

“ЭРДЭНЭТ ҮЙЛДВЭР” ТӨҮГ-ЫН ХӨРӨНГӨ ОРУУЛАЛТЫН ЗАРДЛЫГ “NEW COST MODEL” БУЮУ ЗАРДЛЫН ШИНЭ ЗАГВАР АШИГЛАН ТООЦОХ БОЛОМЖ

Д.Моломжамц*, Т.Элдэв-Очир**

Хураангуй: Уул уурхайн чиглэлийн судалгааны хамгийн чухал асуудлуудын нэг бол хөрөнгийн оруулалтын тооцоолол байдаг. Хөрөнгө оруулалтын оновчтой түвшинг тодорхойлох нь уурхайн удирдлагын хувьд тулгамдсан асуудлын нэг бөгөөд сүүлийн жилүүдэд гадны судлаачид ил уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг урьдчилан таамаглах тооцооллын загварыг санал болгох, энэ чиглэлээр олон судалгааны ажлууд хийгдсэн байна. Хэдий энэ чиглэлээр судалгаанууд хийгдэж байгаа алдааны хүлээн зөвшөөрөгдөх түвшинд үнэлэгдсэн, хөрөнгө оруулалтын оновчтой түвшинг статистикийн итгэх магадлалын хүрээнд урьдчилан таамагласан загварт хараахан хүрээгүй байна. Энэхүү судалгааны ажилд Н. Nourali, М. Osanloo (2019) нарын дэвшүүлж буй хөрөнгө оруулалтын “Шинэ” загварыг ашиглан “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын хөрөнгө оруулалтын зардлыг тооцоолох боломжийг санал болгон дэвшүүлсэн. Судалгаанд Өмнөд америкийн зэсийн 15 ил уурхайн 2016 оны тоо мэдээллийг ашигласан бөгөөд тооцоологдсон шинэ загварын илэрхийлэх чадварыг эконометрик тестүүдээр шалгаж, бодит ба тооцоолсон утгуудын хувьд RMSE ба MAE тооцоолол ашиглаж дүгнэлт өгсөн болно.

Түлхүүр үгс: Зэсийн ил уурхай, хөрөнгө оруулалтын зардал, олон хүчин зүйлийн регрессийн загвар

OPPORTUNITY TO CALCULATE INVESTMENT EXPENSES OF “ERDENET MINING CORPORATION” SOE BY USING “NEW COST MODEL”

Abstract: One of the most important issues in mining survey is the calculation of investment. Determining the optimal level of investment is one of the most burning issues for mine management. In recent years, foreign researchers have proposed a calculation model for predicting open pit investment expenses, and many research works have been carried out in this field. Although research works in this field are being carried out, it has not yet reached a model that predicts the optimal level of investment with statistical confidence, evaluated at an acceptable level of error. In this survey, the opportunity of calculating the investment expenses of “Erdenet Mining Corporation” SOE using the “New cost model” proposed by H.Nourali and M. Osanloo (2019) is suggested. The data of 2016 from 15 open-pit copper mines of South Africa was used in this survey. The capacity to express the estimated new model is checked by an econometric test, and RMSE and MAE calculations are used for actual and estimated values for the conclusion.

Keywords: Copper open pit, investment expense, multivariate regression model

* МУИС, Бизнесийн сургууль, (E-mail): molomjамts0112@yahoo.co.jp

** “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын дэргэдэх, ШУТИС-ийн харьяа Эрдэнэт цогцолбор дээд сургууль, (E-mail): eldevochir@erdenetis.edu.mn

УДИРТГАЛ

Уул уурхайн үйлдвэрлэлд шаардагдах хөрөнгө оруулалтын хэмжээг оновчтой тооцоолох нь урт хугацаанд үйлдвэрлэлийн тасралтгүй ажиллагааг хангах, үйлдвэрлэлийн зардлыг оновчтой удирдаж, ашгийг хамгийн их байлгах бодлогын хүрээнд нэн тэргүүнд шийдвэрлэх асуудлын нэг болж байна.

Уурхайд шаардагдах хөрөнгө оруулалтын зардлыг хэтрүүлсэн тохиолдолд хөрөнгө оруулалтын тодорхой хэсэг үр ашиггүй илүүдэл зардал болж хувирах бөгөөд санхүүгийн үйл ажиллагаа доголдох, цаашилбал үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанд урт хугацаанд томоохон асуудал, сөрөг үр дагварыг үүсгэдэг байна.

Эсвэл зайлшгүй шаардагдах хөрөнгө оруулалтын хэмжээг дутуу тооцсоноор үйлдвэрлэлийн хэвийн горим алдагдах, шаардагдах тоног төхөөрөмж, технологи, нөөц, хүчин зүйлсээр үйлдвэрлэлийг хангаж чадахгүй байх, улмаар урт хугацаанд үйлдвэрлэл доголдох, зардлын үр ашиггүй хуваарилалт бий болох, зардлын төлөвлөгөөг хэтрэлт үүсэх, ашиг багасах болон үйлдвэрлэлийн бусад эрсдэлүүд үүсдэг байна.

Зорилго, ач холбогдол : Монгол Улсын эдийн засгийн нийт ачааллын аравны нэгийг дангаар үүрдэг, улсын төсвийн орлогын 1 их наядыг бүрдүүлэгч “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ нь дахиад 60-70 жилийн хугацаанд ажиллах урьдчилсан төлөвлөгөө гарч буй өнөө үед “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын хөрөнгө оруулалтын зардлыг оновчтой тооцоолох нь үйлдвэрлэлийн тасралтгүй үйл ажиллагааг хангах төдийгүй хөрөнгө үр ашиг багатай зарлагдахаас сэргийлж, зардлыг хэмнэж, ашгийг нэмэгдүүлэх нэг гол хүчин болох төдийгүй цаашид үйлдвэрийг хөгжүүлэх, шилдэг техник, технологиор хангах, үйлдвэрийн эрсдэлийг бууруулж, үйлдвэрлэлийн насыг уртасгах нэг гол хүчин зүйл болох юм.

Судлагдсан байдал : Уул уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг урьдчилан таамаглах, энэ чиглэлээрх судалгаа шинжилгээг хөгжүүлэх зорилгоор олон судлаачид судалгаа, шинжилгээний бүтээл туурвиасан байдаг. Тоон өгөгдлийн олдоц, хүрэлцээгүй байдлаас шалтгаалан зарим судлаачдын боловсруулсан загварууд ил уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг урьдчилан таамаглах, боловсруулсан загварыг эмпирик байдлаар ашиглахад алдаа ихтэй, эдийн засаг, статистик эконометрикийн онолын судалгааны түвшинд найдвартай байж чадахгүй байх тохиолдол байсаар байгаа ч судлаачид орхилгүй, энэ чиглэлээр ихээхэн ажиллах болсон байна.

Тухайлбал Niazi et al. (2006) болон Huang et al. (2012) нар бүтээгдэхүүний өртгийг тооцох хэд хэдэн аргыг авч үзсэн бөгөөд тэдгээр аргуудыг уул уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг үнэлэхэд ашиглах боломжтой гэж үзсэн байна.

Уул уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг урьдчилан таамаглах судалгаанд ашиглагдаж буй аргуудын нэг бол олон гишүүнт полиномиал регресс бүхий О’Нара загвар юм. Судлаач О’Нара (1980) нь жилийн хүдэр олборлох

хүчин чадлыг харгалзан Канадын уул уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлын тооцооллыг загварчилсан байна.

Мөн Mular, A. L. (1978) нь арван зургаа дахь дүрэм гэж нэрлэгддэг хөрөнгө оруулалтын зардлын үнэлгээний ерөнхий дүрмийг танилцуулсан байна. Noakes, M. and Lanz, T (1993) нарын судалгаа нь энэ загвар нь 30% -ийн алдаатай үр дүнд хүргэдэг гэдгийг харуулсан байна.

Дээрх судалгаануудтай холбогдуулан Wellmer, F.W., Dalheimer, M. ба Wagner, M нар (2008) олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээний аргад тулгуурлан өргөтгөсөн уурхайн хүчин чадлыг харгалзсан загварыг боловсруулсан байна.

Самм, Т.В. (1992) нь “Регрессийн шинжилгээ ашигласан зардлын загварын хөгжүүлэлт” бүтээлдээ зургаан уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлын мэдээллүүдийг ашиглан олон хүчин зүйлийн регрессийн загварыг боловсруулсан байна.

Тэрбээр загвараа өргөтгөн зэсийн хүдрийн 27 уурхайгаас цуглуулсан хөрөнгө оруулалтын зардлын мэдээлэл ашиглан үнэлсэн олон хүчин зүйлийн регрессийн загварыг танилцуулсан. Түүний судалгаанд 1. Тээрийн нөхөн сэргэлт, 2. Туузны харьцаа, 3. Төмөр замын буудлаас хол байх зэрэг үзүүлэлтүүдийг авч үзсэн ба энэ загвар нь хөрөнгө оруулалтын зардлын тооцоололд цөөнгүй үр дүнтэй параметруудийг ашигласан нь үр өгөөжтэй байсан ч хөрөнгө оруулалтын зардлын тооцоололд ашиглахад чухал үр нөлөөтэй олон хувьсагчдыг үлдээсэн нь загварын сул болсон байна. Тухайлбал тээрийн жилийн үйлдвэрлэлийн хэмжээ, хөрс хуулалт, жилд гарсан уурхайн хог хаягдал зэрэг бусад үр дүнтэй зардлын хүчин зүйлийг харгалзан үзэхгүй орхигдуулсан нь загварт тооцооллын томоохон алдаа үүсгэсэн байна.

Энэ мэтчилэн уул уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг урьдчилан таамаглах зорилго бүхий гадаадын олон судлаачдын боловсруулсан, хөгжүүлсэн, санал болгож буй олон загвар, судалгааны ажилтай бид бзүхэн танилцах боломжтой байна.

Бид дээрх судлаачдын санал болгож буй эдгээр загваруудыг уул уурхайн судалгааны эхний шатанд уул уурхайн хөрөнгө оруулалтын өртгийг ойролцоогоор тооцоолоход ашиглаж болно.

Энэ судалгаанд Nourali, Hamidreza and Morteza Osanloo (2018) нарын боловсруулсан “Регрессийн шинжилгээ ашигласан зардлын загварын хөгжүүлэлт” бүтээлдээ зургаан уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлын мэдээллүүдийг ашиглан олон хүчин зүйлийн регрессийн загварыг боловсруулсан байна. Мөн Nourali, Hamidreza and Morteza Osanloo (2019) нар “Зэсийн ил уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг үнэлэх шинэ зардлын загвар” бүтээлдээ Өмнөд америкийн зэсийн 15 ил уурхайн 2016 оны техник, эдийн засгийн тоон мэдээлэлд суурилан регрессийн шинжилгээний арга ашиглан хөрөнгө

оруулалтын зардлыг үнэлсэн байна.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

1.1. Арга зүй

Уул уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг урьдчилан таамаглах ихэнх судалгааны хувьд ерөнхийдөө регрессийн шинжилгээний загваруудад суурилсан загварыг боловсруулах арга зүй хамгийн түгээмэл ашиглагдаж байна. Уул уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлын тоцооллыг загварчилж буй үед загварт хамааран хувьсагч хэмжигдэхүүнд нөлөөлөх уул геологийн үзүүлэлтүүд бүхий үл хамааран хувьсагчдын хамаарал маш төвөгтэй байдаг байна. Тиймээс загвар бүтээх үйл явцад эдгээр хүчин зүйлсийг хялбарчлах эсвэл тооцохгүй байх нь загварын найдваргүй байдал, ач холбогдлыг бууруулахад хүргэдэг учир олон хувьсагчийн регрессийн шинжилгээний аргачлалыг ашиглахдаа хувьсагчдыг оновчтой сонгож загварчлах нь зөв шийдэл гэж үзэж болно.

Nourali, Hamidreza and Morteza Osanloo (2019) нар зэсийн ил уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг таамаглахдаа дараах алхамуудын дагуу тооцооллыг хийсэн.

1. CPM – буюу 1 тонн баямал дахь металлын хэмжээнд харгалзах хөрөнгө оруулалтын зардлын үзүүлэлтийг дараах томъёогоор тооцоно.

$$CPM = CAPEX / (R * MAOP * RMG) \quad (1)$$

Энд: $CAPEX$ – ил уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардал (сая.доллар), R – зэсийн баяжмал дахь металл авалтын хувь, $MAOP$ – олборлосон хүдэр (сая.тонн), RMG – хүдэр дэх зэсийн агуулга болно.

1. Тооцоолсон CPM үзүүлэлтийг хамааран хувьсагчаар сонгон авч, хамааран хувьсагчид нөлөөлж болохуйц уул - геологийн үзүүлэлтүүдийг үл хамааран хувьсагчуудаар сонгон авсан олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээ хийж CPM үзүүлэлтийн онолын утгыг олно. Тооцоолол хийх явцад статистикийн хувьд ач холбогдолгүй гарсан хувьсагчдыг хасах замаар загварыг сайжруулж хамгийн бага алдаатай загварыг сонгоно.
2. CPM үзүүлэлтийн онолын утгыг ашиглан хөрөнгө оруулалтын зардлын хэмжээ TSM – утгыг дараах томъёогоор тооцсон.

$$TSM = CPM * R * MAOP * RMG \quad (2)$$

1.2. Судалгааны өгөгдөл

Зэсийн ил уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг Өмнөд америкийн зэсийн 15 ил уурхайн 2016 оны техник, эдийн засгийн тоон мэдээллийг ашигласан. Судалгаанд эхлээд 15 ил уурхайн дараах тоон мэдээллийг ашигласан ба суурь өгөгдлүүдийг хүснэгт 1-т харуулав.

Хүснэгт 1. Зэсийн 15 ил уурхайн үндсэн үзүүлэлтүүд (2016 он)

N°	Name / Country	Mine Annual Ore Production (Million Tonnes)	Mine Annual Waste Stripped (Million Tonnes)	Strip-ping Ratio (SR)	Total Annual Rock Production (Million Tonne)	Concentrate Grade (%)	Recovery	Mill Annual Production (THOUSAND TONNE)	Ore Reserve Tonnage (Million Tonnes)	Reserve Mean Grade (% CU Equivalent)	LOM (Year)	CAPEX (US\$ Millions)
1	Zafranal / Peru	16.06	11.24	0.7	27.3	28	0.85	189.97	369.38	0.39	23	944
2	Toquepala / Peru	19.71	74.7	3.79	94.41	26.5	0.85	377.36	886.95	0.6	45	1133
3	Los Chancas / Peru	14.34	56.77	3.96	71.11	27	0.74	370.37	272.4	0.94	19	1417
4	Los Pelambres / Chile	10.95	10.95	1	21.9	34	0.85	279.41	229.95	1.02	21	1600
5	Canariaco Norte / Peru	38.33	37.56	0.98	75.89	31	0.85	480.65	843.15	0.46	22	1627
6	Panantza San Carlos / Ecuador	32.29	35.52	1.1	67.81	29.5	0.85	644.07	678.13	0.69	21	1643
7	Mirador / Ecuador	21.9	17.74	0.81	39.64	29	0.85	327.59	547.5	0.51	25	1652
8	Haquira / Peru	36.5	75.19	2.06	111.69	28	0.85	560.71	730	0.51	20	1783
9	Agua Rica Yamana / Argentina	40.15	70.66	1.76	110.81	28	0.74	464.29	963.6	0.44	24	2094
10	El Galeno / Peru	31.4	8.79	0.28	40.19	33	0.83	427.28	690.8	0.54	22	2664
11	El Pachon / Peru	29.2	5.84	0.2	35.04	30	0.85	466.67	876	0.56	30	2833
12	Altar / Peru	51.1	51.1	1	102.2	26	0.85	538.46	1533	0.32	30	3059
13	Quellaveco / Peru	46.54	55.85	1.2	102.39	28	0.85	803.57	1303.05	0.57	28	3196
14	Michiquillay / Peru	35	66.15	1.89	101.15	30	0.85	740	665	0.75	19	3340
15	Cerro Casale / Chile	57.6	103.1	1.79	160.7	27.4	0.87	379.2	1152	0.21	20	5761

Энэхүү үндсэн үзүүлэлтүүдээс CPM үзүүлэлтэнд нөлөөлөх үл хамааран хувьсагчдыг сонгохдоо загварт авч үзэж буй үзүүлэлтүүдийн харгалзах p -утга нь 0.05 -аас их эсвэл бага тооцоологдсон буюу статистикийн хувьд ач холбогдолтой болон ач холбогдолгүй гарсан хувьсагчдыг үлдээх эсвэл хасах замаар бодолтыг гүйцэтгэсэн ба хамгийн өндөр ач холбогдолтой гарсан дараах 3 үзүүлэлтийг сонгон авч регрессийн загварыг үнэлэсэн. Сонгогдсон өгөдлүүдийн дискрет статистикийг хүснэгт 2-т үзүүлэв.

Хүснэгт 2. Өгөгдлүүдийн дискрет статистик

Variable	Mean	StDev	Variance	Minimum	Maximum	Median
Mine Annual Ore Production (Million Tonnes)	34.08	15.51	240.52	10.95	64.24	33.65
Mill Annual Production (THOSAND TONNE)	454.7	172.7	29827	190	803.6	445.8
CAPEX (US\$ Millions)	2343	1186	1406901	944	5761	1939
Mine Annual Waste Stripped (Million Tonnes)	46.71	29.44	866.82	5.84	103.1	53.47

ЗАГВАРЫН ҮНЭЛГЭЭ

Судалгаанд дараах шугаман транслог загварыг тодорхойлсон болно :

$$CPM_i = \beta_0 + \beta_1 MAWS_i + \beta_2 MAOP_i + \beta_3 MIAP_i + \beta_4 MAWS_i^2 + \beta_5 MAOP_i^2 + \beta_6 MIAP_i^2 + \beta_7 MAOP_i MIAP_i + v_i$$

Энд : CPM_i – 1 тонн баямал дахь металлын хэмжээнд харгалзах хөрөнгө оруулалтын зардалын үзүүлэлт (ам.доллар), $MAWS_i$ – үнэний хаягдал (сая.тонн), $MAOP_i$ – олборлосон хүдэр (сая.тонн), $MIAP_i$ – тээрийн үйлдвэрлэлийн хэмжээ (мян.тонн), v_{it} – $N(0, \sigma_v^2)$ тархалт бүхий санамсаргүй хэмжигдэхүүн байна.

Загварын параметруудийг хамгийн бага квадратын арга (OLS) ашиглан GRETЛ программаар үнэлсэн ба загварын multicollinearity болон heteroscedasticity зэрэг харгалзах тестүүдийг бодуулж дүгнэсэн болно. Загварын үнэлгээг хүснэгт 3-т үзүүлэв. (Тооцооллын үр дүнг хавсралт хэсгээс үзнэ үү)

Хүснэгт 3. Шугаман транслог загварын параметруудийн үнэлгээ

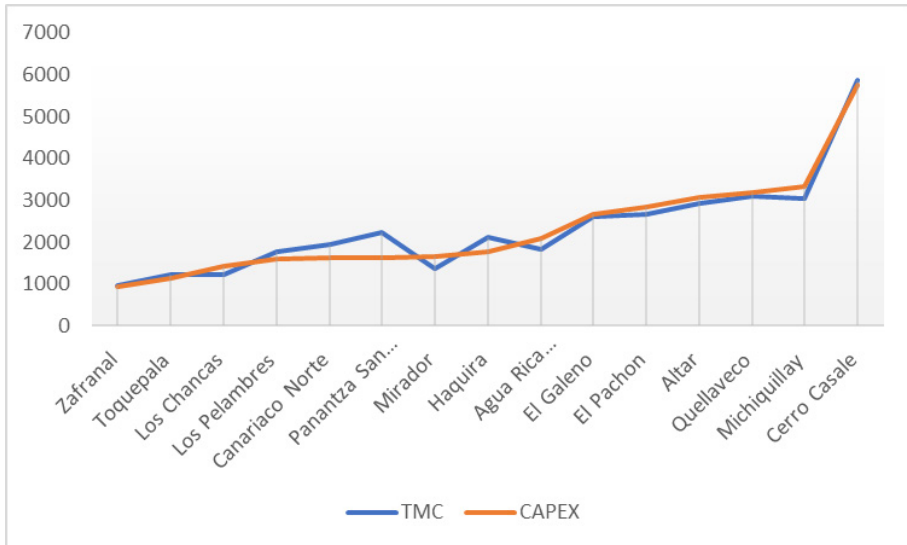
Хувьсагчид	Параметрууд	Стандарт алдаа	t харьцаа	p утга	
β_0					
$MAWS_i$	27220.7	5770.68	4.717	0.0022	***
$MAOP_i$	-503.007	128.01	-3.929	0.0057	***
$MIAP_i$	-305.101	451.89	-0.6752	0.5212	
	-7.4765	24.65	-0.3032	0.7705	
$MAWS_i^2$	4.97537	1.39	3.56	0.0092	***
	26.9978	5.27	5.117	0.0014	***
$MAOP_i^2$	0.06061	0.03	2.038	0.0810	*
$MIAP_i^2$	-2.09584	0.72	-2.908	0.0227	**
$MAOP_iMIAP_i$					

Шугаман транслог загварын параметруудийн үнэлгээнээс харахад $MAWS_i$ болон $MAOP_i$ хувьсагчдаас бусад хувьсагчид статистикийн хувьд ач холбогдолтой гарсан байна. Загварын детерминацын коэффициент болох Adjusted R^2 -ын утга 0.95 гарсан нь өндөр үзүүлэлт бөгөөд White-ийн тестээр шалгахад загварт heteroscedasticity алдаа байхгүй байна.

Загварын үнэлэгдсэн CPM үзүүлэлтийн онолын утгыг ашиглан хөрөнгө оруулалтын зардлын хэмжээ TSM – утгыг (2) томъёогоор тооцсон ба хөрөнгө оруулалтын зардлын бодит утгаас хэлбэлзэх дундаж хэлбэлзэлийг RSME ба MAE үзүүлэлт ашиглан тооцсон.

Бодит утга болох $CAPEX$ – ил уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардал (сая.доллар) ба тооцоолсон TSM – утгын зэрэгцүүлсэн графикийг зураг 1-т үзүүлэв.

Зураг 1. $CAPEX$ ба TSM – утгууд. (Зэсийн ил уурхай түс бүрээр)



$$RSME = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i^{\wedge} - y_i)^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{15} (TMC_i - CAPEX_i)^2}{15}} = 247.68$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i^{\wedge} - y_i| = \frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} |TMC_i - CAPEX_i| = 204.07$$

Ээсийн ил уурхайн хөрөнгө оруулалтын зардлын “шинэ” загварын алдааны түвшин 8 хувь буюу харьцангуй бага алдаатай тооцоологдсон нь бодит болон загвараар үнэлэгдсэн утгын дундаж хэлбэлзэлийн стандарт хазайлт ба дундаж абсолют хазайлтын утгын тооцоолоос харагдаж байна.

ДҮГНЭЛТ, САНАЛ

Энэхүү загварын үнэлгээнд үндэслэн “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын хөрөнгө оруулалтын зардлыг 5 ба 10 хувийн алдааны түвшинд урьдчилан тооцоолох боломжтой нь судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна.

Загварыг ашиглахад “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын техник, эдийн засгийн зарим үзүүлэлтүүдийг нэмж тодорхойлох (нууцын зэрэглэлтэй учир загварын бодолтонд шаардлагатай зарим тоон мэдээллүүд олдохгүй гм бэрхшээлүүд

тулгарч байсан) шаардлагатай байна. Тухайлбал :

- Тээрийн жилийн үйлдвэрлэлийн хэмжээ
- Уурхайн хаягдал
- Хүдрийн нөөц
- Ил уурхай болон баяжуулах фабрикт зарцуулсан хөрөнгө оруулалтын зардал

зэрэг үзүүлэлтүүдийн динамикийг тодорхойлох шаардлагатай болж байна.

Тухайн үйлдвэрлэгч тус бүрт харгалзах хөрөнгө оруулалтын зардлын хэмжээ хэдийгээр тухайн үйлдвэрлэгчээс шалтгаалан ялгаатай байх боловч уул геологийн дараах үзүүлэлтүүдээс ерөнхийдөө хамаардаг болохыг Nourali, Namidreza and Morteza Osanloo (2019) нарын загвар баталж байна. Тухайлбал:

- Олборлосон хүдэрийн хэмжээ
- Уурхайн хаягдал (гадна овоолго)
- Хөрс хуулалтын харьцаа (SR)
- Уулын цул гаргалтын хэмжээ
- Баяжмал дахь зэсийн агуулга
- Баяжмал дахь металл авалтын хэмжээ
- Тээрийн жилийн үйлдвэрлэлийн хэмжээ
- Хүдрийн нөөц
- Хүдэр дэх зэсийн агуулга (%)
- Уурхайн насжилт

зэрэг үзүүлэлтүүд хамгийн их нөлөөлдөг хүчин зүйлүүд болохыг харуулж байна.

Зэсийн ил уурхайн үйлдвэрлэлд шаардагдах хөрөнгө оруулалтын хэмжээг оновчтой тооцоолох нь урт хугацаанд үйлдвэрлэлийн тасралтгүй ажиллагааг хангах, үйлдвэрлэлийн зардлыг оновчтой удирдаж, ашгийг хамгийн их байлгах бодлогын хүрээнд нэн тэргүүнд шийдвэрлэх асуудлын нэг учир дээрх загварыг “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын уул геологи, техник технологийн түвшинд тохируулан сайжруулж ашиглах саналыг дэвшүүлж байна.

Бид энэхүү загварыг сайжруулж хэрэглэсэнээр уурхайд шаардагдах хөрөнгө оруулалтын зардлыг хэтрүүлж үр ашиггүй илүүдэл зардал гаргахаас урьдчилан сэргийлэх боломжтой бөгөөд үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг урт хугацаанд хэвийн явуулах бололцоог хөрөнгийн дутагдал болон илүүдэл зардал гарахгүйгээр явуулах боломж бүрдэх юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- Niazi, A., Dai, J.S., Balabani, S. and Seneviratne, L., "Product cost estimation: Technique classification and methodology review", *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, Vol. 128, No. 2, (2006), 563-575
- Huang, X.X., Newnes, L.B. and Parry, G.C., "The adaptation of product cost estimation techniques to estimate the cost of service", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 25, No. 4-5, (2012), 417-431
- O Hara, T.A., "A parametric cost estimation method for open pit mines", H.L. Hartman ed., *Society of mining engineers (SME)*, New York, 1980..
- O'Hara, T.A., "Quick guides to the evaluation of ore-bodies, *Bulletin of Canadian Institute of Mining, Metallurgy*, Vol. 73, (1980), 87-99
- Mular, A. L. "The Estimation of Preliminary Capital Costs. Mineral Processing Plant Design." New York, New York, USA: Society of Mining Engineers of the AIME Inc (1978).
- Noakes, M. and Lanz, T., "Cost estimation handbook for the australian mining industry, *Australasian Institute of Mining and Metallurgy*, Vol. 20, (1993), 412-4120.
- Wellmer, F.W., Dalheimer, M. and Wagner, M., "Economic evaluations in exploration, Springer, (2008), 35- 40.
- Camm, T.W., "The development of cost models using regression analysis", in *SME Annual Meeting, Phoenix, Arizona*. Vol., No. Issue, (1992 of Conference).

ХАВСРАЛТ

№1. Шугаман транслог загварын үнэлгээ :

Model 1: OLS, using observations 1-15

Dependent variable: CPM

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-ratio</i>	<i>p-value</i>	
Const	27220.7	5770.68	4.717	0.0022	***
MAWS	-503.007	128.010	-3.929	0.0057	***
MAOP	-305.101	451.895	-0.6752	0.5212	
MIAP	-7.47650	24.6579	-0.3032	0.7705	
MAWS_aaa	4.97537	1.39759	3.560	0.0092	***

MAOP_aaa	26.9978	5.27560	5.117	0.0014	***
MIAP_aaa	0.0606015	0.0297395	2.038	0.0810	*
MAOPMIAP	-2.09584	0.720601	-2.908	0.0227	**
Mean dependent var	18012.39	S.D. dependent var		10994.47	
Sum squared resid	42154214	S.E. of regression		2453.983	
R-squared	0.975091	Adjusted R-squared		0.950181	
F(7, 7)	39.14537	P-value(F)		0.000043	
Log-likelihood	-132.6500	Akaike criterion		281.3001	
Schwarz criterion	286.9645	Hannan-Quinn		281.2397	

White's test for heteroskedasticity (squares only) -

Null hypothesis: heteroskedasticity not present

Test statistic: LM = 12.3981

with p -value = $P(\text{Chi-square}(11) > 12.3981) = 0.334472$

Test for normality of residual -

Null hypothesis: error is normally distributed

Test statistic: Chi-square(2) = 0.33622

with p -value = 0.845261

№2. VIF шинжүүрийн тооцоолол

Variance Inflation Factors

Minimum possible value = 1.0

Values > 10.0 may indicate a collinearity problem

MAWS 34.280

MAOP 89.443

MIAP 54.075

MAWS_aaa 40.380

MAOP_aaa 55.836

MIAP_aaa 114.909

MAOPMIAP 165.718

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$, where $R(j)$ is the multiple correlation coefficient between variable j and the other independent variables

Belsley-Kuh-Welsch collinearity diagnostics:

variance proportions

lambda	cond	const	MAWS	MAOP	MIAP	MAWS_aaa
MAOP_aaa	MIAP_aaa					

7.040	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.549	3.580	0.001	0.002	0.000	0.000	0.011	0.000	0.001
0.225	5.597	0.018	0.003	0.000	0.000	0.001	0.011	0.000
0.172	6.400	0.020	0.002	0.001	0.000	0.003	0.004	0.005
0.008	28.894	0.029	0.558	0.000	0.000	0.469	0.000	0.020
0.003	46.206	0.600	0.025	0.182	0.105	0.035	0.338	0.070
0.002	62.387	0.287	0.019	0.031	0.367	0.071	0.620	0.002
0.001	107.502	0.046	0.391	0.786	0.527	0.411	0.027	0.903

lambda cond MAOPMIAP

7.040	1.000	0.000
0.549	3.580	0.000
0.225	5.597	0.001
0.172	6.400	0.000
0.008	28.894	0.006
0.003	46.206	0.001
0.002	62.387	0.319
0.001	107.502	0.673

lambda = eigenvalues of inverse covariance matrix (smallest is 0.000609186)

cond = condition index

note: variance proportions columns sum to 1.0

According to BKW, cond ≥ 30 indicates “strong” near linear dependence, and cond between 10 and 30 “moderately strong”. Parameter estimates whose variance is mostly associated with problematic cond values may themselves be considered problematic.

Count of condition indices ≥ 30 : 3

Variance proportions ≥ 0.5 associated with cond ≥ 30 :

const	MAOP	MIAP	MAWS_aaa	MAOP_aaa	MIAP_aaa	MAOPMIAP
0.933	0.998	0.999	0.516	0.984	0.974	0.992

Count of condition indices ≥ 10 : 4

Variance proportions ≥ 0.5 associated with cond ≥ 10 :

const	MAWS	MAOP	MIAP	MAWS_aaa	MAOP_aaa	MIAP_	
aaa	MAOPMIAP						
0.962	0.992	0.998	0.999	0.985	0.984	0.994	0.999

White’s test for heteroskedasticity (squares only)

OLS, using observations 1-15

Dependent variable: uhat^2

Omitted due to exact collinearity: sq_MAWS sq_MAOP sq_MIAP

	coefficient	std. error	t-ratio	p-value	
const	2.32925e+06	1.52519e+07	0.1527	0.8883	
MAWS	884539	301607	2.933	0.0609	*
MAOP	-739145	1.31864e+06	-0.5605	0.6143	
MIAP	-11402.6	71983.6	-0.1584	0.8842	
MAWS_aaa	-16039.1	5357.58	-2.994	0.0580	*
MAOP_aaa	-35308.6	45068.2	-0.7834	0.4905	
MIAP_aaa	-68.8826	180.078	-0.3825	0.7276	
MAOPMIAP	4858.80	4626.07	1.050	0.3707	
sq_MAWS_aaa	0.963986	0.357429	2.697	0.0740	*
sq_MAOP_aaa	3.69001	6.92235	0.5331	0.6310	
sq_MIAP_aaa	-9.27872e-06	9.06744e-05	-0.1023	0.9250	
sq_MAOPMIAP	-0.0264382	0.0419290	-0.6305	0.5731	

Unadjusted R-squared = 0.826543

Test statistic: $TR^2 = 12.398148$,

with $p\text{-value} = P(\text{Chi-square}(11) > 12.398148) = 0.334472$

Frequency distribution for residual, obs 1-15

number of bins = 5, mean = 5.57823e-012, sd = 2453.98

interval	midpt	frequency	rel.	cum.	
< -2386.4	-3131.5	1	6.67%	6.67%	**
-2386.4 -	-896.23	3	20.00%	26.67%	*****
-896.23 -	593.95	5	33.33%	60.00%	*****
593.95 -	2084.1	5	33.33%	93.33%	*****
>= 2084.1	2829.2	1	6.67%	100.00%	**

Test for null hypothesis of normal distribution:

Chi-square(2) = 0.336 with $p\text{-value}$ 0.84526

№3. Үлдэгдэл гишүүний хэвийн тархалтын тест