



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

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН ЭМХЭТГЭЛ

№ 25(17)264

**УЛААНБААТАР ХОТ
2025 ОН**

ISSN 1560-8794

Бүтээлийн эмхэтгэл хянан магадалсан:

ШУТИС-ийн ерөнхий редакцын зөвлөлийн дарга:

ШУТИС-ийн Ректор, доктор /Ph.D/, профессор Т.Намнан

ШУТИС-ийн ерөнхий редакцын зөвлөлийн гишүүд:

ШУТИС-ийн ЭШТХ-ийн албаны дарга, доктор /Ph.D/ Ц.Цоггэрэл

ГУУС-ийн Ахмадын салбар зөвлөлийн гишүүн, академич Ц.Нанзад

ЭХИС-ийн Цахилгаан техникийн тэнхимийн профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Ж.Арслан

АТС-ийн Профессор, доктор /Ph.D/, профессор Я.Наранцэцэг

БАС-ийн Эрдэмтэн нарийн бичгийн дарга, доктор /Ph.D/ Г.Адъяажав

МС-ийн Чанарын менежер, доктор /Ph.D/, дэд профессор Х.Ариунаа

НХС-ийн Түүх, соёл, аялал жуулчлалын тэнхимийн ахлах багш, доктор /Ph.D/, дэд профессор Ц.Батцэрэн

ГХС-ийн Ази судлалын тэнхимийн дэд профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Л.Чойжилмаа

ДаТС-ийн Эрдэмтэн нарийн бичгийн дарга, доктор /Ph.D/, дэд профессор Д.Баясгалан

ЭЦДС-ийн Механикийн тэнхимийн эрхлэгч, доктор /Ph.D/, дэд профессор Б.Пүрэвдорж

МХТС-ийн Мэдээллийн технологийн тэнхимийн профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Ч.Мөнхнасан

ХШУС-ийн Математикийн тэнхимийн эрхлэгч, доктор /Ph.D/, дэд профессор Б.Сэр-Од

ЭХИС-ийн Цахилгаан техникийн тэнхимийн дэд профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Т.Батгэрэл

ХХҮДС-ийн Хүнсний инженерчлэлийн тэнхимийн эрхлэгч, доктор /Ph.D/, дэд профессор Э.Энхцэцэг

ГХС-ийн Ази судлалын тэнхимийн ахлах багш, магистр Б.Сонинцэцэг

Нэмэлтээр:

БАС-ийн Хот төлөвлөлтийн тэнхимийн ахлах багш доктор /Ph.D/ Б.Ариунжаргал

Эмхэтгэсэн: Ж.Батбаяр

Хуудасны хэмжээ: А4

Бодит хэвлэлийн хуудас:

Үсгийн гарнитур: Times New Roman

Тоо хэмжээ:

ШУТИС-ийн Хэвлэлийн газар

ГАРЧИГ**ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ**

1. Завхан аймгийн Тосонцэнгэл сумын байгалийн аясаар ургасан босоо хатсан, унанги шинэс модны технологийн суурь үзүүлэлтүүд
магистрант М.Баасандорж, магистр С.Дэлгэрзаяа, доктор (Ph.D) С.Мурзабек, магистр А.Сэндэр ... 6
2. Агаар сэлгэлт, хөргөлтийн системд хэрэглэх зохистой хөргөх бодисуудын судалгаа
докторант Н.Ангараг, доктор (Ph.D) Ц.Уранцэцэг..... 11
3. Монгол улсад ашиглагдаж буй цахилгаан халаах хэрэгслүүдийн үр ашгийн судалгаа
/ “Хайбрид хийтэр” цахилгаан халаагуур болон “Оч” цахилгаан халаагуурын жишээн дээр/
магистрант М.Халиун, доктор (Ph.D) Ц.Уранцэцэг..... 18
4. 35/6-10 кв-ын дэд станцын аянгын хэт хүчдэлийн долгионы загварчлал
магистрант Т.Мөнхдэлгэр, доктор (Ph.D), дэд профессор Ц.Чингэс 24
5. Тээврийн хэрэгслийн улсын дугаарыг таних туршилт
доктор (Ph.D) А.Түвшинбаяр, Б.Бат-Ирээдүй..... 29
6. 35/10 кв-ын дэд станцын тоног төхөөрөмжүүдийг таслахад үүсэх хэт хүчдэлийн симуляци
магистрант Д.Дамбийхорол, доктор (Ph.D), дэд профессор Ц.Чингэс 37
7. Ган хайлах ДСП-3, ДСП-6 төрлийн зуухны шингэний системийн ашиглалтын судалгаа
магистр В.Гансүх, доктор (Ph.D), дэд профессор Б.Пүрэвдорж 41
8. Төмс хагаах процессын үед ялгарах усны шинж чанар
*доктор (Ph.D) Ч.Мягмаржав, доктор (Ph.D), дэд профессор Ж.Балжинням, доктор (Ph.D),
дэд профессор Ж.Туяацэцэг..... 44*
9. Монгол Улсын төмөр замын зүтгүүрийн өнөөгийн нөхцөл байдал, эрэлт хэрэгцээний судалгаа
доктор (Ph.D), дэд профессор Ж.Азжаргал..... 47
10. Улаанбаатарын хүйтэн уур амьсгалд ажиллах барилгын хийцэд нэгтгэсэн CIGS төрлийн
тунгалаг нарны цахилгаан үүсгүүрийн (BIPV) гүйцэтгэлийн судалгаа
магистрант Д.Батдорж, доктор (Ph.D) Э.Мөнхтуяа, доктор (Ph.D) М.Ганхүлэг..... 52
11. Агаар үлээгч ТВ80/1.6 компрессорыг GL2-TURBO компрессороор орлуулан ажиллуулах үеийн
ашигт ажиллагаа /“Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ын Цэвэрлэх байгууламжийн жишээн дээр/
магистр Э.Чулуунтөр, доктор (Ph.D), дэд профессор С.Эрдэнэбат..... 57
12. “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ ил уурхайн ус татах байгууламжийн ашиглалтын судалгаа
магистрант М.Отгонбат, магистрант Б.Баярхүү, доктор (Ph.D), дэд профессор Б.Орхонтуул 62
13. Байгалийн цеолитийг АНФО тэсрэх бодист ашиглах судалгаа
доктор (Ph.D) Э.Уранчимэг, доктор (Ph.D) Р.Долгоржав, доктор (Ph.D), профессор Л.Пүрэв..... 66

НИЙГЭМ, ХҮМҮҮНЛЭГИЙН УХААН

14. Цахим худалдааны шилжилтэнд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн судалгаа
доктор (Ph.D) Д.Оюунгэрэл, доктор (Ph.D), дэд профессор О.Тамир 72
15. Улаанбаатар хотын нийтийн тээврийн хэрэглээ ба зорчигчийн зан төлөв
магистрант Б.Энхгэрэл, доктор (Ph.D), дэд профессор Э.Пүрэв-Эрдэнэ 80
16. Улаанбаатар хотод гамшиг тохиолдох үед цугларах талбайгаар тодорхойлсон орон зай
хүртээмжтэй эсэхийг нягтлах судалгаа
магистрант Н.Ганчимэг, доктор (Ph.D), дэд профессор Э.Пүрэв-Эрдэнэ..... 86
17. Энхтайвны өргөн чөлөөнөөс суралцахуй
магистрант Б.Барсүрэн, доктор (Ph.D), дэд профессор Э.Пүрэв-Эрдэнэ 92
18. Хэсэгчилсэн инженерийн дэд бүтцэд холбогдсон гэр хорооллын судалгаа /Чингэлтэй дүүргийн
20 дугаар хорооны хэсэгчилсэн инженерийн дэд бүтцэд холбогдсон 163 айлын жишээн дээр/
магистрант Д.Мөнх-эрдэнэ, Доктор (Ph.D) Б.Ариунжаргалан 98

19. Уур амьсгалын өөрчлөлт Улаанбаатар хотын тэлэлтэд нөлөөлөх нь
магистрант М.Мөнххишиг, доктор (Ph.D) Сун Жэ Мин, доктор (Ph.D) Б.Ариунжаргалан 105
20. Улаанбаатар хотын биет орчны чанар ба олон нийтийн мэдрэмжийн уялдааны үнэлгээ
магистрант Б.Билгүүн, доктор (Ph.D), дэд профессор Э.Пүрэв-Эрдэнэ 113

БАЙГАЛИЙН УХААН, ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ШИНЖЛЭХ УХААН

21. Бетоны шахалтын бат бэхэд тэг хэмээс доош (-20°C) температур болон хөлдөхөөс өмнө урьдчилан
бэхжүүлсэн хугацааны нөлөө
доктор (Ph.D) Н.Баяржавхлан, доктор (Ph.D) Т.Нишиваки, доктор (Ph.D) Д.Пүшпалал,
доктор (Ph.D) М.Танигүчи 120
22. Дахин төлөвлөлт дэх иргэдийн оролцоо (Налайх дүүргийн жишээн дээр)
магистрант Б.Отгонзаяа, доктор (Ph.D), профессор Д.Оюунцэцэг, доктор (Ph.D) С.Жаргалмаа ... 126
23. Ахуйн болон үйлдвэрлэлийн хаягдал усыг цэвэршүүлэх судалгаа
магистр Ч.Гүнчин, доктор (Ph.D) Т.Баттөмөр 131
24. Шинэсний холтосноос байгалийн будагч бодис гарган авах судалгаа
доктор (Ph.D) А.Тунгалаг 136
25. Монгол орны хүйтэн уур амьсгалтай бүс нутагт нарны болон дулааны насостой хосолсон системээр
барилгын эрчим хүчний хэрэглээг хангах судалгаа
докторант Ж.Наранчимэг, доктор (Ph.D) Ц.Уранцэцэг, доктор (Ph.D) О.Алтанзагас,
магистр С.Энхболд, докторант Lee Seung-jae 138
26. Хадлангийн газрын мэдээллийн цахим системийн хөгжүүлэлт (Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын
жишээн дээр)
магистрант Ч.Бат-Эрдэнэ, доктор (Ph.D), профессор Д.Оюунцэцэг 145



ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ



ЗАВХАН АЙМГИЙН ТОСОНЦЭНГЭЛ СУМЫН БАЙГАЛИЙН АЯСААР УРГАСАН БОСОО ХАТСАН, УНАНГИ ШИНЭС МОДНЫ ТЕХНОЛОГИЙН СУУРЬ ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

Мягмардоржийн БААСАНДОРЖ¹, Сосорбарамын ДЭЛГЭРЗАЯА², Сархадын МУРЗАБЕК³, Алтангэрэлийн СЭНДЭР⁴

^{1,2,3,4}Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэн

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: s.murzabek@must.edu.mn

Хураангуй: Завхан аймгийн Тосонцэнгэл сумын дээж талбайгаас ойн түймэр, ойн өвчин болон хөнөөлт шавжид идэгдэж ургалт нь зогссон, босоо хатсан болон үхмэл модны модлогийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлов. Үхмэл модны буюу босоо хатсан модны харагдах байдлын ангиллын 1-9-р үе шат хүртэл авч үзэн модны өндөр, цээжний өндрийн голч, суурь нягт, жилийн цагаригийн өргөн, оройн модлогын эзлэх хувь, ургаа модны ишэн дэх долгион тархалтын хурдыг хэмжиж, дундаж утгыг тооцоолон гаргав. Судалгааны үр дүнд модны дундаж өндөр 17 м, цээжний өндрийн диаметр 19 см, суурь нягт нь 1-3-р шатанд 0.53 г/см³, 3-5-р шатанд 0.49 - 0.51 г/см³, долгион тархалтын хурд 4.34 км/с, жилийн цагаригийн өргөн 0.55-0.70 мм, орой модлогийн эзлэх хувь 30.3-34.7% байв.

Түлхүүр үг: ой түймэр, доройтсон ой, модны суурь нягт, орой модлогын эзлэх хувь, жилийн цагаригийн өргөн

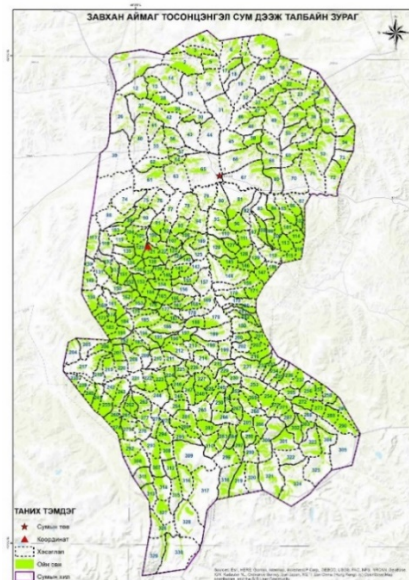
I. УДИРТГАЛ

Монгол орны ойн доройтолд нөлөөлж буй голлох хүчин зүйлс нь модны насжилт, ойн түймэр, ойн өвчин, хөнөөлт шавжийн нөлөө, мөн зүй бус мод бэлтгэл юм. 2023 оны судалгаагаар Монгол орны ойн нийт талбайн 18.6% нь түймэрт өртөж, мөн ойн 1 га талбайн нөөцийн 1 м³, нийт 9 сая м³ модны нөөц ойн өвчин, хөнөөлт шавжийн нөлөөлөлд өртжээ. Үүнээс босоо хатсан модны нөөц 1 га талбайд дунджаар 46.5 м³ бөгөөд үүнээс 18.7 м³ нь босоо хатсан байна [1]. “Үхмэл мод” гэдэг нь түймэр, хортонд идэгдэж ургалт нь зогссон, байгалийн аясаар унасан босоо хатсан болон унанги модыг хэлнэ [1]. Эдгээр үхмэл мод нь ойн төлөв байдал доройтох, ойн түймэр болон өвчин, хөнөөлт шавжийн хөнөөлийг улам бүр ихсэх нөхцлийг бүрдүүлж байна. Иймд эдгээр модлог материалын физик, механик, химийн шинж чанарын үзүүлэлтүүд болон химийн элементийн агууламжийг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй бодит суурь судалгаанд тулгуурлан шаардлагатай байна. Иймээс үхмэл модны шинж чанарыг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй судалж, эдийн засгийн эргэлтэд оруулж иж бүрэн ашиглаж чадвал ойн доройтлыг бууруулах нэг арга юм. Иймд энэхүү судалгааны зорилго нь үхмэл модны өсөлтийн шинж чанар (ишний голч ба модны өндөр), ишэн дэх долгион тархалтын хурд, модлогийн шинж чанар (жилийн цагаригийн өргөн, орой модлогийн эзлэх хувь, суурь нягт)-ыг тодорхойлох зорилготой.

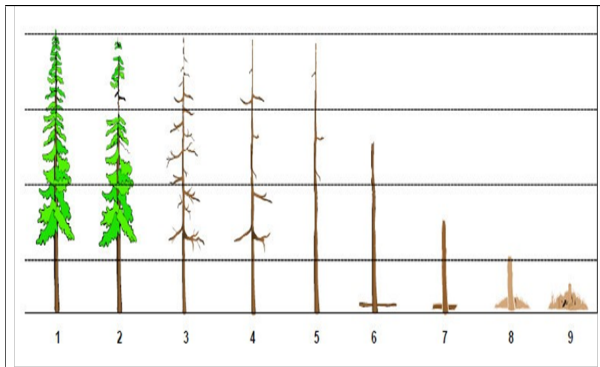
II. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

1. Судалгааны арга зүй, материал

Завхан аймгийн Тосонцэнгэл сумын (N48°61'26.7", E98°04'76.0") (1-р зураг) дахь дээж талбайгаас ургаа болон босоо хатсан модны дээжийг бэлтгэхдээ моддын харагдах байдлаар нь ангилсан биомассын алдагдлын ангилал тус бүрээс 5 мод сонгон авсан. Харин унанги модны дээжийг бэлтгэхдээ унанги модны харагдах байдлын ангиллын 1-3-р ангилал тус бүрээс 3 мод сонгон авч лабораторийн шинжилгээнд ашиглав (2-р зураг).



1-р зураг. Судалгаа явуулсан газар нутгийн байршил



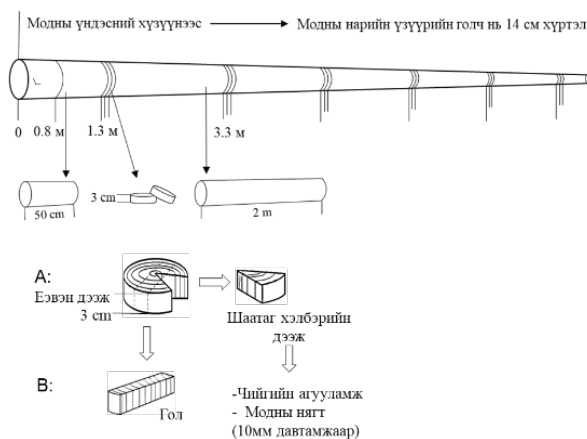
2-р зураг. Амьд болон босоо хатсан модны биомассын алдагдал тооцох загвар (ОЗОТ гарын авлага 2016)

Туршилтын гуалин болон еэвэн дээжийг модны үндэсний хүзүүнээс эхлэн модны үзүүрийн нарийн голч 14 см хүртэл авах ба дараах байдлаар ангилна:

Нэг дүгээр дээж - модны үндэсний хүзүүнээс 0.8-1.3 м хүртэл (нийт 50 см) урттай гуалин

Хоёрдугаар дээж - 1.3 м-ээс модны үзүүр хүртэл, 2 м-ийн интервалтай, тус бүр 3 см зузаантай хоёр ширхэг еэвэн

Гуравдугаар дээж - 1.3 м-ээс эхлэн, модны үзүүрийн нарийн голч 14 см хүртэл 2 м урттай гуалин. (3-р зураг).



3-р зураг. Туршилтын гуалин болон еэвэн дээж бэлтгэл

3-р зурагт үзүүлсэн туршилтын гуалин болон еэвэн тус бүрээс жижиг дээжүүд авч модлогийн физик-механик шинж чанарыг тодорхойлов.

Модны чийгийн агууламжийг тодорхойлох:

Чийгийн агууламжийг үндэсний стандарт аргаар (MNS 2470, Чийглэгийг тодорхойлох арга) тодорхойлов [3].

Стандартад заасан чийгтэй байх үеийн үзүүлэлтүүдэд сорьцын физик-механикийн үзүүлэлтүүдийг 0.1% хүртэл, модны чийгийн 1% хүртэл нарийвчлалтай тодорхойлно.

Туршилтын талбайгаас сонгон авсан шинэс модны нягт ба чийг тодорхойлохын тулд голоос холтос хүртэл 10 мм интервалаар цуулж сорьц

бэлтгэн, 0.1 г нарийвчлалтай аналитик жингээр хэмжив. Дараа нь лабораторийн хатаах шүүгээнд $103 \pm 2^\circ\text{C}$ хэмд үнэмлэхүй хуурай болтол хатааж чийг болон нягтыг тодорхойлсон [6].

Модлогийн суурь нягт (ρ_0)

Модны төрөл, зүйл, нас, газар зүйн байршил, ургах орчны нөхцөл зэргээс хамаараад модны ишний урт ба голчийн дагуу харилцан адилгүй тархсан байдаг. Модлогийн суурь нягтыг дараах томъёогоор илэрхийлнэ.

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_w} \quad (1)$$

ρ_0 – модлогийн суурь нягт г/см³,

m_0 – $W=0$ үеийн сорьц модлогийн масс г,

V_0 – $W=0$ үеийн сорьц модлогийн эзлэхүүн см³,

V_w – W чийгтэй байх үеийн сорьц модлогийн эзлэхүүн см³,

Босоо хатсан модны ишэн дэх долгион тархалтын хурдыг тодорхойлох:

Амьд олон босоо хатсан модны 1-5 ангиллын модны ишэн дэх долгион тархалтын хурдыг тодорхойлохдоо долгион давтамж хэмжих багаж ашиглан модны ёроолоос 50 см өндөрт мэдрэгч 1-ийг ишэнд байрлуулсан, 1 м зайд мэдрэгч 2-ийг байрлуулна.

Мэдрэгч 2 дээр 6 удаагийн давтамжтай алхаар хөнгөн тогшиж ишэн дэх долгион тархалтын утгыг хэмжинэ (4-р зураг).



4-р зураг Модлогийн долгион тархалтын хэмжилтийн үйл явц

II. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Завхан аймгийн Тосонцэнгэл сумын (N48°61'26.7", E98°04'76.0") дээж талбайгаас шинэс модны ургацын шинж чанар, ишний стресс, долгионы хурд, модны шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг хэмжих зорилгоор 20 шинэс модноос нийт 840 ширхэг дээж бэлтгэж судлав. Босоо ангиллын модны өндөр 16-19 м, цээжний өдрийн голч 16-20 см, босоо болон унанги модны насжилт 95-351 байв (Хүснэгт 1).

МОДНЫ НАС, ӨНДӨР, ЦЭЭЖНИЙ ӨНРИЙН ДИАМЕТР

1-Р ХҮСНЭГТ

Дээж модны ангилал	Дээж модны тоо	Модны нас	Цээжний өндрийн диаметр (см)	Модны өндөр (м)
1-р ангилал	5	131	20.2	19.2
2-р ангилал	3	243	20.8	17.3
4-р ангилал	3	253	19.5	19.7
5-р ангилал	2	142	16.8	16.4
Унанги 1	3	95	-	-
Унанги 2	3	125	-	-

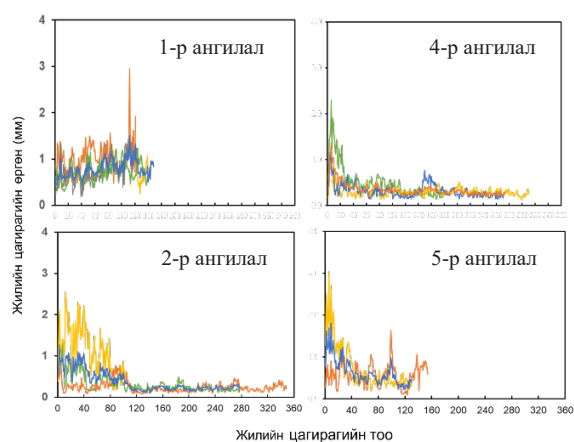
ШИНЭС МОДНЫ ЖИЛИЙН ЦАГАРИГ БОЛОН ОРОЙ
МОДЛОГИЙН ЭЗЛЭХ ХУВЬ

2-Р ХҮСНЭГТ

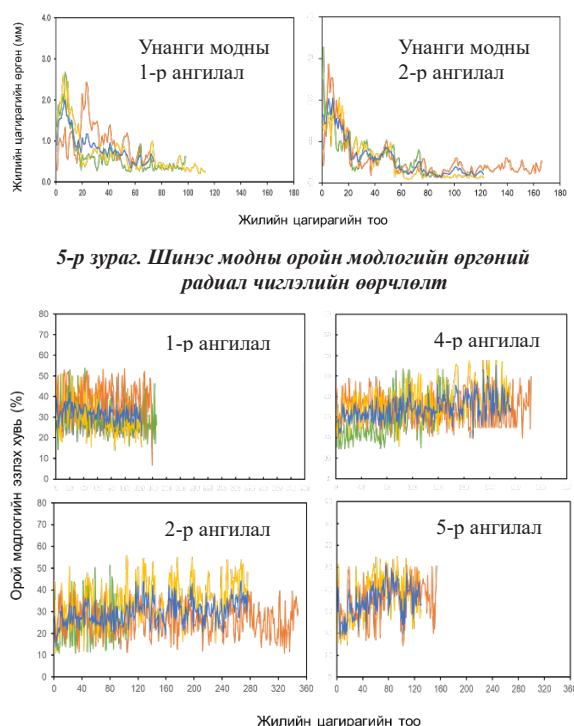
Модны ангилал	Дээж модны тоо	Жилийн цагаригийн өргөн (м)	Орой модлогийн өргөн (м)	Орой модлогийн эзлэх хувь (%)
1-р ангилал	5	0.8	0.2	31.5
2-р ангилал	3	0.6	0.1	29.0
4-р ангилал	3	0.4	0.1	33.2
5-р ангилал	2	0.6	0.2	35.1
Унанги 1	3	0.8	0.2	38.8
Унанги 2	3	0.6	0.2	31.6

Амьд болон босоо болон унанги модны жилийн цагаригийн өргөн 0.40-0.76 мм, босоо хатсан модны орой модлогийн эзлэх хувь 29-35%, унанги модных 31.6-38.8% хооронд хэлбэлзэж байна. Модны жилийн цагариг болон оройн модлогийн эзлэх хувийн шилжилтийн хамаарлыг 1, 2-р зурагт харуулав.

Судалгааны үр дүнгээс үзвэл Завхан аймгийн Тосонцэнгэл сумын шинэс модны нягт (Хүснэгт 3) [6, 7, 8] ойролцоо утгатай байна. Тухайлбал, Булган аймагт хийсэн сибирь шинэсний модлогийн шинж чанарын суурь судалгаанд 1-р ангиллын амьд моддын дундаж диаметр 25.4 см, өндөр 20.0 м байв. Харин босоо хатсан мод (3-5-р ангиллын дээж мод)-ны дундаж диаметр 20.4 см, өндөр 15.1 м байсан [6].



5-р зураг. Шинэс модны оройн модлогийн өргөний радиал чиглэлийн өөрчлөлт



6-р зураг. Шинэс модны оройн модлогийн эзлэх хувийн радиал чиглэлийн өөрчлөлт

Харин жилийн цагаригийн өргөн (Хүснэгт 2) өмнөх судалгаатай харьцуулахад харьцангуй бага утгыг үзүүлсэн. Ингэснээр туршилтад хамрагдсан шинэс модны шинж чанарын үзүүлэлтүүд өмнөх судалгаануудтай ерөнхийдөө ижил төстэй байна. Булган аймагт хийсэн судалгааны үр дүнгээс үзвэл модны жилийн цагаригийн өргөн 1.07-1.12 мм байгааг тогтоосон бөгөөд энэ нь энэхүү судалгааны үр дүнтэй харьцуулахад харьцангуй бага утгатай байна [8].

ШИНЭС МОДНЫ СУУРЬ НЯГТ

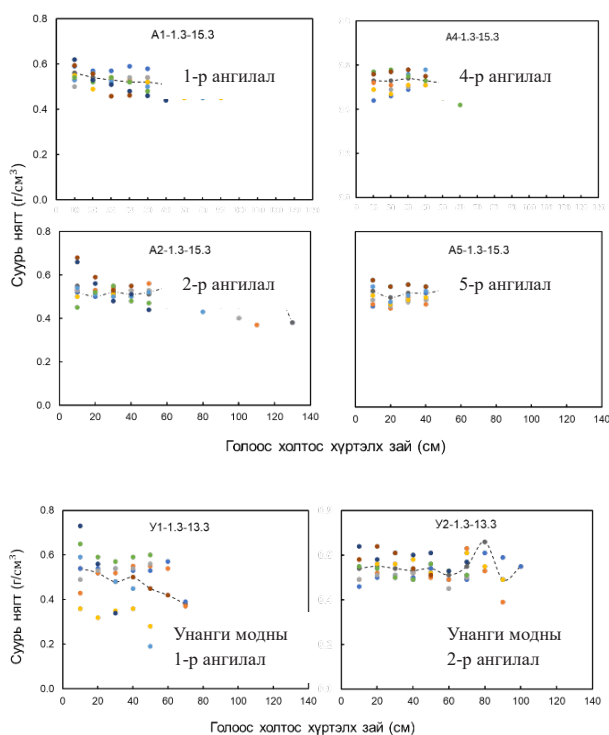
3-Р ХҮСНЭГТ

Дээж авах өндөр (м)	1-р ангилал		2-р ангилал		4-р ангилал		5-р ангилал		1-р ангиллын унанги мод		2-р ангиллын унанги мод
	n	Дундаж утга (Хазайлт)	n	Дундаж утга (Хазайлт)	n	Дундаж утга (Хазайлт)	n	Дундаж утга (Хазайлт)	n	Дундаж утга (Хазайлт)	Дундаж утга (Хазайлт)
1.3	5	0.57 (0.05)	3	0.52 (0.02)	2	0.51 (0.01)	3	0.53 (0.01)	3	0.52 (0.02)	0.51 (0.05)
3.3	5	0.53 (0.06)	3	0.53 (0.03)	2	0.51 (0.03)	3	0.54 (0.01)	3	0.50 (0.01)	0.51 (0.01)
5.3	5	0.52 (0.04)	3	0.52 (0.04)	2	0.52 (0.02)	3	0.53 (0.03)	3	0.49 (0.04)	0.50 (0.04)
7.3	5	0.51 (0.03)	3	0.49 (0.03)	2	0.51 (0.04)	3	0.52 (0.04)	3	0.33 (0.03)	0.55 (0.06)
9.3	5	0.51 (0.05)	3	0.50 (0.02)	2	0.55 (0.07)	3	0.55 (0.02)	3	0.49 (0.02)	0.52 (0.04)
11.3	5	0.51 (0.04)	3	0.49 (0.04)	2	0.54 (0.07)	3	0.58 (0.02)	3	0.60 (0.03)	0.56 (0.01)
13.3	5	0.53 (0.05)	3	0.54 (0.04)	2	0.57 (0.05)	3	0.53 (0.03)	-	-	-
15.3	5	0.53 (0.03)	-	-	-	-	3	0.53 (0.04)	-	-	-
Дундаж		0.53 (0.04)		0.52 (0.03)		0.53 (0.04)		0.54 (0.03)		0.50 (0.03)	0.54 (0.05)

Тайлбар: л-дээж модны тоо

Хүснэгт 3-д харуулсан Завхан аймгийн Тосонцэнгэл сумын шинэс модны суурь нягт 1-5-р ангилалд өндрийн дагуу 0.49-0.59 г/см³, унанги модны суурь нягт 0.31-0.60 г/см³ хэлбэлзэж байв.

Модны үндэсний хүзүүнээс дээш орой хүртэлх өндрийн дагуух суурь нягтын өөрчлөлтийг 6-р зурагт харуулав.



7-р зураг. Суурь нягтын радиал чиглэлийн өөрчлөлт

ДҮГНЭЛТ

Завхан аймгийн Тосонцэнгэл сумын амьд, босоо хатсан болон унанги шинэс (*L.sibirica*) модны модлогийн чанарын үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон.

Босоо хатсан болон унанги модны үндсэн нягт, жилийн цагаригийн өргөн, оройн модлогын эзлэх хувь, шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг харахад үхмэл шинэс модыг үйлдвэрийн зориултаар ашиглаж

бүтээгдэхүүн гаргах боломжтой байна. Модлогийн физикийн үндсэн үзүүлэлтүүд тодорхой болсноор мод тээвэрлэх машины ачааны жин болон нормыг тогтооход суурь үзүүлэлт болгон ашиглах боломжтой.

ТАЛАРХАЛ

Хээрийн хэмжилт, дээж материал цуглуулахад тусалсан Завхан аймгийн Тосонцэнгэл сум дундын ойн ангийн Н.Алимаа даргатай хамт олон, хээрийн болон лабораторийн туршилтын ажилд оролцсон Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний ажилтан Г.Батбилэгт, А.Сэндэр, Ц.Ундармаа нарт талархал илэрхийлье.

Боловсрол, Шинжлэх Ухааны Яамны захиалгаар Шинжлэх ухаан технологийн сангийн санхүүжилттай “Монгол орны Өвөр-Байгалийн болон Хангайн ой-ургамалжилтын мужийн үхмэл шилмүүст модны шинж чанарыг тодорхойлох” суурь судалгааны төслийн хүрээнд гүйцэтгэв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1]. Монгол улсын олон зорилтот ойн тооллогын гарын авлага 2024
- [2]. Монгол орны Өвөр-байгалийн болон хангай ой-ургамалжилтын мужийн модон түүхий эдийн технологийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох арга зүй. (хэвлэгдээгүй) 2022
- [3]. Монгол улсын засгийн газрын тохируулагч агентлаг, Стандарт, хэмжилзүйн газар. <https://www.masm.gov.mn/>
- [4]. Шинжлэх ухаан технологийн их сургууль, ой модны сургалт судалгааны хүрээлэн. 2013. Монгол оронд ургадаг навчит төрлийн модны физик механик шинж чанарын судалгаа сэдэвт ажлын тайлан.
- [5]. S. Murzabyek, Ishiguri F, Nezu I, Tumenjargal B, Takahashi Y, Baasan B, Chultem G, Ohshima J, Yokota S. 2022. Modeling of radial variations in wood properties and comparison of juvenile and mature wood of four common conifers in Mongolia. Holzforschung 76(1):14-25
- [6]. А. Сэндэр, С. Мурзабек ба Ц. Ундармаа, “доройтсон ойн сибирь шинэсний модлогийн шинж чанарын суурь судалгааны зарим үр дүн /булган аймаг/”, ШУТИС Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл, No. 25(15)362, pp 48. 2025
- [7]. Tumenjargal B, Ishiguri F, Takahashi Y, Nezu I, Baasan B, Chultem G, Aiso-Sanada H, Ohshima J, Yokota S (2020c) Bending properties of dimension lumber produced from Siberian

larch (*Larix sibirica*) in Mongolia. Journal of Wood Science
66:17

- [8]. Ishiguri F, Tumenjargal B, , Baasan B, Aiso–Sanada H, Takahashi
Y, Ohshima J, Iizuka K, Yokota S (2018c) Wood properties of
Larix sibirica naturally grown in Tosontsengel, Mongolia

АГААР СЭЛГЭЛТ, ХӨРГӨЛТИЙН СИСТЕМД ХЭРЭГЛЭХ ЗОХИСТОЙ ХӨРГӨХ БОДИСУУДЫН СУДАЛГАА

Нэмэхийн АНГАРАГ¹, Цогтбаярын УРАНЦЭЦЭГ²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, Техник, технологийн их сургууль

²Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хүрээлэн буй орчны инженерийн салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: urantsetseg.ts@must.edu.mn¹

Хураангуй: Сүүлийн үед хөргөлт болон агаар сэлгэлт, кондиционерын систем нь барилгын тав тухтай орчин бүрдүүлэх, үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг тогтвортой явуулах, хүнсний бүтээгдэхүүнийг хадгалах зэрэг олон салбарт чухал үүрэгтэй. Эдгээр системийн зайлшгүй бүрэлдэхүүн хэсэг болох хөргөх бодисууд нь дулааны солилцоог гүйцэтгэдэг ч тэдгээрийн байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө ноцтой асуудал дагуулж ирсэн. Уламжлалт хөргөх бодис болох хлорфторт нүүрстөрөгч (CFCs) болон хлорфторжуулсан нүүрстөрөгч (HCFCs) нь озоны үе давхаргыг сүйтгэж, дэлхийн дулааралд нөлөөлөх гол шалтгаануудын нэг болсон. Иймээс дэлхий даяар байгальд ээлтэй, озон задалдаггүй (ODP = 0), дэлхийн дулааралд үзүүлэх нөлөө багатай (GWP бага) хөргөх бодисуудыг хөгжүүлэх, хэрэглэх судалгаа эрчимтэй өрнөж байна.

Энэ судалгаа нь байгалийн хөргөх бодис (NH₃, CO₂, нүүрсүстөрөгчид), гидрофторолефин (HFOs), маш бага GWP бүхий гидрофторт нүүрстөрөгч (HFCs), гидрофторэфир (HFEs) болон эдгээрийн холимгийг судалж, тэдгээрийн физик-термодинамик, байгаль орчны, аюулгүй ажиллагааны шинж чанаруудыг харьцуулан үнэлсэн. Судалгааны үр дүнгээс харахад байгалийн хөргөх бодисууд болох NH₃, CO₂ болон нүүрсүстөрөгчид нь хамгийн бага хүрээлэн буй орчны нөлөөтэй бөгөөд ирээдүйд тогтвортой хөргөлтийн технологид өргөнөөр хэрэглэх боломжтой. Мөн бага GWP бүхий HFO ба HFC төрлийн шинэ бодисууд, тэдгээрийн холимгууд нь аюулгүй ажиллагаа болон үр ашгийг сайжруулсан хувилбар болж чадна. Байгальд ээлтэй хөргөх бодисуудад шилжих нь хөргөлт, агаар сэлгэлтийн системийг хөгжүүлэх, уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөг бууруулах, хөргөлтийн технологийн урт хугацааны найдвартай байдлыг хангах, мөн байгаль орчныг хамгаалах үндсэн нөхцөл юм.

Түлхүүр үг: Хөргөх бодисууд, шинэ орлуулах бодис, эрчим хүчний үр ашгийн дэвшилтэт технологи,

I. УДИРТГАЛ

Хөргөлт болон кондиционерын системүүд нь барилга, хүнсний хадгалалт, эрүүл мэндийн үйлчилгээ, тав тухтай орчны нөхцөл бүрдүүлэх, үйлдвэрлэлийн технологийн олон салбарт чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Эдгээр систем нь дулаан солилцох ба хөргөх зорилгоор хөргөх бодисыг ашигладаг. Өмнө нь хлорфторт нүүрстөрөгч (CFCs) болон хлорфторжуулсан нүүрстөрөгч (HCFCs) нь тогтвортой байдал, хорт чанар багатай байдал, өндөр энергийн үр ашиг зэрэг шинж чанарын улмаас өргөн хэрэглэгддэг байсан. Гэсэн хэдий ч эдгээр бодисын сөрөг нөлөө байгаль орчинд нөлөөлж илэрсэн нь тэдгээрийг орлох шинэ төрлийн хөргөх бодисуудыг боловсруулах шаардлагыг бий болгосон [1].

Судалгаагаар CFC болон HCFC бодисууд нь озоны давхаргыг нимгэрүүлэх болон дэлхийн дулаарлыг нэмэгдүүлэх гол хүчин зүйлсийн нэг болох хлор, бром атомуудыг агаар мандлын дээд давхаргад ялгаруулдгаараа байгаль орчинд сөрөг нөлөө үзүүлдэг болохыг тогтоосон. Озоны давхаргын доройтол болон дэлхийн дулаарал зэрэг байгаль орчны тулгамдсан асуудлуудыг шийдвэрлэх зорилгоор Монреалийн протокол болон Киотогийн протокол хэрэгжиж ирсэн [1].

2016 онд Монреалийн протоколд нэмэлт өөрчлөлт болгон Кигалийн нэмэлт өөрчлөлт батлагдсан бөгөөд энэ нь HFC (гидрофторт нүүрстөрөгч) бодисуудын хэрэглээг үе шаттайгаар бууруулах зорилготой байв. Хөргөлтийн орлуулах

бодисуудыг шинээр хайх, хөгжүүлэх үйл ажиллагааг дараах хүчин зүйлүүд тодорхойлдог. Үүнд:

- ✓ Озон задлах чадвар (ODP)
- ✓ Дэлхийн дулааралд нөлөөлөх чадвар (GWP)
- ✓ Аюулгүй ажиллагааны үзүүлэлт (Safety Considerations)
- ✓ Термодинамик болон физик шинж чанар (Thermodynamic properties)

Эдгээр нь хөргөх шинэ бодисуудын судалгаа, туршилт хэрэглээнд шилжих үйл явцыг удирдан чиглүүлэх чухал шалгуур болдог.

ХӨРГӨХ БОДИСЫГ ҮЕ ШАТТАЙ БУУРУУЛАХ ОН

1-Р ХҮСНЭГТ

Хэлэлцээр	Он	Гол үр дүн
Монереал Протокол	1987	Озоны давхаргыг задалдаг бодисуудыг үе шаттайгаар халж устгах
Киотогийн Протокол	1997	Хүлэмжийн хийн ялгаралтыг бууруулах
Парисын нэмэлт	2015	CFC бодисуудыг үе шаттайгаар халж зогсоох
Кигалийн нэмэлт	2016	HFC ба HFO төрлийн хөргөх бодисуудын хэрэглээг үе шаттай бууруулах

Озоны давхаргыг нимгэрүүлэх нь байгаль орчны ноцтой асуудал бөгөөд энэ нь нарны хортой хэт ягаан (UV) туяаны нэвтрэлтийг нэмэгдүүлж, хүний

эрүүл мэнд болон экосистемд сөрөг нөлөө үзүүлэх эрсдэлтэй. Иймээс байгальд ээлтэй хөргөх бодисууд нь ozone depletion potential (ODP) бага буюу тэг байх шаардлагатай бөгөөд ингэснээр озоны давхаргыг хамгаалах боломж бүрддэг [2].

Дэлхийн дулааралд үзүүлэх нөлөө (Global Warming Potential, GWP) нь тодорхой хугацаанд агаар мандалд дулаан хадгалах чадвараараа CO₂-тэй харьцуулах боломж юм. Уламжлалт хөргөх бодисууд болох CFC, HCFC-ийн өндөр GWP нь хүлэмжийн нөлөө болон уур амьсгалын өөрчлөлтөд шууд нөлөөлдөг. Иймээс байгальд ээлтэй хөргөх бодисууд нь GWP-ийг мэдэгдэхүйц бага байлгах шаардлагатай.

Байгаль орчны үзүүлэлтээс гадна, хөргөх бодисын аюулгүй байдал хамгийн чухал хүчин зүйл юм. Зарим уламжлалт хөргөх бодисууд нь хортой эсвэл шатамхай шинж чанартай тул хүний эрүүл мэнд, аюулгүй байдалд эрсдэл учруулдаг. Тиймээс хөргөлт, кондиционерын системд ашиглах байгальд ээлтэй хөргөлтийн бодисууд нь хортой чанар бага, шатамхай чанар бага байх шаардлагатай [3].

Мөн хөргөлт, кондиционерын системийн үр ашиг, ажиллагаа нь хөргөх бодисын термодинамик шинж чанараас шууд хамаарна. Үр ашигтай, найдвартай ажиллагааг хангахын тулд байгальд ээлтэй хөргөх бодисууд нь дараах термодинамик үзүүлэлтүүдийг хангах ёстой:

- Буцлах ба конденсацын температур
- Дулаан солилцооны коэффициент
- Дотоод эзлэхүүний хүчин чадал

Судалгааны үндсэн агуулга

1. Хөргөлт ба кондиционерын систем нь үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа, тав тухтай орчны хөргөлт, эмийн хадгалалт, хүнсний хадгалалт зэрэг олон салбарт зайлшгүй шаардлагатай.
2. Дээрх системд ашиглагддаг уламжлалт хөргөх бодисууд нь байгаль орчинд сөрөг нөлөө үзүүлдэг (озоны давхарга задрал, дэлхийн дулаарал).
3. Зохистой хөргөх бодисууд нь термофизик, термодинамик, байгаль орчны болон аюулгүй ажиллагааны үзүүлэлт сайтай, мөн ODP ба GWP бага буюу үгүй байх шаардлагатай. Эдгээр шинж чанар нь хөргөлтийн бодисын үр ашиг, хэрэглээнд нөлөөлдөг.
4. Химийн найрлагаас нь хамааран, байгальд ээлтэй хөргөх бодисуудыг байгалийн болон синтетик төрөлд ангилж болно.
5. Хөргөлт, кондиционерын системд байгальд ээлтэй хөргөх бодисуудыг нэвтрүүлэх, хэрэглэх нь олон боломжийг бий болгодог.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Энэ судалгаа нь байгальд ээлтэй хөргөх

бодисуудын шинэ чиг хандлагыг авч үзнэ.

Судалгааны арга зүй дараах хэсгүүдээс бүрдэнэ:

1. Уламжлалт хөргөх бодисын байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөлөл.
2. Байгальд ээлтэй хөргөлтийн бодис сонгох шалгуур үзүүлэлтүүд
3. Байгальд ээлтэй хөргөлтийн бодисуудын хэрэглээ
4. Шинэ технологи ба үр ашигтай орлуулах бодисын хөгжүүлэлт
5. Аюулгүй байдал ба зохицуулалтын хүрээ
6. Ирээдүйн чиг хандлага

1. Уламжлалт хөргөх бодисын байгаль орчинд үзүүлэх нөлөө:

Озоны давхаргыг доройтуулж болох чадвар нь тухайн бодисын ozone depletion potential (ODP) гэж тодорхойлогддог. Ихэвчлэн хэрэглэгддэг хоёр төрлийн хөргөх бодис болох хлорфторт нүүрстөрөгч (CFCs) болон хлорфторжуулсан нүүрстөрөгч (HCFCs) нь озоны давхаргыг доройтуулдаг гол шалтгаан гэж хүлээн зөвшөөрөгдсөн. CFC-д агуулагдах хлорын атомууд дээд агаар мандалд хүрэх үед стратосфер руу ялгарч, озоны молекулуудыг каталитик аргаар задлах замаар озоны давхаргыг нимгэрүүлдэг. Үүний үр дүнд дэлхийн экосистем, хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлдэг.

HCFC төрлийн бодисууд нь CFC-ээс бага аюултай боловч озоны давхаргыг доройтуулдаг. Эдгээр бодис нь хлор болон фторын атом агуулдаг тул озоны молекулуудыг задлах чадвартай. Уламжлалт хөргөх бодисууд нь мөн дэлхийн дулааралд үзүүлэх нөлөө (Global Warming Potential, GWP) өндөртэй байдаг. Жишээ нь: CFC-12 хөргөх бодис нь тодорхой хугацаанд CO₂-тэй харьцуулахад GWP нь 10,900 бөгөөд энэ нь дэлхийн дулааралд мэдэгдэхүйц хувь нэмэр оруулж байгааг харуулдаг [4].

2. Байгальд ээлтэй хөргөх бодис сонгох шалгуур үзүүлэлтүүд:

Озоны давхаргад нөлөөлөх чадвар (ODP) Хөргөлтийн бодисын ozone depletion potential (ODP) нь экологийн хувьд зөвшөөрөгдсөн хөргөх бодисыг сонгох хамгийн чухал шалгуурын нэг юм. ODP нь тухайн бодисын стратосфер дахь озоны молекулуудыг задлах чадварыг хэмждэг. Озоны давхаргад үзүүлэх аюул багатай бодисын ODP бага байдаг. Байгальд ээлтэй хөргөх бодис нь ODP-ийг боломжит хамгийн бага буюу тэг түвшинд байлгах шаардлагатай.

3. Дэлхийн дулааралд үзүүлэх нөлөө (GWP)

Байгальд ээлтэй хөргөх бодис сонгох өөр нэг чухал үзүүлэлт нь Global Warming Potential (GWP) юм. GWP нь тухайн бодисын агаарт дулаан

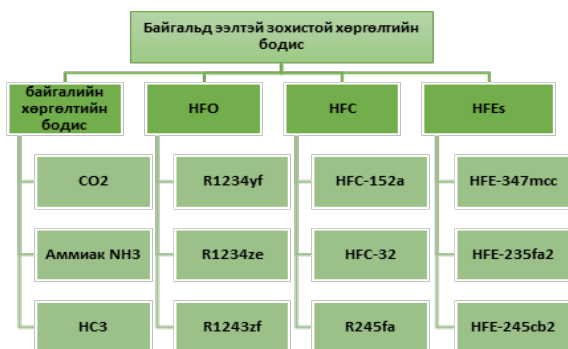
хадгалах чадварыг хэмжиж, уур амьсгалын өөрчлөлтөд үзүүлэх нөлөөг тодорхойлдог.

Хортой чанар ба шатамхай чанар:

Байгальд үзүүлэх нөлөөгөөс гадна хөргөх бодисуудын аюулгүй байдал чухал хүчин зүйл болдог. Хөргөх бодисын тохиромжтой байдлыг үнэлэхдээ хортой чанар (toxicity) ба шатамхай чанар (flammability) гол шалгуур үзүүлэлт болдог[5].

Шатамхай чанарыг шаталтын хязгаар, ноцох энерги, галын тархалтын шинж чанараар үнэлдэг.

- Харин хортой чанарыг эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэлээр тодорхойлдог.



1-р зураг. Хөргөх бодисын ангилал

4. Байгаль орчинд ээлтэй хөргөх бодисууд

4.1 Байгалийн хөргөлтийн бодисууд

Сүүлийн жилүүдэд байгалийн хөргөх бодисууд нь уламжлалт синтетик хөргөх бодисыг орлох байгаль орчинд аюул багатай хувилбар болгон өргөн судлагдаж байна. Эдгээр бодис нь дэлхийн дулаарал үүсгэх потенциал (GWP) бага, озон задалдаггүй (ODP = 0), мөн байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө бага байдаг нь онцлог юм. Хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг байгалийн хөргөх бодисуудад нүүрсстөрөгчийн давхар исэл (CO₂), аммиак (NH₃), болон нүүрсстөрөгчийн (HCs) бүлгийн бодисууд ордог [6].

Нүүрсстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)

Сүүлийн үеийн технологийн дэвшлүүдийн үр дүнд CO₂ системийн үр ашиг сайжирч, үйлдвэрийн хөргөлт, хүйтэн агуулах, худалдааны төвүүд, супермаркетын хөргөлтийн системүүдэд өргөн хэрэглэгдэх болжээ.

CO₂ нь хямд өртөгтэй, хоргүй, шатамхай бус тул аюулгүй байдлын хувьд найдвартай сонголт юм.

Аммиак (NH₃): Аммиак (NH₃) нь сайн термодинамик шинж чанартай, энергийн өндөр үр ашигтай, байгаль орчинд хамгийн ээлтэй хөргөх бодисуудын нэг юм. Энэ нь озон задалдаггүй (ODP = 0), дэлхийн дулаарал үүсгэх потенциалгүй (GWP = 0) тул экологийн хувьд хамгийн хариуцлагатай сонголт гэж үздэг [6]. Аммиак нь олон жилийн турш аж үйлдвэрийн хөргөлтийн систем, хүйтэн агуулах болон том хэмжээний агааржуулалтын

байгууламжид ашиглаж ирсэн. Энэ нь өндөр дулаан дамжуулах чадвартай, багасгасан цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээтэй, улмаар эрчим хүчний үр ашгийг нэмэгдүүлэх давуу талтай. Гэвч аммиак нь хортой бодис учраас аюулгүй ажиллагааны хатуу шаардлага тавигддаг

Нүүрсстөрөгчүүд (HCs):

Байгалийн гаралтай нүүрсстөрөгчийн хөргөх бодисууд (HCs) болох пропан (R-290) болон изобутан (R-600a) нь бага GWP, озон задалдаггүй онцлог шинжтэй тул байгаль орчинд ээлтэй шийдэлд тооцогддог. Тэдгээр нь өндөр энергийн үр ашигтай, сайн термодинамик шинж чанартай, мөн хөргөх чадвар өндөртэй байдаг. Гэсэн хэдий ч нүүрсстөрөгчүүд нь шатамхай шинж чанартай тул аюулгүй ажиллагааны тусгай зохицуулалт, системийн найдвартай загварчлал, алдагдлын илрүүлэлт болон галын аюулгүй байдлын хамгаалалт шаарддаг.

4.2 Бага GWP бүхий синтетик хөргөх бодисууд:

Гидрофторолефиныуд (HFOs)

Гидрофторолефиныуд (HFOs) нь уламжлалт өндөр GWP-тэй хөргөх бодисуудыг орлох зорилгоор бүтээгдсэн шинэ үеийн синтетик бодисууд юм. Эдгээр нь бага дэлхийн дулаарал үүсгэх потенциалтай (GWP < 10), озон задалдаггүй, сайн дулаан дамжуулах болон хөргөх шинж чанартай. Хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг HFO бодисууд нь HFO-1234yf болон HFO-1234ze юм. Тэдгээрийг автомашины агааржуулалт, хөргөлтийн төхөөрөмж, дулаан насос зэрэг олон хэрэглээнд ашигладаг [6]. HFOs нь өндөр гүйцэтгэл, хуучин системүүдтэй нийцтэй байдал, бага шатамхай болон хор багатай аюулгүй байдлын үзүүлэлтүүдээрээ давуу талтай. Гэсэн хэдий ч эдгээрийг хэрэглэхдээ алдагдлын илрүүлэлт, системийн засвар үйлчилгээ, стандартын шаардлагыг чанд мөрдөх шаардлагатай.

Гидрофторкарбонууд (HFCs):

Гидрофторкарбонууд (HFCs) нь CFC болон HCFC зэрэг озон задалдаг бодисуудыг орлуулах зорилгоор бүтээгдсэн синтетик хөргөх бодисууд юм. Тэдгээр нь озон задлах нөлөөгүй боловч харьцангуй өндөр GWP утгатай тул уур амьсгалын өөрчлөлтөд нөлөөлөх сөрөг талтай.

Энэхүү асуудлыг бууруулах зорилгоор бага GWP-тэй HFC орлуулагч бодисууд, тухалбал: HFC-32 (GWP = 675) болон HFC-152a (GWP = 138) зэрэг бодисууд хөгжүүлэгдсэн. Эдгээр нь агааржуулагч, дулаан насос, хөргөлтийн системүүдэд өргөн хэрэглэгддэг бөгөөд эрчим хүчний өндөр үр ашигтай, байгальд үзүүлэх нөлөө багатай юм. Мөн R-407C, R-410A зэрэг HFC хольцууд нь системийн нийцтэй байдал, энергийн үр ашиг, байгаль орчны

үзүүлэлтийг тэнцвэржүүлсэн байдлаар хэрэглэгдэж байна.

Гидрофторэфирууд (HFEs):

Гидрофторэфирууд (HFEs) нь озон задалдаггүй (ODP = 0), бага болон дунд зэргийн GWP, шатамхай бус, материалтай нийцтэй, дулааны тогтвортой шинж чанартай синтетик бодисууд нь байгаль орчинд ээлтэй, озон задалдаггүй, бага эсвэл тэг GWP, өндөр энергийн үр ашигтай, аюулгүй ажиллагааны стандарт хангасан байх шаардлагыг хангасан тохиолдолд, барилгын болон аж үйлдвэрийн хөргөлтийн системд тогтвортой, урт хугацааны шийдэл болох боломжтой юм.

ХӨРГӨХ БОДИСЫН ГОЛ ҮЗҮҮЛЭЛТ

2-Р ХҮСНЭГТ

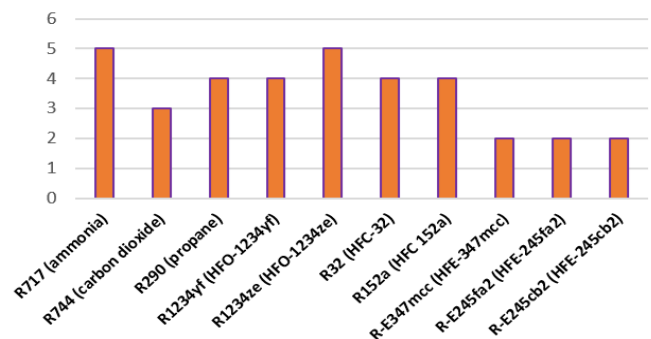
Хөргөх бодис	Төрөл	Гол үзүүлэлт	GWP / ODP	Хэрэглээ
R717 (ammonia)	Байгалийн	Өндөр үр ашигтай. Хорт чанар өндөр. Амархан шатагддаг. Хямд	0/0	Үйлдвэрийн хөргөлтийн систем, дулааны насос, чиллер
R744	Байгалийн	Үр ашиг, даралт өндөртэй. Бага хортчанартай. Өндөр шатамхай. Хямд өртөгтэй.	1/0	Супермаркетийн хөргөлтийн систем, тээврийн хөргөлт, дулааны насос
R290	Байгалийн	Үр ашиг, даралт өндөртэй. Бага хортчанартай. Өндөр шатамхай. Хямд өртөгтэй.	3/0	Ахуйн хөргөгч, худалдааны хөргөгч, кондиционерын систем
R1234yf	HFO	Үр ашиг бага, даралт бага. Бага хортчанартай. Шатамхай. Өндөр өртөгтэй.	4/0	Автомашинны кондиционер, чиллер
R1234ze	HFO	Үр ашиг бага, даралт бага. Бага хортчанартай. Шатамхай. Өндөр өртөгтэй.	6/0	Худалдааны хөргөгч, кондиционерын систем
R32	HFO	Үр ашиг дунд, даралт бага. Бага хортчанартай. Шатамхай. Бага өртөгтэй.	677/0	Автомашинны кондиционер, ахуйн хөргөгч
R152a	HFO	Үр ашиг өндөр, даралт бага. Бага хортчанартай. Шатамхай. Бага өртөгтэй.	138/0	Кондиционерын систем
R-E347mcc	HFO	Үр ашиг бага, даралт бага. Бага хортчанартай. Шатамхай бус. Өндөр өртөгтэй. Уурших үеийн дулаан бага. Дулаан дамжуулах чанар бага.	9.5/0	Уусгагч бодис, хөөсөнцөр үүсгэгч, дулаан дамжуулах шингэн

4.3 Байгальд ээлтэй хөргөх бодисын холимог ба хольцын харьцуулсан дүгнэлт:

Сүүлийн жилүүдэд байгальд ээлтэй хөргөх бодисын холимог ба хольц ашиглах нь хөргөлтийн системийн гүйцэтгэлийг сайжруулах, эрчим хүчний үр ашгийг нэмэгдүүлэх, байгаль орчны нөлөөг бууруулах гол арга зам болохыг олон судалгаа нотолж байна (Padmavathy et al., 2020) [10]. Padmavathy нар бага температурын хэрэглээнд R134a-г орлуулах боломжит бага GWP бүхий хөргөх бодисуудыг судалж, R1234ze/R134a (90:10) хольц нь хамгийн өндөр гүйцэтгэл үзүүлж, бага температурын хэрэглээнд тохиромжтой хувилбар болохыг тогтоосон [10].



2-р зураг. Хөргөх бодисуудын дэлхийн дулааралд нөлөөлөх чадвар



3-р зураг. Хөргөх бодисуудын COP харьцуулалт

Автомашинны агааржуулагч системд байгальд ээлтэй хөргөх бодисуудыг судалсан Mohanraj ба Abraham (2021) нар HFC, HFO, нүүрсустөрөгч, CO₂, нийлмэл хольц болон нано-хөргөх бодисуудыг үнэлсэн бөгөөд нүүрсустөрөгчийн хөргөх бодисууд нь хамгийн өндөр үр ашигтай, сайн термодинамик шинж чанартай болохыг тогтоосон [8]. Иймээс авто агааржуулалтын салбарт нүүрсустөрөгчийн хөргөх бодисуудыг хэрэглэхийг санал болгожээ. Mohapatra нар (2019) байгалийн хөргөх бодис ба тэдгээрийн холимогийг ашиглах нь CFC болон HCFC төрлийн хөргөх бодисын сөрөг нөлөөг бууруулах үр дүнтэй стратеги болохыг нотолжээ [9]. Энэ нь хөргөлтийн системийн найдвартай байдал, эдэлгээг нэмэгдүүлэхийн зэрэгцээ байгаль орчныг хамгаалах үр өгөөжтэй юм (Mohapatra et al., 2019)[8]. Kumma

нар (2020) бага GWP бүхий хөргөлтийн холимгийг нь R134a, R22-г орлох боломжтой, шатамхай бус, тэг ODP бүхий хувилбарууд болохыг тогтоосон бөгөөд жижиг оврын хөргөлтийн төхөөрөмжүүдэд амжилттай ашиглах боломжтой гэж дүгнэжээ (Kumma et al., 2020) [7].

Uddin ба Saha (2021) нарын судалгаагаар HFC ба HFO холимгууд, тухайлбал R32/R1234yf, R32/R1234ze, R32/R1123 зэрэг хосолмол холимгууд нь одоо ашиглагдаж буй R134a, R410A, R22 зэрэг хөргөх бодисуудыг орлох боломжтойг харуулсан. Мөн гурвалсан холимог болох R744/R32/R1234ze(E) ба R744/R32/R1234yf нь өндөр үр ашигтай, байгальд ээлтэй хувилбарууд болохыг онцолсон байна (Uddin & Saha, 2021) [11].

Судалгаанаас үзэхэд, хосолмол болон гурвалсан холимогууд нь байгальд ээлтэй хөргөх бодисуудын үр ашиг, аюулгүй байдал, хүрээлэн буй орчны нөлөөг тэнцвэржүүлэх үр дүнтэй арга зам болж байна. Байгалийн хөргөх бодисууд болон тэдгээрийн хольцууд нь бага GWP, тэг ODP, өндөр энергийн үр ашигтай тул ирээдүйн хөргөлтийн системд гол үүрэг гүйцэтгэхээр байна. Гэсэн хэдий ч шатамхай байдал, өндөр даралт, өндөр өртөг зэрэг сул талуудыг технологийн сайжруулалтаар шийдвэрлэх шаардлагатай хэвээр байна.

Монгол улсын хувьд хөргөх бодисыг импортоор 100% авдаг учраас дээрх шинэ хөргөх бодисууд болон хөргөлтийн тоног төхөөрөмжүүд хараахан МУ-д орж ирээгүй байна. МУ-д голчлон хэрэглэгддэг хөргөх бодисууд нь:

ГОЛЧЛОН ХЭРЭГЛЭДЭГ ХӨРГӨХ БОДИСЫН
ҮЗҮҮЛЭЛТ

3-Р ХҮСНЭГТ

Хөргөх бодис	Одоогийн байдал	Ирээдүйн чиг хандлага
R-22	Хэрэглээг үе шаттай бууруулж байгаа	2030 он гэхэд зогсоно.
R-410A	Өргөн хэрэглээтэй	R-32 -оор аажмаар солигдоно.
R-32	Кондиционерийн сплит төхөөрөмжийн импорт өссөн.	Гол стандарт хангасан хөргөх бодис учраас хэрэглээ ихтэй байна.
R-134a	Автомашин ба үйлдвэрийн салбарт тогтвортой хэрэглээтэй	Автомашин салбарт R-1234yf -д шилжинэ.

III. ОРЛУУЛАХ ХӨРГӨХ БОДИСЫН ОЛОН УЛСЫН ХӨГЖЛИЙН ЧИГЛЭЛ

Шинэ үеийн хөргөх бодисын хөгжүүлэлт нь озоны давхаргыг хамгаалах болон хүлэмжийн хийн ялгарал бууруулах хоёр зорилгыг хослуулсан байдлаар хийгдэж байна.

3.1 Байгалийн хөргөх бодисууд

Байгалийн гаралтай хөргөх бодисууд нь аммиак (NH_3), нүүрсхүчлийн хий (CO_2), нүүрсустөрөгчүүд

(HCs) зэрэг бодисуудыг багтаадаг. Эдгээр нь Ozone Depletion Potential (ODP) = 0, мөн Global Warming Potential (GWP) маш бага гэсэн үзүүлэлттэй байдаг. Аммиак (R717) нь дулаан дамжуулах өндөр чадвартай, аж үйлдвэрийн томоохон системд тохиромжтой боловч хортой, зэврэлт үүсгэх шинжтэй.

- Нүүрсхүчлийн хий (R744) нь байгаль орчинд ээлтэй боловч өндөр даралтад ажилладаг онцлогтой тул тусгай тоног төхөөрөмж шаарддаг.
- Нүүрсустөрөгчүүд (R290, R600a) нь маш бага GWP (≤ 3) үзүүлэлттэй боловч шатамхай тул аюулгүй ажиллагааны тусгай стандарт шаарддаг [12].

3.2 HFO төрлийн хөргөх бодисууд

HFC-ийн дараах үеийн орлуулах бодис болох Hydrofluoroolefins (HFOs) нь бага GWP-тэй, озоны давхаргад хоргүй бодис юм. Тухайлбал R1234yf, R1234ze(E), R454C зэрэг бодисууд нь GWP = 1–10 хоорондын үзүүлэлттэй бөгөөд ODP = 0 юм. Гэвч тэдгээрийн шатамхай чанар (A2L ангилал) нь аюулгүй ажиллагааны шинэ шаардлагуудыг бий болгож байна.

HFO ТӨРЛИЙН ХӨРГӨХ БОДИСЫН ҮЗҮҮЛЭЛТ

4-Р ХҮСНЭГТ

Барилгын төрөл	R1234yf	R1234ze(E)	R454C
Орон сууц	✓ боломжтой	✗ тохиромжгүй	✓ маш сайн
Оффис	✓ сайн	✓ маш сайн	✓ сайн
Худалдааны төв	✓ сайн	✓ маш сайн	✓ сайн
Том хүчин чадлын чиллер	✓ боломжтой	★ хамгийн тохиромжтой	✗ тохиромжгүй
VRF систем	✗	✗	★ хамгийн тохиромжтой
Дулааны насос	✓	✓	✓

IV. ШИНЭ ТЕХНОЛОГИЙН ШИЙДЛҮҮД

Сүүлийн үеийн хөргөлтийн системүүд нь зөвхөн хөргөх бодисоор бус, системийн зохион байгуулалт, дулаан дамжуулах технологи, автоматжуулалтын түвшнээрээ үр ашгийг дээшлүүлж байна.



5-р зураг. Технологийн шийдлүүд

Фазын өөрчлөлт бүхий материалууд нь дулааныг хуримтлуулж, орчны температурын хэлбэлзлийг тэнцвэржүүлэх замаар хөргөлтийн системийн ачааллыг бууруулдаг. Энэ технологи нь Passive Cooling Systems-д өргөн нэвтэрч байна [15].

VRF систем нь олон өрөөг нэг системээр удирдах, хөргөх бодисын урсгалыг динамикаар хянах чадвартай [16]. Ухаалаг хяналтын системүүд нь датчик, хиймэл оюун (AI) ашиглан системийн гүйцэтгэлийг бодит хугацаанд оновчтой болгох боломжтой [16].

ДҮГНЭЛТ

Судалгаагаар дэлхийн улс орнуудад хөргөлтийн технологийн хөгжил нь зөвхөн шинэ хөргөх бодис гаргах төдийгүй, инноваци, системийн инженерчлэл, ухаалаг удирдлагын технологи, болон материал судлалд ихээхэн дэвшил гарч байна.

Хөргөлт, агаар сэлгэлт, кондиционерын системд эрчим хүчний хэмнэлттэй инвертер VRF, ухаалаг хяналтын систем төлөвлөж шийдсэнээр барилгын дулааны болон цахилгаан эрчим хүчний бодит хэмнэлт гарна. Цаашид гүнзгийрүүлэн судлаж түгээн дэлгэрүүлэх шаардлагатай гэж үзэж байна.

ХӨРГӨХ БОДИСУУДЫН ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ДҮГНЭЛТ

4-Р ХҮСНЭГТ

№	Сэдэв	Гол агуулга	Дүгнэлт
1.	Уламжлалт хөргөх бодисын байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөлөл	CFC, HCFC, өндөр GWP-тэй HFC бодисууд озон задалдаг, дэлхийн дулаарлыг нэмэгдүүлдэг. Барилгын системд ихээр хэрэглэгддэг R22, R410A нь өндөр GWP-тэй.	Байгаль орчинд хамгийн их хор хөнөөлтэй тул дэлхий нийтээр халж, үе шаттайгаар зогсоож байна.
2.	Байгальд ээлтэй хөргөлтийн бодис сонгох шалгуур	ODP=0, GWP бага, COP өндөр, аюулгүй (A1/A2L), тоног төхөөрөмжтэй нийцтэй, LCC бага, засвар үйлчилгээ хялбар байх.	Гол шалгуур нь хүлэмжийн хий багатай, эрчим хүчний үр ашиг өндөр, аюулгүй ажиллагааны шаардлага хангасан байх.
3.	Байгальд ээлтэй	R290 (жижиг AC), R744 (том систем),	Байгалийн болон HFO төрлийн

№	Сэдэв	Гол агуулга	Дүгнэлт
	хөргөлтийн бодисын хэрэглээ	супермаркет), R717 (аж үйлдвэр), HFO-1234yf/ze барилгын чиллерт өргөн нэвтэрч байна.	бодисууд барилгын хөргөлтийн системийн үндсэн орлуулалт болж байна.
4.	Шинэ технологи ба үр ашигтай орлуулах бодисын хөгжүүлэлт	HFO холимгууд (R454C), нано-хөргө бодис, PCM, ион шингэн, CO ₂ системийн сайжруулалт.	Шинэ технологи нь өндөр COP, бага GWP-ийг хослуульж, эрчим хүчний үр ашгийг нэмэгдүүлэх чиглэлд хөгжиж байна.
5.	Аюулгүй байдал ба зохицуулалтын хүрээ	ASHRAE 34, ISO 5149, EN 378 стандартаар аюулгүй байдал тодорхойлогдоно. Шатамхай болон өндөр даралттай бодисын зохицуулалт шаардлагатай.	Байгальд ээлтэй бодисуудын ихэнх нь A2L/A3 тул зохицуулалт, суурилуулалтын шаардлага илүү өндөр.
6.	Ирээдүйн чиг хандлага	GWP=0 зрхистой хөргөх бодис руу шилжиж ухаалаг HVAC, сэргээгдэх эрчим хүчтэй хосолсон хөргөлт, ногоон барилгын үнэлгээний системд хэрэгжүүлэх шаардлагатай.	Хөргөлтийн системд байгалийн болон HFO бодисууд урт хугацааны үндсэн шийдэл болох боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] БОАЖАамны "ОЗОНЫ ҮЕ ДАВХАРГЫГ ХАМГААЛАХ ТУХАЙ ВЕНИЙН КОНВЕНЦ, ОЗОН ЗАДАЛДАГ БОДИСЫН ТУХАЙ, МОНРЕАЛИЙН ПРОТОКОЛ"-ЫН ХЭРЭГЖИЛТИЙГ ХАНГАХ УДИРДАХ ЗӨВЛӨЛИЙН УУЛЗАЛТ-ын протокол 2020 он.
- [2] "Монгол улсад Гидрохлортфторт нүүрстөрөгч бодисыг үе шаттай бууруулах менежментийн хөтөлбөр"-ийг хэрэгжүүлэх ажлын хүрээнд "Олон талт сан"-гаас санхүүлэн гаргасан гарын авлага "Шатамхай хөргөх бодистой харьцах, засвар үйлчилгээний аргачлал УБ 2016 он
- [3] Ш.Энх-Амгалан "Озон задлах бодисын орлуулагч хөргөх бодисууд, техникийн үйлчилгээ" УБ 2011 он
- [4] Ц.Адьяасүрэн, Д.Дуламсүрэн "Нарны хорт нөлөөнөөс өөрийгөө хамгаалах нь" УБ 2004 он
- [5] Н.Алтанцэцэг "Хөргөх бодис хлортфторт нүүрстөрөгчийг системээс юүлэх, цэвэрлэх дахин цэнэглэх, устгах технологи" УБ 2007 он
- [6] НҮБ-Байгаль орчны хөтөлбөр, засвар үйлчилгээний сайн арга дадлууд: Хөргөлт, агааржуулалтын салбарт HCFC-ийг үе шаттайгаар хэрэглээнээс гаргах 2016 холбоос: "Manual for Refrigeration Servicing Technicians", United Nations Environment Programmer, 2010
- [7] Kumma,R, et al.(2020).Low GWP refrigerant mixtures. For compact refrigeration systems: performance evaluation. International Journal of Refrigeration, 113,1 -12
- [8] Mohanraj, M., & Abraham, B. (2021). Eco-friendly refrigerants for Automotive air conditioning: A comparative study. Journal

- of Cleaner Production, 280, 124456.
- [9] Mohapatra, S., et al. (2019). Natural refrigerants and their mixtures for sustainable refrigeration applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 109, 456–470.
- [10] Padmavathy, S., et al. (2020). Low-GWP refrigerants as alternatives to R134a in low-temperature Conversion and Management, 212, 112748.
- [11] Uddin, M., & Saha, S. (2021). HFC and HFO mixtures as potential replacements for conventional refrigerants. *Applied Thermal Engineering*, 197, 117433.
- [12] Calm, J.M. (2008). The next generation of refrigerants: Historical review, consideration, and outlook. *International Journal of Refrigeration*, 31(7), 1123-1133.
- [13] Devotta, S., Padalkar, A.S., & Sane, N.K. (2005). Performance assessment of HC-290 as a drop-in substitute for HCFC-22 in a window air conditioner. *International Journal of Refrigeration*, 28(4), 594-604.
- [14] Zhao, H., et al. (2015). Ionic Liquids as Working Fluids in Absorption refrigeration and heat pump systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1344-1358.
- [15] Sharma, A., et al. (2009). Review of thermal energy storage with Phase change materials and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(2), 318-345.
- [16] IEA (2022). The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning. International Energy Agency.
- [17] UNEP (2019). The Kigali Amendment to the Montreal Protocol HFC phase down and climate protection. United Nations Environment Programme.

МОНГОЛ УЛСАД АШИГЛАГДАЖ БУЙ ЦАХИЛГААН ХАЛААХ ХЭРЭГСЛҮҮДИЙН ҮР АШГИЙН СУДАЛГАА /ХАЙБРИД ХИЙТЭР ЦАХИЛГААН ХАЛААГУУР БОЛОН ОЧ ЦАХИЛГААН ХАЛААГУУРЫН ЖИШЭЭН ДЭЭР/

Магадсайханы ХАЛИУН¹, Цогтбаярын УРАНЦЭЦЭГ²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хүрээлэн буй орчны инженерийн салбар

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

Хураангуй: Монгол орны цаг уурын нөхцөл нь өвөлдөө хүйтэн, урт хугацаанд үргэлжилдэг онцлогтой бөгөөд орон сууц, байгууллагын халаалтын эрчим хүчний хэрэглээ өндөр байдаг. Уламжлалт нүүрс, түүхий түлш ашигладаг халаалтын системүүд нь нийслэл болон суурин газрын агаарын бохирдлын гол эх үүсвэр болж байгаа нь цахилгаан халаалтын системийн үр ашиг, хэрэглээг судлах шаардлагыг улам нэмэгдүүлж байна. Судалгаагаар цахилгаан халаагуурын гурван үндсэн төрөл болох цахилгаан конвектор, цахилгаан кабель бүхий халаагуур, дулаан нөөцлөх халаагуурын үр ашиг, хэмнэлтийн харьцуулалтыг хийсэн. Цахилгаан конвектор нь хурдан халаах чадвартай боловч дулаан хадгалах чадвар сул, эрчим хүчний хэрэглээ өндөр тул зөвхөн түр зуур халаах нөхцөлд тохиромжтой. Цахилгаан кабель бүхий халаагуур нь илүү тогтвортой халаалт өгч, бага эрчим хүч зарцуулдаг ч суурилуулалтын өртөг өндөр байна. Харин дулаан нөөцлөх халаагуур нь дулааныг хуримтлуулж, эрчим хүчийг үр ашигтай ашиглан тогтвортой халаах боломжтой бөгөөд урт хугацаанд хамгийн хэмнэлттэй, байгальд ээлтэй шийдэл гэж дүгнэгдсэн. Монголын цаг уурын эрс тэс нөхцөлд дулаан нөөцлөх халаагуур нь эрчим хүчний хэмнэлттэй, агаарын бохирдлыг бууруулахад хувь нэмэртэй технологи юм. Энэ төрлийн системийг сэргээгдэх эрчим хүчтэй хослуулах нь ирээдүйд тогтвортой, утаагүй халаалтын шийдэл бий болгох боломжтойг харуулж байна. Иймд цахилгаан халаалтын технологийн үр ашиг, хэрэглээний нөхцөл, бүс нутгийн онцлогийг уялдуулан нэвтрүүлэх нь Монгол Улсын эрчим хүчний үр ашиг, байгаль орчны хамгааллын бодлогод нийцсэн чухал чиглэл гэж үзэж болно.

Түлхүүр үг: Барилга, дулаан, чийг, үр ашиг, эрчим хүч

I. УДИРТГАЛ

Монгол Улсад сүүлийн жилүүдэд агаарын бохирдлыг бууруулах, эрчим хүчний үр ашиг, хэмнэлтийг нэмэгдүүлэх, тогтвортой хөгжлийг дэмжих чиглэлээр төрөөс олон бодлого, хууль эрх зүйн орчинг бүрдүүлж байна. Үүнд “Эрчим хүчний тухай хууль”, “Сэргээгдэх эрчим хүчний тухай хууль”, “Агаарын бохирдлыг бууруулах тухай хууль”, “Тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлал–2030”, “Алсын хараа–2050” зэрэг баримт бичгүүд багтдаг. Эдгээр баримт бичиг нь байгаль орчинд ээлтэй, цэвэр, үр ашигтай эрчим хүчний хэрэглээг нэмэгдүүлэхийг зорьж байгаа бөгөөд энэ хүрээнд цахилгаан халаалтын системийг нэвтрүүлэх нь үндэсний бодлоготой уялдсан стратегийн чиглэл юм.

Монгол орны эрс тэс уур амьсгал, урт хугацааны хүйтэн өвөл, хатуу түлшинд тулгуурласан халаалтын тогтолцоо нь агаарын бохирдол, эрүүл мэнд, эдийн засгийн тулгамдсан асуудал болоод байна. Ийм нөхцөлд цахилгаан халаагуурын үр ашиг, эрчим хүчний хэмнэлт, байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөг судлах нь зайлшгүй хийгдэх шаардлагатай, учир нь энэ нь эрчим хүчний хэрэглээг оновчтой болгох, агаарын бохирдлыг бууруулах, байгаль орчныг хамгаалах бодит үндэслэлтэй шийдэл гаргах суурь мэдээллийг бүрдүүлнэ.

Мөн Монгол Улсын Алсын хараа–2050-д “эрчим хүчний хангамжийг найдвартай, үр ашигтай,

байгальд ээлтэй хэлбэрээр хөгжүүлж, сэргээгдэх эрчим хүчний хэрэглээг 50 хувьд хүргэх” зорилт дэвшүүлсэн нь цахилгаан халаалтын системийг өргөн хэрэглэх бодлогын суурь үндэслэл болж байна. Иймд энэхүү судалгаа нь зөвхөн технологийн үр ашгийг тодорхойлох төдийгүй төрийн бодлого, хууль эрх зүйн хэрэгжилт, тогтвортой хөгжлийн зорилттой уялдсан стратегийн судалгаа бөгөөд Монгол Улсын эрчим хүчний хэмнэлттэй, утаагүй ирээдүйг бий болгоход чухал ач холбогдолтой юм. Монгол орны цаг уурын онцлогт тохирсон цахилгаан халаах хэрэгслийн үр ашгийг тодорхойлох нь халаалтын системийн оновчтой загварыг сонгоход төдийгүй эрчим хүчний хэрэглээг бууруулж, агаарын бохирдлыг багасгах үндэсний зорилтыг дэмжих шинжлэх ухааны нотолгоонд суурилсан бодит шийдэл боловсруулахад чухал ач холбогдолтой судалгаа хийхийг зорьсон.

II. СУДАЛГААНЫ АЖИЛ

1. Судалгааны ажлын зорилго:

Энэхүү судалгааны үндсэн зорилго нь Монгол орны уур амьсгалын нөхцөлд хэрэглэгдэж буй цахилгаан халаах хэрэгслийн дулаан өгөлтийн үр ашгийг тодорхойлох, эрчим хүчний хэрэглээ ба эдийн засгийн үзүүлэлтийн уялдааг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр үнэлэхэд оршино. Үүгээр дамжуулан цахилгаан халаалтын системийн дулааны үр ашиг, хэмнэлтийн түвшин, хэрэглээний оновчтой байдлыг тооцох замаар орчны дулааны тав

тухыг хангах, эрчим хүчний хэмнэлтэд суурилсан шийдэл боловсруулахад судалгааны үр дүнг ашиглах боломж бүрдүүлнэ.

2. Судалгааны зорилтууд:

1. Цахилгаан халаах хэрэгслийн дулаан өгөлтийн шинж чанарыг туршилт, хэмжилтийн үндсэн дээр тодорхойлох.
2. Халаах хэрэгслийн төрөл, байрлалын оновчлолыг дулааны тархалтын шинжилгээнд тулгуурлан тодорхойлох.
3. Халаах хэрэгслийн дулааны үр ашиг болон эрчим хүчний хэрэглээг харьцуулан тооцох.
4. Халаалтын системийн эдийн засгийн үр ашгийг судлан, хамгийн оновчтой хувилбарыг санал болгох.

3. Судалгааны объект:

Монгол орны цаг уурын нөхцөлд хэрэглэгдэж буй цахилгаан халаах хэрэгсэл юм. Тухайн хэрэгсэл нь өрөө, сууц болон албан байгууллагын дотор орчны дулааныг хангах үүрэгтэй бөгөөд эрчим хүчний хэрэглээ, дулаан өгөлт, дулаан хадгалах чадвар, агаарын чанарт үзүүлэх нөлөө зэрэг олон хүчин зүйлээр тодорхойлогдоно. Судалгааны явцад цахилгаан халаах хэрэгслийн үр ашиг, эрчим хүчний хэмнэлт, дулаан хамгаалалтын түвшин болон утаа, тоосонцрын ялгаралтыг бууруулах боломжит шийдлүүд шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр үнэлэгдэх болно.

4. Судалгааны сэдвийн судлагдсан байдал:

Монгол орны эрс тэс уур амьсгал, урт, хүйтэн өвөл нь өрөөний дулаан хангамж, халаалтын системийн үр ашгийг оновчтой төлөвлөхийг шаарддаг гол хүчин зүйлсийн нэг юм. Олон улсын болон дотоод судалгаагаар цахилгаан халаалтын систем нь утаагүй, эрчим хүчний хэмнэлттэй, байгаль орчинд ээлтэй шийдэл болох нь тогтоогдсон [3].

Цахилгаан халаагуурын төрөл бүрийн гүйцэтгэлийг харьцуулах судалгаагаар дараах үр дүн гарчээ:

- **Цахилгаан конвектор:** Түр зуур халаах чадвартай, хурдан дулаан өгдөг боловч дулаан хадгалах хугацаа богино, тасралтгүй ажиллахад эрчим хүчний хэрэглээ өндөр [4].
- **Цахилгаан кабель бүхий халаагуур:** Дулаан хадгалах чадвар сайтай, өрөөг жигд халаах боломжтой. Суурилуулалт, холболт нь эхний хөрөнгө оруулалтыг нэмэгдүүлдэг боловч урт хугацааны ашиглалт эрчим хүчний хэмнэлттэй [5].
- **Дулаан нөөцлөх халаагуур:** Дулааныг хуримтлуулж дараа нь бага зарцуулан халаадаг тул хамгийн өндөр эрчим хүчний хэмнэлттэй бөгөөд тогтвортой халаалт өгдөг [6].

Монгол орны нөхцөлд хийсэн судалгаанууд мөн цахилгаан халаагуурын өрөөний байрлал,

температурын тархалт, дулаан хадгалах чадвар зэрэг нь дулааны үр ашиг, эрчим хүчний хэрэглээнд шууд нөлөө үзүүлдэг болохыг харуулсан. Мөн цахилгаан халаалтын системийг утаагүй, агаарын бохирдлыг бууруулах стратегийн шийдэл болгон хэрэглэх боломжтой болох нь тогтоогдсон.

Эдгээр судалгааны дүн нь энэхүү судалгаанд цахилгаан халаах хэрэгслийн үр ашгийг Монгол орны цаг уурын онцлогт тохируулан үнэлэх, дулаан өгөлт, эрчим хүчний хэрэглээ, эдийн засгийн үр ашгийг харьцуулан судлах шинжлэх ухааны үндэс болох юм.

5. Шинэ тал, практик ач холбогдол

Энэхүү судалгаа нь Монгол орны эрс тэс уур амьсгал, урт, хүйтэн өвлийн нөхцөлд хэрэглэгдэж буй цахилгаан халаах хэрэгслийн үр ашгийг нарийвчлан үнэлж, эрчим хүчний хэмнэлт, дулаан өгөлт, дулаан хадгалах чадварын харьцуулалтыг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр тодорхойлсон шинэлэг талтай. Судалгааны үр дүн нь зөвхөн техник технологийн үзүүлэлтэд суурилсан тоо баримт биш, харин өрөөний дулаан тархалт, халаалтын системийн оновчтой загвар, эрчим хүчний хэрэглээний хэмнэлттэй уялдсан практик шийдэл гаргах боломжийг олгож байна.

Практик ач холбогдлын хувьд судалгаа нь дараах чухал үр дүнг өгнө:

1. Эрчим хүчний хэмнэлтийг дээшлүүлэх: Халаалтын төхөөрөмжийн төрөл, байрлал, хүчин чадлын оновчтой хувилбаруудыг тодорхойлсноор цахилгаан эрчим хүчний үр ашгийг нэмэгдүүлж, урсгал зардлыг бууруулах боломжтой.
2. Агаарын чанарыг сайжруулах: Хатуу түлшний зуухыг орлох утаагүй цахилгаан халаалтын системийг өргөн хэрэглэх замаар агаарын бохирдлыг бууруулах бодит шийдэл гаргах боломжтой.
3. Тогтвортой, оновчтой халаалтын шийдэл боловсруулах: Судалгааны үр дүнд Монгол орны нөхцөлд тохирсон халаалтын системийн загвар, дулаан тараалт, дулаан хадгалах чадварын оновчтой аргачлалыг бий болгох боломж бүрдэнэ.
4. Эдийн засгийн үр ашиг: Халаалтын системийн үр ашгийг тооцож, урт хугацааны ашиглалтын зардлыг бууруулах, хөрөнгө оруулалтын үр ашгийг дээшлүүлэх шийдлийг боловсруулахад дэмжлэг үзүүлнэ.

Ийнхүү энэхүү судалгаа нь техникийн, экологийн, эдийн засгийн гурван талыг нэгтгэсэн практик ач холбогдолтой, шинжлэх ухааны нотолгоонд суурилсан шийдэл гаргах боломжийг бүрдүүлдэг.

6. Судалгааны таамаглал:

Монгол орны цаг уурын онцлог, урт, хүйтэн өвлийн нөхцөлд хэрэглэгдэж буй цахилгаан халаах хэрэгслийн тохируулга, байрлал, төрөл зэрэг хүчин

зүйлс нь дулаан тараалт, дулаан хадгалах чадвар, эрчим хүчний хэрэглээ, дулааны үр ашгийг шууд тодорхойлж нөлөөлнө гэж үзэж байна.

Тодруулбал:

- Халаах хэрэгслийн оновчтой тохируулга нь дулааны жигд тархалтыг сайжруулж, өрөөнд тогтвортой халаалт бий болгож, дулаан хамгаалалтын шаардлагыг хангана.
- Эрчим хүчний хэрэглээ ба халаалтын үр ашиг нь халаагуурын төрөл, хүчин чадал, байрлалтай уялдан өөрчлөгдөнө.
- Цахилгаан халаалтын системийн оновчтой хэрэглээ нь эрчим хүчний хэмнэлт, эдийн засгийн үр ашиг, агаарын бохирдлыг бууруулах стратегийн ач холбогдолд шууд нөлөөлнө.

Ийнхүү судалгааны үр дүнд цахилгаан халаах хэрэгслийн төрөл, тохируулга, байрлалын оновчтой хувилбаруудыг тодорхойлж, эрчим хүчний хэмнэлт, дулаан үр ашиг, орчны аюулгүй байдлыг дээшлүүлэх боломжтой гэж таамаглаж байна.

7. Судалгааны ирээдүйн чиглэл

Ирээдүйн судалгааны гол чиглэл нь цахилгаан халаагуурын дулаан өгөлтийн үр ашгийг илүү нарийвчлан үнэлэх, эрчим хүчний хэрэглээг нэмэгдүүлэхгүйгээр халаалтын системийн үр ашиг, тогтвортой байдлыг дээшлүүлэх оновчтой аргачлалыг тодорхойлох явдал юм. Түүнчлэн, халаагуурын байрлал, өрөөний геометр болон дулаан хадгалах чадварын нөлөөг харгалзан өрөөний бүх хэсэгт дулаан жигд тархах загвар, оновчтой халаалтын шийдлийг боловсруулж, хэрэгжилтийг дэмжих шаардлагатай.

Энэхүү чиглэл нь Монгол орны эрс тэс уур амьсгалд тохирсон эрчим хүчний хэмнэлттэй, агаарын бохирдол багатай, байгаль орчинд ээлтэй халаалтын системийн оновчтой загварыг боловсруулах шинжлэх ухааны үндэслэл болох юм.

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

1. Судалгааны аргачлал

Цахилгаан халаах хэрэгслийн судалгааны аргачлалыг дараах байдлаар үзүүлэв. [1]

Судалгааны бэлтгэл ажил

- Судалгааны объект болон төрөл бүрийн цахилгаан халаагуур тодорхойлох
- Өрөөний хэмжээ, геометр, дулаан хадгалах чадварын параметрийг бүртгэх
- Туршилт хийх төхөөрөмж, алсын термостат, хэмжих хэрэгслийг бэлтгэх

A. Туршилт явуулах

- Халаагуурыг өрөөнд байрлуулах
- Алсын термостатаар шаардлагатай температурыг тохируулах

- Дулаан тараалт, өрөөний температур, дулаан хадгалах чадвар, эрчим хүчний хэрэглээг хэмжих

B. Үр дүнг бүртгэх

- Халаагуур бүрийн температурын тархалт, дулаан хадгалалтын хугацаа, эрчим хүчний хэрэглээний өгөгдлийг бүртгэх

C. Өгөгдөл боловсруулах

- Дулаан тархалт, эрчим хүчний хэрэглээ, дулаан үр ашгийг харьцуулах
- Төрөл бүрийн халаагуурын гүйцэтгэлийг дүгнэх

D. Дүгнэлт гаргах

- Эрчим хүчний хэмнэлт, дулаан үр ашиг, практик ач холбогдлын үндсэн дээр халаагуурын оновчтой төрөл, тохиргоог тодорхойлох.

2. Цахилгаан халаагуурын үр ашгийн тооцоо

Цахилгаан халаагуурийг тооцох арга:

Цахилгаан энергийг дулааны энерги болгон шууд хувиргах халаалтын төхөөрөмжийн дулааны эрчим хүчний Q, W-ийн тооцоо нь хувьсах гүйдэлтэй холбоотой дараах илэрхийлэлтэй Жоуле-Ленцийн хууль дээр суурилдаг.

$$Q = \frac{I}{U \cdot I_k} = \frac{U^2 \cdot K}{r};$$

Энд: I – дамжуулагч дамжин өнгөрөх гүйдлийн хүч, r – дамжуулагч идэвхтэй эсэргүүцэл, U – дамжуулагч руу нийлүүлсэн хүчдэл, k – дамжуулагчийн чадлын итгэлцүүр – 50Гц гүйдлийн давтамжтай үед k=0,96-0,98 хооронд хэлбэлздэг. [2]

МАНАЙ ОРОНД ӨРГӨН ХЭРЭГЛЭГДДЭГ,
ХУДАЛДААЛАГДДАГ ХАЛААХ ХЭРЭГСЛИЙН
МЭДЭЭЛЛИЙГ НЭГТГЭН ХАРЬЦУУЛАЛТ ХИЙЖ
ҮЗҮҮЛЛЭВЭЛ.

I-P ХҮСНЭГТ.

№	Халаах хэрэгслийн нэр төрөл	Харьцуулж буй хэмжээ hххб	Цахилгаан зарцуулалт /Вт/	Халаах талбай /м2/	Дулаан өгөлт /°C/	Дулаан өгөлтийн хэлбэр	Үйлдвэрлэгч Импортологч %
1	Hybrid heater	h500x800x90	800Вт	15-25	65	Конвекцийн	Үйлдвэрлэгч /90%/
2	Ресси халаагуур	h580x800x60	750Вт	14	65	Конвекцийн	Импортологч
3	Uniwat	h500x680x120	1000Вт		65	Цацруулалтын	Үйлдвэрлэгч /50%/
4	Etamon халаагуур	h400x1000	2500Вт	25-40	65	Конвекцийн	Импортологч
5	Silver crest	h500x800	2300Вт	25	60	Цацруулалтын	Импортологч
6	Mega heat	h580x800x80	800Вт	16	70	Конвекцийн	Импортологч
7	Thermax	24-8 цаг цахилгаан хэрэглэнэ	3200Вт	25-35	70	Дулаан нөөцлүүртэй	Импортологч
8	Warmmax	24-9 цаг цахилгаан хэрэглэнэ	3500Вт	15	14-20 цаг дулаанаа хадгална	Дулаан нөөцлүүртэй	Импортологч
9	Оч халаагуур	h540x600x60	500Вт	11-Мая	70	Конвекцийн	Импортологч

Туршилт, тооцоо:

- Халаагуурын хүчин чадал: 800 W (0,8 kW)
- Өрөөний м2: 15 м², тааз 2.7 м → 40 м³
- Өрөөний дулаан алдагдал: 560 W/м³
(ерөнхий стандарт ойролцоо)
- Айл өрхөд борлуулах цахилгааны тариф:
300 ₮/кВт·ц

Халаахад шаардлагатай хүчийг тооцоолох:

Хүч = Өрөөний эзлэхүүн * Дулаан алдагдал

$$= 40 \text{ м}^3 * \frac{540 \text{ БТ}}{\text{м}^3} = 21600 \text{ БТ}$$

Халаагуурын үр ашиг:

Халаагуурын хүчин чадал = 800 W, шаардлагатай = 21600 W

$$\begin{aligned} \text{Үр ашиг} &= \frac{\text{Халаагуурын хүчин чадал}}{\text{Шаардлагатай хүчин чадал}} * 100\% \\ &= \frac{800}{21600} * 100 \approx 37\% \end{aligned}$$

→ Өрөөг бүрэн халаахад энэ халаагуур хүрэлцэхгүй, үр ашиг 100% гэж хэлж болохгүй, дулаан хангалтгүй байна.

Цахилгааны зардал (1 цагт):

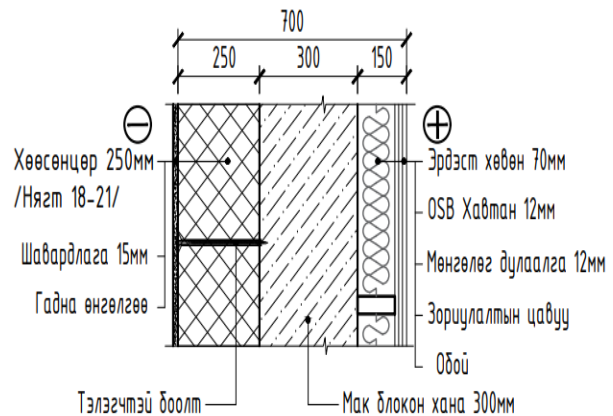
$$\text{Эрчим хүч} = 0.8\text{кВт} * 1\text{цаг}$$

$$\text{Зардал} = 0.8 * 300 = 240 \text{ ₸/ц}$$

3. Хэмжилт туршилтын үр дүн

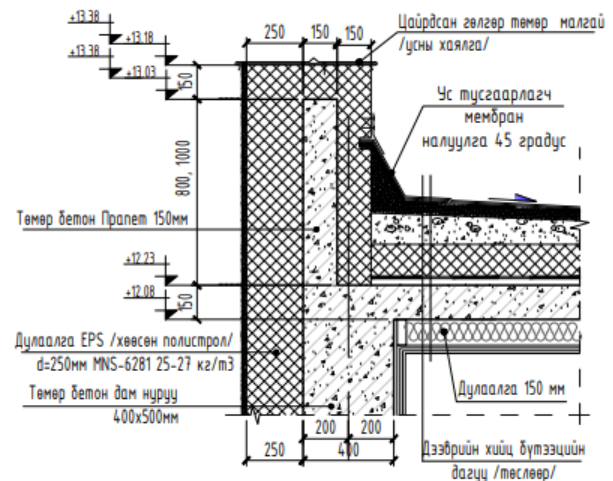
Судалгаанд Монгол орны цаг уурын нөхцөлд цахилгаан халаагуурын дулаан өгөлт, температурын тархалтыг нарийвчлан үнэлэх зорилгоор туршилт явуулсан. Хэмжилтэнд 600×500 мм хэмжээтэй, Hybrid Heater маркийн халаагуур ашигласан бөгөөд энэ нь 15 м² хэмжээтэй, цонх, хаалга хаалттай, агаар сэлгэлтийн хоолойгүй өрөөнд байрлуулсан.

Өрөөний агаарын чанар, температур, дулаан тархалтыг хэмжихэд Kaiterra агаар чанар хэмжигч багажийг ашигласан. Хэмжилтийг өглөөний 04:00–06:00 цагийн хооронд явуулж, өрөөний төв болон гадна хэсгийн температурын өгөгдлийг цуглуулсан.



1-р зураг. Хэмжилтийн утга цуглуулсан барилгын гадна ханын хийцлэл.

Судалгааны ажлын хэмжээг туршилтийн объект болгон сонгон авсан барилдын гадна ханын хийцлэм нь Мак-н хөнгөн блок 300мм зузаантай түнхий гадна 250мм хөөсөнцөр дулаалгын материал байгаа нь шаардлагат дулаан техникийг хангаж байхаас гадна дулаан алдагдлыг бууруулсан гадна ханын төлөөлөгчлэмтэй болох нь харагдаж байна.



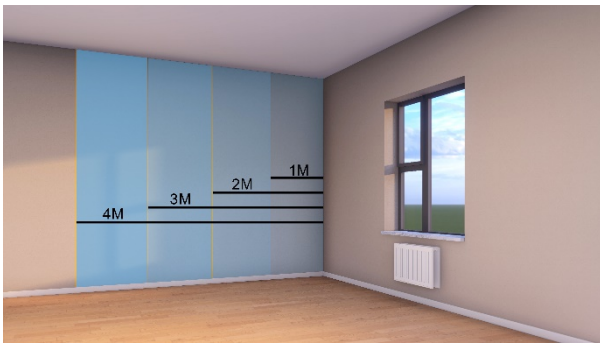
2-р зураг. Хэмжилтийн утга цуглуулсан барилгын дээврийн хийцлэл.

Судалгааны ажлын хэмжээт турилтийн объект болгон сонгон авсан барилгын гаана дээр хучилтын хийцлэл нь 150мм төмөр бетон хучилт, түүний дээр 200-250мм дулаалгын материалтай налуулга гаргахаар мөн дотор талдаа 150мм дулаалга эзрийг төлөвлөгч өгсөн байгаа нь дулаан гуурлэлтээс болон дулаан алдагдлыг бууруулсан.



3-р зураг. Халаах хэрэгслийн 5-н цэгийн байрлалыг харуулав.

Халаагуурын гадаргуу дээр 5 цэгийг сонгон температур хэмжэсэн: гол цэгийг 1-р цэг, зүүн дээд булангаас цагийн зүүний дагуу 2–5-р цэг хүртэл байрлуулсан. Температурын бууг гадаргуугаас 1 м, 2 м, 3 м, 4 м зайд байрлуулан өрөөний төв, өнцөг болон гадна хэсгийн температурын ялгааг тодорхойлсон.



4-р зураг. Халаах хэрэгслийн хэмжилтийн зай хэмжээг харуулав.

Зурганд үзүүлсэн халаагуурын гадаргуугийн 1–4 метрийн зайд температурын тархалт нь өнгөний градиентээр илэрхийлэгдсэн байна. Төв хэсэг (1–2 м орчим) дулаан хамгийн өндөр байгааг харуулж, алслагдсан хэсгүүд (3–4 м) хүйтэн байгаа нь дулаан тархалт нь халаагуурын байрлал болон өрөөнд зайнаас шууд хамааралтай болохыг нотолж байна.



5-р зураг. Өрөөнд дотор агаарын чанар хэмжигч байрлуулсан байдал.

Зурганд цахилгаан халаагуурын температурын нөлөөлөл нь хэрхэн туршилт хэмжилтийн явцад өрөө тасалгааны температур чийгшил зэргүүдэд нөлөөлж буйг хэмжих үүднээс өрөөний уртын болон өндрийн дагууд диагнал гол цэгт байрлуулан туршилт хэмжилтийн эхлэхээс дуусах хүртэлх датаг цуглуулав.

ХАЛААХ ХЭРЭГСЛИЙН ТЕМПЕРАТУРЫН ХЭМЖИЛТИЙН ТООН УТГУУД

2-р ХҮСНЭГТ.

№	50/50 Радиатор	1	2	3	4	5
1	95					
	С°	52.3	35.1	35.5	36.5	42.5
2	90					
	С°	49.5	33.3	32.5	44.1	34.6
3	80					
	С°	46	27.4	30.7	44.1	34.3
4	70					
	С°	40.7	23.5	25.7	39.3	31
5	60					
	С°	38.4	25.4	24.7	35	29.8
6	50					
	С°	35.3	24.3	24.7	24.6	30.2
7	40					
	С°	31.4	22.8	24.4	26.6	29.8
8	30					
9	С°	25.1	18.1	19.4	27.4	21.6

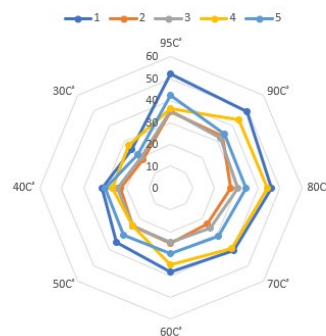
(Судлаачын боловсруулсанаар)

ХАЛААХ ХЭРЭГСЛИЙН ТЕМПЕРАТУРЫН ХЭМЖИЛТИЙН ЗУРГАН ӨГӨГДӨЛ

3-р ХҮСНЭГТ.

№	50/50 Радиатор	5 цэг дээрхи хэмжилтийн утгууд	1	2	3	4	5
1	95						
	С°	Термостат амрах хуртгал	52.3	35.1	35.5	36.5	42.5
2	90						
	С°	Термостат амрах хуртгал	49.5	33.3	32.5	44.1	34.6
3	80						
	С°	Термостат амрах хуртгал	46	27.4	30.7	44.1	34.3
4	70						
	С°	Термостат амрах хуртгал	40.7	23.5	25.7	39.3	31

Гадаргуугийн температурын график



6-р зураг. Температурын хэмжилт

Ингэснээр судалгааны арга зүй нь цахилгаан халаагуурын төрөл, байрлал, температурын тархалт, дулаан хадгалах чадвар зэрэг үзүүлэлтийг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр үнэлж, дулаан үр ашиг, эрчим хүчний хэрэглээний харьцуулсан дүгнэлт гаргах боломжийг бүрдүүлсэн.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны явцад цахилгаан халаагуурын дулаан өгөлт, өрөөнд дулаан тархалтыг хэмжиж, өрөөний температурын тархалт, дулаан хадгалах чадвар, эрчим хүчний үр ашгийг шинжилсэн. Үр дүнд дараах гол дүгнэлтүүд гарлаа:

Халаагуурын байрлал болон дулаан тархалт Халаагуурын төв хэсэгт дулаан хамгийн өндөр хэмжигдсэн бөгөөд өрөөний бусад хэсгүүдэд дулаан багассан нь дулаан өгөлт байрлалаас шууд хамааралтай болохыг харууллаа. Халаагуурын байрлал болон температурын тохиргоог зөв хийх нь дулаан тархалтыг илүү оновчтой, хэмнэлттэй болгох боломжийг олгодог.

Температурын ялгаа
Өрөөний төв ба алслагдсан хэсгүүдийн температурын ялгаа ажиглагдсан. Халаагуурын ойр орчим температур өндөр, алслагдсан хэсэгт бага байсан нь дулаан тархалт өрөөний хэмжээ, агаарын урсгал зэргээс хамаардаг болохыг нотлов.

Дулаан хадгалах чадвар
Халаагуурын дулаан гадаргуу дээр хурдан тархдаг боловч өрөөнд дулаан хадгалагдах хугацаа харьцангуй богино байв. Агаар сэлгэлтгүй өрөөнд дулаан хадгалах чадвар сайжирсан ч, дулаан хадгалах хугацааг уртасгахын тулд тохиргоо хийх шаардлагатай болохыг илтгэлээ.

Эрчим хүчний үр ашиг
Халаагуурын байрлал, өрөөний хэмжээ, агаарын чанар зэрэг хүчин зүйл нь цахилгаан халаагуурын эрчим хүчний хэрэглээг тодорхойлдог гол хүчин зүйл боллоо. Дулаан хадгалах чадварыг нэмэгдүүлэх, агаарын чанарыг сайжруулах нь эрчим хүчний хэмнэлтийг нэмэгдүүлэх үр дүнтэй арга болох нь туршилтаар батлагдсан.

Цахилгаан халаагуурыг оновчтой ашиглах
Судалгааны үр дүн нь өрөөнд хамгийн тохиромжтой дулаан нөхцөлд хүрэхийн тулд халаагуурыг зөв байрлуулах, температурыг хянах, өрөөний хэмжээ, агаарын урсгалыг харгалзан ашиглах шаардлагатайг харууллаа.

ЕРӨНХИЙ ДҮГНЭЛТ

Цахилгаан халаагуур нь зөв байрлал, тохиргоотой үед өрөөний дулааны нөхцөлийг хангах боломжтой бөгөөд дулаан өгөлт, эрчим хүчний үр ашгийг нэмэгдүүлэхэд чухал үүрэгтэй. Өрөөний хэмжээ, агаарын урсгал, халаагуурын байрлал зэрэг хүчин зүйлсийг анхаарч, дулаан хадгалах чадварыг сайжруулах нь цахилгаан халаагуурын оновчтой ашиглалт, эрчим хүчний хэмнэлтийг хангахад зайлшгүй шаардлагатай болохыг судалгаа харууллаа.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Ц.Уранцэцэг, Халаалт, Улаанбаатар хот: Мэргэжлийн сурах бичиг, 2025.
- [2] С.Чулуунхуяг, Судалгаа шинжилгээний ажлыг хэрхэн сайн гүйцэтгэх, арга зүйн зөвлөмж, Улаанбаатар хот: Магистрант оюутны гарын авлага, 2017.

- [3] Smith's, Providing comfort for the built environment, United Kingdom: Product Catalogue Version 2, 2018 .
- [4] IEA, "Analysis IEA," International Energy Agency, 2020. [Online]. Available: www.iea.org/weo.
- [5] B. E. S. a. R. L. J. M. M. Krol, "Impact of Low-Temperature Electrical Resistance Heating on Subsurface Flow and Transport," *Scientific Research*, vol. 47, p. 5, 2011.
- [6] H. Liu, A review of flexible electric heating element and electric heating garments, vol. 51(1S, p. 101S–136S, 2022.

35/6-10 кВ-ЫН ДЭД СТАНЦЫН АЯНГЫН ХЭТ ХҮЧДЭЛИЙН ДОЛГИОНЫ ЗАГВАРЧЛАЛ

Тамирын МӨНХДЭЛГЭР¹, Цэрэнсамбуугын ЧИНГЭС²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, “Улаанбаатар цахилгаан түгээх сүлжээ” ТӨХК

²Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний инженерчлэлийн сургууль, Цахилгаан хангамжийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: chingee@must.edu.mn¹

Хураангуй: Энэхүү өгүүлэлд түгээх сүлжээний 35 кВ-ын агаарын шугамд аянгын шууд ниргэлэг болсны улмаас 35/6-10 кВ-ын дэд станциуд руу зөөгдөн ирэх аянгын хэт хүчдэлийн долгион, ОПН-ийн (хэт хүчдэлийн шугаман бус хязгаарлагч) импульсийн гүйдлийн хэлбэр дүрс, оргил утгуудыг тодорхойлов. Бодит дэд станциудын схем дээр үндэслэн, цахилгаан хэлхээний аянгын шилжилтийн долгиолог процессын загварчлалыг байгуулан, симуляцын тооцоог гүйцэтгэж, үр дүнгээс нь хэт хүчдэл, ОПН-ийн гүйдлийн үзүүлэлтүүдийг гарган авч дүгнэлт гаргасан. Симуляцын үр дүнгээс харахад аянгын гүйдэл 7 кА/2.6 мкс параметртай байх үед шугамын хэт хүчдэл хэрчигдэн, замдаа унтралт-хэв гажилтад орж хүчдэлийн оргил утга нь 110 кВ болон багассан дэд станц руу дамжин орж байна. Ийм хэмжээний аянгын хэт хүчдэл нь 35 кВ-ын дэд станциудын тоног төхөөрөмжийн импульсийн 50 процентын ниргэх хүчдэл 170 кВ-аас доогуур, тусгаарлах хийц гэмтэх аюулгүй гэсэн дүгнэлт гарав.

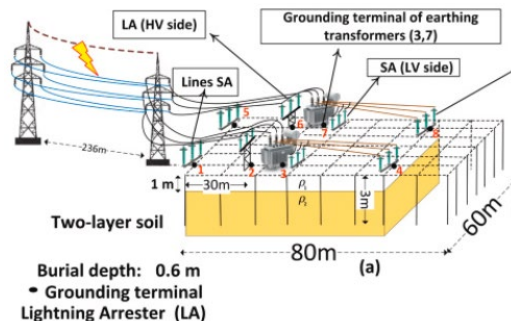
Түлхүүр үг: 35 кВ-ын дэд станцын аянгын долгиолог загварчлал, 35 кВ-ын кабель, трансформаторын тусгаарлагын түвшин, ОПН-ын аянгын гүйдэл, PSCAD/EMTDC симуляци

I. УДИРТГАЛ

Улаанбаатар хотын 6,10,35 кВ-ын шугам сүлжээний ихэнх гэмтэл, саатал нь хүчдэлийн түр зуурын, эгшин зуурын ихсэлт, феррорезонансын үзэгдэл, нэг фазын газардлагын үед үүсэж байгаа хэт хүчдэлийн түвшин, сүлжээний схемийн онцлог зэргээс хамаардаг. Хүчдэл түр ихсэх, удаан хугацаанд үргэлжилсэн хүчдэл нь өндөр хүчдэлийн тоног төхөөрөмжүүдийг гэмтээдэг явдал ихээр тохиолддог. Эгшин зуурын хугацаанд үргэлжлэн үйлчилдэг хэт хүчдэл нь аянгын ниргэлэг болон сэлгэн залгах үеийн үзэгдлээр тайлбарлагддаг. Аянгын хэт хүчдэл болон дотоод хэт хүчдэлийн үед цахилгаан тоноглолуудыг хамгаалдаг төхөөрөмж нь бидний хэлж сурснаар ОПН билээ. Түгээх сүлжээний 6-35 кВ-ын дэд станциудад аянгын болон дотоод хэт хүчдэл нь микросекунд хугацаанд эсвэл миллисекунд хугацаанд үргэлжлэн үйлчилж болдог ба фазууд дээрх хүчдэл нь 3-10 дахин өндөр болж, кабель шугамаар дамжин трансформаторуудын ороомгоор дамжих тархаж, ороомгыг шатаах явдал ихээх тохиолддог онлогтой.

Эдгээр гэмтлийг тайлбарлах, дүн шинжилгээ хийж үзэхийн тулд хэмжилт явуулах, хялбаршуулсан аналитик илэрхийллээр тодорхойлох болон шугам сүлжээний орлуулгын физик моделийг (загварчлал) байгуулдаг. Цахилгаан соронзон шилжилтийн процессын үзэгдлийг тоон анализын ойролцоо бодох арга дээр суурилсан (1-р зурагт үзүүлсэн) программуудыг өргөн хэрэглэж байна. Эдгээр программ нь цахилгаан хэлхээний зангилааны потенциалын арга дээр үндэслэгдсэн байдаг. Аянгын хэт хүчдэлийн симуляцийн талаар судалсан гадаадын

нэр хүндтэй судалгаануудыг авч үзвэл: 2019 Е. Shulzhenko [1], S.Sekioka [2], Yamanaka [4] нарын судлаачид судалгааны ажилдаа EMT (ElectroMagnetic Transient) төрлийн цахилгаан хэлхээний онол дээр суурилагдсан программууд дээр загварчлалуудыг ашиглан, аянгын цахилгаан соронзон шилжилтийн процессыг авч үзсэн байдаг.

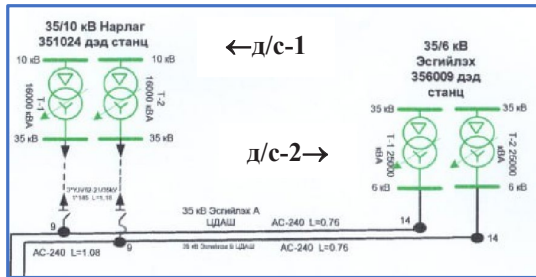


Зураг 1. Агаарын шугаманд аянгын ниргэлэг болох үед дэд станцид зөөгдөн ирэх хэт хүчдэлийн загварын диаграмм (63/20 кВ-ын дэд станцын аянгын хэт хүчдэлийн загварчлал)

Тухайн өгүүлэлд дэд станц руу зөөгдөн ирэх аянгын хэт хүчдэлийн осциллограмм, хүчдэлийн түвшинг тодорхойлох зорилгоор “35/10-6” кВ-ын кабель болон агаарын шугамаар холбогдсон дэд станциудыг сонгон авч, симуляцийг хувилбарт байдлаар гүйцэтгэж, үр дүнг танилцуулсан болно. Мөн ОПН-уудын импульсийн гүйдэл болон үлдэх хүчдэлийн хэлбэр дүрс, осциллограммуудын тодорхойломжуудыг загварчлалын аргаар чанар үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж, дүн шинжилгээ хийж гүйцэтгэсэн.

II. ТҮГЭЭХ СҮЛЖЭЭ БА ДЭД СТАНЦИУД

“Улаанбаатар цахилгаан түгээх сүлжээ” компаний дийлэнх хэсгийг 6-35 кВ-ын агаарын шугам сүлжээ эзэлдэг бөгөөд 35/10 кВ-ын дэд станцыг бид энд сонгон зураг 2-т үзүүлэв.



а) Түгээх сүлжээний хэт хүчдэлийн тооцооны схем



б) 35 кВ-ын ОПН болон трансформатор

Зураг 2. Судалгааны объект 35/6, 10 кВ-ын дэд станциудын цахилгаан холболтын байдал, тооцооны схем

III. ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ АЯНГЫН ХЭТ ХҮЧДЭЛИЙН ЗАГВАРЧЛАЛ

Аянгийн цахилгаан соронзон долгиолог процессыг гүйцэтгэхдээ PSCAD/EMTDC багц цахилгаан хэлхээний программ хангамж ашигласан болно.

1. Аянгийн сувгийн гүйдэл

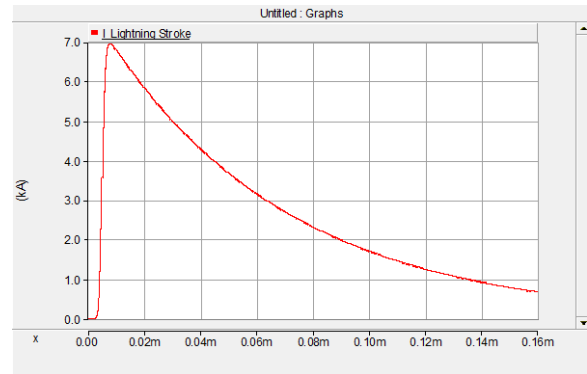
Аянгийн гүйдлийн хугацаанаас хамаарсан тодорхойлолтыг гаргахдаа гүйдлийн төгс үүсгүүртэй хамт зэрэгцээ холбогдсон 700 Ом эсэргүүцлийн хамтаар хэрэглэдэг. Аянгийн сувгийн хэлбэр дүрсийн математик тооцооны функц нь дараах илэрхийлэл байдаг [5].

$$i(t) = \sum_{k=1}^m \frac{I_{0k}}{\eta_k} e^{-t/\tau_{2k}} \frac{(t/\tau_{1k})^{n_k}}{1 + (t/\tau_{1k})^{n_k}} \quad (1)$$

$$\eta_k = \exp \left(- \left(\frac{\tau_{1k}}{\tau_{2k}} \right) \left(\frac{n_k \tau_{2k}}{\tau_{1k}} \right)^{1/n_k} \right) \quad (2)$$

Үүнд, I_{0k} гүйдлийн амплитуд утга, n_k гүйдлийн эгцрэл буюу di/dt утгыг тохируулах тогтмол, τ_{1k} аянгийн гүйлийн нүүрний хэсгийн хугацааны тогтмол, τ_{2k} гүйдлийн сүүлний хэсгийг тохируулах хугацааны тогтмол, η_k гүйдлийн амплитуд утгын засварын коэффициент.

Стандартын 2.6/70 мкс хэлбэртэй, 7.0 кА амплитудны утгатай аянгийн импульсийн долгион ашиглан тооцоог гүйцэтгэж үзэв (Зураг 3).



Зураг 3. Сөрөг туйлтай аянгын гүйдлийн осциллограмм

2. Агаарын шугам, тулгуур, изоляторын цахилгалтын загварчлал

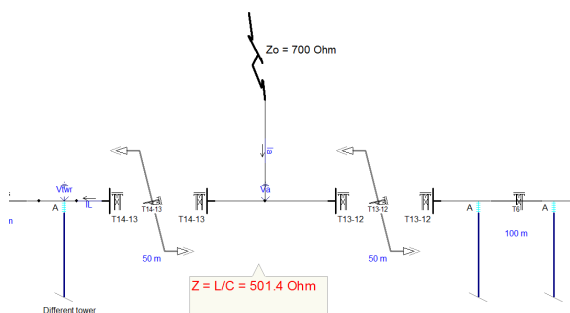
35 кВ-ын агаарын шугамын изоляторын (шаазан лонхон тусгаарлагч) импульсийн 50 процентийн ниргэх хүчдэлийн хэмжээг энэ өгүүлэлд 350 кВ-аар тооцож үзсэн [6]. Фазын аль нэг утсанд шууд аянгийн ниргэлэг болсны улмаас хэт хүчдлийн долгион шугамын утсаар тал бүрт тархан, дэд станц руу долгионы олон тооны ойлт, хугаралын үзэгдлүүд үүсэж, хэт хүчдэлийн түвшин амплитуд утга нь дараах хялбар байдлаар тооцогдож болно.

$$U_A = \left(\frac{Z_o}{Z_o + \frac{Z_{ymac}}{2}} \right) \cdot \frac{Z_{ymac}}{2} \cdot I_A \geq U_{B-t} \quad (3)$$

Энд: I_A - Аянгийн гүйдэл (кА), Z_{ymac} - шугамын долгиолог эсэргүүцэл 500 Ω , Z_o - аянгийн сувгийн долгиолог эсэргүүцэл 700 Ω , U_{B-t} - тусгаарлагчийн вольт секундийн хамаарамж, U_A - тулгуурын орой дээрх аянгийн үйлчлэх утга, кВ. (3)-ээс аянгийн гүйдлийг 7 кА гэж үзвэл ойролцоогоор 1280 кВ хэмжээний хэт хүчдэл тооцоогоор гарна. Дээрх хүчдэлийг ШФ, 70Д тусгаарлагууд даалгүй гадаргуу цахилгалт болох ба ниргэлгийн процессыг дараах илэрхийллээр тооцоолж, загварчилсан (Зураг 3). Гадаргуугаар уртсах нумын хөдлөх хурдыг дараах туршилтаас гаргаж авсан аналитик илэрхийллээр тооцож болдог байна. Энэ нь агаарын завсарын зай, хүчдэлийн хэлбэр, цахилгаан орны хүчлэг зэргээс хамаарна [7].

$$v_{лидер} = k_1 \left[\frac{u(t)}{D - 2l_{лидер}} - E_0 \right] \quad (\text{м/сек}) \quad (4)$$

Үүнд: $v_{лидер}$ - Лидерийн дундаж хурд, D - агаарын завсарын зай (м), $u(t)$ - шугам ба хөндлөвч хооронд үүсэх хүчдэл (В), $l_{лидер}$ - лидерийн дундаж урт, k_1 - лидерийн хурднаас хамаарсан параметер ($\text{м}^2/\text{В} \cdot \text{сек}$), E_0 - цахилгаан орны хүчлэг (кВ/м).

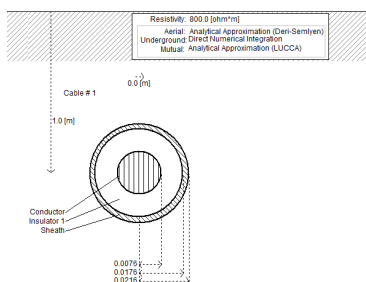


Зураг 4. 35 кВ-ын ЦДАШ-ын аянгын хэт хүчдэлийн симуляцийн загвар

4-р зурагт 1 км урттай систем талаас ирэх 35 кВ-ын агаарын шугам АС-240, тулгуур, лидерийн ниргэлэгийн загварчлалыг хамтад нь үзүүлэв.

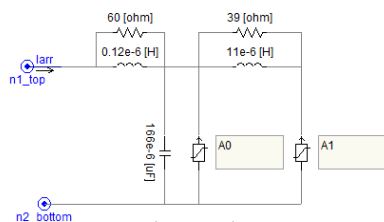
3. 35 кВ-ын кабель шугам, трансформатор, хэт хүчдэл хязгаарлагч

Кабелийн давтамжаас хамааруулан хугацааны утгаар тодорхойлж тооцдог J.Marti -ийн блок загварыг авч хэрэглэсэн болно (Зураг 5).



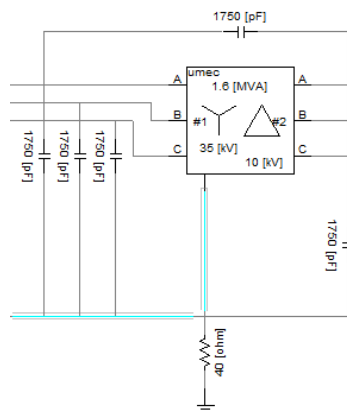
Зураг 5. 35 кВ-ын полиэтилен тусгаарлагатай кабелийн өндөр давтамжаас хамаарсан үеийн загвар ба түүний геометр хэмжээсүүд

Цэнэг шавхагчийг (энэ өгүүлэлд ОПН нэршлээр оруулав) НУ5WZ-51/134 маркийн вольт-амперийн хамааралмаас нь авч, олон улсын стандартад заагдсан шугаман бус эсэргүүцлүүдээр нь төлөөлүүлж загварчилсан болно [8] (Зураг 6).



Зураг 6. 35 кВ-ын ОПН-ын стандартын загвар

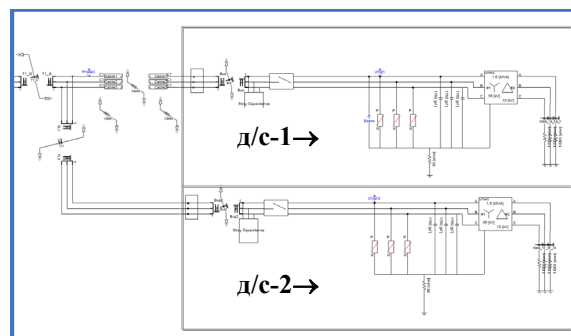
Аянгын тооцоонд трансформаторыг багтаамжаар орлуулдаг ба өндөр талын ороомог нь 1700пФ, нам тал нь 500 пФ багтаамжуудаар орлуулсан (Зураг 7).



Зураг 7. PSCAD программын трансформаторын загвар

4. 35/10 кВ-ын дэд станцын загвар

Энэхүү өгүүлэлд түгээх сүлжээний тооцооны схемын дагуу 8-р зурагт үзүүлснээр дэд станциудын загварыг байгуулсан болно. Симуляцийг (Загварчлалыг) гүйцэтгэхдээ аянгын гүйдлийн долгионыг систем талын агаарын шугаманд зохиомол 7кА амплитудтай, 2.6 мкс фронттой (нүүрний хэсгийн хугацаа) долгионы С фазын утсан холбох замаар дэд станц руу зөөвөрлөгдөн ирэх хэт хүчдэлийн осциллограмм, ОПН -ын гүйдлийг хэт хүчдлийн хугацаанаас хамааруулан гаргаж авна.



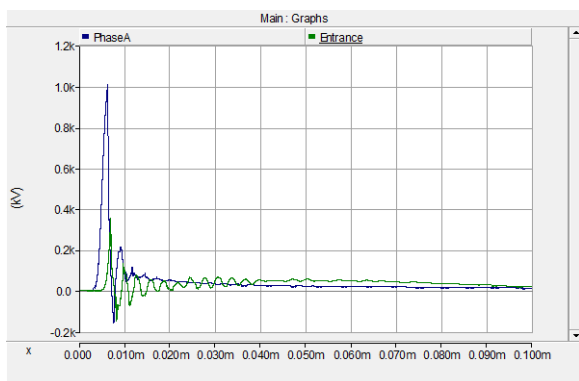
Зураг 8. PSCAD/EMTDC программд байгуулсан 35/6-10 кВ-ын дэд станциудын орлуулгын цахилгаан хэлхээний моделиуд

IV. СИМУЛЯЦИЙН ҮР ДҮН

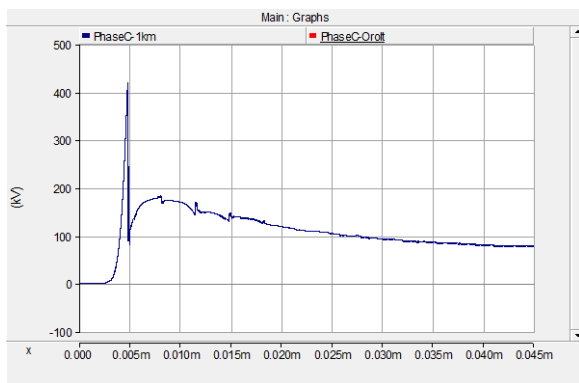
Зураг 2-т танилцуулсан цахилгаан түгээх сүлжээний дэд станцтай жишээн дээр симуляцийг гүйцэтгэе.

Өндөр хүчдэлийн цахилгаан тусгаарлах хийцүүдэд, тулгуурт нөлөөлөх аянгын хүчдэлийн долгион маш богино хугацаанд үргэлжлэх тул цахилалт амжиж явагдахын тулд тодорхой хугацаагаар хүлээгдэх улмаар энэ хооронд хүчдэлийн маш өндөр утгыг шаарддаг онцлогтой (Зураг 9-аас 1018 кВ хүрнэ). 9а-д үзүүлсэн аюултай хэмжээний хэт хүчдэлтэй цахилгаан соронзон долгион фазын утсанд хуримтлагдаж, утсаар тархан, замдаа изоляторын гадаргуу дээгүүр очит цахилалт үүсэн хэрчигдэн (Зураг 9б) газардаж байгааг харуулсан байна. Системээс ирсэн 35 кВ-ын АС-240 1км агаарын шугамаар дамжихдаа

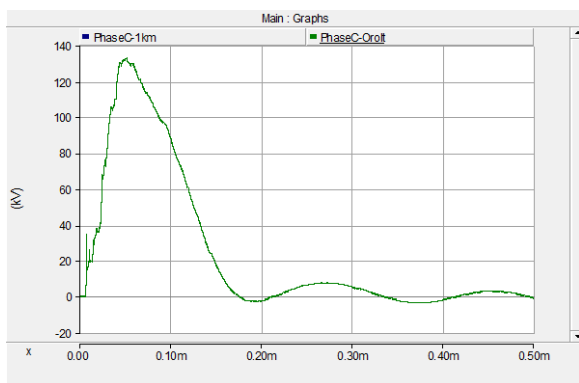
замдаа унтралт, хэв гажилтад ордог сайн талтай ба долгионы хэлбэр дүрс мөлийсөн, амплитуд утга нь ойролцоогоор 130 кВ хүртэл багасаж байна.



а) Систем талаас ирэх 1 км урт шугамын С фаз дээр үүсэх потенциалын эгшин зуурын аянгын хэт хүчдэлийн осциллограмм



б) Изоляторын гадаргуугын ниргэлэг, цахилалт явагдсаны дараах хэрчигдсэн хүчдэлийн хэлбэр дүрс



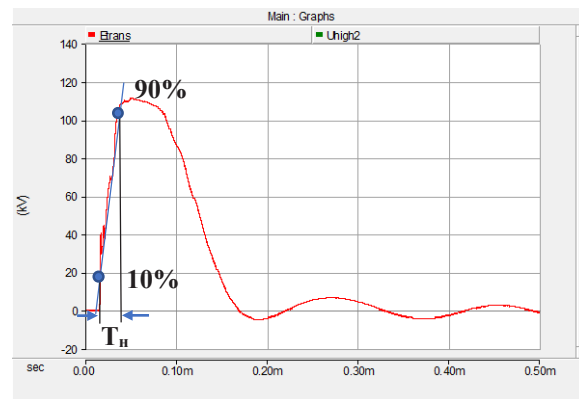
в) Дэд станц (д/с-1, д/с-2) руу дамжин очих аянгын хүчдэлийн хэлбэр дүрс

Зураг 9. С фазаар тархах аянгын хэт хүчдэлийн хугацаанаас хамаарсан осциллограммууд (Бусад фазад индукцлэгдсэн хүчдэл үүснэ)

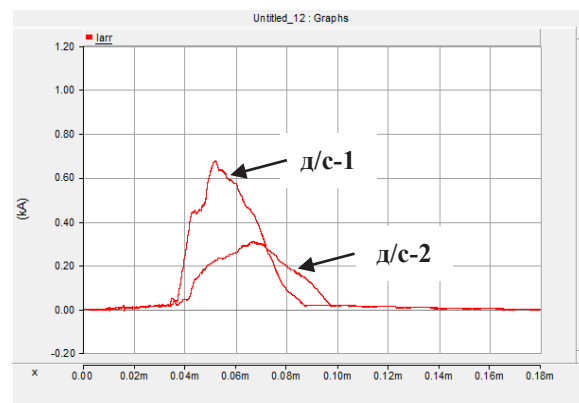
Зураг 10-аас харахад д/с-1, д/с-2 руу зөөгдөн ирэх аянгын хүчдэлийн долгион нь ойролцоогоор 110 кВ утгатай, нүүрний хэсгийн үргэлжлэх хугацаа 50 мкс-тай бага зэрэг хэлбэлзсэн шинж чанартай, сүүл хэсгээрээ зөөлөрсөн, тогтсон шинж чанартай зурагдсан байна. Хувилбар-А, хувилбар-С-ийн бүх тохиолдолд тусгаарлагчийн зурвасын

доогуур хамаарамж гарсан, зөвшөөрөгдөх 50% ниргэх хүчдэлээс доогуур байна.

Зургаас харахад хэт хүчдэлийн долгионыг ОПН амжилттай хязгаарлаж байгаа ба ингэснээр 35 кВ-ын тоноглолуудын тусгаарлагын 50% ниргэх хүчдэлээс (170 кВ) доогуур оршиж, илүү гарахгүй. Иймээс 35 кВ талын ойролцоо тусгаарах хийцүүд түрүүлж гэмтэх боломж бүрдэхгүй.



Зураг 10. 35 кВ талд үүсэх хэт хүчдэлийн долгионы хугацаанаас хамаарсан үеийн хэлбэр дүрс ба тодорхойлолмж



Зураг 11. 35 кВ талд үүсэх хэт хүчдэлийн долгионы хугацаанаас хамаарсан үеийн хэлбэр дүрсүүд

Зураг 11-д ОПН-ийн ажиллах үеийн аянгын гүйдлийн хэлбэр дүрсийг харуулсан ба Зураг10-д үзүүлснээр гүйдлийн хамгийн их утга, хугацаа T_n нь д/с-1-д 0.67 кА, 11 мкс хугацаатай байна. д/с -2-ын хувьд 0.3 кА, 24 мкс буюу хоёр дахин бага байна. Кабелиар холбогдсон дэд станцад (д/с-1) ОПН-ийн аянгын гүйдэл нь ихэсдэг, мөн нүүрний хэсгийн хугацаа нь бага болдог болох нь ажиглагдав.

ДҮГНЭЛТ

Бид энэ өгүүлэлд 35/6 кВ-ын түгээх сүлжээний аянгын үеийн хэт хүчдэлийн шинж чанарыг тодорхойлох зорилгоор цахилгаан хэлхээний модельчлолыг бодит дэд станцын тооцооны схемийн дагуу байгуулан, үр дүнг танилцуулан харуулсан болно.

1. 7 кА, 2.6 мкс гэсэн параметртай аянгын ниргэлэг нь амьдралд хамгийн өндөр магадлалтай

тохиолдоно гэж үзээд сонгон авсан. 35 кВ-ын агаарын шугамын С фазад аянга ниргэх үед долгион хэрчигдэн, унтралтад орж, оргил утга, T_n хугацаа нь 110 кВ, 50 мкс хүртэл буурч тусгаарлагчийнхаа импульсийн цахилалтын хэмжээнээс доогуур үүсэж аюулгүй, трансформатор гэмтэх боломж бага бүрдэж байна.

2. Нэг талаасаа 35 кВ-ын кабель шугамаар дамжуулан холбогдсон дэд станцад аянга буух болгонд агаарын шугамаар холбогдсон дэд станцтай нь харьцуулахад ОПН-ээр газардах аянгын гүйдлийн оргил утга ихсэх, түүний нүүрний T_n хугацаа нь багасна.

Цаашид энэхүү загварыг сайжруулан, янз бүрийн аянгын гүйдлийн параметрууд болон дэд станцын өгөгдлүүд, хувилбаруудаар тооцоог гүйцэтгэх, нарийвчлсан нэмэлт судалгааг хийх шаардлага байгааг харуулж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] E. Shulzhenko, K. Yamamoto and M. Rock, "Modeling Lightning Current Distribution in Tower Base of Wind Turbine," 2021 35th International Conference on Lightning Protection (ICLP) and XVI International Symposium on Lightning Protection (SIPDA), Colombo, Sri Lanka, 2021, pp. 01-08
- [2] S. Sekioka, K. Aiba, S. Okabe, " Lightning Overvoltages on Low Voltage Circuit Caused by Ground Potential Rise," in International Conference of Power System Transients, vol. 25, no. 4, pp. 3095-3104, Oct. 2010
- [3] K. Yamamoto and S. Sumi, "EMTP models of a wind turbine grounding system," 2014 International Conference on Lightning Protection (ICLP), 2014, pp. 845-849
- [4] Yamanaka, K. Ishimoto and A. Tatematsu, "Direct Lightning Surge Analysis of Distribution Lines Considering LEMPs From Lightning Channel and Struck Pole in EMT Simulation," in *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, vol. 65, no. 6, pp. 1909-1920, Dec. 2023
- [5] P. Chowdhuri et al., "Parameters of lightning strokes: a review," in *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 20, no. 1, pp. 346-358, Jan. 2005.
- [6] W. Diesendorf (1974). *Insulation Co-ordination in High Voltage Electric Power Systems*, First Edition. Butter worth Publishers
- [7] Z. G. Datsios, P. N. Mikropoulos and T. E. Tsovilis, "Insulator String Flashover Modeling with the aid of an ATPDraw Object," 2011 46th International Universities' Power Engineering Conference (UPEC), Soest, Germany, 2011, pp. 1-5
- [8] P. Pinceti and M. Giannetoni, "A simplified model for zinc oxide surge arresters", *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 14, no. 2, April 1999.

ТЭЭВРИЙН ХЭРЭГСЛИЙН УЛСЫН ДУГААРЫГ ТАНИХ ТУРШИЛТ

Амарсайханы ТҮВШИНБАЯР¹, Батбаярын БАТ-ИРЭЭДҮЙ²

¹ Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Мэдээлэл холбооны, технологийн сургууль, Мэдээллийн технологийн салбар

² Монгол Улс, Улаанбаатар, Нэгдүгээр сургууль

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: tuvshinbayar@must.edu.mn¹, batbayarbatireedui909@gmail.com²

Хураангуй: Тээврийн хэрэгслийн улсын дугаар таних систем нь ухаалаг хот болон “Зүйлсийн интернэт” (IoT) технологийн хүрээнд өргөн хэрэглээтэй автомат танилтын нэг хэлбэр юм. Тээврийн хэрэгслийн тоо хурдацтай өсөж буй өнөөгийн нөхцөлд мэдээллийг автоматаар бүртгэх шаардлага улам нэмэгдэж байна. Энэхүү судалгаанд тээврийн хэрэгслийн улсын дугаарыг үр ашигтайгаар таних алгоритмыг python программчлалын хэлний санд тулгуурлан бүтээсэн бөгөөд дуу чимээтэй, гэрэлтэлт багатай, өнцөгтэй болон стандарт бус фонгтой дугаарыг боловсруулж таних боломжийг бүрдүүлсэн. Судалгаанд дүрс боловсруулалтын аргууд болох морфологийн хувиргалт, Гауссын шүүлтүүр, босго тогтоолт, Sobel-ийн ирмэг илрүүлэлт зэргийг ашигласан. Үүний дараа контур илрүүлэлт, тэмдэгт сегментчлэл хийж, Optical Character Recognition аргаар тэмдэгтүүдийг танин, өгөгдлийн санд хадгалж, эрэмбэлэх, хайлт хийх боломжийг бүрдүүлэв. Мөн тээврийн хэрэгслийн улсын дугаар таних үйл явцыг дүрс боловсруулах алгоритм, python программчлалын хэлний дүрс боловсруулах сангуудаар хэрхэн боловсруулж байгаа талаар танилцуулна. Хэдийгээр энэхүү системд машин сургалт болон гүн сургалтын аргуудыг ашиглаагүй ч энгийн хэрэглээнд найдвартай, үр ашигтай ажиллах боломжтойг туршилтын үр дүн харуулсан.

Түлхүүр үг: python программчлалын хэл, дүрс боловсруулалт, python сан, автомашины дугаар таних

I. УДИРТГАЛ

Зургийн сегментчлэл нь зураг шинжилгээний үндэс бөгөөд зураг боловсруулахад чухал үүрэгтэй. Python программчлалын хэлний сан нь зураг боловсруулах маш олон функцтэй ба эдгээр функцүүд нь түүний үйл ажиллагааны дагуу зургийн дүрслэл, арифметик ажиллагаа, геометрийн хувиргалт, зураг сайжруулах, дүрс хувиргалт, морфологийн ажиллагаа, өнгөний орон зайн өөрчлөлт, зургийн төрлүүдийн хөрвүүлэлт гэх мэтээр хувааж, зургийн боловсруулалтын техникийн аргуудтай. Энэ судалгааны ажилд Python программчлалын хэлний санд тулгуурлан тээврийн хэрэгслийн улсын дугаарыг хэрхэн илрүүлэх боломжтойг дурдана.

II. ТУРШИЛТЫН АЖЛЫН ЗОРИЛГО, ЗОРИЛТ

Энэхүү судалгааны гол зорилго нь Python программчлалын хэлний дүрс боловсруулах сангуудыг ашиглан тээврийн хэрэгслийн улсын дугаарыг (Цаашид ТХУД) автоматаар таних боломжийг судлах юм. Судалгаагаар ухаалаг хотын дэд бүтэц болон “Интернэтийн зүйлс” (IoT) технологийн хүрээнд өргөн хэрэглэгдэхүйц найдвартай, үр ашигтай, автомат таних системийг боловсруулах үндэс суурийг тавихад чиглэж байна.

Судалгааны зорилгыг хэрэгжүүлэхийн тулд дараах үндсэн зорилтуудыг дэвшүүлэв:

1. ТХУД-ыг таних онол, аргуудын талаар судалгаа хийх.
2. Python программчлалын хэлний дүрс боловсруулах сангууд болох OpenCV, Pillow, Pytesseract зэргийг судалж, ашиглах боломжийг тодорхойлох.

3. ТХУД бүхий зургийг унших, урьдчилан боловсруулах, ирмэг болон контур илрүүлэх алгоритмыг хэрэгжүүлэх.
4. Optical Character Recognition (OCR) аргаар дугаарын тэмдэгтүүдийг таних үйлдлийг туршилтаар гүйцэтгэх.
5. Илрүүлсэн ТХУД-ыг өгөгдлийн санд хадгалах, эрэмбэлэх, хайлт хийх системийг боловсруулах.
6. Туршилтын үр дүнг үнэлж, системийн таних нарийвчлал, хурд болон үр ашигт байдлыг тоон утгаар дүгнэх.
7. Автомат ТХУД таних системийг зогсоол, тээврийн хэрэгслийн нэвтрэлтийн хяналт, замын төлбөрийн систем зэрэг практик хэрэглээнд ашиглах боломжийг тодорхойлох.

1. Судалгааны арга зүй

Судалгааны ажлын арга зүй нь онолын судалгаа, туршилт-сорилт аргуудыг хослуулсан. Үүнд:

- Баримт бичгийн судалгааны арга: Гадаад, дотоодын судлаачдын бүтээл, нийтлэл, техникийн гарын авлага, алгоритмын судалгааг шинжилж, онолын үндсийг тодорхойлсон.
- Туршилтын арга: Python хэлний OpenCV, Pillow, Pytesseract сангуудыг ашиглан дүрс боловсруулах, контур илрүүлэх, OCR таних туршилт гүйцэтгэсэн.
- Техникийн туршилт: ТХУД бүхий зургийн өгөгдлийн багц дээр алгоритмыг туршиж, ажиллах хугацаа, нарийвчлал, системийн гүйцэтгэлийг хэмжсэн.

III. Онолын хэсэг

1. Дүрс боловсруулах

Дүрс боловсруулах гэдэг нь зургийг дижитал хэлбэрт хувиргах бөгөөд үүний дараа түүнийг боловсруулж, сайжруулсан зураг авах эсвэл хэрэгтэй мэдээллийг гаргаж авах зорилготой арга юм. Энэ нь дохионы боловсруулалтын нэг төрөл бөгөөд орох оролт нь видео кадр эсвэл зураг байх ба гаралт нь зураг эсвэл тухайн зурагтай холбоотой шинж чанарууд байж болно. Ерөнхийдөө Зураг боловсруулах систем нь зургуудыг хоёр хэмжээт дохио гэж үзэн, тэдгээрт урьдчилан тогтоосон дохионы боловсруулалтын аргачлалуудыг хэрэглэдэг. Энэ нь өнөөдөр хамгийн хурдтай хөгжиж буй технологийн нэг бөгөөд бизнесийн олон салбарт хэрэглэгдэж байна. Мөн зураг боловсруулах нь инженерчлэл болон компьютерын шинжлэх ухааны салбарт гол судалгааны талбар болж байна [4].

Дижитал зураг гэдэг нь зургийн элементүүдээс бүрдсэн зураг юм. Эдгээр пиксел бүр нь гэрлийн хүч эсвэл саарал өнгийн түвшинг тоон утгаар тодорхойлсон хязгаарлагдмал, тасралтгүй биш хэмжээтэй байдаг. Тэгэхээр компьютер зураг гэж үзэхдээ эдгээр пикселийн тоон утгуудын цуглуулгыг хараад ойлгодог. Тодорхой зургийг танихын тулд компьютер тоон өгөгдөл дэх хээ ба тогтмол хандлагыг таних шаардлагатай болдог [5].

2. Монгол Улсын тээврийн хэрэгслийн дугаар

ТХУД-ыг таних үйл явц нь аюулгүй байдлыг нэмэгдүүлэх, үйл ажиллагааг автоматжуулах, замын хөдөлгөөний зохион байгуулалтад дэмжлэг үзүүлэх, хууль сахиулах үйл ажиллагаанд туслах, орлого нэмэгдүүлж, зардал бууруулах, нэвтрэх хяналтын системийн чанарыг эрс сайжруулдаг ач холбогдолтой [6].

Монгол Улсын ТХУД нь цагаан дэвсгэр дээр хар өнгөөр бичсэн байдаг. Улсын дугаар нь нэг эсвэл хоёр мөртэй загвар байх бөгөөд нэг мөртэй улсын дугаарын хэмжээ нь европтой адил 520 x 110 мм хэмжээтэй байдаг. Улсын дугаар нь дөрвөн оронтой тоо болон хоёроос гурван үсгээс бүрдэх ба эхний хоёр үсэг нь тухайн орон нутгийн үсгийн товчлол бол гурав дахь үсэг нь олон хувилбар гаргах зорилготой юм. Мөрийн эхэнд улаан өнгийн соёмбо тэмдгээс гадна тоо үсгийн хооронд овал дотор Монгол улсын нэрийн товчлолыг (MNG) гэж англи үсгээр бичсэн хувилбар ч мөн байдаг [7].



1-р зураг. Тээврийн хэрэгслийн улсын дугаар

3. Python программчлалын хэлний дүрс боловсруулах сангууд

OpenCV нь компьютерын хараа ба машин сургалтын зориулалттай нээлттэй эхийн программ хангамжийн сан юм. Үүнийг компьютерийн хараанд суурилсан программуудыг нэгтгэх, мөн хэрэглэгчийн бүтээгдэхүүнд машин таних үйлдлийг хурдан хэрэглэх зорилгоор бүтээгдсэн [5].

Pytesseract нь Google Tesseract OCR Engine буюу хөдөлгүүрийн Python хувилбар буюу wrapper болгон ашиглах боломж олгодог Python программчлалын хэлний сан юм. Энэ нь хөгжүүлэгчдэд Tesseract-ийн Оптик тэмдэгт таних OCR чадварыг Python программчлалын хэлээр дамжуулан ашиглах боломжийг өгдөг. Pytesseract ашигласнаар зурагнаас текстийг хялбархан гаргаж авч чаддаг бөгөөд зурганд суурилсан текстийг засварлах боломжтой, хайлтад орох боломжтой форматаар хөрвүүлэх боломжийг олгодог. Энэхүү сан нь Python программд OCR үйлдлийг нэгтгэх процессыг хөнгөвчилж, автомат өгөгдөл оруулах, баримтыг дижиталжуулах, төрөл бүрийн зурагнаас текст таних зэрэг ажлыг хийх боломжтой [8].

Pillow нь зураг боловсруулах хүчирхэг сан бөгөөд зургийн хэмжээг өөрчлөх, зургийг тайрах, зургийг эргүүлэх гэх мэт зургийн олон үйлдлийг гүйцэтгэдэг Python программчлалын хэлэнд зурагтай холбоотой программчлалыг хялбар болгодог сан юм [9]. Python программчлалын хэл дэхь glob модуль нь файлын замд тулгуурлан олон файлыг үр ашигтайгаар олох, удирдахад тусалдаг [10].

Ду болон бусад судлаач нар ТХУД таних нь дүрсийн ирмэг, бүтэц, өнгө, тэмдэгтийн хэмжээ, эсвэл эрлийз шинж чанарыг ашиглан автомашины улсын дугаарыг зургаас гаргаж авах үндэслэл, давуу болон сул талуудыг нэгтгэн дүгнэжээ [1]. ТХУД-ыг таних аргын талаарх уран зохиолын бүрэн багц нь маш том бөгөөд ихэнхдээ хамгийн сайн үр дүнд хүргэдэггүй уламжлалт арга дээр суурилдаг [2]. ТХУД-ыг таних системд нейрон сүлжээг ашигласнаар автомашины дугаарын мэдээллийн ангиллын нарийвчлал, хөндлөнгийн нөлөөллөөс хамгаалах чадварыг бага зэрэг сайжруулсан байна [3].

4. ТХУД-ыг таних системийн хэрэглээ

ТХУД үйл ажиллагаа нь олон салбарт өргөн хэрэглэгддэг. Үүнд:

- Орон сууцны хороолол: ТХУД нь оршин суугчдын ТХУД-ыг өгөгдлийн санд хадгалж, автоматаар нэвтрүүлэх боломжийг бүрдүүлснээр хотхоны харуулын үүрэг, оролцоог бууруулна.
- Зогсоолын удирдлага: Тасалбаргүй зогсоолын төлбөрийн систем, тээврийн хэрэгслийн байршлын хяналт, төлбөрийн автомат тооцоо, хулгайн болон залилангийн илрүүлэлтэд ашиглагдана.

- Нэвтрэлтийн хяналт: Тээврийн хэрэгслийн нэвтрэлтийг автоматжуулж, аюулгүй байдлыг нэмэгдүүлэх, ложистик болон хамгаалалтын менежмент, үйл явдлын бүртгэл, өгөгдлийн шинжилгээнд хэрэглэгдэнэ.
- Авто замын төлбөрийн систем: Төлбөртэй авто зам, гүүр, хурдны замд хураамжийн процессыг автоматжуулж, зөрчил бууруулах, хүн хүчний зардлыг багасгах боломжийг олгоно.
- Аяллын хугацааны хэмжилт: Дугаар таних системийн өгөгдлийг ашиглан хөдөлгөөний урсгал, замын аюулгүй байдал, хууль хэрэгжилт, замын оновчлол, цаг хугацаа ба зардлын хэмнэлтийг сайжруулна [11].

IV. Туршилтын хэсэг

Туршилтын хэсэгт туршилтыг гүйцэтгэх өгөгдлийн багц буюу тээврийн хэрэгслүүдийн зургуудыг цуглуулж Python программчлалын хэлний дүрс боловсруулах сангийн тусламжтайгаар ТХУД-ыг олж илрүүлнэ. Ингэхдээ ТХУД-ыг олж илрүүлэх үйл ажиллагааг дүрс боловсруулах алгоритм болон Python программчлалын хэлний дүрс боловсруулах сангуудын тусламжтайгаар илрүүлнэ.

ТХУД-ЫГ ТАНИХ ТУРШИЛТЫГ ГҮЙЦЭТГЭХ КОМПЬЮТЕРЫН ТЕХНИК
БА ПРОГРАММ ХАНГАМЖИЙН ШААРДЛАГУУД

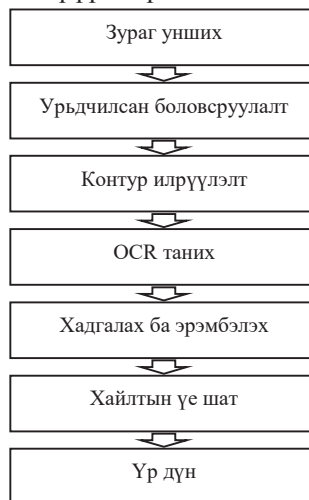
1-р хүснэгт

Шаардлага	Тайлбар
Өгөгдлийн багц (Dataset):	ТХУД-ын зургууд, улсын дугаар тод харагдаж байх шаардлагатай.
Үйлдлийн систем:	Windows 10, Windows 11, Mac Os
Программчлалын хэл:	Python 3
Ашигласан сангууд:	sys, glob, os, numpy, cv2, PIL, pytesseract, re



2-р зураг. Туршилтад ашиглагдсан өгөгдлийн багц буюу тээврийн хэрэгслүүд

ТХУД-ыг олж илрүүлэх үйл ажиллагааны дараалал



3-р зураг. ТХУД-ыг олж илрүүлэх үйл ажиллагааны дараалал

1. ТХУД-ыг олж илрүүлэхэд ашиглах дүрс боловсруулах алгоритм

Зураг 1-ийн ТХУД-ыг олж илрүүлэх үйл ажиллагааны дараалалын дагуу дүрс боловсруулах алгоритмын дарааллыг дараах алхмуудаар тайлбарлав.

Алхам 1: Зураг урьдчилан боловсруулалт

Алхам 1.1: Дуу чимээ багасгах: Гауссын шүүлтүүр / Гауссийн зөөлрүүлэхийн зорилго нь дуу чимээ болон нарийн бүтэцтэй мэдээллийг багасгах явдал юм. Энэ нь дараагийн боловсруулалтын шатуудад үр дүнтэй нөлөө үзүүлнэ. Зурагт математикийн Гауссын шүүлтүүрийг дараах томъёогоор илэрхийлж болно.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

Оруулах зураг нь 2 хэмжээст "G" матрицтай хавсаргаж, зөөлрүүлсэн зургийг олж авна. OpenCV дээр Гауссын зөөлрүүлэхийг дараах функц ашиглан хэрэгжүүлж болно: cv2.gaussianblur(image, (5, 5), 0), энд (5, 5) нь шүүлтүүрийн хэмжээ бөгөөд '0' нь стандарт х отконт (сигма) утгыг өөрөө олоход зориулсан тохиргоо юм.

Алхам 1.2: RGB-г Grayscale руу хөрвүүлэх: RGB зургийг grayscale руу хөрвүүлэх нь их хугацаа хэмнэдэг, учир нь бид зөвхөн нэг 2 хэмжээст матрицтай, RGB зурагт 3 сувагтай хийдэг Собель шүүлтүүрийн конволюци хийх шаардлагатай болдог. Мөн өөр нэг шалтгаан нь, зургийн ирмэг илрүүлэлт хийх үед зургийн интенсив байдлын өөрчлөлтүүдийг анхаарч үздэг бөгөөд энэ нь grayscale зураг дээр илүү хялбар шинжилж болно.

Алхам 1.3: Собель аргаар ирмэг илрүүлэлт хийх: Собель ирмэг илрүүлэлт нь зураг дээрх тус бүр пикселийн интенсив байдлын градиентыг тооцоолоход ажилладаг. Энэ нь гэрлээс харанхуй руу хамгийн том нэмэгдлийг чиглүүлэх болон тэр

чиглэлд өөрчлөлтийн хурдыг олоход тусална. Собель аргаар ирмэг илрүүлэлт хийхэд дараах ойлголтыг ашигладаг.

$$G_x = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * A \quad G_y = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * A$$

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2)$$

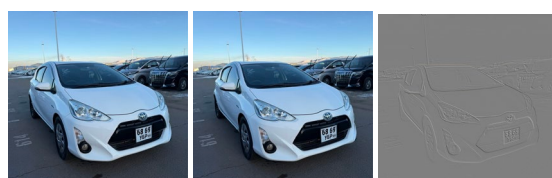
OpenCV cv2.Sobel(img2, cv2.CV_8U, 1, 0, ksize=3) нь 3 хэмжээст цөм (kernel size)-ийн тусламжтайгаар ирмэгийг илрүүлэхэд ашиглагддаг.

Алхам 1.4: Дээшлүүлэх биш, багасгах (Under-sampling):

ТХУД таних болон таних алгоритмууд нь тогтвортой ба нэгдмэл кадрын хурдтай ажиллах ёстой. Өндөр нарийвчлалтай зургуудын хувьд, зураг боловсруулах алгоритмууд удаан ажиллах нь гарцаагүй. Үнэндээ ийм өндөр нарийвчлалтай зургуудыг авч үзэх нь хэрэгцээгүй байдаг. Энэ үе шат нь зургийн нарийвчлалыг тодорхой нэг хязгаарт хүрвэл бууруулдаг.

Алхам 1.5: Морфологийн хувиргалт:

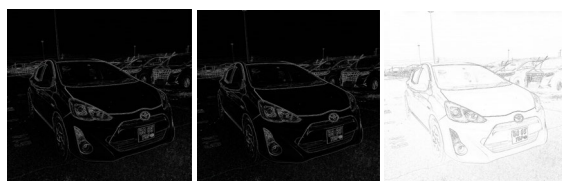
Top-hat болон Black-hat шүүлтүүрүүд нь морфологийн хувиргалтын нэг хэсэг юм. Top-hat үйлдлийг хар background дээрх тод объектуудыг онцлон харуулахад ашигладаг бол, Black-hat үйлдлийг (бас bottom-hat гэж нэрлэдэг) тод background дээрх харанхуй объектуудыг онцлон харуулахад ашигладаг. Энэ судалгаанд, Top-hat үр дүнгүүдийг анхны зураг руу нэмэх, Black-hat үр дүнг анхны зургаас хасдаг.



Үндсэн зураг

Алхам 1.1

Алхам 1.2



Алхам 1.3

Алхам 1.4

Алхам 1.5

4-р зураг. ТХУД-ыг дүрс боловсруулалтын алгоритмаар боловсруулж буй байдал

Алхам 2: Дугаар таних

Алхам 2.1: Тоолуур ашиглах:

Контурын хөөцөлдөх, эсвэл ирмэг дагах гэж нэрлэгдэх алгоритм нь Контурыг үүсгэхэд ашиглагддаг. Контур гэдэг нь хязгаарт нэгэн ижил нарийвчлалтай цэгүүдийн холболт юм. OpenCV контурыг олох нь хар background дээрх цагаан объектыг олохтой ижил юм, тиймээс Adaptive Gaussian Thresholding үе шатанд эсрэг үйлдлийг ашиглах шаардлагатай.

Алхам 2.2: Контурыг шүүж, сонирхлын бүсийг гаргах:

Бага хэмжээний бүсүүд, ялангуяа хурц ирмэгүүд болон дуу чимээний гаднах зүйлсэд контурыг хэрэглэдэг. Хүний нүд амархан таних боломжтой байдаг ч, ийм контурыг хэрэггүй гэж үздэг ч, энэ нь программд орж ирэх ёстой. Bounding box хамгийн бага контурын талбай, хамгийн бага контурын өргөн болон өндөр, хамгийн бага ба хамгийн их боломжит харьцаануудын хувьд дараах хүчинтэй. Энэ нь олон хэрэггүй контурыг шүүх үр дүнд хүрч, бидний зорилготой болох дугаарын самбарыг танихад ойртуулдаг.



5-р зураг. ТХУД-ыг ялгах

Алхам 3: Дугаар илрүүлэх

Алхам 3.1: Дугаар самбарын тохируулга:

Тохируулга нь зургийг хэвтээ болон босоо тэнхлэгт тэгшитгэхэд шаардлагатай эргүүлэх хэмжээ юм. Тохируулга нь градусаар хэмжигддэг. Дескьюинг нь энэ процесс бөгөөд энэ нь зургийг тохируулгын хэмжээгээр эргүүлж, эсрэг талын чиглэлд эргүүлснээр хийдэг. Энэ нь зургийг хэвтээ ба босоо тэгшитгэсэн байдлаар үүсгэж, текст нь хуудас дагуу шууд бичигдсэн байдаг. Энэ үйлдэлд алхмыг ratio_and_rotation () функцээр ашиглан гүйцэтгэдэг.

Алхам 3.2: Сонирхлын бүсийг урьдчилан боловсруулах:

Хоёр буюу түүнээс олон контур нэгнээ бүрэн давхацаж болох бөгөөд энэ нь "тэг" тоог таних үед үүсдэг. Хэрвээ дотоод контур нь гадна контурыг дотоод контур дотор байрлаж байгааг илрүүлбэл хоёр контур тусдаа тэмдэгт гэж буруу танигдах магадлалтай. Хэрэв шаардлагатай бол таних үйлдлийн өмнө зургийг томруулж боловсруулж болно.

Алхам 3.3: Дугаар самбарын текстийг таних:

Python tesseract бол дүрс тэмдэгт таних OCR хэрэгсэл юм. Энэ нь зурганд орсон текстийг таних, "унших" зориулалттай. Энэ хэрэгслийг эцсийн шатанд ашиглаж, шүүгдсэн, тохируулга хийсэн контур дээрх текстийг авахад ашигладаг.

Тээврийн хэрэгслийн улсын дугаар



Text: 6889 УБР

6-р зураг. ТХУД-ын танин илрүүлж буй байдал

Алхам 4: Тодорхойгүй зургийг хайх

Алхам 4.1: Мэдээллийн сан үүсгэх:

Алхам 1, 2, болон 3-ийг ашиглан, өгөгдлийн сан дахь бүх тээврийн хэрэгслүүдийг бүртгэж, бусад тусгай тэмдэгтүүдийг хасаж, мэдээллийн санд хадгална.

Алхам 4.2: Ангилал:

Хайлт хийх эцсийн шатны үйл ажиллагааг илүү үр ашигтай болгохын тулд, бид илрүүлсэн текстүүд дээр ангилал хийх үйлдлүүдийг гүйцэтгэдэг. Үүнийг түргэн эрэмбэлэлтийн арга (QuickSort) алгоритм ашиглан хийдэг. Түргэн эрэмбэлэлтийн арга нь хуваан эзлэх (divide and conquer) алгоритм юм. Энэ нь тогтвортой биш бөгөөд байршуулах (in-place) эрэмбэлэлт хийдэг.

Алхам 4.3: Хайлт хийх:

Шинэ зургийг дамжуулж, Алхам 1, 2, 3-ийн дагуу, шинэ ТХУД-ыг авах бөгөөд дараа нь мэдээллийн санд байгаа эсэхийг нь хоёртын хайлтын аргаар шалгана. Хоёртын хайлт нь ангилагдсан массив/жагсаалтад хурдтайгаар хайлтыг гүйцэтгэдэг. Энэ нь өгөгдлийн сан дахь олон зургийн тохиолдолд шугаман хайлтаас илүү үр ашигтай ажилладаг.



Боловсруулалт хийгдсэн зураг

Үр дүн

7-р зураг. ТХУД-ын танин илрүүлж буй байдал

2. ТХУД-ыг олж илрүүлэх үйл ажиллагааны хэрэгжүүлэлт

Зураг 1-ийн ТХУД-ыг олж илрүүлэх үйл ажиллагааны дараалалын дагуу Python программчлалын хэлний дүрс боловсруулах сангуудаар хэрхэн дүрс боловсруулж байгааг дараах алхамуудаар тайлбарлав.

1. Edge Detection ба Morphological Processing

- Кодонд ашиглагдсан cv2.Sobel, cv2.Canny, cv2.morphologyEx функцууд нь зургийн ирмэгийг тодруулж, таблицийн хэлбэрийг илрүүлэхэд хэрэглэгддэг.
- Sobel оператор нь зургийн градиент өөрчлөлтийг илрүүлж, тэгш өнцөгт

хэлбэртэй бүс (дугаарын хавтан)-г ялгаж өгдөг.

- 2. Contour Detection ба Ratio Check
- Илрүүлсэн хэлбэрүүдээс (контур) зөвхөн дугаарын хавтангийн хэмжээ, хэлбэртэй нийцэж байгаа хэсгийг үлдээдэг.
- Код дахь ratioCheck(area, width, height) функц нь өргөн/өндрийн харьцаа (aspect ratio) болон талбайн хэмжээ (area)-г шалгадаг.
- Энэ нь хуурамч илрэлтээс сэргийлдэг геометрийн шалгуур юм.

3. Thresholding ба Noise Reduction

cv2.threshold ба cv2.GaussianBlur ашиглан дуу чимээг багасгаж, хоёртын (binary) зураг болгон хувиргадаг. Энэ нь OCR нарийвчлалыг сайжруулдаг.

4. Optical Character Recognition

- Кодонд pytesseract ашигласан. Энэ нь Google-ийн Tesseract OCR хөдөлгүүрийг Python орчинд ажиллуулдаг.
- OCR нь дүрсийг текстийн тэмдэгтүүдэд хөрвүүлдэг, энэ үед:
- text=pytesseract.image_to_string(plate_im, lang='eng') мөрөөр англи хэл дээрх (A-Z, 0-9) тэмдэгтүүдийг уншиж байна.
- 5. Data Management (Эрэмбэлэлт ба хайлт)
- Илрүүлсэн бүх дугаарыг Python жагсаалт (array) хэлбэрээр хадгалж байна.
- Түргэн эрэмбэлэлтийн алгоритм ашиглан дугааруудыг эрэмбэлж ($O(n \log n)$),
- Binary Search ашиглан тодорхой машин бүртгэлд байгаа эсэхийг шалгаж байна ($O(\log n)$).

PYTHON ПРОГРАММЧЛАЛЫН ХЭЛНИЙ ДҮРС БОЛОВСРУУЛАХ САНГУУДААР ДҮРС БОЛОВСРУУЛАХАД ХИЙГДЭЖ БҮЙ ҮЙЛДЛҮҮД

2-р ХҮСНЭГТ

Үе шат	Хийж буй үйлдэл	Python хэсэг
1	Зураг ачаалах	glob.glob(dir+"/Images/*.jpeg")
2	Зургийг боловсруулах	cv2.resize, cv2.GaussianBlur, cv2.Sobel
3	Контур илрүүлэх	cv2.findContours
4	Дугаарын хавтан тодорхойлох	ratioCheck, isMaxWhite, clean2_plate
5	OCR ашиглах	pytesseract.image_to_string
6	Хадгалах ба эрэмбэлэх	array.append(res2), quickSort
7	Дахин хайх	binarySearch

3. Python программчлалын хэлний дүрс боловсруулах сангуудыг ашиглах, хэрэгжүүлэлт

Python программчлалын хэлээр бичсэн ТХУД таних программын бүтэц

Үндсэн программ

Python сангуудыг импортлох

- sys, os, glob
- numpy, cv2 (OpenCV)
- PIL.Image
- pytesseract
- re

Tesseract файлын байршиллыг тохируулах

- pytesseract.pytesseract.tesseract_cmd
- "C:\\Program Files\\Tesseract-OCR\\tesseract.exe"

Автомашинны дугаарыг тодорхойлох

- clean2_plate(plate)
- ratioCheck(area, w, h)
- isMaxWhite(plate)
- ratio_and_rotation(rect)
- OpenCV image filters, contour detection, and Tesseract OCR

Автомашинны дугааруудыг хоёртын хайлт ашиглан эрэмбэлэх

- partition(), quickSort()
- binarySearch()

Үндсэн үйлдлүүд

- /Images/ хавтсаас зургуудыг унших
 - Хоосон массив үүсгэх
 - Унших болон зургийн хэмжээг өөрчлөх
 - Зургийг харуулах
 - Автомашинны дугаарын текстийг илрүүлэх
 - Текстүүдийг томруулах
 - Массивг нэмэх

- Бүх танигдсан автомашинны дугааруудыг (quickSort)
- Автомашинны дугааруудыг хэвлэх

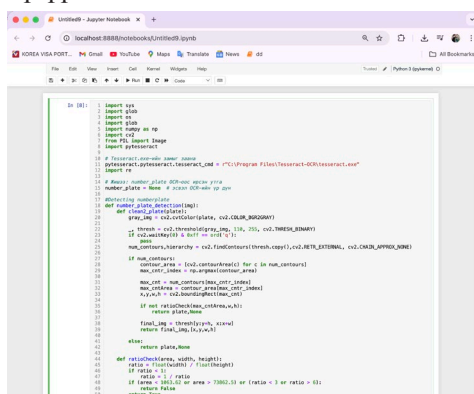
- /search/ хавтсаас зургийг унших
 - Хайж буй автомашинны дугаарыг илрүүлэх

Хайлтын үр дүн

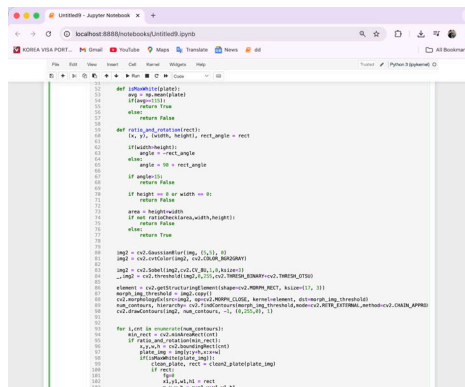
- Хэрэв автомашинны дугаар олдвол бол "олдлоо"
- Хэрэв автомашинны дугаар олноогүй бол "олдоогүй"

Программ дуусна

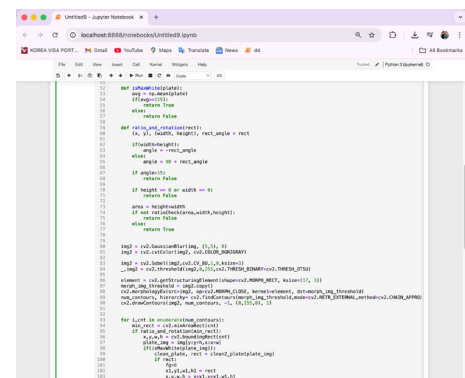
ТХУД-ыг таних программын эх кодыг 8-с 11-р зурагт үзүүлэв.



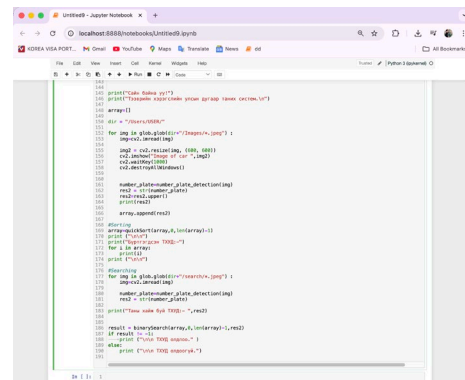
8-р зураг. ТХУД-ыг таних программын эх код - 1



9-р зураг. ТХУД-ыг таних программын эх код - 2



10-р зураг. ТХУД-ыг таних программын эх код - 3

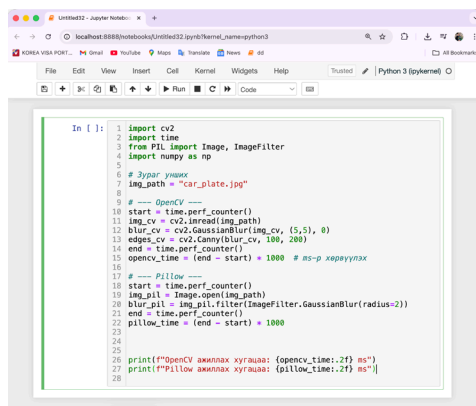


11-р зураг. ТХУД-ыг таних программын эх код - 4

4. Python программчлалын хэлээр дүрс боловсруулах сангуудын дундаж ажиллах хугацааг тодорхойлох

Python хэлний дүрс боловсруулах сангуудын ажиллах хурдыг тодорхойлохдоо тухайн сан зураг боловсруулах үйлдлийг гүйцэтгэх хугацааг хэмждэг. Дүрс боловсруулах сангийн ажиллах хурд гэдэг нь тухайн сан зургыг унших, хөрвүүлэх, шүүлтүүр хэрэглэх, ирмэг илрүүлэх гэх мэт үйлдлийг хэдэн миллисекунд (ms) эсвэл секунд (s) хугацаанд гүйцэтгэж байгааг илэрхийлнэ. Дүрс боловсруулах хурд нь алгоритмын нарийн төвөгтэй байдал (Sobel эсвэл Canny), зургийн нарийвчлал (өндөр нягтралтай зураг илүү хугацаа шаардана), ашиглаж буй сангийн дотоод оновчлол (OpenCV нь C++ дээр бичигдсэн

тул илүү хурдан), компьютерийн техник хангамж (CPU, GPU, RAM г.м.) гэх мэт гол зүйлүүдээс хамаардаг. 9-р зурагт Python программчлалын хэлээр дүрс боловсруулах сангийн ажиллах хурдыг тодорхойлоход time, timeit, эсвэл perf_counter модулиудыг ашиглан сангийн ажиллах хурдыг хэмжиж буй программчлалыг харуулав.



12-р зураг. Дүрс боловсруулах сангийн ажиллах хурдыг тодорхойлох

PYTHON ПРОГРАММЧЛАЛЫН ХЭЛЭЭР ДҮРС БОЛОВСРУУЛАХ
САНГУУДЫН ДУНДАЖ АЖИЛЛАХ ХУГАЦАА

3-Р ХҮСНЭГТ

Сан	Дундаж ачаалах хугацаа
Pillow	86 миллисекунд
OpenCV	49 миллисекунд

5. Үр дүн

Тод болон харанхуй объектуудтай ажиллах: RGB зургийг харьцангуй өөрчлөгдөхөд, түүнд байгаа олон дэлгэрэнгүй мэдээлэл нь харьцангуй сул болдог. Зурагны гэрэлтүүлгийн өөрчлөлтийг харах, мөн тиймээс зураг дээрх тод болон харанхуй объектуудтай ажиллахын тулд, зургийг grayscale болгон хувиргах нь хамгийн сайн шийдэл юм.

Дуу чимээтэй зургуудтай ажиллах: Зургийг урьдчилан боловсруулах үе шатанд, бид Гаусс шүүлтүүртэй нийлүүлж зургийг боловсруулсан бөгөөд ингэснээр зураг дахь дуу чимээг багасгах боломжтой болсон.

Өнгөрсөн өнцөгтэй эсвэл тохируулгагүй дугаарын самбар: Тохируулга хийх, буюу зургийг шаардлагатай байрлалд эргүүлэх нь дугаарын самбар дээрх текстийг танихад ашиглагддаг.

Бусад стандартгүй дугаарын самбар: Хэрэгжүүлсэн код нь стандарт бус эсвэл хэсэгчилсэн далай дугаарын самбаруудын хувьд ямар ч үр дүн өгөхгүй. Ийм тохиолдолд, тэдгээрийг мэдээллийн санд хадгалахгүй бөгөөд хайлт хийх боломжгүй байдаг.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлаар Python программчлалын хэлний дүрс боловсруулах сангуудыг ашиглан тээврийн хэрэгслийн улсын дугаарыг автоматаар таних системийг амжилттай

хэрэгжүүлэв. Судалгаанд OpenCV, Pillow, Pytesseract зэрэг сангуудыг уялдуулан хэрэглэснээр дүрсийг унших, урьдчилан боловсруулах, контур илрүүлэх, OCR ашиглан тэмдэгт таних зэрэг үе шатыг гүйцэтгэсэн. Гауссын шүүлтүүр болон морфологийн хувиргалт ашигласнаар дуу чимээтэй ба гэрэлтэлт муутай зурагт илүү найдвартай үр дүн гарсан. RGB зургийг grayscale хэлбэрт хөрвүүлэх нь боловсруулалтын хурд болон нарийвчлалыг сайжруулсан гол хүчин зүйл болсон. Собель ирмэг илрүүлэлт болон контурын шүүлт ашиглан дугаарын самбарын хүрээг илрүүлэх алгоритм боловсруулсан нь таних чадварыг нэмэгдүүлсэн. Pytesseract санг ашиглан OCR аргаар дугаарын үсэг, тоонуудыг өндөр нарийвчлалтайгаар текст болгон хувиргах боломж бүрдсэн. Илрүүлсэн дугааруудыг мэдээллийн санд хадгалах, түргэн эрэмбэлэлтийн арга болон binary search алгоритмуудаар эрэмбэлэх, хайлт хийх боломжийг бүрдүүлсэн. Туршилтаар тод, хэвийн гэрэлтэлттэй зурагт системийн нарийвчлал өндөр хувьтай гарсан бол гэрэлтэлт багатай нөхцөлд бага зэрэг буурч байсан. Судалгаанд өндөр нарийвчлалтай дүрсийг undersampling хийх замаар боловсруулах хурдыг нэмэгдүүлсэн нь үр дүнтэй байв. Стандарт бус буюу хазайсан болон бүрэн бус дугаарын самбаруудыг илрүүлэхэд хязгаарлагдмал үр дүн гарсан ч системийн үндсэн ажиллагаа хэвийн байлаа. Хэрэгжүүлсэн системийг зогсоолын автомат төлбөрийн систем, орон сууцны нэвтрэлтийн хяналт, авто замын төлбөрийн системд өргөн хэрэглэх боломжтой. Машин сургалт болон гүн сургалтын арга ашиглаагүй хэдий ч Python-ийн дүрс боловсруулалтын уламжлалт аргуудыг ашигласнаар найдвартай үр дүн гаргасан. Судалгааны явцад хэрэглэсэн алгоритмууд нь дахин ашиглагдах боломжтой, бусад танилтын системд өргөжүүлэн хэрэглэх үндэс болж чадна. Цаашид системийн нарийвчлалыг нэмэгдүүлэхийн тулд гүн сургалтын CNN загвар болон өгөгдлийн илүү өргөн багцыг ашиглах шаардлагатай байна. Python-ын дүрс боловсруулалтын аргуудыг ашигласан энэхүү туршилыг цаашид мобайл төхөөрөмжид суурилсан тээврийн хэрэгслийн улсын дугаар таних систем болгон хөгжүүлэх боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Du, S., Ibrahim, M., Shehata, M., & Badawy, W. (2012). Automatic license plate recognition (ALPR): A state-of-the-art review. IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, 23(2), 311-325
- [2] Khan, M. M., Ilyas, M. U., Khan, I. R., Alshomrani, S. M., & Rahardja, S. (2023). A review of license plate recognition methods employing neural networks. IEEE Access
- [3] Liu, L., Wang, Y., & Chi, W. (2020). Image recognition technology based on machine learning. IEEE
- [4] Nour Eddine ALAA and Ismail Zine El Abidine, Image Processing with Python: An Introduction (2021)
- [5] [https://www.mygreatlearning.com/blog/opencv-tutorial-in-python/#:~:text=The%20term%20Computer%20Vision%20\(CV,replicate%20the%20human%20visual%20system.](https://www.mygreatlearning.com/blog/opencv-tutorial-in-python/#:~:text=The%20term%20Computer%20Vision%20(CV,replicate%20the%20human%20visual%20system.)
- [6] <https://adaptiverecognition.com/blog/traffic-transportation/license-plate-recognition>

-
- [7] https://mn.wikipedia.org/wiki/Монгол_Улсын_тээврийн_хэрэгслийн_улсын_дугаар
- [8] [https://nanonets.com/blog/ocr-with-tesseract/#:~:text=Tesseract%20OCR%20engine-,What%20Is%20Python%20Tesseract%3F,\(OCR\)%20capabilities%20through%20Python.](https://nanonets.com/blog/ocr-with-tesseract/#:~:text=Tesseract%20OCR%20engine-,What%20Is%20Python%20Tesseract%3F,(OCR)%20capabilities%20through%20Python.)
- [9] <https://www.codecademy.com/article/getting-started-with-image-processing-in-python-using-pillow>
- [10] <https://builtin.com/software-engineering-perspectives/glob-in-python#:~:text=module%20in%20Python%3F-,The%20glob%20module%20in%20Python%20is%20used%20to%20search%20for,based%20on%20their%20paths%20efficiently.>
- [11] Dr. Uma Sheshadri, Automatic Number Plate Recognition for Indian vehicles

35/10 кВ-ЫН ДЭД СТАНЦЫН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖҮҮДИЙГ ТАСЛАХАД ҮҮСЭХ ХЭТ ХҮЧДЭЛИЙН СИМУЛЬЯЦИ

Дангаа ДАМБИЙХОРОЛ¹, Цэрэнсамбуу ЧИНГЭС²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, “Улаанбаатар цахилгаан түгээх сүлжээ” ТӨХК

²Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний инженерчлэлийн сургууль, Цахилгаан хангамжийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: chingee@must.edu.mn²

Хураангуй: Энэхүү өгүүлэлд 35 кВ-ын вакуум таслуурын таслахад үүсэх шилжилтийн процессын симуляцийг гүйцэтгэж, дотоод хэт хүчдэлийн долгионы хэлбэр, шинж чанаруудыг тодорхойлж, шинжиллээ. Цахилгаан түгээх сүлжээний бодит тооцооны схем дээрх хэсгийг сонгон авч бодитоор нэг фазын газардлага болж вакуум таслуураар таслах үеийн орлуулгын загварчлалыг гүйцэтгэж үр дүнгээс нь хэт хүчдэлийн хамаарамжуудыг гарган авч, дүгнэлт гаргасан болно. Судалгааны үр дүнгээс харахад С фазад хүчдэл 1.2 дахин ихсэж, харин хүрээний хэлбэлзсэн давтамж нь 1633 Гц хүрч байна. Симуляцийн үр дүнгээс 35 кВ-ын вакуум таслуур таслах үед нэг фазад үүсэх сэргэсэн хэт хүчдэлийн далайц утга нь 42.5 кВ хүрч байна.

Түлхүүр үг: Кабель шугамд үүсэх шилжилтийн процесс, 35 кВ-ын кабель ба трансформаторын тусгаарлагчийн түвшин, дотоод хэт хүчдэл, PSCAD/EMTDC Симуляцийн дүн шинжилгээ

I. УДИРТГАЛ

6,10,35 кВ-ын цахилгаан шугам сүлжээний дотоод хэт хүчдэлийн түвшин нь олон тооны хүчин зүйлээс хамаардаг ба санамсаргүй шинж чанартай. Үүнд кабель шугамын урт, саармаг цэгийн горим, кабелийн төрөл бүтэц, вакуум таслууран төхөөрөмжийн төрөл, хэт хүчдэлээс хамгаалах ОПН-тэй эсэх зэрэг олон хүчин зүйлээс хэт хүчдэлийн хэмжээ, богино залгааны гүйдлийн түвшин хамаардаг. Хэт хүчдэл нь аянгын шууд болон хоёрдогч нөлөөлөл, нэг фазын газардлага, таслуурыг залгах салгах үед үүсч 6, 10, 35 кВ-ын өндөр хүчдэлийн тоног төхөөрөмжүүдийн тусгаарлагчийн зөвшөөрөгдөх норм хэмжээнээс хэтэрч тодорхой хугацаанд үйлчлэхэд гэмтэл гарах явдал ихээр тохиолддог.

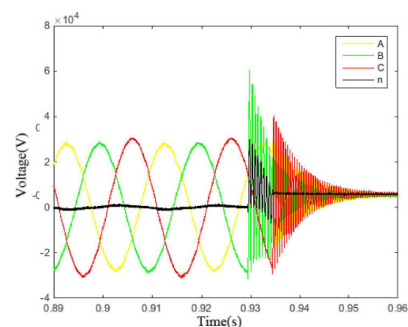
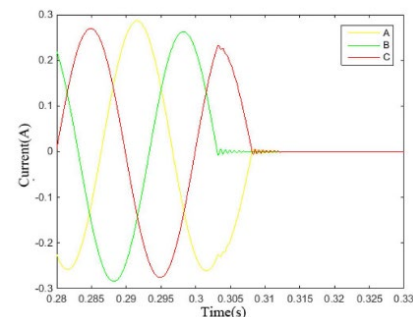
Олон улсын цахилгаан техникийн хорооны стандартад (IEC) заасан хэт хүчдэлийн осциллограммуудыг Зураг 1-т үзүүлэв.

Class	Low frequency		Transient	
	Continuous	Temporary	Slow-front	Fast-front
Voltage or over-voltage shapes				
Range of voltage or over-voltage shapes	$f = 50 \text{ Hz or } 60 \text{ Hz}$ $T_1 \geq 3 \text{ 600 s}$	$10 \text{ Hz} < f < 500 \text{ Hz}$ $0.03 \text{ s} < T_1 < 3 \text{ 600 s}$	$20 \mu\text{s} < T_2 \leq 5 \text{ 000 } \mu\text{s}$ $T_2 \leq 20 \text{ ms}$	$0.1 \mu\text{s} < T_1 \leq 20 \mu\text{s}$ $T_2 \leq 300 \mu\text{s}$

Зураг 1. Шугам сүлжээнд үүсэх шилжилтийн процессын улмаас үүсэх хэт хүчдэлийн хэлбэр дүрсүүд (IEC -60071-1)

Зурагт улаанаар хүрээлэн үзүүлсэн түр зуурын болон эгшин зуурын хугацааны хэт хүчдэл нь коммутацийн үеийн буюу таслуурыг сэлгэн залгах, таслах үед хамаарна. Энэ үед хүчдэлийн нүүрний фронтын үргэлжлэх хугацаа 0.03 секундээс 3600 секунд, хамгийн их утгаар

тодорхойлох, мөн үндсэн давтамж дээр нэмэгдэн өндөр давтамжийн хэлбэлзсэн хэлбэртэй импульс байдаг аюултай. Зураг 2-д үзүүлснээр өндөр хэлбэлзэлтэй долгион тархах процессын үр дүнд хүчдэлийн оргил утга 1.2-5 дахин ихэсдэг, ба богино хугацааны дотор тогтворжсон горимдоо орж, унтардаг. Зураг 1-д улаанаар хүрээлэн үзүүлсэн (TRV-transient recovery voltage, slow-front буюу урт үргэлжилсэн нүүрний хугацаатай) сэргэсэн хүчдэлийн шилжилтийн процессыг энэ өгүүлэлд сонгон авч судлахаар зорьсон болно.



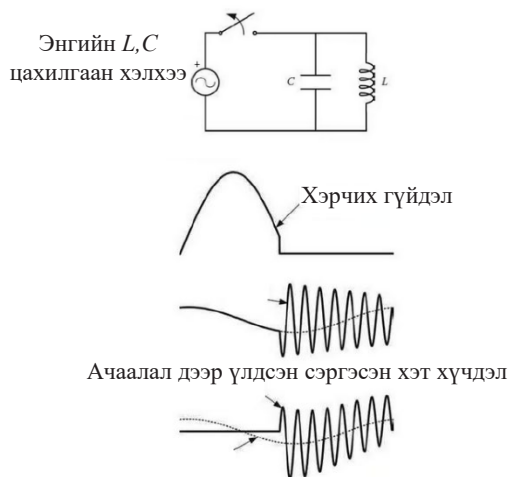
Зураг 2. 35 кВ-ын шугам сүлжээний нум унтраах ороомгыг вакуум таслуураар таслахад контактууд дээр үүсэх сэргэсэн хэт хүчдэл, хэрчих гүйдлийн хэжилтийн графикууд [1]

Сэлгэн залгах, таслах үеийн дотоод хэт хүчдэл хэмжээг ашиглалтын практик дээр нь хэмжилтийн аргаар тодорхойлж, цахилгаан хэлхээний физик орлуулгын моделууд дээр үнэлэн, хүчдэлийн осциллограммууд дээр харьцуулан шинжэлдэг (Зураг 2) [1,2,3,4,8]. Ингэснээр зангилаа гол дэд станицуудын тоног төхөөрөмжүүдийг зөв зохистой сонгох, тэдгээрийн тусгаарлагчийн даац хэмжээг сонгох гол үндэслэл болж, цахилгаан сүлжээний найдвартай ажиллагааг бэхжүүлэн тогтоох суурь бүрддэг онцлогтой.

Энэ өгүүлэлд 35/10 кВ-ын дэд станцын таслуурын таслахад үеийн шилжилтийн процессыг судлаж, шугам сүлжээний тооцооны схемийн симуляцийн загварыг байгуулав. Үр дүнгээс нь давтамж болон хүчдэл, гүйдлийн хэлбэр дүрсүүдийг тодорхойлон, дүн шинжилгээ хийж гүйцэтгэлээ.

II. ХЭЛБЭЛЗЛЭЛИЙН ХҮРЭЭНД ЯВАГДАХ ШИЛЖИЛТИЙН ПРОЦЕСС

Зураг 3-д C гэсэн багтаамжтай, L гэсэн индукцэлтэй энгийн цахилгаан хэлхээг салгах үед үүсэх хэт хүчдэл нь хэлбэлзсэн шинж чанартай байна. Үүнд кабель шугам, хөдөлгүүр, трансформаторууд нь тэр чигээрээ их хэмжээний конденсатор, нөлөөмжийн агууламжтай хэлхээ болох тул таслах үед өндөр давтамжийн хэлбэлзлүүд үүсч, хэвийн хэмжээнээсээ 2 дахин ихэссэн байна. Нумыг хэрчих агшинд цахилгаан болон соронзон орны энерги C болон L элементүүдэд үлдэж хоцорно. Ингээд L, C хэлхээнд хэлбэлзэх процесс явагдаж, бүх энерги хүчдэл болж шилжих үед аюултай хэмжээнд хүртэл хэт хүчдэл үүснэ [5,6].



Зураг 3. Дотоод хэт хүчдэл тодорхойлох тооцооны хялбаршуулсан схем.

Таслуурын таслахад хэлхээгээр гүйж байгаа гүйдэл заавал тэг утгыг дайрахыг хүлээлгүйгээр I_c гэсэн тодорхой утгатай байхад шууд хэрчиж, нумыг унтраана. Энэ гүйдлийг таслуурын хэрчих гүйдэл гэдэг бөгөөд гүйдлийг хэрчихээс өмнө хэт хүчдэл үүсэн контактууд хооронд нум дахин дахин

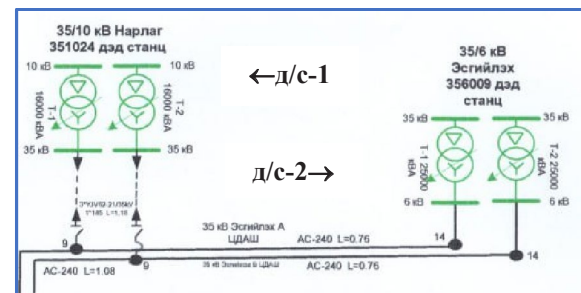
үүснэ. Орчин үеийн вакуум таслууруудын I_c нь 5-10 А түвшинд харгалзах ба контактуудын гадаргуугын материалаас хамаарах ба зэс-хромд 2-5 А байна.

Хэлхээнд үлдсэн L, C дээрх энерги нь f гэсэн давтамжтай хэлбэлзлэх процесс үүсгэнэ. Энэ үеийн өөрийн хэлбэлзлийн давтамжийн хэмжээг тодорхойлбол:

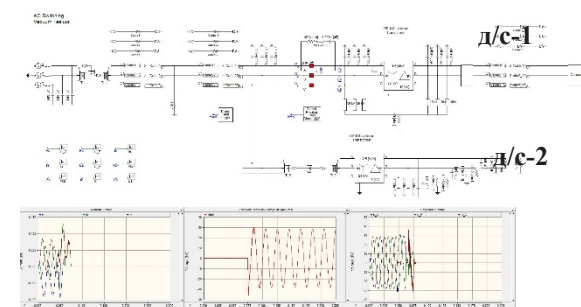
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

III. ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ТАСЛУУР ТАСЛАХ ҮЕИЙН 35/10 кВ-ЫН ДЭД СТАНЦЫН ЗАГВАРЧЛАЛ

Энэ өгүүлэлд Улаанбаатар цахилгаан түгээх сүлжээ компанийн 35/10 кВ-ын дэд станцуудыг сонгон авч хэт хүчдэлүүдийг тодорхойлсон. Зураг 5-д PSCAD программд байгуулсан 35кВ-ын зангилаа дэд станцын цахилгаан тоноглолуудын өндөр давтамжийн үеийн загварыг үзүүлэв. Тухайн загвар дээр шилжилтийн процессын хэт хүчдэлийг тодорхойлон, үр дүнг хугацаа хүчдэлийн графикаар гарган харуулж, дүн шинжилгээ хийсэн болно.



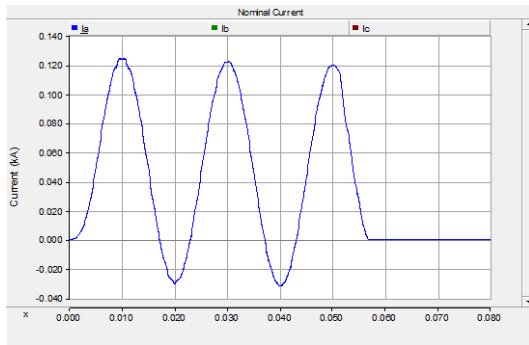
Зураг 4. Дотоод хэт хүчдэл тодорхойлох тооцооны хялбаршуулсан схем.



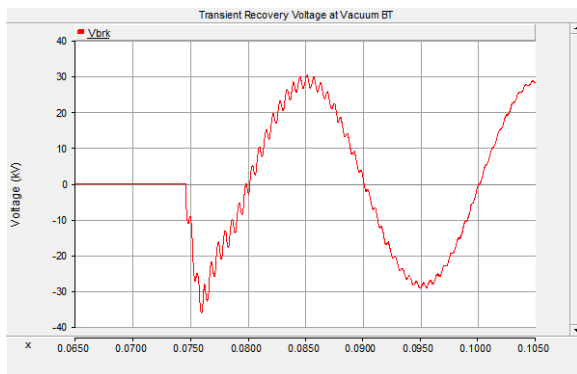
Зураг 5. PSCAD/EMTDC программд байгуулсан 35/6-10 кВ-ын дэд станцуудын таслах үеийн шилжилтийн процессын орлуулгын цахилгаан хэлхээний моделууд [8]

IV. СИМУЛЯЦИЙН ҮР ДҮН

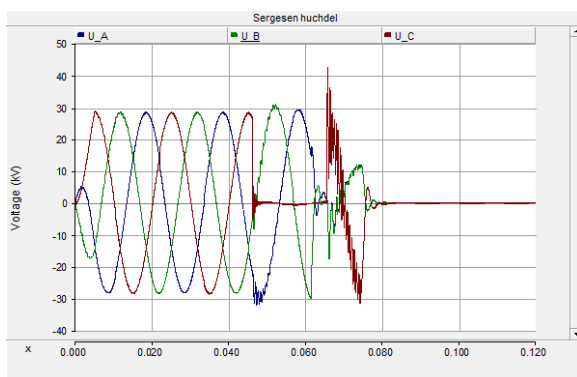
Зураг 4-д авч үзсэн 1 км урттай кабель бүхий шугамын жишээн дээр нэг фазын богино холбоо болох үед хэлбэлзэл бүхий шилжилтийн процесс явагдах симуляцийг хийж гүйцэтгэв.



а) Хэлхээгээр гүйх гүйдэл ба хэрчигдсэн гүйдлийн осциллограмм



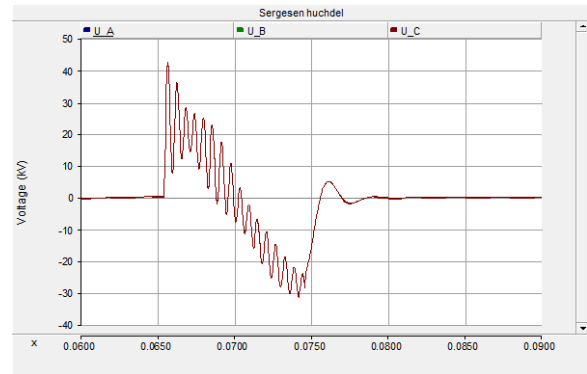
б) Вакуум таслуурын контактууд дээр үүсэх өндөр давтамжтай сэргэсэн хэт хүчдэлийн хэлбэр дүрс



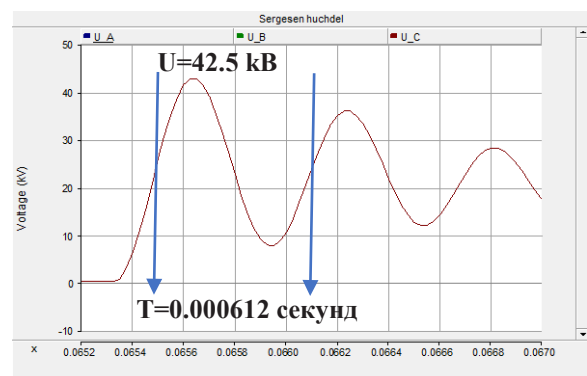
в) Фазуудад үүсэх өндөр давтамжтай бүтэн долгионы хэлбэр дүрсүүд

Зураг 6. С фазыг таслуураар таслахад үүсэх өндөр давтамжтай хэт хүчдэлийн осциллограммуд

Богино холбоо болж гүйдлийг тэг утгаа дайрах үед нум унтарч, кабелийг таслуураар таслахад хүрээний багтаамж дээр үлдэх цахилгаан орон нь контактууд дээр сэргэсэн хүчдэл үүсгэж, өндөр давтамжтай хэлбэлзэл үүсгэнэ (Зураг 6б). Таслууруудын төрөл, контактуудын цахилгаан даац сэргэх хурд зэргээс хамаарч даац сэргэж амжаагүй байхад гүйдэл тэг утгыг дайрахад нум унтрах боловч зурагд үзүүлсэн өндөр хэлбэлзсэн хэт хүчдэл үүсэж нум дахин үүснэ. Энэ үед хэлхээнд дахин өндөр давтамжтай шилжилтийн процесс болно.



а) С фазад үүсэх өндөр давтамжтай бүтэн долгионы хэлбэр дүрс



б) С Фазад үүсэх хэт хүчдэл, хугацааны тодорхойлолтын хэлбэр дүрс

Зураг 7. С фазыг таслуураар таслахад үүсэх өндөр давтамжтай хэт хүчдэлийн осциллограммуд

Трансформатор, кабелийг таслахад Зураг 7-д үзүүлсэн 42.5 кВ далайц утгатай, (1633 Гц) давтамжтай хэлбэлзэл нь дэд станц доторх тоног төхөөрөмжүүдийн тусгаарлах хийцүүдийг хүчдэл жигд бус болж, потенциалын бөөгнөрөл үүсгэж, гэмтээх магадлалтай болно. 1-р илэрхийллээр тодорхойлсон онолын утгатай симуляцийн үр дүн тохирч байна. Сэргэсэн өндөр давтамжтай хүчдэлийг ОПН хязгаарлах ба энэ үед түүгээр гүйх гүйдэл, хэлбэр дүрс нь газардуулгын эсэргүүцэл, ОПН-ын төрлөөс хамаарна.

ДҮГНЭЛТ

Бид энэ өгүүлэлд 35/10 кВ-ын түгээх сүлжээнд үүсэх хэлбэлзлэлийн хүрээний давтамж, вакуум таслуурын таслах үеийн сэргэсэн хэт хүчдэл, ОПН-р гүйх гүйдлийн осциллограммуудыг симуляцийн модельчлолын аргаар бодит дэд станцуудын тооцооны схемийн дагуу тодорхойлж, үр дүнг танилцуулан харуулсан болно.

1. Вакуум таслуурын таслах үед үүсэх хэт хүчдэлийн түвшин зөвшөөрөгдөх хэмжээнд хүртэл аюулгүй байгаа боловч 1633 Гц хэлбэлзэл нь дотоод тусгаарлагийг гэмтээх аюултай байна.

2. Таслах үеийн хэт хүчдэлийн симуляцийн үр дүн нь тооцооны орлуулгын схемийг хэрхэн сонгож авсан, кабелийн урт, хүрээний багтаамж,

нөлөөмж, трансформаторын чадлаас ихээхэн хамаардаг. Цахилгаан түгээх сүлжээний дэд станцын бодит байдалд нийцүүлэн тохируулсан, нарийвчилсан нэмэлт загварчлал дээр үндэслэн дүн шинжилгээ хийх боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Mueeen, S M & Yamada, Tomohiro & Arai, Junichi & Higashikawa, Kohei & Ikeda, Hisatoshi & Harid, N. & Al-Durra, Ahmed. (2016). Switching Transients at Cable Transmission System.
- [2] B. Kondala Rao and Gopal Gajjar, "Development and application of vacuum circuit breaker model in electromagnetic transient simulation," *2006 IEEE Power India Conference*, New Delhi, India, 2006, pp. 7
- [3] Zheng, Y., Yu, B., Xu, H., Yan, D., Li, X. and He, W. (2019), Novel method for restraining 35 kV shunt reactor switching overvoltage – phase controlled breaker. *The Journal of Engineering*, 2019
- [4] Yu, Bing & Yu, Gang & Zheng, Yiming & Zhou, Luyao & Li, Chen. (2020). Research on switching overvoltage suppression of 35 kV shunt reactor. *Journal of Physics*
- [5] D. I. Ivanchenko and E. V. Iakovleva, "Simulation of switching overvoltage in mine production unit," *2017 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*, St. Petersburg and Moscow, Russia, 2017, pp. 873-876,
- [6] Hashmi, Murtaza & Lehtonen, M. & Hänninen, Seppo. (2011). Modelling and Analysis of Switching Overvoltages Caused by Short Circuits in MV Cables Connected with Overhead Lines. *Elektronika ir Elektrotehnika*.
- [7] Schneider Electric, MV breaking techniques, Cahier technique no . 1999.
- [8] PSCAD Cookbook, Reactor Switching Study “Breaker Arc” 2013.

ГАН ХАЙЛАХ ДСП-3, ДСП-6 ТӨРЛИЙН ЗУУХНЫ ШИНГЭНИЙ СИСТЕМНИЙ АШИГЛАЛТЫН СУДАЛГАА

Ванчиндорж ГАНСҮХ¹ Батхүү ПҮРЭВДОРЖ²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Эрдэс боловсруулалт инженерчлэлийн салбар

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

Хураангуй: Эрдэнэт үйлдвэр ТӨҮГ-ийн Засвар механикийн заводын Цутгуурын цехийн ДСП-3 болон ДСП-6 цахилгаан нуман зуухны хөргөлтийн шингэний системийн ажиллагаанд хийсэн хэмжилт, туршилт, тооцоолол, гидравликийн дүн шинжилгээ болон техник-эдийн засгийн үнэлгээг дэлгэрэнгүй танилцууллаа. Шингэний систем дотор урсгалын хэлбэлзэл, даралтын уналт, шүүлтүүрийн эсэргүүцэл, насосны элэгдэл зэрэг хүчин зүйлс системийн үр ашгийг бууруулж байгааг тогтоов. Туршилтын үр дүнд ДСП-3 дээр 18–22%, ДСП-6 дээр 15–19% даралтын алдагдал илэрсэн. Онолын тооцооллоор насосны үр ашгийг сайжруулах 3 өөр хувилбар боловсруулсан бөгөөд сайжруулалтын дараа системийн тогтвортой ажиллагаа 8–12%, насосны үр ашиг 5–7% өсөх боломжтой гэж тогтоов. Эдийн засгийн үнэлгээгээр жилдээ 5.2–7.1 сая төгрөгийн хэмнэлтийн потенциалтай, хөрөнгө оруулалтын нөхөх хугацаа 1.6–2.0 жил байна.

Түлхүүр үгс: ган хайлах, ДСП-3, ДСП-6, шингэний систем, гидравлик алдагдал, PLC хяналт, насосны үр ашиг*

I. УДИРТГАЛ

Furnace — EAF) нь металлургийн салбарын гол технологийн нэг бөгөөд өндөр температурт богино хугацаанд ган хайлуулах боломжтой. ДСП төрлийн зуухны хувьд дулааны ачаалал маш өндөр тул зуухны ханын хүйтэн хэсгийг битүү усан хөргөлтөөр тасралтгүй хамгаалдаг. Хөргөлтийн системд үүсэх доголдол нь үйлдвэрлэлийн томоохон зогсолт, тоног төхөөрөмжийн гэмтэл, өртгийн алдагдалд хүргэх тул системийн нарийвчилсан судалгаа шаардлагатай.

Эрдэнэт үйлдвэрийн засвар механикийн цутгуурын цехийн ДСП-3, ДСП-6 зуухнууд 1980–1990-ээд оны үед суурилагдсан бөгөөд урт хугацааны ашиглалтаас шалтгаалан, шингэний системийн насос, шүүлтүүр, хоолойн дотоод гадаргуу, PLC хяналтын логик зэрэг хэсгүүд элэгдэж, хүчин чадлын бууралтад орсон.

Өмнөх судалгаанууд (ISO 4413, ASM Steelmaking Handbook, EAF Cooling Studies гэх мэт) EAF зуухны хөргөлтийн системийн алдагдал ихэвчлэн шугамын барзгаржилт, насосны элэгдэл, шүүлтүүрийн эсэргүүцлээс шалтгаалдгийг тогтоосон. Монголд энэхүү төрлийн нарийвчилсан судалгаа ховор тул уг ажил нь үйлдвэрийн бодит өгөгдөл дээр тулгуурласан анхдагч судалгааны ач холбогдолтой. [3]

Судалгаанд дараах аргачлал ашиглав:

- Оролт, гаралтын даралтыг МПа нэгжээр хэмжив.
- Урсгалын хэмжилтийг м³/цаг нэгжээр тогтоов.
- Температурын өсөлт (ΔТ) болон насосны чадлыг бүртгэв.
- Рейнольдсын тоо (Re) ба Дарси–Вейсбахын коэффициентийг тооцоход ашиглав.
- Насосны Q–H шинж чанарыг графикаар үнэлэв.

Цахилгаан нуман зуух (Electric Arc



1-Р Зураг Ган хайлах зуухны ерөнхий бүтцийн схем (Цахилгаан нуман зуухны (EAF) хөргөлтийн системийн зураг

II. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

1. Урсгалын горим — Рейнольдсын тоо

Хөргөлтийн шингэн нь ус тул динамик зуурамтгай чанар бага. Рейнольдсын тоо:

$$Re = \frac{\rho u D}{\mu} \quad (1)$$

Хэмжилтэд үндэслэн:

- ДСП-3 дээр $Re \approx 43,000$
- ДСП-6 дээр $Re \approx 51,000$

Турбулент урсгалын горим батлагдсан.

2. Үрэлт ба даралтын алдагдал (Дарси–Вейсбах)

$$h_f = \rho \frac{L}{D} \frac{u^2}{2g} \quad (2)$$

Турбулент үед бүдүүн гадаргуутай ган хоолойн $f \approx 0.022-0.031$

Тооцооллоор:

- ДСП-3: 18–22% даралтын алдагдал
- ДСП-6: 15–19% даралтын алдагдал

3. Дулааны баланс ба температурын өсөлт

$$Q = mc\Delta T \quad (3)$$

Хэмжилт дээр суурилал:

- ДСП-3: $Q \approx 930\text{--}1010$ кВт дулаан шингээдэг
- ДСП-6: $Q \approx 1120\text{--}1260$ кВт [4]

III. ТУРШИЛТЫН ХЭСЭГ

Туршилтын хоногийн хэмжилтийн үр дүн

Системийн 5 хяналтын цэг дээр хийсэн 3 өдрийн хэмжилт:

1. Оролтын даралт
2. Гаралтын даралт
3. Урсгалын хэмжээ
4. Температурын өсөлт
5. Насосны чадлын мэдээлэл

СИСТЕМИЙН ХЯНАЛТЫН ЦЭГҮҮДИЙН ХЭМЖИЛТИЙН ПАРАМЕТРУУДИЙН ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮН

1-Р ХҮСНЭГТ

Хяналтын цэг	Параметр	ДСП-3	ДСП-6
Оролтын даралт	(МПа)	0.31	0.36
Гаралтын даралт	(МПа)	0.22	0.27
Урсгал	(м³/ц)	135	142
ΔT	(°C)	16–17	17–19
Насосын гарц	(кВт)	28	32

IV. ДҮН ШИНЖИЛГЭЭ

1. Насосны гүйцэтгэлийн шинжилгээ

Насосны импеллерийн элэгдэл нь үр ашгийг бууруулсан. Элэгдлийн түвшин 12–18% гэж үнэлэгдсэн.

Шүүлтүүрийн эсэргүүцэл 28–35% өссөн.

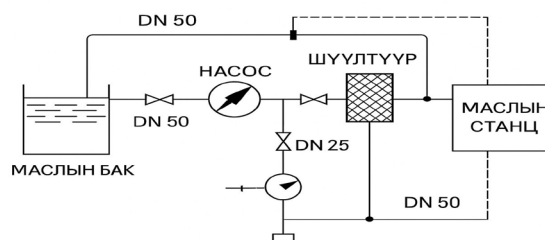
PLC хяналтын логик температурын өсөлтөд хожуу хариу үзүүлж байв (7–8 сек).

2. PLC хяналтын системийн шинэчлэл

Шинэчлэлийн дараа:

- Реакцийн хугацаа: 8 сек → 4.6 сек
- Температурын тогтвортой байдал: +12%
- Ажиллагааны найдвартай байдал: +18%

PLC хяналтын логикийн сайжруулалтын шинжилгээ [1]



2-р зураг. Насос-шүүлтүүр-маслын станцын гидравлик (Гидравлик тосны станцын насос-шүүлтүүрийн тойргийн схем)

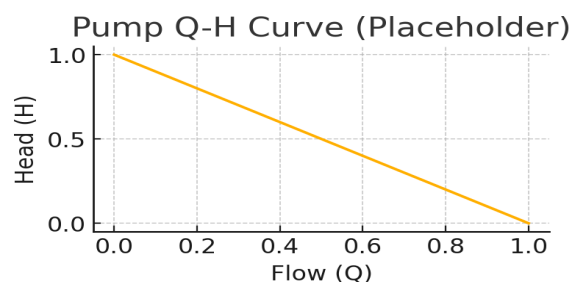
Тогтвортой бус урсгалын хэлбэлзэл ±81-12%-ийн хооронд байсан. [5]

Хуучин PLC логик:

- Температурын огцом өсөлтийг 7–8 сек хоцорч барьдаг
- Насосны хамгаалалтын дохио тасалдалтай
- Даралтын уналтад хэт мэдрэг бус

Шинэчлэлийн дараа:

- Реакцийн хугацаа: 8 - 4.6 сек
- Температурын тогтвортой байдал: +12%
- Насосны автомат хамгаалалт: найдвартай ажиллагаа +18% [2]



3-р Зураг. Насосны даралт-урсгалын характеристик (Насосны Q-H шинж чанарын муруй curve)

3. Хэлэлцүүлэг

Системийн тогтворгүй ажиллагааны үндсэн шалтгаан нь гидравлик эсэргүүцлийн өсөлт, насосны импеллерийн элэгдэл болон PLC удирдлагын удаашрал юм. Эдгээр доголдол нийлснээр урсгалын хэлбэлзэл 10–20% болж өссөн бөгөөд зуухны хэвийн ажиллагааг алдагдуулахуйц түвшинд хүрчээ.

4. Сайжруулалтын 3 хувилбарын техник-эдийн засгийн харьцуулалт

ХИЙСЭН ТООЦООЛЛЫН ҮНДСЭН ҮР ДҮН БА ХАРЬЦУУЛАЛТ

2-Р ХҮСНЭГТ

№	Хувилбар	Үр ашиг	зардал	Нөхөх хугацаа
1	Импеллер шинэчлэх	+4–5%	3.2 сая ₮	1.4 жил
2	Шүүлтүүрийг 2дахин өсгөх	+2–4%	2.1 сая ₮	1.9 жил

3	VFD удирдлага суурилуулах	-8–12%	цахилгаан зарцуулалт 8.5 сая ₮	2.4 жил
---	---------------------------	--------	--------------------------------	---------

- Хосолмол хувилбар (1+3) хамгийн үр ашигтай.

V. ЭДИЙН ЗАСГИЙН ҮНЭЛГЭЭ

Алдагдлын загвар

Өдөрт даралт бууралт 0.05 МПа-аас ихсэх үеийн зогсолтын эрсдэл:

Жилийн дундаж алдагдал:

Алдагдал жил = 12.3 сая ₮

Сайжруулалтын дараах хэмнэлт

- Цахилгаан: 5.2 сая ₮
- Засварын зардал: 1.6 сая ₮
- Төлөвлөөгүй зогсолт буурах: 2.3 сая ₮

Нийт хэмнэлт = 9.1 сая ₮/жил

Судалгааны дүнд импеллер шинэчлэх болон VFD суурилуулах хосолсон хувилбар нь хамгийн их үр ашигтай бөгөөд жилийн 9.1 сая төгрөгийн хэмнэлт үзүүлэх боломжтой болох нь тогтоогдов.

ДҮГНЭЛТ

1. Хэмжилт, туршилт, тооцооллоор ДСП-3, ДСП-6 зуухны хөргөлтийн системд даралт болон урсгалын 15–22%-ийн алдагдал байгааг тогтоов.

. (2020). Standards for Rotodynamic Pumps (ANSI/HI 1.1–1.2). Hydraulic Institute.

2. Шүүлтүүрийн эсэргүүцэл, насосны элэгдэл, PLC логикийн хоцрогдол системийн хамгийн том доголдол байна.

3. Насосны импеллер шинэчлэх, VFD удирдлага нэвтрүүлэх, шүүлтүүрийн багтаамжийг өсгөх нь системийн найдвартай ажиллагааг 12%, насосны үр ашгийг 7% өсгөнө.

4. Эдийн засгийн хэмнэлт 9.1 сая ₮/жил, хөрөнгө оруулалтын нөхөх хугацаа 1.6–2 жил.

5. Судалгааны үр дүнг ашиглан үйлдвэрийн шинэ хөргөлтийн системийн техникийн даалгаврыг боловсруулах боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1]. Pump Manufacturers Association. (2016). Centrifugal Pump Performance Curves and Applications Guide. PMA Publishing.
- [2]. Erdenebat, B., & Munkhbat, D. (2019). Монголын металлургийн үйлдвэрүүдийн хөргөлтийн системийн судалгаа. Инженер Технологийн Шинжлэх Ухааны Сэтгүүл, 5(1), 33–41.
- [3]. Эрдэнэт үйлдвэр ТӨҮГ. (2023). Ган хайлах цехийн ДСП-3, ДСП-6 зуухны ашиглалтын тайлан. Дотоод баримт бичиг.
- [4]. Schubert, T. (2022). Pressure fluctuation behavior of industrial water cooling loops. International Journal of Fluid Engineering, 18(1), 17–25.
- [5]. Perry, R., & Green, D. (2011). Perry's Chemical Engineers' Handbook (8th ed.). McGraw-Hill.
- [6]. Chen, H., & Li, S. (2021). Dynamic performance modeling of water-cooled furnace systems. Energy & Metals Processing, 6(2), 75–88.
- [7]. Hydraulic Institute

ТӨМС ХАТААХ ПРОЦЕССЫН ҮЕД ЯЛГАРАХ УСНЫ ШИНЖ ЧАНАР

Чулууны МЯГМАРЖАВ¹, Жоош БАЛЖИННЯМ², Жамбалын ТУЯАЦЭЦЭГ³

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Инженерийн зурагзүйн тэнхим

^{2,3} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Хүнс, хөнгөн үйлдвэрлэл дизайны сургууль, Хүнсний инженерчлэлийн тэнхим

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

Хураангуй: Байгалийн хүйтэн агаар ашиглан түүхий эдээс ялгарах чийгийг конденсацлан зайлуулж, агаарын битүү сэлгэлтээр (closed-loop drying process) хатаах процессыг явуулсан. Төмс хатаах явцад уурших их хэмжээний усыг конденсацлан усны нөөцийг нэмэгдүүлж болно. Энэхүү судалгаагаар төмснөөс ялгасан конденсат усны физик-химийн шинж чанарыг шинжилж, үр дүнг Монгол Улсын ундны усны стандарттай харьцуулсан. Үр дүнгээс харахад кальци, магни, нийт төмрийн ион илрээгүй бол хлорид, сульфат, нитратын ионы зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс мэдэгдэхүйц доогуур байв. Нийт ууссан хатуу бодисын хэмжээ ердөө 10 мг/л, pH 6.53 байсан нь хэвийн, химийн хувьд цэвэр усны шинжтэй байв. Аммоний (0.33 мг/л) болон нитритийн (1.29 мг/л) ионууд маш бага хэмжээтэй агуулагдаж байсан нь азотын органик задрал хамгийн бага гэсэн үг юм. Эдгээр үр дүнгээс харахад төмс хатаахад замаар гаргаж авсан конденсат ус нь химийн өндөр цэвэршилттэй бөгөөд байгаль орчинд аюулгүй байна. Хамгийн бага зардлаар конденсатыг үйлдвэрлэлийн процесст цэвэрлэх, хөргөх эсвэл үйлдвэрлэлийн ус болгон ашиглах, улмаар хүнс үйлдвэрлэлийн нөөцийн үр ашиг, тогтвортой усны менежментийг дэмжиж байна.

Түлхүүр үг: Төмсний хатаалт, дулааны насос, агаарын битүү сэлгэлттэй хатаалт, усны дахин ашиглалт

I. УДИРТГАЛ

Дэлхий дахины усны хомсдол, эрчим хүчний үнэ өсөхийн хэрээр хүнс үйлдвэрлэлийн салбарт усыг үр ашигтай зарцуулах, ашигласан усаа дахин боловсруулж хэрэглэх шаардлага гарч байна. Хүнсний бүтээгдэхүүнийг хатаах нь хадгалалтын хугацааг уртасгах, тээвэрлэлтийг хялбаршуулах, жинг бууруулах гол арга бөгөөд энэхүү процессын явцад их хэмжээний ус ууршиж, хаягддаг. Гэтэл уг усыг дахин боловсруулан ашиглах нь байгаль орчин, эдийн засгийн хувьд асар их ач холбогдолтой юм. Хатаах процессын үед хаягддаг конденсат усны үнэ цэнийг бараг судлаагүй байна [4].

Төмс хатаах үед хаягддаг конденсат ус нь эрдэс бодис, ионууд, органик нэгдлүүдийг бага хэмжээгээр агуулдаг [5,6]. Гэвч түүхий эдийн найрлага, хатаах нөхцлөөс хамааран ионы найрлага, pH болон нийт ууссан хатуу бодисын хэмжээ бага зэрэг хэлбэлзэж болзошгүй [7]. Хэрэв хангалттай цэвэр бол конденсат усыг боловсруулах үйлдвэрт дахин ашиглаж болох бөгөөд улмаар цэвэр усны хэрэглээ, бохир ус үүсэх байдлыг багасгана.

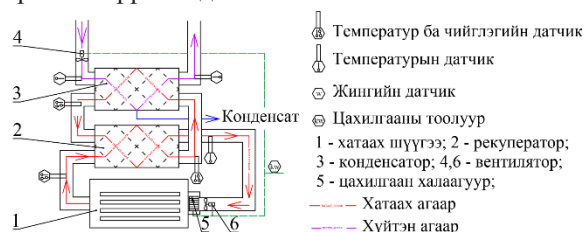
Энэхүү судалгаа нь төмс хатаах явцад ялгасан конденсат усны химийн найрлага, чанарыг тодорхойлж, дахин ашиглах боломжийг үнэлэх зорилготой юм.

II. МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

1. Туришлтын төхөөрөмж

Хөдөө аж ахуйн бүс нутагт өргөн хэрэглэгддэг уламжлалт хатаах төхөөрөмжүүд нь үр ашиг багатай, дулааны алдагдал их байгаа нь ашиглалтын зардлыг нэмэгдүүлээд зогсохгүй хүрээлэн буй орчны бохирдолд ихээхэн хувь нэмэр оруулдаг [8]. Хатаах төхөөрөмжийн эрчим хүчний үр ашгийг нэмэгдүүлэх, орчны бохирдлыг бууруулах

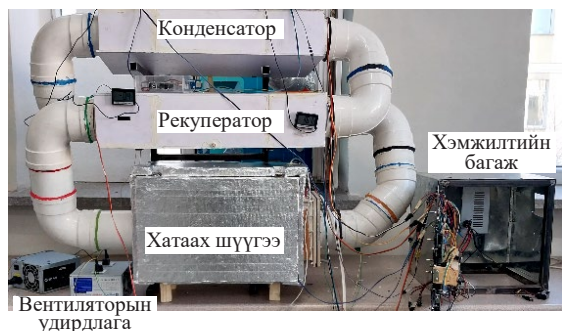
зорилготой байгалийн хөргөлт бүхий агаарын битүү сэлгэлттэй, лабораторийн хатаах төхөөрөмжийг зохион бүтээсэн (1-р зураг). Энэ төхөөрөмж нь байгалийн хүйтэн агаар ашиглан хатаах агаарыг хөргөн чийгийг зайлуулан агаарын битүү сэлгэлтээр хүнсний түүхий эдийг хатаана.



1-р зураг. Рекуператор ба конденсатортой хатаах төхөөрөмжийн схем

Хатаах шүүгээнээс гарсан ажилласан агаарыг рекуператороор урьдчилан хөргөөд дараа нь конденсатороор дахин хөргөж агаараас усыг шингэрүүлэн ялгана. Агаараас-агаарт ялтаст дулаан солилцуурыг рекуператор болон конденсаторт ашигласан. Усыг нь ялгаж зайлуулсан агаарыг хатаах шүүгээнд өгөхийн өмнө цахилгаан халаагуураар халаана. Битүү систем доторх агаарын урсгалыг хатаах шүүгээний агаар өгөх хэсэгт байрлах шугамын вентилятороор үүсгэнэ.

Хатаагуурын системээр эргэлдэх агаарын урсгалын хурд ба хатаах агаарын температурыг тохируулах боломжтой. Хатаах процесс нь тасралтгүй үргэлжлэн битүү системд явагдах учраас агаарын үзүүлэлт болон түүхий эдийн жингийн бууралтыг автоматаар хэмжинэ. Энэ зорилгоор хүнсний түүхий эдийн жингийн алдагдал, хатаах агаар болон гаднаас өгөх хүйтэн агаарын температур ба харьцангуй чийгшлийг хэмжиж 5 минут тутамд автоматаар micro SD картад хуулах багажийг зохион бүтээж хатаагуурыг тоноглогсон (2-р зураг).



2-р зураг. Хатаагуурын ерөнхий байдал

2. Түүхий эд

Шинэ төмсийг (*Gala* сортын) Монголын E-mart сүлжээ дэлгүүрээс худалдан авч, хөргөгчний 5°C хэмд хадгалсан. Төмсийг хальслан, угааж цэвэрлээд $5 \times 5 \times 5$ мм хэмжээтэй шоо дөрвөлжин хэрчиж тавиур дээр тараана (3-р зураг). Хатаалтыг 2 м/с урсгалын хурд, 70°C температуртай агаараар хатаана.



3-р зураг. Тавиур дээр төмс ачаалсан байдал

3. Арга зүй

Агаарын битүү сэлгэлттэй хатаах системийн агаараас-агаарт ялгаст конденсатороор усны уурыг шингэрүүлэн ялгаж цуглуулсан. Усны дээжийн хатуулаг, кальци, магни, хлорид, сульфат, нитрат, нитрит, аммони, нийт ууссан хатуу бодис, pH зэрэг физик-химийн үзүүлэлтийг стандарт аргаар шинжилж, ундны усны стандарт үзүүлэлттэй харьцуулсан.

III. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Төмс хатаах үед ууршсан усны шинжилгээний үр дүнг 1-р хүснэгтэд нэгтгэв.

Шинжилгээний үр дүнгээс харахад конденсат ус нь эрдэс бодис, ион бага байна.

ТӨМСНӨӨС ЯЛГАРСАН УСНЫ ФИЗИК-ХИМИЙН

1-Р ХҮСНЭГТ

Д/д	Үзүүлэлт	Нэгж	MNS 900:2005 [1]	Судалгааны үр дүн
1	Хатуулаг	мг-экв/л	350	0.000
2	Кальцийн ион	мг/л	100	0.000
3	Магнийн ион	мг/л	30	0.000
4	Хлорын ион	мг/л	350	15.79
5	Нийт төмрийн ион	мг/л	0.3	0.020
6	Сульфатын ион	мг/л	500	7.380
7	Нитритийн ион	мг/л	1	1.290
8	Хуурай үлдэгдэл	мг/л	1000	10.00
9	Нитратын ион	мг/л	50	5.500
10	Гидрокарбонат	мг/л	-	0.000
11	Аммонийн ион	мг/л	1.5	0.330

12	pH	мг/л	6.5-8.5	6.530
----	----	------	---------	-------

Кальци, магни, нийт төмрийн ионууд илрээгүй. Хлорид (15.79 мг/л) болон сульфатын (7.38 мг/л) түвшин зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс (тус тус 350 ба 500 мг/л) илт доогуур байв. Нитратын (5.5 мг/л) агууламж зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байсан бол аммони (0.33 мг/л) стандарт хэмжээнээс (1.5 мг/л) мэдэгдэхүйц бага байв. Нийт ууссан хатуу бодис нь 10 мг/л байгаа нь конденсатын ионы ачаалал маш бага гэсэн үг юм. Усны pH 6.53 байгаа нь зөөлөн буюу нэрмэл устай ойролцоо, хэвийн түвшинтэй байна.

IV. ЗӨВЛӨМЖ

Конденсат усыг дахин ашиглахаас өмнө бичил биетний бохирдол, органик үлдэгдэл байгаа эсэхийг баталгаажуулахын тулд микробиологийн болон органик химийн шинжилгээ хийх шаардлагатай.

Үйлдвэрлэлд дахин ашиглах усны аюулгүй байдлыг хангахын тулд энгийн шүүлтүүр, эсвэл хэт ягаан туяаны ариутгалын систем хэрэглэхийг зөвлөж байна.

Боловсруулалт хийсэн конденсат усыг хүнсний түүхий эдийг угаах, хөргөх, эсвэл уур үүсгэх зэрэг туслах үйл ажиллагаанд дахин ашиглаж болох бөгөөд энэ нь цэвэр усны хэрэглээг мэдэгдэхүйц бууруулна.

Хатаах төхөөрөмжийг гадна агаарын хүйтэн ашиглах дулаан солилцуураар нэмж тоноглон агаарын битүү сэлгэлттэй хатаалт явуулж эрчим хүч болон усны үр ашгийг дээшлүүлэхийг санал болгож байна.

Судалгааны ажлыг үргэлжлүүлэн хатаах температур, хугацаанаас хамаарсан конденсатын найрлагын хувьсах чанарыг судлах боломжтой.

ДҮГНЭЛТ

Төмс хатаахад ялгарсан ус нь химийн найрлагаараа нэрмэл усны шинжтэй бөгөөд эрдэс бодис, бохирдол багатай байна. Ундны усны стандарттай харьцуулахад бүх үзүүлэлт зөвшөөрөгдөх хязгаарт багтсан, эсвэл түүнээс бага байгаа тул энэхүү усыг цэвэршүүлж дахин ашиглах (жишээ нь хөргөлтийн ус, угаалга, үйлдвэрийн процессын ус) байдлаар эргэлтэд оруулах боломжтой гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] MNS 900:2005. Drinking water. Hygienic requirements and quality control. Ulaanbaatar: Mongolian Agency for Standardization and Metrology.
- [2] Mujumdar, A. S. (2014). Handbook of Industrial Drying (4th ed.). CRC Press.
- [3] B. P. Zlatković, M. B. Rajković (2005). Analysis of drying potato kinetics in laboratory conditions: Journal of Agricultural Sciences Vol. 50, No 2, 2005 Pages 161-171
- [4] Da Li., Jiaqi Zhang., Yining Sun., Chongchong Chai., Fengzhong Wang., Bei Fan., Long Li., Shuqi Gao., Hui Wang., Chunmei Yang., Jing Sun. (2025). The Utilization Value of Condensate Water from the Drying Process of Lonicera japonica via Metabolomics Analysis Metabolites: 2025, 15, 569. <https://doi.org/10.3390/metabo15090569>
- [5] Lisová K., Novák P., Cihlár J. Characterization of condensate water from potato processing and drying: J Food Eng. 2016;180:120–8.

- [6] Zhou C., Li X., Han Z. Characterization and reuse of condensate water from food dehydration processes: Food Bioprod Process. 2021,128:89–98.
- [7] Mohamed LA., Zhang M., Vacuum drying of vegetables and its impact on chemical composition: J Food Process Eng. 2020,43(5):e13378.
- [8] Chandrasekaran, M., & Varma, V. R. (2019). Energy-efficient systems for drying agricultural products. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 101, 420–440. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.029>

МОНГОЛ УЛСЫН ТӨМӨР ЗАМЫН ЗҮТГҮҮРИЙН ӨНӨӨГИЙН НӨХЦӨЛ БАЙДАЛ, ЭРЭЛТ ХЭРЭГЦЭЭНИЙ СУДАЛГАА

Жанчивын АЗЖАРГАЛ¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар хот, ШУТИС, Механик инженер, тээврийн сургууль, Тээвэр-логистикийн салбар

Холбогдох зохиогчийн и-мэйл хаяг: azjargal@must.edu.mn¹

Хураангуй: Монгол улсын төмөр замын ачаа тээврийн хэмжээ 2010 онд 16.8 сая тн байсан бол 2025 онд 38.95 сая тн болж 15 жилийн дотор 2.3 дахин нэмэгдсэн байна. Төмөр замын ачаа тээвэрлэлт нэмэгдэхийн зэрэгцээ зүтгүүр, ачааны вагоны эрэлт, хэрэгцээ эрс өсөх хандлагатай болж байна. Төрөөс төмөр замын талаар баримтлах бодлогод Монгол улсын төмөр замын нэвтрүүлэх чадварыг ихэсгэх, байнга өсөн нэмэгдэж байгаа тээвэрлэлтийн эрэлт, хэрэгцээг бүрэн хангах, үндэсний төмөр замын нэгдсэн сүлжээг ихэсгэх зэрэг томоохон зорилтууд дэвшүүлсэн. Эдгээр зорилтыг хэрэгжүүлэхийн тулд төр, хувийн хэвшлийн үндэсний олон аж ахуйн нэгж байгуулагдаж, төмөр замын суурь бүтцийг шинээр барьж байгуулах бүтээн байгуулалтын ажил эрчимтэй өрнөж байна. Энэхүү судалгааны ажлаар Монгол улсад ашиглаж буй төмөр замын зүтгүүрийн хэрэглээ, өнөөгийн нөхцөл байдал, зүтгүүрийн тоо хэмжээ, төрөл, ангилал болон ачаа тээврийн өсөлттэй уялдан цаашид зүтгүүрийн парк шинэчлэлийг хэрхэн төлөвлөх, ойрын хугацаанд хэдэн тооны зүтгүүрийн эрэлт, хэрэгцээ үүсч байгааг судалж тогтоосон.

Түлхүүр үг: Илчит тэрэг, ачаа эргэлт, боомтын сэргэлт, Монголын төмөр зам, стандарт

I. УДИРТГАЛ

2010 онд “Төрөөс төмөр замын талаар баримтлах бодлого” батлагдсан бөгөөд Монгол улсын төмөр замын нэвтрүүлэх чадварыг ихэсгэх, байнга өсөн нэмэгдэж байгаа тээвэрлэлтийн эрэлт, хэрэгцээг бүрэн хангах, үндэсний төмөр замын нэгдсэн сүлжээг ихэсгэх томоохон зорилтууд дэвшүүлсэн [1]. Түүнчлэн Монгол Улсад 5683.5 км төмөр замын суурь бүтцийг үе шаттайгаар шинээр барихаар төлөвлөсөн. Тус зорилтыг хэрэгжүүлэхийн тулд Монголын төмөр зам ТӨХК, Таван толгой төмөр зам ХХК зэрэг төмөр замын салбарт төр, хувийн хэвшлийн үндэсний олон аж ахуйн нэгж зохион байгуулагдаж, төмөр замын суурь бүтцийг шинээр барьж байгуулах бүтээн байгуулалтын ажил эрчимтэй өрнөж байна. 2010 онд Монгол улсын хэмжээнд нийт 16.8 сая тн ачаа төмөр замаар тээвэрлэж байсан бол 2025 онд 38.95 сая тн ачаа тээвэрлэж 15 жилийн дотор 2.3 дахин нэмэгдсэн. Төмөр замаар тээвэрлэх ачаа эргэлт нэмэгдэхийн зэрэгцээ зүтгүүр, ачааны вагоны эрэлт, хэрэгцээ эрс нэмэгдэх хандлагатай байна.

Монгол улсын их хурлын 2021 оны 106-р тогтоолоор “Шинэ сэргэлтийн бодлого” баталсан. Тус баримт бичгийн хүрээнд Монгол Улсын эдийн засгийн бие даасан, хараат бус байдлыг бэхжүүлэх, Алсын хараа 2050 хөтөлбөрийг бодитоор хэрэгжүүлэх [2], төмөр замын дэд бүтэц сайжруулах зорилт хэрэгжиж байна. Шинэ сэргэлтийн бодлого хэрэгжсэнээр Монгол улсын эдийн засгийн өсөлт 6%-д хадгалагдаж, 1 хүнд ноогдох орлого 2 дахин өсч, боомтын хүчин чадал 3 дахин нэмэгдэнэ [3]. Боомтын сэргэлтийн бодлогын хүрээнд хилийн боомтуудыг төмөр замаар үе шаттай бүрэн холбож, тээвэр, логистикийн өрсөлдөх чадварыг дээшлүүлэн, ачаа тээврийн урсгалыг сайжруулж, транзит

тээврийг хурдацтай хөгжүүлэх суурь нөхцөлийг бүрдүүлж байна.



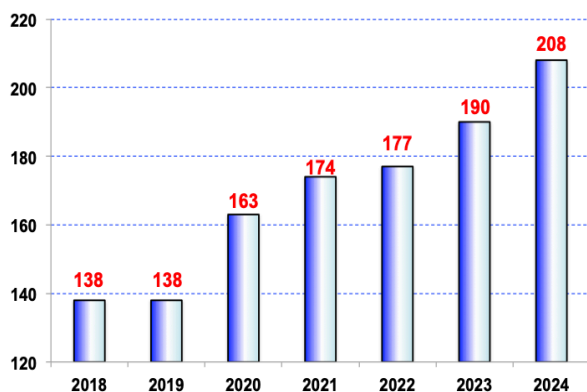
1-р зураг. Монгол улсын боомтын сэргэлт, төмөр замын бүтээн байгуулалтын төлөвлөлт. Эх сурвалж: Монгол улсын засгийн газар Боомтын сэргэлт хөтөлбөр

Монгол улсын төмөр замын тээврийн салбарт анхдагч УБТЗ ХНН-ийн хувьд төмөр замын хөдлөх бүрэлдэхүүний хүрэлцээ хангамжийг сайжруулах, зүтгүүрийн парк шинэчлэл хийх асуудал олон жилийн өмнөөс тулгамдсан асуудлын нэг болсон хэвээр байна. Тухайлбал, 2007 онд УБТЗ ХНН нийт 72 зүтгүүртэй байсан боловч ихэнх зүтгүүр эвдрэл, гэмтэлтэй байсан тул зарим зүтгүүрийг зогсоож зөвхөн сэлбэг байдалтай ашиглаж ердөө 18 зүтгүүр тээвэрт явж байв. Түүнчлэн 2020 онд УБТЗ ХНН нийт 135 зүтгүүртэй болсон боловч тэдгээрийн 45% буюу 61 зүтгүүрийн ашиглалтын хугацаа дууссан байна. Энэ байдал удаан үргэлжилбэл төмөр замын ачаа тээврийн зах зээл хумигдаж, ашиг орлого буурч, хэрэглэгчид захиалсан барааг хугацаандаа хүлээн авч чадахгүй хүлээлт үүсэх, эдийн засгийн эргэлт удаашрах зэрэг олон томоохон хүндрэл, бэрхшээл тулгарах тул зүтгүүр, ачааны вагоны тоог нэмэгдүүлэх чиглэлд шийдвэртэй арга хэмжээ авах шаардлага тулгарч байна.

Энэхүү судалгааны ажлаар Монгол улсад ашиглаж буй төмөр замын зүтгүүрийн хэрэглээ, өнөөгийн нөхцөл байдал, зүтгүүрийн тоо хэмжээ, төрөл, ангилал болон жил ирэх тусам нэмэгдэж байгаа ачаа тээврийн хэмжээтэй уялдан цаашид зүтгүүрийн парк шинэчлэлийг хэрхэн төлөвлөх, ойрын хугацаанд хэдэн тооны зүтгүүрийн эрэлт, хэрэгцээ үүсээд байгаа талаар судалж тодорхойлсон.

II. МОНГОЛ УЛСЫН ТӨМӨР ЗАМЫН ЗҮТГҮҮРИЙН ХЭРЭГЛЭЭ, ӨНӨӨГИЙН НӨХЦӨЛ БАЙДАЛ

Сүүлийн жилүүдэд төмөр замын тээврийн эрэлт, хэрэгцээ эрс өсч байгаа тул УБТЗ ХНН-ээс гадна МТЗ ТӨХК, Таван толгой ХХК, Болд Төмөр Ерөө Гол ХХК болон бусад хувийн хэвшлийн байгууллагууд төмөр замын хөдлөх бүрэлдэхүүн, зүтгүүр худалдан авах, түрээсээр ашиглах тохиодол ихэсч, зүтгүүрийн парк нэмэгдэж байна. 2024 оны Зам, Тээврийн Яамны тайланд дурьдсанаар манай улсын хэмжээнд нийт 208 зүтгүүр бүртгэлтэй байна (Зураг 2).



Төрөл, ангилал	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Зүтгүүр	138	138	163	174	177	190	208

2-р зураг. Монгол улсад бүртгэлтэй зүтгүүрийн тоо [4-12]

2008 онд манай улсын хэмжээнд 138 зүтгүүр бүртгэлтэй байсан бол 2024 онд энэ тоо даруй 1.5 дахин нэмэгдэж, 6 жилийн хугацаанд 70 зүтгүүрээр нэмэгдсэн байна. 2020 оноос эхлэн төрийн өмчит хувьцаат компани болон хувийн хэвшлийн зүтгүүрийн хэрэглээ эрс сайжирч жилд дунджаар 12 зүтгүүрээр парк шинэчлэл хийгдэж байна. 2024 онд зүтгүүрийн тоо өмнөх оноос 18-аар нэмэгдэж 208 болсон. 1949 оны 11-р сарын 7-нд УБ хотод анхны уурын зүтгүүр (Ел-691) орж ирсэнээс хойш 2024 он хүртэл Монгол улсад нийт 354 зүтгүүр ашигласан байна. Гиймээс 1949-2024 оны хооронд өнгөрсөн 75 жилийн хугацаанд 147 зүтгүүрийн ашиглалтын хугацаа дуусч бүртгэлээс хассан болохыг эндээс тооцож болно.

2024 оны байдлаар манай улсад бүртгэлтэй зүтгүүрийн 11 нь хүйтэн нөөцөнд, 197 нь ашиглалтанд байна. Эдгээрээс УБТЗ ХНН-д 141, МТЗ ТӨХК-д 27 [16-18] бусад хувийн хэвшилд 40

зүтгүүр бүртгэлтэй байна (Зураг 3). Зүтгүүрийн төрлөөр нь авч үзвэл манай улсад гол замын болон сэлгээний 25 төрлийн зүтгүүр ашиглаж байгаагаас ОХУ-д үйлдвэрлэсэн 2ТЭ116УМ, 2ТЭ25КМ, ТЭМ18ДМ загварын зүтгүүр хамгийн түгээмэл хэрэглэж байна [13-15]. Гэвч сүүлийн жилүүдэд АНУ-ын SD70ACe/LW загварын зүтгүүр болон БНХАУ-ын СКD4b загварын зүтгүүрийн хэрэглээ төмөр замын тээврийн салбарт нэмэгдэх хандлагатай болж байна.



3-р зураг. Монгол улсад бүртгэлтэй зүтгүүрийн тоо, эзэмшигчээр

Манай улсын төмөр замын тээврийн салбарт ашиглаж буй зүтгүүрийн парк шинэчлэл, нэмэгдүүлэлтийг тодорхой үе шаттайгаар хэрэгжүүлж байна. 1952 оноос эхлэн Монгол улсад төмөр замын тээврийн салбар хөгжиж эхэлсэн эхэн үед ТЭ1 болон ТЭ2 загварын зүтгүүрийг ОХУ-аас нийлүүлж анхны парк шинэчлэл хийж эхэлсэн байна. Улмаар 25 жилийн дараа 1978 оноос ДГку, М, 2М62, 2М62ММ, М62УМ зэрэг загварын зүтгүүрээр паркийн тоог нэмэгдүүлж, төмөр замын тээврийн өсөн нэмэгдэж буй эрэлт, хэрэгцээг хангасан байна. 1998 оноос манай улсад ОХУ-ын зүтгүүрээс гадна АНУ-ын DASH-7 загварын зүтгүүр ашиглаж эхэлсэн.



4-р зураг. Монгол улсад ашиглаж буй АНУ-ын "DASH-7" загварын зүтгүүр

Тус зүтгүүр ОХУ-д үйлдвэрлэсэн 2М62М зүтгүүрээс 50% орчим илүү ачаа татаж, техникийн олон давуу үзүүлэлттэй болсон байна. Тухайлбал, манай улсын төмөр замын хамгийн их өгсүүртэй хэсэг болох Хоолтын давааг ОХУ-ын 2М62М загварын зүтгүүртэй, 2300 тн жинтэй галт тэрэг 2 секцээр 18 км/цаг хурдтай давж байсан бол DASH-7 зүтгүүртэй 4200 тн жинтэй галт тэрэг 2 секцээр 35 км/цаг хурдтай давж чаддаг байна. Түүнчлэн DASH-7 загварын зүтгүүрийн хөргөлтийн систем сайн тул

хөдөлгүүр хэт халахгүй удаан хугацааны турш тасралтгүй ажиллах боломж бүрдсэн (Зураг 4).

2003 оноос УБТЗ ХНН-ээс ОХУ-д үйлдвэрлэсэн хуучин зүтгүүрийн арал, их биеийг ашиглаж, АНУ-ын хөдөлгүүр, эд ангиудыг суурилуулж шинэ зүтгүүр хийх “Монгол Модернизаци” төсөл хэрэгжиж эхэлсэн. ОХУ-аас худалдан авч ашиглаж байсан 2М62 болон 2М62М загварын зүтгүүрийн их биеийг дахин ашиглаж, АНУ-ын “Женерал Электрик” компаниас хөдөлгүүр худалдан авч 2006 оноос анхны “2 ЗАГАЛ” зүтгүүрийг угсарч ашиглалтад оруулсан байна (Зураг 5). 2013 онд зүтгүүрийн модернизаци хийх ажил амжилттай хэрэгжин дуусч, нийт 10 ширхэг 2 секцийн зүтгүүр ашиглалтад оруулсан. Эдгээр 20 зүтгүүрийг угсарч бүтээхэд нийт 16.6 сая ам.доллар зарцуулсан бөгөөд нэг зүтгүүр дунджаар 0.83 сая ам.доллар байгаа нь зах зээлийн үнээс даруй 4 дахин бага болж 230 орчим тэрбум төгрөгний зардал хэмнэсэн байна. “Хоёр загал” зүтгүүр хуучин зүтгүүртэй харьцуулахад 3600 тонн ачаа тээвэрлэх чадалтай тул ажлын бүтээмж 40%-иар нэмэгдэж, зүтгүүрийн эвдрэл гэмтэл гарах тохиолдол 10 дахин багасч, хуучин зүтгүүрийн ашиглалтын хугацаа 20 жил хүртэл нэмэгдсэн зэрэг олон давуу талуудтай болсон.



5-р зураг. Монгол улсад модернизаци хийсэн “2 ЗАГАЛ” зүтгүүр

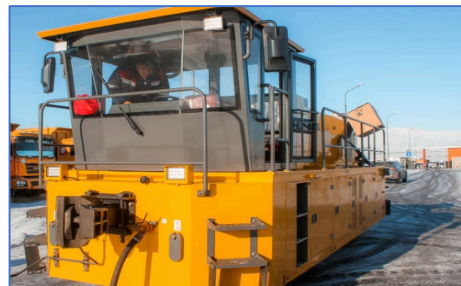
2007 онд Монгол улсын Төмөр замын тээврийн тухай хууль батлагдаж, энэ хуулийн дагуу Засгийн газрын 2008 оны 134-р тогтоол гарч, Монгол Улсын төмөр замын тээврийн салбарт төр болон хувийн хэвшлийн байгууллага төмөр замын суурь бүтцийг барьж байгуулах, хөдлөх бүрэлдэхүүн эзэмших зэргээр хамтран оролцох болсон нь төмөр замын салбарын хөгжлийг шинэ шатанд гаргасан. Улмаар 2010 оноос хувийн хэвшлийн компаниуд зүтгүүр, ачааны вагон худалдан авч ашиглах нь нэмэгдэж Монгол улсын төмөр замын тээврийн салбар олон талын оролцоотой систем болон өргөжиж байна. Тухайлбал «Болд Төмөр Ерөө Гол» ХХК 2011 онд СКД4В загварын 6 зүтгүүр худалдан авч уул уурхайн бүтээгдэхүүний тээвэрт ашиглаж эхэлсэн. 2008 онд Монгол улсын төмөр замын тээврийн салбарт улсын төсөв болон гадаадын зээл, тусламжийн хөрөнгөөр үүссэн өмчийг эзэмших, ашиглах, бизнесийн шударга өрсөлдөөнийг бий болгох, төмөр замын салбарт үндэсний компани бий болгох зорилгоор Монгол Улсын Засгийн газрын 82-р тогтоолоор «Монголын төмөр зам» ТӨХК-ийг (МТЗ ТӨХК) байгуулсан. Тус компани 2009 онд АНУ-ын EVO-MR1001 загварын Evolution зүтгүүр

худалдан авч тээвэрт ашиглаж эхэлсэн. Улмаар 2011 онд Монгол улсын Засгийн газар, БНХАУ-ын Засгийн газар хооронд байгуулсан экспортын хөнгөлөлттэй зээлийн хүрээнд “Хөдлөх бүрэлдэхүүний паркийг нэмэгдүүлэх” төсөл хэрэгжиж, БНХАУ-ын “CNR” /China North Railway/ корпорациас МТЗ ТӨХК гол замын СКД4В-MR3003, 3004 загварын 5 зүтгүүрээр парк нэмэгдүүлэлт хийсэн. Тус зүтгүүр 59 вагон буюу 4500 тн жинтэй ачаа тээх, 3300 морины хүчин чадалтай. Эдгээр зүтгүүр ажлын байрны таатай нөхцөлийг хангасан бөгөөд орчин үеийн электрон удирдлага, хяналтын системээр тоноглогдсон онцлогтой (Зураг 6).



6-р зураг. БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн СКД4В загварын зүтгүүр

Сүүлийн жилүүдэд хувийн хэвшлийн компаниуд өөрсдийн үйлдвэрийн түүхий эд, бараа материалыг татах, хэрэглэгчид үйлдвэрийн бүтээгдэхүүнийг түргэн шуурхай хүргэх, тээвэр логистикийн асуудлаа шийдвэрлэхийн тулд төмөр замын хөдлөх бүрэлдэхүүнийг худалдан авч ашиглах нь нэмэгдэх хандлагатай байна.



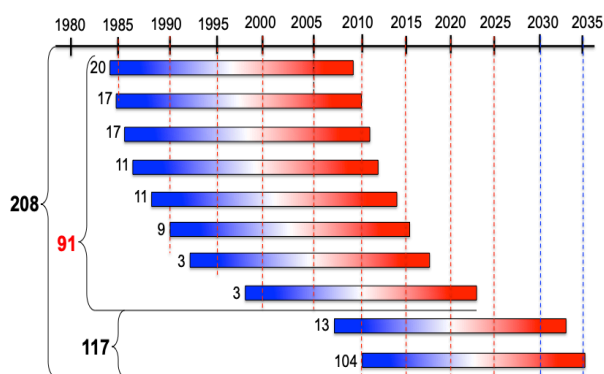
7-р зураг. “Тавантолгой түлш” ХХК-ийн локомобиль зүтгүүр

2024 онд “Тавантолгой Түлш” ХХК төмөр зам болон засмал замд явах хосолсон ажиллагаатай Локомобиль зүтгүүр хүлээн авсан байна (Зураг 7). Тус зүтгүүрийг ашиглалтад оруулснаар үйлдвэрийн логистик тээвэрт ажлын байр нэмэгдэж, хэрэглэгчид бүтээгдэхүүн хүргэх үйлчилгээ улам түргэн шуурхай болсон байна.

III. МОНГОЛ УЛСЫН ТӨМӨР ЗАМЫН ЗҮТГҮҮРИЙН ЦААШДЫН ЭРЭЛТ, ХЭРЭГЦЭЭ

УБТЗ ХНН-ийн хувьд техник технологийн шинэчлэл хийх, төмөр замын хөдлөх бүрэлдэхүүний хүрэлцээ хангамжийг сайжруулах нь олон жилийн өмнөөс томоохон асуудлын нэг болсон хэвээр байна. Тухайлбал, 2007 онд УБТЗ ХНН нийт 72 зүтгүүртэй байсан боловч ихэнх зүтгүүр эвдрэл, гэмтэлтэй

болсон тул сэлбэг байдалтай ашиглаж ердөө 18 зүтгүүр тээвэрт ашиглаж байв. Түүнчлэн 2020 онд УБТЗ ХНН нийт 135 зүтгүүртэй байсан боловч тэдгээрийн 45% буюу 61 зүтгүүрийн ашиглалтын хугацаа дууссан байв. 2020 онд 35-аас дээш жилийн насжилттай 23 зүтгүүрийг бүртгэлээс хассан. Гэвч зүтгүүрийн хүрэлцээгүй байдлаас болж 25-аас дээш жилийн насжилттай, ашиглалтын хугацаа дууссан 38 зүтгүүрийг засч сэлбээд тээвэрт ашигласан хэвээр үлдээсэн байна. Зүтгүүрийн ашиглалтын хугацааг 25 жилээр тооцоход 2024 оны байдлаар манай улсад бүртгэлтэй 208 зүтгүүрийн хувьд 2000 оноос өмнө үйлдвэрлэсэн, 25-аас дээш жилийн насжилттай 91 зүтгүүр буюу нийт зүтгүүрийн 43%-ийн насжилт хэтэрч ашиглалтын норматив хугацаа дууссан байна (Зураг 8). Цаашид зүтгүүрийн парк шинэчлэл хийхгүй бол 2035 он гэхэд манай улсад ашиглаж байгаа бүх зүтгүүрийн ашиглалтын хугацаа дуусахаар байна.



8-р зураг. Төмөр замын зүтгүүрийн ашиглалтын хугацааны хамарал

Зүтгүүрийн хүрэлцээгүй байдлаас болж ачаа тээврийн ажил хуримтлагдаж, ачаа эргэлт багасч, өртөөн дээр вагоны бөөгнөрөл, түгжрэл үүсч эхэлсэн байна. Ачааны вагонууд төлөвлөсөн цаг тухайд нь хэрэглэгчиддээ захиалсан тээврээ хүргэж, үйлчилж чадахгүй байгаагаас харилцагч байгууллага, иргэдийн зүгээс гомдол гарах тохиолдол ихэссэн байна. УБТЗ ХНН-ийн Монгол улсын тал АНУ болон Канадаас зүтгүүр худалдан авах хүсэлт гаргаж байсан боловч ОХУ-ын тал өөрийн улсад үйлдвэрлэсэн зүтгүүрээр парк нэмэгдүүлэлт хийх сонирхолтой байдаг. ОХУ-д үйлдвэрлэсэн зүтгүүр засвар, үйлчилгээ их шаарддаг, үнэ өртөг ихтэй байдгаас гадна тахир, тойруу ихтэй замд тохиромжгүй байдаг зэрэг дутагдалтай.

Гол замын болон сэлгээний зүтгүүр Монгол улсын MNS 6039:2020 стандартад заасан шаардлага хангасан байх шаардлагатай. MNS 6039 стандартын 5.13.3-д илчит тэрэгний ашиглалтын хугацаа үйлдвэрлэгчийн тогтоосон хугацаагаар тогтоогдож, 20 жилээс багагүй байна гэж заасан. Түүнчлэн ашиглалтын хугацаа дууссан илчит тэргийг төмөр замын тээврийн үйл ажиллагаанд ашиглахгүй гэж тус стандартад тодорхой тусгасан. Гэвч манай улсад ашиглалтын хугацаа нь дууссан, насжилт өндөр зүтгүүрийг тээвэрт ашиглаж байгаа нь төмөр замын

тээвэрт өндөр эрсдэл үүсгэж байна. Ашиглалтын хугацаа дууссан боловч цаашид ашиглах нөөц тогтоогдсон илчит тэргийг эрх бүхий байгууллагаар хугацаа сунгах их засвар (КРП) болон модернизац хийлгүүлж төмөр замын тээвэрт ашиглаж болох ба илчит тэрэгний ашиглалтын нийт хугацаа 50 жилээс хэтрэхгүй байхаар тогтоосон.

УБТЗ ХНН-ийн ачааны зүтгүүрийн парк 2025 онд 64 байгааг 2035 онд 38-аар нэмэгдүүлж 102, 2050 онд 55-аар нэмэгдүүлж 157 болгохоор төлөвлөж байна. Тус төлөвлөлтийг хийхдээ Монгол улсын нийт ачаа тээвэрлэлтийн өсөлтийн хэмжээг тооцож үзсэн байна [19]. 2040 оноос эхлэн УБТЗ ХНН-ээс төмөр замын тээвэрт цахилгаан зүтгүүрийн хэрэглээг нэвтрүүлж, 15 жил тутамд 18 зүтгүүрээр парк шинэчлэл хийж цаашид дизель хөдөлгүүртэй зүтгүүрийг ашиглалтаас хасахаар тодорхойлсон. Улмаар ачааны зүтгүүрийн нийт паркыг 2025 онд 78 байгааг 2035 онд 122, 2050 онд 180 болгохоор төлөвлөгөө боловсруулсан. Тус төлөвлөлтийн дагуу тооцож үзэхэд төмөр замын ачаа тээврийн өсөлтийг дагаад жил тутам дунджаар 4-5 шинэ зүтгүүрээр паркыг нэмэгдүүлэх шаардлагатай болох нь тодорхой харагдаж байна. 2025 оноос 2035 он хүртэл нийт 20 сэлгээний илчит тэрэг худалдан авч одоо ашиглалтаас хасагдах зүтгүүрт модернизац хийнэ. Түүнчлэн УБТЗ ХНН 2025 оноос 160 км/ц хүртэл хурдтай зорчигчийн зүтгүүр 15 ширхэгийг худалдан авч зорчигч тээвэрт ашиглахаар төлөвлөж байна (Хүснэгт 1).

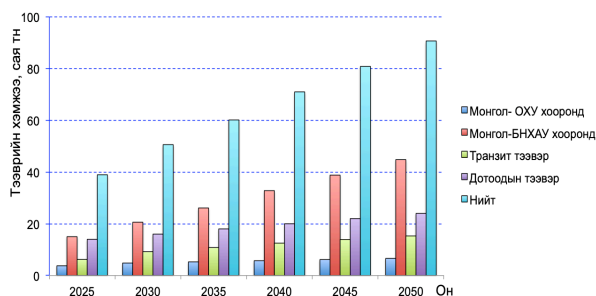
УБТЗ ХНН-ийн хэрэгцээт зүтгүүрийн тооны таамаглал, 2050 он хүртэл

1-р ХҮСНЭГТ

Зүтгүүрийн төрөл	Нийт ачаа тээвэрлэлтийн хэмжээ, сая тн					
	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Ачааны	38.95	50.6	60.15	71.0	80.85	90.7
Шинээр худалдан авах	64	85	102	121	139	157
Цахилгаан	6	21	17	20	18	18
Илчит тэрэг	0	0	0	20	18	18
Ачааны зүтгүүрийн нийт парк	10	21	18	0	0	0
Ачааны зүтгүүрийн нийт парк	78	102	122	140	160	180

Монгол улсын засгийн газраас хэрэгжүүлж буй Боомтын сэргэлтийн бодлогын үр дүнд хилийн дагуух төмөр замыг холбох, төмөр замын сүлжээг шинэчлэн сайжруулах, шинээр төмөр зам байгуулах, хилийн боомтуудыг хатуу хучилттай замаар холбох, хилийн боомтуудын хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх, терминалуудыг нэмж байгуулах ажлууд хийгдэж төмөр замын тээврийн хэмжээ жил ирэх тутам өсөн нэмэгдэж байна. Тус төслийг амжилттай хэрэгжүүлснээр ойрын хугацаанд боомтын нэвтрүүлэх чадал 3 дахин нэмэгдэж, Монгол улсын үндэсний төмөр замын сүлжээ 2 дахин нэмэгдэх бүрэн боломжтой тул тэр хэмжээгээр төмөр замын ачаа тээврийн хэмжээ эрс өсөх нь тодорхой. 2025 онд Монгол улсын хэмжээнд нийт 38.95 сая тн ачаа тээвэрлэснээс Монгол улс болон БНХАУ-ын хооронд 15 сая тн, дотоодын ачаа тээвэр 14 сая тн, Монгол улс болон ОХУ хооронд 3.75 сая тн, транзит

ачаа тээвэр 6.2 сая тн эзэлж байна. Төмөр замаар тээвэрлэж буй ачааны дийлэнх буюу 39% Монгол болон БНХАУ хооронд, 36% дотоодын ачаа тээвэрт ноогдож байна.



Он	Тээврийн төрөл, хэмжээ, сая тн				Нийт тээвэр, сая тн
	Монгол-ОХУ хооронд	Монгол-БНХАУ хооронд	Транзит тээвэр	Дотоод тээвэр	
2025	3.75	15	6.2	14	38.95
2030	4.8	20.6	9.2	16	50.6
2035	5.25	26.1	10.8	18	60.15
2040	5.7	32.8	12.5	20	71
2045	6.15	38.8	13.9	22	80.85
2050	6.6	44.8	15.3	24	90.7

9-р зураг. Монгол улсын төмөр замын тээврийн өсөлтийн таамаглал, 2050 он хүртэл [19]

Ялангуяа Монгол улс болон БНХАУ-ын хоорондын ачаа тээврийн хэмжээ эрс хурдацтай нэмэгдэж байгаа тул 2030 онд 20.6 сая тн, 2035 онд 26.1 сая тн, 2040 онд 32.8 сая тн, 2050 онд 44.8 сая тн хүрэх магадлалтай байна. Энэхүү төмөр замын ачаа тээврийн хурдацтай өсөлтийг тооцож үзвэл Монгол улсын хэмжээнд төмөр замын ачаа тээвэр 2030 онд 50.6 сая тн, 2035 онд 60.1 сая тн, 2040 онд 71 сая тн, 2045 онд 80.8 сая тн, 2050 онд 90.7 сая тн хүрэх төлөвтэй байна (Зураг 9). 2025 оны байдлаар Монгол улсын хэмжээнд нийт 208 зүтгүүр бүртгэлтэй байгаа бөгөөд тус жилд 38.9 сая тн ачаа тээвэрлэсэн тул нэг зүтгүүрт дунджаар 187 мян тн ачаа тээвэр ноогдож байна. Энэ хэмжээгээр тооцож үзвэл төмөр замын ачаа тээврийн өсөлтийг дагаад жил тутам дунджаар 7-10 зүтгүүрээр паркыг нэмэгдүүлж, Монгол улсын зүтгүүрийн нийт парк 2030 онд 271, 2035 онд 321, 2040 онд 380, 2045 онд 432, 2050 онд 485 болсон байх шаардлагатай тооцоолол гарч байна.

ДҮГНЭЛТ

1). 2024 оны байдлаар манай улсад 208 зүтгүүр бүртгэлтэй байгаагаас 25-аас дээш жилийн насжилттай 91 зүтгүүр буюу нийт зүтгүүрийн 43%-ийн насжилт хэтэрч ашиглалтын норматив хугацаа дууссан байна.

2). Цаашид зүтгүүрийн парк шинэчлэлийг идэвхитэй зохион байгуулахгүй бол 2035 он гэхэд манай улсад ашиглаж байгаа бүх зүтгүүрийн ашиглалтын хугацаа дуусна.

3). Төмөр замын ачаа тээврийн өсөлтийг дагаад жил тутамд дунджаар 7 зүтгүүрээр паркыг нэмэгдүүлж, Монгол улс 2030 онд 271, 2035 онд 321, 2040 онд 380, 2045 онд 432, 2050 онд 485 зүтгүүртэй болсон байх шаардлагатай байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Төрөөс төмөр замын талаар баримтлах бодлого, 2010, <https://legalinfo.mn/mn/detail?lawId=16231264680181&showType=1>
- [2] Алсын хараа 2050, <https://legalinfo.mn/mn/detail?lawId=211057&showType=1>
- [3] Шинэ сэргэлтийн бодлого, 2021, <https://legalinfo.mn/mn/detail?lawId=16390082551211&showType=1>
- [4] Зам, Тээврийн салбарын статистик мэдээ, 2018
- [5] Зам, Тээврийн салбарын статистик мэдээ, 2019
- [6] Зам, Тээврийн салбарын статистик мэдээ, 2020
- [7] Зам, Тээврийн салбарын статистик мэдээ, 2021
- [8] Зам, Тээврийн салбарын статистик мэдээ, 2022
- [9] Зам, Тээврийн салбарын статистик мэдээ, 2023
- [10] Зам, Тээврийн салбарын статистик мэдээ, 2024
- [11] Зам, Тээврийн салбарын статистик мэдээ, 2025
- [12] Үндэсний статистикийн хороо, Төмөр замын тээврийн үндсэн үзүүлэлт, 1212.mn
- [13] УБТЗ ХНН-ийн харьяа алба, хэлтэс, тасаг, төвүүдийн 2023 оны үйл ажиллагааны төлөвлөгөөний биелэлтэд хийсэн хяналт-шинжилгээ, үнэлгээний тайлан
- [14] УБТЗ ХНН-ийн харьяа алба, хэлтэс, тасаг, төвүүдийн 2024 оны үйл ажиллагааны төлөвлөгөөний биелэлтэд хийсэн хяналт-шинжилгээ, үнэлгээний тайлан
- [15] УБТЗ ХНН-ийн гүйцэтгэлийн төлөвлөгөөний биелэлтийн тайлан 2025
- [16] Монголын Төмөр Зам ТӨХК-ийн 2022 оны үйл ажиллагааны тайлан, 2022
- [17] Монголын Төмөр Зам ТӨХК-ийн 2023 оны үйл ажиллагааны тайлан, 2023
- [18] Монголын Төмөр Зам ТӨХК-ийн 2024 оны үйл ажиллагааны тайлан, 2024
- [19] Монгол-Орос-Хятадын эдийн засгийн коридор, тайлан, 2024

УЛААНБААТАРЫН ХҮЙТЭН УУР АМЬСГАЛД АЖИЛЛАХ БАРИЛГЫН ХИЙЦЭД НЭГТГЭСЭН CIGS ТӨРЛИЙН ТУНГАЛАГ НАРНЫ ЦАХИЛГААН ҮҮСГҮҮРИЙН (BIPV) ГҮЙЦЭТГЭЛИЙН СУДАЛГАА

Доржжаргалын БАТДОРЖ¹, Эрдэнэбатын МӨНХТУЯА², Мажигийн ГАНХҮЛЭГ³

^{1,2,3} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний инженерчлэлийн сургууль, Шинэ, сэргээгдэх эрчим хүчний тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: e.munkhtuya@must.edu.mn

Хураангуй: Энэхүү судалгаанд Монгол орны эрс тэс уур амьсгалын нөхцөлд барилгын хийцтэй нэгтгэн суурилуулсан тунгалаг CIGS төрлийн BIPV (Building-Integrated Photovoltaics) системийн эрчим хүч үйлдвэрлэлийн ажиллагааг шинжлэн судаллаа. Барилга, хашаа, хаалтын хийцэд нэгдсэн CIGS хагас тунгалаг PV элементүүдийн улирлын болон өдрийн хугацааны гүйцэтгэлийг хэмжих; Улаанбаатар хотын төвийн бүсэд байрлах ШУТИС-ийн Т байрны дээвэр дээрх хоёр төрлийн CIGS PV хашилт (PV 1 - бүтэн, PV 2 - хагарсан) хийсэн нарны цахилгаан үүсгүүрийн гаралтын гүйдэл, хүчдэл, чадлыг хэмжих, үр дүнг харьцуулах, BIPV системийг айл өрх, сургууль, нийтийн барилга, хөдөө нутгийн хашаа, хамгаалалтын хана хэлбэрээр нэвтрүүлэх техникийн боломж, давуу болон хязгаарлалтыг тодорхойлох нь судалгааны зорилго юм. Судалгаанд 2024-2025 оны нарны цаг уурын станцын 1 жилийн өгөгдөл болон CIGS төрлийн тунгалаг шилэн нарны цахилгаан үүсгүүрийн үйлдвэрлэж буй гүйдэл, хүчдэлийн бодит хэмжилтийн утгийг ашиглан үйлдвэрлэсэн чадлыг тодорхойлов. CIGS төрлийн тунгалаг шилэн нарны цахилгаан үүсгүүрийн бодит цагийн хэмжилтээр энэ төрлийн нарны цахилгаан үүсгүүрийн АҮК дундажаар 5–15% байгааг тооцсон. Хүйтэн уур амьсгалын нөхцөлд CIGS технологийн ажиллагаа тогтвортой болохыг тодорхойллоо. Судалгааны үр дүнд CIGS PV-г Монголын барилгын салбар, хашаа/хаалт, дэд бүтцийг цахилгаанжуулах шийдэлд үр ашигтай нэвтрүүлэх боломжтойг харуулж байна.

Түлхүүр үг: Зэс-Индий-Галлийм-Селен (CIGS) PV, BIPV, хашаа, АҮК, цаг уурын нөхцөл, гаралтын чадал

I. УДИРТГАЛ

Сүүлийн жилүүдэд барилга байгууламжийн хийцтэй шууд нэгтгэн суурилуулдаг нарны цахилгаан үүсгүүрийн систем буюу BIPV (Building-Integrated Photovoltaics) технологи дэлхий дахинд хурдацтай хөгжиж байна.

Нарны цахилгаан үүсгүүрийг барилгын фасад, ханын хийц, хашаа, хаалт, тагт, шилэн хаалт зэрэг барилгын бүтцийн элементтэй нэгтгэн суурилуулах нь барилгын энергийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх, орон зайг хэмнэх, барилгын материалын үүргийг хослуулах, түүнчлэн давхар цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх боломжийг бүрдүүлдэг тул инновацийн ач холбогдол өндөртэй шийдэлд тооцогддог [1], [2].

Ялангуяа тунгалаг болон хагас тунгалаг PV модулиуд нь гэрэл нэвтрүүлэх чадвар өндөр, дулааны шингээлт багатай, архитектурын уян хатан боломжийг олгодог тул олон улсын барилгын салбарт өргөн нэвтэрч буй BIPV бүтээгдэхүүний нэг болж байна. Эдгээр систем нь барилгын гадна төрхийг өөрчлөхгүйгээр эрчим хүч үйлдвэрлэх давхар ашигтай технологи гэж үнэлэгддэг [3].

BIPV технологийн дундаас CIGS (Copper-Indium-Gallium-Selenide) төрлийн нимгэн давхаргатай нарны цахилгаан үүсгүүр нь өндөр шингээлтийн коэффициент, өргөн спектрийн хариу урвал, бага температурын коэффициенттой зэрэг онцлог шинжүүдээрээ хүйтэн уур амьсгалд тогтвортой ажиллах чадвар өндөртэй технологид тооцогддог.

Олон улсын судалгааны үр дүнгээс харахад CIGS модуль нь үүлэрхэг болон бага нарны цацрагтай

нөхцөлд гүйцэтгэлээ тогтвортой хадгалж, -20°C хүртэл температурын орчинд цахилгаан үйлдвэрлэл нь буурдаггүй, зарим тохиолдолд нэмэгдэх боломжтой болохыг тогтоосон байна [4],[6].

Эдгээр шинж чанар нь CIGS төрлийн BIPV системийг огцом температурын хэлбэлзэлтэй, улирлын эрс тэс нөхцөл бүхий хойд бүсийн орнуудад нэвтрүүлэхэд онцгой давуу талтай болгодог бөгөөд фасад, тагт, хамгаалалтын хайс, хашаа, хаалт зэрэг барилгын төрөл бүрийн хийцэд нэгтгэн ашиглах олон улсын чиг хандлага өргөжсөөр байна.

Монгол Улсын хувьд барилгын хийцтэй нэгтгэсэн BIPV системийг ашиглах инженерийн боломж өндөр, нарны эрчим хүчний нөөц баялаг (жилд 2600–3000 нарлаг цагтай) хэдий ч орчны нөхцөл эрс тэс, температурын хэлбэлзэл их, хүчтэй салхи шуургатай, тоосжилт, цас мөсний хуримтлал ихтэй, нарны тусгалын өнцөг ба чиглэлийн өөрчлөлт нь PV системийн гүйцэтгэлд хэрхэн нөлөөлдгийг бодит хэмжилтэд тулгуурлан судалсан ажил хомс байна.

Иймээс энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотод байрлах ШУТИС-ийн Т байрны дээвэрт суурилуулсан хагас тунгалаг CIGS төрлийн нарны цахилгаан үүсгүүрийн бодит хэмжилтийн мэдээлэлд тулгуурлан CIGS төрлийн BIPV системийн эрчим хүчний үйлдвэрлэл, улирлын ба цаг агаарын нөхцөлийн нөлөөлөл, барилгын хийцэд ашиглах боломж зэргийг судалж, Монгол орны нөхцөлд BIPV технологийг нэвтрүүлэх техникийн болон инженерийн үндэслэлийг тодорхойлох зорилго тавив.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

1. Туршилтын систем

Судалгааны ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотын төв хэсэгт байрлах ШУТИС-ийн Т байрны дээвэр дээр CIGS төрлийн нимгэн үеийн бүтэцтэй BIPV хашлага системийг суурилуулж, тэдгээрийн бодит ажиллах горим, эрчим хүчний үйлдвэрлэл болон орчны нөхцөлийн нөлөөллийг судалсан. 1-р зурагт үзүүлсэнчлэн энэхүү туршилтад ашигласан төрлийн CIGS PV модуль нь барилгын хамгаалалтын хашлага хэлбэрээр тусгай зориулалтын метал хийцтэй сууринд суурилагдсан бөгөөд бодитоор барилгын хийцийн нэг хэсгийн үүргийг гүйцэтгэж, давхар цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх боломжийг бүрдүүлсэн.



1-р зураг. Дээврийн хашилт хэлбэрээр суурилуулсан CIGS төрлийн нарны цахилгаан үүсгүүрийн харагдах байдал

Суурийг хийхдээ эрс тэс уур амьсгал, салхины ачаалал, орчны нөлөөллийг тооцож зохион бүтээсэн.

2. Хэмжилтийн үзүүлэлтүүд

Туршилтын системүүдийн ажиллагааны горим, цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэл болон орчны нөхцөлийн нөлөөллийн хамаарлыг тодорхойлох зорилгоор 2025 оны 10-р сарын 22, 23, 24 болон 11-р сарын 01, 11 өдрүүдэд өдөр бүр 09:00–17:00 цагийн хооронд хэмжилт хийж, шаардлагатай параметруудыг бүртгэн авсан.

Улаанбаатар хотын орчны үзүүлэлтүүд болох хоногийн температурын хэлбэлзэл, агаарын бохирдол, өдрийн нар гийгүүлэлтийн өөрчлөлт, салхины хурд, харьцангуй чийгшил зэрэг мэдээллүүдийг дээвэрт суурилуулсан хэмжилтийн станцын нэг жилийн бодит өгөгдөл ашиглан боловсруулсан. Энэ нь BIPV системийн гүйцэтгэлд нөлөөлөх орчны олон хүчин зүйлийн зэрэгцээ нөлөөллийг үнэлэх боломжийг бүрдүүлсэн.

ШУТИС-ийн Т байрны дээвэрт суурилуулсан CIGS PV хашлага системийн модуль тус бүрийн хүчдэл болон гүйдлийн гаралтыг хэмжсэн. Эдгээр хэмжилтийн өгөгдөлд тулгуурлан нарны цахилгаан үүсгүүрийн өдрийн нийт үйлдвэрлэлийн хэмжээ, нарны өндрийн хамгийн их үед үүсэх оргил цацрагийн үеийн гүйцэтгэл, өглөө болон оройн нарны цацрагийн бууралтын нөлөөг судаллаа.

III. BIPV ТЕХНОЛОГИЙН ХЭРЭГЛЭЭ

BIPV технологи нь барилгын фасад, шиллэгээ, дээвэр зэрэг уламжлалт материалыг орлох боломжтой учир барилгын хийцийг өөрчлөхгүйгээр цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх давхар үүргийг гүйцэтгэдэг. Ингэснээр барилгын гадна төрхийг нэг төрлийн, цэвэр шийдэлтэй болгох архитектурын давуу тал бий болж, эрчим хүчний хэрэглээг бууруулан ногоон барилгын үзүүлэлтийг сайжруулах



боломж бүрдэнэ.

2-р зураг. Тунгалаг шилэн CIGS төрлийн нарны цахилгаан үүсгүүрийн ерөнхий бүтэц

Нимгэн хальсан PV технологи (amorphous-Si, CIGS, CdTe) нь хөнгөн жин, уян хатан хийц, фасад болон шиллэгээний материалтай сайн нийцэх тул BIPV-д хамгийн тохиромжтой технологийн нэгд тооцогдож барилгын хаалт, фасад, сүүдрэвч зэрэг хийцүүдэд өргөн ашиглагдаж байна.



3-р зураг. BIPV нарны цахилгаан үүсгүүрийн хэрэглээ

Мөн нэмэлт талбай шаардахгүйгээр барилгын бүтцэд суурилдаг тул өндөр нягтралтай хотжилтын бүс болон эрчим хүчний хэрэглээ өндөр байгууламжид илүү оновчтой шийдэл болдог. Барилгын хийцтэй нэгтгэн суурилуулсан BIPV систем нь салхи, цас, бороо зэрэг орчны нөлөөнөөс хамгаалах бүтээцийн үүргийг гүйцэтгэхийн зэрэгцээ дулаан ба дуу чимээ тусгаарлах, сүүдрэвч болон хамгаалалтыг давхар хангаж, архитектурын шийдэл болж барилгын гадна сайжруулдаг бөгөөд ашиглалтын дундаж хугацаа нь 20–25 жил байдаг.

2006 онд 1 Вт хүчин чадлыг суурилуулах өртөг 6.5–7.5 ам.доллар байсан бол технологийн хурдацтай хөгжлийн үр дүнд 2025 он гэхэд PV системийн суурилуулалтын үнэ ойролцоогоор 2.5–3.5 ам.доллар/Вт хүртэл буурсан нь өртөг цаашид тасралтгүй буурч BIPV технологи эрчим хүчний зах зээлд өрсөлдөх чадвартай болох боломжтой юм.

IV. BIPV СИСТЕМИЙН ГҮЙЦЭТГЭЛИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТ БА ҮР ДҮН

BIPV системийн эрчим хүчний гүйцэтгэл нь PV технологийн төрөл, суурилуулалтын байршил, нарны тусгалын өнцөг, модулийн ажлын температур, сүлжээний холболтын горим, нарны цацрагийн хэмжээ, системийн алдагдал зэрэг олон хүчин зүйлээс хамааран өөрчлөгддөг. Энэ бүлэгт BIPV системийн ажиллах гүйцэтгэлийг үнэлэхэд түгээмэл хэрэглэгддэг үндсэн үзүүлэлтүүд болон тооцооллын томьёонуудыг танилцууллаа.

A. Энергийн үйлдвэрлэл (Energy Yield)

Энергийн үйлдвэрлэл нь PV системээс тодорхой хугацаанд гаргаж буй гүйдлийн энергийн хэмжээг илэрхийлнэ.

$$E_{PV} = V \cdot I \cdot t \quad (1)$$

Энд: E_{PV} – үйлдвэрлэх энерги, V - хүчдэл, I - гүйдэл, t - хугацаа

B. Стандарт гаралт (Reference Yield, Y_R)

Стандарт гаралт нь PV төхөөрөмж дээр ирж буй нарны нийлбэр цацрагийг стандарт нөхцөл дэх ($AM1.5$, 1000 Вт/м^2 , 25°C) нарны цацрагт харьцуулсан үзүүлэлт юм.

$$Y_R = G/G_{STC} \quad (2)$$

Энд: G - PV модуль дээр туссан нийлбэр цацраг, G_{STC} - стандарт нөхцөл дэхь цацраг.

C. Гаралтын фактор (Yield Factor, Y_F)

Гаралтын фактор нь системийн AC талын бодит үйлдвэрлэсэн энерги болон STC нөхцөл дэх суурилагдсан хүчин чадалын харьцаа юм.

$$Y_F = E_{PV,AC} / P_{PV,STC} \quad (3)$$

Энд: $P_{PV,STC}$ - системийн суурилагдсан хүчин чадал

D. Бүтээмжийн харьцаа (Performance Ratio, PR)

Бүтээмжийн харьцаа нь PV системийн бодит гүйцэтгэлийг стандарт нөхцөлтэй харьцуулсан үзүүлэлт бөгөөд IEC 61724 стандартад заасан аргачлалаар тооцно. PR нь системийн элэгдэл, алдагдал, хэт халалт, сүүдэрлэлтийн нөлөө зэрэг хүчин зүйлсийг үнэлэхэд чухал үзүүлэлт юм.

$$PR = Y_F / Y_R = (E_{PV,AC} \cdot G_{STC}) / (P_{max} \cdot G) \times 100 \quad (4)$$

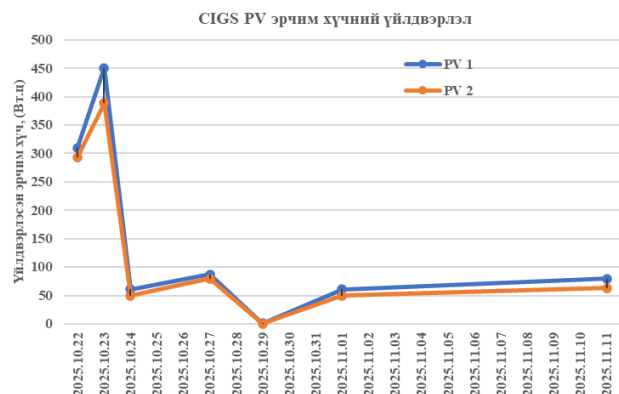
Энд: P_{max} - PV модулийн суурилагдсан хамгийн их чадал, G_{STC} - стандарт нөхцөл дэхь цацраг.

НАРНЫ ЦАХИЛГААН ҮҮСГҮҮРИЙН ХЭМЖИЛТИЙН УТГА

1-Р ХҮСНЭГТ.

Огноо	E_1 (Вт.ц)	E_2 (Вт.ц)	Гадна орчны температур ($^\circ\text{C}$)	Гадна орчны чийгшил (%)
2025.10.22	308.89	293.027	-4.1	48
2025.10.23	450.3	388.675	-2.8	45
2025.10.24	60.6	49.707	-2.0	55
2025.10.27	86.94	79.992	-1.1	58
2025.10.29	1.334	0.648	-1.2	58
2025.11.01	60.6	49.707	-1.3	58
2025.11.11	79.8	63.042	-1.4	58

Дундаж өдрийн эрчим хүч үйлдвэрлэлийн хэмжээ 132-150 Вт.ц/өдөр бөгөөд дундаж үйлдвэрлэлийн хувь ~81% байна.



4-р зураг. Нарны цахилгаан үүсгүүрийн эрчим хүчний үйлдвэрлэл

10-р сарын 23-нд нарны цацраг 349 Вт/м^2 орчим байх үед хамгийн их эрчим хүчний үйлдвэрлэл нь PV-1 хувьд 450 Вт.ц , хагархай PV-2 хувьд 389 Вт.ц байсан. 10-р сарын 29-нд нарны цацраг хамгийн бага, үүлэрхэг, нарны цахилгаан үүсгүүрийн гадаргуу сүүдэрлэлт их байх үед бараг эрчим хүч үйлдвэрлээгүй байна.

ТЕМПЕРАТУР БА ЧАДЛЫН ХАМААРАЛ

2-Р ХҮСНЭГТ.

Хэмжигдэхүүн	Хамаарал, R
Температур болон PV-1 гаралтын чадал	0.242
Температур болон PV-2 гаралтын чадал	0.188
Чийгшил болон PV-1 гаралтын чадал	0.204
Чийгшил болон PV-2 гаралтын чадал	0.212

Хэмжилтийн үр дүнгээс харахад бүтэн CIGS хашлага (PV-1) нь бага зэрэг хагаралтай CIGS хашлагаас (PV-2) бага зэрэг өндөр эрчим хүч

үйлдвэрлэсэн бөгөөд зөрүү нь 5–15 %-ийн хооронд хэлбэлзэж байсан.

Улаанбаатар хотын гадна орчны температур $-4 \dots -1$ °C орчим байх нөхцөлд хоёр нарны цахилгаан үүсгүүрийн чадлын хооронд эерэг сул хамаарал ажиглагдсан (PV-1 хувьд $R \approx 0.242$, PV-2 хувьд $R \approx 0.188$). Өөрөөр хэлбэл, гадна агаарын температур хүйтэн (-4 °C) үед ч CIGS модуль тогтвортой ажиллаж, температур өсөхөд ($-3 \dots -1$ °C) бага зэрэг илүү энерги гаргасан нь CIGS технологийн бага температурын коэффициент, хүйтэн орчинд ч гаралтын гүйцэтгэл буурахгүй гэдгийг харуулж байна. Чийгшлийн хамаарал мөн бага зэрэг эерэг утгатай ($R \approx 0.2$) гарсан нь намар, өвлийн улиралд нарны цацаргалтын бууралтын шалтгаанууд (манан, үүлшилт гэх мэт) чийгшилтэй холбоотой юм.

IEC 61724 стандартын дагуу тооцсон гүйцэтгэлийн харьцаа буюу бүтээмжийн харьцаа PR нь нэрлэсэн чадал 60 Вт бөгөөд бодит хэмжилтийн орчинд чадал нь өндөр байсан учир $PR > 1$ утгууд гарсан. Иймд PR-ийн үнэмлэхүй утга бус, цаг тутмын өөрчлөлтийг харьцуулах нь тохиромжтой юм. Нэг ижил нөхцөлд PV-1-ийн PR нь PV-2-ын PR-аас өндөр үзүүлэлтэй байгаа нь бүтэн CIGS модуль бага зэрэг хагархай модультай харьцуулахад нэгж нэрлэсэн чадлын хувьд илүү их чадал үйлдвэрлэж байгааг илэрхийлнэ.

CIGS PV-ний эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн гүйцэтгэл

3-р ХҮСНЭГТ.

Огноо	E ₁	E ₂	PV1	PV2	Y _R	PV1	PV2
	кВт.ц		Y _F			PR	
10.22	308.9	293	5.15	4.88	3.805	1.35	1.28
10.23	450.4	389.1	7.51	6.49	3.494	2.15	1.86
10.24	390.5	353.2	6.51	5.89	3.199	2.03	1.84
10.27	350.3	326.8	5.84	5.45	3.007	1.94	1.81
10.29	193.1	166.4	3.21	2.77	2.731	1.18	1.02
11.01	352	289.2	5.86	4.82	3.268	1.79	1.48
11.11	381.9	334.7	6.36	5.58	3	2.12	1.86

Эдгээр үр дүн нь CIGS төрлийн BIPV хашлага систем $(-4) \dots (-1)$ °C хүйтэн уур амьсгалтай, 300–380 Вт/м² орчим нарны радиантай байх нөхцөлд тогтвортой ажиллаж байна.

Энэ нь Монгол орны хүйтэн эрс тэс уур амьсгалд BIPV-ийг фасад, тагт, хашаа хэлбэрээр нэвтрүүлэх техникийн боломж байгааг харуулж, цаашид илүү урт хугацааны, улирлын туршилт хийх шаардлагатайг илтгэнэ.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны хүрээнд Улаанбаатар хотын нөхцөлд суурилуулсан тунгалаг CIGS төрлийн BIPV системийн бодит гүйцэтгэлийг судаллаа. Хэмжилтийн үр дүнгээс харахад $-4 \dots -1$ °C орчны температур болон 273–380 Вт/м² нарны цацрагийн нөхцөлд нарны цахилгаан үүсгүүрийн тогтвортой

ажиллагааг хадгалж, гүйцэтгэлийн бууралт ажиглагдаагүй нь CIGS технологийн температурын коэффициент бага, хүйтэн уур амьсгалд тохиромжтойг харуулж байна.

Сүүлийн хугацаанд CIGS төрлийн нарны цахилгаан үүсгүүрийн үйлдвэрлэл буурсан нь цаг агаарын нөхцөлтэй шууд холбоотой байна. Тухайлбал, цас орж, олон өдөр дараалан бүрхэг байсан тул нарны цацрагийн хэмжээ багасаж, улмаар цахилгаан үйлдвэрлэлд нөлөөлсөн гэж үзэв.

Мөн хэмжилтийн явцад системийн гаралтын утгыг шууд батареягаар дамжуулан авсан нь хэмжилтийн үнэн зөв байдалд нөлөөлөх боломжтой байна. Батарея бүрэн цэнэгтэй болсон тул нэмэлт цахилгаан хүлээн авахгүй байгаа мэт хэмжилтийн үр дүн гарсан бөгөөд энэ нь бодит үйлдвэрлэлийн үзүүлэлтээс бага гарсан шалтгаан болсон талтай.

Иймээс дараагийн шатны хэмжилт, туршилтыг илүү бодит, нарийвчлалтай болгох зорилгоор цэнэг зохицуулагч болон инвертер ашиглан системийн ачаалал доорх бодит үйлдвэрлэлийг хэмжихээр төлөвлөж байна.

Бүтэн CIGS модуль бүхий PV-1 нь хагархай PV-2-оос хэмжилтийн бүх өдрүүдэд 5–15%-иар илүү энерги үйлдвэрлэсэн нь оптик дамжуулалтын ялгаатай байдалтай уялдсан гэж дүгнэж байна. Бүтээмжийн харьцааны (PR) тооцооллоор PV-1 болон PV-2 системийн харьцангуй гүйцэтгэл тогтвортой, PV-1 системийн PR тогтмол өндөр үнэлэгдсэн нь бүтэн CIGS модуль нэгж нэрлэсэн чадлын хувьд илүү үр ашигтай ажиллаж байгааг харуулж байна. Судалгааны үр дүн нь CIGS төрлийн BIPV системийг Монгол оронд байгаа барилгын хийц, ялангуяа фасад, тагт, хамгаалалтын хашаа болон хаалтын бүтцэд нэвтрүүлж ашиглахад техникийн боломж, найдвартай ажиллагаа, улирлын эрс тэс нөхцөлд тохирох инженерийн үндэслэл хангагдаж байгааг харуулав. Цаашид улирлын болон жилийн хугацаанд мониторинг, хэмжилт хийх нь CIGS BIPV технологийн урт хугацааны гүйцэтгэл, дулааны нөлөөлөл, системийн насжилт болон хотын орчны өөрчлөлттэй уялдах хүчин зүйлсийг илүү нарийвчлан тогтоох боломжийг бүрдүүлнэ.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажил нь ШУТИС–Эрчим Хүчний Инженерчлэлийн Сургууль болон БНСУ-ын Мекару ХХК-ийн хамтын ажиллагааны хүрээнд хэрэгжүүлж буй “Монгол орны эрс тэс уур амьсгалд CIGS төрлийн нарны цахилгаан үүсгүүрийн гүйцэтгэлийг үнэлэх” төслийн хүрээнд хийгдэж буй судалгаа юм. Бүх оролцогч талуудад талархал илэрхийлье.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] M. J. Jelle, “Building-integrated photovoltaics: A review of recent developments,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, pp. 1665–1679, 2020.
- [2] A. K. Shukla et al., “BIPV products, applications and future potential,” *Solar Energy*, vol. 204, pp. 713–738, 2020.

-
- [3] C. Roe et al., "Performance of semi-transparent PV modules for architectural integration," *Solar Energy*, vol. 219, pp. 531–540, 2021.
- [4] H. M. Upadhyaya et al., "Outdoor performance of CIGS thin-film modules under different climates," *Renewable Energy*, 2022.
- [5] T. Yoshida et al., "Long-term stability of CIGS-based photovoltaic modules," *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 2023.
- [6] R. D. Pierson, "PV performance in extreme cold regions," *IEEE Access*, 2021.
- [7] G. Álvarez et al., "Photovoltaic noise barriers: Design and applications," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2022.
- [8] Y. Tagawa et al., "BIPV façade and barrier system performance," *IEEE J. Photovoltaics*, 2023.

АГААР ҮЛЭЭГЧ TB80/1.6 КОМПРЕССОРЫГ GL2-TURBO КОМПРЕССОРООР ОРЛУУЛАН АЖИЛЛУУЛАХ ҮЕИЙН АШИГТ АЖИЛЛАГАА

/“ЭРДЭНЭТ ҮЙЛДВЭР” ТӨҮГ-ЫН ЦЭВЭРЛЭХ БАЙГУУЛАМЖИЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР/

Эрдэнэгийн ЧУЛУУНТӨР¹, Сумья ЭРДЭНЭБАТ²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Эрдэс боловсруулалт, инженерчлэлийн тэнхим

²Монгол Улс, Орхон аймаг, ШУТИС, Эрдэнэт цогцолбор дээд сургууль, Механикийн тэнхим

*Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: erdeneechuluuntur@gmail.com*¹

Хураангуй: Эрдэнэт үйлдвэр Төрийн Өмчит Үйлдвэрийн Газрын Ус хангамжийн цехийн Цэвэрлэх байгууламжийн хэсэг нь Орхон аймгийн болон Эрдэнэт Үйлдвэрийн ахуйн, үйлдвэрийн бохир усыг татан төвлөрүүлж механик цэвэрлэгээ, биологи цэвэрлэгээ, гүн цэвэрлэгээ, хими цэвэрлэгээ гэсэн дөрвөн шатны цэвэрлэгээгээр дамжуулан 96-98 хувь цэвэрлэн Хүрээлэн буй орчинд нийлүүлэх цэвэршүүлсэн бохир усны MNS4943-2015 стандартад нийцүүлэн байгаль орчинд нийлүүлэх болон Эрдэнэт үйлдвэрийн технологийн усны хэрэгцээнд ашиглагддаг. Тус цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн гол цэвэрлэгээний үе болох биологи цэвэрлэгээний үе шатны бичил биетэн өсгөх зориулалт бүхий усан санг агаараар хангах зориулалттай Агаар үлээгч ба Насосны станцад байрладаг TB80/1.6 төрлийн агаар үлээгч тоноглол нь 1974 оноос одоог хүртэл ашиглагдаж байгаа бөгөөд хоногийн 24 цаг ашигладаг нөөцтэй тоног төхөөрөмж юм. Уг TB80/1.6 агаар үлээгч компрессор нь урт хугацааны ашиглалтын явцад эд анги нь илэгдэж түүнийг даган засварт зогсох эрчим нь нэмэгдэж урсгал зардал нэмэгдсэн. Сүүлийн жилүүдэд Эрдэнэт Үйлдвэр Төрийн Өмчит Үйлдвэрийн Газар нь бүтээмж болон үйлдвэрлэлийн тасралтгүй найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх зорилгоор техник тоног төхөөрөмжийн шинэчлэлт дээр онцгой анхаарч байгаатай холбогдуулан тухайн нөөцтэй тоноглол бүхий 3 ширхэг TB80/1.6 агаар үлээгчийн 1 ширхэг агаар үлээгч компрессорыг Америкийн нэгдсэн улсад төвтэй Хятадад улсад үйлдвэрлэгдсэн GL2-TURBO компрессорыг орлуулан суурилуулж сүүлийн гурван жил ашиглаж байна. Тус GL2-TURBO компрессор нь TB80/1.6 агаар үлээгч компрессортой харьцуулахад ашиглалтын хугацаа удаан, хөргөлтийн усны системийн зардал байхгүй, тосолгооны зарцуулалт бага, техник үйлчилгээ болон урсгал засвар бага, цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлттэй, ажиллагааны системийн илүү ухаалаг нарийвчилсан системтэй, ажлын байрны дуу чимээ буурсан, үйлдвэрлэлийн тасралтгүй найдвартай ажиллагаа нэмэгдэж байгаа зэрэг олон талын ач холбогдолтой байгаа нь урьдчилсан байдлаар тогтоогдож байгааг цаашид тус тоног төхөөрөмжүүдийг илүү нарийвчлан судлах шаардлагатай байгаа нь ажиглагдаж байна.

Түлхүүр үг: Тоног төхөөрөмж, Сэлбэг, Хэмнэлт, Засвар

I. УДИРТГАЛ

Улс орны эдийн засагт жинтэй хувь нэмэр оруулагч уул уурхайн салбарын үйл ажиллагааны минут, секунд бүрд өндөр ашиг орлого яригдаж байдаг. Энэ ч утгаараа Монгол Улсын эдийн засгийн гол хөдөлгөгч хүч болсон Эрдэнэт Үйлдвэр тасралтгүй найдвартай ажиллаж байх шаардлага тулгардаг. Техник технологи хөгжихийн хирээр жил ирэх тусам Эрдэнэт Үйлдвэрийн шат дамжлага бүрд тоног төхөөрөмжийн тасралтгүй найдвартай ажиллагааг бататгах, хэмнэлт хийх аргачлалыг судлан үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэн улс эх орны эдийн засагт болон бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлд ашиг тусаа үзүүлсээр байна.

Иймд Эрдэнэт Үйлдвэрийн Ус хангамжийн цехийн Цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн Агаар үлээгч ба Насосны станцад байрлах хуучин ашиглагдаж байсан TB80/1.6 агаар үлээгч компрессорыг шинэ үеийн GL2-TURBO компрессороор орлуулан ажиллуулах үеийн тоног төхөөрөмжийн ашигт ажиллагаа, цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ, тус бүрийн урсгал зардал, бүтээмж, засвар үйлчилгээ зэрэг үйлдвэрлэлийн тасралтгүй найдвартай ажиллагааг нэмэгдүүлж буй эсэх талаар тус судалгааг хийж байна. Энэхүү зорилгын хүрээнд

цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн агаар үлээгч тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагааг шинэ үеийн тоног төхөөрөмж болон ашиглалтын хугацаа дууссан хуучин тоног төхөөрөмжтэй харьцуулан түүнээс үүсэх ашиглалтын зардал, эрчим хүчний хэмнэлт, засвар үйлчилгээний давтамжийг багасгах, тос тосолгооны материал болон сэлбэг хэрэгсэл, хөргөлтийн усны хэмнэлийг нэмэгдүүлэх боломжийг судалж зарим үр дүнгүүд гарч байна [1].

II. ОНОЛЫН ТОЙМ СУДАЛГАА

Тоног төхөөрөмжийн ашигт ажиллагаа гэдэг нь үр ашигтай, тасралтгүй найдвартай ажиллагаатай, ашиглалтын зардал бага бөгөөд сэлбэг хэрэгслийн үнэ өртөг хямд байх талуудтай шинж чанар юм. Үүнд голчлон ажлын бэлэн байдал буюу тоног төхөөрөмж эвдрэлгүй, засвар үйлчилгээний зогсолтгүйгээр ашиглахад бэлэн байх хугацаа, гүйцэтгэл буюу тоног төхөөрөмж бодит ажиллах үедээ онолын хүчин чадлаа ямар түвшинд ашиглаж байгаа үзүүлэлт, бүтээмж ба чанар буюу тоног төхөөрөмжийн үйлдвэрлэсэн бүтээгдэхүүн, гарсан бүтээгдэхүүний чанар, алдааны эзлэх хувь, хаягдлын түвшин зэргээс тухайн тоног төхөөрөмжийн ашигт ажиллагаа шууд хамаарна.

Үүнтэй холбоотойгоор Эрдэнэт Үйлдвэрийн Ус хангамжийн цехийн Цэвэрлэх байгууламжийн агаар үлээгч ба насосны станцын агаар үлээгч TB80/1.6 компрессор болон агаар үлээгч GL2-TURBO компрессор гэх 2 тоног төхөөрөмжийн ажлын бүтээмж, тасралтгүй найдвартай ажиллах чадвар, засвар үйлчилгээний давтамж, урсгал зардал, эрчим хүчний хэмнэлт зэргийг хооронд нь харьцуулан нарийвчлан судалж эерэг үзүүлэлтүүд гарах таамаг дэвшүүлсний үндсэн дээр судалгааны үр дүнг гаргахыг зорив.

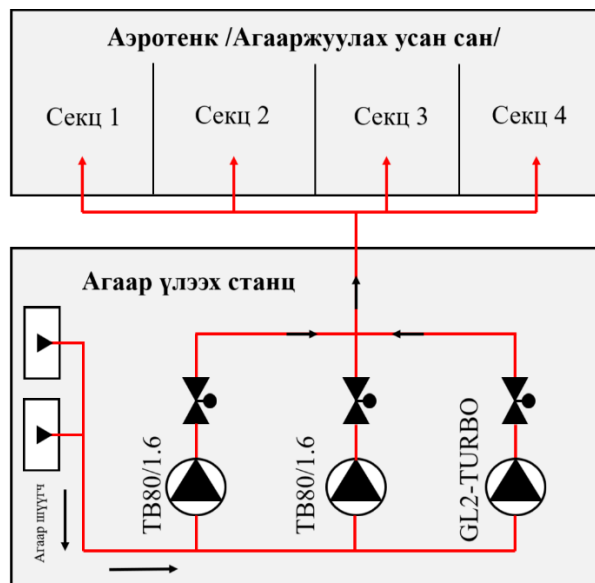
Нөгөөтгөө үйлдвэрлэлийн тасралтгүй найдвартай ажиллагааг бүрэн хангаж, үр ашгийг дээшлүүлэх, цаашид ямар тоног төхөөрөмжийг сонгон ажиллуулах зөв шийдэл гаргахын тулд үйлдвэрийн дотоод нөөц боломжийг судалж илрүүлэх асуудал ч хөндөгдөж байна. Тус тоног төхөөрөмжүүдийг хооронд нь харьцуулсан судалгааг нарийвчлан хийж тодорхойлсноор цахилгаан эрчим хүчний, сэлбэг хэрэгслийн, бүтээмжийн, урсгал зардал хэмнэгдэж үйлдвэрлэлийн тасралтгүй найдвартай ажиллагаа нэмэгдэх боломжтой гэсэн таамаглал тавигдаж болохоор байна.

III. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Тус цэвэрлэх байгууламж нь хоногт 24000 куб/метр бохир ус татан төвлөрүүлж цэвэрлэх хүчин чадалтай бөгөөд цэвэрлэсэн бохир усаа байгаль орчинд болон баяжуулах үйлдвэрийн хаягдлын аж ахуйн усан сан руу нийлүүлэх гэсэн 2 төрлөөр нийлүүлж насосны станцууд тэдгээрт суурилагдсан тоног төхөөрөмжүүд, ус дамжуулах шугам сүлжээ, хаалт арматурууд, насосны станцын хэвийн найдвартай ажиллагаа, технологи горим зэргийг хариуцан тэдгээрийн туршилт, тохируулга, ашиглалт, ашиглалтын дүрэм, зааврын дагуу цаг тухай бүрд нь үйлчилгээ хийж ажилладаг.



1-р зураг. Агаар үлээгч TB80/1.6 компрессор



2-р зураг. Агаар үлээгч компрессорын технологи схем

Цэвэрлэх байгууламжийн биологи цэвэрлэгээний технологийн горимыг хангах зориулалт бүхий Агаар үлээгч ба Насосны станцад TB80/1.6 төрлийн компрессор 2 ширхэг, GL2-TURBO компрессор 1 ширхэг суурилагдсан байдаг [2].

Тухайн агаар үлээгч компрессорууд нь нэг нэгээр буюу ээлжлэн сарийн хугацаатайгаар хоногийн 24 цаг тасралгүйгээр ажиллаж Аэротенкийн /агааржуулах усан/ байгууламжийн 4 тусдаа секцийг жигд агаараар хангах үүрэгтэй.



3-р зураг. Агаар үлээгч GL2-TURBO компрессор



4-р зураг. Агаараар үлээгдэж буй Аэротенк

АГААР ҮЛЭЭГЧ TB80/1.6, GL2-TURBO
КОМПРЕССОРЫН ТЕХНИКИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТ

1-р ХҮСНЭГТ

№	Үндсэн үзүүлэлт	Үзүүлэлт	Нэгж	Хэмжээ
TB80/1.6 компрессор				
1	Загвар /марк/	ТВ		
2	Төрөл /модель/	TB80/1.6		
3	Техникийн үзүүлэлт	Бүтээл	м ³ /мин	100
		Хөдөлгүүрийн чадал	кВт	160
		Ажлын дугуйн эргэлт	Эрг/мин	3000
GL2-TURBO компрессор				
4	Загвар /марк/	GL-TURBO		
5	Төрөл /модель/	GL2-TURBO		
6	Техникийн үзүүлэлт	Бүтээл	м ³ /мин	100
		Хөдөлгүүрийн чадал	кВт	150
		Ажлын дугуйн эргэлт	Эрг/мин	22000

Цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн биологи цэвэрлэгээний үндсэн тоноглол болох GL2-TURBO компрессор нь ажлын дугуй жижигтэй өндөр эргэлттэй, цахилгаан зарцуулалт болон ашиглалтын зардал бага, хүний хөдөлмөр хөнгөвчилсөн зэрэг олон талын ач холбогдолтой гидравлик машин юм [3].

ҮЙЛДВЭР, АЖ АХУЙН НЭГЖ, БАЙГУУЛЛАГАД
БОРЛУУЛАХ ЦАХИЛГААНЫ ТАРИФ

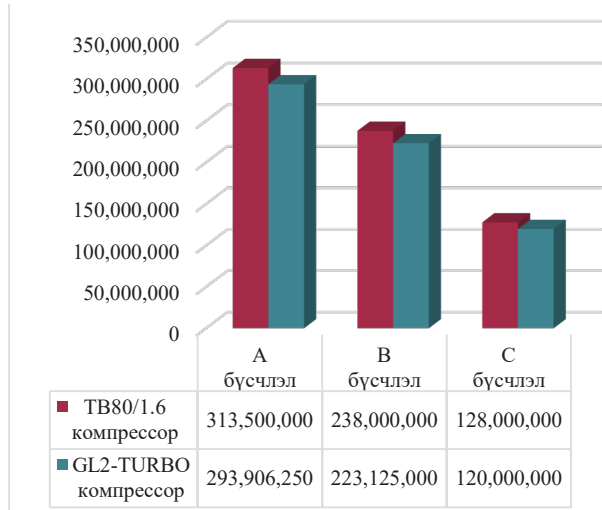
2-р ХҮСНЭГТ

№	Цахилгаан эрчим хүчний 3-н тариф			
	Бүс	Цагын хязгаар	Хэмжих нэгж	Тариф
1	А	06 ⁰⁰ -17 ⁰⁰	төг/кВт.ц	285.00
2	В	17 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	төг/кВт.ц	476.00
3	С	22 ⁰⁰ -06 ⁰⁰	төг/кВт.ц	160.00

Эрчим хүчний зохицуулах хорооны 2024 оны 11 дүгээр сарын 01-ний өдрийн 632 дугаар тогтоолын 1 дүгээр хавсралтаас Уул уурхайн олборлох, боловсруулах аж үйлдвэр, зарим аж ахуйн нэгж,

байгууллагад харьяалагдах цахилгааны тарифаар тооцов [4].

Агаар үлээгч TB80/1.6 компрессор болон GL2-TURBO компрессорын 15000 мот/цаг ажиллахад зарцуулагдах цахилгаан эрчим хүчний А, В, С гурван тариф тус бүрээр нь доорх графикт харуулав.



5-р зураг. Агаар үлээгч TB80/1.6 болон GL2-TURBO компрессорын цахилгаан эрчим хүч зарцуулалт

Графикт тооцооллод цахилгаан эрчим хүчний А тарифт 6875 цаг, В тарифт 3125 цаг, С тарифт 5000 цаг тус бүрээр бодогдож нийт 15000 цагаар тооцоог хийхэд агаар үлээгч GL2-TURBO компрессор нь энэ хугацаанд TB80/1.6 компрессортой харьцуулахад даруй 42.5 сая төгрөгийн цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлттэй ажиллах тоног төхөөрөмж болох нь ажиглагдаж байна.

АГААР ҮЛЭЭГЧ TB80/1.6, GL2-TURBO КОМПРЕССОРТ
СҮҮЛИЙН 2 ЖИЛД ХИЙГДСЭН ЗАСВАР ҮЙЛЧИЛГЭЭ

3-р ХҮСНЭГТ

№	Он, сар, өдөр	Гэмтлийн шалтгаан	Хийсэн үйлчилгээ
Агаар үлээгч TB80/1.6 компрессор			
1	2023.12.26	Холхивчуудад дуу орж чичиргээ болон халалт нэмэгдсэн	Тухай бүрд 6314 төрлийн 2 ширхэг, 2314 төрлийн 1 ширхэг холхивч сольж тосолгоо үйлчилгээ хийв
2	2024.03.05		
3	2024.08.17		
4	2025.01.21		
5	2025.07.07		
Агаар үлээгч GL2-TURBO компрессор			
7	2023.12.25 шинээр ашиглалтад орсон	Одоог хүртэл гэмтэл тогтоогдоогүй	Өдөр бүр үзлэг хийж цэвэрлэгээ үйлчилгээ хийсэн

GL2-TURBO компрессор нь 2023 оны 12 дугаар сарын 25-ний өдөр ашиглалтад орсноос хойш өнөөдрийг хүртэл засвар үйлчилгээ хийгдээгүй бөгөөд тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгч, нийлүүлэгч талаас өгсөн шаардлага, баталгаат хугацааны дагуу эд ангийг дур мэдэн задлах, үйлчилгээ хийх нь хориотой ч тухайн тоног төхөөрөмж нь өнөөдрийг

хүртэл ямар нэгэн засвар үйлчилгээ хийх шаардлага гараагүй бөгөөд дутагдалтай тал ажиглагдаагүй [5].

АГААР ҮЛЭЭГЧ TB80/1.6 КОМПРЕССОРТ ШААРДЛАГАТАЙ ХӨРГӨЛТИЙН УСНЫ ХЭМЖЭЭ, ҮНЭ ӨРТӨГ

4-Р ХҮСНЭГТ

№	Усны хэмжээ /м³/	Үнэ, өртөг /төг/
1	5400	4,590,000

TB80/1.6 компрессор нь холхивчоо хөргөхөд зориулж цэвэр ус ашигладаг. Үүнийг Хот, суурины ус хангамж, ариутгах татуургын ашиглалт, үйлчилгээг зохицуулах зөвлөлийн 2020 оны 04 дүгээр сарын 27-ний өдрийн дугаар №37-г үндэслэн Эрдэнэт Үйлдвэртэй тооцоо хийх бөөний тариф, борлуулалтын орлогын шаардагдах хэмжээг батлах тухай тогтоолыг үндэслэн цэвэр усны 850төг/м³-ээр тооцов.

АГААР ҮЛЭЭГЧ TB80/1.6 КОМПРЕССОРТ АШИГЛАГДАГ ХОЛХИВЧНЫ ТӨРӨЛ БОЛОН ҮНЭ, ӨРТӨГ

5-Р ХҮСНЭГТ

№	Холхивчны төрөл	Тоо ширхэг	Нэгж үнэ /төг/	Нийт үнэ /төг/
1	NSK Bearings 6314ZZ	10	88,400	884,000
2	NSK Bearings NJ2314	5	97,007	485,035
3	Нийт			1,369,035

Хослон ажиллаж байгаа агаар үлээгч TB80/1.6 компрессор нь агаар үлээгч GL2-TURBO компрессорыг ашиглалтад орсон хугацаанаас хойш өнөөдрийг хүртэл 5 удаа засвар үйлчилгээнд орсон байгаагаас нийт 15 ширхэг холхивч сольсон байна [6].

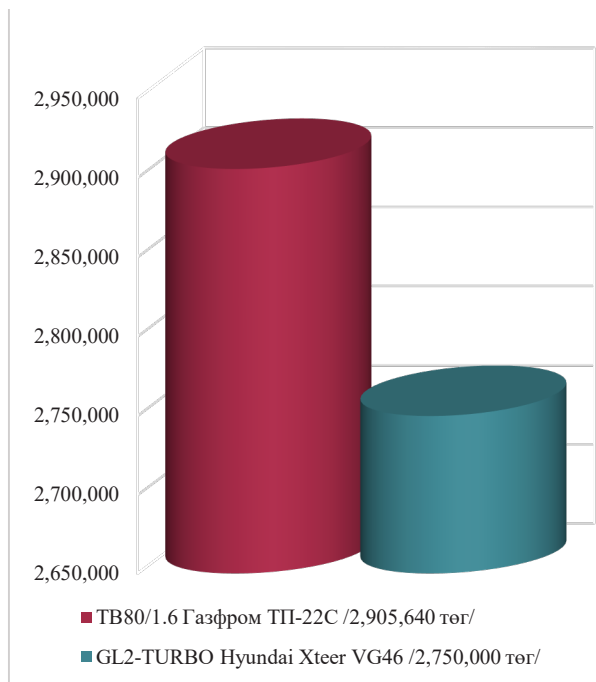
АГААР ҮЛЭЭГЧ TB80/1.6, GL2-TURBO КОМПРЕССОРТ АШИГЛАГДАГ ТОС, ТОСОЛГОО

6-Р ХҮСНЭГТ

№	Үзүүлэлт	Тонг төхөөрөмжийн нэр	
		TB80/1.6	GL2-TURBO
1	Тосны төрөл	Gazprom ТП-22С	Hyundai XTeer VG46
2	Тосны үнэ (1литр/төг)	8546	11000
3	15000 ажил/цагт шаардагдах тосны хэмжээ (литр)	340	250

GL2-TURBO компрессор нь 15000 цаг ажиллаад өөрийн тосны танкд байрлах 250 литр тосоо бүрэн солих шаардлагатай байдаг тул тооцоололд агаар үлээгч TB80/1.6 компрессорыг мөн адил хугацаанд шаардагдах тосны хэмжээгээр тооцов [7].

15000 мот/цагт шаардагдах тосны үнэ, өртгийг доорх графикт харуулав.



6-р зураг. Агаар үлээгч TB80/1.6, GL2-TURBO компрессорт ашиглагддаг тос, тосолгооны үнэ, өртөг

TB80/1.6 компрессорын 15000 мот/цагт шаардлагатай тосны үнэ өртөг GL2-TURBO компрессорт шаардагдах тосны үнэ өртгөөс 155,640 төгрөгийн илүү үнэтэй гарсан тооцоолол гарав. Тус Gazprom ТП-22С турбин тос нь Hyundai XTeer VG46 тосноос хямд хэдий ч тухайн агаар үлээгч TB80/1.6 компрессорт зарцуулагдах тосны хэмжээ нь өндөр байгаагаас үүдэн тос тосолгооны материалд зарцуулагдах үнэ өртөг өндөр гарахад нөлөөлөв.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Эрдэнэт Үйлдвэрийн Ус хангамжийн цехийн Цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн Биологи цэвэрлэгээний үе шатны агаар үлээгч TB80/1.6 компрессорын оронд GL2-TURBO компрессорыг орлуулан ажиллуулах үед гарах тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагаа хангагдаж буй эсэх сэлбэг хэрэгсэл, тос тосолгоо, цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлт зэргийг судлан тодорхойлов.

Тухайн судалгаагаар агаар үлээгч GL2-TURBO компрессорыг TB80/1.6 компрессортой 15000 цаг харьцуулсан судалгаа хийхэд цахилгаан эрчим хүч зарцуулалтад 42500000 төгрөг, сэлбэг хэрэгсэлд 1369035 төгрөг, тос тосолгооны материалд 155640 төгрөг, хөргөлтийн усны хэмнэлтэд 5400 м³ цэвэр ус буюу түүний үнэ өртөг болох 4590000 төгрөгийг тус тус хэмнэн GL2-TURBO компрессорыг үйлдвэрлэлд ашигласнаар дээрх тооцоололт хугацаанд нийт 48614675 төгрөгийн эдийн засгийн хэмнэлт хийсэн нь тогтоогдов.

Судалгааны 15000 мот/цагт агаар үлээгч TB80/1.6 компрессор нь нийт 5 удаа засварт зогссон бол агаар үлээгч GL2-TURBO компрессор нь энэ хугацаанд ямар нэгэн эвдрэл гэмтэл болон техникийн саатал

гаргаагүйгээр ажилласан нь тоног төхөөрөмжийн тасралтгүй найдвартай ажиллагааг нэмэгдүүлсэн үзүүлэлт ажиглагдав.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

[1] “Эрдэнэт Үйлдвэр” ТӨҮГ-ийн Ус хангамжийн цехийн цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн танилцуулга.

[2] Цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн Агаар үлээгчийн технологи схем.

[3] Ус хангамжийн цехийн Цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн насосны машинчийн өдөр тутмын ажлын дэвтэр.

[4] Эрчим хүчны зохицуулах хорооны 2024 оны 11 дүгээр сарын 01-ний өдрийн 632 дугаар тогтоолын 1 дүгээр хавсралт.

[5] Цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн Тоног төхөөрөмжийн засварын механикчын засвар үйлчилгээний бүртгэлийн дэвтэр.

[6] Цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн Тоног төхөөрөмжийн засварын механикчын сэлбэг хэрэгслэг бүртгэх дэвтэр.

[7] Цэвэрлэх байгууламжийн хэсгийн Тоног төхөөрөмжийн засварын механикчын шатах, тослох материалын бүртгэлийн дэвтэр.

“ЭРДЭНЭТ ҮЙЛДВЭР” ТӨҮГ ИЛ УУРХАЙН УС ТАТАХ БАЙГУУЛАМЖИЙН АШИГЛАЛТЫН СУДАЛГАА

Мэндсайханы ОТГОНБАТ¹, Баянжаргалын БАЯРХҮҮ², Борягийн ОРХОНТУУЛ³

^{1,2}Монгол Улс, Орхон аймаг, ШУТИС, “Эрдэнэт цогцолбор” дээд сургууль, Инженер технологийн салбар

³Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: otg0033@gmail.com¹

Хураангуй: “Эрдэнэт үйлдвэр” ТӨҮГ-ийн ашиглалтын явцад хүдрийн агуулга буурч, баяжуулах үйлдвэрийн хүчин чадал өсөж байгаа тул ил уурхайн олборлолтын хэмжээ нэмэгдэж, уурхайн гүн болон эзлэх талбай хурдацтай ихсэж байна. Карьерийн шүүрлийн усны хэмжээ 2024 оны байдлаар 1,939,025 м³ болж өссөн үзүүлэлттэй байна. Иймээс ус татах байгууламжийн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх, ашиглалтын горимыг сайжруулах шаардлага гарч байна. Одоогийн ашиглаж буй ус татах байгууламжид түрэлтийн хоолойн цоорол үүсэх, буцах цохилтод задрах, эвдрэх гэмтлүүд элбэг тохиолдож байна. Энэ нь уурхайн ажлын төлөвлөгөө алдагдуулах, засварын ажлын ачаалал ихсэх, насосын ашиглалт буурах гэх мэт хүндрэлүүдийг дагуулдаг. Тэдгээрийн шалтгааныг тодорхойлох, сайжруулах арга замыг боловсруулах зорилгоор техникийн, технологийн, менежментийн, орчны нөлөөллийн хамаарлыг энэхүү ажлаар судалж үзлээ. Судалгааны үр дүнгээс харахад техникийн талаас сорох хоолойн гэмтэл, цахилгааны саатал, насосын эвдрэл, шугам хоолойн элэгдэл цоорол гэх мэт асуудлууд давамгайл байв. Технологийн талаас уусмалын урсгалын хурд болон найрлага, орчны хувьд хур тунадасны хэмжээ, хэт хүйтэн ба халууны хэм нөлөөлж байна. Менежментийн талаас операторын ур чадвар, технологийн процессын судалгаа, тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын судалгаанууд хийгдэх шаардлагатай байгааг тодорхойлов. Ашиглалтын судалгааг хийснээр байгууламжийн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэхэд технологийн процесстэй уялдуулан тоног төхөөрөмжийн материал сонголт, ажиллах зарчим, хүчин чадал зэргийг зөв оновчтой сонгох боломжтой.

Түлхүүр үг: шүүрлийн ус, түрэлтийн хоолой, насос, элэгдэл

I. УДИРТГАЛ

Монгол улсын эдийн засагт тэргүүлэгч үүрэгтэй “Уул уурхайн салбарын” ихэнх хувь нь ил уурхай хэлбэрээр олборлолт явуулдаг. Ил уурхайн гүн, талбай нэмэгдэх тусам газрын гүний болон гадаад орчны хур тунадасны ус ихсэж, олборлолт явуулахад хүндрэл учруулдаг. Эрдэнэтийн овоо ордын ил уурхайн ашиглалтын түвшин 1160 метрийн гүнд олборлолт явуулж байна. Олборлолтын явцад доод горизонтын усны хэмжээ тасралтгүй өсөж, 2024 оны байдлаар 1,939,025 м³ шүүрлийн ус хуримтлагджээ. Хуримтлагдсан усыг ЦНСК500Х320, ЦНСК500Х360 маркийн 2 насосоор баяжуулах үйлдвэрийн хаягдлын сан руу шавхдаг. Ус цуглуулах бассейнд хуримтлагдсан усыг богино хугацаанд шавхаж зайлуулах нь технологийн процессыг хэвийн явуулах нөхцөл бүрдүүлдэг.

Уурхайн гүний ус нь олон төрлийн химийн бодистой холилдсон уусмалд хувирдаг бөгөөд уурхайд ашиглагдаж буй ухаж тээвэрлэх машин тоног төхөөрөмжүүдийн явах эд анги болон дугуйнууд удаан хугацаанд энэхүү уусмалын орчинд байснаар тэдгээрийн элэгдэл эвдрэл маш хурдан явагдах нөхцөл бүрддэг. Мөн тэсэлгээний нийт цооногийн 85% нь устай орчинд байгаа нь уул геологийн нөхцөл хүндэрч байгааг харуулж байна [3].

Иймд ус татах байгууламжийн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх, шинэ шугам татах шаардлагатайгаас гадна түрэлтийн хоолойн элэгдэл, цоорол нь насосын ажлын бүтээмжийг алдагдуулж улмаар ил уурхайн ашиглалтын төлөвлөгөөнд сөргөөр нөлөөлж байна.

II. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

1. Гидрогеологийн нөхцөл

Уурхайн талбай дахь гүний ус агуулагч гранитын массивын ан цавын коллекторт агуулагдах газар доорх ус нь алаг цоог тархалттай, нийтдээ хязгаарлагдмал гидрогеологийн блокуудтай, хур тунадасны усны давтамжаас хамаарч газар доорх ус нь тэжээмж авдаг, одоо олборлож байгаа баруун хэсгийн уурхайн малталтын 2 талаар хэсэгчилсэн хаалттай нөхцөлийг үүсгэдэг [2].

Ус шавхах цооногуудын уст давхаргын шүүрэлтийн коэффициент 0.296-1.019 м³/хоног, ус дамжуулалтын коэффициент 14.86-50.93 м³/хоног зэрэг үзүүлэлтүүдийг нэгтгэн дүгнэвэл уурхайн газар доорх усны техноген горимын төрлийн хувьд түр зуурын тогтворжоогүй төрөлд, уст давхаргын үзүүлэлтүүд нь уст давхаргын хатаалтын нөхцөл, геологи-структурын онцлог, литологи, уур амьсгал, ус зүйн нөхцөлөөр авч үзэхэд газар доорх усны техноген горимын дэд төрлөөрөө тогтворжоогүй, нэвчилтийн горимд хамаарагдаж байна [2].

ЭРДЭНЭТИЙН ОВОО ОРДЫН УУРХАЙН УСЖИЛТЫН
АНГИЛАЛ

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Гидрогеологийн үзүүлэлт	Уурхайн усжилтын төрөл, үзүүлэлтүүд
1	Сул усажсан буюу усгүй	Дунд зэрэг усжилттай
2	Усжилтын коэффициент	0.012-0.43
3	Уурхайн олборлолтын үед уурхайн малталтад орж ирэх усны ундарга, м ³ /цаг	67.93-149.32
4	Шүүрэлтийн коэффициент, м ³ /хон	0.658- 1.019

5	Хувийн ундарга, л/цаг	0.02
---	-----------------------	------

Эрдэнэтийн овоо ордын уурхайн уул-гидрогеологийн үзүүлэлт болох усжилтын коэффициент, нийлбэр ундарга, хувийн ундарга, уст давхаргын шүүрэлтийн коэффициент зэргийг харгалзан уурхайн усжилтын ангиллыг М.В.Сыроваткогийн аргачлалаар хийсэн болно[2].

2. Уурхайн малталтад орж ирэх усны тооцоо хийх, прогноз өгөх аргачлал

Уурхайд орж ирэх усны ундаргын тооцоог гидрогеодинамикийн аргаар “Том худгийн” аргыг ашиглан тооцоо хийж, ундаргын прогноз хийсэн. [2]

$$Q=1.36kH2(lgR0-Lgr0) \quad (1)$$

Энд:

Q-уурхайд орж ирэх усны ундарга, м³/хоног

K-ус агуулагч чулуулгийн шүүрэлтийн коэффициент, м/хоног

H - уст давхаргын зузаан, м

R₀ - байж болох радиус, м

Байж болох радиус:

$$R0=R+r0 \quad (2)$$

Энд:

R - уурхайн нөлөөллийн радиус, м

$$R=2S\sqrt{Hk} \quad (3)$$

Энд:

k- шүүрэлтийн коэффициентын дундаж

H- Уурхайн ашиглалтын түвшний бууралт

r₀ – “Том худгийн” радиус, м

“Том худгийн” радиус r₀–н уурхайн малталтын урт, өргөний харьцаанаас хамаарах хамаарал нь $a/b < 2.5$, тэгш өнцөгт хэлбэртэй уурхайн малталт гэж үзээд дараах томъёогоор тооцсон.

[Н.К.Гиринскийн]

$$r0=\eta a+b4 \quad (4)$$

Энд:

η – уурхайн малталтын урт, өргөнөөс хамаарах утга

a – уурхайн малталтын урт, м

b – уурхайн малталтын өргөн, м

Уурхайн малталтад орж ирэх усны ундаргыг “Том худгийн” аргаар тооцоолоход 2018 онд 3419,1 м³/хоног буюу 142,4м³/цаг байв. Үүнээс газар доорх усны түвшнийг 20 метрээр бууруулахад усны ундарга 4347,6м³/хоног буюу 181.1м³/цаг, 50 метрээр бууруулахад 9391.03м³/хоног буюу 319.2м³/цаг болохыг тус тус тооцоолов [2].

III. УС ТАТАХ БАЙГУУЛАМЖИЙН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖ БА ТЕХНОЛОГИЙН ПРОЦЕСС

Эрдэнэтийн овоо ордыг ашиглахтай холбоотой 1971-1972 он, 1981-1985он, 1988 онуудад

гидрогеологийн судалгаа хийгдэж уурхайн малталтад орж ирэх усны ундаргын тооцоог хийсэн.

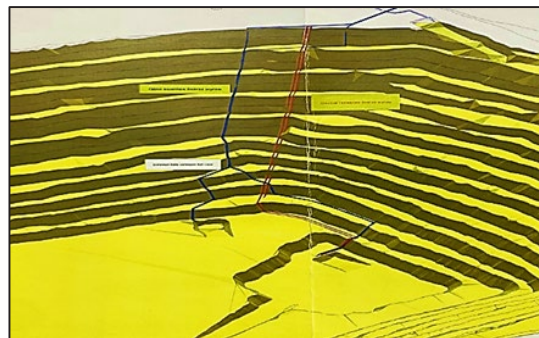
1989 оныг хүртэл гүний болон гадаргуугийн усны хэмжээ технологийн процесст нөлөөлдөггүй байв. Ашиглалтын түвшин буурахтай зэрэгцэн ус татах байгууламжийг ашиглаж эхэлсэн ба одоогийн байдлаар ил уурхайн ус татах байгууламжид ЦНСК500Х320, ЦНСК500х360 насос 2 ширхэг, насосыг байрлуулах тавцан, DN250PN10/16 QT450, PN40/50 маркийн хаалт, буцаах хавхлаг, хэвтээ 859м хос төмөр хоолой Ø273, налуу 404м хос төмөр хоолой Ø273 ашиглагдаж байна. Насосыг 1500эрг/мин 800 кВт-аар 6000В асинхрон хөдөлгүүрээр ажиллуулдаг ба түүнийг тэжээх трансформаторын дэд станц ажиллаж байна.



1-р Зураг. Ус татах байгууламжийн тоног төхөөрөмж

Карьерийн гаднах шугам нь ЦНСК500Х320, ЦНСК500х360 хоёр насосыг зэрэг ажиллуулах боломжгүй баяжуулах үйлдвэр рүү дамжуулах хоолой ачаалал даахгүй задрах эрсдэлтэй учраас ээлжлэн ажиллуулдаг.

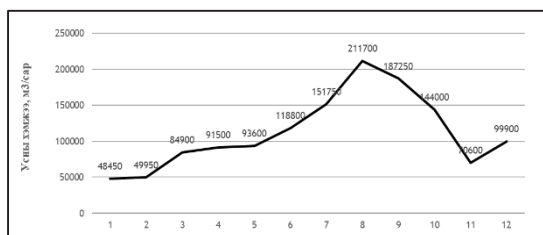
Ус татах байгууламжийн түрэлтийн хоолой болох ган хоолой нь хүчиллэг усанд идэгдэж цоорох, элэгдэх гэмтлүүд ихэвчлэн тохиолдоно.



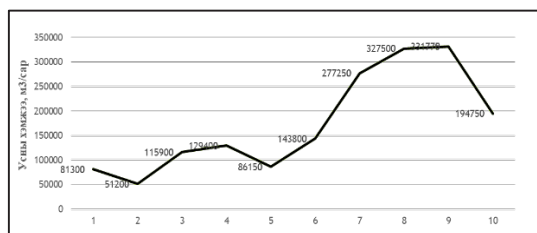
2-р зураг. Ус татах шугам хоолой

Шүүрлийн ус нь Fe, Cu, SO₄⁻², NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, Zn, SiO₂, PO₄⁻³, F гэх мэт элементүүдийг агуулдаг ба pH 2.77-4.86 байна[5].

Мөн шүүрлийн усны гарц нь цаг агаарын байдал (хэт халуун болон хэт хүйтэн), хур тунадасны хэмжээ зэргээс хамааран харилцан адилгүй байна. Жилийн 6,7,8-р саруудад хур тунадасны хэмжээ нэмэгдсэнээр ус татах байгууламжийн үйл ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлдөг. 2023 ба 2024 онд шавхсан усны хэмжээг 3 ба 4-р зурагт харуулав.

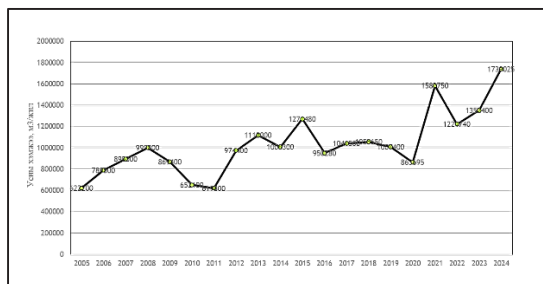


3-р зураг. 2023 оны шавхсан усны хэмжээ

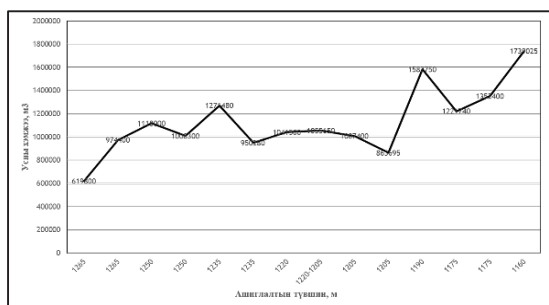


4-р зураг. 2024 оны шавхсан усны хэмжээ

Уурхайн ашиглалтын түвшин доошлоход гүний усны гарц өсөж, насосын ачаалал нэмэгдэж байна. 5-р зурагт 2005-2024 онуудад шавхаан усны хэмжээг, 6-р зурагт уурхайн гүнээс хамаарч усны хэмжээ хэрхэн нэмэгдэж буйг харуулав[4].



5-р зураг. 2005-2024 онд шавхсан усны хэмжээ



6-р зураг. 1265-1160м-ийн ашиглалтын түвшинд шавхсан
усны хэмжээ

Ил уурхайн ус татах байгууламжид тулгамдаж буй асуудлыг техник, технологи, нөлөөлөх орчин, менежментийн чиглэлээр задлан судалж, тулгамдаж буй асуудал болон шийдвэрлэх арга замыг оновчлох зорилгоор тоног төхөөрөмжийн сул зогсолтын өгөгдөлд дүн шинжилгээ хийсэн үр дүнг 7-р зурагт харуулав.



7-р зураг. Ус татах байгууламжийн сүл зогсолт

Судалгааны үр дүнгээс харахад техникийн талаас сорох хоолойн гэмтэл, цахилгааны саатал, насосын эвдрэл, шугам хоолойн элэгдэл цоорол гэх мэт асуудлууд давамгай байв. Технологийн талаас уусмалын урсгалын хурд болон уусмалын найрлага зонхилж байна. Орчны хувьд хур тунадасны хэмжээ, хэт хүйтэн, хэт халууны нөлөөлөл их байна. Менежментийн талаас операторын ур чадвар, технологийн процессын судалгаа, тоног хөөрөмжийн ашиглалтын судалгаанууд тийгддэггүй тул шалтгааныг шууд тодорхойлох боломжгүй юм.

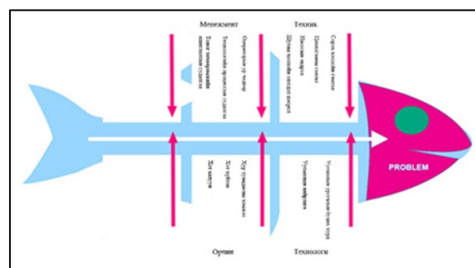
Сул зогсолтын 72,5% нь түрэлтийн хоолойн гэмтэл эзэлж байгаа нь уусмалын найрлага, материалын бүтцийн шинж чанар, урсгалын горим, гадаргуугийн нөхцөл байдал зэрэг хүчин зүйлүүдээс хамаардаг. Ус татах байгууламжид ашиглагдаж буй нүүрстөрөгчит ган хоолойн шинж чанарыг чанаржуулсан ган хоолойтой харьцуулан хүснэгт 2-т харуулав.

ГАН ХООЛОЙН ШИНЖ ЧАНАР

2-Р ХҮСНЭГТ

№	Гангийн шинж чанар	Нүүрстөрөгчит ган хоолой	Чанаржуулсан ган хоолой
1	Хатуулаг	168 НВ	220 НВ
2	Даралтад тэсвэрлэх чадвар	440 МПа	520-620 МПа
3	Халалт, тэлэлт	11-12μm/m°C	17-18μm/m°C
4	Нягт	7.85 г/см ³	8 г/см ³
5	Зэврэлтэд тэсвэрлэх чадвар	Дунд зэрэг	Маш сайн
6	Гадаргуугийн барзгаршил	19.6 ± 0.39 μm (max)	10.62 ± 0.31 μm (max)

Ус татах байгууламжид тулгамдаж буй асуудлуудын талаар ил уурхайн засварын хэсгийн 21 ажилтнаас судалгаа авсан дүнг 8-р зурагт харуулав.



8-р зураг. Ил уурхайн ус татах байгууламжид тулгамдаж буй асуудлууд

Уг асуудлуудын шалтгааныг тодорхойлохын тулд тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын судалгаа болон технологийн процессын судалгааг нарийвчлан хийснээр бусад асуудлуудын учир шалтгааныг мэдэж сайжруулах боломжтой[1].

ДҮГНЭЛТ

Эрдэнэтийн хүдрийн ил уурхайн гүний усны шүүрэлтээр 2005 онд 622,200 м³, 2024 онд 1,939,025м³ усыг шавхжээ. Энэ үзүүлэлт цаашдаа олборлолтын гүн нэмэгдэж байгаатай холбоотой тасралтгүй өсөх хандлагатай байгаа нь ус татах байгууламжийн хүчин чадлыг үе шаттайгаар нэмэх шаардлагатайг илтгэнэ.

Түрэлтийн хоолойн гэмтлээс үүссэн сул зогсолт 72,5% байгаа тул олон жил ашигласан хоолойг солих шинэчлэхийн тулд орчин үеийн дэвшилтэт техник, технологийн төхөөрөмжүүдийн онцлог, чанар, найдвартай байдалд харьцуулсан судалгаа хийсэн. Судалгааны үр дүнгээс харахад хүчил, шүлтэд тэсвэртэй, буцах цохилт тэсвэрлэх түрэлтийн хоолойн ашиглалтын үзүүлэлтүүдийг урьдчилан тогтоож, оновчтой сонголт хийх шаардлагатай.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Ц.Нанзад, “Уурхайн ус татах, агааржуулах болон хийн төхөөрөмж”, Улаанбаатар, 2007 он
- [2] Архив, Эрдэнэт үйлдвэрийн гидрогеологийн судалгаа 2018
- [3] Хүдрийн ил уурхайн ус татах төхөөрөмжийн ашиглалтын түвшин дээшлүүлэх судалгаа, 2013 он
- [4] Ил уурхайн насосын ашиглалтын судалгаа, 2008-2024 он
- [5] Ил уурхайн гүний усны лабораторийн шинжилгээ 2022-2024 он

БАЙГАЛИЙН ЦЕОЛИТИЙГ АНФО ТЭСРЭХ БОДИСТ АШИГЛАХ СУДАЛГАА

Эрдэнэдалай УРАНЧИМЭГ¹, Рэнцэндаваа ДОЛГОРЖАВ², Лхамсүрэн ПҮРЭВ³

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи уул уурхайн сургууль, Газрын тос өрөмдлөгийн салбар

²Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Хэрэглээний шинжлэх ухааны сургууль, Химийн инженерчлэлийн салбар

³Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Уул уурхайн хүрээлэн

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: dolgorjav@must.edu.mn²

Хураангуй: Тэсрэх бодис нь исэлдэх болон шатах хольцоос бүрддэг. Тэсрэх бодисын үндсэн шинж чанарыг нэмэгдүүлэх зорилгоор нэмэгдэл хольц нэмж болдог. Энэ судалгаагаар АНФО тэсрэх бодист нэмэгдэл хольцоор байгалийн цеолитыг ашиглан шинж чанарын судалгааг гүйцэтгэв. Туршилтын үр дүнд байгалийн цеолит нь сэвсгэр, сүвэрхэг бүтэцтэй шингээх чадвар 16.78%, сүвэрхэгжилт 37.87% байгаа нь дизелийн түлш шингээх чадвартайг илтгэж байна. Мөн хөнгөнцагаан болон цахиур, хүчилтөрөгчийн агуулга өндөртэй учир АНФО тэсрэх бодист ашиглахад тэсрэх бодисын үндсэн шинж чанарууд нэмэгдэж, тэсэлгээгээр үүсэх хорт хийн хэмжээ 2.47% багасаж, тэсрэлтийн энерги 1.07 кДж/кг-аар нэмэгдэж байв.

Түлхүүр үг: Шингээх чадвар, цеолит, хүчилтөрөгчийн тэнцэл, тэсрэлтийн дулаан

I. УДИРТГАЛ

Аммонийн нитрат ба дизелийн түлшний холимог АНФО тэсрэх бодис нь уул уурхайн үйлдвэрлэлд хамгийн өргөн ашиглагддаг тэсрэх бодис юм [1]. Тэсэлгээний ажлыг үр дүнтэй явуулахад тэсрэх бодисын химийн найрлага чухал үүрэгтэй. Уг судалгааны ажлаар АНФО тэсрэх бодист нэмэгдэл хольцоор байгалийн цеолитийг нэмж тэсрэх бодисын шинж чанарыг сайжруулах зорилготой.

II. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Дорноговь аймгийн Өргөн сумын нутагт орших Өргөний цеолитын ордын 0.45 мм ширхэглэлтэй байгалийн цеолитын дээжийг ашигласан. Судалгааг Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулийн Геологи, уул уурхайн сургуулийн Тэсэлгээний сургалт, судалгааны төвийн итгэмжлэгдсэн лабораторид туршив. Байгалийн цеолитын химийн элементийн агуулга болон гадаргуугийн морфологийг Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулийн Геологи, уул уурхайн сургуулийн Нагоя хээрийн судалгааны төвийн лабораторид тодорхойлов.

Байгалийн цеолитын химийн найрлагыг ХБНГУ-ын Фрайбергийн уул уурхайн академийн Керамик, галд тэсвэртэй материал ба композит материалын институтын лабораторид тодорхойлов.

1. Аммонийн нитратын шинж чанарыг судалсан дүн

АНФО тэсрэх бодисын найрлагыг 1-р зурагт үзүүлэв.



1-р зураг. АНФО тэсрэх бодисын найрлага.

АНФО тэсрэх бодисын найрлагад аммонийн нитрат 92±2%, дизелийн түлш нь 4±2% хүртэл агуулагдана. Үндсэн шинж чанарыг сайжруулах зорилгоор нэмэгдэл хольцыг 3±1% -иар нэмдэг.

Манай улсын хувьд хил залгаа хоёр хөршөөс аммонийн нитратыг импортлон оруулж ирдэг. Орос болон Хятад улсаас оруулж ирсэн аммонийн нитратын шинж чанарыг харьцуулан судалсан үр дүнг 1-р хүснэгт үзүүлэв.

ИМПОРТЫН АММОНИЙН НИТРАТЫН ХАРЬЦУУЛСАН ҮР
ДҮН

1-р ХҮСНЭГТ

Аммонийн нитратын шинж чанар					
№	Үзүүлэлтүүд	Стандарт	Зөвшөөрөгд өх хэмжээ	NH ₄ NO ₃ Орос	NH ₄ NO ₃ Хятад
1	Шингээх чадвар /багагүй/, %	MNS 4301:96	8	10	15
2	Мөхлөгийн бүтэц /1-4 мм/ багагүй, %	MNS 6070:2010	95	99.9	99.9
3	Чийглэг /багагүй/, кг/үрэлд	MNS 4302:96	0.4	0.4	0.4
4	Овоолгын нягт /ихгүй/, г/см ³	MNS 6072:2010	0.84	0.85	0.84

№	Аммонийн нитратын шинж чанар				
	Үзүүлэлтүүд	Стандарт	Зөвшөөрөгд өх хэмжээ	NH ₄ NO ₃ Орос	NH ₄ NO ₃ Хятад
5	Гадаад байдал	ТУ 2143-639-00209023-99	механик хольцгүй	механик хольцгүй	механик хольцгүй
6	Бутрамтгай чанар /багагүй/, %	MNS 6071:2010	100	100	100
7	Шатах хольцын барих чадвар /багагүй/, %	CS 11-0267:2014	5	6.5	9

Үр дүнгээс харахад импортолсон аммонийн нитрат нь стандарт шаардлагыг бүрэн хангаж байна. Хятадын аммонийн нитрат нь шингээх чадвар өндөр 15% нь мөхлөгийн бүтэцтэй холбоотой. Мөхлөг бүтэцтэй аммонийн нитрат нь эзэлхүүний нягт бага, шингээх чадвар нь ойролцоогоор 12–16%-иар илүү өндөр үзүүлэлттэй байж болно гэж тодорхойлжээ [2, 3, 4].

ОХУ-аас оруулж ирж байгаа аммонийн нитрат нь өртөг зардлын хувьд хямд тул судалгаандаа ашиглав.

2. Байгалийн цеолитын шинж чанарыг судалсан дүн

Байгалийн цеолитын физик, механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

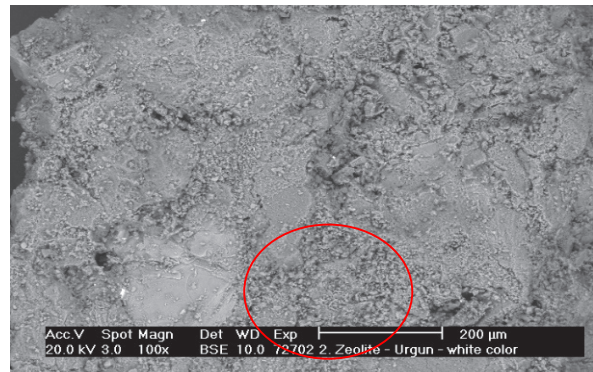
БАЙГАЛИЙН ЦЕОЛИТЫН ШИНЖ ЧАНАР

2-р ХҮСНЭГТ

Үзүүлэлт	Туршилтын үр дүн
Нягт, г/см ³	2.30
Хувийн гадаргуу, м ² /г	34.2
Асгаасны нягт, г/см ³	0.083
Бутлагдах чанар, %	4.5
Угаагдах чанар, %	1.9
Чийгшилт, %	0.49

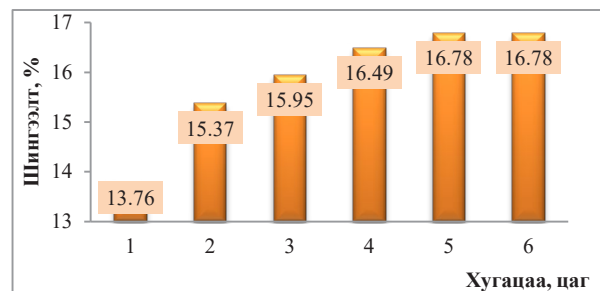
2-р хүснэгтээс харахад Өргөний цеолитын бутлагдах чанар нь 4.5 байгаа нь нягт бага, сүвэрхэгжилт өндөртэйг илтгэж байна.

Судалгаанд ашигласан байгалийн цеолитын химийн элементийн агуулга болон гадаргуугийн морфологийг электрон микроскоптой хосолсон энергийн дисперсийн рентген спектроскопын (SEM-EDX) шинжилгээгээр судалсан үр дүнг 2-р зурагт үзүүлэв.



2-р зураг. Байгалийн цеолитын гадаргуугийн морфологи
Мөхлөгүүдийн гадаргуугийн микро-бүтцийн SEM зураг

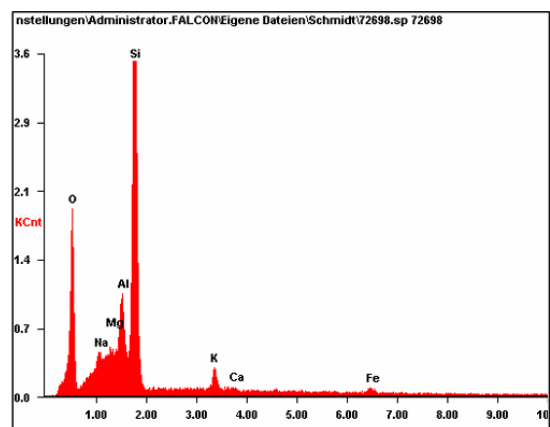
2-р зургаас харахад цеолит нь сийрэгжилт ихтэй, цеолитын ширхэгүүд жигд бус хэлбэртэй [5] сэвсгэр гадаргууд микро ба мезо нүх сүвүүд байгаа нь тэсрэх бодисын шатах хольц дизелийн түлшийг шингээх чадвартайг илтгэж байна.



3-р зураг. Байгалийн цеолитийн шингээлтийг тодорхойлсон үр дүн

Байгалийн цеолитийн шингээх чадвар нь 16.78% байгаа нь түүнд дизелийн түлш жигд шингээх боломжтой байна. Сийрэгжилт нь чулуулгийн сүвэрхэг чанарыг илэрхийлдэг үзүүлэлт гэж судлаачид үздэг [6]. Сүвэрхэг чанар их байх тусам адсорбцолтын багтаамж мөн өндөртэйг илтгэж байна. Сийрэгжилтийг тодорхойлох зорилгоор пикнометрийн аргаар олсон нягт ба гидростатик нягтыг тодорхойлов. Цеолит нь 37.87% -ийн сүвэрхэгжилттэй байна.

Цеолитын Рентген спектроскопын шинжилгээний үр дүнг 4-р зурагт үзүүлэв.



4-р зураг. Цеолитын энергийн дисперсийн рентген спектроскопын үр дүн

Цеолитын үндсэн бүтэц нь Al-Si тетраэдриг бүрдүүлдэг. Энэ хэмжээ нь цеолитын ион солилцооны чадварыг илэрхийлдэг [7]. Рентген спектроскопын шинжилгээний үр дүнг тоон утгаар 3-р хүснэгтэд харуулав.

ЦЕОЛИТЫН РЕНТГЕН СПЕКТРОСКОПЫН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ДҮН

3-р ХҮСНЭГТ

№	Цеолитын рентген спектроскопын шинжилгээний дүн	
	Элемент	Жин, %
1	Na	1.785
2	Mg	0.450
3	Al	7.134
4	Si	35.472
5	S	0.132
6	K	2.406
7	Ca	1.246
8	Ti	0.254
9	Mn	0.032
10	Fe	1.232
11	Zn	0.014
12	Rb	0.016
13	Sr	0.168
14	Zr	0.039
15	O	49.621

Үр дүнгээс харахад цеолитын гадаргуун бүтцэд цахиур 35.472%, хөнгөнцагаан 7.134% агуулагдаж байгааг тогтоов. Цахиур болон хөнгөнцагаан нь хүчилтөрөгчийн хасах тэнцэлтэй байдаг учраас тэсрэлтийн процессод шаталтыг дэмжиж өгөх сайн нөлөөтэй [8]. Хүчилтөрөгчийн агуулга 49.621% байгаа нь тэсрэлтийн процесст исэлдэлтийг нэмэгдүүлснээр тэсэлгээгээр үүсэх хорт хийн хэмжээ багасаж, энерги зарцуулалт өсөж чулуулгийн бутлан сийрэгжүүлэх процессыг нэмэгдүүлэх юм.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН БА ХАГАС ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ТУРШИЛТ

Тэсэлгээгээр үүсэх хорт хийн хэмжээг багасгах, энерги зарцуулалтыг нэмэгдүүлэхийн тулд үйлдвэрлэлийн тэсрэх бодисыг хүчилтөрөгчийн тэг буюу тэгтэй ойролцоо тэнцэлтэйгээр бэлтгэдэг. Иймд тэсрэх бодисын химийн найрлагыг зөв тохируулах нь чухал юм. Байгалийн цеолитын нэмэгдэл хольцтой АНФО тэсрэх бодисын химийн найрлагыг аммонийн нитрат 92%, дизелийн түлш 5.63%, байгалийн цеолит 2.37%-ийн харьцаатай үйлдвэрлэж энгийн АНФО тэсрэх бодистой харьцуулан туршсан хагас үйлдвэрлэлийн туршилтын үр дүнг 4-р хүснэгтэд харуулав.

БАЙГАЛИЙН ЦЕОЛИТЫН НЭМЭГДЭЛ ХОЛЬЦТОЙ ТЭСРЭХ БОДИС БОЛОН ЭНГИЙН ТЭСРЭХ БОДИСЫН ХАРЬЦУУЛСАН ҮР ДҮН

4-р хүснэгт

ТБ-ын үзүүлэлт	Стандарт	Зөвшөөрөгдөх хэмжээ	АНФО Цеолит	АНФО
Нягт, г/см ³	MNS 6072:2010	0.8-0.9	0.85	0.82
Шатах хольцын хэмжээ, %	CS 11-0267:2014	4+/-2	5.63	5.44
Бутлах чадвар, мм	CS 11-0264:2014	15-20	18.5	17
Бүрэн дэлбэрэлт, %	Гост 14839.19-69	100	100	100
Тэсрэлтийн хурд, м/с	CS 11-0263:2014	2200-2800	2800	2550
Хүчилтөрөгчийн тэнцэл, %	Томьёо	+0.83 ±2.04	0	0
Тэсрэлтийн дулаан, кДж/кг	Томьёо	3800-4100	3942.31	3900
Тэсрэлтийн хийн эзлэхүүн, м ³ /кг	Томьёо	0.942-0.970	0.948	0.972

Хүснэгтээс харахад АНФО тэсрэх бодисын химийн найрлага (NH₄NO₃:C₁₂H₂₆:Al₂O₃:SiO₂) нь 92:5.63:2.37 харьцаатай байхад хүчилтөрөгчийн тэнцэл -0.0048% буюу тэгрүү дөхөж байгааг тогтоов. Мөн АНФО тэсрэх бодисын нягт 0.82-0.85г/см³, тэсрэлтийн хурд 2550-2800 м/с, бутлах чадвар 17-18.5 мм хүртэл ихсэж байна. Байгалийн цеолит ашиглахад энгийн тэсрэх бодистой харьцуулахад үндсэн шинж чанар нэмэгдэж, тэсэлгээгээр үүсэх хорт хийн хэмжээ 2.47% багасаж, тэсрэлтийн энерги 1.07 кДж/кг-аар нэмэгдэж байв. Энэ тэсрэх бодис. Техникийн шаардлага MNS4223:1994 стандартын шаардлагын үндсэн шинж чанарыг бүрэн хангаж байна.

ДҮГНЭЛТ

Байгалийн цеолитын шингээлтийн чадвар 16.78% бөгөөд түүний сэвсгэр, сүвэрхэг бүтэц, микро болон мезо нүх сүвшил ихтэй байдал нь дизелийн түлшийг жигд шингээхэд таатай нөхцөл бүрдүүлдэг. Энэ нь тэсрэх бодист шаардлагатай мэдрэмтгий шинжийг нэмэгдүүлж, улмаар тэсрэх бодисын үндсэн үзүүлэлтүүдийг сайжруулахад нөлөөлж байгааг тогтоов.

Байгалийн цеолит нь хөнгөнцагаан болон цахиур, хүчилтөрөгчийн агуулга өндөртэй байгаа нь тэсрэлтийн процессод шаталтыг дэмжиж, исэлдүүлэлтийг нэмэгдүүлж АНФО тэсрэх бодисын үндсэн шинж чанар өсч байгааг тогтоов. Мөн тэсэлгээгээр үүсэх хорт хийн хэмжээ 2.47% багасаж, тэсрэлтийн энерги 1.07 кДж/кг-аар нэмэгдэж байв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Maranda A., Paszula J., Zawadzka-Mafota I., Kuczyńska B., Witkowski W., Nikolczuk K., Wilk Z. Aluminum powder

- influence on ANFO detonation parameters. Cent. Eur. J. Energ. Mater. 2011;8:279–293.
- [2] Maranda, B.; Gołabek, J.; Kasperski, J. Materiały Wybuchowe Emulsyjne; Wydawnictwo Naukowo-Techniczne: Warszawa, Poland, 2015. [Google Scholar]
- [3] Borowik, M.; Biskupski, A.; Dawidowicz, M.; Buczkowski, D. Rules of Safe Storage of the Ammonium Nitrate Ferlitizers. Przem. Chem. 2013, 92, 2148–2152. [Google Scholar]
- [4] Biessikirski, A.; Kuterasiński, Ł.; Dworzak, M.; Pyra, J.; Twardosz, M. Comparison of structure, morphology and topography of fertilizer-based explosives applied in the mining industry. Microchem. J. 2019, 144, 39–44. [Google Scholar] [CrossRef]
- [5] Oxley J.C., Smith J.L., Rogers E., Yu M. Ammonium nitrate: Thermal stability and explosivity modifiers. Thermochim. Acta. 2002;384:23–45. doi: 10.1016/S0040-6031(01)00775-4.
- [6] Wang, S.; Peng, Y. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. Chem. Eng. J. 2010, 156, 11–24.
- [7] Biessikirski A., Ziabka M., Dworzak M., Kuterasiński Ł., Twardosz M. Effect of metal addition on ANFO's morphology and energy detonation. Przem. Chem. 2019;98:928–931.
- [8] Türker, L. (2016). Thermobaric and enhanced blast explosives (TBX and EBX). Propellants, Explosives, Pyrotechnics. DOI:10.1016/j.dt.2016.09.002.



ЦАХИМ ХУДАЛДААНЫ ШИЛЖИЛТЭД НӨЛӨӨЛӨХ ХҮЧИН ЗҮЙЛСИЙН СУДАЛГАА

Дэлгэрийн ОЮУНГЭРЭЛ¹, Оюунбилэгийн ТАМИР²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Менежментийн сургууль, Бизнесийн удирдлагын тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: tamiraa_0127@must.edu.mn²

Хураангуй: Энэхүү эмпирик судалгаагаар Монгол Улсын цахим худалдааны шилжилтэд бизнесийн байгууллагууд ямар бэрхшээлтэй тулгарч байгаа болон TOE загварын хүрээнд гол хүчин зүйлүүдийн нөлөөллийг тоон үндэслэлтэйгээр шинжиллээ. Судалгаанд 98 байгууллага хамрагдсан бөгөөд оролцогчдын 47.4% нь 0–9 ажилтантай, 38.3% нь 0–3 жил үйл ажиллагаа явуулсан байгууллагууд байв. Нээлттэй асуултын үр дүнгээр 61 байгууллагын хариултыг нэгтгэхэд хэрэглэгчийн бэлэн байдал, мэдлэгтэй холбоотой асуудал хамгийн их буюу 36%, хүргэлт 21%, технологийн асуудал 11%-ийг эзэлж, салбарын бэрхшээл давамгайлж буйг харуулав. Хэмжилтийн найдвартай байдал хангагдсан бөгөөд КМО=0.881, Bartlett's test ($\chi^2=2315.47$, $p<.001$) нь өгөгдөл фактор шинжилгээнд тохиромжтойг баталсан. Үүссэн таван хүчин зүйлийн Cronbach α нь 0.898–0.954 байсан нь дотоод нийцэл өндөр байгааг харуулж байсан. Дундаж үнэлгээнээс харахад байгууллагын нөөц ($M=3.7883$) болон байгууллагын гүйцэтгэлийн үнэлгээ ($M=3.5265$) харьцангуй өндөр байсан бол засгийн газрын дэмжлэгийн үнэлгээ хамгийн бага ($M=1.4558$) байв. Хүчин зүйлүүдийн хоорондын корреляци өндөр ($r=0.323$ – 0.626 , $p<.01$) байсан нь тэдгээр нь гүйцэтгэлтэй уялдаа холбоотойг илтгэнэ. Олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээгээр байгууллагын нөөц ($\beta=.307$, $p=.004$), удирдлагын дэмжлэг ба хандлага ($\beta=.227$, $p=.035$), салбарын хүчин зүйлс ($\beta=.283$, $p=.009$) нь байгууллагын гүйцэтгэлд статистикийн хувьд ач холбогдолтой, эерэг нөлөөтэй болох нь тогтоогдсон. Харин засгийн газрын дэмжлэгийн нөлөө ($\beta=-.043$, $p=.677$) байв. Эдгээр үзүүлэлт нь Монгол Улсын цахим худалдааны орчинд дотоод хүчин зүйлс болох байгууллагын нөөц, удирдлагын хандлага нь гүйцэтгэлд илүү хүчтэй нөлөөлж, харин гадаад орчны тогтолцооны дэмжлэг сул байгааг харуулж байна. Судалгааны үр дүн нь бодлого боловсруулагч, бизнес эрхлэгч цахим худалдааны хөгжлийн тулгамдсан асуудал болон үр нөлөөллийн чиглэлийг тоон статистикт суурилан тодорхойлсон ач холбогдолтой.

Түлхүүр үг: Бизнесийн байгууллага, байгууллагын хүчин зүйлс, орчны хүчин зүйлс, технологийн хүчин зүйлс, цахим худалдаа, TOE загвар.

I. УДИРТГАЛ

21-р зуунд аж үйлдвэрийн дөрөвдүгээр хувьсгал (4IR) явагдаж, шинэ, дэвшилтэт технологиуд танилцуулагдаж, хэрэглээнд нэвтэрсээр байна. Үүний нөлөөгөөр бизнесийн талбар улам бүр уламжлалт өрсөлдөөний хэлбэрээс дижитал суурьтай өрсөлдөөнд шилжиж байна (Koe & Sakir, 2020). Бизнесийн байгууллагууд өрсөлдөөнд амжилттай оршин тогтнож, хөгжихийн тулд мэдээллийн технологиос улам илүү хамааралтай болсоор байна гэсэн үг (Mthembu, Kunene, & Mbhele, 2018). Тэр дундаа мэдээллийн технологид тулгуурлан эрчимтэй хөгжиж байгаа цахим худалдаа нь хөгжиж байгаа улс орнуудад ДНБ-ийг нэмэгдүүлэх замаар хөгжингүй орнуудтай эн зэрэгцэн өрсөлдөж, хөгжихөд туслаж байгаа тухай сүүлийн үеийн судалгаанууд харуулж байна (Kabir, Jakowan, & Rayhan, 2020). Түүнчлэн НҮБ-ын Худалдаа, хөгжлийн бага хурлын сайд нарын 14 дүгээр хурлын “Бүгдэд зориулсан цахим худалдаа (eTrade for all, 2016) санаачилга” нь дижитал эдийн засаг, ялангуяа цахим худалдаа нь “5: жэндэрийн тэгш байдлыг хангаж охид эмэгтэйчүүдийг чадавхжуулах”, “8: тогтвортой, хүртээмжтэй ЭЗ-г бий болгох”, “9: уян хатан, тогтвортой, хүртээмжтэй дэд бүтэц, аж үйлдвэржилт, инновацыг дэмжих”, “17: тогтвортой хөгжлийн төлөөх түншлэлийг глобал түвшинд бэхжүүлэх” зэрэг тогтвортой хөгжлийн зорилтуудыг хангахад ихээхэн хувь нэмэр болж буйг онцолсон. (Koe & Sakir, 2020) нарын тодорхойлсноор цахим худалдаа

гэдэг нь бизнесийн арилжаа гүйлгээг дижитал хэлбэрээр буюу интернэтийг ашиглан явуулж байгааг хэлдэг. Цахим худалдаа микро түвшинд бол бизнесийн байгууллагууд бизнесээ өргөжүүлэх, ашиг орлогоо өсгөх, олон улсын зах зээлд гарах боломжуудыг олгож, улмаар макро түвшинд улс орны эдийн засгийн өсөлтийг бий болгох, ялангуяа хөгжиж байгаа орнуудад хурдтай хөгжих томоохон боломжийг олгож байна. Тиймээс дижитал суурьтай өрсөлдөөнд шилжиж байгаа энэ чухал цаг үед бизнесийн байгууллагууд тогтвортой үйл ажиллагаагаа явуулж, өрсөлдөөнд тэсч үлдэх, мөн цахим худалдааны олгож байгаа дээрх боломжуудыг цаг алдалгүй ашиглахын тулд цахим худалдааг байгууллагадаа хэрэгжүүлэх хэрэгцээ шаардлага улам өсөн нэмэгдэж байна (Koe & Sakir, 2020).

Хөгжиж байгаа орнуудын хувьд бизнесийн байгууллагууд цахим худалдааг нэвтрүүлэхэд ямар хүчин зүйлс нөлөөлж байгааг технологи талаас нь (цахим төлбөрийн хэрэгслийн хөгжил - (Kabir, Jakowan, & Rayhan, 2020); логистик нэтворк - (Ahmed & Hasan, 2016); гэх мэт), байгууллага талаас нь (удирдлагын багийн мотивац, хандлага, зүтгэл, дэмжлэг – (Ahmad, Abu Bakar, Faziharudean, & Mohamad Zaki, 2015), (Sila, 2019), (Lekmat, 2018); IT мэдлэг, техникийн ур чадвар - (Koe & Sakir, 2020); цахим худалдаа эрхлэх ур чадвар - (Alyoubi & A., 2015); гэх мэт), орчин нөхцөл талаас нь (ЗГ-ын бодлого, зохицуулалт, санаачилга - (Rondovic, Kascelan, Lazovic, & Durickov, 2019), (Lekmat, 2018);

өрсөлдөөний дарамт - (Kurnia, Choudrie, Mahbubur, & Alzougo, 2015), (Sila, 2019); гэх мэт), хэрэглэгчийн итгэл талаас нь (хэрэглэгчийн бэлэн байдал - (Alyoubi & A., 2015); бүтээгдэхүүний чанарт итгэх итгэл - (Chawla & Kumar, 2022); онлайн төлбөрийн хэрэгсэл - (Agarwal & T., 2015) гэх мэт), мөн гүйцэтгэл талаас ((Lekmat, 2018); (Hendricks & Mwarwele, 2023); гэх мэт) илүү судалж дүгнэлт гаргасан байна.

Монгол Улс нь хөгжиж байгаа улсын хувьд бизнесийн байгууллагууд цахим худалдааг нэвтрүүлснээр бизнесээ өргөжүүлэх, борлуулалтаа өсгөх, дэлхийн зах зээлд гарах, өрсөлдөөнийн давуу талыг бий болгох, улмаар эдийн засгийн өсөлтийг бий болгох бүрэн боломжтой. Гэвч энэ талаар Монгол Улсад шинжлэх ухааны үндэстэйгээр судлах нь дараах цөөхөн судалгааг эс тооцвол маш ховор гэж дүгнэхэд болохоор байна. Тухайлбал: Д.Оюунгэрэл, Ц.Мөнхтуяа, Н.Эрдэнэтуяа, Ц.Ганбат нар 2019 онд “Монголын цахим худалдааны өнөөгийн нөхцөл байдал: төлбөрийн хэрэгсэл болон хүргэлт” гэсэн судалгааг хийсэн, Г.Урандэлгэр, С.Бурмаа, Д.Авирмэд нар 2021 онд “Хэрэглэгч цахим худалдааг хэрэглэх бэлэн байдал” талаас нь судалсан.

Гэвч бидний олж мэдсэнээр, цахим худалдааны шилжилтийг хийх үйл явцад бизнес эрхлэгч нарт ямар асуудал тулгарч байгаа, шилжилтийг тодорхойлох гол хүчин зүйлсийн нөлөө ямар түвшинд байгаа талаар бизнесийн байгууллагууд талаас нь шинжлэх ухааны үндэстэйгээр судалсан судалгаа Монголын нөхцөлд ховор байгаа тул бид үүнийг судалгааны сул орон зай гэж үзэн, энэхүү судалгааг хийлээ. Тиймээс дараагийн хэсэгт онолын судлагдсан байдлыг товч бичин, улмаар Монгол Улсын бизнес эрхлэгчдийн цахим худалдаа эрхлэлтэд, шилжилт хийхэд нөлөөлж байгаа хүчин зүйлсийг TOE загварын дагуу асуулгын аргаар судалсан судалгааны үр дүнг танилцуулах болно.

II. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Судлаачид бизнесийн байгууллагууд цахим худалдааны шилжилтийг хийхэд гол үүрэг бүхий хүчин зүйлсийг TOE, TAM, TRA, UTAUT зэрэг онолын загваруудад тулгуурлан судалсаар ирсэн. Эдгээр загвараас TOE загвар хамгийн өргөн хэрэглэгддэг (Hendricks & Mwarwele, 2023). Технологийн инновацыг нэвтрүүлэх, түүнд нөлөөлөгч хүчин зүйлсийн талаар судлахын тулд (Tornatzky & M, 1990) нар Технологи-байгууллага-орчны загварыг (TOE) боловсруулсан бөгөөд энэ нь технологийн аливаа шинэчлэлийг нэвтрүүлэх, хэрэгжүүлэх процесст нөлөөлдөг байгууллагын дараах гурван хүчин зүйлсийг тодорхойлсон. Үүнд байгууллагын хүчин зүйлс, технологийн хүчин зүйлс, болон орчны хүчин зүйлс багтана. Байгууллагын хүчин зүйлс нь ихэвчлэн дараах хэд хэдэн тодорхойлох хэмжүүрээр тодорхойлогддог: байгууллагын хэмжээ, удирдлагын бүтцийн төвлөрөл, нарийн төвөгтэй байдал, хүний нөөц, мөн сул нөөцийн хэмжээ зэрэг болно. Технологийн хүчин зүйлсэд байгууллагатай холбоотой дотоод болон гадаад технологийг тодорхойлдог. Үүнд байгууллагын дотоод технологи, мөн зах зээлд байгаа

технологийн нөөц багтана. Орчны хүчин зүйлс гэдэгт бизнесийн салбар, өрсөлдөгчид, бусдаас нийлүүлсэн нөөцийг ашиглах, засгийн газартай харилцах зэрэг байгууллагыг тойрсон бусад хүчин зүйлс ордог. (Kevin Zhu, 2002)

TOE загварыг байгууллага хоорондын систем, онлайн бизнес, онлайн мэдээлэл солилцох систем, нээлттэй систем, энтерпрайз систем зэрэг мэдээллийн системийн өргөн хүрээний хэрэглээг тайлбарлахад ашигладаг. TOE загварын технологийн, байгууллагын, орчны гэсэн гурван хүчин зүйлсийн хүрээнд тодорхойлсон асуудлуудыг цахим худалдааны салбарт хийгдэж буй судалгаа бүрийн онцлогоос хамаарч, өмнөх судлаачид харилцан адилгүй өөр өөрөөр авч үзсэн байна (Kevin Zhu, 2002). Дараах хэсэгт хүчин зүйл тус бүрээр өмнөх судлаачдын судалгааны үр дүнг тоймлон тайлбарлая.

Байгууллагын хүчин зүйлс: Байгууллагын хүчин зүйл гэдэг нь цахим худалдааны шилжилтийг хийхэд нөлөөлөх байгууллагын шинж чанарыг илэрхийлдэг. Тухайлбал: байгууллагын хэмжээ нь бизнесийн тодорхой нөөцийг (санхүүгийн болон хүний нөөц зэрэг) удирдах асуудалд онцгой нөлөөтэй байдаг. Байгууллагын хэмжээ том байх тусам тодорхой эх үүсвэрээр хангах чадвар нэмэгдэж, цахим худалдааны технологийг нэвтрүүлэх магадлал өндөр болно гэсэн үг (Rita Rahayu, 2015). Байгууллагын нөхцөл байдал нь ажилтнуудын хоорондын уялдаа холбоо, байгууллагын дотоод харилцааны үйл явц, сул нөөцийн хэмжээ зэрэг байгууллагын шинж чанар, нөөцийг хэлнэ. Дээд удирдлага нь өөрчлөлтийг сайшааж, байгууллагын үндсэн зорилго, алсын харааг сайжруулах инновацыг дэмжсэн байгууллагын нөхцөлийг бий болгосноор инновацыг дэмжиж чадна. Удирдлагын зан үйл, харилцаа хандлага нь байгууллагын ерөнхий стратеги дэх инновацын үүргийг тайлбарлах, доод албан тушаалтнуудад инновацын ач холбогдлыг тайлбарлах, албан болон албан бус байдлаар инновацыг урамшуулах, байгууллага доторх инновацын түүхийг онцлон тэмдэглэх, чадварлаг гүйцэтгэх багийг бүрдүүлэх зэрэг багтана.

Байгууллагын нөхцөл байдал нь байгууллагын дотоод орчныг илэрхийлдэг бөгөөд технологийн шинэчлэлийг нэвтрүүлэхэд дөхөм буюу хязгаарладаг байгууллагын онцлог, нөөцийг тодорхойлдог (Tornatzky & M, 1990). Байгууллагын бүтэц нь технологийг нэвтрүүлэхэд урьдчилан таамаглах гол үзүүлэлт гэдгийг нотлох олон судалгааны үр дүн бий (Deelert, 2020). (Micheni, 2015)-ын судалснаар байгууллагын нөхцөл байдал нь байгууллагын хэмжээ, шинэлэг байдал, байгууллагын соёл, дээд удирдлагын дэмжлэг зэргийг багтаадаг.

Технологийн хүчин зүйлс: Интернэт технологийн хурдацтай хөгжил нь цахим худалдаа эрхлэгчдэд ашиг тусаа өгч үйл ажиллагаа нь улам л төгөлдөржсөөр байна. Технологийн хүчин зүйлүүд нь мэдээллийн технологийг нэвтрүүлэх чадвар, нийцтэй байдал, ашиглахад хялбар байдал, аюулгүй байдлын асуудлууд зэрэг байгууллагад ашиглах боломжтой технологийн багц асуудлыг судлахад

чиглэдэг. Аливаа худалдааны салбарын бизнесийн хувьд цахим худалдааг нэвтрүүлэх, хэрэгжүүлэхийн тулд технологийн дэд бүтцийг сайтар хөгжүүлэх шаардлагатай байдаг. Цахим худалдаа нэвтрүүлэх үйл явцын нарийн төвөгтэй байдал, байгууллагын мэдээллийн технологийн дэд бүтцийн чадавх, хууль тогтоомж, аюулгүй байдлын асуудал зэрэг зарим хүчин зүйлүүд нь инновацтай шууд холбоотой байдаг (Preethi, 2018)

Мөн технологийн асуудалд байгууллагад хамааралтай, одоо ашиглагдаж байгаа бүх технологиудаас гадна зах зээл дээр байгаа боловч одоогоор ашиглагдаагүй байгаа технологиуд багтана. Байгууллагуудын одоо ашиглагдаж байгаа технологиуд нь хийж чадах технологийн өөрчлөлтийн цар хүрээ, хурдыг хязгаарладаг учраас нэвтрүүлэх үйл явцад чухал ач холбогдолтой (Collins, Hage, & M. Hull, 1988). Байгууллагаас гадуур байдаг инновацийн бүлэгт өсөн нэмэгдэж буй, синтетик болон тасралтгүй өөрчлөлтийг бий болгодог гэсэн гурван төрлийн инновац байдаг. Өсөн нэмэгдэж буй өөрчлөлтийг бий болгодог инновац нь шинэ боломжууд эсвэл одоо байгаа технологийн шинэ хувилбаруудыг нэвтрүүлдэг. Эдгээр өсөн нэмэгдэж буй шинэлэг инновац нь хүлээн авагч байгууллагын хувьд хамгийн бага эрсдэл, өөрчлөлтийг авчирдаг. Жишээлбэл: катодын туяа бүхий компьютерын том дэлгэцээс шингэн болор нимгэн дэлгэц рүү шилжих, эсвэл байгууллагын нөөц төлөвлөлтийн (ERP) системийн нэг хувилбараас шинэ хувилбар болгон шинэчлэх зэрэг орно.

Эрдэмтэд байгууллагын ажилчдын технологийн ур чадвар нь биет хөрөнгөөс илүү үнэ цэнтэй талаар судалгаандаа дурдсан байна. Технологийн мэдлэг, ур чадвартай шинийг санаачлагчид нь өрсөлдөөний давуу талыг бий болгодог байгууллагын биет бус нөөц болдог. Гэсэн хэдий ч дижитал харилцаа нь энгийн ойлголтын хязгаараас давж гарах үед нууцлал, аюулгүй байдал чухал асуудал болж хувирдаг. Аюулгүй байдлыг хамгаалах түвшин нь мэдээлэл дамжуулах явцад хэрэглэгчийн мэдээлэл болон тэдгээрийн гүйлгээний өгөгдлийг хамгаалах чадварыг тодорхойлдог. Хүмүүс аюулгүй байдлын асуудлаас шалтгаалж интернэт хэрэглээгээ хязгаарлах тохиолдол их байдаг. Аюулгүй байдлын асуудал нь цахим технологийн хамгийн чухал саад тогтор болохыг судалгаагаар тогтоосон. (Hart O. Awa, 2016)

Орчны хүчин зүйлс: Байгууллага цахим худалдааны шилжилт хийж, нэвтрүүлэхэд тухайн байгууллагын орчны хүчин зүйлс чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Эдгээр хүчин зүйл нь ихэвчлэн гадаад хүчин зүйлтэй холбоотой байдаг тул дотоод хүчин зүйлсийг технологийн болон байгууллагын хүчин зүйлсийн хүрээнд авч үздэг. Гадаад орчны хүчин зүйлүүд нь засгийн газрын үүрэг, дэмжлэг, өрсөлдөөний дарамт, цахим худалдааг нэвтрүүлэхтэй холбоотой нийгэм, эдийн засгийн бусад хүчин зүйлээс бүрдэнэ.

Мөн байгууллагын орчны нөхцөл байдал нь тухайн байгууллага бизнесээ явуулж буй гадаад буюу

байгууллага хоорондын орчинг илэрхийлдэг (Tornatzky & M, 1990). Олон судалгаанд байгууллагуудын үйл ажиллагаа явуулж буй энэ талбарыг гадны дарамт шахалт, гадны дэмжлэг, зохицуулалтын орчин зэргээр нь тодорхойлдог. Зарим судалгаа өрсөлдөөний дарамт, аж үйлдвэр ба зах зээлийн дарамт, түншүүдийн дарамтыг тус тусад нь авч үздэг бол бусад нь гадаад дарамт гэсэн нэр томъёоны дор хосолсон хүчин зүйлийг судалдаг эрдэмтэд инновац нийлүүлэгчдийг гадны дэмжлэгийг санал болгодог түншүүдийн өвөрмөц бүлэг гэж үздэг. Энд гадны дэмжлэг гэдгийг инновацыг хэрэгжүүлэх, ашиглахад дэмжлэг үзүүлэх боломж гэж тодорхойлсон байна (Truc Nguyen, 2017).

III. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Судалгааны арга зүй ба хэмжилт. Энэхүү эмпирик судалгаагаар цахим худалдааг бизнестээ нэвтрүүлэхэд нөлөөлөх хүчин зүйлс, тэр дундаа тухайн байгууллагын удирдлага, шийдвэр гаргачдын дэмжлэг, байгууллагын нөөц, мөн технологийн нөөц, салбарын асуудлууд, засгийн газрын дэмжлэг хэрхэн нөлөөлж буйг тандан илрүүлэх зорилготой. Тиймээс судалгаанд Монгол Улс дахь цахим худалдааг дагнан хэрэгжүүлэгч бизнесийн байгууллага, мөн өөрийн бизнестээ цахим худалдааны стратегийг аль хэдийн нэвтрүүлсэн байгууллагуудыг сонгон хамруулсан.

ТОЕ загварыг шалгадаг эмпирик судалгаа бүрд судлаачид технологи, байгууллага, орчны нөхцөл байдлын хувьд өөр өөр хувьсагчдыг ашигласан байдаг. Тиймээс бид ТОЕ загвараар цахим худалдаа эрхлэлтийг судалсан эрдэмтдийн судалгааны ажлуудыг харьцуулан судалж, улмаар онлайн худалдаа эрхэлдэг, цахим худалдааг нэвтрүүлсэн байгууллагуудын гүйцэтгэлийг илэрхийлсэн 1 багц хүчин зүйл, түүнд нөлөө үзүүлэх технологийн 1 багц хүчин зүйл, орчны 2 багц хүчин зүйл: “засгийн газрын дэмжлэг” ба “салбарын асуудал”, байгууллагын 2 багц хүчин зүйл: “байгууллагын онлайн худалдаа хийхтэй холбоотой удирдлагын дэмжлэг” ба “байгууллагын онлайн худалдаа эрхлэлтэд шаардлагатай нөөц” гэсэн нийт 6 хувьсагчийн 33 үзүүлэлт бүхий асуулга судалгааг Лайкертын 5 хэмжээс ашиглан хэмжсэн (Хэмжилт хийсэн хувьсагчдын дэлгэрэнгүйг хүснэгт 1-т үзүүлэв).

СУДАЛГААНЫ ХЭМЖИЛТИЙН ГОЛ ХҮЧИН ЗҮЙЛС, ТОЕ ЗАГВАРААР

1-р ХҮСНЭГТ

Цахим худалдааны шилжилтийг тодорхойлох гол	Хэмжсэн хүчин зүйлийн нэр	Хамаарах асуултууд

Технологийн хүчин зүйлс	Технологи	Ашиг тустай байдал Нийцтэй байдал Цогц байдал Хэрэглэхэд хялбар байдал Хянагдах боломжтой байдал Аюулгүй байдал Найдвартай байдал
Байгууллагын хүчин зүйлс	Удирдлагын дэмжлэг	Дүрэм журмууд Өөрчлөлтийг удирдах загвар Үр дүнг үнэлэх хэмжүүрүүд
	Байгууллагын нөөц	Ажилтнуудын мэдлэг ур чадвар Бизнесийн нөөц Технологийн нөөц Мэдээллийн нөөц
Орчны хүчин зүйлс	Засгийн газрын дэмжлэг	Цахим худалдааны стандарт Татварын хөнгөлөлт Хууль, эрх зүй Нийтэд ил тод байдал Бодлого стратеги Аюулгүй байдал
	Салбарын асуудал	МТ тогтолцоо Технологийн дэд бүтэц Санхүү, төлбөрийн систем Мэдээллийн дэд бүтэц Соёл, зан заншлын нөлөө Олон нийтийн мэдлэг, хандлага Тээвэрлэлт, түгээлт Сургалт, семинар
Цахим худалдааг нэвтрүүлсэн	Байгууллагын гүйцэтгэл	Байгууллагын тогтвортой байдал Байгууллагын хамтын ажиллагаа Бай-н мэдээллийн ил тод байдал Байгууллагын өрсөлдөх чадвар Байгууллагын эдийн засгийн байдал
Эх сурвалж: (Cosgun & Dogerlioglu, 2012), (Al-Qirim, 2007), (Huy, Rowe, Truex, & Huynh, 2012), (Kevin Zhu, 2002), (Rita Rahayua, 2015), (Hart O. Awa, 2016), (Truc Nguyen, 2017), (Deelert, 2020), (Aljowaidi, 2015), (Abed, 2020), (Preethi, 2018), (Dey, 2020)		

Судалгааны түүвэр бүрдүүлэлт ба үйл явц. Манай Монгол Улсын хэмжээнд нийт 301 (Үндэсний статистикийн газар, 2022 он) байгууллага цахим худалдаа эрхэлдэг, эсвэл цахим худалдааг үйл ажиллагаандаа нэвтрүүлсэн гэсэн судалгаа байдаг. Бидний судалгаанд эдгээр байгууллагаас 2022, 2023 онуудад нийт 98 цахим худалдаа хэрэгжүүлэгч байгууллагын шийдвэр гаргах түвшний албан тушаалтнууд боломжит түүвэрлэлтээр (convenience sampling) хамрагдаж, дата мэдээлэл цугларсан ба үр дүнг SPSS 22.0 статистик программын тусламжтай боловсруулсан.

Тодорхойлох статистик шинжилгээний үр дүн. Судалгаанд оролцсон байгууллагуудын тодорхойлох статистикийн (descriptive statistics) үр дүнг дараах 2-р хүснэгтэд үзүүлээ. Судалгаанд орсон байгууллагын 46,9% нь жижиг (9 хүртэлх ажилтантай), 28.6% нь дунд (10-19 ажилтантай), 24.5% нь том (50-иас дээш ажилчтай) байлаа. Үйл ажиллагаа явуулаад 9 хүртэл жил болж байгаа байгууллагын эзлэх хувь 70.4%, 10-19 жил 18.4%, 20-с дээш жил үйл

ажиллагаа явуулж байгаа байгууллага 11.2% эзэлж байна. Цахим худалдаа үндсэн үйл ажиллагаа болох байгууллага 51.0% бол цахим худалдааг өөрийн туслах үйл ажиллагаагаар ашигладаг байгууллага 49.0% эзэлж байна.

ТОЙМ СТАТИСТИК

2-Р ХҮСНЭГТ

Байгууллагын мэдээлэл		
Ажилчдын тоо	Давтамж	Эзлэх хувь
0-9	47	47.40%
10-19	11	11.10%
20-49	17	17.20%
50+	23	24.20%
Ү.а явуулсан он	Давтамж	Эзлэх хувь
0-3	38	38.30%
4-8	28	28.20%
9+	32	33.30%
ЦХ-д дараах боломжуудаас алийг хэрэглэдэг вэ?	Давтамж	Эзлэх хувь
Сошиал суваг (FB)	85	86.70%
Веб сайт	62	63.30%
Сошиал суваг (Ins)	58	59.20%
Сошиал суваг (YT)	26	26.50%
Call center	20	20.40%
Мобайл апп	17	18.40%
Бодит дэлгүүртэй	Давтамж	Эзлэх хувь
Тийм	50	50.5%
Үгүй	47	48.5%
Хариулаагүй	1	1%

Судалгаанд хамрагдсан байгууллагуудаас 61 байгууллага нь тулгамдаж буй асуудлыг тодруулах зорилготой нээлттэй асуултад хариулт өгсөн бөгөөд тэдгээрийг нэгтгэн, хүснэгт 3-т үзүүлэв.

ТУЛГАМДАЖ БУЙ АСУУДЛУУД, ДАВХАРДСАН ТООГООР

3-Р ХҮСНЭГТ

Тулгамдаж буй асуудал	Давтамж	Эзлэх %
Хэрэглэгч	22	36%
Хүргэлт	13	21%
Технологийн асуудал/Програм хангамж	7	11%
Ажилчдыг сургах	7	11%
IT мэргэжилтэн	6	10%
Нийлүүлэлт	5	8%
Хил, гааль	5	8%
Төлбөрийн асуудал	4	7%
Хууль, эрх зүй	4	7%
Боловсон хүчний хомсдол	4	7%
Татвар	3	5%
Дэд бүтэц	2	3%
Цахим худалдааны эко систем үүсгэх	2	3%
Нөөцийн дутагдал	2	3%
Тээвэр, логистик	2	3%
Засгийн газрын дэмжлэг	2	3%
Агуулах, агуулахын удирдлага	2	3%

Эдгээр байгууллагын 36% нь буюу хамгийн их давтагдсан асуудал бол хэрэглэгч, хэрэглэгчийг

сургах, хэрэглэгчийн цахим худалдааны мэдлэг чадвар байсан. Үүний дараагаар 21% нь тулгамдаж буй асуудлаар хүргэлтийн асуудлыг нэрлэсэн байна.

Судалгааны хэмжилтийн баталгаат (validity test) болон найдвартай байдлын (reliability test) шинжилгээний үр дүн. Судалгааны арга зүйн баталгаатай, найдвартай байдлыг шалгахын тулд хүчин зүйлсийн шинжилгээг (олон хувьсагчийн хоорондын харилцааг судлах статистикийн арга) хийж үзэхэд 5 багц хувьсагч багцлагдсан ба үр дүнг доорх 4-р хүснэгтэд үзүүлэв. Технологийн хүчин зүйл нь тус судалгааны хүрээнд фактор шинжилгээнд бие даасан хүчин зүйл болж багцлагдаагүй ба энэ нь магадгүй дараах гол шалтгаануудтай холбоотой байж болзошгүй гэж үзэж байна. Үүнд:

Асуулт зохиомж нь технологийн нэвтрэлт, дэд бүтэц, програм хангамж, хэрэглээний түвшинг ялгаж чадахуйц нарийвчлалтай бус байсан.

Технологийн хүчин зүйл нь байгууллагын дотоод хүчин зүйлс (нөөц, дэмжлэг, дотоод бодлого) дотор багтсан байх боломжтой.

Мөн судалгаанд хамрагдсан байгууллагууд нь өөрсдийн салбартаа цахим худалдааг түрүүлж нэвтрүүлж, идэвхтэй хэрэгжүүлж буй учир технологийн хүчин зүйлсийн ач холбогдол, тэдний хувьд аль хэдийн ард үлдсэн стратегийн шийдвэр болсон байж болно.

Иймээс технологийн хүчин зүйлс нь үндсэн шинжилгээнд авч үзэх боломжгүй болсон тул бид цаашдын шинжилгээнүүдэд үүнийг хасч үр дүнг нэгтгэсэн болно.

ФАКТОР ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮН

4-р ХҮСНЭГТ

Хүчин зүйлс	Component				
	1	2	3	4	5
Орчны хүчин зүйл: ЗГ дэмжлэг					
Цахим худалдааны стандарт	.890				
Татварын хөнгөлөлт	.878				
Хууль, эрх зүй	.858				
Нийтэд ил тод байдал	.834				
Бодлого стратеги	.828				
Аюулгүй байдал	.790				
Орчны хүчин зүйл: Салбарын хүчин зүйл					
МТ тогтолцоо	.814				
Технологийн дэд бүтэц	.769				
Үндэсний санхүү, төлбөрийн систем	.767				
Мэдээллийн дэд бүтэц	.709				
Соёл, зан заншлын нөлөө	.690				
Олон нийтийн мэдлэг, хандлага	.687				
Тээвэрлэлт, түгээлт	.659				
Иргэдэд чиглэсэн сургалт, семинар	.649				
Байгууллагын гүйцэтгэл					
Байгууллагын тогтвортой байдал			.866		
Байгууллагын хамтын ажиллагаа			.841		
Байгууллагын мэдээллийн ил тод байдал			.745		

Байгууллагын өрсөлдөх чадвар			.739		
Байгууллагын эдийн засгийн байдал			.728		
Байгууллагын хүчин зүйл: Байгууллагын нөөц					
Технологийн нөөц (Тоног төхөөрөмж, программ хангамж г.м)			.827		
Мэдээллийн нөөц (эх сурвалжууд, мэдээллийн бааз, мэдээллийн чанар, мэдээллийн хүртээмж г.м)			.813		
Ажилтнуудын мэдлэг, ур чадвар			.750		
Бизнесийн нөөц (Байгууллагын мэдээллийн ил тод байдал, бизнес загвар, бодлого стратеги, санхүү г.м)			.724		
Байгууллагын хүчин зүйл: Удирдлагын дэмжлэг, хандлага					
Цахим худалдаа эрхлэх явцад гарсан өөрчлөлтийн асуудлыг удирдах системчилсэн загвар хангалттай					.834
Цахим худалдааг эрхлэхтэй холбоотой үүрэг, хариуцлагын талаар тодорхой тусгагдсан дүрэм журмууд хангалттай					.825
Цахим худалдааны үр дүнг үнэлэх хэмжүүрүүд гаргасан					.810

Фактор шинжилгээний үр дүн тохиромжтой эсэхийг баталгаажуулдаг КМО, BARTLETT'S TEST-г хийж үзэхэд үр дүн нь маш сайн гарсан. Үүнийг хүснэгт 5-д үзүүлэв.

“КМО, BARTLETT'S TEST”-ИЙН ҮР ДҮН

5-р ХҮСНЭГТ

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.881
Bartlett's Test of Approx. Sphericity	2315.472
df	325
Sig.	.000

Мөн Cronbach alpha test-ээр өгөгдлийн найдвартай байдлын түвшинг үнэлэхэд, сайн үр дүн гарсныг хүснэгт 6-аар харууллаа. Ийнхүү хувьсагчид хоорондын дотоод нийцтэй байдал хүлээн зөвшөөрөгдөж байгаа, мөн хувьсагч бүрийн үзүүлэлтүүд нийцэл өндөртэй байгаа тул асуулга судалгааны үр дүнг ашиглан, цаашид үндсэн шинжилгээ хийх боломжтой гэж үзсэн.

НАЙДВАРТАЙ БАЙДЛЫН ШИНЖИЛГЭЭ

6-р ХҮСНЭГТ

Хүчин зүйлс	Cronbach alpha
Засгийн газрын дэмжлэг-ЗГД	0.954
Салбарын хүчин зүйл-СХЗ	0.917
Байгууллагын гүйцэтгэл-БГ	0.904
Байгууллагын нөөц-БН	0.898

Удирдлагын дэмжлэг, хандлага-УДХ	0.927
----------------------------------	-------

Судалгааны үндсэн шинжилгээний үр дүн - Олон хувьсагчийн регрессийн шинжилгээний үр дүн (Multivariate regression analysis). Судалгаанд оролцогчдын дундаж үзүүлэлтээр 5 багц хүчин зүйлс ямар үнэлгээтэй байгааг дүгнэж үзэхэд байгууллагынхаа нөөцийг хамгийн өндрөөр ($M=3.7883$) үнэлсэн. Харин засгийн газрын дэмжлэг гэх хүчин зүйл хамгийн бага дундаж үнэлгээтэй байсан ($M=1.4558$). Удаах сул үнэлгээтэй хүчин зүйл нь салбарын асуудал байлаа ($M=2.4362$). Судалгаанд оролцогч байгууллагууд дээрх 5 багц хүчин зүйлд үнэлгээ өгөхдөө өөрийн байгууллагаас хамаарч байгаа гүйцэтгэл, нөөц, удирдлагын дэмжлэг хандлагад арай илүү үнэлгээ өгч, харин гадаад орчны хүчин зүйлсэд сул үнэлгээ өгчээ. Үр дүнг Хүснэгт 7-с харна уу.

СУДАЛГААНД ОРОЛЦОГЧДЫН ӨГСӨН ДУНДАЖ ҮНЭЛГЭЭ, ХҮЧИН ЗҮЙЛ ТУС БҮРЭЭР

7-Р ХҮСНЭГТ

	Mean	Std. Dev	N
БГ	3.5265	1.03401	98
УДХ	3.1497	1.44476	98
БН	3.7883	1.02378	98
СХЗ	2.4362	1.13068	98
ЗГД	1.4558	1.20365	98

ХҮЧИН ЗҮЙЛС ХООРОНДЫН КОРРЕЛЯЦИЙН
КОЭФФИЦИЕНТ

8-Р ХҮСНЭГТ

		БГ	УДХ	БН	СХЗ	ЗГД
	Pearson Correlation	1	0.513	0.552	0.473	0.323
	УДХ	0.513	1	0.626	0.392	0.393
	БН	0.552	0.626	1	0.414	0.336
	СХЗ	0.473	0.392	0.414	1	0.612
	ЗГД	0.323	0.393	0.336	0.612	1
		БГ	УДХ	БН	СХЗ	ЗГД
	Sig. (1-tailed)	.	0	0	0	0.001
	УДХ	0	.	0	0	0
	БН	0	0	.	0	0
	СХЗ	0	0	0	.	0
	ЗГД	0.001	0	0	0	.

ОЛОН ХҮЧИН ЗҮЙЛИЙН РЕГРЕССИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ
ҮР ДҮН

9-Р ХҮСНЭГТ

Model	Unst-d Coef-s		St-d Coef-s		t	Sig.
	B	Std. Err	Beta			
(Const)	1.263	.325			3.888	.000
УДХ	.162	.076	.227		2.141	.035
БН	.310	.106	.307		2.915	.004
СХЗ	.259	.096	.283		2.681	.009
ЗГД	-.037	.089	-.043		-.417	.677

(хамаарах хувьсагч: байгууллагын гүйцэтгэлд)

Энэхүү үр дүнг цаашид баталгаажуулж, цахим худалдаа хэрэгжүүлэгч байгууллагын гүйцэтгэлд байгууллагын нөөц ба удирдлагын дэмжлэг хандлага, гадаад орчны салбарын асуудал ба засгийн газрын дэмжлэг гэсэн хүчин зүйлс хэр нөлөөтэй байгааг үнэлэхээр олон хүчин зүйлийн шинжилгээг хийж

үзлээ. Хүснэгт 8-д харуулсан корреляцийн шинжилгээний үр дүнгээс харахад эдгээр хүчин зүйлс нь хооронд өндөр хамааралтай байна. Хүснэгт 9-нд олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээний үр дүнг харууллаа. Байгууллагаас өөрөөс нь хамаарах байгууллагын цахим худалдаа эрхлэх нөөц болон цахим худалдаа эрхлэлтэд чиглэсэн удирдлагын дэмжлэгийн үзүүлэлт нь гүйцэтгэлд нь эерэг хүчтэй нөлөө үзүүлдэг нь батлагдав. Засгийн газрын дэмжлэг маш сул гэсэн дундаж үнэлгээ гарсан ч энэ нь байгууллагын гүйцэтгэлд нөлөөлөл байхгүй болох нь харагдаж байна. Харин судалгаанд оролцогчдын үнэлгээгээр салбарын асуудлууд тухайн байгууллагын гүйцэтгэлд өндөр нөлөөтэй гэсэн үр дүн гарсан.

ЕРӨНХИЙ ДҮГНЭЛТ

Судалгааны дүгнэлт ба ач холбогдол:

Энэхүү судалгаа нь Монгол Улсын цахим худалдааны чиглэлээр үйл ажиллагаа явуулж буй 98 бизнесийн байгууллагыг хамруулан, ТОО (Технологи-Байгууллага-Орчин) загварын хүрээнд цахим худалдаа нэвтрүүлэхэд нөлөөлдөг гол хүчин зүйлсийг тодорхойлох зорилготой байв. Судалгааны үр дүнг доор дэлгэрүүлэн тайлбарлая.

Засгийн газрын дэмжлэг болон салбарын асуудлууд гэсэн хоёр хүчин зүйл тус тусад нь тодорхойлогдсон ч, судалгаанд оролцогчдын үнэлгээгээр хоёулаа харьцангуй бага оноо авсан. Тодруулбал засгийн газрын дэмжлэг нь байгууллагын гүйцэтгэлд статистикийн утгаар мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлээгүй нь цахим худалдааны салбарт төрийн бодлого, дэмжлэгийн талаар бизнес эрхлэгчид хангалттай мэдлэггүй эсвэл засгийн газрын дэмжлэгийн хүлээлт үүсгээгүй байх магадлалтай. Өөрөөр тус байгууллагууд засгийн газрын дэмжлэг өөрийн байгууллагад ямар эерэг нөлөөтэйг тооцоогүй, мэдэхгүй ч байж мэдэх юм.

Харин салбарын асуудалтай холбоотой хүчин зүйл нь байгууллагын гүйцэтгэлд нөлөөтэй гэж гарсан нь цахим худалдааны салбарын бүтцийн зохион байгуулалт, дэд бүтцийн бэлэн байдал, соёлын орчин зэрэг асуудлуудыг шийдвэрлэх нь байгууллагын үр дүнд эерэг нөлөө үзүүлдэг болохыг харуулж байна. Тус хүчин зүйлд дараах элементүүд багтсан: мэдээлэл, харилцаа холбооны зохион байгуулалт; технологийн болон мэдээллийн дэд бүтэц; банк, санхүүгийн систем; олон нийтийн хандлага; сургалт, сурталчилгаа; түгээлтийн тогтолцоо гэх мэт.

Байгууллагын нөөц, байгууллагын удирдлагын дэмжлэг, хандлага нь байгууллагын гүйцэтгэлд өндөр итгэлцлийн түвшинтэйгээр нөлөөлнө гэж тодорхойлогдсон. Эдгээр нь байгууллага доторх хүний нөөц, техник хэрэгсэл, удирдлагын чадавх, дотоод зохион байгуулалт, хяналтын тогтолцоо зэрэг чухал хүчин зүйлийг хамарч байна.

Судалгааны үр дүнгээр эдгээр байгууллагын хүчин зүйлүүд нь байгууллагын гүйцэтгэл, үр дүнтэй нягт уялдаа холбоотой гарсан нь байгууллагын дотоод чадавх болон удирдлагын хандлага нь цахим

шилжилтэд шууд нөлөөтэй чухал хүчин зүйлс болохыг баталж байна.

Энэхүү судалгааны үр дүнгээр бизнес эрхлэгч, удирдлага, менежерүүдийн дэмжлэг хандлага цахим худалдаа нэвтрүүлж хэрэгжүүлж байгаа байгууллагын гүйцэтгэлд эерэг нөлөө үзүүлдэг зүй тогтол байна дүгнэж болохоор байна.

Судалгааны хязгаарлалт ба ирээдүйн судалгааны чиглэл:

Онлайн худалдаа эрхлэлтийн салбарын хувьд салбарт үйл ажиллагаа явуулж байгаа байгууллагууд салбарын дэд бүтцийн асуудал болсон хэрэглэгчдийн бэлэн байдал, хүргэлтийн асуудал, төлбөр санхүүгийн асуудал, мэдээлэл, технологийн зэрэг асуудлуудад хамтран ажиллаж салбараа хөгжүүлэх хэрэгцээ шаардлага байгаа нь судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна. Хэдийгээр онлайн худалдаа эрхлэлтэд засгийн газрын дэмжлэг дутмаг байна гэсэн үнэлгээ гарсан ч энэ нь байгууллагын гүйцэтгэлд нөлөө үзүүлэхгүй байна. Харин салбарын асуудал нь үнэлгээгээр муу гарсан төдийгүй байгууллагын онлайн худалдаа эрхлэлтийн гүйцэтгэл амжилтад эерэг хүчтэй нөлөө үзүүлдэг болох нь батлагдаж байна. Тиймээс онлайн худалдаа эрхлэгч байгууллагууд салбарын эдгээр асуудлын хүрээнд хэдий хоорондоо өрсөлдөж байгаа ч хамтдаа давуу талыг бий болгох “өрсөлдөгчтэй хамтрах” стратегийг хэрэгцээ шаардлага өндөр байна гэсэн дүгнэлтэд хүрлээ.

Цахим худалдааг амжилттай нэвтрүүлэхэд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн хүрээнд менежерийн буюу удирдах албан тушаалтны мэдлэг, туршлага, байгууллагын ажилласан хугацаа, хэмжээ, удирдлагын цахим шилжилт хийх хүсэл эрмэлзэл, санхүүгийн нөөц боломж, ажилчдын дэмжлэг зэрэг байгууллагатай холбоотой олон хүчин зүйл хамааралтай. Өмнөх судлаачдын үзэж буйгаар эдгээрээс удирдлагын сэтгэлгээ, хандлага нь уламжлалт худалдаанаас цахим хэлбэр рүү шилжих стратегийн өөрчлөлтөд шийдвэрлэх үүрэгтэй юм (Preethi, 2018). Өөрөөр хэлбэл удирдлагын баг цахим худалдааны талаар эерэг ойлголт хандлага суугаагүй бол цахим худалдааг нэвтрүүлэх боломжгүй байдаг нь өмнөх судлаачдын бүтээлүүдээр батлагдсан байдаг (Hendricks & Mwapwele, 2023).

Цахим худалдаа нь өөрөө аливаа бизнесийн байгууллагын борлуулалтыг дэмжих түгээлтийн сувгийн нэг хэлбэр болох боломжтой төдийгүй зах зээлийг тэлэх, олон улс, дэлхийн зах зээлд гарах ч боломжийг олгодог орчин үеийн мэдээллийн технологийн хөгжилд суурилсан (Berthon, F. Pitt, Plangger, & Shapiro, 2012) бизнесийн стратегийн нэг төрөл болох боломжтой. Энэ мэт цахим худалдааны олгож байгаа олон төрлийн боломжуудыг цаг алдалгүй ашиглахын тулд аливаа бизнесийн байгууллагын шийдвэр гаргах эрх мэдэл бүхий удирдлага, бизнесийн эздүүд энэхүү цахим худалдааны стратегийг байгууллагадаа нэвтрүүлэх шийдвэрийг гаргаж, цаашид энэхүү технологийн шилжилтийг оновчтой удирдан зохион байгуулж, хэрэгжүүлэх хэрэгтэй болно.

Зарим судлаач TOE загвар нь менежерүүдийн хувийн шинж чанартай холбоотой хүчин зүйлсийг үл тоомсорлодог сул талтай гэж дүгнэсэн байдаг (Ghobakhloo & Tang, 2013), (Rita Rahayua, 2015).

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- Abed, S. S. (2020). Social commerce adoption using TOE framework: An empirical investigation of Saudi Arabian SMEs. *International Journal of Information Management*.
- Agarwal, J., & T., W. (2015). Factors influencing growth potential of e-commerce in emerging economies: An institution-based N-OLI framework and research propositions. *Thunderbird International Business Review*, 197–215.
- Ahmad, S. Z., Abu Bakar, A. R., Faziharudean, T. M., & Mohamad Zaki, K. A. (2015). An Empirical Study of Factors Affecting e-Commerce Adoption among Small- and Medium-Sized Enterprises in a Developing Country: Evidence from Malaysia. *Information Technology for Development*, 555– 572.
- Ahmed, J. U., & Hasan, H. (2016). A Study on Identification of Key Barriers to E-Commerce in Syria. *World Journal of Business and Management*, 41.
- Aljowaidi, M. (2015). A study of e-commerce adoption using TOE framework in Saudi retailers: firm motivations, implementation and benefits.
- Al-Qirim, N. (2007). The adoption of eCommerce communications and applications technologies in small businesses in New Zealand. *Electronic Commerce Research and Applications* , 462–473.
- Alyoubi, & A., A. (2015). E-commerce in Developing Countries and how to Develop them during the Introduction of Modern Systems. *Procedia Computer Science*, 479-483.
- Berthon, P. R., F. Pitt, L., Plangger, K., & Shapiro, D. (2012). Marketing meets Web 2.0, social media, and creative consumers: Implications for international marketing strategy . *ScienceDirect*, 261-271.
- Chawla, N., & Kumar, B. (2022). E-Commerce and Consumer Protection in India: The Emerging Trend. *Journal of Business Ethics*, 581.
- Collins, P. D., Hage , J., & M. Hull, F. (1988). Organizational and Technological Predictors of Change in Automaticity. *The Academy of Management Journal*, 512-543.
- Cosgun, V., & Dogerlioglu, O. (2012). Critical Success Factors Affecting e-commerce Activities of Small and Medium Enterprises. *Information Technology Journal*, 11(12), 1664-1676.
- Deelert, J. (2020). THE INFLUENCE OF TECHNOLOGY-ORGANIZATION-ENVIRONMENT (TOE) FRAMEWORK ON

- FIRM PERFORMANCE WITH ERP CYCLE IMPLEMENTATION. THANYABURI.
- Dey, P. (2020). Value relevance of integrated reporting: a study of the Bangladesh banking sector. *International Journal of Disclosure and Governance*, 1-13.
- Ghobakhloo, M., & Tang, S. H. (2013). The role of owner/manager in adoption of electronic commerce in small businesses: The case of developing countries. *Journal of Small Business and Enterprise Development*.
- Hart O. Awa, O. U. (2016). Using T-O-E theoretical framework to study the adoption of ERP solution. *Cogent Business & Management*.
- Hendricks, S., & Mwapwele, S. D. (2023). A systematic literature review on the factors influencing e-commerce adoption in developing countries. *Data and Information Management*.
- Huy, L. V., Rowe, F., Truex, D., & Huynh, M. (2012). An empirical study of determinants of e-commerce adoption in SMEs in Vietnam: An economy in transition. *Journal of Global Information Management (JGIM)*, 23-54.
- Kabir, A. I., Jakowan, & Rayhan, H. (2020). The Emergence of E-Commerce Sites and Its Contribution towards the Economic Growth of Bangladesh: A Quantitative Study. *Informatica Economica*, 40-53.
- Kevin Zhu, K. L. (2002). A Cross-Country Study of Electronic Business Adoption Using the Technology-Organization-Environment Framework. *Twenty-Third International Conference on Information Systems*, (хууд. ICIS 2002 Best Paper: Conference Theme (93 accepted of 526 submitted papers)). Irvine, CA USA.
- Koe, W.-L., & Sakir, N. A. (2020). The motivation to adopt E-commerce among Malaysian entrepreneurs. *Organizations and Markets in Emerging Economies*, 189–202.
- Kurnia, S., Choudrie, J., Mahbubur, R. M., & Alzougo, B. (2015). E-commerce technology adoption: A Malaysian grocery SME retail sector study. *Journal of Business Research*, 1906-1918.
- Lekmat, L. (2018). Antecedents of e-commerce adoption in Thai SMEs. *UTCC International Journal of Business and Econom*.
- Micheni, E. M. (2015). Using the technology organization environment framework for adoption and implementation of cloud computing in institutions of higher learning in Kenya. *International Journal of Engineering and Scienc*, 37–43.
- Mthembu, P., Kunene, L., & Mbhele, T. (2018). Barriers to e-commerce adoption in African countries. A qualitative insight from Company Z. *Journal of Contemporary Management*, 265-304.
- Preethi, B. (2018). ADOPTION OF E-COMMERCE AND ITS IMPACT ON BUSINESS PERFORMANCE: AN ANALYTICAL STUDY OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES IN CHENNAI. CHENNAI.
- Rita Rahayua, J. D. (2015). Determinant Factors of E-commerce Adoption by SMEs in Developing Country: Evidence from Indonesia. *World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship*. Istanbul: Elsevier Ltd.
- Rondovic, B., Kascelan, L., Lazovic, V., & Durickov, T. (2019). Discovering the determinants and predicting the degree of e-business diffusion using the decision tree method: evidence from Montenegro. *Information Technology for Development, Taylor & Francis Journals*, 304-333.
- Sila, I. (2019). Antecedents of electronic commerce in developing economies. *Journal of Global Information Management*, 66–92.
- Tornatzky, L. G., & M, F. (1990). *The Processes of Technological Innovation*. Lexington: Lexington Books.
- Truc Nguyen, T. E. (2017). Technology Adoption in Norway: Organizational Assimilation of Big Data. *NORWEGIAN SCHOOL OF ECONOMICS*.

УЛААНБААТАР ХОТЫН НИЙТИЙН ТЭЭВРИЙН ХЭРЭГЛЭЭ БА ЗОРЧИГЧИЙН ЗАН ТӨЛӨВ

Баатарын ЭНХГЭРЭЛ¹, Эршүүгийн ПҮРЭВ-ЭРДЭНЭ²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн тэнхим

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

Хураангуй: Улаанбаатар хотын хүн ам болон автомашины өсөлтөөс үүдэн замын түгжрэл, зорчих хугацааны алдагдал, агаарын бохирдол нэмэгдүүлж, нийтийн тээврийн хүртээмж, найдвартай байдал буурах болсон нь нийтийн тээврийн хэрэглээг судлах шаардлагыг бий болгож байна. Нийтийн тээврийг хэрэглэх эсэх зорчигчийн шийдвэр нь зөвхөн үйлчилгээний чанараас гадна хувь хүний хандлага, нийгмийн нөлөөлөл, нийтийн тээврийг хялбар гэж үзэх ойлгох байдал зэрэг хүчин зүйлээс хамаарч байна. Иймд энэхүү судалгаагаар Улаанбаатар хотын зорчигчийн нийтийн тээврийн хэрэглээнд нөлөөлж буй үзүүлэлтийг Үүсмэл зан төлөвийн онолын (ҮЗТО) хүрээнд судалж, шинжилж, тодорхойлох зорилготой. Судалгаанд 18 ба түүнээс дээш насны 354 иргэнээс Гоогл форм ашиглан ҮЗТО-ын үзүүлэлтээр 5 шатлалт Лайкертын үнэлгээгээр хэмжив. Өгөгдлийг Кронбах альфа, корреляци, регрессийн шинжилгээгээр боловсруулсан. Үр дүнгээс бүх хэмжүүрийн Кронбах альфа 0.70-аас дээш гарч найдвартай байв. Корреляцийн шинжилгээгээр бүх үзүүлэлт нийтийн тээврийн хэтийн хэрэглээтэй эерэг, статистикийн ач холбогдолтой хамааралтай байлаа. Регрессийн үр дүнд бодлогын шинэчлэл болон үйлчилгээ сайжруулах ойлголт хамгийн хүчтэй нөлөөтэй ($\beta=0.413$), хандлага ($\beta=0.236$) болон нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал ($\beta=0.181$) дунд зэргийн нөлөөтэй гарсан. Харин нийгмийн нөлөөлөл нь сул бөгөөд ач холбогдолгүй байв. Эдгээр дүн нь нийтийн тээврийн хэрэглээг нэмэгдүүлэхэд дэд бүтцийн сайжруулалттай зэрэгцэн зорчигчийн хандлага, ойлголт, итгэлийг нэмэгдүүлэх бодлого шаардлагатайг харуулж байна.

Түлхүүр үг: Нийтийн тээвэр, нийтийн тээврийн хэрэглээ, Үүсмэл зан төлөвийн онол, Theory of planned behavior

I. УДИРТГАЛ

Улаанбаатар хот нь Монгол Улсын нийслэл төдийгүй улсын нийт хүн амын 50 гаруй хувь оршин суудаг, эдийн засаг, аж үйлдвэр, үйлчилгээ, санхүү, боловсролын салбар ихээр төвлөрсөн бүс юм [1]. Үндэсний статистикийн хорооны мэдээллээр 1990 онд 586.2 мянга байсан хүн ам өнөөдрийн байдлаар 1.7 саяд хүрч, хүн амын өсөлт болон эдийн засгийн тэлэлттэй зэрэгцэн хувийн автомашины тоо ч огцом нэмэгдсэн. Сүүлийн жилүүдэд Улаанбаатар хотод автомашины тоо эрчимтэй өсөж, 1000 хүнд 225 автомашин ногдож байна. Иргэдийн орлого өсөхийн хэрээр автомашины тоо нэмэгдэж байгаа нь замын түгжрэл, агаарын бохирдол, зорчих хугацааны алдагдлыг нэмэгдүүлж, иргэдийн өдөр тутмын амьдрал, бүтээмжид сөргөөр нөлөөлж байна. Автомашины хэт өсөлт нь зөвхөн түгжрэлийг нэмэгдүүлэхгүй, нийтийн тээврийн хөдөлгөөнд ч ихээхэн ачаалал үүсгэдэг бөгөөд түгжрэлийн улмаас автобус хуваарийн цагаасаа хоцорч, зорчигчийн тоо оргил цагаар огцом өсөж, ингэснээр нийтийн тээврийн системийн ачаалал нэмэгдэн, үйлчилгээний үр ашиг, хүртээмж, найдвартай байдал буурсан.

Үр ашигтай, тогтвортой нийтийн тээвэр нь хотын хөдөлгөөнийг сайжруулж, хувийн автомашины хэрэглээг бууруулж, агаарын бохирдлыг багасгах чухал хэрэгсэл [2]. Гэвч өнөөгийн нөхцөлд нийтийн тээврийн үйлчилгээний чанар, автобуснууд цагтаа ирэхгүй байх, хүртээмж муу, мэдээлэл тодорхой бус хангалтгүй байгаа зэрэг асуудал нь иргэдийг хувийн автомашин сонгох шалтгаан болдог [3]. Иргэд ихэвчлэн хувийн автомашинаар зорчдог болсон тул нийтийн тээвэр өрсөлдөх чадвараа алдаж байна. Иймээс нийтийн тээврийн хэрэглээг нэмэгдүүлэхийн

тулд иргэдийн сонголтод нөлөөлдөг зан төлөв, хандлага, шийдвэр гаргалтыг судлах шаардлагатай гэж үзэв.

Судалгааны хэрэгцээ

Сүүлийн арван жилд Нийслэлд бүртгэлтэй тээврийн хэрэгслийн тоо 443 мянгаас 790 мянга болж, бараг хоёр дахин өссөн нь замын ачааллыг нэмэгдүүлж, нийтийн тээврийн хөдөлгөөн удааширч, хүртээмжийг бууруулахад нөлөөлсөн [4]. Нийтийн тээврийн бодлогын газраас жил бүр үйлчилгээний чанар, хүртээмжийг сайжруулах, парк шинэчлэл, мэдээллийг сайжруулах зэрэг ажлуудыг хийж байгаа ч иргэдийн хүлээлт, үйлчилгээний чанарыг сайжруулахын тулд цаашид ч тогтмол сайжруулалт шаардлагатай хэвээр. Ийм нөхцөлд нийтийн тээврийн хэрэглээг нэмэгдүүлэхийн тулд зорчигчийн зан төлөв, хандлага, сэтгэл зүйн хүчин зүйлсийг судлах нь зайлшгүй шаардлагатай.

Кенворти нарын [5] судалгаанд нийтийн тээврийн хэрэглээг нэмэгдүүлэх нь зөвхөн хөдөлгөөний ачааллыг бууруулахгүй, зорчих хугацаанд үүсдэг үргүй хүлээлт, чанаргүй цаг зарцуулалтыг багасгаж, иргэдийн өдөр тутмын зорчих орчныг сайжруулах, нийгмийн тэгш хүртээмжийг хангах зэрэг олон талын эдийн засаг, нийгмийн үр өгөөжтэй гэж үздэг.

Ижил төстэй судлагдаж байсан судалгаанууд ихэвчлэн дэд бүтэц болон нийтийн тээврийн үйлчилгээний чанарт төвлөрч ирсэн бол энэхүү судалгаа нь зорчигчийн зан төлөв, хандлага, сэтгэл зүйн хүчин зүйлсийг Үүсмэл зан төлөвийн онол (Theory of Planned Behavior, TPB) [6]-ийн хүрээнд шинжилж байгаагаараа онцлог юм. Энэ хүрээнд зорчигчийн хандлага (attitude), нийгмийн нөлөөлөл (subjective norm), нийтийн тээврийн зорчилтыг

хялбар гэж үзэх ойлголт (perceived behavior control) гэх зэрэг зан төлөвийн хүчин зүйлсийг тодорхойлж, нийтийн тээврийн бодлого боловсруулахад нотолгоонд суурилсан шинжлэх ухааны үндэслэл гаргах юм.

Судлагдсан байдлын тойм

Хүний зан төлөвийг тайлбарлахад хамгийн өргөн хэрэглэгддэг онолуудын нэг бол Ажзений 1991 онд тодорхойлсон Үүсмэл зан төлөвийн онол энэ нь хүний ямар нэгэн шийдвэр гаргах процесс гурван хүчин зүйлсээс хамаардаг гэж үздэг [7]. Үүнд: тухайн үйлдлийн талаарх хүний хандлага (Attitude), нийгмийн нөлөөлөл (Subjective Norm), нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж үзэх ойлголт (Perceived Behavioral Control) багтдаг. Энэ онолыг нийтийн тээврийн судалгаанд ашиглахад зорчигч нийтийн тээврээр явах ёстой эсэхээ хэрхэн шийддэг, нийтийн тээврийн талаарх ойлголт, итгэл, нийгмийн нөлөө, нийтийн тээврээр явахыг хүн өөрөө амар эсвэл хүндрэлтэй гэж боддог ойлголтоос сонголт шууд хамаардаг нь судалгаагаар батлагдсан. Энэ онолд тулгуурлан, дараах гадны судлаачид нийтийн тээврийн хэрэглээнд хэрхэн нөлөөлдгийг дараах судалгаануудаар тодорхойлсон.

Шифтан нар зорчигчийн хандлага, итгэл, дадал зуршил болон үйлчилгээний чанар нь нийтийн тээврийн хэрэглээний хандлагыг тодорхойлдог гол хүчин зүйлс болохыг тогтоожээ [8].

Литманы судалгаагаар нийтийн тээврийг тухайн хотын зорчих хэрэгцээг хэр сайн хангаж чаддагаар үнэлдэг гэж тодорхойлсон бөгөөд үйлчилгээний чанар, хүртээмж, тав тух, найдвартай байдал зэрэг үзүүлэлтүүд нь зорчигчийн сэтгэл ханамж болон нийтийн тээврийг ашиглахад шууд нөлөөлдөг болохыг дүгнэсэн [9]. Үүнтэй адил Эболи нар [10] нийтийн тээврийн найдвартай байдал, тав тух, зорчих хугацаа, ариун цэвэр зэрэг үзүүлэлтүүд зорчигчийн сэтгэл ханамжийг тодорхойлох гол хүчин зүйл болохыг тогтоосон. Редман нарын судалгаа нийтийн тээврийн давтамж, хүлээлгийн хугацаа, мэдээллийн хүртээмжийг сайжруулах нь хувийн автомашины хэрэглээг бууруулах хамгийн үр дүнтэй арга гэдгийг харуулсан [11]. Судлаач Банистер нь Европын хотууд нийтийн тээврийн хүртээмж, үр ашгийг нэмэгдүүлэх нь автомашины хэрэглээг бууруулж, агаарын чанарыг сайжруулахад эерэг нөлөөтэй болохыг онцолсон [12].

Лиу нарын судалгаа нь хүн ямар унаагаар зорчихоо шийдэх болон зорчих хугацаа нь зорчигчийн сэтгэл ханамж ба сэтгэл зүйн байдалд нөлөөлдөг болохыг тогтоосон [13]. Судалгаанд хүмүүс зорчих үед тулгардаг нөхцөл байдал, стрессийн түвшин, тухайн үйлдлийн талаарх хандлага зэрэг сэтгэл зүйн хүчин зүйлс нь сэтгэл ханамжид нөлөөлдөг гэж үзсэн. Хандлага, нийгмийн орчны нөлөөлөл, нийтийн тээврээр явахыг хүн хэрэглэхэд хялбар гэж ойлгох байдал нь зорчилтын зан төлөвийг тодорхойлох үндсэн хүчин зүйлс болохыг дүгнэсэн.

Сүүлийн жилүүдэд хийгдсэн тоймлон системчлэх судалгаан дээрх дүгнэлтүүдийг бататган харуулсан. Тоймлон системчлэх гэдэг нь тухайн сэдвээр хийгдсэн олон судалгааг тогтсон шалгуур, аргачлалаар нэгтгэн дүгнэлт гаргадаг арга. Исмаил нар [14] 2010–2020 оны хооронд нийт 290 судалгааг нэгтгэж, нийтийн тээврийн хэрэглээнд үйлчилгээний чанар, сэтгэл ханамж, хандлага, нийгмийн ойлголт зэрэг олон хүчин зүйл нөлөөлдөг болохыг тодорхойлсон. Үүнтэй адил Зуо нар [15] 2000 оноос хойших 104 судалгааг нэгтгэн харьцуулж, нийтийн тээврийн хэрэглээнд зорчигчийн хандлага, нийгмийн ойлголт зэрэг сэтгэл зүйн хүчин зүйлс болон үйлчилгээний бодит чанар хоёулаа нэгэн зэрэг нөлөөлдөг болохыг онцолсон. Эдгээр судалгааг дүгнэвэл зорчигчийн сэтгэл ханамж болон зан төлөв нь үйлчилгээний чанар (frequency, waiting time, coverage, comfort, fare)-аас гадна нийгмийн хэм хэмжээ ба зорчигчийн итгэлд хүчтэй хамаардаг. Үүнтэй алид Хансон нар [16] нь Нордикийн хотуудын жишээгээр нийтийн тээврийг сонирхол татахуйц болгоход найдвартай байдал, аюулгүй байдал, мэдээллийн хүртээмж, аяллын таатай байдал зэрэг хүчин зүйлийг тогтмол сайжруулах шаардлагатайг онцолсон. Түүнчлэн Дэлл Олио нарын судалгаанд 85 нийтлэлийг нэгтгэн дүгнэж, нийтийн тээврийн үйлчилгээний чанарын судалгаанд зорчигчийн хандлага, итгэл, дадал зуршил, зан төлөвийн холбоотой үзүүлэлтүүдийг зайлшгүй хамруулах шаардлагатай гэж дүгнэсэн [17].

Улаанбаатар хотын хувьд нийтийн тээврийн тогтолцоо нь голчлон автобусанд тулгуурласан бөгөөд дизель болон цахилгаан хөдөлгүүрийн холимог парк ашиглаж байна. Үйлчилгээг таван төрийн өмчит болон 15 хувийн компани хүргэж, 2025 оны байдлаар ажлын өдрүүдэд ойролцоогоор 1,200 орчим автобус 128 чиглэлд, амралтын өдрүүдэд 903 автобус үйлчилж байна [18]. Үндэсний судалгааны дүнгээр зорчигчийн 60% нь нийтийн тээврийн үйлчилгээг “дунд түвшний” гэж үнэлдэг бөгөөд урт хүлээлгийн хугацаа, хэт ачаалал, тав тухгүй орчин, мэдээллийн хомсдолыг гол шалтгаан гэж үздэг бөгөөд 18–35 насныхны дунд нийтийн тээврийн хэрэглээ бага, хувийн автомашин болон таксинд хамаарал өндөр байгаа нь тав тух, уян хатан байдал, цагийн хэмнэлттэй холбоотой [19].

НҮБ-ийн Ази, Номхон Далайн бүс нутгийн эдийн засаг ба нийгмийн комиссын судалгаагаар Улаанбаатар хотын нийтийн тээврийн хүртээмж, үйлчилгээний чанар, аяллын хугацаа нь бүс нутгийн дундаж үзүүлэлтээс доогуур байгаа нь иргэдийн нийтийн тээврээс татгалзах шалтгаан болж байгааг онцолжээ [20]. Энэ нь автомашины хэт хэрэглээ, дэд бүтцийн хязгаарлалтаас гадна зорчигчийн итгэл, хандлага, нийгмийн ойлголт сул байгаатай холбоотой гэж дүгнэхээр байна.

Дэлхий нийтийн судалгаануудын дүгнэлтээр нийтийн тээврийн хэрэглээг зөвхөн дэд бүтэц, маршрут, үнийн бодлогоор үнэлэх нь хангалтгүй, харин зорчигчийн хандлага, итгэл, дадал зуршил, нийгмийн ойлголт зэрэг зан төлөвийн хүчин

зүйлсийг хамтад нь авч үзэх шаардлагатайг таньж мэдлээ. Эдгээр судалгааг харьцуулахад дэлхий нийтийн түвшинд хийгдсэн судалгаа сэтгэл зүйн болон зан төлөвийн хүчин зүйлсийн нөлөөг авч үздэг бол Улаанбаатар хотын судалгаа голчлон үйлчилгээний чанар, хүртээмж, дэд бүтцийн асуудалд төвлөрч байна. Иймээс нийтийн тээврийн судалгаанд зан төлөв, хандлага, нийгмийн нөлөөлөл, нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж үзэх ойлголт нь ҮЗТО-ийн бүрэлдэхүүнүүдийг Улаанбаатарын нөхцөлд цогцоор нь судалсан ажил олдоц муутай байна.

Тиймээс энэхүү судалгаа нь Улаанбаатар хотын зорчигчийн нийтийн тээврийн хэрэглээнд нөлөөлдөг үйлчилгээний чанар болон зан төлөвийн хүчин зүйлсийг нэгтгэн шинжилж, нийтийн тээврийн хэрэглээг нэмэгдүүлэх бодлогыг боловсруулахад онолын болон практик ач холбогдолтой.

Судалгааны зорилго

Улаанбаатар хотын нийтийн тээврийн хэрэглээ болон зорчигчийн зан төлөвийн онцлогийг тодорхойлж үзэх. Судалгаанд Ажзены Үүсмэл зан төлөвийн онолын суурийг ашиглаж, зорчигчийн нийтийн тээврийн хэрэглээнд нөлөөлж буй хандлага (Attitude), нийгмийн нөлөөлөл (Subjective Norm), нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж үзэх ойлголт (Perceived Behavioral Control) зэрэг зан төлөвийн хүчин зүйлсийг онолын түвшинд авч үзсэн.

II. АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгаа нь Ажзены боловсруулсан ҮЗТО-д тулгуурласан тоон судалгааны арга зүйг ашиглав. ҮЗТО-ын дагуу хүний зан төлөв нь гурван үндсэн хүчин зүйлээс хамаарна.

Эдгээр гурван хүчин зүйлийн нэгдэл нь нийтийн тээврийг ашиглах эсэх шийдвэр нь зорчигчийн зан төлөвт нөлөөлнө. Энэхүү судалгаанд нийтийн тээврийг хэрэглэх зан төлөвийг ҮЗТО-ын хүрээнд тайлбарлахыг зорьсон.

Өгөгдлийн эх үүсвэр

Судалгааг Монгол Улсын нийслэл Улаанбаатар хотод хийгдсэн. Улаанбаатар хотын нийтийн тээвэр нь автобусанд суурилсан системтэй. Ажлын өдрүүдэд ойролцоогоор 1,200 автобус, амралтын өдрүүдэд 900 орчим автобус 128 чиглэлд үйлчилдэг. Зорчигчийн зан төлөвийг судлах цахим асуулгыг Гоогл форм ашиглан боловсруулж, Улаанбаатар хотын 18 ба түүнээс дээш насны 354 оролцогчоос хариу авсан. Асуулгын хуудас нь ҮЗТО-ын гурван үндсэн бүрэлдэхүүн болон нийтийн тээврийн хэрэглээний давтамж, үйлчилгээний чанарын талаарх үнэлгээг хамарсан. Бүх үнэлгээ нь 5 онооны Лайкерт (1=огт санал нийлэхгүй, 5=бүрэн санал нийлнэ) ашиглан өгөгдсөн.

Судалгаанд дараах үндсэн бүлгийн хувьсагчийг ашиглав. Үүнд:

- Хандлага (Attitude)- Нийтийн тээврээр зорчих нь таатай эсэх, тав тухтай эсэх, ашиглах сонирхолтой эсэх зэрэг асуултууд.

- Нийгмийн нөлөөлөл (Subjective Norm)- гэр бүл, найз нөхөд, хамт олон нь нийтийн тээврийг ашиглахыг дэмждэг эсэх, нийгмийн орчноос ирэх шууд болон шууд бус нөлөөлөл.
- Нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж үзэх ойлголт (Perceived Behavioral Control)- Нийтийн тээврээр зорчиход хүндрэлтэй эсэх, сонголт хийх эрх чөлөө, өөрийгөө нийтийн тээврийг ашиглах боломжтой гэж үзэх түвшин.
- Зан төлөв /Хэрэглээ/ Хэтийн төлөв (Behavior/Usage/Intention)- Нийтийн тээврээр зорчдог давтамж, ирээдүйд нийтийн тээврийг ашиглах эсэх шийдвэр.

Статистик боловсруулалт

Судалгааны тоон мэдээллийг дараах үндсэн алхмаар боловсруулсан.

1. Тоон мэдээллийг нэгтгэн тайлбарлах, тодорхойлох: Оролцогчдын үндсэн мэдээлэл (нас, хүйс, орлого), нийтийн тээврийн хэрэглээний давтамж, мөн ҮЗТО-ын гол үзүүлэлтүүдийн дундаж болон хэлбэлзлийг тооцсон.

2. Кронбах альфа хэмжүүр: Хандлага, нийгмийн хэм хэмжээ, хяналтын ойлголт болон үйлчилгээний чанарын асуулгууд хоорондоо хэр сайн таарч байгаа эсэхийг Кронбах альфа гэдэг үзүүлэлтээр шалгасан. Альфа нь 0.70-аас дээш бол асуулга найдвартай гэж үздэг.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_{total}^2} \right) \quad (1)$$

k-асуултын тоо

σ_i^2 - асуулт тус бүрийн хувьсах хэмжээ
 σ_{total}^2 -нийт асуултын дундаж оноо

3. Корреляцийн шинжилгээ: ҮЗТО-ын үндсэн бүрэлдэхүүн болон нийтийн тээврийн ашиглахтай ямар холбоо байгааг ашиглахын тулд тэдгээрийн хоорондын хамаарлыг Пирсоны корреляцийн коэффициент (r) ашиглан тооцсон. Мөн энэ хамаарал статистикийн хувьд үнэн зөв эсэхийг p-ийн утга (таамаглал шалгах тест) ашиглан шалгасан.

4. Регрессийн шинжилгээ: Нийтийн тээврийн хэрэглээнд үйлчилгээний чанар болон ҮЗТО-ын гурван хүчин зүйл хэрхэн нөлөөлж буйг регрессийн загвараар шинжилсэн.

III. ҮР ДҮН

Нийтийн тээврийн хэрэглээний өнөөгийн нөхцөл, зорчигчийн сонголтыг тодорхойлох хүчин зүйлсийг гүнзгийрүүлэн ойлгохын тулд оролцогчдын хүн ам зүйн бүтэц болон зорчилтын зан төлөвийг судлах зорилгоор суурь мэдээлэл цуглуулсан. Судалгаанд нийт 354 оролцогч хамрагдсанаас эмэгтэй 66.4%, эрэгтэй 33.6% байв. Оролцогчдын 54% нь ажилтай, 37% нь оюутан, үлдсэн хэсэг нь тэтгэвэр болон ажилгүй бүлэгт хамаарсан. Нийтийн тээврийн хэрэглээ нь ажил, сургууль хооронд зорчилт хөдөлгөөн хийгдэж байна. Нийт оролцогчдын 59.4% нь автомашин эзэмшдэг, үлдсэн хэсэг нь

автомашингүй бөгөөд нийтийн тээврийг үндсэн зорчих хэрэгсэл болгон ашиглаж байна. Оролцогчдын 80% нь UMoney карт болон UBCard аппликэйшн ашигладаг нь нийтийн тээврийн цахим төлбөрийн систем өргөн хэрэглэгддэг болсныг харуулав.

Кронбах альфа хэмжүүр

КРОНБАХ АЛЬФА ХЭМЖҮҮР

1-р ХҮСНЭГТ

Хүчин зүйл	Нийт асуулга	Кронбах альфа
Хандлага	4	$\alpha = 0.84$
Нийгмийн нөлөөлөл	3	$\alpha = 0.71$
Нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал	6	$\alpha = 0.82$
Сорилт	4	$\alpha = 0.79$
Бодлогын өөрчлөлт	4	$\alpha = 0.76$
Хэтийн төлөв	3	$\alpha = 0.83$

Энэхүү судалгаанд хандлага, нийгмийн нөлөөлөл, нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал, сорилт, бодлогын өөрчлөлт болон хэтийн төлөвийг тус бүр олон асуулгаар хэмжсэн бөгөөд асуулгын уялдааг Кронбах альфа коэффициентээр үнэлсэн. Үр дүнгээс харахад судалгаанд ашигласан бүх хэмжүүрийн альфа утга 0.70-аас дээш гарсан нь нийцлийг бүрэн илтгэж байна.

Эдгээр үр дүнг нэгтгэж үзвэл, судалгаанд ашигласан бүх хэмжүүр ҮЗТО-ын хүрээнд зорчигчийн хандлага, нийгмийн нөлөөлөл, нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал, сорилт болон хэтийн зан төлөвийг найдвартай, тогтвортой, нийцсэн болохыг харуулж байна.

Корреляцийн шинжилгээ

КОРРЕЛЯЦИЙН ШИНЖИЛГЭЭ

2-р ХҮСНЭГТ

Хувьсагч	r	p
Хандлага - Хэтийн төлөв	0.53	$p < 0.001$
Нийгмийн нөлөөлөл - Хэтийн төлөв	0.47	$p < 0.001$
Нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал - Хэтийн төлөв	0.38	$p < 0.001$
Сорилт - Хэтийн төлөв	0.42	$p < 0.001$
Бодлогын өөрчлөлт - Хэтийн төлөв	0.61	$p < 0.001$

Хүчин зүйл	Хандлага	Нийгмийн нөлөөлөл	Нийтийн тээврийг зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал	Сорилт	Бодлогын өөрчлөлт	Хэтийн төлөв
Хандлага	1	0.47	0.38	0.42	0.61	0.53
Нийгмийн нөлөөлөл	0.47	1	0.35	0.4	0.45	0.47
Нийтийн тээврийг зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал	0.38	0.35	1	0.33	0.36	0.38
Сорилт	0.42	0.4	0.33	1	0.41	0.42
Бодлогын өөрчлөлт	0.61	0.45	0.36	0.41	1	0.61
Хэтийн төлөв	0.53	0.47	0.38	0.42	0.61	1

1-р зураг. Корреляцийн шинжилгээн дулааны зураглал

Корреляцийн шинжилгээний үр дүнгээр бүх хувьсагч нь нийтийн тээврийн хэрэглээний зорилттой эерэг, статистикийн хувьд ач

холбогдолтой хамааралтай гарсан. Статистикийн хувьд ач холбогдолтой хамаарал гэдэг нь тухайн хамаарал санамсаргүй тохиолдлоор бус Пирсоны утгаар нотолсон бодит хамаарал. Үүнээс:

- Бодлогын шинэчлэл, үйлчилгээ сайжруулах үзүүлэлт холбоотой хүчин зүйл хамгийн өндөр хамааралтай гарсан бол үйлчилгээ сайжрах нь зорчилтыг хамгийн их нэмэгдүүлдэг болохыг харууллаа.

- Хандлага болон нийгмийн нөлөөлөл дунд зэргийн хамааралтай байсан нь зорчигчдын сэтгэлзүйн үзүүлэлт шийдвэрт чухал нөлөөлж байгааг олж мэдлээ.

- Нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал болон сорилт нь бага зэрэг хамааралтай гарсан ч зорчилтын шийдвэрт мөн нөлөөлж байна.

Эдгээр дүн нь нийтийн тээврийн хэрэглээний өсөлт зөвхөн дэд бүтэц бус, зорчигчийн хандлага, нийгмийн ойлголт, үйлчилгээний чанар зэрэг үзүүлэлтийн нөлөөнөөс хамаардаг болохыг харуулж байна.

Регрессийн шинжилгээ

РЕГРЕССИЙН ШИНЖИЛГЭЭ

3-р ХҮСНЭГТ

Хувьсагч	b	β	t
Хандлага	0.253	0.236	4.59
Нийгмийн нөлөөлөл	0.0412	0.065	1.45
Нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал	0.264	0.181	4.22
Сорилт	0.106	0.091	1.85
Бодлогын өөрчлөлт	0.439	0.413	8.14

b -бодит өөрчлөлтийн хэмжээ

β - нөлөөллийн хүч

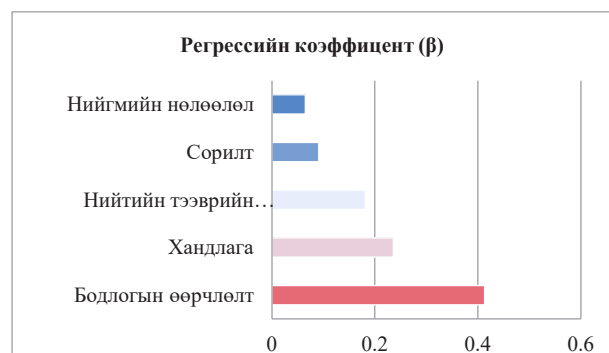
t - "0-с өөр" гэдгийг шалгах тест

* β 0.10-0.19 - сул нөлөө

* β 0.20-0.29 - дунд зэрэг

* β 0.30-0.49 - хүчтэй

* β 0.50+ - маш хүчтэй



2-р зураг. Регрессийн шинжилгээний коэффициент

Регрессийн шинжилгээний үр дүнгээс харахад Улаанбаатар хотын иргэд нийтийн тээврийг ашиглах хэтийн төлөвт нөлөөлөх хувьсагчдын нөлөөллийн хүч, чиглэл тодорхой харагдлаа. Таван хувьсагчаас дөрөв нь статистикийн хувьд ач холбогдолтой, нэг нь ач холбогдолгүй гарсан.

- Бодлогын өөрчлөлт нь хэтийн төлөвт хамгийн хүчтэй нөлөөлж байгаа үзүүлэлт бөгөөд хүчтэй эерэг нөлөөтэй ($\beta > 0.50$ -д ойр). Энэ нь үйлчилгээний бодлого сайжрах тусам иргэд нийтийн тээврийг цаашид сонгох сонирхол нэмэгдэнэ гэсэн дүгнэлтэд хүргэнэ.
- Хандлага нь дунд зэргийн нөлөөтэй бөгөөд хандлага сайнгүй бол нийтийн тээврийн хэтийн хэрэглээний төлөв буурах, харин эерэг хандлага нэмэгдэх тусам сонголт нэмэгддэгийг харуулж байна.
- Нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал нь дунд зэргийн нөлөөтэй харагдаж байна. Энэ нь цаашид нийтийн тээврийг сонгох зан төлөвийг нэмэгдүүлдэг байна.
- Сорилт нь сул нөлөөтэй боловч статистикийн хувьд сул ач холбогдолтой (≈ 1.82). Энэ нь хүндрэл, бэрхшээлтэй холбоотой хүчин зүйлс хэтийн төлөвт бага нөлөөтэй гэдгийг илтгэнэ.
- Нийгмийн нөлөөлөл нь статистикийн хувьд ач холбогдолгүй ($p > 0.05$). Энэ нь гэр бүл, найз нөхдийн санал бодол нь нийтийн тээврийг цаашид сонгох шийдвэрт хүчтэй нөлөөлдөггүй гэж гарчээ.

Регрессийн шинжилгээнээс харахад нийтийн тээврийг хэтийн төлөвт ашиглах үзүүлэлт нь бодлогын өөрчлөлт, түүнээс дараах хүчтэй нөлөө нь хандлага болон нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал байв. Сорилтын нөлөө харьцангуй сул, нийгмийн нөлөөлөл нь статистикийн хувьд ач холбогдолгүй гарсан нь зорчигчийн зан төлөвийг илүүтэй хувь хүний үнэлэмж болон үйлчилгээний чанартай холбоотой байдаг болохыг харуулж байна.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаа Улаанбаатар хотын нийтийн тээврийн хэрэглээнд нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг Ажзены ҮЗТО-д тулгуурлан шинжилж, иргэдийн нийтийн тээвэр ашиглах шийдвэр гаргалтад сэтгэл зүйн хүчин зүйлс болон үйлчилгээний чанар хамтдаа нөлөөлдөг болохыг мэдэж авлаа.

Регрессийн үр дүнгээс харахад бодлогын шинэчлэлтэд итгэх итгэл хамгийн хүчтэй нөлөөтэй байсан нь иргэд илүү тав тухтай, найдвартай, тодорхой төлөвлөгдсөн нийтийн тээврийн системийг хүсэж байгааг тогтоов. Хандлага болон нийтийн тээврийн зорчилтын хялбар гэж үзэх ойлголт мөн ирээдүйн хэрэглээг нэмэгдүүлэхэд эерэг нөлөө үзүүлсэн. Харин нийгмийн нөлөөлөл нь хүний шийдвэрт ач холбогдол багатай гарсан нь зорчилтын шийдвэр гаргалтад бусдын нөлөөнөөс хараат бус гэдгийг илэрхийлнэ.

Нийтийн тээврийн хэрэглээг бодитоор нэмэгдүүлэхийн тулд дэд бүтцийг сайжруулахаас

гадна иргэдийн итгэл, туршлага, мэдээллийн хүртээмж, үйлчилгээний чанарыг сайжруулах шаардлагатай. Судалгааны дүн нь нийтийн тээврийн бодлогыг зөвхөн техникийн биш, хүний зан төлөвт суурилсан цогц бодлого болгон хувиргах хэрэгтэйг харуулж байна.

Нэр томъёоны тодорхойлолт

Theory of Planned Behavior-үүсмэл зан төлөвийн онол. Хүн ямар нэгэн үйлдэл хийх эсэхээ гурван хүчин зүйл дээр шийддэг гэж үздэг зан төлөвийн сэтгэлзүйн онол.

Subjective norm-нийгмийн нөлөөлөл. Хүн нийтийн тээврээр явахдаа гэр бүл, найз нөхөд, эргэн тойрны нөлөөг хэр мэдэрч шийдвэр гаргаж байгаа вэ?

Perceived Behavioral Control-нийтийн тээврийн зорчилтыг хялбар гэж ойлгох байдал. Нийтийн тээврээр явах нь хүнд хялбар уу, эсвэл хүндрэлтэй санагдаж байна уу гэдгийг илэрхийлнэ.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Үндэсний Статистикийн Хороо, 2024. Монгол Улсын нийгэм, эдийн засгийн үзүүлэлтүүдийн тайлан.
- [2] P. Galka, "Urban public transport as a tool of sustainable mobility policy-the example of Poland," *Transport Problems*, vol. 17, no. 1, pp. 5-16, 2022.
- [3] C. R. Buehler and J. Pucherm "Demand for Public Transport in Germany and the USA: An Analysis of Service Quality," *Transport Reviews*, vol. 32, no. 5, pp. 541-567, 2012.
- [4] Үндэсний Статистикийн Хороо, 2024. Монгол Улсын нийгэм, эдийн засгийн үзүүлэлтүүдийн тайлан.
- [5] J. R. Kenworthy and F. B. Laube, "Patterns of public transport use: An economic and behavioral perspective," *Journal of Transport Economics*, vol. 11, no. 2, pp. 67-84, 1999.
- [6] I. Ajzen, "The theory of planned behavior," *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 50, no. 2, pp. 179-211, 1991.
- [7] I. Ajzen, "The theory of planned behavior," *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 50, no. 2, pp. 179-211, 1991.
- [8] Y. Shiftan, M. Outwater and Y. Zhou, "Transit market research using structural equation modeling to evaluate transit service quality," *Transportation Research Record*, pp. 99-106, 2003.
- [9] T. Litman, "Transit oriented development and public transport performance evaluation," *Journal of Public Transportation*, pp. 23-44, 2004.
- [10] L. Eboli and G. Mazzulla, "Service quality attributes affecting customer satisfaction for public transport," *Journal of Public Transportation*, vol. 10, no. 3, pp. 21-34, 2007.
- [11] L. Redman, M. Friman, T. Gärling, and T. Hartig, "Quality attributes of public transport that attract car users: A research review," *Transport Policy*, vol. 25, pp. 119-127, 2013.
- [12] D. Banister "The sustainable mobility paradigm," *Transport Policy*, pp. 73-80, 2008.
- [13] Y. Liu, D. Ettema and M. Helbich, "Systematic review of the association between commuting, subjective wellbeing and mental health," *Journal of Transport & Health*, vol. 25, 101-355, 2022.
- [14] A. Ismail, S. Hassan and N. Rahman, "User mode choice behavior in public transportation: A systematic literature review," 2022.
- [15] F. Zuo and D. Hensher, "Scaling up public transport usage: A systematic literature review of service quality, satisfaction and attitudes towards bus transport," *Public transport*, 2024.

- [16] L.Hansson, F.Petterson and R. Hrelja, "Factors that make public transport systems attractive: A Nordic perspective," European Transport Reseach Review, pp. 45-58, 2023.
- [17] L. Dell'Olio and L. Eboi, "Quality of public transport service: An integrative review and research agenda," Transport Reviews, pp. 414-437, 2017.
- [18] Нийтийн Тээврийн Бодлогын Газар. (2024). Улаанбаатар хотын нийтийн тээврийн зорчилтын статистикийн тайлан.
- [19] Нийтийн Тээврийн Бодлогын Газар. (2023). Улаанбаатар хотын нийтийн тээврийн зорчигчийн сэтгэл ханамжийн судалгаа.
- [20] UNESCAP. (2022). Urban Transport Accessibility and Service Quality Report: Ulaanbaatar City.

УЛААНБААТАР ХОТОД ГАМШИГ ТОХИОЛДОХ ҮЕД ЦУГЛАРАХ ТАЛБАЙГААР ТОДОРХОЙЛСОН ОРОН ЗАЙ ХҮРТЭЭМЖТЭЙ ЭСЭХИЙГ НЯГТЛАХ СУДАЛГАА

Нарандаваа ГАНЧИМЭГ¹, Эршүү ПҮРЭВ-ЭРДЭНЭ²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: Nganaa170@gmail.com¹

Хураангуй: Улаанбаатар хот газар хөдлөлтийн өндөр эрчимтэй бүсэд оршдог ч гамшигийн үед ашиглах түр цугларах талбайн байршил, орон зайн аюулгүй байдал, хүн амын нягтралыг уялдуулан системтэй үнэлсэн судалгаа хомс байна. Энэхүү судалгааны зорилго нь нийслэлд албан ёсоор “гамшигийн үед цугларах талбай” гэж тогтоосон 90 байршлын орон зайн морфологи, барилгын уналт, нурангийн эрсдэл, хүн амын нягтралыг газар зүйн мэдээллийн системд суурилан үнэлж, эвакуацийн задгай орон зайн хангалт, тэнцвэрийг хот төлөвлөлтийн түвшинд нягтлахад оршино. Олон улсын практикт ашиглагддаг $r=1,5xH$ (барилгын өндөр) коэффициентээр барилгын нурултын аюулын нөлөөллийн бүс тогтоож, түүнийг түр цугларах талбайн хилтэй давхцуулан аюултай ба аюулгүй хэсгийг тодорхойлов. Тооцооллоор 851 491 м² түр цугларах талбай байгаагаас 55.9% нь барилгажилтын уналт, нурангийн нөлөөллийн бүсэд, зөвхөн 44.1% нь нурултаас ангид аюулгүй бүсэд хамаарч, 23 талбай (25.6%) нь нурултын бүсэд бүрэн орохоор буйг тогтоосон. Хүн амын нягтралыг давхцуулан шинжлэхэд өндөр нягтралтай орон сууцны бүсэд аюулгүй задгай орон зай дутмаг зэрэг үр дүн нь газар хөдлөлтийн эрсдэлийг тусгасан эвакуацийн задгай орон зайн сүлжээг ерөнхий төлөвлөгөө, норм дүрэмд тусгаж, одоогийн түр цугларах талбайн байршил, төлөвлөлтийг эргэн хянаж, дахин зохион байгуулах шаардлагатайг харуулж байна.

Түлхүүр үг: Түр цугларах талбай, газар хөдлөлтийн эрсдэл, хүн амын нягтрал, орон зайн шинжилгээ

I. УДИРТГАЛ

Улаанбаатар хотод 2023 оны байдлаар 1,640,781 хүн 465,059 өрх амьдарч байна [1]. Нийт хүн амын 91.3% нь төвийн зургаан дүүрэгт төвлөрсөн бөгөөд хүн амын тоо 2010-2023 онд жилд дунджаар 3.3% буюу 37,970 хүнээр өссөн. 2035 онд Улаанбаатар хотод амьдрах хүн 1,98 саяд хүрч, Монгол Улсын нийт хүн амын 70% Улаанбаатар хотод амьдрах магадлалтай [1]. Ийм өндөр төвлөрөл нь агаарын бохирдол, замын түгжрэл, уур амьсгалын өөрчлөлт, хог хаягдлын менежмент, хүний эрүүл мэнд, эдийн засгийн тодорхойгүй байдал, орлогын ялгаа, гамшигийн удирдлага зэрэг шинэ сорилтуудыг бий болгодог [7]. Өдөр тутмын хотын эрчимтэй амьдралын сөрөг үр нөлөө нь зөвхөн амьдралын чанар, байгаль орчны нөлөөгөөр хязгаарлагдахгүй, харин байгалийн болон технологийн гаралтай гамшигт өртөх хүн ам, дэд бүтцийн хэмжээг геометр прогрессоор нэмэгдүүлж байна [9].

Зам тээвэр, ус хангамж, эрчим хүч, орон сууц зэрэг олон дэд бүтэц бүхий системийн нягтрал, нарийн сүлжээ бүхий хотууд нь байгалийн гамшигт хамгийн эмзэг орон зайд тооцогддог [10]. Тэгвэл бүсчилсэн хэлбэрээр авч үзвэл, Улаанбаатар хотын нийт айл өрхийн 97.7% нь газар хөдлөлтийн 8 ба түүнээс дээш баллын эрчмийн бүсэд оршин сууж байгаа нь айл өрхийн газар хөдлөлтөд өртөх магадлал өндөр байна [6]. Үндэсний статистикийн хороо, Онцгой байдлын байгууллагын мэдээллээс үзвэл Монгол улсад бүртгэгдсэн гамшиг, аюулт үзэгдэл, ослын тохиолдол 2013 оноос огцом өсөж, 2015 онд нийт 5426 тохиолдол бүртгэгдэж, нэг жилд тохиолдох гамшигийн тоо 350–500 гаруйд хүрсэн [6]. 2024 онд дунджаар 1241 газар хөдлөлтийн тохиолдол бүртгэгдэж, 140 тэрбум төгрөгийн санхүүгийн хохирол учирчээ [6]. Цаашдын 10 жилд

(2021–2030) гамшигийн тохиолдол 40 орчим хувиар нэмэгдэх төлөвтэй гэж үнэлжээ [6].

Ийм нөхцөлд нүүрстөрөгчийн ялгарал бага “ногоон” барилга, цахилгаанаар ажиллах нийтийн тээвэр зэрэг нь ухаалаг хотын чухал бүрэлдэхүүн хэсэг боловч жинхэнэ утгаараа “ухаалаг” байхыг хүсвэл хотууд гамшигийн нөлөөг тооцож “сөрөн тэсвэрлэх” арга хэмжээ авагдсан байх зайлшгүй шаардлагатай [10]. Өөрөөр хэлбэл аюулгүй хот биш бол ухаалаг хот гэж үзэх боломжгүй. Ухаалаг хот нь тухайн хотод тохирсон үр нөлөө бүхий гамшигийн хариу арга хэмжээ авч, эрсдэлийн илрүүлэлт, сэргийлэлт, мэдээлэл, удирдлагын системтэй байх ёстой [2].

Гамшигийн удирдлага. Гамшигийн удирдлага нь хот, бүс нутгийн түвшинд гамшигийн эрсдэлийг тодорхойлж, нарийвчилсан үнэлгээ хийж, түүнийг бууруулах, бэлтгэл хангах, хариу үйлдэл үзүүлэх, сэргээн босгох зэрэг үе шатыг уялдаа холбоотойгоор хэрэгжүүлэх тасралтгүй үйл явц юм [2]. Энэ нь бодлого, хууль тогтоомж, байгууллагын зохион байгуулалт, санхүүгийн нөөц, иргэн – хувийн хэвшил – төрийн байгууллагуудын олон талт оролцоо зэрэг бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн нэгдсэн зохицуулалтад тулгуурлана [2]. Гамшигийн удирдлагын системийг бүрдүүлэх үндсэн зорилго нь хүний амь нас, эрүүл мэнд, эд хөрөнгийг хамгаалах, нийгэм, эдийн засаг болон хотын тогтолцоог сөрөн тэсвэрлэх чадвартай болгоход оршино [2].

Хотын орчинд гамшигийн удирдлага нь орон зайн төлөвлөлттэй салшгүй уялдаатай. Задгай орон зай, сургуулийн эдэлбэр газар, ногоон коридор, авто зогсоол зэрэг нь өдөр тутмын хэрэглээний үүргээс гадна яаралтай үед буюу гамшигийн нөхцөлд түр цугларах, хоргодох хоёрдогч үүргийг гүйцэтгэх чадавхтай байх шаардлагатай [7]. Иймээс түр

цугларах болон хоргодох талбайн байршил, багтаамж, хүртээмж, аюулгүй зай, дэд бүтэц, нүүлгэн шилжүүлэх маршрутын давхардалгүй байдал зэрэг шалгуур үзүүлэлтийг олон талын өгөгдөл, орон зайн шинжилгээтэй уялдуулан үнэлж, шийдвэр дэмжих систем бүхий гамшгийн удирдлагын загварыг бий болгох нь зүйтэй [10].

Нийслэлийн газар хөдлөлтийн эрсдэлийн үнэлгээ. Улаанбаатар хот орчимд газар хөдлөлтийн идэвхжилт ажиглагдаж буй бүс нутгуудад судалгаа хийхэд Хустай, Авдар, Гүнж, Шархай, Эмээлт, Мөнгөнморьт гэсэн газар хөдлөлтөөр үүссэн зургаан цэгт томоохон хагарлын бүс байдаг. Үүнээс гурав нь сүүлийн жилүүдэд идэвхжиж байгаа бөгөөд 2000-2016 онуудад Нийслэл болон түүний орчмын бүс нутагт 0.1-5.2 баллын 11389 удаагийн газар хөдлөлт болжээ. Улаанбаатар хот орчимд болсон нийт газар хөдлөлтийн 740 газар хөдлөлт нь хотын баруун захад орших Эмээлтийн хагарлын дагуу болсон байна [3].

2016 онд Улаанбаатар бүсийн газар хөдлөлийн бичил мужийн зураглалыг хийх судалгаанаас үзэхэд хотын нийт барилгажилтын 43.4 хувь нь 7 балл, 55.3 хувь нь 8 балл, 1.3 хувь нь 9 баллын бүсэд хамрагдаж байгаа ба идэвхжилт бүхий газруудад 6.6-7.6 магниудын хүчтэй газар хөдлөлт болж болзошгүй байна. Энэ тохиолдолд Улаанбаатар хотын барилга байгууламжийн 22-50 орчим хувьд эвдрэл гэмтэл нуруулт үүсэж, 30000-аас дээш хүн аюулд өртөж болзошгүй гэсэн тооцоо гарчээ [3].

Улаанбаатар хотын барилгажилт газар хөдлөлтөд өртөх байдал. Өртөх байдал гэдэг нь аюулын бүсэд байрлах, түүний нөлөөлөлд өртөх магадлал бүхий хүн ам, эд хөрөнгө, орон сууц, дэд бүтэц, үйлдвэрлэл үйлчилгээ болон биет эд хөрөнгө багтана. Улаанбаатар хотын хэмжээнд газар хөдлөлтийг 3 төрлөөр ангилсан байна [3]. Үүнд:

1. Улаанбаатар хотоос хол зайд хөдлөх хүчтэй газар хөдлөлт
2. Улаанбаатар хотоос дунд зэргийн зайд хөдлөх дунд зэргийн хүчтэй газар хөдлөлт
3. Улаанбаатар хотын зөвхөн өмнө хэсгийн ойр орчимд болох сул газар хөдлөлт

Эдгээрээс Нийслэл хотод хамгийн их эрсдэл учруулах нь дунд зэргийн хүчтэй газар хөдлөлт гэж судалгаагаар [4] үзсэн ба Улаанбаатар хотын хувьд болзошгүй газар хөдлөлтийн улмаас хотын нийт барилга байгууламжийн 70 гаруй хувь өртөх магадлалтай. Улаанбаатар хотод 1930-1960 оны үед баригдсан барилгууд нь газар хөдлөлтийн тооцоололгүй ба 1960 оны эцсээс баригдсан барилгуудад газар хөдлөлтийн тооцоолол хийгдэж эхэлсэн боловч газар хөдлөлтийн чичирхийллийн хүчийг тэсвэрлэж чадах эсэх нь тодорхойгүй байна [4].

Улаанбаатар хотод орон сууц, олон нийтийн зориулалтын нийт 92360 барилга байдаг ба нийт барилгын 28.3% нь газар хөдлөлтийн тооцоогүй барьсан барилга байгууламжууд эзэлдэг [5]. Нийслэлийн барилга байгууламжийн болзошгүй хүчтэй хэлбэлзлийг даах чанарын судалгааг 2897 барилга дээр хийж үзэхэд болзошгүй хүчтэй хэлбэлзлийг тэсвэрлэх чадваргүй 2174 барилга байна

[5]. Мөн үйлчилгээний зориулалтаар орон сууцны зориулалтыг өөрчлөн даацын ханыг нурааж цонх, хаалга гаргах зэргээр нэмж өргөтгөл барьж байгаа нь барилга, орон сууцны ашиглалт хамгаалалтад сөргөөр нөлөөлж, болзошгүй газар хөдлөлтийн үед үүсэх эрсдэлийг улам нэмэгдүүлж байна [5]. Эрсдэлтэй барилга байгууламжид амьдарч, ажиллаж буй хүн амыг аваад үзвэл ажлын цагаар 65438 хүн, ажлын бус цагаар 66130 хүн байна. Нийслэлийн мэргэжлийн хяналтын газраас 2010 онд гаргасан судалгаагаар нийтийн орон сууцны 17 барилгыг нурах аюултай, дахин төлөвлөлтөд тусгаж шинэчлэн барилгажуулах 27 нийтийн орон сууцны барилгын жагсаалтыг гаргасан [5]. Үүнээс үзэхэд зөвхөн газар хөдлөлтийн уршгаар барилга нурахаас гадна хүмүүсийн буруутай үйл ажиллагаанаас шалтгаалан багахан хэмжээний чичирхийллээс хүн ам олноор эрсдэж болзошгүй нөхцөл байдлууд бий болж байна.

II. ОНОЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ

Газар хөдлөлт нь маш эрчимтэй, богино хугацаанд илэрч, өргөн талбайг нэгэн зэрэг хамардаг, урьдчилан таамаглах бараг боломжгүй онц аюултай үзэгдэл тул аюулын хамгийн өндөр түвшний ангилалд хамаарна [7]. Үер, малын халдварт өвчин зэрэг Монголд давтамж өндөртэй гамшгууд тодорхой хэмжээнд урьдчилан анхааруулах боломжтой байхад газар хөдлөлт нь нэг удаагийн үйл явдал боловч нийгмийн системийг бүхэлд нь доголдуулах чадамжтай эрсдэл юм. Ийм учраас төсөв, төлөвлөлт, бодлогын түвшинд “чухал эрсдэл” гэж үздэг [3].

Газар хөдлөлтийн үед хүний эрүүл мэнд, амь нас нь эвакуацийн гарц, түр цугларах талбай, барилга байгууламжийн газар хөдлөлтөд тэсвэртэй байдал, урьдчилан боловсруулсан эрсдэлийн удирдлагын тогтолцооноос шууд хамаарна [2].

Сейсмийн онол, хотын тэсвэржилтийн судалгаанд газар хөдлөлтийг системийн эрсдэл үүсгэдэг аюулын нэг төрөл гэж авч үздэг бөгөөд нэг удаагийн газар хөдлөлт зам, гүүр, инженерийн шугам сүлжээ (ус, бохир, цахилгаан, дулаан)-нд эвдрэл үүсэж, эмнэлэг, сургууль, захиргааны барилга, үйлдвэрлэлийн болон агуулахын бүсийг гэмтээхээс гадна байгалийн гаралтай технологийн осол, химийн алдагдал, гал түймэр өдөөх өндөр магадлалтай байдаг [11]. Улаанбаатар хотын гамшгийн эрсдэлийн тайланд ч анхдагч аюул нь газар хөдлөлт байх тохиолдолд газар хөдлөлтөөс үүдэлтэй аюултай бодисын осол, гал түймэр, дэд бүтцийн эвдрэл зэрэг хоёрдогч, гуравдагч эрсдэл дараалан үүсэх магадлал өндөр гэж дүгнэжээ [3]. Үүний үр дагавар нь ажлын байр, орлогын алдагдал, дотоод шилжилт хөдөлгөөн, сэтгэл зүйн дарамт зэрэг нийгэм, эдийн засгийн тогтолцоог бүхэлд нь доголдуулах хэмжээнд хүрч болзошгүй. Ийм өнцгөөс харвал газар хөдлөлт нь зөвхөн “Биет аюул” бус хотын бүх системийн тэсвэржилтийг шалгадаг комплекс үзэгдэл гэж үзнэ [11].

Хотжилт ба барилгын эмзэг байдал. Сүүлийн үеийн судалгаанд газар хөдлөлтийн эрсдэлийг “хотын газар хөдлөлтийн эрсдэл” гэсэн тусгай ангиллаар авч үзэж, хотжилт нэмэгдэхийн хэрээр

өндөр давхрын, нягтарсан орон сууц, оффис, холимог ашиглалттай барилгууд олширч, хуучин нормоор баригдсан, сайжруулалт хийгдээгүй барилгын хувь өндөр хэвээр байгаа нь хүн ам болон хөрөнгийн өртөх байдлыг геометр прогрессоор өсгөж буйг онцолдог [8]. Энэ утгаараа газар хөдлөлтийн бүсэд байрласан том хотуудын хувьд газар хөдлөлтийн магадлал өндөр, хүн ам ба эд хөрөнгийн өртөх байдал их, барилгын тэсвэржилт хангалтгүй, нээлттэй аюулгүй талбай хомс байх нийлмэл нөхцөл бүрдэхэд хамгийн ноцтой эрсдэлийн бүлэг гэж авч үзэхийг зөвлөжээ [8].

Түр цугларах талбайд тавих шаардлага. Түр цугларах талбайд тавигдах шаардлагыг олон улсын барилга, галын аюулгүй байдал, гамшгийн эрсдэлийн удирдлагын баримт бичгүүдэд ихэвчлэн ижил төстэй зарчмаар тодорхойлдог [12]. Үүнд:

1. Барилга, анхны аюулын эх үүсвэрээс хангалттай аюулгүй зайд байх;
2. Хүлээн авах хүний тоонд тохирсон, нормативын түвшинд тооцсон багтаамжтай байх;
3. Өндөр настан, хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдэд саадгүй нэвтрэх боломжтой, хүртээмжтэй төлөвлөгдсөн байх;
4. Хоёрдогч аюул (гал түймэр, химийн алдагдал, өндөр хүчдэл, авто замын осол гэх мэт) өдөөх эрсдэл багатай, орчны хувьд аюулгүй байршилтай байх.

Иймээс түр цугларах талбайг төлөвлөхдөө зөвхөн координат, нийт талбайн хэмжээг тогтоохоор хязгаарлагдахгүй, барилгын нурж унах, шаталтын үед үүсэх халуун хий, утааны нөлөөллийн бүсээс гадуур байрлуулах, хүлээн авах хүний тоонд тохирсон байх, явган хөдөлгөөн болон тусламжийн хэрэгсэлтэй хүмүүс саадгүй хүрч очих боломж, гол магистрал авто зам, өндөр хүчдэлийн шугам, химийн бодис, шатахуун агуулах зэрэг хоёрдогч аюул үүсгэх объектуудаас зохистой зайнд байрлах, гэрэлтүүлэг, тэмдэг, тэмдэглэгээтэй байх зэрэг шаардлага хангасан байна. Эдгээр шаардлага нь түр цугларах талбайг зөвхөн “чөлөөт талбай” бус, харин газар хөдлөлт болон бусад гамшгийн үед хүний амь нас, эрүүл мэндийг хамгаалах, эвакуацийн зохион байгуулалтыг дэмжих зориулалттай функциональ задгай орон зай гэж үзэх хэрэгтэй [12].

III. СУДАЛГААНЫ АРГА

Судалгааны объект, өгөгдөл. Судалгаанд Улаанбаатар хотын хэмжээнд албан ёсоор гамшгийн үед цугларах талбай гэж тогтоосон 90 байршлыг хамруулж, талбайн хил, координатыг газар зүйн мэдээллийн систем дээр вектор өгөгдөл хэлбэрээр оруулж, суурь мэдээллийн сан бүрдүүлэв. Талбай тус бүрийн орчны нөхцөлийг үнэлэх зорилгоор ойролцоох барилга байгууламжийг тодорхой радиуст хамруулан сонгож, барилгын сууриас аюулгүй зайн үзүүлэлтэд тулгуурласан буфер үүсгэж, барилга тус бүрийн боломжит нуралтын бүс буюу орон зайн нөлөөллийн бүсийг, түр цугларах

талбайн хил заагтай давхардуулан шинжилгээнд оруулсан.

Хүн амын нягтрал. Газар Зохион байгуулалт, геодези, зураг зүйн газраас гаргасан хүн амын нягтралын зургийг ашиглаж, нягтралыг хоёр үндсэн ангиллаар тэмдэглэв. Үүнд:

- Ягаан бүс - хүн амын өндөр нягтрал эвакуацийн “эрэлт” ихтэй бүс (орон сууцны нягтрал ихтэй хороолол)
- Цэнхэр бүс - хүн амын нягтрал бага (үйлчилгээ давамгай, бага нягтрал бүхий гэр суурышил)

Энэ нь түр цугларах талбайн байршлыг хотын хүн амын орон зайн бүтэц, эрэлтийн түвшинээр харьцуулан үнэлэх суурь болсон.

Нуралтын бүс. Газар хөдлөлтийн дараа цугларах талбайд нөлөөлөх хамгийн том хоёрдогч аюул нь ойролцоох барилга байгууламжийн нуралт үүсэх эрсдэл тул талбайн аюулгүй байдлыг барилгажилтын өндөртэй хамааруулж тооцсон. Монгол Улсад ашиглагдаж буй “Галын аюулгүй байдлын тухай хууль БНБД 21-02-02”-д нуралтын бүсийн тухай агуулга байдаггүй учир олон улсын галын албадын хэрэглэдэг $1.5 \times H$ (барилгын өндөр)-ийг хэмжигдэхүүн болгон авч буфер буюу аюулгүйн бүс үүсгэсэн. Барилга тус бүрийн 1 давхрын дундаж өндрийг 3 м гэж үзэж, $r = 1.5 \times H$ радиустай буфер үүсгэж, уг буферийг барилга байгууламжийн нуралтын боломжит нөлөөллийн бүс гэж тодорхойлов.

Цугларах талбай – нуралтын бүсийн давхцалын шинжилгээ. Талбай тус бүрийг орчны барилгын нуралтын бүстэй давхцуулан, “Цугларах талбайн нийт талбай = аюултай бүс + аюулгүй бүс” гэсэн тооцооллыг гаргав. Цугларах талбай тус бүрийг нуралтын бүстэй харьцуулсан орон зайн зохион байгуулалтын чанараар дараах гурван ангилалд хуваав. Үүнд:

S₁ – Харьцангуй аюулгүй талбай. Нуралтын бүсээс ангид үлдсэн “цэвэр задгай орон зай” давамгай, талбайн дотор эвакуацийн зохион байгуулалтыг төлөвлөх боломжтой байршлууд.

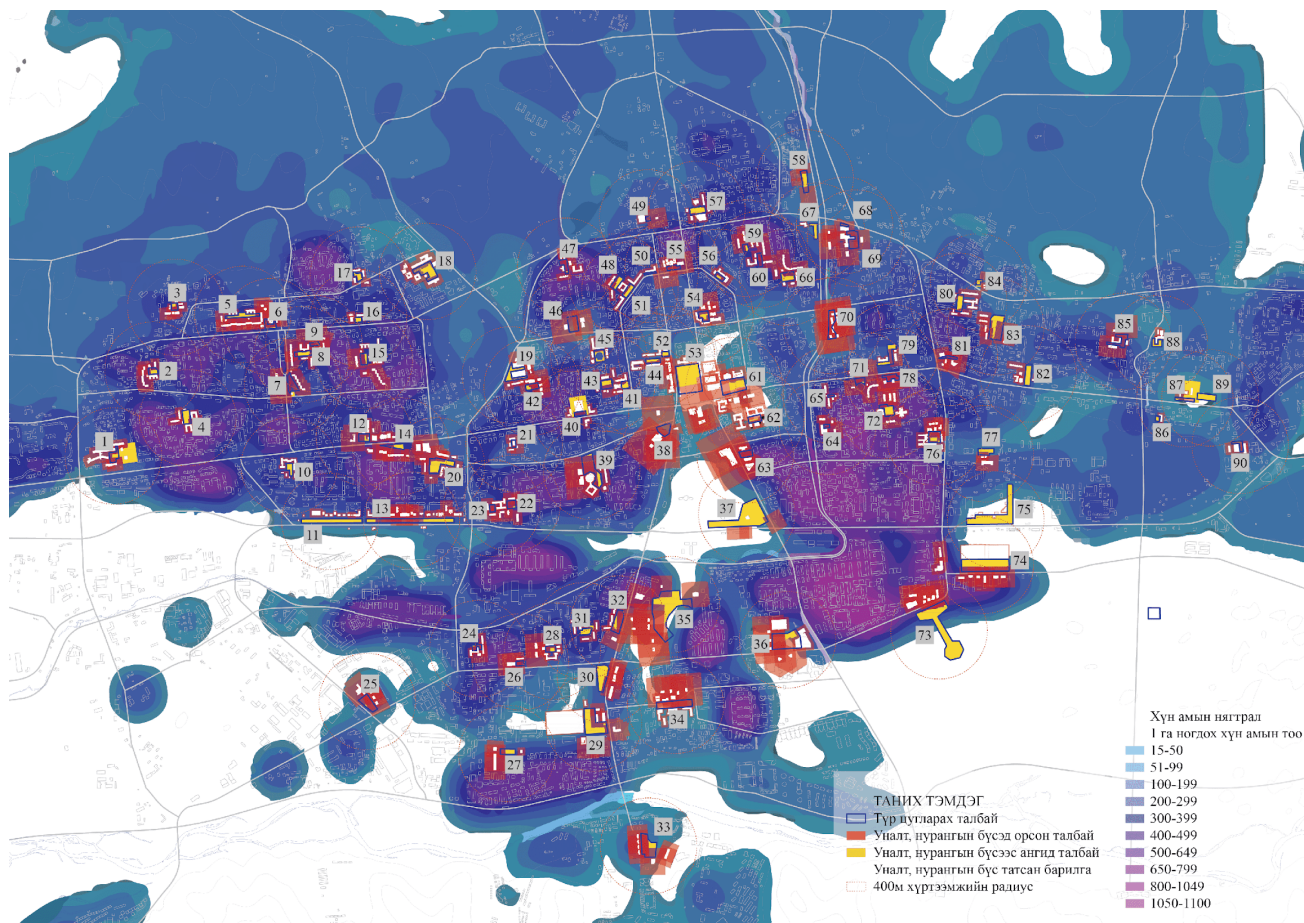
- Аюулгүй бүсийн талбай $> 0 \text{ м}^2$ бөгөөд аюулгүй бүс нь аюултай бүстэйгээ ойролцоо хэмжээтэй эсвэл түүнээс давуу;

S₂ – Хэсэгчилсэн аюулгүй талбай. Задгай талбай нь барилгуудын дунд шахагдсан хэлбэртэй, аюулгүй талбай байгаа хэдий ч эвакуацийн зохион байгуулалт хийхэд хязгаарлагдмал байршлууд

- Аюулгүй бүсийн талбай $> 0 \text{ м}^2$ боловч нуралтын бүсийн талбай давамгай;

S₃ – Цэвэр нуралтын бүсэд орсон талбай. Задгай талбай нь өндөр барилгуудаар хүрээлэгдэж талбайн бүхий л хэсэг нуралтын бүсэд орсон байршлууд.

- Аюулгүй бүсийн талбай $= 0 \text{ м}^2$;



1-р зураг. Улаанбаатар хотын түр цугларах талбайд хийсэн шинжилгээний зураглал

ТҮР ЦУГЛАРАХ ТАЛБАЙН ХЭМЖЭЭ

1-р ХҮСНЭГТ.

№	Түр цугларах талбай					№	Түр цугларах талбай				
	Уналт, нурангийн аюултай бүс /м2/	Уналт, нурангийн аюулгүй бүс /м2/	№	Уналт, нурангийн аюултай бүс /м2/	Уналт, нурангийн аюулгүй бүс /м2/		Уналт, нурангийн аюултай бүс /м2/	Уналт, нурангийн аюулгүй бүс /м2/	№	Уналт, нурангийн аюултай бүс /м2/	Уналт, нурангийн аюулгүй бүс /м2/
1	5521.8	0	20	3969.9	9507.3	19	7943.9	3925.3	38	6884	0
2	3255.9	1635.9	21	1822.8	0	39	15015.8	3433.2	58	3600	3610
3	2690.3	616.2	22	3783.4	365.0	40	2687.7	0	59	1409	829
4	5950.8	4018.2	23	2259.6	0	41	1345.7	1944.7	60	3585	0
5	6352.7	4228.3	24	2196.29	428.81	42	3212.8	1042.1	61	13149	6313
6	4177.7	624.2	25	8723.8	303.4	43	3242.3	2532	62	443.6	434.6
7	6961.1	0	26	2229.3	0	44	2024.6	1840.2	63	4522	0
8	4581.7	2663.2	27	1634.35	2954.95	45	4165.3	2782.5	64	1529.4	131.9
9	1770.5	0	28	2734.3	879.1	46	8581.6	0	65	780.4	59.6
10	3368.3	3010.6	29	9806.6	14217.3	47	4218.6	0	66	3242.3	3545
11	14417.3	14417.3	30	2790.7	11043.7	48	2642.8	2409.4	67	0	4177.9
12	280.1	792.6	31	2608.4	3584.7	49	1145.4	0	68	1209.9	0
13	21425.1	9534.4	32	8959.9	1579.2	50	1023	0	69	9075.7	0
14	4106.3	2638.0	33	12917.5	2795.2	51	1919	2666.5	70	9796.9	0
15	4379.8	1181.0	34	14730.4	0	52	837.4	1305.3	71	3134.4	0
16	1974.8	1813.8	35	33390.5	22924.2	53	11816	26795	72	2583	4215
17	3295.9	2077.3	36	22963.9	3805.9	54	3849.6	1441.4	73	4868	42275
18	13706.5	6531.3	37	3031.3	42126.8	55	3234.6	0	74	14904	18523

№	Түр цугларах талбай			
	Уналт, нурангийн аюултай бүс /м2/	Уналт, нурангийн аюулгүй бүс /м2/	№	Уналт, нурангийн аюултай бүс /м2/
56	1996	697	75	12167
57	1501.6	4915	76	7650.8
77	2280	3359	84	241
78	4405.7	0	85	6517.9
79	4007.9	4495.8	86	518.5
80	1285	4544	87	3053.3
81	2033	0	88	1196
82	193	6683	89	693.4
83	10993	7301.8	90	2600.8

ҮР ДҮН

Нийт талбайн хэмжээнд нуралтын бүсийн эзлэх хувь. Нийт 90 цугларах талбайн нуралтын аюултай болон аюулгүй бүсийн нийлбэрийг тооцоход нийт 851 491 м² талбай байна. Үүнд:

- Нуралтын аюултай бүсэд хамаарах: 475 726 м² талбай
- Нуралтын аюулгүй бүсэд хамаарах: 375 765 м² талбай

Нийслэлд “Түр цугларах талбай” гэж нэрлэгдсэн нийт задгай орон зайн 55.9% нь барилгын нуралтын нөлөөллийн бүсэд, зөвхөн 44.1% нь л нуралтаас ангид аюулгүй бүсэд байрлаж байна. Энэ нь гамшгийн үеийн анхны эвакуацийн нээлттэй орон зайн системийн тал хагасаас илүү хэсэг нь бүтцийн хувьд эрсдэл даахгүй байршилд байна гэсэн үг юм.

Цугларах талбайн аюулгүй байдлын ангилал. “Цугларах нийт талбай = аюултай бүс + аюулгүй бүс” гэсэн бүтэцтэй гэж үзэн, аюултай-аюулгүй бүсийн харьцаанд тулгуурлан S₁, S₂, S₃ ангиллаар тооцоход:

1. S₃ – Цэвэр нуралтын бүсэд орсон талбай - аюулгүй бүсийн талбай = 0 м²

- 23 байршилд нийт цуглах талбайн 25.6%-ийг эзэлж байна.

Эдгээр талбай нь гамшгийн эрсдэлийн үед “цугларах талбай” гэсэн функц оноосон ч, барилгын нуралтын нөлөөнөөс ангид задгай орон зай үлдээгүй, шинэчилсэн төлөвлөлт зайлшгүй шаардлагатай байршлууд юм.

2. S₂ – Хэсэгчлэн аюулгүй талбай

- 39 байршилд нийт цуглах талбайн 43.3% -ийг эзэлж байна.

Аюулгүй бүс байгаа боловч нуралтын бүсийн талбай давамгайл, задгай орон зай нь барилга хооронд хавчигдсан, эвакуацийн схем гаргахад геометрийн хувьд хязгаарлагдмал.

3. S₁ – Задгай орон зай бүхий талбай

- 28 байршилд нийт цуглах талбайн 31.1% -ийг эзэлж байна.

Аюулгүй бүсийн талбай нь аюултай бүстэйгээ ойролцоо эсвэл илүү бөгөөд тодорхой зохион байгуулалтын сайжруулалтаар түр цугларах талбайн

шаардлагад дөхөж очих боломжтой байршлууд гэж үзэж байна.

Үүнээс үзэхэд дундаж түр цугларах талбайн задгай орон зайн тал хувь нь барилгын нуралтын нөлөөллийн бүсэд орж, үлдсэн хувь нь эвакуацид ашиглах боломжтой хэдий ч барилга дунд хавчигдсан хэлбэртэй учир хязгаарлагдмал байдалтай байна.

Хүн амын нягтрал ба цугларах талбайн орон зайн тэнцвэргүй байдал. Хүн амын нягтралын зураглалтай түр цугларах талбайг давхардуулан шинжлэхэд хотын бүтцийн түвшний дараах зөрчлүүд илэрсэн.

Хүн амын өндөр нягтралтай, орон сууцны хороолол, өндөр барилга давамгайл бүсэд S₁ ангиллын задгай орон зай хязгаарлагдмал. Харин S₂, S₃ ангиллын талбай давамгайл байгаа нь хотын хамгийн эмзэг, хүн ам төвлөрсөн бүсэд шаардлагатай орон зай дутмаг байгааг харуулж байна. Түр цугларах талбайгаас 400м буюу явган алхалтын 5 минутын хамрах хүрээг татаж үзэхэд өндөр нягтрал бүхий хэсэгт цугларах талбайг огт төлөвлөөгүй эсвэл төлөвлөсөн талбай нь S₃ ангилалд багтсан байгаа нь түр цугларах талбайн байршлыг буруу тодорхойлсон байгааг илэрхийлж байна.

ДҮГНЭЛТ

Нийт 90 цугларах талбайн хэмжээнд авч үзвэл, нээлттэй орон зайн 55.9% нь барилгын нуралтын нөлөөллийн бүсэд, зөвхөн 44.1% нь л эвакуацийн аюулгүй бүсийн шаардлагад ойртож байна.

Байршлын хувьд 23 талбай (25.6%) нь “функцийн хувьд цугларах талбай гэж заасан ч морфологийн хувьд цэвэр уналтын бүсэд орсон” байршлууд байна.

Үлдсэн 67 талбайн 39 нь (43.3%) аюулгүй бүс байгаа боловч эвакуацийн схем гаргахад хязгаарлагдмал орон зайтай (S₂), 28 талбайн (31.1%) байршил нь ойролцоох Архитектур төлөвлөлтийн даалгаврыг цуцлах зэргээр шаардлага хангах боломжтой (S₁).

Хүн амын нягтрал хамгийн өндөр бүсүүдэд түр цугларах талбай нь цэвэр уналтын бүсэд орсон, эсвэл цугларах талбай огт төлөвлөгдөөгүй зэрэг нь түр цугларах талбайн төлөвлөлтийг хийхдээ хүн амын нягтралыг орон зайн бүтэц, эрэлтийн түвшинтэй уялдуулан хийгээгүйг харж болно.

Иймээс архитектур төлөвлөлтийн даалгавар, хот төлөвлөлтийн бодлого, ерөнхий төлөвлөгөөг боловсруулахдаа, эвакуацийн задгай орон зайн сүлжээг тооцоо судалгааны үндэслэлтэй төлөвлөх, задгай орон зайн төлөвлөлтийн шаардлага зэргийг холбогдох норм дүрэмд тусгах нэн шаардлагатай гэсэн дүгнэлтэд хүрэв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Улаанбаатар хотын 2040 он хүртэлх хөгжлийн Ерөнхий төлөвлөгөөний суурь судалгаа (Нийгэм эдийн засгийн өнөөгийн байдал, Хүн ам зүй), (2021). Хот төлөвлөлт, судалгааны институт, хуудас 60-65
- [2] Гамшгийн эрсдэлийн удирдлага. (2023). Онцгой байдлын ерөнхий газар
- [3] Улаанбаатар хотын 2040 он хүртэлх хөгжлийн Ерөнхий төлөвлөгөө, хэрэгжүүлэх арга хэмжээний төлөвлөгөө боловсруулах ажил, Салбарын тайлан: Гамшгийн менежмент (Геологийн гаралтай гамшиг, аюулт үзэгдэл

- газар хөдлөлтийн гамшгийн эрсдэл). (2021). Хот төлөвлөлт, судалгааны институт, Хуудас 41-53
- [4] Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөний тодотгол 2030 оны хөгжлийн чиг хандлага (2012) Нийслэлийн зураг төслийн хүрээлэн
- [5] JICA / UB City; MNBHG. (2013). *Building vulnerability and seismic capacity assessment survey in Ulaanbaatar*(2897 барилгын үнэлгээ, тэсвэрлэх чадваргүй барилгын тоо).
- [6] National Statistics Office of Mongolia (NSO). (2024). *Population, household – Ulaanbaatar city, 2010–2023*. Statistical database.
- [7] UNDRR. (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019 (GAR2019)*. Geneva: United Nations.
- [8] Tumurbaatar, Z., et al. (2021). Development of building inventory data in Ulaanbaatar, Mongolia, for seismic loss estimation. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(1), 26.
- [9] United Nations. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. Geneva: UNDRR.
- [10] UNDRR. (2017). *Terminology on Disaster Risk Reduction*. (Risk, exposure, vulnerability, resilience-ийн тодорхойлолтууд).
- [11] Carreño, M. L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2007). Urban seismic risk evaluation: A holistic approach. *Natural Hazards*, 40(1), 137–172.
- [12] International Code Council (ICC). (2021). *International Fire Code (IFC) 2021*. Chapter 4. “Emergency Planning and Preparedness”; related egress provisions in IBC 2021 Chapter 10.

ЭНХТАЙВНЫ ӨРГӨН ЧӨЛӨӨНӨӨС СУРАЛЦАХУЙ

Learning From Peace Ave

Баттөгсийн БАРСҮРЭН¹, Эршүүгийн ПҮРЭВ-ЭРДЭНЭ²

Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: baraahorse@yahoo.com¹

Хураангуй: Энэхүү судалгааны ажил нь архитектор Дениз Скотт Браун, Роберт Вентури нарын “Лас Вегасаас суралцахуй” бүтээлд үндэслэн, тэдний онолын арга зүйг ашиглаж, Улаанбаатар хотын хөндлөн чиглэлийн гол тэнхлэг болох “Энхтайвны өргөн чөлөө” -нд хэрэгжүүлсэн оролдлого юм. Судалгааны үндсэн зорилго нь тус өргөн чөлөө дагуух барилга, орон зайн бүтэц, морфологи, дүрслэлд архитайпын судалгааны аргаар хандсанаар хотын хэлбэржилт, онолын шинэ ойлголт гаргах боломж бий эсэхийг тодорхойлоход оршино. Аргазүйн хувьд онолын, таамаглалын болон сонинчирхах (exploratory) судалгааны аргыг ашиглаж, хотын орон зайн хувьслыг 1910 - 2025 оны хоорондох морфологийн диаграмм, зураглал, фото эсээ болон график зурган баримтжуулалтаар шинжилсэн. Судалгааны үр дүнд “Энхтайвны өргөн чөлөө” үндэс болгосон хотын хэлбэрших, түүний хөгжлийн онцлог, өөрчлөлтийн хэв шинжийг тодорхойлсон. Судалгааны ажлаар Улаанбаатар хотын түүхэн хөгжлийн явцад дэлхийн нийтлэг хотуудын хэлбэр, хэв маягтай хэр төстэй болон ялгаатай график судалгааны аргаар харьцуулан дүгнэв. Энэ нь Монголын хот байгуулалт, архитектурын өөрчлөлтөд шалтгаан болон үр дагаврын талаарх онолын шинэ асуултуудыг дэвшүүлэх үндэс болж байна. Хотын гол тэнхлэгийн орон зайн хэлбэржилтийг “архитектурын дүрслэл ба соёлын утга”-ын агуулгаар системтэйгээр шинжлэхийг оролдов. Улаанбаатар хотын газрын зурагт илэрхийлж болох диаграммуудаар онолын шинэ өнцгөөс хандах, тайлбарлах оролдлого бөгөөд цаашдын судалгаанд тулгуур суурь болох ач холбогдолтой.

Түлхүүр үг: Энхтайвны өргөн чөлөө (Peace Ave), Улаанбаатар хот, хувьсгалын гудамж, нугас (Duck), чимэглэсэн саравч (Decorated Shed), морфологи, архитайп, ...

I. УДИРТГАЛ

Улсын нийслэл Улаанбаатар хотын төлөвлөлт, архитектурын өвийг судлах нь Монголын хөгжлийн чиг хандлагыг ойлгоход чухал [1]. Хотжихуйн ойлголтыг ойлгохын тулд түүхийг мэдэх шаардлагатай. Үргэлжилсэн харагдах гудамж, замууд нь орон зайн чиг баримжаанд тусалдаг [5].



1-р зураг. Энхтайвны Өргөн Чөлөө (Правда сэтгүүл, Москва).
(Төв шуудангаас баруун тийш дэд бүтэц, барилгажилт
хэлбэршиж байсан үе) (1976)

Хотын гол төв болж чиг баримжаа үүрдэг “Энхтайвны өргөн чөлөө” -г (1-р зураг) судлах нь Улаанбаатарын нүүр царай, бүтэц, хэв шинж болон бусад хоттой харьцуулахад ялгарах ба төстэй онцлогуудыг танихад нэн чухал. Улаанбаатар нь хойд, өмнөд талаараа уулсаар хязгаарлагдсанаар зүүн болон баруун тийш сунаан тэлсэн [2] бөгөөд энэ нь “Энхтайвны өргөн чөлөө” -г орон нутгийн төдийгүй

БНХАУ, ОХУ хөдөлгөөнийг дамжуулан өнгөрдөг тулгуур зам болгожээ.

Энэхүү судалгааны үндсэн санаа нь 1972 онд Дениз Скотт Браун, Роберт Вентури нарын хэвлүүлсэн “Лас Вегасаас суралцахуй” бүтээлээс үүдэлтэй. Энэ ном нь 1960-аад оны утоп модернизмаас 1970-аад оны хот төлөвлөлтийг өөрчлөх постмодернист үзэл санаа, шүүмжлэл рүү шилжих архитектурын дискурсын чухал он цагтай хамаардаг. Зохиогчид “Лас Вегас”-ыг зөвхөн мөрийтэй тоглоом, зугаа цэнгэл, тансаг хийрхсэн амьдралын хот гэдгээр бус, академик онолд үл анзаарагддаг өдөр тутмын орон зай, тэмдэглэгээ, хэрэглээний соёлын утгыг тайлбарлах боломж гэж үзсэн [17]. Тэд зочид буудлын хаяг, шатахуун түгээх станц, машины зогсоол, тэмдэг тэмдэглэгээ, гэрэлтүүлэг зэрэг энгийн элементүүд хотын орон зай, соёл, хүмүүсийн зан төлөвийг хэрхэн илэрхийлдгийг судалж, энэ нь агуулга бус арга зүйн судалгаа болохыг онцолсон [4]. Үүний үр дүнд архитектур, хот төлөвлөлтийг өдөр тутмын орчноос шинэ утга, хэлбэр, загварыг гарган ойлгох арга зүй бий болж, өнөө үед орон зайг шинжлэх, тайлбарлах суурь хандлага болон хөгжжээ.

Үүний адил би өөрийн хотыг, ялангуяа Энхтайвны өргөн чөлөөг түүнд шингэсэн хотын соёл, өдөр тутмын хэв маягаар нь шинээр харахыг зорьсон бөгөөд энэ нь магадгүй Улаанбаатарын шинэ архитектурын онолын эхлэл ч байж мэднэ. Миний дэвшүүлсэн санаанууд маргаан, шүүмжлэл дагуулж болох ч энэ нь архитектурын эрэл хайгуулын нэг хэсэг юм. Улаанбаатарт ижил төрлийн судалгаа хийгдээгүй боловч “Лас Вегасаас суралцахуй” аргачлалаар дэлхийн болох Токио, Лос Анжелес,

Дубай, Хятад, Нью-Йорк -ын онцлогийг үзэгдлийг архитектур урбанизмын нөлөөллөөр Рем Коолхаас, Тоёо Ито, Питер Эйсэнман зэрэг нэртэй архитекторууд дүгнэснийг мөн хамтад нь авч үзсэн.

Улаанбаатар хот хэрхэн өсөн дэвшиж өнөөгийн төрхөд хүрсэн түүхэн хөгжлийг судлахдаа хотын гол гудамж, зам нийгэм-эдийн засгийн өөрчлөлт нөлөөллөөр өөрчлөгдөж, шинэ төвлөрөл бий болж ирснийг тодруулан харуулсан [3]. Сүүлийн 120 гаруй жилийн тэлэлт, бууралт, нуруулт, шинэ барилгын үүсэл, өөрчлөлтийг орон зайн болон бүсчлэлийн үүднээс шинжилж, морфологийн диаграммаар илэрхийлэв. Мөн “Лас Вегасаас суралцахуй” онолын аргачлалыг ашиглан “Энхтайвны өргөн чөлөө” орчны чухал барилга байгууламж, түүний өөрчлөлтийг фото эсээ, гудамжны хөндлөн огтлол, фасадын проекц зэрэг зураглалаар дүрсэлж нэгтгэн диаграммчилсан. Судалгааны үр дүнд Энхтайвны өргөн чөлөө тэлэлт, агшилтын өөрчлөлт дунд Улаанбаатар хэрхэн дасан зохицож, тогтвортой оршиж ирснийг үнэлэхийн зэрэгцээ өдөр тутмын анхааралд өртөхгүй орон зайн шинж чанар, утгыг онолын шинэ өнцгөөс ойлгох боломжийг тодруулан дүгнэлээ.

II. СУДАЛГААНЫ ТОЙМ

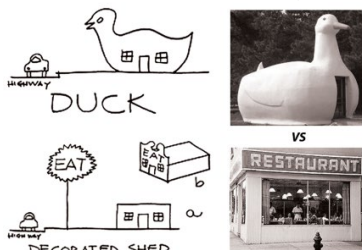
2.1 Нэр томъёоллын тодорхойлолт

“Лас Вегасаас суралцахуй” номд дараах 21 үзэл санаа, ойлголтыг танилцуулсан үүнд [4] :

Энгийн байдалд суралцах. Арилжааны болон орон нутгийн архитектурыг үл тоомсорлохын оронд архитекторууд өдөр тутмын хотын орчин буюу Лас Вегасын гудамжнаас суралцах хэрэгтэй.

“Нугас” болон “чимэглэсэн саравч” (2-р зураг) гэх хоёр төрлийн барилгын хэлбэрийг дүрслэн томъёолсон: **“Нугас”** (Duck). Барилгын хэлбэр нь түүний функц ба үзэл суртлыг шууд илэрхийлдэг. Жишээлбэл: нэг л төрлөөр хэрэглэгдэж болох модернист барилга.

“Чимэглэсэн саравч” (Decorated Shed). Энгийн бүтцэд бэлгэдэл, гоёл чимэглэл нэмснээр утга илэрхийлдэг бас өөр зүйлрүү урвах боломжтой. Жишээлбэл: “Лас Вегас”-ын казино, мотель гэх мэт.



2-р зураг. “Нугас” ба “Чимэглэсэн саравч” (Нугас нь нугасны өндөг, нугасны мах зардаг дэлгүүр)

Нарийн төвөгтэй байдал ба зөрчилдөөн. Вентуригийн өмнөх бүтээлүүдтэй уялдаатайгаар энэ ном нь зөрчилдөөн, хоёрдмол утга, нарийн төвөгтэй

байдлыг хүлээн зөвшөөрсөн архитектурын талаарх үзэл санааг дэмждэг.

Тэмдэглэгээ ба бэлгэдэл: Автомашинд суурилсан хотуудад тэмдэг, самбар (billboard) нь архитектурын хэлбэрээс илүү чухал. (3-р зураг) Барилга байгууламж нь архитектурын дүрслэлээсээ илүү тэмдэг, бэлгэдлээр дамжин утга илэрхийлдэг.



3-р зураг. Тэмдэглэгээ ба Бэлгэдэл (Дээд тал / Геральдик нь зайнаас хурдан танигдах тэмдэг. Доод талд ойроос харж болох мэдээлэл).

Ерөнхийдөө “Лас Вегасаас суралцахуй”. Архитектур харилцаа, бэлгэдэл, өдөр тутмын орон зайнаас суралцах шинэ, илүү нээлттэй, өргөн хүрээтэй хандлагаар тайлбарласан.

Зар сурталчилгаа хот төлөвлөлтийн нэг хэсэг. Брэндинг, тэмдэглэгээ, (4-р зураг) медиа нь орчин үеийн хотын орон зайн зайлшгүй бүрэлдэхүүн юм.



4-р зураг. “Лас Вегас”-ын өргөн чөлөө (Вегасын хаяг, сурталчилгааны хотын суурь аль хэдийн тавигдсан байв) (Дениз Скотт Браун - ий дарсан фото зураг 1968)

Олон нийтийн соёлоос урам авах, захын тэлэлт ба шугаман гудамжны хөгжил, түүхэн эшлэл ба чимэглэл, орчны нөхцөлөөс суралцах, хэвшмэл биш байдал, олон утгат байдал, поп соёлыг архитектурын урам зориг болгох, китч болон поп-артаас суралцах нь, холимог архитектур үнэ цэнтэй, захын тэлэлтийг архитектурын үзэгдэл гэж үзэх, зөвхөн функц хангах нь хангалтгүй, орон зайн шатлал үргэлж шаардлагатай биш, тодорхой бус байдал архитектурыг баяжуулна, арилжааны хүчин зүйлсийг үнэнээр хүлээн зөвшөөрөх, шинэ технологи шинэ гоо зүйг үүсгэдэг, автомашин хотын хэлбэрийг тодорхойлдог, модернизмын элит хандлагыг хүлээн зөвшөөрөхгүй байх; (5-р зураг) бусад үзэл санаанууд [4] нь хотын орчин, архитектурын хэлбэршилд зар сурталчилгаа, поп соёл, технологи, эдийн засгийн бодит байдал болон хэрэглэгчийн ойлголтоос шууд хамаарч, түүхэн эшлэл, олон хэв маяг, тодорхой бус байдал зэрэг

элементүүдийг уян хатан хослуулсан холимог, олон утгат архитектур орчин үеийн хотод илүү тохиромжтой хэмээх байр суурийг илэрхийлдэг.



5-р зураг. Фото эсээ, олон нийтийн орон зайн судалгаа, хөндлөн огтлолууд. (Судалгааны үндсэн визуал аргууд, диаграммууд)

2.2 Судлагдсан байдал

Дараах судалгааны бүтээлүүд нь “Лас Вегасаас суралцахуй” номоос санаа авч хотынхоо онцлогийг шинжлэн тодорхойлохыг зорьсон байдаг.

“Токио хотоос суралцахуй” Токиогийн эмх замбараагүй мэт харагдах хотын бүтэц, түр зуурын архитектур, мөн барилгын “метаболизм” буюу хувьслын онолыг төв болгосон. Токиогийн жижиг, өвөрмөц барилгуудыг жишээлж Кэнзо Танге үзэл бодлоо тодорхойлохдоо “Орчин үеийн хот тогтсон хэлбэрт гацах бус, өөрчлөлтөд дасан зохицож тасралтгүй өсөх ёстой” гэжээ [16]. Метаболизм нь модернист идеал хотын амьдралын урьдчилан таамаглах боломжгүй байдлыг логикоор эвлэрүүлэхийг зорьж, байгалийн гамшигт өртөмтгий Токиод уян хатан хариу үзүүлэх архитектурын шийдлүүдийг санал болгосон [16]. Түүнчлэн модульчлал нь газар нутгийн хомсдол эсвэл хотын тэлэлтийг зэрэг шийдвэрлэх боломжтойг Токио хот харуулсан [16].

“Нью-Йорк-оос суралцахуй” Нью-Йоркийн Манхэттэнийг “шахцалдааны соёл” гэж тодорхойлж, тэнгэр баганадсан барилгууд, хотын нягтрал, шугаман төлөвлөлт, капитализм ба үзвэр үзүүлэнгийн бүтээгдэхүүн гэж авч үзсэн бөгөөд Нью-Йоркийн модернизм нь уянгат зохицол бус харин харгис зөрчилдөөний үр дүнд бий болсон гэж тэмдэглэсэн. Тэрээр Манхэттэний соёл нь газар хязгаарлагдмал болохын хэрээр тэнгэр баганадсан өндөр барилгын соёлыг цогцлоосон, хүний гараар хийсэн зохиомол хотыг байгалийн төлөвтөө байх мэт үлээн зөвшөөрдөг бөгөөд архитектурын утга, агуулга нь зөвхөн хэлбэрээр бус, харин соёл, эдийн засаг, бэлгэдлийн хүчин зүйлсээр тодорхойлогдоно гэж үзсэн [17].

“Дэлгүүр хэсэхээс суралцахуй” Худалдааны төв, жижиглэнгийн орон зай, арилжааны архитектур болон худалдан авагчдад чиглэсэн хот төлөвлөлтийг судалж. Неон гэрэл, самбар, үзүүлбэрүүд нь соёлын үнэт зүйлсийг илэрхийлж, хүний хөдөлгөөн ба анхаарлыг удирддаг бөгөөд арилжааны орчин,

нийгмийн зан үйл, туршлага, үйл явц нь орчин үеийн хотын амьдралыг тодорхойлогч гол хүчин зүйл болсон гэж үздэг [18]. Түүнчлэн худалдан авах хэрэглээ нь соёлын ялгааг үл харгалзан, нийтэд ойлгогдох дэлхийн нийтийн хэл мэт болж хувирсан хэмээн тайлбарладаг [18].

“Дубайгаас суралцахуй” судалгаанд Дубайг шинэ үеийн “үзүүлэнгийн хот” хэмээн тодорхойлж, хиймэл арал, өндөр барилгууд, брэндчилэгдсэн орчны бүтэц, үүргийг шинжилж, Дубай нь өндөр хурдаар шинэ төрлийн хотжилтын моделийг туршдаг лаборатори мэт ажилладаг гэж үзсэн [6]. Тус хот хоосон цөлийг дэлхийн анхаарал татах хэрэглээний тавцан болгон хувиргаж, цагаач ажилчдын анги нь Дубайн хотжилтын үл харагдах тулгуур баганыг бүрдүүлж, хотын өсөлт нь барилга барих, буулгах, сэргээн засварлах тасралтгүй мөчлөгөөр үргэлжилдэг хэмээн дүгнэсэн байдаг [6].

“Хятадаас суралцахуй” судалгаанд эрдэмтэн, архитекторууд Хятадын хурдацтай хөгжиж буй хотуудыг, уламжлалт хотын тосгонууд болон хэт орчин үеийн тэнгэр баганадсан барилгуудын давхцал, зэрэгцлийг шинжилсэн бөгөөд Хятадаас суралцах гэдэг нь хотыг тогтсон төлөвлөгөөтэй бүтэц биш, харин тасралтгүй өөрчлөгдөж байдаг динамик хэлэлцээний орон зай гэж ойлгохыг хэлнэ гэж үзжээ [19].

“Лос Анжелесаас суралцахуй” Лос Анжелесийн хурдны зам, автомашины соёл, захын тэлэлт зэрэг үзэгдлүүдийг нийгэм-улс төрийн хүчин зүйлсийн хамтаар шинжилж, Лос Анжелес хотын хөгжлийн чиглэлийг ихэвчлэн төрийн байгууллагаас илүүтэй хувийн ашиг сонирхол тодорхойлж, газар ашиглалтын шийдвэрүүд нь ажилчин ангийг шахан нүүлгэж эрх мэдэлтнүүдэд давуу тал олгодог [8]. Хашаалсан орчин нь дорд үзэгдсэн суурьшлаар хүрээлэгдсэн дээд давхаргын тусгаарлагдсан арал бий болохын зэрэгцээ нийтийн орон зай, цагдаагийн хяналт, тандалт болон хувийн хэвшлийн нөлөөгөөр хязгаарлагддаг [8]. Ийнхүү хамгаалалтын дизайны улмаас гудамж олон нийтийн орчноос ил далд хяналтын камертай коридор болон хувирч, “бэхлэгдсэн хот” загвар нь айдас хэрхэн иргэний орон зайг чимээгүйгээр дахин зохион байгуулж байгааг харуулдаг [8]. Мөн автомашин дээр суурилсан хот учир хурдны замын систем, машинтайгаа авдаг (drive-through) түргэн хоол болон машин угаалга нь хотын нэг үзэгдэл, мөн замын хажуу самбар (billboard) ийн нь Лос Анжелесын соёлын онцлог илэрхийлэл болж өгдөг гэжээ.

Эдгээр хотыг тодорхойлсон хүчин зүйлсээс харахад орчин үеийн хотжилт нь тогтсон хэлбэр бус, эдийн засаг, соёл, улс төрийн нөлөөнд тасралтгүй өөрчлөгдөх динамик процесс болох нь тодорч байна. Мөн хотуудын орон зай нь олон хүчин зүйлсийн огтлолцлоор бүрэлдэж, ирээдүй нь туршилт, дасан зохицол, давтагдсан орон зай болж хөгжихийн зэрэгцээ тухайн хот бүр өөрийн ондоошлыг

оновчтой тодорхойлж чадсан нь тэдний онцгой чанар болжээ.

2.3 Гол шүүмжлэгчид ба бүтээлүүд

“Лас Вегасаас суралцахуй” нь мэргэжлийн хүмүүсийн үзэл хандлагад эрс өөрчлөлт авчирсан хэдий ч эсрэгцэх маргаан өнөөг хүртэл үргэлжилсээр байна.

Питер Айзенман, Вентуригийн гоо сайхны энгийн байдлыг шүүмжилж, дүрс давамгайлах үед бүтэц алдагдаж, тэмдэг нь мөн чанараа гээж, өнгөн тал нь бүтэц биш болдгийг онцолдог. Түүний үзлээр барилгын хэлбэр нь хэрэглээний дагуу бус, бүтэц болон зохион байгуулалтын утгаараа бие даан орших боломжтой бөгөөд барилгын дизайн дахь тодорхойгүй байдал нь оюуны оролцоог нэмэгдүүлж, эргэцүүлэл төрүүлдэг [10], [24].

Давид Харвей капитализм, постмодерн үзүүлбэр нь үнэн нөхцөлийг халхлан, улс төрийг бүдгэрүүлж, тэгш бус байдлыг нуухад чиглэж. Мөн чанар, гүн утга нь гадаргуугаар орлуулагдаж, утга нь хэсэгчилсэн, бараа бүтээгдэхүүнтэй адил болсон гэжээ [12], [14]. Олон талт, дуураймал соёлыг бий болгож, постмодерн хотыг ойлгохын тулд соёл, эдийн засаг, орон зайн шинжилгээг нэгтгэн авч үзэх шаардлагатайг харуулдаг [14], [22]. Үр дүнд нь хотын бүрдэл зөвхөн ашиглалтын хэлбэрээс илүү дуураймал, төлөөллийн шинжтэй болсон гэж дүгнэж болох юм [22].

Томас Сугру, Лас Вегасын өсөлтийг нийгмийн тэгш бус байдалтай холбон тайлбарлаж, хотын хэлбэр нь хөдөлмөр, бодлого, эрх мэдлийн харилцаагаар бүтдэг бөгөөд капиталын ул мөр, хөрөнгө оруулалтын чиглэл ирээдүйг тодорхойлдог гэжээ [23]. Хотыг ойлгохын тулд түүх, эдийн засаг ба орон зайг хамтатган авч үзэх шаардлагатай [20].

Дээр дурдсан “Лас Вегасаас суралцахуй”-тай холбоотой шүүмжүүдэд гоо зүйн хэт энгийнчлэл (oversimplification), арилжааны бэлгэдлийг хэт өргөмжилж, хотын нийгэм, эдийн засаг, улс төр, түүхийн гүн асуудлыг өнгөц тайлбарласан гэж буруутгажээ. Энхтайвны өргөн чөлөөний судалгаанд эдгээрийг орхигдуулж боломгүй.

III. ХОТЫН ХӨГЖИЛ БА МОРФОЛОГИЙН ӨӨРЧЛӨЛТ

3.1. Хотын хөгжил

Улаанбаатар хотыг судлахад түүний түүхэн хэлхээнээс эхлэн урагшилж, хотын бүтээлүүдийг дүгнэж ойлгох нь чухал [21]. Хот нь түүх, дурсамжаар бүтээгдсэн хамтын бүтээл бөгөөд оршин суугчид ижил төстэй соёлын “код”-ыг хуваалцах үед л утга, харилцаа бүрэн тодорч гарч ирдэг. Мөн соёлын тогтолцоо нь хүмүүсийн ихэнхдээ мэдэлгүйгээр дагадаг нийтлэг хэлэлцээрүүдэд тулгуурладаг тул тэмдэг, тэмдэглэгээг тайлж унших чадвар нь тухайн соёлын доторх кодыг хэр ойлгож, хуваалцаж байгаагаас шууд хамаардаг [9]. Одоогийн

Улаанбаатарыг судлахад одоогийн хэлбэр, бүтэц хэдий үеэс бий болсон, хувирч өөрчлөгдсөн болохыг тодорхойлохын тулд тодорхой цаг хугацаа, түүхийг өгүүлсэн газрын болон барилга байгууламжийн зураглал, фото зураг, схем, зургуудыг ашиглан барилгуудыг байршуулах аргаар судалгаагаа явуулсан.

3.2. Хотын морфологийн өөрчлөлт

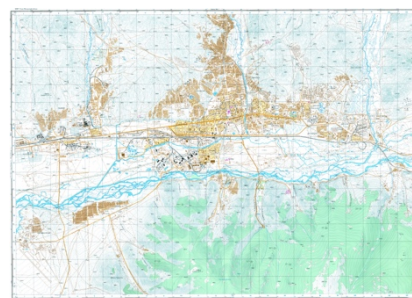
Улаанбаатар хотын морфологийн бүтэц, хотын тэлэлт, архитектурын хэлбэр нь түүхэн, газарзүйн болон нийгэм-улс төрийн хүчин зүйлсийн нөлөөгөөр бүрэлдэн тогтсон бөгөөд хотын хурдтай өөрчлөлт нь иргэдийн тогтвортой “өөрийн үзэл”-ийг бий болгоход бэрхшээл үүсгэдэг [3,7,19].

Хотын олон үе шаттай морфологи: нүүдлийн хот, пашны төвт хот (6-р зураг), дайны хот, социалист хот, ардчилсан чөлөөт эдийн засгийн хот судлагдаж.



6-р зураг. Хүрээ үеийн Улаанбаатар 1920 (Зүүн хүрээний хэлбэр, үнэ цэнэ алдагдаагүй үе) (Б.Дамбийням. Дурсамж номноос, 1999).

Гэр суурьшлын огцом тэлэлт, хувийн өмчийн сэтгэлгээ, уул нуруудын сэтлэлц цоололт (7-р зураг), шинэ голын голдирол зэрэг олон үе шатыг дамжсан бүтэц тодорхойлогдсон [2,7].

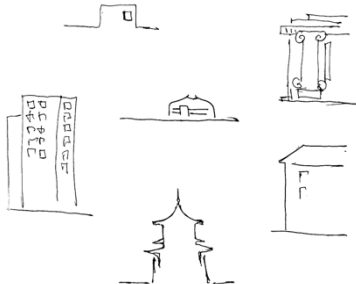


7-р зураг. Социализмын оргил үеийн Улаанбаатар (1982 хэвлэгдсэн, 1979 оны Улаанбаатар хотын газрын зураг) (Тасганы овоо, сансрын тунел уул сэтлэхээс өмнөхөн)

Судалгааны явцад хотын төвийн Зөвлөлтийн үеийн социалист төлөвлөлт, өргөн чөлөө, дунд нягтралтай орон сууц, гэр хорооллын тэлэлт, захын арилжааны бүс, байгаль газарзүйн хязгаарлалтууд, Туул голын урсгал зэрэг орон зайн зохион байгуулалтад нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг нарийвчлан авч үзсэн [2,3].

Хотын байнга өөрийгөө шинэчлэх дарамт нь сэтгэлзүйн тогтворгүй байдал үүсгэж, архитектурын хэсэгчилэлт, хоосон зай, төрөл зүй нь олон давхар утга агуулдаг [7,11]. Ийнхүү Улаанбаатарын морфологи судлах нь хотын динамик өөрчлөлт,

нийгэм, газарзүйн болон түүхэн хүчин зүйлсийг нэгтгэн ойлгоход, хотын орон зайн зохион байгуулалт, архитектурын хэрэглээ, хотын өөрчлөлтийн хурдыг үнэлэхэд баттай суурь болж, хотын оршин суугчдын зан байдал, хотын соёлын хүлээлт, түүхэн болон орчин үеийн архитектурын хоорондын харилцааг нарийвчлан судлах боломжийг нээсэн [7,15,19].



8-р зураг. Судалгаа (Улаанбаатар хот дахь барилгуудын ерөнхий шинж). (хашаа байшин нь “чимэглэсэн саравчтай” төстэй дасан зохицох чадвартай, хувиргах боломжтой байв)

Энхтайвны өргөн чөлөөний орчныг түшиглэн, “Лас Вегасаас суралцахуй” арга барилуудыг ашиглан хотын хөндлөн огтлол, нүүрэн проекц, нийтийн орон зай зураглал, хаяг ба рекламн хэлбэр-хэмжээ-байршил, “нугас ба чимэглэсэн саравч” (8-р зураг), фото эсээ, төвийн хэсгийн барилгын дотоод орон нийтийн зай (Nolli Map), машины зогсоол, замын нэрийн ангилал график, барилгын өндрийн диаграмм зэрэг олон элементийг баримтжуулсан.

Эдгээр зурагчилсан судалгаа нь зөвхөн архитектурын хэлбэр дүрсийг шинжлэхээс гадна хотын орон зайн хэрэглээ, бэлгэ тэмдэг, нийтийн орон зай ба нийгмийн харилцааны динамикийг ойлгоход чухал мэдээлэл өгсөн бөгөөд постмодернизмын үзэл санаагаар билэг тэмдгийг, архитектур ба нийгмийг холбох хэрэгсэл гэж үнэлж, хотын албан бус гэр суурьшил нь улсын төсөвт суурилсан дахин төлөвлөлтөөс хурдан дасан зохицдог болохыг харуулсан [15,19].

ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар хотын хөндлөн чиглэлээр огтлон өнгөрөх Энхтайвны өргөн чөлөөнд хийсэн судалгаагаа дүгнэхэд.

Улаанбаатар хотын морфологийн судалгааны үр дүнгээс харахад, Монгол хотын хөгжлийн уялдаа нь уламжлалт суурин төвшний ойлголтоос эрс ялгаатай бөгөөд нүүдлийн соёлын онцлогт тулгуурласан цогц процесс байжээ. 19-р зуун хүртэл Монголын нийслэл газар зүйн байршлаасаа үл хамааран, нийгэм-соёлын бүлгүүдийн амьдрал, үйл ажиллагаанд захирагдан хэлбэлздэг, өөрөөр хэлбэл хүмүүс, шашин, язгууртан ноёд, соёлын хөдөлгөөнөөр тодорхойлогдох “явдаг хот” хэлбэртэй байсан нь олон удаагийн нүүдлийн түүхэн баримтаар нотлогдлоо. Энэ нь Монголын хотжилт өөрийн өвөрмөц соёлын хэв шинжтэй болохыг харуулж байна.

18-р зууны сүүлээс Улаанбаатар хот тогтсон байршилтай болох үйл явц нь олон улсын харилцааны шаардлага, хүн амын өсөлт, эдийн засгийн хэрэгцээнээс улбаатай байв. Шашны төв болох “Зүүн хүрээ” болон худалдааны тосгон “Маймайчин”-г холбосон шороон зам, түүнээс даган үүссэн орон сууц, худалдааны голомтууд нь өнөөгийн Энхтайвны өргөн чөлөөний морфологийн үндсийг бүрдүүлжээ. Цаг хугацааны явцад энэхүү хөндлөн тэнхлэг баруун зүгт тэлж, хотын гол төв болон барилга байгууламжууд төвлөрөх нөхцөлийг бий болгосон байна.

Зөвлөлт Орос болон Хятадын төлөвлөлтийн нөлөөгөөр нэг төвт бүтэц буюу Сүхбаатарын талбайг тойрсон зохион байгуулалт давамгайлж байсан бол, нийгэмд хувийн өмчгүй сэтгэхүйгээс эд материал шүтсэн, орчин үеийн худалдаа арилжаанд суурилсан хандлага руу шилжсэнтэй холбоотойгоор шинэ дэд төвүүд бий болж, хотын морфологид шинэ чиг баримтлал тогтжээ. Энэ бүхэн Улаанбаатар хотын цаг үе бүрийн хотын хэлбэршил (морфологи)-ийн хувьслын замналыг тодорхой харуулж байна.

Улаанбаатар хотын давхцалын давхаргууд:

- Нүүдлийн ба суурин
- Шашинтай ба шашингүй
- Хувийн өмчгүй ба хувийн өмчтэй
- Коммунист ба ардчилсан
- Хүйтэн ба халуун
- Уламжлал ба орчин үеийн
- Үндэсний ба олон улсын
- Явган ба машинтай
- Чөлөөт ба баригдмал
- Албан ба албан бус
- Төлөвлөсөн ба органик өсөлт
- Зуслан ба Өвөлжөө...

Эдгээр давхцал, эсрэгцэл нь Улаанбаатар хотыг олон давхаргат “Эсрэгцлийн хот” болгон тодорхойлж, хотын морфологийн өвөрмөц шинжийг илэрхийллээ.

Гэр хороолол нь хотын захын шинэ фронт болж, хөгжөөгүй газрыг амьдрах боломжтой орон зай болгон хувиргадаг. Хотын тэлэлт эдгээр бүсэд хүрэхэд тэд хотын төлөвлөлтийн үндсэн бүтцэд шингэж, оршин суугчид дахин захын бүс рүү шилжин шинэ, эзлэгдээгүй газрыг ашиглан суурьшлын дараагийн үе шатыг эхлүүлдэг. Ийнхүү тогтмол давтагддаг энэ мөчлөг нь гэр хорооллыг хотын өсөлт, морфологийн өөрчлөлтийг тасралтгүй өдөөгч динамик хүчин болохыг харуулж байна. Хотын энэ давтагдах хөдөлгөөнт хэв маяг нь ирээдүйд Улаанбаатарын дараагийн тэлэлт, шинэ давхаргын үүсэл болон орон зайн динамикийг урьдчилан төсөөлөхөд чухал суурь таамаглал дэвшүүлж буй мэт.

Улаанбаатарын орчин үеийн худалдааны төвүүд, өндөр барилга, LED дэлгэц зэрэг элемент нь хотын “чимэглэсэн саравч” (decorated shed) мэт шинжийг харуулж, өнгө үзэмж, хэлбэрээ хүссэнээрээ өөрчлөх боломжтой. Гэсэн хэдий ч хотын өвөрмөц орон зайн бүтэц дотор Монгол гэр, хашаа байшин зэрэг айл

бүрийн хил хязгаар, амьдрах орчинд суурилсан бэлгэдлийн бүтэцтэй өөр нэгэн “чимэглэсэн саравч”-ийн Монголчилсон хэлбэр ажиглагддаг. Энэ нь орчны нөхцөлд уян хатан дасан зохицож, хотын хөрвөх чадвар, өвөрмөц дүр төрхийг тодруулдаг.

Энхтайвны өргөн чөлөө нь хотын төв гудамж болох оо олон дахин баталгаажуулж. Судалгааны дүрслэлийн диаграммуудаар үзүүлсэнчлэн, энэ өргөн чөлөө олон төрлийн зар сурталчилгаа, гэрэлт самбар (billboard), үйлчилгээ, холимог функцээр баялаг, нийтийн амьдралыг ч мөн баяжуулдаг болох нь дүрслэгдлээ.

Мөн уг судалгаа нь Улаанбаатарын нөхцөл байдал, зурган мэдээлэл нь хот байгуулалтын салбарын судлаач нарт суурь судалгаа болон мэдээллийн эх сурвалж болж, ирээдүйн судалгаанд нэмэр болох болтугай. Түүнчлэн энэхүү судалгаа нь үргэлжлэх бөгөөд цаашид шинэ санаа, дүгнэлтээр баяжигдан улам бүр баталгаажих болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Д.Майдар. *Монголын Хот Байгуулалт Ба Архитектур*, 1974.
- [2] Судалгааны баг. “2.3.1 Газар зүйн байрлал.” *Улаанбаатар хотын ерөнхий төлөвлөгөө, хот байгуулалтын хөтөлбөрийн судалгаа (УБЕТС) Эцсийн тайлан I-р боть*. Sudalgaa.gov.mn.
- [3] Улаанбаатар хотын барилгажилтын түүх, 2019.
- [4] Venturi, Robert, Denise Scott Brown, and Steven Izenour. *Learning from Las Vegas: The Forgotten Symbolism of Architectural Form*. Cambridge, MA: MIT Press, 1972.
- [5] Lynch, K. (1960). *The Image of the City*. MIT Press. – Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Island Press. – Jencks, C. (1991).
- [6] Al Manakh. *Archis, Volume, and Moutamarat*. (2000, *Learning from Dubai*) – Lin, Z. (2010).
- [7] Baumann, Z. *Liquid Modernity*. Cambridge: Polity Press, 2000.
- [8] Davis, M. *City of Quartz: Excavating the Future in Los Angeles*. Verso, 1990.
- [9] Eco, Umberto. *A Theory of Semiotics* (1976).
- [10] Eisenman, Peter. *Written Into the Void: Selected Writings, 1990–2004*. Yale University Press, 2007.
- [11] Eisenman, Peter. “Post-Functionalism.” *Oppositions*, no. 6, 1976.
- [12] Harvey, David. *The Condition of Postmodernity*. Blackwell, 1989.
- [13] Hays, K. Michael. *Architecture Theory Since 1968*. MIT Press, 1998.
- [14] Jameson, Fredric. *Postmodernism, or, The Cultural Logic of Late Capitalism*. Duke University Press, 1991.
- [15] Jencks, Charles. *The Language of Post-Modern Architecture*. 1977.
- [16] Kenzo Tange and the Metabolist Movement: *Urban Utopias of Modern Japan*. Routledge.
- [17] Koolhaas, R. *Delirious New York*. Monacelli Press, 1994.
- [18] Koolhaas, R., et al. *The Harvard Design School Guide to Shopping*. Taschen, 1999.
- [19] Kwinter, S., & Steinberg, M. *Urban Villages and the Megacity: Learning from China*. Harvard GSD, 2006. – Koolhaas, R., & AMO. (2007).
- [20] Massey, Doreen. *Space, Place, and Gender*. University of Minnesota Press, 1994.
- [21] Rossi, Aldo. *The Architecture of the City*. MIT Press, 1982.
- [22] Soja, Edward W. *Postmodern Geographies*. Verso, 1989.
- [23] Sugrue, Thomas J. *The Origins of the Urban Crisis*. Princeton University Press, 1996.
- [24] Vidler, Anthony. *The Architectural Uncanny*. MIT Press, 1992.

ХЭСЭГЧИЛСЭН ИНЖЕНЕРИЙН ДЭД БҮТЦЭД ХОЛБОГДСОН ГЭР ХОРООЛЛЫН СУДАЛГАА

Чингэлтэй дүүргийн 20 дугаар хорооны хэсэгчилсэн инженерийн дэд бүтцэд холбогдсон 163 айлын жишээн дээр

Дашнанжидын МӨНХ-ЭРДЭНЭ¹, Баяраагийн АРИУНЖАРГАЛАН²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: ariunjargalan@must.edu.mn

Хураангуй: Энэхүү судалгаагаар төвлөрсөн бус инженерийн дэд бүтцийн онолын тодорхойлолт, төвийн дэд бүтцэд холбогдох боломжгүй газрыг дэд бүтцэд холбох дэлхий нийтийн чиг хандлага болон хэрэглэгдэж буй аргууд, Улаанбаатар хотын гэр хорооллын айл өрхүүдийг инженерийн байгууламжид холбосон жишээ, төсөл хэрэгжих үеийн анхны зорилго болон үзэл баримтлал хэрэгжсэн эсэхэд судалгаа хийж, инженерийн байгууламжид холбогдсон айл өрхийн амьдралын чанар, орчин нөхцөлд гарсан өөрчлөлт болон үл хөдлөх хөрөнгийн үнэлгээнд гарсан өөрчлөлтийг судаллаа. Төвлөрсөн бус дэд бүтцэд холбогдсон 142 айлаас асуумж аргаар судалгаа авсан ба судалгааны үр дүнд иргэдийн 82.7% дэд бүтцийн системд холбогдсондоо сэтгэл хангалуун ба маш хангалуун санал өгсөн. Иргэдийн эрүүл мэндийн чанарт эерэг нөлөө гарч, өрхийн ариун цэврийн байдал сайжирсан, үл хөдлөх хөрөнгө, газрын үнэлгээ өссөн зэрэг эерэг нөлөө гарсан байна. Иргэд өөрсдийн эзэмшлийн газартаа ая тухтай амьдрах сонголтыг хийж байгаа нь дэд бүтцэд холбогдоогүй гэр суурьшлийн бүсийн иргэдийн сонголттой харьцуулахад ялгаатай байсан. Мөн хуулийн нэр томьёонд заасан тодорхойлолтод инженерийн дэд бүтцэд холбогдсон гэр хорооллын орчныг тодорхойлох нэр томьёог судаллаа.

Түлхүүр үг: гэр хороолол, төвлөрсөн бус инженерийн дэд бүтэц, сервис центр, дэд төв

1. УДИРТГАЛ

Гэр хороолол нь монголчуудын нүүдэлчин амьдралын хэв маягаас орчин үеийн хот, суурин газрын хэв маяг руу шилжих шилжилтийг илтгэдэг бөгөөд энэ нь уламжлалт монгол гэр, улам бүр нэмэгдэж буй энгийн тоосгон, модон байшингийн хослолоор тодорхойлогддог. Ихэвчлэн хотын захад байрладаг бөгөөд дулаан, ус хангамжийн шугам сүлжээ, бохир усны систем, найдвартай цахилгааны хангамж гэх мэт зайлшгүй шаардлагатай дэд бүтцээр дутмаг байдаг. [1]

Гэр хорооллын айл өрхийг төвлөрсөн бус инженерийн дэд бүтцийн системд холбосон анхны байршил нь Чингэлтэй дүүргийн 20 дугаар хороонд хэрэгжсэн 163 айлын “Чингэлтэй дэд бүтцийн төв” юм.

Энэхүү судалгаагаар төвлөрсөн бус инженерийн холболтын дэлхийн чиг хандлага, судалгаа болон онолын нэр томьёог судлан, Улаанбаатар хотод хэрэгжсэн төслийн жишээн дээр харьцуулан, тухайн төсөл хэрэгжсэн байршлын биет орчны судалгаа болон төсөл хэрэгжсэн явц, талуудын оролцоог судлан, гарсан үр дүнг оршин суугаа 142 айлаас авсан судалгаагаар дамжуулан тайлбарлав.

Үндэслэл

Улаанбаатар хотын нийт өрхийн 43% гэр хороололд амьдарч байна. Манай хотын газар зүйн байрлалын онцлог нь 4 уулын дунд хүрээлэгдсэн, хотын хойд хэсгээс Туул голын чиглэлд намсаж уруудан тогтсон, хотын хойд хэсгээр өндөрлөг, салхины чиглэл баруун хойд зүгээс зүүн урд чиглэлд голлон салхилдаг. Олон жилийн туршид үүсэн бий болсон гэр суурьшлын бүс нь хотын хойд болон баруун зүүн талд тархан байршсан нь хотын агаар болон хөрс, эрүүл цэвэр орчин нөхцөлд хамгийн их нөлөө үзүүлдэг хэсэг юм. Товчхондоо Улаанбаатар

хотын хотын асуудал бол гэр хорооллын асуудал юм.

Иймд гэр хорооллын орчин нөхцөлийг сайжруулахын тулд дэд бүтцийн асуудлыг шийдэх шаардлагатай.

Дэлхийн улс орнуудад хотжих хөдөлгөөн эрчимтэй явагдаж байгаа ба энэхүү өсөлттэй холбоотой төвлөрсөн дэд бүтцийн хүртээмжийн асуудал үүсэж, төвлөрсөн бус дэд бүтцийн төвүүдийг бий болгох чиглэлд эрчимтэй өрнөж байна [2]

Судалгааны зорилго

Энэхүү судалгааны зорилго нь Чингэлтэй дүүргийн 20 дугаар хороонд хэрэгжсэн “Чингэлтэй дэд бүтцийн төв” төслийн анхны зорилго болон хэрэгжилтийн үр дүнг орчны судалгаа, иргэд ба оролцогч талуудтай хийсэн ярилцлага, санал асуулгаар үндэслэн үнэлж, төвлөрсөн бус инженерийн дэд бүтцийн систем нь айл өрхийн амьдралын чанар, эрүүл мэнд, хэрэглээний зардал болон үл хөдлөх хөрөнгийн үнэлгээнд үзүүлсэн нөлөө, мөн төсөл хэрэгжилтийн үеийн Төр-Иргэн-ААН-ийн оролцооны онцлогийг тодруулахад оршино.

Судалгааны арга зүй

Судалгааны хамрах хүрээ нь Чингэлтэй дүүргийн 20 дугаар хороонд хэрэгжсэн “Чингэлтэй дэд бүтцийн төв” төслийн 163 айл юм. Чанарын судалгааны арга ашиглан, 142 айлаас судалгаа авч өрхийн ам бүлийн тоо нас, хүйс, насны ангилал болон дэд бүтцэд холбогдсон байшингийн төрөл, хийц, хэмжээ, дулаалгатай эсэх, газрын эрхийн төрөл, нэмэлт халаалт хэрэглэдэг эсэх, хэрэглэдэг бол ямар төрлийн халаалт хэрэглэдэг, өрхийн орлого

болон дэд бүтцэд холбогдсоноор үл хөдлөх хөрөнгийн үнэлгээнд өөрчлөлт гарсан эсэхийг судалсан. Мөн иргэдийн амьдралд гарсан өөрчлөлтийг санхүүгийн талаас болон эрүүл ахуйн дадлын өөрчлөлт, ариун цэврийн байдал сайжирснаар, гэр доторх агаарын чанарын өөрчлөлтөөс хамаарч түгээмэл тохиолдолд өвчлөлийн тохиолдол өөрчлөгдсөн зэрэг судалгааг авч, дата анализ хийж боловсруулсан. Мөн хээрийн судалгаа хийж, QGIS программ дээр тэмдэглэн бүртгэлжүүлсэн. Ярилцлагын аргаар дэд бүтцийн төвийн ажилтан болон хорооны хэсгийн ахлагчид, иргэдээс ярилцлага авсан.

II. СУДЛАГДСАН БАЙДЛЫН СУДАЛГАА

Нэр томъёоны тодорхойлолт

"Гэр хороолол" гэж хот, суурин газрын эдэлбэр газар дахь инженерийн болон нийгмийн дэд бүтцээр бүрэн хангагдаагүй гэр, орон сууц бүхий суурьшлыг; [3];

"Инженерийн дэд бүтэц" гэж эрчим хүч, цэвэр, бохир усны болон зам, замын байгууламж, тээвэр, харилцаа холбооны шугам сүлжээ, барилга байгууламжийг; [4];

"Гэр хорооллын төлөвлөлт" гэж бие даасан болон төвлөрсөн инженерийн дэд бүтцээр хангагдсан суурьшлын төлөвлөлтийг [5];

"Төвлөрсөн бус инженерийн шугам сүлжээ" гэж тодорхой талбай, эсхүл барилга байгууламжид ус, дулаан, уур, хий, цахилгаан, харилцаа холбооны үйлчилгээ нийлүүлэх зориулалт бүхий байгууламжийг [6];

Дэд төв – дэд төв гэж хотын үндсэн төвөөс тодорхой зайтай байрласан, орчны бүсүүдээсээ илүү өндөр нягтралтай, эрчимтэй хотын үйл ажиллагаа төвлөрсөн бүсийг хэлнэ. [7];

Сабурб - Сабурб гэх ойлголтыг “хаяа хот”, “дагуул хот” зэрэг нэр томъёогоор тайлбарласан байдаг [8];

Өмнөх судалгаа

Хэсэгчилсэн дэд бүтцийн талаарх судалгаа

Ventura, A. (2024) нь хөгжиж буй орнуудын хотын захын суурьшлын бүсэд DEWATS системийг хэрэгжүүлэхэд тулгардаг техникийн хүчин зүйлсийг судалсан байна. Мөн төвлөрсөн бус бохир усны цэвэрлэх байгууламж нь төвийн шугамд холбогдох боломжгүй газарт хамгийн үр дүнтэйг нотолсон. [9]

PAS Report No.234 (1968)-д neighborhood service center-ийг хотын нийгмийн болон захиргааны үйлчилгээг хорооны түвшинд төвлөрүүлж, үйлчилгээний хүртээмжийг сайжруулахад чиглэсэн төвлөрсөн бус үйлчилгээний төв гэж тодорхойлсон байна. Хотын нийгмийн болон захиргааны үйлчилгээг төвлөрсөн байршлаас гаргаж, хорооны түвшний “neighborhood service centers”, “decentralized neighborhood facilities” болгон

байршуулах онол, бодлогыг АНУ-ын хотуудын жишээн дээр тайлбарлажээ.[10]

Anna Volkova, Igor Krupenski, Henrik Pieper, Aleksandr Ledvanov, Eduard Latõšov, Andres Siirde нарын судалгаанд бага температурын жижиг дулааны сүлжээ (mini district heating) болон дулааны насосыг хослуулах, дулааны алдагдлыг бууруулж, зардлыг хамгийн бага түвшинд хүргэх боломжийг судалсан. Төвлөрсөн бус инженерийн хангамжийг шинэ хороолол, дэд төвд нэвтрүүлэх боломжтой гэдгийг харуулахыг зорьжээ. [11]

M. Köfinger, D. Basciotti, R.R. Schmidt, E. Meissner, C. Doczekal, A. Giovannini нар Австри улсад дөрвөн төлөөллийн кейс судалгааг ашиглан бага температурт дүүргийн халаалтын сүлжээний эдийн засаг, экологийн хувьд оновчтой санааг боловсруулах талаар тайлбарласан байна. [12]

Анх төвлөрсөн бус халаалтын системийн сүлжээний 1-р үед уурыг дулаан зөөгч болгон ашиглаж нэвтрүүлсэн. Эдгээр системийг анх 19-р зууны сүүлчээр АНУ-д байгуулж, XX зууны эхээр Европт нэвтрүүлжээ. Нью-Йорк, Парисын дүүргийн халаалтын системийн хуучин хэсгүүдэд одоо хүртэл ашиглагдаж байна. Энэ нь шинэ технологи биш бөгөөд одоогийн болон ирээдүйн эрчим хүчний системд чухал үүрэг гүйцэтгэсээр байгааг харуулж байна. [13]

Хот төлөвлөлтийн онол ба практикт “Neighborhood center”, “urban center” буюу хөршийн төвүүдээр үйлчилгээ, нийтийн байгууламжийг хэсэгчлэн байрлуулах нь олон улсын хот төлөвлөлтийн сонгодог арга бөгөөд хот дотор төвүүдийн шаталсан сүлжээ (polycentric/subcenter) байгуулахыг шийддэг шийдэл юм. [14]

“Service Center” гэдэг нь тухайн бүсийн инженерийн дэд бүтэц болон нийгмийн үйлчилгээг нэг дор төвлөрүүлж, төвлөрсөн бус байдлаар айл өрхүүдийг холбодог “үйлчилгээний төв” юм. Service center, infrastructure support center, local utility node гэсэн санаа нь дэлхий даяар нэг нэршлээрээ түгээмэл бүртгэгддэг стандарт ангилал биш ч ижил зарчмаар хорооллын түвшинд инженерийн шугам сүлжээ, нийгмийн үйлчилгээ, жижиг бизнесийн дэд бүтцийг нэг дор төвлөрүүлж, эрэлт хэрэгцээтэй нь ойртуулах санаа юм.

Олон оронд “subcenter /neighborhood center/ resilience hub /decentralized (district-level) infrastructure” гэх өөр өөр нэрээр өргөн хэрэглэгдэж байна.

Төвлөрсөн бус дэд бүтцийн шийдлийг дараах 3 нэршлээр өргөн хэрэглэж байна.

“Partial infrastructure” - “Төвлөрсөн бус буюу үе шаталсан дэд бүтэц” нь төвлөрсөн сүлжээнд бүрэн холбогдох боломж бүрдэх хүртэл зайлшгүй шаардлагатай инженерийн дэд бүтцийн хангамжийг орон нутгийн түвшинд түр зуурын хувилбараар хангах инженерийн зохион байгуулалт юм.” [15]

“Decentralized infrastructure” - “Төвлөрсөн бус дэд бүтэц” гэдэг нь хотыг бүхэлд бус айл өрхийн бүлэг, жижиг хэсэгт чиглэгдэн төлөвлөгдөж, ажилладаг инженерийн хангамжийн тогтолцоог хэлнэ.” [16]

“Mini district heating” - “Бичил дулаан хангамжийн систем” гэдэг нь 10–200 орчим барилга нэгжийг орон нутгийн дулааны эх үүсвэрээр хангадаг жижиг хэмжээний дулааны сүлжээ юм. [17]

Сабурб суурьшлийн онол

Эмх замбараагүй тэлсэн сабурб (Suburban sprawl): Сабурб суурьшлын хэт тэлэлт нь ихэвчлэн орчин цагийн хотуудад ажиглагддаг. Энэ сабурбын төрөл нь иргэд өндөр үнэтэй газар болон сууцны өртгөөс зайлсхийж, хямд сууцны өртөг болон түрээсийн төлбөртэй газар болох хотын зах уруу шилжиж эхэлсэн хөдөлгөөнөөс үүдэлтэй. Метрополитан хотуудад дундаж ба дунджаас доош давхаргууд нь амьдардаг, их хэмжээний талбайд тархсан, хямд, чанар муутай амины орон сууцтай сабурб суурьшлууд байдаг. [18]

Settlement movement нь 1880-аад онд Англи улсын Лондон хотод үүссэн нийгмийн шинэчлэлийн хөдөлгөөн бөгөөд нийгмийн дээд болон дунд боловсролтой, сайн дурынхан ядуусын захын дүүрэгт хамт амьдарч, тухайн орчны асуудлыг дотроос нь шийдэх зорилготой үүссэн байна.

Энэхүү хөдөлгөөн нь өнөөгийн Neighborhood service center-ийн үндэс болсон гэж үздэг. [19]

Хүн амын амьдралын чанар

Urban HEART (WHO, 2010) нь хотын эрүүл мэндийн тэгш бус байдлыг үнэлэх 12 үндсэн шалгуур үзүүлэлттэй, өргөн хүрээнд эрүүл амьдрах орчны шалгуур үзүүлэлтийг тогтоож өгсөн. [20]

ADB болон олон улсын хөгжлийн банкйн хамтарсан “Creating Livable Cities” (2019) тайланд амьдрахад таатай хотын гол шалгуур үзүүлэлтийг 5Е зарчимд тулгуурлан, шалгуур үзүүлэлтүүдийг гаргасан байна.

Амьдрахад таатай хот гэдэг нь ажил, орлого, эдийн засгийн боломжтой, агаар, ус, хөрсний бохирдолгүй, ногоон орчинтой, цэвэр ус, бохир, дулаан, тээвэр зэрэг инженерийн дэд бүтэц хүн бүрд хүртээмжтэй, орон сууц, нийтийн талбай аюулгүй, хүртээмжтэй, засаглал ил тод, оролцоотой, уур амьсгалын эрсдэл даах чадвартай зэрэг хүчин зүйлийг харгалзан үнэлж үздэг. [21]

III. ТӨСЛИЙН ХЭРЭГЖИЛТИЙН ШИНЖИЛГЭЭ

Төслийн анхны зорилго, төлөвлөлт

Төслийн зорилго нь агаар, хөрс, усны бохирдлыг шийдвэрлэх, нийгмийн ялгааг багасгах, эрүүл мэндийн чанарыг сайжруулах зэрэг үндсэн 5 асуудлыг сайжруулахаар төлөвлөсөн.

Төслийн гүйцэтгэхдээ гүний усны нөөц, эх үүсвэр дээрх суурьшлын бүс, агаарын бохирдол үүсгэгч гол бүс болон шинэ суурьшлийн бүсэд, мөн ашиглалтгүй байгаа шугам сүлжээний орчимд гүйцэтгэхээр тусгасан.

Төсөл хэрэгжсэнээр гарах үр нөлөө

Төсөл хэрэгжсэнээр иргэдийн өмчлөлийн газрыг инженерийн дэд бүтцээр холбогдох, газрын үнэ цэнийг нэмэгдүүлэх, эрүүл аюулгүй, тав тухтай тохилог орчинд амьдруулах, төрийн болон нийгмийн үйлчилгээгээр хангагдах болон жижиг дунд бизнес эрхлэх боломжоор хангагдах үр дүн гарна гэж төлөвлөсөн бол ААН байгууллагуудад урт хугацаанд тогтвортой ажлаар хангагдах, ажилчдын ур чадвар нэмэгдэх, дэвшилт техник технологийг нэвтрүүлэх, нийгмийн хариуцлагаа нэмэгдүүлэх зэрэг нөлөө, үр дүн гарна гэж үзсэн.

Төслийн гүйцэтгэл, санхүүжилт, техник шийдэл

2018 онд шав тавьж 2019 онд хийж гүйцэтгэсэн төвлөрсөн бус инженерийн дэд төвийн ажлыг “Термомастер” ХХК хийж гүйцэтгэсэн. Энэхүү төслийг Улаанбаатар хотын төсвөөс нээлттэй тендер шалгаруулалтын журмаар сонгон шалгаруулж 3,195,375,618 төгрөгөөр санхүүжүүлж 2020 онд улсын комисс хүлээн авч “Барилга байшинг ашиглалтад оруулах улсын комисс”-ын дүгнэлтийг үндэслэн, халаалтын зуух ашиглалтын үйл ажиллагааг Хэсэгчилсэн инженерийн хангамжийн удирдах газар ОНӨААТҮГ-т, цэвэрлэх байгууламж болон бохир усны гол шугамын ашиглалтыг Ус сувгийн удирдах газар ОНӨААТҮГ-т тус тус шилжүүлсэн байна.

Халаалт:

Халаалтын зуухны хүчин чадал 2.8МВт ба зуухны галлагаа нь улирал, цаг агаарын байдлаас шалтгаалан, хоногт хэрэглэх түлшний хэмжээ өөр өөр байх бөгөөд дунджаар 8 тонн түлшийг өдөрт хэрэглэдэг байна. Хавар намрын дулаан цагт өдөрт 3 орчим тонн түлш, өвлийн оргил хүйтний өдрүүдэд 13 орчим тонн түлш хэрэглэдэг.



1-р зураг. Халаалтын зуухны өрөө, түлш хадгалах задгай агуулах болон хаягдал үнс цуглуулах задгай агуулах

Цэвэр болон бохир ус цэвэрлэх байгууламж

Цэвэрлэх байгууламж нь хоногт 500м³ бохир усыг цэвэршүүлэх хүчин чадалтай бөгөөд барилга угсралтын ажлыг “Термомастер” ХХК, тоног төхөөрөмж, суурилуулалт, технологийн ажлыг ХБНГУ-ын техник тоног төхөөрөмжөөр “Баухаус” ХХК угсарч хүлээлгэн өгчээ. BIOCOS (Biological Combined System) технологи нь Австрийн Инсбрукийн Их Сургуулийн багийн хөгжүүлж патентлуулсан бохир ус цэвэрлэх технологи юм. Энэхүү технологи Германд маш өргөн хэрэглэгддэг ба жижиг, дунд хот, суурин газрын мини компакт цэвэрлэх байгууламж юм. Ус сувгийн удирдах газрын лабораториос сард 2 удаагийн тогтмол шинжилгээ авдаг ба усыг 95-98 хүртэл цэвэрлэдэг байна. Хоногт 60м³ орчин бохир усыг цэвэрлэдэг нь нийт хүчин чадлын 12%-ийг ашиглаж байна.



2-р зураг. Бие даасан эсийн цэвэрлэх байгууламж

Санхүүжилт

Нийслэл хотын санхүүжилт, татаас

Нийслэл хотын төсвөөс Хэсэгчилсэн инженерийн хангамжийн удирдах газар ОНӨААТҮГ-т Чингэлтэй дэд бүтцийн төвийн зардалд зориулан, жил бүр татаас олгодог бөгөөд татаасны хэмжээг оноор гаргалаа.

ТӨСВИЙН САНХҮҮЖИЛТ

1-р ХҮСНЭГТ.

Он	Дэд бүтцийн халаалт дулааны үйл ажиллагаанд Нийслэлийн төсвөөс өгч буй санхүүжилт
2021	165.313.921
2022	246.977.059
2023	246.977.059
2024	246.977.059
2025.11.01	328.113.012

Дулаан болон цэвэр бохир усны хэрэглээний төлбөрийг Эрчим хүчний зохицуулах хорооноос тогтоосны дагуу орон сууцны айл өрхийн тарифаар тооцдог бөгөөд “Чингэлтэй дэд бүтцийн төв”-ийн хэрэглэгчдээс авдаг хураамж нь алдагдалтай гардаг байна. Иймд зөрүүг нийслэл хотын төсвөөс татаас хэлбэрээр олгодог байна.

Иргэний зардал

Энэ төсөл хэрэгжихэд иргэдийн зүгээс санхүүгийн аливаа зардалд үүрэг хүлээгээгүй байна.

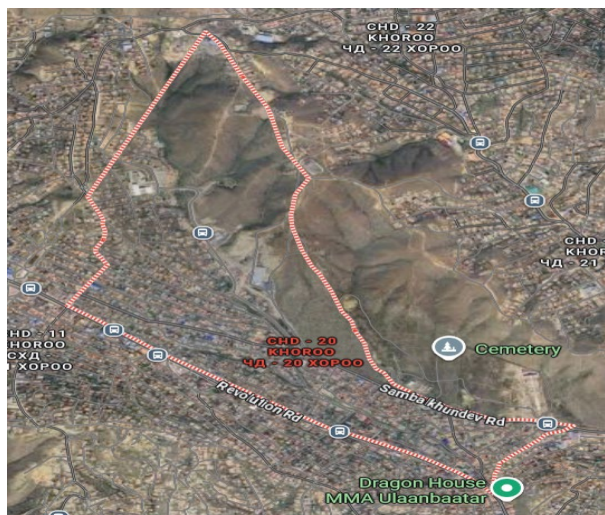
Иргэн- төр- ААН байгууллагын оролцоо

Төслийн анхны санааг Үндэсний бүтээн байгуулалтын корпорац хувийн ААН санаачлан боловсруулж хөгжүүлсэн бөгөөд Гэр хорооллын дэд бүтцийн газраас Нийслэлийн төсвийн хөрөнгө оруулалтаар тендер зарлаж, хувийн хэвшлийн ААН барилга угсралтын ажлыг гүйцэтгэсэн. Иргэдтэй хийсэн уулзалт болон танилцуулгаар тухайн газарт төсөл хэрэгжих саналыг иргэдээс авсан байна. Иргэдээр дамжуулж гүйцэтгэгч компанид хяналт тавих оролдлого хийсэн ч хяналт тавих үйл ажиллагаанд иргэдийн үүрэг оролцоо албан ёсны биш, тодорхойгүй байсан нь хяналт тавих ажил биелээгүй байна. Тухайн үед тус тойргоос сонгогдсон УИХ-ын гишүүн бодлогоор дэмжиж оролцсон.

IV. ТӨСЛИЙН ХЭРЭГЖИЛТИЙН ҮР ДҮНГИЙН СУДАЛГАА

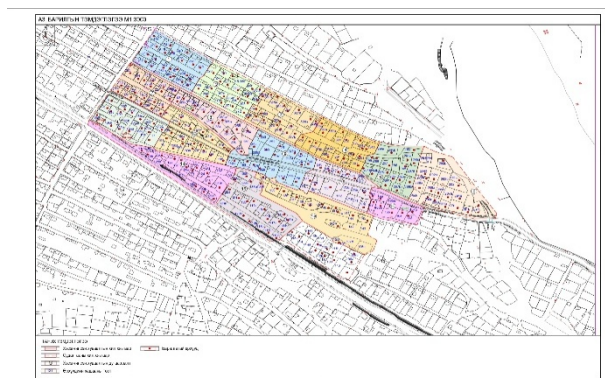
Орчны судалгааны үр дүн

Чингэлтэй дэд бүтцийн төв нь Чингэлтэй дүүргийн 20 дугаар хорооны нутаг дэвсгэрт байрлана. 2025 оны өвлийн бэлтгэл ажлын хүрээнд тухайн Дэд төвд 163 айл болон ААН халаалт болон цэвэр бохир усны системд холбогдсон байна.



3-р зураг. Чингэлтэй дүүргийн 20 хорооны нутаг дэвсгэрийн хил хязгаар

Тухайн хороо нь 157 га нутаг дэвсгэртэй, 8 хэсэгт хуваагддаг 1330 өрхийн 5223 хүн ам амьдарч байна. Үүнээс инженерийн дэд бүтцэд 3 хэсгийн 163 өрх болон ААН-ийн 651 хүн халаалт болон цэвэр, бохир усны системд холбогдсон байна.



4-р зураг "Чингэлтэй дэд бүтцийн төв"-д холбогдсон айл өрх, ААН байгууллагын газрын зурагт тэмдэглэсэн байдал



5-р зураг. Орчны судалгаа

Хүн ам, айл өрх, ААН-ийн тоо

Судалгааны талбайд инженерийн дэд бүтцэд холбогдсон 163 айл өрх, ААН байгаагийн 152 айл өрх, 11 ААН албан ёсоор бүртгэгдсэн байгаа нь нийт айл өрхийн 12.2%-ийг эзэлж байна.

Тус Чингэлтэй дүүргийн 20 хорооны нутаг дэвсгэрт 5223 оршин суугч бүртгэгдсэн байгаагаас төвлөрсөн бус инженерийн дэд бүтцэд хамрагдсан айлуудад нийт 651 иргэн амьдарч байгаа нь нийт хорооны иргэдийн 12.5% байна.

Судалгаанд оролцсон иргэдийн дундаж нас 50 байлаа. Үүнээс эрэгтэй 75, эмэгтэй 76 иргэн судалгаанд оролцсон.

СУДАЛГААНД ОРОЛЦОСОН ИРГЭДИЙН НАСНЫ АНГИЛАЛ

2-р хүснэгт.

Нас	Тоо
0-5 насны	29
6-17 насны	104
18-59 насны	306
60-с дээш насны	72

Өрхийн хэрэглээний зардал

Цэвэр, бохир ус:

Айл өрхүүдийн цэвэр, бохир усны хэрэглээний зардлын мэдээлэл сүүлийн 18 сарын байдлаар (улирлаар)

САРЫН ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ДҮН

3-р хүснэгт.

№	Айл өрхийн тоо	2023	2024	2024	2025	Нийт
1	Сар	09-12	01-06	07-12	01-05	
2	146	5,652,966	9,396,002	9,637,144	10,269,974	34,956,086

Орон сууцны иргэн хоногт 109 литр ус хэрэглэдэг бол гэр хорооллын иргэд дунджаар хоногт 12.7 литр ус хэрэглэдэг байна. Төвлөрсөн бус дэд бүтцийн инженерийн хангамжид холбогдсон айл өрхийн усны хоногийн хэрэглээ хоногт 75 литр байгаа нь гэр хорооллын иргэдтэй харьцуулахад 5.9 дахин их хэрэглээтэй байна.

Үл хөдлөх хөрөнгийн үнэлгээний өөрчлөлт

Чингэлтэй дүүргийн 20 хорооны дэд бүтцэд холбогдсон айлууд болон холбогдоогүй айлуудаас интернэт орчинд тавьсан www.unegui.mn зарын вебсайт болон REMAX үл хөдлөх хөрөнгийн зуучийн компанийн борлуулагчаас авсан мэдээллээс зах зээлийн үнийг харьцуулан тодорхойлж гаргасан.

ҮЛ ХӨДЛӨХ ХӨРӨНГИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ХАРЬЦУУЛАЛТ
4-р ХҮСНЭГТ.

Газар хэмжээ	Дэд бүтцэд холбогдсон хэсэгт	Дэд бүтцэд холбогдсон хэсэгт	Дэд бүтцэд холбогдоогүй хэсэгт
Үл хөдлөх хөрөнгийн хэмжээ/м2	80	50	60
Газрын хэмжээ/м2	350	526	473
Газрын зориулалт	Өмчлөх	Өмчлөх	Өмчлөх
Үнэ/тогрөгөөр	230.000.000	250.000.000	100.000.000

Харьцуулалтаас харахад төвлөрсөн бус дэд бүтцийн системд холбогдсон ойролцоо хэмжээний газартай үл хөдлөх хөрөнгийн үнэлгээ, холбогдоогүй газрын үл хөдлөх хөрөнгийн үнэлгээ хооронд 2.3-2.5 дахин үнийн зөрүүтэй буюу үл хөдлөх хөрөнгийн үнэлгээ өссөн байна.

Иргэдийн сэтгэл ханамжийн судалгаа

Судалгаанд дэд бүтцийн системд холбогдсон 142 айл өрх болон ААН хамрагдсан нь нийт дэд бүтцэд холбогдсон айл өрх, ААН-ийн 87.1% хамрагджээ. Үлдсэн 12.9% хаяг дээрээ амьдардаггүй, судалгаанд оролцохоос татгалзсан зэрэг шалтгаан дурдсан.

Судалгаанд нийт 142 айл өрх болон ААН оролцсоноос халаалтын дэд бүтцэд холбогдсон 131 айл болон ААН, цэвэр бохир усны системд холбогдсон 128 айл болон ААН байлаа.

Дэд бүтцийн системд холбогдсон сэтгэл ханамжийн судалгаагаар иргэдийн 82.7% маш хангалуун буюу хангалуун санал өгсөн.

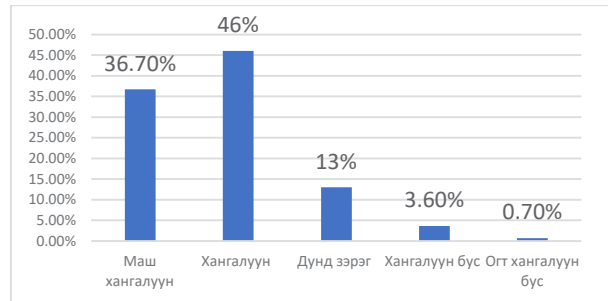
ИРГЭДИЙН СЭТГЭЛ ХАНАМЖИЙН СУДАЛГААНЫ ДҮН

5-р ХҮСНЭГТ.

	51
Хангалуун	64
Дунд зэрэг	18

Хангалуун бус	5
Огт хангалуун бус	1
Нийт	139

ИРГЭДИЙН СЭТГЭЛ ХАНАМЖИЙН СУДАЛГААНЫ ДҮН
ХУВИАР



1-р график. Сэтгэл ханамжийн судалгааны дүн, хувиар

Иргэд нүүрс түлж бохирдохгүй, усанд явах, гал түлэхэд цаг алдахгүй, гэртээ ирэхэд дулаахан орчин утгдга, усанд орох боломжтой болсон зэрэг нь сэтгэл хангалуун байх үндсэн шалтгаан гэжээ.

Сэтгэл хангалуун бус байх шалтгаанд дэд бүтцийн систем бүрэн, найдвартай, тогтмол ажилладаггүй, том хэрэглэгчдээс жижиг хэрэглэгчдийн дулааныг замаас нь техникийн аргаар (насос) авч байгаа нь халаалтад нөлөөлж байна гэж үзсэн.

Иргэдийн амьдралын чанарт гарсан өөрчлөлтийг гэдэсний халдварт өвчин, ханиад томуу өвчний гаралт болон гэрийн доторх агаарын чанарын өөрчлөлтийг санал асуулгаар асуухад гэр доторх агаарын чанар сайжирсан гэж 88%, ханиад томуу өвчлөл буурсан гэж иргэдийн 63%, ахуйн бохирдлоос гардаг гэдэсний халдварт өвчин, бөөлжих, суулгах өвчний гаралт буурсан гэж 78% тус тус хариулсан байна.

САНАЛ АСУУЛГЫН ДҮН

6-р ХҮСНЭГТ.

Та хашаа байшингаа эдийн засгийн эргэлтэд оруулах бодол бий юу?	
Хашаандаа амьдарна	56
Орон сууцаар солино	10
Бэлэн мөнгөөр зарна	9
Одоогоор төлөвлөсөн зүйл байхгүй	60

Иргэд хашаандаа тохилог амьдарч байгаа нь хашаандаа амьдрах үндсэн шалтгаан болсон бол одоогоор төлөвлөсөн зүйл байхгүй байгаа шалтгаан нь дэд бүтцийн тогтвортой, найдвартай ажиллагаа хангалтгүй, дэд бүтцэд холбогдсон хашаа газрыг үйл ажиллагаа эрхэлдэг ААН, хувийн хэвшлүүд жижиг дунд үйлдвэрлэл эрхлэх зорилгоор худалдан авч байгаагаас шийдвэрээ гаргалгүй хүлээх шалтгаан болж байна.

ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар хотын гэр хорооллын иргэдийг инженерийн дэд бүтцийн системд хэсэгчлэн холбох нь иргэдийн амьдралын чанарт өөрчлөлт орсон гэж үзэж болохоор байгаа нь иргэдээс авсан судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна.

Гэр суурьшлын бүсийн айлуудыг төвлөрсөн бус дэд бүтцийн системд холбоход тохиромжтой арга, аргачлалыг тодорхойлоход цаашид нарийвчилсан судалгаа болон эдийн засгийн ашигт ажиллагааны талаар судлах шаардлага байна.

Төвлөрсөн бус дэд бүтцэд холбогдсон иргэдийн амьдралын чанарт гарсан өөрчлөлтийг олон улсын ижил төрлийн судалгаа болон амьдралын чанарын шалгуур үзүүлэлттэй харьцуулахад хэр хэмжээгээр өөрчлөгдсөнийг харьцуулан судлах шаардлагатай.

Иргэд нүүрс түлэхгүй, усанд явахгүй, утаа тортог байхгүй цэвэрхэн болсон гэх сэтгэгдэл хамгийн их байсан бол халаалт жигд бус, том хэрэглэгчид халаалтын шугамын дундаас халаалтыг шугамын насосын хүчээр авдаг, шугам хоолойн чанар муу гэх гомдол хамгийн их давтамжтай байна.

Иргэдийн амьдралын чанарт халдварт болон суулгах өвчлөл буурсан, гэр доторх агаарын чанар сайжирсан, үл хөдлөх хөрөнгө болон газрын үнэ өссөн зэрэг үр дүн гарсан.

Иргэдийн 82.7 хувь дэд бүтцийн системд холбогдсондоо сэтгэл хангалуун ба маш хангалуун санал өгсөн.

Нийслэлийн сургалт, судалгаа, олон нийттэй харилцах газрын мэдээлсэн гэр хорооллын иргэдийн 83% хувь хашаагаа орон сууцаар солих хүсэлтэй гэсэн мэдээлэлтэй харьцуулахад тухайн төсөл хэрэгжсэн хэсгийн иргэдийн 85.9 хувь хашаандаа амьдрах болон одоогоор төлөвлөсөн зүйл байхгүй гэж хариулсан нь ялгаатай байна.

Гэр хороолол нэр томьёоны тодорхойлолтод инженерийн дэд бүтцэд холбогдсон гэр хорооллыг тодорхойлсон тодорхойлолт байхгүй байна

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] “Гэр хорооллыг дахин төсөөлөх нь: ногоон, гамшигт тэсвэртэй, орлогод нийцсэн орон сууцны загвар” Монгол улсын Хот байгуулалт, барилга, орон сууцжуулалтын яам, Дэлхийн банк 2024
- [2] UN-Habitat (2020). World Cities Report 2020: “The Value of Sustainable Urbanization”
- [3] ХОТ, СУУРИН ГАЗРЫГ ДАХИН ХӨГЖҮҮЛЭХ ТУХАЙ ХУУЛЬ
- [4] ХОТ БАЙГУУЛАЛТЫН ТУХАЙ ХУУЛЬ
- [5] ХОТ БАЙГУУЛАЛТЫН ТУХАЙ ХУУЛЬ
- [6] БАРИЛГЫН ТУХАЙ ХУУЛЬ
- [7] Yuquan Zhou, Xiong He, Yiting Zhu. “Identification and Evaluation of the Polycentric Urban Structure: An Empirical Analysis Based on Multi-Source Big Data Fusion”, Angelika Krehla, Stefan Siedentop “Towards a typology of urban centers and subcenters – evidence” from German city regions
- [8] Ж.Гомбо. (2019). ‘Хотжихуйн Онол ба Амьдрах Орчин’. ШУТИС хэвлэлийн газар. 978-99973-67-56-3

- [9] Ventura, A. (2024). Decentralized Wastewater Treatment Systems (DEWATS) for Peri-Urban and Informal Settlements: Performance, Scaling, and Policy Integration. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development, 14(1), 22–41.
- [10] American Planning Association, “Urban Planning Report PAS 234,
- [11] Anna Volkova, Igor Krupenski, Henrik Pieper, Aleksandr Ledvanov, Eduard Latõšov, Andres Siirde “Small low-temperature district heating network development prospects”
- [12] M. Köfinger, D. Basciotti, R.R. Schmidt, E. Meissner, C. Doczekal, A. Giovannini “Low temperature district heating in Austria: Energetic, ecologic, and economic comparison of four case studies”
- [13] Rezaie, B. & Rosen, M.A. (2012). District heating and cooling: Review of technology and potential enhancements. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- [14] JRC Technical Report: Small-Scale District Heating Systems in the EU, 2018
- [15] Infrastructure Planning Handbook ASCE, 2018
- [16] UN-Habitat, World Cities Report, 2016
- [17] JRC Technical Report: Small-Scale District Heating Systems in the EU, 2018
- [18] Б.Ариунжаргалан, Т.Мөнх-Эрдэнэ ХОТЫН ОРОН ЗАЙН АШИГЛАЛТЫН ОНОЛЫН ҮНДЭС БОЛОН ХӨГЖЛИЙН ЯВЦЫН СУДАЛГАА: САБУРЬ СУУРЫШЛЫН ЖИШЭЭН ДЭЭР эрдэм шинжилгээний өгүүлэл
- [19] Virginia Commonwealth University Libraries, “Origins of the Settlement House Movement”, 2020
- [20] WHO (2010). Urban HEART
- [21] “Creating Livable Cities” (2019) ADB, European Bank, African Development Bank Group, Inter-American Development Bank

УУР АМЬСГАЛЫН ӨӨРЧЛӨЛТ УЛААНБААТАР ХОТЫН ТЭЛЭЛТЭД НӨЛӨӨЛӨХ НЬ

Мөрөнгийн МӨНХХИШИГ¹, Сун ЖЭ МИН², Баяраагийн АРИУНЖАРГАЛАН³

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн салбар

²БНСУ, Сөүл, СҮИС, Хүрээлэн буй орчны сургууль, Хот төлөвлөлтийн салбар

³Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн салбар

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

Хураангуй: Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс шалтгаалсан, зудын гамшиг мал аж ахуйн тогтвортой байдалд хүчтэй нөлөөлж, амьжиргааны огцом уналтыг дагасан хөдөөнөөс хот руу шилжилт хөдөлгөөнийг нэмэгдүүлснээр Улаанбаатар хотын орон зайн бүтэц, суурьшлын хэв маягт бодит өөрчлөлт бий болгож байна. Энэ судалгааны зорилго нь зудын дараах шилжилт хөдөлгөөн хотын захад шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын өсөлтөд хэрхэн нөлөөлж буйг тоон болон орон зайн үүднээс тодорхойлох юм. Судалгаанд 2005–2023 оны хоорондох 176 хорооны панель мэдээлэл ашиглан, шинэ бүртгэлтэй талбарын тоог хамааралтай хувьсагчаар авч, зудын нөлөөг санамсаргүй нөлөөт Тобит регресс болон тэгээр дүүрсэн сөрөг биномиаль регрессийн (ZINB) загваруудаар үнэлэв. Дүүрэг–хороодын түвшний мэдээлэлд зудын жил, өмнөх жилийн малын хорогдол болон гэр хорооллын хүн амын эзлэх хувь зэрэг уур амьсгал, хүн ам зүй, бодлогын нөхцөлийг тусгасан болно. Үр дүнгээс харахад зуд тохиолдсон жилүүд шинэ талбарын тоон статистикийн хувьд өндөр ач холбогдолтой эерэг нөлөө үзүүлсэн. Мөн малын хорогдол ихсэх тусам орон нутгийн өрхийн амьжиргаа улам доройтож, хот руу чиглэсэн шилжилт нэмэгдэн, гэр хороолол давамгайлсан захын бүсэд шинээр талбар бүртгэгдэх нь эрчимжиж буйг баталлаа. Тобит болон ZINB загварын үр дүн хоорондоо нийцтэй бөгөөд зудын дараах шилжилт нь орон зайн хувьд тодорхой төвлөрөл бүхий, тогтмол давтагддаг суурьшлын хандлага гэдгийг харуулж байна. Дүгнэж хэлбэл зудын нөлөөгөөр бий болж буй шилжилт хөдөлгөөн нь түр зуурын харну үйлдэл бус, харин хотын захын суурьшлын тэлэлт, орон зайн тэгш бус байдлыг гүнзгийрүүлдэг урт хугацааны бүтэцтэй процесс юм. Иймээс уур амьсгалын нөлөөтэй шилжилт хөдөлгөөнийг хот төлөвлөлт, нийгмийн цогц бодлогоор авч үзэх нь зайлшгүй шаардлагатай.

Түлхүүр үг: уур амьсгалын өөрчлөлт, уур амьсгалын тэгш бус байдал, зудын гамшиг, уур амьсгалын шилжилт хөдөлгөөн, гэр хорооллын тэлэлт

I. УДИРТГАЛ

1. Судалгааны үндэслэл

Монгол Улс 1.56 сая км² нутагтай ч хүн амын нягтаршил дунджаар 2.27 хүн/км² бөгөөд хүн амын бараг тал нь улсын нийт нутаг дэвсгэрийн ердөө 0.3%-ийг эзлэх Улаанбаатар хотод төвлөрсөн нь нийслэлийн дэд бүтэц, орон сууц, инженерийн тогтолцооноос давсан дарамт үүсгээд байна [1]. Улаанбаатар түүхэн хөгжлийн явцад төлөвлөсөн орон сууцны бүс болон өөрөө бий болсон гэр хороолол гэсэн хоёрдмол бүтцийн дагуу хөгжиж, зах зээлийн шилжилт, нийгэм–эдийн засгийн тэгш бус байдал, төлөвлөлтийн бодлогын нөлөө, уур амьсгалын эрсдэлийн огцом өсөлт зэрэг хүчин зүйлс хотын тэлэлтийг зохицолгүй хэлбэрээр хурдасгасан [2] [3].

Уур амьсгалын өөрчлөлт Монгол Улсад төдийгүй дэлхий дахинд хүчтэй нөлөөлж байна. 1940 оноос хойш дундаж температур улсын хэмжээнд 2.14°C, Улаанбаатарт 2.6°C өссөн нь зуд, ган, үер зэрэг гамшгийн давтамж, хүчдэлийг нэмэгдүүлж, бэлчээрийн эдийн засгийг улам эмзэг болгож байна [4] [5]. Зудын улмаас олон мянган өрхийн амьжиргаагаа хүндэрч, хөдөөнөөс Улаанбаатар луу чиглэх дотоод шилжилт хөдөлгөөн их хэмжээгээр нэмэгдсэн нь гэр хорооллын тэлэлтийн гол хөдөлгөгч хүчин болсон бөгөөд 2000 оноос хойш нийслэлийн хүн ам 500 мянга гаруйгаар өсжээ [6]. Гэвч эдгээр өрхийн ихэнх нь үерийн аюултай болон дэд бүтэц

багатай хэсэгт байрлаж, нийтийн үйлчилгээний хүртээмж буурч, орон зайн тэгш бус байдал гүнзгийрсэн хэвээр байна [7] [8].

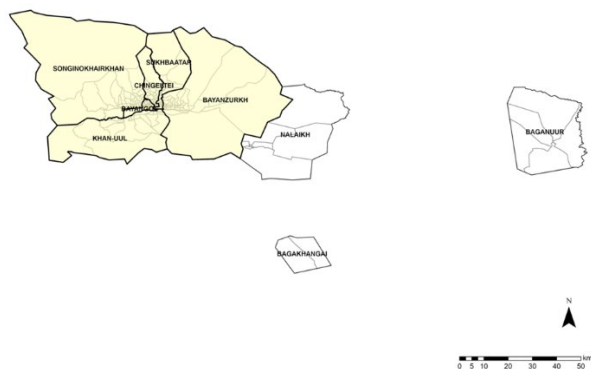
Газар өмчлүүлэх тухай хууль (2003) болон 2017 оны шилжилт хөдөлгөөний хязгаарлалтын бодлого нь хууль бус суурьшлыг нэмэгдүүлж, албан бүртгэлгүй айл өрхийн өсөлт, тэгш бус дэд бүтцийн хуваарилалтыг бий болгосон [9] [10]. Үүний үр дүнд хотын захын гэр хороолол нь төлөвлөлтгүй, эмзэг орон зай болон хувирсан. Эдгээр нөхцөл байдлаас үүдэн Улаанбаатарын хүн амын огцом өсөлт, гэр хорооллын тэлэлт, уур амьсгалын эрсдэлийн асуудлыг цогцоор нь шинжлэх шаардлага бий болж байна.

2. Судалгааны зорилго

Уур амьсгалын өөрчлөлт, ялангуяа зудын тохиолдлын өсөлт нь хөдөөгийн амьжиргааг тогтворгүй болгож, Улаанбаатар луу чиглэсэн шилжилт хөдөлгөөнийг эрчимжүүлэн гэр хорооллын төлөвлөлтгүй тэлэлт, дотоод нягтаршил, уур амьсгалын эрсдэлийн үеийн даван туулах чадавхыг бууруулж байна. Иймээс энэхүү судалгааны зорилго нь зуд зэрэг эрс тэс цаг агаарын үзэгдлүүд Улаанбаатар руу чиглэсэн шилжилт хөдөлгөөнд статистикийн хувьд мэдэгдэхүйц нөлөөтэй эсэхийг тогтоох, мөн уур амьсгалын нөлөөтэй шилжилт гэр хорооллын тэлэлттэй орон зайн хувьд хэр зэрэг уялдаатай болохыг тоон ба орон зайн шинжилгээгээр эмпирик үндэслэлтэйгээр батлахад оршино.

3. Судалгааны хамрах хүрээ

Энэ судалгаа нь хорооны түвшний тоон өгөгдөл бүрэн бий болсон 2005–2023 оныг хамарч, уур амьсгалын гамшиг, ялангуяа 2009–2010 оны зудын дараах шилжилт хөдөлгөөн Улаанбаатарын гэр хорооллын тэлэлттэй орон зайн хувьд хэр зэрэг уялдаж буйг төвийн зургаан дүүргийн 189 хорооны хэмжээнд шинжилсэн. Алслагдсан Налайх, Багануур, Багахангай дүүргүүд нь хотын үндсэн тэлэлтийн чиг хандлагыг төлөөлөхгүй тул хамрах хүрээнээс хасагдсан.



1-р зураг. Судалгааны хамрах хүрээ (төвийн 6 дүүрэг)

II. ӨМНӨХ СУДАЛГААНЫ ТОЙМ

1. Уур амьсгалын тэгш бус байдал

А. Онолын суурь

Уур амьсгалын тэгш бус байдал нь уур амьсгалын хямралын нөлөө нийгмийн болон орон зайн хувьд тэгш бус хуваарилагдаж, эмзэг бүлгүүд хамгийн их эрсдэлд өртдөг үзэгдэл бөгөөд энэ нь байгаль орчны шударга ёсны асуудал гэж Islam & Winkel [11], Chancel [12] нар тайлбарласан. Энэхүү онолын хүрээнд гэр хорооллын өрхүүд шиг институцийн дэмжлэг багатай, нийгмийн хувьд эмзэг бүлгүүд уур амьсгалын гамшигт илүү өртөмтгий байдагтай холбоотойгоор Улаанбаатарын гэр хорооллыг уур амьсгалын тэгш бус байдлын "хот доторх илрэл" болгон авч үзэв.

Б. Зудын онцлог ба үр дагавар

Монголд зуд нь хэт хүйтрэлт, их цас, бэлчээрийн доройтол зэрэг олон хүчин зүйл давхацсанаар давтагдан гардаг байгалийн гамшиг бөгөөд мал аж ахуйд тулгуурласан амьжиргаа тогтолцоог сууриар нь алдагдуулдаг гэж судлаачид тэмдэглэдэг [13] [14] [15]. 1999–2002 болон 2009–2010 оны зудын үеэр хэдэн арван сая мал хорогдож, олон мянган өрх амьжиргаагаа алдан, уур амьсгалын дарамтаас үүдэлтэй дотоод шилжилт хөдөлгөөн эрчимжсэн нь Улаанбаатарын хүн амын огцом өсөлт болон замбараагүй тэлэлтийн гол шалтгаан болсон [16] [17].

1945 ОНООС ХОЙШХИ ТОМООХОН ЗУДЫН
ТОХИОЛДЛУУД БОЛОН МАЛЫН ХОРОГДЛЫН ХЭМЖЭЭ

1-р ХҮСНЭГТ.

Зудын тохиолдлууд (он)	Малын хорогдлын хэмжээ (сая)
1944-1945	8.6
1999-2002	10.8
2009-2010	10.3
2023-2024	13

Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс шалтгаалсан температурын огцом өсөлт болон зудын давтамж нэмэгдэхийн хэрээр гэр хорооллын тэлэлт, нийтийн үйлчилгээний хүртээмжийн доройтол, орон зайн тэгш бус байдал улам гүнзгийрч байна [1] [4]. Иймээс зудыг зөвхөн хөдөөгийн байгалийн гамшиг бус, хотжилт, нийгмийн эмзэг байдал, уур амьсгалын тэгш бус байдлыг огтлолцуулсан бүтцийн хямрал гэж ойлгох шаардлагатай юм [18] [19].

В. Улаанбаатар хот дахь уур амьсгалын тэгш бус байдал

Улаанбаатар хотод уур амьсгалын тэгш бус байдал нь орон зайн хувьд тод илэрч, эмзэг давхаргын иргэд болон албан бус суурьшлын бүсийн оршин суугчид үер, зуд, ган зэрэг уур амьсгалын эрсдэлд хамгийн их өртдөг нь олон судалгаагаар нотлогдсон [20] [21]. Дэд бүтцийн хүртээмжгүй байдал, хот төлөвлөлтийн тэгш бус байдал, газрын зах зээлийн ялгаа, институцийн оролцооны хомсдол нь эдгээр бүсийн уур амьсгалын гамшигийн эрсдэлд дасан зохицох болон сэргээн босгох чадамжийг хязгаарладаг [22]. Орлого багатай өрхүүдийн хувьд сонголтгүйгээр эрсдэл өндөр бүсэд төвлөрөх нь хот доторх эрх мэдэл, нөөцийн тэгш бус байдлын илрэл бөгөөд энэ нь үндсэндээ орон зайн шударга бус байдал юм [23]. Улаанбаатарын гэр хороололд 2017 оноос хэрэгжсэн шилжилт хөдөлгөөний хязгаарлалтын бодлого бүртгэлгүй өрхийн тоог нэмэгдүүлж, нийтийн үйлчилгээний хүртээмжийг улам доройтуулсан нь эдгээр бүсийг эмзэг орон зай болгож байна [24].

2. Уур амьсгалын шилжилт хөдөлгөөн

А. Уур амьсгалын шилжилт хөдөлгөөний ойлголт

Олон судлаачдын үздэгээр, уур амьсгалын гамшиг, ялангуяа зуд нь хөдөөгийн амьжиргааг сууриар нь алдагдуулж, Монголд дотоодын уур амьсгалын шилжилтийн гол хөдөлгөгч хүчин болж байна [25] [26]. Зудын улмаас малын хорогдол, орлогын тасалдал, зах зээл болон үйлчилгээний төвлөрсөн бүтэц нь өрхүүдийг Улаанбаатар луу чиглэсэн шилжилтийг идэвхжүүлдэг бөгөөд энэ нь шинэ орон зайн эмзэг байдал, орон сууц болон үйлчилгээний тэгш бус байдлыг бий болгодог [27]. Монголын дотоод шилжилт улс төр, эдийн засгийн хүчин зүйлсээс үүдэн өөрчлөгдөж ирсэн бөгөөд 2017 оны шилжилт хязгаарлах бодлого бүртгэлгүй өрхийн өсөлт, нийтийн үйлчилгээний хүртээмжийн доройтол зэрэг шинэ эмзэг байдал бий болгосон [28] [10].

Сүүлийн 70 жилд дундаж температур 2.14°C-ээр нэмэгдсэн нь зудын давтамжийг өсгөж, улам олон өрхийг Улаанбаатарын гэр хороололд шилжихэд хүргэсэн бөгөөд эдгээр бүс уур амьсгалын болон нийгэм, эдийн засгийн эрсдэлийн төвлөрсөн зангилаа болон хувирч байна [4] [29]. Иймд уур амьсгалын шилжилтийг зөвхөн хүн амын төвлөрлийг хянах хүрээнд бус, хөдөөгийн эдийн засгийн тогтвортой байдлыг сайжруулах, бэлчээрийн салбарын дасан зохицох чадавхыг нэмэгдүүлэх цогц бодлогоор шийдвэрлэх шаардлагатайг олон улсын байгууллагууд онцолж байна [30] [31].

Б. Улаанбаатар хотын тэлэлт

Улаанбаатарын хотжилт 1990 оноос хойш огцом эрчимжиж, хотын баригдсан талбай 3.6 дахин нэмэгдэж, хүрээ 6.8 дахин тэлсэн нь хотын орон зайн үр ашиггүй өсөлтийг илтгэдэг (Batsuuri et al., 2020). Зах зээлийн шилжилт, дэд бүтцийн хөгжлийн хоцрогдол, газар өмчлөлийн хууль, мөн зудын үеэр амьжиргаагаа алдсан малчдын их хэмжээний шилжилт нь гэр хорооллын төлөвлөлтгүй тэлэлтийг өдөөсөн [32]. Гэр хороололд нийтийн үйлчилгээний хүртээмж хомс, ядуурлын түвшин хотын төвөөс холдох тусам нэмэгдэж, эдгээр бүс хотын нийгэм орон зайн тэгш бус байдлын төвлөрөл болж байна [24] [30]. Зудын дараах 1999–2000, 2009–2010 онд олон өрх Улаанбаатарын захад үерийн аюултай болон налуу бүсэд суурьшиж, эрсдэлтэй орчинд амьдрах болсон нь уур амьсгалын гамшиг ба хотын тэлэлтийн шууд хамаарлыг тод харуулдаг [21]. 2017 оны шилжилт хязгаарлах бодлого бүртгэлгүй иргэдийн тоог өсгөж, үйлчилгээний хүртээмжийн зөрүүг нэмэгдүүлсэн нь гэр хороололд эмзэг байдал хуримтлагдахад нөлөөлсөн [10]. Иймээс Улаанбаатарын хотын тэлэлт нь уур амьсгалын гамшиг, институцийн доголдол, хот төлөвлөлтийн сул байдал огтлолцсон бүтцийн хотжилтын сорилт бөгөөд үүнийг шийдвэрлэхийн тулд уур амьсгалын мэдээлэлд тулгуурласан шилжилт хөдөлгөөний удирдлага, дэд бүтцийн хөрөнгө оруулалт, газрын зохион байгуулалт болон бүсчилсэн хөгжлийг уялдуулсан цогц бодлого шаардлагатай байна.

Улаанбаатар хотод 2005–2023 онд шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын өсөлтийн хандлагаас үзэхэд (2-р хүснэгт), 2009 онд шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын тоо өмнөх оноос 3.9%-иар буурсан боловч 2010 онд 24.8%-иар огцом өссөн нь 2009–2010 оны зудын дараах шилжилт хөдөлгөөн хот руу эрчимжиж, захын бүсийн орон сууцны эрэлт нэмэгдсэнийг илтгэнэ. Улмаар энэ өсөлт 2011 онд ч үргэлжилж, шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын тоо дахин 40.2%-иар нэмэгдсэн нь зудын дараах шилжилт хөдөлгөөний нөлөө нэг удаагийн богино хугацааны хариу урвал бус, харин дараагийн жилүүдэд ч үргэлжлэх сааралдсан, удаан хугацааны орон зайн нөлөөтэй үйл явц болохыг харуулж байна.

УЛААНБААТАР ХОТЫН НЭГЖ ТАЛБАРЫН БҮРТГЭЛИЙН ӨӨРЧЛӨЛТ (2005–2023 ОН)

2-р ХҮСНЭГТ.

Жил	Шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын тоо	Өсөлтийн хувь %
2005	4363	
2006	2776	-36.4
2007	3946	42.1
2008	6342	60.7
2009	6095	-3.9
2010	7609	24.8
2011	10666	40.2
2012	9867	-7.5
2013	9764	-1.0
2014	19745	102.2
2015	41101	108.2
2016	24565	-40.2
2017	13874	-43.5
2018	22691	63.6
2019	15950	-29.7
2020	25458	59.6
2021	33504	31.6
2022	49376	47.4
2023	51091	3.5

В. Уур амьсгалын шилжилтийн ойлголт

Өмнөх судалгаанууд уур амьсгалын нөлөөт шилжилт хөдөлгөөн, хотын тэлэлт, дэд бүтцийн хомсдолыг ихэвчлэн тус тусад нь авч үздэг байсан бол [33] энэхүү судалгаанд зудын улмаас өдөөгдсөн хөдөөнөөс хот руу шилжих шилжилт ба гэр хорооллын тэлэлтийн орон зайн хамаарлыг тоон үндэслэлтэйгээр нэгтгэн харуулж буйгаараа онцлог. Судалгаа уур амьсгалын гамшиг, институцийн тэгш бус байдал, хотын захын төлөвлөлтгүй өсөлт хэрхэн огтлолцож, Улаанбаатарын захын бүсүүдэд орон зайн тэгш бус байдлыг үүсгэдэг үйл явцыг анхдагч байдлаар тайлбарлав. Мөн “уур амьсгалын гамшиг → уур амьсгалын шилжилт → хотын тэлэлт → уур амьсгалын тэгш бус байдал” гэсэн шалтгаант урсгалыг ил тодорхойлж, орон зайн өгөгдөл ба институцийн шинжилгээг хослуулсан холимог аналитик хүрээг санал болгож байгаа нь энэ судалгааны онцгой хувь нэмэр юм. Үр дүн нь Улаанбаатарын уур амьсгалын эрсдэлтэй бүсүүдэд илэрч буй бүтэцтэй эмзэг байдлыг судлан тогтоож, цаашдын хот төлөвлөлт, уур амьсгалын дасан зохицол, гамшгийн эрсдэлийн удирдлагад нотолгоонд суурилсан бодлого боловсруулахад чухал суурь болно.

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

1. Судалгааны таамаглал

Энэхүү судалгаа нь зудын нөлөөгөөр бий болдог хөдөөнөөс хот руу шилжих шилжилт хөдөлгөөн

Улаанбаатарын шинэ нэгж талбарын бүртгэл болон гэр хорооллын орон зайн тэлэлтэд хэрхэн нөлөөлдөгийг тоон аргаар шалгахад чиглэнэ. Үүнийг эмпирик үнэлэхийн тулд дараах хоёр таамаг дэвшүүлэв.

1. Зудын жилүүдэд шинэ нэгж талбарын бүртгэл статистикийн хувьд мэдэгдэхүйц өснө.

Зудын улмаас малын хорогдол нэмэгдэж, хөдөөгийн амьжиргаа тогтворгүй болсноор олон өрх нийслэл рүү шилжин суурьших хандлага нэмэгддэг. Иймээс зудын жилүүдэд Улаанбаатарын захын хороодод шинэ нэгж талбар бүртгэл огцом өсөх магадлалтай. Энэхүү таамгийг Тобит панель регрессийн загвараар шалгав.

2. Зудын дараах шинэ нэгж талбарын бүртгэл голчлон гэр хорооллын давамгайлсан бүсэд төвлөрнө.

Энэ таамаг нь зөвхөн нэгж талбарын тоо нэмэгдэх бус, тэдгээрийн орон зайн байршил зудын дараах шилжилтийн нөлөөгөөр хэрхэн өөрчлөгдөхийг шинжилнэ. Тодруулбал, нийт хүн амын $\geq 50\%$ нь гэрт амьдардаг хороодод шинэ нэгж талбарын төвлөрөл нэмэгдэх эсэхийг хамаарлын утга бүхий Тобит загвараар үнэлсэн.

2. Арга зүй

А. Тобит панель регрессийн загвар

Энэхүү судалгаанд шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын хувьсагч нь олон жилд тэг утгатай тул хязгаарлагдсан хамааралтай өгөгдөлд тохирох санамсаргүй нөлөөт (Random-effects) Тобит панель регрессийн шинжилгээг 2005–2023 оны хоорондох 176 хорооны өгөгдөлд ашиглав. Суурь загвар (загвар 1) нь зудын тохиолдол, өмнөх жилийн малын хорогдол, шилжилт хөдөлгөөн хязгаарласан бодлогын жил, 2015 оны сонгуулийн өмнөх нөлөө, аж ахуйн нэгжийн хуримтлагдсан тоо, гэрт амьдардаг хүн ам болон жилийн хийсвэрчлэлийг багтаасан. Загвар 2-д зуд болон гэр хорооллын эзлэх хувийн харилцан үйлчлэлийн нөхцөл нэмэгдсэн бөгөөд AIC/BIC үзүүлэлтээр илүү сайн тохиролтой нь гол тайлбарлах загвар болж сонгогдов.

Загвар 1:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 * \text{зудын тохиолдол}_{it} + \beta_2 * \text{малын хорогдол}_{(t-1)} + \beta_3 * \text{шилжилт хөдөлгөөн хязгаарласан бодлогын жил}_{it} + \beta_4 * \text{2015 оны сонгуулийн өмнөх нөлөө}_{it} + \beta_5 * \text{аж ахуйн нэгжийн хуримтлагдсан тоо}_{it} + \beta_6 * \text{гэр хорооллын хүн ам}_{it} + Y_i + \mu_i + \epsilon_{it}$$

Загвар 2:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 * \text{зудын тохиолдол}_{it} + \beta_2 * \text{малын хорогдол}_{(t-1)} + \beta_3 * \text{шилжилт хөдөлгөөн хязгаарласан бодлогын жил}_{it} + \beta_4 * \text{2015 оны сонгуулийн өмнөх нөлөө}_{it} + \beta_5 * \text{аж ахуйн нэгжийн хуримтлагдсан тоо}_{it} + \beta_6 * \text{гэр хорооллын хүн ам}_{it} + \beta_7 * (\text{зудын тохиолдол} \cdot \text{гэр хорооллын харьцаа})_{it} + Y_i + \mu_i + \epsilon_{it}$$

Y_i - шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын тоо

i - хороо

t - 2006–2023 онууд

Y_i - цаг хугацааны хийсвэр хувьсагч

μ_i - нэгжийн санамсаргүй нөлөө

ϵ_{it} - алдааны гишүүн

Б. Тэгээр дүүрсэн сөрөг биномиаль регрессийн загвар

Тобит панель регрессийн үр дүнг баталгаажуулах зорилгоор энэхүү судалгаанд Тэгээр дүүрсэн сөрөг биномиаль регрессийн загвар (ZINB) загварыг нэмж ашиглав. Шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын тоо хувьсагчид тэг утга хэт их давтагддаг (2,611 ажиглалтаас 30.4% нь тэг) тул уламжлалт тооллогын загварын хуваарилалтын шаардлагыг хангахгүй байсан нь ZINB сонгох үндэслэл болсныг тэмдэглэх нь зүйтэй. ZINB загвар нь өгөгдлийг хоёр зэрэгцээ процессоор загварчилдаг:

(1) тэг гарах магадлалыг таамаглах логистик регресс,

(2) тэгээс дээш утгуудыг тайлбарлах сөрөг биномиаль регресс.

Загвар 3:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 * \text{зудын тохиолдол}_{it} + \beta_2 * \text{малын хорогдол}_{(t-1)} + \beta_3 * \text{шилжилт хөдөлгөөн хязгаарласан бодлогын жил}_{it} + \beta_4 * \text{2015 оны сонгуулийн өмнөх нөлөө}_{it} + \beta_5 * \text{аж ахуйн нэгжийн хуримтлагдсан тоо}_{it} + \beta_6 * \text{гэр хорооллын хүн ам}_{it} + \beta_7 * (\text{зудын нөлөө} \cdot \text{бүхий жил} \cdot \text{гэр хорооллын хувь})_{it} + Y_i + \mu_i + \epsilon_{it}$$

Энэхүү загварын хамааралтай хувьсагч нь шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын тоо бөгөөд хүн амын 50%-иас дээш нь гэрт амьдардаг хороодод хязгаарлан тооцоолол хийв. Загвар нь зудын дараах нэгж талбарын өсөлтийн таамаг болон зудын нөлөөнд өртсөн өрхүүд гэр хороололд төвлөрөх хандлагын таамаг шалгах үндсэн зорилготой.

4. Өгөгдөл ба хувьсагчид

Энэхүү судалгаанд 2005–2023 оны хооронд Улаанбаатар хотын зургаан төв дүүргийн 189 хороодын жилийн түвшний панель өгөгдлийг ашигласан. Өгөгдөл нь Улсын бүртгэлийн ерөнхий газар, Үндэсний статистикийн хороо, Онцгой байдлын байгууллага болон ArcGIS Pro орчинд боловсруулсан орон зайн мэдээлэлд тулгуурласан.

IV. ҮР ДҮН

1. Тобит панель регрессийн загварын үр дүн

А. Загвар 1 (3-р хүснэгт)

Санамсаргүй нөлөөт Тобит шинжилгээгээр dzud_event нь шинэ газар шинээр бүртгэгдэх тоонд хүчтэй, эерэг нөлөөтэй болох нь тогтоогдлоо (coef = 572.053, $p < 0.001$). Мөн өмнөх жилийн мал хорогдол (livestock_mortality) эерэг нөлөө үзүүлж, зудын дараах амьжиргааны хүндрэл Улаанбаатар луу чиглэсэн нүүдлийг нэмэгдүүлж байгааг илтгэв (coef = 155.818, $p < 0.001$). Сонгуулийн өмнөх жил болох 2015 онд газар олголт огцом өссөн (coef = 433.424, $p < 0.001$), харин 2017–2020 оны шилжилт хөдөлгөөний хязгаарлалтын бодлого газар шинээр бүртгэгдэх тоог бууруулсан (coef = -193.588, $p < 0.001$). Бизнесийн хуримтлагдсан тоо сөрөг

хамааралтай гарсан нь шинэ газар олголт эдийн засгийн идэвхтэй төвүүд бус, захын буурай бүсэд төвлөрдгийг харуулж байна. Эдгээр үр дүн нь “зудын жилүүдэд шинэ газар олголт мэдэгдэхүйц өсдөг” гэсэн таамгийг хүчтэй баталж байна.

ТОБИТ ПАНЕЛЬ РЕГРЕССИЙН 1-Р ЗАГВАРЫН ҮР ДҮН

3-р ХҮСНЭГТ.

New parcels	Coefficient.	Std. Err.	t-value	p-value
Dzud event	572.053***	75.275	7.60	0.000
Livestock loss rate (lag)	155.818***	21.207	7.35	0.000
Migration restriction period	-193.588***	53.936	-3.59	0.000
Pre-election year	433.424***	74.971	5.78	0.000
Cumulative businesses	-.15***	.033	-4.58	0.000
Ger ratio	.03***	.005	5.81	0.000
2005	0	.	.	.
2006	-185.032***	65.875	-2.81	0.005
2007	28.351	69.392	0.41	0.683
2008	141.375*	76.672	1.84	0.065
2009	-949.226***	98.508	-9.64	0.000
2010	-913.322***	99.778	-9.15	0.000
2011	-4590.72***	605.269	-7.58	0.000
2012	24.276	62.221	0.39	0.696
2013	119.41*	71.428	1.67	0.095
2014	133.695**	64.645	2.07	0.039
2015	0	.	.	.
2016	278.792***	70.543	3.95	0.000
2017	193.588***	69.147	2.80	0.005
2018	432.533***	81.492	5.31	0.000
2019	0	.	.	.
2020	266.708***	65.156	4.09	0.000
2021	79.508	52.892	1.50	0.133
2022	0	.	.	.
2023	0	.	.	.
Constant	-543.114***	86.958	-6.25	0.000
sigma_u	462.538***			
sigma_e	461.111***			
Mean dependent var	111.082			
Number of obs	2587			
Prob > chi2	0.000			
AIC	28011.300			
BIC	28146.040			

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Б. Загвар 2 (4-р хүснэгт)

Zero-Inflated Negative Binomial шинжилгээгээр шинэ газар олголт нөлөөлөх хүчин зүйлсийг илрүүлэхэд загвар сайн тааралтын үзүүлэлттэй гарсан (LL = -10507.67, LR χ^2 = 1329.45, $p < 0.001$, AIC = 21067.34). 2010 оны зудын нөлөөллийн жил шинэ газар олголтыг мэдэгдэхүйц нэмэгдүүлсэн (coef = 86.18, $p < 0.001$), зудын дараах хөдөөнөөс хот руу

чиглэсэн шилжилт эрчимжсэнийг харуулна. Харин нэг жилийн лагтай мал хорогдол сөрөг хамааралтай (coef = -30.96, $p < 0.001$), эдийн засгийн хүндрэлтэй өрхүүд газар эзэмших боломж багасдаг болохыг илтгэв.

Шилжилт хөдөлгөөний хязгаарлалтын жилүүд (2017–2020) эерэг нөлөөтэй (coef = 92.39, $p < 0.001$) гарсан нь зөвшөөрөлтэйгээр нүүн ирсэн өрхүүд газар бүртгүүлэх нь илүү идэвхтэй болсныг харуулж байна. Бизнесийн хуримтлагдсан тоо бага байх тусам газар шинээр олгогдох магадлал өндөр (coef = -0.0017, $p < 0.001$) байсан нь шинэ суурьшил захын, эдийн засгийн идэвх сул бүсүүдэд төвлөрч байгааг нотолж байна.

ТОБИТ ПАНЕЛЬ РЕГРЕССИЙН 2-Р ЗАГВАРЫН ҮР ДҮН

4-р ХҮСНЭГТ.

New parcels	Coefficient.	Std. Err.	t-value	p-value
Dzud event	462.954***	88.127	5.25	0.000
Livestock loss rate (lag)	153.427***	21.175	7.25	0.000
Migration restriction period	-192.001***	53.832	-3.57	0.000
Pre-election year	429.099***	74.816	5.74	0.000
Cumulative businesses	-.144***	.033	-4.39	0.000
Ger population	.029***	.005	5.69	0.000
Dzud*Ger ratio	1.661**	.697	2.38	0.017
2005	0	.	.	.
2006	-182.511***	65.707	-2.78	0.005
2007	27.52	69.22	0.40	0.691
2008	139.122*	76.487	1.82	0.069
2009	-963.754***	98.881	-9.75	0.000
2010	-920.447***	99.923	-9.21	0.000
2011	-4520.335***	604.399	-7.48	0.000
2012	23.732	62.078	0.38	0.702
2013	117.417*	71.259	1.65	0.099
2014	131.89**	64.505	2.04	0.041
2015	0	.	.	.
2016	275.122***	70.402	3.91	0.000
2017	191.373***	69.013	2.77	0.006
2018	426.898***	81.355	5.25	0.000
2019	0	.	.	.
2020	261.699***	65.044	4.02	0.000
2021	77.459	52.798	1.47	0.142
2022	0	.	.	.
2023	0	.	.	.
Constant	-532.447***	86.631	-6.15	0.000
sigma_u	456.351***			
sigma_e	461.018***			
Mean dependent var	111.082			
Number of obs	2587			
Prob > chi2	0.000			
AIC	28007.520			

BIC	28148.120
-----	-----------

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

2. Тэгээр дүүрсэн сөрөг биномиаль регрессийн загварын үр дүн (5-р хүснэгт)

Гэр хорооллын хүн амын тоо шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын өсөлтөд маш бага боловч статистикийн ач холбогдолтой эерэг хамааралтай байсан (coef = 0.000036, $p < 0.001$). Харин зудын тохиолдол болон гэр хорооллын харьцааны харилцан үйлчлэл хүчтэй эерэг гарсан (coef = 0.0426, $p < 0.001$) нь зудын дараах шилжилт хөдөлгөөн хамгийн эмзэг, дэд бүтэц сул гэр хорооллын бүсүүдэд төвлөрч, хотын захын тэлэлтийг хурдасгаж буйг нотолно.

Он жилийн тогтмол нөлөөлөлд 2011, 2022 болон 2014 (сонгуулийн өмнөх жил) онд огцом өсөлт ажиглагдсан нь цаг уурын цочролын хойлог нөлөө болон улс төрийн мөчлөг газар олголтод хүчтэй нөлөөлдгийг харуулж байна. Тэгээр дүүрсэн хэсэгт гэр хорооллын хүн ам ихтэй хороо нь “шинэ нэгж талбар огт бүртгэгдэхгүй байх” магадлал бага (coef = -0.0018, $p < 0.001$) гарсан бол зудын хийсвэр хувьсагч энэ бүрэлдэхүүнд ач холбогдолгүй байв ($p = 0.984$).

ТЭГЭЭР ДҮҮРСЭН СӨРӨГ БИНОМИАЛЬ РЕГРЕССИЙН ЗАГВАРЫН ҮР ДҮН

5-Р ХҮСНЭГТ.

New parcels	Coefficient.	Std. Err.	t-value	p-value
2010 Dzud event	86.185***	5.594	15.41	0.000
Livestock loss rate (lag)	-30.962***	1.88	-16.47	0.000
Migration restriction period	92.392***	5.629	16.41	0.000
Pre-election year	-5.762***	.409	-14.10	0.000
Cumulative businesses	-.002***	0	-27.41	0.000
Ger population	0.00003***	0	4.11	0.000
2010 Dzud*Ger ratio	.043***	.004	10.45	0.000
2005	0	.	.	.
2006	36.181***	2.36	15.33	0.000
2007	9.929***	.758	13.10	0.000
2008	-9.401***	.489	-19.24	0.000
2009	85.144***	5.293	16.09	0.000
2010	0	.	.	.
2011	945.101***	57.455	16.45	0.000
2012	24.313***	1.547	15.72	0.000
2013	1.31***	.207	6.33	0.000
2014	23.906***	1.478	16.18	0.000
2015	0	.	.	.
2016	4.425***	.31	14.28	0.000
2017	-50.077***	3.026	-16.55	0.000
2018	-81.083***	4.939	-16.42	0.000
2019	0	.	.	.
2020	18.808***	1.141	16.48	0.000
2021	65.672***	3.962	16.58	0.000
2022	109.291***	6.584	16.60	0.000
2023	0	.	.	.
Constant	35.603***	1.829	19.47	0.000
inflate				

2010 Dzud event	-15.099***	739.595	-0.02	0.984
Ger population	-.001***	0	-8.00	0.000
Constant	.86***	.078	10.95	0.000
Inalpha	.375***	.033	11.53	0.000
Mean dependent var	110.378			
Number of obs	2611			
Zero obs	795			
Prob > chi2	0.000			
SD dependent var	515.421			
Chi-square	1329.454			
AIC	21067.344			

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Энэхүү судалгааны дүн нь зудын улмаас мал аж ахуйн амьжиргаа доройтох нь хөдөөнөөс хот руу чиглэсэн дотоод шилжилт хөдөлгөөнийг эрчимжүүлж, улмаар Улаанбаатарын захын гэр хорооллын шинэ нэгж талбарын бүртгэлийн өсөлтийг хүчтэй нэмэгдүүлдэг болохыг нотлов. Санамсаргүй нөлөөт Тобит ба тэгээр дүүрсэн сөрөг биномиаль регрессийн (ZINB) загваруудын үр дүн адилхан хандлагатай гарсан нь зудын жилүүдэд шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын тоо статистикийн хувьд өндөр ач холбогдолтой өссөн болохыг харуулсан. Мөн зуд $\times$ гэрийн хүн амын хувьсагчийн харилцан үйлчлэл нь гэр бүхий хороодын хувьд зудын нөлөө илүү хүчтэй илэрч байгааг баталсан. Энэ нь зудын дараах шилжилт хөдөлгөөн эмзэг бүсүүд рүү төвлөрдөг болохыг харуулж байна.

Эдгээр үр дүн нь зудтай холбоотой шилжилт хөдөлгөөнийг түр зуурын шилжилт бус, харин хотын захын тэлэлтийг тогтмол өдөөх, удаан хугацаанд тогтвортой давтагдах үйл явц гэдгийг нотлон өмнөх судалгааны орон зайг өргөтгөв. Судалгааны үр дүнд зудын дараах шилжилт хөдөлгөөн нь нэг удаагийн цочрол бус, харин амьжиргааны тогтвортой байдлын алдагдалтай уялдан захын бүсэд суурьших дарамтыг бий болгож, улмаар хотын захын нэгж талбарын өсөлтийг системтэйгээр нэмэгдүүлдэг бүтцийн нөлөөллийн хэлбэр болж хувирсныг харуулж байна. Иймээс бодлогын шийдэл нь зөвхөн газар олголтод төвлөрөх бус, хөдөөгийн амьжиргааны тогтвортой байдлыг бэхжүүлэх, зудын эрт сэрэмжлүүлэг ба бэлтгэл хангах тогтолцоо сайжруулах, үндэсний түвшний шилжилт хөдөлгөөний мэдээллийн нэгдсэн систем бий болгох шаардлагатай байна.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаа зудын дараах шилжилт хөдөлгөөн Улаанбаатарын захын шинэ нэгж талбарын бүртгэлийн өсөлтөд хэрхэн нөлөөлсөн, энэ үйл явц хотын орон зайн тэлэлтийн үндсэн хөдөлгөгч хүчин болж буйг эдийн засгийн шинжилгээний хоёр аргачлалаар үнэлэв. Загварын үр дүн ижил чиглэлтэй гарч, зудын жилүүдэд шинээр бүртгэгдсэн нэгж талбарын тоо статистикийн хувьд мэдэгдэхүйц өсдөг бөгөөд зуд $\times$ гэрийн хүн амын харьцааны харилцан үйлчлэл гэр давамгайлсан хороодод нэгж талбарын

тэлэлт илүү хүчтэй илэрдэг болохыг нотлов. Энэ нь зудын дараах шилжилт хөдөлгөөн санамсаргүй бус, харин амьжиргааны алдагдлын дараах зайлшгүй, бүтэцжсэн шилжилт хэлбэрээр тодорхой орон зайн хэв маягийг бий болгодог болохыг харуулж байна. Судалгааны үр дүн уур амьсгалын гамшиг → амьжиргааны уналт → албадан шилжилт → хотын захын нэгж талбарын өсөлт гэсэн шалтгаант урсгал Улаанбаатарын орон зайн хөгжлийн тогтвортой хэв шинж болсныг илтгэнэ.

Гэсэн хэдий ч судалгааны явцад албан ёсны бүртгэлгүй, түр оршин суурьшигчдын талаарх тоон өгөгдөл дутмаг, өрхийн түвшний амьжиргааны болон шийдвэр гаргалтын чанарын өгөгдөл хомс зэрэг хязгаарлалтууд тулгарсан. Иймээс цаашдын судалгаанд уур амьсгалын гамшгаас үүдэлтэй шилжилт хөдөлгөөнийг илүү нарийвчлан тодорхойлох орон зайн аргачлал, шилжин ирэгсдийн нарийн мэдээлэл, шилжилт хөдөлгөөн хийх болсон шалтгаан, өрхийн орлого, газар өмчлөл, амьжиргааны стратеги зэрэг хувьсагчийг тусгасан гүнзгийрүүлсэн судалгаа шаардлагатай. Ингэснээр уур амьсгалын нөлөөнд өртөмтгий эмзэг бүлгийн амьдрах орчны бодит нөхцөл байдлыг илүү нарийн ойлгож, хот төлөвлөлт болон нийгмийн бодлого боловсруулахад шаардлагатай нотолгоонд тулгуурласан шийдлийг боловсруулах боломж нэмэгдэх юм.

Судалгааны хязгаарлалт

Энэхүү судалгаанд Улаанбаатар хотын шилжилт хөдөлгөөний албан ёсны бүртгэл, хүн амын динамикийн нарийн мэдээлэл бүрэн байхгүй нь томоохон хязгаарлалт болж өгсөн. 2000–2024 оны хооронд Улаанбаатарын зарим хороо нэгтгэгдэх, шинээр байгуулагдах, нэршил өөрчлөгдөх зэрэг захиргааны өөрчлөлт давхар гарч байсан нь өгөгдлийг хугацааны туршид тогтмол байдлаар харьцуулах боломжийг хязгаарлав. Мөн түр оршин суугчид болон бүртгэлгүй шилжин ирэгсдийн хөдөлгөөний талаарх мэдээлэл албан ёсны статистикт тусгагддаггүй тул гэр хорооллын оршин суугчдын мэдээллийн бодит бус байдал хүндрэлтэй байсан. Иймээс энэхүү судалгаа боломжит хамгийн найдвартай эх сурвалжуудыг ашиглан хорооны түвшний шинэ нэгж талбарын бүртгэлийг төлөөлөл болгон авч үзсэн.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] World Bank. (2023). Population density (people per sq. km of land area). World Development Indicators.
- [2] Rossabi, M. (2005). Modern Mongolia: From Khans to Commissars to Capitalists. University of California Press.
- [3] Batsuuri, B., Fürst, C., & Myagmarsuren, B. (2020). Estimating the impact of urban planning concepts on reducing the urban sprawl of Ulaanbaatar city using certain spatial indicators. *Land*, 9(12), 495.
- [4] Ministry of Environment and Green Development of Mongolia (MEGDT). (2014). Mongolia Second Assessment Report on Climate Change 2014. Ulaanbaatar.
- [5] Natsagdorj, L., Sarantuya, G., & Munkhbat, B. (2024). Recent changes in Mongolia's climate: Drought and dzud (Original work titled Монгол орны уур амьсгалын нэн шинэхэн өөрчлөлт:

ган, зуд). Ulaanbaatar: Information and Research Institute of Meteorology, Hydrology and Environment, National Agency for Meteorology and Environmental Monitoring, Ministry of Environment and Tourism of Mongolia.

- [6] Монгол Улсын Үндэсний Статистикийн Хороо (ҮСХ). (2024). Монгол Улсын хүн ам: 2024. Улаанбаатар хот: ҮСХ.
- [7] Batjargal, E., Hamiduddin, I., Fitzpatrick, D., Plueckhahn, R., Sangi, U., & Sumiyasuren, E. (2021). Social sustainability and Ulaanbaatar's 'Ger districts': Access and mobility issues and opportunities. *Sustainability*, 13(20), 11470.
- [8] Онцгой Байдлын Ерөнхий Газар (ОНБГ). (2022). Монгол Улсын эрсдэлийн улсын тойм тайлан 2022. Улаанбаатар хот: Онцгой Байдлын Ерөнхий Газар.
- [9] Bayaraa, A., & Yoo, S. (2017). The influence of the land privatization policy on urban area – focused on Ulaanbaatar, Mongolia. *Journal of Korea Planning Association*, 52(1), 63.
- [10] Олон Улсын Шилжилт Хөдөлгөөний Байгууллага (ИОМ). (2019). Улаанбаатар хотод хэрэгжүүлсэн шилжилт хөдөлгөөнийг хязгаарлах бодлогын үр нөлөөг үнэлсэн судалгаа. Улаанбаатар: ИОМ Монгол.
- [11] N. Islam and J. Winkel, Climate Change and Social Inequality, UN DESA Working Paper 152, New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2017.
- [12] L. Chancel, P. Bothe ба T. Voituriez, Climate Inequality Report 2023: Fair Taxes for a Sustainable Future in the Global South. Paris: World Inequality Lab, 2023.
- [13] Sternberg, T. (2010). Environmental challenges in Mongolia's dryland pastoral landscape. *Environmental Research Letters*, 5(1), 015006.
- [14] Fernández-Giménez, M. E., Batkhishig, B., & Batbuyan, B. (2012). Cross-boundary and cross-level dynamics increase vulnerability to severe winter disasters (dzud) in Mongolia. *Global Environmental Change*, 22(4), 836–851.
- [15] Нацагдорж, Л., Сарантуяа, Г., & Мөнхбат, Б. (2024). Монгол орны уур амьсгалын нэн шинэчлэгдсэн өөрчлөлт: ган, зуд. Улаанбаатар: Ус, цаг уур, орчны шинжилгээний газар, Цаг уур, орчны шинжилгээний агентлаг, Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам.
- [16] Hahn, M. (2018). Climate change and livestock vulnerability in Mongolia: A post-disaster assessment. Ulaanbaatar: German Red Cross.
- [17] Daramragchaa, D., & Myagmarjav, S. (2021). Dynamic assessment of urban resilience to natural hazards. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 62, 102328.
- [18] Sternberg, T. (2010). Unravelling Mongolia's extreme winter disaster of 2009–2010. *Nomadic Peoples*, 14(1), 72–86.
- [19] Fernández-Giménez, M. E., Batkhishig, B., & Batbuyan, B. (2012). Cross-boundary and cross-level dynamics increase vulnerability to severe winter disasters (dzud) in Mongolia. *Global Environmental Change*, 22(4), 836–851.
- [20] Jabareen, Y. (2015). Planning practices of the risk city around the world. In *The Risk City: Cities Countering Climate Change* (pp. 105–136). Dordrecht: Springer.
- [21] Дармаргчаа, Д., ба Мягмаржав, С. (2021). Байгалийн аюулын эсрэг хотын тэсвэржилтийг динамикаар үнэлсэн судалгаа. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 62, 102328.
- [22] Bullard, R. D., & Wright, B. (2009). Race, place, and environmental justice after Hurricane Katrina. Westview Press.
- [23] Williams, J., Smith, L., & Brown, T. (2019). Urban vulnerability and informal settlement dynamics under climate change: A global review. *Urban Studies*, 56(4), 789–806.
- [24] Uyanga, M., & Yoo, S. (2024). A study on the characteristics of regional disparity by the classification of urban areas in Ulaanbaatar, Mongolia. *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 25(4), 123–142.
- [25] Saeed, F. (2016). Climate migration and rural livelihood stress: Evidence from Pakistan. *Journal of Environmental Management*, 182, 231–240.

- [26] Julian, K., & Kati, R. (2021). Climate-induced migration and socio-economic vulnerability among Mongolian herders. *Environmental Research Letters*, 16(4), 045012.
- [27] Сумиябазар. (2015). Зудын дараах хам шинж ба хөдөөнөөс хот руу чиглэсэн шилжилт хөдөлгөөний нийгэм-эдийн засгийн шинжилгээ. Улаанбаатар: Судалгааны тайлан.
- [28] Монгол Улсын Засгийн газар. (2017). Дотоод шилжилт хөдөлгөөнийг зохицуулах болон Улаанбаатар хотын оршин суугчдын бүртгэлийг хязгаарлах тухай Засгийн газрын 35 дугаар тогтоол. Улаанбаатар: Монгол Улсын Засгийн газар.
- [29] Олон Улсын Шилжилт Хөдөлгөөний Байгууллага (ИОМ). (2022). Улаанбаатар: Хүн ам зүй, шилжилт хөдөлгөөн ба хэрэгцээ шаардлагын үнэлгээ. Улаанбаатар: ИОМ Монгол.
- [30] World Bank. (2016). Poverty and equity brief: Mongolia. World Bank Group.
- [31] Нарантулга, Б. (2019). Улаанбаатар хот руу шилжилт хөдөлгөөнийг хязгаарлах бодлогын тухай эргэцүүлэл. Төрийн удирдлага судлал, (2). Улаанбаатар.
- [32] Bayaraa, A., & Yoo, S. (2017). The influence of the land privatization policy on urban area – focused on Ulaanbaatar, Mongolia. *Journal of Korea Planning Association*, 52(1), 63.
- [33] Алтанбагана Мягмарсүрэн, Галтбаяр С. (2021). Монгол Улсын нийгэм, эдийн засгийн салбарт уур амьсгалын өөрчлөлтийн үзүүлж буй нөлөө. Байгаль орчин болон технологийн олон улсын хурал (ESTIC 2021)–ын эмхэтгэл, боть 206. Atlantis Press.

УЛААНБААТАР ХОТЫН БИЕТ ОРЧНЫ ЧАНАР БА ОЛОН НИЙТИЙН МЭДРЭМЖИЙН УЯЛДААНЫ ҮНЭЛГЭЭ

Бат-өлзийн БИЛГҮҮН¹ Эршүүгийн ПҮРЭВ-ЭРДЭНЭ²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн имэйл хаяг: kanjii1881@gmail.com

Хураангуй: Энэхүү судалгаа нь хотын биет орчны чанар Олон Нийтийн Мэдрэмж (ОНМ)-д хэрхэн нөлөөлж буйг тодорхойлж, оршин суугчдын нийгмийн харилцаа, оролцоог дэмжих хот төлөвлөлтийн чиг хандлагыг тодорхойлоход чиглэнэ. ОНМ нь харьяаллын мэдрэмж, итгэлцэл, хамтын үнэт зүйл, сэтгэл зүйн холбоонд тулгуурладаг бөгөөд түүний илрэл нь хотын биет орчны чанартай нягт уялдаатай байдаг. Судалгаанд ОНМ-ийн дөрвөн хэмжээст загвар болон хүний төвтэй хот төлөвлөлтийн онолд тулгуурлан асуумжийн судалгаа, орон зайн шинжилгээ, талбайн ажиглалт зэрэг тоон болон чанарын хосолсон аргыг ашиглав. Судалгааны үр дүн нь хотын орон зайн төлөвлөлт болон физик бүтэц нь ОНМ-ийг бүрдүүлэхэд чухал нөлөө үзүүлдэг болохыг тогтоов. ОНМ-ийн нэгдсэн үнэлгээ 5 онооноос 2.43 буюу дунджаас доогуур гарсан нь одоогийн хот төлөвлөлт нийгмийн хэрэгцээг бүрэн хангаж чадахгүй байгааг илтгэнэ. Судалгааны дүнгээр явган хүний замын сүлжээний тасралтгүй байдал, нээлттэй орон зайн хүртээмж, ногоон байгууламжийн эзлэх хувь болон орчны гоо зүй нь ОНМ-тэй хүчтэй эерэг хамааралтай болох нь тогтоогдсон. Тухайлбал, орчны тав тух болон явган алхахад таатай байдал (walkability) нь хөршүүдийн хоорондын санамсаргүй учрал, харилцааг нэмэгдүүлж, улмаар нийгмийн нягт уялдааг бий болгох гол хөшүүрэг болж байна. Эсрэгээрээ автомашины хөдөлгөөн давамгайлсан, хэт өндөр нягтралтай, нийтийн эзэмшлийн талбай хязгаарлагдмал бүсүүдэд оршин суугчдын харьяалагдах мэдрэмж болон нийгмийн оролцоо эрс буурч буй сөрөг хамаарал ажиглагдав. Эдгээр үр дүн нь хотын биет орчны чанар нь зөвхөн дэд бүтцийн асуудал бус, нийгмийн тогтвортой байдлын үндэс болохыг харуулж байна. Иймд цаашдын хот төлөвлөлтийн бодлогод хүн төвтэй, хүртээмжтэй, аюулгүй орчны шийдлүүдийг нэн тэргүүнд тусгах шаардлагатай болохыг харуулсан.

Түлхүүр үг: явган замын холбоо ба гудамжны холболт, газар ашиглалтын хослол, насжилт, үзэмж сайтай гудамж, тохижилт, иргэдийн амралт, уулзах орон зай, сэтгэл зүйн орон зай

I. УДИРТГАЛ

Хотын хөгжил, хүн амын төвлөрөл нэмэгдэхийн хэрээр хотын орон зайн чанар болон нийгмийн уялдаа холбоо нь амьдрах орчны үнэлэмжийг тодорхойлох гол хүчин зүйл болж байна [4]. Өнөөгийн хот төлөвлөлт нь зөвхөн дэд бүтэц, байгаль орчны асуудалд бус, хүний сэтгэл зүй, нийгмийн харилцаанд нөлөөлөх орон зайн төлөвлөлтийн чанарт илүү анхаарах шаардлагатай болжээ [7]. Энэ хүрээнд “Олон нийтийн мэдрэмж” ОМН хэмээх ойлголт нь хотын орон зайн төлөвлөлтийн чанарыг хэмжих сэтгэл зүйн болон нийгмийн үзүүлэлт болж, оршин суугчдын итгэлцэл, харьяалал, хамтын оршихуйн мэдрэмж, нийгмийн оролцоо зэрэг хүчин зүйлсээр илэрхийлэгддэг [1].

Олон нийтийн мэдрэмж нь зөвхөн хувь хүний дотоод сэтгэл хөдлөлийн илрэл бус, харин тухайн орчны физик төлөвлөлт, нийгмийн орчны чанартай салшгүй уялдаа холбоотой нийгмийн үзэгдэл юм [2]. Улаанбаатар хотод төлөвлөлтийн дагуух гүйцэтгэлийн ажил сүүлийн жилүүдэд чамгүй их хийгдэж байгаа ч нийгмийн уялдаа холбоо, хөршийн харилцаа, нийтийн оролцооны хувьд сул талтай хэвээр байна. Хотын шинэ төлөвлөлтүүдийн олонх нь хүртээмжтэй нийтийн орон зай багатай, автомашинд суурилсан бүтэцтэй, хөршийн харилцаа үүсгэх орон зайн нөхцөл хангалтгүй байгаа нь оршин суугчдын хоорондын итгэлцэл, хамтын оршихуйн мэдрэмжийг бууруулж байна [4],[7].

Олон улсын судалгаагаар явган холболт, нийтийн орон зай, ногоон байгууламж, холимог газар

ашиглалт зэрэг физик үзүүлэлтүүд нь олон нийтийн мэдрэмжийг дэмжихэд чухал үүрэгтэй болохыг тогтоожээ [3]. Мөн хотын гудамжны холболт, тохижилт, гоо зүйн чанар, уулзах ба амрах орон зай зэрэг физик элементүүд нь ОНМ-д хамгийн хүчтэй нөлөөлдөг гэж үздэг [5].

Монголын нөхцөлд эдгээр элементийн ихэнх нь дутмаг эсвэл тэгш бус байгаа нь хөршийн харилцаа болон нийгмийн оролцоог хязгаарлаж байна. Ийм нөхцөлд Монголын ОНМ-ийн түвшнийг олон улсын судалгааны үр дүнтэй харьцуулан, манай хот төлөвлөлт нийгмийн харилцааны хувьд ямар түвшинд байгааг тодорхойлох нь зүйтэй [5].

Үүний тулд олон улсын түвшинд ашиглагддаг ОНМ-ийн хэмжүүрүүд болон хотын орчны хэмжүүрүүдийг Монголын соёл, хот байгуулалтын онцлогт нийцүүлэн нутагшуулах шаардлагатай гэж үзэв [2]. Ингэснээр хот төлөвлөлтийн чанарыг зөвхөн дэд бүтцээр бус, нийгмийн харилцааны хэмжүүрээр тодорхойлох шинэ хандлагыг бүрдүүлэх юм. Хөгжиж буй орны хувьд олон нийтийн мэдрэмжийг сайжруулах хамгийн бодит арга бол биет орчныг сайжруулах замаар нийгмийн оролцоо, итгэлцэл, соёлын уялдаа холбоог нэмэгдүүлэх явдал байдаг, [7]. Тухайн орчны өөрчлөлт нь зөвхөн амьдрах орчны тав тухыг сайжруулахаас гадна соёл, харилцаа, хотын иргэншлийг төлөвшүүлэхэд суурь болдог [4]. Цаашид эдгээр нөхцөл хангагдсан тохиолдолд иргэдийн дараагийн хэрэгцээ нь илүү сэтгэлзүйн болон соёлын чанартай болж, нийгмийн оролцооны

хэлбэр, хотын соёлын үнэлэмж, газрын танигдах онцлог (*place identity*) буюу тухайн газартайгаа холбогдох сэтгэлзүйн мэдрэмж давамгайлах хандлагатай болно [2]. Иймээс энэхүү судалгаа нь Улаанбаатар хотын оршин суух орчны биет орчны чанар, тухайлбал явган орчны чанар, орчны аюулгүй байдал, гоо зүйн чанар зэрэг физик хүчин зүйлс оршин суугчдын олон нийтийн мэдрэмжид хэрхэн нөлөөлж буйг тодорхойлохын зэрэгцээ нийгмийн уялдаа холбоо, оролцоог дэмжих хүн төвтэй хот төлөвлөлтийн бодлогод ашиглах боломжийг судлахад чиглэнэ.

Судалгаагаар оршин суугчдын олон нийтийн мэдрэмжийг хэмжиж, түүнд нөлөөлж буй физик орчны гол үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох замаар хүн төвтэй, нийгэмд хүртээмжтэй хот төлөвлөлтийн онолын ба практикийн үндсийг бүрдүүлэхийг зорьж байна.

II. СУДЛАГДСАН БАЙДЛЫН ТОЙМ

Олон нийтийн мэдрэмж (ОНМ) болон хотожсон орчны уялдаа хамаарлыг судлах чиглэл нь дэлхийн олон улс оронд өргөн хөгжсөн боловч Монголын нөхцөлд энэ асуудал хангалттай судлагдаагүй, үндсэндээ шинэ тулгамдсан сэдэв хэвээр байна. Гадаадын судалгааны нийтлэг дүгнэлтээр хотын орчны биет бүтэц нь оршин суугчдын харилцаа, оролцоо, итгэлцэл, хөршийн дотно мэдрэмж зэрэг ОНМ-ийн гол бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд шууд нөлөөлдөг нь тогтоогдсон. Судлаачид ОНМ-ийг ихэвчлэн гурван үндсэн бүлэг болгож тайлбарладаг.

Нэгдүгээрт, явган хүний хөдөлгөөнд ээлтэй, ойр холбоос бүхий гудамжны сүлжээ нь хүмүүсийг илүү олон удаа таарах, харилцах боломжоор хангаж, нийгмийн ойр дотно харилцааг бий болгодог.

Хоёрдугаарт, нийтийн орон зай, ногоон байгууламж, амрах талбай зэрэг нээлттэй орчин нь хөршүүдийн хоорондын анхдагч харилцааг эхлүүлдэг хамгийн чухал талбар болдог.

Гуравдугаарт, орчны гоо зүй, цэвэрлэгээ, аюулгүй байдлын түвшин нь тухайн орчныг “өөрийнх” гэж мэдрэх, тухайн газартайгаа сэтгэл зүйн холбоо үүсгэхэд нөлөөлдөг гэж дүгнэдэг.

ОНМ-ийн онолын үндсийг МакМиллан ба Чавис 1986 тодорхойлсон бөгөөд харьяаллын мэдрэмж, оролцоо ба нөлөөлөл, хэрэгцээ хангах нэгдмэл орчин, сэтгэлзүйн холбоо гэсэн дөрвөн хэмжээсээр тайлбарлажээ. Олон судалгааны эдгээр хэмжээс тус бүр хотын орчны элементүүдтэй харилцан хамааралтай болох нь батлагдсан. Жишээлбэл Нью Урбанизм онолд хамаарах судалгаагаар явган зам талбай сайн хөгжсөн бүсүүдэд хөршүүдийн хоорондын санамсаргүй уулзалт нэмэгдэж, нийгмийн оролцооны давтамж өсдөг гэж үзжээ.

Орчны сэтгэлзүйн хүрээнд физик орчны жижиг элемент хүртэл хүний зан төлөв, аюулгүй байдлын ойлголт, тухайн орчныг хэр тав тухтай гэж мэдрэх мэдрэмжид нөлөөлдөг. Орчны өнгө төрх,

гэрэлтүүлэг, явган замын бүтцийг зөв төлөвлөх нь иргэдийн гадна орчинд байх хугацааг нэмэгдүүлж, улмаар хөрштэйгөө харилцах боломжийг ихэсгэдэг болохыг судалгаагаар тогтоосон [3].

Нийгмийн капиталын онолд иргэдийн хоорондын итгэлцэл болон харилцан дэмжлэг нь сайн төлөвлөгдсөн орчинд илүү амархан бүрэлддэг гэж тодорхойлдог. Задгай орон зай, талбайн тохижилт сайтай орчин нь хүн хоорондын харилцаа бий болгох “эхлэлийн цэг” болдог гэж үзжээ [4].

Монголын нөхцөлд олон нийтийн мэдрэмж болон хотын биет орчны уялдаа хамаарлыг тоон, системтэй аргаар судалсан судалгаанууд хязгаарлагдмал хэвээр байна. Улаанбаатар хотын орон сууцны хорооллуудад гудамжны холболт сул, олон нийтийн нээлттэй орон зай, ногоон байгууламжийн хүртээмж дутмаг байгаа нь хөршийн харилцаа, нийгмийн оролцоо бүрэлдэх боломжийг хязгаарлаж болзошгүйг орчны үнэлгээ болон ажиглалтаас харж болно. [5].

Иймд ОНМ болон хотын физик орчны уялдаа хамаарлыг судлах нь Монголд анх удаа системтэйгээр хийгдэж буй оролдлого бөгөөд ойрын ирээдүйд хүн төвтэй хот төлөвлөлт төлөвшүүлэхэд онолын суурь болж өгөх юм.

Дүгнэж хэлбэл олон улсын судалгаанууд физик орчны чанар сайн болох тусам олон нийтийн мэдрэмж өсдөг гэсэн нийтлэг хандлага гаргаж байна. Харин Монголд энэ хамаарлыг бодит өгөгдлөөр хэмжиж, тухайн орчинд тохирсон загвар боловсруулах судалгаа хийгдээгүй тул энэхүү судалгаа нь шинэлэг ач холбогдолтой гэж найднам.

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгаанд хотын орчны физик шинж чанар оршин суугчдын олон нийтийн мэдрэмжид хэрхэн нөлөөлж буйг тогтоохын тулд тоон болон чанарын хосолмол арга зүй хэрэглэв.

Судалгааны байршлыг сонгохдоо он цаг, амьдарч буй иргэдийн тоо байршил, хуучин барилгажилттай бүс, шинэ хороолол, холимог хэрэглээтэй орчин, дэд бүтэц сул байдал зэрэг хүчин зүйлээс хамаарч тухайн оршин суугчдын мэдрэмж ялгаатай болохыг харьцуулан шинжлэх нөхцөлийг бүрдүүлсэн. Асуумжийн тандалтад нийт 113 оролцогч хамрагдаж, олон улсад түгээмэл хэрэглэгддэг Лайкертын шатлалаар 1-5 оноогоор үнэлгээ өгсөн. Асуултуудыг МакМиллан ба Чавис (1986)-ын тодорхойлсон олон нийтийн мэдрэмжийн онолын суурь дөрвөн хэмжээс болох харьяаллын мэдрэмж, оролцоо ба нөлөөлөл, хэрэгцээ хангах уялдаа, сэтгэл зүйн холбоонд нийцүүлэн боловсруулсан бөгөөд энэ онолд хүний тухайн орчинтой харилцах мэдрэмжийг харьяалагдах байдал, оролцоо, өдөр тутмын хэрэгцээгээ хангах түвшин, сэтгэлзүйн холбоо зэрэг үзүүлэлтээр ойлгодог. Эдгээр хэмжээсийг жагсаан бичихийн оронд оршин суугчийн бодит амьдралд

илрэх харилцааны хэв маяг, оролцооны боломж, тав тухын мэдрэмжээр дамжуулан хэмжив.

Асуумжийн тоон мэдээллийг SPSS программд оруулж боловсруулсан бөгөөд эхний шатанд дундаж, тархалт, стандарт хазайлтыг тооцсон дескриптив статистик хийв. Үүний үр дүнд олон нийтийн мэдрэмжийн дундаж үзүүлэлт 2.43/5 гарсан нь нийгмийн уялдаа дунджаас доогуур түвшинд байгаа болохыг харуулсан.

Судалгааны дүнг 1–5 шатлалт хэмжүүрийн онооны интервалуудыг тэнцүү хуваарилах аргыг ашиглан үнэлгээг хийсэн. Ингэснээр 2,43-3,67 (дунд түвшин) ангиллын доод хязгаарт хамаарч байна. Судалгааны үр дүнг McMillan ба Chavis (1986)-ийн боловсруулсан Sense of Community-ийн онолын хүрээг ашигласан болно.

Хүснэгт 1-ийн үр дүнгээс харахад хүн ам зүйн үзүүлэлтээс илүү байршил болон давхрын тоо ОНМ-д нөлөөлсөн нь хувь хүний онцлогоос илүү орчны бүтэц нөлөөлдгийг харуулж байна. Хүснэгт 2 дээрх үзүүлэлтүүдээс харахад орчны хүртээмжтэй байдал, гэмт хэргийн түвшин, мөн гудамжны холболтын чанар нь ОНМ-д мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлж, орчны аюулгүй байдал болон зохион байгуулалт илүү чухал үүрэгтэйг харуулж байна.

Хувьсагчдын холбоог тодруулах зорилгоор хамаарлын шинжилгээ хийсэн бөгөөд гоо зүйн үзүүлэлт ОНМ-тэй сул боловч сөрөг хамааралтай ($r = -0.178$) гарсан бол орчны аюулгүй байдалтай хүчтэй эерэг хамааралтай ($r = 0.49$) байв. Мөн явган хөдөлгөөнд ээлтэй байдал (walkability) ОНМ-тэй дунд зэргийн эерэг хамааралтай ($r = 0.42$) байсан нь явган орчны чанар нийгмийн уялдааг дэмждэгийг баталсан. Олон хүчин зүйлийн нөлөөг зэрэг авч үзэхийн тулд регрессийн шинжилгээ хийж, олон нийтийн мэдрэмжид нөлөөлөх гол хувьсагчдын жин дараах байдлаар илэрлээ.

Судалгааны математик загварын үр дүнг хэлбэржүүлбэл: $ОНМ = 0.45$ (Гоо зүй) + 0.31 (Аюулгүй байдал) + 0.27 (Явган орчин) - 0.22 (Нягтрал). Энэ нь гоо зүйн ойлголт, орчны аюулгүй байдал, явган хүний орчны хүртээмж ОНМ-ийн өсөлтөд эерэг нөлөөтэй, харин барилгажилтын хэт нягтрал ОНМ-д сөрөг нөлөөтэй болохыг харуулсан. Асуумжийн найдвартай байдлыг шалгаж үзэхэд ($\kappa_{\text{ронбах альфа}} = 0.87$) гарсан нь судалгаанд ашигласан хэмжүүрүүд дотоод нийцэл өндөртэй буюу найдвартай байгааг нотоллоо.

Тоон үр дүнг баталгаажуулах зорилгоор талбайн ажиглалт хийж, судалгааны бүсүүдийн явган орчны тасралтгүй байдал, ногоон байгууламжийн байрлал, аюулгүй байдлын түвшин, орчны цэвэрлэгээ, хөршийн харилцааны бодит дүр зураг зэрэг чанарын мэдээллийг бүртгэн авч, асуумжийн үр дүнтэй харьцуулан тайлбарлав. Ийнхүү тоон ба чанарын аргыг хослуулан ашигласнаар хотын орчны бодит төлөв байдал оршин суугчдын олон нийтийн мэдрэмжид хэрхэн нөлөөлж буйг илүү бодитой тодорхойлох боломжтой болсон.

SOC ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Хүснэгт 1

SOC (Sense of community) харьцуулсан судалгаа				
Судалгааны нэршил	n	%	SOC M(SD)	p
1 Хүйс				0.57
Эмэгтэй	64	56.60%	2.82 (0.44)	
Эрэгтэй	49	43.40%	2.78 (0.32)	
2 Боловсролын зэрэг				0.24
Бага боловсрол	1	0.90%	2.5 (nan)	
Суурь боловсрол	2	1.80%	2.76 (0.06)	
Бүрэн дунд боловсрол	7	6.20%	2.57 (0.28)	
Мэргэжлийн болон техникийн боловсрол	1	0.90%	3.39 (nan)	
Бакалаврын зэрэг	86	76.10%	2.82 (0.41)	
Магистрын зэрэг	15	13.30%	2.78 (0.34)	
Докторын зэрэг	1	0.90%	3.44 (nan)	
3 Ажил эрхлэлт				0.72
Ажиллаж байгаа	96	85.00%	2.81 (0.39)	
Ажиллахгүй байгаа	5	4.40%	2.83 (0.43)	
Бусад	12	10.60%	2.71 (0.39)	
4 Ам бүлийн тоо				0.78
1	5	4.40%	2.68 (0.42)	
2-4	82	72.60%	2.81 (0.38)	
5 болон түүнээс дээш	26	23.00%	2.79 (0.42)	
5 Хүүхэдтэй эсэх				0.55
Тийм	68	60.20%	2.82 (0.38)	
Үгүй	45	39.80%	2.77 (0.41)	
6 Дүүрэг				0
Баянгол дүүрэг	22	19.50%	2.78 (0.32)	
Баянзүрх дүүрэг	25	22.10%	2.59 (0.34)	
Сонгинохайрхан дүүрэг	9	8.00%	2.75 (0.28)	
Хан-Уул дүүрэг	33	29.20%	3.01 (0.41)	
Чингэлтэй дүүрэг	10	8.80%	2.86 (0.43)	
Сүхбаатар дүүрэг	14	12.40%	2.75 (0.28)	
7 Барилгын төрөл				0.07
Социализмын үеийн /угсармал, 40,5 мянгат	15	13.30%	2.98 (0.31)	
2000-аад оны	7	6.20%	2.83 (0.51)	
2010 оноос хойш баригдсан шинэхотхон хорооллууд	76	67.30%	2.80 (0.40)	
Гэр хороолол /монгол гэр, амины оронсууц/	15	13.3 %	2.60 (0.29)	
8 Давхрын тоо				0.01
1 давхар	13	11.50%	2.57 (0.30)	
2-6 давхар	35	31.00%	2.89 (0.37)	
7-15 давхар	43	38.10%	2.72 (0.37)	
15-аас дээш давхар	22	19.50%	2.95 (0.43)	
	n	M (SD)	SOC (b)	p
1 Насжилт	113	31.29 (7.53)	0.002	0.73
2 Амьдарсан жилийн тоо	113	6.31 (7.13)	0.002	0.73

Хүснэгт 2

	Судалгааны нэршил	n=113	Sense of community	
		M (SD)	коэффициент	p
1	Хүртээмжтэй байдал	3.94 (0.79)	0	0.93
2	Гудамжны холболтын чанар	3.41 (0.95)	0.08	0.02
3	Алхалт, дугуйн замын дэд бүтэц	2.64 (0.95)	0.03	0.38
4	Замын хөдөлгөөний аюултай байдал	3.2 (0.69)	-0.01	0.74
5	Орчны гоо зүй	2.25 (0.88)	-0.07	0.09
6	Гэмт хэргийн эрсдэл	3.53 (0.76)	-0.01	0.76
7	15 Минутад хүрэх олон нийтийн газар			
	0-5	31.00%	0	
	6-10	37.20%	-0.02	0.79
	11 болон түүнээс дээш	31.90%	-0.05	0.56

IV. БИЕТ ОРЧНЫ СУДАЛГАА

Энэхүү судалгаанд оршин суугчдын олон нийтийн мэдрэмжид нөлөөлж буй хотын физик орчны гол бүрэлдэхүүнүүдийг орон зайн тэмдэглэл, талбайн ажиглалт, GIS (ГЗМС) тоон шинжилгээ болон бодит төлөвлөлтийн нөхцөлтэй харьцуулан нарийвчлан үнэлэв. Биет орчин нь зөвхөн архитектурын орон зай төдий бус, тухайн орчин хэрхэн ашиглагдаж, хүмүүсийн өдөр тутмын зан төлөв, харилцаа, оролцоо хэрхэн бүрэлддгийг илэрхийлдэг тул олон нийтийн мэдрэмжийн түвшнийг тайлбарлахад хамгийн чухал суурь хүчин зүйл гэж үзлээ.

Судалгаанд хамрагдсан байршлуудыг Улаанбаатар хотын орон сууцны хөгжлийн үе шат, сууцны төрлөөс хамааран дөрвөн үндсэн ангилалд хуваан авч үзсэн. Үүнд 1990 оноос өмнө баригдсан угсармал орон сууц, 2000-аад оны тоосгон барилгууд, гэр суурьшлын бүсийн амины орон сууц, 2010 оноос хойш баригдсан хотхон хорооллын барилгууд багтсан. Энэхүү ангилал нь хотын орон сууцны орчны хөгжлийн нийтлэг хэв шинжийг харьцуулан судлах боломж олгосон тул судалгааны үр дүнг Улаанбаатар хотын нөхцөлийг төлөөлөх түвшинд авч үзэх боломжтой гэж үзэв.

Судалгаанд хамрагдсан байршлууд нь хотын нягтрал, барилгажилтын бүтэц, явган хүний замын холболт, ногоон байгууламжийн хүртээмж, нийтийн орон зайн чанар зэрэг олон үзүүлэлтээрээ ялгаатай байсан нь ОНМ-д нөлөөлдөг хүчин зүйлсийг харьцуулан шинжлэх боломж бүрдүүлэв. (ГЗМС) шинжилгээгээр эдгээр байршлын гудамжны сүлжээний нягтрал, алхалтын 5-10 минутын хүртээмжийн тойрог, ногоон байгууламжийн зай ба хуваарилалт, үйлчилгээний байршил, автомашины хөдөлгөөний давамгайллын хэмжээг тодорхойлж, асуумжийн үр дүнтэй нэгтгэн тайлбарлав.

Биет орчны судалгаанаас нийтлэг ажиглагдсан гол хандлага нь явган хүний орчин сайн хийгдсэн, гудамжны холболт тодорхой, алхах маршрутын

сонголт олон байгаа хороололд оршин суугчдын нийгмийн оролцоо илүү өндөр, хөршүүдийн санамсаргүй уулзалт тогтмол өрнөдөг нь ажиглагдсан. Энэ нь ОНМ-ийн “харьяаллын мэдрэмж” болон “сэтгэл зүйн холбоо” гэсэн хэмжүүрүүдэд хамгийн хүчтэй эерэг нөлөө үзүүлсэн.

Харин автомашины хөдөлгөөн давамгайлсан, явган хүний зам эвдрэл ихтэй, гэрэлтүүлэг муутай, хөндлөн гарц багатай хорооллуудад ОНМ-ийн түвшин тогтмол доогуур байсан нь аюулгүй байдлын ойлголт, тав тухын мэдрэмжтэй шууд холбоотой байв. Олон нийтийн нээлттэй орон зай болон ногоон байгууламжийн хүртээмж нь мөн ОНМ-д нөлөөлөх гол хүчин зүйлсийн нэг болохыг судалгааны үр дүн харуулсан. Сүүдрэвч, суудал, тохижилт сайтай талбай бүхий орчинд хөршийн харилцаа илүү амархан эхэлж, оршин суугчид орчныг ашиглах, хамтын арга хэмжээнд оролцох нь нэмэгдсэн дүнтэй гарсан.

Ногоон байгууламж хомс, тоглоомын талбай хангалтгүй, тохижилт муу орчинд ОНМ-ийн оноо нийтдээ 2.7-2.9 хооронд хэлбэлзсэн нь дунджаас доогуур. Орчны гоо зүй нь судалгаанд оролцогчдын ОНМ-ийн үнэлгээнд хамгийн хүчтэй нөлөө үзүүлсэн хүчин зүйлүүдийн нэг байв. Цэвэр цэмцгэр орчин, фасадын өнгө төрх нэгэн жигд, ногоон байгууламж тэнцвэртэй хуваарилагдсан хороололд оршин суугчид тухайн орчныг “аюулгүй, тав тухтай, тайван” гэж мэдэрч, ОНМ-ийн (сэтгэл зүйн холбоо) өндөр гарсан. Харин хог хаягдал ил, фасад нь эвдрэлтэй, өнгө зохицолгүй орчин нь хөршийн харилцааг сөрөг байдлаар өөрчилж байв. Орчны аюулгүй байдлын үнэлгээ нь мөн ОНМ-ийн “нөлөөлөх чадвар” (influence) болон “хэрэгцээ хангах уялдаа” хэмжүүрүүдэд бодит нөлөө үзүүлсэн. Гэрэлтүүлгийн хангалттай байдал, камерын хүртээмж, замын хөдөлгөөний зохион байгуулалт сайжрах тусам оршин суугчдын итгэлцэл нэмэгдэж, хүүхдүүд гадаа тоглох, хүмүүс орчиндоо цаг өнгөрөөх нь нэмэгдсэн нь ОНМ-ийн өсөлттэй давхцсан.

Эдгээр үр дүнгээс харахад хотын биет орчны төлөвлөлт нь оршин суугчдын өдөр тутмын зан төлөв, хөршийн харилцаа, оролцоог тодорхойлох гол хүчин зүйл бөгөөд хүн төвтэй, явган хөдөлгөөнийг дэмжсэн, аюулгүй, тохижилт сайтай орчинд ОНМ тогтвортой өсдөг болох нь харагдаж байна. Харин нягтрал өндөр, автомашины хөдөлгөөн давамгайлсан төлөвлөлт ОНМ-ийг бууруулах хандлагатай байв.

V. ҮР ДҮН

Судалгааны үр дүнгээр оршин суугчдын олон нийтийн мэдрэмжийн дундаж түвшин 2.43/5 нийтлэг хэмжээнд харьцуулахад дунджаас доогуур, хангалттай өндөр түвшинд хүрээгүй. ОНМ-ийн дөрвөн үндсэн хэмжээний дундаас “харьяаллын мэдрэмж” (membership) болон “сэтгэл зүйн холбоо”

(emotional connection) нь харьцангуй өндөр оноо авсан нь оршин суугчид хоорондоо тодорхой түвшний холбоо, хамтын амьдралын нийтлэг хэв маягийг мэдэрдэг болохыг харуулж байна.

Харин “нөлөөлөл” (influence) болон “хэрэгцээ хангах уялдаа” (needs fulfillment) хэмжээснүүд бусдаасаа доогуур үнэлэгдсэн нь оршин суугчид тухайн орчны шийдвэр гаргалтад оролцох боломж хомс, хөршийн түвшинд харилцан дэмжлэг, хамтын орчны удирдлагын тогтолцоо сул байгааг илтгэж байна. Энэ нь мөн орчны үзүүлэлтүүдтэй хийсэн шинжилгээнээс харахад ОНМ нь орчны аюулгүй байдал, гэмт хэргийн эрсдэл, гоо зүйн ойлголт зэрэг хүчин зүйлстэй сул боловч тогтвортой чиг хандлагатай сөрөг хамааралтай байсан.

Биет орчны үнэлгээг тоон дүнтэй уялдуулахад ОНМ болон физик орчны чанарыг илтгэх үзүүлэлтүүдийн хооронд хүчтэй хамаарал илрээгүй, зөвхөн сул хэмжээний сөрөг болон эерэг чиг хандлагууд ажиглагдсан. Тухайлбал гоо зүйн ойлголт ОНМ-тэй сөрөг хамааралтай ($r = -0.0905$) байсан нь орчны цэвэрлэгээ, фасадын хэв шинж, ногоон байгууламжийн бүрдэл зэрэг визуал элементүүд нь иргэдийн тухтай мэдрэмж, сэтгэл зүйн тайвшрал, хөршийн ойр дотно харилцаанд хүчтэй нөлөөлдөгтэй холбоотой байсан нь гоо зүйн үнэлгээ буурсан тохиолдолд хүмүүс тухайн орчныг таагүй, соёлгүй, арчилгаа муутай гэж үзэх хандлагатай бөгөөд энэ нь нийгмийн итгэлцэл, оролцоонд сөргөөр нөлөөлөх шалтгаан болно. Гэхдээ нөлөөллийн хүч сул байгаа нь хөршийн ойр дотно харилцаанд хүчтэй нөлөөлөхгүй ба гоо зүйгээс илүү аюулгүй байдал, гэмт хэргийн үзүүлэлтэд илүү мэдрэмтгий байгааг харуулж байна.

Аюулгүй байдлын үнэлгээ нь оршин суугчдын итгэлцэл, хүүхдүүдийн тоглох орчны хүртээмж, орчиндоо өнгөрөөх хугацааг нэмэгдүүлж, улмаар ОНМ-ийн өсөлтөд чухал нөлөө үзүүлжээ. Судалгаанд оролцогчдын ихэнх нь “аюулгүй байдал бол хөршийн харилцаанд хамгийн хүчтэй нөлөөлөгч” гэж онцолсон нь энэхүү статистик дүнтэй давхацсан байна.

Гэмт хэргийн нөхцөл байдал ($\text{Crime}_{\text{SE}}^{\text{P}} = -0.1189$) нь ОНМ-тэй хамгийн их сөрөг хамааралтай үзүүлэлт байгаа нь оршин суугчид тухайн орчныг аюулгүй бус, гэмт хэрэг ихтэй гэж үзэх нь нийгмийн эв нэгдэл, хөршийн хоорондын итгэлцэл, хувь хүний аюулгүй байдлын мэдрэмжийг сулруулдаг болохыг илтгэж байна. Аюулгүй байдал нь хүний үндсэн хэрэгцээний нэг бөгөөд энэ хэрэгцээ хангагдахгүй нөхцөлд тухайн орчинд итгэх итгэл, харьяаллын мэдрэмж сулрах хандлага ажиглагддаг нь олон нийтийн мэдрэмжийн онол болон өмнөх судалгааны үр дүнтэй нийцэж байна (McMillan & Chavis, 1986; Leyden, 2003).

Иймд ОНМ-ийг сайжруулахад аюулгүй байдлын бодлого болон орчны хяналт, гэрэлтүүлэг, камерыг

сайжруулах зэрэг арга хэмжээ үнэтэй хувь нэмэр оруулах боломжтой.

Явган хүний орчны үнэлгээ нь SOC-тэй бараг хамааралгүй, маш сул ($r = -0.0477$) түвшний уялдаатай гарсан. Үүнээс харахад явган хүний замын өргөн, чанар зэрэг нь хүмүүсийн нийгмийн итгэлцэл, хөршийн оролцоо, нэгдмэл мэдрэмжийг тодорхойлоход гол хүчин зүйл биш бөгөөд ОНМ нь дэд бүтэц гэхээсээ илүү аюулгүй байдал, нийгмийн харилцааны нөхцөлд илүү мэдрэмтгий болохыг дахин батална.

ГЗМС орон зайн шинжилгээгээр ногоон байгууламж болон нийтийн орон зай тэнцвэртэй хуваарилагдсан бүсүүдэд ОНМ-ийн дундаж 2.4 харин автомашины хөдөлгөөн давамгайлсан бүсүүдэд 2.2 байв. Энэ нь орчны бодит бүтэц иргэдийн сэтгэлзүйн хариу үйлдэл болон нийгмийн оролцоонд хүчтэй нөлөөлж байгааг харуулсан. Газар ашиглалтын бүтэцтэй холбоотой шууд тоон дүн судалгаанд багтаагүй тул үүнд тодорхой дүгнэлт гаргах боломжгүй.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны үр дүнгээс харахад хотын орчны физик бүтэц нь оршин суугчдын олон нийтийн мэдрэмжид бодитоор нөлөөлж буй нь батлагдав. ОНМ-ийн дундаж 2.43/5 гарсан нь дунджаас доогуур боловч орчны чанар, явган хүний хүртээмж, нээлттэй орон зай, ногоон байгууламж, аюулгүй байдлын үзүүлэлтүүд сайжрах тусам ОНМ-ийн түвшин тогтмол өсөж байв. Гоо зүй, орчны тав тух, явган холболтын чанар нь хөршийн ойр дотно харилцаа, нийгмийн оролцоог бий болгох үндсэн нөхцөл болох нь илт харагдав. Харин автомашины хөдөлгөөн давамгайлсан, нягтрал өндөр орчинд ОНМ буурсан нь хотын хөгжлийг зөвхөн барилгажилтын хэмжээгээр биш, хүний орчны чанараар дүгнэх шаардлагатайг харуулав.

Монголын өнөөгийн хот төлөвлөлтөд нээлттэй орон зай, явган зорчих орчны хүртээмж, ногоон байгууламж дутмаг байгаа нь ОНМ-ийн түвшинд сөрөг нөлөө үзүүлж байна. Энэхүү судалгаа нь олон улсын онолын дүгнэлтүүдийг Монголд анх удаа тоон болон чанарын аргаар баталгаажуулан цаашид хот төлөвлөлтийг сайжруулахад нөлөөтэй хүчин зүйлсийн дарааллыг тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой. Иймд цаашдын хот төлөвлөлтийн бодлого нь хүн төвтэй, явган хөдөлгөөнийг дэмжсэн, нээлттэй, тэнцвэртэй, аюулгүй байдлыг хангасан орчны шийдлүүдийг гол цөмдөө тусгах шаардлагатай.

Нийгмийн уялдааг дэмжсэн орчны бодлого нь иргэдийн итгэлцэл, харилцааг сайжруулж, хотын амьдрах чадварын гол үзүүлэлтүүдийг дээшлүүлэх боломжтой. Олон нийтийн мэдрэмж буюу ОНМ-ийн үзүүлэлтийг жил бүрийн хотын амьдрах орчны үнэлгээнд тусгаж, Улаанбаатар болон бусад хөрш хотуудын ОНМ-ийг харьцуулан шинжлэх нь

цаашдын хотын амьдрах орчныг сайжруулах бодлого боловсруулахад чухал ач холбогдолтой юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] D. W. McMillan ба D. M. Chavis, "Sense of Community: A Definition and Theory," *Journal of Community Psychology*, vol. 14, no. 1, pp. 6–23, 1986.
- [2] M. Lewicka, "Орон зайг танихуй: сүүлийн 40 жилийн хөгжил дэвшлийн тойм (Place Attachment: How Far Have We Come in the Last 40 Years?)," *Journal of Environmental Psychology*, vol. 31, no. 3, pp. 207–230, 2011.
- [3] J. Kim ба R. Kaplan, "Олон нийтийн мэдрэмжид нөлөөлөх физик ба сэтгэлзүйн хүчин зүйлс: Нью Урбанизм–Kentlands ба уламжлалт дэд хорооллын харьцуулалт (Physical and Psychological Factors in Sense of Community: New Urbanist Kentlands and Nearby Conventional Suburb)," *Environment and Behavior*, vol. 36, no. 3, pp. 313–340, 2004.
- [4] K. M. Leyden, "Нийгмийн капитал ба хотын орчин: алхаж болох хөршийн орчны ач холбогдол (Social Capital and the Built Environment: The Importance of Walkable Neighborhoods)," *American Journal of Public Health*, vol. 93, no. 9, pp. 1546–1551, 2003.
- [5] S. French, L. Wood, S. Foster, B. Giles-Corti, L. Frank, ба V. Learnihan, "Олон нийтийн мэдрэмж ба хөршийн барилгажилтын орчинтой нь уялдаа (Sense of Community and Its Association with the Neighborhood Built Environment)," *Environment and Behavior*, vol. 46, no. 6, pp. 677–697, 2014.
- [6] E. Talen, "Нийтийн орчны хэмжилт: нийтийн талбай ба олон нийтийн мэдрэмжийн уялдааны урьдчилсан үнэлгээ (Measuring the Public Realm: A Preliminary Assessment of the Link between Public Spaces and Sense of Community)," *Journal of Architectural and Planning Research*, vol. 17, no. 4, pp. 344–360, 2000.
- [7] R. Forrest ба A. Kearns, "Нийгмийн уялдаа, нийгмийн капитал ба хөршийн орчны нөлөө (Social Cohesion, Social Capital and the Neighbourhood)," *Urban Studies*, vol. 38, no. 12, pp. 2125–2143, 2001.



БАЙГАЛИЙН УХААН, ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ШИНЖЛЭХ УХААН



БЕТОНЫ ШАХАЛТЫН БАТ БЭХЭД ТЭГ ХЭМЭЭС ДООШ (-20°C) ТЕМПЕРАТУР БОЛОН ХӨЛДӨХӨӨС ӨМНӨ УРЬДЧИЛАН БЭХЖҮҮЛСЭН ХУГАЦААНЫ НӨЛӨӨ

Нарантогтох БАЯРЖАВХЛАН^{1,2}, Томояа НИШИВАКИ², Динил ПУШПАЛАЛ³, Мадокa ТАНИГҮЧИ⁴

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга Архитектурын сургууль, Барилга инженерчлэлийн салбар

²Япон улс, Мияги, ТОХОКУ их сургууль, Инженерингийн Сургууль

³Япон улс, Мияги, ТОХОКУ их сургууль, Олон улсын соёл судлалын сургууль

⁴Япон улс, Хоккайдо, Хоккайдо судалгааны төв

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: n.bayarjavkhan@must.edu.mn¹

Хураангуй: Монгол орны ихэнх нутгаар агаарын дундаж температур 11-р сараас 3-р сар хүртэл тэг хэмээс доош ордог байна. Нэгдүгээр сард агаарын температур хамгийн бага байдаг ба -36-40 °C хүртэл хүйтэрдэг. Гэсэн хэдий ч Монгол орны эрс тэс хүйтэн цаг уурын нөхцөлд гадна агаарын температур -20 °C-аас доош орж хүйтэрсэн үед ч бетоны ажил хийгдсээр байдаг. Тиймээс энэхүү туршилтын ажилд бид Монгол орны цаг агаарын нөхцөл байдлыг загварчлан маш бага (-20 °C) температурт 28 хоногийн төслийн бат бэхээ олж авахын тулд хөлдөлтөд өртөхөөс өмнө урьдчилан бэхжүүлэх шаардлагатай хугацааг судалсан. Түүнчлэн бетоны хөлдөх үеийн температурын өөрчлөлт болон дотоод бүтцийн шинжилгээг хийсэн. Судалгаанаас үзэхэд ус-цемент (У/Ц)-ын харьцаанаас хамааран урьдчилан бэхжүүлэх хугацаа нэмэгдэхийн хэрээр бетоны хөлдөх температур 0 °C-аас -15.6 °C хүртэл мэдэгдэхүйц буурдаг болохыг бид тогтоосон. Бидний туршилтаар У/Ц-ын харьцаа 0.39-өөс доош байх үед 14 хоног урьдчилан бэхжүүлсэн бетон дотор хөлдөх боломжтой ус байхгүй болохыг тогтоосон. Мөн судалгаагаар бетоны 28 хоногийн төслийн бат бэхэд хүргэхийн тулд тэгээс доош температурт хөлдөлтөд өртөхөөс өмнө дор хаяж 20 °C хэмд 14 хоног урьдчилан бэхжүүлэх шаардлагатай гэж дүгнэсэн.

Түлхүүр үг: Хүйтэн цаг агаар, бетоны хөлдөх температур, дотоод бүтцийн судалгаа, урьдчилан бэхжүүлэх хугацаа, тэг хэмээс доош температур, Монгол улс.

1. УДИРТГАЛ

Монгол орны хүйтний улирал маш удаан үргэлжилдэг бөгөөд энэ нь барилгын ажил гүйцэтгэх боломжтой хугацааг богиносгож байдаг. Монгол орны ихэнх хэсэгт агаарын дундаж температур 11-р сараас 3-р сар хүртэл тэг хэмээс доош орж хүйтэрдэг байна. Нэгдүгээр сарын хамгийн бага температур -36-40 °C хүртэл байдаг. Гэсэн хэдий ч Монгол орны маш хүйтэн цаг уурын нөхцөлд гадна агаарын температур -20 °C-аас доош орсон үед ч бетоны ажил хийгдсээр байна. Цементийн гидратацын урвал нь температурт нэлээд мэдрэмтгий бөгөөд бага температурт бат бэхийн өсөлт удааширдаг гэдгийг сайн мэдэж байгаа байх. Гадна орчны температур бага үед гидратацын урвал маш удаан эхэлдэг бөгөөд гидратацын бүтээгдэхүүн хуримтлагдахаас өмнө ууссан ионууд тархахад илүү их хугацаа авах ба энэ нь нягтрал багатай C-S-H, гидратацын бүтээгдэхүүний жигд тархалт, том хэмжээтэй нүх сүв буурахад хүргэдэг байна [1]. Олон судлаачид цементийн зуурмагийн гидратацын урвал болон дотоод бүтцэд температурын үзүүлэх нөлөөг судалсан байдаг [2-5]. Тэдгээр судалгааны ихэнх нь өөрийн орны цаг уурын нөхцөл байдлыг харгалзан 5 °C-аас -5 °C хүртэлх температурын хязгаарт төвлөрсөн байна [6]. Гэхдээ цөөхөн хэдэн судалгаагаар -20 °C-ийн температурт цементийн гидратац болон дотоод бүтцэд хэрхэн нөлөөлж байгааг судалсан байдаг. Ли болон хамтран зохиогчид нь кальцийн сульфоалюминат цементтэй хольсон ердийн Портланд цементийн гидратацын бүтээгдэхүүн, нүх сүвийн хэмжээний тархалт, дотоод

бүтцийг судалсан байна [7]. Тэдний судалснаар эрт үеийн хөлдөлтөд өртсөн нөхцөлд хөлдөлтийн гэмтэл үүсэж, хожуу үеийн шахалтын бат бэхийг 43 %-49 % -аар бууруулдаг гэж дүгнэжээ. Үүнээс гадна хэрэв бетон цугтасны дараа эрт үеийн хөлдөлтөд шууд өртөх тохиолдолд 20%-ийн кальцийн сульфоалюминатын нэмэлттэй холимог цемент нь -5 °C-д хөлдөлтөөс үүдсэн бат бэхийн алдагдлыг 100%, -15 °C-д хөлдөлтөөс үүдсэн бат бэхийн алдагдлыг 80 % -иар үр дүнтэй бууруулж чадна гэж дүгнэсэн байна. Пушпалал болон хамтран зохиогчид нь бетоны урьдчилан бэхжүүлэх нөхцөл нь хэт хүйтэн цаг агаарт хожуу үеийн бат бэхийн хөгжилд хэрхэн нөлөөлдөг болохыг судалсан байна [8]. Тэдний тогтоосноор Монгол орны өвлийн улиралд хэвэнд цугласнаас хойш нэг өдрийн дараа гадаа ил байрлуулсан дээжүүд нь гадаа ил байрлуулахаас өмнө 28 хоногийн турш 20 °C-тай усанд бэхжүүлсэн дээжүүдтэй харьцуулахад бат бэхийн байнгын алдагдал нь 24 % байсан. Намрын улиралд бэлтгэсэн бетоны бат бэхийн энэхүү байнгын алдагдал нь 27% байсан байна. Түүнчлэн бетоны эцсийн бат бэх чанар нь орчны улирлын температурын хэлбэлзлээс үл хамааран эхний 28 хоногт хуримтлагдсан температураас ихээхэн хамаардаг гэж тэд дүгнэжээ.

Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь Монгол орны цаг агаарын нөхцөл байдлыг загварчлан 28 хоногийн төслийн бат бэхэд хүргэхийн тулд тэг хэмээс доош (-20 °C) температурт хөлдөлтөд өртөхөөс өмнө урьдчилан бэхжүүлэх шаардлагатай хугацааг тодорхойлох явдал юм.

II. ТУРШИЛТ СУДАЛГАА

1. Материал

Бетоны дээжийг гурван өөр бат бэхтэй байхаар бэлтгэсэн бөгөөд 1-р группийн дээжүүд нь 60 МПа, 2-р групп нь 40 МПа, 3-р групп нь 30 МПа-ын бат бэхтэй байна. Хүснэгт 1-т бетон хольцын найрлагыг харуулав. Цементэн зуурмагийн дээж болон бетоны дээжийг Японы Тайхэйо цементийн үйлдвэрт үйлдвэрлэсэн ердийн Портланд цементийг ашиглан бэлтгэсэн. Хүснэгт 2-т цементийн физик болон механик шинж чанарыг харуулав.

2. Бетоны сорьц ба туршилтын аргууд

Групп тус бүрт шахалтын бат бэхийг хэмжих зорилгоор Ø100 мм × 200 мм хэмжээтэй цилиндр хэлбэртэй сорьцыг бэлтгэсэн. Хүснэгт 3-т бетон сорьцыг бэхжүүлсэн болон хөлдөөсөн нөхцөлийг үзүүлэв. Бетон сорьцыг 20 °C температуртай 95%-ийн харьцангуй чийглэгтэй өрөөнд 1 хоног, 3 хоног, 7 хоног, 14 хоног тус тус бэхжүүлээд, дараа нь -20°C температуртай хөлдөөгчид 28 хоног хүртэл байрлуулсан. 1 болон 2-р группийн зарим сорьцыг хэвэнд цугласны дараа шууд хөлдөөгчид байрлуулсан (Зураг 1 ба 2-т 0d-F гэж тэмдэглэсэн). Зөвхөн 2-р группийн хувьд 28 хоног бэхжүүлсэн дээжийг 20 °C температуртай 95 %-ийн харьцангуй чийглэгтэй өрөөнд 91 хоног хүртэл дахин бэхжүүлсэн. Хяналтын сорьцыг стандарт орчинд 20°C-ын температуртай усан дотор огт хөлдөөхгүйгээр бэхжүүлсэн. Сорьцын температурыг цилиндр хэлбэртэй дээжийн төв хэсэгт байрлуулсан термопараар хэмжсэн бөгөөд бетон доторх температурын өөрчлөлтийг 5 минутын давтамжтайгаар хэмжиж авсан. Хөлдөөсөн дээжийг шахалтад туршихаас өмнө дээжийн температурыг 0°C болтол 20 °C-ын температуртай усанд хийж гэгсгэсэн. JIS A 1108 стандартын дагуу гурван дээжийг урьдчилан төлөвлөсөн хугацааны дагуу шахалтын бат бэхийн туршилтыг гүйцэтгэсэн.

3. Цементийн зуурмаг бэлтгэх

SEM (Scanning electron microscope) ажиглалт болон XRD (X-Ray diffraction analysis) рентген шинжилгээний аргаар цементийн гидратацын урвалын явцыг хянах зорилгоор цементийн зуурмагийн дээжийг бэлтгэж ашигласан. Эдгээр цементийн зуурмагийн дээжийг 33.6 %-ын У/Ц-ийн харьцаагаар бэлтгэсэн. Дээжийг бэхжүүлсэн нөхцөл болон хэмжилтийн хугацаа нь бетон дээжийн шахалтын бат бэхийн хэмжилттэй ижил байхаар авсан. Дээжийг 20 °C температуртай хяналтын өрөөнд 6 цаг, 1 хоног, 3 хоног, 7 хоног, 14 хоног урьдчилан бэхжүүлсэний дараа -20 °C температуртай хөлдөөгчид 28 хоног байрлуулсан. Сонгосон хугацаанд дээжийн зарим хэсгийг жижиг хэсэгт хувааж, гидратацын урвалыг зогсоохын тулд вакуум саванд 1 цаг их хэмжээний ацетонд хийж дэвтээсэн. Дараа нь дээжийг SEM ажиглалт болон XRD рентген шинжилгээ хийх өдөр хүртэл эксикаторт хадгалсан.

БЕТОН ХОЛЫЦЫН НАЙРЛАГЫГ									
Групп	Бат бэх	Конус суулт	Агаар	У/Ц	Ус	Цемент	Элс	Дайрга	Нэмэлт
	[МПа]	[см]	[%]				[кг/м³]		
1	60	21.8	4.2	33.6	175	521	755	888	5.21
2	40	18.1	7.4	39.0	174	446	749	944	4.46
3	30	16.8	4.9	54.0	175	324	824	990	3.24

ЦЕМЕНТИЙН ФИЗИК БА МЕХАНИК ШИНЖ ЧАНАР.

Нягт	Хувийн гадаргуу [см²/г]	Барьцалдах хугацаа [мин]		Шахалтын бат бэх [МПа]		
		эхлэх	дуусах	3 хоног	7 хоног	28 хоног
3.16	3280	133	217	31.4	47.9	65.3

БЕТОНЫ ДЭЭЖИЙГ БЭХЖҮҮЛСЭН БОЛОН ХӨЛДӨЛТӨНД ӨРТӨӨСӨН НӨХЦӨЛ.

3-Р ХҮСНЭГТ

Урьдчилан бэхжих		Хөлдөөх		Дахин бэхжих	
Нөхцөл	хугацаа [хоног]	Нөхцөл	хугацаа [хоног]	Нөхцөл	хугацаа а [хоног]]
20 °C, 95%RH	0	-20 °C хөлдөөгч	1, 3, 7, 14, 28	20 °C, 95%RH	56, 91
	1		2, 6, 13, 27		56, 91
	3		4, 11, 25		56, 91
	7		7, 14, 21		56, 91
	14		7, 14		56, 91
	21, 28				56, 91
Стандарт орчинд бэхжүүлсэн					
20 °C усанд	1, 3, 7, 14, 21, 28, 56, 91				

4. Рентген туяаны дифракцийн (XRD) шинжилгээ

Цементэн зуурмагийн эрдсийн найрлагыг рентген туяаны дифракц (XRD)-ийн шинжилгээгээр тодорхойлсон. Хэмжилтийг CuKα цацрагийг ашиглан 2θ өнцгийн 5°-70° хүртэлх хүрээнд гүйцэтгэсэн. Фазыг тодорхойлохдоо олон улсын дифракцийн мэдээллийн төв (ICDD)-ийн мэдээллийн санд үндэслэн хийсэн.

5. Электрон микроскоп (SEM)-ийн шинжилгээ.

Өөр өөр хугацаанд урьдчилан бэхжүүлсэн цементэн зуурмагийн гидратацын бүтээгдэхүүнийг тодорхойлохын тулд SEM шинжилгээгээр ажиглалт хийж зураг авсан. Энэхүү ажилд тайлагнасан бүх шинжилгээг JED-2300, Li-doped Si хагас дамжуулагч детектор болон олон сувгийн анализатор (spectrum analyzer) суурилуулсан JEOL JSM-6500F сканнердах электрон микроскоп ашиглан гүйцэтгэсэн. Дээжийн гадаргууд цацрагийн бүрхүүлийг цагаан алт (Pt) ашиглан хийсэн. Бэхжиж хатуурсан цементэн зуурмагийн дээжийг SEM ажиглалт хийх зорилгоор 5 мм-ийн хэмжээтэй шоо болгон хугалсан ба бүх ажиглалтыг 15 keV-оор хийсэн.

III. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

1. Шахалтын бат бэхийн өсөлт

1 болон 3-р группийн бетоны шахалтын бат бэхийн өсөлтийг Зураг 1 болон 3-г харуулав. Хөлдөөхөөс өмнө урьдчилан бэхжүүлэх хугацаа 1-ээс 14 хоног хүртэл нэмэгдэхэд шахалтын бат бэх өссөн болох нь тодорхой харагдаж байна. 1-р группийн зорилтот шахалтын бат бэх нь 3-р группийнхээс хоёр дахин өндөр байсан. Гэсэн хэдий ч -20°C температуртай хөлдөөгчид байрлуулсны дараа бат бэхийн өсөлт гараагүй бөгөөд хөлдөөх хугацаанд бүх дээжийн шахалтын бат бэх өсөлтгүй тогтмол байсан.

2-р группийн шахалтын бат бэхийн өсөлтийг Зураг 2-г харуулав. Хөлдөөхөөс өмнө урьдчилан бэхжүүлэхгүйгээр хэвэнд цугасны дараа хөлдөөгчид шууд байрлуулсан (0d-F) бетоны сорьцууд нь хөлдөөх хугацаанд шахалтын бат бэхийн өсөлт гараагүй ба бараг тэг утга байсан. Эдгээр дээж нь эрт үеийн хөлдөлтөд өртсөн болох нь мэдэгдэж байна. Зураг 4-г урьдчилсан бэхжүүлсэн хугацаанаас хамаарах бат бэхийн алдагдлыг үзүүлсэн бөгөөд урьдчилан бэхжүүлсэн хугацаа 14 хоног байхад бүх группийн шахалтын бат бэхийн алдагдал ойролцоогоор 10% болох нь тодорхой харагдаж байна. Гэсэн хэдий ч Karagol болон хамтарсан судлаачид [9]-ын ажигласантай адил цементийн

гидратацын урвал нь өрөөнд дахин бэхжүүлсний дараа үргэлжилдэг болох нь харагдаж байна. Шууд хөлдөөсөн дээжээс бусад ихэнх дээж өрөөний температурт 91 хоногийн хугацаанд дахин бэхжүүлсний дараа зорилтот бат бэхээ авсан байна. 0d-F дээжүүд өрөөнд 91 хоногийн хугацаанд дахин бэхжүүлсний дараа зорилтот бат бэхийн ердөө 38%-ийг авсан.

2-р группийн хуримтлагдсан температур болон шахалтын бат бэхийн хамаарлын муруйг Зураг 5-г харуулав. Хуримтлагдсан температурыг AIJ (Architectural Institute of Japan)-ийн зөвлөмжийн [10-11] дагуу (1) болон (2) тэгшитгэлийг ашиглан тооцоолсон. Хөлдөөхөөс өмнө урьдчилан бэхжүүлсэн хугацаанаас үл хамааран бүх муруй ижил хандлагатай байгаа нь харагдаж байна. Гэсэн хэдий ч зөвхөн 0d-F сорьц эрт үеийн хөлдөлтөөс шалтгаалж тэс өөр хандлага үзүүлж байна. Тиймээс эрт үеийн хөлдөлт нь бетон бүтээцэд хамгийн хортой хохирол учруулдаг болох нь үүгээр харагдаж байна.

$T \geq 0$ үед

$$M = \sum (10 + T) \Delta t \quad (1)$$

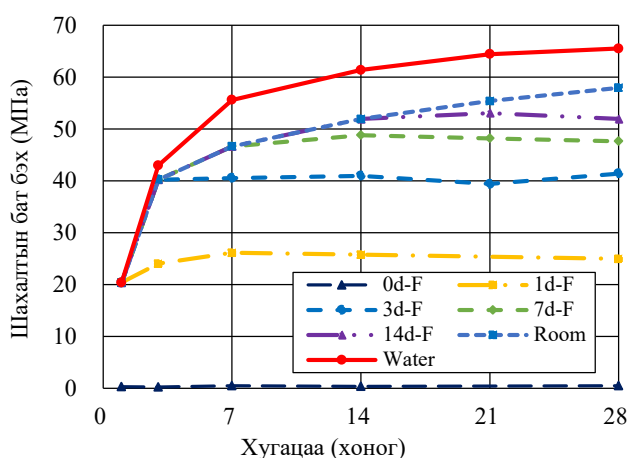
$T < 0$ үед

$$M = \sum 10 \times \exp(-0.6 \times (-T)^{0.74}) \Delta t \quad (2)$$

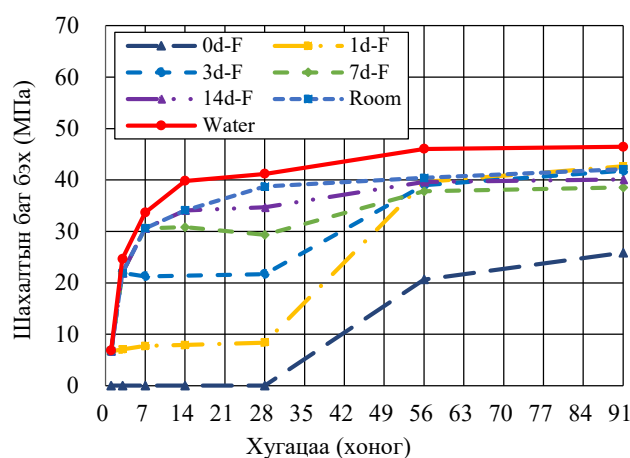
Энд: M - Хуримтлагдсан температур ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{D}$ буюу $^{\circ}\text{Хэм} \cdot \text{Хоног}$)

T : Δt хугацаан дахь температур ($^{\circ}\text{C}$)

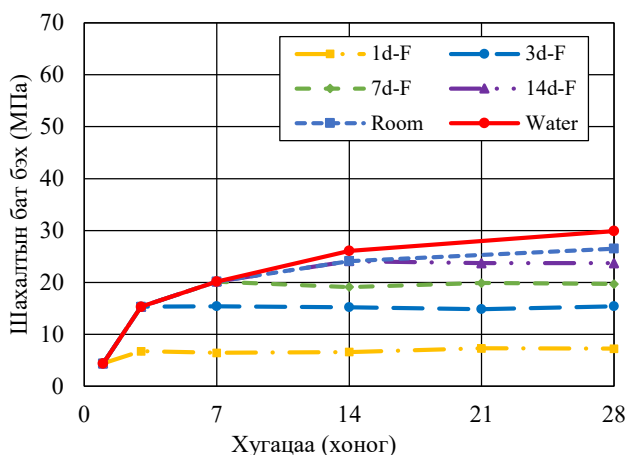
Δt : Хугацаа



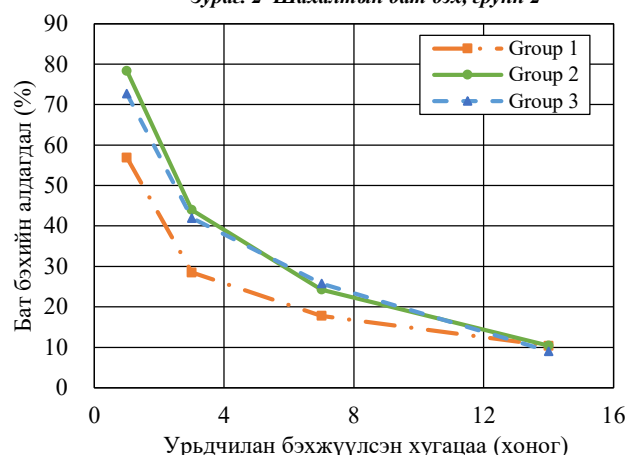
Зураг 1 Шахалтын бат бэх, групп 1



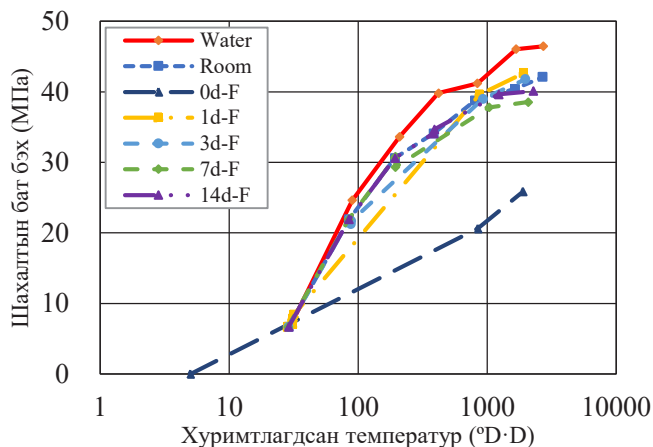
Зураг 2 Шахалтын бат бэх, групп 2



Зураг 3 Шахалтын бат бэх, групп 3



Зураг 4 Шахалтын бат бэхийн алдагдал



Зураг 5 Шалгалтын баг бэх болон хуримтлагдсан температур, групп 2

2. Хөлдөх үеийн дотоод температурын бууралт

Зураг 6, 7, 8-д групп тус бүрийн бетоны хөлдөх үеийн температурын бууралтыг харуулав. Харьцуулах зорилгоор цэвэр усыг бетоны хэвэнд хийж хөлдөх үеийн температурын өөрчлөлтийг мөн хэмжсэн. Цэвэр усны хөлдөх үеийн фазын шилжилтийн хугацаа 845 минут байсан. Хүснэгт 4-д бүх дээжийн урьдчилан бэхжүүлсэн хугацаа нь

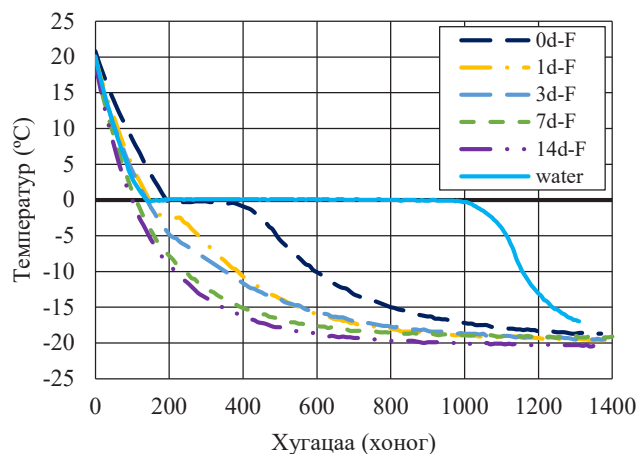
УРЬДЧИЛАН БЭХЖҮҮЛСЭН ХУГАЦАА НЬ ФАЗЫН ШИЛЖИЛТИЙН ХУГАЦААНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨ.

4-Р ХҮСНЭГТ

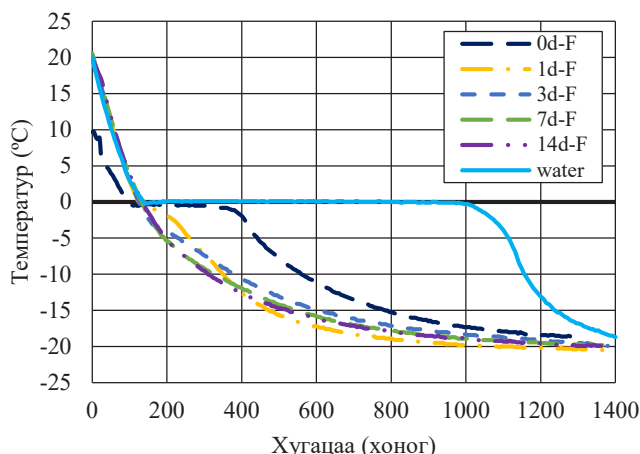
Групп	Фазын шилжилтийн хугацаа [мин]				
	0d-F	1d-F	3d-F	7d-F	14d-F
1	170	40	10	5	5
2	270	45	20	5	5
3	-	85	50	35	5

хөлдөх үеийн фазын шилжилтийн хугацаанд үзүүлэх нөлөөг харуулав. Урьдчилан бэхжүүлэх хугацаа нэмэгдэхийн хэрээр хөлдөх үеийн фазын шилжилтийн хугацаа буурсан байна. Үүнийг урьдчилан бэхжүүлсэн хугацаа нэмэгдэхийн хэрээр бетонд агуулагдах хөлдөх боломжтой усны хэмжээ буурсантай холбон тайлбарлаж болно. Урьдчилан бэхжүүлэх хугацаа 14 хоног хүртэл байхад бүх хольцын хувьд фазын шилжилтийн хугацаа тэнцүү болж байна.

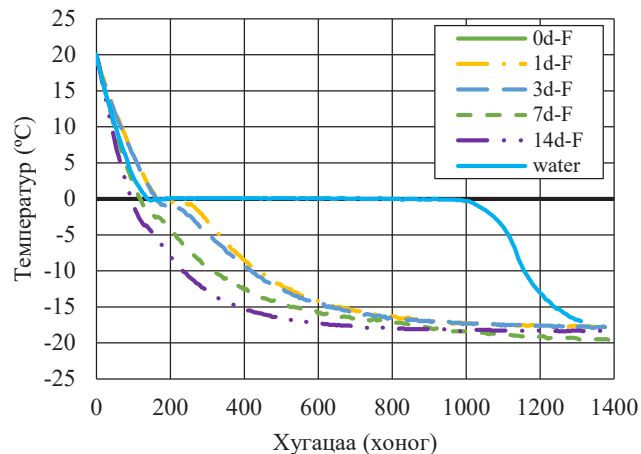
Зураг 9-д урьдчилан бэхжүүлэх хугацаа нь фазын шилжилтийн температурт хэрхэн нөлөөлж байгааг харуулав. Фазын шилжилтийн температурыг дифференциалын аргаар тодорхойлсон. 1-р группийн хөлдөлтийн температур нь урьдчилан бэхжүүлсэн хугацаа нэмэгдэхийн хэрээр 0 °C-ээс -15.6 °C хүртэл мэдэгдэхүйц буурч байна. Бэхжилт гүйцсэн бетон дахь ус нь химийн хувьд холбогдсон шинж чанартай



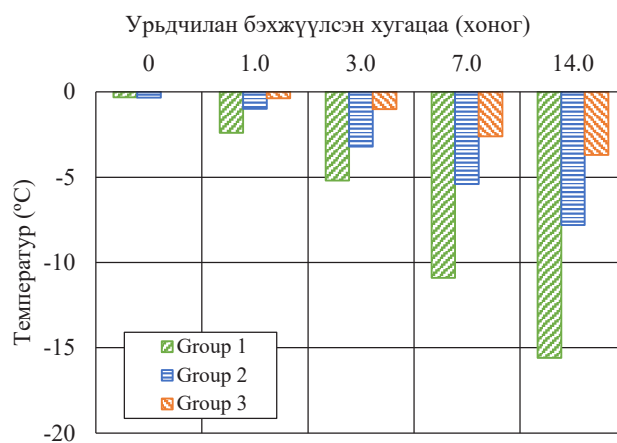
Зураг 6 Хөлдөх үеийн температурын өөрчлөлт, групп 1



Зураг 7 Хөлдөх үеийн температурын өөрчлөлт, групп 2



Зураг 8 Хөлдөх үеийн температурын өөрчлөлт, групп 3



Зураг 9 Урьдчилан бэхжүүлэх хугацаа нь фазын шилжилтийн температурт үзүүлэх нөлөө

байдаг тул хөлдөлтийн цэг буурсан гэж үзэж байна. Ханасан зуурмаг дахь ус нь гурван төлөвт оршдог: [12], химийн хувьд холбогдсон, гель гадаргуу дээр болон гадаргуугийн хүчний хүрэнээс гадна орон зайд физикийн хувьд шингэсэн төлөвт байна. Хэдийгээр химийн холбоотой ус хөлдөхгүй боловч бусад ус нь тэг хэмээс доош температурт хөлдөх боломжтой байдаг. Уусмалын хөлдөх цэг нь Раультын хуулийн дагуу ионы концентраци ихсэх тусам буурсан байдаг [13]. Хүйтэн цаг агаарын нөхцөлд бэхжиж буй бетон нь 0 °C-ээс доош температур өртөх үед цементэн системийн дотоод бүтцийг гэмтээдэг; бетоны нүх сүвний доторх ус ерөнхийдөө мөс болж, эзлэхүүнээ 9% орчим нэмэгдүүлдэг [14]. Гэсэн хэдий ч бидний туршилтаар У/Ц харьцаа 0.39-өөс доош байх үед 14 хоног бэхжүүлсний дараа бетон дотор хөлдөх боломжтой ус байхгүй болсныг харуулж байна. Тиймээс бетон дотор хөлдөх боломжтой ус байхгүй үед хөлдсөн бетонд уснаас үүдэлтэй дотоод гэмтэл гарахгүй гэж үзэж байна.

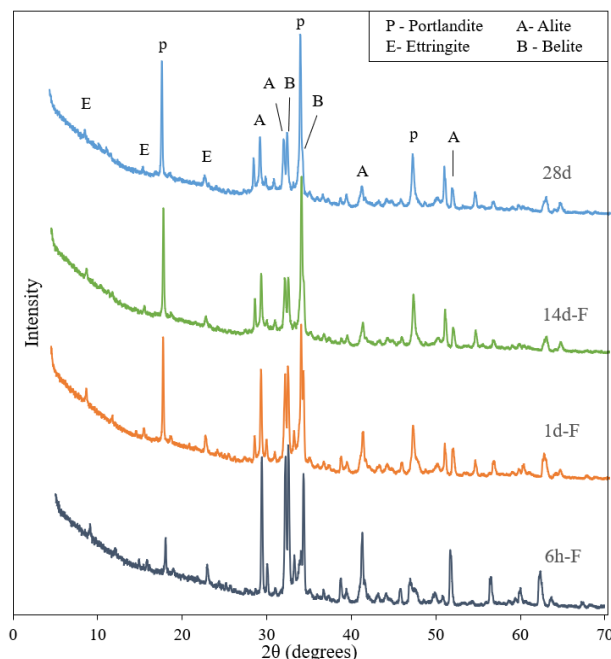
3. Цементэн зуурмагийн гидратац

Зураг 10-д ижил хугацаанд бэхжүүлсэн боловч өөр өөр бэхжилттэй цементэн зуурмагийн гидратацын рентген шинжилгээний зургийг харуулав. Хөлдөөхөөс өмнөх урьдчилан бэхжүүлсэн хугацаа нь 6 цаг, 1 хоног, 14 хоног байсан. 28d-ээр тэмдэглэсэн дээжийг хөлдөөгчид огт байрлуулаагүй. Хяналтын өрөөнд 6 цаг урьдчилсан бэхжүүлсэн (6h-F) дээжийн хувьд портландитын пик (18.0, 34.1 ба 47.4° 2θ) бага байсан бол алитын гол пикүүд (29.4, 32.2, 41.2 ба 51.7° 2θ) болон белитын пикүүд (32.5, 34.6, 32.0° 2θ) нь бусад дээжээс хамаагүй илүү эрчимтэй харагдаж байна. Энэ нь цементийн үндсэн фазауд (алит, белит)-ын зарцуулалт бага байгаа бөгөөд бэхжилтийн энэ хугацаанд гидратацын бүтээгдэхүүн (портландит ба этрингит) бага үүсдэг болохыг харуулж байна. Энэ нь маш бага (-20 °C) температурт гидратацын урвал явагдаагүй болохыг баталж байна. Гэсэн хэдий ч портландитын пикүүд нь бэхжүүлсэн хугацаа нэмэгдэх үед 1d-F-ээс эхлэн алит болон белитын пикүүдээс давж гарсан байна. Цементийн үндсэн фазауд нь 28 хоногийн дараа буурсан боловч алга болоогүй хэвээр байна. Энэ нь У/Ц-ын харьцаа бага байснаас шалтгаалж 28 хоногийн бэхжилтийн дараа ч идэвхгүй цемент цементийн зуурмагт байсаар байх магадлалтай юм [15]. 14d-F болон 28d дээжүүдийн пикүүд нь бараг ижил төлөвийг харуулж байна.

4. Дотоод бүтцийн судалгаа

Зураг 11-ээс 14-т ижил хугацаанд бэхжүүлсэн боловч өөр өөр бэхжилттэй цементийн зуурмагийн электрон микроскоп (SEM)-ийн шинжилгээний зургийг харуулав. Зураг 11 нь 6h-F цементийн зуурмагийн SEM зураг юм. Дээжийг 6 цагийн турш урьдчилан бэхжүүлсний дараа 28 хоног хүртэл хөлдөөсөн.

6h-F-ийн SEM зургаас үзэхэд ихэвчлэн зүү хэлбэртэй этрингит талстууд болон хавтан хэлбэртэй портландитын морфологи нь 28 хоногийн



Зураг 10 Цементийн зуурмагийн XRD төлөв

турш 20 °C-тэй, 95%-ийн чийгшилтэй орчинд бэхжүүлсэн цементийн зуурмаг (Зураг 14)-тай харьцуулахад боловсорч гүйцсэн гидратацын бүтээгдэхүүний шинж тэмдэггүй байна. Энэ нь цементийн фазын ихэнх хэсэг -20 °C-ийн температурт хөлдөөх хугацаанд идэвхгүй хэвээр байгааг нотолж байна. Зураг 12-д 1d-F цементийн зуурмагийн SEM зургийг харуулав. Этрингитийн зүүний талстууд мэдэгдэхүйц алга болж, портландитын хавтангийн талстууд цементийн хэсгүүдийн гадаргуу дээр цөм болж ургасан байна. XRD шинжилгээгээр ажиглагдсанаар энэ үед портландитын пикүүд нэмэгдэж байсан. Зураг 13 болон 14-т үзүүлснээр 14d-F болон 28d дээжид ихэнх орон зайг гидратацын бүтээгдэхүүнүүд дүүргэсэн байна.

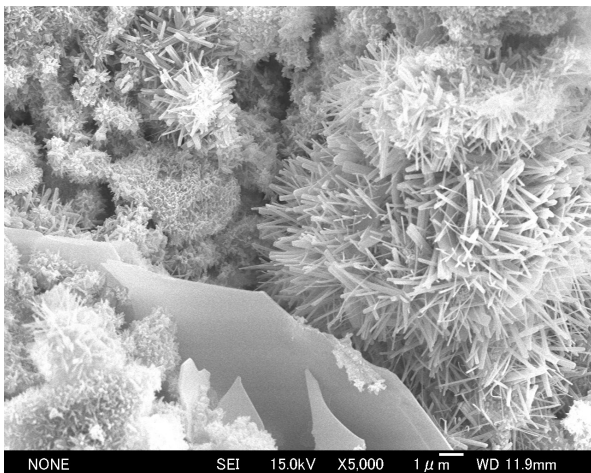
ДҮГНЭЛТ

Энэхүү өгүүлэлд тэг хэмээс доош (-20°C) температур болон урьдчилан бэхжүүлэх хугацаа нь бетоны шахалтын бат бэхэд хэрхэн нөлөөлж байгааг судалсан бөгөөд судалгаагаар үндэслэн доорх дүгнэлтийг хийж байна:

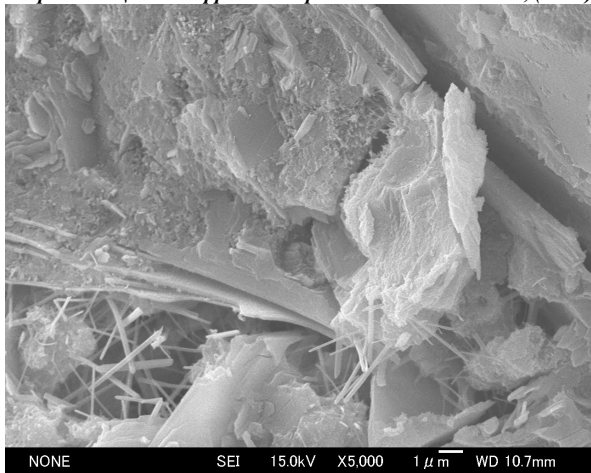
(1) Бетон хольцын У/Ц-ын харьцаанаас хамааран бетон доторх хөлдөх боломжтой усны хэмжээ 3-14 хоногийн хугацаанд цементийн гидратацын урвалаар мэдэгдэхүйц буурч байна. У/Ц=0.39 байх үед 14 хоногийн дараа хөлдөх боломжтой ус байхгүй болсон нь ажиглагдсан.

(2) У/Ц-ын харьцаа 0.34 байхад бетоны хөлдөх температур урьдчилан бэхжүүлсэн хугацаа нэмэгдэхийн хэрээр 0°C-аас -15.6°C хүртэл мэдэгдэхүйц буурч байна.

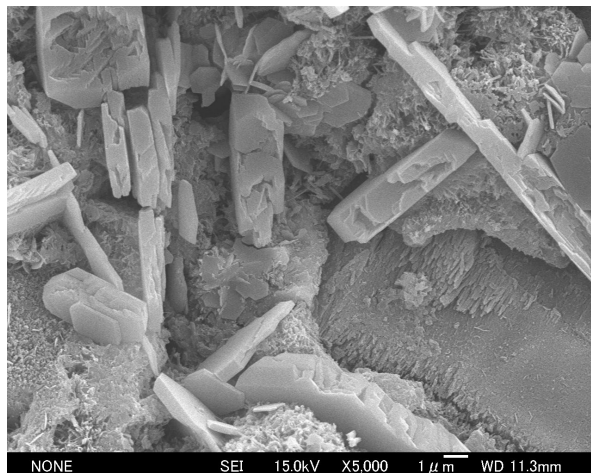
4) 20 °C-тай 95% чийгшилтэй өрөөнд 14 хоногийн турш бэхжүүлсэн 60 МПа-ын бат бэхтэй бетоны хувьд ч тэг хэмээс доош (-20 °C) температурт зорилтод бат бэхдээ хүрэхгүй байна.



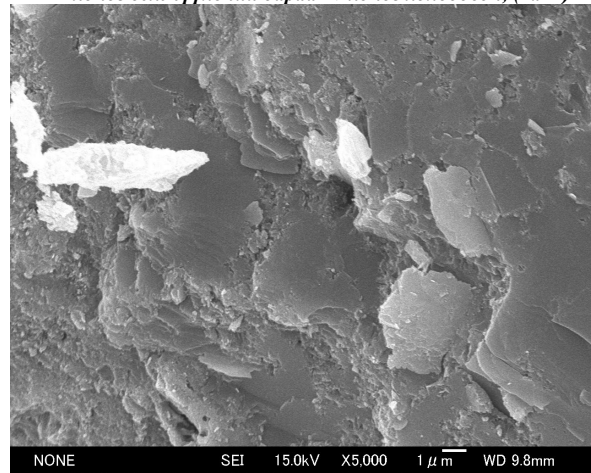
Зураг. 11 Цементийн зуурмагийг 20°C, 95% чийгшилтэй орчинд 6 цаг бэхжүүлсний дараа 28 хоног хөлдөөсөн, (6h-F)



Зураг. 13 Цементийн зуурмагийг 20°C, 95% чийгшилтэй орчинд 14 хоног бэхжүүлсний дараа 14 хоног хөлдөөсөн, (14d-F)



Зураг. 12 Цементийн зуурмагийг 20°C, 95% чийгшилтэй орчинд 1 хоног бэхжүүлсний дараа 27 хоног хөлдөөсөн, (1d-F)



Зураг. 14 Цементийн зуурмагийг 20°C, 95% чийгшилтэй орчинд 28 хоног бэхжүүлсэн, (28d)

5) Хэт бага (-20°C) температурт цементийн гидратацын урвал бүрэн зогсдог болох нь цементийн зуурмагийн дотоод бүтцийн судалгаа болон XRD шинжилгээний үр дүнгээр батлагдаж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] B. Lothenbach et al "Effect of temperature on the pore solution, microstructure and hydration products of Portland cement pastes," vol. 37, pp. 483–491 (2007)
- [2] X. Wei et al "Influence of low-temperature curing on the mechanical strength, hydration process, and microstructure of alkali-activated fly ash and ground granulated blast furnace slag mortar," Constr. Build. Mater., vol. 269, 121811 (2021)
- [3] K. D. Weerdt et al "The effect of temperature on the hydration of composite cements containing limestone powder and fly ash," Mater. Struct., pp. 1101–1114 (2012)
- [4] K. O. Kjellsen et al "Development of microstructures in plain cement pastes hydrated at different temperatures" Cem. Concr. Res., vol. 21, pp. 179–189 (1991)
- [5] J. I. Escalante-García and J. H. Sharp, "Effect of temperature on the hydration of the main clinker phases in portland cements: Part II, Blended cements" Cem. Concr. Res., vol. 28, pp. 1259–1274 (1998)
- [6] A. Y. Nassif and M. F. Petrou, "Influence of cold weather during casting and curing on the stiffness and strength of concrete," Constr. Build. Mater., vol. 44, pp. 161–167 (2013)
- [7] P. Li et al "Hydration mechanism and early frost resistance of calcium sulfoaluminate cement concrete," Constr. Build. Mater., vol. 239, 117862 (2020)
- [8] D. Pushpalal et al "Compressive strength development and durability properties of high-calcium fly ash incorporated concrete in extremely cold weather," Constr. Build. Mater., vol. 316, 125801 (2022)
- [9] F. Karagol et al "Behavior of fresh and hardened concretes with antifreeze admixtures in deep-freeze low temperatures and exterior winter conditions," Constr. Build. Mater., vol. 76, pp. 388–395 (2015)
- [10] AIJ "Recommendation for practice of cold weather concreting," (2010) (in Japanese)
- [11] M. Taniguchi et al "A proposal of temperature-time function on the strength development of concrete under sub-zero temperature," J. Struct. Constr. Eng. 74, 995–1003 (2009) (in Japanese)
- [12] H. F. W. Taylor, "The chemistry of cements," vol. I (1964)
- [13] A. Alzaza et al "Low-temperature (-10°C) curing of Portland cement paste-Synergetic effects of chloride-free antifreeze admixture, C-S-H seeds, and room-temperature pre-curing," Cem. Concr. Compos., vol. 125 (2022)
- [14] J. Khan and G. S. Kumar, "Influence of binary antifreeze admixtures on strength performance of concrete under cold weather conditions," J. Build. Eng., vol. 34, 102055 (2021)
- [15] O. M. Jensen et al "Internal Curing of Concrete – Chapter 3 - Mechanisms of internal water curing", RILEM Technical Committee 196-ICC, pp. 15-27 (2007)

ДАХИН ТӨЛӨВЛӨЛТ ДЭХ ИРГЭДИЙН ОРОЛЦОО (НАЛАЙХ ДҮҮРГИЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР)

Банзайрагчаагийн ОТГОНЗАЯА¹, Дашийн ОЮУНЦЭЦЭГ², Сүхбаатарын ЖАРГАЛМАА³

^{1 2 3} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль, Геодезийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: daoyunaa@must.edu.mn²

Хураангуй: Хот төлөвлөлт нь бүс нутгийн тогтвортой хөгжлийн гол чиглэл бөгөөд иргэдийн оролцоо нь хот байгуулалтын шийдвэр гаргалтын чанар, тогтвортой байдлыг тодорхойлох чухал хүчин зүйл юм. Энэхүү судалгааны зорилго нь Улаанбаатар хотын Налайх дүүргийн дахин төлөвлөлтөд иргэдийн оролцооны түвшинг тодорхойлох, оролцоог сайжруулах загвар боловсруулахад оршино. Судалгаанд иргэдийн оролцооны шатлалын онол, оролцооны түвшний загварыг ашиглав. Гадаад орны туршлагаас үзэхэд хот төлөвлөлтөд иргэдийн оролцоог институцийн түвшинд зохион байгуулж, шийдвэр гаргах шатанд тэдний санал бодлыг тусгах замаар төсөл хэрэгжилтийн чанар, хариуцлагыг нэмэгдүүлж байна. Судалгаагаар иргэдийн 88–95% нь дэд бүтцийн иж бүрэн шийдлийг дэмжсэн нь зөвлөлдөх шатны ач холбогдлыг илтгэж байна. Үүний үндсэн дээр оролцоог мэдээлэл өгөх, зөвлөлдөх, хамтран оролцох, хяналт ба үнэлгээний шаталсан загвараар хэрэгжүүлэхийг санал болголоо. Энэхүү загвар нь иргэдийн идэвхтэй оролцоог нэмэгдүүлэх, төр иргэний итгэлцлийг бэхжүүлэх, хот төлөвлөлтийн тогтвортой байдлыг хангахад чиглэнэ.

Түлхүүр үгс: иргэдийн оролцоо, хот төлөвлөлт, дахин төлөвлөлт, Налайх дүүрэг, шаталсан загвар, зөвлөлдөх шат, тогтвортой хөгжил

I. УДИРТГАЛ

Хот төлөвлөлт нь хот, бүс нутгийн тогтвортой хөгжлийн гол салбар бөгөөд нутаг дэвсгэрийн зохион байгуулалт, дэд бүтцийн хүртээмж, хотын орчны чанарыг тодорхойлдог. Сүүлийн жилүүдэд дэлхийн олон оронд хот төлөвлөлтийн үйл явцад иргэдийг идэвхтэй оролцуулах ач холбогдол нэмэгдэж, төрийн байгууллагын ил тод байдал, үр ашиг, нийгмийн хариуцлагыг дээшлүүлэхэд чухал үүрэг гүйцэтгэж байна.

Монгол Улсад орон нутгийн хөгжлийн үйл ажиллагаанд иргэдийн оролцоог нэмэгдүүлэх асуудлыг төвлөрсөн болон ардчилсан засаглалын шинэчлэлийн хүрээнд судалж эхэлжээ. Энэ хүрээнд “Хот байгуулалтын тухай хууль”, “Орон нутгийн хөгжлийн сангийн журам” зэрэг эрх зүйн баримт бичгүүдэд иргэдийн орон нутгийн хөгжилд оролцох, шийдвэр гаргах үйл явцад санал бодлоо илэрхийлэх боломжийг бүрдүүлэх зохицуулалт тусгагдсан байдаг [9, 10]. Гэсэн ч практикт оролцоо хангалтгүй хэвээр байгаа нь дүүрэг болон нийслэлийн ойр орчмын түвшинд илэрдэг.

Налайх дүүрэг нь Улаанбаатар хотын хөгжиж буй дагуул дүүргийн нэг бөгөөд хотын бүс нутгийн хөгжлийн хувьд стратегийн чухал ач холбогдолтой. Тус дүүрэгт дэд бүтэц, орон сууц, үйлдвэрлэлийн хөгжилтэй холбоотой олон төсөл хэрэгжиж байгаа нь орон нутгийн иргэдийн идэвхтэй оролцоог шаарддаг. Гэвч хот төлөвлөлтийн төсөл, шийдвэрийг хэлэлцэх, хэрэгжүүлэх явцад иргэдийн оролцоо хязгаарлагдмал байгаа учир гаргаж буй шийдвэрийн үр ашиг, тогтвортой байдал алдагдах хандлагатай байна.

Судалгааны зорилго нь Налайх дүүргийн дахин төлөвлөлтөд иргэдийн оролцооны түвшинг тодорхойлох, оролцоог сайжруулах механизм, арга замыг боловсруулахад оршино.

Судалгаанд Арнстейн (Arnstein S.R.) (1969)-ийн иргэдийн оролцооны шатлал, Pretty J.N. (Претти) (1995)-ийн оролцооны түвшний загвар, мөн participatory болон collaborative planning-ы үндсэн зарчмуудыг ашиглан иргэдийг зөвхөн мэдээллээр хангахаас гадна зөвлөлдөх, хамтарч шийдвэр гаргах түвшинд оролцуулах боломжийг авч үзэв [1, 4]. Эдгээр онол, загвар нь иргэд, мэргэжилтэн, төрийн байгууллагын хамтын шийдвэр гаргалтыг дэмжиж, төсөл хэрэгжилтэд иргэдийн санал, оролцоог нэгтгэхэд чиглэгддэг. Судалгааны үр дүнд гэр хорооллын дахин төлөвлөлтөд иргэдийн оролцоог шаталсан загварын дагуу зохион байгуулах стратегийг боловсруулахад үндэслэл болох юм.

Энэхүү судалгаа нь Налайх дүүргийн дахин төлөвлөлтийн үйл явцыг иргэдийн идэвхтэй оролцоонд суурилсан шаталсан загвар ашиглан судалсан нь шинэлэг тал юм. Судалгаа нь зөвхөн мэдээлэл өгөх түвшинд оролцоо хангах бус, зөвлөлдөх, хамтран оролцох, хяналт ба үнэлгээний бүх шатанд иргэдийг оролцуулах боломжийг онцлон харуулж байна. Мөн гадаадын амжилттай туршлагыг үндэслэн нутагшуулах боломжийг тодорхойлсон нь орон нутгийн нөхцөлд тохирсон, практик хэрэглээний ач холбогдолтой шийдэл болж байна.

II. ИРГЭДИЙН ОРОЛЦОО БА ОНОЛЫН СУУРЬ

Иргэдийн оролцоо нь дахин төлөвлөлтийн амжилт, тогтвортой байдлын гол хүчин зүйлд тооцогддог. Арнстейн (1969)-ийн “оролцооны шатлал онол” нь оролцоог хэлбэр, түвшний хувьд ангилж, зөвхөн мэдээлэл авах хязгаарлагдмал оролцооноос эхлээд шийдвэр гаргах түвшний идэвхтэй оролцоо хүртэл шаталсан байдлаар тодорхойлдог. Энэхүү онол нь оролцоог системтэй үнэлэх, шаталсан загварыг боловсруулахад суурь үзэл баримтлал болдог. Дахин төлөвлөлтөд

иргэдийн оролцооны ач холбогдол нь орон сууцны чанар, нийгмийн итгэлцэл, иргэдийн сэтгэл ханамжийг дээшлүүлэхэд оршино [1].

Дахин төлөвлөлтөд иргэдийн оролцоо нь шийдвэр гаргах процессын салшгүй хэсэг бөгөөд олон шат дамжлагатайгаар хэрэгждэг. Арнстейн (1969) болон Претти (1995)-ийн онолын дагуу оролцоо нь мэдээлэл өгөхөөс эхлээд шийдвэр гаргалтад шууд оролцох хүртэл өргөжиж болно. Претти (1995)-ийн загвар нь идэвхтэй оролцоо нь төслийн үр дүнг сайжруулж, нийгмийн итгэлцлийг бэхжүүлдэг болохыг онцолдог [4]. Participatory болон collaborative planning-ийн концепц нь иргэд, мэргэжилтэн, төрийн байгууллагын хамтын оролцоог бүх шатанд шаарддаг. Практикт иргэдийн оролцоог дараах шатуудаар хэрэгжүүлдэг. Үүнд:

1. Мэдээлэл өгөх (Informing): Хотын хөгжлийн төсөл, дэд бүтцийн төлөвлөгөө, барилга байгууламж, тохижилтын ажлын талаарх мэдээллийг түгээх. Энэ шатанд уулзалт, олон нийтэд зориулсан мэдэгдэл, хэвлэмэл болон цахим мэдээллийн сувгуудыг ашигладаг. Зорилго нь — иргэдийг ирээдүйн төлөвлөгөөтэй танилцуулж, дараагийн хэлэлцүүлэгт бэлтгэх явдал юм.

2. Зөвлөлдөх (Consulting): Иргэд, мэргэжилтнүүд болон төрийн байгууллагуудын оролцоотойгоор олон нийтийн сонсгол, санал асуулга, хэлэлцүүлэг зохион байгуулах. Цуглуулсан санал, дүгнэлтийг төлөвлөгөөг боловсруулах, шийдвэр гаргах үе шатанд тусгадаг. Энэ шат нь Арнстейний оролцооны шатлалын дунд түвшнүүд болох “зөвлөлдөх” болон “саналыг харгалзан үзэх” түвшинд таардаг.

3. Хамтран оролцох (Collaborating): Иргэдийг төсөл боловсруулах, шийдвэр гаргах үйл явцад шууд оролцуулах. Жишээлбэл: төлөвлөлтийн ажлын хэсэгт оролцох, Орон нутгийн хөгжлийн сангийн хөрөнгө оруулалтыг хуваарилахад санал өгөх, эсвэл тохижилтын төслийн хэрэгжилтэд хамтран хяналт тавих. Энэ шат нь Арнстейний шатлалын дээд түвшнүүд болох “эрх мэдэл хуваалцах” болон “түншлэл” түвшинд харгалздаг.

4. Хяналт ба үнэлгээ (Empowering/Monitoring): Иргэд төслийн хэрэгжилт, үр ашиг, чанарын стандартыг хангах үйл явцад хяналт, үнэлгээний түвшинд оролцоно. Энэ нь шийдвэрийг бодит мэдээлэл болон олон нийтийн саналд үндэслэн засах боломж олгож, төр ба иргэдийн хоорондын итгэлийг бэхжүүлдэг.

Эдгээр үе шатыг Налайх дүүргийн хот төлөвлөлтөд хэрэгжүүлснээр Арнстейн, Претти, Healey J.N. (Хилэй) нарын онолын зарчмууд практикт амжилттай нэвтэрч, төрийн байгууллагуудын ил тод байдал, нийгмийн хариуцлага нэмэгдэж, хотын орчны тогтвортой хөгжил хангагдана.

III. ГАДААД ОРНЫ ТУРШЛАГА ДАХ ИРГЭДИЙН ОРОЛЦОО

Дэлхийн олон хотын хөгжлийн туршлагаас үзэхэд, дахин төлөвлөлтийн бодлого нь зөвхөн дэд

бүтэц, барилгажилтын асуудлыг шийдэхэд бус, харин иргэдийн санал, хэрэгцээ, оролцоог төлөвлөлт, шийдвэр гаргалт, хэрэгжилтийн бүх шатанд идэвхтэй хамруулах замаар оршин суугчдын амьдралын чанарыг дээшлүүлэх, орчныг хүн төвтэй хөгжүүлэх чиглэлд амжилттай хэрэгжиж иржээ. Жишээлбэл:

1. БНСУ-ын Сөүл хотын “Urban Regeneration Project” нь 2000-аад оны эхэн үеэс хэрэгжиж, хуучин хорооллуудыг дахин төлөвлөхдөө иргэдийн оролцоог гол зарчим болгосон төслийн нэг юм [5]. Тус хөтөлбөрт иргэдийг “Resident Committee”-д оролцуулж, зураг төслийн хэлэлцүүлэг, шийдвэр гаргалт, гүйцэтгэлийн хяналтад оролцуулсан нь нийгмийн итгэлцэл болон орон сууцны чанарыг дээшлүүлжээ. Төслийн амжилтыг тодорхойлсон гол хүчин зүйл нь оролцооны эрх зүйн зохицуулалт болон “Participatory Budgeting” буюу оролцооны төсвийн системийг хэрэгжүүлсэн явдал байв.

2. Нидерландын Амстердам хот “Participatory Urban Design” буюу иргэдийн оролцоотой хот төлөвлөлтийн загварыг амжилттай хэрэгжүүлсэн туршлагатай [7]. Тус хотод хэрэгжсэн Buurtbudget буюу Neighborhood Budget системийн хүрээнд иргэд өөрийн хорооны дахин төлөвлөлтийн төслүүдэд санал өгөх, төсөв хуваарилах, хэрэгжилтэд хяналт тавих боломжтой болсон. Энэ нь иргэдийн оролцоог шийдвэр гаргалтын нэг хэсэг болгож, бодит хамтын төлөвлөлтийн соёлыг төлөвшүүлсэн байна.

3. Германы Берлиний “Quartiersmanagement Program” нь мөн иргэдийн оролцоог хот төлөвлөлтийн салшгүй хэсэг болгон хөгжүүлсэн жишээ юм [9]. Энэхүү хөтөлбөр нь оршин суугчид, төрийн байгууллага, хувийн хэвшлийн хамтын ажиллагаанд тулгуурласан “Triple Partnership” загварыг хэрэгжүүлж, иргэдийг шийдвэр гаргах болон хяналт тавих үйл явцад оролцуулсан. Төрийн ил тод байдал, мэргэжлийн дэмжлэг, иргэдийн итгэлцэл гурвын уялдаа нь төслийн амжилтын үндэс болсон байна.

Эдгээр туршлагын нийтлэг шинж нь иргэдийн оролцоог зөвхөн судалгааны түвшинд бус, бодит шийдвэр гаргалт, хэрэгжилт, хяналтын бүх шатанд хэрэгжүүлснээр дахин төлөвлөлтийн итгэлцэл, үр ашиг, тогтвортой байдлыг хангаж чадсан явдал юм. Сөүл хот дахин төлөвлөлтийн эхнээс иргэдийг Resident Committee-д оролцуулж, санал санаачилгыг төлөвлөгөөнд шууд тусгасан бол Амстердам хот олон түвшний Neighborhood Council хэлбэрээр оролцоог хэрэгжүүлсэн [5]. Харин Берлин хотын Quartiersmanagement Program нь Triple Partnership загвараар иргэд, төрийн байгууллага, хувийн хэвшлийн хамтын ажиллагааг хөгжүүлж, оршин суугчдыг шийдвэр гаргах болон хяналт тавих үйл явцад идэвхтэй оролцуулсан. Ийнхүү Сөүл, Амстердам, Берлиний туршлага нь иргэдийг зөвхөн асуулгад оролцуулах бус, шийдвэр гаргах, хяналт тавих, үнэлгээ хийх шатанд идэвхтэй оролцуулах шаардлагатайг харуулж байна.

IV. НАЛАЙХ ДҮҮРГИЙН ИРГЭДИЙН ОРОЛЦООНЫ СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Гадаадын амжилттай туршлагуудыг нутагшуулах замаар Налайхын гэр хорооллын дахин төлөвлөлтийг илүү үр дүнтэй, тогтвортой, иргэдэд ээлтэй байдлаар хэрэгжүүлэх боломж бүрдэнэ. Амжилттай дахин төлөвлөлтийн гол хүчин зүйл нь зөвхөн физик орчны шинэчлэл бус, нийгмийн оролцоог бодит түвшинд бий болгох, итгэлцэл, ил тод байдал, хамтын хариуцлагад тулгуурлах явдал юм.

Монгол Улсын “Алсын хараа–2050” урт хугацааны хөгжлийн бодлого, “Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөний тодотгол, 2030 он хүртэлх хөгжлийн чиг хандлага”, “Улаанбаатар хотын 2040 он хүртэлх хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөөний үзэл баримтлал” мөн 2024–2028 оны Улаанбаатар хотын Засаг даргын үйл ажиллагааны хөтөлбөр зэрэг хөгжлийн бодлогын баримт бичгүүдэд гэр хорооллыг ирээдүйд бүрэн инженерийн дэд бүтцээр хангагдсан, тохижилттой, амьдрахад таатай орчин бүхий, ухаалаг хотын нэг хэсэг болгон хөгжүүлэх зорилт, чиглэл тодорхой тусгагдсан [8, 9, 11, 12].

Эдгээр бодлогын хэрэгжүүлэх явцад иргэд, мэргэжилтэн, төрийн байгууллагын оролцоог хангах зорилгоор олон нийтийн сонсгол, санал асуулга, хэлэлцүүлэг зэрэг хэлбэрээр оролцоог зохион байгуулдаг. Цуглуулсан санал, дүгнэлтийг төлөвлөгөөг боловсруулах болон шийдвэр гаргах шатанд тусган хэрэгжүүлэхийг “Монгол Улсын Орон нутгийн хөгжлийн сангийн журам”-д тодорхой заасан байдаг [10].

Судалгааны хүрээ ба оролцоо. Налайх дүүргийн төлөвлөлтийн судалгааны хүрээнд төрийн байгууллагуудаас 28 албан бичиг, хувийн хэвшлийн 11 байгууллага, зөвшилцөх чиг үүрэг бүхий 7 байгууллагатай хамтран зөвшилцөл хийсэн ба иргэдийн оролцоог хангах зорилгоор 6 хорооны 4,995 өрхийг хамруулсан санал асуулга зохион байгуулсан (1-р Хүснэгт) [13].

САНАЛ АСУУЛГА

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Хороо	Нийт гэр хорооллын өрх	Санал авсан өрх /хашааны тоогоор/
1	1-р хороо	1497	1137
2	2-р хороо	39	39
3	3-р хороо	1353	812
4	4-р хороо	1842	1262
5	5-р хороо	1099	1169
6	6-р хороо	630	576
	Нийт	6460	4995

Мөн цахим санал асуулгаар 591 өрхийн 1,851 хүн, цаасан хэлбэрээр 506 иргэнээс өрхийн бүтэц, орлогын эх үүсвэр, орон сууц худалдан авах сонирхол, санхүүгийн боломж, “ногоон сууц”-ны талаарх ойлголт, дахин төлөвлөлтөд оролцох хүсэл, төрийн үйлчилгээний хүртээмж, “Гэрэлт гудамж” төслийн санал зэрэг мэдээллийг цуглуулжээ.

Судалгааны үр дүнд иргэдийн оролцоонд тулгуурласан төлөвлөлтийн санал, байршлын загвар, дахин төлөвлөлтийн хэрэгцээ, нийгэм-эдийн засгийн хүчин зүйлсийг тодорхойлж, Налайх дүүргийн дахин төлөвлөлтийн төлөвлөгөөг боловсруулахад ашигласан болно.

Энэ оролцооны түвшин нь Арнштейний оролцооны шатлалын дунд түвшнүүд болох “зөвлөлдөх” болон “саналыг харгалзан үзэх” шатанд хамаарна гэж үзэж болно.

Судалгааны үр дүнгээс иргэд гэр хорооллыг дахин төлөвлөлтөд оруулахад идэвхтэй оролцох сонирхолтой байгааг илэрхийлсэн бөгөөд дараах чиглэлүүд давамгайлж байв:

1. Агаарын бохирдлыг бууруулах, амьдрах орчныг сайжруулах: 2024 онд Налайх дүүргийн иргэдээс явуулсан санал асуулгаар, дахин төлөвлөлт хийснээр агаарын бохирдол, утаанаас салж, цэвэр, тохилог, ногоон орчинд амьдрах боломжтой гэж үзсэн нь гэр хорооллын дахин төлөвлөлтөд иргэдийн оролцох гол зорилго, хүсэлтийн үндэс болж байна.

2. Дэд бүтцийн иж бүрэн шийдэл: Иргэд төвийн дулаан, цэвэр бохир ус, цахилгаан зэрэг дэд бүтцийг бүрэн шийдсэн, стандартын дагуу баригдсан орон сууц, хотхонд орохыг шаардсан. Дэд бүтцийн асуудлыг орхигдуулбал дахин төлөвлөлтийн үр ашиг буурах эрсдэлтэй гэж үзэж байна.

3. Сууцны төрөл, чанар: Иргэд чанартай, 2 өрөөнөөс дээш орон сууцтай болох, таун хаус, нам давхар орон сууц зэрэг зохион байгуулалттай сууцанд орохыг хүссэн. Үүнд үерт өртөхгүй, аюулгүй, дулаан, тохилог орчныг чухалчилж байна.

4. Хотхон, нийтийн орчны зохион байгуулалт: Жишиг хороолол, ногоон байгууламж, хүүхдийн тоглоомын талбай, машины зогсоол зэрэгтэй зохион байгуулалттай хотхон байгуулах санал давамгайлсан. Энэ нь иргэдийн амьдрах таатай орчны шаардлагыг харуулж байна.

5. Санхүүгийн дэмжлэг, оролцоо: Залуу гэр бүлүүдийг урьдчилгаагүй зээл, түрээсээс өмчлөх боломж олгох зэрэг санхүүгийн дэмжлэг нь дахин төлөвлөлтөд оролцоход чухал хүчин зүйл болохыг иргэд онцолжээ.

6. Хүрээлэн буй орчны сайжруулалт: Үйлдвэр, хогийн цэг зэрэг бохирдол үүсгэгч газруудыг холдуулах, хүүхэд-friendly, аюулгүй орчин бүрдүүлэх шаардлага дэвшүүлсэн.

7. Мэдээлэл, оролцоо: Иргэдийн ойлголт, мэдээлэл дутмаг байгааг онцолсон бөгөөд олон нийтийн санал асуулга, зөвлөлдөх хэлбэрээр оролцоог нэмэгдүүлэх шаардлагатай гэж үзэж байна.

8. Хугацаа ба хэрэгжилт: Дахин төлөвлөлтийг богино хугацаанд, чанартай, стандартын дагуу хэрэгжүүлэх шаардлагатай. Энэ нь иргэдийн итгэл, дэмжлэгийг нэмэгдүүлэхэд чухал хүчин зүйл болохыг судалгааны үр дүн харуулсан.

Санал асуулгын дүнгээс үзэхэд, оршин суугчдын 70.3% нь оршин сууж буй газраа орон сууцаар солих сонирхолтой гэж хариулсан байна.

Үүнээс гадна, иргэдийн 65% нь урьдчилгаа төлбөргүй орон сууц авах боломжийг дэмжиж, дэд бүтцийн шийдлийг (цэвэр бохир ус, дулаан, цахилгаан) 88–95% нь чухалчилж байгааг илэрхийлсэн байна. Мөн орчны агаарын бохирдлыг бууруулах шаардлагыг 88% нь дэмжиж байна.

Эдгээрээс харахад, Налайх дүүргийн иргэд гэр хорооллыг дахин төлөвлөлтөд идэвхтэй оролцох сонирхолтой бөгөөд үүнд дараах үндсэн шаардлага, чиглэлийг дэмжиж байгааг харуулж байна: орон сууцны чанар, дэд бүтцийн бүрэн шийдэл, аюулгүй, тохилог орчин, санхүүгийн боломж, болон ногоон, хүүхэд-friendly орчны төлөвлөлт.

Санал асуулгын үр дүн нь “Алсын хараа–2050”, Улаанбаатар хотын 2040 он хүртэлх хөгжлийн концепц, 2024–2028 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөр зэрэг бодлогын баримт бичгийн зорилттой нийцэж байгааг нотолж байна. [11, 12]. Гэр хорооллын дахин төлөвлөлтөд иргэдийн оролцоо нь зөвхөн санал асуулгаар хязгаарлагдахгүй бөгөөд төлөвлөлт, шийдвэр гаргалт, хэрэгжилтэд олон талын ач холбогдолтой. Иргэдийн оролцоо нь:

Төлөвлөлтийн бодит байдлыг тодруулах: иргэдийн санал, шаардлага нь оршин суугчдын өдөр тутмын амьдрал, орчны нөхцөл байдлыг илүү нарийн харуулдаг.

Төлөвлөлтийн чанар, үр дүнг нэмэгдүүлэх: бодит хэрэгцээ, саналыг тусгах боломжийг олгож, дахин төлөвлөлтөөс үүсэх нийгмийн эсэргүүцэл, маргааныг бууруулдаг.

Нийгмийн тэнцвэр, хүртээмжийг хангах: төрөл бүрийн бүлгийн оролцоог хангаж, гэр хорооллын дахин төлөвлөлтөд тэгш боломж бүрдүүлдэг.

Иргэдийн хариуцлагыг нэмэгдүүлэх: иргэд төлөвлөлт, шийдвэр гаргалтад оролцсоноор өөрсдийн амьдарч буй орчны төлөө хариуцлагатай ханддаг.

Олон нийтийн итгэл, дэмжлэгийг бий болгох: иргэдийн санал, оролцоо нь төр, хувийн хэвшлийн болон иргэний байгууллагуудын хамтын ажиллагааг сайжруулж, төслийн үр дүнг олон нийтэд эерэгээр таниулах, дэмжлэг авахад чухал үүрэгтэй.

Судалгааны үр дүнгээс харахад Налайх дүүргийн дахин төлөвлөлтөд иргэдийн идэвхтэй оролцоо нь орон сууцны чанар, дэд бүтцийн бүрэн шийдэл, тохилог, аюулгүй орчин, санхүүгийн боломж, ногоон орчин зэрэг шаардлагуудыг үндсэн чиглэл болгон тусгах хэрэгцээг илэрхийлж байна. Энэхүү мэдээлэл нь дахин төлөвлөлтийн бодлого, төлөвлөгөөг иргэдийн хэрэгцээ, шаардлагад нийцүүлэн боловсруулж хэрэгжүүлэх суурь болно.

V. НАЛАЙХ ДҮҮРГИЙН ДАХИН ТӨЛӨВЛӨЛТӨД ИРГЭДИЙН ОРОЛЦООГ ХАНГАХ ЗАГВАР

Иргэдийн оролцоог төлөвлөлт, хэрэгжилт, хяналт, үнэлгээний бүх шатанд хангах нь төслийн тогтвортой хэрэгжилтийг баталгаажуулах үндсэн нөхцөл юм. Налайх дүүргийн нөхцөлд дахин төлөвлөлтийн үйл явцыг иргэдийн оролцоонд суурилсан шаталсан загвараар хэрэгжүүлэх нь

бодит, оновчтой шийдэл гэж үзэж болно. Загвар нь 4 үе шаттай. Үүнд:

1. Мэдээлэл өгөх шат. Энэхүү шатны гол зорилго нь дахин төлөвлөлтийн зорилт, ач холбогдол, үр нөлөөг иргэдэд ил тод, ойлгомжтой байдлаар хүргэхэд оршино. Үүнийг “e-Nalaikh Planning Portal” цахим системээр дамжуулан зураг төсөл, хөрөнгө оруулалт, шийдвэрийн мэдээллийг нээлттэй болгох, хороодын түвшинд мэдээллийн самбар байрлуулах, нээлттэй хэлэлцүүлэг, танилцуулга уулзалт зохион байгуулах зэргээр хэрэгжүүлж болно. Ингэснээр иргэд төслийн зорилгыг зөв ойлгож, буруу ойлголтоос үүдэх эсэргүүцэл буурах нөхцөл бүрдэнэ.

2. Зөвлөлдөх шат. Энэ шат нь иргэдийн санал, санаачлагыг төлөвлөлтийн шийдвэрт тусгах зорилготой. Судалгаа, санал асуулга, фокус бүлгийн ярилцлага (FGD), “иргэдийн зөвлөлдөх уулзалт” зэрэг хэлбэрээр хэрэгжүүлэх боломжтой. Налайх дүүргийн 6 хорооны 4995 өрхөөс авсан судалгаагаар иргэдийн 88–95% нь дэд бүтцийн иж бүрэн шийдлийг дэмжсэн бэ энэ дүн зөвлөлдөх шатанд иргэдийн оролцоо үр нөлөөтэй байсныг харуулж байна.

3. Хамтран оролцох шат. Иргэдийг зөвхөн мэдээлэл хүлээн авагч бус, хэрэгжилтийн шууд оролцогч болгох зорилготой шат юм. “Иргэдийн оролцооны зөвлөл” байгуулж, зураг төсөл, барилгын шатанд хяналт тавих, иргэдийн хөдөлмөр, хөрөнгө оруулалтыг дэмжих хэлбэрээр хэрэгжүүлж болно. Жишээлбэл: ногоон байгууламж, тохижилт, гудамжны нэршил зэрэг орчны сайжруулалтад иргэдийн санаачилгыг тусгах нь энэ шатны нэг хэлбэр болно. Налайхын нөхцөлд дүүргийн ИТХ, мэргэжлийн байгууллага, иргэдийн төлөөллийг багтаасан “Хорооллын шинэчлэлтийн зөвлөл” байгуулах нь үр дүнтэй шийдэл юм.

4. Хяналт ба үнэлгээний шат. Дахин төлөвлөлтийн хэрэгжилтийн явц, үр дүнг иргэдийн оролцоотой хянах, үнэлэх тогтолцоо бий болгох нь төслийн ил тод байдал, итгэлцлийг бэхжүүлэх чухал нөхцөл болдог. Үүнийг төсвийн зарцуулалтыг цахимаар нээлттэй мэдээлэх, иргэдийн төлөөллөөс бүрдсэн хяналтын баг байгуулах замаар хэрэгжүүлэх боломжтой. Налайхын хувьд орон нутгийн хөгжлийн сангийн хүрээнд тайлан, хяналтын хэлэлцүүлгийг иргэдийн оролцоотой зохион байгуулах шаардлагатай.

Иргэдийн оролцоонд суурилсан энэхүү шаталсан загварыг хэрэгжүүлснээр дараах үр нөлөө хүлээгдэж байна. Үүнд:

1. Иргэдийн итгэлцэл нэмэгдэж, дахин төлөвлөлтийн эсэргүүцэл буурах;
2. Төслийн шийдэл бодит хэрэгцээнд нийцэж, тогтвортой хэрэгжих;
3. Хорооллын орчны чанар, нийгмийн уялдаа холбоо сайжрах;
4. “Ухаалаг, ногоон, иргэн төвтэй хот”-ын зорилт бодит хэрэгжилтэд хүрэх.

Гэсэн хэдий ч дахин төлөвлөлтийн хэрэгжилтийн шатанд тодорхой сорилтууд оршсоор байна. Санхүүгийн хувьд хөрөнгө оруулалт өндөр,

иргэдийн төлбөрийн чадвар сул байгаа нь төслийн хэрэгжилтийг удаашруулж байна. Иргэдийн 65 хувь нь урьдчилгаа төлбөргүй орон сууц авахыг дэмжсэн нь санхүүгийн дэмжлэгийн хэрэгцээ их байгааг харуулдаг (Сангийн яам, 2023). Мөн дэд бүтцийн хүртээмж, инженерийн шийдлийн хүндрэл, мэдээллийн тэгш бус байдал, институцийн уялдаа сул зэрэг асуудал бодитоор оршиж байна. Судалгаагаар иргэдийн 40 орчим хувь нь дахин төлөвлөлтийн талаарх мэдээлэл хангалтгүй гэж үзсэн нь итгэлцэл, оролцооны түвшинд сөрөг нөлөө үзүүлж байна.

Эдгээр сорилтыг даван туулахын тулд иргэдийн оролцоонд суурилсан төлөвлөлтийн аргачлалыг үе шаттай хэрэгжүүлэх, төр-хувийн хэвшлийн түншлэл (PPP) болон орон нутгийн хөгжлийн сангийн нөөцийг үр ашигтай ашиглах, дэд бүтцийн үе шаттай хөгжлийн загвар нэвтрүүлэх, мэдээлэл ба төсвийн зарцуулалтыг ил тод болгох, мөн бодлогын уялдаа холбоог сайжруулах шаардлагатай.

Ийнхүү Налайх дүүргийн гэр хорооллын дахин төлөвлөлтийн үйл явцыг иргэдийн идэвхтэй оролцоо, итгэлцэл, хамтын шийдвэр гаргалтад тулгуурлан хэрэгжүүлэх нь хот төлөвлөлтийн бодит хэрэгжилтийг хангах, оршин суугчдын амьдралын чанарыг дээшлүүлэх, тогтвортой хөгжлийн зорилтуудыг хэрэгжүүлэх үндэс болно.

ДҮГНЭЛТ

1. Иргэдийн оролцоо нь дахин төлөвлөлтийн амжилт, тогтвортой байдлын гол хүчин зүйл болох нь судалгаагаар нотлогдлоо. Арнштейн (1969), Претти (1995), Хилэй (1997)-гийн онолын дагуу шаталсан оролцооны загвар нь иргэдийн итгэлцлийг нэмэгдүүлж, орон нутгийн хөгжлийн бодлогыг ил тод, үр дүнтэй хэрэгжүүлэх үндэс болно. Налайх дүүргийн нөхцөлд эдгээр онолын зарчмыг хэрэгжүүлснээр хот төлөвлөлт илүү ардчилсан, иргэн төвтэй, тогтвортой шинж чанартай болно.

2. Судалгааны дүнгээс үзэхэд, шаталсан оролцооны загвар нь иргэдийн итгэлцлийг нэмэгдүүлж, орон нутгийн онцлогт тохирсон “хамтын төлөвлөлт-ил тод хэрэгжилт-нийгмийн хяналт” гэсэн гурвалсан механизмыг хэрэгжүүлэхэд дэмжлэг үзүүлдэг болох нь тогтоогдсон. Энэ нь Налайх дүүргийн гэр хорооллын дахин төлөвлөлтийг илүү ардчилсан, иргэн төвтэй, тогтвортой болгож чадна.

3. Гадаад орны туршлагаас үзэхэд иргэдийн оролцоог төлөвлөлт, шийдвэр гаргалт, хэрэгжилт, хяналтын бүх шатанд хэрэгжүүлснээр дахин төлөвлөлтийн төслийн итгэлцэл, үр ашиг, тогтвортой байдлыг хангаж чадсан. Налайх дүүргийн нөхцөлд энэхүү загварыг нутагшуулснаар орон нутгийн нийгэм-эдийн засгийн онцлог, иргэдийн оролцооны чадавх, мэдээллийн хүртээмжийг харгалзан ухаалаг, ногоон, иргэн төвтэй дүүрэг болох стратегийн зорилтод хүрэх суурь нөхцөл бүрдэж байна.

4. Судалгааны дүгнэлтээр шаталсан иргэдийн оролцоонд суурилсан дахин төлөвлөлтийн загвар нь зөвхөн мэдээлэл авах аргачлал төдийгүй шийдвэр гаргалт, хэрэгжилт, хяналт, үнэлгээний бүх шатанд бодит оролцоог хангаж, хот төлөвлөлтөд ардчилсан, тогтвортой, үр ашигтай арга зүй болохыг нотолж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН НОМ ЗҮЙ

- [1] Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Planning Association*, 35(4), 216–224.
- [2] Healey, P. (1997). *Collaborative planning: Shaping places in fragmented societies*. Macmillan.
- [3] Innes, J. E., & Booher, D. E. (2004). Reframing public participation: Strategies for the 21st century. *Planning Theory & Practice*, 5(4), 419–436.
- [4] Pretty, J. N. (1995). Participatory learning for sustainable agriculture. *World Development*, 23(8), 1247–1263.
- [5] Kim, S., & Kim, H. (2017). Urban regeneration and citizen participation in Seoul, South Korea. *Cities*, 60, 209–217.
- [6] Boonstra, B., & Boelens, L. (2011). Self-organization in urban development: Towards a new perspective on spatial planning. *Urban Research & Practice*, 4(2), 99–122.
- [7] Selle, K. (2013). Citizen participation and urban governance in Berlin. *Urban Studies*, 50(5), 987–1004.
- [8] Монгол Улсын Их Хурал. (2020). “Алсын хараа–2050”: Монгол Улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлого
- [9] Монгол Улсын Хот байгуулалтын тухай хууль. (2020). Улаанбаатар: Засгийн газар
- [10] Сангийн яам. (2023). Монгол Улсын Орон нутгийн хөгжлийн сангийн журам. Улаанбаатар: Сангийн яам.
- [11] Нийслэлийн Хот төлөвлөлт, судалгааны институт. (2020). Улаанбаатар хотын 2040 он хүртэлх хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөөний үзэл баримтлал.
- [12] Нийслэлийн Засаг даргын Тамгын газар. (2024). Нийслэлийн Засаг дарга бөгөөд Улаанбаатар хотын захирагчийн 2024–2028 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөр.
- [13] Нийслэлийн Хот төлөвлөлт, судалгааны институт. (2024). Налайх дүүргийн дахин төлөвлөлтийн санал асуулгын дүн

АХУЙН БОЛОН ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ХАЯГДАЛ УСЫГ ЦЭВЭРШҮҮЛЭХ СУДАЛГАА

Чунагийн ГҮНЧИН¹ Төмөрсүхийн БАТТӨМӨР²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Хэрэглээний шинжлэх ухааны сургууль, Химийн инженерчлэлийн салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: gunchin@must.edu.mn¹

Хураангуй: Сүүлийн жилүүдэд хүн амын өсөлт, үйлдвэрлэлийн хурдацтай хөгжил нь усны хэрэглээг эрс нэмэгдүүлж, улмаар ахуйн болон үйлдвэрийн хаягдал усны хэмжээ улам бүр өсөх хандлагатай болж байна. Энэхүү хаягдал ус нь байгаль орчин, тэр дундаа хөрс, гол мөрөн, нуур цөөрөм, ундны усны эх үүсвэрүүдийг бохирдуулах, улмаар экосистемийн тэнцвэрт байдалд сөргөөр нөлөөлөх, хүний эрүүл мэндэд ноцтой эрсдэл учруулах нөхцөлийг бүрдүүлж байна. Жишээлбэл Улаанбаатар хотын Төв цэвэрлэх байгууламж өдөрт дунджаар 170,000 м³ хаягдал ус хүлээн авдаг ч, хүчин чадлын хязгаар болон технологийн хуучрал зэргээс шалтгаалан нийт хаягдал усны зөвхөн 60–70 хувь орчим нь л шаардлагатай түвшинд цэвэрлэгдэж байна. Үлдсэн хэсэг нь бүрэн боловсруулагдаагүй, байгальд шууд хаягдах эрсдэлтэй хэвээр байгаа нь усны бохирдлыг нэмэгдүүлж буй гол шалтгаануудын нэг болж байна. Ийм нөхцөлд хаягдал усыг үр ашигтай, эдийн засгийн хувьд хэмнэлттэй, байгальд ээлтэй аргаар цэвэршүүлэх шаардлага улам бүр нэмэгдэж байна. Хаягдал усыг цэвэршүүлэх аргуудаас коагуляцийн буюу химийн тунадасжилтын арга нь жижиг ширхэглэг болон коллоид хэлбэртэй бохирдуулагчдыг коагулянт ашиглан бөөгнөрүүлж тунадасжуулах замаар усны чанарыг сайжруулдаг. Энэ арга нь техник хэрэгсэл, зардлын хувьд энгийн, хэрэгжүүлэхэд хялбар, үр дүнтэйд тооцогддог. Иймээс энэхүү судалгаагаар ахуйн болон үйлдвэрлэлийн хаягдал усыг коагуляцийн аргаар цэвэршүүлэх боломжийг туршилтаар үнэлж, цэвэршүүлэлтийн үр дүнг тодорхойлох, усны чанарт гарч буй өөрчлөлтийг судлахыг зорьж байна. Судалгааны үр дүн нь коагуляцийн аргыг хаягдал усны цэвэрлэгээнд үр дүнтэйгээр ашиглах боломжийг тодорхойлж, цаашдын технологийн шийдлийг боловсруулахад бодитой суурь мэдээлэл болж өгнө.

Түлхүүр үг: Усны хими, физикийн үзүүлэлтүүд, бохир ус, бохирдол

I. УДИРТГАЛ

Хаягдал ус гэж хүний ахуйн хэрэглээ, үйлдвэрлэл, үйлчилгээний үйл ажиллагааны явцад бохирдсон, анхны цэвэр чанараа алдсан ус юм.

Хаягдал ус нь төрөл бүрийн эх үүсвэрээс гаралтай, олон төрлийн бохирдуулагч бодисуудыг агуулдаг бөгөөд голчлон дараах төрөлд хуваагдана:

Химийн бохирдол – хүчил, суурь, хүнд металл, давс, хиймэл химийн бодисууд. Органик бохирдол – хүнс, тос, өөх, цус, ургамлын болон амьтны гаралтай үлдэгдэл. Биологийн бохирдол – нян, вирус, шимэгч хорхой зэрэг амьд бичил биетэн. Физик бохирдол – элс, шавар, хог, тунадас гэх мэт хатуу бодисууд [1, 2].

Бохирдлын түвшинг бууруулах нь байгаль орчны хамгаалал, хүн амын эрүүл мэндийн чухал асуудал бөгөөд усны нөөцийг хамгаалах, экологийн тэнцвэрийг хадгалах, улмаар усны хомсдол болон бохирдол үүсэхээс урьдчилан сэргийлнэ. Хаягдал усны бохирдол нь ус, хөрс, агаар, амьд биетүүдэд олон сөрөг нөлөө үзүүлдэг [3].

Хаягдал усны цэвэршүүлэх шаардлага:

Хаягдал усыг цэвэршүүлэх нь чухал шаардлагатай. **Үүнд:**

Эрүүл мэндийн хамгаалалт:

Бохир ус нь халдварт өвчнүүдийн эх үүсвэр байж болзошгүй. Энэ нь усанд агуулагдах бактери, вирус болон бусад хорт бодисоор дамжин хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлдэг. Экологийн тэнцвэр:

Бохир ус нь байгаль орчинд сөрөг нөлөө үзүүлж, усны биетэд эвтрофикаци (хэт шимт бодисжилт) үүсгэдэг.

Бохир усыг цэвэршүүлэхгүйгээр байгальд нийлүүлэх нь усны нөөцийг бохирдуулж, ашиглах боломжийг хязгаарлан усны хомсдолыг гүнзгийрүүлэх эрсдэлтэй

Хаягдал усыг цэвэршүүлэх дараах аргууд байдаг.

Механик цэвэршүүлэлт: Механик аргаар хаягдал усыг цэвэрлэх нь үндсэндээ томоохон бохирдол буюу хатуу хэсгүүдийг (хийснээс, модон хэрчим, хуванцар сав, тоос, элс) салгах зорилготой. Эрдсийн бохирдлыг элс баригчид тунгааж авах ба харин бохир усны хувийн жингээс ялгаатай бохирдлыг тунгаагуурт ялгаж цэвэрлэнэ. Механик цэвэрлэгээгээр ахуйн бохир усны уусаагүй бохирдлын 62.5%-ийг цэвэрлэдэг [4, 5].

Биологийн цэвэршүүлэлт: Биологийн аргыг нь хаягдал усыг биологийн үйл ажиллагаагаар (микроорганизм ашиглан) цэвэрлэх арга юм. Энэ нь органик бохирдлыг задлах, боловсруулж усанд агуулагдах органик бодисын хэмжээг бууруулахад ашиглагддаг. Бохир усыг цэвэрлэх үйл явц нь органик бохирдлыг бичил биетнээр исэлдүүлэн задлуулах чадварт үндэслэдэг.

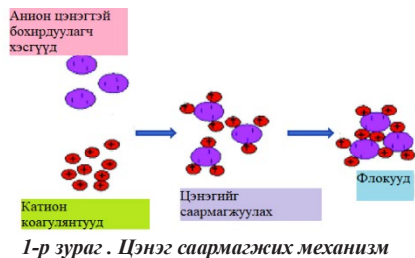
Физик-химийн арга: Хотын бохир ус цэвэрлэгээнд энэхүү аргыг ховор хэрэглэдэг. Ихэвчлэн үйлдвэрийн бохир ус цэвэрлэхэд хэрэглэх ба үүнд: реагентын цэвэрлэгээ, сорбци (шингээх), экстракци (хандлах), эвапораци (ууршуулах), хийгүйжүүлэх, ион солилцоо, озонцуулах, цахилгаан флотаци (хөвүүлэх), хлоржуулах, электродиализ (цахилгаан задрал) зэрэг аргууд орно.

Химийн арга: Усанд ямар нэгэн химийн бодис нэмж өгснөөр бохир усанд агуулагдах уусаагүй, коллоид, ууссан бодисууд ялгагдах процесс эрчимжиж, тэдгээрийн концентраци нь буурна. Үүний дүнд ууссан бодис уусдаггүй төлөвт эсвэл уусдаг хоргүй бодис болж бохир усны идэвхт орчин саармагжина.

Электролизийн цэвэршүүлэлт: Энэ арга нь хаягдал усыг цахилгаан гүйдэл дамжуулан химийн гүйдэл нэвтрүүлснээр уусмалд үүссэн электролитийн ионууд анод, катод руу чиглэх ба энд цэнэглэгдээд өөр хоорондоо болон зарим үед электродтой нэгдэн шинэ нэгдлийг үүсгэнэ. Үүссэн нэгдлүүд нь цаашид урвалд орж усыг цэвэршүүлдэг.

Коагуляцийн аргын онолын үндэс. Коагуляцийн процесс нь ууссан болон коллоид бохирдлуудыг коагулянтын тусламжтайгаар жижиг хэсгүүдийн гадаргуугийн цахилгаан статик цэнэгүүдийг саармагжуулах замаар жижиг хэсгүүдийг бөөгнөрүүлж, тунадасжуулж шүүх замаар шингэнээс ялгах процесс юм [6, 7]. Коагулянт нь усанд уусахад эерэг цэнэгтэй ионууд үүсгэдэг бөгөөд эдгээр нь усан дахь сөрөг цэнэгтэй бохирдуулагч бодисуудтай нэгдэж, бөөгнөрөл үүсгэнэ. Коагуляци хийхийн тулд коагулянт бодисыг зөв хольж, бөөмүүдийн мөргөлдөөнийг дэмжихийн тулд өндөр энергитэй, хурдан холино. Энэхүү процесс нь үндсэндээ хэд хэдэн үе шаттай бөгөөд ямар химийн бодис хэрэглэж буй, усны бохирдлын төрөл, pH болон бусад хүчин зүйлээс хамаарч өөрчлөгддөг [8].

Ерөнхийдөө коагуляци нь давсны диссоциацаар үүсэх катионууд ГИБ-оор тогтворжигдсон эмульсийг бүрхсэнээр түүний цэнэгийг саармагжуулж туналтад оруулна.



1-р зураг. Цэнэг саармагжих механизм

Судалгааны ажлын зорилго:

Ахуйн болон үйлдвэрлэлийн хаягдал усыг коагуляцийн аргаар цэвэршүүлэхэд технологийн үр ашиг, хэрэглэх боломжийг судалж, энэ аргын экологийн, эдийн засгийн болон технологийн үр дүнг тодорхойлох, дахин ашиглах боломжийг эрэлхийлэх зорилготой.

Судалгааны ажлын зорилт:

Үйлдвэрийн хаягдал ус болон ахуйн хаягдал усыг харьцуулан судалж, тэдгээрийн химийн найрлага болон физик-химийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох. Коагуляцийн аргын хэрэглээ, онцлог, үр дүнг үнэлэх

Коагуляцийн аргын үр ашгийг ахуйн болон үйлдвэрлэлийн хаягдал усанд хэрэглэх боломжийг судлах.

Судалгааны ажлын шинэлэг тал ба практик ач холбогдол:

- Нэмэлт үнэтэй коагулянт ашиглахгүйгээр үйлдвэрийн хаягдал усыг өөрийн найрлагыг нь ашиглан цэвэршүүлэх боломжийг харуулсан нь зардал, хаягдал бууруулахад онцгой үр ашигтай.
- СаО (шохой) нь Монголд өргөн хэрэглэгддэг, хямд материал тул энэ технологийг хэрэгжүүлэх бүрэн боломжтой.
- Энэхүү арга нь “тогтвортой хөгжлийн зарчмуудыг” дэмжихийн зэрэгцээ, “ус дахин ашиглах, хаягдал усны менежментийг сайжруулах” шийдлийг бий болгоход тустай.

II. СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ БА АРГАЧЛАЛ

Судалгааны объект нь “Төв цэвэрлэх байгууламж”-ийн анхан шатны цэвэрлэгээнээс гарсан ус болон “Эрдмин ХХК” үйлдвэрээс гарсан металлын шимт уусмалын хандлалтын дараах рафинат уусмал болно.

Орчны хүчиллэг-шүлтлэг байдлыг (pH) шууд хэмжих электрон pH метр багаж ашиглан тодорхойлов. Хаягдал уснуудын хатуулаг, кальци (Ca^{2+}) -ийн агуулгыг комплексонометрийн аргаар тодорхойлов. Уусмал дахь кальци, магнийн ионуудыг этилендиаминтетраацетатын (ЭДТА) уусмалаар титрлэх замаар нийт ба түр хатуулгийг хэмжсэн. Натри (Na^+) болон кали (K^+)-ийн ионуудыг тооцооны аргаар тооцож гаргав. Гидрокарбонатын агууламжийг титрлэх аргаар тодорхойлсон. Хлоридын агуулгыг аргентометрийн аргад тулгуурлан, мөнгөний нитрат уусмалаар титрлэх замаар тодорхойлов. Сульфат, аммони, фосфат болон төмрийн агууламжийг спектрофотометрийн аргаар тодорхойлов [9]. “SGS-IMME Mongolia LLC” лабораторид ICP-OES багажаар микроэлементүүдийг тодорхойлов.

III. ҮР ДҮН, ТҮҮНИЙ ХЭЛЦЭЛ

Ахуйн болон үйлдвэрийн хаягдал усны зарим физик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг 1-р хүснэгтэд харуулав.

АХУЙН БОЛОН ҮЙЛДВЭРИЙН ХАЯГДАЛ УСНЫ ЗАРИМ ФИЗИК ШИНЖ ЧАНАРЫН ҮЗҮҮЛЭЛТ

1-р хүснэгт

№	Нэр	pH	Өнгө	Үнэр	ИАП
1	Төв цэвэрлэх байгууламж	7.83	Бор саарал	Өмхий	-49.8
2	“Эрдмин ХХК” шимт уусмалын хаягдал	1.75	Улбар шар	Хурц үнэргүй	296.7

1-р хүснэгтээс харахад төв цэвэрлэх байгууламжийн хаягдал усны pH-ийн утга 7.83, бор саарал өнгөтэй, өмхий үнэртэй, Эрдм ХХК-ийн шимт уусмалын хаягдалын pH-ийн утга 1.75, улбар шар өнгөтэй, хурц үнэргүй байв.

Ахуйн хаягдал усны катионы агуулгыг 2-р хүснэгтэд харуулав.

АХУЙН ХАЯГДАЛ УСНЫ КАТИОНЫ АГУУЛГА

2-Р ХҮСНЭГТ

Катионууд	Агуулга	
	мг/л	мг-экв/л
Na ⁺	425.96	18.52
K ⁺	47.97	1.23
Ca ²⁺	80.96	4.0
Mg ²⁺	24.3	2.0
Fe ³⁺	2.0	0.073
NH ₄ ⁺	0.36	0.02
Нийт	581.55	25.84

Ахуйн хаягдал усны натрийн ионы агуулга 425.96 мг/л, калийн ионы агуулга 47.97 мг/л, кальцийн ионы агуулга 80.96 мг/л, магнийн ионы агуулга 24.3 мг/л, төмрийн ионы агуулга 2.0 мг/л, аммонийн ионы агуулга 0.36 мг/л байсан.

Ахуйн хаягдал усны анионы агуулгыг 3-р хүснэгтэд үзүүлээ.

АХУЙН ХАЯГДАЛ УСНЫ АНИОНЫ АГУУЛГА

3-Р ХҮСНЭГТ

Анионууд	Агуулга	
	мг/л	мг-экв/л
Cl ⁻	116.9	3.3
NO ₃ ⁻	5	0.08
NO ₂ ⁻	0.28	0.0061
SO ₄ ²⁻	631	13.14
HCO ₃ ⁻	549.2	9.0
PO ₄ ³⁻	9.8	0.309
Нийт	1311.58	25.84

3-р хүснэгтээс харахад ахуйн хаягдал усны хлорид ионы агуулга 116.9 мг/л, нитрат ионы агуулга 5 мг/л, нитрит ионы агуулга 0.28 мг/л, сульфат ионы агуулга 631 мг/л, фосфат ионы агуулга 9.8 мг/л тус тус байв.

Үйлдвэрлэлийн хаягдал усны микро элементүүдийн агуулгыг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ХАЯГДАЛ УСАН ДАХЬ МИКРО ЭЛЕМЕНТҮҮД

4-Р ХҮСНЭГТ

Элемент	Ag	Al	As	Ba	Be
Агуулга, мг/л	<0.0002	10021.45	20.1	0.026	0.931
MNS4943:2015		0.5	0.01	1.5	0.001
Элемент	Cd	Co	Cr	Cu	La
Агуулга, мг/л	1.95	29.8	1.149	247.32	0.932
MNS4943:2015	0.03	0.02	0.3	1.0	

Элемент	Ce	Mn	Mo	Ni	P
Агуулга, мг/л	5.62	690.85	2.74	16.9	560.97
MNS4943:2015		0.5	0.5	0.2	1.5
Элемент	Pb	Gd	Sb	Sc	Sn
Агуулга, мг/л	0.0125	2.46	0.121	1.41	0.015
MNS4943:2015	0.1				0.05
Элемент	Sr	Ti	V	Y	Zn
Агуулга, мг/л	0.364	3.084	0.736	7.7	359.75
MNS4943:2015	2.0		0.1		3.0
Элемент	Zr				
Агуулга, мг/л	0.0841				

4-р хүснэгтээс харахад ахуйн хаягдал усанд хөнгөнцагааны хэмжээ 10021.45 мг/л, кадмийн агуулга 1.95 мг/л, хар тугалга 0.0125 мг/л, мышьяк 20.1 мг/л, хром 1.149 мг/л, титан 3.084 мг/л агуулгатай байв. Хөнгөнцагаан, мышьяк, бари, берили, кадми, кобальт, хром, зэс, манган, молибден, никель, фосфор, цагаан тугалга, ванади, цайр зэрэг металлын агуулга хаягдал усны стандартын утгаас олон дахин их байв.

Коагуляцийн туршилт

Энэхүү туршилтанд ахуйн (А) ба үйлдвэрийн (Y) хаягдал бохир усыг хооронд нь холих зарчмаар 300 мл усны дээж бэлтгэв. Түүнд агуулагдах төмрийн агуулгыг 1.5 г/л, 1 г/л, 0.5 г/л, 0.25 г/л, 0.1 г/л тус тус байхаар бэлтгэв. Хольж бэлтгэх усны харьцааг 5-р хүснэгтэд үзүүлэв.

ХОЛЬЦЫН ХАРЬЦАА

5-Р ХҮСНЭГТ

Төмрийн ионы агуулга, г/л	1.5	1.0	0.5	0.25	0.1
Хольц бэлтгэх усны эзэлхүүний харьцаа (АХ:YX)	2.74:1	3.7:1	6.4:1	13.8:1	36:1

Туршилтанд хэрэглэгдэх бохир усны холимгийг төмрийн агуулгаас хамааруулан бэлтгэх үед үүссэн усны анхны pH = 2.685 - 3.825 байв.

Үйлдвэрлэлийн хаягдал усанд төмөр ба сульфатын агуулга өндөр, чөлөөт хүхрийн хүчлийн улмаас pH-ийн утга хүчиллэг байна.

Иймд бохир усны хольцод (А:Y) төмрийн агуулгыг нэмэгдүүлэх тутам коагуляцийн процесст зарцуулагдах шохойн доз ихэсч байна.

1 л бохир усны хольцыг тунадасжуулах аргаар цэвэршүүлэх үеийн шохойн ба коагулянт урвалжийн зарцуулалтын хэмжээг 6-р хүснэгтэд үзүүлэв.

КОАГУЛЯЦИЙН ҮЕИЙН ШОХОЙН ЗАРЦУУЛАЛТ БА РН-ИЙН УТГА

6-р ХҮСНЭГТ

Fe ³⁺ -ийн агуулга	Коагуляцийн		СаО зарцуулалт, г/л
	Өмнөх рН	Дараах рН	
0.1 г/л	3.852	6.163	0.3227
0.25 г/л	3.149	6.306	0.9525
0.5 г/л	2.792	6.208	2.2424
1.0 г/л	2.685	6.748	5.8072

Бохир усны хольцод төмрийн ионы агуулгыг нэмэгдүүлэх тутам түүний тунадасжуулахад зарцуулагдах шохойн хэмжээ ихсэж байна. Мөн бохир усны хольцод үйлдвэрийн хаягдал усны хэмжээ нэмэгдэхэд чөлөөт хүчлийн агуулгын ихсэлт нь шохой зарцуулалтыг өсгөж байна.

коагуляцийн аргаар цэвэршүүлсэн усны хатуулаг, кальци болон усны шүлтлэг чанарыг 7-р хүснэгтэд харуулав.

ЦЭВЭРШҮҮЛСЭН УСНЫ ШИНЖИЛГЭЭ

7-р ХҮСНЭГТ

Төмрийн (III) ионы агуулга, г/л	0.1	0.25	0.5	1.0
Хатуулаг, мг-экв/л	9.1	12.3	19.6	216
Шүлтлэг, мг-экв/л	244			
Ca ²⁺ , г/л	0.73	0.61	0.58	2.46

Коагуляцийн процессын туналтын хугацааг туршилтаар тогтооход 10 минут нь хамгийн тохиромжтой байв. Үүнээс 1 л бохир усны хольцыг цэвэрлэхэд шаардлагатай төмрийн (III) ион 0.1 г ба коагулянт тунгийн хэмжээг тодорхойлоход ба 0.33 г байна.

Цэвэршүүлсэн усанд микро элементийн агуулгыг ICP - OES багажаар тодорхойлсон шинжилгээний үр дүнг 8-р хүснэгтэд харуулав.

ЦЭВЭРШҮҮЛСЭН УСНЫ МИКРО ЭЛЕМЕНТИЙН АГУУЛГА

8-р ХҮСНЭГТ

Элемент	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi
Агуулга, мг/л	<0.01	0.11 3	0.00 5	0.02 3	<0.00 2	<0.05
MNS49 43:2015		0.5	0.01	1.5	0.001	
Элемент	Cd	Co	Cu	Fe	La	Li
Агуулга, мг/л	0.098	1.15	0.08 3	0.02 6	0.020	0.200
MNS49 43:2015	0.03	0.02	1.0	1.0		
Элемент	Mn	Mo	Ni	P	Pb	S
Агуулга, мг/л	32.85	<0.0 3	0.63 2	<0.0 1	<0.03	704.6
MNS49 43:2015	0.5	0.5	0.2	1.5	0.1	

Элемент	Sb	Sc	Sn	Sr	Ti	V
Агуулга, мг/л	<0.05	<0.0 1	<0.0 3	0.64 6	0.189	<0.01
MNS49 43:2015			0.05	2.0		0.1
Элемент	Y	Zn	Zr			
Агуулга, мг/л	<0.00 5	4.81	<0.0 3			
MNS49 43:2015		3.0				

8-р хүснэгтээс харахад хаягдал усанд агуулагдаж байсан өндөр агууламжтай хүлцэх агууламжаас давсан 9 хүнд металл нь цэвэршүүлэлтийн дараа Al, As, Cu, Fe, P зэрэг элементүүд нь бохир усны стандартын [10] хүлцэх агуулгыг хангаж байна. Харин эдгээр элемент (Cd-3.3 дахин, Co-57 дахин, Mn-66 дахин, Zn-4.8 дахин их) -үүд нь хүлцэх агууламжийг хангаж чадахгүй байгаа ч үйлдвэрлэлийн хэрэгцээний хаягдал устай харьцуулахад 25-40% цэвэршсэн байна.

ДҮГНЭЛТ

Ахуйн бохир усанд нийт эрдэсжилж нь 1618 мг/л катионуудаас натрийн ионы агуулга өндөртэй байна. Үйлдвэрлэлийн бохир усанд микроэлементүүдийн агуулгыг тодорхойлоход хүлцэх агуулгаас хөнгөнцагаан нь 20000 дахин, кадмийн нь 19.5, мышьяк 2000, хром 115 дахин их байгааг тодорхойлов.

Коагуляцийн аргаар 1 л бохир усыг цэвэршүүлэхэд шаардлагатай коагулянт урвалжийн хэмжээ 0.1 г, шохойн дозын хэмжээг 0.33 г байна.

Үйлдвэрлэлийн бохир усанд агуулагдах төмрийн ионыг коагуляцийн процесст ашигласнаар коагулянт урвалжийн үнэгүй эх үүсгэвэр, нөгөө талаас үйлдвэрлэлийн шингэн хаягдлын хаалтын менежментийг шийдэх боломжтой хувилбар юм.

Цэвэршүүлсэн усны хүнд металлын агуулгыг 27 элементээр тодорхойлж MNS4943:2015 стандарттай харьцуулахад 24 хүнд металл нь зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтрээгүй болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] V.Saritha, N.Srinivas, & N.V.Srikanth Vuppala, "Analysis and optimization of coagulation and flocculation process," vol. VII, *Apply Water Sci*, 2017, pp. 451–460.
- [2] K.Karim, S.Guha and R.Beni "Comparative Analysis of Chemical, Physical and Biological Contaminants in Drinking Water in Various Developed Countries around the World," vol.12, *Journal of Water Resource and Protection*, 2020, pp. 714–728.
- [3] B.C.Barman, M.A.I.Juel and M.A.Hashem, "Tannery wastewater treatment using low cost coagulants with simple coagulation-filtration process," vol. V, 2017, *Engineering International*, pp. 55–62. DOI:10.18034/ei.v5i2.1084
- [4] Agnieszka Micek, Krzysztof Józwiakowski, Michał Marzec, Agnieszka Listosz, Arkadiusz Malik "Efficiency of Pollution Removal in Preliminary Settling Tanks of Household Wastewater Treatment Plants in the Roztocze National Park," vol. 21, *Journal of Ecological Engineering*, 2020, pp. 9 – 18.
- [5] M.V.Sperling, "Basic Principles of Wastewater Treatment,"

Volume II, IWA, 2007.

- [6] H.Tahraoui, S. Toumi, M. Boudoukhani, N.Touzout, et al.,
“Evaluating the Effectiveness of Coagulation – Flocculation
Treatment Using Aluminum Sulfate on a Polluted Surface Water”
Water **2024**, Vol 16, pp. 400.<https://doi.org/10.3390/w16030400>
- [7] Syazwani Mohd Asharuddin, Norzila Othman, “The
assessment of coagulation and flocculation performance and
interpretation of mechanistic behavior of suspended particles
aggregation by alum assisted by Tapioca peel starch” volume 32,
Environmental technology & innovation. 2023.
- [8] A.Barros, X.Vecino, M. Reig, J.L.Cortina, “Coagulation and
Flocculation Optimization Process Applied to the Sidestream of
an Urban Wastewater Treatment Plant,” Water 2022, Vol.14, pp.
2-26 <https://doi.org/10.3390/w14244024>
- [9] Funmilayo Enitan Adelowo and Solomon Oluwole Oladeji
“Spectrophotometric analysis of phosphate concentration in
agricultural soil samples and water samples using molybdenum
blue method” Brazilian Journal of Biological Sciences, 2016,
vol. III, pp. 407 - 412. ISSN 2358-2731
- [10] Mongolian Agency for Standardization and Metrology.
“Wastewater — General requirements”, 2015, (MNS
4943:2015). Ulaanbaatar, Mongolia.

ШИНЭСНИЙ ХОЛТОСНООС БАЙГАЛИЙН БУДАГЧ БОДИС ГАРГАН АВАХ СУДАЛГАА

Аюушийн ТУНГАЛАГ¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Хүнс, хөнгөн үйлдвэрлэл, дизайны сургууль, Хөнгөн үйлдвэрлэлийн технологи, инженерчлэлийн салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: a.tungalag@must.edu.mn¹

Хураангуй: Шинэсний холтос нь химийн үйлдвэрийн үнэ цэнтэй түүхий эдийн нэг бөгөөд шинэсэн туушаас бэлтгэх хэрэгцээний бөөрөнхий модон материалын 12–19%-ийг холтос эзэлдэг. Монгол орны ойг бүрдүүлэгч гол моддын дундаас шинэс хамгийн өргөн тархалттай бөгөөд байгалийн ойн нийт талбайн 62%-ийг эзлэн ургадаг. Шинэсний холтосны химийн найрлага нь төрөл зүйл, насжилт болон ургах орчны байгаль, цаг уурын нөхцөлөөс хамаарч өөрчлөгддөг. Манай орны эрс тэс уур амьсгал нь шинэсний холтосны бүтэц, физик-химийн шинж чанарт өвөрмөц нөлөө үзүүлдэг онцлогтой. Эдгээр нөхцөл, онцлогийг харгалзаж, шинэсний холтосноос будагч бодис ялган авах туршилт гүйцэтгэв. Шинэсний холтосны будагч бодисын найрлагын 50%-ийг танинд эхлэх ба улаан, улаан хүрэн, хүрэн өнгийн будагч бодисууд байгааг нотлов.

Шинэсний холтосны химийн найрлага, түүний дотор агуулагдах танин болон будагч бодисын шинж чанарыг тодорхойлж, модон эдлэл болон бусад хэрэглээнд ашиглах боломжтой байгалийн будагч бодис гарган авах технологийн үндэслэлийг боловсруулж, гарган авсан будагч бодисын физик-хими, өнгө оруулах чанар, модон материал дээрх наалдац, тогтворжилтыг тодорхойлов.

Түлхүүр үг: шинэс, будагч бодис

I. УДИРТГАЛ

Манай улсад холтсыг ахуй амьдралд будаг, идээлэгч материал болгон ашиглаж ирсэн уламжлалтай боловч өнөөг хүртэл үйлдвэрлэлийн аргаар боловсруулж, өргөн хүрээнд ашиглах технологи бүрэн нэвтрээгүй хэвээр байна. Иймээс байгалийн энэ нөөцийг нэмүү өртөг шингэсэн бүтээгдэхүүн болгох, тогтвортой үйлдвэрлэлд ашиглах боломж хангалттай боловч бодит үйлдвэрлэлд бүрэн ашиглагдаагүй байна.

Шинэсний их биеийн диаметр нэмэгдэхэд, холтосны хувь хэмжээ буурдаг. Холтосны зузаан модны ёзоороос орой тийш чиглэлд багасдаг. Модны нас нэмэгдэх бүр холтосны харьцангуй эзлэхүүн буурч, ургах нөхцөл нь муудвал холтосны харьцангуй эзлэхүүн нэмэгддэг [2].

Холтосны химийн бүтэц модлогийнхоос ялгаа багатай ч эрдэс бодисын хэмжээ нь модлогийнхоос их байдаг [3-4].

ШИНЭСНИЙ ХОЛТОСНЫ ХИМИЙН БҮТЭЦ, %

1-Р ХҮСНЭГТ.

Бодис	Нарс	Гацуур	Улиагар
Целлюлоз	16,6	19,1	-
Холоцеллюлоз	25,7	27,2	39,7
Лигнин	23,9	12,8	21
Идээлэгч бодис	73,6	69,3	42,3
Үнс	1,6	2,8	2,8

Холтосны үндсэн органик бодисуудын хоорондох харьцаа, модлогийг бодвол харилцан адилгүй, целлюлозын агууламж нь холтосны дотор

талд бага хэмжээгээр агуулагддаг. Холтосны химийн бүтэц модны төрөл зүйлээс хамааран өөр байдгийг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв [5-8].

Судалгаагаар шинэсний холтосноос будагч бодис гарган авах, түүний шинж чанар нь модон эдлэлийн гадаргууд суурь будаг болгон хэрэглэх боломжтой юм.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгааг лабораторийн нөхцөлд шинэсний холтосноос будагч бодисыг дараах байдлаар ялгав. Шинэсний холтсыг зохих журмын дагуу бэлтгэж 1-2 хоног хатаагаад, 1 см хүртэл хэмжээтэй жижиглэв (Зураг 1).



1-р зураг. Туршилтад хэрэглэсэн шинэсний холтос

Жижиглэсэн холтосноос 2-3 кг-ийг авч урьдчилан техникийн спиртийн уусмалаар халааж хандлав. Хандлах явцад холтосны будагч бодисууд спиртийн шүлтлэг усан уусмалд уусаж хар хүрэн өнгөтэй болов.



2-р зураг. Шинэсний холтосноос будагч бодис гарган авах дараалал

Энэ уусмалын будагч бодисын агууламж 10% орчим байв. Будагч бодисын агууламжийг 40-50% болтол ууршуулж өтгөрүүлэв. Өтгөрүүлсэн уусмалыг хатаах шүүгээнд 50°C температурт 5 цаг хатааж 7-8% чийгтэй болгов. Туршилтаар гарган авсан будагч бодисыг модон эдлэлийн гадаргууд суурь будаг болгон туршив.

Туршилтад 30х30 см хэмжээтэй шинэс, хус, нарсан модон хавтанг технологийн дагуу зүлгэсний дараа хэд хэдэн хувилбараар найруулсан холтосны будагч бодисыг суурь будаг тавих аргаар түрхэв. Суурь будгийг ердийн 20°C халуунд хатаагаад 4-5 удаа лак түрхэж өнгөлгөө хийв.

Өнгөлгөө хийсний дараа шинэсэн модон хавтан хар хүрэн, хусан модон хавтан бор шаргал, нарсан модон хавтан гүн хүрэн өнгө үзүүлж, сайн гялалзав.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Туршилтын үр дүнд шинэсний холтосноос гарган авсан будагч бодисыг модон эдлэлийн суурь будаг болгон ашиглаж, аль төрлийн лакаар хучилт хийж болохыг туршилтаар тогтоов.



3-р зураг. Шинэсний холтосноос гарган авсан будагч бодисоор будсан 1-шинэсэн, 2- нарсан, 3-хусан модон хавтан

Шинэсний холтосноос гарган авсан будагч бодис нь модны төрөл зүйлээс хамааран тухайн гадаргууд хар хүрэн, бор шаргал, гүн бор өнгө үүсгэдэг. Харин өөр төрлийн будагч бодис хольж өөр өнгө гарган авах боломжтой.

ШИНЭСНИЙ ХОЛТОСНООС ГАРГАН АВСАН БУДАГЧ БОДИСЫН ФИЗИК-ХИМИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТ

2-Р ХҮСНЭГТ.

д.д	Үзүүлэлт	Тодорхойлолт
1	Өнгө	Хар хүрэн
2	Үнэр	Шинэсний өвөрмөц
3	Чийг	8%
4	Усанд уусах бодис	96%

Шинэсний холтосноос гарган авсан будагч бодисын физик-химийн үзүүлэлтийн үр дүнг 2-р хүснэгтээр үзүүлэв.

ДҮГНЭЛТ

Шинэсний холтосны найрлагад агуулагдах таннидын хэмжээ болон будагч чанар нь модон эдлэлийн гадаргуу боловсруулахад суурь будаг болгон ашиглахад тохиромжтой болохыг лабораторийн туршилтаар тогтоов.

Шинэсний холтосноос гарган авсан будагч бодис нь байгаль орчинд хортой нэгдэл, хий болон хатуу хаягдал үүсгэдэггүй, экологийн хувьд бүрэн цэвэр бүтээгдэхүүн болох нь батлагдав.

Будаг гарган авах процесст үлдэх холтосны шаар нь органик бүтэцтэй тул хөрсний үржил шимийг нэмэгдүүлэх бордоо болгон ашиглах, эсвэл шахмал түлш үйлдвэрлэхэд дахин боловсруулах бүрэн боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Авдай Ч., Энхтуяа Д. Судалгаа шинжилгээний ажлыг гүйцэтгэх арга зүй. УБ., 2011
- [2] Дугаржав Ч. Монгол орны шинэсэн ой. УБ., 2006
- [3] Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын тайлан 2020 он. УБ, 2020 он
- [4] Бокщанин Ю.Р. Обработка и применение древесины лиственницы. "Лесная промышленность" М-1982 г
- [5] Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. М., 2002
- [6] Пижурин А.А. Розенблит М.С. Основы моделирования и оптимизаций процессов деревообработки. М., 1988
- [7] Цывин.М.М. Использование древесной коры. М., 1973
- [8] Оболенская А.В., Щеголев В.П. Химия древесины и полимеров. М., 2001

МОНГОЛ ОРНЫ ХҮЙТЭН УУР АМЬСГАЛТАЙ БҮС НУТАГТ НАРНЫ БОЛОН ДУЛААНЫ НАСОСТОЙ ХОСОЛСОН СИСТЕМЭЭР БАРИЛГЫН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭРЭГЛЭЭГ ХАНГАХ СУДАЛГАА

Жаргалсайханы НАРАНЧИМЭГ¹, Цогтбаярын УРАНЦЭЦЭГ², Очирдоржийн АЛТАНЗАГАС³, Сүрэнжавын ЭНХБОЛД⁴, Lee SEUNG-JAE⁵

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитекторын сургууль, Хүрээлэн буй орчны инженерчлэлийн тэнхим

^{3,4} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитекторын сургууль, Барилгын инженерчлэлийн тэнхим

⁵ Бүгд найрамдах Солонгос улс, Сөүл, Сөүлийн их сургууль, Иргэний болон байгаль орчны инженерийн тэнхим

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

Хураангуй: Монгол орны эрс тэс уур амьсгалын нөхцөлд нарны цахилгаан үүсгүүр (PV) болон агаарын дулааны насос (ASHP)-ын хосолсон системийн энерги зарцуулалт, эдийн засгийн үр ашиг, мөн хүрээлэн буй орчны нөлөөллийг бодит өгөгдөл, үр дүнд тулгуурлан үнэлэхэд оршино. Судалгаа нь Санзайд байрлах 260 м² талбайтай, А+ ангиллын эрчим хүчний хэмнэлттэй орон сууцанд 2024–2025 оны халаалтын улирлын хэмжилт, гадна ба дотор орчны температур, ASHP-ийн цагийн хэрэглээ, PV-ийн сар бүрийн дулаан үйлдвэрлэл, төвийн сүлжээнээс авсан хэрэглээ зэрэг үзүүлэлтэд суурилсан. Хэмжилтийн үр дүнгээр гадна агаарын хамгийн бага температур –32.8 °C хүрч, улирлын нийт хугацааны 32% нь –20 °C-аас доош температуртай байв. Ийм хүйтэн нөхцөлд ASHP-ийн хэрэглээ улирлын эхэнд 38.7 kWh/өдөр байсан бол хоёрдугаар сард 110.1 kWh/өдөр хүртэл өссөн нь системийн дулааны ачааллын оргил үе болох нь судалгааны үр дүнгээр нотлогдож, PV системийн өөрийн хэрэглээ өвлийн улиралд 30.1% байсан бол хаврын улиралд 50–55% болж өссөн нь хосолсон системийн улирлын үр ашиг дээшилж байгааг илтгэж байна. Халаалтын уламжлалт хувилбарыг (хий, цахилгаан, нүүрс) PV–ASHP хосолсон шийдэлтэй харьцуулсан тооцооллоор уг системийн 1 кВт-ц дулааны өртөг 100–130 ₮/кВт-ц гарсан нь бусад технологиос 2–4 дахин бага зардалтай болохыг тогтоов. Нийт 3004.6 kWh цахилгаан хэрэглэснээс 41.6% нь PV эх үүсвэрээс хангагдаж, төвийн сүлжээний ачаалал мэдэгдэхүйц буурсан. Ижил дулааны хэрэгцээг нүүрсээр хангах тооцоонд 1.15 т CO₂ ялгарлыг бууруулах боломжтой болох нь тогтоогдож хосолсон системийн экологийн хувьд давуу талтай болохыг судалгааны ажлын үр дүнд тодорхойлсон болно.

Түлхүүр үг: Хосолсон халаалтын систем, дулааны насос, нарны цахилгаан хавтан, PV үйлдвэрлэл, дулааны нөөцлүүр, халаалтын ачаалал

I. УДИРТГАЛ

Монгол орон өвлийн улиралд –30...–40 °C хүрч хүйтэрдэг, эрс тэс уур амьсгалтай тул амины орон сууцны халаалтын эрчим хүчний хэрэглээ нийт хэрэглээний дийлэнх хувийг эзэлдэг [1]. Төвлөрсөн дулаанд холбогдоогүй өрхүүдийн хувьд цахилгаан болон нүүрс түлсэн халаалт түгээмэл хэрэглэгддэг бөгөөд энэ нь эрчим хүчний оргил ачаалал нэмэгдэх, цахилгааны төлбөр өсөх, халаалтын тогтвортой байдал алдагдах, агаарын бохирдол нэмэгдэх зэрэг олон талын хүндрэл дагуулдаг [2], [4], [15]. Халаалтын системийг нүүрсээр шийдэх эдийн засгийн хувьд хямд мэт боловч 1 тонн нүүрс шатаахад ойролцоогоор 2.4 тонн CO₂ ялгаруулж, PM2.5 тоосжилтын үндсэн эх үүсвэр болдог тул эрүүл мэндийн болон экологийн ноцтой сөрөг нөлөөтэй [2].

Зөвхөн цахилгаан халаалт нь ашиглалтын хувьд энгийн боловч тариф өндөр, хүйтний улиралд агаарын дулааны насосны (ASHP) хэрэглээ огцом нэмэгддэг тул хэрэглэгчийн зардлыг ихэсгэдэг, түүнчлэн улсын цахилгаан сүлжээний оргил ачааллыг эрс нэмэгдүүлдэг [1], [17]. Харин Монгол Улс жилд 270–300 нарлаг өдөртэй, нарны цацрагийн жилийн нийлбэр 1300–1500 кВт-ц/м² хүрдэг тул нарны цахилгаан хавтанг халаалтын системтэй хослуулах боломж өндөр [2], [3]. Олон

улсын судалгаагаар нарны эх үүсвэр ба дулааны насосыг **хосолсон систем** хэлбэрээр ашиглах нь халаалтын эрчим хүчний хэрэглээг 30–60 хувь бууруулах боломжтойг харуулсан боловч эдгээр судалгаануудын ихэнх нь –10...–20 °C уур амьсгалд хийгдсэн байдаг [5]–[9].

Монголын –30 °C-аас хүйтэн, эрс тэс нөхцөлд PV болон ASHP-ийг хослуулсан системийн улирлын туршийн бодит ажиллагаа, дулааны насосны ачааллын динамик, нарны үйлдвэрлэлийн хувь оролцоо, дулаан нөөцлүүрийн нөлөө, мөн төвийн цахилгаан болон нүүрсэн халаалттай инженерийн түвшний харьцуулалт зэргийг нэгтгэн судалсан иж бүрэн ажил одоогоор судалгаа дутмаг байна.

Иймээс энэхүү судалгаагаар Улаанбаатар хотын Санзайд байрлах А+ ангиллын амины орон сууцны барилгад суурилуулсан нарны цахилгаан хавтан болон агаарын дулааны насосны хосолсон халаалтын системийн 2024–2025 оны халаалтын улирлын гүйцэтгэлийг бодит хэмжилт, барилгын дулаан техникийн тооцоо, динамик дулаан-техникийн загварчлал болон түлш-эрчим хүчний аналитик харьцуулалтаар үнэлэв. Судалгааны үр дүн нь хий, цахилгаан, нүүрсний халаалтын системийг орлохуйц хосолсон системийн

инженерийн боломжийг Монголын эрс тэс уур амьсгалын нөхцөлд тодорхойлох зорилготой

II. СУДАЛГААНЫ ТОЙМ

2.1 Монголын нөхцөл дэх судалгаанууд

Монгол Улсын эрс тэс уур амьсгалд барилга байгууламжийн халаалтын эрчим хүчний хэрэглээ өндөр, дотор орчны дулаан тогтвортой бус байдаг нь олон судалгаагаар батлагдсан. Batsumber ба He [1] нар нь Улаанбаатар хотын сууцны халаалтын хэрэглээг хэмжихэд өвлийн улиралд өрөөний температур ихэнх тохиолдолд нормоос хэлбэлзэж, цахилгаан хэрэглээ огцом өсдөгийг тогтоосон. Farzaneh нар [2] нь Нийслэлийн хэмжээнд нарны эрчим хүчний нөөцийг үнэлж, PV системийг өргөн нэвтрүүлэх нь агаарын бохирдол бууруулах, нүүрсний хэрэглээг орлуулах боломжтойг тэмдэглэсэн боловч дулааны насосны бодит гүйцэтгэлийг судлаагүй.

Монголд халаалтын уламжлалт эх үүсвэр болох нүүрсний хэрэглээний үр ашиг болон экологийн нөлөөллийг судалсан ажлуудаар 1 тонн нүүрс шатаахад ойролцоогоор 2.4 тонн CO₂ ялгаруулж, PM2.5 тоосжилтын гол хүчин зүйл болдгийг харуулсан байдаг [2], [4]. Гэсэн ч нүүрсний халаалтыг цахилгаан болон сэргээгдэх эх үүсвэртэй хосолсон технологитой инженерийн түвшинд харьцуулсан, бодит өгөгдөлд суурилсан хэрнээ цогц судалгаа дутагдалтай байна. Bayandelger нар [4] нь нарны цахилгаан болон дулаан хадгалалтын системийг хослуулсан туршилт хийсэн боловч агаарын дулааны насосны улирлын ачаалал, дулаан нөөцлүүрийн үр нөлөө, хосолсон системийн эдийн засгийн үр ашгийг нарийвчлан судлаагүй.

2.2 Олон улсын SAHP / PV+HP судалгаанууд

Олон улсын судалгаанд нарны эх үүсвэр болон дулааны насосыг хослуулсан халаалтын систем нь эрчим хүчний хэрэглээг мэдэгдэхүйц бууруулдаг болохыг олон удаагийн туршилтаар баталсан. Porri нар [5] нь дулаан нөөцлүүртэй хосолсон системүүд нь улирлын гүйцэтгэлийг 20–40%-иар нэмэгдүүлдэг гэж дүгнэсэн. Pearce ба Sommerfeldt [6] нь хүйтэн уур амьсгалд PV-ээс шууд хэрэглэгдэх эрчим хүчийг нэмэгдүүлэх нь халаалтын системийн зардлыг бууруулах чухал хүчин зүйл болохыг нотолсон. Franco нар [7], Schreurs нар [8] нь PV үйлдвэрлэл ба дулааны насосны ачааллын цагийн таарамж системийн үр ашгийг тодорхойлдог гэж үзсэн. Icaza нар [9] нь дулаан нөөцлүүр бүхий PV-насосны системийг хөдөөгийн барилгуудад туршиад тогтвортой, улирлын өндөр үр ашигтай ажилласныг тэмдэглэсэн.

Гэхдээ эдгээр олон улсын судалгааны ихэнх нь –10...–20 °C бүсэд хийгдсэн бөгөөд Монголын –30 °C-аас хүйтэн үеийн ачааллын өсөлт, дулааны насосны горимын тогтвортой байдал, нарны үйлдвэрлэлийн улирлын хувь оролцоо, барилгын дулаан техникийн хийцтэй уялдсан гүйцэтгэлийн харилцаа зэрэг асуудлыг бодитоор судалсан ажил тун ховор байна.

Өмнөх судалгааны үр дүнгээс харахад Монголын нөхцөлд PV, дулааны хадгалалт, цахилгаан халаалтыг тус тусад нь судалсан ажил бий ч PV–ASHP–дулаан нөөцлүүр–шалны халаалтын хосолсон системийг улирлын турш динамикаар хэмжиж, хий, цахилгаан, нүүрсний халаалттай дулаан техникийн болон эдийн засгийн түвшинд цогцоор нь харьцуулсан судалгаа хомс хэвээр байна. Иймд энэхүү судалгаа нь дээрх орон зайг нөхөх, Монголын эрс тэс уур амьсгалд хосолсон системийн боломжийг бодит өгөгдөлд тулгуурлан үнэлэх зорилготой.

III. СУДАЛГААНЫ ЗОРИЛГО БА ЗОРИУЛТУУД

3.1 Судалгааны ерөнхий зорилго

Монголын хүйтэн уур амьсгалын нөхцөлд нарны цахилгаан хавтан (PV) болон агаарын дулааны насос (ASHP)-ыг хосолсон систем хэлбэрээр ашиглах үед халаалтын улирлын техник, дулаан-техник, эдийн засаг болон экологийн гүйцэтгэлийг бодит туршилтын өгөгдөлд тулгуурлан иж бүрэн үнэлэх, улмаар уламжлалт цахилгаан болон нүүрсэн халаалтыг орлох боломжийг инженерийн түвшинд тодорхойлох.

3.2 Судалгааны зорилтууд

1. Нарны цахилгаан хавтан болон агаарын дулааны насосыг хосолсон халаалтын системийн бүтэц, ажиллагааны уялдаа холбоог тодорхойлох

Нарны эх үүсвэр → батерей → инвертер → дулааны насос → дулаан нөөцлүүр → шалны халаалтын түгээлтийн систем гэсэн энергийн урсгалын логикийг тогтоож, системийн инженерийн бүтцийг тодорхойлох.

2. Барилгын дулааны хэрэгцээ, улирлын уур амьсгалын нөхцөл болон дулааны насосны бодит ачааллын өөрчлөлтийг үнэлэх

–30...–32.8 °C хүртэл хүйтэн нөхцөлд гадаа, дотор температурын хэмжилт, ASHP-ийн цагийн болон сарын хэрэглээг ашиглан халаалтын улирлын дулааны ачааллын өрнөл, хариу урвалыг судлах.

3. Нарны эх үүсвэрийн хувь оролцоо болон төвийн цахилгаан хэрэглээ буурах хэмжээг тодорхойлох

PV-ийн өдөр болон сарын үйлдвэрлэл, өөрийн хэрэглээний хувь (30–55%), дулаан нөөцлүүрийн оролцоог ашиглан хосолсон системийн улмаас төвийн цахилгааны хэрэглээ хэрхэн буурч буйг (41.6%) тогтоох.

4. Халаалтын гурван үндсэн хувилбарын инженерийн харьцуулалт хийх (хий–цахилгаан–нүүрс)

Хийн, цахилгаан, нүүрсний халаалтын 1 кВт.ц дулааны өртөг, зуухны үр ашиг, түлшний илчлэг болон CO₂ ялгарлын үндсэн үзүүлэлтийг хосолсон системтэй харьцуулж, Монголын нөхцөлд аль систем эдийн засаг, техник, экологийн хувьд илүү боломжтойг үнэлэх.

5. Хосолсон системийн эрчим хүчний хэмнэлт, зардлын бууралт болон CO₂ ялгарлын хэмнэлтийг нэгтгэн дүгнэх

IV. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

4.1 Судалгааны объектын дулаан техникийн үзүүлэлт ба эрчим хүчний хэрэгцээ

Судалгаанд хамрагдсан барилга нь 260 м² талбайтай, А+ эрчим хүчний ангилалтай, дулаан алдагдлын маш бага хийцтэй сууц юм. Барилгын дулаан техникийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг зураг төслийн R–K хүснэгтэд тулгуурлан тодорхойлсон бөгөөд гол үзүүлэлтүүд нь дараах байдалтай байна:

- Гадна хана: $R = 7.76 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, $K = 0.13 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$
- Дээвэр (хучилт): $R = 8.23 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, $K = 0.12 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$
- Шал: $R = 5.54 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, $K = 0.18 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$
- Цонх: $K = 1.08 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$ (Low-E, гурван давхар шил)

Эдгээр нь БНБД 23-02-09 нормын шаардлагаас 2–3 дахин илүү дулаан хадгалах чадвартай бөгөөд үүний нөлөөгөөр судалгаанд ашигласан хосолсон халаалтын систем өндөр COP гаргах нөхцөл бүрдсэн.

Барилгын эрчим хүчний гэрчилгээний дагуу халаалтын жилийн хэрэгцээ **8.81 МВт·ц**, Building Simulation тооцоогоор **10.1 МВт·ц** байсан нь судалгааны бодит хэмжилттэй сайн нийцсэн (COP тооцоололд үндэслэн 4 сарын дулаан $\approx 7.5 \text{ МВт·ц}$).

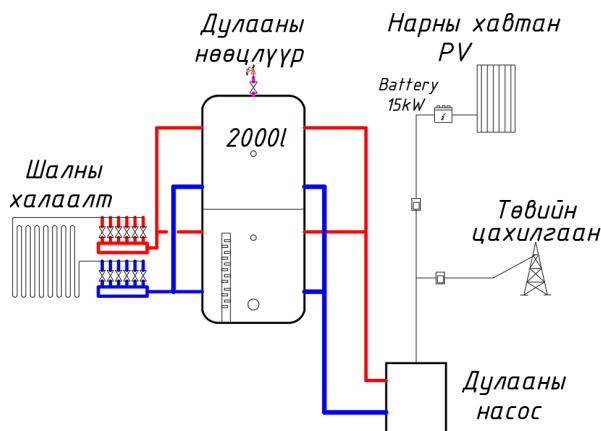


1-р зураг. Барилгын үндсэн зарчим

4.2 Халаалтын систем

Судалгаанд ашигласан халаалтын систем нь нарны цахилгаан хавтан, батерей, инвертер, агаарын дулааны насос, 2000 литрийн дулаан нөөцлүүр болон шалны халаалтын түгээлтийн систем гэсэн үндсэн зургаан дэд хэсгээс бүрдэнэ. Нарны эх үүсвэрээр үйлдвэрлэсэн цахилгаан эхлээд батерейд цэнэглэгдэж, илүүдэл нь дулааны насосыг тэжээхэд ашиглагдана. Дулааны насос үйлдвэрлэсэн дулаанаа нөөцлүүрт дамжуулж, шалны халаалтын систем нь өрөөний температурыг 21–24 °C хооронд тогтвортой байлгадаг. Энэхүү уялдаа холбоо нь өвлийн эрс тэс

нөхцөлд системийн жигд ажиллагааг хангах үндэс болж байна.



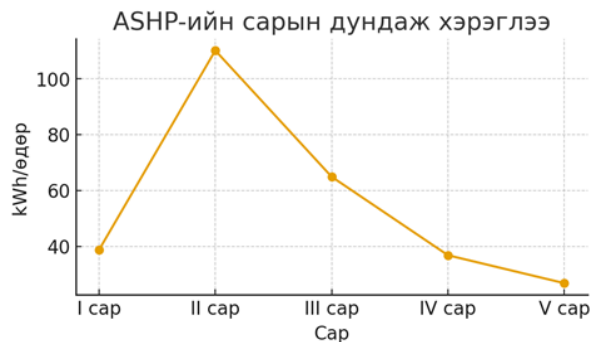
2-р зураг. Барилгын халаалтын схем

Хосолсон систем нь нарны цахилгаан хавтан, батерей, инвертер, агаарын дулааны насос (RMAW-10ZR3-V), 2000 литрийн дулаан нөөцлүүр болон шалны халаалтын усан системээс бүрдэнэ. PV-ээс ирсэн цахилгаан эхлээд батерейд цэнэглэгдэж, улмаар инвертерээр дамжин ASHP-ийн хэрэглээг хангана. ASHP нь гадаад агаарын дулааныг ашиглан дулаан үйлдвэрлэж дулаан нөөцлүүрт дамжуулснаар шалны халаалтаар дамжуулан өрөөний температурыг тогтвортой барина. –30 °C орчим нөхцөлд ASHP-ийн COP онолын хувьд 1.6–2.2, туршилтын тодорхой интервалд 3 орчим гарсан нь системийн технологийн үр ашгийг баталсан.

4.3 Динамик тооцоолол

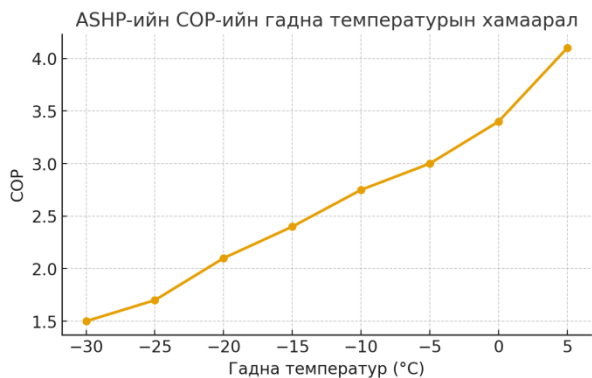
2024–2025 оны халаалтын улиралд гадаа болон дотор орчны температур, ASHP-ийн цахилгаан хэрэглээ, PV-ийн үйлдвэрлэл, төвийн сүлжээнээс авах эрчим хүчний хэмжээг цагийн болон өдөр тутмын нарийвчлалтайгаар бүртгэсэн. Гадаа орчны хамгийн бага температур –32.8 °C байсан ба нийт хугацааны 32% нь –20 °C-аас хүйтэн байв. ASHP-ийн өдрийн дундаж хэрэглээ I сард 38.7 kWh/өдөр, II сард 110.1 kWh/өдөр, III сард 64.9 kWh/өдөр байсан нь температурын хүйтрэлттэй шууд уялдаатай байв. Нарны эх үүсвэрийн өөрийн хэрэглээ XII сард 30.1%, IV–V сард 55.4% хүрсэн нь PV-ийн үйлдвэрлэлийн улирлын өсөлттэй холбоотой.

Динамик хэмжилтийн мэдээллийг Python-ы pandas сан ашиглан цагийн түвшнээс өдөр болон сар руу агрегаталсны үр дүнд 2024.12–2025.03 сарын хугацаанд нийт хэрэглээ 3004.6 кВт·ц, PV үйлдвэрлэл 6528.0 кВт·ц, PV-ийн шууд өөрийн хэрэглээ 1248.7 кВт·ц, төвийн сүлжээнээс авсан хэрэглээ 1755.9 кВт·ц байгааг тогтоов. PV-ийн өөрийн хэрэглээ XII сард 30.1% байсан бол хаврын улиралд 50%-иас давав. ASHP-ийн өдрийн дундаж хэрэглээ хамгийн хүйтэн сард 110.1 кВт·ц/өдөрт хүрсэн нь –20...–30 °C температурын ачаалалтай нийцэж байна.



3-р зураг. Агаарын дулааны насосны 1–5-р сарын дундаж өдөр тутмын цахилгаан хэрэглээ

Хоёрдугаар сард хүйтний оргил үеийн ачаалал хамгийн их байна.



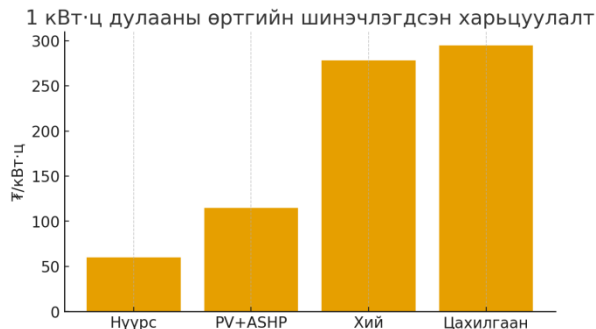
4-р зураг. ASHP-ийн COP-ийн гадаг температурын хамаарал

Температур буурах тусам COP шугаман бус байдлаар буурч, -30°C үед ойролцоогоор 1.6 орчим болж байна.

4.4 Аналитик тооцоо

Түлшний илчлэг, экспортын дундаж үнэ болон зуухны үр ашгийг үндэслэн хийсэн шинэчлэгдсэн тооцоогоор 1 кВт·ц дулаан үйлдвэрлэх шууд өртөг нь нүүрсэн халаалтын хувьд ойролцоогоор 60 ₮/кВт·ц, PV-ASHP хосолсон системийн хувьд 100–130 ₮/кВт·ц, хийн халаалтын хувьд 278 ₮/кВт·ц, цахилгаан халаалтын хувьд 290–300 ₮/кВт·ц байна. Иймээс түлшний шууд өртгөөр харахад хамгийн хямд хувилбар нь нүүрс, түүнээс дараагийн хямд нь PV-ASHP хосолсон систем бөгөөд хийн болон цахилгаан халаалт харьцангуй өндөр өртөгтэй байна.

Гэсэн хэдий ч нүүрсний халаалт нь CO_2 болон $\text{PM}_{2.5}$ ялгарлын хамгийн өндөр түвшинтэй, эрүүл мэнд, хүрээлэн буй орчны хүндрэл дагуулдаг бол PV-ASHP хосолсон систем нь түлшний өртгөөр нүүрснээс өндөр боловч хийн болон цахилгаан халаалтаас мэдэгдэхүйц хямд, CO_2 ялгарлын хувьд 60–70%-ийн бууралттай байгаагаар давуу талтай юм.



5-р зураг. Халаалтын системүүдийн 1 кВт·ц дулааны өртгийн харьцуулалт

Нүүрсний бодит өртгийг шинэчилж 60 ₮/кВт·ц гэж тооцоход PV+ASHP систем нь хий, цахилгаан халаалтаас 2–3 дахин хямд хувилбар болж байна.

Динамик хэмжилт, аналитик тооцоо, барилгын дулаан техникийн үзүүлэлт болон түлшний өртгийн мэдээллийг нэгтгэн үзэхэд хосолсон систем нь 4 сар орчим хугацаанд төвийн сүлжээнээс авах эрчим хүчний хэрэглээг 41.6%-иар бууруулж, халаалтын улирлын турш 1.15 т CO_2 ялгарлыг хэмнэсэн. Дулаан нөөцлүүрийн ачаар -30°C хүртэлх нөхцөлд ASHP тогтвортой ажиллаж, дотор орчны температур нормын хязгаарт байсан нь технологийн найдвартай байдлыг нотолж байна.

4.5 Эдийн засгийн үнэлгээ

Энэ судалгааны эдийн засгийн үнэлгээ нь халаалтын дөрвөн үндсэн хувилбар болох нүүрсэн халаалт, цахилгаан халаалт, хийн халаалт, болон нарны цахилгаан хавтан + агаарын дулааны насосыг хосолсон систем (PV-ASHP)-ийг дулаан үйлдвэрлэлийн нэгж өртөг, жилийн халаалтын нийт зардал, мөн хөрөнгө оруулалтын өгөөжийн хувьд харьцуулахад чиглэсэн.

4.5.1 Жилийн халаалтын зардлын тооцоо

A+ ангиллын барилгын жилийн дулааны хэрэгцээг 9,000 кВт·ц гэж үзвэл халаалтын 4 системийн жилийн зардал дараах байдалтай байна.

Нэгж дулааны өртгийг түлшний илчлэг, экспортын дундаж үнэ болон системийн үр ашгийг тулгуурлан тооцоход дараах дүн гарсан.

ЖИЛИЙН ХАЛААЛТЫН ЗАРДЛЫН ТООЦОО

1-Р ХҮСНЭГТ

Систем	1 кВт·ц өртөг	Жилийн дулаан (кВт·ц)	Жилийн нийт зардал (₮)
Нүүрсний халаалт	60 ₮	9000	540,000 ₮
PV+ASHP	115 ₮	9000	1,035,000 ₮
Хийн халаалт	278 ₮	9000	2,502,000 ₮
Цахилгаан халаалт	295 ₮	9000	2,655,000 ₮

Дүгнэвэл нүүрс нь түлшний шууд өртгөөр хамгийн хямд, түүний дараа PV–ASHP хосолсон систем, харин хий болон цахилгаан халаалт нь гурав дахин үнэтэй хувилбарууд юм.

Гэсэн хэдий ч нүүрс нь CO₂, PM2.5 ялгарлын хамгийн өндөр хажуу зардалтай, харин PV–ASHP нь бохирдлын зардал 0-тэй гэдгийг тэмдэглэх нь чухал.

4.5.2 Жил тутмын зардлын хэмнэлт

PV–ASHP систем нь цахилгаан болон хийн халаалтын системтэй харьцуулахад дараах хэмжээний жил тутмын хэмнэлт үзүүлж байна:

- Цахилгаан халаалттай харьцуулахад:
2.655 сая–1.035 сая=1.62 сая ₮/жил
- Хийн халаалттай харьцуулахад:
2.502 сая–1.035 сая=1.47 сая ₮/жил

→ Жил бүр ≈1.5–1.62 сая төгрөгийн цэвэр хэмнэлт өгдөг.

4.5.3 Хөрөнгө оруулалтын өгөөж (Payback period)

PV–ASHP системийн нийт хөрөнгө оруулалт (12 кВт PV, 10 кВт ASHP, батерей, дулаан нөөцлүүр, суурилуулалт): CAPEX=26.2 сая ₮

Жилийн хэмнэлт $Net\ saving=1.47-1.62\ сая\ ₮$

Хөрөнгө оруулалтын энгийн нөхөх хугацаа

Payback= 17 жил

Хэрэв PV-ийн үнэ буурсан, татварын дэмжлэгтэй, эсвэл бага хүчин чадлын систем ашиглавал: 10-13 жил болж байна

4.5.4 IRR (Дотоод өгөөжийн хувь)

IRR=6.5-8.1%

Энэ нь:

- Монголын инфляци өндөр нөхцөлд тогтвортой өгөөж.
- Эрчим хүчний үнэ өсөх тусам нэмэгдэх боломжтой.
- Утааны бодлого чангарах тусам хосолсон системийн эдийн засгийн давуу тал өсөх гэсэн утгатай.

Нүүрсний шууд түлшний үнэ хямд боловч дараах нуугдмал зардлууд гардаг:

- PM2.5 бохирдлын эрүүл мэндийн хохирол
- Тээвэрлэлтийн зардал
- Өөрийн болон нийгмийн эрүүл мэндийн эрсдэл
- Байгаль орчны нөхөн сэргээлтийн зардал
- Агаарын бохирдлыг бууруулахад шаардагдах улсын төсвийн “далд” зардал

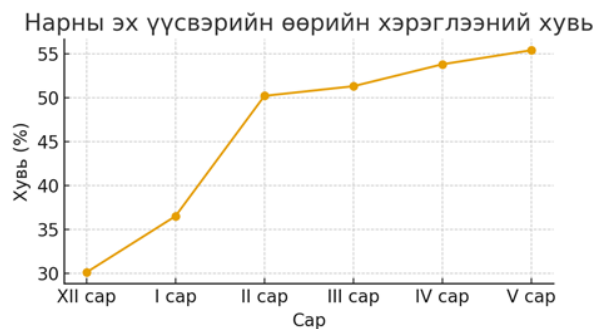
Эдгээрийг тооцоололд оруулбал нүүрсний **жинхэнэ өртөг** PV–ASHP системтэй өрсөлдөхүйц эсвэл бүр давсан түвшинд хүрдэг

PV–ASHP хосолсон систем нь нүүрсний шууд түлшний өртгөөс өндөр боловч хий болон цахилгаан халаалтаас хоёр дахин хямд, CO₂ ялгарлаар олон дахин бага, төлбөрийн тогтвортой байдал өндөртэй тул Монголын нөхцөлд урт хугацаанд эдийн засгийн хувьд ашигтай хувилбар болох нь тооцоогоор батлагдав.

VI. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

ASHP-ийн сарын дундаж хэрэглээний графикаас харахад (Зураг 1) хоёрдугаар сард хамгийн их буюу 110.1 kWh/өдөрт хүрч, гуравдугаар сараас хойш ачаалал буурч байна. Энэ нь гадаа агаарын температурын сэргэлттэй шууд уялдаатай бөгөөд дулааны насосны ачаалал хамгийн их үед ч дотор орчны температур тогтвортой байсан нь системийн хүчин чадал хангалттайг илтгэнэ.

COP-ийн температурын хамаарлыг харуулсан Зураг 2-оос харахад 7 °C орчимд COP≈4.1 байсан бол -20 °C үед COP≈2.1, -30 °C үед COP≈1.6 болж буурч байна. Энэ нь олон улсын ASHP-ийн судалгааны хандлагатай нийцэж байгаа бөгөөд Монголын хүйтэн уур амьсгалд дулааны насосны бодит үр ашгийг тооцоход температурын нөлөөг зайлшгүй харгалзах шаардлагатайг харуулна.



6-р зураг. Нарны эх үүсвэрийн өөрийн хэрэглээний хувь

XII сард 30% байсан бол IV–V саруудад 55%-д хүрч өссөн нь халаалтын улирлын төгсгөлд PV-ийн хувь оролцоо эрс нэмэгдэж байгааг илтгэнэ.

CO₂ ялгарлын тооцоог хийхдээ цахилгаан эрчим хүчний хувьд 0.92 т CO₂/МВт·ц, нүүрсний хувьд 2.4 кг CO₂/кг гэсэн коэффициент ашигласан. Үүний үр дүнд хосолсон систем нь ижил дулааны хэрэгцээг хангах үед нүүрсэн халаалттай харьцуулахад улирлын турш 1.15 т CO₂-оор бага ялгаруулж буй нь экологийн хувьд томоохон дэвшил юм.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажил нь Монголын хүйтэн уур амьсгалын нөхцөлд нарны цахилгаан хавтан (PV) болон агаарын дулааны насос (ASHP)-ыг хосолсон халаалтын системийн инженерийн, эдийн засгийн болон экологийн гүйцэтгэлийг бодит хэмжилт, динамик тооцоолол болон аналитик үнэлгээний үндсэн дээр өгүүлэв. Судалгааны таван зорилтын хүрээнд дараах үр дүн гарлаа.

Зорилт 1. Хосолсон халаалтын системийн бүтэц, энергийн урсгалыг тодорхойлох

PV → батерей → инвертер → ASHP → дулаан нөөцлүүр → шалны халаалт гэсэн энергийн урсгалын бүтэц тодорхой тогтоогдож, системийн дотоод уялдаа бодит хэмжилтээр баталгаажсан. Дулаан нөөцлүүрийн оролцоо нь -30 °C орчим хүйтэнд ч халаалтын тогтвортой ажиллагааг хангаж байгааг харуулсан.

Зорилт 2. Барилгын дулааны хэрэгцээ, уур амьсгал, дулааны насосны бодит ачааллыг үнэлэх

A+ ангиллын барилгын дулаан техникийн үзүүлэлт (хана K=0.13, дээвэр K=0.12) нь дулаан алдагдал бага байгааг нотолсон. ASHP-ийн өдрийн дундаж хэрэглээ II сард 110.1 kWh/өдөрт хүрсэн нь -20...-32.8 °C температурын уналттай нийцэж, системийн ачааллын динамик тодорхой хэмжигдсэн.

Зорилт 3. PV-ийн хувь оролцоо ба төвийн сүлжээний хэрэглээ буурах хэмжээг тодорхойлох

Динамик тооцооллоор PV-ийн self-consumption XII сард 30.1% байсан бол V сар гэхэд 55.4% болсон.

Нийт 3004.6 кВт·ц хэрэглээнээс 1248.7 кВт·ц-ыг PV эх үүсвэрээр хангаж, төвийн сүлжээнээс авах хэрэглээг **41.6%** бууруулсан.

Зорилт 4. Халаалтын системүүдийн (нүүрс-хий-цахилгаан-хосолсон) инженерийн харьцуулалт хийх

Шинэчилсэн түлшний өртгийн тооцооллоор нүүрс 60 ₮/кВт·ц, PV-ASHP 100–130 ₮/кВт·ц, хий 278 ₮/кВт·ц, цахилгаан 290–300 ₮/кВт·ц гарсан.

PV-ASHP систем нь түлшний өртгөөр нүүрсний дараа хоёр дахь хямд хувилбар бөгөөд нүүрсэн халаалтаас улирлын турш **1.15 тонн CO₂** багатай, хий/цахилгаан халаалтаас **2–3 дахин хямд** гэдгийг баталсан.

Зорилт 5. Хосолсон системийн эрчим хүч, зардал ба экологийн үр ашгийг нэгтгэн дүгнэх

Жилийн дулааны хэрэгцээ 9 МВт·ц үед PV-ASHP системийн жилийн зардал ≈1.03 сая ₮ болж, цахилгаан халаалтаас 1.62 сая ₮, хийн халаалтаас 1.47 сая ₮ хэмнэж байгаа нь тооцоогоор батлагдав. Хөрөнгө оруулалтын нөхөх хугацаа **10–17 жил**, IRR ≈6.5–8.1% гэж гарсан бөгөөд хотын түвшинд 120,000 хувийн сууц хосолсон системд шилжвэл **≈480,000 тонн CO₂/жил** бууруулах боломжтой нь нийгэм-эдийн засгийн томоохон үр ашигтайг харуулсан.

Ерөнхий дүгнэлт

PV-ASHP хосолсон халаалтын систем нь Монголын эрс тэс уур амьсгалын нөхцөлд техник, эдийн засаг, экологийн хувьд өндөр үр ашигтай, тогтвортой ажилладаг шийдэл болохыг энэхүү судалгаагаар баталгаажууллаа. Хүйтэн улиралд -30 °C хүртэл нөхцөлд халаалтын тогтвортой ажиллагааг хангаж, төвийн сүлжээнээс хамаарлыг 40%-иар бууруулж, түлшний өртгөөр хий болон цахилгаанаас хоёр дахин хямд, CO₂ ялгарлаар нүүрснээс олон дахин цэвэр хувилбар болсныг судалгаа нотлов.

Иймээс PV-ASHP хосолсон систем нь Улаанбаатар хотын хувийн сууцны халаалтад нэвтрүүлэх боломжтой стратегийн ач холбогдол бүхий технологи гэж дүгнэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Batsumber, L., & He, M. "Indoor thermal environment and heating energy use in residential buildings in Ulaanbaatar, Mongolia. Energy and Buildings", 215 (2020): 109899.
- [2] Farzaneh, H., Itaoka, K., Nguyen, A., & Walker, M. "Solar energy deployment scenarios for reducing air pollution in Ulaanbaatar". Renewable Energy, 138 (2019): 590–601.
- [3] Erdenedavaa, B., Javkhlan, G., & Oyunsanaa, B. "Performance assessment of solar thermal systems in cold climate conditions of Mongolia". Journal of Renewable and Sustainable Energy, 14(3) (2022): 033701.
- [4] Bayandelger, B., Altanzagas, O., & Batmunkh, M. "Assessment of photovoltaic self-consumption and thermal storage integration in electric heating systems in Mongolia". Energy Reports, 7 (2021): 5631–5642.
- [5] Poppi, S., Bales, C., & Heinz, A. "Review of solar-assisted heat pump systems and performance factors". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60 (2016): 1256–1268.
- [6] Pearce, J. M., & Sommerfeldt, N. "Economic feasibility of residential photovoltaic-assisted heat pumps in cold climates". Energies, 12(14) (2019): 2723.

- [7] Franco, A., Nguyen, D. S., & Mandelli, S. "Performance analysis and configuration of hybrid photovoltaic-heat pump systems". *Energy Conversion and Management*, 196 (2019): 560–573.
- [8] Schreurs, M., O'Connor, M., & Crawley, J. "Matching PV generation and heat pump demand for improved energy economics". *Applied Energy*, 274 (2020): 115081.
- [9] Icaza, D., Malmquist, A., & Davidsson, H. "Seasonal performance of photovoltaic-assisted heat pump systems with thermal energy storage in rural buildings". *Renewable Energy*, 172 (2021): 708–720.
- [10] ASHRAE. *ASHRAE Handbook—Fundamentals*. "American Society of Heating", Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2017.
- [11] ISO 5151:2017. "Non-ducted air conditioners and heat pumps — Testing and rating for performance". International Organization for Standardization.
- [12] ISO 16358-1:2013. "Seasonal performance factor calculation method for heat pumps — Part 1: Calculation method". International Organization for Standardization.
- [13] IEC 61724-1:2021. "Photovoltaic system performance monitoring — Part 1: Measurement". International Electrotechnical Commission.
- [14] UNFCCC. "Grid Emission Factor of Mongolia (2022)". United Nations Framework Convention on Climate Change Database.
- [15] БНБД 23-02-09. "Барилгын дулааны хамгаалалт". Барилга, хот байгуулалтын яам, Улаанбаатар, 2010.
- [16] БНБД 41-02-13. "Халаалт, агаар сэлгэлт". Барилга, хот байгуулалтын яам.
- [17] Эрчим хүчний зохицуулах хороо. "Цахилгааны тарифын 632-р тогтоол". Улаанбаатар, 2024.
- [18] Bloomberg TV Mongolia. "Монгол Улсын төсөвт нүүрсний экспортыг 105 ам.доллараар тооцсон мэдээ". 2025. (Үнийн шинэчлэл, экспортын дундаж үнэ 80–105 ам.доллар/тонн)
- [19] IKON News. "Нүүрсний экспортын тонн тутмын 45 ам.долларын бодит үнэ". 2024.
- [20] ERC.gov.mn. "Дулаан үйлдвэрлэл ба хэрэглэгчид нийлүүлж буй өртгийн зөрүүгийн тайлан". 2023.

ХАДЛАНГИЙН ГАЗРЫН МЭДЭЭЛЛИЙН ЦАХИМ СИСТЕМИЙН ХӨГЖҮҮЛЭЛТ (СЭЛЭНГЭ АЙМГИЙН ЖАВХЛАНТ СУМЫН ЖИШЭЭН ДЭЭР)

Чойжилжав БАТ-ЭРДЭНЭ¹, Дашийн ОЮУНЦЭЦЭГ²

Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Геодезийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: daoyunaa@must.edu.mn²

Хураангуй: Монгол Улсын хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлийн нэг чухал салбар болох мал аж ахуй нь өвс, тэжээлийн бэлэн нөөцөөс шууд хамааралтай байдаг. Хадлангийн талбайн ашиглалт, түүний зохион байгуулалт нь малын тэжээлийн хангамжийн баталгааг хангах үндсэн нөхцөл боловч өнөөг хүртэл олон сум, орон нутагт орчин үеийн мэдээллийн технологид суурилсан төлөвлөлт, газрын мэдээллийн системийн (GIS) шийдэл бүрэн нэвтрээгүй байна. Үүний улмаас хадлангийн талбайн ашиглалтын талаарх мэдээлэл салангид, бодит бус, давхардалтай, зарим тохиолдолд гар аргаар хийгдэж буй нь менежмент, төлөвлөлт, хяналтын чанарт сөргөөр нөлөөлж байна. Тиймээс энэхүү судалгаагаар Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын хэмжээнд давхардсан тоогоор 254 малчин өрхийг хамруулж, тэдний хадлан бэлтгэдэг газрын байршил, хэмжээ, ашиглалтын хэлбэрийг өрх бүрээр нарийвчлан судалж, газар дээрх уулзалт, оролцооны аргаар анхан шатны мэдээлэл цуглуулсан. Энэ мэдээлэлд тулгуурлан одоо ашиглагдаж буй газрын кадастрын зураг, кадастрын мэдээллийн сан, хиймэл дагуулын зураг ашиглан хадлангийн талбайн байршил, хэмжээ, хил зааг, ашиглалтын төлөв байдлын дүн шинжилгээг хийв. Мөн судалгааны явцад хадлангийн талбайн бодит байршил, илүү нарийвчлалтай тогтоохын тулд нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж (дрон)-оор зураглал хийх ажлыг 4 дүгээр сард гүйцэтгэж хэмжилт, зураглалын нарийвчлалыг дээшлүүлэх арга зүй боловсруулсан. Ингэснээр “KHADLAN.MN” нэртэй цахим системийг боловсруулж, сумын газар ашиглалт, хадлангийн талбайн мэдээллийг автоматжуулсан веб платформ хэлбэрээр нэгтгэв. Уг систем нь админы хэсэг (газрын даамлын зориулалттай удирдлагын хэсэг) болон хэрэглэгчийн хэсгээс бүрдэх бөгөөд иргэд хадлангийн талбайн хүсэлт гаргах, гэрээ байгуулах, төлбөрийн мэдээлэл авах, газрын хил хязгаарын kmz файлыг татан авах зэрэг боломжуудыг олгоно. Энэхүү систем нь орон нутгийн байгууллагуудад газар ашиглалтын хяналт, төлөвлөлтийн процессыг цахимжуулах, иргэдэд ил тод, хүртээмжтэй мэдээллийн орчин бүрдүүлэх дэвшилтэт шийдэл юм.

Түлхүүр үгс: хадлангийн талбай, GIS, цахим зохион байгуулалт, дрон зураглал, KHADLAN.MN, газар ашиглалт, Сэлэнгэ аймаг, Жавхлант сум

I. УДИРТГАЛ

Монгол Улсын эдийн засгийн тулгуур салбаруудын нэг болох хөдөө аж ахуй нь хүн амын хүнсний хангамж, орон нутгийн тогтвортой хөгжил, экспортын чадавхад чухал байр суурь эзэлдэг. Мал аж ахуй нь нийт хөдөө аж ахуйн салбарын 80 орчим хувийг эзэлж, улсын нийт хүн амын амьжиргаанд шууд нөлөөлдөг ч үйлдвэрлэлийн үр ашиг нь байгалийн нөхцөл, өвс тэжээлийн нөөцөөс ихээхэн хамаардаг. Иймд хадлангийн талбайн зохистой ашиглалт, төлөвлөлт, нөөцийн менежмент нь мал аж ахуйн тогтвортой байдлыг хангах гол нөхцөл болж байна (WHO, 2022). Сүүлийн жилүүдэд орон нутгийн түвшинд хадлангийн талбайн мэдээлэл бүрэн, үнэн зөв бүртгэгдээгүй, зураглал нь хоцрогдсон, мөн ашиглалт, төлөвлөлтийн үйл ажиллагаа ихэвчлэн гар аргаар, нэг удаагийн шинжтэй хийгддэг зэрэг хүндрэл тулгарч байна. Үүнээс улбаалан нэг талбайг давхар ашиглах, газрын маргаан гарах, хадлангийн ургамлын даац хэтрэх зэрэг асуудал гарч, ургамлын гарц буурах, экосистемийн тэнцвэр алдагдах сөрөг үр дагавар бий болж байна. Эдгээр асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд газрын мэдээллийн систем (GIS), нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж (дрон), цахим мэдээллийн сангийн технологи зэрэг дэвшилтэт шийдлийг хөдөө аж ахуйн салбарт нэвтрүүлэх зайлшгүй шаардлага үүсжээ. Энэхүү асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд сүүлийн жилүүдэд төрийн үйлчилгээг цахим системд шилжүүлэх, нэвтрүүлэх ажил эрчимтэй хурдацтай явагдаж байна. Төрийн үйлчилгээг хүртээмжтэй, түргэн шуурхай, чирэгдэлгүй, хүнд

сурталгүй, ил тод хүргэхэд зайлшгүй хийгдэх шинэчлэл нь төрийн үйлчилгээг цахимжуулах, онлайн хэлбэрт шилжүүлэх явдал юм. Энэ ажлыг "АЛСЫН ХАРАА-2050" Монгол Улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлого, мөн бусад хууль тогтоомж, журам, ерөнхий газрын албан тоот зэрэгтэй уялдуулан хэрэгжүүлж байна. Орон нутгийн онцлогт нийцсэн цахим менежментийн системийг хөгжүүлснээр газар ашиглалтын мэдээллийг нэгдсэн санд оруулах, талбайн хил хязгаарыг нарийвчлалтай тогтоох, жил бүрийн төлөвлөгөө гаргах, хяналт шинжилгээг хялбарчлах зэрэг олон талын үр ашиг бий болно.

Иймээс энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын хадлангийн талбайн мэдээллийг цуглуулж, орон зайн дүн шинжилгээнд тулгуурлан цахим зохион байгуулалтын систем (KHADLAN.MN)-ийг боловсруулах явдал юм. Судалгааны хүрээнд малчдын оролцоотой газар дээрх мэдээлэл цуглуулах, кадастрын зураг болон дроны өгөгдөл ашиглан байршил, хэмжээ, ашиглалтын хэлбэрийг тодорхойлох, улмаар газар ашиглалтын үйл явцыг цахим системд бүртгэх арга зүйг боловсруулсан болно. Судалгааны үр дүнгээр боловсруулагдсан KHADLAN.MN систем нь орон нутгийн газар ашиглалтын бодит мэдээллийг цахим хэлбэрт оруулж, иргэдийн оролцоотой ил тод, хүртээмжтэй менежментийн шинэ загварыг бий болгосноор мал аж ахуйн салбарт дижитал шилжилт хийх анхны бодит алхам болох ач холбогдолтой юм.

II. ҮНДСЭН ХЭСЭГ ХАДЛАНГИЙН ТАЛБАЙ

“Хадлангийн талбай” гэдэг нь мал аж ахуйн үйлдвэрлэлд зориулан өвс, тэжээлийг бэлтгэх зорилгоор тогтмол эсвэл түр хэмжээгээр ашиглагдаж буй газрын хэсэг буюу бүс нутгийг хэлдэг. Өөрөөр хэлбэл, мал аж ахуйн үйлдвэрлэлд зориулан өвс, тэжээл бэлтгэх зорилгоор ашиглагдаж буй эдэлбэр газрын хэсэг юм. Энэ нь тухайн нутаг дэвсгэр дээр малчид эсвэл малын аж ахуй эрхлэгчдийн өвөл, хаврын улиралд ашиглах өвс тэжээлийн нөөцийг урьдчилан бүрдүүлэх, мөн зун-намрын улиралд өвс хураах, хадлах зорилгоор тодорхой хэрэглээний дагуу ашиглагддаг. (хүрээлэн, 2020) Хадлангийн газар нь тогтмол эсвэл улирлын дагуу ашиглагддаг бөгөөд малын тоо, ургамлын ургалт, цаг уурын нөхцөлөөс шууд хамаарна. Ашиглалтын хэлбэр нь үндсэн хадлан, нөөц хадлан, бэлчээртэй хосолсон хадлан зэрэг төрөлтэй байна.

Газрын байршил ба топографийн онцлог

Ихэвчлэн тэгш, нам өндөрлөг, хөндий, эсвэл гол, нуурын эрэг орчим байрласан байдаг. Байршлын онцлог нь ургамлын ургалт, усан хангамжид нөлөөлдөг тул талбайн ашиглалт, ургамлын сорт сонголтод шууд нөлөөтэй.

Хөрсний бүтэц

Ургацын чанар, хэмжээнд хөрсний бүтцийн чанар шууд нөлөөлдөг. Хөрс үржил шимтэй, усны нөөц сайтай, тэгш бүтэцтэй байх нь хадлангийн ашиглалтанд хамгийн тохиромжтой байдаг.

Ургамлын бүрхэвч

Өвс, тэжээлийн ургамлын төрөл, нягтрал, ургалтын байдал хадлангийн талбайн гол үзүүлэлт болдог. Ургамлын бүрхэвч нь экологийн нөхцөл, малын хэрэглээний даацад нийцсэн байх нь чухал.

Усны болон дэд бүтцийн хангамж

Усны хангамж сайтай талбай нь ургац өндөр, чанартай байх боломжийг нэмэгдүүлдэг. Мөн малын хөл хөдөлгөөнийг дэмжих дэд бүтэц (зам, түгээх цэг) нь ашиглалтын үр дүнд нөлөөлдөг.

Экологийн болон цаг уурын нөлөө

Хадлангийн талбайн онцлог нь тухайн бүс нутгийн цаг уурын нөхцөл, хөрсний чийгшил, салхины хурд, температур зэрэгт шууд хамааралтай. Үүний дагуу ургамлын ургалт, ургацын чанар, хадлангийн улирлын төлөвлөгөө өөрчлөгддөг. Хадлангийн газрын эдгээр онцлог нь мал аж ахуйн салбарын төлөвлөлт, тэжээлийн баталгаа, экологийн тогтвортой байдлыг хангахад чухал ач холбогдолтой бөгөөд хадлангийн талбайг зохион байгуулах, төлөвлөхөд суурь мэдээлэл болдог. (Монгол Улсын Бэлчээр Ашиглагчдын Нэгдсэн Холбоо. Монголын бэлчээр, хадлангийн төлөв байдал, 2024)

Хадлангийн газрыг ашиглалтын зориулалт, бүтцийн онцлог, эзэмшлийн хэлбэр зэргээс хамааран олон янзаар ангилж болдог. Монголын мал аж ахуйн салбарт ихэвчлэн дараах үндсэн ангиллыг хэрэглэдэг байна.



Зураг 1. Хадлангийн газрын зориулалт

Эх сурвалж: Монгол Улсын Шинжлэх Ухааны Академи-ийн “Монголын бэлчээрийн төлөв байдлын мониторинг” тайлан



Зураг 2. Хадлангийн газрыг бүтэц (онцлогоор)

Эх сурвалж: Монгол Улсын Шинжлэх Ухааны Академи-ийн “Монголын бэлчээрийн төлөв байдлын мониторинг” тайлан.



Зураг 3. Хадлангийн газрыг эзэмшлийн хэлбэрээр нь

Эх сурвалж: Судлаачийн боловсруулснаар

Хадлангийн талбайн ангилал, түүний мэдээллийн бүртгэл, зураглал, хэмжилт, ашиглалтын статусыг оновчтой тодорхойлох нь мал аж ахуйн салбарын төлөвлөлт, тэжээлийн баталгаа, экологийн тогтвортой байдлыг хангахад чухал хэрэгцээтэй үйл ажиллагаа болж байна.

Хадлангийн талбайн цахим зохион байгуулалт

Хадлангийн талбайн цахим зохион байгуулалт нь газар ашиглалт, байгаль орчны хамгаалалт, хөдөө аж ахуйн салбарт цахим системийн хэрэглээтэй холбогддог бөгөөд эрх зүйн баримт бичгүүд нь эдгээр үйл ажиллагааг зохицуулах зорилгоор гардаг. Энэ төрлийн цахим зохион байгуулалтыг хэрэгжүүлэхэд зориулсан эрх зүйн баримт бичиг нь газар ашиглалтыг ил тод, тэгш, үр ашигтай зохион байгуулахад чиглэнэ. Монгол Улсад газар ашиглалттай холбоотой хамгийн чухал эрх зүйн баримт бичиг нь Газрын тухай хууль. [1]. Энэ хуулийн 53 дугаар зүйлд сум, дүүргийн Засаг дарга мэргэжлийн байгууллагатай хамтран хадлангийн талбайд газар зохион байгуулалтын арга хэмжээ авч, хэрэгжилтийг хангах, хадлан авах боломжтой талбайг иргэн, аж ахуйн нэгж, байгууллагад жил бүр хуваарилж, хэрэгжилтийг зохион байгуулах, Газрын нэгдмэл сангийн ангилалд бүртгэгдсэн хадлангийн талбайд 5 дугаар сарын 15-наас мал бэлчээхийг хориглох, иргэн, аж ахуйн нэгж, байгууллага нь Засаг даргатай тохиролцож бэлчээрийн ургацтай хэсгийг хадлангийн талбай болгон ашиглах, мөн усалгаатай болгох, хамгаалах, бордох, ойн зурвас тарих зэргээр сайжруулалт хийж ургацыг дээшлүүлсэн тохиолдолд эзэмшүүлэх боломжийг тусгасан байдаг. [1]. Мөн 58 дугаар зүйлд тариалангийн газраас бусад ангиллын газрын төлөв байдал, чанарын хянан баталгааг хөрсний үржил шим, бохирдол, ургамлын ургац болон хадлангийн талбайн ургамлын зүйлийн бүрэлдэхүүний өөрчлөлт зэрэг үзүүлэлтээр гаргана гэж заасан байна. [1].

2012 оны 05 дугаар сарын 17-ны өдөр батлагдсан "Байгалийн нөөц ашигласны төлбөрийн тухай" хуулийн шинэчилсэн найруулгын 52 дугаар зүйлд сум, дүүргийн Засаг дарга мэргэжлийн байгууллагатай хамтран хадлангийн талбайд газар зохион байгуулалтын арга хэмжээ авч, хамгаалах, хадлан авах боломжтой талбайг жил бүр иргэд, аж ахуйн нэгж, байгууллагад хуваарилж, тэдгээрийн хамгаалалтыг хариуцуулж, мөн 5 дугаар сарын 15-наас 9 дүгээр сарын 1-ний хооронд мал, амьтныг бэлчээхийг хориглохоос гадна иргэн, аж ахуйн нэгж, байгууллага нь сум, дүүргийн Засаг даргатай тохиролцож, бэлчээрийн ургацтай хэсгийг хадлангийн талбай болгон ашиглах боломжтой гэж заасан байна. [2].

Газрын төлбөрийн тухай хуулийг анх 2002 онд баталсан бөгөөд түүнээс хойш газрын төлбөрийн тогтолцоог илүү үр дүнтэй зохицуулах, газрын ашиглалтыг оновчтой байлгах зорилгоор хэд хэдэн удаа шинэчилсэн байдаг. Газрын төлбөрийн тухай хуулийн 7 дугаар зүйлд газрын төлбөрийг суурь үнэлгээнээс хязгаарт багтаан хувь, хэмжээгээр тогтоох бөгөөд бэлчээрийн газрын төлбөрийн хязгаар 0,01-0,03 хувь, тариалан, хадлангийн газрын төлбөрийн хязгаар 0,01-0,03 хувь, хот, тосгон, бусад суурины газрын төлбөрийн хязгаар 0,1-1,0 хувь

байхаар заагдаж, газрын үнэлгээ, ашиглах зориулалтыг харгалзан хөдөө аж ахуйн болон суурины газрын үнэлгээний зэрэглэлийг Засгийн газар тогтооно гэж заасан байна. [3].

Монгол Улсын Засгийн газрын 2018 оны 6 дугаар сарын 20-ны өдрийн дугаар 182 тоот тогтоолоор Газрын төлбөрийн тухай хуулийн холбогдох заалтуудыг үндэслэн газрын үнэлгээний тойрог, суурь үнэлгээ, газрын төлбөрийн хэмжээг тогтоож, үүнд хөдөө аж ахуйн, хадлангийн болон суурин газрын төлбөрийн хувь, мөн чөлөөт бүсийн газрын төлбөрийн хэмжээг тус тус баталсан бөгөөд энэ нь газрын ашиглалт, төлбөрийн системийг зохицуулах зорилготой байсан. Тус тогтоолоор газрын үнэлгээний тойрог, хөдөө аж ахуйн газрын үнэлгээний тойргийн 1 га газрын суурь үнэлгээ, нийслэлийн дүүргүүдийн болон аймгийн төвийн сум, суурин газрын үнэлгээний зэрэглэл, чөлөөт бүсийн газрын суурь үнэлгээ, зам, шугам сүлжээний газрын төлбөрийг тус тус тогтоожээ. Мөн нэг хонин толгойд ногдуулах бэлчээрийн газрын төлбөрийг түүний тогтоосон суурь үнэлгээний 0.03 хувь, нэг га хадлангийн газрын төлбөрийг түүний суурь үнэлгээний 0.01 хувь байхаар тогтоосон байдаг. [4]. Хадлангийн талбайн цахим зохион байгуулалт нь газрын мэдээллийг цахим хэлбэрт шилжүүлэх, цахим системүүдийг бий болгох шаардлагатай байдаг. Үүний тулд төрийн байгууллагууд болон газар ашиглалтын мэргэжилтнүүдэд зориулсан тодорхой журам, заавар болон тогтоолыг боловсруулдаг. Сүүлийн жилүүдэд Монгол Улс цахим шилжилт, газар ашиглалтад мэдээллийн технологиудыг нэвтрүүлэх, электрон засаглалын загварыг хэрэгжүүлэх чиглэлээр олон төсөл хэрэгжүүлж байна. Энэ хүрээнд төрийн байгууллагууд цахим системийн хэрэглээг нэвтрүүлэх, хадлангийн талбайн зохион байгуулалтыг цахим хэлбэрт шилжүүлэх ажил явуулж байна.

Хадлангийн талбайн цахим зохион байгуулалт, газар ашиглалт, хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлд цахим системүүдийг нэвтрүүлэх талаар олон улсын болон Монголын эрдэмтдийн хийсэн хэд хэдэн судалгаа байдаг. Эдгээр судалгаа нь газар зүйн мэдээллийн систем (GIS), Глобал байрлал тодорхойлох систем (GPS), үүлэн технологи зэрэг дэвшилтэт технологиудын хэрэглээг хамардаг бөгөөд энэ нь хадлангийн талбайн зохион байгуулалтад нөлөөлдөг. Судалгаануудын ихэнх нь Монгол улсын хөдөө аж ахуй, газар ашиглалт, зохион байгуулалтыг цахим технологиор сайжруулах зорилготой хийгдсэн байна. Mohd Javaid болон Abid Haleem нар нь Энэтхэгийн эрдэмтэд бөгөөд агротехнологийн салбарт машин сургалт болон IoT ашиглах чиглэлээр судалгаа хийж байна. Тэдний судалгаа нь ухаалаг хөдөө аж ахуй, тариалангийн менежмент зэрэгт чиглэж, Precision Agriculture-ийг дэмжих зорилгоор технологиудыг ашиглах талаар судалгаа хийжээ. "Agriculture 4.0" буюу дижитал хөдөө аж ахуйн технологи (IoT, AI, Big Data, GPS, Cloud Computing)-г ашиглан хадлангийн талбай, хөрс, ургамлын байдал, тоног төхөөрөмжийн хэрэглээ зэрэгт суурилсан ухаалаг фермерийн систем хөгжүүлэх боломжуудыг судалсан. [5]. Тэдний судалгаагаар цахим системүүд нь хадлангийн талбайн зохион байгуулалтыг

сайжруулж, байгаль орчны хамгаалалтыг нэмэгдүүлэхэд үр дүнтэй болохыг онцолж, хөдөө аж ахуйн газар ашиглалтын хяналт болон хадлангийн талбайн зохион байгуулалтыг дижитал системээр удирдах нь үр ашигтай болохыг тодорхойлсон. Мөн Энэтхэгийн эрдэмтэд Yannis Ampatzidis болон Pradeep Kumar нар нь ухаалаг хөдөө аж ахуйд технологийн шинэчлэлүүдийг ашиглаж, дрон, AI болон IoT-г нэвтрүүлэх боломжуудыг судалж байна. [6]. Тэдний судалгаагаар GPS болон IoT мэдрэгчүүдийг ашиглан, хөдөө аж ахуйн системүүдийг автоматжуулж, газрын менежментийг сайжруулах боломжийг харуулжээ. Эдгээр судалгаа нь цахим технологийн хэрэгжилт нь газар ашиглалтын үр ашгийг нэмэгдүүлж, байгаль орчны нөлөөллийг бууруулахад тустайг харуулж байна. [7].

III. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Энэхүү судалгааны хүрээнд хадлангийн талбайн эзэмшигчдийн мэдээллийг ил тод, хялбар байдлаар цахим хэлбэрт шилжүүлж, мэдээллийг хянах, мэдээллийн технологи ашиглан хадлангийн талбайн менежментийг сайжруулах хадлангийн талбайн ашиглалт, зохион байгуулалт, хуваарилалтыг сайжруулах, явдал юм. Хадлангийн талбайн ашиглалт, зохион байгуулалтыг сайжруулах, хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлд дижитал шийдлүүдийг нэвтрүүлэх зорилгоор KHADLAN.MN веб системийг боловсруулж, энэхүү веб систем ашиглан хадлангийн талбайн байршил, ашиглалт, хамгаалалтын мэдээллийг илүү хялбар, үр ашигтай удирдах боломжуудыг бий болгох зорилт тавьсан.



Зураг 4. Судалгааны объект

Судалгааны объект нь Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын хадлангийн газрыг эхний ээлжинд цахим системд оруулан судлав.

Цахим систем бүрдүүлэлт

Судалгааны ажлын хүрээнд хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлд дижитал шийдлүүдийг нэвтрүүлэх, хадлангийн талбайн ашиглалт, зохион байгуулалтыг сайжруулах зорилгоор Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын хадлангийн талбайд зориулсан ухаалаг гар утсаар ашиглах веб систем боловсруулсан. Энэхүү ажлын хүрээнд дараах ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн. Үүнд:

1. Сумын хэмжээнд давхардсан тоогоор нийт 254 малчин өрх ахуйн зориулалтаар хадлан бэлтгэж буй нь судалгааны суурь мэдээлэл болж өгсөн. Хадлангийн талбай ашиглах төлөвлөлтийн ажлыг нарийвчлан боловсруулахын тулд малчин өрх бүртэй биечлэн уулзалт хийж, тэдний хадлан бэлтгэдэг газрын байршил, хэмжээ, газар ашиглалтын хэлбэр зэрэг мэдээллийг өрх бүрээр нарийвчлан судлан бүртгэсэн. Ийнхүү газар дээрх бодит судалгаа болон оролцогч талуудын мэдээлэлд тулгуурлан хадлангийн талбайн ашиглалт, төлөвлөлтийн ажлын зураглалыг боловсруулахад шаардлагатай үндэслэлтэй мэдээллийг цуглуулсан.



Зураг 5. Иргэдтэй уулзан хэмжилт хийн хэмжээ хил зааг тогтоон зураглал хийж байгаа нь

2. Хадлангийн талбайн байршил, хэмжээ, ашиглалтын хэлбэрийг тогтоох зорилгоор одоо хэрэглэж буй газрын кадастрын зурагт тулгуурлан судалгаа хийсэн. Энэхүү судалгааны үндсэн дээр хадлангийн газрын ашиглалтын өнөөгийн байдалд дүн шинжилгээ хийж, нэгтгэн дүгнэлт гаргасан болно. Мөн хадлангийн талбайн бодит байршилыг илүү нарийвчлалтай тодорхойлох шаардлага урган гарч байгаа тул хэмжилт, зураглалын ажлыг нистэгчгүй нисэх төхөөрөмж ашиглан зураглалыг цаашид хийхээр төлөвлөж байна. Ингэснээр хадлангийн талбайн хэмжээ, хил хязгаар, ашиглалтын төлөв байдал зэрэг мэдээллийг илүү үнэн зөв тодорхойлох боломжийг бүрдүүлнэ.

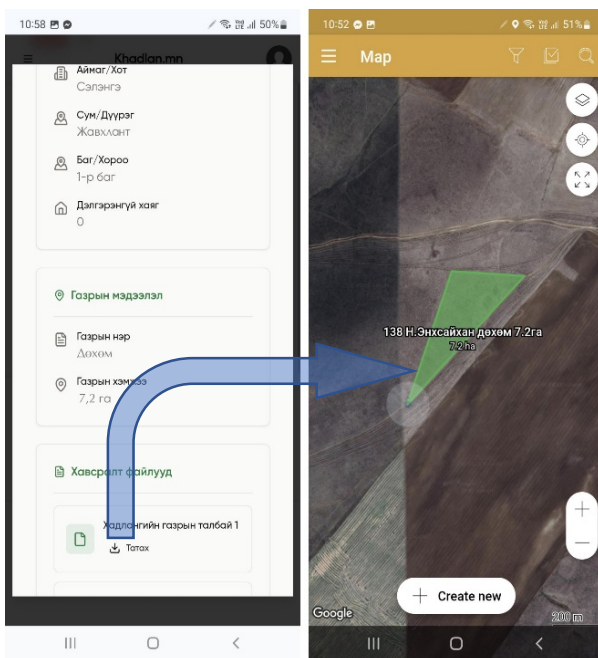
3. KHADLAN.MN веб систем нь Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын хадлангийн талбайн ашиглалт, зохион байгуулалтыг сайжруулах зорилгоор хөдөө аж ахуйн салбарт дижитал технологийг ашиглах боломжийг нэмэгдүүлэх, хадлангийн талбайн зохион байгуулалт, ашиглалттай холбоотой үйл ажиллагааг автоматжуулах зорилгоор бүтээж, хөгжүүлсэн шийдэл юм. Тус аппликейшн нь ННТ ашиглан газар дээрх хэмжилт, зураглал хийх боломжтой бөгөөд малчдын хэрэгцээнд нийцсэн олон төрлийн мэдээллийг нэгтгэн, хэрэглэгчдэд мэдээллийн сан үүсгэх, хадлангийн талбайг хянах, ашиглалтын төлөв байдлыг сайжруулах зэрэг зорилготой. KHADLAN.MN веб систем нь хоёр үндсэн хэсгээс бүрддэг. Нэгдүгээр хэсэг нь Админы хэсэг бөгөөд энэ хэсэгт газрын даамал өөрийн нэвтрэх нэр, нууц үг үүсгэн, систем рүү нэвтрэн ордог. Админ хэсэгт орсноор газрын даамал хадлангийн талбайн хүсэлт гаргасан иргэдийг хэрхэн бүртгэх, гэрээг байгуулах,

төлбөрийн үйл ажиллагааг зохион байгуулах, мөн хадлангийн талбайг иргэнд хэрхэн олгох талаар заавар, зөвлөгөө өгч ажилладаг. Газрын даамал нь өөрийн нэвтрэх нэр, нууц үгээ оруулан админ хэсэгт нэвтэрч, эдгээр үйл ажиллагааг хянаж, удирддаг.



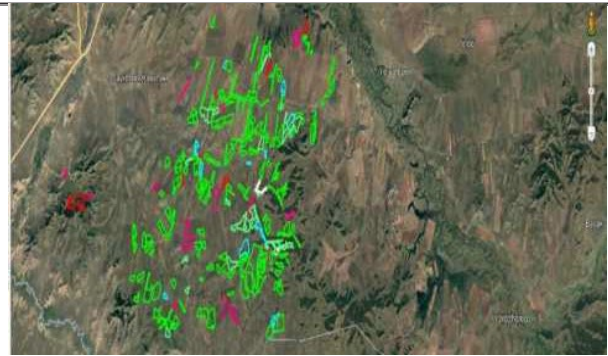
Зураг 6. Газрын даамал хянах боломжтой систем

Энэ мэдээллийг үндэслэн ажлын хэсэг гэрээний загвар бэлтгэх, хадлангийн талбайн файл болох kmz файлыг тухайн хүсэлт гаргасан иргэнд илгээдэг.



Зураг 7. Иргэд гар утсаараа khadlan.mn-с хадлангийн талбайн kmz файл татаж утасны аппликэйшн дээр байриллаа нээж хянан мэдээллийг авч байгаа нь

Мөн уг судалгааны хүрээнд Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын Засаг даргын тамгын газрын багийн дарга нарт болон орлогч даргын компьютерт сүүлийн үеийн технологи болох GOOGLE EARTH PRO программыг ашиглан нийт 1, 2-р багийн иргэд хадланчдын хадлан хаддаг газрын талбайг зураглал хийж гүйцэтгэв. Тус зураглалыг үндэслэн иргэдийн хаддаг газрын хэмжээ га талбай, газрын байршил, иргэдийн хадлангийн талбайн хил зааг, хадах боломжтой талбайг хадлангын газаргүй иргэдэд өргөдөл хүсэлтийн дагуу шинээр олгох, хадах боломжтой газрууд тэмдэглэн авч сумын архивт хадгалан зураг байдлаар архивлан авч болохоороо давуу талтай.



Зураг 8. Хадлангийн газрын архив

Нийт давхацсан байдлаар 536 хадлангийн газрын зураглал хийгдсэн. Эдгээрийн давхцал болон хил заагыг нарийвчлан тогтоож гэрээ хийсэн хийгдээгүй зөрчилтэй гэх мэтийг зураглал дээрээ өнгөөр ялган тэмдэглэж бусад иргэдтэй газрын давхцал байгаа эсэхийг шалгах ажлыг эцэслэн хийж гүйцэтгэсэн.



Зураг 9. Жавхлант суманд хийгдсэн хадлангийн газрын зураглал

Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын хадлангийн талбайн ашиглалт, зохион байгуулалтыг илүү үр ашигтай болгох, малчдад дижитал шийдлүүдийг ашиглах боломжийг олгох зорилгоор KHADLAN.MN веб систем болон холбогдох системүүдийг амжилттай нэвтрүүлсэн явдал юм. Иргэдийн хадлан хадах талбайн хүсэлтийг цахим хэлбэрээр хүлээн авч, гэрээний үйл ажиллагааг автоматжуулж, төлбөрийн үйл явцыг цахимаар зохион байгуулан, хадлангийн талбайн байршилыг Avenza Map апп ашиглан тодорхойлох боломжийг бий болгосон. Мөн энэ ажлын хүрээнд талбайн хэмжээ, байршил, ашиглалтын байдал зэрэг мэдээллийг зөв, хурдан боловсруулж, хадлангийн зохион байгуулалтыг сайжруулсан.

Хэрэглэгчдэд зориулсан зааварчилгаа, дэмжлэгийг бүрдүүлж, ажил хэрэгч байдал, хэрэглэгчийн сэтгэгдлийг харгалзан тохиргоо хийж сайжруулсан. Энэхүү ажлын үр дүнг иргэдийн шаардлагад нийцүүлэн туршиж, ашиглахад хялбар, ойлгомжтой болгосон.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын хадлангийн талбайн ашиглалт, зохион байгуулалтын өнөөгийн байдалд дүн шинжилгээ хийж, дижитал технологид тулгуурласан хадлангийн талбайн цахим менежментийн систем боловсруулсан болно.

Судалгаагаар дараах үндсэн үр дүн, ач холбогдол гаргасан.

1. Хадлангийн талбайн мэдээллийн санг бүрдүүлсэн- Сумын хэмжээнд нийт 254 малчин өрх хадлангийн зориулалтаар газар ашиглаж байгааг тогтоож, тэдгээрийн газрын байршил, хэмжээ, ашиглалтын хэлбэрийг нарийвчлан бүртгэсэн. 536 хадлангийн газрын зураглалыг GOOGLE EARTH PRO ашиглан боловсруулж, кадастрын зураглал, хил хязгаар, давхцал зөрчлийг илрүүлсэн.

2. Цахим систем (KHADLAN.MN)-ийг боловсруулан туршсан: Хадлангийн талбайн ашиглалт, хуваарилалт, гэрээний үйл ажиллагааг цахим хэлбэрт шилжүүлж, автоматжуулах боломжийг бүрдүүлсэн. KHADLAN.MN систем нь админ (газрын даамал) болон хэрэглэгч (иргэн)-ийн гэсэн хоёр хэсэгтэй бөгөөд талбайн мэдээлэл, гэрээ, төлбөрийн удирдлагыг цахимаар шийдвэрлэх боломжтой.

3. Дижитал технологийн хэрэглээг нэвтрүүлсэн: Хадлангийн талбайн байршлыг Fields Area Measure болон дрон (HNT)-ийн зураглал ашиглан тодорхойлох, мэдээллийг газрын зураг хэлбэрээр ил тод харуулах боломжийг бүрдүүлсэн. KHADLAN.MN системийг орон нутгийн удирдлага болон иргэдийн гар утсанд ашиглан туршиж, бодит хэрэглээнд тохируулан сайжруулсан. Ингэснээр KHADLAN.MN системийг бусад сум, аймагт нутагшуулах, хөгжүүлэх боломж бүрдэж байгаа бөгөөд энэ нь хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлд дижитал шилжилт хийх бодлогын хэрэгжилтэд бодит хувь нэмэр оруулах боломжтой юм. Хадлангийн талбайн цахим зохион байгуулалтын энэхүү судалгаа нь газрын менежментийн ил тод байдлыг хангах, мэдээллийн хүртээмжийг нэмэгдүүлэх, тэжээлийн үйлдвэрлэлийн үр ашгийг дээшлүүлэх, орон нутгийн хөгжилд дижитал технологийн нөлөөг нэмэгдүүлэх чухал алхам боллоо. Судалгааны дүнд боловсруулсан. KHADLAN.MN систем нь цаашид хадлангийн төлөвлөлт, ашиглалтын хяналт, бодлогын шийдвэр гаргалтад үр дүнтэй ашиглагдах боломжтой гэж дүгнэв.

САНАЛ ЗӨВЛӨМЖ

Цаашид хадлангийн талбайн цахим зохион байгуулалт нь зөвхөн нэг сумын хэмжээнд хязгаарлагдах бус, үндэсний хэмжээний газрын менежментийн системийн нэг бүрэлдэхүүн болж хөгжих боломжтой. Цаашид төр, хувийн хэвшил, иргэдийн оролцоог уялдуулж, хөдөө аж ахуйн салбарын дижитал шилжилтийн бодлоготой уялдуулах нь чухал байна.

- KHADLAN.MN системийг хиймэл оюун ухаан (AI)-тай холбох

- Ургамлын нягтрал, ургалтын хугацаа, ургацын таамаглал зэрэг үзүүлэлтийг AI ашиглан автомат тооцоолох боломжийг судлах. - Хадлангийн газрын ашиглалтын давтамж, ус чийгийн нөхцөлд үндэслэн оновчтой хуваарилалт хийх ухаалаг загвар боловсруулах.

- Цахим системийн мэдээллийн нэгдэл, аюулгүй байдлыг хангах

- Хэрэглэгчийн мэдээллийн нууцлалыг хамгаалах, нэвтрэх эрхийн удирдлагыг сайжруулах.

- Мэдээллийг үүлэн (cloud) орчинд хадгалах,

автоматаар нөөцлөх, шинэчлэх үйл ажиллагааг системд нэвтрүүлэх.

- Бусад салбарын системтэй уялдуулах

- Газрын кадастр, орон нутгийн төлөвлөлт, уур амьсгалын мэдээллийн системүүдтэй холбож, интеграцийн шийдэл боловсруулах.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Газрын тухай хууль
- [2] Байгалийн нөөц ашигласны төлбөрийн тухай хууль,
- [3] Газрын төлбөрийн тухай хууль
- [4] 2018 оны 6 дугаар сарын 20-ны өдрийн “Газрын үнэлгээний тойрог, зэрэглэл (бүс), суурь үнэлгээ, газрын төлбөрийн хэмжээг тогтоох тухай” дугаар 182 тогтоол
- [5] M.Javaid and A. Haleem, "Applications of IoT in Agriculture: Opportunities and Challenges," *Procedia CIRP*, vol. 72, pp. 551-556, 2021. [Online].
- [6] P.Kumar and Y. Ampatzidis, "Integration of IoT and AI for Precision Agriculture Systems," *Procedia CIRP*, vol. 32, pp. 49-55, 2021. [Online].
- [7] Y.Ampatzidis, "Precision Agriculture: A Review on the Use of Artificial Intelligence and IoT in Smart Farming," *Procedia CIRP*, vol. 26, pp. 3337, 2021. [Online].