



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



**“ПРОФЕССОР Я.ГОМБОСҮРЭНГИЙН УНШЛАГА”
МАГИСТР, ДОКТОР ОЮУТНЫ ЭРДЭМ
ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХУРЛЫН ЭМХЭТГЭЛ
(2025-2026 оны хичээлийн жил)**

Улаанбаатар, 2026

*Аж үйлдвэрийн гавьяат ажилтан, шинжлэх ухаан доктор (Sc.Dr)
Профессор Я.Гомбосүрэн багшийн нэрэмжит ахисан түвшиний оюутны
эрдэм шинжилгээний ээлжит хурал*

**Эрдэм шинжилгээний хурлын шүүгчид, өгүүлэл хянан
магадлах бүрэлдэхүүн:**

ГУУС-ийн УТТ-ийн профессор, доктор (Sc.Dr) Я.Гомбосүрэн
ГУУС-ийн УТТ-ийн эрхлэгч, доктор (PhD) Б.Улаанбаатар
ГУУС-ийн УТТ-ийн профессор, доктор (PhD), дэд проф Б.Чинзориг
ГУУС-ийн УТТ-ийн дэд профессор, доктор (PhD), дэд проф П.Нарантуяа
ГУУС-ийн УТТ-ийн дэд профессор, доктор (PhD) Б.Ганзориг
ГУУС-ийн УТТ-ийн дэд профессор, доктор (PhD) Г.Уранбайгаль
ГУУС-ийн УТТ-ийн ахлах багш, доктор (PhD) Ж.Ижилмаа
ГУУС-ийн УТТ-ийн багш, магистр (MSc) Э.Орхон
ГУУС-ийн УТТ-ийн сургалтын мастер магистр (MSc) Д.Оюун-Эрдэнэ

ЭШ-ний өгүүллийн нэгтгэл, хэвлэлийн эх бэлтгэсэн:

ГУУС-ийн УТТ-ийн дэд профессор П.Нарантуяа (PhD)

Хуудасны хэмжээ: А4
Үсгийн гарнитур: Times New Roman

ГАРЧИГ

МАГИСТР ОЮУТНУУДЫН ӨГҮҮЛЭЛ

1. НҮҮРСНИЙ ХАЯГДЛЫГ БУУРУУЛАХ ЗАМААР ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮР ӨГӨӨЖИЙГ НЭМЭГДҮҮЛЭХ СУДАЛГАА /ОВООТ ТОЛГОЙ УУРХАЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР/.....1-6
Л.Аюуш, С.Нандинцэцэг
2. БАГАНУУРЫН ИЛ УУРХАЙН НҮҮРСНИЙ ӨӨРӨӨ ШАТАЛТЫГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА.....6-10
Н.Галбадрах, Ц.Ариунжаргал
3. ТАВАНТОЛГОЙН ЦАНХИЙН БАРУУН УУРХАЙН УРТ ХУГАЦААНЫ ТӨЛӨВЛӨЛТ.....11-14
Г.Миеэсэнгэ, Ж.Ижилмаа
- 4.ЭМЭНИЙ ХҮРЭН ӨНДӨР ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ ОРДЫГ АШИГЛАХ АРГЫН СОНГОЛТ.....15-19
Ц.Номин, Ж.Ижилмаа
5. КОКСЖИХ НҮҮРСНИЙ ЧАНАРЫН ДУНДАЖЛАЛ /ХӨШӨӨТИЙН УУРХАЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР/..20-23
Ө.Чинзориг, Ц.Ариунжаргал

НҮҮРСНИЙ ХАЯГДЛЫГ БУУРУУЛАХ ЗАМААР ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮР ӨГӨӨЖИЙГ НЭМЭГДҮҮЛЭХ СУДАЛГАА /ОВООТ ТОЛГОЙ УУРХАЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР/

Л.Аюуш¹, С.Нандинцэцэг¹

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн тэнхими
ayushkhagvasuren19@gmail.com¹

Хураангуй: Босоо уналтай ,нарийн нүүрсний үедтэй нүүрсний ордод тохирсон тоног төхөөрөмжийн хослолыг ажиллуулж уурхайн хяналтыг сайжруулах замаар нүүрсний хаягдлыг бууруулж, бохирдуулан олборлосноор гарах үр өгөөжийг тооцох,бохирдолтой нүүрсэнд эзлэх бохирдлын хувь хэмжээг судалж тодорхойллоо.

Түлхүүр үг: нүүрсний хаягдал, бохирдолт

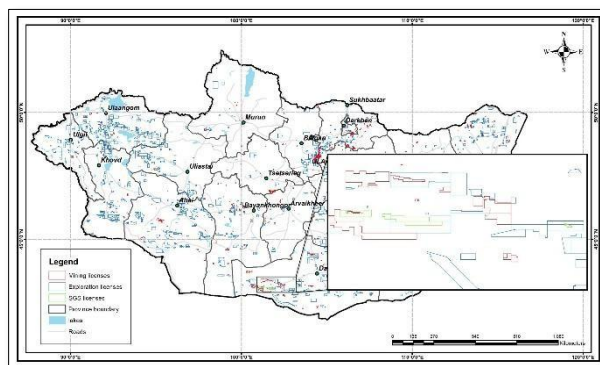
I. ЕРӨНХИЙ ТАНИЛЦУУЛГА

Саусгоби нь Хонконгийн Хөрөнгийн Бирж (HKEX: 1878) болон TSX Венчур Бирж (TSX-V: SGQ) дээр давхар бүртгэлтэй нээлттэй компани юм. Компанийн хамгийн том хувьцаа эзэмшигч нь JD Zhixing Fund L.P. юм. Овоот Толгой уурхай нь Стратегийн ач холбогдол бүхий байршилтай буюу Хятад улстай хамгийн ойр байрладаг бөгөөд Саусгоби компанийн гол үндсэн орд юм. Овоот Толгой уурхай нь Нармандах болон Наржаргах гэсэн хоёр тусдаа уурхайтай. Овоот Толгойн чулуун нүүрсний орд газар нь Өмнөговь аймгийн Гурван тэс сумын нутагт, сумын төвөөс зүүн урагш 38 км, Даланзадгад хотоос баруун тийш 320 км, Улаанбаатар хотоо баруун урагш 849 км зайд оршдог. Ордоос Шивээхүрэнгийн хилийн боомт 40 км зайтай.



Зураг 1. Шивээ хүрэн боомтоор экспортлосон нүүрсний уурхайн хэрэглэгчдийн байршил

СГС ХХК одоогийн байдлаар Нарийн сухайтын бүлэг ордод Овоот толгой,Сүмбэрийн бүлэг ордод Төв сүмбэр, Зүүн сүмбэр, Билүүт, Өмнөд билүүт, Жаргалант, Заг сүүж зэрэг



Зураг 2. СГС ХХК-н эзэмдэг тусгай зөвшөөрлүүдийн байрлал ашиглалтын тусгай зөвшөөрлүүдийг эзэмшиж байна. 2025.01.01-ний байдлаар СГС ХХК нийт 543.3сая.тн нөөц бүхий ашиглалтын тусгай зөвшөөрлүүдийг эзэмшиж байна.

Нөөцийн зэрэг		A	B	C	Нийт нөөц, сая.тн /Ордоор/ A+B+C	P1	Нийт нөөц, сая.тн (ТЭЗҮ-ЭЗҮА: Ил уурхайн хүрэн дэх геологийн нөөц)
Овоот Толгой	MV-012726 Баруун өмнөд	149.8	4.8	32.5	187.1	-	70.3
	Зүүн өмнөд	39.3	7.9	72.0	119.1	-	
	Б талбай	-	12.6	5.5	18.0	-	
Сүмбэрийн бүлэг орд	MV-020346 Төв Сүмбэр	-	19.7	24.0	43.7	0.5	22.4
	MV-016869 Зүүн Сүмбэр	5.2	10.2	12.3	27.7	0.9	
	Билүүт	3.2	55.8	17.6	76.6	23.9	
	Өмнөд Билүүт	-	11.9	34.0	45.9	111.5	
	MV-020451 Жаргалант	-	12.0	13.1	25.1	9.2	
Нийт нөөцийн зэргээр/		197.5	134.9	210.9	543.3	146.0	99.2

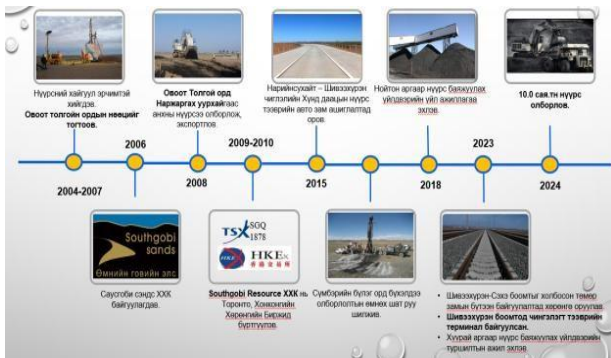
Зураг 3. Нөөцийн мэдээлэл

СГС ХХК-н эзэмшиж буй бүх тусгай зөвшөөрлүүдэд хамаарах нүүрсний орууд нь 50 70градусын босоо уналтай нүүрсний нарийн үе ихтэй бөгөөд тухайн нүүрсийг хаягдал бохирдол багатайгаар олборлож эдийн засгийн үр өгөөжийг нэмэгдүүлэх нь энэхүү судалгааны ажлыг гүйцэтгэх үндэслэл болсон.

II. ОВООТ ТОЛГОЙ УУРХАЙН НҮҮРСНИЙ ТОГТОЦ БОЛООД ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

СГС ХХК нь 2008 оноос эхлэн Овоот толгой ордод хөрс хуулалт,нүүрс олборлолтын үйл

ажиллагаа явуулж байгаа бөгөөд 2025.10.01-ний байдлаар 328.4сая.м³ уулын цул хөдөлгөж, 65.8сая.тн нүүрс олборлож, 281.4сая.м³ хөрс 42.87 хувийг бохирдолтой нүүрс эзэлж байна.



Зураг 4. СГС ХХК-н он цагийн хэлхээ

Наржаргах уурхайн нүүрс нь хойноос урагш чиглэлтэй 50-70градус уналтай 5U,5L,8,9,10гэсэн давхраастай.



Зураг 5. Нарансаргах уурхай

Наржаргах уурхайн нүүрс нь хойноос урагш чиглэлтэй 55-градус уналтай 5U,5L,6U,6L,7 гэсэн давхраастай.



Зураг 6. Нармандах уурхай

Овоот толгой уурхайгаас 2008 оноос 2025.10.01-г хүртэлх хугацаанд олборлосон нүүрсний хэмжээг харууллаа.

хуулалтын ажил хийж гүйцэтгэсэн байна. Нийт олборлосон нүүрсний

Хүснэгт 1 Нүүрс олборлолтын хэмжээ

	Нүүрс, сая.тн	Хөрс, сая. м ³	Уулын цул, сая.м ³	ХХК
2008-2025	66	281	328	4.27

2008-2023 он хүртэл СГС ХХК 6.5-35м³ шанагатай экскаваторуудаар нүүрс олборлолтын ажил хийж гүйцэтгэж байсан, Тухайн цаг үед уурхайгаас 0.5м-с доош зузаантай нүүрсийг ялгаж авах боломжгүй тул шууд хөрсний овоолго руе хаяж байсан. Доорх зурагт 0.2-0.5м зузаантай нүүрсний харийн үеийг харууллаа.



Зураг 7. Мөрөгцөгийн нөхцөл байдал

III. НҮҮРСНИЙ ХАЯГДАЛ БОЛОН БОХИРДОЛТЫН СУДАЛГАА

Тухайн ордын тогтоц, ашиглаж буй техник тоног төхөөрөмжөөс хамаардаг. Нүүрсний ил уурхайн нөхцөлд нүүрсний хаягдал, бохирдлыг дараах байдлаар тооцдог.

- Нүүрсний давхаргын ул, таазны хаягдал бохирдол
- Нүүрс ангилан ялгах, олборлох үед гарах нүүрсний хаягдал, бохирдол
- Экскаваторын ажлын талбай, доголын хажууг цэвэрлэх үеийн хаягдал бохирдол
- Экскаваторын орлуудын хоорондох хамгаалалтын цулд үлдээсэн хаягдал
- Нүүрсийг ачиж буулгах, тээвэрлэлтийн үед гарах хаягдал

Хаягдал тооцох томъёолол:

$$X = x_T * K_M * K_D * K_{XB} \quad (1)$$

x_T - хүснэгтэд тусгасан хаягдал бохирдлын тоон үзүүлэлт

K_M - Давхаргын зузааныг тооцох коэффициент

Кд-Олборлолтын доголын өндрийг тооцох коэффициент

Кхб - Бохирдол хаягдлын эдийн засгийн оновчтой харьцаагаар хаягдал тооцох коэффициент

Кбх - Бохирдол хаягдлын эдийн засгийн оновчтой харьцаагаар бохирдол тооцох коэффициент

№	Уналын өнцгөөс хамаарах Х, б, бохирдлын хэмжээ, %								
		0	0-5°	6-10°	11-15°	16-20°	21-50°	51-70°	71-90°
1	Давхарга хэлбэрийн тогтвортой зузаантай нүүрс	1.5	1.6	1.9	2.2	2.5	2.7	2.4	2.2

Зураг 8. Нүүрсний давхаргын хэлбэр, уналын өнцгөөс хамаарах хаягдал бохирдлын жишиг үзүүлэлт

Давхаргын зузаан м	Км	Олборлолтын доголын өндөр, м	Кд	Бохирдол ба хаягдлын харьцаа	Кхб	Кбх
1	2.2	5	0.75	0.4	1.42	0.58
2	2	6	0.8	0.6	1.86	0.84
3	1.8	7	0.85	0.8	1.1	0.9
5	1.6	8	0.9	1	1	1
10	1.4	9	0.95	1.5	0.8	1.2
20	1.2	10	1	2	0.66	1.34
30	1.1	11	1.05	3	0.6	1.5
50	1	12	1.1	4	0.4	1.6
100	0.9	13	1.15	6	0.28	1.72
150	0.8	14	1.2	8	0.32	1.88
200 ба их	0.7	15	1.25	10 ба их	0.18	1.82

Зураг 9. Нүүрсний хаягдал, бохирдол тооцох параметрууд

СГС ХХК-н ордуудын хувьд ТЭЗҮ-д тусгагдсан хаягдал бохирдолтын хувийг доорх хүснэгтэд харууллаа.

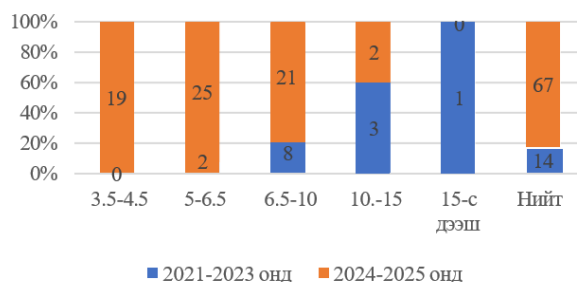
Хүснэгт 2. Хаягдал бохирдолтын хувь

№	Ордын нэр	Хаягдал (%)	Бохирдол (%)
1	Овоот толгой	2.10%	10.80%
2	В талбай	4.24%	3.43%
3	Төв Сүмбэр	2.78%	7.32%
4	Загсүүж	6%	5%
5	Билүүт	5%	4.30%
6	Жаргалант	5.40%	4.90%
7	Зүүн Сүмбэр, Билүүт, Жаргалант	4.54%	6.36%

СГС ХХК- нь 2024 оноос бохирдолтой нүүрсийг бохирдлоос ялгах зориулалттай хүчин чадал сайтай хуурай баяжуулах 2 үйлдвэр ашиглалтад оруулснаар нүүрсийг хаяхыг болиулж нарийн үеүдийг олборлож эдийн засгийн үр өгөөжийг нэмэгдүүлэх шаардлага үүссэн. Ингэснээр 2024 оноос ажиллах туслан гүйцэтгэгч компаниудыг нүүрс ангилан ялгахад шаардлагатай 3.5-5мЗ-н шанагатай экскаваторуудтай байх шаардлага тавьж гэрээний заалтад нүүрс хаясан тохиолдолд зах зээлийн үнээр тооцож акт тогтоох заалт оруулснаар нүүрс нүүрс хаягдалгүйгээр олборлож овоолго үүсгэж байна.

Мөн хөрсний овоолго руу нүүрс хаяуулахгүй байхыг хянах нүүрс хяналтын ажилтанг шинээр бий болгосноор хяналт сайжирч нүүрс хаях гэдэг ойлголтгүй болсон байна. Том шанагатай экскаватороор ялган авах боломжгүй хаягддаг нүүрсний үеүдийг жижиг шанагатай экскаватороор ялгаж бохирдолтой нүүрсний овоолго үүсгэж байна. Сүүлийн 5 жилд төслийн талбайд ажилласан экскаваторуудыг шанаганы багтаамжаар нь ангилан харууллаа. 2021-2023 оны хооронд 6.5мЗ- с том шанагатай экскаватороор нүүрсийг ангилан ялгаж ажиллаж байсан бол 2024-2025 онд нүүрсийг ангилан ялгах зориулалттай 3.5-4.5мЗ-н шанагатай экскаватор нийт ажиллаж байгаа экскаваторын 28.3%-г эзлэж байсан байна.

Экскаваторын тоо



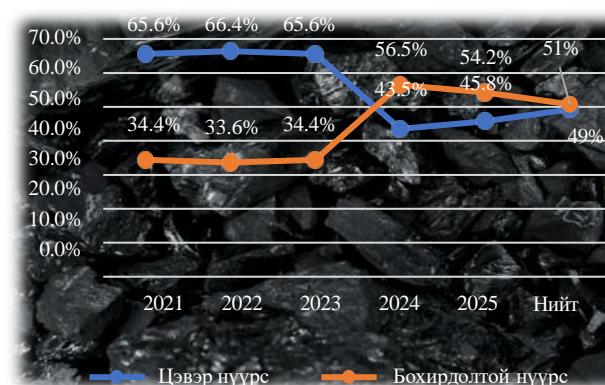
Зураг 10. Хөрс хуулалт болон нүүрс олборлолтод ажиллаж буй экскаваторуудын мэдээлэл

Том шанагатай экскаватороор нүүрс ангилан ялгах үед шанаганы багтаамжаас хамааран 0.2-1м хүртэлх зузаантай нүүрсний үеийг ялган авах боломжгүй шууд хаяж байсан тул тухайн жилүүдэд бохирдолтой нүүрсний хувь хэмжээ харьцангуй бага байсан. Жижиг шанагатай экскаваторууд нэмэгдүүлж, геологийн хяналтыг сайжруулснаар сүүлийн 2 жилд бохирдолтой нүүрсний хувь хэмжээ тодорхой хувиар нэмэгдсэн. 2021-2023 онд бохирдолтой нүүрсний хэмжээ тухайн жилийн нийт нүүрсний 34.1%-г эзлэж байсан бол 2024-2025 онд олборлосон нийт нүүрсний 55.3% болж өссөн байна.

2024-2025 онд нүүрс ангилан ялгах тоног төхөөрөмжийн шанагийг багасгаж, хяналтыг сайжруулснаар хаягдаж байсан 2.1%-н хаягдлыг 0 хувь болгон бууруулсан. Ингэснээр 2024-2025 онд хаягдах боломжтой байсан 471.78мян.тн нүүрсийг бохирдуулан олборлосон байна.

Хүснэгт 3. Нүүрс олборлолтын хэмжээ

Сүүлийн 5 жилийн нүүрс олборлолтын хэмжээ, мян.тн			
	Цэвэр нүүрс	Бохирдолтой нүүрс	Нийт нүүрс
2021	893	468	1,362
2022	463	235	698
2023	2,653	1,391	4,043
2024	4,436	5,757	10,193
2025	5,619	6,654	12,273
Нийт	14,064	14,504	28,568



Зураг 11. Нүүрс олборлолтын харьцаа

Бохирдуулан олборлосон нүүрсэн дэх бохирдлын хувь хэмжээг тогтоохын тулд мөрөгцөг тус бүрээс дээжлэлт хийж лабораторт туршилт хийж бохирдлын хувь хэмжээг тодорхойлсон.бохирдлыг хувь хэмжээг тодорхойлохдоо дараах алхамын дагуу хийж гүйцэтгэсэн.

Алхам 1. Гэрээт компаний үүсгэсэн бохирдолтой нүүрсний овоолгоос ашиглалтын геологич болон техник геологич өдөр шөнийн ээлжинд тус бүр 1 ш дээжийг авч лабораторит өгнө. Дээжлэлтийг тухайн овоолгийг төлөөлөх чавдар бүхий хэсгээс жигд торлож олон цэгээс 5-8 кг жинтэйгээр авна

Алхам 2. Баяжуулах үйлдвэрийн зүгээс Бохирдолтой нүүрсэнд агуулагдах цэвэр нүүрс болон бохирдлын хэмжээг лаборатори болон үйлдвэрийн туршилтын аргуудаар нарийвчлан тогтооно.

Аргачлалын хувьд гравиметрийн аргыг ашиглана. Өгсөн дээжийг тэнцүү хуваана. Нүүрс ба чулуу нь өөр өөр нягттай тул тусгай нягттай шингэн (ZnCl₂ уусмал) ашиглана.

Нягтаар хөвдөг (нүүрс) болон живдэг (чулуу) хэсгийг салгаж, тус бүрийн массыг хэмжинэ.

Алхам 3. Лабораториос гарсан дээжний үр дүнгээр тухайн сарын Бохирдолтой нүүрсэнд агуулагдах цэвэр нүүрс болон завсрын

бүтээгдэхүүн, бохирдлын хэмжээг тооцон модель гүйцэтгэлийн харьцуулалтыг хийнэ.

Лабораторын түвшинд судалгааны үр дүнгээр 100 тн бохирдолтой нүүрсний 51.58 хувь хаягдал эзэлж байгааг тодорхойлсон болно.

Хүснэгт 4. Бохирдолт тодорхойлох судалгааны үр дүн

Компани	Анхдагч дээжийн үнслэгийн агуулга	Бохирдолтой нүүрсэнд агуулагдах цэвэр нүүрсний хэмжээ (%)	Завсрын бүтээгдэхүүний хэмжээ (%)	Хаягдлын хэмжээ (%)
Засагт Хаан	48.71	37.54	13.81	48.65
Жин хө Фэнг	48.78	38.91	13.40	47.70
СиноХайдро	57.76	29.93	13.11	56.95
Гиг Эйч майнинг	49.76	38.56	10.61	50.83
Би Энд Юу майнинг	52.65	35.58	14.02	50.40
Тайго майнинг	56.07	32.33	12.74	54.93
Нийт дундаж	52.29	35.48	12.95	51.58

2021-2023 онд 130.9 мян.тн цэвэр нүүрсийг олборлож чадахгүйгээр хаясан бол 2024-2025 онд бохирдуулан олборлосноор 481.9 мян.тн цэвэр нүүрсийг хаяхгүйгээр бохирдуулан 934.3 мян.тн бохирдолтой нүүрс болгон олборлож овоолго үүсгэсэн. Хаялгүйгээр бохирдуулан олборлож авснаар НБҮ болон ХБҮ-р боловсруулан борлуулах боломжтой болж байна.

Хүснэгт 5. Боломжийн тооцоолол

Үзүүлэлт	2021-2023	2024-2025	Нийт
Цэвэр нүүрс, мян.тн	4,009	10,055	14,064
Бохирдолтой нүүрс, мян.тн	2,093	12,411	14,504
Нийт нүүрс, мян.тн	6,103	22,466	28,568
Бохирдлын хувь хэмжээ	51.58%	51.58%	51.58%
Хаягдлын хувь хэмжээ	2.1%		2.1%
Бохирдолтой нүүрсэн дэх цэвэр нүүрсний хэмжээ, мян.тн	1,080	6,402	7,481
Хаягдсан цэвэр нүүрсний хэмжээ, мян.тн	130.9		130.9
Хаягдах боломжит цэвэр нүүрсний хэмжээ, мян.тн		481.9	481.9
Хаягдлыг бууруулснаар бохирдуулан олборлосон бохирдолтой нүүрсний хэмжээ, мян.тн		934.3	934.3

СГС ХХК-д өнөөдрийн байдлаар дараах баяжуулах үйлдвэрүүдийг барьж ашиглалтад оруулаад байна. Нүүрсийг нойтон технологиор баяжуулах үйлдвэр /НБҮ/ байгуулах төслийг 2016 оны I улирлаас эхлэн хэрэгжүүлж, 2018 оны 2-р улиралд бүрэн хүчин чадлаар ашиглалтанд оруулсан. 2024 оны II улиралд үйлдвэрийн тоног төхөөрөмжийг бүрэн

шинэчлэлт хийсэн. /Жилийн 1.5-1.8 сая тонн нүүрс баяжуулах хүчин чадалтай/

ZM300 маркийн FGX технологийн хуурай аргаар баяжуулах үйлдвэрийн /FGX-1/ иж бүрэн тоног төхөөрөмжийг угсран ажиллуулж байна. /Жилийн 1.2-1.6 сая тонн нүүрс баяжуулах хүчин чадалтай/

ZM1000 маркийн FGX технологийн хуурай аргаар баяжуулах үйлдвэрийн /FGX-2/ иж бүрэн тоног төхөөрөмжийг угсран 2024 оны 10-р сараас туршилтаар ажиллуулж эхэлсэн. /Жилийн 4-6 сая тонн нүүрс баяжуулах хүчин чадалтай/



Зураг 12. 2018-2025 НБУ-н гарцын мэдээлэл



Зураг 13. ХБУ-н гарцын мэдээлэл

Хаялгүйгээр бохирдуулан олборлосон 934.3мян.тн нүүрсийг ХБУ-р боловсруулан гарах үр ашгийг тооцооллоо.ХБУ нь бохирдолтой нүүрсийг боловсруулан эрчим хүчний нүүрс гаргадаг.

Хүснэгт 6. ХБУ-руу орох анхдагч нүүрсний чанарын үзүүлэлт

	Нийт чийг, M_t , %	Үнслэг	Дэгдэмхий бодисын гарц, V_{daf} , %	Нийт хүхрийн хэмжээ, S_t %	Тогтмол нүүрсгөрөгч, FC_{DB}	Илчлэг, $Q_{ар}$, ккал/кг
		A_{daf} , %				
W/F	2.4	42.2	42.68	1.3	32.8	3660

Хүснэгт 7. ХБУ-н боломжийн чанарын үзүүлэлт

	Нийт чийг, M_t , %	Үнслэг	Дэгдэмхий бодисын гарц, V_{daf} , %	Нийт хүхрийн хэмжээ, S_t %	Тогтмол нүүрсгөрөгч, FC_{DB}	Илчлэг, $Q_{ар}$, ккал/кг
		A_{daf} , %				
F	3.38	30.93	41.69	1.15	39.9	4960

Хүснэгт 8. ХБУ-руу орох анхдагч нүүрсний чанарын үзүүлэлт

	Хэмжээ, тн
Анхдагч нүүрс	934,278
Гарц, %	51.47%
Баяжмал, тн	480,873
Хаягдал, тн	453,405

Хүснэгт 9. 2025 оны нүүрсний дундаж үнэ

Ангилал	Үнэ, доллар
А, (А-) нүүрс	63.4
В нүүрс	46.6
НБУ баяжмал/WB/	49.8
ХБУ баяжмал F нүүрс	30.9

Хүснэгт 10. 2025 оны борлуулалтын орлого

Үзүүлэлт	Хэмжээ
Борлуулах нүүрсний хэмжээ, тн	480,873
Борлуулах үнэ, доллар	30.90
Борлуулалтын орлого, мян.доллар	14,858.97

Хүснэгт 11. Үр ашгийн тооцоо

Үзүүлэлт	Хэмжээ \$
Боловсруулах нүүрсний хэмжээ, тн	934,278
Нүүрс баяжуулах өртөг	5.00
Баяжуулах зардал	4,671,390.62
Тэжээлийн нүүрс зөөх зардал	1,321,201.39
Хаягдал зөөх зардал	585,204.14
Нийт гарах зардал	6,577,796.15
Амнат тооцох үнэ	35
Амнат тооцох хувь	10.00%
Амнат татвар	3,269,973.44
Борлуулалтын орлого	14,858,974.18
Татварын өмнөх ашиг	5,011,204.60

ДҮГНЭЛТ

Байгалын шавхагдах нөөцийг хаягдалгүйгээр бүрэн ашиглах нь хамгийн чухал. Нүүрсний давхраасууд нарийн, олон үетэй үед тоног төхөөрөмжийн хослолыг оновчтой

сонгож, хяналтыг сайжруулснаар хаягдлын хувь хэмжээг бууруулах боломжтой гэлгийг манай компанийн хэрэгжүүлсэн туршлага харуулж байна. Жижиг шанагатай экскаваторын хослол ажиллуулж хяналтыг сайжруулснаар хаягдах байсан нүүрсийг бохирдуулан олборлож, боловсруулснаар 14.8 сая. долларын борлуулалтын орлого олж 5 сая. долларын татварын өмнөх ашиг олох боломжтой байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] “Овоот толгой уурхайн ТЭЗҮ” АМС ХХК, 2022 он.
- [2] “Төв сүмбэрийн ордын ТЭЗҮ” АМС ХХК, 2022 он.

[3] “Загсүүжийн ордын ТЭЗҮ” Гоулдман ХХК, 2025 он.

[4] “Билүүт, зүүн сүмбэр жаргалант ТЭЗҮ” Гоулдман ХХК, 2024 он

[5] Овоот толгой уурхайн 2021-2025 оны УА-н тайлан

[6] “Босоо уналтай нүүрсний хаягдал бохирдолт тооцох судалгааны ажил ” мэргэшсэн инженерийн судалгаа

[7] СГС ХХК-н нүүрс борлуулалтын тайлан

[8] СГС ХХК-н санхүүгийн тайлан

Цахим эх сурвалж:

[9] <https://www.mongolbank.mn/>

[10] <https://www.legalinfo.mn/>

[11] <https://mrpam.gov.mn/>

[12] <https://www.uuluurhai.mn>

[13] <https://www.southgobi.com/html/index.php> [

14] <https://mof.gov.mn/article/entry/2025-10>

БАГАНУУРЫН ИЛ УУРХАЙН НҮҮРСНИЙ ӨӨРӨӨ ШАТАЛТЫГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА

Н.Галбадрах¹, Ц.Ариунжаргал¹

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурайн сургууль, Уурхайн технологийн тэнхим
glbdrh123@gmail.com

Хураангуй— Багануурын уурхай нь төвийн бүсийн цахилгаан станцуудыг нүүрсээр найдвартай ханган ДЦС-4 50%, ДЦС-3 100%, ДЦС-2 100%, ДДЦС 30%, ЭДЦС 10%, Амгалан ДС 25%, Багануур ДС 100%, орон нутгийн дулааны станцууд болох Төв, Сэлэнгэ, Хэнтий, Хөтөл, Налайхыг 50-100% ханган ажиллаж байна. Нүүрсний өөрөө шаталт бүх нүүрсэнд явагддаг бөгөөд хүрэн нүүрс хамгийн их өртөмтгий байдаг. Нүүрсний давхаргын өөрөө шатаах процесст геологийн үүсэл, нүүрсний чанар гол үүрэг гүйцэтгэдэг учраас чанараараа ялгаатай нүүрсний өөрөө шаталтын геологийн хүчин зүйлсийг судалж, шинэ үзэл баримтлалыг боловсруулах нь чухал байна. Багануурын хүрэн нүүрсний уурхайд 2024 оны байдлаар нүүрсний өөрөө шаталт 130 удаагийн давтамжтайгаар ойролцоогоор 15 мянган тонн нүүрс шатсан судалгаа байдаг. Иймээс уг судалгааны ажлын хүрээнд нүүрсний өөрөө шаталт үүсэх шалтгаан, бууруулах боломж, нүүрсний исэлдэлт, халалт, өөрөө шаталтын процесс үүсэх температур зэргийг судлахаар зорилго тавин ажиллаа.

Түлхүүр үг— нүүрсний чанар, нүүрсний өөрөө шаталт, хүрэн нүүрс

I. УДИРТГАЛ

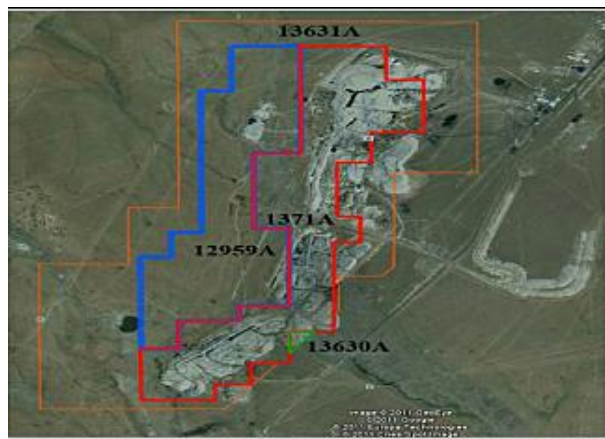
Багануурын нүүрсний орд нь Төв аймгийн нутагт Улаанбаатар хотоос зүүн өмнө зүгт 110 км-т Баяндэлгэр сумаас зүүн тийш 15 км зайд оршдог. Зүүн хойшоо сунаж тогтсон 15 км урт, 8 км өргөн. Багануурын ордын нүүрс нь Б2 маркийн, чийгшилт дунд зэрэг 13-20%, үнслэг 9,5%, дэгдэмхий бодисын гарц 38-40%, шаталтын дулаан ялгаруулалт 6780 калл/кг, пиритийн агуулга ихтэй. Багануур ХК Ашигт малтмалын тухай хууль батлагдсаны дараа “Нарийний тал”-1371А дугаартай ашиглалтын тусгай зөвшөөрлийг эхлэж авсан байдаг бөгөөд тусгай зөвшөөрлийг эхлэж ордын нэрээр олгож байсан тул “Нарийний тал-1”-13630А, “Нарийний тал” 13631А, А дугаартай тусгай зөвшөөрлүүдийг нөхөн авсан байна.

Багануур ХК нь анх 1978 онд байгуулагдсан бөгөөд 1995 онд төрийн өмч давамгайлсан хувьцаат компани болж өөрчлөгдсөн. Нийт хувьцааны 75%-ийг төр, 21%-ийг АНУ-ын Хайрвет компани, үлдсэн 4%-ийг дотоодын жижиг компаниуд эзэмшдэг. Багануурын нүүрсний уурхай нь 1978 оноос 2006 он хүртлэх хугацаанд жилд дунджаар 2.8-3.2 сая тонн хүрэн нүүрс олборлож, 32.0-34.0 тэрбум төгрөгийн борлуулалт хийж, Монгол улсын нүүрсний хэрэгцээний 68%, төвийн түлшний хэрэгцээний 78%-ийг хангадаг байв. 2015 оны 2-р сард 100 дахь сая тонн нүүрсээ олборлосон. Багануурын хүрэн нүүрсний уурхайд 2024 оны байдлаар нүүрсний өөрөө шаталт 130 удаагийн давтамжтайгаар ойролцоогоор 15 мянган тонн нүүрс шатсан судалгаа байдаг. Иймээс нүүрсний өөрөө шаталт үүсэх шалтгаан,

бууруулах боломж, нүүрсний исэлдэлт, халалт, өөрөө шаталтын процесс үүсэх температур зэргийг судлахаар зорилго тавин ажиллаа.

II. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН СУУРЬ МЭДЭЭЛЭЛ

Уурхай одоогийн байдлаар тээвэртэй болон тээвэргүй гэсэн хосолсон системээр уулын 1-р хэсэг ба уулын 2-р хэсэг, шинэ хэсэг, уулын 5-р хэсэг гэсэн үндсэн 4 хэсэгт ашиглалтыг явуулж байна. Уулын ажлын өрнөлт нүүрсний давхраасын уналын дагуу явагдах бөгөөд нүүрсний уналаа дагаж жил ирэх тусам уурхай 4-6 м гүнзгийрч байдаг. Уурхайг ашиглах төслийн гүн 160.0 метр бөгөөд өнөөдрийн байдлаар уурхайн гүн уулын 1,2-р хэсэгт хамгийн их 103.5 метрт хүрээд байна. Үйлдвэрлэлийн жилийн хүчин чадал 4 сая тонн бөгөөд хэрэглэгчдийн хэрэгцээнээс хамаарч 3 сая тонн нүүрс олборлож, 11-12 сая шоо метр хөрс хуулж



Зураг 1. Багануурын хүрэн нүүрсний ордын байршил

байна. Жил бүр олборлох нүүрсний хэмжээ нэмэгдэж мөн түүнийгээ дагаад хөрс хуулалтын хэмжээ нэмэгдэж байгаа нь цаашид уурхайд ихээхэн хэмжээний хөрөнгө оруулалт шаардлагатай байгааг харуулж байна. Уурхай гүнзгийрч хөрс хуулалтын хэмжээ нэмэгдэж байгаас шалтгаалан хөрс хуулалтын хоцродол томоохон асуудал болж байгаа билээ. Тус уурхай нь эдгээр асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд инженер техникийн ажилтнуудын санал санаачлагийг хэрэгжүүлэн ажиллаж байгаа бөгөөд өөрийн санхүүгийн эх үүсвэрээс 2023 онд үндсэн үйлдвэрлэлд ашиглахаар хөрс, нүүрс тээврийн 60-90 тн даацын 4 автосамосвал, овоолгод ажиллах 1ш гинжит бульдозер болон нүүрс олборлох 6м³ шанагатай 1ш гидро экскаватор худалдан авсан байна. Мөн 2024 онд өөрийн санхүүгийн эх үүсвэрээр тус уурхай нь 18 тэрбум төгрөгөөр техник шинэчлэлт хийж 100 тн даацтай гурван хөрс тээврийн автосамосвал, нэг дугуйт бульдозер худалдан авч үйлдвэрлэлд ашигласан байна. 2025 оны байдлаар хөрс хоцродлыг тодорхой хэмжээгээр нөхөх зорилгоор хөрс хуулалтанд зориулж LIEBHERR-ын 15м³ шанагатай нэг гидро экскаватор худалдан авч хөрс хуулалтанд ажиллуулж байгаа бөгөөд ирэх онд 4ш зуун хувь цахилгаан автосамосвал худалдан авч ажиллуулах төлөвлөгөөтэй ажиллаж байна.

2024 оны байдлаар Багануурын уурхай нь төвийн бүсийн цахилгаан станцуудыг нүүрсээр найдвартай ханган ажиллаж байна. Тодруулбал: ДЦС-4 50%, ДЦС-3 100%, ДЦС-2 100%, ДДЦС 30%, ЭДЦС 10%, Амгалан ДС 25%, Багануур ДС 100%, орон нутгийн дулааны станцууд болох Төв, Сэлэнгэ, Хэнтий, Хөтөл, Налайхыг 50-100% ханган ажиллаж байна.

Нүүрсний өөрөө шаталт бүх нүүрсэнд явагддаг бөгөөд хүрэн нүүрс хамгийн их өртөмтгий байдаг. Нүүрсний давхаргын өөрөө шатаах процесст геологийн үүсэл, нүүрсний чанар гол үүрэг гүйцэтгэдэг учраас чанараараа ялгаатай нүүрсний өөрөө шаталтын геологийн хүчин зүйлсийг судалж, шинэ үзэл баримтлалыг боловсруулах нь чухал юм. Үүнд:

А. Геологийн хүчин зүйл:

- нүүрсний давхарга үүсэх генетикийн шинж чанарыг судлах, хянах;
- нүүрсний өөрөө шаталтыг судлах, урьдчилан таамаглах аргыг боловсруулах;
- геологийн бүтэц, нүүрсний чанар, өөрөө шаталтын процессыг судлах;

- нүүрсний өөрөө шаталтын геологийн хүчин зүйлийн оновчтой цогцолборыг сонгох;

- геомэдээлэл ашиглан нүүрсний аяндаа шаталтыг урьдчилан таамаглах аргыг бий болгох.

В. Технологийн хувьд. Нүүрсний өөрөө шаталтын шалтгааныг гурван бүлэгт хуваадаг.

- Эхний бүлэг нь нүүрсний давхарга үүсэх нөхцөл, төмрийн сульфидын агууламж нэмэгдэх, чийгшил, нүүрсэн дэх метаны агууламж, тектоник хагарал, ан цавын байдал гэх мэт орно.

- Хоёр дахь бүлэгт өөрөө шаталтын физик, химийн шалтгаанууд, үүнд нүүрсний метамороф процесс, нүүрсний химийн найрлага, үндсэн чулуулаг ба чулуулгийн давхарга, тэдгээрийн бат бэх шинж чанар, нүх сүвэрхэг чанар, ан цав зэрэг орно.

- Гурав дахь бүлэг нь нүүрсний өөрөө шаталтын тектоник ан цавын шалтгаанууд энэ нь нүүрсийг бутлах, нунтаглахад хүргэдэг ба нүүрсний давхаргад хүчилтөрөгчийн идэвхтэй харилцан үйлчлэлийн гадаргууг нэмэгдүүлдэг.

Судалгаа ажил нь дараах асуудлыг шийдвэрлэхэд оршино. Үүнд:

1. Галын аюул, түүнтэй тэмцэх арга, аргачилал боловсруулах:

- Багануурын хүрэн нүүрсний ордын уул-геологи, уул-техникийн нөхцөл, цаг уурын нөхцөл, тэдгээрийн ангилалыг судлах.

- Ил уурхайн агаар мандал, эрүүл ахуйн нөхцөлд гал түймрийн нөлөөллийн судалгаа.

- Галын аюулын эдийн засгийн үнэлгээ.

Багануурын нүүрсний ордод гарсан өөрөө шаталтыг нүүрсний исэлдэлтийн үетэй тохирч байгаа хамгийн бага эгзэгтэй утгыг тодорхойлох хөдөлгөөний хурдыг нэмэгдүүлэх нь чулуулгийг нягтруулах замаар боловсруулсан орон зайн руу хүчилтөрөгчийн исэлдэлтийг зогсоож, өөрөө шаталтаас урьдчилан сэргийлэх боломжтой болгодог.

Багануурын нүүрсний уурхайд нүүрсний өөрөө шаталтаас үүдсэн гал гарсан мөргөцөг, доголд үзлэг хийж шаардлагатай тоног төхөөрөжмийг ажиллах талбай засаж бэлтгэх, Шаардлагатай үед зам усалгааны машинаар галыг унтраах, хөргөх, Галтай нүүрсийг тээвэрлэх технологийн автомашин явах зам

засуулах, Галтай нүүрсийг экскаватороор технологийн автомашинд ачуулах, Галтай нүүрсийг технологийн автомашинаар тээвэрлэж овоолгод буулгах ажлыг Бульдозер, Экскаватор, Технологийн автомашины тусламжтайгаар галыг бүрэн унтраах, галыг бүрэн ачилт хийж дуусан эсэхийг Галын аюулгүй байдлыг хангах Ж-18-ХАБЭАХ-15-01 журмыг баримтлан хянах ажлыг зохион байгуулан ажиллаж байна.



Тухайн ажил, нөхцөл байдалд тохирсон нэмэлт зааварчилгааг мастер, инженер нь тасралтгүй өгч, хяналт тавих, даацаас хэтрүүлэх, халиулж ачихыг хориглох зэрэг арга хэмжээ авч байна.

III. НҮҮРСНИЙ ӨӨРӨӨ ШАТАЛТЫГ БУУРУУЛАХ БОЛОМЖ, ШИЙДЭЛ

Нүүрсний уурхайн салбарт хамгийн аюултай нөхцөл байдлын нэг бол нүүрсний өөрөө шаталт юм. Нүүрсний аяндаа шаталтаас үүдэлтэй шаталт нь уурхайн ажилчдын эрүүл мэнд, амь насанд ихээхэн эрсдэл учруулдаг. Нүүрсний өөрөө шаталтын улмаас уул уурхайн үйл

ажиллагаа удаан хугацаагаар зогсох, нөөцийг хамгаалах зэрэг нь уул уурхайн үйлдвэрийн технологи, эдийн засгийн үзүүлэлтүүдийг буурах үндсэн шалтгааны нэг болдог. Иймд нүүрсний ордын өөрөө шаталтыг бууруулах, шалтгааныг судлах шаардлага тулгарч байна. Байгалийн болон уул-геологи, уул-техникийн хүчин зүйлүүд нь нүүрсийг өөрөө шатах, түймэр гарахад хүргэдэг. Нүүрсний геологийн шинж чанар, химийн идэвхжил нь байгалийн хүчин зүйл, шалтгаан болж байна. Уул уурхайн хүчин зүйл нь уурхайн технологийн үйл ажиллагаатай холбоотой гэж үздэг.

Олон улсын практикт хүрэн нүүрсний уурхайд нүүрсний өөрөө шаталтаар нийт нүүрсний нөөцийн долоо хүртэл хувь өртдөг гэсэн судалгаа байдаг [3].

Хүчилтөрөгчийн исэлдэлтийн үеийн нүүрсний химийн идэвхжил нь нүүрсийг өөрөө шатах гол хүчин зүйл болдог. Нүүрсний өөрөө шаталт нь хүчилтөрөгчийн урсгал, дулааны солилцооноос хамаарна. Иймээс химийн идэвхжил нь нүүрсний өөрөө шатах хандлагатай холбоотой харьцангуй үзүүлэлт юм. Ижил гадаад нөхцөлд химийн идэвхжил өндөр байх тусам нүүрс илүү хурдан шатдаг. Нүүрсний өөрөө шатах чадварыг тодорхойлоход бага температуртай нүүрсний химийн идэвхжилийг харгалзан үзэх шаардлагатай.

Нүүрсний өөрөө шатаах хандлагын гол үзүүлэлт нь тогтмол сорбцийн хурдаар тодорхойлогддог температурын орчинд исэлдэлтийн химийн идэвхжил юм. Сорбцийн хурд /нүүрсний агаар дахь хүчилтөрөгчийг шингээх чадварыг тодорхойлох үзүүлэлт/-ны тогтмол нь нүүрсний задралын зэрэг болон уулын цул дахь нүүрсний чийгийн агууламжтай холбоотой байдаг. Нүүрсний химийн идэвхжил нь метаморфизмын түвшинд орсон нүүрсний түвшнээс хамаарч харилцан адилгүй бөгөөд хувирах түвшин нэмэгдэх тусам идэвхжил буурдаг. Нүүрсний өөрөө шаталт явагдахаас өмнө нүүрсний шаталтын далд үе / нэг төлөвөөс халаалтаас хоёр дахь шаталт руу шилжихэд зарцуулсан хугацаа/ явагддаг гэж үздэг. Түүний үргэлжлэх хугацааг судалсны дараа та нүүрсний давхаргыг олборлох аюулгүй аргыг сонгож, нүүрсийг аяндаа шатаах, дотоод гал түймэр

үүсэхээс урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээг тодорхойлж болно.

Нүүрсний халалтын процесс нь хүчилтөрөгчтэй исэлдэлтийн үр дүнд түүний температурыг нэмэгдүүлдэг. Халалт үүсэх хурд нь нүүрсний химийн идэвхжил, агаарын урсгалын нөхцөл, хүрээлэн буй орчинд дулаан дамжуулах боломжоос хамаарна.

Ил уурхайн галын аюул, байгалийн агааржуулалт, дулааны нөхцөл нь уурхайн уулын ажил явуулж буй талбай, уур амьсгал, ил уурхайн бичил уур амьсгалаас ихээхэн хамаардаг.

Хэрэв халаалтын температур тодорхой утгад хүрвэл халаалтын процесс нь өөрөө гал асаах процесс болж хувирдаг. Нүүрсний өөрөө шаталтын далд хугацааны үргэлжлэх хугацаа нь нүүрсний байгалийн хүчилтөрөгчөөр исэлдэх хандлага, гадаад нөхцөл байдлаас хамаарна.

Нүүрсний өөрөө шатах исэлдэх процесс 60-70⁰С үед явагдах ба үүнээс бага температурын төлөвт өөрөө шаталт зогсоно, харин 80-130⁰С хэмтэй үеийг эгзэгтэй үе буюу шаталтын процессд шилжих үе буюу эндоген галын эхний үе шат гэж үздэг [5].

Хүрэн нүүрсний хүчилтөрөгчийг шингээх хурдны судалгааг хийснээр нүүрсний өөрөө шатах хугацааг тодорхойлон уул уурхай, геологийн зарим орчинд эндоген гал түймрийг илрүүлэх, урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээг үр дүнтэй шийдвэрлэх боломжтой гэж үзсэн байна [3].

Нүүрсний исэлдэлт, халалт, өөрөө шатах процессийн үргэлжлэх хугацаа, түүний үе шатууд нь шаталтын голомтод нөлөөлөх бололцоо олгодог ба гал түймрээс урьдчилан сэргийлэх, унтраах ажлын үр дүн голомтыг өөрөө халалтын үе шатанд нь буюу эрт үед нь илрүүлэх, мон галын голомтын байрлалыг зөв тогтоохоос шалтгаалдаг байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Багануурын нүүрсний уурхайн олборлолтод нөөц талбай үүсгэхгүй байх, агуулахын нөөцийг богино хугацаанд хэрэглэгчдэд хүргэх нь өөрөө шаталтыг тодорхой хэмжээнд мэдэгдэхүйц бууруулж байна.
2. Цаашид нүүрсний дотоод температур хэмжих, нүүрсний дулаан хуримтлал болон өөрөө шаталт үүсгэх хүчин зүйлийг тодорхойлох хийх багаж тоног төхөөрөмж судалгааны ажлыг явуулах шаардлагатай байгааг тогтоолоо.

НОМ ЗҮЙ

- [1] Багануурын хүрэн нүүрсний ил уурхайн Техник эдийн засгийн үндэслэлийн хураангуй, УБ., 2022 он.
- [2] Багануурын нүүрсний ил уурхайн нүүрсний чанарын үзүүлэлтүүдийн тайлан.
- [3] UDC 622.822. Т.Г.Акбаров, М.А.Исраилов, Ю.Т.Нурбобоев. Нүүрсний өөрөө шаталтын шалтгаан, Ангранны хүрэн нүүрсний уурхайн жишээн дээр. Ташкент улсын техникийн их сургууль.
- [4] Д.Аюурбунь “Эрдэм шинжилгээний илтгэл бичих аргууд”. УБ 2007он.
- [5] Лили Динг., Цян Зэн. Хятад улсын Шинжаан дахь Кержяны уурхайн бүсийн нүүрсний аяндаа шаталтын шинж чанарын судалгаа

ТАВАНТОЛГОЙН ЦАНХИЙН БАРУУН УУРХАЙН УРТ ХУГАЦААНЫ ТӨЛӨВЛӨЛТ

Г.Миеэсэнгэ¹, Ж.Ижилмаа

¹ ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн тэнхим
miyesenge@gmail.com¹

Хураангуй: Тавантолгойн чулуун нүүрсний ордын Цанхийн баруун уурхайн орд ашиглалтын жилүүдэд нүүрс олборлолтын харьцааг хэрхэн хангасан эсэхийг судлах цаашдын жилүүдэд хэрхэн оновчтой олборлож ашиглалтын жилүүдийг нэмэгдүүлж нэмүү өртөг шингэсэн бүтээгдэхүүн гаргах талаар судлах төлөвлөх зорилготой боловсруулалт хийв.

Түлхүүр үг: Тавантогой нүүрсний орд, баруун уурхайн одоогийн нөхцөл байдал, нүүрс олборлолтын харьцаа.

I. УДИРТГАЛ

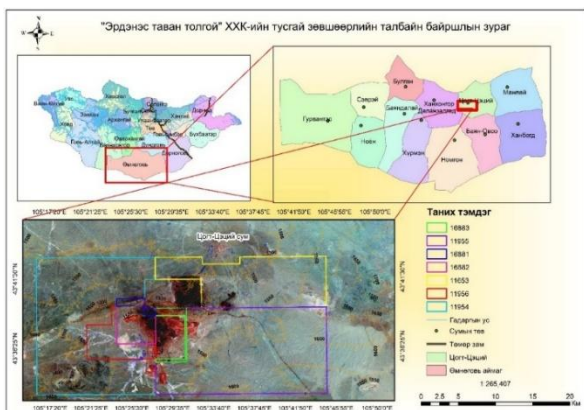
Тавантолгойн орд нь Монгол Улсын стратегийн ач холбогдол бүхий, коксжих нүүрсний дэлхийн хэмжээний томоохон ордуудын нэг бөгөөд Цанхийн Баруун уурхай нь уг ордын гол олборлолтын бүсэд хамаардаг. Иймд тус уурхайн урт хугацааны төлөвлөлт нь эдийн засаг, техник-технологи, байгаль орчин, нийгмийн олон талт хүчин зүйлсийг уялдуулан оновчтой шийдэх зайлшгүй шаардлагатай юм. Нэгдүгээрт, нөөцийн үр ашигтай ашиглалт нь урт хугацааны төлөвлөлтийн гол үндэслэл болно. Цанхийн Баруун уурхайн нүүрсний нөөц нь чанар, үе давхаргын бүтэц, олборлолтын нөхцлөөрөө харилцан адилгүй тул уурхайн ашиглалтын хугацаанд алдагдал багатай, олборлолтын дээд үр ашиг хангахуйц байдлаар уурхайн хил хязгаар, олборлолтын дарааллыг шинжлэх ухаан, тооцооллын үндэслэлээр тогтоох шаардлагатай. Хоёрдугаарт, эдийн засгийн тогтвортой байдал чухал үндэслэл юм. Нүүрсний дэлхийн зах зээлийн үнийн хэлбэлзэл, экспортын нөхцөл, тээвэр логистикийн зардал зэргийг харгалзан уурхайн урт хугацааны үйлдвэрлэлийн хүчин чадал, хөрөнгө оруулалтын өгөөж, ашигт ажиллагааг урьдчилан тооцоолох нь стратегийн ач холбогдолтой. Урт хугацааны төлөвлөлт нь уурхайн эдийн засгийн эрсдэлийг бууруулах, ашиглалтын оновчтой хувилбарыг сонгох боломжийг бүрдүүлнэ. Гуравдугаарт, техник, технологийн оновчтой шийдэл шаардлагатай. Ил уурхайн олборлолтын арга, техник тоног төхөөрөмжийн сонголт, хөрс хуулалтын коэффициент, уулын ажлын уялдаа холбоо нь урт хугацааны төлөвлөлтөөр тодорхойлогдоно.

Энэ нь үйлдвэрлэлийн бүтээмжийг нэмэгдүүлж, нэгж бүтээгдэхүүний өртгийг бууруулах үндэс болдог. Дөрөвдүгээрт, байгаль орчин, нийгмийн хариуцлага нь орчин үеийн уул уурхайн салшгүй хэсэг юм. Урт хугацааны төлөвлөлтөөр дамжуулан газрын эвдрэл, тоосжилт, усны нөөцийн ашиглалт, нөхөн сэргээлтийн ажлыг үе шаттай, зохистой хэрэгжүүлэх боломж бүрдэнэ. Мөн орон нутгийн хөгжил, ажлын байр, нийгэм-эдийн засгийн үр өгөөжийг тогтвортой хангахад чиглэсэн шийдлүүдийг төлөвлөлтөнд тусгана. Эцэст нь, улсын хөгжлийн бодлого, стратегитэй уялдах нь энэхүү сэдвийн чухал үндэслэл юм. Тавантолгойн орд нь Монгол Улсын экспортын орлогын томоохон эх үүсвэр тул Цанхийн Баруун уурхайн урт хугацааны төлөвлөлт нь уул уурхайн салбарын тогтвортой хөгжил, эдийн засгийн өсөлтийг дэмжих стратегийн баримт бичиг болж өгнө. Иймд “Тавантолгойн Цанхийн Баруун уурхайн урт хугацааны төлөвлөлт” сэдвийг судлах нь уурхайн нөөцийг эдийн засаг, техник, байгаль орчин, нийгмийн хувьд оновчтой ашиглах, Монгол Улсын уул уурхайн салбарын тогтвортой хөгжлийг хангах чухал ач холбогдолтой юм.

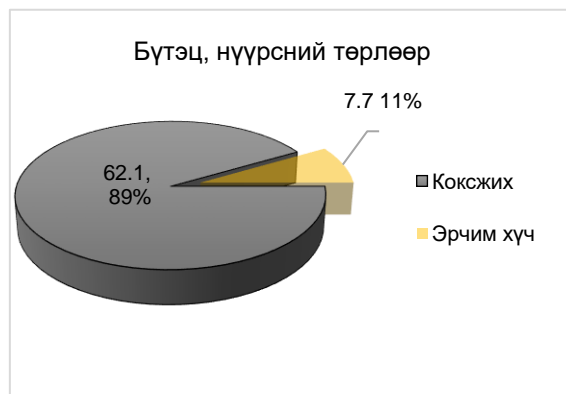
II. СУДАЛГААНЫ АРГАЧЛАЛ

1. Уурхайн ашиглалтын хугацаанд алдагдал багатай, олборлолтын дээд үр ашиг хангахуйц байдлаар уурхайн хил хязгаар, олборлолтын дарааллыг шинжлэх ухаан, тооцооллын үндэслэлээр тогтоох зорилгоор

2. Баруун уурхайн одоогийн нөхцөл байдал, олборлолтын процессын талаар судлах.



Зураг 1. Ордын ерөнхий байршил



Зураг 3. Нүүрс олборлолтын харьцаа

3. Уурхайн ирээдүйн 10 жилийн оновчтой төлөвлөлтийг судлах, тооцоолол хийх. Нүүрсний чанараас хамааруулан олборлолтын харьцааг оновчтой төлөвлөж уурхайн орд ашиглалтын хугацааг нэмэгдүүлэх.

4. Харьцуулалтын арга

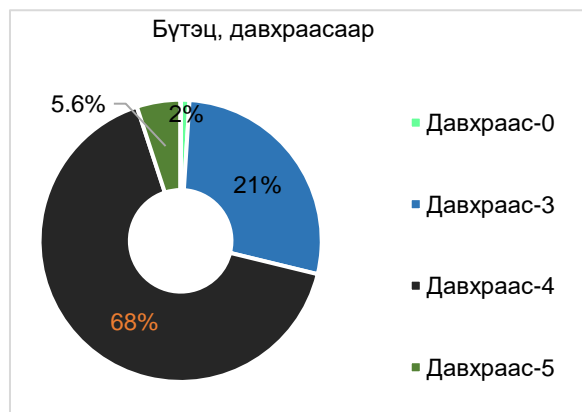
5. Мэргэжлийн программ хангамжид суурилсан тоон загварчлалын арга

6. Мэргэжлийн программ дээр оновчлол хийх

II. ЦАНХИЙН БАРУУН УУРХАЙН ӨНӨОГИЙН БАЙДАЛ.

Цанхийн баруун уурхайг 2013 оны 01 дүгээр сарын 13-нд олборлолтын ажил эхэлсэн ба одоогийн байдлаар 2,5-12.0 м3 утгуурын багтаамжтай 56ш экскаватортой, 650 орчим дамттай уулын олборлолтын ажил хийгдэж байна.

Өмнөх 13 жилийн хугацаанд өнөөг хүртэл Цанхийн баруун уурхайд нийт 69.8 сая тн нүүрс, 336.1 сая м3 хөрс хуулалт, нийт 385.9 сая м3 уулын цул олборлож, хөрс хуулалтын дундаж коэффициент 4.8 м3/тн байсан байна.



Зураг 2. Нүүрс олборлолтын харьцаа



График 1. Нүүрс олборлолт, жилээр

- Эхний 10 жилд буюу 2013-2022 онуудын хооронд нийт нүүрс олборлолтын 52%, сүүлийн 3 жилд буюу 2023-2025 онуудад 48% байна
- Нийт нүүрсний 89% буюу 62.1 сая тн нь хатуу коксжих нүүрс олборлосон байна.

III. ЦАНХИЙН БАРУУН УУРХАЙН ГЕОЛОГИЙН ҮЛДЭГДЭЛ НӨӨЦ

2018 онд Эрдэс баялагийн мэргэжлийн зөвлөлөөр MV-016882 тусгай зөвшөөрөлд хамаарах А+В+С зэргийн +1200-аас дээш нөөцийг 972.5 сая тн гэж баталсан ба үүнээс 69.8 сая тн нүүрс олборлож үлдэгдэл нөөц нь 902.2 сая тн байна.

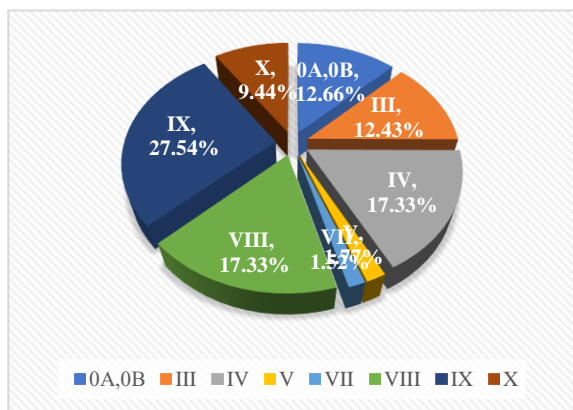
+1200-аас дээш үлдэгдэл нөөц
902.2
сая тн

Зураг 4. Геологийн үлдэгдэл нөөц

Өмнөх жилүүдийг олборлолт шиг коксжих чанар сайтай нүүрсийг голчлон олборлох байдлаар уулын ажлыг үргэлжлүүлбэл 10 орчим жилийн дараа хатуу коксжих нүүрсний нөөцгүй болох эрсдэл байна.

Нүүрс баяжуулах үйлдвэрт чанарын дундажлалт хийх шаардлагатай нүүрсний эзлэх хувь 69% байна.

Цаашид сайн чанарын нүүрс олборлолтыг бага чанартай нүүрсстэй хольж баяжуулах чиглэлээр төлөвлөж, уулын ажлыг оновчлох нь чухал.



Зураг 5. Үлдэгдэл нүүрсний харьцаа давхаргаар

Хатуу коксжих 150.3	Хагас хатуу коксжих 184.1
Эрчим хүч 162.1	Хагас зөөлөн коксжих 405.7

Зураг 6. Үлдэгдэл нүүрсний харьцаа тоон үзүүлэлтээр

IV. ЦАНХИЙН БАРУУН УУРХАЙН ОНОВЧЛОЛЫН ҮР ДҮН

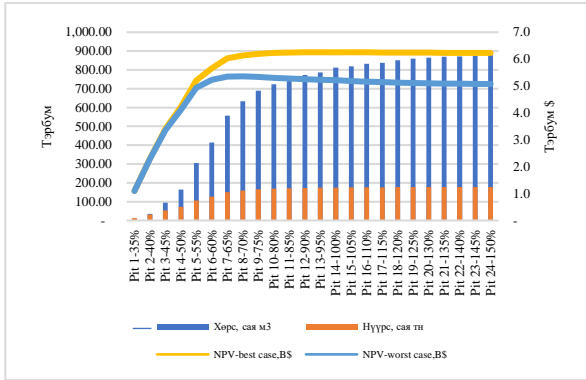
Ил уурхайн хүрээ хязгаарын оновчлолын процессын үр дүнд бүтээгдэхүүний үнийг 35%-аас 150% хооронд 5% интервалтайгаар хэлбэлзүүлэн үнээс хамаарсан 24 хувилбар бүхий уурхайн хүрээнүүдийг үүсгэсэн.

Оновчлолын хувилбаруудаас харж үзэхэд Pit 14-100% байхад 174.8 сая.тн нүүрс олборлохоор байна. NPV хархад Pit 1-ээс, Pit 8-70% маш хурдацтай өсөж байна. Энэ нь эхний карьеруудад өндөр ашигтай нөөц байгааг харуулж байна. Ойролцоогоор Pit 10-80% орчимд хамгийн дээд цэгтээ (ойролцоогоор \$900 сая-\$1 тэрбум орчим) хүрч, түүнээс хойш тогтворжиж байна. Энэ нь төслийн хэмжээг цаашид тэлэх нь (хөрс хуулалт нэмэгдсэнээр) ашигт байдлыг бараг нэмэхгүй байгааг илтгэнэ.

Төслийн үнэ цэнийг ихэсгэх оновчтой карьерын хил нь NPV-best case хамгийн өндөр байгаа нь Pit 3-45% очим байна.

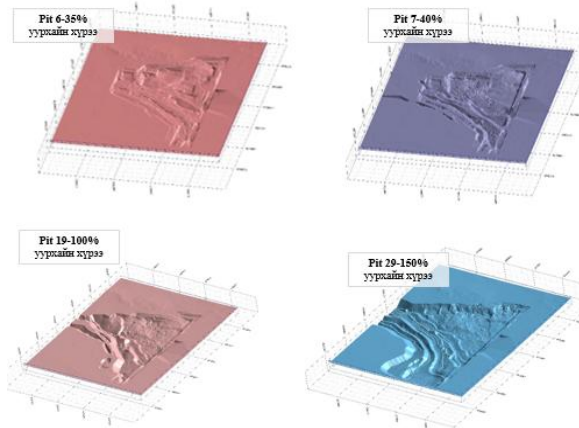
Хүснэгт 1. Уурхайн оновчлолын хувилбарууд

Хувилбар	NPV-Best, BILL.\$	NPV-worst case, BILL.\$	Нүүрс, сая.тн	Хөрс, сая.м ³	Кхх, м ³ /тн
Pit 1-35%	1.1	1.1	13.36	7.7	0.58
Pit 2-40%	2.3	2.3	31.45	35.36	1.12
Pit 3-45%	3.4	3.4	52.73	93.67	1.78
Pit 4-50%	4.2	4.1	72.72	163.88	2.25
Pit 5-55%	5.2	4.9	106.10	304.72	2.87
Pit 6-60%	5.7	5.2	126.83	413.99	3.26
Pit 7-65%	6.0	5.4	149.94	557.10	3.72
Pit 8-70%	6.1	5.4	159.36	634.23	3.98
Pit 9-75%	6.2	5.3	165.19	688.88	4.17
Pit 10-80%	6.2	5.3	168.49	723.53	4.29
Pit 11-85%	6.2	5.3	170.94	752.93	4.40
Pit 12-90%	6.2	5.3	172.45	772.53	4.48
Pit 13-95%	6.3	5.2	173.45	786.72	4.54
Pit 14-100%	6.3	5.2	174.88	811.21	4.64
Pit 15-105%	6.3	5.2	175.36	819.51	4.67
Pit 16-110%	6.2	5.2	175.98	831.57	4.73
Pit 17-115%	6.2	5.2	176.30	837.65	4.75
Pit 18-120%	6.2	5.1	176.86	850.28	4.81
Pit 19-125%	6.2	5.1	177.27	859.54	4.85
Pit 20-130%	6.2	5.1	177.49	865.20	4.87
Pit 21-135%	6.2	5.1	177.62	868.95	4.89
Pit 22-140%	6.2	5.1	177.73	871.82	4.91
Pit 23-145%	6.2	5.1	177.86	875.47	4.92
Pit 24-150%	6.2	5.1	177.97	878.83	4.94



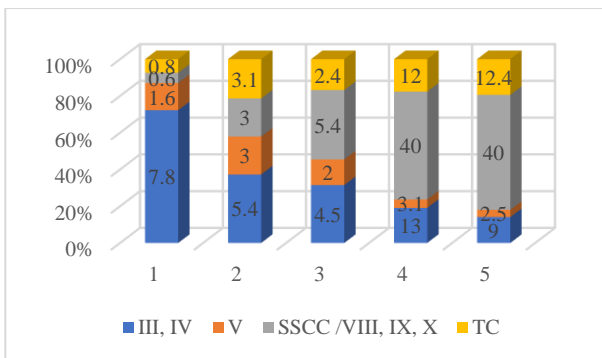
Зураг 7. Уурхайн оновчлолын хувилбарууд

Энэ хил нь төслийн эрсдэлийг (NPV-worst case-ийн уналт эхлэхээс өмнө) болон ашигт байдлыг (NPV-best case-ийн оргил үе) хамгийн сайн тэнцвэржүүлсэн цэг юм. Энэ цэгээс цааш олборлолтыг тэлэх нь (Pit 11-85% ба түүнээс дээш) **их хэмжээний хөрс хуулалт** шаардах боловч төслийн нийт үнэ цэнийг нэмэхгүй (эсвэл бага зэрэг бууруулж байна).



Зураг 8. Уурхайн оновчлолын хүрээний хувилбаруудын үр

V. ТӨЛӨВЛӨЛТӨӨР ГАРСАН УУЛЫН АЖЛЫН ҮР ДҮН



Зураг 9. Нүүрс олборлолтын харьцаа

Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	2025	2026	2027	2028-2030	2031-2034	нийт
Нүүрс олборлолт СС	сая.тн	15	15	15	30	75	150
	сая.тн	9.4	9	7	23.1	22.4	70.9
III, IV	сая.тн	7.8	5.4	4.5	13	9	39.7
0 ^Г , 0 ^Д , I, II	сая.тн	-	0.6	0.6	7.4	12	20.6
V	сая.тн	1.6	3	2	3.1	2.5	12.2
SSCC / VIII, IX, X	сая.тн	0.6	3	5.4	40	40	89
ТС	сая.тн	0.8	3.1	2.4	12	12.4	30.7
Хөрс хуулалт	сая.м ³	52.7	72	73	315	241	753.7
Уулын цул	сая.м ³	87.9	111.1	109.9	443.6	414.3	1,166.80
Кхд, м ³ /тн	м ³ /тн	3.5	4.8	4.9	3.1	3.2	3.95

ДҮГНЭЛТ

1.2025 онд нүүрс баяжуулах үйлдэрийн эхний модуль ашиглалтанд орж туршилтаар ажиллаж эхэлсэн. 2026 оноос үйлдвэрийн үйл ажиллагаа жигдэрч дараагийн хоёр муудль мөн ашиглалтанд орсноор Цанхийн уурхайн нүүрс олборлолтын харьцааг оновчтой төлөвлөгөөний дагуу олборлож баяжуулах боломж Ирэх жилүүдэд хатуу коксжих нүүрсний олборлолтын хэмжээг үе шаттай бууруулж хагас зөөлөн нүүрсний олборлох хэмжээг нэмэгдүүлж баяжуулалтын гарцыг нэмэгдүүлэх шаардлага үүсч байна. 2. 2025 онд нүүрс баяжуулах үйлдэрийн эхний модуль ашиглалтанд орж туршилтаар ажиллаж эхэлсэн. 2026 оноос үйлдвэрийн үйл ажиллагаа жигдэрч дараагийн хоёр муудль мөн ашиглалтанд орсноор Цанхийн уурхайн нүүрс олборлолтын харьцааг оновчтой төлөвлөгөөний дагуу олборлож баяжуулах боломж нээгдэхээр байна. 3.Ирэх жилүүдэд хатуу коксжих нүүрсний олборлолтын хэмжээг үе шаттай бууруулж хагас зөөлөн нүүрсний олборлох хэмжээг нэмэгдүүлж баяжуулалтын гарцыг нэмэгдүүлэх шаардлага үүсч байна. 4.Ирэх жилүүдэд хатуу коксжих нүүрсний олборлолтын хэмжээг үе шаттай бууруулж хагас зөөлөн нүүрсний олборлох хэмжээг нэмэгдүүлж баяжуулалтын гарцыг нэмэгдүүлэх шаардлага үүсч байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Эрдэнэс тавантологий компанийн 2013-2025 оны маркшедерийн ашиглалтын үйл ажиллагааны тайлан.
- [2] Эрдэнэс тавантологий компанийн техник эдийн засгийн үндэслэл 2012.
- [3] NPV (Net Present Value) уурхайн оновчлолын программ хангамж.
- [4] +1200 дээш түвшин дэхь геологийн 3D чанарын модель.

ЭМЭНИЙ ХҮРЭН ӨНДӨР ХАЙЛУУР ЖОНШНЫ ОРДЫГ АШИГЛАХ АРГЫН СОНГОЛТ

Ц. Номин¹, Ж.Ижилмаа¹

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи Уул уурхайн сургууль, Уурхайн технологийн тэнхим
tsomlonbaatarnomin@gmail.com¹

Хураангуй: Монгол улсын уул уурхайн салбарт ашигт малтмалын ордын ашиглалтын системийг оновчтой тодорхойлох нь ашигт малтмалын нөөцийг үр ашигтай ашиглах, эдийн засгийн өгөөжийг нэмэгдүүлэхэд чухал ач холбогдолтой юм. Ордыг газрыг ил, далд, хосолсон ашиглалтын системээр ашигладаг ба оновчтой хүрээ хязгаарыг зөв тогтоох нь ордын геологийн бүтэц, техник-эдийн засгийн үзүүлэлт, олборлолтын өртөг зэрэг олон хүчин зүйлээс хамаардаг. Энэхүү судалгаанд Эмэний хүрэн өндөр хайлуур жоншны ордыг ашиглах аргын сонголтыг тодорхойлов.

Түлхүүр үг: Хүрээ хязгаар, оновчлол, шилжилтийн гүн

I. УДИРТГАЛ

Дэлхийн уул уурхайн салбарт ил уурхайгаас далд уурхайд шилжих технологийн шийдэл нь ашигт малтмалын олборлолтын үр ашгийг дээшлүүлэх, байгаль орчны нөлөөлийг багасгах чухал хэрэгсэл болж байна. Ил уурхай нь хөрс хуулалтын зардал багатай, аюулгүй ажиллагааны хувьд давуу талтай боловч гүнзгийрэх тусам нэгж хүдэрт ногдох зардал өсдөг. Харин далд уурхай нь гүнзгий орших хүдрийн биетийг олборлох хамгийн тохиромжтой арга боловч анхны хөрөнгө оруулалт, агааржуулалт, аюулгүй ажиллагааны зардал өндөр байдаг. Иймд олон улсын хэмжээнд ил ба далд уурхайн хосолсон ашиглалтын системийг хөгжүүлсэн.

Олон улсын хэмжээнд ордын эдийн засгийн оновчлолын асуудлыг шийдэхдээ ил болон далд уурхайн шилжилтийн гүнийг тодорхойлох математик загварчлал өргөн хэрэглэгддэг. Монгол орны хувьд гүнзгий босоо уналттай, нарийн биет бүхий орд газруудад ийм системийг нэвтрүүлэх судалгаа бага хийгдсэн тул энэхүү өгүүлэл нь онолын түвшинд судалгааны суурь болох зорилготой юм.

Сүүлийн жилүүдэд Монгол улсын уул уурхайн салбарт ил болон далд уурхайн хосолсон ашиглалтын системийг судлан хэрэглэх шаардлага нэмэгдэж байна. Ил уурхайн хүрээ хязгаарыг оновчлох далд уурхайн руу шилжих асуудал нь ордын эдийн засгийн үр ашгийг тодорхойлох гол хүчин зүйл бөгөөд Surpac, Autocad, Datamine OP, Datamine Rm, Datamine Studio NPVS орчинд LG (Лерчс-Гроссмэн) алгоритм програмуудыг ашиглан тодорхойлов. Хосолсон ашиглалтын системийг ашигласанаар давуу болон сул талуудыг тодорхойлвол

үүнд:

Давуу тал:

- Нөөцийг бүрэн ашиглах
- Эдийн засгийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх
- Ашиглалтын хугацааг нэмэгдүүлэх
- Байгаль орчны сөрөг нөлөөг багасгах

Сул тал:

- Техник тоног төхөөрөмжийн уялдаа
- Төлөвлөлтийн нарийн тооцоо
- ХАБЭА асуудал

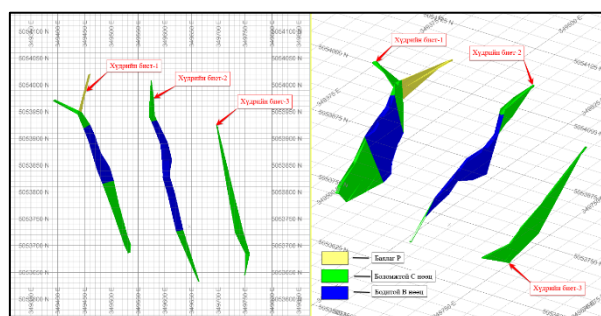
II. ОРДЫН МЭДЭЭЛЭЛ

Ордын байршил:

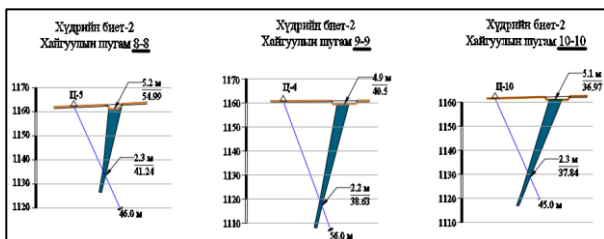
Эмэний хүрэн өндөр хайлуур жоншны орд нь Дорноговь аймгийн Айраг сумын нутагт орших ба Монгол орны газар зүйн мужлалын хувьд тал хээрийн бүсэд хамаарах боловч говийн бүс рүү шилжих хэсэгт байрладаг.

Нөөцийн хэсжээ:

Хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлангаар ордын хэмжээнд хүдрийн 3 биет тогтоосон байна. Хүдрийн биетийн нөөцийг бодитой болон боломжтой зэргээр 316.29 мян.т хүдэрт 41.86%-ийн дундаж агуулгатай 132.39 мян.т хайлуур жоншны нөөцийг тооцоолжээ.



1-р зураг. Хүдрийн биетийн 3D модель загвар



2-р зураг. Хүдрийн биетийн хөндлөн зүсэлт зураг

Эмэний хүрэн өндөр хайлуур жоншны ордын нөөцийг III бүлгийн ордод хамааруулан тооцсон боловч уг ордын хүдрийн нөөцийг зөвхөн бодитой В зэрэглэлийн нөөцөд тулгуурлан, түүнийг ашиглах боловсруулах боломжтой гэж үзэн нөөцийн тооцоог хийжээ.

Ордын уул техникийн нөхцөл:

Хүдрийн биетүүд нь зүүн урагш 135° - 150° -ын суналын азимуттай, уналын өнцөг 59° - 79° босоо уналтай, хоорондоо 110-130 м зайтай, зузаан нь ордын хэмжээнд дунджаар 2.69 м ба дээд палеозой-мезозойн цаг үед үүссэн хагарал даган гидротермоль хувирлын үр дүнд эгц босоо уналтай, хүдэр агуулагч чулуулаг харьцангуй бат бэх тогтоцтой, ан цав багатай үүсчээ.

Ордын геологийн тогтоцод доод-дунд рифейн шохойлог хувирмал чулуулгийн үеллийн (ксенолит) биетүүд тэдгээрийн агуулагч доод палеозойн гнейслэг структуртай боржин оролцдог. Хүдрийн биетүүдийн агуулагч чулуулгууд нь ямар ч түвшинд элэгдэлд бараг өртөөгүйг шохойн чулууны үлдэгдлүүд гэрчилнэ. Боржин нь гадаргуу орчимдоо цайвар, заримдаа үнсэн саарал өнгөтэй, цооног 20-50 м хүртэл гүнд энэ байдлаа хадгалдаг, дотроо жижиг цагаан цайвар толбууд, шлифүүд ихтэй, эдгээр нь рифейн шохойн чулууны хэмхдэснүүдийн дахин хайлсан хэсгүүд юм. Хүдэржилт нь 2 үе шаттай явагдсан ба эхний генерац нь хагарлуудыг нөхөх том талстай флюоритын баян хүдрийн 0.5-4.5 м зузаантай нэгэн цул судлын биетийг үүсгэжээ. Үүний дараагаар тектоник хагарал, эвдрэлийн нөлөөгөөр ан цавууд үүсч тэдгээрийн орон зайгаар кварц-флюоритын нарийн судал, судланцрууд үүссэн байна. Хүдрийн биетүүдийг 2 талаар нь кварцжилт, карбонатжилт, төмөржилтийн хувирлын 0.4-1.2 м өргөнтэй “хуягласан” бүслүүрийг үүсгэсэн байдаг. Ордын ойролцоо гадаргуугийн ус байхгүй. Хайгуулын өрөмдлөгийн цооногуудад 20-30 м-ийн гүнд ан цавын болон нүх сүвийн усны түвшин тогтоогддог ба шавхалтаар ундарга нь 0.01-0.05 л/сек гэж тогтоогдсон байна. Энэ нь ашиглалтын үеийн усны шүүрэл

маш бага байх, уул техникийн хувьд хүндрэл багатай байна.

III. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Lerchs–Grossmann (LG) алгоритм нь блокоор тодорхойлогдсон хүдрийн биет дотор NPV хамгийн их утгатай блокуудыг сонгон, геометрийн хязгаарыг оновчтой тодорхойлох мэдээллийн оновчлолын математик загвар юм. Энэхүү алгоритмын үндсэн томъёо нь:

$$V_i = R_i - C_i \quad (1)$$

Үүнд:

V_i - тухайн блокийн цэвэр үнэ цэнэ (NPV)

R_i - бүтээгдэхүүнээс олох орлого

C_i - олборлолт ба боловсруулалтын зардал

NPV-(өнөөгийг цэвэр үнэ цэнэ) утгуудыг ашиглан хөрш ашигтай блокийн хамаарлыг шалгаж, ашигтай блокуудын дээд холбоог үүсгэх замаар ил ба далд уурхайн оновчтой хүрээ хязгаарыг тодорхойлдог байна.

Алгоритм дараах үндсэн алхмуудаар ажиллана:

- Блок бүрийн орлого ба зардлыг тооцох
- Геометрийн хамаарлыг тодорхойлоно
- Negative weight бүхий блокуудыг хасах

Datamine Studio NPVS програм нь LG алгоритмыг сайжруулсан хувилбараар хэрэгжүүлдэг бөгөөд эдийн засгийн параметруудийн өөрчлөлтөд мэдрэмжтэй байдлыг шалгах зорилгоор Price Factor–ийг 0.3–2.0 хүртэл алхамтайгаар хэрэглэдэг. Үүний үр дүнд олон pit shell үүсч, эдгээрийг харьцуулан NPV хамгийн их утгатай shell–ийг ultimate pit болгон сонгодог. Price Factor нь бүтээгдэхүүний үнийн өөрчлөлтөд ил уурхайн эдийн засгийн үр ашиг хэрхэн хариу үзүүлэхийг илтгэнэ.

Тиймээс LG алгоритмд суурилсан Datamine NPVS нь ил уурхайн хүрээг оновчлох суурь аргачлал бөгөөд түүний үр дүнг далд уурхайн төлөвлөлттэй уялдуулснаар ил–далд хосолсон ашиглалтын системийг эдийн засгийн хувьд хамгийн оновчтойгоор төлөвлөх боломж бүрдэнэ.

IV. АРГА АРГАЧЛАЛ

Datamine Studio NPVS програмд LG алгоритмыг хэрэглэж, тухайн ордын эдийн засгийн нөхцөлд үндэслэн ил уурхайн хүрээг тооцоолсон. LG алгоритм нь график онолын зарчимд тулгуурлан блок бүрийн олборлох болон үлдээх шийдвэрийг эдийн засгийн ашигт

нийцүүлэн сонгодог оновчлолын арга юм. NPVS нь үнэ ба зардлын харьцааг өөрчилж (Price Factor) олон янзын pit shell үүсгэж, эдгээрийн дундаас хамгийн их NPV бүхий хувилбарыг сонгох боломжийг олгодог. Ultimate pit-ийг тодорхойлсны дараа ил уурхайн доорх хэсэгт далд уурхайн олборлолт үргэлжлэх боломжийг техник, эдийн засгийн хувьд үнэлсэн.

Оновчлолын алхмууд дараах дарааллаар хийгдсэн:

- Геологийн өгөгдлийг шалгаж, Datamine форматад хөрвүүлэв.
- Материалын төрөл, агууламж, нягтыг ашиглан блокийн эдийн засгийн үзүүлэлтийг тооцоолсон
- Эдийн засгийн оролтууд (өртөг, үнэ, авалт, slope angle)-ийг NPVS тодорхойлсон.
- LG Optimiser-ийг Price Factor 10%–200% хүрээнд ажиллуулж, NPV муруйг гаргасан.
- NPV хамгийн их утгатай shell-ийг ultimate pit болгон сонгож, ил уурхайн хүрээг тогтоосон.
- Ultimate pit-ийн доорх хэсэгт далд уурхайн ашиглалтын бүсийг хосолсон байдлаар тодорхойлсон.

V. ОРДЫГ АШИГЛАХ АРГЫН СОНГОЛТ

Тус ордын уул геологи, уул техникийн нөхцөлөөс нь хамааруулан доорх ашиглалтын хувилбаруудаас харьцуулалт хийсэн. Үүнд:

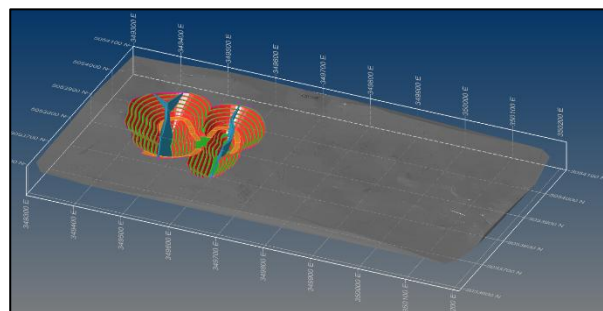
1. Ил аргаар ашиглах хувилбар
2. Далд аргаар ашиглах хувилбар
3. Хосолсон аргаар ашиглах хувилбар

Ил аргаар ашиглах хувилбар:

Ордын бодитой В зэрэглэлийн нөөцийг ил аргаар бүрэн ашиглах, боломжтой С зэрэглэлийн нөөцийг ил уурхайн хүрээ хязгаараар өртүүлэн олборлохоор тооцож үзэв. Ил уурхайн хүрээ хязгаарт орж буй нөөцийг доор харуулав.



3-р зураг. Ил уурхайн хүрээ хязгаар (зүсэлт)



4-р зураг. Ил уурхайн хүрээ хязгаар (Бодитой В зэрэглэлийн нөөцийг бүрэн ашиглах хувилбар)

Бодитой В зэрэглэлийн нөөцөд тулгуурлаж боломжтой С зэрэглэлийн нөөцийг өртүүлэн олборлохоор ил уурхайн хүрээ хязгаарыг үүсгэхэд 75.99 мян.м³ хүдэр, 1,424.78 мян.м³ хөрс уурхайн хүрээнд орж байна. Нийт хаягдалын хэмжээ 2.64 мян.м³ буюу нөөцийн 3.48%, бохирдолын хэмжээ 10.57% буюу нөөцийн 13.91% байна. Хөрс хуулалтын дундаж итгэлцүүр 18.75 м³/м³ болж байна.

ОРДЫГ ИЛ АРГААР АШИГЛАХ НӨӨЦИЙН ХУВИЛБАР

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Үзүүлэлт	Тоон утга	
		мян.м ³	мян.тн
1	Хүдрийн биет-1 нөөц	42.07	113.58
2	Хүдрийн биет-2 нөөц	33.93	91.60
3	Нийт нөөц В+С	75.99	205.18
4	Хуулах хөрсний хэмжээ	1,424.78	1,424.78
5	Хөрс хуулалтын итгэлцүүр, м ³ /м ³ , м ³ /тн	18.75	6.9

Мөн ордын геологийн батлагдсан нөөцийг ил аргаар авахад нэгж хэсгүүдийн зардлын хамгийн их буюу ил уурхайн зардал болон далд уурхайн зардлыг харьцуулан тооцож үзэв. 5-15 м буюу дунджаар 10 м хэсгийг ил уурхайгаар олборлоход 1 м³ хөрс хуулж, овоолго үүсгэх зардал 11,078.77 төгрөг, 1 м³ хүдэр олборлох зардал 9,297.86 төгрөг байхаар тооцоо гарсан бөгөөд ордыг зөвхөн ил аргаар ашиглахад хуулах хөрс болон олборлох хүдрийн хэмжээгээр зардлыг тооцов.

ОРДЫГ ИЛ АРГААР АШИГЛАХАД ГАРАХ УУЛЫН АЖЛЫН ЗАРДАЛ

2-Р ХҮСНЭГТ

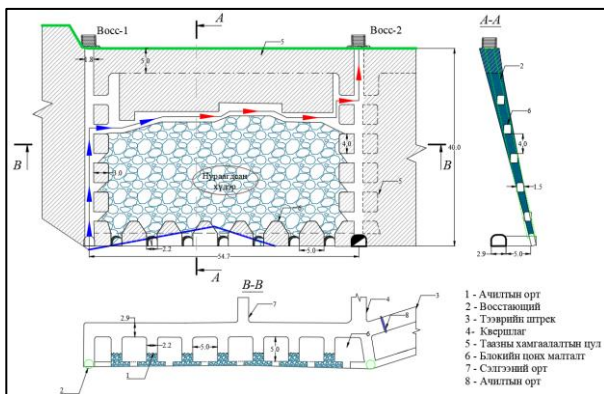
Үзүүлэлтүүд	Нэгж	Нэгж хэмжээ	Нэгж дүн, төг/м ³	Нийт дүн сая.төг
Нийт хөрс хуулалт	мян.м ³	1,424.78		-
Нийт хүдэр	мян.м ³	75.99		-
Хөрс хуулах ажлын зардал	сая.төг		11,078.77	15,784.81
Хүдэр олборлох ажлын зардал	сая.төг		9,297.86	706.54
Нийт зардал	сая.төг			16,491.36

Ордыг дан ганц ил аргаар ашиглах нь уулын хэсгийн техник, хэрэгслийн тоо өсөхийн хэрээр

хөрөнгө оруулалт нэмэгдэх, мөн том хэмжээний талбай эвдрэлд өртөх учраас түүнийг дагаад нөхөн сэргээлтийн зардал өсөхөөр харагдаж байна.

Далд аргаар ашиглах хувилбар:

Хүдрийн биетийг тогтоц, уул геологийн нөхцөл зэргээс харахад ордыг бүхэлд нь далд аргаар ашиглах бүрэн боломжтой. Далд уурхайн ашиглалтын системийг сонгохдоо хүдрийн биетүүдийн дундаж зузаан ба уналын өнцөг, гүн зэрэг уул-геологийн нөхцөлийг үндэслэн шпурын цэнэгийн аргаар хүдэр хоршоолон нураах ашиглалтын систем тохиромжтой.



5-р зураг. Хүдэр хоршоолон нураах ашиглалтын систем

Хүдэр хоршоолох ашиглалтын системээр хэрэглэхээр сонгож, хүдрийн биетийг 42-52 м өндөртэй, 26-40 м өргөнтэй ашиглахаар төлөвлөв. Ордыг далд аргаар ашиглахад уулын хэсгийн зардал **15,995.56** сая төгрөг байхаар тооцоолов.

Далд аргаар ашиглах тохиолдолд уурхайн хүдэр нураалтын ажил эхлэх хүртэл уурхайг нээх, бэлтгэх хугацаанд шаардагдах капитал ажлын зардлын хэмжээ их, анхны хөрөнгө оруулалт, агааржуулалт, аюулгүй ажиллагааны зардал өндөр байдаг. Мөн хүдрийн биет нь газрын гадаргад ил гарштай шууд ил аргаар олборлох боломжтой.

Хосолсон аргаар ашиглах хувилбар:

Ордыг ил болон далд аргаар ашиглах үед ил уурхайн хүрээ хязгаарыг хөрс хуулалтын хязгаарын коэффициент болон Surpac, Datamine OP, Datamine Rm программуудыг ашиглан тодорхойлов. Үлдэгдэл нөөцийг далд аргаар ашиглахаар тооцов.

Хөрс хуулалтын хязгаарын коэффициент:

$$K_{хя} = \frac{(Y - Z_0)}{Z_x}, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

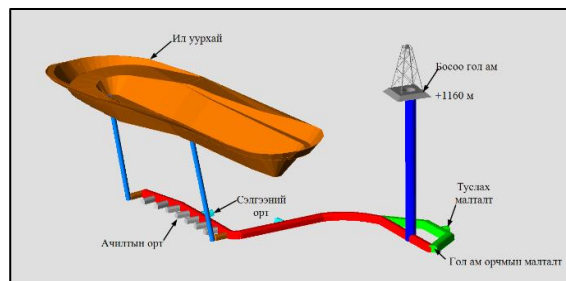
Y - 1 м³ жоншны баяжмал борлуулах үнэ; төг/м³

Z₀ - 1 м³ хүдэр олборлолтын зардал; төг/м³

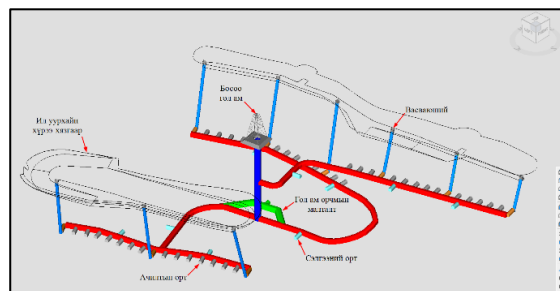
Z_x - 1 м³ хөрс хуулалтын зардал; төг/м³

Дээрх тооцоогоор хөрс хуулалтын хязгаарын коэффициент буюу хөрс, хүдэр олборлолтын харьцаа **7.16** м³/м³-ээс бага байх нөхцөлд ашигтай ажиллана, харин эсрэгээрээ их байх нөхцөлд эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй гэсэн дүгнэлт гарч байна.

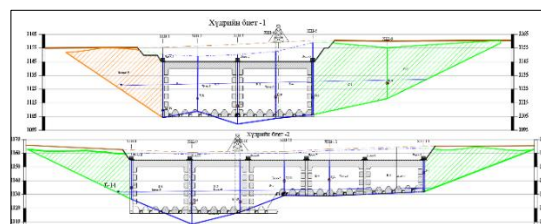
Хайлуур жоншны борлуулалтын орлого, нэгж хөрс хуулах ажлын бүрэн өөрийн өртөг, нэгж хүдэр олборлох бүрэн өөрийн өртөгт харьцуулан хөрс хуулалтын хязгаарын коэффициентээр бодитой В зэрэглэлийн нөөцөд тулгуурлаж олборлолт явуулахаар тооцсон ба 5-15 м буюу дунджаар 10 м-ийг ил аргаар олборлож 10 м-ээс доош орших хэсгийг далд аргаар ашиглана. Далд уурхайн гүн 40-45 м байна.



6-р зураг. Ил ба далд уурхайн нээлтийн гурван хэмжээст зураг



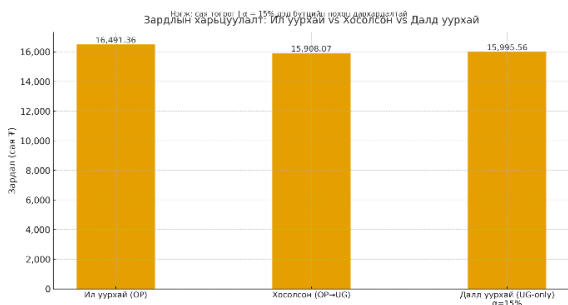
7-р зураг. Далд уурхайн үндсэн болон бэлтгэл малталтын 3D модель



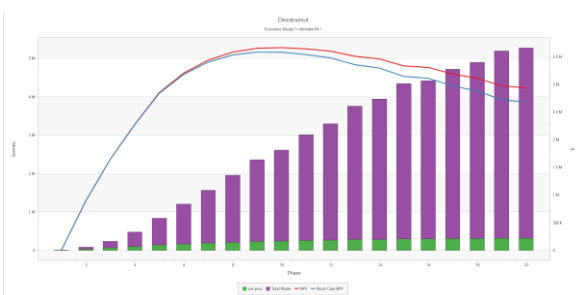
8-р зураг. Ил ба далд уурхайн ашиглалтын зүсэлт зураг

Дээрх тооцооноос харахад ордыг дан ганц ил аргаар ашиглахад уулын хэсгийн зардал **16,491.36** сая төгрөг, далд аргаар ашиглах уулын хэсгийн зардал **15,995.56** сая төгрөг, хосолсон аргаар ашиглахад нэвтрэлт болон хүдэр олборлолтын ажлын зардал **15,908.07** сая төгрөг байхаар тооцоо гарсан. Иймээс дан ганц ил аргаар ашиглах болон ил, далд аргаар ашиглах арга 2-ын хувьд уулын цул олборлолтын зардалд

харьцангуй бага байна. Доорх зурагт ил, далд хосолсон ашиглалтын аргын эдийн засгийн харьцуулалтын графикийг үзүүлэв.

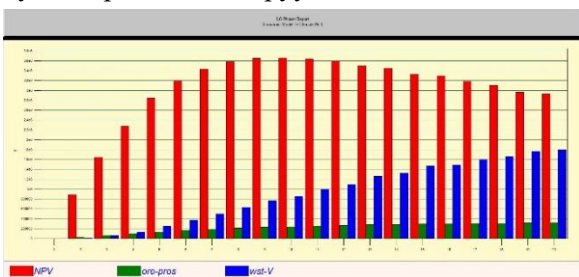


9-р зураг. Ил, далд хосолсон ашиглалтын аргын эдийн засгийн харьцуулсан график



10-р зураг. NPV мурь ба Price Factor-ийн хамаарал

Дээрх график нь NPV-н хамгийн оновчтой цэгийг тодорхойлсон ба ил уурхайн оновчтой хүрээ хязгаарын (ultimate pit) сонгож 11–12 дахь хүрээ нь хамгийн ашигтай эрсдэл багатай хувилбар болохыг харуулж байна.



11-р зураг. LG алгоритмын үр дүн – NPV, хүдэр болон хаягдал хэмжээний хамаарал

Энэ график нь эдийн засгийн болон геотехникийн тэнцвэрийг харуулах зорилготой ба хүдэр олборлолтын хэмжээ тогтвортой боловч хаягдал ихсэх нь NPV буурах гол хүчин зүйл болдог. Иймээс уурхайн хил тодорхойлохдоо NPV хамгийн дээд цэг дээр оновчлох шаардлагатай.

Тиймээс Эмэний хүрэн хайлуур жоншны ордын ашиглах аргыг сонгохдоо хүдрийн биетийн хэлбэр хэмжээс, дундаж зузаан, гүн, эдийн засгийн үр ашиг, байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл зэргийг харгалзан үзэж ордыг ил болон далд хосолсон аргаар ашиглах хувилбарыг сонгов.

Ордыг хосолсон аргаар ашиглах тохиолдолд ил аргаар ашиглах шилжилтийн гүнийг тогтоож түүнээс цааш далд аргаар ашиглахаар тооцов. Дараах эдийн засгийн үзүүлэлтийг ашиглан ил уурхайн оновчлолын тооцоог хийж гүйцэтгэв. Ордын батлагдсан нөөцийн тодорхой хувийг ил аргаар олборлон, үлдсэн хэсгийг далд аргаар ашиглах нь дан ганц ил аргаар ашиглахаас байгаль орчин, экологийн талдаа илүү ээлтэй байхаар харагдаж байна.

ДҮГНЭЛТ

Ил ба далд уурхайн хосолсон ашиглалтын системийг сонгосноор тус ордын техник тоног төхөөрөмж болон эдийн засгийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх чухал арга юм.

Бэлэн байгаа ил уурхайн тоног төхөөрөмжүүдээ ашиглах боломжтой ба хүдрийн биет нь газрын гадаргадаа ил гарштай учир шууд олборлох боломжтой.

Ил уурхайн олборлолтын үед далд уурхайн бэлтгэл ажилуудыг хангах боломжтой ба ил уурхайн олборлолт дуусах үед шууд далд уурхайн олборлолт руу шилших боломжтой. Ил уурхайн цаашдын төлөвлөлт болон хөрөнгө оруулалтын шийдвэр гаргалтад тус судалгааг ашиглаж болно.

Цаашид Монгол орны хувьд тодорхой ордуудын геологийн өгөгдөлд тулгуурлан бодит туршилтын загвар боловсруулбал үр дүнг улам нарийвчлах боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] 2014 он. Дорноговь аймгийн Айраг сумын нутагт орших “Эмэний хүрэн өндөр” хайлуур жоншны ордод 2012 онд гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлан
- [2] Datamine Software Ltd. (2024). *Studio OP and Studio RM User Manuals*.
- [3] Whittle Consulting (2023). *Pit-to-Underground Transition Analysis Guidelines*.
- [4] Цэдэндорж С. Ил уурхайн ашиглалтын технологи. Улаанбаатар 2019
- [5] Б.Лайхансүрэн Далд уурхайн технологи зохион байгуулалт Улаанбаатар 1992.
- [6] ШУТИС-Далд уурхайн ашиглалтын технологи Улаанбаатар 2019.

КОКСЖИХ НҮҮРСНИЙ ЧАНАРЫН ДУНДАЖЛАЛ /ХӨШӨӨТИЙН УУРХАЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР/

W.Qingzaorige¹, Ц.Ариунжаргал¹

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурайн сургууль, Уурхайн технологин тэнхим

chinzorigulzii@gmail.com¹

Хураангуй—Ховд аймгийн Дарви сумын нутаг дахь Хөшөөтийн коксжих нүүрсний уурхай нь Монголгын Баруун бүсийг эрчим хүчний нүүрсээр хангахын зэрэгцээ БНХАУ руу коксжих нүүрс экспортод бөгөөд нүүрс ба металлын чиглэлээр геологи-хайгуулын судалгаа явуулж байна. Компанийн зорилго нь нүүрсийг иж бүрнээр ашиглан эдийн засгийн эргэлтэд бүрэн оруулах, бага ба өндөр чанартай нүүрсний эдийн засгийн ач холбогдлыг тэнцвэржүүлэхэд оршино. Судалгаанд уурхай гүнзгийрэх тусам коксжих нүүрсний өгөршил, исэлдэл буурах хандлагыг тооцон, хольцын оновчтой харьцааг жингийн дундаж, Пирсоны хамаарлын шинжилгээ, олон хүчин зүйлийн шугаман регрессийн загвар ашиглан бөсөх индексийн (G-утга) уялдаа холбоог үнслэг, дэгдэм хий бодис, хүхрийн агуулга зэрэг үзүүлэлттэй холбон үнэлж, нүүрсний чанарыг дундажлах шийдлийг боловсруулж, үйлдвэрлэлд хэрэглэх боломжийг судлав.

I. УДИРТГАЛ

Гангийн үйлдвэрлэлийн тасралтгүй өсөлт нь коксжих нүүрсний эрэлт, хэрэглээг тасралтгүй нэмэгдүүлж байна. Дэлхийн нийт нүүрсний нөөц 1.16 их наяд тонн бөгөөд үүнээс 13 орчим хувь нь коксжих нүүрс гэж тооцоологддог. Үүний: 48.5 % нь Европт, 29 % нь Ази тивд, 19 % нь Хойд Америкт ногддог. Хятад улс дэлхийн хамгийн том коксжих нүүрсний үйлдвэрлэгч, хэрэглэгч бөгөөд нийт нөөцийн 26 %-ийг эзэлж байна [1].

Коксжих нүүрс нь металлургийн үйлдвэрлэлийн үндсэн түүхий эд бөгөөд ган үйлдвэрлэлд шатахуун, дулааны эх үүсвэр, механик дэмжигч материал байдлаар ашиглагдан үйлдвэрлэлийн үр ашигт шууд нөлөөлдөг. Шатаах зуухны хүчин чадал нэмэгдэж, хүчилтөрөгчөөр баяжуулсан нунтаг нүүрс ашиглах технологи нэвтэрснээр коксын чанарт тавигдах шаардлага улам нарийн болсон. Тиймээс кокс үйлдвэрлэлийн явцад нүүрсний чанарын дундажлал хийх замаар хэрэглэгчийн шаардлагад нийцсэн чанартай нүүрс гарган авах замаар өөрийн зардлыг бууруулж, чанарыг дундажлах арга, аргачлал боловсруулан үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх зайлшгүй шаардлага тулгарч байгаа нь судалгааны ажлын үндэслэл болно.

II. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН СУУРЬ МЭДЭЭЛЭЛ

Монгол улсад нүүрсний олборлолт сүүлийн жилүүдэд ихсэж түүнтэй зэрэгцэж гадаад улс орнуудад нийлүүлэх нүүрсний экспорт жил ирэх тусам огцом нэмэгдэж байна. Манай улсын хувьд коксжих болон чулуун нүүрсний түүхий

эдийн нөөцөөр дэлхийд дээгүүр байр эзэлдэг бөгөөд ойрын жилүүдэд дэлхийн зах зээл болоод БНХАУ–д нийлүүлэх экспорт жил ирэх тусам нэмэгдэх хандлагатай байна.

Хөшөөтийн уурхайн нийт урт 1.3 км, өргөн нь 1 км, уурхай нь 1990 түвшин хүртэл суусан, уурхайн ерөнхий налуугийн өнцөг хамгийн багадаа 35°-аар олборлолтын ажил хийгдэж байна [2].

Хөшөөтийн уурхай нь 2024 оны байдлаар 13'136.61 мян.тн нүүрсийг экспортод гаргасан бөгөөд орон нутгийн нүүрсний хэрэгцээнд 599 мян.тн нүүрсийг борлуулж, 0.68 мян.тн нүүрсийг орон нутгийн хэрэгцээнд хандивлаж, 70.07 мян.тн шатсан нүүрсийг хаягдлын овоолгод зөөвөрлөсөн байна.

Хөшөөт нүүрсний уурхай нь хэрэглэгчийн шаардлагын дагуу дараах 4 төрлийн нүүрсийг борлуулж байна: Үүнд:

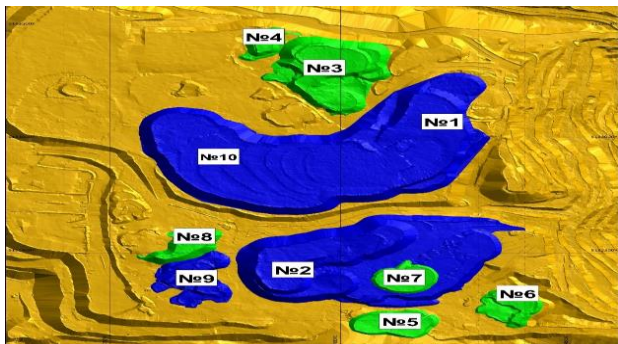
Бүтээгдэхүүн-1. Бөсөх индекс $G \geq 80$ (Хөвүүлэн баяжуулсны дараах байдлаар). Энэхүү бүтээгдэхүүнийг уурхайн дотор овоолго үүсгэхгүйгээр, олборлолтын явцад дээжлэлт хийн, шууд баяжуулан, гаалийн хяналтын талбайд овоолго үүсгэн хэрэглэгчдэд нийлүүлдэг.

Бүтээгдэхүүн-2. Холилт хийсний дараах чанарын үзүүлэлт бөсөх индекс $G 70 \leq G \leq 73$ (Хөвүүлэн баяжуулсны дараах байдлаар)

Бүтээгдэхүүн-3. Холилт хийсний дараах чанарын үзүүлэлт бөсөх индекс $G 20 \leq G \leq 25$ (Хөвүүлэн баяжуулсны дараах байдлаар)

Бүтээгдэхүүн-4. Холилт хийсний дараах чанарын үзүүлэлт бөсөх индекс $G_{43} \leq G \leq 48$ (Хөвүүлэн баяжуулсны дараах байдлаар)

Хөшөөтийн нүүрсний овоолго дахь нүүрсний чанар, овоолгын байршлыг харуулав.



Зураг 1. Нүүрсний овоолгын байршил

Коксжих нүүрсний чанарын оновчтой дундажлалыг гарган авахад олон хүчин зүйл (үнс, хүхэр, дэгдэмхий, пластик үеийн зузаан, бөсөх индекс G гэх мэт) коксжих нүүрсний шинж чанарт нөлөөлдөг учир чанарын урьдчилсан таамаглахад төвөгтэй, шугаман бус шинжтэй байдаг учраас ихэнх тохиолдолд статистик ба машин сургалтын аргуудыг ашиглаж байна.

Хүснэгт 1. Хөшөөт нүүрсний уурхайн овоолго

Хөвүүлэн баяжуулсны дараах үзүүлэлт				
#	Чийг	Үнслэг	Дэгдэмхий	Бөсөх Индекс
	ad	ad	ad	
	%	%	%	
1	0.50	7.43	14.08	16
2	0.73	6.88	14.35	18
3	0.83	6.95	14.71	45
4	0.60	7.01	15.09	51
5	0.42	7.56	14.79	49
6	0.40	6.56	15.51	55
7	0.63	6.75	15.10	53
8	0.81	6.60	14.79	56
9	0.56	6.93	14.83	19
10	0.60	6.48	15.20	18

Нүүрсний дундажлалыг хольцын аргаар гарган авах нь уул уурхайн салбарын үйлдвэрлэлийн үр ашиг, борлуулалтын орлого, уурхайн ашигт ажиллагаанд шууд нөлөөлдөг стратегийн ач холбогдолтой элемент юм. Хольцын менежмент нь олон төрлийн бүтээгдэхүүн, чанарын стандарт, гэрээний үүрэг, техникийн болон логистикийн нөхцөл зэргээс шалтгаалж олон хувьсагч, олон зорилтот, өндөр төвшний хослолуудын оновчлолын асуудал

болж байна. Одоогийн байдлаар нүүрсний чанарын асуудал тулгарч буй олон уурхайд хольцын аргаар практик туршлага дээр үндэслэсэн эсвэл шугаман програмчлал, автомат хяналтын алгоритм ашиглан гаргаж байгаа боловч эдгээр аргууд нь чанарын шаардлага хангахуйц нүүрсийг бүрэн дүүрэн ашиглах боломжийг алдагдуулж, уурхайн нийт борлуулалтын хэмжээ, орлогод сөргөөр нөлөөлөх тохиолдол цөөнгүй гарч байна [3].

Нүүрсний хольц нь нийлүүлэлтийн сүлжээний хэд хэдэн цэгт хийгдэж болох бөгөөд хольц хийх байрлал нь чанар, зардал, үр ашгийн хувьд чухал хүчин зүйл болдог. Жишээлбэл: Нүүрс угаах үйлдвэрийн өмнө хольц хийснээр угаах технологийн үзүүлэлт сайжирч, хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх боломжтой. Хольц хийх нь ихэвчлэн нөөцийн овоолго дээр давхарлан буулгах аргаар хийгддэг бөгөөд Chevron, Windrow, Cone Shell, Strata гэх мэт аргачлал нь бүтээгдэхүүний чанарт жигд, шинжилгээний найдвартай байдалд шууд нөлөөлдөг [4].

Нүүрсний холимгийг оновчлох шаардлага тулгардаг. Үүнд:

- нүүрсний шинж чанар олон төрөлтэй чанарын хувьд ялгаатай байх,
- нийлүүлэлт, нөөцийн хэмжээ хэлбэлзэлтэй байх,
- үйлдвэрлэлийн хязгаарлалтууд (үнслэгний хэмжээ, хүхрийн агууламж, механик шинж чанар, нөөцийн дээд доод хязгаар гэх мэт).

III. ОНОЛ АРГА ЗҮЙ

Нүүрсний чанарыг дундажлах, оновчлоход дараах арга, аргачилал, тооцооллыг ашиглаж байна.

Жингийн дунджаар тодорхойлох арга:

Нүүрсний өөр өөр нүүрсний төрлийн бөсөх индекс G утга-ыг тодорхой харьцаагаар холиход, эцсийн бүтээгдэхүүний бөсөх индекс G утга нь тус бүрийн бөсөх индекс G утга ба хольцын жингийн харьцаанаас хамаарч жингийн дунджаар тодорхойлогдоно.

Жингийн дундажийн томъёо:

$$G_{\text{хольц}} = \frac{G_1 \times W_1 + G_2 \times W_2 + \dots + G_n \times W_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n} \quad (1)$$

Энд:

$G_{\text{хольц}}$ — хольцын эцсийн бөсөх индекс G утга
 G_i — i төрлийн нүүрсний бөсөх индекс G утга
 W_i — тухайн нүүрсний хольцонд эзлэх жин (харьцаа)

Бөсөх индекс G утгын жингийн дундаж утгыг энгийн бөгөөд хурдан тооцох боломжтой байдаг.

Давуу тал:

1) Тооцоо хурдан, ойлгомжтой

Сул тал / анхаарах зүйл:

1) Хэт энгийнчилсэн тул лабораторийн үр дүн ба үйлдвэрлэлийн бодит байдал бага зэрэг зөрүүтэй гарч болзошгүй.

2) Хоёроос олон нүүрсний төрлийг холих үед нарийвчилсан хяналт шаарддаг

3) Бөсөх индекс G утга нь заримдаа нүүрсний харилцан нөлөөллөөс хамаарч өөрчлөгдөх тохиолдол гардаг.

Илүү нарийвчилсан тооцоолол хийх шаардлагатай үед дараах аргуудыг ашиглах боломжтой:

- а) Статистик ба корреляцийн шинжилгээ
- б) Олон хувьсагчийн шугаман регрессийн загвар — бөсөх индекс G утга ба үнслэг, дэгдэмхий бодис, хүхэр гэх мэт үзүүлэлтүүдийн уялдаа.

Жингийн дунджаар тооцох нь онолын хувьд зөвхөн бөсөх индекс G утга-ыг тооцоолон гаргасан үзүүлэлт, тул Статистик ба корреляцийн шинжилгээ, Олон хүчин зүйлийн регрессийн, шинжилгээ гаргасан болно.

Статистик ба корреляцийн шинжилгээ:

Нүүрсний чанарын үзүүлэлтүүдийн уялдаа хамаарлыг тодорхойлохын тулд Пирсоны хамаарлын шинжилгээ болон олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээ аргуудыг ашиглав.

Пирсоны хамаарлын шинжилгээ нь хоёр хувьсагчийн хоорондын шугаман хамаарлын зэргийг илэрхийлдэг статистик арга бөгөөд хамаарлын коэффициентийг (r) $-1 \leq r \leq +1$ мужид тооцно.

- r = +1 - шууд хамаарал (нэг үзүүлэлт өсөхөд нөгөө нь мөн өснө),
- r = -1 - урвуу хамаарал (нэг үзүүлэлт өсөхөд нөгөө нь буурна),
- r = 0 - хамааралгүй гэсэн үг.

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \times \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

Энд: X_i — X хувьсагчийн i дэх утга

- Y_i — Y хувьсагчийн i дэх утга
- \bar{x}, \bar{y} — X ба Y-ийн дундаж утга
- r — X ба Y-ийн шугаман хамаарлын зэргийг илэрхийлнэ.

Олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээ:

Нэг хамааралтай хувьсагч болон хоёр буюу түүнээс олон хамааралгүй хувьсагчдын хоорондын шугаман хамаарлыг илэрхийлэх, тооцох статистикийн арга юм.

$$G = 85 + \beta_1 A + \beta_2 VM \quad (3)$$

IV. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

Хөшөөтийн уурхайн нүүрсийг иж бүрэн ашиглаж, эдийн засгийн бүрэн эргэлтэд оруулан, эдийн засгийн ач холбогдолыг тэнцвэржүүлэх хэрэглэгчийн шаардлагыг хангасан бүтээгдэхүүн гаргах зорилгоор нүүрсний чанарыг дундажлах, чанарын хяналтыг тогтмол хийхээр зорьж байна.

Судалгааны ажлаар нүүрсний чанарыг оновчлох арга, аргачлал, тооцоолол боловсруулан практикт нэвтрүүлэх болон нүүрсний чанарын хяналтын системийг ашиглах туршилтын ажлыг явуулсан болно.

Уурхайн зүгээс олборлосон харилцан адилгүй нүүрсний бөсөх индексийн үзүүлэлттэй /G1#(80-85), G2#(40-65), G3#(14-18)/ нүүрсийг лабораторийн шинжилгээний үр дүнг үндэслэн бидний гаргасан тооцоололд тулгуурлан хольж дараах бүтээгдэхүүнийг гарган авсан.

Тооцооллоор бөсөх индексийн үзүүлэлтийг практикт турших замаар G1# нүүрсийг G2# нүүрстэй хольж Бүтээгдэхүүн 2-ийг гарган авахад нүүрсний чанарын гол үзүүлэлт болох бөсөх индексийн G утга нь $70 \leq G \leq 73$ хооронд хэлбэлзэж байгааг лабораторийн туршилтын үр дүн гарсан.

Чанарын үзүүлэлт хангагдсаны дараа бүтээгдэхүүнийг гаалийн хяналтын агуулахад тээвэрлэж, ачилтын өмнө том овоолгоос дахин дээж авч шалгана, шаардлага хангаж байвал тээвэрлэлт хийгдэнэ.

Бүтээгдэхүүн 3-ийг G3# нүүрс болон G2# нүүрсийг хольж $20 \leq G \leq 25$, Бүтээгдэхүүн 4-ийг G3# болон G2# нүүрсийг хольж $43 \leq G \leq 48$ гаргах туршилтуудыг хийсэн.

Хяналтын процессыг үйлдвэрлэлийн явцад болон агуулахад дээж авч лабораторийн шинжилгээгээр баталгаажуулсан.

ДҮГНЭЛТ

Эрдэм шинжилгээний, судалгааны ажлыг ерөнхий дүгнэлтийг оруулж өгнө. 1.Хөшөөтийн уурхайн нүүрсний чанарын дундажлалыг жингийн дундаж, корреляци болон олон хүчин зүйлийн регрессийн аргаар тооцоолох замаар бүтээгдэхүүний бөсөх индексийн (G) зорилтот утгад хүрэх боломжтойг тогтоов.

2. Үнслэг, дэгдэмхий бодисын агууламж нь бөсөх индексийн утгад голлон нөлөөлж, Пирсоны шинжилгээгээр үнслэг нь урвуу, дэгдэмхий бодис нь шууд хамааралтай болохыг илрүүлэв.

3.Олон хүчин зүйлийн регрессийн загвараар тооцоход бөсөх индексийн урьдчилсан утга $G \approx 84.9$ гарсан нь бодит туршилтын үр дүнтэй нийцэж, чанарын хяналтад хэрэглэх боломжийг батлав.

Судалгаагаар нүүрсний чанарын дундажлалыг оновчтой хэрэгжүүлэх нь бүтээгдэхүүний чанарыг тогтворжуулж, уурхайн эдийн засгийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх чухал ач холбогдолтой болохыг дүгнэлээ.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] “Металлургийн кокс үйлдвэрлэлд нүүрсний холимгийг оновчтой болгох — Q-Learning аргаар сайжруулсан хувьслын алгоритм ашигласан судалгаа”
- [2] Хөшөөтийн нүүрсний ил уурхайн техник эдийн засгийн үндэслэлийн хураангуй.
- [3] Хөшөөтийн нүүрсний ил уурхайн нүүрсний чанарын үзүүлэлтүүдийн тайлан. John T. Boyd Company Mining and Geological Consultants Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A.
- [4] Доктор Жеймс Уитакр, Доктор Антони Иорио, Свен Шелленберг. Нүүрс хольцын бизнесийн үнэ цэнэ, шинжилгээ ба оновчлол. Paradyn Systems Pty Ltd.
- [5] Boasson, Y. (2007). Human aspects of scheduling: a case study. MIT.
- [6] Simon, H.A. (1953). A Behavioral Model of Rational Choice. Rand Corporation.
- [7] March, J.G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning.
- [8] Nakamura, N. (1988). International Journal of Production Research.
- [9] Crawford, S. et al. (1999). Cognition, Technology & Work.
- [10] Ho, Y.C. & Pevryne, D. (2002). Journal of Optimization Theory and Applications.