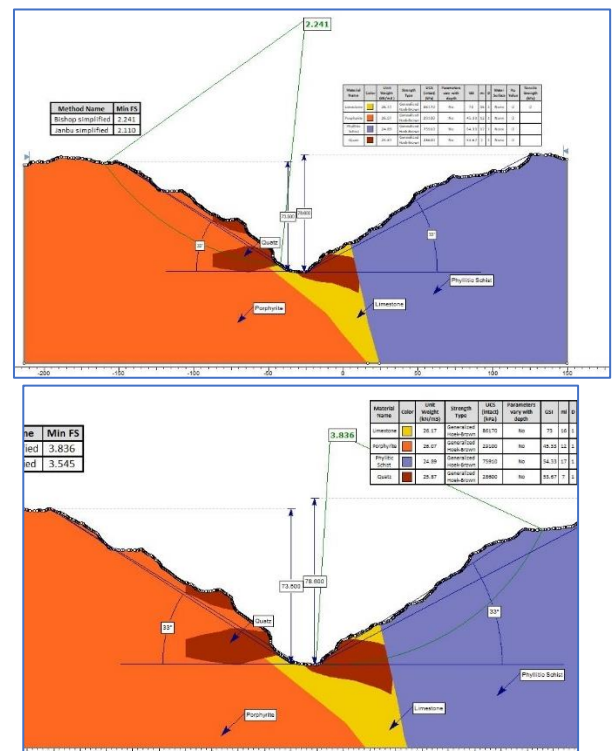
Ил аргаар олборлолт хийх үеийн хажуугийн тогтворжилт, далд аргаар олборлолт хийх үеийн уулын даралтыг ордын геологи, гидрогеологийн нөхцөл болон чулуулгийн физик механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдээс хамааруулан урьдчилсан байдлаар тооцоолсон. Чулуут цагаан дэл ордын одоогийн үүсгэсэн гурван ухааш дээр Slide2 программ ашиглан нийт 8 зүсэлт дээр тогтворжилтын тооцоолол хийсэн.



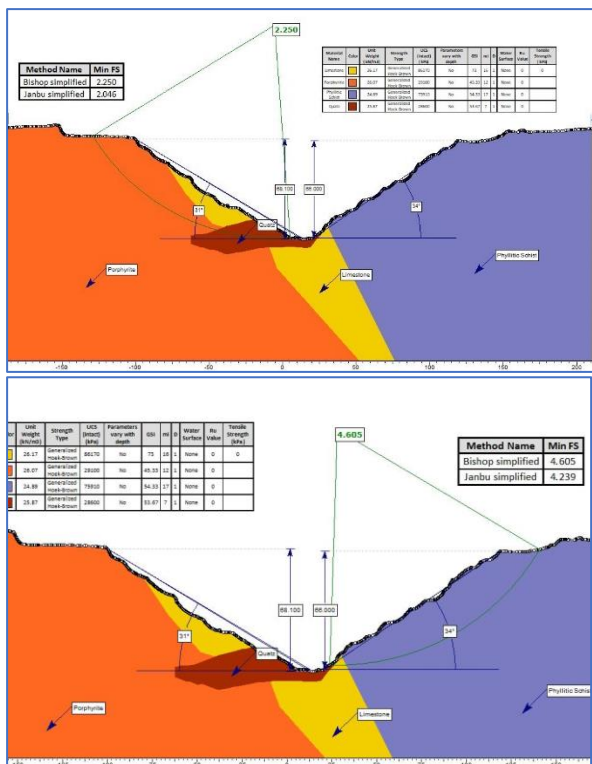
Зураг 6. 2-р биетийн ил уурхайн одоогийн байдал



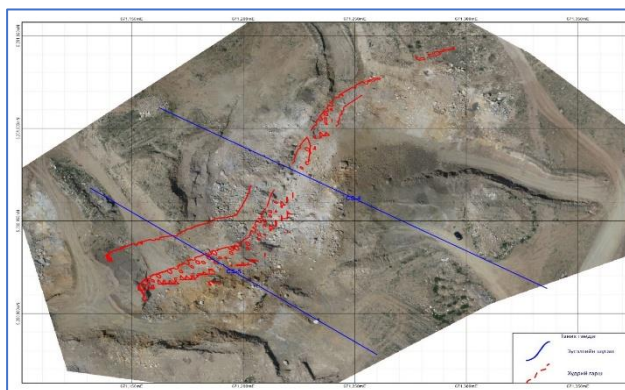
Зураг 7. Зүсэлт-1 одоогийн уурхайн хажуу
FOS=2.06, FOS=3.27



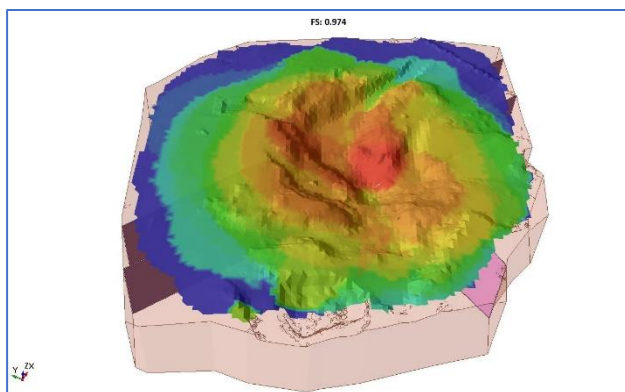
Зураг 8. Зүсэлт-2 одоогийн уурхайн хажуу
FOS=2.24, FOS=3.83



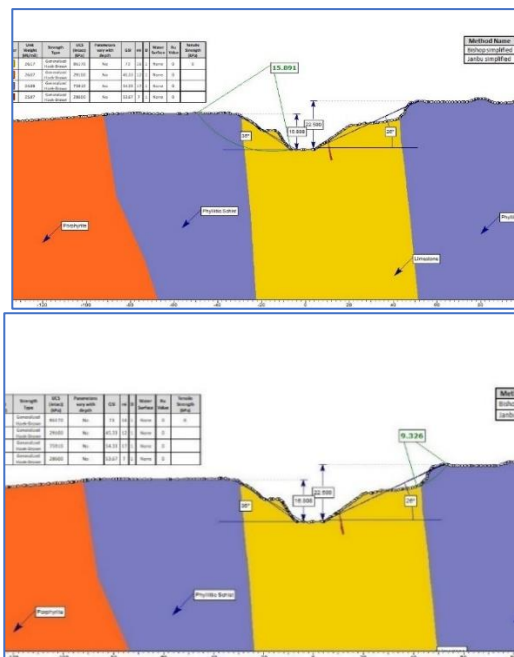
Зураг 9. Зүсэлт-3 одоогийн уурхайн хажуу
FOS=2.25, FOS=4.60



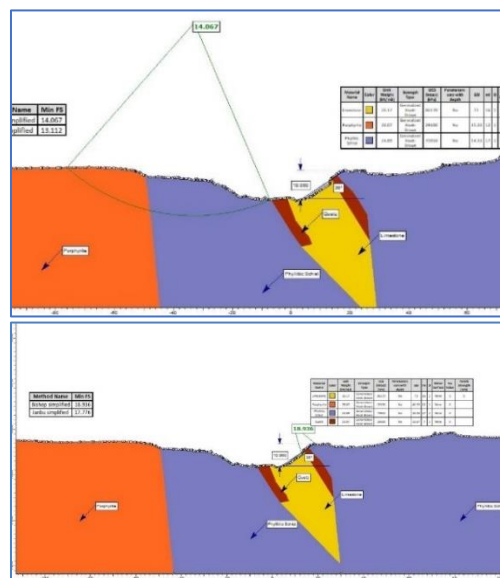
Зураг 10. 3-р биетийн ил уурхайн одоогийн байдал



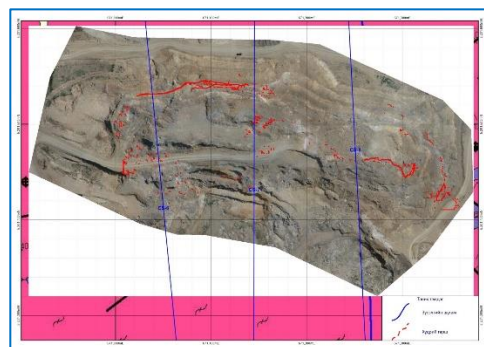
Зураг 11. 3-р хүдрийн биетийн ил уурхай дээр
хийсэн 3 хэмжээст тогтворжилтын тооцоолол



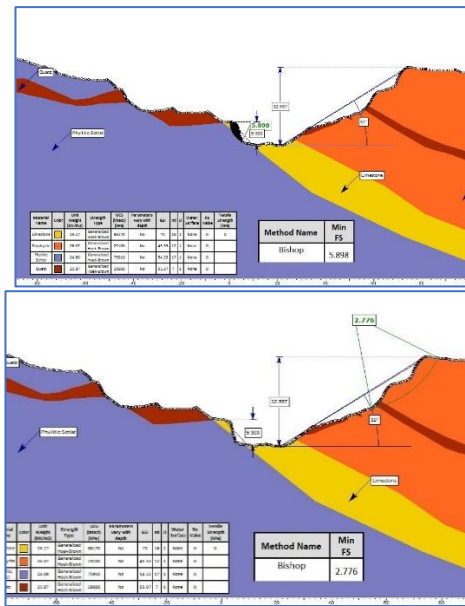
Зураг 12. Зүсэлт-4 одоогийн уурхайн хажуу
FOS=2.06, FOS=3.27



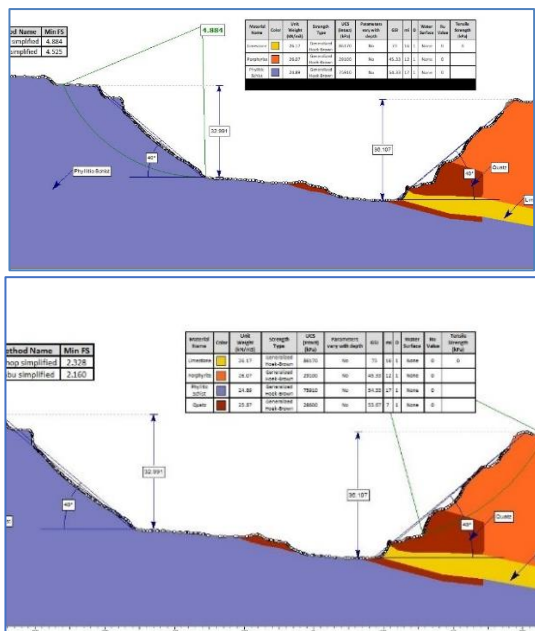
Зураг 13. Зүсэлт-5 одоогийн уурхайн хажуу
FOS=14.06, FOS=18.93



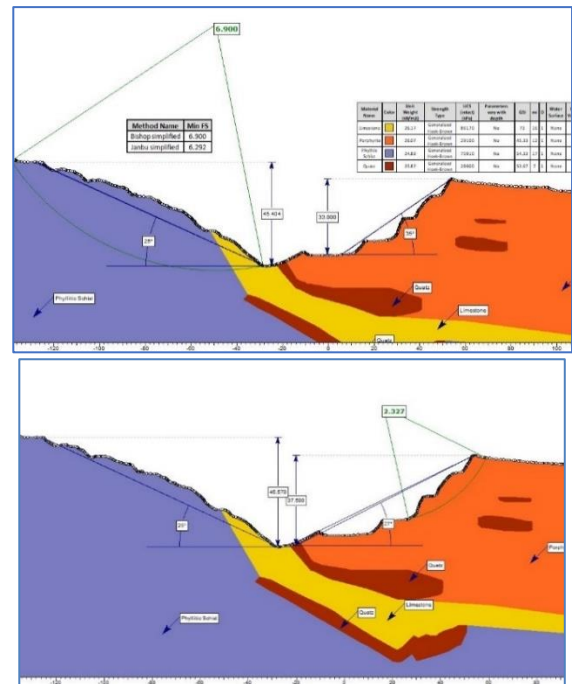
Зураг 14. 5-р биетийн ил уурхайн одоогийн
байдал



Зураг 15. Зүсэлт-6 одоогийн уурхайн хажуу
FOS=5.89, FOS=2.77



Зураг 16. Зүсэлт-7 одоогийн уурхайн хажуу
FOS=4.88, FOS=2.32



Зураг 17. Зүсэлт-8 одоогийн уурхайн хажуу
FOS=6.90, FOS=2.32

Геотехникийн хажуугийн тогтворжилтын аюулгүйн итгэлцүүрийн /FoS/ хязгаарын үзүүлэлтийг тодорхойлох олон улсын чулуулгийн механикийн нийгэмлэг/ISRM/- ийн зааврын дагуу ил уурхайн хажуу хананы тогтворжилтын итгэлцүүр нь эрсдэлийн зэрэглэлээс хамаарч өндөр үед $FOS \geq 1.3$, бага үед $FOS \geq 1.2$ байх нөхцөлийг хангах шаардлагатай.

Чулуут цагаан дэл ордын одоогийн уурхайн ахилт дээр тооцоолол хийж үзэхэд хажуугийн өндөр хамгийн ихдээ 82м, ерөнхий хажуугийн өнцөг хамгийн ихдээ 41° , хамгийн бага аюулгүй байдлын коэффициент FOS-2.06 гарч байгаа нь уурхайн одоогийн параметр тогтвортой байдлыг хангаж байна. Ил уурхай 2 болон 5 дээр тооцооллийг илүү нарийвчилж уурхайн ерөнхий хажуугийн өнцөг босгох, тэсэлгээний нөлөөлөл нарийвчлан тооцоо судалгааг хийх шаардлагатай. Тэсэлгээгээр үүсэх чичирхийллийн болон цохилтын долгионыг хэмжилт хийн тооцоож нэг агшинд тэсрэх тэсрэх бодисын хэмжээ, тэсэлгээний паспортыг баримтлан уурхайн хананы тогтворжилтыг хангах, хэмжилтийн ажлыг тогтмол хийн урьдчилсан арга хэмжээг цаг тухайд авч байх хэрэгтэй.

ДҮГНЭЛТ

1. Уурхайн ханын болон ашиглалтын үеийн геологийн үед өрөмдсөн чөмгөн дээжээс авч чулуулгийн физик механикийн шинж чанарыг тодорхойлох судалгааг ШУТИС-ийн “Чулуулгийн физик, механикийн сургалт, судалгааны лаборатори”-д дээжийг стандартын дагуу боловсруулан туршилт суудалгааны ажлыг хийж

- гүйцэтгэсэн.
2. Ордын литологийн төлөөлөл болгон авсан дээжийн лабораторийн туршилтын үр дүнгээр эзлэхүүн жингийн дундаж утга 2.48 г/см^3 , нэг тэнхлэгийн шахалтын бат бөхийн хязгаарын дундаж утга 97.13 МПа , чулуулгийн барьцалдалтын хүч 26.66 МПа , Хоек Броуны бат бөхийн ангиллаар R3-R4 буюу Дунд зэргийн хатуу- хатуу гэсэн ангилалд хамаарч байна.
 3. “Чулуут цагаан дэл” ордын талбайд Гантигжсан шохойн чулуу, цахиуржсан элсэн чулуу, занар, филитлэг занар, порфиرويد зэрэг 3-4 төрлийн чулуулаг дээр уулын цулын чанарын үнэлгээ RMR үнэлгээ хийсэн бөгөөд III түвшин буюу чулуулгийн массын үнэлгээгээр “Дунд зэрэг” үзүүлэлтэд хамрагдаж байна.
 4. Чулуут цагаан дэл ордын одоогийн уурхайн ахилт дээр тооцоолол хийж үзэхэд хажуугийн өндөр хамгийн ихдээ 82м, ерөнхий хажуугийн өнцөг хамгийн ихдээ 41° , хамгийн бага аюулгүй байдлын коэффициент FOS-2.06 гарч байгаа нь уурхайн одоогийн параметр тогтвортой байдлыг хангаж байна.

НОМЗҮЙ

1. Б.Лайхансүрэн.: Чулуулгийн физик. УБ хаан принтинг, Улаанбаатар, 2006.
2. Б.Лайхансүрэн.: Чулуулгийн физик, бутлалт. “Арвай бархан” ХХК, Улаанбаатар, 2015
3. Чулуулгийн физик, механикийн лабораторийн тайлан
5. Австри улсын Грацийн Техникийн Их Сургуулийн “Хадан чулууны механик болон туннель байгуулалт”
6. Z.T. Bieniawski (1989), Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil, and Petroleum Engineering - 1st Edition, A Wiley Interscience Publication, Canada.
7. E. Villaescusa and Y. Potvin., “Ground Support in Mining and Underground Construction” A.A. Balkema Publishers, Leiden, The Netherlands, 2004

ЛИДАРЫН ТӨХӨӨРӨМЖ АШИГЛАН ТОМ МАСШТАБЫН БАЙР ЗҮЙН ЗУРАГ ЗОХИОХ

Б.Жавзансүрэн¹, П.Эрдэнэчимэг²

Бат Сүндэрлэх цамхаг ХХК¹

ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Улаанбаатар хот, Монгол улс²

Bayarrenchinjavzansuren@gmail.com

Erdenechimeg.geo@must.edu.mn

Хураангуй

Дэлхийн инженерчлэлийн шинжлэх ухаанд зайнаас тандан судлалын чиглэл маш хурдацтай хөгжиж байна. Манай орон газар нутгийн хэмжээгээр дэлхийд эхнээсээ 18-д жагсдаг. Газар нутгийн ихэнх хэсэг нь өндөр нарийвчлалтай зураглалаар бүрхэгдээгүй, өргөн уудам газар нутагтай. Энэ нь нэг талаар бидэнд цаашид геодези, агаарын зураглал, зайнаас тандан судлалын чиглэлд хийх ажлууд асар их байна гэсэн үг юм. Судалгааны ажилдаа барилгажсан орчинд лидарын технологийг ашиглах нь өндөр үр бүтээлтэй ажил болох учраас олон улсад ашиглаж байгаа шинэ техник, технологиудыг зайлшгүй нэвтрүүлэх шаардлагатай болоод байна. Тэдгээр технологиудын нэг нь агаарын лидарын технологи юм. Тиймээс энэхүү сэдвийг сонгон авч, лидарын төхөөрөмжийг ашиглан зураглал үйлдэх болон түүний өгөгдлийг хэрхэн боловсруулах талаар технологи схем гаргах зорилгоор энэхүү судалгааны ажлыг хийсэн болно.

Түлхүүр үг: өндрийн тоон загвар, нарийвчлал, цэгэн үүл, тоон загвар, хяналтын цэг

I. УДИРТГАЛ

Орчин цагт шинжлэх ухааны бүхий л салбарт шинэ техник, технологиуд асар хурдацтайгаар нэвтэрч байна. Тухайлбал эдгээрээс лазерын гэрлийн технологийг нэрлэж болох юм. Лазерын гэрлийг анагаах ухаан, хэмжилт зураглал, аж үйлдвэрлэл, барилга, худалдаа арилжаа, төлбөр тооцоо гэх мэт олон салбаруудад өргөнөөр ашиглаж байна. Эдгээрээс сүүлийн жилүүдэд олон улсын хэмжээнд геодези, агаарын зураглал, зайнаас тандан судлалын салбарт ихээр ашиглаж эхлээд байгаа гурван хэмжээст лазер скайнер буюу лидарын талаар авч үзье. LiDAR гэдэг нь Light Detection and Ranging гэсэн үгний товчлол бөгөөд лазерын гэрлийг ашиглан цахилгаан соронзон долгионы ойрын нил улаан туяа болон үзэгдэх гэрлийн ногоон гэрлийн мужид гэрлийн долгионыг ашиглан газрын гадарга болон тухайн объектыг гурван хэмжээст орчинд тодорхойлох технологи юм.

Ашиглагдах зориулалтаас нь хамааруулж газрын буюу газар дээр байрлаж зураглал хийдэг, агаарын буюу нисэх онгоц, нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж зэргийг ашиглан агаар мандлаас газрын гадаргын зураглалыг хийдэг, сансрын буюу хиймэл дагуулаас газрын гадаргын зураглал үйлддэг гэж ангилж үздэг. Ялангуяа

нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмжид зориулан бүтээгдсэн лидарын төхөөрөмжүүд зах зээлд олноороо үйлдвэрлэгдэн, туршилтуудыг амжилттай давж үйлдвэрлэл дээр гарч ирж байна. Манай орны хувьд энэхүү технологи нь үйлдвэрлэлд нэвтрээд удаагүй байна.

II. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Лидарын технологи гэж юу вэ?

LiDAR гэдэг нь Light Detection and Ranging гэсэн үгний товчлол бөгөөд лазерын гэрлийн тусламжтайгаар газрын гадаргын хэлбэр, хэмжээ болон сонгосон объектын хэлбэр дүрсийг хиймэл дагуул, нисэх онгоц, нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж, газар дээрх суурин лазер скайнер зэргийг ашиглан тодорхойлох технологи юм. Гэхдээ энэхүү судалгааны ажил нь нисэх онгоцноос лидарын төхөөрөмжийг ашиглан төрөл бүрийн зураглал үйлдэх чиглэлээр хийгдсэн болно.

Анхны лидар буюу 3D лазер скайнер технологийг 1960 аад онд шумбагч онгоцнуудыг нисэх онгоцноос илрүүлэх зорилгоор зохион бүтээсэн ба энэ нь 1970 аад оны эхээр АНУ, Канад, Австрали зэрэг улсуудад амжилттай хэрэгжсэн байна.

LiDAR – ийн систем нь дараах үндсэн 5 хэсгүүдээс бүрдэнэ. Үүнд:

1. Лазер сенсор
2. GPS – ийн хүлээн авагч
3. IMU сенсор
4. Агаарын зургийн тоон камер

5. Компьютер буюу хэмжилтийг удирдах төхөөрөмж

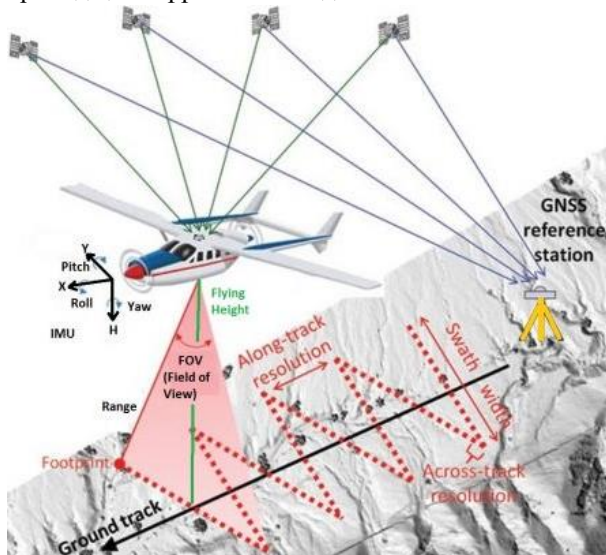
Дээрх үндсэн бүрдлүүдийг тус бүрт нь авч үзье.

Лазер сенсор

Энэ нь лазерын гэрлийн тусламжтайгаар тусгай зориулалтын онгоцноос сонгосон талбайн газрын гадаргуу дээр байгаа хүний гараар бүтээгдсэн болон байгалийн тогтоцтой бүхий л объектуудыг зураглах төхөөрөмж юм.

Орчин үед ашиглагдаж байгаа лазерын сенсорууд нь цахилгаан соронзон долгионы ногоон гэрлийн муж (532 nm) болон ойрын нил улаан гэрлийн (1064 nm) мужид лазерын гэрлийг ашиглаж байна.

Ажиллах үндсэн зарчим нь нисэх онгоцны лидарын хувьд газрын гадаргуу руу сонгож авсан өнцгийн харах талбайд ЦСД-ны дээрх мужуудад лазерын гэрлийг биет рүү цацруулж түүнээс буцаж ирэх ойлтыг бүртгэж түүний туулсан хугацааг тооцоолон бодох замаар газрын гадаргын болоод түүн дээрх бүхий л барилга, объектуудыг 3 хэмжээт орчинд цэгэн үүл болгон хадгалж авна.

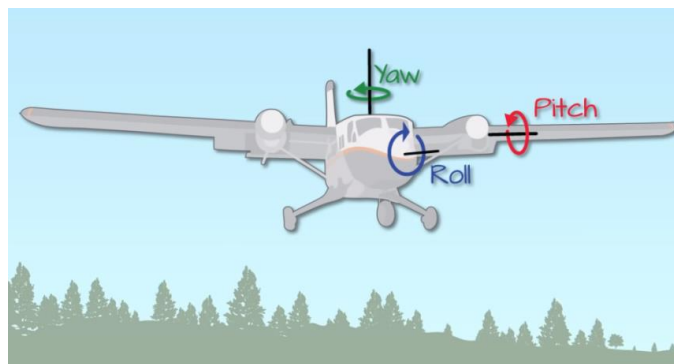


Зураг 1. LiDAR – ийн төхөөрөмжийн ажиллагааны бүдүүвч

Өгөгдлийг өндөр нарийвчлалтайгаар солбицолжуулах боловсруулалтыг хийхийн тулд зураглалын нислэгийн явцтай давхцаж байхаар GPS –ийн суурин станцуудыг геодезийн сүлжээнд оруулан тэгшигтгэн бодогдсон хатуу цэгүүд дээр статик горимын хэмжилтийг хийж байхаар суурилуулсан байх шаардлагатай.

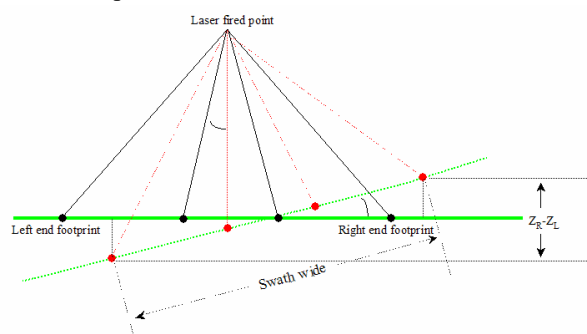
IMU сенсор

IMU гэдэг нь Inertial Measurement Unit гэсэн үгний товчлол бөгөөд онгоцны буюу LiDAR – ийн төхөөрөмжийн хазайлтын өнцгүүдийг агшин бүрт хэмжиж бүртгэж авдаг төхөөрөмж юм.



Зураг 2. IMU сенсрын ажиллагааны бүдүүвч

Энэхүү хазайлтын өнцгийг тодорхойлохдоо тэгш хавтгай газарт хийсэн лидарын хэмжилтээр тооцож гаргана.



Зураг 3. IMU сенсрын X тэнхлэгийн дагуу хазайлтын өнцгийн нөлөөлөл

Тэгш гадаргуу дээрх нэг ижил цагт хийсэн лидарын хэмжилтийн X тэнхлэгийн дагуух хазайлтыг харуулсан зураг

$$Z_L - Z_R = 2H \tan \theta_{\max} \cdot \Delta R ; \Delta R = \frac{(Z_L - Z_R)}{2H \tan \theta_{\max}} \quad (1)$$

Энд:

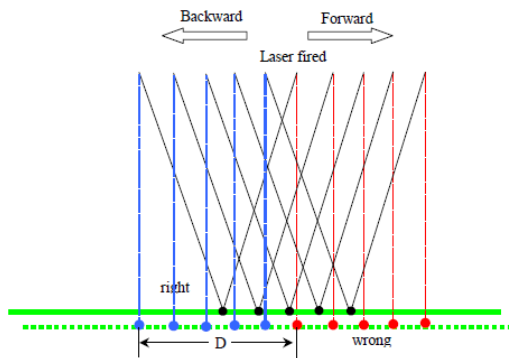
$Z_L - Z_R$ Тэгш хавтгай гадаргуу дээрх зүүн захын болон баруун захын цэгийн өндрийн зөрүү

H Нислэгийн дундаж өндөр

$\theta_{\max}$ Скайн хийх хамгийн их өнцөг

Y тэнхлэгийн дагуух хазайлтын өнцгийн нөлөөлөл

Энэхүү нөлөөлөл нь үндсэндээ нислэгийн чиглэлийн дагуу дахь хэмжилтэнд нөлөөлнө. Зураг дээрх улаан болон хөх өнгөөр тэмдэглэсэн цэгүүд нь нислэгийн шууд болон урвуу чиглэлд хийсэн Y тэнхлэгийн дагуух хазайлтыг тооцоогүй үеийн хэмжилтийн үр дүн.



Зураг 4. IMU сенсрын Y тэнхлэгийн дагуу хазайлтын өнцгийн нөлөөлөл

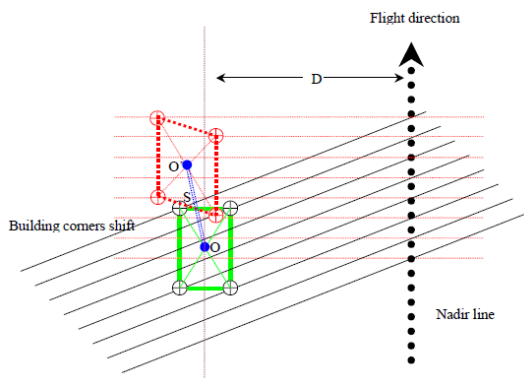
Y тэнхлэгийн дагуух хазайлт нь нислэгийн чиглэлийн дагуу хэмжилтэнд нөлөөлнө.

$$D = 2H \tan \theta_{\max} \cdot \Delta P; \quad \Delta P = \frac{D}{2H \tan \theta_{\max}} \quad (2)$$

Энд:

D	Нислэгийн шууд болон урвуу чиглэлийн замнал хоорондын зай
H	Нислэгийн дундаж өндөр
$\theta_{\max}$	Скайн хийх хамгийн их өнцөг

Z тэнхлэгийн дагуух хазайлтын өнцгийн нөлөөлөл
Энэ хазайлтын өнцгийн нөлөөгөөр тухайн объектын байрлал буруу тодорхойлогдож болохоос гадна мөн хэлбэр дүрсийн хувьд гажилттай тодорхойлогдох нь элбэг байдаг. Хэрэв шалгалт, тохируулга хийх хэмжилт нь хангалттай урт шугамыг хамарч чадаагүй бол энэ нь бусад төрлийн хазайлтын засваруудаас илүү төвөгтэй болдог.



Зураг 5. IMU сенсрын Z тэнхлэгийн дагуу хазайлтын өнцгийн нөлөөлөл

Z тэнхлэгийн дагуух шилжилт

$$S = D \cdot \Delta H; \quad \Delta H = \frac{S}{D} \quad (3)$$

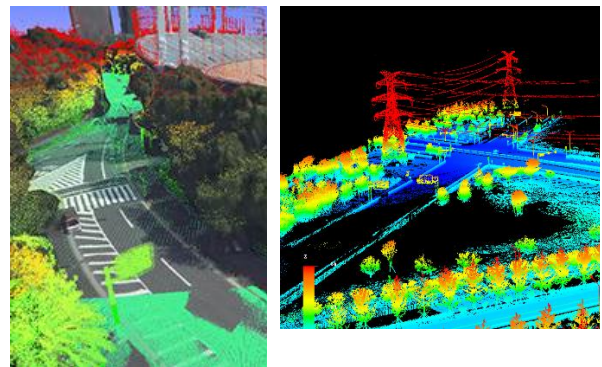
Энд:

S	Шууд болон урвуу чиглэлийн цэгүүдийн дундаж төв цэг хоорондын зай
---	---

Сонгож авсан байшингийн төв цэг ба төв цэгт хамгийн ойр орших нислэгийн надирын цэг хоорондын зай

Хот төлөвлөлт болон инженерийн дэд бүтцийн зураглалд ашиглах

Хот төлөвлөлт болон 3 хэмжээст барилга байгууламжийн загвар үүсгэх зэрэгт лидарын хэмжилтийг өргөн ашигладаг байна. Мөн түүнээс гадна өндөр хүчдэлийн цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын эд ангиудын эвдрэл гэмтлүүд, холболтын хэсгүүдийг хянах зориулалтаар ашигладаг байна.



Зураг 6. Лидарын төхөөрөмжийг хот төлөвлөлт болон эрчим хүчний шугам сүлжээний зураглалд хэрэглэсэн үр дүн

III. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Судалгааны ажлыг БГД-ийн 16-р хороонд орших ГАНДАН-гийн барилга, байгууламж болон түүний орчимд 15 га талбайн агаарын зураглал, түүний боловсруулалт, төв аймгийн Жаргалант сумын газар тариалангийн талбай

ХЭМЖИЛТ, БОЛОВСРУУЛАЛТ:

Судалгааны ажилд DJI үйлдвэрийн MATRICE 300 RTK PHANTOM 4 MULTISPECTRAL нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж, Байнгын ажиллагаатай суурин станц /БАСС/-ын бодит агшины өгөгдлийг хиймэл дагуулын технологи ашиглан [7]:

- БГД-ийн 16-р хороонд орших ГАНДАН-гийн барилга, байгууламж болон түүний орчимд 15 га талбайн агаарын зураглал, түүний боловсруулалт,
- Төв аймгийн Жаргалант сумын газар тариалангийн талбайн спектрийн олон сувгийн хэмжилт, боловсруулалт

Агаарын зураглалын аргаар WGS-84 солбицлын тогтолцоо, UTM тусгагт, Балтийн тэнгисийн өндрийн тогтолцоонд хийж гүйцэтгэн хэмжилтийн нарийвчлалыг тооцож гарсан.

а. БГД-ийн 16-р хороонд орших ГАНДАН-гийн барилга, байгууламж болон түүний орчимд 15 га талбайн 3-н хэмжээст зураглалыг DJI PILOT маршрут төлөвлөлтийн программаар газрын түвшнээс дээш 10м-ээс барилгын орой хүртэл тойрог

чиглэлд камерын хазайлтын өнцгийг 45° , нислэгийн өндрийг 120м, зургийн дагуу давхцал 80%, хөндлөн давхцал 70% байхаар тохируулан зураглалын ажлыг хийсэн [5].

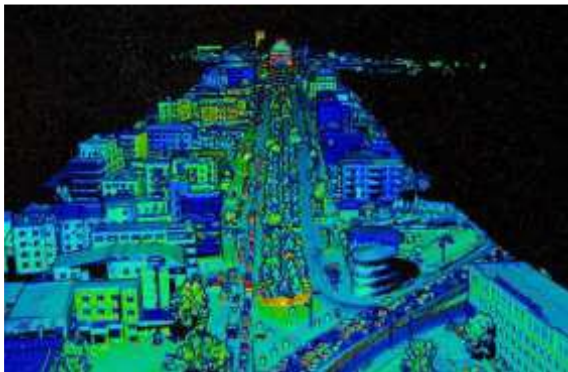
ННТ-ийн лидарын мэдрэгч бүхий DJI ZENMUSE L1 камер нь 1 секундэд 240000 цэг хэмжин, урьдчилсан цэгэн үүлийн өгөгдлийг удирдлага руу шууд дамжуулан дүрсэлдэг[6].

Уг нислэгийг хийхийн өмнө суурь станц /D-RTK/-ыг UB01 БАСС-тай холбож бодит агшны засварыг тооцож, хяналтын 8 цэгийн байрлал, өндрийн утгыг тодорхойлсон.

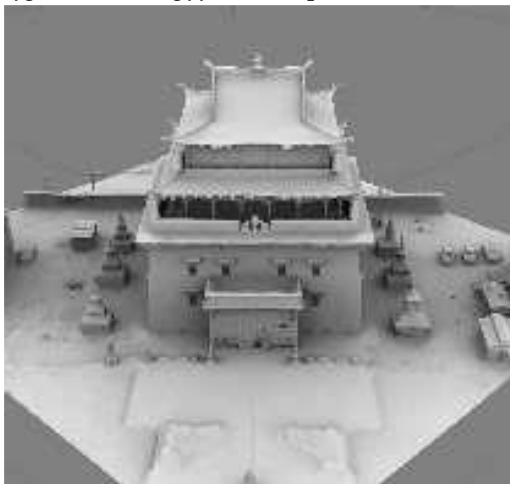
Нислэг үйлдэх явцад нар эгц дээрээс туссан, үүшлилт бага, салхины үнэмлэхүй их хурд тогтуун үед агаарын зураглалын ажлыг хийсэн.



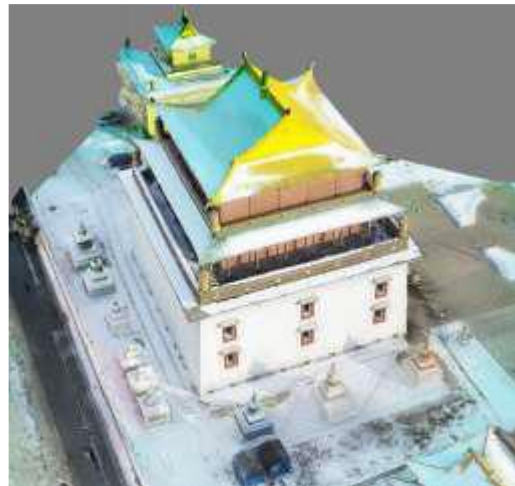
Зураг 8. Марирут төлөвлөлт



Зураг 9. Боловсруулалтын үе шат



Зураг 10. 3-н хэмжээст тоон загвар



Зураг 11. 3-н хэмжээст ортофото зураг [7].

6. Төв аймгийн Жаргалант сумын 100 га үр тарианы талбайд агаарын зураглал үйлдэж, спектрийн олон суваг бүхий дроны хэмжилт хийсэн. Тариалангийн талбайд 7.5см/пикселийн орон зайн нарийвчлалтай /GSD/ нислэгийн өндөр 130 метр, зураг авах дагуу давхцал 75%, хөндлөн давхцал 70% байхаар нислэг үйлдсэн[1]. Үзэгдэх өнгөнөөс ойрын нил улаан туяаны муж хүртэл хэмжилт зураглал хийсэн үр дүнг дараах сэдэвчилсэн бүтээгдэхүүн болгон бэлтгэсэн [5]. Үүнд:

- Гадаргын орто зураг (Ortho-Mosaic Photo)
- Гадаргын налуу, зүг зовхис
- Гадаргын сүүдэрлэлт, харагдах орчны талбайн зураг
- Гадаргын гурван хэмжээст зураг
- Талбайн чийгийн зураг
- Таримлын ургамалжилт болон хог ургамал ялгасан зураг

Гадаргын ортофото зураг: Цахилгаан соронзон долгионы улаан ногоон хөх өнгийн спектрийн сувгуудыг байгалийн бодит өнгөний нийлэмжийг гарган авсан.



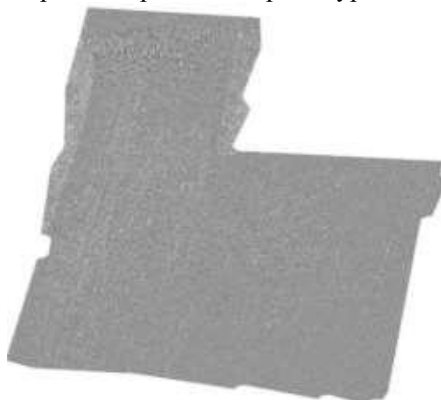
Зураг 12. Гадаргын ортофото зураг

Гадаргын налуу, зүг зовхис: Газрын гадаргын налуу, зүг зовхисыг өндрийн тоон загвар ашиглан гаргасан.



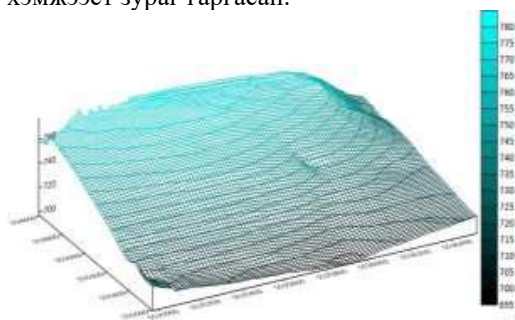
Зураг 13. Гадаргын налуу, зүг зовхисын зураг

Гадаргын сүүдэрлэлт, харагдах орчны талбайн зураг: Газрын гадарга сүүдэрлэлт, харагдах орчны талбайн зураг гаргахын тулд ННТ-өөр агаарын зураглал хийсэн өгөгдлийг ашиглан нарны тусгалын өнцгөөр газрын гадаргын хэлбэрийг зураглан гаргасан.



Зураг 14. Гадаргын сүүдэрлэлт, харагдах орчны талбайн зураг

Гадаргын гурван хэмжээст зураг: ННТ-өөр зураглал хийсэн өгөгдлийг ашиглан өндрийн тоон загварыг гарган авсан ба үр дүнг ашиглан гадаргын 3-н хэмжээст зураг гаргасан.



Зураг 15. Гадаргын 3-н хэмжээст зураг

Талбайн чийгийн зураг: Талбайн гадаргын өнгөн хэсгийн чийгийг усны нормчилсон индекс NDWI ашиглан тооцсон.



Зураг 16. Талбайн чийгийн зураг

Таримлын ургамалжилт болон хог ургамал ялгасан зураг: Талбайн ургамалжилт болон хог ургамлын тархалтыг ургамлын нормчилсон индекс (NDVI) болон Ургамлын нормчилсон улааны захын индекс (NDRE)-ээр ялгасан.



Зураг 17. Таримлын ургамалжилт болон хог ургамал ялгасан зураг

Байр зүйн дэвсгэр зургийн нарийвчлал [2]

1. Байр зүйн дэвсгэр зураг дээр бодит зүйлс, тэдгээрийн оршин буй зааг (контур)-ийн байрлалын дундаж алдааг зураглал авах геодезийн үндэслэлийн ойролцоо цэгтэй харьцуулбал 0.5 мм-ээс, олон давхар барилга байгууламжтай хот, суурин газарт тэдгээрийн хоорондох харилцан байрлалын дундаж алдаа нь байр зүйн зураг дээр 0.4мм-ээс тус тус ихгүй алдаатай дүрслэгдэх ёстой. [4]

2. Байр зүйн дэвсгэр зураг дээр газрын гадаргыг дүрслэх дундаж алдааг геодезийн үндэслэлийн цэгтэй харьцуулбал өндрийн хувьд:

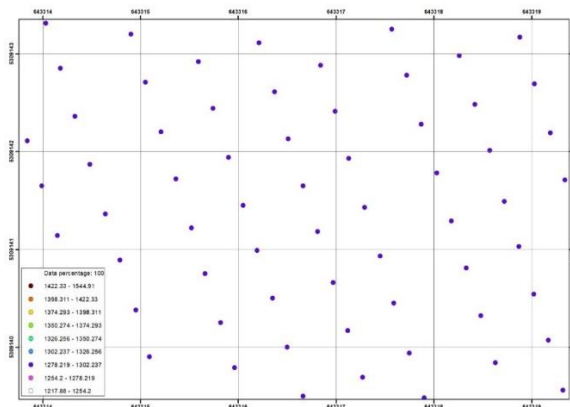
- газрын гадаргын налуу 20 хүртэл бол зураглалын үеийн өндрийн 1/4;
- газрын гадаргын налуу 20-60 хүртэл бол 1: 5 000, 1:2 000-ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зурагт 1/4, харин газрын гадаргын налуу 10 градус бол 1:1 000, 1:500-ны масштабтай зурагт зураглалын үеийн өндрийн 1/3;
- 0.5 м үеийн өндөртэй 1:5 000, 1:2 000-ны масштабтай байр зүйн зурагт үеийн өндрийн 1/3-аас тус тус ихгүй байна.

3. 1:5 000, 1:2 000-ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зургийн 6 градусаас их налуутай газар, мөн 1:500, 1:1

000-ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зургийн 10 градусаас их налуутай газрын хаялбарын тоо нь налуугийн нугачаан дээр тодорхойлсон өндрийн зөрүүтэй зохицож байх бөгөөд харин газрын гадаргын тодорхой цэг дээр тодорхойлсон өндрийн дундаж алдаа нь зураглалын үеийн өндрийн 1/3-аас ихгүй байна.

4. Байр зүйн дэвсгэр зургийн нарийвчлал бодит биетийн байршлын зөрүүгээр, өндрийн хувьд хаялбараар тооцсон өндрийн зөрүүгээр тус тус илэрхийлэгдэх бөгөөд энэ зөрүүг газар дээр нь хийсэн хяналтын шууд хэмжилттэй харьцуулж тогтооно.

БД 11-106-8 дүрэмд заасны дагуу 1:1000-ны масштабтай байр зүйн зураглал үйлдэхэд пикет хоорондын зай 20-30 метр байна. Харин судалгааны ажлын талбай дахь лидарын цэгийн нягтаршил нь 0.5-0.6 метр байгаа нь энэхүү шаардлагыг бүрэн хангаж байна.



Зураг 18. Лидарын хэмжилтийн цэгийн нягтаршил (1м X 1м торлол)

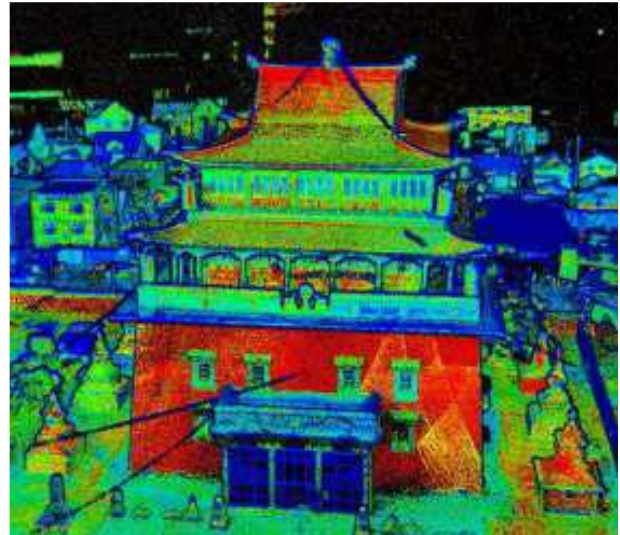
Үр дүн

Монгол орны хувьд энэхүү орчин үеийн өндөр технологийг дараах салбаруудад нэвтрүүлж ашиглах нь үр дүнтэй. Үүнд:

- Томоохон талбайг хамарсан, уламжлалт аргаар гүйцэтгэхэд хүнд газар орны байр зүйн болоод бусад төрлийн зураглал. Өтгөн шигүү ой мод ихтэй Монгол орны төвийн болон, хангайн бүс нутгуудад том болон дунд масштабын байр зүйн зураглал үйлдэх
- Байгаль орчин, ойн менежментийн зураглал. Байгаль орчны менежментийн болон ойн сан бүхий газрын мониторингийн судалгаанд ашиглах боломжтой.
- Бүх төрлийн дэд бүтцийн суурь судалгааны зураглал. Авто замын болон төмөр замын коридорын суурь судалгааны зураглал.
- Ил уурхайн гүйцэтгэл, бүх төрлийн овоолгоны эзлэхүүний хэмжээг тооцох зураглал.
- ХАА, газар тариалангийн талбайн зураглал. Ялангуяа усалгаатай газар тариалангийн

хувьд газрын гадаргын налууг тооцох өндөр нягтаршилтай цэгэн үүлний хэмжилт.

Барилгажсан бүс нутгийн 3 хэмжээст барилгын загвар үүсгэх, барилга байшингийн дээврийн хэлбэр хэмжээг тодорхойлох гэх мэт болон бусад салбарт өргөнөөр ашиглах боломжтой байна.



Зураг 19. Лидарын 3-н хэмжээст зураглалын үр дүн

ДүГНЭЛТ

Уг судалгааны ажилд ННТ-өөр агаарын зураглал үйлдэн өндөр нягтаршилтай, ортофото зураг болон газрын гадаргуугийн өндрийн тоон загварыг өндөр нарийвчлалтай, олон зорилгоор ашиглаж болохуйц нэмэлт бүтээгдэхүүн үүсгэн, бүтээн байгуулалтын бүх салбарт суурь мэдээлэл болгон ашиглахад уг судалгааны ажлын үр дүн оршино.

ННТ-өөр агаарын зураглалын үр дүнд дараах дүгнэлийг хийж байна.

1. Гандан орчмын хэмжилтийн үр дүнгийн боловсруулалтад DJI TERRA програм хангамж ашигласан ба байрлалын хувьд 5.4мм, өндрийн хувьд 16.2мм-ийн дундаж алдаатай байсан нь 1:500-1:1000-ны масштабын байр зүйн зургийн нарийвчлалын шаардлагыг хангасан.
2. Спектрийн олон сувгийн ННТ-ийн зураглалын үр дүнгийн боловсруулалтад DJI TERRA програм хангамж ашиглан боловсруулж улаан, ногоон, хөх (RGB) өнгөний нийлэмжид суурилсан ортофото болон бусад төрлийн ургамлын нормчилсон индекс (NDVI), ургамлын нормчилсон улааны захын индекс (NDRE) бүтээгдэхүүнүүд гарган авч таримлын орчин нөхцөл болон ургалтын явцыг тогтмол хянах боломжтой.
3. Мөн гадаргын тоон загвар (DSM) бүтээгдэхүүнийг ашиглан гадаргын налуу, зүг зовхис, сүүдэрлэлт, өндөржилт зэрэг газрын гадаргаас хамаарч таримлын ургах орчин нөхцөлийг судлах боломжтой нь судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна.

Ашигласан материалын жагсаалт

- [1] А.Адилбиш, Ш.Ганболд, Б.Дэмбэрэл, Б.Энхмандах, П.Алтанцэцэг, “Агаарын зураглалын ажлын заавар” БД 11-113-12 барилгын дүрэм; Улаанбаатар хот, х.3-26.
- [2] Б.Дэмбэрэл, Ч.Цэрэнбат, Г.Нарантуяа, С.Энхтуяа, Ю.Чүлтэм, “1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000-ны масштабтай байр зүйн дэвсгэр зураглалын ажил” БД 11-106-08 барилгын дүрэм; Улаанбаатар хот, 2008 он, х.21-71.
- [3] Антипов И.Т., Беликов П.В., Зотов Г.А., Кучинский Ю.И., Лужбина Е.Я., Михайлов А.П., Нехин С.С., Хлебникова Т.Н. под общей редакцией Нехина С.С., Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов (издание официальное) ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. ОХУ, 2002, стр.29-30.
- [4] GB/T 7931-2008 1:500, 1:1000,1:2000 масштабтай агаарын байр зүйн зураглалын хээрийн ажлын үзүүлэлт, БНХАУ, 2008 он; х.727-729.
- [5] Национальный стандарт российской федерации Беспилотные авиационные системы ГОСТР 56122 2014; ОХУ, стр.3-5.
- [6] Б.Дэмбэрэл, Ц.Дашзэвгэ, Хиймэл дагуул (GPS/ГЛОНАСС)-ын технологиор Монгол улсын геодезийн сүлжээ байгуулах үндсэн дүрэм БНБД 14-101-08
- [7] Sam Wang, DJI TERRA and Phantom 4 multispectral drone usage, data processing online training [P4 Multispectral - DJI](#), 2020, China

ОЮУ ТОЛГОЙН ДАЛД УУРХАЙН ХЭВТЭЭ МАЛТАЛТ, НЭВТРЭЛТИЙН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙН ОНОВЧЛОЛ

Я.Нямдулам¹, Ц.Ариунжаргал²¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурайн сургууль, Уул уурхайн ашиглалтын технологи Nyamdulam96@gmail.com² Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурайн сургууль, УТС-ын дэд профессор, доктор

Хураангуй—Далд уурхайн процесс нь өөр хоорондоо нягт уялдаа холбоотой нарийн нийлмэл ажиллагаа юм. Уул геологийн нөхцөлийг судалж, төслийн дагуух хэлбэр хэмжээг бий болгох, тэсэлгээний ажлыг удирдаж 1 тууш метр ахилтын өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын хугацааг хамгийн бага байлгах шаардлага практик үйл ажиллагаанд нэн тэргүүнд тавигдаж байна. Иймд өрөмдлөг тэсэлгээний ажлын үзүүлэлтүүдийн оновчтой хувилбарын тооцоог харьцуулан судаллаа.

Түлхүүр үг—ахилтын бодит урт, цөмлөх шпурийг өрөмдсөн хугацаа

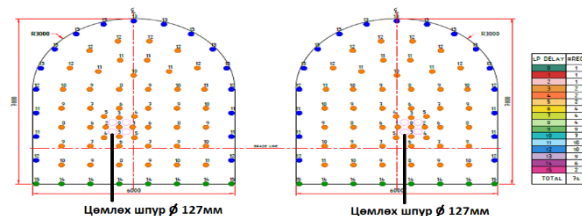
I. УДИРТГАЛ

Оюутолгойн зэс, алтны уурхай нь Монгол улсын өмнөд говийн бүс буюу Өмнөговь аймгийн Ханбогд сумын нутагт байрладаг. Уурхайн талбай нийслэл Улаанбаатар хотоос урагш 645 км зайд, Монгол Улс ба БНХАУ-ын хилээс 80 км зайтай оршдог. Оюутолгойн хүдрийн талбай нь баруун-урдаас зүүн-хойш сунасан 12 км урт, 4 км өргөнтэй бүсэд порфирийн төрлийн зэс-алтны хүдэржилттэй Баруун Өмнөд Оюугийн бүлэг орд, Хюго Дамметтын бүлэг орд, Херугагийн гэсэн гурван бүлэг ордуудад хуваагддаг. Хюго Дамметтын бүлэг ордод Өмнөд Хюго, Хойд Хюго, Хойд Хюгогийн үргэлжлэл ордууд хамаардаг. Хюго Дамметтын ордуудын талбайн хүдэржилт нь зүүн хойд зүг рүү сунасан хэлбэртэй ба 3 км гаруй урт үргэлжилдэг. “Оюу толгой” ХХК нь Хюго Дамметт ордын Хойд Хюго хэсгийн зэс, алтны хүдрийн биетийг Далд уурхайн панелиуд (блокчлон олборлох) үүсгэн өөрөөр нь нурааж олборлох аргаар ашиглаж байна.

Аливаа ордыг далд аргаар ашиглах нь ихээхэн хүн хүч, хөрөнгө мөнгө, нарийн технологи шаарддаг. Ийм учраас далд уурхайн өрөмдлөг тэсэлгээний ажилд уул геологийн нөхцөлийг судалж тэсэлгээний ажлыг удирдах, төслийн дагуух хэлбэр хэмжээг бий болгох, малталтын төслийн дизайнаас гадагш тэсрэлтийг хянах шаардлага практик үйл ажиллагаанд нэн тэргүүнд тавигдаж байгааг судлан шийдэх нь энэ судалгааны ажлын үндэслэл болно.

II. ЦӨМЛӨХ ШПУРИЙН ОНОВЧТОЙ ДИАМЕТРИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ

Цөмлөх шпур буюу риймэр нь хамгийн эхэнд тэсрэх 9 шпурийг тэсрэхэд нэмэгдэл ил гадаргуу үүсгэх зорилготой байдаг. Малталтын өрөмдлөг тэсэлгээнд цөмлөх шпурийн (reamer hole) диаметрийг 127 мм байхаар сонгон авч өрөмдлөг тэсэлгээний паспортын дагуу нэвтрэлт явуулж байна. Оюу толгойн далд уурхайн N1-9SH5-VD02-SP04-001S мөргөцөгт 102мм цөмлөх шпуртэй тэсэлгээний паспорт ашиглан тэсэлгээний ажлын туршилт явууллаа.



2.1-р зураг. 127мм цөмлөх шпуртэй тэсэлгээний паспорт

N1-9SH5-VD02-SP04-001S, CH:6.92 мөргөцөгт 127 мм цөмлөх шпуртэй паспорт ашиглан тэслэхэд дараах үр дүн гарсан.

Round Report Underground Manager		Site: OT SURVEY
		Tunnel: N1-9SH5-VD02-SP04-001S
		Section: 6.92
Round Report - N1-9SH5-VD02-SP04-001S - #6.92		
Log File: Q202044F	Tunnel: a1ebbb24618a4ed4bc3860fb	
Section Number: 6.92	Drill Plan: 5x5.5x2.5_H1_LC	
Rig ID: 0999089500	Connected Drill Plan: 5x5.5x2.5_H1_LC	
Rig Family: Boomer M2-C30 SP	Laser: 45	
Hole Data		
Round Time: 2h 20 min	Blast Holes: 68	
Average time of 4 reamer: 448 sec	Bolt Holes: 0	
	Injection Holes: 0	
	Undefined Holes: 0	
	Total Drilling: 305.3m	

2.2-р зураг. N1-9SH5-VD02-SP04-001S, CH:6.92 мөргөцгийн өрөмдлөгийн мэдээлэл

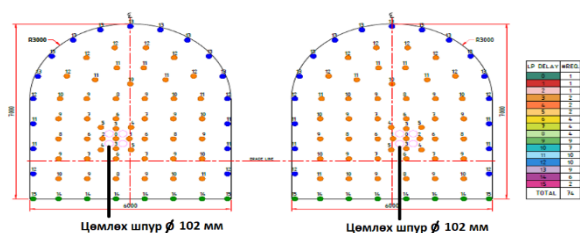
1-р хүснэгт. N1-9SH5-VD02-SP04-001S CH:6.92 бүтээн байгуулалтын чанарын үзүүлэлтүүд

Бүтээн байгуулалтын чанарын үзүүлэлт N1-9SH5-VD02-SP04-001S_6.92-11.52			
Тэсэлгээний зүйл	Шинжийн зүйл	Бэхлэгээний дизайн	X1-Off-T1
Фронт оператор	Munkhbay Damdinsuren		
Фронт дугаар	0006	Малталт	N1-9SH5-VD02-SP04-001S_6.92-11.52
Байршил	N1-9SH5-VD02-SP04-001S	Дизайны параметер	5.0mW x 7.0mH x 2.5mR
Ахилтын хамгийн их өргөн (м)	5.93	Чайж	6.92
Ахилтын бодит урт (м)	4.6		11.52
Тооцооллын урт (м)	5.2	Тэсрээгүй нух байгаа эсэх	Үгүй
Илүү тэсрэн эзэлүүлэн (м ³)	11.99	Илүү тэсрэн (m)	12.5
Дутуу тэсрэн эзэлүүлэн (м ³)	0.90	Дутуу тэсрэн (m)	0.9
Нийт тэсрэн эзэлүүлэн (м ³)	125.77	Дутуу тэсрэн эсэх	Үгүй
Тооцоололд ашигласан эзэлүүлэн (м ³)	107.82	Өрөмдлөгийн мөр байгаа эсэх	Тийм
Дизайны эзэлүүлэн (м ³)	96.22	Месс малталт эсэх	Үгүй

N1-9SH5-VD02-SP04-001S, CH:6.92 мөргөцөгт 127 мм цөмлөх шпуртэй паспорт ашиглан тэслэхэд нэг цөмлөх шпур өрөмдсөн дундаж хугацаа 448 сек = 7.5мин, ахилтын бодит урт 4.6м байна.

Зураг оруулах

2.3-р зураг. 102 мм цөмлөх шпуртэй тэсэлгээний паспорт



N1-9SH5-VD02-SP04-001S, CH:11.52 мөргөцгийн дараагийн ахилтад 102мм цөмлөх шпуртэй паспорт ашиглан тэслэхэд дараах үр дүн гарсан.

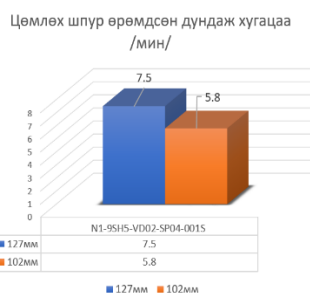
		Round Report Underground Manager		Site: OT SURVEY Tunnel: N1-9SH5-VD02-SP04-001S Section: 11.52	
Round Report - N1-9SH5-VD02-SP04-001S - #11.52					
Round Data					
Log File:	G24042F		Tunnel:	a1e6b2624815a4ed4bc3560b	
Section Number:	11.52		Drill Plan:	5.0x5.5x2.5_H1_RC	
Rig ID:	8999089100		Connected Drill Plan:	5.0x5.5x2.5_H1_RC	
Rig Family:	Boomer E2-C18		Laser:	45	
Hole Data					
Round Time:	2h 06 min		Blast Holes:	68	
Average time of 4 reamer:	351 sec		Bolt Holes:	0	
			Injection Holes:	0	
			Undefined Holes:	0	
			Total Drilling:	370.43m	

2.4-р зураг. N1-9SH5-VD02-SP04-001S, CH:11.52 мөргөцгийн өрөмдлөгийн мэдээлэл

2-р хүснэгт. N1-9SH5-VD02-SP04-001S CH:11.52 бүтээн байгуулалтын чанарын үзүүлэлтүүд

Бүтээн байгуулалтын чанарын үзүүлэлт N1-9SH5-VD02-SP04-001S_11.52-15.41			
Тэсгэн эзлэх	Шөнийг эзлэх	Басгалзний дизайн	X1-OFF-T1
Өрмийн оператор	Sandberg Oyungere	Малгалт	
Өрмийн дугаар	SF201	Малгалт	N1-9SH5-VD02-SP04-001S_11.52-15.41
Байршил	N1-9SH5-VD02-SP04-001S	Дизайны параметер	5.0mW x 5.5mH x 2.5mR
Ахилтын хамгийн их өргөн (м)	5.62	Чейнж	11.52
Ахилтын бодит урт (м)	4.93		15.41
Тооцооллын урт (м)	5.18	Тэсгэлгүй нух байгаа эсэх	Үгүй
Илүү тэсгэсэн эзлүүлэн (м³)	11.59	Илүү тэсгэлээ (%)	12.4
Дутуу тэсгэсэн эзлүүлэн (м³)	1.10	Дутуу тэсгэлээ (%)	1.2
Нийт тэсгэсэн эзлүүлэн (м³)	104.92	Дутуу тэсгэсэн эсэх	Үгүй
Тооцоололд ашигласан эзлүүлэн (м³)	104.32	Өрөмдлөгийн мөр байгаа эсэх	Тийм
Дизайны эзлүүлэн (м³)	93.83	Масс малгалт эсэх	Үгүй

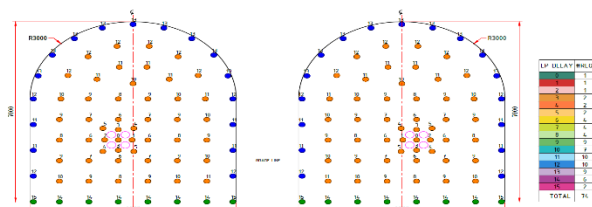
N1-9SH5-VD02-SP04-001S мөргөцөгт 127мм цөмлөх шпуртэй тэслэгээний паспорт ашиглан өрөмдөж тэслэгээ хийхэд ахилтын бодит урт 4.6м байсан. Харин тухайн тэслэгээний паспортын цөмлөх шпурийн диаметрийг 102мм болгож өөрчлөн өрөмдөж тэслэгээ хийхэд ахилтын бодит урт 4.93м болж 0.33 метрээр нэмэгдсэн. Мөн нэг цөмлөх шпур өрөмдсөн дундаж хугацаа 7.5-аас 5.8 минут болж 1.7 минутаар буурсан.



2.5-р зураг. N1-9SH5-VD02-SP04-001S мөргөцгийн цөмлөх шпур өрөмдсөн дундаж хугацаа

III. ТЭСЭЛГЭЭНИЙ ПАССПОРТЫН ШПУРИЙН ТООГ БАГАСГАХ

Оюу толгойн далд уурхайн N1-9SH2-VD01-009N мөргөцөгт шпурийн тоо 74 байсныг 63 болгон багасган хэрхэн цаг хугацаа хэмнэх талаар судаллаа.



3.1-р зураг. 74 шпуртэй шпуртэй тэслэгээний паспорт

N1-9SH2-VD01-009N CH:2029.95 мөргөцөгт 74 шпуртэй тэслэгээний паспорт ашиглан өрөмдлөг тэслэгээний ажлыг хийж гүйцэтгэв.

Atlas Copco

Round Report

Underground Manager

Site: OT SURVEY

Tunnel: N1-9SH2-VD01-____-009N

Section: 2029.95

Round Report - N1-9SH2-VD01-____-009N - #2029.95

Round Data

Log File:	Q110258F	Tunnel:	34e5eff3bb7642dabcc5b531
Section Number:	2029.95	Drill Plan:	23_607030LC
Rig ID:	8999089100	Connected Drill Plan:	23_607030LC
Rig Family:	Boomer E2-C30	Laser:	45

Hole Data

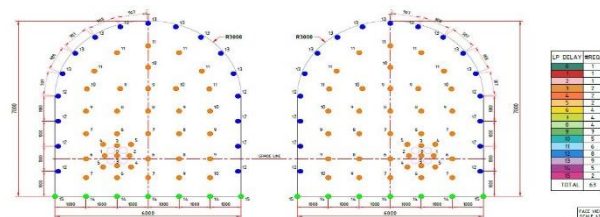
Round Time:	106.18min	Blast Holes:	85
		Bolt Holes:	0
		Injection Holes::	0
		Undefined Holes:	0
		Total Drilling:	408.2m

3.2-р зураг. N1-9SH2-VD01-009N, CH:2029.95 мөргөцгийн өрөмдлөгийн мэдээлэл

3-р хүснэгт. N1-9SH2-VD01-009N, CH:2029.95 бүтээн байгуулалтын чанарын үзүүлэлтүүд

Бүтээн байгуулалтын чанарын үзүүлэлт N1-9SH2-VD01-009N_2029.95-2034.74			
Тэсгэн эзлэх	Шөнийг эзлэх	Басгалзний дизайн	V1-ON-T1
Өрмийн оператор	Sandberg Oyungere	Малгалт	
Өрмийн дугаар	SF201	Малгалт	N1-9SH2-VD01-009N_2029.95-2034.74
Байршил	N1-9SH2-VD01-009N	Дизайны параметер	6.0mW x 7.0mH x 3.0mR
Ахилтын хамгийн их өргөн (м)	6.52	Чейнж	2029.95
Ахилтын бодит урт (м)	4.79		2034.74
Тооцооллын урт (м)	4.95	Тэсгэлгүй нух байгаа эсэх	Тийм
Илүү тэсгэсэн эзлүүлэн (м³)	8.53	Илүү тэсгэлээ (%)	9.5
Дутуу тэсгэсэн эзлүүлэн (м³)	7.78	Дутуу тэсгэлээ (%)	4.6
Нийт тэсгэсэн эзлүүлэн (м³)	183.03	Дутуу тэсгэсэн эсэх	Тийм
Тооцоололд ашигласан эзлүүлэн (м³)	170.49	Өрөмдлөгийн мөр байгаа эсэх	Үгүй
Дизайны эзлүүлэн (м³)	169.73	Масс малгалт эсэх	Үгүй

N1-9SH2-VD01-009N, CH:2029.95 мөргөцөгт 74 шпуртэй паспорт ашиглан тэслэхэд нийт өрөмдсөн хугацаа 106.18 сек = 1 цаг 46 минут, ахилтын бодит урт 4.79м байна.



3.3-р зураг. 63 шпуртэй шпуртэй тэслэгээний паспорт

N1-9SH2-VD01-009N, CH:2034.7 мөргөцгийн дараагийн ахилтад 63 шпуртэй тэслэгээний паспорт ашиглан өрөмдлөг тэслэгээний ажлыг хийж гүйцэтгэв.

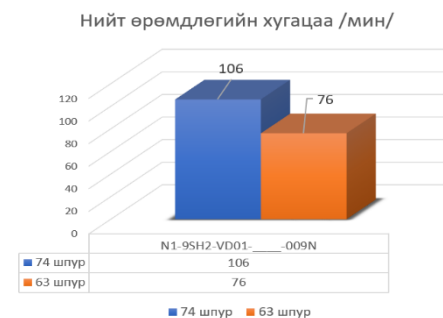
		Site: OT SURVEY	
		Tunnel: N1-9SH2-VD01-____009N	
		Section: 2037.74	
Round Report - N1-9SH2-VD01-____009N - #2034.74			
Round Data			
Log File:	Q120333F	Tunnel:	9768164f21c24b2a8500b16e
Section Number:	2034.74	Drill Plan:	465_607030_LC
Rig ID:	8999089100	Connected Drill Plan:	465_607030_LC
Rig Family:	Boomer E2-C18	Laser:	#N/A
Hole Data			
Round Time:	76.43min	Blast Holes:	71
		Bolt Holes:	0
		Injection Holes:	0
		Undefined Holes:	0
		Total Drilling:	289.1m

3.4-р зураг. N1-9SH2-VD01-009N, CH:2034.74 мөргөцгийн өрөмдлөгийн мэдээлэл

Бүтээн байгуулалтын чанарын үзүүлэлт N1-9SH2-VD01-____-009N_2034.74-2039.27			
Өрмийн оператор		Бэхлэгчийн дизайн	Y1-ON-T1
Өрмийн дугаар		Малталс	N1-9SH2-VD01-____-009N_2034.74-2039.27
Байршил	N1-9SH2-VD01-____-009N	Дизайны параметер	6.0mW x 7.0mH x 3.0mR
Ахилтын хамгийн их өргөн (м)	6.72	Чейнж	2034.74 2039.27
Ахилтын бодит урт (м)	4.8	Тэсрэлтэй нэг байгаа эсэх	Тийм
Тооцролын урт (м)	4.90	Оюу тэсрэлтэй (%)	9.1
Оюу тэсрэн зэвлүүн (м²)	16.01	Дутуу тэсрэлтэй (%)	2.0
Дутуу тэсрэн зэвлүүн (м²)	3.46	Дутуу тэсрэн эсэх	Тийм
Нийт тэсрэн зэвлүүн (м²)	208.25	Өрмдөлийн нэр байгаа эсэх	Үгүй
Тооцролод ашигласан зэвлүүн (м²)	183.08	Масс малталт эсэх	Үгүй
Дизайны зэвлүүн (м²)	176.53		

3.4-р хүснэгт. N1-9SH2-VD01-009N, CH:2034.74 бүтээн байгуулалтын чанарын үзүүлэлтүүд

N1-9SH2-VD01-009N хэвтээ малталтад 74 шпуртэй тэсэлгээний паспорт ашиглан туршилт явуулахад ахилтын бодит урт 4.79м байсан. Харин шпурийн тоог 63 ширхэг болгож цөөлөхөд ахилтын бодит урт 4.8м болж өөрчлөгдсөн. Мөн нийт шпур өрөмдсөн хугацаа 30 минутаар буурсан.



3.5-р зураг. N1-9SH2-VD01-009N мөргөцгийн нийт өрөмдсөн хугацаа

ДҮГНЭЛТ

Оюу толгойн Хюго Дамметтын ордын хэвтээ малталтын зураг төслийн дагуу N1-9SH5-VD02-SP04-001S мөргөцөгт цөмлөх шпурийн оновчтой диаметрийг тодорхойлоход ахилтын бодит урт 0.33 метрээр нэмэгдэн, нэг цөмлөх шпур өрөмдсөн дундаж хугацаа 1.7 минутаар буурсан. Мөн малталтын зураг төслийн дагуу N1-9SH2-VD01-009N мөргөцөгт тэсэлгээний паспортын шпурийн тоог багасгасан туршилт явуулахад нийт шпур өрөмдсөн хугацаа 30 минутаар буурснаар дээрх аргууд нь технологийн дагуу тэсэлгээ хийх нь оновчтой болохыг тогтоолоо.

НОМ ЗҮЙ

- [47] Оюу толгойн далд уурхайн техник эдийн засгийн үндэслэлийн хураангуй.
- [48] Оюу толгойн далд уурхайн малталт нэвтрэлтийн чанарын үзүүлэлтүүдийн тайлан.
- [49] Далд уурхайн малталт нэвтрэлтийн өрөмдлөг тэсэлгээний сургалт түвшин 1,2,3 (Даян инженер хэлтэс)
- [50] Б.Лайхансүрэн “Эрдэмд зорих зам” Судалгааны ажлын семинарын гарын авлага. УБ 2020он.
- [51] <https://www.hindawi.com/>
- [52] Р.Густафссон Шведская техника взрывных работ. Изд.Недра.М 1977.
- [53] Д.Аюурбунь “Эрдэм шинжилгээний илтгэл бичих аргууд”. УБ 2007он.

БОСОО УНАЛТАЙ НҮҮРСНИЙ ОРДЫГ ДАЛД АРГААР АШИГЛАХ ТЕХНОЛОГИ

/Зангат-Уулын чулуун нүүрсний ордын жишээгээр/

М.Цолмон¹, Ц.Ариунжаргал²

¹Магистрант, ШУТИС, ГУУС

²Дэд профессор, доктор (Ph.D), ШУТИС, ГУУС

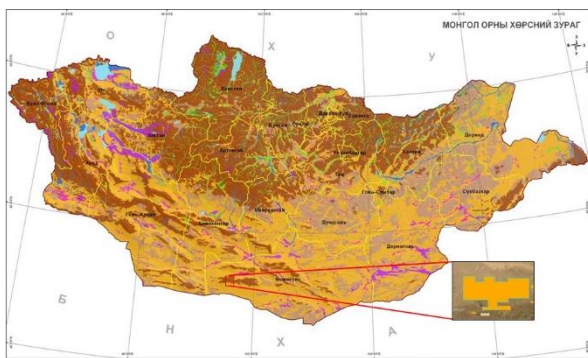
Хураангуй - Уул геологи, уул техникийн нөхцөл хүнд, нүүрсний давхарга харьцангуй нимгэн, босоо уналтай зэрэг ил уурхайн аргаар олборлолт явуулахад эдийн засгийн үр ашиггүй, хүндрэлтэй орд газруудыг орчин үеийн техник, технологи ашиглан далд уурхайн аргаар, үр ашигтайгаар олборлож байгаа туршлага дэлхийн уул уурхайн практикт ихээхэн нэвтэрч байна.

Монголын уул уурхайн салбарт ч мөн адил ил уурхайн аргаар олборлолт явуулахад үр ашиггүй, хүндрэлтэй нүүрсний орд газруудыг ашиглах зайлшгүй шаардлага үүсэж байгаатай холбоотойгоор энэхүү судалгааны ажлаар Зангат-Уул чулуун нүүрсний ордыг далд уурхайн аргаар ашиглах техник, технологийн сонголтын хийв.

Түлхүүр үг - далд уурхай, технологи, малталт нэвтрэлт.

I. УДИРТГАЛ

Зангат-Уулын чулуун нүүрсний орд нь засаг захиргааны хувьд Өмнөговь аймгийн Гурвантэс сумын нутагт оршдог ба Улаанбаатар хотоос зүүн урд зүгт 680 км, Даланзадгад сумаас баруун урд зүгт 300 км, Гурвантэс сумаас зүүн хойд зүгт 25 км зайтай. Ордын нүүрсний давхрага нь зүүн урд зүгт 40°-65°-ийн уналтай, баруун урдаас зүүн хойд зүгт 60°-70°-аар сунаж тогтсон, 1.2-13.25 метр зузаан, суналын дагуу 3.4 км урт үргэлжилдэг.

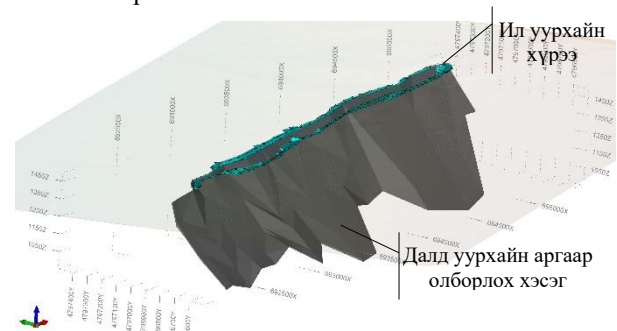


Зураг 1. Ордын байршил

II. ОРДЫН ОДООГИЙН НӨХЦӨЛ БАЙДАЛ

Ордыг одоогийн байдлаар газрын гадаргууд ойрхон, гарш хэсгийг ил уурхайн аргаар, 1, 2, 5-н олборлолтын хэсгээр, жилд 1.5 сая.тн нүүрс олборлох төлөвлөсөн хүчин чадлаар үйл ажиллагаа явуулж байна. Үүнд: ил уурхайн нэгдүгээр олборлолтын амаар нөөцийн бүсийн баруун хэсэгт, +1435 м түвшин хүртэл олборлолт явуулж, тухайн хэсгийг хаасан бөгөөд нөөцийн зүүн, төвийн хэсэгт тав болон хоёрдугаар олборлолтын амаар хөрс хуулалт, нүүрс олборлолтын ажлыг 2023 оны 12-р сараас эхэлж одоогоор +1530 м хүртэл олборлосон бөгөөд 2025 оны жилийн эцэс гэхэд +1440 м түвшин

хүртэл олборлолт явуулж ил уурхайг хааж, үлдэгдэл гүний хэсгийн нөөцийг далд уурхайн аргаар ашиглахаар төлөвлөж байна.



Зураг 2. Ил уурхайн эцсийн байдал

III. НЭЭЛТ ОРДЫН НЭЭЛТ

1) Ордын нээлтэд дараах гол хүчин зүйлүүд нөлөөлнө. Үүнд:

- Гадаргуугийн нөхцөл
- Геологийн бүтэц
- Нүүрсний давхаргын илрэлийн онцлог
- Олборлолтын техникийн нөхцөл
- Гадаргуу дээрх барилга байгууламжийн нөхцөл байдал
- Ил уурхайн олборлолтын нөхцөл

Гадаргуугийн нөхцөл

Талбай нь Монголын өмнөд хэсэгт орших Өмнөговь аймагт орших ба тэгш өндөрлөг хэлбэрийн уулархаг газрын гадаргатай. Олборлолтын болон ойр орчмын талбай нь уулын энгэрт сайр, хөндийн бэлд байгалийн нугын ургамал зонхилно. Уурхайн талбайн газрын гадарга нь харьцангуй энгийн, рельеф нь тэгш, ялангуяа уурхайн талбайн хойд хэсгийн нүүрсний давхаргын гарш байрлах хэсгийн байдал нь тэгш, хазайлт багатай, үйлдвэрлэлийн

талбайг зохион байгуулалтад ашиглах боломжтой. Иймд газрын гадаргын үүднээс авч үзвэл уурхайн байршил, ашиглалтын аргыг сонгоход үзүүлэх нөлөөлөл нь бага байна.

Геологийн бүтэц

Талбай нь нүүрсний нөөцөөр арвин, энгийн бүтэцтэй, хагарлын бүс байхгүй, харьцангуй тогтвортой үе давхаргатай, 60°-аас бага уналтын өнцөгтэй. Бүтцийн үүднээс авч үзвэл уурхайн байршил, ашиглалтын аргыг сонгоход үзүүлэх нөлөөлөл бага байна.

Нүүрсний давхаргын илрэлийн онцлог

Уурхайн талбай дахь нүүрсний давхарга нь тогтвортой, энгийн бүтэцтэй, үргэлжилсэн байдал сайн, зузааны өөрчлөлт бага, нүүрсний давхаргын уналын өнцөг 33°~57° хооронд, дундаж 47°, нүүрсний давхаргын зузаан 2.44 м ~ 14.34 м дундаж зузаан 4.62 м. Ерөнхийдөө нүүрсний давхаргын зүүн болон баруун жигүүрт зузаан, дунд хэсэгтээ нимгэн байдаг.

Нүүрсний давхаргыг агуулагч үндсэн чулуулаг нь элсэн чулуу, алевролит юм. Энэ хэсгийн нүүрсний давхаргын таазны болон шалны чулуулгийн давхаргын тогтвортой байдлын зэрэг нь дунд байна.

Уурхайн бүс дэх олборлох боломжтой нүүрсний давхарга нь үнслэг ихтэй, дунд зэргийн дэгдэмхий чанар, хүхрийн хэмжээ бага, фосфорын хэмжээ бага нэгдүгээр зэрэглэлийн хүнцэл, дунд зэргийн илчлэгтэй нүүрс байна.

Олборлолтын техникийн нөхцөл

Тус уурхайг урьдчилсан байдлаар метан хийн агууламж багатай, уурхайн нүүрсний тоосыг дэлбэрэх эрсдэлтэй, нүүрсний давхарга нь амархан өөрийн шаталт үүсдэг, газрын дулаан хэвийн, ямар нэг дулааны хоргүй гэж үзэж байна.

Олборлолтын технологийн нөхцөлөөс харахад, уурхайн байршил болон олборлолтын хэлбэрт үзүүлэх нөлөөлөл нь бага байна.

Гадаргуу дээрх барилга байгууламжийн нөхцөл байдал

Далд уурхайн олборлолтын хүрээнд чухал барилга байгууламж байхгүй, олборлолтын зохион байгуулалтад нөлөөлөхгүй.

Ил уурхайн олборлолтын нөхцөл

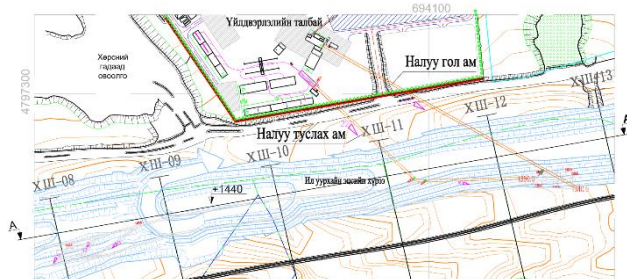
Ордыг одоогийн байдлаар газрын гадаргууд ойрхон, гарш хэсгийг ил уурхайн аргаар олборлож байна. Үүнд: ил уурхайн нөөцийн бүсийн баруун хэсэгт, +1435 м түвшин хүртэл олборлолт явуулж, тухайн хэсгийг хаасан бөгөөд нөөцийн зүүн, төвийн хэсэгт хөрс хуулалт, нүүрс олборлолтын ажлыг 2023 оны 12-р сараас эхэлж, одоогоор +1530 м хүртэл олборлосон бөгөөд 2025 оны жилийн эцэс гэхэд +1440 м түвшин хүртэл олборлолт явуулж ил уурхайг хаахаар төлөвлөж байна.

2) Нээх аргын сонголт

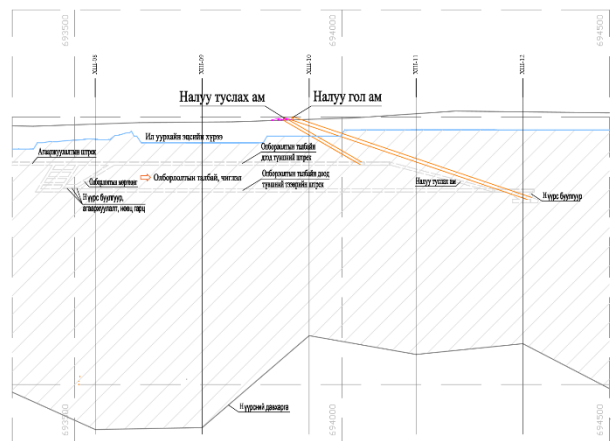
Уурхайн талбай нь баруун талаараа хайгуулын 1# шугамын ойролцоо, зүүн талаараа TR-ZU-17 цооног хүртэл үргэлжилсэн жигд бус хэлбэртэй зурвас юм. Хойд талаараа гадаргын нүүрсний давхарга, ил уурхайн ёроолд хамгаалагдсан нүүрсний тулгуур шугамаар хязгаарлагддаг, өмнөд хэсэг нь ZU-06-05 цооног хүртэл гүн, нүүрсний давхаргууд нь +1510 м-ээс +1000 м хүртэл, гүн нь 510 м, зүүнээс баруун тийш 5.0 км, хойноос урагшаа 0.5 км орчим урттай.

Уурхайн талбай дахь М-1 нүүрсний давхаргын гадаргын өндөр нь +1510.0м орчим, гадаргуу нь харьцангуй тэгш, үйлдвэрлэлийн талбайг сонгоход илүү тохиромжтой.

Олборлолт явуулахаар төлөвлөж буй хэсгийн нүүрсний давхарга нь харьцангуй гүехэн буюу 500-600м орчим, нүүрсний давхаргын уналын өнцөг нь 40-50° орчим, нүүрсний давхаргын зузаан нь тогтвортой зэргийг үндэслэн ордыг **налуу амаар** нээж ашиглахаар тусгав.



Зураг 3. Ордын нээлт (план зураг)



Зураг 4. Ордын нээлт (А-А дагуу зүсэлт)

IV. ДАЛД УУРХАЙН АШИГЛАЛТЫН СИСТЕМ ИЙН СОНГОЛТ, ҮНДЭСЛЭЛ

1) Уурхайн талбайн нүүрсний давхаргын олборлолтын нөхцөл

Ордын олборлох нүүрсний давхарга нь тогтвортой бүтэцтэй энгийн, зузааны өөрчлөлт бага, нүүрсний давхаргын уналын өнцөг нь 33°-57°-ийн хооронд, дунджаар 47° орчим байна.

Уурхайн бүсэд хагарал үүсээгүй, тус хэсэгт агуулагч чулуулаг буюу нүүрс агуулсан давхарга нь харьцангуй тогтвортой байна. Нүүрсний давхаргын гаршийн дагуу хагарал, мурийлт байдаг ч хагарлын хэмжээ ерөнхийдөө бага, хагарлын зай нь тийм ч их биш, гүний чулуулгийн нөлөө багатай, энгийн төрөлд хамаарна.

Нүүрсний давхаргын тааз, улны агуулагч чулуулаг нь голдуу том ширхэгтэй элсэн чулуу, дунд зэргийн нарийн ширхэгтэй элсэн чулуу, алевролит, конгломерат зэрэг байна.

Уурхайн талбай дахь инженер геологийн хувьд давхаргат чулуулгийн төрлийн дунд зэргийн нийлмэл төрлийн орд ба нүүрсний давхаргын доод ул нь элсэн чулуу ба давхаргын тогтвортой байдлын чанарын зэрэг нь дундаж, дундаас дээш байна.

Талбайн гадаргын хайгуулын суваг, гүний өрөмдлөгийн баримтаас харахад тус талбайд олборлох нүүрсний давхаргын дундаж зузаан нь 5.85 м, ерөнхий шинж чанар нь хоёр талдаа зузаан, дунд хэсэг нь нимгэн байна. Баруун өмнөд хэсэг нь 4.5 м-ээс их, зарим хэсэгтээ 10-15 м хүрдэг, ялангуяа хайгуулын 1-р шугам, 5-р шугам, 8-р шугамын төв болон баруун хэсэг нь нимгэн, ерөнхийдөө 4м-ээс бага, хамгийн нимгэн хэсэг нь 2 м байна. Нүүрсний давхарга зүүн хойшоо зузаарч, ихэнхдээ 7 м-ээс их, зарим хэсгээрээ 10 м-ээс их зузаантай байна.

Нүүрсний давхарга нь тогтвортой, энгийн бүтэцтэй, тасралтгүй үргэлжилсэн, зузааны өөрчлөлт бага, нүүрсний давхаргын уналын өнцөг нь харьцангуй тогтвортой, нийтэд нь олборлох боломжтой. Уурхайн талбайн гидрогеологийн нөхцөл нь дунд зэрэг, гүний нүүрсний ордод хамаарна. Метан хийн агууламж бага, нүүрсний тоос тэсрэх аюултай.

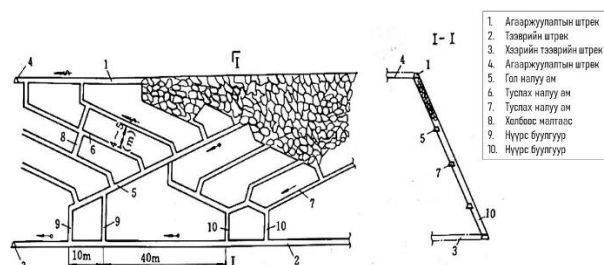
2) Ашиглалтын системийн сонголт

Олборлохоор төлөвлөсөн хэсгийн нүүрсний давхаргын олборлолтын нөхцөлийг үндэслэж, ашиглах боломжтой ашиглалтын системүүд: Налуу уналтай нүүрсийг өрөмдлөг тэсэлгээний аргаар нураан олборлох арга, Гидравлик тулгуур ашиглан, шаталсан схемээр нүүрс олборлох арга, Эгц налуу, урт мөргөцгөөр бүрэн механикжсан төхөөрөмжөөр нүүрс олборлох арга, Урт мөргөцгөөр, ташуу туузан хэлбэрийн үргэлжилсэн олборлолтын арга байна. Энэ удаагийн зураг төсөлд дээрх нүүрс олборлох янз бүрийн аргуудын харьцуулсан дүн шинжилгээ нь дараах байдалтай байна. Үүнд:

① Налуу уналтай нүүрсийг өрөмдлөг тэсэлгээний аргаар нураан олборлох арга.

Өрөмдлөг тэсэлгээний аргаар сийрэгжүүлж нүүрс олборлох явцад нүүрсний хаягдал ихтэй, олборлох

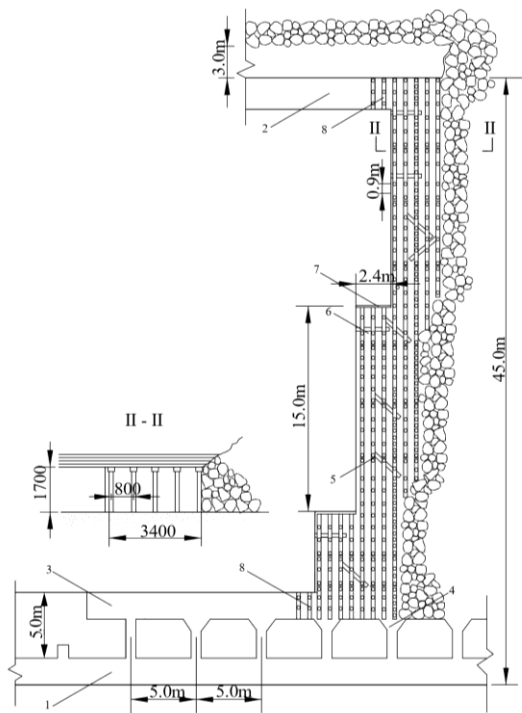
явцад таазны хавтанг хянахад хүндрэлтэй, ул, таазны нүүрсийг олборлох үед, ул, таазны агуулагч чулуулаг болон олборлосон хэсгийн чулуулга нь цуг нурах нөхцөл үүсэх учраас нүүрсний чанар муудаж, олборлосон орон зайд нүүрс буухгүй, бөглөрөх магадлалтай учраас их хэмжээний нүүрс хаягдах зэрэг эрсдэлтэй хүчин зүйл олон, далд уурхайн бэлтгэл, огтолгооны малталтууд их хийгдэх шаардлагатай байдаг нь уулзвар олон, бэхэлгээ, хамгаалалт хийхэд хүндрэлтэй мөн тааз амархан нурах эрсдэлтэй, далд уурхайд малталд нэвтрэлт хийх явцад урт зайд агааржуулалт хийх хоёр гарах гарцтай байх шаардлагатай байдаг ч, олборлолтын бүс дэх агааржуулалтын систем нарийн төвөгтэй, олборлолт хийж дууссан хэсэгт нүүрсний тоос ихтэй, олборлолтын ажлын ачаалал их, уул геологийн нөхцөл нь нарийн төвөгтэй зэрэг шалтгааны улмаас тухайн ордод тус нүүрс олборлох арга ашиглах нь тохиромжгүй байна.



Зураг 5. Налуу уналтай нүүрсийг өрөмдлөг тэсэлгээний аргаар нураах ашиглалтын систем

② Гидравлик тулгуур ашиглан, шаталсан схемээр нүүрс олборлох арга.

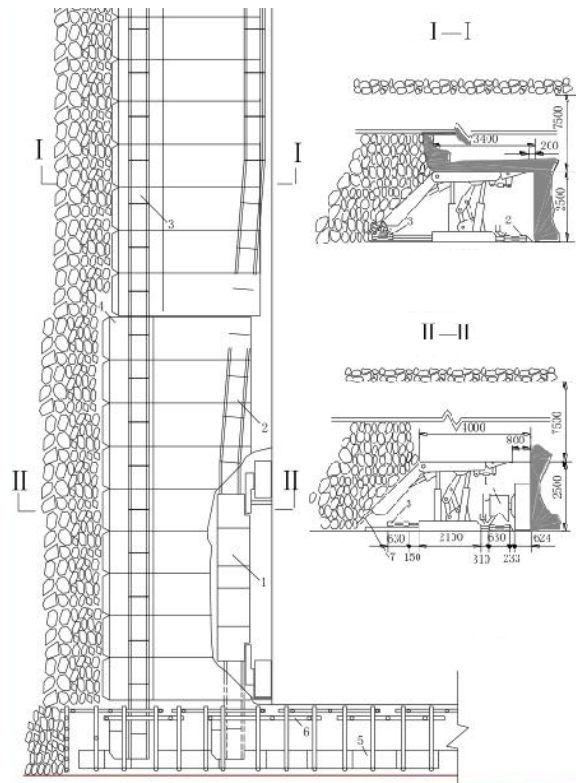
Шаталсан схемээр ашиглах аргыг урвуу шатлал, ташуу шатлал гэсэн хоёр аргачлал байдаг. Урвуу шатлалын олборлолтын арга нь тэсэлгээ хийж нүүрсийг нураадаг. Технологийн түвшин өндөр, ажилчдад ачаалал ихтэй, бэхэлгээний модны зарцуулалт их, эрчим хүчний ачаалал өндөр. Шаталсан олборлолтын арга нь олборлолтын гадаргуу харьцангуй урт, орон зайг тогтоон барих нь нарийн төвөгтэй, ачаалал их, уурхайн ус зайлуулах, усны ундаргыг тооцоолоход хүндрэлтэй зэргээс шаталсан хэлбэрийн нүүрс олборлох арга ашиглах нь далд уурхайн аюулгүй байдалд хүндрэлтэй учраас тус нүүрс олборлох арга нь тохиромжгүй байна.



Зураг 6. Гидравлик тулгуур ашиглан, шаталсан схем

③ Эгц налуу, урт мөргөцгөөр бүрэн механикжсан төхөөрөмжөөр нүүрс олборлох арга.

Нүүрс олборлох энэхүү арга нь олборлолтын механикжсан тоног төхөөрөмж ашиглаж, нүүрсний давхаргын дагуу олборлолтын урт мөргөцгийг төлөвлөж, ухарч олборлох, таазыг тогтоон барих зэрэгт бүрэн механикжсан уурхайн тоног төхөөрөмжийг ашигладаг. Олборлох тоног төхөөрөмжийн хувьд: Нүүрс нураах, олборлох төхөөрөмж, хусах хавтантай дамжуулагч төхөөрөмж, гидравлик тулгуур, бутлагч, ачигч машин, насосын станц, шүршигч насосын станц, цахилгаан төхөөрөмж зэрэг байна. Тус нүүрс олборлох аргын давуу тал нь нүүрс олборлох төхөөрөмжийн механикжуулалтын түвшин өндөр, олборлолтын хүчин чадал их. Сул тал нь нүүрс олборлох болон гидравлик тулгуур тоног төхөөрөмжийн хөрөнгө оруулалт их, үйлдвэрлэлийн өртөг өндөр, цахилгааны ачаалал их байна. Мөн нэгж олборлолтын гадаргуу дахь нүүрсний давхаргын зузааны өөрчлөлтөд олборлолтын тоног төхөөрөмж нь нүүрсний давхаргыг ялгаж олборлоход хүндрэлтэй учраас хаягдал, бохирдлын хэмжээ их. БНХАУ-ын ижил төрлийн далд уурхайнуудын бодит туршлагаас харахад, огцом ташуу олборлолтын технологийн зохицох чанар сул учраас тухайн төсөлд санал болгохгүй.



Зураг 7. Эгц налуу, урт мөргөцгөөр бүрэн механикжсан төхөөрөмжөөр олборлох арга

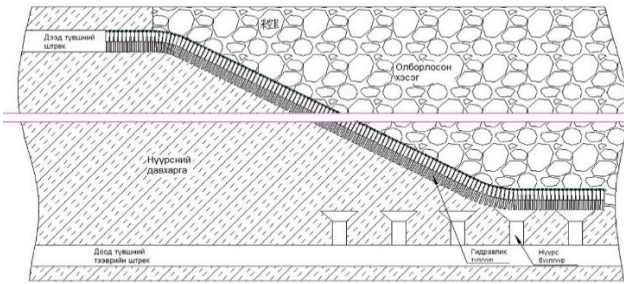
④ Урт мөргөцгөөр, ташуу туузан хэлбэрийн үргэлжилсэн олборлолтын арга.

Онцлог нь олборлолтын мөргөцөг нь нүүрсний давхаргын уналын чиглэлийн дагуу налуу байрлах ба нүүрсний давхаргын дагуу урагшлах зориулалттай тусгай металл хамгаалалтын гидравлик тулгуураар ажлын гадаргууг тусгаарлах ба мөн ажилчид хамгаалалтын гидравлик тулагч дор ажлыг гүйцэтгэдэг. Налуу нь 25-30°, ажлын мөргөцгийн налуугийн урт нь 100-120 метр байна. Ажлын гадаргуу дээр уян хатан металл хамгаалалтын гидравлик тулгууруудыг байрлуулах схемийг доор үзүүлэв.

Энэхүү ашиглах аргын давуу тал нь агааржуулалт, ажилчид, нүүрс тээвэрлэлт, тавиурыг задлах ажиллагаа нь харьцангуй бие даасан байдаг нь аюулгүй байдлын менежмент талаасаа тохиромжтой. Сул тал нь олборлолтын мөргөцгийн хөдөлмөр зарцуулалт, ажлын хэмжээ харьцангуй өндөр.

Энэхүү нүүрс олборлох арга нь дэлхийн олон улс оронд өргөн хэрэглэгдэж байгаа бөгөөд одоогоор БНХАУ-д нүүрсний налуу давхаргыг олборлож буй хамгийн амжилттай арга болж байгаа ба олон жилийн турш давтан туршсаны эцэст нүүрс олборлох энэхүү аргын хүрээнд амжилттай арвин туршлага хуримтлуулж, эдийн засгийн өндөр үр дүнд хүрсэн. Үүний зэрэгцээ төсөлд нүүрсний олборлолтод бүрэн механикжсан төхөөрөмж ашигладаг бөгөөд энэ нь

нүүрс олборлох үр ашгийг нэмэгдүүлж, далд уурхайн олборлолтыг жигдрүүлж, тогтворжуулах боломжийг олгодог.



Зураг 8. Урт мөргөцгөөр, ташуу туузан хэлбэрээр үргэлжлүүлэн олборлох ашиглалтын систем

Олборлолтын талбайг бэлтгэхдээ эхлээд доод түвшинд 1 тээврийн штрэк /агаар орох/, дээд түвшний 1 төмөр замтай штрэк /агаар орох/ мөн тэдгээрийг холбосон панелын штрэк тус тус нүүрсний давхаргын дагуу нэвтэрч холбон агааржуулалтын системийг бүрдүүлнэ. Дээд ба доод түвшний штрэкүүд нь нүүрсний давхаргын дагуу параллель хэлбэрээр нэвтрэх бөгөөд олборлолт нь нүүрсний давхаргын чиглэлийн дагуу явагдана.

Тус нүүрс олборлох аргын сул тал нь: Олборлолтын мөргөцгийн хамгаалалтын гидравлик тулагчийн ажлын хэмжээ харьцангуй их, тулагчийг зөөхөд хөдөлмөр зарцуулалт их, мөн нүүрс буулгуурыг² олборлолтын мөргөцгийн доор нүүрсний давхаргад урьдчилан нэвтэрч бэлтгэх шаардлагатай бөгөөд нэвтрэлтийн ажлын хэмжээ өндөр.

Давуу тал нь: Олборлолтын мөргөцөгт нүүрсийг бүрэн механикжсан техник ашиглах ба ажилчдад өгөх ачаалал бага, ашиглах тоног төхөөрөмж нь энгийн, налуу их, нимгэн, зузаан нүүрсний давхаргыг олборлоход зохицох боломжтой, автоматжуулалт болон ухаалаг систем ашиглаж, аюулгүй өндөр үр ашигтай олборлолт явуулах боломжтой. Мөн олборлолтын хүчин чадал өндөр, олборлолтын мөргөцгийн гадаргууг хамгаалах бүрэн боломжтой, олборлолтын мөргөцгийн ажлын орчин сайн, ажлын ачаалал бага байна.

Одоогийн байнгын нөхцөл байдалд тогтвортой цахилгаан хангамжгүй, нүүрсний давхаргын налуугийн өнцөг их, олборлолтын талбайн зарим хэсэгт нүүрсний давхаргын зузааны өөрчлөлт их зэрэг нөхцөлд энэ аргыг ашиглах нь тохиромжтой. Иймд тус ордыг далд уурхайн аргаар олборлох нөхцөлд **урт мөргөцгөөр, налуу туузан хэлбэрийн үргэлжилсэн** олборлолтын аргаар ашиглахаар сонгосон.

3) Нүүрс олборлох талбайн техникийн үзүүлэлт, тодорхойлолт

Урт мөргөцгөөр, налуу туузан хэлбэрийн үргэлжилсэн нүүрс олборлолтын ажлын мөргөцөгт гидравлик тулгуур ашиглаж таазыг тулж хамгаалах бөгөөд олборлолтын комбайн нь нүүрс олборлож, хусгач төхөөрөмжөөр дамжуулан тээвэрлэж, нүүрс буулгуурт хүргэж, түүнээс туузан дамжуулагчаар тээвэрлэн нүүрсний бункерт хүргэдэг. Мөргөцгийг ухрах дарааллаар олборлож, таазыг агуулагч чулуулгийн нурал дор буюу дараасан дор гидравлик тулагчийн тусламжтайгаар удирддаг.

Олборлолтын талбайн эхний хэсгийн техникийн үзүүлэлтийг дараах байдлаар үзүүлэв.

1. Олборлолтын талбайн байршил

Далд уурхайн бүтээн байгуулалт, төлөвлөлтийн дагуу уурхай нь үндсэн хоёр түвшинд, түвшин бүрдээ 3 олборлолтын талбайтай байна. Эхний ээлжид буюу эхний үе шатанд дээд түвшний төвийн буюу дунд хэсгийн талбайн баруун жигүүрээс олборлолтыг эхлэхээр төлөвлөв. Уг хэсгийн дээд түвшин нь +1410м, доод түвшин нь +1360м-т байна. Дараагийн үе шатанд дээд түвшний 2 жигүүрийн талбайг ээлж дараалан олборлохоор төлөвлөсөн.

2. Нүүрс олборлох талбайн техникийн үзүүлэлт, тодорхойлолт

Ажлын талбайн өндөр:

Ажлын талбайн өндөр нь нүүрсний давхаргын зузаан, уул, геологийн нөхцөл, нүүрс олборлох төхөөрөмж, нүүрс олборлох технологи зэрэгтэй уялдаж байх ёстой. Уурхайн нүүрсний давхаргын нөхцөл, нүүрсний олборлолтын технологийн дагуу ажлын талбайн өндөрт нүүрсний давхаргын зузаан, ашиглах тоног төхөөрөмж гол нөлөөлөх ба нүүрсний давхаргын дундаж зузаан 5.85м, иймд ажлын талбайн тооцооны өндөр нь 5.85м байхаар төлөвлөв.

Ажлын талбайн урт:

Ажлын талбайн урт нь уул, геологийн нөхцөл, тоног төхөөрөмжийн хүчин чадал, таазны чулуулгийг тогтоон барих арга болон бусад техникийн хүчин зүйлүүдтэй нягт холбоотой бөгөөд энэ нь үйлдвэрлэлийн үр ашгийг шууд нөлөөлдөг. Харин налуу нүүрсний давхаргыг олборлоход ажлын талбай хэт урт байх нь ажлын талбайн ахилтын хурдад нөлөөлж, талбайд үлдсэн нүүрс амархан шатаж, уурхайн аюулгүй байдалд сөрөг нөлөөтэй байдаг. Уурхайн бодит нөхцөл байдал, бусад ижил төстэй уурхайн туршлага, уурхайн зураг төсөл, үйлдвэрлэлийн хүчин чадал зэргийг үндэслэн төсөлд

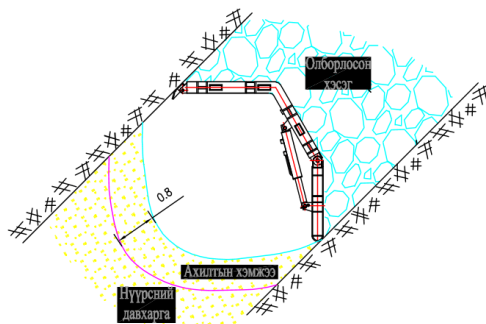
мөргөцгийн ажлын талбайн урт нь 100м орчим, налуу нь 25° байхаар төлөвлөв.

Ажлын талбайн урт:

Ордын нүүрсний давхаргын налуу нь дунджаар 47°, уул, геологийн нөхцөл, ажлын талбайн урт нь 1.0 ~ 1.5 км, эхний олборлолтын талбайн урт нь 1.0 км орчим байна.

Нэг удаагийн ахилтын хэмжээ:

Уурхайн талбай нь гидравлик металл тулгуур дээр суурилж алхмын зайгаар төлөвлөх бөгөөд нэг удаагийн ахилтын цикл нь 0.80м байна



Зураг 9. Нэг удаагийн ахилтын схем

1. Олборлолтын ажлын талбайн үндсэн үзүүлэлтүүд, хүчин чадлын тодорхойлолт

Уурхайн эхний ажлын талбайд олборлох нүүрсний давхаргын дундаж зузаан 5.85 м, нүүрсний эзлэхүүн жин 1.56 тн/м³, олборлолтын дундаж зузаан 5.85 м байна. Нэг удаагийн ахилтын хэмжээ 0.80 м, нэг ээлжид 2 цикл байна. Далд уурхайн ажил нь 3 ээлжээр нүүрс олборлож, ээлжийн явцад засвар үйлчилгээ хийгддэг. БНХАУ-ын уурхайнуудын одоо ажиллаж байгаа туршлагаас харахад тус уурхайн олборлолтын ажлын өдрийн дундаж ахилт 4.8 м, ажлын талбайн нөөцийн коэффициент 0.85, жилийн ажлын өдөр 330 хоног байхаар төлөвлөв. Нормоор олборлолтын талбайн жилийн ахилт 1346 м байна.

Олборлолтын ажлын талбайн үйлдвэрлэлийн хүчин чадал:

$$A = L * S * M * \gamma * C * 10^{-6} = 100 * 1346 * 5.85 * 1.56 * 0.90 * 10^{-6} = 1.12 \text{ сая.тн/жил}$$

Үүнд: А—ажлын талбайн үйлдвэрлэлийн хүчин чадал, сая.тн/жил;

L - ажлын талбайн урт, 100 м;

S - олборлолтын талбайн жилийн ахилтын хэмжээ, 1346 м;

M - ажлын өндөр, 5.85 м;

γ - нүүрсний давхаргын эзлэхүүн жин, 1.56тн/м³

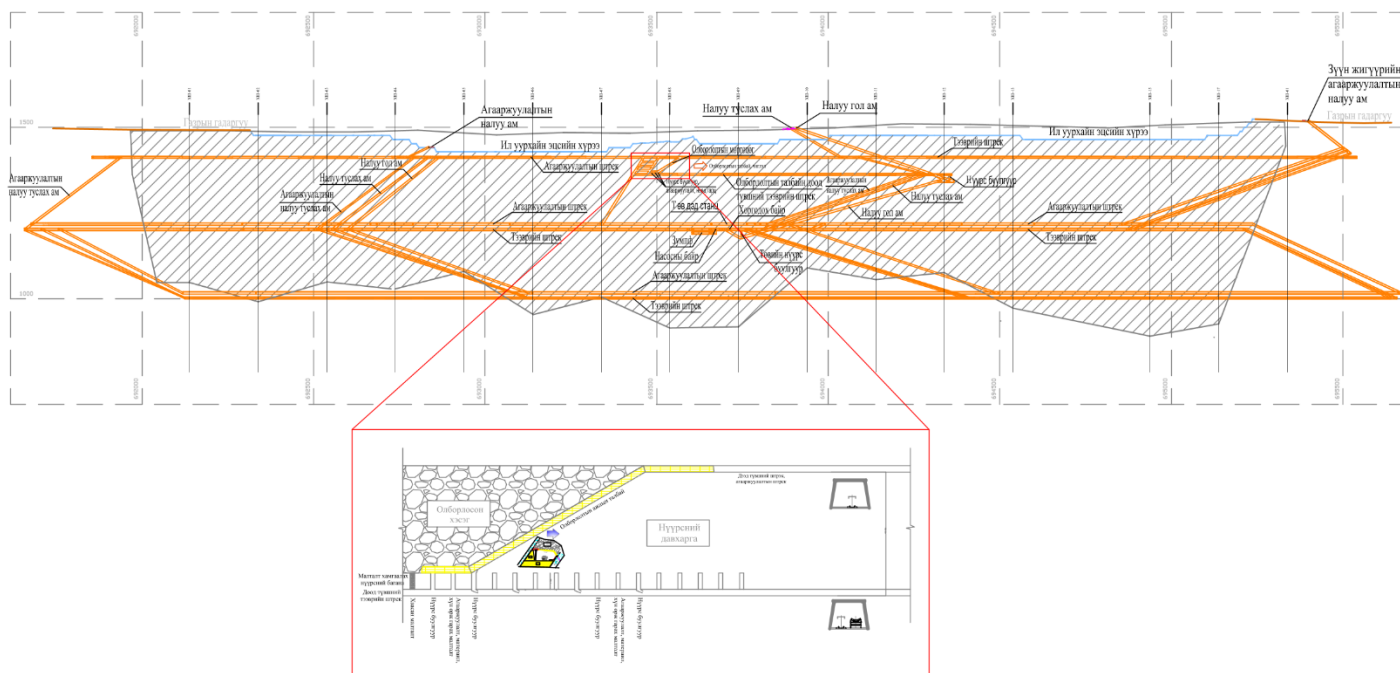
C - ажлын талбайн нүүрс олборлолтын хурд, 0.90

V. ДАЛД УУРХАЙН ЕРӨНХИЙ ТӨЛӨВЛӨЛТ

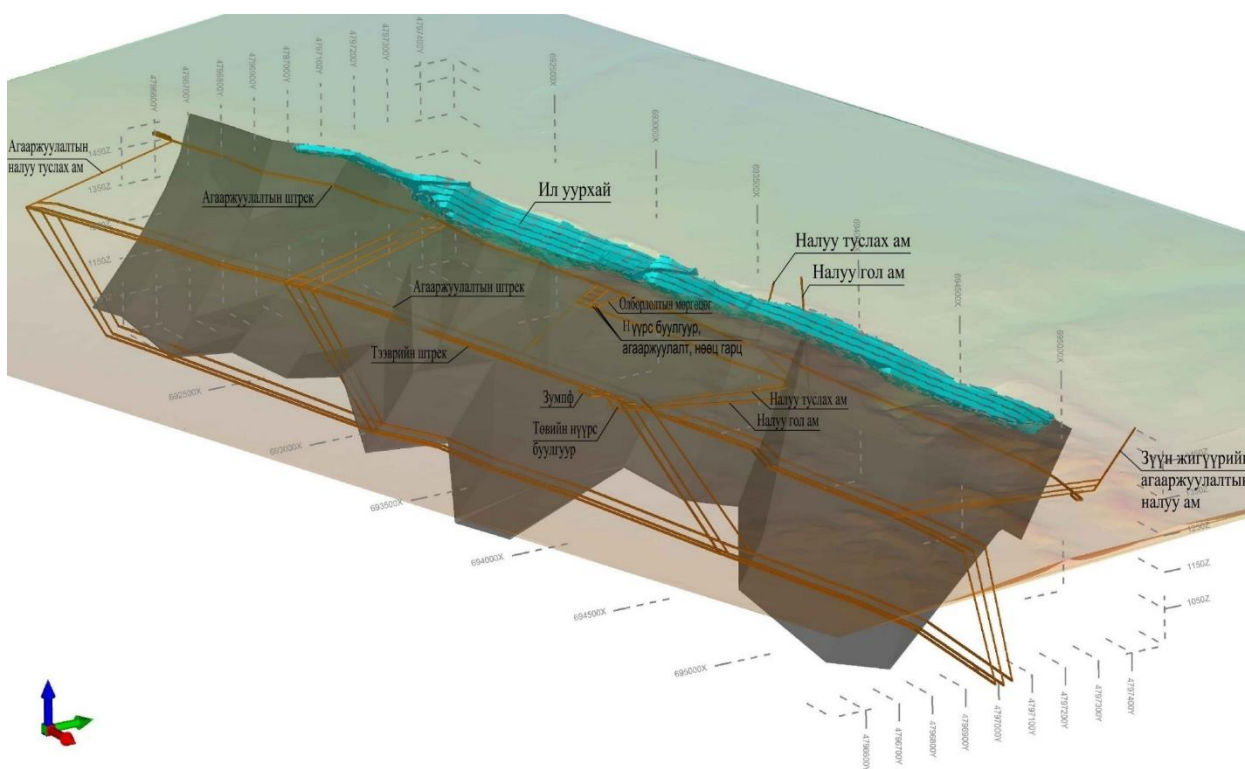
Далд уурхайн малталт нэвтрэлтийн ажлын тоо хэмжээ нь уурхайг олборлолтод хүлээлгэн өгөх үеийн болон нийт төлөвлөсөн хэмжээгээр тодорхойлогдоно.

Далд уурхайн үндсэн олборлолтын ажил эхлэх хүртэлх үеийн малталт нэвтрэлтийн ажлын хэмжээ 9440.1 м, эзлэхүүн 131178.2 м³. Үүнд: чулуулагт 2167.1 м 23%, нүүрсэнд 7273.0 м, 77%-ийг тус тус эзэлнэ.

Тооцоогоор эхний хоёр жил ордод бэлтгэл ажил хийгдэж, гурав дахь жилээс үндсэн олборлолтын ажил эхэлж, нийт 13 жил далд уурхай ажиллахаар байна.



Зураг 10. Далд уурхайн уулын ажлын төлөвлөлт (дагуу проекц)



Зураг 11. Далд уурхайн уулын ажлын төлөвлөлт (зүүн урд талаас харагдах байдал)

VI. ДҮГНЭЛТ

1. Зангат уулын ордын үлдэгдэж буюу ил уурхайн аргаар олборлох боломжгүй гүний хэсгийн нөөцийг далд уурхайн аргаар, урт мөргөцгөөр,

налуу туузан хэлбэрийн үргэлжилсэн олборлолтын системээр ашиглахаар сонгосон.

2. Ордыг дараах гол хүчин зүйлүүдээс хамааруулж налуу амаар нэхээр төлөвлөв. Үүнд:

- Гадаргуугийн нөхцөл
- Геологийн бүтэц
- Нүүрсний давхаргын илрэлийн онцлог
- Олборлолтын техникийн нөхцөл
- Гадаргуу дээрх барилга байгууламжийн

нөхцөл байдал

- Ил уурхайн олборлолтын нөхцөл

3. Далд уурхайн төлөвлөлтөөр эхний хоёр жил ордод бэлтгэл ажил хийгдэж, гурав дахь жилээс үндсэн олборлолтын ажил эхэлж, нийт 13 жил далд уурхай ажиллахаар байна.

Ашигласан материалууд

- (1) Зангат-уул нүүрсний ордын Баруун хэсгийг далд аргаар ашиглах ТЭЗҮ, Гоулдмэн Прожект ХХК, 2024 он.
- (2) Монгол улсын Өмнөговь аймгийн гурван тэс сумын ВТ уурхайн нэгдүгээр цооногийн урьдчилсан төлөвлөгөө, Хөх хотын Тянь Хэн ХХК, 2023, 2024 он.
- (3) Гидравлик уян хатан бэхэлгээний тоног төхөөрөмжийн гарын авлага. Бээжин Чэнтянь Хэнье нүүрсний уурхайн тоног төхөөрөмж Co., Ltd, 2012 он
- (4) Нүүрсний тусгай давхаргын олборлолтын технологийн судалгаа. Бээжингийн технологийн их сургууль. 2022 он
- (5) Нүүрс олборлох арга. Жан Шиаоюй. БНХАУ 2013 он

НАРИЙН СУХАЙТЫН НҮҮРСНИЙ ИЛ УУРХАЙН ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙН ОНОВЧЛОЛ

У.Тогоохүү¹, Г.Гантулга³

¹ Магистрант, Монгол Улс, Улаанбаатар хот, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль

² Магистр, УУАТ инженер

Хураангуй—Ил уурхайд тэсэлгээний ажилд тэсрэх бодисын сонголт, тэслэх хэрэгсэл, тэсэлгээний ажлын үзүүлэлтүүдийг оновчтой сонгосноор чулуулгийн бутлагдлыг сайжруулж оворлог чулуулгийн гарцыг бууруулах, тоног төхөөрөмжийн бүтээлийг нэмэгдүүлэх, элэгдлийг бууруулах ихээхэн ач холбогдолтой. Нарийн сухайтын нүүрсний ил уурхайн үйл ажиллагааны төлөвлөлтөөр үүсэх хүрээнд хамаарах тэсэлгээний ажлын оновчтой хувилбарыг сонгох, тэсэлгээнээс үүсэх ажлын бус хажуугийн чулуулаг болон олон үет чулуулгийн урд хэсгийн цементлэгдсэн конгломерат, нарийн ширхэгтэй элсэн чулуулаг илүү тархсан бат бөх өндөртэй блокуудад ул, овор үүсэх, техник, тоног төхөөрөмжийн эвдрэл гэмтэл, сул зогсолт, техник ашиглалт, засварын хугацаа зэргээс хамаарсан бүтээлийн алдагдал зэрэг хүндрэлийг бууруулахад тухайн судалгааны ажлын зорилго оршино.

Түлхүүр үг—оворлог чулуулаг, тэсэлгэ, оновчлол

I. УДИРТГАЛ

Нарийн сухайтын чулуун нүүрсний орд нь Өмнөговь аймгийн Гурвантэс сумын нутагт, сумын төвөөс зүүн урагш 34 км, аймгийн төв Даланзадгадаас баруун тийш 296 км, Улаанбаатар хотоос баруун урагш 849 км зайд оршино. Ордоос Шивээ хүрэнгийн хилийн боомт хүртэл 56 км зайтай.

Ордын хэмжээнд нүүрс агуулсан дээд пермийн настай Тавантолгойн свитийн хурдас нь үндсэн ус агуулагч хурдсыг үүсгэдэг байна. Энэ хурдас нь ихэвчлэн даралтгүй устай боловч зарим хэсэгтээ даралттай усны шинжийг агуулсан байдаг.

Газар доорх усны урсгалын чиглэл үндсэн баруун-хойд, хойд талаас зүүн-урагшаа, урагшаа чиглэлтэй, ордын ойр орчимд том гол мөрөн, тогтмол нуур, карстын чулуу, их усжилттай давхаргууд байхгүй.

Ордын нүүрс агуулагч чулуулаг нь дээд пермийн настай эх газрын терриген хурдас юм. Уг хурдас нь ихэвчлэн элсэн чулуу, алевролит, гравелит, хөрзөн чулуунаас тогтоно.

Элсэн чулуу: Цайвар саарал өнгөтэй, нэг төрлийн дунд зэргийн ширхэгтэй холимог найрлагатай, хатуу, нягт ба лабораторийн шинжилгээгээр эзлэхүүн жин нь $2.46-2.49 \text{ г/см}^3$, дотоод үрэлтийн өнцөг нь $32-40^\circ$, барьцалдалт нь $146.1-208.8 \text{ кг/см}^2$ байна.

Алевролит: Хар бараан, хар саарал өнгөтэй, нэг төрлийн найрлагатай, хатуу, нягт, бат бөх. Эзлэхүүн жин нь $2.45-2.48 \text{ г/см}^3$, дотоод үрэлтийн өнцөг нь $31-32^\circ$, барьцалдалт нь $111.06-128.7 \text{ кг/см}^2$ байна.

Уурхай өнөөгийн байдалаар нүүрс олборлолт 6-10 сая тн, хөрс хуулалт 18-24

сая.м³, хөрс хуулалтын нүүрс олборлолтын итгэлцүүр $3.28 \text{ м}^3/\text{тн}$, олборлож буй нүүрсний давхарга-5-р давхарга, нүүрсний уналын өнцөг $35-48^\circ$ градус, нүүрсний зузаан 20-60м, уурхайн гүн 70-80м байна. Уурхайн чулуулгийн физик-механикийн шинж чанар, уурхайн жилд гүйцэтгэх уулын ажлын хэмжээ зэргийг үндэслэн Sandvik D75KS, Sandvik D45KS өрмийн машинуудаар өрөмдлөгийн ажлыг гүйцэтгэнэ.

II. ОРДЫН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

Ордын нүүрс агуулагч чулуулаг нь дээд пермийн настай эх газрын терриген хурдас юм. Уг хурдас нь ихэвчлэн элсэн чулуу, алевролит, гравелит, хөрзөн чулуунаас тогтоно.

Элсэн чулуу: Цайвар саарал өнгөтэй, нэг төрлийн дунд зэргийн ширхэгтэй холимог найрлагатай, хатуу, нягт ба лабораторийн шинжилгээгээр эзлэхүүн жин нь $2.46-2.49 \text{ г/см}^3$, дотоод үрэлтийн өнцөг нь $32-40^\circ$, барьцалдалт нь $146.1-208.8 \text{ кг/см}^2$ байна.

Алевролит: Хар бараан, хар саарал өнгөтэй, нэг төрлийн найрлагатай, хатуу, нягт, бат бөх. Эзлэхүүн жин нь $2.45-2.48 \text{ г/см}^3$, дотоод үрэлтийн өнцөг нь $31-32^\circ$, барьцалдалт нь $111.06-128.7 \text{ кг/см}^2$ байна.

Хөрс хуулалтын ажлыг өрөмдлөг тэсэлгээний аргаар сийрэгжүүлж, автотээвэртэй гадаад овоолготой ашиглалтын системээр ЭКГ-10 цахилгаан экскаватор, BUCYRUS RH-120, RH-170, HITACHI EX2600 болон CAT390 маркийн гидро экскаваторуудаар ухаж ачих ажлыг хийж гүйцэтгэнэ. Тэслэгдэх доголын өндөр 12 м, тэсэлгээгээр үүсэх нурлын өргөн 55 м, тэслэгдсэний дараах доголын өндөр 14 м байна.

Тэсрэлтээр үүсэх бутлагдлын дундаж диаметрыг массив дахь хэсэгшлийн хэмжээ, экскаваторын төрөл, шанаганы багтаамжийг харгалзан Ю.И.Беляковын хамаарлаар олж болохыг хамт ачих, тээх тоног төхөөрөмж, массивын ан цавшил, тэслэгдэх категори, бутлагдлын зэргийн үзүүлэлтийг үндэслэн акад. В.В.Ржевский, Ю.И.Анистратов бусад судлаачдын гаргасан доорх томъёогоор урьдчилан тодорхойлдог.

$$d_d = (0.15 \div 0.4) \cdot \sqrt[3]{E} \quad (1)$$

E – экскаваторын шанаганы багтаамж, м³

Нарийн сухайтын уурхайн экскаваторуудын шанаганы багтаамжаас хамааран чулуулгийн бутлагдлын хэмжээ

ЭКГ-10И экскаваторын чулуулгийн бутлагдлын хэмжээ:

$$d_d = 0.2 \cdot \sqrt[3]{12.5} = 0.46\text{м} \quad (2)$$

ВUCYRUS RH-170 экскаваторын чулуулгийн бутлагдлын хэмжээ:

$$d_d = 0.2 \cdot \sqrt[3]{22} = 0.56\text{м} \quad (3)$$

ВUCYRUS RH-120 экскаваторын чулуулгийн бутлагдлын хэмжээ:

$$d_d = 0.2 \cdot \sqrt[3]{15} = 0.46\text{м} \quad (4)$$



Зураг 1. Ачилтын үед гарсан оворлог чулуулаг

Нарийн сухайтын уурхайд тэсэлгээний ажилд оворлог чулуулгийн гарц нэмэгдэх нь тоног төхөөрөмжийн бүтээлд сөргөөр нөлөөлдөг. Өвлийн улиралд цооногийн ус хөлдсөнөөс болж цэнэглэлтийн ажил удаашрах, тухайн хэсэгт дутуу цэнэгдэгдэх эрсдэлтэй байна. Мөн тэсрэх хэрэгслийн найдвартай ажилллагаа хангагдаагүйгээс цэнэг баарах, түгжээсийг хэт том ширхэглэлтэй материал хийснээс болж гуурс тасрах, устай цооногийг цэнэглэхэд хүндрэлтэй байх, ажлын бус хажуугийн чулуулаг болон олон үетэй талбайн урд хэсгийн

чулуулгууд нь цементлэгдсэн конгломерат, нарийн ширхэгтэй элсэн чулуулаг илүү тархсан тул чулуулгийн бат бөх өндөр, ордын хэмжээнд иж бүрэн чулуулгийн судалгаа дутуу хийгдсэн, ул чулуулаг болон оворлог чулуулгийн гарц үүсэх, үүнээс үүдэлтэй техник, тоног төхөөрөмжийн эвдрэл гэмтэл, сул зогсолт, техник ашиглалт, засварын хугацаа зэргээс хамаарсан бүтээлийн алдагдал гарах хүндрэлүүд гардаг. Шинэ хэсгийн блокийн байршил нь хойд талаараа гол том хагаралд ойрхон учир чулуулгийн ан цавшилаар шүүрлийн ус нэвчсэн мөн геологийн идэвхтэй нөлөөлөлд илүү орсон тул тэслэгдэх чулуулгийн дундаж бутлагдал нь илүү сайн байдаг. Харин ажлын бус хажуугийн чулуулаг болон олон үетийн урд хэсэг нь физик механикийн нөлөөлөлд бага орсон тул чулуулгууд нь цементлэгдсэн конгломерат, нарийн ширхэгтэй элсэн чулуулаг илүү тархсан тул чулуулгийн хатуулаг өндөр байдаг. Хөрс хуулалтын экскаваторуудын хувьд дундаж бутлагдлын хэмжээ нь 0.46-0.56 байна.

III. ТЭСЭЛГЭЭНИЙ АЖЛЫН ПАРАМЕТРУУДЫН

Нарийн сухайтын нүүрсний уурхайн хөрсний чулуулаг нь элсэн чулуу, алевролит, аргиллит, гравелит, хөрзөн (конгломерат) чулуулгаас тогтож байна. Тус уурхайн хөрсний чулуулгийн зарим дээжний физик-механикийн шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг хүснэгт 1-д харууллаа.

Ордын хэмжээнд нэлээд өргөн тархалттай элсэн чулуу нь цайвар саарал өнгөтэй, нэгэн төрлийн дундаас том ширхэгтэй, холимог найрлагатай нэг тэнхлэгийн дагуух шахалтын бат бөхийн хязгаар нь 53.4-90.9 МПа, дотоод үрэлтийн өнцөг нь 32-40°, бат бөхийн коэффициент М.М.Протоdjаконовын ангилалаар $f=5-9$ байна. Мөн ордын хэмжээнд тархалтаараа нэлээд дээгүүрт орох алевролит нь хар бараан, хар саарал өнгөтэй, нэгэн төрлийн найрлагатай, нэг тэнхлэгийн дагуух шахалтын бат бөхийн хязгаар нь 39.9-46.0 МПа, дотоод үрэлтийн өнцөг нь 31-32°, бат бөхийн коэффициент нь проф. М.М.Протоdjаконовын ангилалаар $f=4-5$ байна.

Хүснэгт 1. Чөмгөн дээжийн геотехникийн бичиглэл хийсэн цооногийн мэдээлэл

№	Чулуулгийн нэр	Эзлэхүүн жин, г/см ³	Шахалтын бат бөхийн хязгаар, МПа	Суналтын бат бөхийн хязгаар, МПа	Барьцалдалтын хүч, МПа	Дотоод үрэлтийн өнцөг, град
1	Элсэн чулуу	2.49	90.9	15.8	20.9	40
2	Элсэн чулуу	2.46	53.5	12.3	14.6	32.0
3	Дундаж үзүүлэлт	2.47	72.2	14.1	17.7	36.0
4	Алевролит	2.48	39.9	9.4	11.1	31.0
5	Алевролит	2.45	46.0	10.7	12.8	32.0
6	Дундаж үзүүлэлт	2.46	42.9	10.1	11.9	32.0

Нарийн сухайтын ордын чулуулгийн голлон тархсан чулуулагт сайн барьцлагдсан хөрзөн чулуу, конгломерат, элсэн чулуу, алевролит, аргиллит голцлон тарсан байдаг. 2023 онд уурхайн тэсэлгээний өрмийн өрөмдсөн цооногт чулуулгийн судалгааг хийх зорилгоор цооногийн геофизикийн каротажийн судалгааг 12 метрийн дундаж гүнтэй цооногт чулуулгийг ялгах зорилгоор судалгааг хийсэн. Судалгаагаар уурхайн сектор 4-р хэсэгт чулуулгийн модель үүсгэсэн.

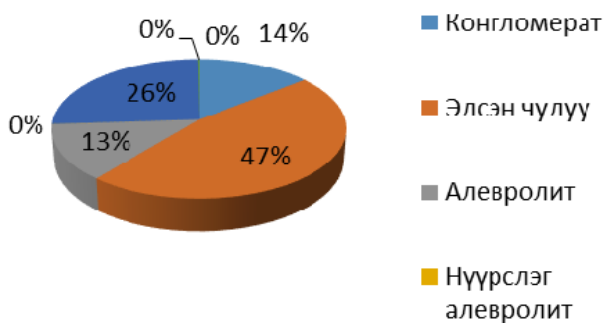
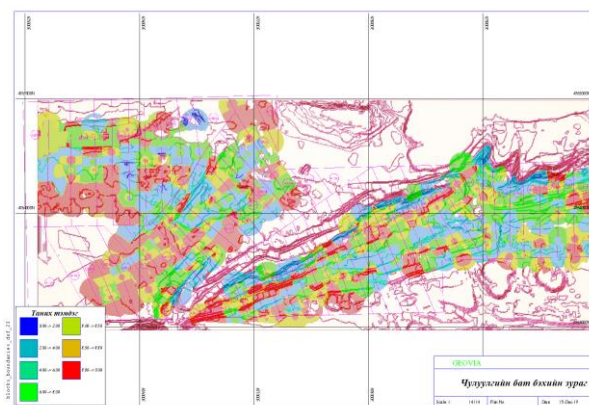


График 1. Чулуулгийн тархалт



Зураг 2. Нарийн сухайтын уурхайн чулуулгийн бат бөхийн тархалтын ангилал (М.М.Протодьяконовын ангиллаар)

Өрөмдлөг тэсэлгээ хийж байгаа шинэ хэсгийн блок нь зүүн талаараа гол хагарлаар шилжилт хөдөлгөөнд орсон мөн дээд хэсгээрээ орчин үеийн делювийн хурдасаар сэвсгэр дайрга, сайрга, элсэнцэр чулуулгаар хучигдсан байна. Олон үетийн болон ажлын бус хажуу нь дунд юрагийн Оргилох булаг формацийн барьцалдсан (Цементлэгдсэн) жижиг, дунд, том ширхэгтэй хөрзөн, элсжин, алевролит тархаж хучигдсан байна.

2021 онд уурхайн тэсэлгээний өрмийн өрөмдсөн цооногт чулуулгийн судалгааг хийх зорилгоор цооногийн геофизикийн каротажийн судалгааг 12 метрийн дундаж гүнтэй цооногт чулуулгийг ялгах зорилгоор судалгааг хийсэн. Судалгаагаар уурхайн сектор 4-р хэсэгт чулуулгийн модель үүсгэсэн.

Нарийн сухайтын уурхай 2019 онд нийт 541704 тууш.м өрөмдлөг хийж, 20.5сая.м³ хөрс тэсэлсэн байна. Чулуулгийн бутлагдлын хэмжээ нь 0-400мм 62%, 401-800мм 27-29%, 801-1200мм 8%, 1200мм дээш 1-2%-ийг тус тус эзэлж ба 800мм дээш бутлагдалтай чулуулаг 2019 онд 1855.1мян.м³ байна.

ОНОЛЫН ХЭСЭГ

IV.1. Тэсэлгээний бутлагдлын шинжилгээнд КУЗ-РАМ моделийг ашиглах онол

КУЗ-РАМ модель нь хамгийн өргөн хэрэглэгддэг тэсэлгээний чулуулгийн бутлагдал тодорхойлдог арга зүй юм. Энэ нь ил уурхайн мөргөцгийн тэсэлгээний ердийн эмпирик (туршлага дээр үндэслэсэн) загвар юм. К.Канигэм (AEL LLC) нь 1983, 1987, 2005 онуудад Куз-Рам моделийн тус тус хөгжүүлж, шинэчлэн гаргаж байсан. КУЗ-РАМ моделийн үндсэн суурь нь Зөвлөлтийн эрдэмтэн Кузнецовийн 1973 онд өдөр бүр хийгддэг

тэсэлгээний ажилд тулгуурлан зохиосон дундаж бутлагдал олох эмпирик томьёолол юм.

Дундаж ширхэг олох томьёо:

$$X_m = A \cdot K^{-0.8} \cdot Q^{1/6} \cdot \left(\frac{115}{RWS} \right)^{19/20} \quad (5)$$

Үүнд: А - чулуулгийн коэффициент

К –ТБ зарцуулалт

Q –Нэг цооногт орох ТБ хэмжээ

RWS –Харьцангуй жингийн хүч

Тэсэрсэн чулуулгуудыг хувиар илэрхийлэх томьёолол:

$$R_m = \exp \left[-0.63 \left(\frac{X}{X_m} \right)^n \right] \quad (6)$$

X -Чулуулгийн бодит хэмжээ

X_m- Чулуулгийн дундаж ширхэг

2005 онд Кузнецовийн томьёолол нь удаашралын хугацааны хүчин зүйлс гэх мэт олон өгөгдлүүд нэмэгдсэн байна. Мөн бас нэг хуваарилалтын параметр нь жигд байдлын индекс n болон Харрис-ийн математикийн загварыг ашиглан жижиг болон том хэмжээний туршилтын судалгаанууд болон хагарлын шинжилгээний хослолын аргаар боловсруулсан.

Жигд байдлын томьёолол:

$$n = \left(2.2 - \frac{14 \cdot B}{d} \right) \cdot \left(\sqrt{\frac{1+S/B}{2}} \right) \left(1 - \frac{W}{B} \right) \cdot \left(\frac{BCL-CCL}{L} + 0.1 \right)^{0.1} \cdot \frac{L}{H} \quad (7)$$

Үүнд: В – Эгнээ хоорондын зай

d – Цооногийн диаметр

S –Зай

W – Улны эсэргүүцэл

BCL –дээд цэнэгийн урт

CCL- доод цэнэгийн урт

L – Нийт цэнэгийн урт

H –доголын өндөр

Чулуулгийн коэффициент:

$$A = 0.06 (RWD + RDI + HF) C(a) \quad (8)$$

Үүнд: RMD –Чулуулгийн массын тодорхойлт

RDI –Нягтын нөлөө

HF –Хатуулгийн хүчин зүйл

C (a) –Залруулгын хүчин зүйл

IV.2. Нарийн сухайтын уурхайд КУЗ-РАМ моделийг тэсэлгээний ажилд ашигласан үр дүн

Нарийн сухайтын нүүрсний уурхайд КУЗ-РАМ моделийн уурхайн өрөмдлөг тэсэлгээний параметрт оруулж тэсэлгээний дундаж бутлагдлыг оновчлох тооцоонд ашигласан үзүүлэлтүүдийг доорх хүснэгтээр үзүүлэв.

Хүснэгт 2. Чулуулгийн шинж чанарын үзүүлэлтүүд

Үзүүлэлт	Чулуулгийн хатуулгийн үзүүлэлт
----------	--------------------------------

	f=8.8	f=6.5	f=4.9
Шахалтын хязгаар, МПа	120	110	105
Чулуулгийн хүндийн хүч, т/м3	2.62	2.42	2.31
Нүх сүвшил, (%)	0.6	0.6	0.5
Шахалтын бат бөх, %	169	162	144
Шахалтын хүч, МПа	31	28	22
Р долгионы хурд, МПа	4658	4512	4425
Пауссоны харьцаа	0.27	0.25	0.19
Уян харимхайн үзүүлэлт	50	42	31
Чулуулгийн бат бөх (Прод)	8.8	6.5	4.9

Хүснэгт 3. Дундаж бутлагдлын харьцуулсан үзүүлэлтүүд (f=4.9)

Тэсэлгээний үзүүлэлтүүд	Одоо мөрдөж байгаа	Хувилбар		
		1	2	3
Цооног хоорондын зай,м	6,8	6,8	6,3	6,8
Эгнээ хоорондын зай,м	7,8	7,8	7,3	7,8
ТБ-ын детонацийн хурд, м/с	4600	5600	5600	5600
Цэнэгийн урт,м	7,8	7,8	7,8	8,4
Дундаж бутлагдал	310	282	251	263
ТБ-ын хувийн зарцуулалт, кг/м	0,61	0,61	0,7	0,65

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 4,9 байх үед байгуулсан КУЗ-РАМ муруйг доорх графикт харуулав.

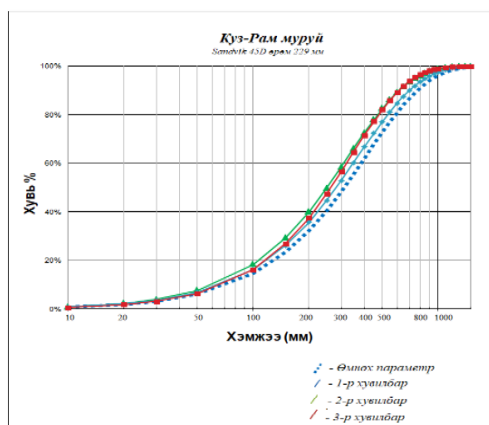


График 3. КУЗ-РАМ муруй ($f=4.9$)

Хүснэгт 4. Дундаж бутлагдлын харьцуулсан үзүүлэлтүүд ($f=6.5$)

Тэсэлгээний үзүүлэлтүүд	Одоо мөрдөж байгаа	Хувилбар		
		1	2	3
Цооног хоорондын зай,м	6,5	6,5	6,2	6,5
Эгнээ хоорондын зай,м	7,5	7,5	7,2	7,5
ТБ-ын детонацийн хурд, м/с	4600	5600	5600	5600
Цэнэгийн урт,м	7,5	7,5	7,5	8,3
Дундаж бутлагдал	310	281	262	262
ТБ-ын хувийн зарцуулалт, кг/м	0,63	0,63	0,7	0,7

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 6,5 байх үед байгуулсан КУЗ-РАМ муруйг доорх графикт харуулав.

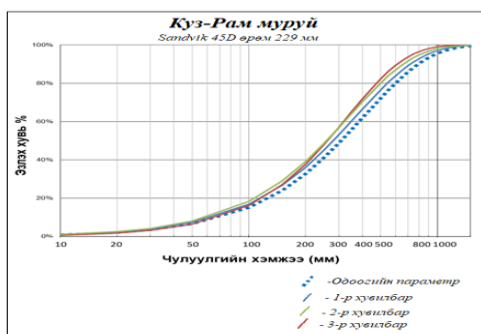


График 4. КУЗ-РАМ муруй ($f=6.5$)

Хүснэгт 5. Дундаж бутлагдлын харьцуулсан үзүүлэлтүүд ($f=8.8$)

Тэсэлгээний үзүүлэлтүүд	Одоо мөрдөж байгаа	Хувилбар		
		1	2	3
Цооног хоорондын зай,м	6,0	6,0	5,9	6,0
Эгнээ хоорондын зай,м	7,0	7,0	6,9	7,0
ТБ-ын детонацийн хурд, м/с	4600	5600	5600	5600
Цэнэгийн урт,м	7,1	7,1	7,1	7,4
Дундаж бутлагдал	308	280	273	273
ТБ-ын хувийн зарцуулалт, кг/м	0,7	0,7	0,72	0,73

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 8,8 байх үед байгуулсан КУЗ-РАМ муруйг доорх графикт харуулав.

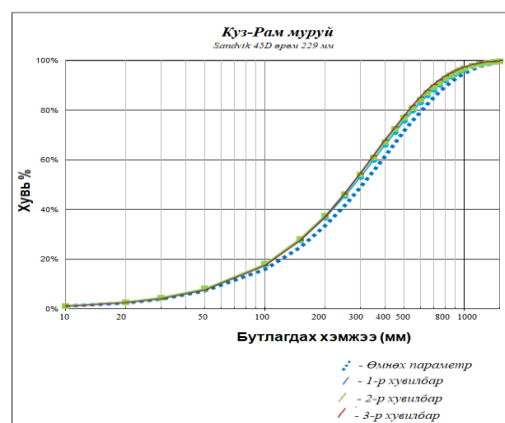


График 5. КУЗ-РАМ муруй ($f=8.8$)

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент $f=8.8$ хэсэгт 6 метрийн доголоор тэслэх үеийн чулуулгийн дундаж бутлагдлын үзүүлэлтийг хүснэгт 6-д харуулав.

Хүснэгт 6. Дундаж бутлагдлын үзүүлэлт

Тэсэлгээний үзүүлэлтүүд	Доголын өндөр 6 м
Цооног хоорондын зай,м	5,5
Эгнээ хоорондын зай,м	6,5
ТБ-ын детонацийн хурд, м/с	3500
Цэнэгийн урт,м	3,2
Дундаж бутлагдал	230
ТБ-ын хувийн зарцуулалт, кг/м	0,54

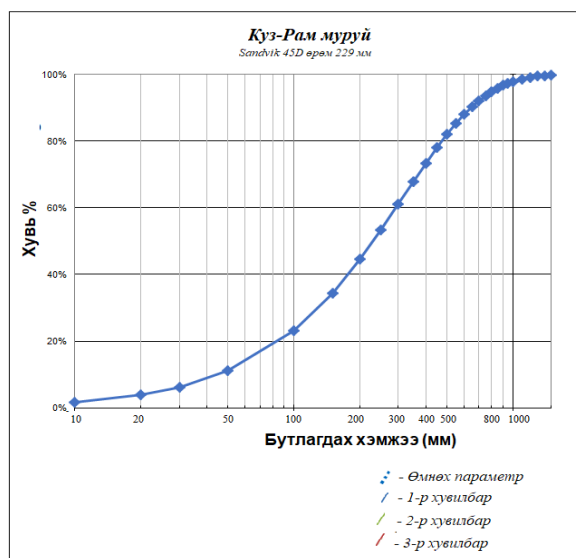


График 6. 6 м доголоор тэслэсэн КУЗ-РАМ муруй

6 метрийн доголоор өрөмдөж тэслэхэд чулуулгийн дундаж бутлагдлын хэмжээ 230 мм буюу 23 см гарахаар байна. Намхан доголоор тэслэхэд: Мөргөцгөөс чулуу нурж унаж техник эвдэх нь багасна, ажлын бус хажууг 12 метрээр тэсэлгээ хийх үед улны эсэргүүцэл зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс их буюу 8.3м тул улны эсэргүүцэл холдож овор гарах магадлал ихэссэн. Харин 6 метрээр тэслэх үед зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс багассан тул тухайн нөхцөлд овор гарах магадлал буурсан. Чулуулгийн бутлагдах чадвар нь их байх гэх мэт сайн талуудтай байна.

Чулуулгийн бат бөхийн коэффициент $f=8.8$ үед 6 болон 12 метрээр өрөмдөж тэслэх үеийн харьцуулсан хувилбарыг хүснэгт 7-д харуулав.

Хүснэгт 7. Дундаж бутлагдлын үзүүлэлт

Тэсэлгээний үзүүлэлтүүд	Доголын өндөр 12 м
Цооног хоорондын зай,м	6
Эгнээ хоорондын зай,м	7
ТБ-ын детонацийн хурд, м/с	4600
Цэнэгийн урт,м	7,1
Дундаж бутлагдал	308
ТБ-ын хувийн зарцуулалт, кг/м	0,7

6м болон 12м доголоор тэсэлсэн үед байгуулсан КУЗ-РАМ муруйг доорх графикт харуулав.

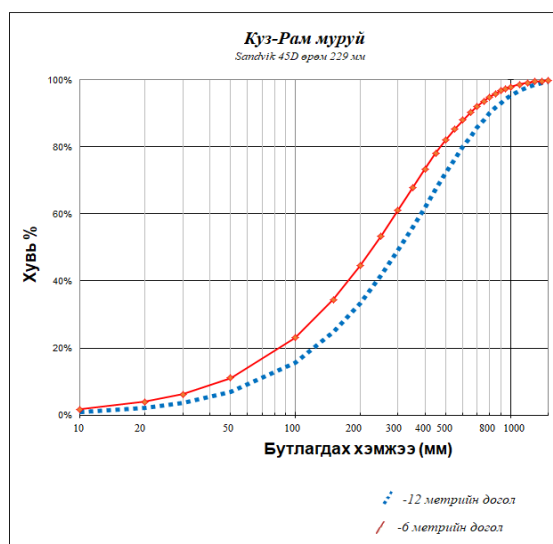


График 7. 6м болон 12м доголоор тэслэсэн КУЗ-РАМ муруй

Ажлын бус хажуугийн чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 8.8 үед 12 метрээр өрөмдөж тэслэхэд дундаж бутлагдлын хэмжээ 31 см ба 80 см дээш хэмжээтэй гарах чулуулаг 11% байна. Харин 6 метрээр өрөмдөж тэслэхэд дундаж бутлагдлын хэмжээ 23 см ба 80 см дээш хэмжээтэй гарах чулуулаг 5% болж багассан.

Ажлын бус хажуу нь чулуулгийн бат бөх $f=8.8$ учир доголын өндрийг 6 метр болон 12 метрээр өрөмдлөг тэсэлгээний ажлыг хийсэн туршилтын үзүүлэлтийг доорх хүснэгтээр харьцуулан үзүүлэв.

Хүснэгт 8. 6 м болон 12 метрээр өрөмдөж тэслэх үеийн эдийн засгийн тооцоо

Үзүүлэлт	12 м өрөмдөж тэслэх	6 м өрөмдөж тэслэх
Цооногийн диаметр,мм	229	229
Цооног хоорондын зай,м	6	5.5
Эгнээ хоорондын зай,м	7	6.5
Доголын өндөр,м	12	6
Илүү өрөмдлөг,м	1.5	1
ТБ төрөл	Эмульс	Анфо
ТБ нягт	1.2	0.9
ТБ детонацийн хурд,м/с	4600	3500
ТБ цэнэгийн урт, м	7.1	3.3
ТБ хувийн зарцуулалт, кг/м3	0.7	0.54
Тэсэлгээ хийх давтамж	1	2
ТБ үнэ, төг	2363	1657

1м3 чулуулаг тэслэх ТБ-ын үнэ, төг/м3	1657	1794
1м3 чулуулгийг тэслэх зардал, төг/м3	1757	2053

Уг харьцуулсан тооцооноос харахад цооногийн нөхцөл устай чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 8.8, 12 м өрөмдөж тэслэхэд ТБ хувийн зарцуулалт 0.7 кг/м3 байна. Харин 6 м өрөмдөж тэслэхэд цооногийн нөхцөл хуурай тул ТБ хувийн зарцуулалт 0.54 кг/м3 болж буурсан байна. 1 м3 чулуулаг тэслэх тэсэлгээний ажлын зардлын зөрүү нь 8.5% байна. 6м-р өрөмдөж тэслэхэд чулуулгийн дундаж бутлагдал илүү сайн байсан.

ДҮГНЭЛТ

1. Ажлын бус хажуугийн чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 8.8 үед 12 метрээр өрөмдөж тэслэхэд дундаж бутлагдлын хэмжээ 31 см ба 80 см дээш хэмжээтэй гарах чулуулгийн 11% байна. Харин 6 метрээр өрөмдөж тэслэхэд дундаж бутлагдлын хэмжээ 23 см ба 80 см дээш хэмжээтэй гарах чулуулаг 5% болж багассан байна.
2. 6м болон 12 метрийн өрөмдөж тэслэх харьцуулсан эдийн засгийн тооцоогоор 1 м3 уулын цул тэслэх зардал 8.5% ихэссэн.
3. Ажлын бус хажууд чулуулгийн бат бөх $f=8.8$ учир 6 метрээр өрөмдөж анфо тэсрэх бодисоор тэслэх нь оновчтой байна.
4. Шинэ хэсгийн чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 8-аас бага тул 4.9 болон 6.5 чулуулгийн ангиллаар өрөмдөж тэслэж болохоор харагдаж байна. Харин блокийн урд хэсгийн чулуулгийн бат бөхийн коэффициент 8.8 үед болон уурхайн тэлэлтийн хэсэгт 6 метрээр өрөмдөж тэслэх нь зүйтэй.

АШИГЛАСАН НОМ ЗҮЙ

1. Мөнхдорж.М. Тэсэлгээний ажлын технологи аюулгүй ажиллагаа онол пратикийн бага хурлын эмхэтгэл. 2020он. 62-68х
2. Лайхансүрэн.Б. Бутлалтын физик процесс. 2016 он. 149х
3. Лайхансүрэн.Б. Чулуулгийн физик бутлалтын товчоон. 2011 он.
4. Лайхансүрэн.Б. Чулуулгийн физик бутлалт. 2012 он. 17х
5. Лайхансүрэн.Б. Тэсэлгээний онол практик. 2012 он.
6. Лайхансүрэн.Б. Төрийн шагналт доктор (Sc.D) профессор Б.Лайхансүрэн – Уул уурхайн салбарын тэргүүлэх эрдэмтэн. 2012 он. 98х

7. Лайхансүрэн.Б. Уул уурхайн судлал II . 2015 он. 312-321х
8. Доржготов.Д. Монгол орны хөрс. Улаанбаатар хот. 2003он.
9. Одонтуяа.Д. Монгол орны томоохон нүүрсний уурхайнуудын усжилтын судалгаа. 2008он. 24-25х
10. Авдай.Ч, Энхтуяа.Д. Судалгаа шинжилгээний ажил гүйцэтгэх арга зүй. 2010он.
11. Очирбат.П. Монгол улсын эрдэс баялгийн цогцолборын хөгжлийн стратеги ба экологи. 1998он. 258х
12. Цэдэндорж.С, Пүрэв.Л, Лайхансүрэн.Б. Инженерийн лавлах 5. 2011он. 24х
13. Уул уурхайн асуудлууд. Ил уурхайн инженерүүдийн холбооны чуулганд зориулсан бүтээлүүдийг эмхэтгэл. 24-37х
14. Цэдэндорж.С, Пүрэвсүрэн.Д. Ил уурхайн процесс. 2012он. 15х

1:1000-ны масштабтай байр зүйн зураг дээр масштабын илтгэлцүүр, торлолын хавтгайд буулгах үеийн зайн гажилтыг тооцоолох

П.Эрдэнэчимэг¹, Б.Сарандамба², Г.Ёндогбар³, Г.Цэрэнтогтох⁴

ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Улаанбаатар хот, Монгол улс¹,
Хану вижн ХХК, Улаанбаатар хот, Монгол улс²,
Геомастер ХХК, Улаанбаатар хот, Монгол улс³,
Улаанбаатар хот, Монгол улс⁴,

[*erdenechimeg.geo@must.edu.mn](mailto:erdenechimeg.geo@must.edu.mn),

[*bsarandamba@gmail.com](mailto:bsarandamba@gmail.com)

Хураангуй

Дэлхийн бодит гадаргууг хэмжсэн геодезийн хэмжилтийн үр дүнг математик гадаргуу болох эргэлтийн эллипсоид гадарга дээр болон хавтгай дээр гажилт багатай буулгаснаар хэмжилт, зураглалын ажилд ашигладаг.

Манай улс үндэсний референц эллипсоидоор 1940 оноос 2009 он хүртэл Красовскийн эргэлтийн эллипсоидыг сонгон ашиглаж байсан. Харин 2009 оноос эхлэн дэлхий нийтээр хэрэглэж байгаа “WGS-84” дэлхийн ерөнхий эллипсоидыг үндэсний референц болгон хэрэглэж байна.

“Засгийн газрын агентлагийн эрх зүйн байдлын тухай хууль”-ийн 8 дугаар зүйлийн 8.4 дэх хэсэг, “Геодези, зураг зүйн тухай хууль”-ийн 5 дугаар зүйлийн 5.5.1 дэх хэсэг, Газрын даргын дэргэдэх зөвлөлийн 2010 оны 12 дугаар сарын 08-ны өдрийн хурлын тэмдэглэлийн тушаалаар “Масштабын итгэлцүүр”, “Геондын өндрийн загвар”-ыг геодезийн хэмжилт, зураглалын ажилд мөрдүүлэх, цаашид улам боловсронгуй болгох шаардлагатай байгаа нь сэдвийн үндэслэл болно.

Түлхүүр үг: солбицлын тогтолцоо, тусгаг, зөрүү, нарийвчлал, хөрвүүлэлт

I. УДИРТГАЛ

Монгол улсын бүх хот, аймаг, сум, суурин газрын төвүүдэд 2000-2009 оны хооронд зураглал хийж байр зүйн зурагтай болсон.

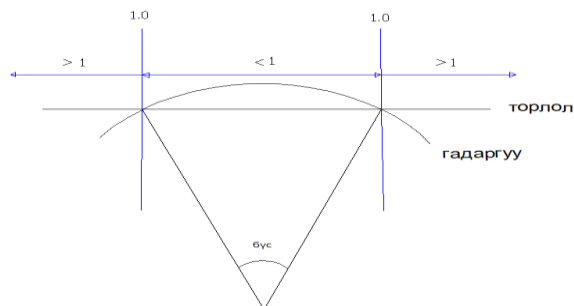
Байр зүйн зургийн тусгал, агуулга, хуваалга, геодезийн солбицол ба өндрийн систем, нарийвчлалын дагуу бүтээж, кодолж компьютерт суурилсан газрын гадаргын тоон загварыг байр зүйн тоон зураг гэнэ.

Зураглалын ажлын үр дүнд физик гадаргуугийн өгөгдлөөс геометрийн биетэд шилжих геодезийн математик боловсруулалтаар геодезийн тусгалд буюу геометрийн биетэд шилжих ажил хийгддэг. Харин эцсийн үе шат болох зураг зохиолтын үед аливаа цэгийн орон зайн гурван хэмжээст геодезийн тусгалд буюу геометрийн биетэд шилжих ажил хийгддэг. Харин эцсийн үе шат болох зураг зохиолтын үед аливаа цэгийн орон зайн гурван хэмжээст геодезийн солбицол байрлалыг хавтгай дээр хоёр хэмжээст байрлалаар дүрсэлдэг. Өөрөөр хэлбэл геодезийн математик боловсруулалт хийгдсэн проекц болон эллипсоид нь тухайн масштабын зэрэглэлт байр зүйн зургийн математик функц болж өгдөг байна.

II. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Масштабын итгэлцүүр нь дэлхийн нуман гадаргуу дээрх хоёр цэгийн хоорондох зайг хавтгайд шилжүүлэхэд хэрэглэдэг. Цэг дээрх масштабын итгэлцүүр нь газрын зургийн тусгаг буюу хавтгайд

буулгахад гажилтыг нь тооцож өгдөг. Доорх жишээн дээр хавтгай болон гадаргуу хоёрын огтлолцол нь 1 гэсэн итгэлцүүртэй байна. Энэ нь хавтгайн болон гадаргуу дээрх хэмжилт цэгийн хувьд тэнцүү байна. Хоёр цэгийн огтлолцолуудын хооронд, газрын гадаргын зай нь хавтгайн зайнаас илүү их байдаг учир масштабын итгэлцүүр нь нэгээс бага байдаг. Огтлолцолын цэгээс гаднах хэсэгт хавтгайн гадаргуугаас урт байгаа учир масштабын итгэлцүүр нь нэгээс их байна. Бүс дотор талбайн хэмжээ бага байвал масштабын итгэлцүүр бага байна.



1-р зураг. Масштабын итгэлцүүрийн хэмжээ

Хэвтээ зайг хавтгайн зай хүртэл багасгах үе шатууд.

1. Эллипсоид зайд хэвтэй зайг багасгахдаа өндрийн масштабын итгэлцүүр ашиглана.

$$\text{Эллипсоид зай} = \text{хэвтээ зай} * \left(\frac{R}{R+h} \right) \quad (1)$$

Үүнд :

R = дэлхийн радиус

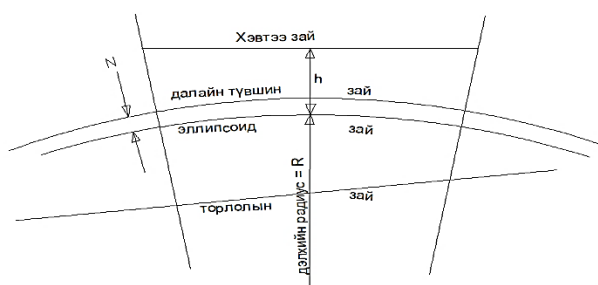
H = эллипсоид өндөр

- Хавтгайн масштабын итгэлцүүрийг ашиглан эллипсоидийн зайгаа хавтгайн зайруу шилжүүлэх.

Торлолын зай = эллипсоид зай * хавтгайн масштабын итгэлцүүр

Эдгээр масштабын итгэлцүүрийн нэгдлээр нэгдсэн масштабын итгэлцүүр үүснэ. Үүгээр торлолын зай болон гадаргуун зайг ашиглан тооцож болно.

Торлолын зай = гадаргуун зай * нэгдсэн масштабын итгэлцүүр



2-р зураг. Хэвтээ зай болон хавтгай зайн харьцуулалт

Цэгэн масштабын итгэлцүүр гэсэн нэр томъёо нь заагдсан байршилд цэгийн сүлжээн дэх масштабын итгэлцүүрийг тодорхойлж өгдөг. Шугаман масштабын итгэлцүүр нь хоёр цэгийн хоорондох тодорхой зайн торлолын масштабын итгэлцүүрийг тооцоолж өгдөг. Уг хоёр өөр аргуудаар торлолын масштабын итгэлцүүрийг тооцоолоход шугаман уртаас хамаардаг.

1-р хүснэгт. Шугаман уртын хамаарал

Зай	Арга
< 1 км	Хэмжсэн шугамын дагуу ямар ч цэг дээрх цэгэн масштабын итгэлцүүрийг хэрэглэнэ.
< 4 км	Дундаж цэгийн масштабын итгэлцүүрийг ашиглана.
>= 4 км	Симпсоны 1/6 дүрмийг ашиглана.

Масштабын итгэлцүүрийг тухайн цэгийн хувьд тооцоолон бодох боломжтой бөгөөд дараах томъёогоор бодно.

$$MI_{\text{цэг}} = \frac{MI_0}{\cos \frac{x}{DR}} = \frac{0.9996}{\cos \frac{x}{6378137}} \quad (2)$$

Үүнд:

DR – Дэлхийн радиус/ WGS84 эллипсоидын хувьд DR=6378137/

МИ – Масштабын итгэлцүүр

МИ₀ – Тэнхлэгийн голдоч дээрх масштабын итгэлцүүрийн утга /Дэлхийн хөндлөн меркатор – UTM тусгагийн хувьд МИ₀=0.9996/

Харин хэмжсэн зайг хавтгай дээр үнэн зөв буулгахдаа дараах томъёог ашиглана.

$$BZ = \int_{e0}^{e1} \left(\frac{MI_0}{\cos \left(\frac{x}{DR} \right)} \right) dx = \int_{e0}^{e1} \left(\frac{0.9996}{\cos \left(\frac{x-500000}{6378137} \right)} \right) dx \quad (3)$$

Үүнд:

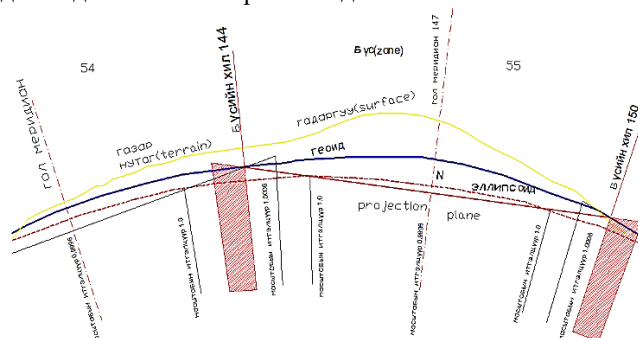
DR – Дэлхийн радиус /WGS84 эллипсоидын хувьд DR=6378137/,

BZ – Масштабын итгэлцүүрээр хавтгайд буулгасан зай,

e₁, e₀ – Голдочоос зайгаар илэрхийлэгдэх хэмжээс

МИ₀ – Тэнхлэгийн голдоч дээрх масштабын итгэлцүүрийн утга /Дэлхийн хөндлөн меркатор – UTM тусгагийн хувьд МИ₀=0.9996/

Масштабын итгэлцүүр нь бүс дотор уртраг, өргөрөгөөс хамааран жигд өсөх байдалтай тогтмол бус утга агуулдагаас гадна бүс бүрийн хувьд давтагдах шинж чанартай байдаг.



3-р зураг. Масштабын итгэлцүүр

2-р хүснэгт ТМ тусгагийн параметрууд

Эхлэл уртраг	Бүсээс хамаарна /87,93,99,105,111,117/
Эхлэл өргөрөг	0
X / false easting /	500000
Y / false northing /	0
Масштаб	1.0

3-р хүснэгт UTM тусгагийн параметрууд

Эхлэл уртраг	Бүсээс хамаарна /87,93,99,105,111,117/
Эхлэл өргөрөг	0
X / false easting /	500000
Y / false northing /	0

Масштаб	0.9996
---------	--------

4-р хүснэгт UTM масштабын итгэлцүүр

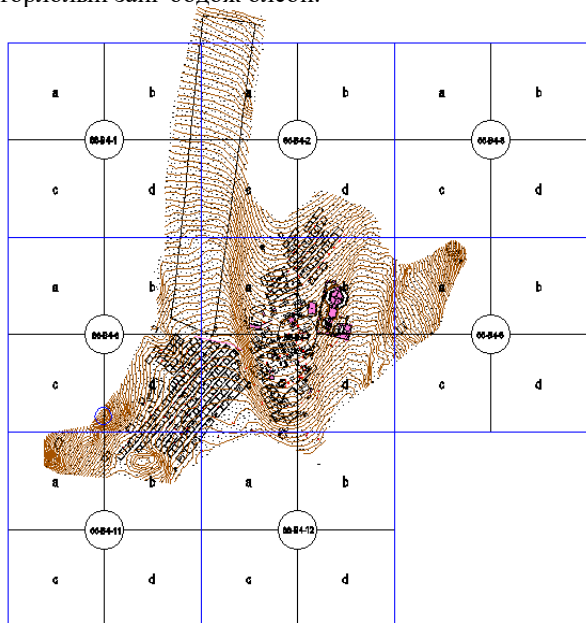
Голдоч дээрх	0.9996
Бүсийн зах дээрх	1.0004
Голдочоос 2/3 дээр	1.0

III. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

WGS-84 UTM тусгагаар хийгдсэн байр зүйн зурагт шулууны гажилт тооцох:

Баянхонгор аймгийн Бууцагаан суманд WGS-84 солбицлын тогтолцоо UTM тусгагт гүйцэтгэсэн байр зүйн зурган дээр шулууны масштабын итгэлцүүрийг тооцсон. Шулууны масштабын итгэлцүүр нь дэлхийн гадаргуу дээрх хоёр цэгийн хоорондох зайг торлолын хавтайд буулгахад тооцож олдог коэффициент юм.

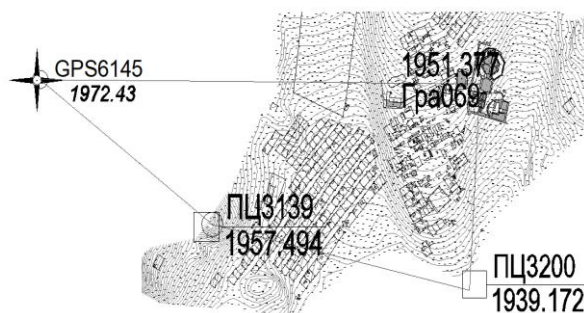
Баянхонгор аймгийн Бууцагаан сумын байр зүйн зураг дахь хэвтээ зай болон өндрийн масштабын итгэлцүүр ашиглан эллипсоид дээрх зай болон торлолын зайг бодож олсон.



4-р зураг. Баянхонгор аймгийн Бууцагаан сумын байр зүйн зураг.

(Масштабын итгэлцүүр 0.9996)

Зураглалын сүлжээний GPS-6145, Гра-069, ПЦ-3200, ПЦ-3139 тулгуур цэгүүдийг ашиглаж полигон үүсгэсэн.



5-р зураг. Зураглалын тулгуур цэгүүд дээр полигон үүсгэсэн байдал.

Дээрх 4 тулгуур цэг дээр survey packed tools програм ашиглан шулууны масштабын итгэлцүүр тооцсон.

GPS6145- Гра069-ын хоорондох шулууны масштабын итгэлцүүр тооцсон байдал

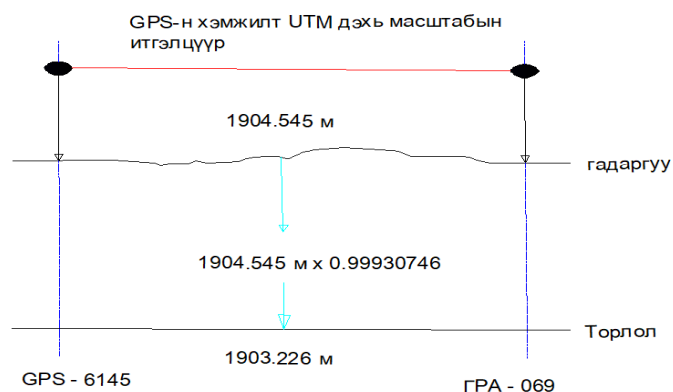
$$K_{mean} = \frac{(K_1 + K_2 + 4 \cdot K_{mid})}{6} \quad (4)$$

$K_1 = 0.99960748$,
 $K_2 = 0.99960670$,
 $K_{mid} = 0.99960726$

$$K_{mean} = \frac{(0.99960748 + 0.99960670 + 4 \times 0.99960726)}{6} = 0.99960726$$

Дундаж торлолын масштабын итгэлцүүр = 0.99960726 гарсан.

Дундаж өндрийн масштабын итгэлцүүр = 0.99970008
 Дундаж нэгдсэн масштабын итгэлцүүр = 0.99960726
 $\times 0.99970008 = 0.99930746$



6-р зураг. GPS-6145, Гра-069 хоёр цэгийн шулууны итгэлцүүр

ПЦ3200-Гра069-ын хоорондох шулууны масштабын итгэлцүүр тооцсон байдал

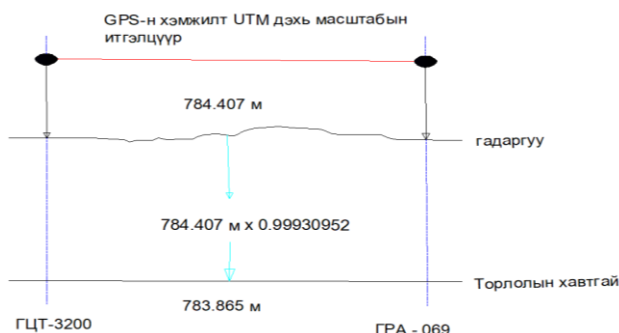
$K_1 = 0.99960673$, $K_2 = 0.99960670$, $K_{mid} = 0.99960671$

$$K_{mean} = (0.99960673 + 0.99960670 + 4 \times 0.99960671) / 6 = 0.99960671$$

Дундаж торлолын масштабын итгэлцүүр = 0.99960671

Дундаж өндрийн масштабын итгэлцүүр = 0.99970269

Дундаж нэгдсэн масштабын итгэлцүүр = 0.99960671
 $\times 0.99970269 = 0.99930952$



7-р зураг. ПЦ-3200, Гра-069 хоёр цэгийн шулууны итгэлцүүр

Ц3200-ПЦ3139-ын хоорондох шулууны масштабын итгэлцүүр тооцсон байдал

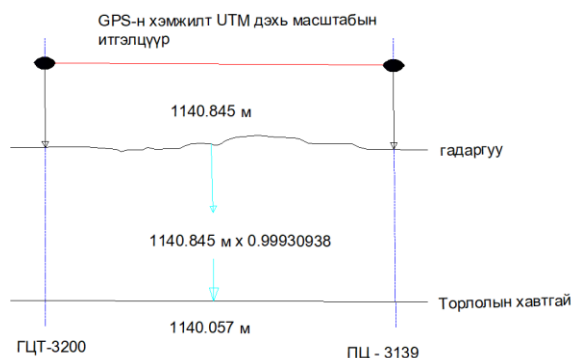
$$K_1 = 0.99960673, \\ K_2 = 0.99960738, \\ K_{mid} = 0.99960705$$

$$K_{mean} = (0.99960673 + 0.99960738 + 4 \times 0.99960705) / 6 = 0.99960705$$

Дундаж торлолын масштабын итгэлцүүр = 0.99960705

Дундаж өндрийн масштабын итгэлцүүр = 0.99970222

Дундаж нэгдсэн масштабын итгэлцүүр = 0.99960705
 $\times 0.99970222 = 0.99930938$



8-р зураг. ГЦТ-3200, ПЦ-3139 хоёр цэгийн шулууны итгэлцүүр

ПЦ 3139-GPS 6145-ын хоорондох шулууны масштабын итгэлцүүр тооцсон байдал

$$K_1 = 0.99960738, \\ K_2 = 0.99960784,$$

6-р хүснэгт. Эллипсоид зай болон масштабын итгэлцүүрийг ашиглан торлолын зай

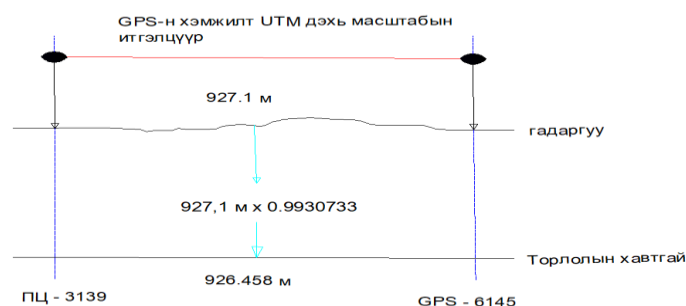
$$K_{mid} = 0.99960761$$

$$K_{mean} = (0.99960738 + 0.99960784 + 4 \times 0.99960761) / 6 = 0.99960761$$

Дундаж торлолын масштабын итгэлцүүр = 0.99960761

Дундаж өндрийн масштабын итгэлцүүр = 0.99969961

Дундаж нэгдсэн масштабын итгэлцүүр = 0.99960761
 $\times 0.99969961 = 0.99930733$



9-р зураг. GPS-6145, ПЦ-3139 хоёр цэгийн шулууны итгэлцүүр

Хэвтээ зайг торлолын зайруу шилжүүлэхэд эллипсоид зайг бодож олдог.

5-р хүснэгт. Өндрийн масштабын итгэлцүүрийг онолоор бодсон байдал

Дэлхийн радиус, R. 6378137							
№	PS6145 pa069	pa069 ЦТ3200	ЦТ3200 ЦТ3139	ЦТ3139 PS6145	Эллипсоидын өндөр, h (метр)		R+h
					1924.248	1951.37	
		1903.209	1890.96	6380040.21	6380027.96	6380061.24	
		1890.96	1909.28	6380046.28	6380027.96	6380088.37	
		0.9997016	0.9997036	0.9997007	0.9996983	0.9996941	Өндрийн масштабын итгэлцүүр, R/R+h
		0.9997036	0.9997007	0.9996983	0.99970265	0.99969627	Дундаж
		0.99970217	0.99970265	0.99969956			

№	Хэвтээ зай, м	ESF дундаж	Эллипсоид зай, м	Торлолын масштабын итгэлцүүр	Торлолын зай, м, ED+CSF
GPS6145 Гра069	1904.5518	0.999696271	1903.973333	0.99960726	1903.225566
Гра069 ГЦТ3200	784.4071	0.999702653	784.1738587	0.99960671	783.865451
ГЦТ3200 ГЦТ3139	1140.8446	0.999702176	1140.50483	0.99960705	1140.056668
ГЦТ3139 GPS6145	927.1004	0.999699569	926.8218699	0.99960761	926.4581943

7-р хүснэгт. Торлолын зайг олсон бодолт.
(Гадаргуун зай * нэгтгэсэн масштабын итгэлцүүр)

№	Нэгтгэсэн масштабын итгэлцүүр	Гадаргуун зай, м	Торлолын зай, м (НМИ хГЗ)
GPS6145-Гра069	0.99930746	1904.5452	1903.226
Гра069-ГЦТ3200	0.99930948	784.407	783.865351
ГЦТ3200-ГЦТ3139	0.999309343	1140.845	1140.057068
ГЦТ3139-GPS6145	0.999307296	927.1	926.4577945

8-р хүснэгт. Торлолын зайг шалгасан бодолт

№	Торлолын зай, ED*GSF	Торлолын зай, CSF	Зөрүү, м
GPS6145-Гра069	1903.225566	1903.218771	0.006795265
ГЦТ3139-GPS6145	783.865451	783.865351	0.000100
Гра069-ГЦТ3200	1140.056668	1140.057068	0.000399724
ГЦТ3200-ГЦТ3139	926.4581943	926.4577945	0.000399723

9-р хүснэгт. Гажилтыг тооцсон үр дүн

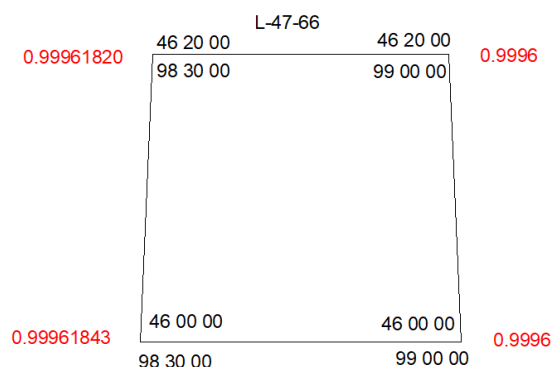
Тал	Масштабын итгэлцүүр	Нэгдсэн масштабын итгэлцүүр	Гадаргуу дээрх зай, м	Торлолын хавтгай дээрх зай, м	Гажилт, м
GP S 6145	Гра069 0.99960748 0.9996067	0.99930746	1904.545	1903.226	1.319
Гра069	ГЦТ3200 0.99960673 0.9996067	0.99930948	784.407	783.865	0.542
ГЦТ3200	ГЦТ3139 0.99960673 0.99960738	0.999309343	1140.845	1140.057	0.788
ГЦТ3139	GP S 38 0.99960738	0.999307296	927.1	926.458	0.642

3139	6145	0.99960784				
------	------	------------	--	--	--	--

Үр дүн:

Баянхонгор аймаг Бууцагаан сумын масштабын итгэлцүүр тооцох:

Баянхонгор аймгийн Бууцагаан сумын 1:1000-ны масштабын байр зүйн зургийн масштабын итгэлцүүрийг тооцоолохдоо том, дунд, жижиг масштабын хуваалга нэрлэвэрийг тогтоон доорх байдлаар тус тус итгэлцүүрийг тооцсон. Трапецийн дөрвөн буланд итгэлцүүрийг програмын тусламжтай тооцоолов.



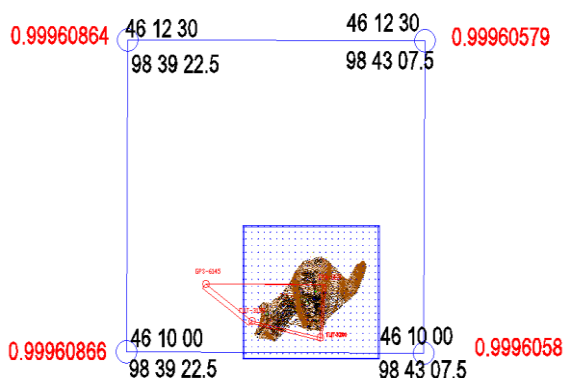
10-р зураг. 1:100 000-ны нэрлэвэр, масштабын итгэлцүүр

ГХБГЗГазрын даргын 2010 оны 591 дүгээр тушаалаар баталсан “Масштабын итгэлцүүрийн утга –тай тохирж байна.

47 40	0.99960000	0.99960433	0.99961731	0.99963896	0.99966926	0.99970822	0.99975583	0.99981211
47 20	0.99960000	0.99960438	0.99961754	0.99963946	0.99967015	0.99970961	0.99975783	0.99981483
47 00	0.99960000	0.99960444	0.99961776	0.99963996	0.99967104	0.99971099	0.99975983	0.99981755
46 40	0.99960000	0.99960450	0.99961798	0.99964046	0.99967193	0.99971238	0.99976183	0.99982027
46 20	0.99960000	0.99960455	0.99961820	0.99964096	0.99967282	0.99971378	0.99976384	0.99982300
46 00	0.99960000	0.99960461	0.99961843	0.99964146	0.99967371	0.99971517	0.99976584	0.99982573
45 40	0.99960000	0.99960466	0.99961865	0.99964196	0.99967460	0.99971656	0.99976785	0.99982846
45 20	0.99960000	0.99960472	0.99961887	0.99964246	0.99967549	0.99971795	0.99976985	0.99983119
45 00	0.99960000	0.99960477	0.99961910	0.99964296	0.99967638	0.99971935	0.99977186	0.99983392
44 40	0.99960000	0.99960483	0.99961932	0.99964347	0.99967727	0.99972074	0.99977387	0.99983666

11-р зураг. Монгол орны масштабын итгэлцүүрийн утга

Баянхонгор аймгийн Бууцагаан сум уртрагийн 98°41'15", өргөрөгийн 46°11'15"-д газар нутагт байрладаг. 1:10 000-ны масштабын зургийн нэрлэвэр дэх трапецийн дөрвөн буланд болон голд нь итгэлцүүрийг градус, минут, секундын нарийвчлалд нийцүүлэн бодож Бууцагаан сумын масштабын итгэлцүүрийг тооцож олсон



12-р зураг. Баянхонгор аймаг Бууцагаан сумын масштабын итгэлцүүр

10-р хүснэгт. Баянхонгор аймгийн Бууцагаан сумын дундаж масштабын итгэлцүүр

Цэгийн дугаар	Масштабын итгэлцүүр	Дундаж итгэлцүүр
1	0.99960864	0.999607222
2	0.99960579	
3	0.9996058	
4	0.99960866	

WGS-84 UTM тусгагт хийгдсэн байр зүйн зурагт GPS-н сүлжээний дөрвөн тулгуур цэг дээр масштабын итгэлцүүрийн коэффициент тооцож ТМ тусгаг дахь 1:1000-ны масштабын байр зүйн зурагт тооцсон итгэлцүүртэй харьцуулан дундаж итгэлцүүрийг гаргалаа.

11-р хүснэгт. Баянхонгор аймгийн Бууцагаан сумын масштабын итгэлцүүр

Цэгийн дугаар	Масштабын итгэлцүүр	Дундаж итгэлцүүр	ТМ тусгаг дээрх масштабын дундаж итгэлцүүр	Масштабын итгэлцүүр
GPS-6145	0.99960784	0.999607162	0.999607222	0.999607192
Гра-069	0.99960670			
ГЦТ-3200	0.99960673			
ГЦТ-3139	0.99960738			

12-р хүснэгт. UTM тусгагийн масштабын итгэлцүүрийн зөрүү

Цэгийн дугаар	Торлолын зай (Масштаб-0.9996)	Торлолын зай (Масштаб-0.999607192)	Зөрүү (см)
GPS-6145 – Гра-069	1903.2049 м	1903.226 м	-2.11

Гра-069 – ГЦТ-3200	783.860 м	783.865 м	-0.5
ГЦТ-3200 – ГЦТ-3139	1140.049 м	1140.057 м	-0.8
ГЦТ-3139- GPS-6145	926.451 м	926.458 м	-0.7

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Баянхонгор аймгийн Бууцагаан сумын 1:1000-ны масштабтай байр зүйн зураг дээр масштабын итгэлцүүр болон торлолын хавтгайд буулгах үеийн зайн гажилтыг тус тус тооцож дараах дүгнэлтийг гаргалаа.

Үүнд:

1. Монгол орны масштабын итгэлцүүрийг уртрагийн 87°-120°, өргөрөгийн 42°-52° хооронд итгэлцүүрийг тооцоолсон байна. Миний судалгааны ажлаар сонгож авсан объект дахь өргөрөгийн 46° - 46°20', уртрагийн 98°30' - 99° газар нутагт багтаж ба объект дээрх итгэлцүүрийг тооцоход 0.99961820, 0.99961843, 0.9996, 0.9996 байна. Энэ нь ГХБГЗЗГазрын даргын 2010 оны 591 дүгээр тушаалаар баталсан “Масштабын итгэлцүүрийн утга “ –тай тохирч байна.
2. UTM тусгагт зурагласан байр зүйн зурагт шулууны масштабын итгэлцүүрийг тооцохдоо зураглалын сүлжээний GPS-6145, Гра-069, ПЦ-3200, ПЦ-3139 тулгуур цэгүүдийг ашиглаж полигон үүсгэн торлолын зайг ± 2 мм нарийвчлалтайгаар тодорхойлсон.
3. Баянхонгор аймгийн Бууцагаан сумын байр зүйн зургийн масштабын итгэлцүүрийн хувьд 0.999607192 утгыг электрон зай хэмжүүрийн багаж болон суурин боловсруулалтын үед ашиглах нь тохиромжтой байна.

НОМ ЗҮЙ

1. “Инженерийн лавлах геодези, зураг зүй” Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан, Технологийн их сургууль, Улаанбаатар хот, 2016 он,
2. “Геодези тэргүүн дэвтэр” А. Дамдинсүрэн, Ж. Алтанцэцэг, Б. Рагчаа, Улаанбаатар хот, 2007 он
3. “Тогтолцоо хооронд хийгдэх хөрвүүлэлтийн параметруудийн судалгаа” Тайванбаатар.Ш. магистрын төгсөлтийн ажил, 2018 он
4. ГХБГЗЗГ-ын судалгааны ажил. 2009 он
5. www.surveyorpockettools.com
6. www.novascotia.com

УУРХАЙН ЦАХИЛГААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМД ХҮЧДЭЛИЙН ХЭЛБЭЛЗЛИЙН НӨЛӨӨЛӨЛ

Тайвангийн БИНДЭРЬЯА

Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурхайн сургууль,

Эрдэс боловсруулалт инженерчлэлийн салбар

binderya@must.edu.mn

Хураангуй: Уул уурхайн үйлдвэрийн нэгж бүтээгдэхүүний цахилгаан эрчим хүчний зарцуулалт, цахилгаан хангамжийн найдвартай ажиллагаа, үйлдвэрлэлийн технологийн процессын тасралтгүй ажиллагаа, цахилгаан хангамжийн системийн хэвийн ажиллагаа зэрэг нь цахилгаан эрчим хүчний чанараас ихээхэн хамааралтай байдаг. Орчин үеийн үйлдвэрийн технологийн процесс улам боловсронгуй нийлмэл шинжтэй болж, тохируулагдах вентилийн төхөөрөмжүүд, их чадлын нуман ба индукцийн зуух, лазерийн төхөөрөмж, гагнуурын төхөөрөмж, их чадлын хөдөлгүүр өргөнөөр нэвтэрч эдгээр нь ЦЭХ-ний чанарт нөлөөлж (бууруулж) дээд гармоникийг нэмэгдүүлж байна. Цахилгаан тоног төхөөрөмжүүдийн хэвийн найдвартай ажиллагаа болон цахилгаан хангамжийн системийн үзүүлэлтүүдийн хоорондын уялдаа холбоо, харилцан нөлөөллийг цахилгаан соронзон нийцэл гэж нэрлэх эрчим хүчний чанарын үзүүлэлтүүдээр дүгнэдэг. Цахилгаан эрчим хүчний чанарын үзүүлэлтүүдийг хэмжин илрүүлж, тэднийг стандартын түвшинд тогтвортой барьж чадсанаар цахилгаан соронзон нийцлийн асуудлыг шийдвэрлэж чадах юм. Цахилгаан хэлхээний үндсэн параметрууд болох гүйдэл, хүчдэл, чадал, давтамжийн өөрчлөлтүүд нь тухайн цахилгаан хангамжийн системд ажиллаж байгаа хэрэглэгчдийн ажиллагаанд хэрхэн нөлөөлж гажуудал үүсгэх, үүссэн гажуудлыг засах боломжийн талаар энэ өгүүлэлд тусгасан.

Түлхүүр үг: цахилгаан эрчим хүчний чанар, хүчдэлийн өөрчлөлт, чанарын үзүүлэлт, хэлбэлзлийн гистограмм

УДИРТГАЛ

Цахилгаан хангамжийн системд цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ нь цаг, минут, хоног, улирлаар тасралтгүй өөрчлөгдөж байдаг ба тухайн агшинд ачааллын ямар шинж давамгайлсан, хэр хэмжээний гүйдэлтэй байх нь санамсаргүй процесс байдаг. Ачааллын энэ байдлыг дагаж цахилгаан хангамжийн тухайн зангилгаа дээрх хүчдэл нь тодорхой байдлаар өөрчлөгдөж, хэлбэлзэх ба хүчдэлийн энэхүү өөрчлөлтийг хугацаанаас хамаарсан хамаарлыг судлав. Хүчдэлийн хэлбэлзэл үүсэхэд дотоод ба гадаад хүчин зүйлүүд нөлөөлөх ба тухайн ачааллын актив болон реактив чадлын өөрчлөлтөөс үүдэлтэй санамсаргүй өөрчлөгдөх үзүүлэлт болдог.

Үйлдвэрийн цахилгаан эрчим хүчний чанарын асуудал нь цахилгаан хангамжийн системийн дэд бүтцийн нэг хэсэг нь байдаг. ЦЭХ-ний чанарыг хянадаг төхөөрөмжтэй байх нь ажлын гүйцэтгэл, засвар үйлчилгээний чанар, тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын хугацааг нэмэгдүүлэхийн зэрэгцээ эдийн засгийн алдагдлыг бууруулахад тусалдаг.

ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЧАНАРЫН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

Цахилгаан эрчим хүчний чанарын үзүүлэлтүүдийг стандартын түвшинд тогтвортой барьж чадсанаар цахилгаан соронзон нийцлийн асуудлыг шийдвэрлэж чадах юм. Цахилгаан эрчим хүчний чанар нь техник технологи, математик,

эдийн засгийн салбаруудыг хамарсан нарийн, нийлмэл асуудал юм.

Гадаад дотоодын стандартуудад заасан ёсоор цахилгаан эрчим хүчний чанарт дараах үзүүлэлтүүдийг хамруулан үзнэ. Цахилгаан хэлхээний үндсэн параметрууд болох гүйдэл, хүчдэл, давтамжийн өөрчлөлт бүхий $12 \div 15$ үзүүлэлт байдаг.

Нэг фазын болон 3 фазын хувьсах гүйдлийн сүлжээнд мөн тогтмол гүйдлийн сүлжээнд хянах ЦЭХ-ний чанарын үзүүлэлтүүд өөр өөр байдаг. Үүнд:

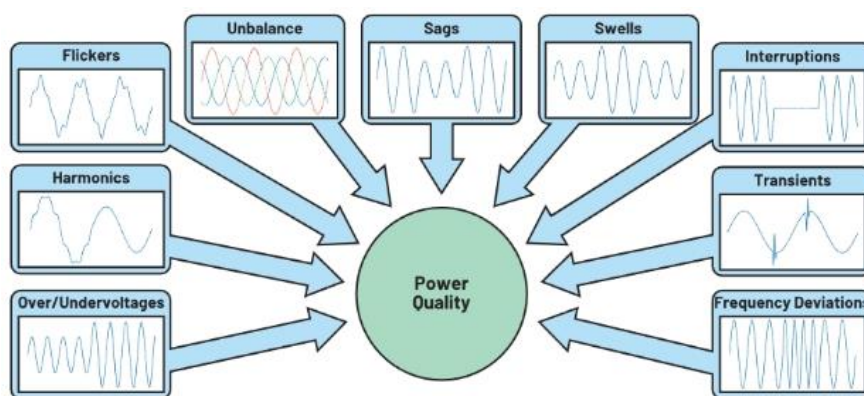
Нэг фазын хувьсах гүйдлийн сүлжээнд:

- Давтамжийн хазайлт;
- Хүчдэлийн хэлбийлт;
- Давтамжийн хэлбэлзлийн далайц;
- Хүчдэлийн синуслэг бусийн коэффициент.

Гурван фазын хувьсах гүйдлийн сүлжээнээс тэжээхэд:

- Давтамжийн хэлбэлзэл;
- Хүчдэлийн хэлбэлзэл;
- Давтамжийн хэлбэлзлийн далайц;
- Хүчдэлийн өөрчлөлтийн далайц;
- Хүчдэлийн синуслэг бусийн коэффициент;
- Хүчдэлийн тэгш бус хэмийн коэффициент;
- Хүчдэлийн тогтворгүйн коэффициент;
- Тогтмол гүйдлийн сүлжээнээс тэжээхэд:
- Хүчдэлийн хэлбийлт;
- Хүчдэлийн өөрчлөлтийн далайц;
- Хүчдэлийн лугшилтын коэффициент.

ЦЭХ-ний чанарын үзүүлэлтүүдийн график дээрх параметийн өөрчлөлтийн Зураг-1-д үзүүлэв.



Зураг 1. ЦЭХ-ний чанарын үзүүлэлтүүд

Дээр дурдсан ЦЭХ-ний чанарын үзүүлэлтүүдээс хүчдэлийн хэлбэлзэл, хүчдэлийн хэлбэлзлийн гистограмм зэрэг үзүүлэлтүүдийг нарийвчлан судлаж үйлдвэрийн нөхцөлд хэмжилт боловсруулалт хийснийг энэ өгүүллээр хүргэж байна.

ХҮЧДЭЛИЙН ХЭЛБЭЛЗЭЛ

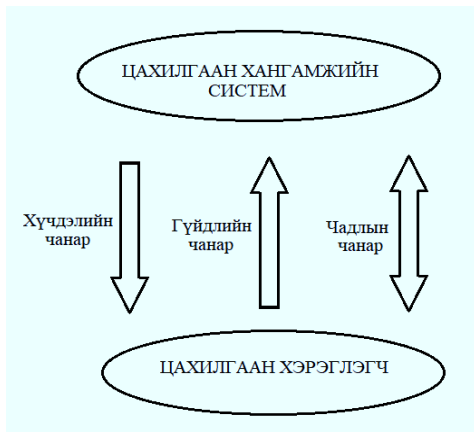
Цахилгаан хангамжийн системийн хэвийн горим огцом өөрчлөгдсөнөөс богино хугацаанд хүчдэлийн өөрчлөгдөх хэмжээг хүчдэлийн хэлбэлзэл гэх ба түүний шинж чанар нь ачааллын төрөл ба хэмжээ, эрчим хүчний системийн хүчин чадлаас хамаарна. Ачааллын санамсаргүй байдлыг дагаж цахилгаан хангамжийн тухайн зангилгаа дээрх хүчдэл нь тодорхой байдлаар өөрчлөгдөж, хэлбэлзэж байдаг.

Хүчдэлийн хэлбэлзлийн нөлөө: Хүчдэлийн хэлбэлзлийг арилгах, багасгах нь олон шалтгааны улмаас чухал ач холбогдолтой. Юуны өмнө хүчдэл хэлбэлзсэнээс нарийн төвөгтэй электрон тоног төхөөрөмж болох компьютер, сервер, нарийвчлал бүхий багаж зэрэг нарийн төвөгтэй электрон тоног төхөөрөмжийн ажлын гүйцэтгэл, урт хугацааны ашиглалтад сөргөөр нөлөөлөх чадвартай байдаг.

Стандартад заасан хүчдэлийн хязгаараас хазайх нь цахилгаан тоног төхөөрөмжийг хэт халалт, эвдрэл гэмтэл, хүнд нөхцөлд ийм төхөөрөмжүүдийн байнгын эвдрэлд хүргэдэг. Цаашилбал, хүчдэлийн хэлбэлзэл нь цахилгаан системийн тогтвортой байдлыг алдагдуулж, цахилгаан тасалдал эсвэл хүчдэлийн өсөлтийг нэмэгдүүлж, хүчдэлийн фликер үүсгэдэг. Энэ үзэгдэл нь тогтвортой, найдвартай цахилгаан хангамжаас хамааралтай салбар болох эмнэлэг, дата төв болон бусад үйлдвэрийн хэвийн үйл ажиллагаанд нөлөөлж болзошгүй юм.

Түүнчлэн, хүчдэлийн хэлбэлзэл нь үр ашиггүй ЦЭХ-ний зарцуулалтыг үүсгэж хэрэглээний зардлыг нэмэгдүүлэхэд хүргэдэг. Мөн цахилгааны хангамжийн сүлжээнд гармоник үүсгэж, энэ гажуудал нь хоорондоо холбоотой ажиллаж буй төхөөрөмжүүдэд сөргөөр нөлөөлдөг.

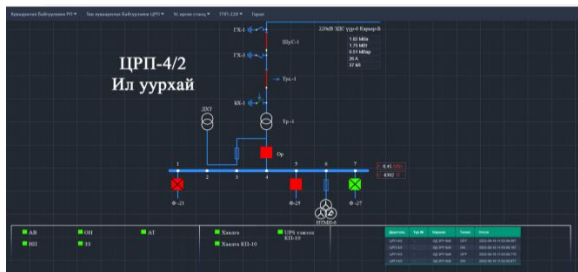
Уул уурхайн цахилгаан хангамжийн системийг хувьсах давтамжийн хөтлүүрүүд, сэлгэн залгах пункт (ЯКНО), трансформаторын дэд станц (КТПН), хүчин чадал ихтэй хөдөлгүүрүүд бүрдүүлдэг. Эдгээр тоног төхөөрөмжийн ажиллагаа нь тухайн цахилгаан хангамжийн сүлжээнд олон тооны гармоник, хүчдэлийн уналт, өсөлт, хэлбэлзэл зэргийг үүсгэдэг. Уул уурхайн үйлдвэрт ажиллаж байгаа чадал ихтэй цахилгаан тоног төхөөрөмжийн бүтээлд эрчим хүчний чанарын үзүүлэлтүүд нөлөөлөх нь гарцаагүй юм. Энэ нь засварын ажлын төлөвлөгөө болон уурхайн хүчин чадалд нөлөөлнө. Өөрөөр хэлбэл тэжээлийн үүсгүүрт холбогдсон цахилгаан хэрэглэгч тогтмол бус динамик ачаалалтай байвал түүгээр гүйх ачааллын гүйдэл өсөж үүнээс улбаалж халалт нэмэгдсэнээр цахилгаан тоног төхөөрөмжийн тусгаарлагч материал гэмтэн богино холбоос үүсэх магадлалтай. Ийнхүү динамик ачаалалтай дурын хөдөлгүүрийн гүйдэл тэжээлийн хүчдэлийн болон чадлын хэлбэлзлийг харилцан бие биенээсээ хамааралтайгаар үүсгэх боломжтойг Зураг 3-т үзүүлэв.



Зураг 3. Цахилгаан хэлхээний параметр болон ЦЭХ-ний чанарын хамаарал

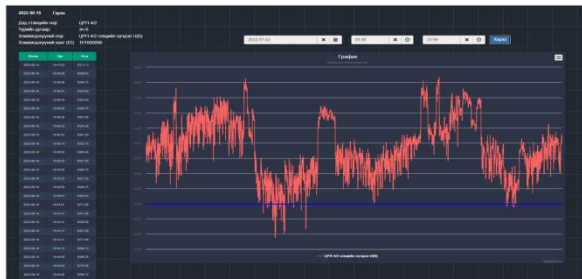
УУРХАЙН ЦАХИЛГААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМ ИЙН ХҮЧДЭЛИЙН ХЭЛБЭЛЗЛИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ

Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн цахилгаан хангамжийн системийн үүсгүүр болох 35/6кВ-ын ЦРП1, ЦРП2 дэд станцын гаралтын шин дээрх хэмжилтийн дата буюу 24 цагийн (зуны улирлын) хүчдэлийн хэмжилтийн үр дүнг боловсруулсан. 35/6кВ-ын ЦРП2 дэд станцын хүчний трансформаторийн зарчмын схемийг Зураг 4-т үзүүлэв.



Зураг 4. ЦРП2 дэд станцын зарчмын схем

Хүдрийн ил уурхай нь 24 цагийн турш ажиллах ба хүчдэлийн хэлбэлзлийн хэмжилтийг зуны улиралд хийсэн үр дүнг Зураг 5-т үзүүлээ.

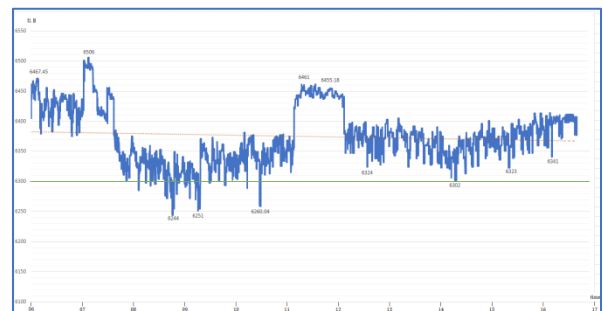


Зураг 5. Ил уурхайн цахилгаан хангамжийн системийн хүчдэлийн хэлбэлзлийн 24 цагийн хэмжилтийн (зуны цагийн) үр дүн 2

24 цагийн хүчдэлийн энэ датаг 3 тарифт тоолуурын хуваарьт хувааж, хоногийн аль цагт

хүчдэлийн хэлбэлзэл хамгийн их гарч байгааг тодорхойлов.

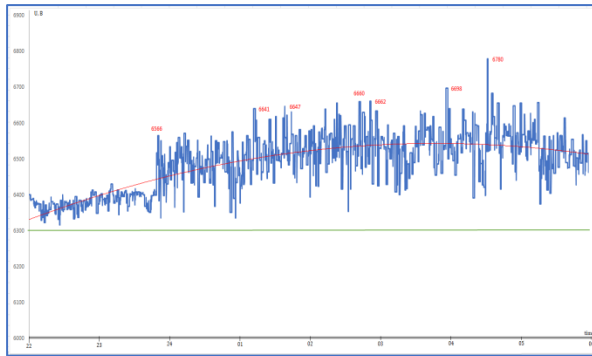
3 фазын тоолуурын 06.00-17.00, 17.00-22.00, 22.00-06.00 цагийн хуваарийн дагуу дээрх графикийг задлаж 6,7,8-р зурагт үзүүлээ.



Зураг 6. Уурхайн цахилгаан хангамжийн системийн хүчдэлийн өөрчлөлтийн 06-17 цагийн хоорондох хэмжилтийн үр дүн 3.5-2%



Зураг 7. Уурхайн цахилгаан хангамжийн системийн хүчдэлийн хэлбэлзлийн 17-22 цагийн хоорондох хэмжилтийн үр дүн



Зураг 8. Уурхайн цахилгаан хангамжийн системийн хүчдэлийн 22-06 цагийн хоорондох хэмжилтийн үр дүн

Дээрх зураг 6,7,8-с харахад хүчдэлийн өөрчлөлт нь тэжээлийн хүчдэлийн 10%-д хүрэхгүй байгаа ч 6-17, 17-22 цагийн хооронд буурах хандлагатай, харин 22-06 цагийн хооронд өсөх хандлагатай гарч байна.

Өөрөөр хэлбэл уул уурхайн үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанд өндөр хүчин чадалтай цахилгаан хөдөлгүүр бүхий машин тоног төхөөрөмжүүд ажиллах ба энэ нь цахилгаан хангамжийн системд хүчдэлийн өөрчлөлт, хэлбэлзэл зайлшгүй үүсдэгийг дээрх зургуудаас харж болно.

Хяналтын цэгүүдэд хүчдэл дараах тогтоогдсон зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэлбэлзэх үед хариуцах диспетчерүүд хүчдэлийг өгөгдсөн түвшинд оруулах бүх талын арга хэмжээ авах үүрэгтэй. ОУ-ын Цахилгаан Техникийн комиссоос гаргасан Хүчдэлийн хэмжээг барих түвшинг Хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Хүчдэлийн хэмжээг барих түвшин

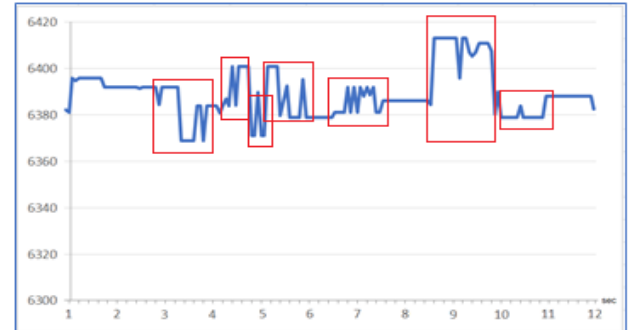
Хүснэгт 1		
Хүчдэлийн доод түвшин, кВ	Хүчдэлийн дунд түвшин, кВ	Хүчдэлийн дээд түвшин, кВ
5.8	6.3	6.6
9.5	10.5	11
33.3	37	38.5
104.5	115	123*
* ОУ-ын Цахилгаан Техникийн комиссоос гаргасан Хүчдэлийн хэмжээг барих түвшин		

Тухайн цахилгаан хангамжийн систем дэх тоног төхөөрөмж, машин механизм нь тогтворгүй хүчдэл бүхий системээс тэжээгдвэл тухайн цахилгаан хангамжийн системийн хэвийн ажиллагаанд нөлөөлөх ба өөрөөр хэлбэл уурхайн ЕБДС-ын оролтын хүчдэлийн хэлбэлзлийг тогтвортой болгосноор гаралтын хүчдэлийн түвшинд богино хугацаанд засах боломжтой. Ингэснээр төлөвлөгдөөгүй сул зогсолтын эрсдэлийг багасгах боломжтой.

Хүчдэлийн өөрчлөлтийн далайц

Хүчдэлийн өөрчлөлтийн далайц 12 секундэд 5-аас доошгүй удаа ажиглагдвал хүчдэлийн хэлбэлзэл гэж үздэг.

Өмнө үзүүлсэн 24 цагийн графикаас хамгийн бага хэлбэлзэлтэй хэсгээс таслан авч 12 секундын нарийвчлалтай хүчдэлийн хэлбэлзлийн гистограмм байгуулсан.



Зураг 9. 12 секундын хүчдэлийн хэлбэлзлийн гистограмм

Хүчдэлийн хэлбэлзлийн гистограммаас харахад 12 секундэд 7 байгаа нь (5-аас доошгүй удаа байх ёстой) Хүчдэлийн хэлбэлзэлтэй сүлжээ болохыг харуулж байна. Тиймээс хүчдэлийн хэлбэлзэл үүсгэж байгаа хяналтын цэгүүд дээр хүчдэл тогтворжуулах арга хэмжээ авах нь зүйтэй гэж юм.

ХҮЧДЭЛИЙН ХЭЛБЭЛЗЭЛ ҮҮСЭХ ШАЛТГААН

Хүчдэлийн хэлбэлзэл үүсэхэд дотоод ба гадаад хүчин зүйлүүд нөлөөлнө. Дотоод хүчин зүйлд тухайн цахилгаан хангамжийн систем дотроос үүссэн хэлбэлзлийг агуулах бөгөөд чадал ихтэй хөдөлгүүрийн асаалт, тоормоз, зогсоох үйлдээс үүсэх гүйдлийн огцом хэлбэлзлийг агуулна. Мөн цахилгаан тоног төхөөрөмж болон кабель утасны гэмтэл нь тэжээлийн хүчдэлийн жигд бус байдлыг үүсгэж, хэлбэлзэлд хүргэдэг.

Хөдөлгүүр асах үед асаалтын гүйдэл нь богино хугацаанд хэвийн гүйдлээс 5-7 дахин өсөх ба энэ ачааллын гүйдлийн хэлбэлзлийг үүсгэдэг. Хэрэв тухайн цахилгаан хангамжийн системд хэд хэдэн хөдөлгүүр зэрэгцээ ажиллаж байгаа бол тэдгээрийн асаалт болон зогсолт хийх үед хүчдэлийн өөрчлөлтийн давтамж нь мэдэгдэхүйц өөрчлөгдөн сүлжээнд нөлөөлөх ба энэ нь гэрэлтүүлгийн ажиллагаанд нөлөөлж хүнд мэдрэгддэг.

Цахилгаан хангамжийн систем дэх ачаалал нь гэнэт эсвэл үе үе мэдэгдэхүйц хэмжээгээр өөрчлөгдөх үед хүчдэлийн хэлбэлзэл үүсдэг. Хэрвээ цахилгаан машины динамик ачаалал нь хэвээр үргэлжилэн ажиллалал хүчдэлийн хэлбэлзэл үүсэх хамгийн их магадлал болдог.

Тэжээлийн хүчдэлийн хэлбэлзлийг үүсгэж болох хэрэглэгчдийг жишээг дурдвал, нуман зуух,

гагнуурын төхөөрөмж, агааржуулалтын сэнс, циклийн ажиллагаатай хөдөлгүүр бүхий хөтлүүр (уурхайн экскаватор, тээрэм), хөдөлгүүрийн хурдыг хэт их өөрчилдөг төхөөрөмж (өрмийн машин, нунтаглагч, бутлагч машин)

Гадаад хүчин зүйлд тэжээлийн хүчдэлийн тогтвортой байдалд нөлөөлөхүйц цахилгааны системийн гаднаас нөлөөллөх хүчин зүйлс орно. Энд цахилгаан хангамжийн сүлжээний доголдол, тасалдал, эвдрэл; аянгын хүчдэл; мөн үүсгүүрийн сэлгэн залгах ажиллагаа нөлөөлнө. Эдгээр нь түр зуурын хүчдэлийн уналт, өсөлт, тасалдлыг үүсгэж болно.

Цаашилбал, хүчдэлийн хэлбэлзэл нь хүчдэлийн тохируулгын механизм, цахилгаан хангамжийн дэд бүтэц хангалтгүй, хамгаалах газардуулгын системгүй зэргээс үүдэлтэй үүсэж болно. Хүчдэлийн хэлбэлзлийг үүсгэж байгаа олон шалтгааныг ойлгосноор тэдгээрийн нөлөөллийг бууруулах, тогтвортой, найдвартай цахилгаан хангамжийн системээр хангах үр дүнтэй арга хэмжээг хэрэгжүүлэх боломжтой юм.

УУЛ УУРХАЙН СИСТЕМ ДЭХ ХҮЧДЭЛИЙН ХЭЛБЭЛЗЛИЙГ ҮҮСГЭЖ БОЛОХ АЧААЛЛУУД:

Уул уурхайн салбарт тухайлбал ил болон далд уурхайн цахилгаан хангамжийн системд хүчдэлийн хэлбэлзлийг үүсгэж болох ачаалалд дор дурдсан машин механизм орж байна.

1. Циклт ажиллагаатай хөтлүүр (уурхайн экскаватор, засварын газрын кран, конвейерийн тээвэр)
2. Хөдөлгүүрийн хурдыг хэт их өөрчилдөг төхөөрөмж (өрмийн машин, бутлуур):
3. Байнга асаалт, тоормоз, эргэлтийн чиглэлээ өөрчилдөг хөдөлгүүр (агааржуулалт, хөргөлтийн төхөөрөмж, сэнс, өргөх байгууламж)
4. Нуман гагнуур,
5. Цахилгаан автомашины цэнэглэгч (хэдэн зуун кВт-ын хүчин чадалтай),
6. Олон тооны дата төв
7. Халаалт хөргөлт бүхий агааржуулалтын систем зэрэг тоног төхөөрөмж ихээхэн нэмэгдсэн.

ДҮГНЭЛТ

Хүчдэлийн хэлбэлзлийн нөлөөг багасгахын тулд дараах арга хэмжээг авдаг. 1.Эрчим хүчний системд холбогдсон тоног төхөөрөмжийг зөв ажиллуулахын тулд тэжээлийн хүчдэлийг зохих стандартын дагуу тогтоосон хязгаарт байлгах нь чухал юм. 2. Ачааллын улмаас сүлжээгээр дамжих реактив чадлын урсгалыг бууруулна. Үүнийг статик VAR компенсатор (SVC) ашиглан хийж болох бөгөөд хүчдэлийн уналтыг багасгахад тусална. 3. Цахилгаан хангамжийн систем даяар тархсан олон тооны жижиг конденсаторын банкууд нь реактив чадлын хэрэгцээг илүү нарийн тохируулах боломжийг олгоно. 4. Хүчдэлийн хэлбэлзлийг багасгахын тулд хөдөлгүүрийн асаалтын гүйдлийг бууруулах аргуудаас хэрэглэх. 5. Хөдөлгүүрийн ажиллагааг инвертер ашиглан удирдах. Энэ нь хөдөлгүүрийн хурд, эргэлтийг удирдах боломжтой давуу талтай. 6. Давтамж нь хүчдэлийн өөрчлөлтийн (voltage variations) чухал параметр учраас хөдөлгүүрийн асаалтыг давтамж хувиргурын тусламжтай багасгаснад багасгаснаар фликерийн нөлөөг бууруулна.

АШИГЛАСАН НОМЗҮЙ

1. “Power Quality” D.Sodnomdorj. 2010
2. “Electrical Power System Quality” R.C.Dugan
3. “Power Quality” C.Sankaran
4. Iglesias et al, “Power Quality in European electricity supply networks”, 1st Edition, Euroelectric, Brussels, 2002.
5. Morcos and Gomez, “Flicker sources and mitigation”, IEEE Power Engineering Review, November 2002.
6. Mark Halpin, Angela Card, in Power Electronics Handbook (Third Edition), 2011
7. Binderya.T Investigating power quality assessment of mining power supply systems. Proceedings of the 49th conference of professors and teachers of GUUS. 191p. 2021.
8. Ariunbolor P, Purevdash D, "Dynamic Modeling for Power Quality Determination". Proceedings of Science and Technology University 2/232, 2019, Ulaanbaatar, Mongolia, Pages: 185-1941. ISSN 1560-8794

ХОЛИМОГ МЕТАЛЛЫН ХҮДЭР БАЯЖУУЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА

Докторант Д.Далайцэцэг

ШУТИС, ГУУС, Эрдэс боловсруулалт, инженерчлэлийн салбар

dalaitsetseg@must.edu.mn

Хураангуй: Монгол орны газар нутагт орших холимог металлын ордууд нь зэс, алтны ордын дараа орохуйц ач холбогдолтой бөгөөд Монгол орны хэмжээнд нийт 15 орд, 120 орчим илрэл нээгдэн судлагдсан байдгаас ихэнх нь зүүн бүс нутагт тархан байршсан байдаг. Эдгээрийн нэг болох Мухарын холимог металлын орд нь Дорнод аймгийн төв Чойбалсан сумаас баруун хойш 127 км-т оршдог. Уг ордын баяжигдах чанарыг тодорхойлох зорилгоор хүдрийн дээжид иж бүрэн шинжилгээ болон технологийн туршилт хийж MNS стандартад нийцсэн хартугалганы болон цайрын баяжмал гаргасан.

Түлхүүр үг: нунтаграц, Бондын ажлын индекс, флотацийн кинетик, урвалжийн горим

IV. Л

УДИРТГА

Монгол орны газар нутагт явагдсан олон арван жилийн геологи, хайгуулын тасралтгүй ажлаар ашигт малтмалын орд-илэрлүүд олноор нээгдэн, тэдгээрийг нарийвчлан судалж, ашиглах (олборлох, баяжуулах) технологийг оновчлох ажлын үр дүнд том, жижиг баяжуулах үйлдвэрүүдийн төслүүд хэрэгжиж байгаа нь Монгол улсын эдийн засгийг бэхжүүлэх мөн дэлхийн металлын өсөн нэмэгдэж буй эрэлт хэрэгцээг хангах зэрэг чухал ач холбогдолтой юм.

Монгол орны газар нутагт орших холимог металлын ордууд нь зэс, алтны ордын дараа орохуйц ач холбогдолтой бөгөөд Монгол орны хэмжээнд нийт 15 орд, 120 орчим илрэл нээгдэн судлагдсан байдгаас ихэнх нь зүүн бүс нутагт тархан байршсан байдаг.

Эдгээрийн нэг болох Мухарын холимог металлын орд нь Дорнод аймгийн төв Чойбалсан сумаас баруун хойш 127 км-т оршдог. Мухарын ордын хүдрийн баяжигдах чанарын судалгаанд зориулж хайгуулын 3 түвшинд орших 2 хүдрийн биетээс 300 кг дээж авч дундажлан бэлтгэсэн.

Технологийн туршилтын зорилго нь тус ордын хүдрийг баяжуулж хартугалга болон цайрын баяжмал гаргах технологийн схем, горимыг оновчлох, баяжмалд дагалдах үнэт бүрдлийн агуулгыг тодорхойлоход оршино.

Зорилгын хүрээнд хүдрийн хатуулгыг Бондын индексээр тодорхойлох, нунтаглалтын зохистой горим тогтоох, өндөр үзүүлэлт бүхий флотацийн баяжмал гаргах зэрэг ажлуудыг гүйцэтгэлээ.

Туршилтын дээжийг хацарт-булт бутлуураар 2 шаттай буталж, 3 мм-ийн шигшүүрээр шигшин 3 мм-ээс том ангийг дахин буталж бүх дээжийг 3 мм-ээс бага бүхэллэгтэй болгосон. 3 мм-ээс бага бүхэллэгтэй буталсан хүдрийг дээжийг Gilson TS-1 маркийн дундажлагчаар хольж жигдрүүлэн квадратын аргаар дээж авч химийн шинжилгээнд бэлдсэн.

V.

ШИНЖ ЧАНАР

ХИМИЙН НАЙРЛАГА

Дээжийн анхдагч агуулгыг тодорхойлох зорилгоор хийсэн элементийн шинжилгээний үр дүнг 1-р хүснэгтэд үзүүлээ.

Химийн шинжилгээний үр дүн

1-р хүснэгт

Элемент	Pb, %	Zn, %	Cu, %	Au, г/тн
Агуулга, %	2.06	2.60	0.08	0.83
Элемент	Ag, г/тн	As, %	Co, ppm	Se, ppm
Агуулга, %	48.0	0.52	88.7	4.0

Хүдэр дэх мөнгө, алт, кобальт зэрэг дагалдах металлын агуулга нь сонирхол татаж байгаа бөгөөд эдгээр нь хартугалга болон цайрын баяжмалд дагалдан баяжигддаг. Зэс болон селений агуулга бага тул баяжмалын үнэт шингээн тооцох боломжгүй юм.

ЭРДСИЙН БҮРДЭЛ

Дээжийг флотацийн зохистой хугацаанд (19'мин) нунтаглан 75 мкм-ийн тороор ангилж, бүхэллэгийн анги тус бүрд хүдрийн эрдсийн бүрдэл, эрдсийн сулрал, хам ургал зэргийг тогтоосон.

Хүдэр буюу флотацийн тэжээлд үйлдвэрлэлийн ач холбогдолтой үндсэн эрдсүүд болох галенит 2.3%, сфалерит 3.46%, халькопирит 0.25% тус тус агуулагдаж байна. Мөн пирит 7.46%, хүдрийн бус эрдэс 87.11% байна.

Хүдрийг 19 минут нунтаглахад ($\gamma_{75\text{мкм}}=61.72\%$) хүдрийн эрдсүүд тус бүрдээ 70.97% - 95.38% суларсан нь флотацаар баяжуулахад тохиромжтой бүхэллэгтэй байгааг харуулна.

ХАТУУЛАГ

Баяжуулах үйлдвэрийн хүдэр буталж нунтаглах технологи нь хүдрийн ба хүдрийн бус эрдсүүдийн онцлог, ялангуяа хүдрийн хатуулгаас

хамаардаг бөгөөд туршилтын дээжид хатуулаг, нунтаграц тодорхойлох шинжилгээг гүйцэтгэсэн.

Хүдрийн хатуулгыг Бондын аргаар тодорхойлсон. Бондын аргачлалын үндэс нь «цэвэр ажлын индекс $W_{\text{инд-ээр}}$ » хүдрийн нунтаглагдах чадварыг тодорхойлоход орших ба нэг тонн хүдэр

нунтаглахад зарцуулагдах цахилгаан энергийн хэмжээг заана.

Бондын ажлын индекс тодорхойлох туршилтын үр дүнг 2-р хүснэгтэд үзүүлээ.

2-р хүснэгт

Бондын шинжилгээний үр дүн							
Нунтаглалтын цикл	Эргэлт эрг/мин	Тээрмийн тэжээл			Тээрмийн бүтээгдэхүүн		Эргэх ачаалал, %
		Тэжээл (гр)	-150мкм анги (гр)	-150мкм анги (гр)	Нийт -150 мкм-ангийн бүтээмж, гр	Нэг эргэлт дэх -150 мкм-ангийн бүтээмж, гр/эрг	
1	100	1300	230.1	386.4	156.3	1.56	236.4
2	194	386.4	68.4	389.5	321.1	1.66	233.8
3	183	389.5	68.9	385.8	316.9	1.73	237.0
4	175	385.8	68.3	373.8	305.5	1.75	247.8
5	175	373.8	66.2	380.5	314.3	1.80	241.7
6	169	380.5	67.3	373	305.7	1.81	248.5
7	169	373	66.0	375.2	309.2	1.83	246.5
8	166	375.2	66.4	366.7	300.3	1.80	254.5
9	170	366.7	64.9	375.6	310.7	1.83	246.1
10	167	375.6	66.5	373.1	306.6	1.84	248.4
11	166	373.1	66.0	368.2	302.2	1.82	253.1
12	168	368.2	65.2	379.1	313.9	1.86	242.9
13	163	379.1	67.1	370.3	303.2	1.86	251.1
14	165	370.3	65.5	371.6	306.1	1.86	249.8
15	164	371.6	65.8	371.3	305.5	1.86	250.1
16	165	371.3	65.7	371.5	305.8	1.86	249.9
Тээрмийн тэжээл дэх -150 мкм-ийн ангийн агуулга, %			17.70	"Полиметаллын ордын хүдэр"			
Шигшүүрийн хэмжээ, мкм			150	Бондын ажлын индексийн томъёо			
Сүүлийн 3 циклийн дундаж (гр/эрг)			1.86	$W_i = \frac{44.5}{(P)^{0.23} \cdot (Gbp)^{0.82} \cdot \left(\frac{10}{\sqrt{P_{80}}} - \frac{10}{\sqrt{F_{80}}} \right)};$			
				13.39 кВт-ц/тн			
				Хатуулгийн ангилал			
				Дунд			

НУНТАГРАЦ

Нунтаграц буюу эрдсийн суллагдал тодорхойлох туршилтыг лабораторийн МЛ-40 маркийн бөөрөнцөгт тээрэмд дараах горимоор гүйцэтгэсэн.

Туршилтын горим:

- Тээрмийн багтаамж-7л
- Тээрмийн хүрдний эргэлт-7 эрг/мин
- Ган бөөрөнцгийн ачаалах хэмжээ- 6кг
- Тээрэм дэх булингын хатуугийн агуулга-70%

Лабораторийн МЛ-40 тээрэмд дээжийг 10, 15, 20, 25 минутаар тус тус нунтаглан, тээрмийн бүтээгдэхүүний ширхэглэлийн бүрдлийг тодорхойлсон үр дүнг 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Дээжийн хүдрийн ширхэглэлийн бүрдэл

3-р хүснэгт

Ширхэглэлийн анги, мкм	Нунтаглалтын хугацаа, минут				
	Нунтаггүй	10	15	20	25

	Гарц, %				
	2300	12.6	-	-	-
-2300+1700	18.8	-	-	-	-
-1700+1000	22.6	-	-	-	-
-1000+600	15.5	-	-	-	-
-600+400	5.2	-	-	-	-
-400+300	3.8	-	-	-	-
-300+212	3.2	20.3	4.3	0.75	0.20
-212+150	3.1	15.1	11.35	5.0	2.05
-150+106	2.7	12.3	13.2	11.75	7.05
-106+75	2.7	10.4	14.4	15.2	13.3
-75+45	2.6	10.1	14.45	16.85	18.85
-45	7.4	31.9	42.3	50.45	58.55
Нийт	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Хүдрийн нунтаграц тодорхойлсон туршилтын үр дүн

4-р хүснэгт

Нунтаглалтын хугацаа, мин	Ордын хүдэр	
	$\beta_{-0.074}$ %	$q_{-0.074}$ кг/л*ч
0	10.0	-
10	42.0	0.27
15	56.8	0.27
20	67.3	0.25
25	77.4	0.23

Дээжийг 20 минут нунтаглахад -75 мкм-ийн ангийн агуулга 67.3% байгаа нь флотацийн технологийн шаардлага хангаж байна.

III. НУНТАГЛАЛТЫН ЗОХИСТОЙ ГОРИМ ТОГТООХ ТУРШИЛТ

Энэхүү туршилтыг хүдрийн нунтаграц тогтоох туршилт гүйцэтгэсэн тээрэм болон флотмашин-ФМЛ 240-өөр гүйцэтгэсэн.

Хүдрийн нунтаграц тогтоох туршилтаар нунтаглалтын 20 минутад -75мкм ангийн агуулга 67.3% тул туршилтын хүдрийг 17, 19, 21 минут лабораторийн тээрэмд нунтаглан, тус бүрийн

туршилтаар флотацийн үр дүн (β , ϵ) хамгийн өндөр байх нөхцлийг сонгох зарчмаар нунтаглалтын зохистой горимыг тогтоосон.

Хүдрийн дээжийг 17, 19, 21 минут нунтаглан, тус бүрийн тээрмийн бүтээгдэхүүнд ширхэглэлийн шинжилгээ хийж, үр дүнг 5-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Нунтаглалтын горим тогтоох туршилтыг ижил төстэй шинж чанар бүхий “Улааны ордын холимог металлын хүдэр баяжуулж буй технологийн флотацид хэрэглэж байгаа урвалжийн горимоор явуулсан ба 6-р хүснэгтээр үзүүлээ.

Нунтагласан дээжийн ширхэглэлийн шинжилгээний үр дүн

5-р хүснэгт

Ширхэглэлийн анги, мкм	Нунтаглалтын хугацаа, мин					
	17		19		21	
	гр	%	гр	%	гр	%
+212	6.4	3.2	3.66	1.8	1.0	0.5
-212+150	18.0	9.0	14.12	7.1	6.72	3.4
-150+106	29.1	14.5	28.02	14.0	23.02	11.5
-106+75	30.0	15.0	30.76	15.4	28.31	14.2
-75+45	28.6	14.3	28.00	14.0	33.15	16.6
-45	87.9	43.9	95.4	47.7	107.8	53.9
Нийт	200.0	100.0	200.0	100.0	200	100.0
75	58.26		61.72		70.48	

Туршилтын урвалжийн горим

6-р хүснэгт

Флотацийн шат	Орчин тохируулагч	Цуглуулагч болон идэвхжүүлэгч	Хөөсрүүлэгч
Pb фл	(CaO 58.83%) 600г/т	Д.Д.фосфор-70г/т ZnSO ₄ -1000г/т	кониферол-10г/т
Zn фл	(CaO-58.83%) 3000г/т	C ₄ H ₉ OCSSNa-100г/т CuSO ₄ -500г/т	кониферол-10г/т

Нунтаглалтын хугацаа бүрт явуулсан лабораторийн туршилтын үр дүн

7-р хүснэгт

Туршилтын бүтээгдэхүүн	Гарц .%		Агуулга. %			Металл авалт .%			Туршилтын нөхцөл
	гр	%	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu	
Pb. баяжмал	43.25	4.32	43.72	7.65	0.80	91.98	12.76	36.74	t_{нун}-17' -75мкм 58.26%
Zn. баяжмал	71.45	7.14	0.994	29.51	0.29	3.46	81.27	22.12	
Хаягдал	885.47	88.53	0.106	0.18	0.04	4.57	5.97	41.13	
Тэжээл	1000.17	100.00	2.05	2.59	0.09	100.0	100.0	100.0	
Pb. баяжмал	50.69	5.07	37.71	6.48	0.82	93.10	12.66	41.17	t_{нун}-19' -75мкм 61.72%
Zn. баяжмал	66.45	6.65	1.04	32.09	0.29	3.37	82.24	19.38	
Хаягдал	882.11	88.28	0.08	0.150	0.04	3.52	5.10	39.46	
Тэжээл	999.25	100.00	2.05	2.60	0.10	100.0	100.0	100.0	
Pb. баяжмал	51.69	5.17	36.78	6.92	0.79	92.73	13.79	42.67	t_{нун}-21' -75мкм 70.48%
Zn. баяжмал	65.45	6.55	0.96	31.99	0.27	3.05	80.67	18.66	
Хаягдал	882.11	88.28	0.098	0.16	0.04	4.22	5.54	38.67	
Тэжээл	999.25	100.00	2.05	2.60	0.09	100.0	100.0	100.0	

Туршилтын үр дүнгээс баяжуулалтын үндсэн үзүүлэлтүүд болох металл авалт, баяжмал дахь металлын агуулга зэрэг нь нунтаглалтын хугацаанаас хамаарч байгааг харж болно.

Нунтаглалтын хугацаа 19 минут үед бохир баяжмал дахь хартугалга болон цайр авалт хамгийн өндөр (баяжмал дахь хар тугалга, цайрын агуулга

харгалзан 37.71%, 32.09%. металл авалт 93.10%. 8224%) байсан бөгөөд нунтаглалтын хугацааг уртасгах үед металл авалт буурч байв.

Иймд лабораторит нунтаглалтын хугацаа 19 минут үед -75мкм-ийн бүхэллэгийн ангийн агуулга 61.72% байх нь тохиромжтой гэж үзлээ.

IV. ФЛОТАЦИЙН КИНЕТИКИЙН ТУРШИЛТ

Флотацийн кинетикийн туршилтыг өмнө нь тогтоосон нунтаглалтын болон урвалжийн зохистой горимын дагуу үндсэн, хяналтын операциудад ашигт эрдсийн баяжиц, флотацийн бүх дамжлын тус бүрийн болон нийт үргэлжлэх хугацаа зэргийг тодорхойлох зорилгоор Pb флотацийг $1' + 1' + 2' + 3' + 3' + 3' = 13'$, Zn флотацийг

$1' + 1' + 2' + 3' + 3' + 3' + 6' = 19$ -ийн хугацаанд явуулж хугацаа бүрийн баяжмалаас дээж авч элементийн (Pb, Zn, Cu) агуулгыг тодорхойлж, металл авалтын тооцоог хийсэн.

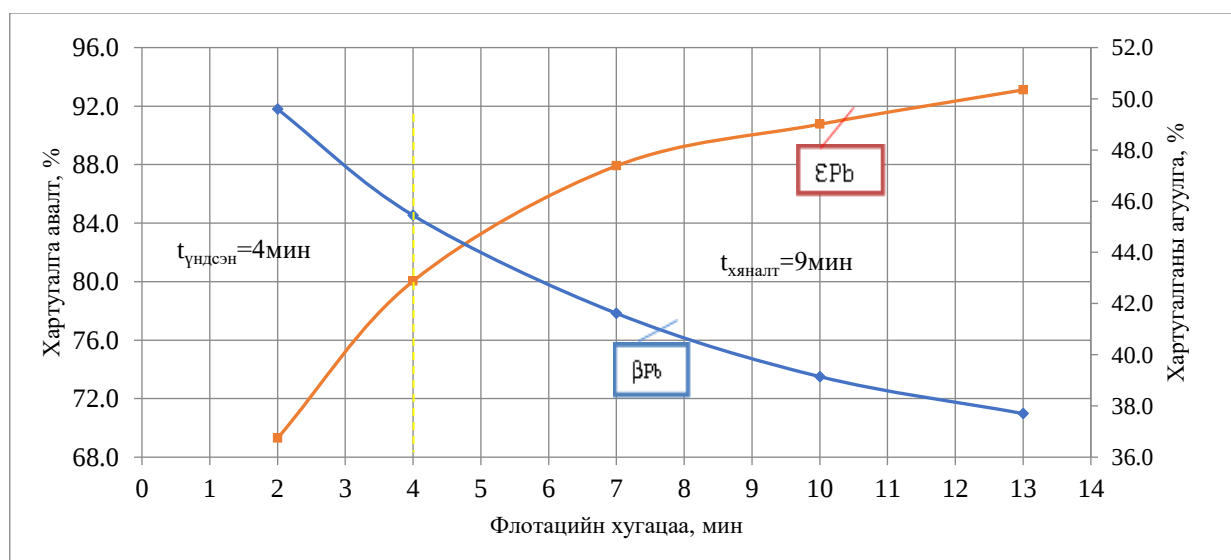
Флотацийн кинетик тодорхойлсон туршилтын 8-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Флотацийн кинетик тодорхойлсон туршилтын үр дүн

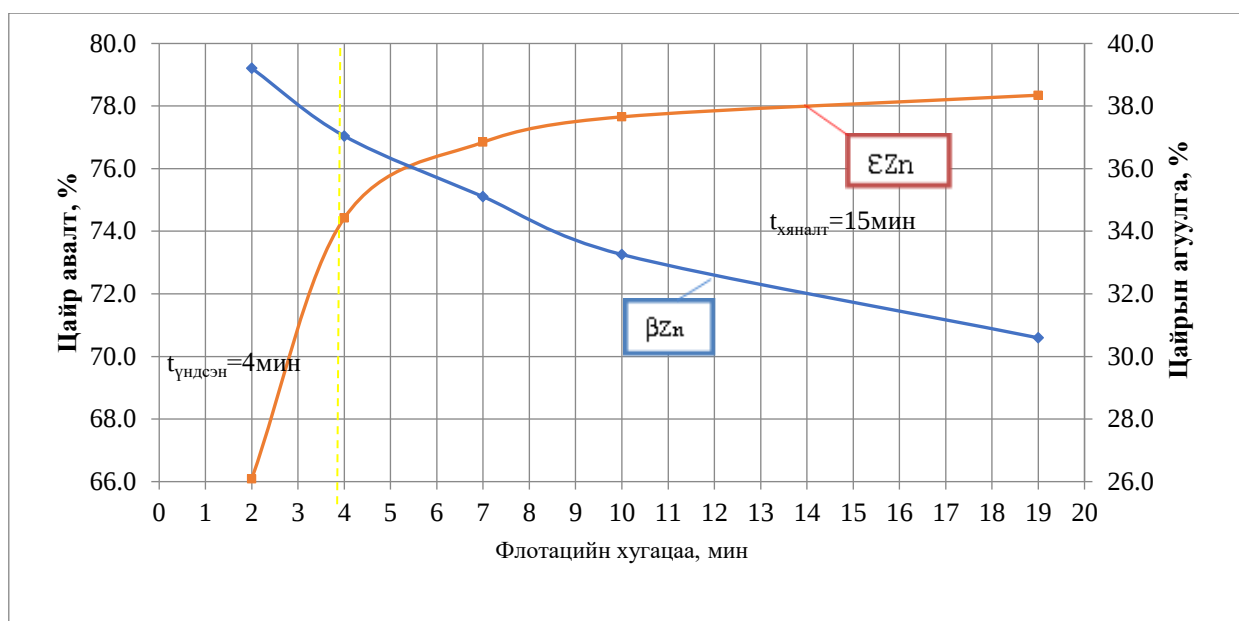
8-р хүснэгт

Туршилтын бүтээгдэхүүн	Гарц, %		Агуулга, %			Металл авалт, %		
	гр	%	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
Pb-1'	20.98	2.10	48.27	8.45	1.05	49.33	6.83	22.20
Pb-1'	7.70	0.77	53.22	7.75	0.96	19.96	2.30	7.45
Pb-1'+1'	28.68	2.87	49.60	8.26	1.03	69.30	9.13	29.65
Pb-2'	7.47	0.75	29.50	8.12	0.61	10.74	2.34	4.59
Pb-1'+1'+2'	36.15	3.62	45.45	8.23	0.94	80.03	11.47	34.25
Pb-3'	7.21	0.72	22.43	10.34	0.49	7.88	2.87	3.56
Pb-1'+1'+2'+3'	43.36	4.34	41.62	8.58	0.87	87.91	14.34	37.81
Pb-3'	4.23	0.42	13.81	9.63	0.46	2.85	1.57	1.96
Pb-1'+1'+2'+3'+3'	47.59	4.76	39.15	8.68	0.83	90.76	15.91	39.77
Pb-3'	3.10	0.31	15.57	5.37	0.45	2.35	0.64	1.41
Pb-1'+1'+2'+3'+3'+3'	50.69	5.07	37.71	8.47	0.81	93.11	16.55	41.18
Zn-1'	32.30	3.23	1.13	41.67	0.31	1.78	51.87	10.09
Zn-1'	11.44	1.14	1.04	32.26	0.29	0.58	14.22	3.34
Zn-1'+1'	43.74	4.38	1.11	39.21	0.30	2.36	66.09	13.44
Zn-2'	8.39	0.84	0.93	25.76	0.28	0.38	8.33	2.37
Zn-1'+1'+2'	52.13	5.22	1.08	37.04	0.30	2.74	74.42	15.80
Zn-3'	4.67	0.47	0.97	13.47	0.26	0.22	2.42	1.22
Zn-1'+1'+2'+3'	56.80	5.68	1.07	35.11	0.30	2.96	76.85	17.03
Zn-3'	3.79	0.38	0.93	5.55	0.26	0.17	0.81	0.99
Zn-1'+1'+2'+3'+3'	60.59	6.06	1.06	33.26	0.30	3.13	77.66	18.02
Zn-6'	5.86	0.59	0.83	3.06	0.27	0.24	0.69	1.59
Zn-1'+1'+2'+3'+3'+3'+6'	66.45	6.65	1.04	30.59	0.29	3.37	78.35	19.62
хаягдал	882.11	88.28	0.08	0.15	0.04	3.52	5.10	39.21
тэжээл	999.25	100.00	2.05	2.60	0.10	100.00	100.00	100.00

Хартугалганы флотацийн дамжлагын үндсэн болон хяналтын флотацийн үргэлжлэх хугацааг харгалзан 4 мин, 9 мин, харин цайрын флотацийг 4мин, 15 мин байхаар тогтоосныг 1,2-р зургаар харуулав.



1-р зураг. Хартугалга авалт ба флотацийн хугацааны хоорондын хамаарал



2-р зураг. Цайр авалт ба флотацийн хугацааны хоорондын хамаарал

V. ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

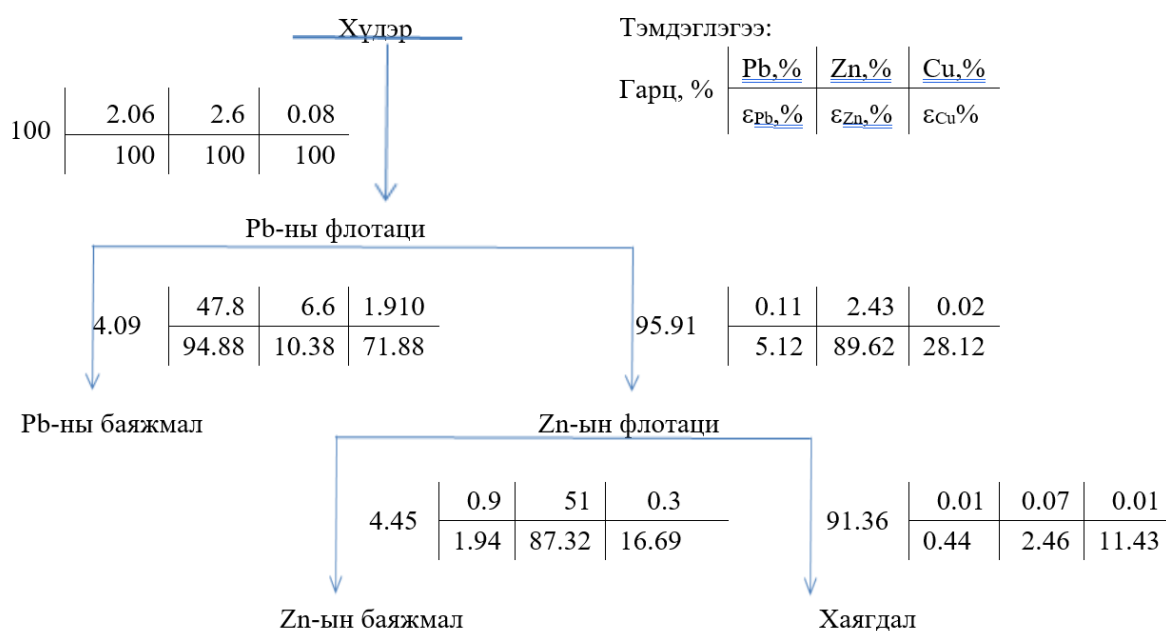
Туршилтыг CXF-6 төрлийн флотмашинаар лабораторит тогтоосон урвалжийн горимын дагуу явуулсан. Лабораторийн туршилтын балансын тооцоог 9-р хүснэгт, бүрэн

схемийн тоо-чанарын болон ус-шамын тооцоог 3-р зурагт харууллаа. Туршилтын бүтээгдэхүүн буюу баяжмалд дагалдах металлын балансын тооцооны дүнг нэгтгэн 10-р хүснэгтээр үзүүлэв.

Флотацийн туршилтын үр дүн

9-р хүснэгт

Туршилтын бүтээгдэхүүн	Хүдэр			Pb баяжмал			Zn баяжмал			Хаягдал		
Гарц, %	100			4.09			4.45			91.46		
Элементийн төрөл	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu
Элементийн агуулга, %	2.06	2.6	0.08	47.8	6.6	1.91	0.9	51	0.3	0.072	0.07	0.01
Металл авалт, %	100	100	100	94.88	10.38	72.01	1.94	87.32	16.57	3.18	2.32	11.42



3-р зураг. Балансын цэгийн тоо-чанарын схем

Туршилтын баяжмалд агуулагдах бусад металлын балансын тооцооны үр дүн

10-р хүснэгт

Туршилтын бүтээгдэхүүн	Үзүүлэлтүүд	Металлын төрөл			
		Au	Ag	Co	Se
Хүдэр	Гарц, %	100			
	Агуулга, г/тн	0.83	48	88.7	4
	Металл авалт, %	100	100	100	100
Pb-ны баяжмал	Гарц, %	4.09			
	Агуулга, г/тн	8.49	1040	421	43
	Металл авалт, %	41.84	88.62	19.41	43.97
Zn-ын баяжмал	Гарц, %	4.42			
	Агуулга, г/тн	1.32	83.00	325.00	52.00
	Металл авалт, %	53.75	5.67	52.64	10.29
Эцсийн хаягдал	Гарц, %	91.49			
	Агуулга, г/тн	0.04	3.00	27.10	2.00
	Металл авалт, %	4.41	5.72	27.95	45.75

ДҮГНЭЛТ

- Энэ хүдэр үйлдвэрийн ач холбогдолтой үндсэн эрдсүүд болох галенит 2.3%, сфалерит 3.46%, халькопирит 0.25% тус тус агуулагдаж байна. Мөн пирит 7.46%, хүдрийн бус эрдэс 87.11% байна.
- Хүдэрт агуулагдах кобальт болон селений агуулга ≤ 2000 г/тн тул эдийн засгийн ач холбогдолгүй юм.
- Хүдрийн Бондын ажлын индекс 13.39 кВт цаг/тн гарсан ба энэ нь дунд зэргийн хатуулагтай гэсэн ангилалд хамаарагдаж байна.
- Галенитийн 27.9% нь хүдрийн бус эрдэс, халькопирит, сфалерит, пирит зэрэг эрдсүүдтэй, сфалеритын 4.1% халькопириттэй, галенит болон хүдрийн бус эрдэстэй үүсгэсэн хам ургал хэлбэрээр оршиж байна.
- Нунтагласан хүдэр дэх халькопиритийн 70.97% суларч, 29.03% нь хам ургал хэлбэртэй байгаагаас 15.61% нь пирит, 11.22% хүдрийн бус эрдэстэй тус тус хам ургалаар оршиж байна. Хүдрийг 19 минут нунтаглахад ($\gamma_{75\text{мкм}}=61.72\%$) хүдрийн эрдсүүд тус бүрдээ 70.97-95.38% суларсан нь флотациар баяжуулахад тохиромжтой бүхэллэг байгааг харуулж байна.
- Флотацийн туршилтаар 4.09% гарцтай, 47.8% чанар, 94.88% хартугалга авалттай хартугалганы баяжмал, мөн гарц нь 4.45%, 51% чанартай, цайр авалт 87.32% байх цайрын баяжмалыг тус тус гарган авсан.
- Хартугалганы баяжмал дахь үндсэн металлаас гадна мөнгөний агуулга болон металл авалт өндөр байна. Кобальтын агуулга, металл авалт Zn-ын баяжмалд хартугалганы баяжмалтай харьцуулахад өндөр, харин алтны агуулга 2 баяжмалд ойролцоо байна.
- Технологийн схемийг оновчлох кинетикийн туршилтаар Pb болон Zn-ын флотацийн схемийг 2 шатны хяналтын шаттай байх нь оновчтой гэж тогтоов.

- МУ-ын MNS 5717:2007 стандартад заасан цайрын баяжмалд тавигдах техникийн шаардлага нь цайрын баяжмалыг 5 ангилалд хуваадаг ба туршилтаар гарган авсан цайрын баяжмал нь техникийн шаардлагын 4-р ангилалд хамаарагдах боловч мышьякийн агуулга заасан хэмжээнээс өндөр байна. Хартугалганы баяжмал нь MNS 5846:2008 хартугалганы баяжмалын стандартад заасан техникийн шаардлагын 3-р ангилалд хамаарах ч мөн мышьякийн агуулга заасан хэмжээнээс өндөр байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

5. Mining Chemicals Handbook, Cytec, 2010.
6. Хүдрийн хатуулаг тодорхойлох Бондын аргын стандарт аргачлал
7. Флотацийн технологийн зохистой горим тогтоох стандарт ажлын заавар
8. Монгол улсын стандарт. Цайрын баяжмалын. Техникийн шаардлага. MNS 5717:2007.
9. Монгол улсын стандарт. Хартугалгын баяжмал. Техникийн шаардлага. MNS 5846:2008