



Excavator Productivity, Calculation Method

Tsegmed Gankhulug¹, Mijiddorj Narangarvuu²

¹Chief Engineer of the Armed Forces, Operations Directorate, General Staff of the Armed Forces
E-mail: ganhologts@gmail.com

²Lecturer, Department of Engineering, School of Security Studies, National Defense University of Mongolia

Received: 15 June 2026
Accepted: 21 July 2026

Revised: 09 July 2026
Published online: 28 July 2026



ABSTRACT

As the Armed Forces have become increasingly involved in national development and construction projects, a conceptual gap has emerged in project planning, where insufficient attention is given to research and the factors affecting technical productivity, and planning is often based solely on structural or technical output indicators.

This study examines project research related to the use of military equipment, key technical parameters, the concept of technical productivity, and the factors influencing it. It further discusses methods for calculating technical productivity and explains how these calculations serve as a fundamental basis for budgeting, economic analysis, planning, and informed decision-making.

Keywords: Work productivity, calculation methodology, influencing factors, planning, decision-making.

Экскаваторын ажлын бүтээмж, тооцоолох аргачлал

Цэгмэд Ганхөлөг¹, Мижиддорж Нарангарвuu²

¹Зэвсэгт хүчний Жанжин штабын Ажиллагааны удирдлагын газрын Зэвсэгт хүчний инженерийн дарга, хурандаа, Цахим хаяг: ganhologts@gmail.com

²Үндэсний Батлан хамгаалахын Их сургуулийн Аюулгүй байдлын сургуулийн Инженерчлэлийн тэнхимийн багш

ХУРААНГУЙ

Зэвсэгт хүчин улсыг хөгжүүлэх бүтээн байгуулалтад оролцдог болсон энэ үед тухайн төслийн судалгаа, техникийн бүтээмжид нөлөөлөх хүчин зүйлийг дутуу судлан техникийн бүтээцийн бүтээмжийг үндэслэн төлөвлөлт боловсруулдаг ойлголтын зөрүү байна.

Судалгаанд цэргийн техникийг ашиглах төслийн судалгаа, техникийн үндсэн үзүүлэлт, техникийн бүтээмжийн тухай ойлголт, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйл, техникийн бүтээмжийн тооцоолол, энэ нь төсөв, эдийн засгийн тооцоо, төлөвлөлт боловсруулах, холбогдох шийдвэрийг гаргах үндэслэл болох тухай өгүүлнэ.

Түлхүүр үг: Ажлын бүтээмж, тооцоолох аргачлал, хүчин зүйл, төлөвлөлт, шийдвэр.

Оршил

Цэргийн техникийн бүтээмжийг тооцох ойлголтын зөрүүг арилгах зорилгоор энэхүү судалгааг явууллаа.

Газар шорооны ажлын техникийг сонгох, ашиглалтын онцлог, үзүүлэлтээс техникийн ажлын бүтээмжийг тооцоолж, ажлыг цагаар, ээлжээр, хоногоор, сараар, улирлаар, жилээр тэрчлэн дулааны болон хүйтний улиралд гүйцэтгэж болох хувилбараар ажлыг төлөвлөх болдог.

Техникийн ажлын бүтээмжид төслийн техник, эдийн засгийн үндэслэл, ажил гүйцэтгэх хугацаа, цаг улирлын байдал, ажлын тоо хэмжээ, импортын бараа, материалын хангалт, нийлүүлэлт, хугацаа, ажил гүйцэтгэх болон бараа, ажил үйлчилгээ худалдан авах хууль эрх зүйн зохицуулалт зэрэг гадаад, дотоод хүчин зүйл нөлөөлдөг.

Иймд аливаа техникийн ажлын онолын болон техникийн, ашиглалтын бүтээмжийн ялгаа, ойлголтын зөрүүг арилгах, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлийг судлах зорилт тавьж ажиллалаа.

Батлан хамгаалах салбарт цэргийн техникийг Зэвсэгт Хүчний тайван цагийн үүрэг гүйцэтгэхэд ашиглахын тулд бүтээмжийг нь тооцож, төлөвлөлт боловсруулж байсан туршлага, судалгааны материал байхгүй тул өөрийн мэргэжил, ажлын туршлага, Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулиас эрхлэн гаргасан ном, сурах бичиг, Оросын Холбооны Улсын их, дээд сургуулиудын цахим номын сан, судалгааны байгууллагын цахимд нийтэлсэн өгүүллийг харьцуулан судалсан болно.

Судалгааны үр дүнд техникийг ашиглах төслийн судалгаа, техникийн үндсэн үзүүлэлт, техникийн бүтээмжийн ялгааг гаргах, техникийн бүтээмжийн тооцоолол нь төсөв, эдийн засгийн тооцоо, төлөвлөлт боловсруулах, холбогдох шийдвэрийг гаргах үндэслэл болох тухай ойлголт өгөх болно.

Судалгаа

Зам барилгын зориулалттай техник үйлдвэрлэгчдийн 2025 оны тоон мэдээллийг 2024 оныхтой харьцуулан судлахад үйлдвэрлэлийн тоо 2 дахин өссөн нь машин ашиглалтыг оновчтой болохыг харуулж байна ([Центр технического оборудования 2024](#)). Ялангуяа нэг шанагатай экскаваторуудын үйлдвэрлэл өсөлттэй байгаа нь дэд бүтцийн төсөл олширч, өндөр бүтээмжтэй техникийн хэрэгцээ ихэссэнтэй холбоотой юм.

Газар шорооны ажлын үндсэн техник нь экскаватор тул түүний ажлын бүтээмжийг нь судлан үзье. Экскаваторын бүтээмж нь машин гүйцэтгэж буй ажлын хэмжээг тодорхойлдог үзүүлэлт юм. Эдийн засгийн хувьд машин цагийн өртөг тасралтгүй өсөж буй энэ үед экскаваторын бүтээмжийг нарийвчлан тооцоолох нь ажилд шаардагдах хугацаа ба төсвийг төлөвлөхөд чухал ач холбогдолтой байдаг.

Бүтээмжийг эрх бүхий байгууллагаас тогтоосон норм, стандартад нийцүүлэн ашиглалтын нөхцөл, хөрсний шинж чанар, үзүүлэлтийг харгалзан тодорхойлох ёстой болдог.

Хөрсний ангилал ба бүтээмжид үзүүлэх нөлөө

Хөрсний ангилал нь экскаваторын техник хэрэгслийн бүтээмжийг

тодорхойлоход үндсэн хүчин зүйл болдог. Хөрсний тогтоц, бүтэц, ангилал, физик, механик шинж чанар, газар шорооны ажил гүйцэтгэхэд үзүүлэх нөлөө зэргийг үндэслэн хөрсийг 4 үндсэн ангилалд тайлбарлан бүтээмжид тооцож байна.

I зэргийн хөрс - элс, 30 мм хүртэлх хайрга, элстэй хайрга, сул хөрс ба бутлаг ургамлын үндэс, ургамлын үе орно. Эдгээр хөрс нь ухахад хамгийн бага эсэргүүцэл үзүүлдэг (0,05 МПа хүртэл) бөгөөд техник хэрэгслийн хамгийн их бүтээмжийг хангадаг. Сийрэгжилтийн коэффициент нь 1,05-1,15 байдаг бөгөөд олборлолтын явцад эзлэхүүний хамгийн бага өсөлтийг илэрхийлнэ.

II зэргийн хөрс – Чийглэг зөөлөн хөрс, жижиг, дунд ширхэглэлтэй хайрга, элс, ургамлын үе, хайрга чулуун хольц, зарим нөхцөлд шаварлаг, хөнгөн шавар, алтан химэрлэг байх ба ухах үеийн эсэргүүцэл 0,05-0,15 МПа хүртэл нэмэгддэг ба сийрэгжилтийн коэффициент нь 1,2-1,3-т хүрдэг. Ийм хөрстэй ажиллах үед экскаваторын бүтээмж I бүлгийн хөрстэй харьцуулахад 10-15%-иар буурдаг.

III зэргийн хөрс - шавартай хөрс, хүнд шавар элс, түүний бүтцэд 40 мм хүртэлх хэмжээтэй хайрга, хатуулаг чулуун орсон байх ба ухах үеийн эсэргүүцэл 0,15-0,30 МПа, сийрэгжилтийн коэффициент нь 1,3-1,4 болж нэмэгддэг тул бүтээмж 20-25%-иар буурна.

IV зэргийн хөрс - шавар, шохойн болон анар чулуу нь газар шорооны ажил гүйцэтгэхэд хамгийн хүнд ба ухах үеийн эсэргүүцэл 0,3-0,5 МПа, сийрэгжилтийн коэффициент 1,4-1,5-аар тодорхойлогддог тул бүтээмж 30-40%-иар буурна.

Монгол орны хөрсний шинж чанарыг бүсчилсэн байдлаар хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Хүснэгт 1. Монгол орны бүсчлэлийн хөрсний шинж

Бүс	Түгээмэл хөрс	Инженерийн шинж	Замд өгөх нөлөө
Хангай, уулын бүс	Шавранцар, чулуурхаг хөрс	Даац сайн, ус барина	Хөлдөлтийн овойлт өгнө
Тал хээр	Элсэрхэг шавранцар	Дунд даац, тогтвортой	Стандарт хийц тохирно
Говь	Элс, элсэнцэр, сул хөрс	Даац муу, салхи нүүлгэнэ	Суурь зузаалж, бэхжүүлэх хэрэгтэй
Ойт хээр	Чийг, шавар ихтэй	Суулт, намагжилт	Далан өндөрлөх, усыг зайлуулах нь чухал
Голын хөндий	Аллювийн элс, хайрга	Жигд биш, суулт өгнө	Геотехникийн судалгаа заавал шаардана

Хөрсний төрөл, олборлолтын коэффициентыг хүснэгт 2-д, техникийн ажиллах үр ашгийн коэффициентыг хүснэгт 3-д, экскаваторын ажлын мөчлөгийн хугацаан хүснэгт 4-д, нэг шанагат экскаваторын бүтээмжийг хүснэгт 5-д тус тус үзүүлэв.

Хүснэгт 2. Хөрсний төрөл ба олборлолтын коэффициент

Хөрсний зэрэг	Хөрсний төрөл	Сийрэгжилтийн коэффициент	Шанаганы дүүргэлтийн коэффициент	Ухах үеийн эсэргүүцэл, МПа
I	Элс, ургамлын үе, сул хөрс	1,05-1,15	1,0-1,1	0,05 хүртэл

II	Шаварлаг, хөнгөн шавар, алтан химэрлэг	1,2-1,3	0,9-1,0	0,05-0,15
III	Шавар, хүнд шаварлаг, хүнд шавар	1,3-1,4	0,8-0,9	0,15-0,30
IV	Хүнд шавар, шохойн чулуу, анар чулуу	1,4-1,5	0,7-0,8	0,30-0,50

Хүснэгт 3. Техникийн ажиллах үр ашгийн коэффициент

Ажлын нөхцөл	Цаг ашиглалтын коэффициент	Улирлын коэффициент	Мэргэжлийн үр чадварын коэффициент	Үр дүнгийн коэффициент
Төгс нөхцөл	0,9-0,95	1,0	1,0-1,1	0,9-1,05
Энгийн нөхцөл	0,8-0,85	0,95-1,0	0,9-1,0	0,7-0,85
Хүнд нөхцөл	0,7-0,75	0,85-0,9	0,8-0,9	0,5-0,6
Өвлийн нөхцөл	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,35-0,5

Хүснэгт 4. Эскаваторын ажлын мөчлөгийн хугацаа

Техникийн төрөл	Шанаганы багтаамж, м³	Газар ухах хугацаа, сек	Ажлын мөчлөгийн цаг
Бага чадлын эскаватор	0,25	22-26	140-165
Дунд чадлын эскаватор	1,0	26-32	115-140
Хүнд чадлын эскаватор	2,5	35-45	80-105

Хүснэгт 5. Нэг шанагат эскаваторын бүтээмж

Шанаганы багтаамж, м³	Хөрсний зэрэг, бүтээмж (м³)				Хөдөлгүүрийн чадал, кВт
	I	II	III	IV	
0,25	45-55	40-48	35-42	30-36	55-75
0,5	85-105	75-90	65-78	55-66	90-120
0,65	115-140	100-120	85-102	72-86	110-150
1,0	165-200	145-175	125-150	105-126	150-200
1,25	210-255	185-220	160-190	135-162	180-250
2,5	400-480	350-420	300-360	250-300	300-400

Ажлын бүтээмжийн төрөл

Аливаа техникийн хүчин чадлыг үнэлэх аргазүй нь онолын, техникийн,

ашиглалтын гэсэн бүтээмжийн 3 төрөлтэй байх өгөөд эдгээр нь ажлын төлөвлөлт, зохион байгуулалтын асуудлыг шийдвэрлэхэд ашиглагддаг. Эдгээр бүтээмжийн ялгааг ойлгох нь газар шорооны ажлын зөв төлөвлөгөө гаргахад чухал ач холбогдолтой юм.

Онол (машины зохион бүтээлт)-ын бүтээмж

Онолын бүтээмж гэдэг нь төгс нөхцөлд тасралтгүй ажиллах нэг цагийн дээд боломжит ажлын хэмжээг илэрхийлнэ. Дараах томъёогоор тооцдог:

$$P_{\text{он/дээд}} = 60 \cdot q \cdot n, \text{ м}^3/\text{цаг};$$

Энд:

$P_{\text{он/дээд}}$ - дээд боломжит ажлын онолын бүтээмж,

60 - нэг цаг дахь минутын тоо

q - шанаганы багтаамж, м^3 ;

n - нэг минутад хийх ажлын мөчлөгийн тоо.

Жишээ нь: Экскаваторын шанаганы багтаамж $1,2 \text{ м}^3$. Нэг минутад хийх ажлын мөчлөгийн тоо 11 бол онолын бүтээмж нь цагт 792 м^3 байна. Энэхүү үзүүлэлт нь машины нийт чадамжийг үнэлэхэд зориулагдсан тул бодит ашиглалтын нөхцөлийг оруулж тооцдоггүй.

Бодит нийт ажлын үзүүлэлтийг оруулан онолын бүтээмжийг тооцвол:

$$P_{\text{он/нийт}} = \frac{3600 \cdot q}{T_{\text{ц}}}, \text{ м}^3/\text{цаг};$$

Энд:

$P_{\text{он/нийт}}$ - нийт ажлын үзүүлэлтийг тооцсон онолын бүтээмж,

3600 - нэг цаг дахь секундын тоо

q - шанаганы багтаамж, м^3 ;

$T_{\text{ц}}$ - ажлын мөчлөгийн хугацаа, сек;

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{к}} + t_{\text{р}} + t_{\text{д}} + t_{\text{т}} + t_{\text{в}} + t'_{\text{р}} + t'_{\text{д}} + t'_{\text{т}} + t_{\text{п}} + t'_{\text{п}}, \text{ м}^3/\text{цаг};$$

Энд:

$t_{\text{к}}$ - шороо ухах хугацаа, сек;

$t_{\text{р}}$ - шанаганд шороо дүүргэх хугацаа, сек;

$t_{\text{д}}$ - шороотой шанага өргөх хугацаа, сек;

$t_{\text{т}}$ - шороо асгахаар эргэх хугацаа, сек;

$t_{\text{в}}$ - шанаганаас шороо асгах хугацаа, сек;

$t'_{\text{р}}$ - ачаагүй буцах эргэлтийн хугацаа, сек;

$t'_{\text{д}}$ - шанага буулгах хугацаа, сек;

$t'_{\text{т}}$ - зогсолт хийх хугацаа, сек;

$t_{\text{п}}$ - мөргөцөг, ухмалд эргэлт хийх хугацаа, сек;

$t'_{\text{п}}$ - ачаа буулгаад бүрэн эргэлт хийх хугацаа, сек;

Ажлын мөчлөг нь экскаваторын хувьд 4 үйлдлийн нийлбэр хугацаагаар илэрхийлэгддэг ба ухалт хийх, буулгах зүгт эргэх, буулгах, ухалт хийх зүгт эргэх

үйлдэл, хугацаа гэж ойлгоно.

Техникийн бүтээмж

Техникийн бүтээмжийг тооцохдоо ажиллах нөхцөл ба боловсруулж буй хөрсний онцлогийг харгалзан үздэгээрээ онолын бүтээмжээс ялгаатай.

Хөрсний шинж чанар нь шанага дүүргэхэд нөлөөлдөг ба экскаваторын тавцангийн эргэх өнцөг өөрчлөгдөхөд ажлын мөчлөгийн хугацаанд өөрчлөлт гарахыг анхаарах нь зүйтэй. Экскаваторын техникийн бүтээмж болон ажлын мөчлөгийн үргэлжлэх хугацаанд нөлөөлдөг гол хүчин зүйлс:

- хөрсний зэрэг;
- цаг агаарын нөхцөл байдал;
- ажлын зохион байгуулалт, операторын ур чадварын түвшин.

$$P_{\text{тех}} = \frac{3600 \cdot q \cdot k_n}{T_{\text{ц}} \cdot k_p}, \text{ м}^3/\text{цаг};$$

Энд:

$P_{\text{тех}}$ - техникийн бүтээмж,

3600 - нэг цаг дахь секундын тоо

q - шанаганы багтаамж, м³;

k_n - шанаганы дүүргэлтийн коэффициент;

$T_{\text{ц}}$ - ажлын мөчлөгийн хугацаа, сек;

k_p - хөрсний сийрэгжилтийн коэффициент.

Шанаганы дүүргэлтийн коэффициент нь IV бүлгийн хөрсөд 0,7-0,8, I бүлгийн хөрсөд 1,0-1,1 байдаг Техникийн ажлын мөчлөгийн хугацаа техникийн хүчин чадлаас хамаарах ба жижиг экскаваторын хувьд 22-26, том экскаваторын хувьд 35-45 секунд байна.

Ашиглалтын бүтээмж

Ажиллах бодит нөхцөлийг харгалзан тооцсон хамгийн практик ач холбогдолтой үзүүлэлт юм. Ашиглалтын бүтээмж нь техникийн болон онолын бүтээмжээс бага байдаг. Учир нь операторын туршлага, мэргэжлийн ур чадвараас бүрэн дүүрэн ашигласнаар тогтоогдсон техникийн болон онолын үзүүлэлтүүдийг давж гарах боломжтой.

$$P_{\text{аш}} = P_{\text{тех}} \cdot k_b, \text{ м}^3/\text{цаг};$$

Энд:

$P_{\text{аш}}$ - ашиглалтын бүтээмж,

k_b - ажлын цаг ашиглалтын коэффициент, 0,7-0,85.

Ажлын цаг ашиглалтын коэффициент нь технологийн завсарлага, шилжилт хөдөлгөөн, техникийн үйлчилгээ болон ажлын зайлшгүй зогсолтуудыг тооцсон үзүүлэлт юм.

Экскаваторын шанаганы багтаамж 0,65-1м³ бол нэг оператор ажиллах ба том чадлын экскаваторын операторыг туслахтай ажиллуулахаар тооцдог. Энэ нь нийт үр ашиг ба ажлын зардалд нөлөөлдөг.

Экскаваторын ажлын бүтээмжийг тооцоолох аргачлал

Экскаваторын ажлын мөчлөг дэх нэмэлт үйлдэл болон зогсолтын хугацааг тооцоолж, экскаваторын бүтээмжийг цагаар, нэг ээлж, нэг долоо хоног эсвэл сар, улирал, жилээр (тухайн төсөл хэрэгжүүлэх хугацаанд) тооцож болно. (Н.А.Фок, 2020)

Онолын мэдлэгийг практикт хэрэглэх нь ажлын талбайн бодит нөхцөлд тохирсон тодорхой тооцоо хийх арга зүйг ашиглахыг шаарддаг. Иймд техникийн үр ашгийг тодорхойлох үндсэн аргачлалыг практик жишээн дээр авч үзье.

Хоёрдугаар зэргийн хөрсөнд ажил гүйцэтгэх $1,2 \text{ м}^3$ шанаганы багтаамжтай экскаваторын техникийн бүтээмжийг тооцъё.

Үндсэн өгөгдөхүүн:

- шанаганы багтаамж: $q = 1.2 \text{ м}^3$;
- ажлын мөчлөгийн хугацаа: $T_{\text{ц}} = 28 \text{ сек}$;
- шанаганы дүүргэлтийн коэффициент: $k_{\text{н}} = 0.95$;
- хөрсний сийрэгжилтийн коэффициент: $k_{\text{р}} = 1.25$.

$$П_{\text{тех}} = \frac{(3600 \cdot q \cdot k_{\text{н}})}{(T_{\text{ц}} \cdot k_{\text{р}})} = \frac{(3600 \cdot 1,2 \text{ м}^3 \cdot 0,95)}{(28 \text{ сек} \cdot 1,25)} = 117 \text{ м}^3/\text{цаг};$$

Хэрэв энгийн нөхцөлд ажиллах цаг ашиглалтын коэффициент 0,8-г тооцвол техникийн бүтээмж нь $94 \text{ м}^3/\text{цаг}$ болж байна.

Экскаваторын цагийн ажлын бүтээмжийг нарийвчлан тооцох:

$$Б_{\text{тц}} = q_{\text{т}} \frac{3600}{t_{\text{тм}}};$$

$$q_{\text{т}} = q \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{д}};$$

$$t_{\text{тм}} = t_{\text{тоц}} \cdot k_{\text{х}} \cdot k_{\text{мө}} \cdot k_{\text{му}};$$

$$Б_{\text{тц}} = \frac{3600 \cdot q \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{д}}}{t_{\text{тоц}} \cdot k_{\text{х}} \cdot k_{\text{мө}} \cdot k_{\text{му}}}, \text{ м}^3/\text{цаг};$$

Энд:

$q_{\text{т}}$ - экскаваторын нэг мөчлөгийн хугацаанд хийх газар шорооны ажил, м^3 ;

q - экскаваторын шанаганы багтаамж, м^3 ;

$k_{\text{т}}$ - хөрсний сийрэгжилтийн коэффициент;

$k_{\text{д}}$ - шанаганы дүүргэлтийн коэффициент;

$t_{\text{тм}}$ - ажлын мөчлөгийн үргэлжлэх хугацаа, сек;

$t_{\text{тоц}}$ - болзмол хөрсөнд (Г.Намсрай, 1974) ажиллаж байгаа машины бүтээцээр тодорхойлогдох мөчлөгийн үргэлжлэх хугацаа, сек;

$k_{\text{х}}$ - хөрсний байдлаас мөчлөгийн үргэлжлэх хугацаа хамаарахыг илтгэх

коэффициент:

- тооцоолох хүчнээс бага эсэргүүцэлтэй хөрсөнд: $k_x < 1$;
- тооцоолох хүч нь эсэргүүцэлтэй тэнцүү үед: $k_x = 1$;
- тооцоолох хүчнээс эсэргүүцэл нь их байх үед: $k_x > 1$;
- I зэргийн хөрсөнд: $k_x = 0,93$;
- II зэргийн хөрсөнд $k_x = 0,95$;
- III зэргийн хөрсөнд $k_x = 0,95$;
- IV зэргийн хөрсөнд $k_x = 1,15$;

$k_{мө}$ - мөргөцгийн өндөр, эргэх өнцгөөс мөчлөгийн үргэлжлэх хугацааны хамаарлыг тооцох коэффициент, $90^0 = 1$, $110^0 = 1.1$, $150^0 = 1.3$;

$k_{мү}$ - тээврийн хэрэгсэлд шороо ачих цаг алдалт (тэвшний аль хэсэгт асгах, асгалтын өндөрийг тааруулах, ... гэх мэт) мөчлөгийн хугацаа уртсах нөхцлийг тооцох коэффициент.

Нэг минутад хийх мөчлөгийн тоог хүснэгт 6-д, хөрсний сийрэгжилтийн ба шанаганы дүүргэлтийн багтаамжийг хүснэгт 7-д, экскаваторын нэг цагийн ажлын бүтээмжийн нормыг хүснэгт 8-д тус тус үзүүлэв.

Хүснэгт 6. Нэг минутад хийх, $n = \frac{60}{t_{\text{тоц}}}$ тооцоолох мөчлөгийн тоо (техникийн нормоор):

Экскаваторын шанаганы багтаамж, м ³	70 ⁰	90 ⁰	135 ⁰	180 ⁰
	градусын өнцөг гаргаж эргэхэд нэг минутад хийх мөчлөгийн тоо			
0,65	5,1-2,4	4,2-2,2	3,6-2,1	2,8-2,0
1,25	3,8-2,0	3,0-1,8	1,8-1,7	2,2-1,5

Хүснэгт 7. Хөрсний сийрэгжилтийн ба шанаганы дүүргэлтийн багтаамж, м³

Коэффициентын утга	I	II	III	IV	V-VI	Барилгын хог
- хөрс сийрэгжих коэффициент	0,91	0,83	0,80	0,77	0,74-0,69	0,6
- шанага дүүргэх коэффициент	1,0	0,97	0,95	0,90	0,85-0,7	0,6

Хүснэгт 8. Экскаваторын нэг цагийн ажлын бүтээмжийн норм

Шанаганы багтаамж, м ³	- тээврийн хэрэгсэлд ачих								- асгаас хийх			
	1500 эргэх				1100 эргэх				1100 эргэх			
	Хөрсний зэрэг				Хөрсний зэрэг				Хөрсний зэрэг			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
0,65	93	91	79	68	112	110	96	80	126	124	108	92
1,25	150	146	129	109	179	172	151	129	202	192	169	149

Экскаваторын ээлжийн бүтээмжийг тооцох:

$$P_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot q \cdot k_d}{t_{\text{тм}} \cdot k_c} \cdot n \cdot k_b, \text{м}^3 / \text{ээлж};$$

q - экскаваторын шанаганы багтаамж, м^3 ;

k_b - ээлжийн цаг ашиглалтын коэффициент, 2,5-5,0;

k_c - хөрсний сийрэгжилтийн коэффициент;

k_d - шанаганы дүүргэлтийн коэффициент;

$k_{\text{тм}}$ - ажлын мөчлөгийн үргэлжлэх хугацаа, (тооцоонд 10-50 сек);

n - ажлын мөчлөгийн тоо, 1-6.

Экскаваторын ажлын бүтээмжид нөлөөлдөг хүчин зүйл

Экскаваторын бодит бүтээмж нь олон хувьсах хүчин зүйлээс хамаардаг бөгөөд тэдгээрийг ажлын төлөвлөлт боловсруулахдаа анхаарч хүчин зүйлсийн нөлөөг ойлгох нь ажлын гүйцэтгэлийн хугацааг илүү нарийвчлах, техникийн хэрэглээг оновчтой сонгох үндэслэл болдог.

- экскаваторын загвар;
- явах ангийн төрөл;
- хөрсний механик болон физик шинж чанарууд;
- ажлын талбайн хэмжээ;
- ажлын зохион байгуулалт, тодорхой хэсэгт шилжилт хийх хугацаа;
- техникийн эвдрэл, гэмтэл, осол;
- тээвэрлэгч хүлээх сул зогсолт;
- ажлын талбайг бэлтгэх, өрөмдлөг, тэсэлгээ хийх.

Цаг улирлын нөхцөл

Температурын өөрчлөлт нь техникийг үр ашигтай ашиглахад нөлөөлдөг ба хүйтний улиралд хөрс хөлдөх, мөсөн бүрхүүл тогтох, материал барьцалдах, техникийг халаах хугацаа уртсах зэрэг шалтгаалснаас техникийн бүтээмж 30-50%-иар буурдаг. Мөн хөрсний чийгшил чухал нөлөөтэй ба шаварлаг хөрсөнд тохиромжтой чийгшил нь 10-15% байдаг.

Операторуудын мэргэжлийн ур чадвар

Операторын туршлага болон мэргэжлийн ур чадвар нь техникийн бүтээмжид 20-30% нөлөөлдөг ба ажлын мөчлөгийг оновчтой төлөвлөж, ажиллах горимыг зөв сонгож, үр бүтээлгүй цаг алдалт гаргадаггүй. Сүүлийн үед сургалтын байгууллагууд операторыг бэлтгэхдээ төхөөрөмж ашиглаж үр ашгийг дээшлүүлэх чиглэлээр улам бүр дэвшил гаргаж байна.

Техникийн бэлэн байдал

Ажлын тоноглолын механизм, эд ангийн элэгдэл, гидравлик систем болон хөдөлгүүрийн байдал нь техникийн бүтээмжид шууд нөлөөлдөг. Иймд үйлдвэрээс тогтоосон буюу үечлэлд техник үйлчилгээг цаг хугацаанд нь төлөвлөн хийснээр техникийн бэлэн байдлыг 90-95 хувьд хадгалах боломжтой юм.

Талбайн ажлыг зохион байгуулах

Экскаваторын ажлын талбайг зөв төлөвлөх, тохирсон байрлалд байрлуулах,

хослон ажиллах техникийн замыг бэлтгэх, ухаж гаргасан хөрс, материалыг цаг тухайд нь зөөвөрлөж талбайг чөлөөлөх зэрэг нь техник ашиглалтын үр ашгийг 25-40 хувь нэмэгдүүлдэг.

Сүүлийн үед томоохон төсөл хөтөлбөрийн ажлын талбайд ашиглах техникт GPS суурилуулан хяналт, удирдлагын автомат системийг нэвтрүүлж байна.

Экскаваторын хөгжлийн чиг хандлага

Оросын Холбооны Улсын дэд бүтэц, уул уурхайн салбарын 2024-2025 оны техникийн хөгжил нь дижитал технологийн нэвтрүүлэх, тоног төхөөрөмжийг экологид ээлтэй болгох, үр ашгийг дээшлүүлэхэд чиглэгдэж байна (Sulimov 2025). Эдгээр нь бүтээмжийг үнэлж, оновчтой болгох арга барилд шууд нөлөөлдөг.

Экскаваторын ажлын үзүүлэлт (түлшний зарцуулалт, хөдөлгүүрийн ажиллах хугацаа, ажиллах циклийн тоо, ажлын эд ангийн ачаалал)-ийг бодит цаг хугацаанд хянах боломжтой системээр тоноглогсон байна: Эдгээр нь ажлын горимыг засч сайжруулах болон үр ашгийг нэмэгдүүлэх нөөцийг илрүүлэх боломжийг олгодог.

Ажлын явцыг автоматжуулах

Техникийн байрлалыг тогтоох ба ухалтын гүн (налуу)-ийг автоматаар удирдах GPS системийг нэвтрүүлэх нь ажлын нарийвчлалыг дээшлүүлж, дахин боловсруулах ажил багасгах, төлөвлөлт боловсруулахад тусалдаг байна.

Энерги хэмнэх шийдэл

Газар шорооны ажил гүйцэтгэх, хөрс боловсруулахад цахилгаан-механик дамжуулгатай машинуудыг ашигласнаар түлшний зарцуулалтыг 15-20% бууруулж байна.

Ажлын төлөвлөлт боловсруулах

Техникийн бодит бүтээмжийг цаг улирал, хөрсний байдал болон бусад хувьсах хүчин зүйлсээс хамааруулан тооцох, ажлын хуваарийг автоматаар засварлах уян хатан төлөвлөлтийн загварыг бий болгох боломжтой.

Судалгааны үр дүн

Зэвсэгт Хүчний цэргийн техникийг ашиглахын тулд тухайн техникийг ашиглах төслийн судалгаа, техникийн үндсэн үзүүлэлт, техникийн бүтээмжийг тооцож, тооцоололд үндэслэсэн төсөв, эдийн засгийн тооцоог хийх, улмаар холбогдох шийдвэрийг гаргах нь чухал юм.

Иймд аливаа төсөл хөтөлбөр цэргийн техник ашиглахад дараах дараалал бүхий судалгаа, тооцоог хийх нь нэн чухал бөгөөд энэ нь ажлын гүйцэтгэл, эдийн засгийн үр өгөөж, үнэн зөв төлөвлөлт, удирдлага, зохион байгуулалтын үндэс болох болно. Үүнд:

- төслийг техник эдийн засгийн үндэслэл инженер механикийн болон гидрогеологийн судалгаа, техникийн шаардлага, ажлын зураг, технологи, инженерийн заавар)-ийг судлах;
- төсөл хэрэгжүүлэх хугацаа, үүнээс дулааны болон хүйтний улиралд ноогдох хоног;
- ажлын тоо хэмжээ (түгээмэл тогтоцтой ашигт малтмалын хэрэгцээ, хөрс хуулах, г.м)-г тооцох;

- ажил гүйцэтгэхэд шаардлагатай техникийн нэмэлт тоноглол, хоршин ажиллах техник, ажил үйлчилгээг сонгох;
- тухайн бүс нутгийн хөрсний тогтоц, физик шинж чанар;
- тухайн техникийн ашиглалт, сэлбэг, хэрэгслийн нийлүүлэлттэй холбоотой материал хангалт, ажил үйлчилгээ, тээвэр логистик, хугацаа;
- ашиглах техникийн үзүүлэлт, холбогдох судалгаа;
- үйлдвэрийн хийцэд нийцэх онолын бүтээмжийг тооцох;
- техникийн бүтээмжийг тооцох;
- ашиглалтын бүтээмж (цагаар, нэг ээлж, нэг долоо хоног эсвэл сар, улирал, жилээр, тухайн төсөл хэрэгжүүлэх хугацаанд)-ийг тооцох;
- ашиглах техникийн хэрэгцээг тодорхойлох;
- нэгдсэн төлөвлөлт боловсруулах;
- төсөв тооцох;
- эдийн засгийн тооцоолол боловсруулах;
- ажил гүйцэтгэхтэй холбогдох удирдлага, зохион байгуулалтын шийдвэр гаргах.

Дүгнэлт

Техникийн ажлын бүтээмжид төслийн техник, эдийн засгийн үндэслэл болон төслийн ажлын даалгавар, ажил гүйцэтгэх технологи, ажлын зураг, техникийн шаардлагаас гадна ажил гүйцэтгэх хугацаа, цаг улирлын байдал, ажлын тоо хэмжээ, импортын бараа, материалын хангалт, нийлүүлэлт, хугацаа, ажил гүйцэтгэх болон бараа, ажил үйлчилгээ худалдан авах хууль эрх зүйн зохицуулалт зэрэг гадаад, дотоод хүчин зүйл нөлөөлнө.

Цаашид дээрх дараалал бүхий судалгаа, тооцоолол, төлөвлөлтийг боловсруулж, удирдлага, зохион байгуулалтын шийдвэр гаргах нь эдийн засгийн болон цаг хугацааны хувьд ашигтай инженерийн шийдэл болох ба аюулгүй байдлыг хангах үндэслэл болно.

Эшлэл авсан сурвалж, судалгааны бүтээл:

1. Sulimov, M. Yu. 2025. “Digital transformation in the Russian mining sector: specific features and strategic approaches.” *Mining Industry Journal (Gornay Promishlennost)*, no. 4/2025 (August): 104–8. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-4-104-108>.
2. Центр технического оборудования. 2024. “Рабочее Оборудование Экскаватора и Сферы Его Применения.” *Центр Технического Оборудования* 2026/7/9/ (January). <https://centr-teh.ru/blog/ekskavatory/raboochee-oborudovanie-ekskavatora>.
3. Г.Намсрай. (1974). *Барилгад машиныг үр ашигтай хэрэглэх үндэслэл*. Улаанбаатар: Улсын хэвлэлийн газар.
4. Н.А.Фок. (2020). *Производство работ гулевого цикла (земляные работы)*. Рубцовк.