

“Эрчим хүчний шилжилт ба тогтвортой хөгжил”  
эрдэм шинжилгээний II бага хурлын өгүүллийн эмхэтгэл

Улаанбаатар хот  
2022 он



Эрчим хүчний салбарын 100 жилийн ойд зориулсан  
**“ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ШИЛЖИЛТ БА ТОГТВОРТОЙ ХӨГЖИЛ”**  
сэдэвт эрдэм шинжилгээний бага хурлын  
“ДУЛААН ХАНГАМЖ - ТЕХНИК ТЕХНОЛОГИ” салбар

Улаанбаатар хот, Монгол улс  
2022 оны 4-р сарын 14



ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ  
ЯАМ



“УБДС” ТӨХК



“АДС” ТӨХК



ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ  
СУРГУУЛЬ

**Хамтрагч байгууллагууд**

Эрчим Хүчний Яам  
ШУТИС-ийн Эрчим Хүчний Сургууль  
“Улаанбаатар Дулааны Сүлжээ” ТӨХК  
“Амгалан Дулааны Станц” ТӨХК

### **Зохион байгуулах комисс**

Б.Ерөн-Өлзий /ЭХЯ, Бодлого төлөвлөлтийн газрын дарга/

Ж.Гэрэл /ЭХЯ, Бодлого төлөвлөлтийн газрын шинжээч/

Б.Батбаяр /“УБДС” ТӨХК, Техникийн асуудал хариуцсан дэд захирал/

Т.Алтангэрэл /“УБДС” ТӨХК, Горим тохируулгын албаны дарга/

Ч.Цогтсайхан /“АДС” ТӨХК, Хөдөлмөр аюулгүй байдал эрүүл ахуйн инженер/

Д.Үлэмж /ШУТИС, ЭХС, Эрдэмтэн нарийн бичгийн дарга/

Г.Отгонбаяр /“УБДС” ТӨХК, Горим тохируулгын албаны ахлах инженер/

Ц.Бат-Эрдэнэ /“УБДС” ТӨХК, Горим тохируулгын албаны инженер/

Т.Сандагдорж /“УБДС” ТӨХК, Горим тохируулгын албаны инженер/

Э.Амарсанаа /“УБДС” ТӨХК, Горим тохируулгын албаны инженер/

### **Шүүгчид**

Т.Батдондог /ЭХЯ, Эрчим хүчний бодлогын хэрэгжилтийг зохицуулах газрын дарга/

Ё.Энхтуяа /ЭХЯ, Эрчим хүчний бодлогын хэрэгжилтийг зохицуулах газрын ахлах

шинжээч/

Ч.Цогтсайхан /“АДС” ТӨХК, Хөдөлмөр аюулгүй байдал эрүүл ахуйн инженер/

Ч.Мангалжалав /ШУТИС, ЭХС, ДИС-ийн зөвлөх профессор/

П.Бямбацогт /ШУТИС, ЭХС, ДИС-ийн хөтөлбөр хариуцсан дэд профессор/

## ГАРЧИГ

<b>ЗАРИМ ХОТ, СУУРИЙН ГАЗРЫН ДУЛААНЫ АЧААЛЛЫН НЯГТЫН СУДАЛГАА</b>	1
Б.Баяраа, Э.Оюу-Эрдэнэ, Б.Намхайням	
<b>УЛААНБААТАР ХОТЫН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ХЯНАЛТ УДИРДЛАГЫН СИСТЕМ</b>	7
Н.Батсайхан, Л.Батмэнд, Д.Отгонбаяр	
<b>ДУЛААНЫ ШУГАМЫН ЗЭВРЭЛТИЙГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА</b>	13
С.Батхишиг, Э.Эрхэмбаяр, Б.Эрдэнэ	
<b>ОКСИЭТИЛИДЕНДИФОСФОР (ОЭДФК)-ЫН ХҮЧЛИЙН КАТИОНИТ ШҮҮЛТҮҮРИЙН АЖИЛЛАГААНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨ</b>	19
Б.Оюунсүвд, С.Мөнхсар, Д.Пүрэвсайхан	
<b>ЭДЦС-ЫН ДУЛААНЫ НӨӨЦИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ СУДАЛГААНЫ ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС</b>	23
Б.Өлзийбадрах, Ш.Энхбаяр, Ш.Алтанхундага, О.Пүрэвжал, П.Бямбацогт, П.Ганбат	
<b>“ДЦС-3” ТӨХК-ИЙН ТЕХНОЛОГИЙН УУРЫН ШУГАМЫН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ, АШИГЛАЛТЫГ САЙЖРУУЛАХ АРГА ЗАМ</b>	28
Б.Хандармаа, А.Түмэнбаяр	
<b>ДУЛААНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИЙГ АЛС ЗАЙД АЛДАГДАЛ БАГАТАЙ ДАМЖУУЛАХ БОЛОМЖ</b>	34
Р.Батмөнх	
<b>ДУЛААНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦАД CSP ТЕХНОЛОГИ НЭВТРҮҮЛЭХ НАРНЫ ТАЛБАРЫН ТООЦОО</b>	39
Г.Мөнгөншагай, Ч.Баярмагнай, А.Бат-Эрдэнэ, П.Отгонжаргал, М.Сарангэрэл, Г.Содномсүрэн	
<b>БАЯНЗҮРХ ДҮҮРЭГТ ҮҮССЭН ХАЛИАНЫ УСЫГ ЦЭВЭРШҮҮЛЭН АМГАЛАН ДУЛААНЫ СТАНЦАД ДАХИН АШИГЛАХ СУДАЛГАА</b>	47
Д.Хишигшинэн, М.Анужин	
<b>ХОГ ХАЯГДЛЫГ ШАТААЖ ЭРЧИМ ХҮЧ ҮЙЛДВЭРЛЭХ ДУЛААНЫ СТАНЦ</b>	52
Б.Эрдэнэбаяр, Э.Ундрахцогт, О.Энхтөр	
<b>АМИНЫ СУУЦНЫ ХАЛААЛТАД НАРНЫ ЦАХИЛГААН ЭХ ҮҮСГҮҮР АШИГЛАХ БОЛОМЖИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ СУДАЛГАА</b>	57
Ө.Мөнхбаатар, П.Бямбацогт, Г.Мөнхнасан	
<b>ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ИРЭЭДҮЙН ЧИГ ХАНДЛАГА</b>	65
Х.Энхжаргал, Г.Баярсайхан, Л.Батмэнд	
<b>ДУЛААНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТ, АЮУЛГҮЙ БАЙДЛЫГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ НЬ</b>	71
Б.Эрдэнэчимэг, Д.Батчимэг, Н.Одончимэг	
<b>НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИЙГ АШИГЛАН КОМПАНИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНД ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТ ГАРГАХ</b>	77
Л.Амарбат, Б.Балжинням, Б.Баасансүлэн	
<b>“ДЦС-3 ТӨХК”- НИЙ ҮЙЛДВЭРИЙН УУРЫН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ДУЛААЛГЫГ ШИНЭЧЛЭХ ХЭРЭГЦЭЭ, ШААРДЛАГА</b>	83
Б.Батбаатар	

<b>ДУЛААНЫ ХУРИМТЛУУРТ ХАЛААГУУР-ЗУУХНЫ ТУРШИЛТ, СУДАЛГАА</b>	85
Ч.Мангалжалав, О.Чимэд, Ц.Эрдэнэтуяа	
<b>ДУЛААНЫ ДЭД СТАНЦЫН АВТОМАТЖУУЛАЛТАНД СКАДА ТЕХНОЛОГИЙГ АШИГЛАХ НЬ</b>	89
Т.Саруул, О.Чимэд	
<b>БКЗ-220-100-4С ШИНЭЧЛЭЛИЙН ЗУУХНЫ ХУРЦ УУРЫН ТЕМПЕРАТУР ГАРАХ ШАЛТГААН, НӨЛӨӨЛЖ БУЙ ХҮНДРЭЛҮҮД, ЗАСВАРЛАХ АРГА</b>	92
Д.Бямбадорж, Н.Байталов, Ц.Баттөгс, Г.Гүүррагчаа, П.Сандаг-Очир	
<b>ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ЭХ ҮҮСВЭРҮҮДИЙН АШИГЛАЛТЫН ХУГАЦААГ УРТАСГАХ, ШИНЭЧИЛЭХ СТРАТЕГИ</b>	102
Д.Алтанмөнх	
<b>ДУЛААНЫ УЗЕЛИЙГ КОРУНД БУДГААР ДУЛААЛАХ СУДАЛГАА ТООЦОО,ХЭРЭГЖҮҮЛСЭН БАЙДАЛ, ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТ ГАРГАСАН ҮР ДҮН</b>	107
Б.Анхбаатар	
<b>ЗУУХНЫ АВТОМАТ ТОХИРУУЛГЫН СИСТЕМД ОЛОН ХУВЬСАГЧТАЙ ПИД КОНТРОЛЛЕР АШИГЛАХ ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА</b>	110
Б.Батзориг, Д.Үлэмж	
<b>ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ДАМЖУУЛАЛТЫН АЛДАГДАЛЫГ БУУРУУЛЖ, ГИДРАВЛИК ГОРИМЫН ТЭНЦВЭРЖИЛТИЙГ ХАНГАХ ШИЙДЭЛ</b>	116
Т.Алтангэрэл, Г.Отгонбаяр, Т.Сандагдорж	
<b>ХӨВСГӨЛ АЙМГИЙН МӨРӨН ХОТЫН ДУЛААНЫ ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ГОРИМ</b>	121
Б.Эрдэнэбаяр	
<b>ОРОН НУТГИЙН ТӨВҮҮДИЙН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ШИНЭЧЛЭЛИЙН АСУУДАЛД</b>	127
Б.Намхайням, О.Пүрэвжал, Ё.Энхтуяа, Г.Мягмаржав	

# ЗАРИМ ХОТ, СУУРИН ГАЗРЫН ДУЛААНЫ АЧААЛЛЫН НЯГТЫН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Батсуурь Баяраа<sup>1\*</sup>, Энхтайван Оюу-Эрдэнэ<sup>1</sup>, Бүсжав Намхайням<sup>2</sup>, Эрдэнэтогтох Ганхуяг<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний сургууль, Дулааны инженерийн салбар

<sup>2</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, Дулааны техник, үйлдвэрийн экологийн хүрээлэн

<sup>3</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, Энерготех сервис ХХК

[b.bayaraa@must.edu.mn](mailto:b.bayaraa@must.edu.mn)

*Хураангуй*—Олон улсын жишгээр дулаан хангамжийн системийг үнэлэх аргачлалд дулааны ачааллын нягтыг авч үздэг ба энэ ойлголтыг монгол улсын зарим дулаан хангамжийн системийн хувьд тодорхойлов. Дулааны ачааллын нягтыг тухайн дулаан хангамжийн системийн жилийн дулааны хэрэглээг дулааны сүлжээний хамрах талбай болон сүлжээний сувгийн урт гэсэн хэмжээнд харьцуулах байдлаар 5 өөр түвшиний системд тодорхойлсон. Мөн жишээ авч нягтын утга нь эдийн засгийн зарим үзүүлэлттэй хэрхэн уялдаж байгааг тооцон гаргалаа. Цаашид уг утгыг жишээлэн авч жилээс жилд өргөжин тэлж буй дулаан хангамжийн системийг оновчлох асуудалд дулааны ачааллын нягт гэх ойлголтыг оруулж тооцоолох нь инженерчлэлийн тооцоог хялбарчлах, хот төлөвлөлтийн бодлогод түргэн шуурхай дулаан хангамжийн оновчтой техникийн шийдэл гаргах боломжийг олгон гэж итгэж байна.

*Түлхүүр үг*—Шугаман нягт, Дулааны нягт, Дулааны сүлжээ

## I. ОРШИЛ

Монгол улсын мт хувьд 1934 онд анхны дулааны цахилгаан станц үүссэнээр дулаанжуулалтын үндэс суурь тавигдсан [1]. Өнөө цаг үед манай улсад барилгын бүтээн байгуулалт идэвхтэй өрнөж, хот суурингууд өргөжин тэлсээр байна. Гэр хорооллын дахин төлөвлөлт, агаарын бохирдлыг бууруулах ажлын хүрээнд нийслэл хотод барилгажилт эрчимтэй явагдаж жилд дунджаар 150-230 Гкал/ц-ийн дулааны тооцоот ачаалал бүхий 500 орчим барилга, объектууд хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд шинээр холбогдож байгаа бөгөөд дулаан түгээлт жилдээ 5-8%-иар өссөн үзүүлэлттэй байна[2]. Үүнийг дагаад дулаан хангамжийн хамрах хүрээ тэлж, ялангуяа Улаанбаатар, Эрдэнэтэд насос станцууд нэмж байгуулагдснаар ашиглалтын зардал нэмэгдэж байгаа бөгөөд шинээр тавьсан шугамууд нь ашиглалтын хугацаандаа хүрэхгүйгээр дахин шинээр солих шаардлага үүсч байна. Тиймээс дулаан хангамжийн системийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх, үнэлэх үүднээс суурин газрын дулаан хангамжийн хамрах хүрээг тодорхойлох шаардлага гарч байгаа юм.

Скандинавын орнууд, Хойд ба Зүүн Европ, Орос, Хятад зэрэг орнууд нь төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийг сонгодог байдлаар ашигладаг улсууд бөгөөд сүүлийн үед дулаан хангамжийн системийн үр ашгийн үнэлэх төрөл бүрийн судалгааны ажлуудыг өргөнөөр хийж байна.

Vladislav Masatin [3] нар дулааны шугам сүлжээний геометр хэмжээсийг ашиглан дулаан шугамын дулааны алдагдлыг математик загварчлалыг гарган авсан ба үүндээ сүлжээний усны өгөх буцах усны температур, шугамын диаметр болон урт зэргийг авч үзэхээс гадна дулааны

шугаман нягт гэх ойлголтыг тус судалгаанд нөлөөлөгч гол хүчин зүйл болгон сонгон авсан.

Ekaterina E. нарын судлаачид дулаан хангамжийн системийн хөгжүүлэлт, найдвартай байдалд нөлөөлөх гадны хүчин зүйлийн нөлөөллийн судалгаа хийсэн ба дулааны сүлжээний талбайн нягт, дулааны шугаман нягт гэсэн 2 үзүүлэлтийг дулаан хангамжийн системийн үр ашгийг илэрхийлэх гол хүчин зүйл гэж тодотгосон байна [4].

Ivan Dochev [5] нар дулааны ачааллын шугаман нягтыг тооцоолон Хамбург (Hamburg) хотын дулаан хангамжийг өргөтгөх таамаглалын судалгааны ажил хийсэн ба энэхүү ажлаараа ирээдүйд өсөн нэмэгдэх дулааны ачаалалд тулгуурлан дулаан хангамжийн системийн өргөтгөлийн атлас зургийг гаргаж дүн шинжилгээ хийсэн.

Дээрх судалгаануудаас харахад дулааны ачааллын нягт нь дулаан хангамжийн системийн хөрөнгө оруулалтыг тооцох, дулааны шугамын алдагдлыг тооцоолох, дулаан хангамжийн системийг урьдчилан төлөвлөх, өргөжүүлэх болон системийн үр ашгийг үнэлэх чухал параметр гэдэг нь харагдаж байна. Гэвч Монгол улсын хувьд дулааны ачааллын нягтын талаар судалгаа шинжилгээний ажил хийгдээгүй ба дулаан хангамжийн системийг үнэлэх энэхүү чухал параметрыг тодорхойлох шаардлагатай гэж үзэж байгаа юм.

Тиймээс Монгол орны нөхцөлд дулааны ачааллын нягт болон дулааны шугаман нягтыг тодорхойлж, дулааны нягтын утга дулаан хангамжийн шугам сүлжээний зардалд хэрхэн нөлөөлөхийг судлахыг зорилоо. Түүнчлэн энэхүү судалгаа нь дулаан хангамжийн системийг үнэлэх дараа дараагийн судалгаануудын анхдагч судалгаа болно гэж найдаж байна.

## II. Дулааны ачааллын нягтын тухай ойлголт

Төв европ болон хойд америкийн өндөр хөгжилтэй орнуудад дулаан хангамжийн системд үнэлэлт, дүгнэлт өгөх, шинээр сүлжээ байгуулж төлөвлөх зэрэгтээ **Heating load density** буюу **дулааны ачааллын нягт** хэмээх ойлголтыг авч үздэг. Энэ нь Европын дулааны атлас /Pan european thermal atlas/, Саарландын дулааны кадастр /Saarland heat cadaster/ гэх мэт дулааны шугам сүлжээний атласуудад ихэвчлэн ашиглагддаг [6].

Дулааны ачааллын нягт нь шугаман нягт, талбайн нягт гэх мэт дулаан хангамжийн хамрах хүрээг хэрхэн сонгосон байдлаасаа хамаараад хэд хэдэн төрөл байна. Сүүлийн үед нэгж талбайд ноогдох дулааны хэмжээгээр илэрхийлэгдэх **дулааны сүлжээний талбайн нягт**, дулааны сувгийн нэгж уртад ноогдох дулааны тоо хэмжээгээр тодорхойлогдох **дулааны шугаман нягт /linear heat density/** гэсэн 2 хэмжигдэхүүнийг түгээмэл хэрэглэж байна. Энэ хоёр төрлийн нягт нь хоёулаа дулаан хангамжийн системийн эдийн засгийн үр ашгийг үнэлэх, шугам сүлжээний найдваржилттай байдалд чиг баримжаа олгох, үнэлэх чухал үзүүлэлт болдог.

## III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

*А. Судалгааны объект.* Энэхүү ажлаар Монгол улсын дулаан хангамжийн системийн чадлын болон хамрах хүрээний түвшингийн зэрэглэлийг харгалзан үзэж Улаанбаатар, Эрдэнэт, Дархан, Мөрөн, Дундговь аймгийн Гурвансайхан сумын төвийн дулаан хангамжийн системүүдийг сонгон авлаа.

*В. Судалгааны аргачлал.* Энэхүү ажлаар дулаан хангамжийн системийн дулааны ачааллын нягтыг дулааны сүлжээний талбайн нягт, дулааны шугаман нягт гэсэн хоёр байдлаар (1), (2), (3), (4) томъёоны аргачлалаар тодорхойлно.

### Дулааны шугаман нягт

Дулааны хэрэглээний хувьд

$$q_{\text{ш}}^{\text{жил}} = \frac{\sum Q^{\text{жил}}}{S_{\text{дхс}}}, \quad \frac{\text{Гкал}}{\text{га}} \quad (1)$$

Энд:  $\sum Q^{\text{жил}}$  – Дулаан хангамжийн системийн дулааны жилийн хэрэглээ, Гкал  
 $S_{\text{дхс}}$  – тухайн дулаан хангамжийн системийн хамрах талбай. Үүнийг тооцоходоо дулаан хангамжийн системийн хамрах талбайг 1 га шоо дөрвөлжинд хувааж тооцно.

Дулааны ачааллын хувьд

$$q_{\text{ш}} = \frac{\sum Q}{L_{\text{сүл}}}, \quad \frac{\text{Гкал}}{\text{ц} \cdot \text{м}} \quad (2)$$

Энд:  $\sum Q$  – Дулаан хангамжийн системийн тооцоот ачаалал, Гкал/ц  
 $L_{\text{сүл}}$  – тухайн дулаан хангамжийн системийн хамрах талбай. Үүнийг тооцоходоо дулааны сүлжээний сувгийн уртаар авна.

## Дулааны сүлжээний талбайн нягт

Дулааны хэрэглээний хувьд

$$q_{\text{ш}} = \frac{\sum Q}{S_{\text{дхс}}}, \quad \frac{\text{Гкал}}{\text{га}} \quad (3)$$

Энд:  $\sum Q^{\text{жил}}$  – Дулаан хангамжийн системийн дулааны жилийн хэрэглээ, Гкал

Дулааны ачааллын хувьд

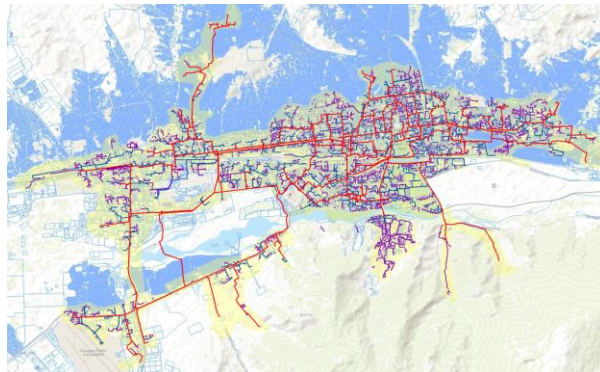
$$q_{\text{ш}}^{\text{жил}} = \frac{\sum Q^{\text{жил}}}{L_{\text{сүл}}}, \quad \frac{\text{Гкал}}{\text{ц} \cdot \text{га}} \quad (4)$$

## IV. Дулааны ачааллын нягтын үр дүн

Дулааны ачааллын нягтыг өмнө дурьдсанаар сүлжээний нийт эзлэх талбайгаар, сүлжээний сувгийн уртаар гэсэн хоёр байдлаар дээр дурьдсан аргачлалаар тодорхойлов.

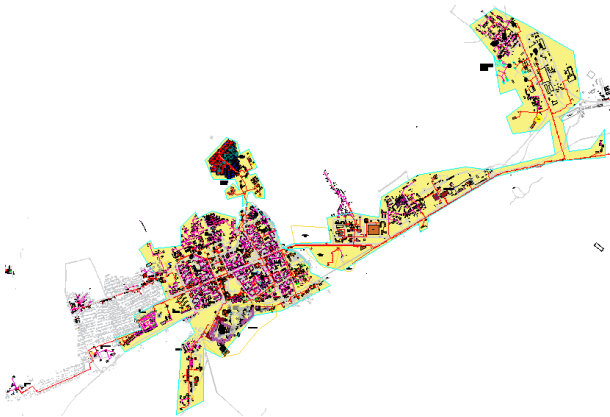
*Дулааны сүлжээний талбайн нягт.* Судалгааны дулаан хангамжийн талбайг 1-5 дугаар зурагт дүрслэн харуулав. Тооцооны үр дүнг хүснэгт 2, 3-т нэгтгэв.

*Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн систем.* Манай улсын хамгийн том дулаанжуулалтын систем болох Улаанбаатар хотын дулааны нийлбэр ачаалал нь 2992.3 Гкал/ц, дулааны жилийн хэрэглээ 12404721.61 Гкал/жил байна. Дулааны сүлжээний хувьд 8290.1 га талбайд нэг ба хоёрдугаар хэлхээний 875000 метр хос шугамаар дулааны эрчим хүчийг хэрэглэгчдэд түгээж байна.



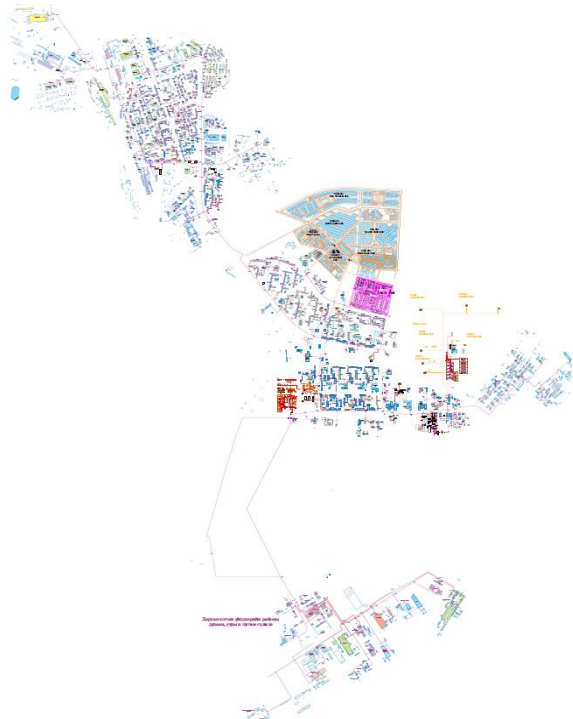
1-р зураг. Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн системийн зураглал

*Эрдэнэт хотын дулаан хангамжийн систем.* 2022 оны байдлаар дулааны нийлбэр ачаалал нь 208.21 Гкал/ц, дулааны жилийн хэрэглээ 848476.93 Гкал/жил байна. Дулааны сүлжээний хувьд 10516.4 га талбайд 113911.4 метр хос шугамаар дулааны эрчим хүчийг хэрэглэгчид байна.

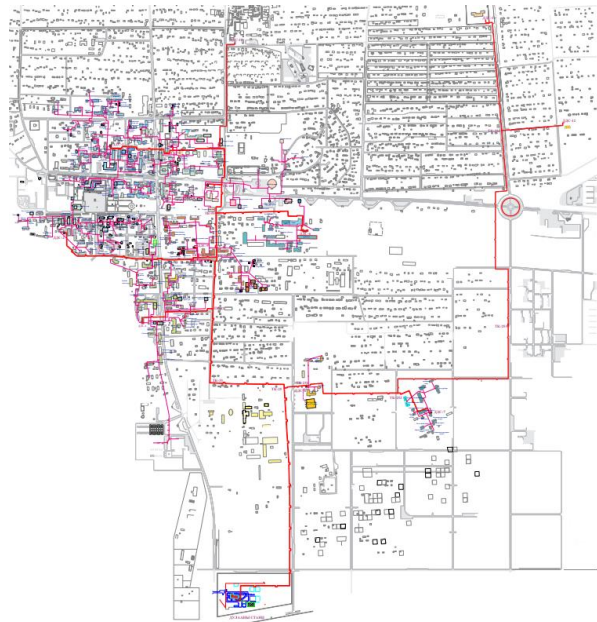


2-р зураг. Эрдэнэт хотын ДХС-ийн зураглал

*Дархан хотын дулаан хангамжийн систем.* Одоогийн байдлаар дулааны нийлбэр ачаалал нь 191.24 Гкал/ц, дулааны жилийн хэрэглээ 778258.06 Гкал/жил байна. Дулааны сүлжээний хувьд 1030 га талбайд 96128.0 метр хос шугамаар дулааны эрчим хүчийг хэрэглэгчдэд түгээж байна.



3-р зураг. Дархан хотын дулаан хангамжийн системийн зураглал  
*Мөрөн хотын дулаан хангамжийн систем.* Мөрөн хотын дулааны нийлбэр ачаалал нь 23.34Гкал/ц, дулааны жилийн хэрэглээ 69937.2Гкал/жил байна. Дулааны сүлжээний хувьд 228.2га талбайд 1151метр хос шугамаар дулааны эрчим хүчийг хэрэглэгчдэд түгээж байна.



4-р зураг. Мөрөн хотын дулааны сүлжээний зураглал

*Дундговь аймгийн Гурвансайхан сумын төвийн дулаан хангамжийн систем.* Тухайн сумын төвийн дулааны нийлбэр ачаалал нь 2.05Гкал/ц, дулааны жилийн хэрэглээ 8504.95Гкал/жил байна. Дулааны сүлжээний хувьд 16.97га талбайд 1151метр хос шугамаар дулааны эрчим хүчийг хэрэглэгчдэд түгээж байна.



5-р зураг. Гурвансайхан сумын төвийн дулаан хангамжийн системийн зураглал

2-р ХҮСНЭГТ. ДУЛААНЫ СҮЛЖЭЭНИЙ ТАЛБАЙН НЯГТ

№	ДХ-ийн систем	Дулааны ачаалал, Гкал/ц	Дулаан хангамжийн талбай, га	Дулааны ачааллаар, Гкал/ц.га	Дулааны жилийн хэрэглээгээр, Гкал/га
1	УБ хот	2992.3	8290.0	0.361	1496.3
2	Эрдэнэт	208.2	1051.0	0.198	807.3
3	Дархан	191.2	1030.0	0.186	755.6
4	Мөрөн	23.3	228.2	0.102	306.5
5	Гурвансайхан сум	2.1	17.0	0.121	501.2

Дулааны сүлжээний нягтыг дулааны жилийн хэрэглээгээр тооцсон үр дүнгээс үзэхэд хүснэгтийн их утга нь Улаанбаатар хотод буюу 1496.3Гкал/га, бага утга Мөрөн хотод 306.5Гкал/га байна. Харин Гурвансайхан сумын төвийн нягт 501.2Гкал/га



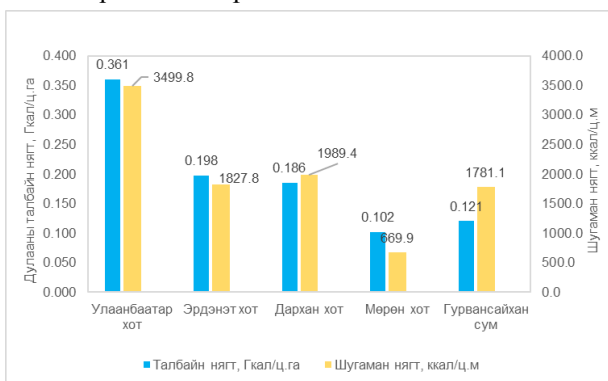
байна. Эндээс харахад дулааны сүлжээний талбайн нягт нь дулаан хангамжийн системийн чадал болон хамрах хүрээ гэсэн тусдаа нэг үзүүлэлтээс хамаарахгүй, зөвхөн энэ хоёр үзүүлэлтийн харьцаанаас хамаарах нь харагдаж байна.

**Дулааны шугаман нягт.** Дулааны шугаман нягт нь Улаанбаатар хотод дулааны хэрэглээгээр нь тооцвол 14.51Гкал/м байна. Харин дулааны ачааллаар тооцвол 3499.8ккал/ц.м шугаман нягттай байна. Судалгааны объектуудаас харахад дулааны шугаман нягт нь 2.0-14.51Гкал/м шугаман нягттай байна.

3-р хүснэгт. Дулааны шугаман нягт

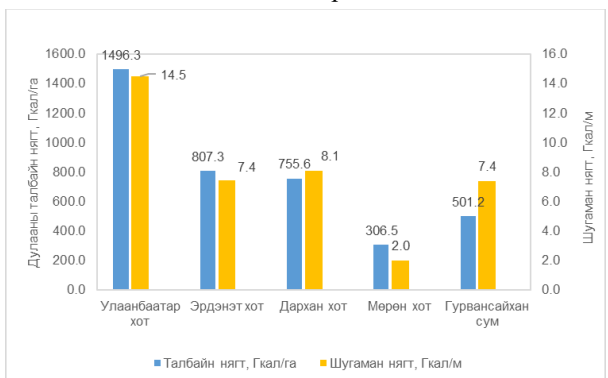
№	ДХ-ийн систем	Дулааны ачаалал, Гкал/ц	Дулааны сувгийн нийт урт, м	Дулааны ачааллаар, ккал/ц.м	Дулааны жилийн хэрэглээгээр, Гкал/м
1	УБ хот	2992.3	855000.0	3499.8	14.51
2	Эрдэнэт	208.2	113911.4	1827.8	7.45
3	Дархан	191.2	96128.0	1989.4	8.10
4	Мөрөн	23.3	34846.0	669.9	2.01
5	Гурвансайхан сум	2.1	1151.0	1781.1	7.39

Дулааны нягтыг тодорхойлох судалгааны үр дүнг 6 болон 7-р зурагт үзүүлэв. Зургаас харвал дулааны шугаман нягт болон дулааны сүлжээний талбайн нягт хоёр нь ижил зүй тогтолтой биш байна.



6-р зураг. Дулааны нягтын харьцуулалт /дулааны ачааллаар тооцсон утга/

Жишээ нь Дархан хот болон Гурвансайхан суманд дулааны шугаман нягт нь их байхад Улаанбаатар хот, Эрдэнэт, Мөрөн зэрэгт дулааны сүлжээний талбайн нягт нь их байгаа харагдаж байна.

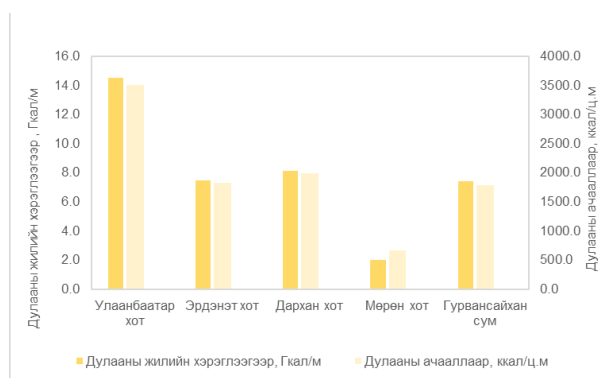


7-р зураг. Дулааны нягтын харьцуулалт /дулааны жилийн хэрэглээгээр тооцсон утга/

Дулааны шугаман нягт нь хотын дулаан хангамжийн шугам сүлжээний хамааралгүй талбайг тооцоонд оруулдаггүйгээрээ давуу талтай [5] гэдэг нь эндээс харагдаж байна.

Иймд дулааны сүлжээний талбайн нягтаас илүүтэй дулааны шугаман нягтыг ашиглаж, дулааны сүлжээнд үнэлгээ өгөх нь оновчтой байхаар байна. Харин сүлжээний талбайн нягт нь хот төлөвлөлтийн бодлогод дэмжлэг үзүүлэх чухал хүчин зүйл болдог байна.

8-р зурагт дулааны шугаман нягтыг дулааны ачааллаар, дулааны жилийн хэрэглээгээр гэсэн 2 байдлаар тооцож харуулав. Эндээс харахад Улаанбаатар, Эрдэнэт, Дархан хотууд болон Гурвансайхан сумын төвийн дулааны жилийн хэрэглээгээр тооцсон утга нь дулааны ачааллаар тооцсон утгаас бага гарч байна. Харин Мөрөнд дулааны ачааллаар тооцсон шугаман нягт нь их байна. Энэ нь тухайн дулааны шугаман нягтад халаалтын улирлын үргэлжлэх хугацаа чухал нөлөө үзүүлж байгааг илэрхийлнэ.



8-р зураг. Дулааны шугаман нягтын харьцуулалт

Олон улсын жишгийг авч үзвэл 2011 оны байдлаар Данийн дулаан хангамжийн системийн дулааны шугаман нягт нь улсын хэмжээнд 0.8Гкал/м, Хятад улсын хувьд дулааны шугаман нягт нь 4.552Гкал/м байна [7].

4-р хүснэгт. Дани ба БНХАУ-ын дулааны шугаман нягт

№	Улс	Жилд түгээсэн дулаан, Ткал	Дулааны шугамын сувгийн урт, км	Шугаман нягт, Гкал/м
1	Дани	24329.4	30288	0.803
2	Хятад	670696.9	147338	4.552

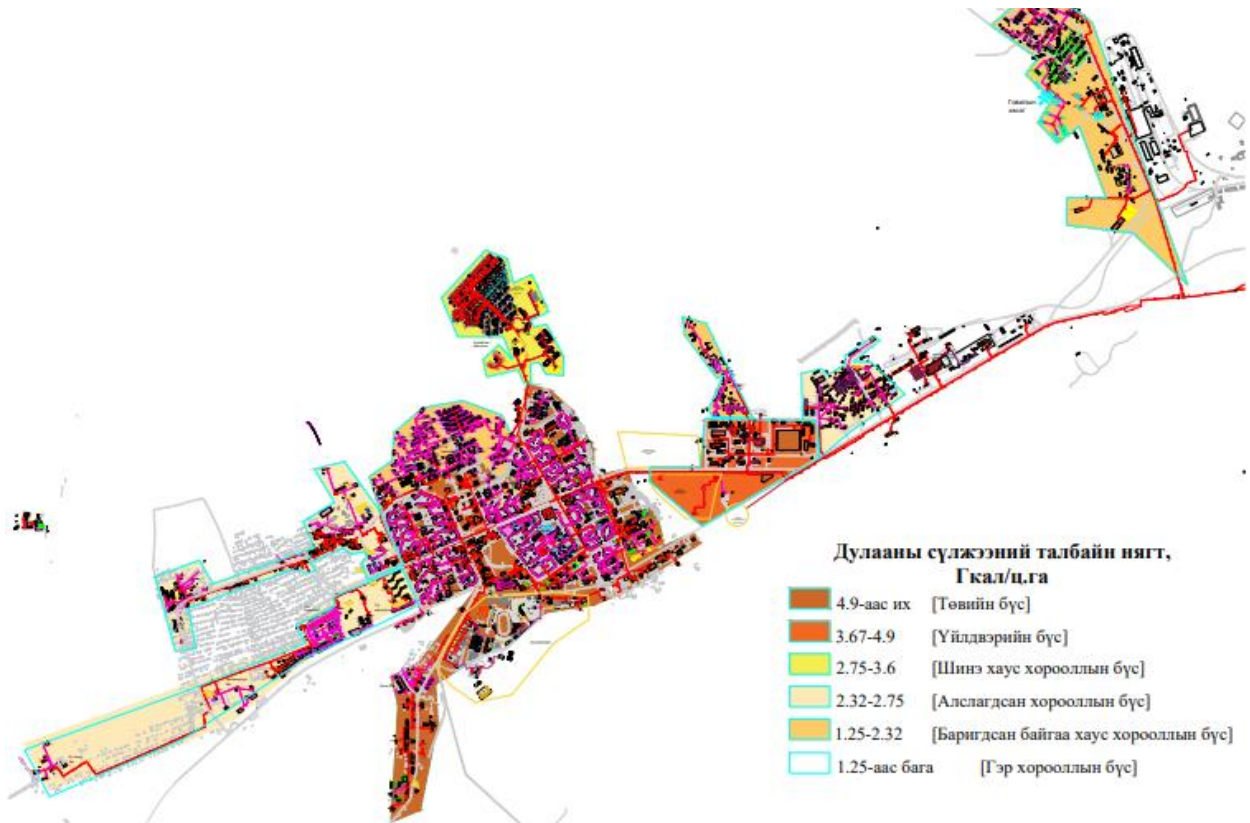
Тухайн улсын хотуудын хувьд тус тусад нь авч үзэхэд арай өөр үр дүн гарсан байдаг ба дулааны шугаман нягтыг тухайн хотын хувьд бүсчилж авч үзэх нь сонирхолтой үр дүн харуулдаг.

Бид жишээ болгож Эрдэнэт хотын дулаан хангамжийн системийг төвийн бүс, амины сууцны бүс, үйлдвэрийн бүс, алслагдсан хорооллын бүс, төлөвлөгдөж байгаа хорооллын бүс гэсэн байдлаар ангилан дулааны нягтыг тодорхойлж 9-р зурагт үзүүлэв.

5-р ХҮСНЭГТ. ЭРДЭНЭТ ХОТЫН ДУЛААНЫ СҮЛЖЭЭНИЙ ТАЛБАЙН НЯГТЫН ҮР ДҮН

№	Бүс	Дулааны ачаалал, Гкал/ц	Хамрах талбай, га	Дулааны сүлжээний талбайн нягт, Гкал/ц.га
1	Төвийн бүс	159.9	326.34	4.90

2	Шинэ хаус хорооллын бүс	16.5	59.97	2.75
3	Хаус хорооллын бүс	7.5	59.98	1.25
4	Үйлдвэрийн бүс	26	70.81	3.67
5	Алслагдсан хороолол	42	180.73	2.32



9-р зураг. Эрдэнэт хотын дулааны шугаман нягтын сүлжээний зураглал

9-р зурагаас харахад нягт ихтэй бүс нь төвийн бүс, дараа нь үйлдвэрийн бүс байна. Харин амины сууцны бүсэд нягт харьцангуй бага байна. Шинэ хаус хорооллын бүсэд дулаан хамгаалалтын норм, цогцоор төлөвлөлт хийгдсэн холбоотойгоор дулааны сүлжээний талбайн нягт нь бусад хорооллын бүсийг бодвол их гарч байна.

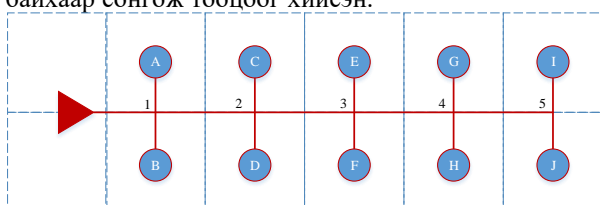
10-р зураг. Жишээ болгон авч буй дулааны сүлжээ Дулааны станцын чадал тогтмол, хэрэглэгчдийн хоорондох зайг өөрчлөх замаар дулааны ачааллын нягтын өөр өөр утганд гидравлик тооцоог хийж, үр дүнг харьцуулж 6-р хүснэгтэнд харуулав.

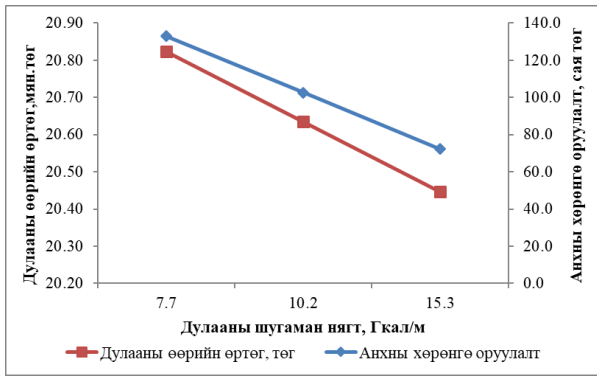
V. ДУЛААНЫ ШУГАМАН НЯГТЫН ДУЛААНЫ СҮЛЖЭЭНИЙ ЗАРДАЛД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛӨЛ

Дулааны шугаман нягтын утга дулааны сүлжээний зардалд үзүүлэх нөлөөллийг судлахын тулд 10 хэрэглэгчтэй 17640Гкал дулааны ачаалалтай дулаан хангамжийн системийг эзлэх талбайн хувьд өөр өөр буюу 10га, 22.5га, 40га байх 3 хувилбарыг жишээ болгон авч үзлээ. Сүлжээний гидравлик тооцооны хэсгийн уртыг хэсэг тус бүрт ижил байхаар сонгож тооцоог хийсэн.

6-р ХҮСНЭГТ. ЖИШЭЭ БОЛГОН АВЧ БУЙ ДУЛААНЫ СҮЛЖЭЭНИЙ ХУВИЛБАР ТУС БҮРИЙН ТООЦООНЫ УТГА

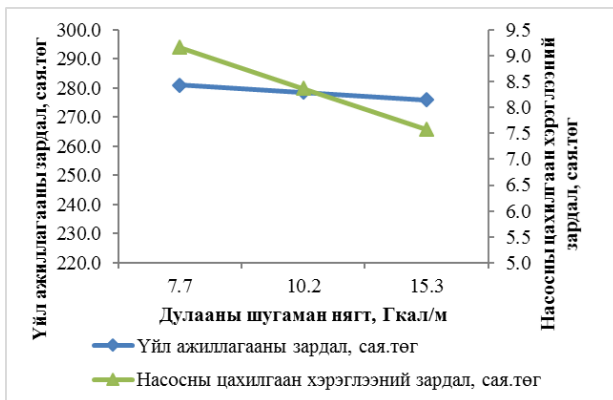
Хувилбар	1	2	3
Дулааны сүлжээний дулааны ачаалал, Гкал/ц	5	5	5
Дулааны станцийн дулааны жилийн хэрэглээ, Гкал	17640	17640	17640
Дулааны сүлжээний эзлэх талбай, га	10	22.5	40
Сүлжээний нийт урт, м	1150	1725	2300
<b>Дулааны шугаман нягт, Гкал/м</b>	<b>15.3</b>	<b>10.2</b>	<b>7.7</b>
<b>Дулааны сүлжээний талбайн нягт, Гкал/га</b>	<b>1764</b>	<b>784</b>	<b>441</b>





11-р зураг. Дулааны сүлжээний анхны хөрөнгө оруулалт ба дулааны өөрийн өртөг нь шугаман нягтаас хамаарах хамаарал

Судалгааны үр дүнг 11 болон 12-р зургуудад харууллаа. 11-р зургаас харахад шугам сүлжээ тэлэх тусам дулааны ачааллын нягт багасч байгаа ба түүний утга ихсэхэд анхны хөрөнгө оруулалт буурч байна.



12-р зураг. Дулааны сүлжээний насосны цахилгаан хэрэглээ ба үйл ажиллагааны зардал нь шугаман нягтаас хамаарах хамаарал

12-р зурагт дулааны шугаман нягт дулааны сүлжээний үйл ажиллагааны зардал болон насосны цахилгаан зардлаас хэрхэн хамаарах хамаарлыг үзүүлэв. Үйл ажиллагааны зардалд түлш, насосны цахилгаан зардал, цалингийн зардлыг тусгаж тооцсон [8] ба эдгээр зардлуудаас хувьсах зардал нь насосны цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ юм. Дулааны шугаман нягт өсөх тусам насосны цахилгаан хэрэглээний зардал буурах хандлагатай байна. Харин дулааны шугамын өсөлт нь үйл ажиллагааны нийт зардлын бууралтанд үзүүлэх нөлөө харьцангуй бага байна.

## VI. ДҮГНЭЛТ

Дулаан хангамжийн системийн дулаан ачааллын нягтын судалгааг сүлжээний талбайн хувьд, сувгийн урт хувьд гэсэн 2 байдлаар Монгол улсын зарим дулаан хангамжийн системийн хувьд тодорхойлон гаргалаа. Сонгож авсан системүүдэд 2.01-14.51 Гкал/м хооронд, дулааны сүлжээний талбайн нягтын хувьд 306-1496.4 Гкал/га хооронд байна. Дулааны ачааллын нягт нь Улаанбаатар хотын хувьд хамгийн их, Мөрөн хотын хувьд хамгийн бага байна.

Шугаман нягт нь өндөр байх нь дулаан хангамжийн системийн эдийн засгийн үр ашигтай байна. Үүний шалтгаан нь барилга хоорондын зай ойртох тусам дулааны сүлжээний хөрөнгө оруулалт, үйл ажиллагааны зардал, насосны цахилгаан эрчим хүчний зардал нь буурч байгаатай холбоотой. Эдийн засгийн хувьд үр ашигтай гээд дулааны шугаман нягтыг өндөр байлгахын тулд барилга хоорондын зайг хэт ойрхон байлгаж болохгүй ба барилга байгууламжийг төлөвлөхдөө хот төлөвлөлтийн норм дүрмийг баримтлан барилга хоорондох цэцэрлэгжилт, сул талбайг норм дүрэмд заасны дагуу зөв, оновчтой төлөвлөж хүмүүсийн эрүүл, аюулгүй, тав тухтай байдлыг хангах зайлшгүй шаардлагатай.

Дулааны нягт өндөртэй газрууд нь дулаан хангамжийн системтэй холболтыг нэн тэргүүнд тавьдаг бол шугаман нягтрал багатай газруудыг зөвхөн бизнесийн маш таатай нөхцөлд, өөрөөр хэлбэл нэмэлт дулаан үйлдвэрлэх, түгээх өндөр орлоготой, ахиу зардал багатай үед л холбож болно.

Дулаан хангамжийн системийн дулааны ачааллын нягтыг цаашид шугаман нягтаар илэрхийлж, хот суурин бүр нягтын зураглалтай болсноор инженерийн оновчтой төлөвлөлт, шийдлийг гаргахад илүү дөхөм болгож өгнө.

Дараагийн үе шатны судалгаагаар дулааны ачааллын нягтын оновчтой утгыг боловсруулах шаардлага нээлттэй үлдэж байна.

## НОМ ЗҮЙ

- [1] Б. Намхайням, Дулаан хангамжийн систем, Улаанбаатар хот, 2015.
- [2] Б.Баасансүрэн, “Нийслэл хотын агаар, орчны бохирдлыг бууруулах чиглэлээр УБДС ТӨХК-аас хэрэгжүүлсэн ажил,” *Эрчим хүч & engineering*, pp. 7-14, 2021-7(209).
- [3] E. L. A. V. Vladislav Masatin, ““Evalutuin factor for district heating network heat loss with respect to network geometry”,” *Energy procedia* 95. Riga Latvia., pp. 279-285, 2016.
- [4] M. V. A. S. I. V. P. Ekaterina E, ““Heat supply systems development: the influence of external factors and reliability”,” б. 105, %1-ийн д.д2017, pp. 3152-3157, *Energy procedia*.
- [5] I. P. N. S. G. K. Ivan Dochev, “Analysing district heating potential with linear heat density. A case study from Hamburg.,” *Energy procedia*, б. 149, pp. 410-419, 2018.
- [6] Energy technology systems analysis programme, “IEA,” *IEA-ETSAP – Technology Brief E16*, p. www.etsap.org, 13 January 13 2015.
- [7] O. G. H. L. S. S. Lipeng Zhang, “Comparison of district heating systems used in China and Denmark,” *International Journal of sustainable and green energy*, б. 4, pp. 102-116, 2015.
- [8] Б. Б.Баяраа, “Барилгын дулааны алдагдал ба түүний дулааны сүлжээний горимд үзүүлэх нөлөөллийн судалгаа,” ШУТИС-ийн хэвлэх үйлдвэр, Улаанбаатар хот, 2016.
- [9] W. S. Persson U., “Heat distribution and the future completitiveness of district heating,” *Applied energy*, pp. 568-576, 2011.

# УЛААНБААТАР ХОТЫН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ХЯНАЛТ УДИРДЛАГЫН СИСТЕМ

Н.Батсайхан<sup>1</sup>, Л.Батмэнд<sup>2</sup>, Д.Отгонбаяр<sup>3</sup>  
Монгол улс, Улаанбаатар, “Улаанбаатар дулааны сүлжээ” ТӨХК, ҮХХ-МТХ  
[saikhnaa@ubds.energy.mn](mailto:saikhnaa@ubds.energy.mn), [batmend@yandex.com](mailto:batmend@yandex.com)

**Хураангуй.** Дулаан хангамжийн системийн өдөр тутмын үйл ажиллагаанд сүлжээний горим ажиллагааг хянах, бодит мэдээ параметрийн тусламжтайгаар тохируулга зүгшрүүлгийн ажлыг хийх, эх үүсвэр болон хэрэглэгчийн системд дулааны баланс хийх, системийн хэтийн төлвийг тодорхойлох, төлөвлөлтийн тооцоо судалгаа, шинжилгээ хийх шаардлага өдөр бүр гардаг. Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн систем, компани болон үйлдвэрлэлийн өдөр тутмын үйл ажиллагааг нэгдсэн мэдээлэл, хоорондоо нягт холбогдсон цогц системгүйгээр хянах, удирдах боломжгүй юм.

*Түлхүүр үг. Дулааны сүлжээний горим ажиллагаа, хяналтын цэг, дулааны алдагдал, дулааны баланс*

## I. ОРШИЛ

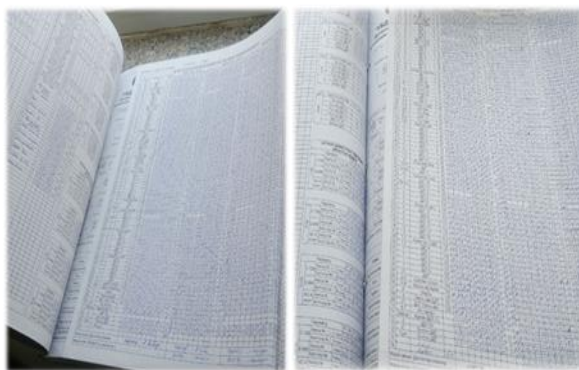
Дулаан хангамжийн системийн эх үүсгүүр, дулаан дамжуулах төв, хэрэглэгч дээрх параметруудийн мэдээлэлийг үнэн зөв, шуурхай хүлээн авах асуудал нь горим ажиллагааны дүгнэлтийг хийж, тохируулга зүгшрүүлгийн ажлыг оновчтой зохион байгуулах, дулааны эрчим хүчний алдагдалыг тодорхойлох, цаашлаад төлөвлөлт хийх зэрэг өргөн хүрээний дүн шинжилгээг үнэн бодитой хийхэд ач холбогдолтой.

Энэхүү ажлын гол зорилго нь энэхүү асуудлыг судлах, технологийн дэвшил ололтуудыг нэвтрүүлэх одоо байгаа хүн хүч, цаг хугацаа, эдийн засгийн нөөцүүдийг үнэлэх, оновчтой хуваарилах боломжийг тодорхойлох зорилготой юм.

Улаанбаатар хотын дулааны эрчим хүчний хэрэглээ өдрөөс өдөрт өсөн нэмэгдэж байгаа энэ үед гадна агаарын температуртай уялдуулан дулааны сүлжээний горим ажиллагааг хянах, тохируулга зүгшрүүлгийн ажлыг оновчтой зохион байгуулах, шаардлага өдөр бүр тулгардаг.

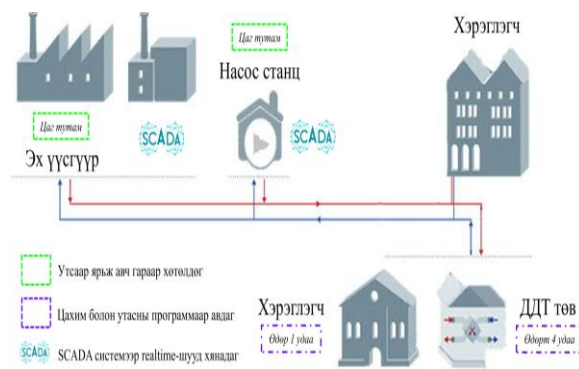
Эх үүсгүүр, насос станц, дамжуулах сүлжээний горим ажиллагааны мэдээ параметрийг цаг тутам диспетчер инженер утсаар ярин авч гараар хөтлөж ирсэн билээ. Энэхүү өгөгдлийн сан нь орчин үеийн техник технологи хөгжсөн өнөө цаг үед зайлшгүй шинэчлэх шаардлагатай асуудал бөгөөд дараах дутагдлуудтай:

- Цаасан суурьтай, гараар хөтлөгддөг
- Нэгэн зэрэг олон хүн ашиглах боломжгүй
- Мэдээллийг нэгтгэн дахин дамжуулдаг
- Мэдээллийн тархах хурд удаан
- Мэдээллийн жигд хүртээмжтэй байдал дутмаг
- Зохион байгуулалтын арга хэмжээ, шийдвэр гаргах хугацааг удаашруулдаг
- Дүгнэлт шинжилгээ хийх боломж хязгаарлагдмал, боловсруулалт хийгддэггүй
- Бусад дэд системүүдтэй холбож ашиглах боломжгүй



1-р зураг. Дулааны сүлжээний горим ажиллагааны мэдээ хөтлөлт

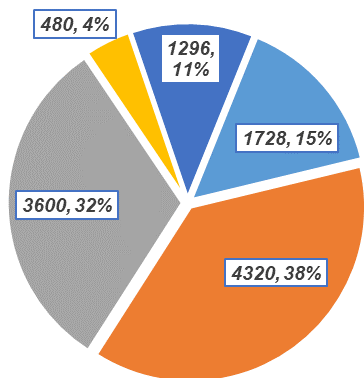
Дулаан хангамжийн системийн горим ажиллагааны хяналтын системийг дулааны эх үүсгүүр, эх үүсгүүрээс гарч буй үндсэн 9 сүлжээ, насос станц, Улаанбаатар дулааны сүлжээ ТӨХК, дулаан түгээх тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч хувийн орон сууцны контор, орон сууц нийтийн аж ахуйн удирдах газруудын харьяа гэрээтэй дулаан дамжуулах төв, хэрэглэгчийн мэдээ параметруудийг хүлээж авах, нэгтгэх, боловсруулах дэд системүүд бүрдүүлдэг.



2-р зураг. Горим ажиллагааны хяналтын схем

Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн системийн өдөр тутам хүлээж авч боловсруулж буй

нийт мэдээний 26 хувийг дулааны цахилгаан станц, дулааны станц, даралт өргөх насос станцын мэдээ, 74 хувийг дулаан дамжуулах төв, халаалтын цогц төхөөрөмж, хэрэглэгчийн дулааны оруулгын мэдээ эзлэж байна.



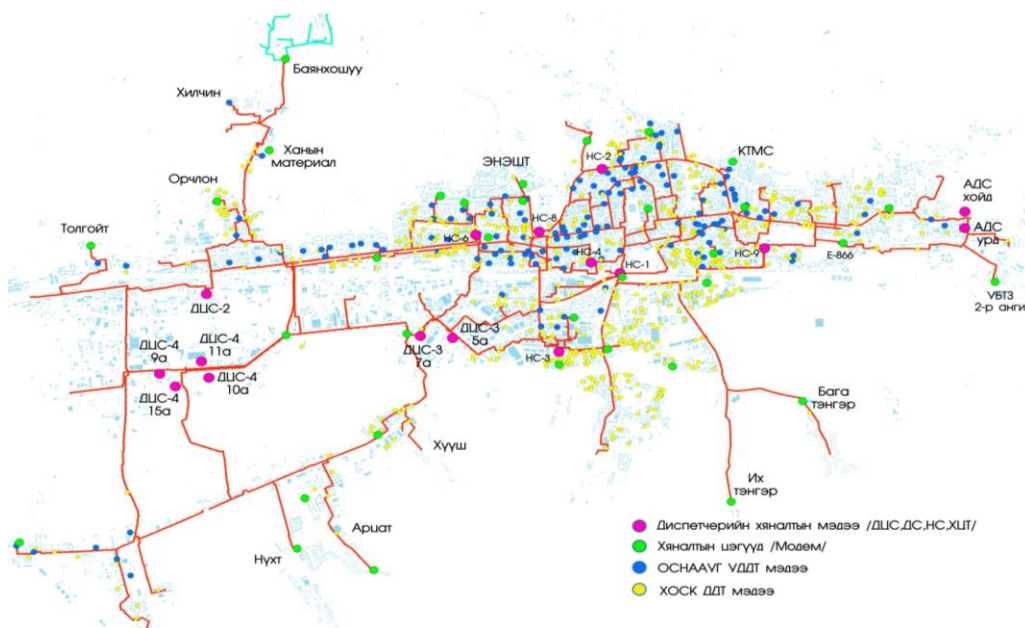
3-р зураг. Нэг өдрийн горим ажиллагааны мэдээний бүтэц

Дээрх асуудлыг шийдэх зорилгоор “Дулаан хангамжийн мэдээллийн менежментийн систем”-ийг үе шаттай амжилттай нэвтрүүлэн, хоорондоо холбогдсон дэд системүүдийг дулаан дамжуулах үйл ажиллагааны бүхий л түвшинд идэвхитэй ашиглаж байна.

Сүүлийн жилүүдэд мэдээлэл менежментийн системийг :

1. Горим ажиллагааны хяналтын систем
2. Горим ажиллагааны дүн шинжилгээ тооцоо, судалгаа гэсэн үндсэн хоёр дэд хэсэгт хуваан, өдөр тутмын үйл ажиллагаанд ашиглан тогтмол сайжруулан, шинэчилэн хөгжүүлж байна.

Дулаан хангамжийн системийн горим ажиллагааны хяналтын цэгийн байршлыг мэдээний төрлөөр нь ангилан 4-р зурагт үзүүлэв.



4-р зураг. Дулаан хангамжийн сүлжээний горим ажиллагааны хяналтын цэгүүд

## II. ГОРИМ АЖИЛЛАГААНЫ ХЯНАЛТЫН СИСТЕМИЙН ХӨГЖҮҮЛЭЛТ

### A. Дулааны сүлжээний схем хөтлөлт

2020 оны 11-р сараас эхлэн дулааны сүлжээний горим ажиллагааны схемийг цаасан суурьтай будаж хөтөлдөг байсныг дижитал цахим хувилбарт шилжүүлэн хөтөлж эхэлсэн. Жилд дунджаар 800-900 удаа сэлгэн залгалт хийж тохируулга, зүгшрүүлэг, засварын ажлыг хийн схемийг өөрчилдөг бөгөөд горим ажиллагааны схемийг цахим хувилбарт шилжүүлснээр схемийн хяналт ашиглалт нэмэгдэж, өмнөх сар, өдөр, жилүүдийн горимын схемтэй харьцуулах, 24 цагийн турш гар утас, компьютер хэрэгслээс харах боломжтой болж мэдээллийн тархах хурд, хүртээмж сайжирсан.

### B. Хяналтын цэг

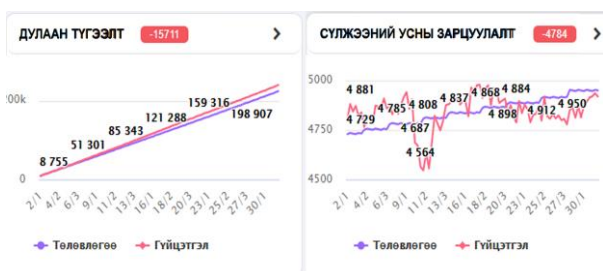
2021 оны 6-р сараас эхлэн алсын зайн 35 цэгийг горим ажиллагааны схем дээр байршлаар нь тэмдэглэн хянаж, 12-р сараас Нийслэлийн шуурхай удирдлагын төвийн 21 ДДТ-ийн цэгийг нэмэлт зардалгүйгээр холбож, 24 цагийн турш гар утас, компьютер хэрэгслээс харах боломжтой болсон.



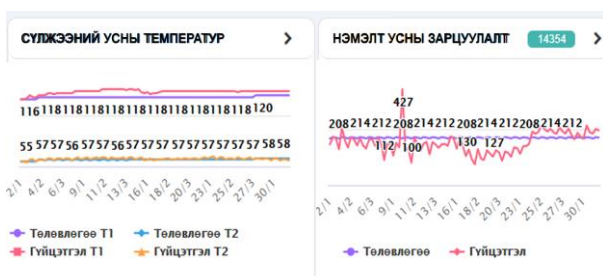
5-р зураг. Горим ажиллагааны хяналтын цэг

### С. Дулаан түгээлтийн хянах самбар

2021 оны 10-р сараас эхлэн Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн систем нь нийт 4 эх үүсвэрийн 9 сүлжээний (ДЦС-4 ТӨХК - 10а,11а,9а,15а ДЦС-3 ТӨХК-5а,7а ДЦС-2 ТӨХК - 9д АДС ТӨХК - 12ж,14а) магистралуудын сүлжээний усны үндсэн параметрууд болох даралт, температур, зарцуулалт, нэмэлт усны зарцуулалтын мэдээг авч ведомость журнал дээр бүртгэн хөтөлдөг байсныг цахимаар хянах харах, дүгнэлт шинжилгээ хийх боломжтой болсон. Жишээ болгон 2020 оны 12-р сарын өвлийн үеийн ДЦС-4 11а сүлжээний нийлбэр дулаан түгээлт, сүлжээний усны дундаж зарцуулалт, сүлжээний усны температур, нэмэлт усны дундаж зарцуулалтын төлөвлөгөө болон бодит гүйцэтгэлийг харьцуулсан программын зургийг графикт дүрслэв.



6-р зураг. Дулаан түгээлт, сүлжээний усны зарцуулалтын харьцуулалт



7-р зураг. Сүлжээний усны температур, нэмэлт усны зарцуулалтын харьцуулалт

### Д. Хийж хэрэгжүүлсэн ажил

2020-2021 онд дулааны сүлжээний горим ажиллагааны хяналтыг сайжруулах зорилгоор дараах ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн :

- Даралт өргөх насос станцуудын алсын зайн удирдлагын программ хангамжийн шинэчлэлийг хийсэн.
- Дулааны сүлжээний горим ажиллагааны үзүүлэлтүүдийг хөтлөж буй цаасан “Ведомость хөтлөлт”-ийг цахим хэлбэрт шилжүүлсэн.
- Дулаан хангамжийн сүлжээний горим ажиллагааны схемийг цахим хэлбэрт шилжүүлэн хөтлөн, түүх үүсгэж ашиглаж эхэлсэн.
- Дулаан хангамжийн сүлжээний онцлог зангилаа цэг болон төгсгөлийн 40 гаруй цэгийн даралт, температурын мэдээг 24 цагийн турш хардаг, архивладаг болсон.

- Нийслэлийн шуурхай удирдлагын төвийн хяналтын 21 ДДТ-ийн хяналтын цэгийн мэдээг нэмэлт зардалгүйгээр холбосон.
- ОСНААУГ хариуцаж буй 0,5-20Г кал/ц хүчин чадалтай 170 ДДТ, ХОСК эзэмшлийн 18 ДДТ горим ажиллагааны мэдээг программын холболтоор авдаг болсон.
- Хэрэглэгчийн дулааны тоолуурын 250 гаруй цэгээс сүлжээний усны температур зарцуулалтын мэдээг GSM модем тусламжтайгаар авч байна.
- Дулааны оруулгын засвар, үйлчилгээ хяналтыг хариуцдаг ажилчид өдөрт 600 цэгээс утасны программаар мэдээ явуулдаг бөгөөд газарзүйн мэдээлэлтэй холбон схемтэй уялдуулан хянах, тооцоот болон бодит үзүүлэлтүүдийг харьцуулах, температурын графиктай холбож дүгнэх боломжтой болсон.
- Халаалтын цогц төхөөрөмж бүхий Е-866 төвийн хяналт удирдлагын системийг сайжруулан, шөнийн цагаар ээлжийн машинистгүйгээр ажиллуулж туршиж үзэн 6 сарын хугацаанд 38 сая төгрөгний цалингийн зардлыг хэмнэсэн.

### Ш. ГОРИМ АЖИЛЛАГААНЫ ДҮН ШИНЖИЛГЭЭ, ТООЦОО СУДАЛГАА

Дулаан хангамжийн мэдээллийн менежментийн нэгдсэн систем нь дулаан дамжуулах төв болон хэрэглэгчийн нийт 1700 км шугам, 1600 ДДТ болон дулааны юнит, 12400 гаруй барилга объект, узелийн тоноглол, 4700 гаруй дулааны тоолуурын мэдээллийг агуулахаас гадна мэдээллийг тогтмол тулган шинэчилдэг системийг нэвтрүүлэн амжилттай ашиглаж байна.

Дулаан хангамжийн нэгдсэн мэдээллийн системийг ашиглан тогтмол хийгддэг судалгаа, тооцоог дурдвал :

- Халаалтын улирлын горим ажиллагааны үндсэн схем, аваарийн горимыг боловсруулах
- Төв шугам болон ДДТ хэрэглэгчийн тохируулга зүгшрүүлгийн хэрэгслийг тооцон суурилуулах
- Насос станц, дулаан дамжуулах төв, дулааны төв шугам, худаг тоноглолын судалгааг хийх
- Барилгын дулааны оруулга узелийн тоноглолын бүртгэл, засварын судалгаа хийх
- Дулааны сүлжээний төв болон салаа шугамын насжилтын судалгаа хийх, гэмтлийн бүртгэл, засварын судалгаа хийх
- Гадна агаарын температур дулааны тоолуурын бичилт дээр тулгуурлан эх үүсвэр болон түгээх сүлжээний дулааны балансыг хийх, дулааны алдагдлыг тодорхойлох
- Хэтийн төлөв хүлээгдэж буй хэрэглээтэй уялдуулан схемийн хувилбар боловсруулах

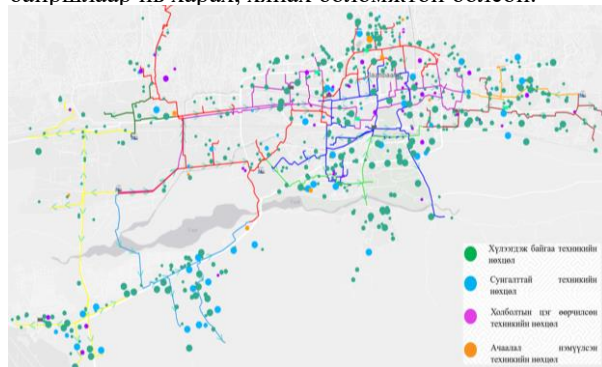
#### A. Дулааны балансын тооцооны программ

Аливаа орны дулаан хангамжийн системийн нэг том үзүүлэлт бол дулааны алдагдалын үзүүлэлт байдаг. Дулааны сүлжээний дулааны алдагдлын хэмжээг хянах, дүн шинжилгээ хийх зорилгоор 4 эх үүсвэрээс худалдаж авсан дулааны эрчим хүч, 4700 дулааны тоолуураар тооцон хэрэглэгчдэд борлуулсан дулааны эрчим хүчний зөрүүг тогтмол хянах, бүртгэх, сүлжээ, гэрээний төрөл зэрэг олон төрлөөр ангилах, дүгнэлт хийх шаардлагатай бөгөөд энэхүү ажлыг хийхэд механик ажиллагаа их ордог, хүний оролцоо их, зарцуулах хугацаа их, үр дүн бага зэрэг дутагдалтай байсан.

2021 оны 12-р сараас эхлэн гадна агаарын температурын мэдээлэл дулааны тоолуурын бичилт дээр тулгуурлан эх үүсвэр болон түгээх сүлжээний дулааны балансыг E-Heat программын тусламжтайгаар хийх боломжтой болсон.

#### B. Хүлээгдэж буй дулааны хэрэглээ

2021 оны 9-р сараас эхлэн техникийн нөхцлийн олголт, мэдээллийн хяналт баяжилтын дэд системийг хөгжүүлэн хүлээгдэж буй хэрэглээг Portal программын тусламжтай хүний оролцоогүй байршлаар нь харах, хянах боломжтой болсон.

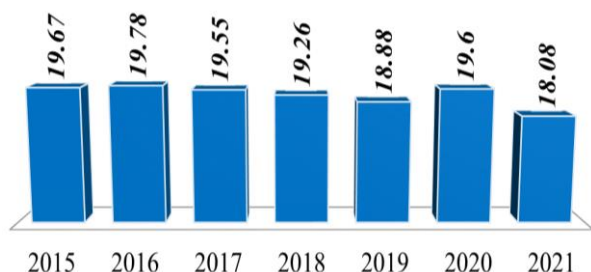


10-р зураг. Хүлээгдэж буй дулааны хэрэглээний байршлын схем

№	Сүлжээ	ДЦС-4				ДЦС-3		ДЦС-2	АДС		Нийт
		9А	10А	11А	15А	ӨДХ	ДДХ	ДЦС-2	Урд	Хойд	
1	Станцаас худалдаж авсан ДЭХ (Гкал/сар)	55,345.0	233,999.0	211,200.0	30,808.0	171,461.0	178,547.0	30,429.0	60,423.0	73,929.00	1,046,141.0
2	Дамжуулах сүлжээний алдагдал 4%	2,213.80	9,359.96	8,448.00	1,232.32	6,858.44	7,141.8	1,217.16	2,416.9	2,957.16	41,845.6
3	Хэрэглэгчдэд түгээсэн ДЭХ (Гкал/сар)	53,131.2	224,639.0	202,752.0	29,575.6	164,602.5	171,405.1	29,211.8	58,006.0	70,971.84	1,004,295.3
4	Хэрэглэгчдийн худалдан авсан ДЭХ (Гкал/сар)	44,638.6	214,709.7	178,515.3	5,605.59	123,138.49	118,065.7	29,758.4	87,467.02	75,285.61	877,184.6
5	Түгээх сүлжээний алд (Гкал/сар)	8,492.54	9,929.33	24,236.62	23,970.0	41,464.07	53,339.4	(546.65)	(29,460.94)	(4,313.77)	127,110.6
6	Түгээх сүлжээний алд %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.15
7	Нэмэлт усанд агуулагдах ДЭХ (Гкал/сар)	-	-	6,921.00	-	2,470.00	3,102.00	392.00	-	-	12,885.0
8	Нийт алд (Гкал/сар)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181,841.3
9	Нийт алд %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.38

8-р зураг. 2022оны 2-р сарын дулааны баланс

Энэхүү тооцооны программын тусламжтай сүлжээний балансыг хийх, дулааны тоолууртай задгай хэрэглэгчээр ангилах, гэрээний төрлөөр ялгах, хангагдаж буй сүлжээний төрлөөр нь нэгтгэн дүн шинжилгээ хийх боломжтой юм.



9-р зураг. 2015-2021 оны сүлжээний дулааны алдагдал (%)

Өнөөдрийн байдлаар дулааны алдагдлын хэмжээ 18 хувьтай байгаа бөгөөд дулаан хангамжийн систем өндөр хөгжсөн орнуудынхаас 8-10 хувиар илүү байна. Дулааны сүлжээний дулааны алдагдлыг жилд

1 хувиар бууруулна гэж үзэхэд 68000 Гкал дулаан буюу 920 сая төгрөг хэмнэхээс гадна 1600 айл өрхийг шинээр дулаанд холбох боломж үүснэ.

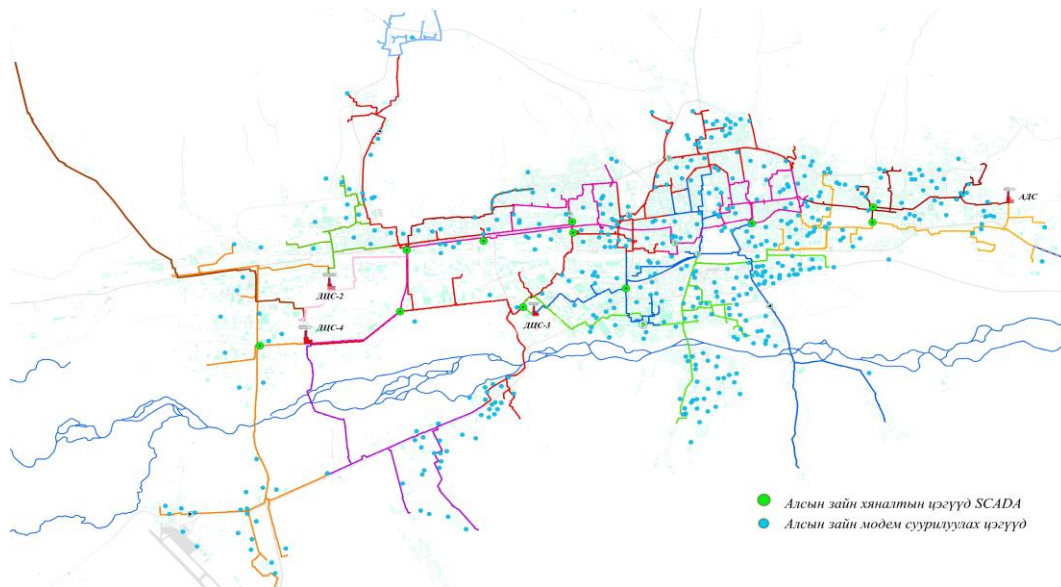
#### IV. ГОРИМ АЖИЛЛАГААНЫ ХЯНАЛТЫН СИСТЕМ ИЙН ЦААШДЫН ТӨЛӨВ

Дулааны сүлжээний алсын зайн хяналт удирдлагын системийн ашиглалтыг сайжруулан дараах чиглэлээр ажлууд хийх шаардлагатай:

- Дулааны нийт хэрэглээний 80 хувийг тооцож буй 800 гаруй хэрэглэгчийн дулааны тоолуурын заалт, узелийн горим ажиллагааны мэдээллийг алсын зайнаас дамжуулах модем суурилуулан, хяналтын үйл явцыг сайжруулах.
- Насос станцуудыг алсын зайн хяналт удирдлагын системд бүрэн шилжүүлэх, ээлжийн машинистгүйгээр ажиллуулах, таслах хаалт, насос, бусад тоноглолыг алсын зайнаас удирдах
- Дулааны сүлжээний онцлог, зангилаа цэгүүдэд алсын зайн хяналт, удирдлагын шилэн кабель бүхий SCADA буюу “Удирдлагын хяналт мэдээлэл”-ийн системийг нэвтрүүлэн горим ажиллагааны хяналт, сүлжээний найдвартай байдлыг нэмэгдүүлэх.

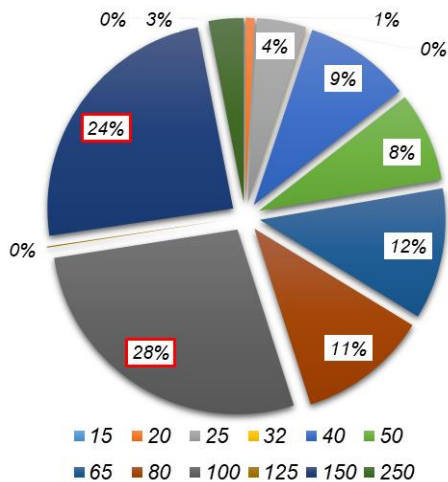
Насос станцуудын хяналт удирдлагын системийг сайжруулан шөнийн цагаар ээлжийн

12-р зураг. Дулааны сүлжээний зангилаа цэгүүд болон дулааны хэрэглээ ихтэй хэрэглэгчид Дулааны сүлжээний горим ажиллагааны



машинистгүй ажиллуулах үед урьдчилсан тооцоогоор нэг сард нэг насос станц дээр 4 сая төгрөгний цалингийн зардлын хэмнэлт үүсэх боломжтой.

2021 оны 12-р сарын байдлаар нийт дулааны хэрэглээний 28 хувийг Ø100мм, 24 хувийг Ø150мм диаметрийн голчтой нийт 510ш дулааны тоолуураар тооцож байна.



11-р зураг. Дулааны тоолуурын диаметрийн ангилал

1-р хүснэгт. Дулааны тоолуурын ангилал

Диаметр (мм)	40	50	65	80	100	150
Тоо	1170	566	493	308	374	135
Эзлэх хувь	9.3	7.8	11.5	11.3	27.5	24.3

хяналтын системийн хөгжүүлэлтийн түвшинг дэд системүүдийн мэдээллийг цуглуулан хүлээж авах, боловсруулах, дамжуулан түгээх хүртээмж зэрэг үзүүлэлтүүдээр ангилан харьцуулалт хийв.

Дэд систем	Үйл явц	Өмнө	Одоо	Цаашид
Хяналтын цэг	Цэвэрлэлт	GSM модемоор хүлээн авдаг	GSM модемоор хүлээн авдаг	SCADA системийн түвшинд хүлээн авах шаардлагатай
	Хуртгалж	Нэгэн зэрэг олон хүн ашиглах боломжгүй	Утас, веб сайтаар харах боломжтой	Хяналтын цэгийн тоог нэмэгдүүлэх шаардлагатай
Эх үүсгүүр, Насос станц	Цэвэрлэлт	Утсаар ярьж авдаг, Гараар хөтөлдөг	Утсаар ярьж авдаг, Гараар хөтөлдөг	Серверийн түвшинд хүлээн авах шаардлагатай
	Боловсруулалт	Дүгнэлт хийх боломж хязгаарлагдмал, гараар	Программаар дүн шинжилгээ хийн, олон төрлөөр харах, харьцуулах боломжтой	
	Хуртгалж	Олон хүн ашиглах боломжгүй	Утас, веб сайтаар харах боломжтой	
	Цэвэрлэлт	Утсаар ярьж авдаг, Гараар хөтөлдөг	Серверийн түвшинд болон цахимгаар хүлээн авдаг	GSM модемоор алсын зайнаас хүлээн авдаг болох шаардлагатай
ДДТов	Боловсруулалт	Дүгнэлт хийх боломж хязгаарлагдмал, гараар	Программаар дүн шинжилгээ хийн, олон төрлөөр харах, харьцуулах боломжтой	
	Хуртгалж	Утас, веб сайтаар харах боломжтой	Утас, веб сайтаар харах боломжтой	
Хэрэглэгч	Цэвэрлэлт	Газар дээр очиж авдаг, Гараар хөтөлдөг	Газар дээр очиж авдаг, Мессеж мэдээ илгээдэг	GSM модемоор алсын зайнаас хүлээн авдаг болох шаардлагатай
	Боловсруулалт	Дүгнэлт хийх боломж хязгаарлагдмал, гараар	Программаар дүн шинжилгээ хийн, олон төрлөөр харах, харьцуулах боломжтой	
	Хуртгалж	Олон хүн ашиглах боломжгүй	Утас, веб сайтаар харах боломжтой	

13-р зураг. Горим ажиллагааны хяналтын системийн хөгжүүлэлт

Дулааны сүлжээний техник-эдийн засгийн гол үзүүлэлт бол дулаан түгээлт буюу сүлжээний өгөх буцах усны температур, зарцуулалт, нэмэлт усны зарцуулалт байх бөгөөд горим ажиллагааны хяналтыг сайжруулснаар төлөвлөгөөт, оновчтой утганд байлгах, тооцооны программын тусламжтайгаар харьцуулалт судалгааг шуурхай хийж, төлөвлөгөө гарган шаардлагатай арга хэмжээг авах боломж бүрдэнэ.



2022 оны байдлаар 1 Гкал дулааны үнийг ДЦС-4 тарифаар тооцов.



## V. ДҮГНЭЛТ

Сүүлийн 2 жилд Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн хяналт удирдлагын системийг хөгжүүлэн, дулааны сүлжээний схем, дулаан түгээлтийн тооцоо, хяналтын цэг, дулааны сүлжээний балансын программ зэрэг дэд системүүдийг ашигласнаар мэдээлэл солилцох хурд, мэдээллийн жигд хүртээмжтэй байдал 4-6 дахин нэмэгдсэн. Ингэснээр дулааны сүлжээний тохируулга зүгшрүүлгийн ажлыг зохион байгуулах хугацаа, тооцоонд зарцуулах механик ажиллагаа хүний оролцоо багасч, дүн шинжилгээг программын тусламжтай шуурхай хийж байна.

Дулаан түгээлтийн хянах самбарын тусламжтайгаар дулаан хангамжийн сүлжээний өдөр тутам, сарын горим ажиллагааны хяналтыг хийн, үндсэн 9 сүлжээ тус бүрийн дулаан түгээлт, сүлжээний усны дундаж зарцуулалт, сүлжээний усны температур, нэмэлт усны зарцуулалт зэрэг үндсэн үзүүлэлтүүдийн төлөвлөгөө болон бодит гүйцэтгэлийг харьцуулах боломжтой болсон.

Дулааны балансын тооцооны программын тусламжтайгаар түгээх сүлжээний дулааны алдагдлыг сар бүр тодорхойлон харьцуулах, хангагдаж буй сүлжээгээр ангилан дэлгэрэнгүй шинжилгээ хийх боломжтой болсон. Улаанбаатар хот нь дулааны алдагдлын хэмжээгээрээ бусад дулаан хангамжийн систем хөгжсөн орнуудаас 8-10 хувиар илүү байгаа бөгөөд цаашид программ хангамжийн тооцоолол, хяналт удирдлагын систем, зохион байгуулалтын арга хэмжээг хослуулан ажилласнаар 4-5 хувь бууруулах боломжтой юм.

Дулаан түгээлтийн хянах самбар, дулааны сүлжээний балансын тооцооны программыг ашигласнаар механик аргаар тооцоо хийхэд зарцуулах хугацаанаас 80-90 дахин хурдан бөгөөд илүү олон хувилбар, тооцооллоор дүн шинжилгээ хийх боломжийг олгож байна.

Ойрын жилүүдэд дулааны сүлжээний онцлог зангилаа цэгүүдийг SCADA системд шилжүүлэх, дулааны хэрэглээний ихэнхи хэсгийг тооцож буй дулааны тоолууруудад модем суурилуулах шаардлагатай байна. Ингэснээр төв шугамын хяналт удирдлагын системийн найдвартай байдал одоогийн түвшинээс 40-50 хувь, хэрэглэгчийн үзэлийн горим

ажиллагааны хяналт 70-80 хувь сайжрах боломжтой юм.

Товчилсон үг

ДЦС - Дулааны цахилгаан станц

УБДС – Улаанбаатар дулааны сүлжээ ТӨХК

ХОСК – Хувийн орон сууцны контор

ОСНААУГ – Орон сууц нийтийн аж ахуйн удирдах газар

ДДТ – Дулаан дамжуулах төв

SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition

## НОМ ЗҮЙ

[1] Б.Намхайням “Дулаан хангамжийн систем”, 2015. Улаанбаатар хот. 400хуудас

[2] Монахов Г. В. “Моделирование управления режимами тепловых сетей” М. : Энергоатомиздат, 1995. 224с.

Н.Батсайхан нь 1999 онд “ШУТИС” ХМТС-ийг “Мэдээллийн технологи” мэргэжлээр бакалаврын зэрэг, 2012 онд ЭХИС-ийг “Дулаан хангамж”-ийн мэргэжлээр магистрын зэрэгтэй төгссөн. 2012 онд Мэдээлэл, Холбооны Технологийн салбарын Зөвлөх инженер болсон бөгөөд одоо “УБДС” ТӨХК-ийн Үйлдвэрлэл хөгжлийн хэлтэс - Мэдээллийн технологийн хэсгийн ахлах инженерээр ажиллаж байна.



Л.Батмэнд нь 2015 онд “ШУТИС” ЭХС-ийг “Үйлдвэр, хотын дулаан хангамж” мэргэжлээр бакалаврын зэрэг, 2018 онд Оросын холбооны улсын Москва хотын НИУ-МЭИ сургуулийг “Дулаан хангамжийн систем” мэргэжлээр магистрын зэрэгтэй төгссөн бөгөөд одоо “УБДС” ТӨХК-ийн Үйлдвэрлэл хөгжлийн хэлтэс - Мэдээллийн технологийн хэсэгт судалгаа, мэдээллийн баяжилтын инженерээр ажиллаж байна.



Д.Отгонбаяр нь 2012 онд “МУИС”-ийн Математик компьютерийн сургуулийг “Мэдээллийн систем”-ийн инженер мэргэжлээр бакалаврын зэрэгтэй төгссөн. 2021 онд Монгол улсын Мэдээлэл, Холбооны Технологийн салбарын Мэргэшсэн инженер бөгөөд одоо “УБДС” ТӨХК-ийн Үйлдвэрлэл хөгжлийн хэлтэс - Мэдээллийн технологийн хэсгийн программ хангамжийн инженерээр ажиллаж байна.



# ДУЛААНЫ ШУГАМЫН ЗЭВРЭЛТИЙГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА

С.Батхишиг, Э.Эрхэмбаяр, Б.Эрдэнэ  
Монгол улс, Улаанбаатар, УБДС ТӨХК  
[976eedii@gmail.com](mailto:976eedii@gmail.com)

**Хураангуй**-Улаанбаатар хотын дулааны инженерийн шугамын сүлжээний нийт урт 370 км бөгөөд дулааны шугам сүлжээний нэмэлт ус боловруулалт болон сүлжээний усны норм стандарт хэрэгжиж байгаа ч хуучин шугамын насжилттай холбоотойгоор үүссэн шугамын зэврэлтийн бүтээгдэхүүн, усан дахь хөвөгч бодис зэргээс үүссэн усны бохирдол, хагталтын хэмжээг тодорхойлж, шугамын цэвэрлэгээг шат дараалан хийх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна.

## I. ОРШИЛ

Хэрэглэгчдийг дулаанаар хангах үүрэгтэй дулаан хангамжийн систем нь хоорондоо нягт холбоо бүхий дулааны эх үүсгүүр, дулаан дамжуулах шугам сүлжээ, хэрэглэгч гэсэн гурван үндсэн хэсгээс бүрддэг. Дулаан хангамжийн салбарын хувьд хаг, зэврэлтийг үүсэх нөхцөл тэдгээрийг цэвэрлэх арга зам, нэмэлт ус бэлтгэх арга технологийн судалгаа харьцангуй их хийгдсэн байдаг. Дулаан хангамжийн системд усны чанараас хамаарсан дараах тулгамдсан асуудлууд элбэг тохиолдож байна.

Төмрийн зэврэлтийн ихэнх шалтгаан нь хүчилтөрөгчөөс болж үүснэ. Иймд эргэлтийн усанд хүчилтөрөгчийн хэмжээг 0.02мг/л-ээс бага байлгах шаардлагатай. Усанд агуулагдах сульфат, хлорын нэгдлүүд их бол хүчилтөрөгчийн хэмжээ бага байсан ч шугам хоолойн зэврэлт үүсэх нөхцөл нэмэгддэг. Иймээс сүлжээний нэмэлт усанд заавал деаэраци хийсний дараа системд оруулдаг. Хүчилтөрөгчийн концентраци бага байгаа үед эргэлтийн усанд химийн бодисыг зохих журмаар нь нэмж хүчилтөрөгчийг саармагжуулдаг. Эргэлтийн усанд усны pH - ийг зохих түвшин нь 8,3-9,5 байх үед төмрийн зэврэлтэнд өртөхөөс хамгаалдаг.

Тухайлбал: AISI 304, AISI 316 гэсэн 2 төрлийн ганг авч үзэхэд эдгээр нь хлорт тэсвэргүй (эмзэг) AISI 304-ган нь 940С хүртэл хлорын тэсвэрлэх чанартай, харин AISI 316 нь 1080С хүртэл тэсвэрлэдэг шинж чанартай байна.

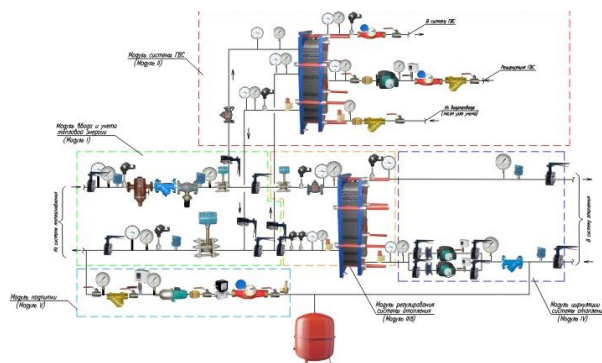
AISI	C	Si	Mn	P <sub>max</sub>	S	N	Cr	Mo	Ni
304	≤ 0,07	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	≤ 0,015	≤ 0,11	17-19,5		8-10,5
316	≤ 0,07	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	≤ 0,015	≤ 0,11	16,5-18,5	2,0-2,5	10-13

Уусмал байдалтай хүчилтөрөгч нь тухайн температурт усанд ууссан хүчилтөрөгчийн хэмжээгээр тодорхойлогддог. Шугам хоолойг гэмтэхээс хамгаалахын тулд хүчилтөрөгчийн агуулалтыг багасгах хэрэгтэй. Тодорхой хэмжээний усны шүтлэг сүлжээний усны хүчилтөрөгчийн үйлчлэлийг бууруулдаг. Усанд ууссан хүчилтөрөгч их байвал уур болон дулаан дамжуулалтын системд ашиглахаас өмнө түүний хэмжээг шаардлагатай

хэмжээнд хүртэл бууруулах хэрэгтэй. Хүчилтөрөгчгүйжүүлэх процесс:

1. Механик /хуйларсан урсгал, зөөлрүүлэлт/
2. Дулааны /дегазаци-хийггүйжүүлэх/
3. Химийн /хүчилтөрөгчтэй урвалд орох тохиромжтой бодис/

ЦТП дээрх усны чанар



2-р контурын нэмэлт усыг 1-р контураас авдаг. Үүний нэмэлт буюу аваарын усыг хүйтэн усны системээс ус зөөлрүүлэгч төхөөрөмжөөр дамжуулж авдаг. Сүлжээний усны хатуулаг (pH)-ийг шаардлагатай үндсэн бодисыг дозлогч насосаар сүлжээ рүү холих замаар хянадаг. 2-р контурын сүлжээ болгон дээр хичнээн нэмэлт ус хэрэглэж байгааг хянахын тулд нэмэлт усны тоолуурыг ашиглаж байна.

## II. ДУЛААНЫ СҮЛЖЭЭНИЙ ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖ, ШУГАМ ХООЛОЙН ГАДАРГУУД БОХИРДОЛ ЗЭВРЭЛТ ҮҮСЭХ, ТҮҮНД НӨЛӨӨЛӨХ ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

Дулаан хангамжийн системийн зэврэлтийн асуудал маш олон жилийн турш тулгамдсан асуудал болж байна. Шугамууд изоляцигүй үед ган байнга устай орчинд байсан. Урьдчилсан дулаалгатай хоолой үйлдвэрлэдэг болсноор энэ асуудал харьцангуй шийдвэрлэгдсэн боловч шугамын дотор талын зэврэлтийн асуудлыг шийдвэрлээгүй байна. Халаагчуудад усны урсгал муу тогтонги байдлаас болж нитэг үүсч, тэнд зэврэлт үүсэх нөхцөл бүрддэг. Төмрийн зэврэлтийн бүтээгдэхүүн ба усны хооронд

урвал явагдаж устөрөгч ялгардаг. Энэ нь ууссан зэстэй урвалд орж зэврэлтийг хурдасгана.

Дулаан дамжуулах системийн ган хоолойг зэврэлтээс хамгаалах хамгийн бага рН-ийн утга 8.3. Хамгийн их рН-ийн утга гуультай харьцуулахад илүү байх ба 9.5 байна. Хэрэв энэ хэмжээнээс ихэсвэл системийн тоноглолын жийрэг, гуулийг гэмтээдэг. Зэсийн гадарга дээрхи хар өнгийн бүрхүүл /зэсийн оксид/ зэврэлтээс хамгаалдаг боловч температурын их хэлбэлзэл, найрлагандаа хүчилтөрөгч ба сульфид агуулсан эргэлтийн усны рН-ийн хэмжээг 0.5-аар хэлбэлзүүлвэл урсгалын хурд нэмэгдэж хуйларсан зэврэлт үүсгэнэ.

Дулаан хангамжийн системийн эргэлтийн усанд хүхрийн нэгдэл 0.01-0.5 мг/л хооронд хэмжигддэг боловч одоо болтол дулаан хангамжийн системд сульфидууд хэрхэн нэмэгдэж байгааг тогтоож чадаагүй байна.

Дулаан хангамжийн системийн эргэлтийн усанд натрийн шүлт нэмсэн үед рН үзүүлэлт нэмэгдэх бөгөөд, рН 9.5 байх үед гуулин хоолойн зэврэлт хамгийн бага байдаг. рН-9.5-аас дээш гарсан үед нягт байдал нь алдагдах шалтгаан болдог.

Дулаан хангамжийн системийн зэврэлтийн эрчмийг жилд 0.01-0.02 мм/жил – с ихгүй байхаар тогтоодог ба энэ зэврэлт зэсийн оролцоотой үүсдэг байна.

Сүлжээний болон нэмэлт усыг хэрхэн боловсруулж чанарын нормыг мөрдөж байгаагаас халаалтын системийн хэвийн ажиллагааны хамаарна. Усны чанарын асуудал сүлжээний ашиглалт төдийгүй, тоноглолын ашиглалт, шугамын насжилтанд нөлөө үзүүлдэг. Дани улсын дүүргийн дулааны шугам сүлжээний дундаж хэвийн алдагдал нь өдөрт 0.15%, зарим томоохон системийн хувьд арай их, шинэхэн бие даасан дулаан цахилгаан хослон үйлдвэрлэдэг станц дээр арай бага байдаг. Ингэж усны алдагдал багассан нь шугам хоолойнуудаа орчин үеийн шинэ сүлжээгээр сольж ус боловсруулах ажлыг зөв хэрэгжүүлсэнтэй холбоотой. Өнөөдрийн байдлаар, өнөөгийн стандартын дагуу барьж байгуулсан дулааны шугам сүлжээ, системүүдийн ашиглалтын хугацаа 30-50 жил байна гэсэн тооцоотой.

1-р хүснэгт. Сүлжээний нэмэлт усанд тавигдах шаардлага

Нэмэлт ус	Зөөлрүүлсэн ус	Эрдэсгүйжүүлсэн ус
Гаднах байдал	Тунгалаг, өнгөгүй	Тунгалаг, өнгөгүй
Үнэр	Үгүй	Үгүй
Хөвөгч бодис	< 5 мг/л	< 1 мг/л
рН үзүүлэлт(*)	9.8 +/- 0.2	9.8 +/- 0.2
Цахилгаан дамжуулах чанар, $\mu\text{S}/\text{cm}$	Түүхий устай адил	<10
Тунамал хатуулаг, $\text{dH}^0$	< 0.1	<0.01
$\text{O}_2/\text{CO}_2$ агуулга	< 0.1 / 0 мг/л	< 0.1/ 0 мг/л
Өөх тосны агуулга	Үгүй	Үгүй
Хлорын агуулга, Cl	<300 мг/л	< 0.1 мг/л

Хүхрийн агуулга, $\text{SO}_4$	-	< 0.1 мг/л
Нийт төмрийнагуулга, $\text{Fe}_{\text{total}}$	< 0.05 мг/л	< 0.005 мг/л
Нийт зэсийн агуулга, $\text{Cu}_{\text{total}}$	< 0.05 мг/л	< 0.01 мг/л
Бактерийн хязгаарлалт	Албан ёсны стандарт үгүй	Албан ёсны стандарт үгүй

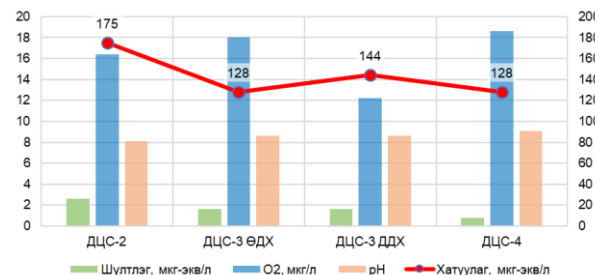
2-р хүснэгт. ЭРГЭЛТИЙН УСАНД ТАВИГДАХ ШААРДЛАГА

Нэмэлт ус	Зөөлрүүлсэн ус	Эрдэсгүйжүүлсэн ус
Гаднах байдал	Тунгалаг, өнгөгүй	Тунгалаг, өнгөгүй
Үнэр	Үгүй	Үгүй
Хөвөгч бодис	< 10 мг/л	< 1 мг/л
рН үзүүлэлт(*)	9.8 +/- 0.2	9.8 +/- 0.2
Цахилгаан дамжуулах чадвар, $\mu\text{S}/\text{cm}$	< 1500	< 25
Тунамал хатуулаг, $\text{dH}^0$	< 0.5	< 0.1
$\text{O}_2/\text{CO}_2$ агуулга	< 0.02 мг/л/ 0 мг/л	< 0.02 мг/л/ 0 мг/л
Нефтийн бүтээгдэхүүний агуулга	< 1 мг/л	< 1 мг/л
Хлорын агуулга, Cl (**)	<300 мг/л	< 3.0 мг/л
Хүхрийнагуулга, $\text{SO}_4$	< 1 мг/л	< 1 мг/л
Нийт төмрийнагуулга, $\text{Fe}_{\text{total}}$	< 0.1 мг/л	< 0.05 мг/л
Нийт зэсийн агуулга, $\text{Cu}_{\text{total}}$	< 0.02 мг/л	< 0.01 мг/л
Бактерийн хязгаарлалт (***)	Албан ёсны стандарт үгүй	Албан ёсны стандарт үгүй

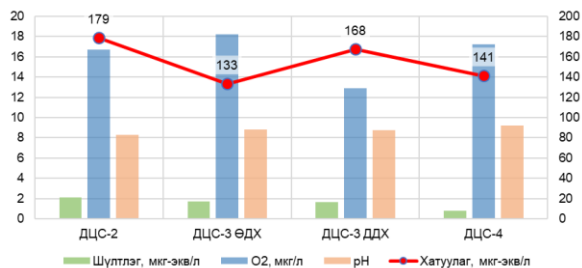
### III. ДУЛААНЫ ТӨВ ШУГАМЫН УСАНД ХИЙСЭН ЛАБОРАТОРИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮН

Төрөл	Үзүүлэлт	нэгж	3,4-р хороолол		Сансар		10-р хороолол
			өгөх	буцах	өгөх	буцах	өгөх
Сүлжээ	Хатуулаг	мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,22	0,8	0,358	0,388	0,378
	Шүлтлэг	мкг-экв/дм <sup>3</sup>	70/970	0/736	0/1740	0/1340	200/864
	рН		8,97	7,14	8,26	7,16	9,06
	Төмөр	мкг/дм <sup>3</sup>	55	63	1,255	1,36	0,82
Хэрэглэгч	Хатуулаг	мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,408	0,198	0,86	0,584	0,632
	Шүлтлэг	мкг-экв/дм <sup>3</sup>	196/1540	334/1920	0/2120	200/864	260/448
	рН		9,65	9,66	7,85	9,06	9,31
	Төмөр	мкг/дм <sup>3</sup>	2,90	1,4	0,56	0,82	0,690

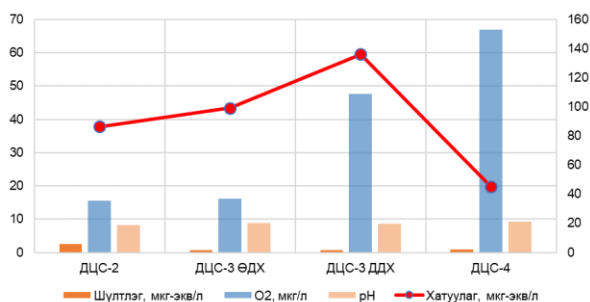
Хэрэглэгчийн усанд хийсэн лабораторын шинжилгээний үр дүн



1-р зураг. Дулааны төв өгөх шугамын усанд хийсэн шинжилгээ



2-р зураг. Дулааны сүлжээний нэмэлт усанд хийсэн шинжилгээ



3-р зураг. Дулааны сүлжээний нэмэлт усанд хийсэн шинжилгээ

Химийн горим барилтын байдалд дүгнэлт хийхэд: Усны рН-ийн үзүүлэлт нормоос бага байгаа. Ийм үед үүссэн төмрийн ислийн давхраа хөвсгөр байдгаас хамгаалах шинж чанар муутай болж усны орчин харьцангуй зэврүүлэх идэвхтэй болдог. рН-ийг нэмэгдүүлснээр металлын гадаргуу дээр төмрийн ислийн бат бөх давхраа тогтож металл руу хүчилтөрөгч нэвчин орох боломж хаагдсанаас зэврэлтийн хурд удааширдаг. рН-ийг ихэсгэхийн тулд сүлжээний усанд химийн нэмэлт бодис нэмэх шаардлагатай.

Хүчилтөрөгчийн агуулалт нормоос их байгаа. Энэ нь зэврэлтийн эрчмийг нэмэгдүүлэхэд нөлөөлж байна.

Зургаас харахад сүүлийн 3-н жилд гарсан гэмтлийн тоогоор 7-р магистраль тэргүүлж байгаа нь анхаарал татаж байна. Энэ магистральд хотын зүүн чиглэлд төвийг хамарсан хэсэг хамаарагдах бөгөөд энэ хэсэгт тавьсан шугамын дотоод зэврэлтийг хянах индикаторын байдал хамгийн их зэврэлттэй гарсан байна. Нийт объектуудын хувьд шугамын дотоод зэврэлтээс хоолойд үүсэх гэмтлийн хувийн дундаж утга 1.65 байна.

3-р хүснэгт. Улаанбаатар хотын дулааны сүлжээний ШУГАМЫН НАСЖИЛТ

№	Насжилт	Метрээр /км/	1 нэгж шугаманд ногдох хувиар	Эзлэх хувиар
1	40-өөс дээш жил	32.75	15.00	8,8%
2	30-40 жил	55.03	10.23	14,9%
3	20-30 жил	10.49	52.55	2,8%
4	10-20 жил	89.51	12.18	24,2%
5	0-10 жил	182.22	10.04	49,3%
Нийт дүн		370	100.00	100%

Нийт сүлжээний шугам хоолойн 49,3% нь 10-аас доош жил ашиглагдаж байна. Одоо байгаа дулааны шугам сүлжээний дундаж насжилт 25 жил байна. Ашиглалтын хугацаа дууссан буюу 20-оос дээш жил ашиглагдаж байгаа шугам хоолой нь 26,5% хувийг эзэлж байна. Энэ нь гэмтэл гарах эрсдэл өндөртэй, ашиглалтын хугацаа дууссан.

Усны рН-ийн үзүүлэлт нормоос бага байгаа. Ийм үед үүссэн төмрийн ислийн давхраа хөвсгөр байдгаас хамгаалах шинж чанар муутай болж усны орчин харьцангуй зэврүүлэх идэвхтэй болдог. рН-ийг нэмэгдүүлснээр металлын гадаргуу дээр төмрийн ислийн бат бөх давхраа тогтож металл руу хүчилтөрөгч нэвчин орох боломж хаагдсанаас зэврэлтийн хурд удааширдаг.

рН-ийг ихэсгэхийн тулд сүлжээний усанд химийн нэмэлт бодис нэмэх шаардлагатай. Хүчилтөрөгчийн агуулалт нормоос их байгаа. Энэ нь зэврэлтийн эрчмийг нэмэгдүүлэхэд нөлөөлж байна.

#### IV. ТУРШИЛТ

Дулааны сүлжээний 5А, 7А шугамын дотоод гадаргуугийн бохирдол, элэгдэл, зэврэлтийн хяналт шинжилгээ

Дулааны шугамын гэмтлийн 20 гаруй хувь нь ган хоолойн дотор талын ханын зэврэлтээс үүсдэгийг ОХУ-ын ВТИ-ийн судалгаагаар тогтоосон байдаг. Манай орны дулааны сүлжээний хэмжээнд хийсэн судалгаа байхгүй ч шугамын дотоод зэврэлтээс шалтгаалсан гэмтэл нэлээд өндөр хувь эзэлнэ. 2017-2021 онд дулааны шугам сүлжээний усны 7А буцах шугам дээр дугаар № 51-55 бүхий 5 ширхэг индикатор, 7А өгөх шугам дээр дугаар № 56-60 бүхий 5 ширхэг зэврэлтийн индикаторуудыг 2017-2021 оны халаалтын улиралд сүлжээний усны шугамын зэврэлтийн хурдны хэмжээг тогтоохоор суурилуулсан.



Зураг 4. ДШС-ний 7а шугамд тавьсан индикатор

Индикаторыг аналитик жингээр жигнэж, штангенциркуль болон микрометрээр хэмжээний дараа боловсруулалт хийн сүлжээний усны 7А шугамд байрлуулав.

Индикатортай гол бүхий битүү фланц ба шилбэ хооронд паронитан жийрэг хийж бэхэлсэн. Шугам дүүргэх болон индикатор тавьсны дараа судалгааны журналд:

- Индикатор тавьсан сар өдөр
- Тавьсан цэг
- Индикаторын дугаар түүний жин, талбай
- Ялтасуудыг голд байрлуулсан дараалал зэргийг тэмдэглэв.

4-р хүснэгт. Индикаторын жингийн харьцаа

Индикатор тавьсан цэг	Индикаторын дугаар	Анхны жин, гр	Тогтсон хагны дундаж жин, гр	Боловсруулалт хийсэн үеийн жин, гр	Индикаторын жингийн алдагдал, гр
7А буцах	51	64,083	7,385	54,845	9,2371
	52	60,581	6,607	53,463	7,1181
	53	61,293	8,194	53,519	7,7746
	54	66,614	7,850	58,901	7,7125
	55	71,906	5,749	64,235	7,6710
7А өгөх	56	68,866	7,699	61,295	7,5710
	57	67,037	7,334	59,663	7,3742
	58	60,906	6,454	55,416	5,4897
	59	70,336	7,253	63,233	7,1032
	60	67,414	6,004	60,724	6,6903

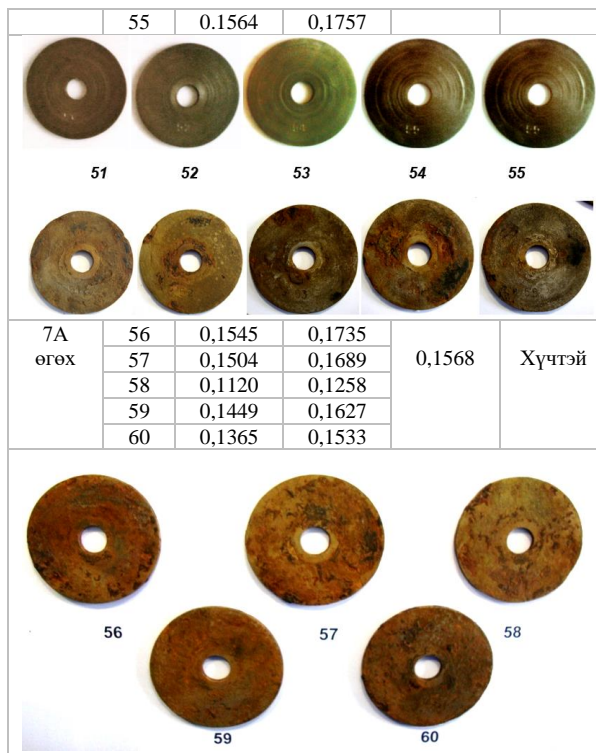
Шинжилгээгээр 7А шугамын өгөх усны индикаторын жингийн алдагдал дунджаар 10,2%, буцах усны шугамд тавьсан индикаторын жингийн алдагдал 12,2%-иар буурсан байгааг тодорхойлов.

Зэврэлтийн хурд мм/жил	Зэврэлтийн явц
0.0 - 0.02	Зэврэлтийг шинжгүй
0.02 - 0.04	Сул зэврэлт
0.04 - 0.05	Дунд зэргийн зэврэлт
0.05 - 0.2	Хүчтэй зэврэлт
0.2-оос дээш	Аварийн зэврэлт

ЭХУГ 1997 оны “Дулааны шугам тоноглолын зэврэлтэнд хяналт тавих аргачилсан заавар”

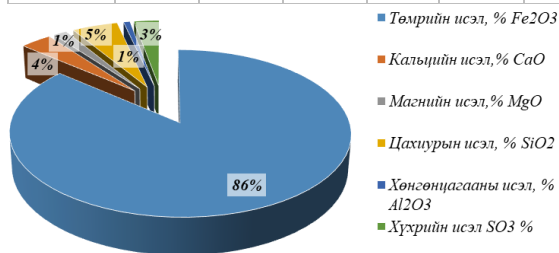
5-р хүснэгт. Зэврэлтийн хурд, мм/жил

Индикатор тавьсан цэг	Индикатор	Индикаторын зэврэлтийн хурд, гр/м <sup>2</sup> цаг	Индикаторын зэврэлтийн хурд, мм/жил	Зэврэлтийн дундаж хурд, мм/жил	Зэврэх үзэгдлийн шинж байдал
7А буцах	51	0,1883	0,2115	0,181	Хүчтэй
	52	0,1451	0,1630		
	53	0,1586	0,1781		
	54	0,1572	0,1766		

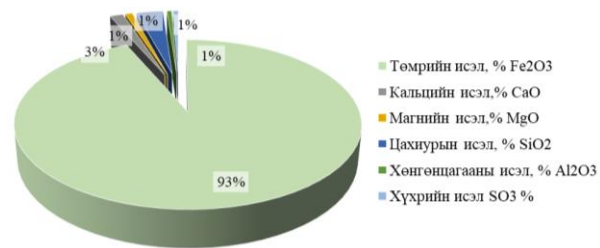


6-р хүснэгт. Индикаторын гадаргууд тогтсон хагны химийн найрлага, %

Химийн найрлага	Төмрийн исэл, % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Кальцийн исэл, % CaO	Магнийн исэл, % MgO	Цахиурын исэл, % SiO <sub>2</sub>	Хөнгөнцагаан исэл, % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Хүхрийн исэл SO <sub>3</sub> , %
7А Буцах	85,6	3,5	1,5	5,1	0,72	2,8
7А өгөх	92,4	1,5	0,8	3	0,54	0,6



5-р зураг. 7А буцах усны шугамын зэврэлтийн бүтээгдэхүүний химийн найрлага



6-р зураг. 7А өгөх усны шугамын зэврэлтийн бүтээгдэхүүний химийн найрлага

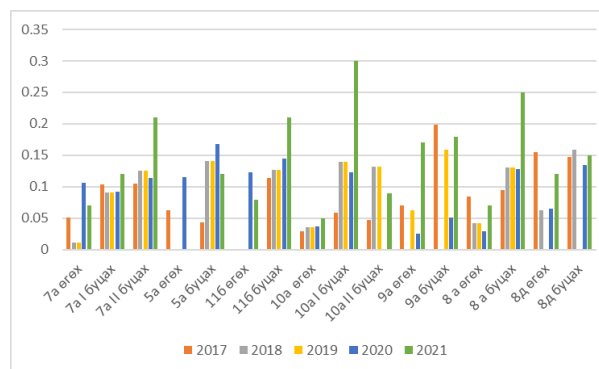
ДЦС-4-ийн ДШС-ний ирэх ба буцах усны шугам, дулааны шугам сүлжээний усны 7А-гийн өгөх ба буцах шугамнаас индикаторыг авсны дараах байдал, хагны химийн найрлагын шинжилгээний дүн, индикаторын зэврэлтийн хурдыг тодорхойлсон шинжилгээний үр дүн зэргээс үндэслэн дараах дүгнэлтийг хийв. Үүнд:

1. Зэврэлтийг эрчмийг хянах индикаторын гадаргуу дээр 2-4 мм зузаантай, улаан хүрэн өнгийн зэврэлтээс үүссэн хаг тогтсон нь сүлжээний усны шугамын зогсолтын үеийн дотоод битүүмжлэл алдагдсан, мөн шугамд засвар хийх үед гаднаас агаар нэвтэрч байснаас чийгтэй орчинд төмрийн ислийн зэврэлт үүсч шугамын металлын гадаргууд тогтож хамгаалах бүрхүүл үүсгэсэн хэдий ч түүний зарим хэсэг нь халаалтын улиралд металлын гадаргуугаас ховхрон индикаторын гадаргууд сууж тогтсон байна. Хагны химийн найрлагын ихэнхи хувийг төмрийн исэл эзэлж байгаа нь сүлжээний шугаманд хүчилтөрөгчийн нөлөөн дор зэврэлтийн бүтээгдэхүүнүүд идэвхитэй үүсч байсныг харуулж байна.

2. Шугамын зэврэлтийн эрчмийн дундаж хурдыг тодорхойлоход 7А-гийн өгөх усны шугаманд тавигдсан индикаторын хувьд 0,181 мм/жил, 7А-гийн буцах усны шугаманд тавигдсан индикаторын хувьд 0,1568 мм/жил байгаа нь зэврэлтийн эрчмийн ангилалаар “хүчтэй” гэсэн зэрэгт хамаарагдаж байна. Иймээс ДШС-нээс халаалт зогсох үед шугамын битүүмжлэлийг хийх мөн хэсэгчлэн химийн аргаар угаах, өндөр цэгээс шугамын үлээлгийг хийж зэврэлтээс үүссэн хагийг зайлуулах, түүнчлэн шугаманд тавигдсан зэврэлтийн индикаторыг ямар гангаар хийсэн талаар дүгнэлт гаргаж, цаашид суурилуулах индикаторуудыг тавихаас өмнө гангийн маркийг тодруулсан байх шаардлагатай. Мөн станцаас сүлжээнд нэмж өгч байгаа усны рН-ийн орчинг 9,1-с дээш хэмжээнд бариулж, шугамын зэврэлтийн хурдны эрчмийг бууруулах, цаашид сүлжээний усанд анионит шүүлтүүрийн угаалтын усыг хийхгүй байх, техникийн натрийн шүлтээр сүлжээний усны рН-г нэмэгдүүлэх арга хэмжээг зохион байгуулах хэрэгтэй. Судалгааны явцад ДШС-ний өгөх ба буцах усны шугамын дотоод зэврэлтэнд нөлөөлж буй гол хүчин зүйлийг урьд нь үүссэн зэврэлтийн бүтээгдэхүүнээс үүссэн хаг шугамын дагуу хөвмөл байдалтайгаар оршин наалдаж усны чанарын үзүүлэлтэнд сөрөг нөлөө үзүүлж байгааг тодорхойлж байна. Халаалтын улиралд мөрдөх температурын горимоос үндэслэн дулаан солилцуулагч тоног төхөөрөмжийн хоолойг бөглөрөлтөнд оруулахгүйн тулд хэсэгчлэн шүүх аргаар зэврэлтийн бүтээгдэхүүнийг шугамаас зайлуулах арга хэмжээг авах нь хэрэгтэй юм. Шүүлт явуулах аргын талаар зөвлөмжинд дурьдсан болно.

2017-2021 оны шугамын зэврэлт тодорхойлох зэврэлтийн дундаж шугаман хурд (мм/жил)

№	Цэг	2017	2018	2019	2020	2021
1	7а өгөх	0.051	0.012	0.012	0.106	0.07
2	7а I буцах	0.104	0.091	0.091	0.092	0.12
3	7а II буцах	0.105	0.125	0.125	0.114	0.21
4	5а өгөх	0.063			0.115	
5	5а буцах	0.044	0.141	0.141	0.168	0.12
6	11б өгөх				0.123	0.08
7	11б буцах	0.114	0.127	0.127	0.145	0.21
8	10а өгөх	0.029	0.036	0.036	0.037	0.05
9	10а I буцах	0.059	0.140	0.14	0.123	0.3
10	10а II буцах	0.047	0.132	0.132		0.09
11	9а өгөх	0.07		0.063	0.026	0.17
12	9а буцах	0.199		0.159	0.051	0.18
13	8 а өгөх	0.085	0.042	0.042	0.029	0.07
14	8 а буцах	0.095	0.131	0.131	0.128	0.25
15	8д өгөх	0.155	0.063		0.065	0.12
16	8д буцах	0.147	0.159		0.135	0.15



7-р зураг. Магистралуудын зэврэлтийн хурд, мм/жил

## V. ДҮГНЭЛТ

Судалгааны үр дүнд дулааны төв шугамын зэврэлтийн дундаж хурд 0,1 мм/жил, хүчтэй зэврэлтийн явцтай байна. Энэ нь өгөх шугамд байрлуулсан индикаторын жингийн алдагдал дунджаар 10,1%, буцах усны шугамд тавьсан индикаторын жингийн алдагдал 12,2%-иар буурсан байгааг тодорхойлсон. Дулааны шугам сүлжээний усны химийн найрлагын нөлөөллөөр үүссэн гэмтэл манайд харьцангуй их байна.

Удаа дараа гэмтэл гарч байсан шугам хоолойн трассыг тодорхойлж, хэт авианы багажны тусламжтайгаар элэгдлийг тодорхойлох хэмжилт хийж байх.

Томоохон дулааны төв пункт болон насосны станц шаардлагатай бусад цэгүүдэл сүлжээний усны химийн найрлагын хэмжээг хянаж, тодорхойлох зориулалттай хими ус цэвэрлэгээний төхөөрөмж суурилуулж 24 цагийн туршид дүн шинжилгээ хийж хяналт тавих.

Цаашид зэврэлтийг хянах индикаторуудыг урсгалын хурд багатай өндөрлөг цэгүүд буюу төгсгөлийн цэгт нэмэж суурилуулж өгөх.

Сүүлийн 5жилд шинээр ашиглалтанд орсон болон шинэчлэн сольсон шугам хоолойг засварт зогсоолгүй байнгын ажиллагаатай байлгах. Мөн шинээр угсарсан шугамыг боловсруулалт хийгдээгүй усаар угаалт шахалт, дүүргэлт хийхгүй байх.

Дурын цэгт зөөврийн байдлаар газар дээр нь сүлжээний усны химийн найрлагыг тодорхойлох багаж хэрэгсэлийг ашиглаж усны шинж чанарт байнгын хяналт тавих.

# ОКСИЭТИЛИДЕНДИФОСФОР (ОЭДФК)-ЫН ХҮЧЛИЙН КАТИОНИТ ШҮҮЛТҮҮРИЙН АЖИЛЛАГААНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨ

Б.Оюунсүвд<sup>1</sup>, С.Мөнхсар<sup>2</sup>, Д.Пүрэвсайхан<sup>3</sup>  
 Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС-Эрчим Хүчний Сургууль  
<sup>3</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, “ДЦС-2” ТӨХК  
[oyunsuvd@must.edu.mn](mailto:oyunsuvd@must.edu.mn)

**Хураангуй**—Дулааны цахилгаан станцын найдвартай ажиллагаанд нөлөөлж буй гол хүчин зүйлүүдийн нэг нь бие даасан хэсэг бүрийн усны химийн горимын асуудал байдаг. Үүний салшгүй нэг хэсэг болох турбины конденсаторын хөргөлтийн системийн усны химийн горимыг оновчтой зохион байгуулах нь чухал юм. Турбины дулааны үр ашиг нь конденсаторын хоолойн бохирдлоос шууд хамаардаг [1]. Конденсаторт өгч буй хөргөлтийн усны карбонат хатуулаг ба давс агуулалт өндөр байвал конденсаторын гуулин хоолойд хаг хусам тогтоож, турбинд ажиллаад гарсан уур болон хөргөлтийн усны хооронд явагдах дулаан солилцоог муутгаж конденсаторын дулааны ачааллыг нэмэгдүүлснээр вакумыг бууруулахад хүргэдэг. “ДЦС-2” ТӨХК-ийн конденсаторын хөргөлтийн усны чанарын шинжилгээ, конденсаторын хоолойн дотоод гадаргууд тогтсон хаг хурдсын химийн найрлагыг судалсны үндсэн дээр хаг хусам тогтоох үйлчлэлтэй давсны нөлөөллийг бууруулах зорилгоор хөргөлтийн усыг (оксиэтилидендифосфор)-ын хүчлээр боловсруулахаар туршилт хийгдэж байгаа билээ. Иймээс тус станцын химийн хэсэгт ирэх түүхий усыг хөргөлтийн усны цацаргах сангаас хангаж байгаа үед натрийн 1-р шатны катион солилцооны шүүлтүүрийн ажиллагаанд (оксиэтилидендифосфор)-ын хүчлийн үзүүлэх нөлөөллийг лабораторийн нөхцөлд туршилтаар судалсан судалгааны үр дүнг энэхүү өгүүлэлд авч үзлээ.

**Түлхүүр үг**—Хөргөлтийн ус, Конденсаторын хоолойн бохирдол, Шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамж, ерөнхий хатуулаг

## I. ОРШИЛ

Турбины конденсаторын хөргөлтөд ашигладаг байгалийн ус нь бүдүүн ширхэгтэй болон коллоид, усанд уусдаггүй бодисыг агуулдаг. Техникийн ус хангамжийн усны чанар нь тодорхой хүчин зүйлийн нөлөөллөөс шалтгаалан физик-химийн болон биологийн бүтэц нь өөрчлөгддөг бөгөөд энэ нь турбины конденсаторын хоолойн дотоод гадаргууд бохирдол үүсгэхэд хүргэдэг.

Дулаан солилцох гадаргуу дээр тогтсон хаг тогтоох үйлчлэлтэй микро ба макро хольцууд нь конденсаторын хоолойн дотоод гадаргууд төрөл бүрийн механик бохирдол үүсгэнэ [4]. Конденсаторын хоолойн бохирдол нь вакуум муутгах, турбины цахилгаан ачааллыг хязгаарлахад хүргэдэг. Конденсаторын шугам хоолойн цэвэр байдлыг хангахын тулд эхний ээлжинд хаг тогтохоос урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээг авдаг. Конденсаторын хоолойд карбонатын хатуулгийн хаг хурдас тогтоохгүйн тулд хөргөлтийн усыг ихэвчлэн фосфор агуулсан органик хүчлээр боловсруулдаг[5].

Оксиэтилидендифосфорын хүчлийн (ОЭДФ) химийн томьёо (C<sub>2</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>P<sub>2</sub>)–р илэрхийлэгдэх бөгөөд цагаан өнгийн нунтаг талст бодис юм. 20°C-т 1%-ийн уусмалын (рН=2) байдаг.

Хөргөлтийн усыг фосфор агуулсан хүчлээр боловсруулах аргын мөн чанар нь бага хэмжээний фосфор агуулсан хүчлийг усанд оруулснаар, кальцийн карбонатын талсжилтыг саатуулж, дээд кальцийн бикарбонатын уусмалыг тогтворжуулах замаар хоолойн хананд хаг хурдас тогтохоос хамгаалахад оршино.

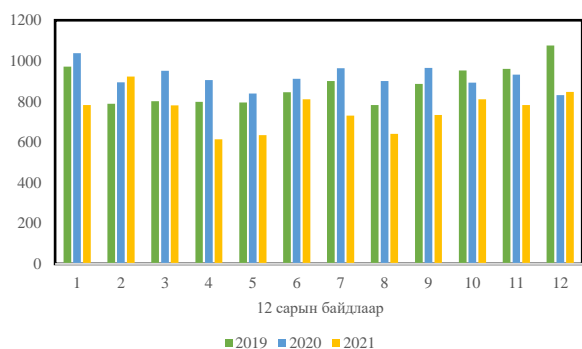
“ДЦС-2” ТӨХК нь зуухны нэмэлт усыг 2 шатны натрийн катионжуулалтын аргаар боловсруулдаг бөгөөд химийн хэсэгт ирэх түүхий усыг цацаргах сангаас хангадаг схемтэй байна. Иймээс органик фосфорын хүчил агуулсан түүхий усыг натрийн катионитын 1-р шатны шүүлтүүрээр оруулан боловсруулах үед шүүлтүүрт ачаалагдсан хүчтэй хүчлийн (001x7) катионит материалын ион солилцлын шингээлтийн ажлын багтаамжид хэрхэн нөлөөлж байгааг лабораторийн нөхцөлд туршиж, үр дүнг харуулахыг зорьсон. Тус станцын натрийн 1-р шатны шүүлтүүрийн ажиллагааны үзүүлэлтийг 1-р хүснэгт болон 1-р зурагт тус тус үзүүлэв [2].

1-Р ХҮСНЭГТ. НАТРИЙН 1-Р ШАТНЫ ШҮҮЛТҮҮРИЙН ШИНГЭЭЛТИЙН АЖЛЫН СОЛИЛЦОНЫ БАГТААМЖ

Шүүлтүүрийн шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамж, (г-экв/м <sup>3</sup> )	2019	2020	2021
1 сар	971	1038	782
2 сар	789	895	922.6
3 сар	802	951	780.16
4 сар	798	905.2	614.2
5 сар	795	839	634.9
6 сар	845	911.4	810.4
7 сар	900	963.7	730
8 сар	781.9	899.9	640.7
9 сар	886.5	965.1	733
10 сар	953.3	892	811.3
11 сар	961	931.9	783
12 сар	1075	831	847.5
Дундаж	879.81	918.6	757.8



Шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамж, (г-экв/м3)



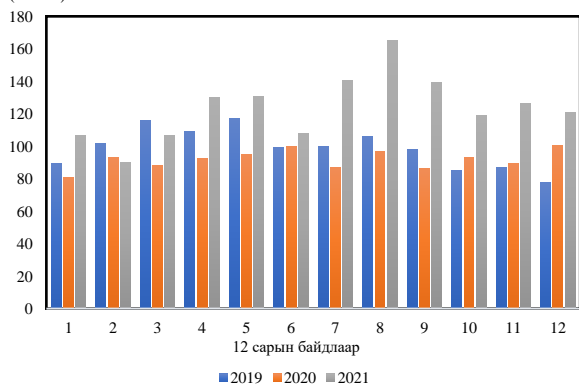
1-р зураг. Натрийн 1-р шатны шүүлтүүрийн шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамж, (г-экв/м3)

Натрийн 1-р шатны шүүлтүүрийн шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамж нь 2021 онд өмнөх онтой харьцуулахад 160.8 (г-экв/м3)-ээр буурсан. Энэ нь түүхий усны ерөнхий хатуулаг ихэсч 7.4 (мг-экв/л) хүрсэнтэй шууд холбоотой байна.

2-р хүснэгт. Натрийн 1-р шатны шүүлтүүрийн давсны хувийн зарцуулалт

Давсны хувийн зарцуулалт (г/г-экв)	2019	2020	2021
1 сар	89,3	80,48	106,6
2 сар	102	93,3	89,9
3 сар	116	87,9	106,6
4 сар	109	92,3	130
5 сар	117	95,1	130,9
6 сар	99	99,7	107,7
7 сар	99,7	86,8	140,7
8 сар	106,2	96,9	165,3
9 сар	97,7	86,4	139,1
10 сар	85	93	118,7
11 сар	87	89,6	126,6
12 сар	77,5	100,4	121
Дундаж	99.0625	94.4333	123.592

Давсны хувийн зарцуулалт (г/г-экв)



2-р зураг. Натрийн 1-р шатны шүүлтүүрийн давсны хувийн зарцуулалт

Шүүлтүүрийн давсны хувийн зарцуулалт 2021 онд өмнөх онтой харьцуулахад 23.6 % - иар нэмэгдсэн нь шүүлтүүрийн шүүх материалын чанарыг шалгах шүүлтүүрт үзлэг хийх шаардлагатайг харуулж байна.

Цаашид хөргөлтийн усыг органик фосфорын хүчлээр боловсруулахаар туршилт хийгдэж байгаа үед шүүлтүүрийн ажиллагаанд хэрхэн нөлөө үзүүлж байгааг тодорхойлох шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна.

## II. Туршилтын АРГА ЗҮЙ, ҮР ДҮН

Натрий катионит шүүлтүүрийн ажиллагаанд ОЭДФ хүчлийн үзүүлэх нөлөөллийг туршилтаар судлахдаа шүүх материалын чанарыг тодорхойлох MNS 5052:2001 стандартын дагуу туршилтыг явуулав [3]. Туршилтад 001x7 маркийн хүчтэй хүчлийн катионит шүүх материалаар ачаалагдсан лабораторийн шүүлтүүрээр ОЭДФ хүчлийн 1 (мг/дм3) концентрацын агууламжтай түүхий усыг нэвтрүүлэн шүүх материалын шингээлтийн ажлын багтаамжийг тодорхойлох туршилтыг 4 удаагийн давтамжтайгаар явуулсан. Туршилтын үеийн лабораторийн төхөөрөмжийг 3-р зурагт үзүүлэв.



3-р зураг. Лабораторийн туршилтын үйл явц

Түүхий усны чанарын үзүүлэлтүүд:  
 Ерөнхий хатуулаг, Жо – 7.4 (мг-экв/л)  
 Гидратын шүлтлэг, Щфф- 0 (мг-экв/л)  
 Ерөнхий шүлтлэг, Що– 2.8 (мг-экв/л)  
 рН-7.32

Туршилт хийсэн натрий катионит шүүлтүүр №1, №2 өгөгдлийг 3-р хүснэгтээр, шинжилгээний үр дүнг хүснэгт 4-р хүснэгт ба 5-р хүснэгтээр тус тус үзүүлэв.

3-р хүснэгт. Натрийн катионит шүүлтүүрийн өгөгдөл

Үзүүлэлт	Натрий катионит шүүлтүүр	
	№1	№2
Шүүх материал	001x7	001x7
Шүүх үеийн эзэлхүүн	52 (мл)	50 (мл)

Шүүлтийн хурд	30 (мл/мин)	30 (мл/мин)
Сэргээлтийн давсны уусмалын концентраци	6 %	6 %
Шүүлтүүрийн хөндлөн огтлолын талбай	10 (см <sup>2</sup> )	10 (см <sup>2</sup> )

4-р хүснэгт. ОЭДФ бодисгүй туршилтын үеийн шинжилгээний үр дүн

Туршилт	Натрий катионит шүүлтүүр №1 (ОЭДФ бодисгүй)		
	Шүүсэн усны хэмжээ, (мл)	Ерөнхий хатуулаг, (мг-экв/л)	Дундаж хатуулаг, (мг-экв/л)
1	4897	7.38	0.6
2	4845	7.41	0.54
3	4264	7.39	0.42
4	5720	7.39	0.48
Дундаж	4931	7.39	0.51

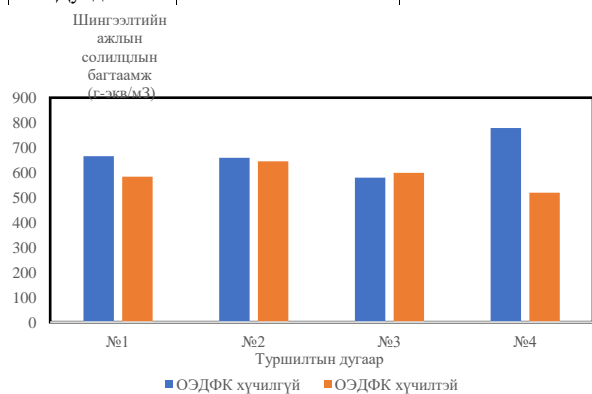
5-р хүснэгт. ОЭДФ бодистой туршилтын үеийн шинжилгээний үр дүн

Туршилт	Натрий катионит шүүлтүүр №2 (ОЭДФ бодистой)		
	Шүүсэн усны хэмжээ, (мл)	Ерөнхий хатуулаг, (мг-экв/л)	Дундаж хатуулаг, (мг-экв/л)
1	4286	7.38	0.612
2	4742	7.41	0.508
3	4404	7.39	0.43
4	3816	7.39	0.45
Дундаж	4312	7.39	0.5

Дээрх шинжилгээний үр дүнг үндэслэн шүүлтүүрийн шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамж ба давсны хувийн зарцуулалтыг тус бүр тооцоолж 6-р хүснэгт, 4-р зургаар харьцуулан үзүүлэв.

6-р хүснэгт. Шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамжийн харьцуулалт

Туршилт	Шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамж, (г-экв/м <sup>3</sup> )	
	ОЭДФ хүчилгүй	ОЭДФ хүчилтэй
№1	666	583
№2	659	645
№3	580	599
№4	778	519
Дундаж	670	586



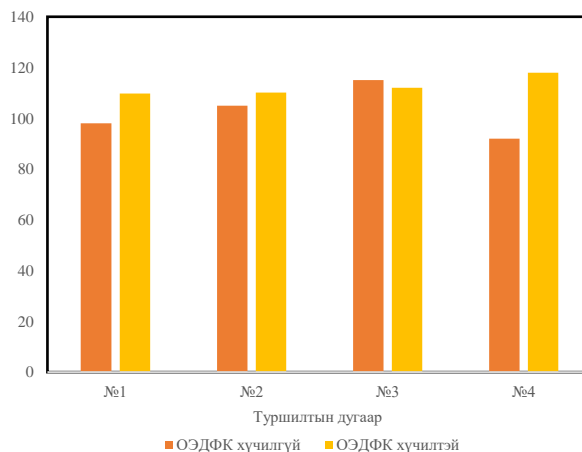
4-р зураг. Шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамжийн харьцуулалт

Дээрх зургаас харахад химийн бодистой (ОЭДФ хүчилтэй) лабораторийн туршилтын үр дүнгээр тооцсон шүүлтүүрийн шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамж нь бодисгүй үеийнхээс дунджаар 12.5 % -иар буурч байна [6].

7-р хүснэгт. Давсны хувийн зарцуулалт

Туршилт	Давсны хувийн зарцуулалт, (г/г-экв)	
	ОЭДФ хүчилгүй	ОЭДФ хүчилтэй
№1	98	109.8
№2	105	110.1
№3	115	112
№4	92	118
Дундаж	102.5	112.5

Давсны хувийн зарцуулалт (г/г-экв)



5-р зураг. Давсны хувийн зарцуулалт

Туршилтын үр дүнгийн тооцооноос (ОЭДФ) хүчил агуулаагүй түүхийг ажилласан натрий катионит шүүлтүүр №1 –ийн давсны хувийн зарцуулалт 102,5 (г/г-экв) ОЭДФ хүчил агуулсан түүхийг ажилласан натрий катионит шүүлтүүр №2 –ын давсны хувийн зарцуулалт 112,5 (г/г-экв) байна. Энэ нь органик фосфорын хүчил агуулсан шүүлтүүрт шүүх материалыг сэргээхэд зарцуулагдах давсны хувийн зарцуулалт нь 8,9 %-иар нэмэгдэхийг харуулж байна [7].

### III. Дүгнэлт

“ДЦС-2” ТӨХК-ийн конденсаторын хөргөлтийн усыг хаг хусам тогтоох үйлчлэлтэй давсны нөлөөллийг бууруулах зорилгоор хөргөлтийн усыг ОЭДФК (оксиэтилидендифосфор)-ын хүчлээр боловсруулахаар туршилт хийгдэж байгаа үед натрийн 1-р шатны катион солилцооны шүүлтүүрийн ажиллагаанд (оксиэтилидендифосфор)-ын хүчлийн үзүүлэх нөлөөллийг лабораторийн нөхцөлд туршилтаар тогтоов.

Туршилтын үр дүнгээс шүүлтүүрийн шингээлтийн ажлын солилцлын багтаамж нь бодисгүй үеийнхээс дунджаар 12.5 % -иар буурч байна. Шүүх материалыг сэргээхэд зарцуулагдах давсны хувийн зарцуулалт нь 8,9 %-иар нэмэгдэхийг туршилтын үр дүн харуулав. Энэ нь натрий катионит шүүлтүүрийн ажиллагаанд сөрөг нөлөө үзүүлэхийг тодорхойлж байна. Гэвч хөргөлтийн усыг фосфор агуулсан органик хүчлээр боловсруулж, конденсаторын хоолойд карбонат кальцийн хаг тогтохоос сэргийлэх арга хэмжээг авах нь турбины вакуумын системийн ажиллагааг сайжруулан, жишмэл түлшний хувийн зарцуулалтыг багасгаж, үйлдвэрийн үр ашгийг дээшлүүлэхэд чухал алхам болох юм. Иймээс одоо ажиллаж байгаа шууд урсгалтай натрийн катионитын 1-р шатны шүүлтүүрийг эсрэг урсгалтай технологид шилжүүлэн шүүлтүүрийн ажиллагааг сайжруулах, ОЭДФ хүчлийн натрий агуулсан нэгдлийг ашиглах нь зүйтэй гэж дүгнэж байна.

## НОМ ЗҮЙ

- [1] Дашпунцаг Ч. “Уурын турбины үндсэн ба туслах тоног төхөөрөмжийн ашиглалт” 2018, Улаанбаатар, Хуудас: 301
- [2] “ДЦС-2”ТӨХК-ний химийн хэсгийн 2021 оны тайлан
- [3] MNS 5052:2001 Шүүх материалын чанарыг тодорхойлох стандарт
- [4] Петрова Т.И., Репин Д.А., “Факторы, влияющие на работу оборотных систем охлаждения тепловых станций.” Вестник МЭИ. 2009 №1, с. 106-111
- [5] Петрова Т.П., Репин Д.А., “Влияние пленкообразующих аминов на скорость коррозии латуни в охлаждающей воде конденсаторов турбин. Новое в российской электроэнергетике” 2008, №25., с. 49-54
- [6] Репин Д.А., Петрова Т.И. “Способы коррекции ВХР оборотной системы охлаждения конденсаторов турбин Н Тринадцатая междунар. научн.-техн. конф. студентов и аспирантов” ”Радиоэлектроника, электротехника и энергетика”: тез. докл. - М.,2007. - Т.3. - С. 141-142.
- [7] Репин Д.А. , Петрова Т.И. Влияние “ОЭДФК и хеламина на работу катионитных фильтров Н Пятнадцатая междунар. научн.-техн. конф. студентов и аспирантов” “Радиоэлектроника, электротехника и энергетика”: тез. докл. - М.,2009, - Т.3. -С. 172-173.

# ЭДЦС-ЫН ДУЛААНЫ НӨӨЦИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ СУДАЛГААНЫ ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС

Б.Өлзийбадрах<sup>1</sup>, Ш.Энхбаяр<sup>1</sup>, Ш.Алтанхундага<sup>1</sup>, О.Пүрэвжал<sup>1</sup>, П.Бямбацогт<sup>1</sup>, П.Ганбат<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний сургууль, Дулааны инженерийн салбар

<sup>2</sup>“Эрдэнэтийн Дулааны цахилгаан станц” Төрийн өмчит хувьцаат компани

[b.ulziibadrakh@must.edu.mn](mailto:b.ulziibadrakh@must.edu.mn), [enkhbayar.sh@must.edu.mn](mailto:enkhbayar.sh@must.edu.mn), [altankhundaga@must.edu.mn](mailto:altankhundaga@must.edu.mn),

[purevjal57@gmail.com](mailto:purevjal57@gmail.com), [p.byambatsogt@gmail.com](mailto:p.byambatsogt@gmail.com), [ganbat@erdenetpp.mn](mailto:ganbat@erdenetpp.mn)

**Хураангуй** — Хот суурин газрын өргөжин тэлэх, шинэчлэл, хөгжлийн асуудлыг дулаан хангамжаас ангид авч үзэх боломжгүй. Эрдэнэт хотын төвлөрсөн дулаан хангамжид холбогдсон одоогийн хэрэглэгчдийн дулааны тооцоот ачааллыг, мөн хотыг хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөнд тусгагдсан шинээр холбогдох хэрэглэгчдийн буюу өсөн нэмэгдэж буй дулааны хэрэгцээг Эрдэнэтийн дулааны цахилгаан станцын (ЭДЦС) суурилагдсан үндсэн тоноглолын хүчин чадал хангах боломжийг эл өгүүлэлдээ судлав. Ингэхдээ ЭДЦС-ын дулааны схемийг IPSEpro программ дээр загварчлан үр дүнг тооцоолох болон дүн шинжилгээ хийхэд ашигласан. Одоогийн нөхцлийг дүгнэж, анхаарах шаардлагатай зүйлсүүдийг онцлох болно.

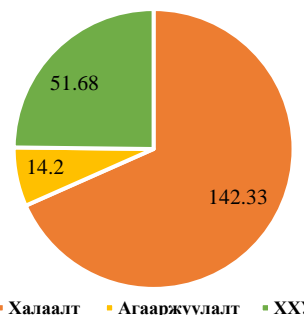
**Түлхүүр үг** — Дулааны ачаалал, уур усны баланс, IPSEpro программ хангамж, станцын дулааны схем, станцын нөөц

## I. УДИРТГАЛ

Эрдэнэт хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн хамрах хүрээ 27.1 км<sup>2</sup> нийт 1267 хэрэглэгчдэд дулааныг түгээн ажиллаж байна. Эрдэнэт хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн схемийг 1-р зурагт үзүүлэв. Газарзүйн өндөржилтийн хувьд эх үүсгүүр ЭДЦС нь д.т.д 1280 метрт, говил орчим 1241 метрт, хамгийн өндөр цэг нь шинээр төлөвлөгдөж буй уурхайчин 3 хорооллын ДДС 1409 метр өндөрт байна. Өндөржилтийн хамгийн их зөрүү нь 168 метр байгаа нь бусад хотуудаас онцлогтой юм. Сүлжээний усны температурын график нь нэгдүгээр хэлхээнд 150/70 °C ажилладаг. Харин хоёрдугаар хэлхээ 95/65, 110/65, 120/65 °C –ын графикуудаар ажиллаж байна. Дулааны нийлбэр тооцоот ачаалал нь 2021-2022 онд дулаацуулгын улирлын горимын тооцоогоор Q=208.26 Гкал/ц байна [1]. Сүлжээний усны 150/70 °C графикийн үед нийлбэр усны зарцуулалт нь насос станц №1 (НС-1) ажиллаж байх үед G=2500.8 тн/ц, НС-1 ажиллаагүй үед G=2233.9 тн/ц байна. Хэрэглэгчдийн дулааны тооцоот ачаалалд халаалт, агааржуулалт, ХХУ-ны эзлэх харьцааг 2-р зургаас үзэж болно. Одоогоор дулааны эх үүвэрийн суурилагдсан чадал төвлөрсөн дулаан хагамжийн системд холбогдсон хэрэглэгчийг дулаанаар хангахад хүрэлцээтэй мэт боловч бодит байдалд хүрэлцэхгүй байх боломжтой байна.



1-р зураг. Эрдэнэт хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн схем



2-р зураг. Хэрэглэгчдийн дулааны ачааллын эзлэх хувь хэмжээ (2021-2022), Гкал/ц

Хотыг хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөтэй уялдан хэтийн төлөвөөр шинээр баригдахаар төлөвлөж байгаа орон сууц, нийгэм ахуйн барилга, шинэ хорооллуудын дулааны ачааллыг тооцож үзэхэд, 188.9 Гкал/ц-аар нэмэгдэх төлөвтэй байна. 2011-2020 онд Эрдэнэт хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн дулааны ачааллын өсөлтийн динамикийг 3-р зурагт дүрслэн үзүүлэв.



3-р зураг. Хотын дулааны ачааллын өсөлтийн график

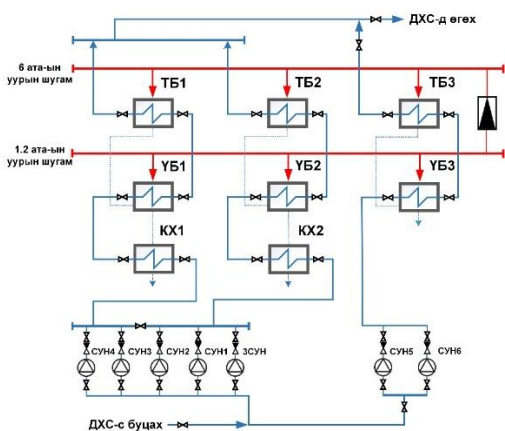
Энэхүү графикаас харахад дулааны ачааллын жилийн дундаж 4.5 хувь буюу 4.3 Гкал-аар өссөн байгаа боловч 2017 оноос хойш хугацаанд жилд 7.5 Гкал-аар нэмэгдсэн байна. Энэ хурдаар хот өргөжиж хөгжих бол цаашид 2030 он гэхэд дулааны тооцоот ачаалал 260 Гкал/цаг болох магадлалтай юм. Тиймээс ДЦС-ийн дулаанжуулалтын үндсэн

тоноглолын хүчин чадал өсөн нэмэгдэж буй хотын дулааны хэрэгцээг хангах боломжийг судлах шаардлага үүсэх нь гарцаагүй юм.

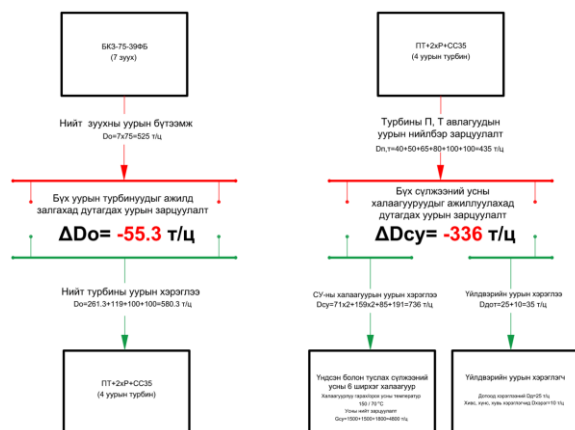
## II. СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ

Эрдэнэтийн дулааны цахилгаан станц (ЭДЦС) 1987 оноос хойш тасралтгүй 35 дахь жилдээ Эрдэнэт хотын ард иргэдийг дулаан, цахилгааны эрчим хүчээр тасралтгүй, найдвартай ханган ажиллаж байна. Нийт БКЗ-75-39ФБ маркийн 7 зуух, ПТ-12-35/10М, 2 ширхэг Р-12-35/5М, СС35-3.43/1.27/0.25 маркийн 4 турбинтэй 65 МВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх чадалтай станц юм.

ЭДЦС-ын дулаанжуулалтын тоноглолын зарчмын схемийг 4-р зурагт мөн үндсэн тоноглолуудыг 100 % ачааллах үеийн станцын уур, ус хангамжийн балансыг 5-р зурагт харууллаа.



4-р зураг. ЭДЦС-ын сүлжээний усны зарчмын схем



5-р зураг. ЭДЦС-ын уурын зуух, турбины уурын баланс

5-р зургаас үзэхэд ЭДЦС –ын үндсэн тоноглолын уур, ус хангамжийн нөхцөлийг дараах байдлаар дүгнэж болох юм. Хэрвээ СС35-3.43/1.27/0.25, ПТ12-35/10, 2xР12-35/10 маркийн 4 уурын турбинуудыг хэвийн горимд 100% ачаалахад шаардагдах уурын зарцуулалт 580.3 т/ц гэж тооцвол. Энэ үед БКЗ-75-39 ФБ маркийн 7 уурын зуухыг зэрэг ажиллуулахад нийт зуухны уурын бүтээмж 525 т/ц хүрнэ.

Улмаар турбинуудын уурын хэрэглээ зуухны уур үйлдвэрлэлийн зөрүү -55.3 т/ц буюу уураар хангаж

чадахгүй нөхцөл үүсэж байна. Тиймээс уг өгүүлэлдээ Эрдэнэт хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбогдсон хэрэглэгчдийг ЭДЦС дулаанаар бүрэн хангаж чадах нөхцөлүүдийг тодорхойлж мөн тооцоолж дүгнэх болно.

## III. СУДАЛГААНЫ АРГА, ЗҮЙ

Уг тооцоонд ДЦС-ын дулаанжуулалтын тоноглол сүлжээний усыг шаардлагат температур хүртэл нь халаахад уурын нөөцтэй эсэх талаар тооцоолно. Ингэхдээ эрчим хүчний үзүүлэлтийг балансын аргын тусламжтайгаар тодорхойлох болно.

Дулаан солилцуурын дулааны балансын тэгшитгэл:

$$Q = G_{c,y} \cdot (t_1 - t_2) \quad (1)$$

Энд:  $G_{c,y}$  – сүлжээний усны зарцуулалт, т/ц;  $t_1, t_2$  – сүлжээний усны өгөх, буцах усны температур, °С.

Үдсэн болон туслах халаагуурын уурын зарцуулалтын тооцоолох томъёо:

$$D_{yyp} = \frac{G_{c,y} \cdot (115 - 58)}{i_{yyp} - i_{конд}} \quad (2)$$

Энд:  $D_{yyp}$  – халаагуурын уурын зарцуулалт, т/ц;  $i_{yyp}, i_{конд}$  – турбины Т, П авлагуудын даралт, температурт харгалзах уурын, конденсатын дулаан агуулалт °С.

$$\eta_c^{3,m} = \frac{3600N_3 + Q_{m,от}}{Q_{ту}} \quad (3)$$

Энд:  $N_3$  – үйлвэрлэсэн цахилгаан энерги, кВт;  $Q_{т,от}$  – хэрэглэгчдэд түгээсэн дулааны тоо хэмжээ, кВт;  $Q_{ту}$  – эрчим хүч үйлдвэрлэлд шаардагдсан дулааны тоо хэмжээ, кВт [5].

Түлшний зарцуулалт тооцоолох томъёо:

$$B = \frac{3600N_3 + Q_{m,от}}{Q_H^p \cdot \eta_c^{3,m}} \quad (4)$$

Энд:  $Q_H$  – түлшний илчлэг чанар, кДж/кг.

Түлшний хувийн зарцуулалтыг тооцоолох томъёо:

$$b_3 = \frac{123}{\eta_c^{3,m}} \quad (5)$$

Дээрх аргачлалаар дулааны цахилгаан станцын дулаанжуулалтын үндсэн тоноглолуудын чадал хотын дулааны ачааллыг бүрэн хангах уурын нөөцийг, IPSEpro программын тусламжтайгаар станцын дулааны схемийн тооцоо, эрчим хүчний үзүүлэлтүүдийг тооцож гаргалаа.

## IV. ЭДЦС-ЫН УУРЫН НӨӨЦИЙН СУДАЛГАА

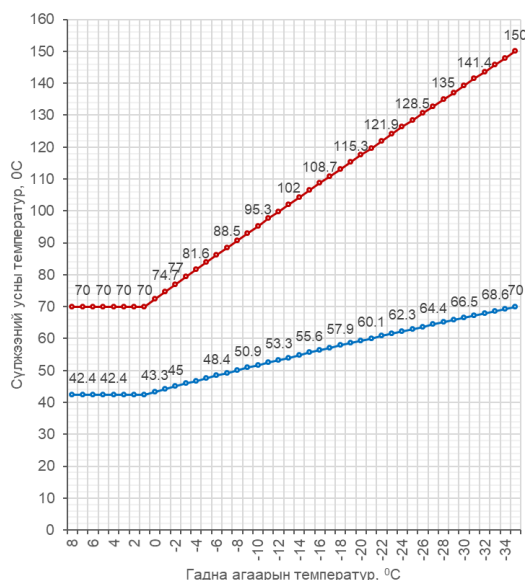
Тооцоонд хотын одоогийн дулааны тооцоот ачаалалд шаардагдах сүлжээний усны зарцуулалтын хувьд дулаан хангамжийн системийн гидравлик тооцоонд [1] үндэслэж 2500 т/ц авна. Дулаан түгээлтийн төвийн чанарын тохируулгын температурын горимыг 150/70-ийн температурын графикаар барина. 6-р зурагт гадна агаарын температураас хамаарсан сүлжээний усны температурын графикийг харуулав. 1-р хүснэгтэд горимын тооцоонд ашигласан бусад анхдагч өгөгдлүүдийг үзүүлээ. Хивс, хүнсний үйлдвэрүүд, хувь хэрэглэгчдийн станцаас авах үйлдвэрийн уурын

зарцуулалт болон станцын дотоод хэрэгцээг тооцоонд тусгалгүй хотын дулаан хангамжид шаардагдах турбинүүдийн авлагуудын зарцуулалтын хүрэлцээг үнэлсэн болно. ЭДЦС-ийн дулаанжуулалтын тоноглолуудын симуляц хийх тооцооны моделийг IPSEpro программыг ашиглан зохиосон ба станцын дулааны зарчимын схемийн загварыг 8-р зурагт үзүүлэв.

1-р хүснэгт. Тооцоонд ашигласан анхдагч өгөгдлүүд

№	Үзүүлэлтүүд	Нэгж	Тоон утга
1	Дулаацуулгын гадна агаарын тооцоот температур	°C	-35
2	Агааржуулалтын гадна агаарын тооцоот температур	°C	-27.2
3	Дулаацуулгын улирлын дундаж температур	°C	-8
4	Дулаацуулгын үргэлжлэх хугацаа	хоног	240
5	Сүлжээний өгөх усны тооцоот температур	°C	150
6	Сүлжээний буцах усны тооцоот температур	°C	70
7	Тасалгааны дотор агаарын тооцоот температур	°C	18

ЭДЦС-д суурилагдсан үндсэн тоноглолын хүчин чадал өсөн нэмэгдэж буй дулааны хэрэгцээг ямар хугацаанд хангах боломж байгааг тогтоох зорилгоор дулааны ачаалал ба чадлын балансын тооцоог гадна агаарын температураас хамааруулан тооцоолов. Ингэхдээ халаагуурт хэрэгцээтэй турбины авлагуудын уурын зарцуулалтыг тодорхойлоход шаардагдах сүлжээний өгөх буцах усны температурыг 6-р зургийн дагуу гадна агаарын температураас хамааруулж авав. Тооцооны горимуудыг аль болох хотын дулаан хангамжийн асуудлыг эхний ээлжинд шийдэх зарчимд үндэслэн сонгосон. Тухайн горим бүрийн үед станцын цахилгаан ачаалал болон бусад үзүүлэлтүүдийг IPSEpro программын тусламжтайгаар тооцоолов.



6-р зураг. Дулааны сүлжээний усны температурын график

Гадна агаарын температур -35 °C байх нөхцөлд турбинуудын авлагаар хангах хувилбарын тооцоог гүйцэтгэж 2 дугаар хүснэгтэд үзүүлэв.

2-р хүснэгт. 2021-2022 оны халаалтын улирлын дулааны хамгийн их ачааллыг (208 Гкал/ц) турбинуудын авлагаар хангах хувилбарын тооцооны үр дүн (Гадна агаарын температур -35 °C)

№	Авлага	2xP-12	ПТ-12	СС3 5	Нийт, тн/ц	Ачаалал, тн/ц	Ноон ба дутагдал, тн/ц
1	Дулаанжуулалтын чадал, тн/ц	200	40	65	305	278.0	+27.0
2	Үйлдвэрийн чадал, тн/ц	0	50	80	130	173.0	-43.0
3	Нийт	200	90	145	435	450.0	

**Тайлбар:** дээд боломж 6 зуух ажиллахад 450 тн/ц.  
**Дүгнэлт.** Халаалтын улирлын турш, өөрөөр хэлбэл хэвийн ажиллах боломж үүсэхгүй байна.

Гадна агаарын температур -30 °C байх нөхцөлд турбинуудын авлагаар хангах хувилбарын тооцоог гүйцэтгэж 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

3-р хүснэгт. 2021-2022 оны халаалтын улирлын дулааны хамгийн их ачааллыг (208 Гкал/ц) турбинуудын авлагаар хангах хувилбарын тооцооны үр дүн (Гадна агаарын температур -30 °C)

№	Авлага	2xP-12	ПТ-12	СС3 5	Нийт, тн/ц	Ачаалал, тн/ц	Ноон ба дутагдал, тн/ц
1	Дулаанжуулалтын чадал, тн/ц	200	40	65	305	278.0	+27.0
2	Үйлдвэрийн чадал, тн/ц	0	50	80	130	123.0	+7.0
3	Нийт	200	90	145	435	401.0	

**Тайлбар:** дээд боломж 6 зуух ажиллахад 450 тн/ц  
**Дүгнэлт:** Суурилагдсан турбинуудын П ба Т авлагуудын уурын чадлыг гадна агаарын температур +10 °C -аас -30 °C хүрэх хязгаарт дулааны сүлжээний халаагуурт ашиглах боломж байна. Сүлжээний өгөх усны температурыг 140 °C хүртэл халааж болохоор байна. Хэрэв 5 зуух ажиллах бол боломжгүй болно.

5 зуух ажиллах тохиолдолд, өөрөөр хэлбэл зуухнуудын уур үйлдвэрлэл 375 тн/ц, гадна агаарын температур -25 °C байх нөхцөлд турбинуудын авлагаар хангах хувилбарын тооцоог гүйцэтгэж 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

4-р хүснэгт. 2021-2022 оны халаалтын улирлын дулааны хамгийн их ачааллыг (208 Гкал/ц) турбинуудын авлагаар хангах хувилбарын тооцооны үр дүн (Гадна агаарын температур -25 °C)

№	Авлага	2xP-12	ПТ-12	СС3 5	Нийт, тн/ц	Ачаалал, тн/ц	Ноон ба дутагдал, тн/ц
1	Дулаанжуулалтын чадал, тн/ц	200	40	65	305	278.0	+27.0
2	Үйлдвэрийн чадал, тн/ц	0	50	80	130	98.0	+32.0
3	Нийт	200	90	145	435	375.0	

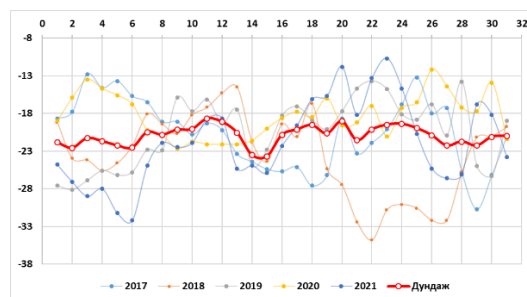
**Тайлбар:** дээд боломж 5 зуух ажиллахад 375 тн/ц  
**Дүгнэлт:** Суурилагдсан турбинуудын П ба Т авлагуудын уурын чадлыг гадна агаарын температур +10 °C -аас -25 °C хүрэх хязгаарт дулааны сүлжээний халаагуурт ашиглах боломж байна. Сүлжээний өгөх

усны температурыг 130 °C хүртэл халааж болохоор байна.

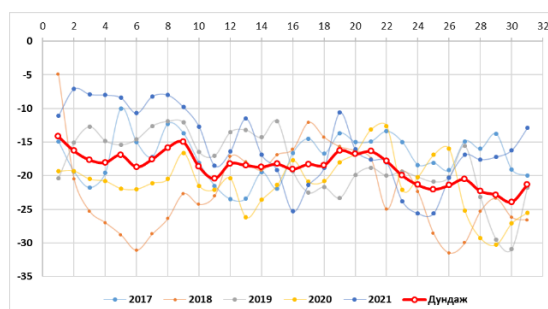
Эрдэнэт хотын сүүлийн 5 жилийн 12, 1 дүгээр саруудын хоног бүрийн гадна агаарын хамгийн хүйтэн температуруудын дундаж утга 1 дүгээр сард -23.7 °C, 12 дугаар сард -22.8 °C хүрсэн 7, 8-р зураг дээрх үзүүлэлтүүд нь станц уурын дутагдалгүй мэт харагдуулхад нөлөөлсөн байна [8]. Энэ нь гадна агаарын -25 °C –аас цааших температурт тун цөөхөн цаг, өдөр станц дулаан түгээнээс шалтгаалсан гэж үзэж болно. Гэвч 7, 8-р зургаас үзэхэд -25°C цааш хүйтэрсэн температурууд байгааг, мөн огцом өсөж байгаа хотын дулааны ачааллыг тооцож станцын дулааны нөөцийг гадна агаарын тооцоот температурын буюу -35 °C үед дулаанжуулалтын үндсэн тоноглолууд уураар бүрэн хангагдах нөхцөл хүртэл зуух, уурын авлагуудтай турбинүүдийн чадлыг станцыг өргөтгөх замаар шийдвэрлэх шаардлага үүсэж байна. 2017-2021 онуудын 1 болон 12 дугаар сарын өдөр бүрийн хамгийн хүйтэн гадна агаарын температур, тэдгээрийн дундаж утгыг харьцуулан үзүүлэв.

Улмаар 2, 3, 4-р хүснэгтэд үзүүлсэн гадна агаарын температуртай үеүдийн тооцооны үр дүнгээр станцын дулааны схемийн тооцоог IPSEpro программыг ашиглан байгуулсан ЭДЦС-ын дулааны схемийн загвараар гүйцэтгэв. Программ хангамжийн тусламжтайгаар үйлдсэн нарийвчилсан тооцооны үр дүнг дараагийн судалгааны ажилдаа илүү

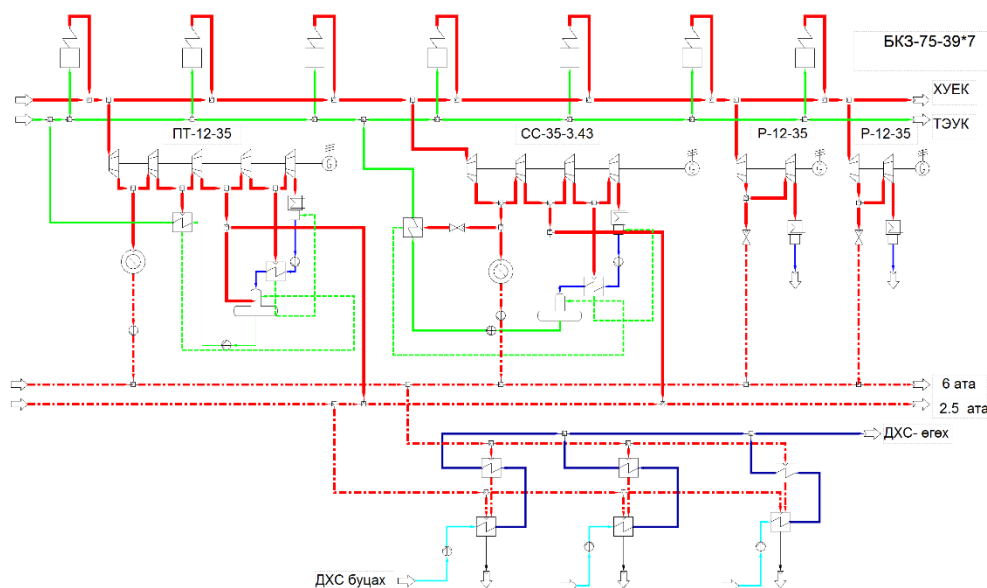
дэлгэрэнгүйгээр авч үзэх болно. 8-р зурагт IPSEpro программ дээр байгуулсан станцын дулааны схемийн загварыг үзүүллээ.



7-р зураг. 2017-2021 оны Эрдэнэт хотын гадна агаарын 1-р сарын хамгийн нам температур



8-р зураг. 2017-2021 оны Эрдэнэт хотын гадна агаарын 12-р сарын хамгийн нам температур



9-р зураг. ЭДЦС-ын IPSEpro дээрх тооцооны схем

## V. ДҮГНЭЛТ

1. Бэлтгэл нэг зуухтай 6 зуух ажиллуулсан, гадна агаарын температур -35 °C үед сүлжээний өгөх усны температурыг 150 °C хүртэл халааж чадахгүй байдалтай байна. Харин гадна агаарын температурын -30 °C–д 6–гаан зуух ажиллан сүлжээний өгөх усыг 140 °C, гадна агаарын температур -25 °C–д 5 зуух ажиллан сүлжээний өгөх усыг 130 °C хүртэл халааж чадаж байна. Гэвч гадна

агаарын температур -25 °C аас цааш хүйтэрэх үед 5 зуухтай ажиллахад хурц уурын нөөц хүрэхгүй нөхцөл бүрдэж болохыг онцгой анхаарах шаардлага үүсэж байна.

2. Цаашид хотын хэтийн төлөвлөлтөд тусгагдсанаар дулааны ачааллыг нэмэгдүүлэхэд буюу сүлжээний усны зарцуулалтыг 4414.6 т/ц [1] хүргэхэд сүлжээний усны халаагуураас гарах усны температурыг шаардлагатай төвшинд халааж чадахгүй нөхцөл үүсэнэ. Тиймээс уг үүсэж болох

хүндрэлийг онцгой анхаарч үндсэн тоноглолын ажиллагааны горим, станцын чадлыг нэмэгдүүлэх нөхцөлөөр шийдвэрлэх хэрэгтэй.

3. Станцаас авах үйлдвэрийн уурын хэрэглэгчдийн болон станцын уурын дотоод хэрэгцээг харгалзан үзвэл зөвхөн одоогийн горимд  $G_{cy}=2500$  т/ц сүлжээний усыг  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  хүртэл халаах бололцоо харагдаж байна. Харин энэ тохиолдолд бэлтгэл 1 зуухтай, турбингүй ажиллах шаардлага үүсэх нь станцын аюулгүй, найдвартай ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлөх шалтгаан болно. Иймээс уг асуудлыг нэн түрүүнд анхаарч станцын суурилагдсан хүчин чадлыг дан ганц уурын турбинээр бус зуухтай нь хамт блокоор өргөтгөх ажлыг нэн яаралтай судлуулж, эхлүүлэх шаардлагатай байна.

4. IPSEpro программ хангамжийг ашиглан ЭДЦС-ын дулааны схемийн загварыг дизайны горимд боловсруулсан. Загварыг боловсруулахад станцын дулааны дэлгэрэнгүй схем, дулааны схемд багтсан үндсэн туслах тоног төхөөрөмжүүдийн техникийн тодорхойлолтууд, тухайн хугацаан дахь ажиллагааны үндсэн параметрууд зэрэг олон

үзүүлэлтүүд шаардагдаж байна. Иймд нарийвчилсан загварыг дээрх өгөгдөл, үзүүлэлтүүдийг тусгаж дараагийн удаагийн судалгааны ажилд дэлгэрэнгүй оруулах болно.

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] П.Бямбацогт, Б.Намхайням, О.Пүрэвжал нар. Эрдэнэт хотын дулаан хангамжийн системийн гидравлик горим боловсруулах, Улаанбаатар хот 2021 он.
- [2] Ш.Энхбаяр, Ц.Шагдарсүрэн Дулааны цахилгаан станцын бодлогийн хураамж, Улаанбаатар хот 2016 он.
- [3] IPSEpro Process Simulation manual “Process Simulation environment”, Manual version 6.0.
- [4] IPSEpro Process Simulation manual “Advanced Power Plant Library”, Manual version 9.0.
- [5] Б.Намхайням Дулаан хангамжийн систем, Улаанбаатар хот 2019 он.
- [6] В.Д. Буров, Е.В. Дорохов и др. Тепловые электрические станции – 3-е изд., стереот. – М.:Издательский дом МЭИ, 2009. – 466 с.: ил.
- [7] В.Я. Рыжкин Тепловые электрические станции, Учебник для теплоэнерг. спец. вузов – М.-Л.: Энергия, 1967. - 400с.
- [8] 49004100 Орхон аймаг /Эрдэнэт станц/ Архивын мэдээллийн сангийн хэлтэс. Цаг уур, орчны шинжилгээний газар



# “ДЦС-3” ТӨХК-ИЙН ТЕХНОЛОГИЙН УУРЫН ШУГАМЫН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ, АШИГЛАЛТЫГ САЙЖРУУЛАХ АРГА ЗАМ

Б.Хандармаа<sup>1</sup>, А.Түмэнбаяр<sup>2</sup>

Монгол улс, Улаанбаатар, “ДЦС-3”ТӨХК<sup>1</sup>

Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний сургууль, Дулааны инженерийн салбар<sup>2</sup>

**Хураангуй**—Улаанбаатар хотын хуучнаар үйлдвэрлэлийн бүс байсан хэсэгт байрлах технологийн уур хэрэглэгчдийн хэрэглээг хангаж буй “ДЦС-3” ТӨХК-аас түгээж байгаа уурын шугамын ашиглалтын өнөөгийн нөхцөл байдал, түүний параметрийн өөрчлөлтийг судлаж, станцаас үйлдвэрлэсэн болон түгээсэн уурын баланс дээр үнэлэлт өгч, уурын шугамын дулааны алдагдлыг тооцоолон үүсэж буй хүндрэлүүдийн шалтгааныг тодорхойлж, ашиглалтыг нь сайжруулах боломжийг эрэлхийлэхэд оршино.

**Түлхүүр үг**—Гидравлик тооцоо, Уурын зарцуулалт, Уурын урсгалын хурд, Даралтын уналт, Температурын уналт.

## I. УДИРТГАЛ

Өнгөрсөн зууны 2-р хагаст буюу Төвлөрсөн төлөвлөгөөт эдийн засгийн системийн үед Дулааны 3-р цахилгаан станцын уурын шугамаар тэжээх уур хангамжийн системийг тухайн үеийн төрийн өмчийн томоохон үйлдвэрүүд болох “Арьс ширний завод”, “Ноос угаах завод”, “Цэмбэний фабрик”, “Нэхий эдлэлийн үйлдвэр”, “Ширний үйлдвэр”, “Шевретийн үйлдвэр”, “Савхин эдлэлийн оёдлын үйлдвэр”, “Цавууны үйлдвэр”, “Булигаарын завод”, “Үслэг эдлэлийн үйлдвэр” зэрэг цөөн тооны, өндөр хүчин чадалтай үйлдвэрүүдийн хэрэглээний өсөн нэмэгдэх нөөц боломжийг тооцоолсоны үндсэн дээр байгуулсан байдаг.

2004 онд доктор профессор Б.Намхайням, доктор профессор Ч.Мангалжалав, дэд профессор Ц.Жамбалсамбуу, дэд профессор Түвшинбаатар тэргүүтэй судалгааны баг уураар түгээх дулааны эрчим хүчний үйлдвэрлэл ба борлуулалтын балансын зөрүүг судалж үзэхэд 40-50% -ийн алдагдалтай гэсэн дүгнэлтэнд хүрч улмаар 2005 онд уурын сүлжээний шугам хоолойн засвар, шинэчлэлийн ажлыг хийж гүйцэтгэсэн байна. Мөн хэрэглэгч дээр дулааны тоолуур нэвтрүүлсэний үрээр уурын хэрэглээг бодитой тооцох нөхцөл бүрдэж борлуулалтын баланс 80%-д хүрч, хөрөнгө оруулалтын зардлаа нөхөн ашигтай ажиллаж эхэлсэн байна.

Тухайн үедээ үйлдвэрийн уурын шугамын өөрчлөлт, шинэчлэлийг хэрэглэгчдийн үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа өргөжих шаардлагыг үндэслэн шугамын диаметрийг нөөцтэй тооцоолсон боловч одоогийн нөхцөл байдалд уурын хэрэглэгчийн хүчин чадал төдийлөн өсөөгүй, харьцангуй бага ачаалалтай 20 гаруй шинэ хэрэглэгч л нэмэгдэн холбогдсон байна.

Энэхүү судалгааг гадна агаарын температур, салхины нөлөө бага үед буюу 6,7,8,9 сард хийж байгаа нь шугамын дулаалгаас ихээхэн хамаарах 1м шугамаар алдагдах хувийн дулааны алдагдлыг хялбар тооцож, эх үүсвэрээс хэрэглэгч хүртэлх диаметр, байршлаас хамаарсан даралт

температурын уналтыг бодитой тооцох, дулааны алдагдлыг бууруулах боломжуудыг эрэлхийлж, үр ашгийг тооцоход зорьсон.

## II. “ДЦС-3” ТӨХК-ИЙН ТЕХНОЛОГИЙН УУРЫН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

Станцын үйлдвэрийн уурын схемийн талаар:

### A. Эх үүсвэрийн хувьд:

Станцын үйлдвэрийн уурын схемийн хувьд өндөр ба дунд даралтын хэсэг хоорондоо холбогдсон 8-13 ата даралттай уурын коллектортой бөгөөд үүнийг дулааны улиралд өндөр даралтын хэсгийн ПТ-25-90 турбины II авлагаас тэжээдэг.

Дулаацуулгын ачаалал нэмэгдэх сар буюу 10 сараас эхлэн дунд даралтын хэсгийн ПТ-12-35 турбины II авлагаас, мөн өвлийн их ачааллын үед болон турбинууд ямар нэг байдлаар зогссон зайлшгүй тохиолдолд БКЗ-75-39ФБ зуухны 4МПа даралттай уурыг бууруулан хөргөх төхөөрөмжөөр дайруулан РОУ№3, 5-аар, БКЗ-220-100-4с зуухны 100 хүртэл ата даралттай уурыг РОУ№1, 2, 4 –өөр даралтыг бууруулан үйлдвэрийн уурын коллекторт өгөх схемтэй. Үйлдвэрийн уурыг РОУ-аар дамжуулан түгээх нь 1 тн уур үйлдвэрлэхэд зарцуулах жишмэл түлшний хэмжээг ихээхэн нэмэгдүүлдэг.

2021 оны 6,7,8,9 сард үйлдвэрлэл болон түгээлтийн балансын зөрүү [5]. 8570,76-9588,76 Гкал буюу 38,6-46% гарч байгаа нь гадна агаарын температурын нөлөөлөл бага байх үед үүсч байгаа энергийн алдагдлын хэмжээ дундажаар 40%-аас дээш байна. Энэ нь технологийн уурын шугам сүлжээний дулааны алдагдлын хэмжээ их байгааг харуулж байна.

1-Р ХҮСНЭГТ. ҮЙЛДВЭРЛЭСЭН БОЛОН ТҮГЭЭСЭН УУРЫН БАЛАНСЫН ЗӨРҮҮ

Сар	Үйлдвэрлэсэн уурын ДЭХ Гкал	Түгээсэн уурын ДЭХ Гкал	Энергийн алдагдал Гкал	Энергийн алдагдал /хувиар/
6	20778	12197,24	8570,76	41,3

7	20867	11278,24	9588,76	46
8	22788	13480,37	9307,63	40,9
9	20695	12715,55	7979,45	38,6

В. Хэрэглэгчийн хувьд: 2021 оны 11 сарын байдлаар үйлдвэрийн уурын системд холбоотой 92 хэрэглэгчээс 78 нь ажиллаж байгаа бөгөөд эдгээрээс 10-13 нь дээрх саруудад огт уур хэрэглээгүй байна [1]

2-р хүснэгт. Уурын хэрэглэгчдийн энерги зарцуулалт, түүний нийт уурын хэрэглээнд эзлэх хувь

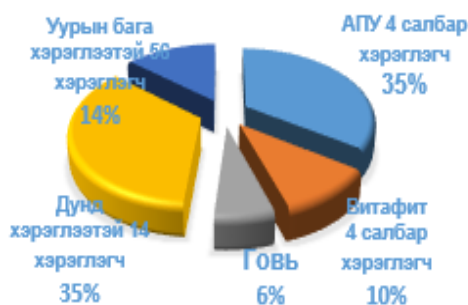
Д/д	Хэрэглэгч	6 сар ГДж	Эзлэх хувь	7 сар ГДж	Эзлэх хувь	8 сар ГДж	Эзлэх хувь	9 сар ГДж	Эзлэх хувь
1	АПУ Натур Агро 23 спирт	7377	14,5	7331	15,5	10516	19	8576	16
2	АПУ төв	4782	9,4	4941	10,5	4818	8,5	4304	8,1
3	АПУ дистри	2499	4,9	3319	7	3673	6,5	2920	5,5
4	АПУ пиво	1611	3,2	1874	4	1820	3,2	1457	2,7
5	Витафит Сүү	1860	3,7	2752	5,8	2935	5,2	2406	4,5
6	Витафит инвест HF38	1147	2,2	1281	2,7	286	0,5	204	0,4
7	Витафит инвест HF28	2255	4,4	1211	2,6	2652	4,7	1549	3
8	Витафит АCF	377	0,74	814	1,7	840	1,5	552	1
9	Говь ХК	3046	6	2963	6,3	3665	6,5	3421	6,4
10	Агар тайж ХК	1545	3	1362	2,9	2358	4,2	2149	4
11	Хөнгөн бетон ХК	1799	3,6	2086	4,4	2240	4		
12	ТНГРИ ХХК	2549	5	2054	4,4	2599	4,6		
13	Эко Пак	1286	2,5	1123	2,4	1198	2,1		

2-р хүснэгтэд нийт уурын хэрэглээний 2-оос дээш хувийг бүрдүүлж байгаа үйлдвэрүүдийн 6,7,8,9 сарын хэрэглээ [5].-г харуулав.

Уурын өндөр хэрэглээтэй хэрэглэгчдийн энерги зарцуулалтыг харахад

- АПУ ХК 32-37,2%,
- Витафит ХК 9-12%,
- Говь ХК 6-6,5% гэсэн үзүүлэлттэй 3 том хэрэглэгч нийт хэрэглээний хагас буюу 52%-ийг эзлэж байна.

Уурын дунд хэрэглээтэй 14 нэр бүхий хэрэглэгчид /Агар тайж, Ай Ви Ко, Кашмер холдинг, ТНГРИ, Хөнгөн бетон, Эко Пак, Эм Кай Вэ, Эм Ди Си Пи, Жи Эс Эф GSF ХХК, Монфреш г.м/ уурын хэрэглээний 35 орчим хувийг бүрдүүлж байна. Үлдсэн 13 хувийг уурын бага хэрэглээтэй 56 хэрэглэгч бүрдүүлж байгаа нь уур хангамжийн системийн шугам сүлжээг уртасгах нөхцөл болж болж байна.



1-р зураг. Уурын хэрэглэгчийн хэрэглээний ангилал

Нийт уурын хэрэглэгчийн хэрэглээг системийн хагасыг бүрдүүлж байгаа өндөр хэрэглээтэй хэсэг, 3-р хүснэгтэнд хэрэглэгч дээрх уурын температур [5]. нь дундаж даралтанд харгалзах хангалтын температураас [1]. хэр зэрэг хол зөрүүтэй байгааг харуулсан болно.

дунд хэрэглээтэй, бага хэрэглээтэй гэж бүлэглэн авч үзэж болохоор байгаа юм.

Уурын хэрэглээний 85 орчим хувийг бүрдүүлж байгаа өндөр болон дунд хэрэглээтэй хэрэглэгч дээрх уурын температур болон тухайн даралтын үеийн хангалтын температур, түүний зөрүүг дараах хүснэгтэд харууллаа.

3-р хүснэгт. Өндөр болон дунд хэрэглээтэй хэрэглэгч дээрх уурын параметрийн судалгаа

Д/д	Хэрэглэгч	Дундаж даралт МПа	Дундаж температур °C	Хангалтын температур °C	Зөрүү Тд-Тх °C
1	Агар тайж ХХК	0,15	119	110	9
2	Ай Ви Ко	0,9	177	174	3
3	АПУ дистри	0,88	178	173	5
4	АПУ натур -23	0,83	177	170	7
5	АПУ пиво	0,82	178	170	8
6	Апу төв	0,89	170	173	-3
7	Атар өргөө	0,14	105	108	-3
8	А-үйлс	0,45	137	146	-9
9	Би Ти Оү	0,92	186	175	11
10	Би Цэ Трейд ХХК	0,87	178	173	5
11	Витафит АCF	1,03	186	179	7
12	Витафит инвест HF28	0,85	174	172	2
13	Витафит инвест HF38	0,87	130	173	-43
14	Витафит Сүү	0,85	173	172	1
15	Говь	0,74	172	166	6
16	Жи Эс Эф GSF ХХК	0,58	157	157	0
17	Кашмер холдинг	0,47	145	149	-4
18	Мон фреш	0,88	176	173	3
19	ТНГРИ инвест	0,6	167	158	9
20	Хөнгөн бетон	0,87	182	173	9
21	Эко Пак	0,42	142	145	-3
22	Эм Кэй Вай	0,86	170	173	-3

Дээрх 22 хэрэглэгчийн 6-д нь уурын температур хангалтгүй буюу хангалтын температурт тун ойр очсон, 7 хэрэглэгч дээр хангалтын температураас доош орсон буюу конденсац орсон уур усны холимог очиж байна. Эдгээр 13 хэрэглэгчийн

энерги зарцуулалт нь нийт уурын хэрэглээний 41 хувийг бүрдүүлж байдаг билээ.

Эдгээр хэрэглэгчид нь талх нарийн боов, хөнгөн хүнс, сав баглаа боодлын чиглэлээр үйл ажиллагаа явуулдаг аж ахуйн нэгж байгууллагууд юм.

1) **Хэрэглэгчийн уурын шугамын нэвтрүүлэх чадварыг шинжилж үзэхэд** 92 хэрэглэгчийн 62 нь 80 мм-ийн диаметртэй шугамыг ашиглаж байгаа ба эдгээр хэрэглэгчдийн уурын хэрэглээ нь шугамын нэвтрүүлэх чадвар [2]. -аас 4-6 дахин бага байгаа бөгөөд уурын хурдыг бууруулж, дулааны алдагдлыг ихэсгэж байна.

2) **Уурын шугамын дулаалгын хувьд** шилэн хөвөнгөөр дулаалж азбест цементийн зуурмагаар шавардаж /металл хуудсан бүрээс хийж/ гадны нөлөөллөөс хамгаалж байна. Шилэн хөвөнгөөр 50-60мм хэмжээтэй дулаалсан шугам хоолойн хувийн дулааны алдагдлыг [4]. онолын хувьд тооцож үзэхэд дараах үзүүлэлт гарч байна.

4-р хүснэгт. 1м УРТ ШУГАМААР АЛДАГДАХ ДУЛААНЫ ХЭМЖЭЭ

Гадаад D мм	Дотоод D мм	Ханын зузаан мм	Хувийн дулааны алдагдал, Вт/м
530	514	8	528,63
325	309	8	342,4
273	259	7	294,4
219	207	6	243,7

4-р хүснэгтэнд шилэн хөвөн дулаалгатай үед 1 м урт шугамаар алдагдах дулааны хэмжээг 0 градусын

үед тооцож гаргасан бөгөөд энд дулаалгын материалын муудаж нимгэрсэн болон цүлхийлт үүсч, шугам хоолойноос хөндийрсөн, дулаалгын зузааныг нормт хэмжээнд барьж хийгээгүй зэрэг нөлөөллийг тооцоогүй болно.

### III. УУРЫН СҮЛЖЭЭНИЙ ГИДРАВЛИК ТООЦООНЫ АРГАЧЛАЛЫН ТАЛААР [3].

Уурын шугамын гидравлик тооцоог үндсэн 2 нөхцөлд тооцдог. Үүнд:

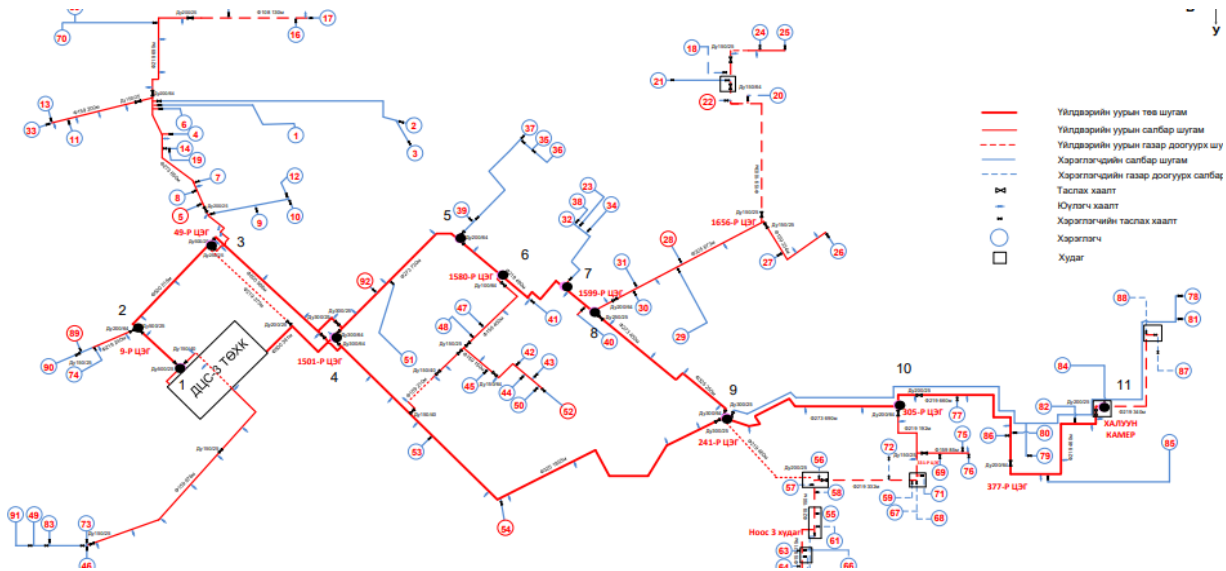
- Нэгэнт баригдсан буюу ашиглаж байгаа уурын сүлжээний даралт, температурын уналтыг тооцох зорилгоор

- Шинээр шугам сүлжээ барих тохиолдолд урьдчилсан болон төгсгөлийн тооцоогоор шугамын диаметр тодорхойлох зорилгоор хийдэг.

#### A. Одоо ашиглаж байгаа шугам сүлжээ:

Одоо ашиглаж байгаа уурын шугам сүлжээний даралт, температурын уналтыг төв шугамын хувьд тооцоолоход дараах үр дүн гарсан.

1-р схемд 0-10 хүртэл цэг сонгон төв шугам болгон авч уурын шугам сүлжээний гидравлик горимын тооцоог гадна агаарын температур 0 °С, шугамын дулаалгыг 50мм шилэн хөвөн, азбест цементээр өнгөлсөн үед тооцсон болно.



1-р схем. Дулааны 3-р цахилгаан станцын технологийн уурын схем

5-р хүснэгт. Төв шугамын даралт, температурын уналтын тооцоо

Участок	G кг/с	L м	D мм	$\sum L$	R Па/м	даралт уналт МПа	даралт МПа	Q=q*I Вт	$\delta t=Q/G \cdot c$ °C	температур °C
0.-1	34.6682	130.6	500	162.327	100.7	0.01635	1.12183	85708.6	1.14669	299.427
1.-2	33.5417	157.4	500	282.556	98.133	0.02773	1.09979	149189	2.06303	297.248
2.-3	32.7643	318.6	500	497.117	93.62	0.04654	1.06266	262478	3.71572	292.181
3.-4	22.6479	495.18	500	805.518	44.71	0.03601	1.02138	425314	8.71029	280.9
4.-9	11.85	1460.1	325	1901.45	183.333	0.3486	0.82907	650297	25.4533	252.538
9.-10	8.62878	624.3	273	845.216	179.6	0.1518	0.57887	248493	13.3572	204.77
10.-11	3.22833	1396.9	219	1656.08	79.7	0.13199	0.43698	402428	57.8177	122.562

6-р хүснэгт. Витафит, АТАР ӨРГӨӨ, МОДОН ЗАВОД ЧИГЛЭЛИЙН ТӨВ ШУГАМЫН ДАРЛАТ, ТЕМПЕРАТУРЫН УНАЛТЫН ТООЦОО

Участок	G кг/с	L м	D мм	$\sum L$	R Па/м	даралт уналт МПа	даралт МПа	Q=q*I Вт	$\delta t=Q/G \cdot c$ °C	температур °C
4.-5	7.5647	504.7	273	634.1524	192.3	0.121948	0.959026	186440.8	11.43143	274.2843
5.-6	2.7776	188.6	273	229.1216	23.6	0.005407	0.834375	67361.75	11.24851	257.2286
6.-7	1.04708	333.8	219	414.2636	12.8	0.005303	0.704369	100666.1	44.59174	212.2528

5,6-р хүснэгт дээр уурын сүлжээнд холбогдсон 92 хэрэглэгчийн 6,7,8,9 сард хэрэглэсэн хамгийн их хэрэглээг тусгаж төв шугамын даралт, температурын уналтыг тодорхойлох зорилгоор тооцоог хийв. /0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11 участок/ 1501-р цэгийн 500мм-ийн диаметртэй шугамаас 1580-р цэг хүртэл шугамыг 273мм, цаашлаад 219мм болгон өөрчилсөн нь үүгээр дайруулан 241-р цэгээс цааш хэрэглэгч рүү /урд талын 325мм-ийн шугамаар уур тээвэрлэхгүй хаалттай үед/ уур түгээхэд шугамын нэвтрүүлэх чадвар багассанаар даралт, температурын уналт их гарч 9-р участок дээр 0,32МПа, 108°C параметртэй уур очих тооцоо гарсан. Иймээс хойд талын нарийн шугамыг урд хэсгийн 325мм-ийн шугамтай хамт ашиглах нь түүнээс цаана байршсан хэрэглэгчдийн хэрэглээг хангах боломжтойг анхаарах хэрэгтэй. 1656-р цэгийн хэсгийн хэрэглэгчдэд 241-р цэгээс уур түгээх нь тохиромжтой байна.

1) Шилэн хөвөнгөөр зөв дулаалсан тохиолдолд төв шугамын диаметр болон байршилаас хамаарсан дулааны алдагдал нийт дулаан алдагдлын хэдэн хувийг эзэлж байгааг тооцвол:

Үйлдвэрлэсэн болон түгээсэн уурын балансын 4 сарын дундаж дулаан алдалт 8861,65Гкал буюу дунджаар 12,3Гкал/ц дулаан алдалттай байна. Төв шугамын диаметр байршлаас хамаарсан дулаан алдагдал нь /шилэн хөвөнгөөр хэвийн дулаалсан үед/ 2.2174Гкал/ц байгаа бөгөөд нийт дулаан алдалтын 18 хувийг эзэлж байна. Уг алдагдлыг багасгах зорилгоор төв шугамын диаметрийг багасгах шаардлагатай юу? гэсэн асуулт тавьж диаметрыг тодорхойлдог урьдчилсан болон төгсгөлийн тооцоог хийсэн.

2) Шугамын диаметр тодорхойлох урьдчилсан болон төгсгөлийн гидравлик тооцоо

Үйлдвэрийн уурын төв шугамын диаметр тодорхойлох урьдчилсан болон төгсгөлийн гидравлик тооцоог сүлжээнд холбогдсон 92 хэрэглэгчийн ачаалалд тооцоолоход дараах үр дүн

гарсан. /Энд 100 м тутам 1 компенсатор, температурын уналт 2°C байхаар тооцсон/

7-р хүснэгт. Төв шугамын диаметр тодорхойлох урьдчилсан болон төгсгөлийн гидравлик тооцоо

Урьдчилсан тооцоо									
Участок	G кг/с	L, м	δP МПа	R, Па/м	Pcp МПа	t cp °C	ρ кг/м³	R <sup>2</sup> p Па/кг <sup>2</sup> м⁴	D мм
1	34.66818	130.6	0.014627	211.87	1.13043	314.694	4.18585	886.8568	442
2	33.54165	157.4	0.017629	210.039	1.1143	313.12	4.08998	859.0532	437
3	32.76429	318.6	0.035683	208.756	1.08764	309.934	4.03714	842.7776	430
4	22.6479	495.18	0.05546	190.419	1.04207	304.982	3.94945	752.0502	393
5	22.05963	504.7	0.056526	189.237	0.98608	299.935	3.74252	708.2234	390
6	17.27248	188.6	0.021123	178.964	0.94725	298.049	3.7037	662.8296	359
7	15.54186	333.8	0.037386	174.904	0.918	294.711	3.45304	603.9492	342
8	14.49477	91.3	0.010226	172.335	0.89419	293.798	3.46021	596.3145	334
9	11.63544	559.4	0.062653	164.809	0.85775	288.204	3.33333	549.3633	321
10	8.628778	624.3	0.069922	155.811	0.79147	281.961	3.09981	482.9839	319
11	3.228333	1396.9	0.156453	134.137	0.67828	267.992	2.77778	372.6036	215

Эцсийн тооцоо									
D мм	R <sup>2</sup> p Па/кг <sup>2</sup> м⁴	L м	Lp м	Pcp МПа	t cp °C	ρ кг/м³	R, Па/м	δP МПа	Эцсийн хэрэглэгч хүртэл даралтын уналт P МПа
408	1500	118.81	249.41	0.090012	314.9617	4.156276	360.9	0.043506	1.094234
408	1460	91.85	249.25	0.089411	312.6365	4.070004	358.722	0.040725	1.053509
408	1400	259.3	577.9	0.211812	308.7106	3.81971	366.52	0.098341	0.955168
359	1200	302.08	797.26	0.27582	300.9557	3.468609	345.96	0.144806	0.810362
359	1200	240.83	745.53	0.29514	290.5765	3.031222	395.8799	0.14757	0.662792
309	1190	61.12	249.72	0.107753	282.8493	2.75786	431.494	0.060215	0.602577
309	1000	108.599	442.399	0.173288	275.5943	2.552974	391.7	0.086644	0.515934
309	950	55.299	146.599	0.057671	269.4024	2.414876	393.3949	0.029139	0.486794
309	650	332.87	892.27	0.257161	257.5177	2.2553	288.21	0.113942	0.372852
259	950	400.919	1025.219	0.465747	231.604	2.091175	454.2901	0.089718	0.283135
207	450	499.58	1896.48	0.384037	145.6205	2.222222	202.5	0.128012	0.155122

7-р хүснэгтэнд хэрэглэгчийн 6,7,8,9 сард авсан хамгийн их зарцуулалтаар тооцож төв шугамын диаметр тодорхойлох тооцоог хийхэд дараах үр дүн гарсан. Тооцоог төв шугамын хувд эцсийн участок дээр 0,6МПа даралттай уур очих нөхцөлд тооцсон. Эндээс харахад хэрэглэгчийн хамгийн их ачаалалд төв шугамын диаметрийг эх үүсвэрээс 4-р участок хүртэл 400мм болон түүнээс доош сонгох нь даралтын уналт багатай байна гэсэн тооцоолол гарч байна. Бодит байдал дээр хэрэглэгчдийн хоногийн хэрэглээ тогтмол биш байдгаас уурын зарцуулалт ихээхэн хэлбэлздэг. Эх үүсвэр дээрх үйлдвэрийн уурын хоногийн хамгийн их зарцуулалт 40 тн/ц байгаа бөгөөд энэ үед шугамын диаметрийг

тодорхойлох урьдчилсан болон төгсгөлийн тооцоог хийхэд дараах үр дүн гарсан.

8-р хүснэгт. Нийт уурын хэрэглээ 40 тн/ц үед шугамын диаметрийг тодорхойлох урьдчилсан болон төгсгөлийн тооцоо

Урьдчилсан тооцоо									
Участок	G кг/с	l, м	$\rho_p$ МПа	R, Па/м	$P_{cp}$ МПа	$t_{cp}$ °C	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	$\rho_p$ Па/кг*м	D мм
1	11.106	130.6	0.02172	51.9852	1.11	298	4.2	218	378.6
2	10.746	157.4	0.02612	138.143	1.08	294.6	4.1	566	309
3	10.498	318.6	0.05288	145.751	1.01	285.9	4	583	309
4	7.898	495.18	0.0822	179.028	0.86	269.15	3.2	572	276
5	5.48	1460	0.24237	130.184	0.56	232.79	2.38	309	273
6	3.12	624	0.10363	356.346	0.208	175.49	0.98	349	217

Эцэийн тооцоо										
Участок	D мм	$\rho_p$ Па/кг*м	L <sub>з</sub> м	L <sub>п</sub> м	$P_{cp}$ МПа	$t_{cp}$ °C	$\rho$ кг/м <sup>3</sup>	R, Па/м	$\rho_p$ МПа	Эцэийн хэрэглэж зургал даралтын уналт P МПа
1	359	285	80.8	211.4	1.12	298	4.1	67	0.01435	1.11
2	309	600	68.2	225.6	1.09	295	4	146	0.03302	1.08
3	309	598	139	457.6	1.01	288	3.9	149	0.06843	1.01
4	259	770	169.6	664.8	0.81	275	3.1	240	0.15997	0.85
5	259	400	550.6	2010.77	0.53	238	2.1	168	0.33795	0.51
6	207	410	253.4	877.7	0.26	173	0.97	205	0.17994	0.33

Уг уурын хэрэглээнд шугамын диаметр тодорхойлоход эх үүсвэрээс 359 мм-ийн диаметртэй шугам гарах тооцоотой байгаа юм.

3) Дулаан алдагдлын үлдсэн 82 хувийг зөв дулаалсан салаа шугамуудын диаметр болон байршлаас хамаарсан алдагдал хэдэн хувийг эзэлж байгааг тодруулахаар тооцоог хийсэн.

Үүний дүнд “Сан –Индустриал чиглэлийн салаа шугамын диаметр болон уртаас хамаарсан дулааны алдагдал /хэвийн дулаалгатай тохиолдолд/ 3,1% , модон завод чиглэлийн салаа шугам 3,95%, “Булигаар” ХК чиглэлийн салаа шугам 2,5%, УБ хивс хүртэл 0,89%-ийн алдагдалтай буюу нийт салаа шугамын диаметр болон шугамын уртаас хамаарсан дулааны алдагдал 10,44% гэсэн тооцоо гарсан.

Цааш хэрэглэгчийн шугам дээр дулааны алдагдал их гарч байгаа нь дараах судалгаагаар харагдаж байна.

Үүнд: 7038м урт 80мм-ийн диаметрын шугамтай 65 хэрэглэгч, 1309м урт 100мм-ийн диаметрын шугамтай 12 хэрэглэгч, 4557м урт 150 мм-ийн диаметрын шугамтай 12 хэрэглэгч, 1082м урт 200мм-ийн диаметрын шугамтай 3 хэрэглэгч, 6м урт 300 мм-ийн диаметрын шугамтай 1 хэрэглэгч тус тус байгаа бөгөөд 80мм-ийн диаметртэй шугам хэрэглэж байгаа хэрэглэгчдийн уурын цагийн зарцуулалт 0,3-0,6 т/ц байгаа бөгөөд уг шугамын нэвтрүүлэх чадвар 3т/ц гэж үздэг. Гэхдээ уурын хурд 25-30м/с хурдтай бол 1,8-2 т/ц уурыг нэвтрүүлэх нь тохиромжтой байна. Үүнээс шалтгаалан уурын хурд буурч дулаан алдагдал ихээр гардаг. Үүнийг цаашид нарийн тооцохоор судалж байна. Мөн хэрэглэгчийн уурын хэрэглээний онцлогийг илүү тусгаж тооцох шаардлагатай байна.

Хэрэглэгч рүү очих шугамын диаметр уртын дагуух дулааны алдагдлыг тооцож үзэхэд 1,0174

Гкал/ц-ийн алдагдалтай буюу нийт алдагдлын 8,27%-ийг эзэлж байна.

Хэвийн дулаалгатай гэж тооцон төв болон салбар шугамаар алдах диаметр болон уртын дагуух алдагдал нийт дулааны алдагдлын 36,71%-ийг эзэлж байна. Үлдсэн 63,29%-ийн алдагдал юунаас болж үүсэв.

Үүнийг цаашид тогтоохын тулд

1. Одоо ашиглаж байгаа төв болон салбар шугам хоолойн дулаан тусгаарлах материалын байдалд үнэлэлт өгч алдагдлыг нарийн тооцох
2. Томоохон хэрэглэгчдийн технологийн процесст хэрэглэж байгаа уурын хэрэглээг судалж, уг хэрэглээ ба түүний давтамж уурын сүлжээнд хэрхэн нөлөөлж байгаад дүгнэлт өгөх нь чухал юм.
3. Салаа шугамаас хэрэглэгч рүү очих шугам хоолойн гидравлик тооцоог хийж тохирсон нэвтрүүлэх чадвар бүхий диаметрыг сонгох талаар зөвлөх нь чухал юм.

Хэрэглэгчид дээрх уурын температурын уналт онолын хувьд тооцсон тооцооноос ихээхэн доогуур байгаа нь өндөр даралтанд конденсат үүсч байгааг харуулж байна.

#### IV. Дүгнэлт

80-аад оны үеийн 10-аад томоохон үйлдвэрийн хэрэглээ, одоо үйлдвэрийн уур хэрэглэж байгаа том, жижиг 92 үйлдвэрийн нийт хэрэглээтэй ойролцоо байсан нь шугамын нэвтрүүлэх чадвараас харагдаж байна.

Хэрэглэгчийн тоолуураас авсан өгөгдлөөс харахад уурын хэрэглээний 80 гаран хувийг бүрдүүлэгч 22 компанийн хувьд 17 дээр нь даралт 0,5 МПа-аас дээш байгаа боловч температурын хувьд хангалтгүй, хангалтын температур болон түүнээс доош орсон үзүүлэлттэй байсан. /Уурын бага хэрэглээтэй хэсэг дээрх уурын даралт хангалтгүй үзүүлэлттэй байгаа/. Онолын тооцоогоор температурын уналтыг тооцоход 241-р цэг дээр 203°C байгаа ба бодит байдал дээр 170 °C түүнээс доош байна.

Тэгвэл хэрэглэгч дээрх температур яагаад бага байна вэ?

Тооцоог хэрэглэгчдийн 4 сарын хугацаанд авсан хамгийн их хэрэглээгээр хийсэн бөгөөд бодит байдал дээр уурын хэрэглээ хоногийн турш тогтмол бишээс шалтгаалан /уурын хэрэглээний хэлбэлзэл их/ даралтын бага өөрчлөлтөнд температур унаж өндөр даралтанд конденсат үүсэх нөхцөл бүрддэг байх талтай. Энэ хэлбэлзлийг судлан оновчтой хувилбар дэвшүүлэх нь чухал юм. Мөн төв шугамын дулаалгаар алдах дулааны алдагдал бодит байдал дээр их байх боломжтой. Уурын шугамын дулаалгын ихэнх хэсэг хуучирч муудсан, дулаалга шугам хоолойноос хөндийрсөн, цүлхийлт үүссэн,

шинээр дулаалга хийхдээ дулаан тусгаарлах материалын тооцоог зузааныг баримтлахгүй, тулгуур хэсэг болон хаалт арматурын эргэн тойрон дулааны алдагдал ихтэй зэргийг тооцоонд тусгаж өгөөгүй.

Их, дунд хэрэглээтэй 22 хэрэглэгч дээрх температурын уналт их байгаатай холбоотой их диаметртай шугамаар бага уур тэвэрлэгддэг гэсэн таамаг дэвшүүлж, төв шугамын диаметр тодорхойлох тооцоог тухайн хэрэглэгчдийн хамгийн их ачаалалд хийхэд 500мм-ийг 400 мм цааш 325мм, 259мм болгох тооцоо гарсан.

Станцаас түгээж байгаа үйлдвэрийн уурын цагийн зарцуулалт дээр /40тн/ц/ үндэслэн шугамын диаметр тодорхойлох тооцоог дахин хийхэд диаметрийг илүү багасгах буюу 359 мм цаашлаад 309 мм болгох тооцоолол гарч байна.

Үүнээс харахад эх үүсвэрээс түгээж байгаа уурын цагийн зарцуулалт нь одоогийн ашиглаж байгаа шугам хоолойд багасан ачаалал болох нь тодорхой байна. Үүнээс үүдэлтэй даралт, температурын уналт их байна.

Уурын бага хэрэглээтэй бүлэгт багтаж байгаа 13 хувийг бүрдүүлэгч 56 хэрэглэгч тус бүрийн хэрэглээ хэт бага байгаа нь уурын сүлжээг уртасгаж, мөн уурын хэрэглээндээ тооцоолсон нэвтрүүлэх чадвартай шугам хоолойг сонгон хэрэглэхгүй байгаа нь эдгээр хэрэглэгчийн шугам хоолойн диаметр хэрэглээнээсээ 4-6 дахин их гэсэн дүгнэлтээс тод харагдаж байна. Энэ нь уурын хурдыг бууруулж дулааны алдагдлыг ихээр нэмэгдүүлж байна.

Цаашид шинэ хэрэглэгч нэмж сүлжээг уртасгах нь даралтын уналтыг ихэсгэхээр байна. Харин томоохон хэрэглэгчдийн хүчин чадал нэмэгдсэн тохиолдолд эх үүсвэрээс хэрэглээг хангах нөөц боломжтой гэж үзэж байна.

#### САНАЛ

- Уурын шугам хоолойн дулаалга дээр анхаарсанаар дулааны алдагдлыг ихээхэн бууруулахаар байна. Сүүлийн үеийн ус чийгэнд

тэсвэртэй, сайн чанарын материалуудын ТЭЗҮ-ийг тооцож үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх хэрэгтэй.

- 2004 оноос 2021 он хүртэл уурын хэрэглэгчдийн уурын хэрэглээ өсөн нэмэгдээгүй бөгөөд цаашдын хэтийн төлвийг харж төв шугамын диаметрийг багасгах шаардлагатай байна.

- Салаа шугамын тооцоог түүний эцсийн участок дээр очих уурын даралтыг 0,4-0,5 МПа-аас доош оруулахгүй нөхцөлд тооцоолж. Уурын шугамын алдагдал ихтэй, параметр хэвийн хэмжээнд очдоггүй, бага ачаалалтай хэрэглэгчдийг хязгаарлан өөр эх үүсвэрээс хангах боломжийг зөвлөх.

- Төв шугамын дулааны алдагдлыг нарийн тооцох зорилгоор 1501 болон 241 цэг дээр хэмжүүр байрлуулсанаар /хэмжүүрийн ажиллах орчин нөхцлийг бүрдүүлэн/ шугамын байдалд тогтмол үнэлэлт өгч болохоор байна.

- Уурын хэрэглээ хоногийн турш тогтмол бишээс тэр дундаа өвлийн улиралд хэрэглэгчид уураа хаах бололцоогүй байдгаас уур усны алдагдал их гардаг. Уг алдагдлыг хэрэглэгчид дээр тооцдог юм. Үүнийг судлан уур усны үргүй хэрэглээг бууруулах шаардлагатай байгаа билээ.

- Хэрэглэгчдийн технологийн уурын хэрэглээг судлан конденсат буцах шугамыг уурын шугам дагуулан хийх талаар судлах нь өдрөөс өдөрт хомсдож байгаа усны нөөцийг зүй зохистой ашиглах нөхцөл болох билээ.

#### Ус бол чандмань эрдэнэ билээ...

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] “ДЦС-3” ТӨХК-ийн 2021 оны 6, 7, 8, 9 сарын техник эдийн засгийн үзүүлэлтүүд.
- [2] “Ус ба усны уурын термодинамикийн шинж чанарын үзүүлэлт” боть-2 Цэен-Ойдов Ж., Шагдарсүрэн Ц., Түмэнбаяр А, Баттөр Б, Хэвлэсэн: 2005, ШУТИС-ийн сурах бичиг хэвлэлийн төв, Улаанбаатар, Хуудас: 136
- [3] Е.К.Соколов “Теплофикация и тепловые сети” 2001г
- [4] В.М Копко “Теплоизоляция трубопроводов теплосетей” 2002
- [5] А.П Сафанов “Сборник задач по теплофикаций и тепловым сетям”

# ДУЛААНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИЙГ АЛС ЗАЙД АЛДАГДАЛ БАГАТАЙ ДАМЖУУЛАХ БОЛОМЖ

Рагчаасүрэнгийн Батмөнх  
Монгол улс, Улаанбаатар хот, Эрчим хүчний эдийн засгийн хүрээлэн,  
Эрдэм шинжилгээ бодлого судалгааны секторын ахлах  
[Batmunkhzt@yahoo.com](mailto:Batmunkhzt@yahoo.com)

**Хураангуй** - Эрчим хүчийг алс зайд дамжуулах нь үйлдвэрлэхээсээ илүү хүндрэлтэй асуудал болоод байна. Цахилгаан эрчим хүчний хувьд энергийн нэг параметр болох хүчдэлийг өндөрсгөөд алс зайд дамжуулах технологийг практикт өргөн нэвтрүүлж дэлхийг хэд дахин ороосон өндөр хүчдэлийн сүлжээ байгуулагдсан ба цаашид тогтмол гүйдлийн улмаар дамжуулагчгүй сүлжээний асуудал яригдах болж. Гэтэл дулааны эрчим хүчийг алс зайд дамжуулах асуудлын судалгаа, технологи, техникийн шийдэл төдийлөн ахицтай хөгжилгүй өнөөг хүрчээ. Манай орны хамгийн том дулаан хангамжийн сүлжээ нь Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн сүлжээ бөгөөд өргөх насосны станцыг ашиглаад 20 гаруй км-ийн зайд дамжуулж байна. Энэ зайг уртасгахад дулаан хангамжийн үр ашигтай радиусын хязгаарт тулах тул ашиггүй гэж үзэж болно. Энэ талаар ОХУ-ын хуульд тодорхой зааж өгсөн байдаг. Ер нь онолын хувьд гидравлик эсэргүүцлийг яаж бууруулах болон дулааны алдагдлыг хэрхэн багасгах асуудал босч ирдэг. Энэ талын асуудлыг тодорхой хязгаарт шийдэх гаргалгааны талаар өгүүлэх болно.

**Түлхүүр үг** - Төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем, Гадаргуугийн идэвхт бодис, Гидравлик эсэргүүцэл, Полисахарид, Нам температурын горим

## I. ТӨВЛӨРСӨН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

Өнөөгийн хамгийн том гэгдэх Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем нь дулаан цахилгааны 3 төв, 1 дулааны станцад үйлдвэрлэгдсэн дулааны эрчим хүчийг чанарын тохируулгын горимоор хэрэглэгч хүртэл нь 10 насосны өргөх станцуудын тусламжтайгаар түгээн хүргэж байна. Нийслэл хот өргөжин тэлэхийн хэрээр дулаан хэрэглэх барилга, байгууламжууд нэмэгдэх бөгөөд ерөнхий төлөвлөгөөний дагуу 2040 он хүртэл хэрэглээ хэрхэн өсөхийг дараах графикаас харж болно.



1-р зураг. Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн ачааллын өсөлт

Хэрэглээний өсөлт 2040 он гэхэд 4771,4 Гкал болж өсөх тухай таац байна. Гэтэл нийслэлээс холгүйхэн оршдог Налайх дүүрэг, Хөшигийн хөндийд харьцангуй ашигт үйлийн коэффициент багатай дан ганц дулаан үйлдвэрлэх циклээр ажилладаг Дулааны станц барьж, өртөг зардлыг өндөржүүлсээр байна.

Дулааны эрчим хүчийг 25км-ээс алс 100км хүртэл зайд дамжуулах тухай авч үзэх болно. Цаашид эх үүсгүүрийн төрөлд чанарын өөрчлөлт оруулан ураны нөөц ихтэй манай орны хувьд атомын цахилгаан станц барьж ашиглалтад оруулах тухай судалгааны ажлуудыг цөмийн эрчим хүчний мэргэжилтнүүд хийсээр байгаа бөгөөд тэдгээрийг аль болох төв суурин газраас зайдуу байрлуулах шаардлагатай болно. Түүгээр ч үл барам нүүрсний уурхайдаа ойр ДЦТ-ийг барих хувилбар ч мөн яригдаж байсан. Эдгээр зорилгын үүднээс нэгж дулааны өртөг хямд өндөр параметрийн цахилгаан дулааны төв, атомын цахилгаан дулааны төвүүдэд үйлдвэрлэгдсэн дулааны эрчим хүчийг алс зай(100км хүртэл)-д дамжуулах судалгааг янз бүрийн түвшинд хийж байх шаардлагатай юм. Гидравлик эсэргүүцэл буурна гэдэг нь шугам сүлжээний нэвтрүүлэх чадварыг дээшлүүлэх давуу талыг бий болгоно. Хэдийгээр шинэ техник, технологи ашигласан ч системийн найдвартай ажиллагаа чухал ач холбогдолтой билээ.

## II. ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН НАЙДВАРТАЙ БАЙДАЛ

Дулаан хангамжийн системийн үр ашгийг тодорхойлдог хамгийн чухал үзүүлэлт бол түүний найдвартай байдал бөгөөд энэ нь системийн хэрэглэгчдийг шаардлагатай тоо хэмжээ, чанарын шаардлага хангасан дулааны эрчим хүчээр тасралтгүй, найдвартай хангах чадвар гэж үзэж болох юм. Шугам сүлжээний найдвартай ажиллагаа алдагдах шалтгаан нь эх үүсвэр болон шугам сүлжээнд гарах гэмтэл, доголдууд байдаг. Үндсэн параметруудийг багцлан дулаан зөөгчийн термодинамик үзүүлэлтүүдийн тоон утгаар найдваржилтийг тодорхойлон авч үзэх тохиолдол байдаг.

Үндсэн горимууд доголдохгүй байх шаардлагатай. Үүнд: 1. Гидравлик горим. 2. Температурын горим. Үүний зэрэгцээ сүлжээний усны химийн горимыг авч үзэх шаардлагатай. Мэдээж химийн горимын зөрчил тухайн үедээ шууд мэдэгдэхгүй системийн насыг богиносгох ноцтой үр дагаврыг авчраад зогсохгүй хугацааны туршид гидравлик болон дулааны горимд сөргөөр нөлөөлж эхэлдэг. Химийн горимыг сайтар хянаж чадаагүйгээс зуухнуудад унах даралтын уналт зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс 2 дахин ихсэж зуух ачаалал авч чадахгүй хүрсэн жишээ олон байдаг. Эх үүсвэр дээр хүндрэлтэй нөхцөл үүсэж улмаар зуухаар зарим зарцуулалтаа дайруулахгүй шууд тойруу шугамаар явуулж халаалтын чанарыг бууруулж байгаа жишээ цөөнгүй байна.

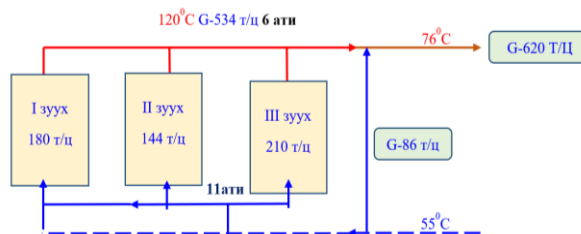
Нийслэлийн Налайхын дүүргийн дулааны станцад ОХУ-д үйлдвэрлэсэн КВТС-20 маркын 3 ш зуух суурилагдсан бөгөөд 2021-2022 оны халаалтын улиралд хэрхэн ажилласан байдлыг дараах жишээнээс харж болно.

2019 онд Налайхын дулааны станц КВТС-20 маягийн 3ш зууханд горим ажиллагааны туршилт хийлгэсэн тайлангаас үзэхэд өнөөгийн бодит ачааллыг даах боломж нь хязгаарлагдмал болох нь шууд харагдаж байна. Уг туршилтаар 1-р зуухны АҮК-68.6%, 2-р зуухны АҮК-71.6%, 3-р зуухны АҮК-69.1% гэж тогтоогдсон байна. Энэхүү АҮК-ийн хувиар эх үүсгүүрийн дулаан үйлдвэрлэх хүчин чадлыг тодорхойбол 41.86Г кал/ц-ийн дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх бодит хүчин чадалтай гэж үзэж болох юм.

Гэхдээ бодит чадал нь 40 гаруй Гкал/ц гэж байгаа ч зуухны халаах гадаргууд унах даралтын уналт зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэт ихэссэн тул ашиглалтын нөхцөлд арга буюу даралтын уналтыг багасгах зорилгоор шууд холболт хийн ажиллуулж байна.

1-р хүснэгт. Өвлийн оргил ачааллын үед 3 зуухны бодит ПАРАМЕТРИЙН МЭДЭЭ

№	Зуух	Зуух руу орох усны даралт, ата	Зуухнаас гарах усны даралт, ата	Зуухнаас гарах усны температур, °С	Зуух руу орох усны температур, °С	Сүлжээний усны зарцуулалт, т/ц
1	I зуух	11.0	6.0	120	72	180
2	II зуух	11.0	6.0	100	72	144
3	III зуух	11.0	6.0	130	72	210
НИЙТ						534



2-р зураг. Налайх ДС-ын өвлийн горимын ажиллагааны схем

Техникийн тодорхойломжоос харахад I, II, III зуух оргил ачааллын үед сүлжээний усны тооцоот зарцуулалт Гнийт=534т/ц авч ажиллах боломжтой байна. 2020-2021 оны оргил ачааллын үед I, II зуухаар 324т/ц ус халааж ажилласан бөгөөд сүлжээнд шаардлагатай 600-620т/ц зарцуулалтыг 1Ф200мм-ийн голчтой тойруу (перемычка) шугамаар 300т/ц-ийн зарцуулалттай усыг эргүүлэн өгч, сүлжээний температурын горим алдагдаж эх үүсгүүр доголдолтой ажиллаж байна.

2-р хүснэгт. Налайхын дулааны станцын сүлжээний НАСОСНУУДЫН СУДАЛГАА

Насосны марк	Хүчин чадал		Тоо ширхэг
	Зарцуулалт тн/ц	Өргөх напор /м/	
СЭ-500/70	500	70	2
NBG-500/90	500	90	2
УБ-2	500	90	1

Сүлжээний усанд 5ш насос суурилагдсан ба оргил ачааллыг үед 3, 5-р насос ажилласан. Сүлжээний насосны хүчин чадал хангалттай хүрэлцээтэй, бэлтгэлд 3ш насос байна. Хэчнээн насосны хүчин чадал байгаа ч зуухан дээр унах даралтын уналт зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давж гарсан буюу зуухын халаах гадаргуу бохирдсон (химийн горимын зөрчил) тул тухайн дүүргийн дулаан хангамжийн найдвартай ажиллагаа бүрэн алдагдаад байна. Станцын талаарх зарим үзүүлэлтүүдийг авч үзье.

- Налайхын ДС-ын ажиллагсдын тоо - 122
- Нэгж дулааны өртөг - 59900төг /1 гкал/
- Нэгж дулааны үнэ - 39200 төг /1 гкал/
- Амгалан ДС-ын хувьд:
- Нэгж дулааны өртөг - 42000төг /1 гкал/
- Нэгж дулааны үнэ - 28000 төг /1 гкал/

Дээрх тоон үзүүлэлтүүдээс ажиглахад дулааны өртөг Улаанбаатар хотын Амгалан ДС-ийн өртөгтэй харьцуулахад 1,4 дахин өндөр байна.

Энэ тохиолдолд Амгалан ДС-ийн коллектороос дулааны шугам татаж авто замын трассын дагуу явуулахад 27км шугам татаж Налайхын ДС-ын коллекторт холбож болохоор байна. Энэ удаад



газрын гадаргын геодезийн өндөржилт, бусад төвөгшлүүдийг тооцоогүй болно.



3-р зураг. Амгалан ДС-аас Налайхын ДС хүртэл дулааны шугам татах тойм зураг L-27км



4-р зураг. ДЦС-4 өөс авто замын трассын дагуу L-40,3км

Өнөөгийн ханшаар 2Ф500мм-ийн 1км шугам 2,1 тэрбум, 2Ф600мм-ийн 1км шугам 2,3 тэрбум, 2Ф700мм-ийн 1км шугам 2,6 тэрбум төгрөгөөр үнэлэгдэж байна. Хэрвээ Амгалан дулааны станцаас Налайх хүртэлх хэрэглэгчдийг хангана гэж тооцоод 2Ф700мм шугам татахад 70,2 тэрбум төгрөг урьдчилсан байдлаар гарч байна.

Гэтэл Налайх дүүрэгт шинээр 216 МВт хүчин чадалтай дулааны станцыг 100,5 тэрбум төгрөгөөр барихаар ТЭЗҮ боловсруулагдан дэмжигдээд тендерийн шатандаа явж байна. Дээрх тоон үзүүлэлтүүдийг харьцуулан авч үзвэл 2Ф700-ийн голчтой дулааны шугам бариад замын хэрэглэгчдээ хямд үнэтэй дулаанаар хангаж экологийн болон эдийн засгийн эерэг үр дагавар бүхий төсөл хэрэгжүүлэхэд 70,2 тэрбум төгрөг зарцуулаад цаана нь 30,3 тэрбум төгрөгийн хэмнэлт гарах боломж харагдаж байна.

### III. Дулааны эрчим хүчийг тээвэрлэхэд гарах зардлыг бууруулах

Шугам хоолойгоор тээвэрлэгдэх дулаан зөөгчийн гидравлик эсэргүүцлийг мэдэгдэхүйц хэмжээгээр (40-60% хүртэл) бууруулах зорилгоор шингэний урсгалд тусгай нэмэлт бодисыг тодорхой хувиар нэмж өгдөг байна. “Өнөөдрийг хүртэл энэ ач холбогдолтой технологи яагаад нэвтрээгүй вэ?” гэдэг асуудал гарч ирнэ. Энэ нэмэлт бодисын судалгааг 1948 онд анх судалж эхэлсэн ба турбулент урсгалын горимоор урсаж буй шингэнд полимерийг нэмэлт болгон хийж өгөхөд урсгалын гидравлик эсэргүүцэл нь буурах үзэгдэл ажиглагдсан байна.

Усны урсгалд өндөр полимер нэмэлтийг холиход дулаан зөөгч шингэн, шугам хоолойн ханатай харьцах үед турбулент урсгалд өөрчлөлт ордгийг туршилтаар нотолсон байна.

Полимер нэмэлтүүд нь гидродинамик эсэргүүцэл ба дулаан дамжуулалтын коэффициентийг ижил хэмжээгээр бууруулдаг нь туршилтаар тогтоогдсон тул сүлжээний усыг полимер нэмэлтээр идэвхжүүлсэн үед дулаан солилцуурын халаах гадаргууг (ойролцоогоор 20%-иар) тодорхой хувиар нэмэгдүүлэх шаардлагатай болдог.

Дулааны эрчим хүчийг полимер нэмэлт ашиглаж алсад дамжуулж болох эдийн засгийн үндэслэлтэй хамгийн бага алслалыг дараах томъёогоор тооцож болно.

$$L_{min} = \Delta K * \rho + g_n * C_n / \Delta E_n * C_3 \text{ км,}$$

- $\Delta K$  -дулааны эрчим хүчний эх үүсвэр болон хэрэглэгчийн дулааны солилцооны аппаратын халаах гадаргуугийн нэмэлт, дозлох төхөөрөмж ашигласнаар бий болсон өртөгийн өсөлт, руб/ГЖ.
- $\rho$  - нь хөрөнгө оруулалтын үр ашиг, элэгдэл хорогдлын шимтгэл, ашиглалтын зардал, жилийн ашигт ажиллагааг харгалзан үздэг коэффициент юм.
- $g_n$  - нэгж түгээсэн дулаанд харгалзах полимер нэмэлтийн харгалзах хэмжээ кг/ГЖ
- $C_n$  - полимер нэмэлтийн үнэ, руб/кг
- $\Delta E_n$  - Полимер нэмэлтийг ашиглах үед хэмнэгдсэн цахилгаан эрчим хүчний хэмжээ, (кВт\*ц)/ (ГЖ\*км)
- $C_3$  - цахилгаан эрчим хүчний тариф, руб/(кВт\*ц)

Эх үүсвэрээс алслагдсан халаалтын системд полимер нэмэлтийг ашиглах нь эдийн засгийн хувьд үр ашигтай гарах нь тодорхой юм. Полимер нэмэлт буюу гадаргуугийн идэвхт бодисыг алслагдсан дулаан хангамжийн системд нэмэлт дозлох төхөөрөмж суурилуулан тусгай мэдрэгчийн командаар үе үе нэмж ашиглах нь зохистой бөгөөд тухайн дулаан зөөгч усны эзэлхүүний 0,7-1% байхад хангалттай гэсэн судалгаа байдаг.

Гадаргуугийн идэвхтэй олон бодисууд байдаг тэдгээрийн дотроос өндөр температурт тэсвэртэй, бүтцийн хувьд өөрчлөгдөхгүй механик тогтворжилт сайтай нь полисахарид бөгөөд дээрх үзүүлэлтүүд нь хамгийн гол онцлох дулаан зөөгчийн найрлагад ашиглахад тохиромжтой шинж чанар гэж үзэж болно.

Полисахаридийг хөдөө аж ахуйн хэрэгцээнд зориулж их хэмжээгээр үйлдвэрлэдэг бөгөөд үйлдвэрлэх шатанд эрчим хүчийг хамгийн бага зардаг, хямд, байгаль орчинд ээлтэй шинж чанарууд нь нөгөө талаас эрчим хүчний салбарт ашиглах

боломжийг олгож байна. Мөн полисахаридийн давуу талуудын нэг нь кавитацийн процессийг сааруулаад зогсохгүй шугам хоолойн зэврэлтийг бууруулдаг тухай тэмдэглэсэн байна.

Гадаргуугийн идэвхтэй нэмэлт бодисын талаарх судалгаа эхлэлийн шатандаа явж байна гэж үзэж болно.

#### **Тооцооны хувилбар-1.**

G-800 тн/ц гэж сонгов.

Сүлжээний нийт урт -27 км

Төв шугамын голч 2Ф500мм

Усны хурд 1,1м/с

R-Хувийн даралтын уналтыг тооцоход - 2,3мм/м (K=0,5мм үед)

Шероховатийн коэф-ыг шинэ шугам гэж тооцож залруулгын коэф-ийг хэрэглээгүй тул β-1 ээр сонгон авсан.

ΔНл-ийн тооцоот утга нь 62100

ΔНм- ийн тооцоот утга нь 5800

ΔН Нийлбэр алдагдал 67900

Хос шугамын уналт 135,8м гадаргуугийн нэмэлт бодис ашиглаж уналтыг 40% бууруулсан тохиолдолд шугамд унах даралтын уналт 81,5м болж буурч байна.

#### **Тооцооны хувилбар-2.**

G-800 тн/ц гэж сонгов.

Сүлжээний нийт урт -27 км

Төв шугамын голч 2Ф600мм

Усны хурд 0,75м/с

R-Хувийн даралтын уналтыг тооцоход -0,9 мм/м (K=0,5мм үед)

Шероховатийн коэф-ыг шинэ шугам гэж тооцож залруулгын коэф-ийг хэрэглээгүй тул β-1 ээр сонгон авсан.

ΔНл-ийн тооцоот утга нь 24300

ΔНм- ийн тооцоот утга нь 3500

ΔН Нийлбэр алдагдал 27800

Хос шугамын уналт 55,0м гадаргуугийн нэмэлт бодис ашиглаж уналтыг 40% бууруулсан тохиолдолд шугамд унах даралтын уналт 33,0 м болж буурч байна.

#### **Тооцооны хувилбар-3.**

G-800 тн/ц гэж сонгов.

Сүлжээний нийт урт -27 км

Төв шугамын голч 2Ф700мм

Усны хурд 0,6м/с

R-Хувийн даралтын уналтыг тооцоход -0,46 мм/м (K=0,5мм үед)

Шероховатийн коэф-ыг шинэ шугам гэж тооцож залруулгын коэф-ийг хэрэглээгүй тул β-1 ээр сонгон авсан.

ΔНл-ийн тооцоот утга нь 12420

ΔНм- ийн тооцоот утга нь 2400

ΔН Нийлбэр алдагдал 14820

Хос шугамын уналт 29,6 м гадаргуугийн нэмэлт бодис ашиглаж уналтыг 40% бууруулсан тохиолдолд

шугамд унах даралтын уналт 17,8м болж буурч байна.

Дээрх тооцооны хувилбаруудыг авч үзэхдээ замаас нь дулаанд холбож болох хэрэглэгдийг хасч тооцоогүй болно. Хэрвээ Хонхор, Баянзүрхийн товчооны усан халаалтын зуухнаас холбогдсон хэрэглэгчдийг хасвал даралтын уналт улам буух боломжтой юм.

Гэхдээ бид 700мм-ийн голчтой хос шугамд эргэх усны эзэлхүүнийг тооцож үзье.

$$S = \pi D^2 / 4 \rightarrow 3.14 * 0.49 / 4 = 0,385 \text{ м}^2$$

$$V = S * L \rightarrow 0,385 * 27000 = 10395 \text{ м}^3 \text{ эзлэхүүнтэй}$$

сүлжээ ажиллана гэж үзэв. Энэ сүлжээний хэсэгт гадаргуугийн идэвхт бодис ашиглан гидравлик эсэргүүцлийг бууруулахад урьдчилсан тооцоогоор даралтын уналтын бууралтыг дараах жишээнээс харж болно.

- Тооцооны хувилбар – 1. 135,8м → 81,5м
- Тооцооны хувилбар – 2. 55,0м → 33,0м
- Тооцооны хувилбар – 3. 29,6м → 17,8м болж тус тус буурах боломжтой гэж үзэж байна.

Энэхүү эерэг үр дүн гарч байгаа талаар практик хэрэглээнд нэвтрүүлсэн Беларусь улсын нийслэл Минск хотын 5-р ДЦТ(ТЭЦ)-өөс 40км-ийн зайтай хэрэглэгчдийг дулаанаар хэвийн хангасан жишээ байна. Тэрч бүү хэл шугамын диаметрийг бууруулж тодорхой хэмжээний эрчим хүчийг түгээх боломжтой тухай дурджээ.

Гадаргуугийн идэвхт бодис ашиглан дулааны эрчим хүчийг түгээж байгаа сүлжээний хувьд гидравликийн хувьд тусгаарлан үл хамаарах схемд шилжүүлэх нь найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх давуу талыг бий болгоно. Мөн усны алдагдлын шинэ стандартыг мөрдөх шаардлагатай болох бөгөөд Европын Холбооны Улсын нэмэлт усны норм болох сүлжээний эзлэхүүний 0,25% өдөр гэдэг одоо мөрдөгдөж байгаа нормоос олон дахин бага байх нормыг хэрэгжүүлэх шаардлагатай болно.

Дулааны шугамын хувьд ППУ буюу урьдчилсан дулаалгатай, мэдрэгч бүхий дулааны алдагдалгүй шугамыг ашиглах нь шугаман уртын дагуух алдагдлыг бууруулна.

Мөн дулааны эрчим хүчийг харьцангуй хол зайд дамжуулахад хөгжингүй орнуудыг санал болгон судалж байгаа нам температурын горим, тогтмол температурын горимыг дамжуулах шугамд нэвтрүүлэх судалгааг хийх шаардлагатай. Нам температурын горимыг нэвтрүүлэхийн өмнө ППУ шугамын технологийг жинхэнэ стандартын нь дагуу нэвтрүүлэх шаардлагатай болно.

Дани улсын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн температурын горим		
	Зуны горимын үед, °C	Өвлийн горимын үед, °C
ДХС-ийн өгөх усны халуун	70-80	75-85
Температурын зөрүү	20-30	30-45
ДХС-ийн буцах усны халуун	45-55	35-50

Дээрх хүснэгтээс харахад өвөлдөө өгөх шугамын температурыг 85 хүргэж барихад цаанаа хэрэглэгч дээрээ тоон тохируулга хийгдэж таарна. Хэрэглэгч дээр тоон тохируулгын горим хэрэгжихэд температурын графикийн шаардлагагүй болох тухай гадны хэвлэлүүдэд бичигдэж байгаа нь санамсаргүй зүйл биш юм. Данийн мэргэжилтнүүд ярихдаа нам температурын графикийг ашиглахын өмнө барилгын дулаан алдагдлын шинэ стандартыг мөрдүүлэх шаардлагатай гэж зөвлөдөг. Мөн дулааны өгөх шугамын температур буурах нь гадна агаарын хүйтэн орчин хоёрын потенциалын зөрүүг бууруулах давуу талтай гэж үздэг байна.

#### IV. ДҮГНЭЛТ

- Нийслэл хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэхийн хамт шугам сүлжээ барилгын дулаан алдагдлыг тодорхой үе шаттайгаар бууруулж эрчим хүчний хэмнэлтийн хүрээнд бий болох нөөцийг бий болгох нь шинэ эх үүсвэр барихаас хямд тусч байгааг анхаарч мэдээлэл сурталчилгааг түгээн дэлгэрүүлэх.
- Дулааны эрчим хүчийг алс зайд алдагдал багатайгаар тээвэрлэх технологийн судалгааг

эрчимжүүлэн хийж хотын алслагдсан дүүргүүдэд байгаа хэрэглэгчдийг аль болох хямд үнэтэй хүрээлэн байгаа орчинд сөрөг нөлөө багатай эрчим хүчний төвлөрсөн эх үүсгүүрээс хангах бодлогыг анхаарах.

- Дулааны шугамын алдагдлыг бууруулахын тулд ППУ шугамын үйлдвэрлэл дамжлагыг шинэчилсэн технологийн дагуу үйлдвэрлэх ажлыг эхлүүлэх.
- Шугам хоолой, дулаан солилцооны аппаратын бохирдлыг багасгахын тулд ус цэвэрлэгээнд онцгой анхаарах төдийгүй орчин үеийн физик аппаратуудыг зохион бүтээх ашиглах асуудлыг хөхүүлэн дэмжих.
- Шинэ техник, технологи нэвтрүүлэх чиглэлд тусгай бодлогоор санхүүгийн хөнгөлөлттэй механизмуудыг санаачлан хэрэгжүүлж улс өөрөө найдвартай захиалагч болох.
- Их, дээд сургуулиуд, эрдэм шинжилгээний байгууллага, үйлдвэр компаниудын хамтын үр бүтээлтэй ажиллагааг хөгжүүлэхийн тулд үйлдвэрийн газруудын техник, зохион байгуулалтын арга хэмжээний төлөвлөгөөний төсөл боловсруулах шатнаас эхлүүлэх шаардлагатай байна.

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения
- [2] Справочник проектировщика
- [3] District heating research and technological development in Denmark
- [4] District heating hand book
- [5] Dahish board of district heating

# ДУЛААНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦАД CSP ТЕХНОЛОГИ НЭВТРҮҮЛЭХ НАРНЫ ТАЛБАРЫН ТООЦОО

Г.Мөнгөншагай<sup>1</sup>, Ч.Баярмагнай<sup>2</sup>, А.Бат-Эрдэнэ<sup>3</sup>, П.Отгонжаргал<sup>4</sup>, М.Сарангэрэл<sup>5</sup>, Г.Содномсүрэн<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, ШМТДС, Мехатроникийн тэнхим

<sup>2</sup>Монгол улс, Эрдэнэт, Эрдэнэт Үйлдвэр ТӨҮГ, ДЦС

<sup>3</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, Эрчим Хүчний Зохицуулах Хороо

<sup>4</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, Бодит Чадал ХХК

<sup>5</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, Дулааны Цахилгаан Станц-3 ТӨХК

<sup>6</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, Орон Сууц Нийтийн Аж Ахуйн Удирдах Газар ОНӨААТҮГ

[shagai@nmit.edu.mn](mailto:shagai@nmit.edu.mn)

*Хураангуй*—Эрчим хүчний инженерчлэлтэй холбоотой олон судлаачид нүүрсний хэрэглээ, байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийг бууруулах чиглэлээр цахилгаан станцуудын үйл ажиллагааны гүйцэтгэлийг нэмэгдүүлэхийн тулд янз бүрийн шинэлэг арга барилыг судалж байна. Монгол орны хувьд бор эрчим хүчнээс ногоон эрчим хүчрүү аажмаар шилжих, уур амьсгалын өөрчлөлтөд нөлөөлж буй хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулах, эрчим хүч хэмнэх, шинэ технологи нэвтрүүлэх шаардлагатай байна. Нар нүүрсний хосолсон систем нь эрчим хүч үйлдвэрлэхэд богино болон дунд хугацаанд үйл ажиллагааны гүйцэтгэл, экологийн үзүүлэлтүүдийг сайжруулах үр дүнтэй арга замуудын нэг юм. 53 МВт-ын хүчин чадалтай нүүрсээр ажилладаг дулааны цахилгаан станцын ашиглалтын үзүүлэлт болон экологийн үзүүлэлтүүдийг парабол тэвш коллекторыг нарны талбарт нэгтгэснээр сайжруулах боломжтой. Тоон симуляцийг дизайн болон дизайнаас гадуурх горимд дулааны балансын аргад суурилсан SAM болон Epsilon программ хангамжийг ашиглан гүйцэтгэсэн. Энэхүү өгүүлэлд тэжээлийн усыг нарны энергид үүсгэгдсэн дулаанаар урьдчилан халаах зорилгоор 49050 м<sup>2</sup> талбайтай, парабол тэвш коллектортой нарны талбарыг ашиглахаар төлөвлөн, тооцоог хийсэн. Тооцооны үр дүнгээс харахад нар нүүрс хосолсон системийн ашиглалтын үзүүлэлт зуны улиралд загварчлалын (design point) утганд хүрсэн байна. Нарны шууд нормал тусгалын утга ба өнцгөөс шалтгаалан ашиглалтын гүйцэтгэлийн утга нь өвлийн улиралд бага байна. Загварчлалын хамгийн үр ашигтай байх утганд түлшний зарцуулалт цагт 6.57 тонноор буурч, нарны парабол тэвш коллектороор үйлдвэрлэх дулааны эрчим хүч цагт 10.4 МВт байсан нь түлшний хэмнэлттэй горимоос үүдэлтэй. Жилд нүүрсний хэрэглээг 15275 тн-оор, нүүрсхүчлийн хийн ялгаруулалтыг 22607 тонноор бууруулах тооцоо гарсан. Энэхүү судалгаанд нар нүүрсний хосолсон систем нь уур амьсгалын өөрчлөлтийг сааруулах, эрчим хүчний шилжилт хийх, аюулгүй байдлын индексийн үзүүлэлтийг сайжруулахад ихээхэн хувь нэмэр оруулж чадна гэдгийг харуулсан.

*Түлхүүр үг*—Парабол тэвш коллектор, Нар-нүүрс хосолсон систем, Эрчим хүчний шилжилт, Аюулгүй байдлын индекс, SAM, Epsilon

## I. УДИРТГАЛ

Манай улсын эрчим хүчний эх үүсвэрийн суурилагдсан хүчин чадлын 81%-ийг дулааны цахилгаан станц, 18%-ийг сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүд бүрдүүлж байна. Цаашид СЭХ-ний эх үүсвэрийн өрсөлдөх чадварыг нэмэгдүүлэх шаардлагатай байгаа учраас бидний зүгээс CSP (Concentrated Solar Power) технологи буюу нарны энергид шууд цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэхийн оронд тэжээлийн усыг урьдчилан халаах замаар дулааны цахилгаан станцад хосолж ажиллах сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийн шийдлийг танилцуулж байна [1]. Сэргээгдэх эрчим хүч рүү бүрэн шилжихэд хүндрэлтэй байгаа өнөө үед ДЦС-уудад нарны дулааныг ашиглах технологийг нэвтрүүлж, нүүрсхүчлийн хийн ялгарлыг бага багаар бууруулах нь аажмаар ногоон хөгжил рүү хөтлөх

шийдэл болно. Энэхүү төслийн хүрээнд бид Эрдэнэт үйлдвэр ТӨҮГ-ын ДЦС-ын өндөр даралтын халаагуурыг парабол тэвш коллектор бүхий нарны талбар ашиглан тэжээлийн усыг халаах процессыг судалсан.

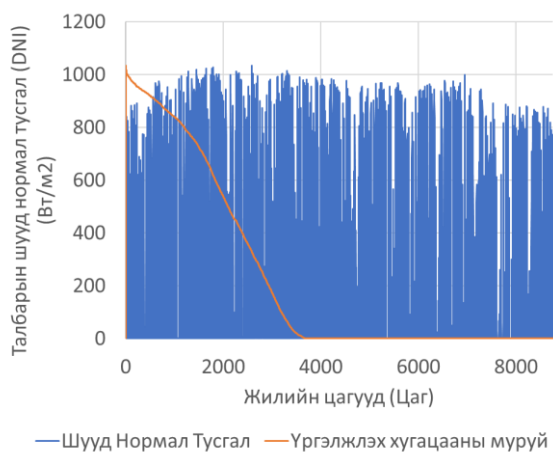
Нийт систем дэх нүүрс болон хүлэмжийн хийн ялгарлын жилийн бууралтын хэмжээг харгалзан үзвэл нар-нүүрс хосолсон систем нь хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулахад чухал хувь нэмэр оруулдаг [2]. Нар-нүүрс хосолсон эрчим хүч үйлдвэрлэх систем нь Монгол орны хувьд нүүрсний зарцуулалт, бохирдуулагч бодисын ялгарлыг бууруулах замаар эргэн төлөгдөх хугацаа, LCOE (levelized cost of energy)-ийн хувьд хамгийн сонирхол татахуйц төсөл болж чадах юм [3].

Парисын хэлэлцээрийг хэрэгжүүлэх үндэсний хэмжээнд тодорхойлсон хувь нэмрийн зорилтод Монгол улс хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулах

үндэсний зорилгоо тодорхойлж, хэрэгжүүлэх үүрэг хүлээсэн.

Монгол улс ЭХС-ийн аюулгүй байдлын индексийн үзүүлэлтээр олон улстай харьцуулахад нилээдгүй хойгуур байрт ордог. Уг байдлаас гарахын тулд эрчим хүчний эх үүсвэрийг төрөлжүүлэх шаардлагатай.

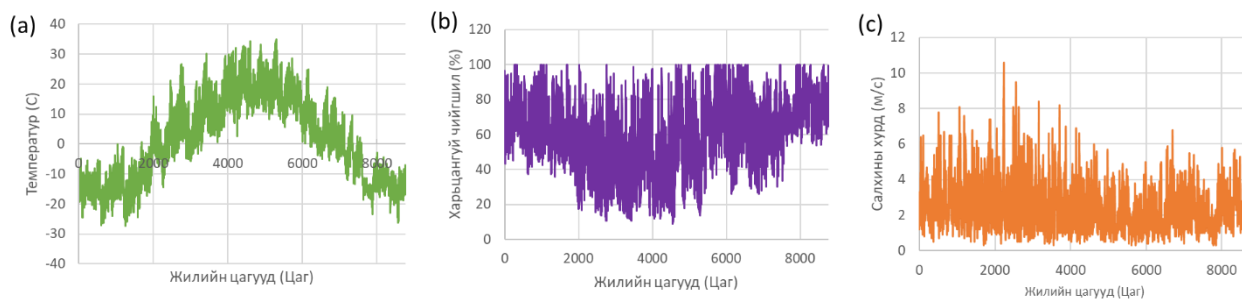
Монголын ЭХС-ийн онцлог СЭХ-ийн хөгжлийг хязгаарладаг. Иймд өрсөлдөх чадварыг нэмэгдүүлэхийн тулд уламжлалт ДЦС-ыг СЭХ-тэй хослуулан ажиллуулах боломжтой.



1-р зураг. Жилийн шууд нормал тусгал (DNI) болон үргэлжлэх хугацааны муруй (duration curve)

Нарнаас дулаан гаргаж авахад хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг парабол тэвш нь хүлээн авч буй нарны гэрлээ тольнуудын тусламжтайгаар хоолойд цуглуулснаар дулаан үйлдвэрлэнэ. Вакуумаар тусгаарлагдсан шилэн хоолойгоор урсах шингэн нь нарны гэрлийн тусламжтайгаар халдаг. Өдрийн турш нарны байрлал өөрчлөгдөж байдаг тул хүлээн авагч хоолойг нарны гэрэл цугларч буй зөв байрлалд байрлуулах хэрэгтэй. Тиймээс түүнийг нар луу чиглүүлж байх ёстой.

Нарны энергийг цахилгаан руу хувиргах нь зах зээл дээрх бүтээгдэхүүнүүдийн хувьд ойролцоогоор 20% ашигт үйлийн коэффициент (АҮК)-оос бараг хэтэрдэггүй бол нарны энергийг дулаан руу хувиргах нь 75%-аас ч их АҮК-той байж болдог.



Мөн дулааныг хадгалах нь цахилгааныг хадгалахаас 41.06% байна.

2-р зураг. Жилийн цаг агаарын үзүүлэлтүүд: (a) температур (b) харьцангуй чийгшил (c) салхины хурд

илүү хялбар бөгөөд том хэмжээний тусгаарлагдсан саванд дулаан дамжуулах шингэнээ хадгалах замаар дулааныг хадгалж болно.

Манай оронд гол төлөв ашигладаг дулааны цахилгаан станцуудын тэжээлийн усыг халаах шаардлагатай болдог. Бас л нүүрс ашиглана гэсэн үг юм. Харин тэжээлийн усыг нарны энергиэр халааж ч болдог бөгөөд манай орны өндөрлөг, хуурай, нарны тусгал ихтэй газруудад илүү тохиромжтой байдаг. Сэргээгдэх эрчим хүч рүү бүрэн шилжихэд хэцүү байгаа өнөө үед энэ арга нь хуучин ДЦС-уудаа сайжруулж нүүрсхүчлийн ялгарлыг бууруулах аажмаар ногоон хөгжил рүү хөтлөх шийдэл юм.

## II. АШИГЛАСАН ӨГӨГДЛҮҮД

### A. Эрдэнэт үйлдвэр ТӨҮГ-ын ДЦС

Дулааны цахилгаан станц нь цагт 435°C-ийн халуунтай, 39 ата даралттай цагт 75 тонн уур үйлдвэрлэх хүчин чадалтай БКЗ-75-39 ФБ маркийн 6 зуухтай бөгөөд нэг цагт 450 тонн уур үйлдвэрлэх боломжтой юм. Мөн АНУ-д үйлдвэрлэсэн 2.5 МВт-ын хүчин чадалтай 2 ш турбингенератор, БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн, тус бүр нь 12МВт-ын хүчин чадалтай СС-12-3.43/1.2/0.6 маркийн 2 ш, N-12-3.43 маркийн 2 ш турбинтэй. Дулааны суурилагдсан хүчин чадал нь 310 Гкал/цаг, цахилгааны суурилагдсан хүчин чадал нь 53 МВт байна.

### B. Цаг уурын нөхцөл

Бид станцтай хамгийн ойр олдсон буюу 104.1, 49.09 уртраг өргөрөгтэй байрлалын цаг уурын датаг ашиглан загварчлалаа хийсэн [4]. Станцын түвшин дэх агаарын даралтын жилийн дундаж утга 873 мбар, хамгийн их даралт нь 891.0-891.5 мбар, хамгийн бага нь 850.9- 851.3 мбар хооронд хэлбэлздэг. Агаарын температурын олон жилийн дундаж 1°C, агаарын температурын хамгийн их утга нь 1999 онд 39.0°C хүрч халсан, агаарын температурын хамгийн бага утга нь 2001 онд - 40.0°C хүрч хүйтэрсэн байна. Жилийн нийлбэр тунадасны олон жилийн дундаж нь 360.7мм ба үүнээс дулааны улиралд 326.3 мм, хүйтний улиралд 34.4 мм нь ордог байна. Хамгийн их тунадас нь 2012 оны 7-р сард 274.6 мм тунадас орсон байна. Салхины хурдны дундаж утга 2.5 м/сек. Хамгийн их хурд нь 1998 онд 28 м/сек хүрч байсан байна. Харьцангуй чийгийн олон жилийн дундаж нь

1-р ХҮСНЭГТ. НАР-НҮҮРСНИЙ ХОСОЛСОН СИСТЕМД АШИГЛАСАН СУДАЛГААНЫ БАЙРЛАЛ, ЦАГ УУРЫН ҮЗҮҮЛЭЛТ

Параметр	Нэгж	Утга
Хот, Аймаг, Улс		Эрдэнэт, Орхон, Монгол
Цагийн бүс		GMT 8
Уртраг, өргөрөг	°	49.09 N 104.1E
Өндөр	м	1284
Дундаж температур	°	1
Дундаж даралт	мбар	873
Харьцангуй чийгшил	%	41.06
Салхины хурд	м/с	3.5
Жилийн GHI	кВтц/м <sup>2</sup>	1471
Жилийн DNI	кВтц/м <sup>2</sup>	2032

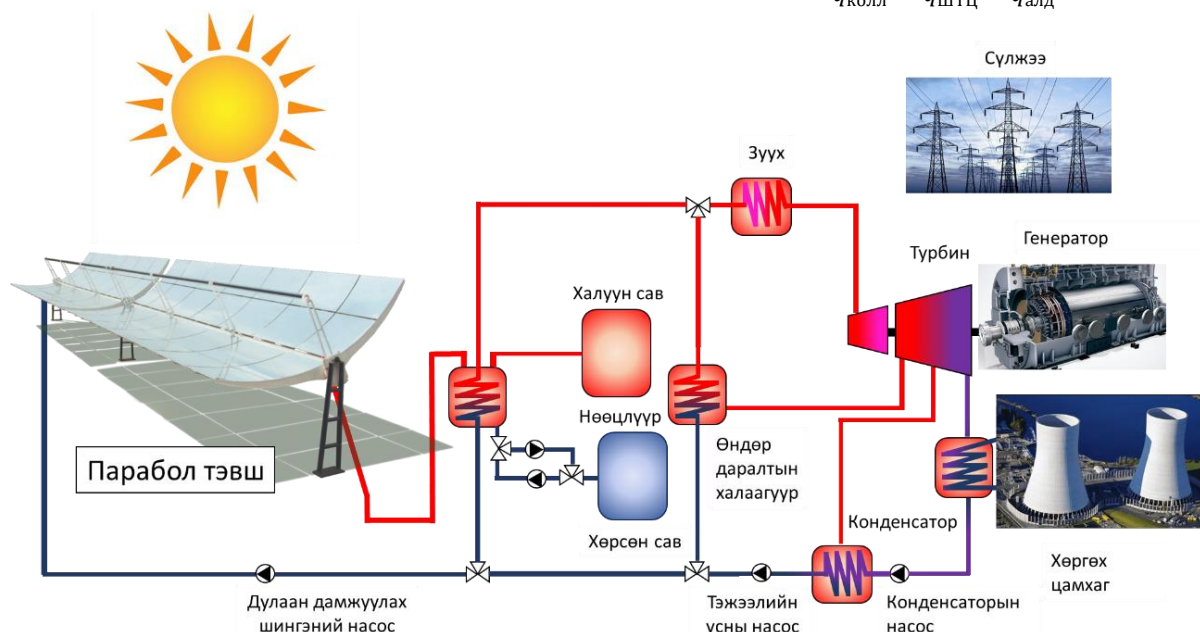
C. Дулаан дамжуулах шингэний параметрууд

Тэрминол ВиПи1 (Therminol VP1) нь хамгийн өргөн хэрэглэгддэг дулаан дамжуулах шингэн бөгөөд параметруудийг 2-р хүснэгтэд хавсаргав [5]. 400 °C хүртэл ашиглаж болох боловч хөлдөх температур нь 12°C байна. Тиймээс өвлийн улиралд шингэнээ 12 °C -оос илүү температурт байлгах шаардлагатай.

D. Нүүрс нарны хосолсон эрчим хүч үйлдвэрлэл

Богино болон дунд хугацаанд ННХ систем нь эдийн засаг, экологийн үүднээс ногоон эрчим хүч үйлдвэрлэхэд нарны эрчим хүчийг ашиглах хамгийн шилдэг арга юм [6].

ННХ системд Eurothrough100 коллекторыг ПТК нарны талбарыг тэжээлийн усыг урьдчилан халаах, гүйцэтгэлийг нэмэгдүүлэх, экологийн үзүүлэлтүүдийг сайжруулахад ашигласан. Нүүрсний хэрэглээг хэмнэснээр CO<sub>2</sub> ялгаруулалтыг бууруулна гэж тооцоолсон. ННХ системд тогтмол температур



ба тогтмол массын урсгалын стратеги ашиглан тэжээлийн усыг урьдчилан халаах хоёр өөр арга

байдаг. Тэжээлийн усны температурыг зөвшөөрөгдөх хэмжээнд бага зэрэг өөрчилж, температурын хэлбэлзлийг TES системийн тусламжтайгаар бууруулж болно. Тэжээлийн усны температур тогтмол байх үеийг нарны тэжээлийн усыг халаах тогтмол температурын арга гэж нэрлэдэг. ННХ системд тэжээлийн усыг тогтмол температурын аргаар урьдчилан халаахад TES систем шаардлагагүй. Энэхүү өгүүлэлд ПТК нарны талбайг 53 МВт-ын нүүрсээр ажилладаг дулааны цахилгаан станцтай нэгтгэх асуудлыг жишээ судалгаа болгон хийсэн. 2-р зурагт эрчим хүчний блоккийн нэгж ба ПТК нарны талбараас бүрдсэн ННХ системийн схемийг үзүүлэв.

III. ТООЦООЛОЛ БА ЗАГВАРЧЛАЛ

Энэхүү судалгаанд Америк улс дахь “Үндэсний сэргээгдэх эрчим хүчний лаборатори (NREL)”-ийн гаргасан “System Advisor Model (SAM)” программыг парабол тэвш коллекторын загварчлалд ашигласан болно.

A. Парабол тэвш коллекторын нарны талбарын системийн загварчлал:

Масс болон энергийн баланс:

$$m_{то} = m_{тг} \quad (1)$$

$$h_t m_{то} + q_{колл} = h_t m_{то}$$

$m_t$  ба  $m_{уз}$  нь тэжээлийн усны орох болон гарах массын урсгалын хурд, кг/с;  
 $h_t$  ба  $h_{уз}$  нь тэжээлийн орох ба гарах урсгалын энтальпи, кЖ/кг;  $q_{колл}$  нь дулаан солилцуурын шингэн (HTF)-ийн коллекторт шингэсэн дулаан, кВт.

$$q_{колл} = q_{штц} - q_{алд} \quad (2)$$

$q_{штц}$  нь шууд тусгалын цацрагаас (ДИ) ПТК-оор үүсгэгдсэн дулаан, кВт;  $q_{алд}$  нь ПТК-ийн оптик ба дулааны алдагдал, үүнд дамжуулах хоолойн дулааны алдагдал, кВт.

$$q_{штц} = q_{шнц} \cdot \xi_{cos} \cdot \xi_{сүүд} \cdot \eta_{опт} \cdot A_{ПТК} \quad (3)$$

Энд  $q_{шнц}$  нь шууд нормал цацраг, Вт/м<sup>2</sup>;  $\xi_{cos}$  нь косинусын алдагдлыг бууруулах хүчин зүйл;  $\xi_{сүүд}$  нь сүүдэрлэх бууралтын хүчин зүйл;  $\eta_{опт}$  нь ПТК-ийн оптик ашигт үйлийн коэффициент;  $A_{ПТК}$  нь ПТК-ийн диафрагмын талбай, м<sup>2</sup>. ПТК нарны талбайн загварыг косинусын алдагдлын бууралтын хүчин зүйл, сүүдэрлэх унтрах хүчин зүйл, оптик ба дулааны алдагдлыг авч үзсэн болно.

2-р хүснэгт. Дулаан дамжуулах шингэний параметрууд

Параметр	Нэгж	Утга
Дулаан дамжуулах шингэний нэр	-	Therminol VP1
Үйлдвэрлэсэн компани	-	Solutia
Материалын төрөл	-	Нийлэг хольц
Материалын бүтэц	-	73.5% diphenyl oxide, 26.5% diphenyl
Нягт	кг/м <sup>3</sup>	1071
Хувийн дулаан багтаамж	кЖ/кг К	1.52
Кинематик зуурамтгай чанар	мм <sup>2</sup> /с	
Дулаан дамжуулалт	Вт/м К	
Урсах температур	°С	12
Бүцлэх температур	°С	257
Хэрэглэгдэх муж	°С	12-400

Парабол коллекторын дулааны алдагдал:

$$q_{алд,ПТК} = A_{ПТК} \cdot [(a + c \cdot v_{салхи}) \cdot (t_{абс} - t_{орч}) + \varepsilon b \cdot (t_{абс}^4 - t_{тэнгэр}^4)] \quad (4)$$

$a, b$  ба  $c$  параметрууд нь туршилтын утга [7] ( $a = 0.01982$  Вт/К · м<sup>2</sup>,  $b = 0.00000000202$  Вт/К<sup>4</sup> · м<sup>2</sup>,  $c = 0.006612$  Ж/К · м<sup>3</sup>);  $v_{салхи}$  - салхины хурд [м/с];  $t_{абс}$  нь шингээгч хоолойн гадна хананы температур [К];  $t_{орч}$  нь орчны температур [К];  $t_{тэнгэр}$  бол тэнгэрийн температур [К];  $\varepsilon$  нь шингээгч хоолойн ялгаруулалт ( $\varepsilon = 0.0042 \cdot t_{абс} - 0.0995$ ) бөгөөд энэ нь 373-аас 900 К хүртэл хүчинтэй байна.

$$q_{алд,хоолой} = \alpha_{хоолой} \cdot 3.14159 \cdot d_0 \cdot L \cdot \left( \frac{(t_{тэж} + t_{уз})}{2} - t_{орч} \right) \quad (5)$$

Энд  $\alpha_{хоолой}$  нь шингээгч хоолой ба дулаан дамжуулах шингэний хоорондох дулаан дамжуулах коэффициент [Вт/м<sup>2</sup> · К];  $d_0$  - тусгаарлагдсан холболтын шугам хоолойн гадна диаметр [м];  $L$  нь холболтын хоолойн бодит урт [м].

ПТК нарны талбайн дулааны АҮК:

$$\eta_{НТ} = \frac{m_{ддш} \cdot (h_{гаралт}^{ддш} - h_{оролт}^{ддш})}{шнц \cdot A_{НТ}} \quad (6)$$

энд  $m_{ддш}$  нь Дулаан Дамжуулах Шингэн (НТФ)-ийн массын урсгалын хурд, кг/с;  $h_{гаралт}^{ддш}$  ба  $h_{оролт}^{ддш}$  нь нарны талбайн гаралт ба оролт дахь ДДШ-ийн хувийн энтальпууд, кЖ/кг; ШНЦ нь шууд хэвийн цацраг, Вт/м<sup>2</sup>; Нарны талбайн  $A_{НТ}$  нүхний талбай, [м<sup>2</sup>].

TES системийн загвар: TES систем нь халуун, хүйтэн савнаас бүрдэнэ. Тиймээс халуун, хүйтэн савны масс ба дулааны тэнцвэрийг ижил төстэй тэгшитгэлээр тооцоолж болно.

Халуун савны масс ба дулааны тэнцвэр (НТ):

$$m_{дс} = m_{анх} + (m_t - m_{уз}) \cdot \Delta t$$

$$Q_{дс} = Q_{анх} + (q_{тэж} - q_{уз} - q_{алд,дс}) \cdot \Delta t \quad (7)$$

$m_{дс}$  нь НТ-ийн НТФ-ийн массын урсгалын хурд, кг/с;  $m_{анх}$  нь НТ-ийн НТФ-ийн анхны массын урсгалын хурд, кг/с;  $\Delta t$  нь хугацааны интервал, с;  $Q_{дс}$  нь НТ-д хуримтлагдсан дулааны энерги, кВт;  $Q_{анх}$  нь НТ-д хуримтлагдсан анхны дулааны энерги, кВт;  $q_{тэж}$  ба  $q_{уз}$  нь НТ-ийн нарны дулааны эрчим хүчний оролт ба гаралт, кВт;

Халуун савны дулааны алдагдал:

$$q_{алд,дс} = U \cdot A_{дс} \cdot (t_{дс} - t_{орч}) \quad (8)$$

$U$  нь дулаан дамжуулах коэффициент, Вт/м<sup>2</sup> · К;  $A_{дс}$  нь ДС-ийн дулаан дамжуулах талбай, м<sup>2</sup>;  $t_{дс}$  нь ДС, К дахь ДСШ-ийн температур;  $t_{орч}$  нь орчны температур, К.

Тос-усны дулаан солилцуурын загвар: Халуун талдаа ДДШ-ээс хүйтэн талдаа тэжээлийн ус руу шилжүүлэх тос-усны дулаан солилцогч (эсрэг урсгал).

Масс ба дулааны тэнцвэр (халуун ба хүйтэн тал):

$$m_{тэж}^{халуун} = m_{уз}^{халуун}$$

$$m_{тэж}^{халуун} \cdot (h_{тэж}^{халуун} - d_{уз}^{халуун}) \cdot \left( 1.0 - \frac{q_{алд}}{100} \right) = q_{дамж}$$

$$m_{тэж}^{хүйтэн} = m_{уз}^{хүйтэн}$$

$$m_{тэж}^{хүйтэн} \cdot (h_{тэж}^{хүйтэн} - d_{уз}^{хүйтэн}) = q_{дамж} \quad (9)$$

Дамжуулагдсан дулаан:

$$q_{дамж} = U \cdot A_{тос-ус} \cdot t_{дтз} \quad (10)$$

Энд  $A_{\text{тос-ус}}$  нь газрын тос-усны дулаан солилцуурын дулаан дамжуулах талбай,  $\text{м}^2$ ;  $t_{\text{дтз}}$  нь дундаж температурын зөрүү, К.

Нарны олон талт нь нарны талбарын талбайг тооцоолох, Нар нүүрс хосолсон (ННХ) системийн нарны талбайн хөрөнгө оруулалтын зардлыг үнэлэх гол хүчин зүйл юм [8]. Нарны талбайн хамгийн оновчтой диафрагмын талбайг LCOE хамгийн бага байх SM-г ашиглан тооцоолно. Нарны үржвэрийг нарны талбайн шингэсэн нарны дулааны хэмжээ (Qsolar - талбар), дизайны горимд ННХ системийн шаардлагатай нарны дулааны хэмжээтэй (QННХ - шаардлагатай) харьцаагаар тооцоолж болно.

$$SM = \left( \frac{Q_{\text{нарны-талбар}}}{Q_{\text{SCHPG-required}}} \right)_{\text{дизайн-цэг}} \quad (11)$$

Практикт ННХ систем нь цахилгааны хэрэгцээ болон DNI үнэ цэнээс хамааран дизайнаас гадуурх горимд ажилладаг. Тиймээс дизайнаас гадуурх горимд ННХ системийн үйл ажиллагааны гүйцэтгэлд дүн шинжилгээ хийх нь зайлшгүй чухал юм. ННХ систем дэх уурын турбины параметруудийг тооцоолохын тулд Stodola Flugel томъёог ашиглана. Stodola-Flugel томъёог дараах байдлаар тодорхойлж болно.

$$\frac{m'_i}{m_i} = \sqrt{\frac{p_i'^2 - p_{i+1}^2}{p_i^2 - p_{i+1}^2}} \sqrt{\frac{T_i}{T'_i}} \quad (12)$$

Энд  $m_i$  ба  $m'_i$  нь загвараас гадуурх горим дахь уурын турбины эхний ба эцсийн параметр (кг/с);

Уурын хувийн хэрэглээ, дулааны хувийн зарцуулалт, нүүрсний хувийн эквивалент зарцуулалт зэрэг дараах үзүүлэлтүүдээр ННХ системийн үйл ажиллагааны гүйцэтгэлийг үнэлдэг. Эдгээр гүйцэтгэлийн индексийг эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн салбарт ННХ системийн үйл ажиллагааны гүйцэтгэл болон техник, эдийн засгийн үзүүлэлтүүдийг хянах, тайлагнах зорилгоор ихэвчлэн ашигладаг [9].

Уурын хувийн хэрэглээг (м) дараах томъёогоор тооцоолж болно.

$$m = \frac{m_0}{W} \left( \frac{\text{кг}}{\text{кВтц}} \right) \quad (14)$$

энд  $m_0$  нь уурын массын үндсэн урсгалын хурд (кг/с);  $W$  нь гаралтын эрчим хүч (кВт).

Дулааны хувийн зарцуулалтыг (q) дараах томъёогоор тооцоолж болно.

$$q = \frac{Q}{W} \left( \frac{\text{кЖ}}{\text{кВтц}} \right) \quad (15)$$

Энд  $Q$  нь уурын дулааны хэмжээ (кЖ). Нүүрсний хувийн эквивалент хэрэглээг (b) дараах томъёогоор тооцоолж болно.

$$b = \frac{B}{W} \left( \frac{\text{гр}}{\text{кВтц}} \right) \quad (16)$$

Энд  $B$  нь эквивалент нүүрс рүү хөрвүүлсэн нүүрсний хэрэглээ, кг/с. (эквивалент нүүрсний халаалт бага:  $Q_{\text{LHV}}=29300$  кЖ/кг).

Нарны хувийг дараах томъёогоор тодорхойлж болно.

$$p_{\text{нар}} = \frac{Q_{\text{нар}}}{Q_b + Q_{\text{нар}}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (17)$$

Энд  $Q_{\text{нар}}$  нь тэжээлийн ус руу шилжсэн нарны дулаан, кВт;  $Q_b$  нь уурын зуухны дулааны оролт, кВт.

Нарны жилийн цахилгааны ашигт үйлийн коэффициентыг дараах томъёогоор тодорхойлж болно.

$$\eta_{\text{НЦ}}^{\text{жил}} = \frac{E_{\text{нар}}^{\text{жил}}}{\sum_{n=1}^{8760} Q_{\text{DNI}}} \quad (18)$$

$n$  нь жилийн  $n$  дахь цаг, (цаг);  $Q_{\text{DNI}}$  нь  $n$ -р цагийн нарны талбарын нийт DNI, (кВт)  $E_{\text{нар}}^{\text{жил}}$  гэдэг нь дараах тэгшитгэлээр тооцоолсон жилийн нарны эрчим хүчний үйлдвэрлэл, кВт.ц юм.

Жилд нарны эрчим хүч үйлдвэрлэх нь ННХ системийн жилийн гүйцэтгэлд нарны эрчим хүчний ашиглалтыг үнэлэх үндсэн үзүүлэлт бөгөөд дараах томъёогоор тодорхойлогддог.

$$E_{\text{нар}}^{\text{жил}} = \sum_{n=1}^{8760} (E_{\text{SCHPG}}^{\text{жил}} - Q_b \cdot \eta_{\text{жишиг}}) \quad (19)$$

Энд  $E_{\text{SCHPG}}^{\text{жил}}$  нь  $n$  дэх цагийн нийт эрчим хүчний гаралт, кВт.ц;  $Q_b$  - уурын зуухны  $n$ -р цагийн оролтын дулаан, кВт;  $\eta_{\text{жишиг}}$  цагийн жишиг цахилгаан станцын ашигт үйлийн коэффициентийг илэрхийлнэ.

ННХ системийн жилийн эрчим хүчний гаралтыг тооцоолохын тулд хүчин чадлын факторыг харгалзан үзнэ. Хүчин чадлын фактор нь бодит эрчим хүчний үйлдвэрлэлийг тухайн хугацаанд үйлдвэрлэсэн байж болох хамгийн их эрчим хүчний үйлдвэрлэлд хуваах гэж тодорхойлж болно. Хүчин чадлын коэффициентыг дараах томъёогоор тооцоолно.

$$CF = \frac{E_{\text{SCHPG}}^{\text{жил}}}{W \cdot \tau_{\text{жил}}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (20)$$

$W$  нь нэрлэсэн ачааллын үед гаралтын хүч, Вт;  $\tau_{\text{жилийн}}$  нь жилийн цаг.

*V. Түлшний хэмнэлт болон нүүрсхүчлийн хийн ялгаруулалтын тооцоо*

Нарны эрчим хүчийг нүүрсээр ажилладаг дулааны цахилгаан станцад нэгтгэх нь нүүрсний хэрэглээ болон бохирдуулагч бодисын ялгаруулалтыг, ялангуяа  $\text{CO}_2$ -ыг эрс бууруулах боломжтой. Нүүрсний хэрэглээний жилийн бууралтыг дараах томъёогоор тооцоолно.



$$\Delta m_{\text{нүүрс}} = m_{\text{нүүрс.жиш}} - m_{\text{нүүрс.ННХ}} = \sum_{n=1}^{8760} \frac{Q_{b,\text{жишиг}} - Q_b}{\eta_b \cdot Q_{LHV,\text{жишиг}}} \quad (21)$$

$m_{\text{нүүрс.жиш}}$  нь жишиг цахилгаан станцын нүүрсний жилийн хэрэглээ, кг/с;  $m_{\text{нүүрс.SCHPG}}$  нь ННХ системийн жилийн нүүрсний хэрэглээ, кг/с;  $Q_{b,\text{жишиг}}$  жишиг зуух n-р цагийн дулаан, кВт,  $\eta_b$  - уурын зуухны үр ашиг, %;  $Q_{LHV,\text{жишиг}}$  жишиг нүүрсний LHV, кЖ/кг.

CO<sub>2</sub> ялгаруулалтын жилийн бууралтыг дараах томъёогоор тооцоолно.

$$\Delta CO_2 = \sum_{n=1}^{8760} \frac{CO_{2,\text{жишиг}} - CO_{2,\text{ННХ}}}{CO_{2,\text{жишиг}}} \cdot 100 (\%) \quad (22)$$

Энд  $CO_{2,\text{жишиг}}$  нь n-р цагт жишиг цахилгаан станцын CO<sub>2</sub> ялгаруулалт, кг/с;  $CO_{2,\text{ННХ}}$  нь ННХ системийн n дэх цагийн CO<sub>2</sub> ялгаруулалт, кг/с.

3-р хүснэгт. Эдийн засгийн тооцоолол хийхэд ашиглагдах ПАРАМЕТРУУД

Өртөгийн параметрууд	Утга	Нэгж
Нарны талбар	250	\$/ м2
Дулаан хадгалах байгууламжийн	50	\$/ кВтц
Дулаан солилцуурын шингэнийн систем	40	\$/ кВтц
Дулаан солилцуур	895,000	\$
Тооцоолоогүй зардал	10	Үндсэн төлбөрийн %
Инженер, барилга байгууламж, угсралт, төсөл	18.5	Үндсэн төлбөрийн %
Засвар үйлчилгээ	1.5	Үндсэн төлбөрийн %
Ашиглалтын хугацаа	30	жил
Хүүгийн хувь	5	%

### С. Эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо

Эрчим хүчний тэгшитгэсэн өртөг (LCOE) нь ННХ системийн эдийн засгийн үр ашгийг үнэлэх гол шинж чанар юм. ННХ системийн эдийн засгийн шинжилгээг тооцоолох үндсэн анхны хөрөнгө оруулалтыг 3-р хүснэгтэд нэгтгэн үзүүлэв. LCOE - ийг дараах томъёогоор тодорхойлж болно.

$$LCOE = \frac{(CC \cdot CRF) + O\&M}{E_{\text{нар}}^{\text{жил}}} \quad (23)$$

CC нь нарны талбар нэмэгдсэн нийт хөрөнгийн зардал, ам.доллар; CRF нь хөрөнгийн нөхөн сэргээх фактор юм; O&M жилийн ашиглалт, засвар үйлчилгээний зардал, ам.доллар.

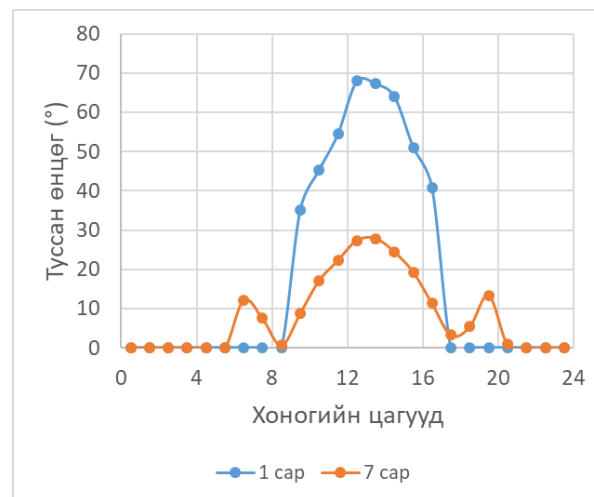
Хөрөнгийг нөхөх хүчин зүйлийг дараах томъёогоор тодорхойлж болно.

$$CRF = \frac{r(r+1)^D}{(r+1)^D - 1} \quad (24)$$

r нь хүүгийн хувь, %; D нь цахилгаан станцын ашиглалтын хугацаа, жил. ННХ системийн үйл явцын схемийг загварчлахын тулд SAM процессын симуляцийн багцыг ашигладаг. ННХ системийн

процессын схем нь эрчим хүчний блок болон ПТК нарны талбай зэрэг хоёр хэсгээс бүрдэнэ. ННХ системийн үйл ажиллагааны гүйцэтгэлийг үнэлэхийн тулд процессын схемийн загварчлалыг 3-р зурагт үзүүлсэн логик урсгалын диаграммын дагуу гүйцэтгэнэ. ННХ системийн үйл ажиллагааны гүйцэтгэл нь үндсэндээ хоёр өөр хүчин зүйлээс хамаардаг. Эрчим хүчний үйлдвэрлэлт болон нарны цацраг.

### IV. ҮР ДҮН



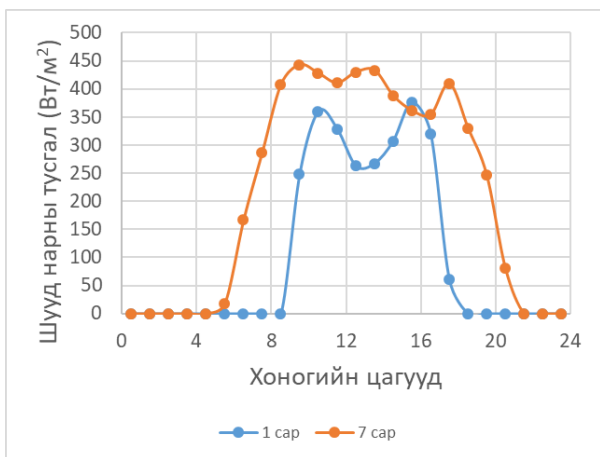
4-р зураг. Туссан өнцгийн 1, 7 сарын өөрчлөлтүүд

Нарны талбарын системийн үйл ажиллагааны гүйцэтгэлийг үнэлэхийн тулд хэвийн ачааллын

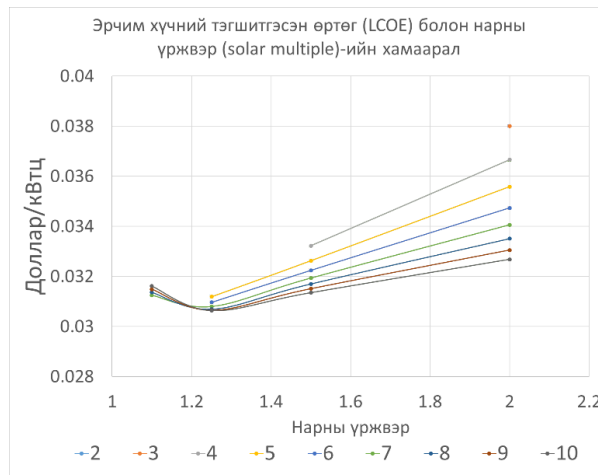
хоёр өөр жишиг саруудын дунджаар 24 цагийн турш цаг хугацаанаас хамааралтай симуляцид дүн шинжилгээ хийсэн. Сонгосон хоёр сар нь 1-р сар, 7-р сар бөгөөд өвөл, зуны улирлыг төлөөлүүлсэн. Орхон аймгийн 1-р сар, 7-р сарын дундаж өдрийн DNI-ийн өөрчлөлтийг 4-р зурагт үзүүлэв.

Дулаан хуримтлуурын хадгалах хугацаа 7 цаг байхад өдрийн ачаалал 6-р сард ямар байхыг уг 4-р зургаас харж болно. Цэнхэр шугамаар нарны талбарын дулаан үйлдвэрлэлийг харж болно. Нар нь өдрийн турш байрлал нь өөрчлөгдөж, тухайн үеийн цаг уурын байдлаас байнга хамаарч байдаг тул хэлбэлзэл өндөртэй байна. Харин дулаан хуримтлуурыг ашигласнаар хэлбэлзлийг багасгаж тогтмол дулаан нийлүүлж байгааг харж болно. Түүнээс гадна нар жаргахад дулаан хуримтлуур нь дулааныг ялгаруулсаар шөнийн 1:00 цаг хүртэл хангах боломжтой байна.

Цаг хугацаанаас хамааралтай тоон симуляцийг нэрлэсэн ачаалал дээр шинжилдэг. Өглөө нарны цацраг хангалттай хэмжээнд хүрэх үед нарны талбар ажилладаг.



5-р зураг. Шууд нормал тусгал ын 1, 7 сарын өөрчлөлтүүд (DNI)



6-р зураг. Шууд нормал тусгал ын 1, 7 сарын өөрчлөлтүүд (DNI)

Үүний зэрэгцээ нарны талбарын тусламжтайгаар уурын массын зарцуулалт, нүүрсний хэрэглээ багасдаг. Ашиглалтын ижил нөхцөлд ажиллаж байгаа жишиг цахилгаан станцын загварын үр дүнтэй системийн загварын үр дүнг харьцуулах нь нэмэлт эрчим хүч гаргахаас гадна нүүрс хэмнэх боломжийг олгодог. 5-р зурагт 6-р сарын DNI утгууд дундаж өдрийн турш ажиллах горим дахь эрчим хүчний гаралтыг харуулав. 6-р зурагт үзүүлснээр нарны талбай зуны улиралд 7 цагаас 20 цаг хүртэл ажиллана. Нарны талбар ажиллаж байх үед PV горим дахь эрчим хүчний гаралт нь нэрлэсэн ачааллаас ихэсдэг бол FS горимд цахилгаан гаралт тогтмол байна. PV горим дахь нүүрсний хэрэглээ нь жишиг цахилгаан станцаас арай өндөр байна. Долдугаар сард дунджаар нарны налбарыг ашиглах хугацаанд эрчим хүчний үйлдвэрлэлийг 10.5 МВт байсан. Нарны талбай ажиллаж байх үед FS горим дахь нүүрсний хэрэглээ нэрлэсэн ачааллаас багасдаг бол PV горимд нүүрсний хэрэглээ тооцооны хэмжээнээс арай өндөр байна. Үр дүн нь ННХ системийн үйл ажиллагааны гүйцэтгэл нь жилийн улирлаас ихээхэн хамаардаг болохыг харуулж байна. Өвлийн улиралд тохиолдох өнцгийн улмаас ННХ системийн ашиглалтын үзүүлэлт зуны улирлаас хамаагүй доогуур байдаг.

6-р зурагт нарны үржвэрийн LCOE-д үзүүлэх нөлөөг тодорхой харуулсан. Нарны талбарын хамгийн оновчтой талбайг нарны үржвэрийг ашиглан хамгийн бага LCOE-ээр тооцоолсон 6-р зурагт үзүүлснээр нарны үржвэр нэмэгдэхэд LCOE буурч, хамгийн бага утгад хүрч, дараа нь дахин нэмэгдэнэ. Хамгийн бага LCOE-д тохирох нарны үржвэрийг ойролцоогоор 1.25 гэж тооцоолсон.

#### 4-р ХҮСНЭГТ. ТООЦООНЫ ҮР ДҮН

Хэмжигдэхүүн	Утга
Жилийн үйлдвэрлэх дулааны эрчим хүч	33,344,184 кВтц
Жилийн хөлдөөхөөс хамгаалах эрчим хүч (year 1)	39,235 кВтц
Багтаамжийн фактор	29.2%
Жилийн цахилгааны ачаалал (year 1)	184,545 кВтц
Дулааны тэгшитгэсэн өртөг	0.031 доллар/кВтц

#### V. ДҮГНЭЛТ

CSP технологийг ердийн нүүрсээр ажилладаг цахилгаан станцад нэгтгэх нь үйл ажиллагааны гүйцэтгэлийг сайжруулах, хорт бодисын ялгарлыг бууруулах хамгийн сайн арга замуудын нэг юм. Парабол тэвш нарны талбайг суурилуулсны дараа 53 МВт-ын хүчин чадалтай ДЦС-ын ашиглалтын үзүүлэлт жишиг цахилгаан станцтай харьцуулахад мэдэгдэхүйц сайжирсан. 53 МВт-ын хүчин чадалтай ДЦС-ын үйл ажиллагааны гүйцэтгэлийг түлш хэмнэх горимоор хийсэн. Түүнчлэн, дизайны горим дахь ННХ системийн ажиллагааны гүйцэтгэлийг DNI утга ба тусгалын өнцгийг харгалзан хоёр өөр сарын дундаж өдрийн турш судалсан. Зуны улиралд ННХ системийн ашиглалтын үзүүлэлт өвлийн улиралтай харьцуулахад DNI утга, туссан өнцгийн улмаас мэдэгдэхүйц өндөр байдаг. Тэжээлийн ус руу шилжүүлсэн нарны дулааны эрчим хүч нь 7-р сард 10.4 МВт байв. Жишиг цахилгаан станцтай харьцуулахад түлш хэмнэх горимд нүүрсний хэрэглээ цагт 6.57 тн-оор багасч жилдээ 15275 тн нүүрс хэмнэхээр байна. Үүнийгээ дагаад нүүрсхүчлийн хийн ялгарал цагт 9.72 тн-оор багасч нүүрсхүчлийн хийн ялгарлыг жилдээ 22607 тн-оор бууруулахаар байна. Нарны талбарын хамгийн оновчтой талбайг харгалзан хамгийн бага LCOE нь 0.31 доллар / кВт цаг байв. ННХ систем нь түлшний зарцуулалтыг бууруулснаар эдийн засгийн өндөр үр өгөөж авах боломжтой. Үр дүнд нь ННХ систем нь нүүрсстөрөгч багатай эрчим хүчний ирээдүй рүү шилжихэд ихээхэн хувь нэмэр оруулж болохыг харуулж байна.

## ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажлыг хийхэд дэмжлэг үзүүлж, хамтран ажилласан Дэлхийн Эрчим Хүчний Зөвлөлийн Монгол дахь салбар хороо, Монгол Энержи клуб, ШУТИС ЭХС-ийн докторант багш Ш.Энхбаяр, “Ирээдүйн Эрчим Хүчний Манлайлагч-2021” хөтөлбөрийн зохион байгуулагчдад талархал илэрхийлье.

## НОМЗҮЙ

- [1] M. A. S. N. u. R. Ahsan Alam, "Solar feed water heating feasibility for a conventional steam power plant," *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 31, p. 3573–3580, 2017.
- [2] R. SantanuPramanik, "A review of concentrated solar power hybrid technologies," *Applied Thermal Engineering*, vol. 127, pp. 602-637, 2017.
- [3] E. S. B. G. L. A. M. B. D. D. H. H. T. Yong Shuai, "Performance analysis of 200 MW solar coal hybrid power generation system," *Applied Thermal Engineering*, vol. 183, 2020.
- [4] NREL, "NREL's standard system advisor model library (SAM), Solar and Weather Data of Erdenet," 2017.
- [5] Association of German Engineers, VDI Heat Atlas (English version), 2nd ed., Darmstadt: Springer-Verlag, 2010.
- [6] S. W. A. T. U. H. Juergen H.Peterseim, "Concentrated solar power hybrid plants, which technologies are best suited for hybridisation?," *Renewable Energy*, vol. 57, pp. 520-532, 2013.
- [7] G. M. S.D.Odeh, "Modelling of parabolic trough direct steam generation solar collectors," *Solar Energy*, vol. 62, pp. 395-406, 1998.
- [8] A. A. J. M.-V. M. V. M.J. Montes, "Solar multiple optimization for a solar-only thermal power plant, using oil as heat transfer fluid in the parabolic trough collectors," *Solar Energy*, vol. 83, p. 2165–2176, 2009.
- [9] Y. S. B. L. E. G. O. C. H. T. E. Shagdar, "Analysis of heat flow diagram of small-scale power generation system: Innovative approaches for improving techno-economic and ecological indices," *Science China Technological Sciences*, vol. 63, p. 2256–2274, 2020.

# БАЯНЗҮРХ ДҮҮРЭГТ ҮҮССЭН ХАЛИАНЫ УСЫГ ЦЭВЭРШҮҮЛЭН АМГАЛАН ДУЛААНЫ СТАНЦАД ДАХИН АШИГЛАХ СУДАЛГАА

Дорлиг Хишигшинэн<sup>1</sup>, М. Анужин<sup>2</sup>  
Монгол улс, Улаанбаатар, Эрчим Хүчний Яам  
Амгалан Дулааны Станц ТӨХК  
[khishigshinendorlig@gmail.com](mailto:khishigshinendorlig@gmail.com)

*Хураангуй*— Сүүлийн жилүүдэд дэлхий даяар цэнгэг усны нөөц багасч байгаатай уялдуулан усыг цэвэршүүлэх, дахин боловсруулах асуудал хамгийн чухал болоод байна. Манай орны эрчим хүчний үйлдвэрүүд ихэвчлэн гүний усыг цэвэрлэн ашигладаг. Амгалан дулааны станц нь одоогоор 5 гүний худаг ашиглаж байгаа бөгөөд ундрагын хэмжээ 79.24 тн/цаг (1902 тн/өдөр) байна. Үйлдвэр орчмын талбайд гидрогеологичдийн хийсэн судалгаагаар гүний усны эх үүсвэр муутай, одоогийн ашиглаж байгаа худагуудын ундарга жил бүр буурч байгаа тул цаашид усны эх үүсвэрийн дутагдалд орох магадлалтай байна. Энэхүү судалгаа нь хаягдалгүй эдийн засгийн зарчим, ногоон хөгжлийн хандлагад суурилан халианы усыг цэвэрлэн эргүүлж Амгалан дулааны станцын ус хангамжид дахин ашиглан усны эх үүсвэрийг нэмэгдүүлэх зорилготой судалгааны эхлэл хэсэг юм. Энэхүү ажлыг хэрэгжүүлснээр дулаан үйлдвэрлэлийн технологид ашигладаг гүний цэнгэг усны хэмжээ буурч, тус орчны усны чанар сайжирч, иргэдийн эрүүл мэнд, амьжиргаа шууд бус үр нөлөөгөөр нэмэгдэнэ. Энэ зорилгын хүрээнд орчин үеийн ус боловсруулах өртөг багатай аргуудыг судлах нь дулаан үйлдвэрийн процессын нэмэлт зардлуудыг багасгах, байгаль орчинд хор нөлөөгүй аргуудыг судлах нь чухал юм. Халианы усанд бүрэн шинжилгээ хийхэд байгалийн усны ангиллаар сульфат ангийн, кальцийн бүлгийн 2-р төрлийн ус бөгөөд чанарын хувьд давсархаг буюу их эрдэсжилттэй (нийт хатуулаг нь 14.16 мг-экв/л, ерөнхий шүлтлэг нь 7.2 мг-экв/л) байгаа нь гүний усны нийт хатуулагаас 3 дахин, шүлтлэгээс 2 дахин их, мөн нэг шатны ус зөөлрүүлэх төхөөрөмжид ашиглах үйлдвэрлэгчээс заасан усны хатуулагийн хэмжээнээс 2 дахин их, “Дулааны шугам сүлжээний нэмэлт усны чанар” нормын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээг давсан үзүүлэлттэй байна. Энэхүү судалгаанд ус боловсруулах физик-химийн болон орчин үеийн цахилгаан химийн аргуудыг авч үзсэн. Лабораторийн нөхцөлд коагулянтыг шохойтой хослуулан бүлэгнүүлсэнээр хатуулаг, шүлтлэгийг бууруулсан ба флокулянтаар rheoPoc 5250 ашиглан өөр өөр агуулгаар туршиж зохистой хэмжээг тодорхойлсон, шохойг ашиглан туршилтын орчныг рН-10.1 болгосноор хатуулгийг 50%-тай, шүлтлэгийг 33.4%-тай бууруулсан.

*Түлхүүр үг*— Халианы ус, Коагулянт, Шохой, Халианы ус шинж чанар, Ус боловсруулах аргууд

## I. УДИРТГАЛ

Дэлхийн улс орны нийгэм, эдийн засгийн хөгжлийг урагшлуулагч хамгийн чухал хөдөлгүүр бол эрчим хүч билээ. Гэвч эрчим хүчнийхээ эх үүсвэр болох нүүрс, усыг хэрэглэх технологиудыг байгальд ээлтэй болгох зайлшгүй шаардлагын өмнө ирээд байна. Монгол улс нь ногоон хөгжлийн зарчмыг дэмждэг бөгөөд тус зарчмыг хэрэгжүүлэхээр дараах ажлуудыг бодлогын баримт бичигт төлөвлөсөн байдаг. Энэхүү баримт бичигт Улаанбаатар хотын томоохон дулааны цахилгаан станцуудын хэрэглээг төв цэвэрлэх байгууламжаас гарч буй хаягдал усыг цэвэрлэн, ашиглах зөвлөмжийг гаргасан байдаг [6]. Ногоон технологи гэдэгт хувь хүний хийж гүйцэтгэж чадах энгийн хялбар ажилбараас мэргэжилтнүүдийн ур чадвар шаардсан технологийн хүрээнд шийдэгдэх асуудал хүртэлх ажилбаруудыг багтаан ойлгож болно. Хаягдалгүй эдийн засгийн үндсэн зарчим нь хязгаарлагдмал нөөцтэй гүний усыг байнга ашиглахаас зайлсхийж, хэрэглэсэн усаа аль болох дахин циклээр ашиглахад үндэслэгдэнэ. Энэ зарчмыг усны салбарт түгээмэл хэрэгждэг жишээ бол Ус-Эрчим хүчний харилцан хамаарал дээр үндэслэн бий болгосон систем юм [2].

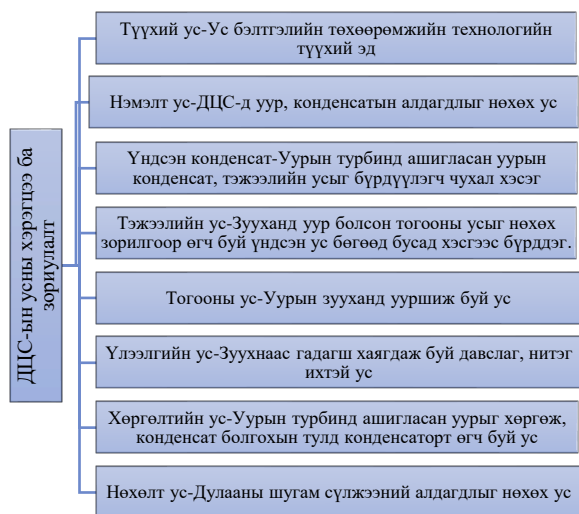
Монгол улсын хэмжээнд хэрэгжүүлж буй ногоон хөгжлийн хүрээнд Дэлхийн Банкны 2030 Усны Нөөцийн Бүлэг БНСУ-ын Хүрээлэн буй орчин,

технологийн хүрээлэн (KEITI)-тэй хамтран Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн, 7, 8, 10 болон 17 хорооны нутаг дэвсгэрт Сэтгэцийн эрүүл мэндийн үндэсний төв (СЭМҮТ)-ийн хаягдал бохир ус болон Шар хадны булгийн уснаас үүсдэг халиаг нарийвчлан судалж, эдгээр эх үүсвэрүүдийг цуглуулан цэвэрлэж Амгалан дулааны станцын өргөтгөлийн усны эх үүсвэрт ашиглах, төслийн судалгааны хүрээнд ашиглагч байгууллагын санал хүсэлтийг авах, хамтран ажиллах хүсэлтийн дагуу дараах судалгаа хийх боломж бидэнд гарсан юм.

Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн 8, 9, 10, 17-р хорооны өрхүүд жил бүр СЭМҮТ-с хаядаг 54000 тонн хаягдал ус, 132,000 тонн гүний усны нөлөөгөөр үүсдэг халианд автаж, эд хөрөнгө, эрүүл мэндээрээ хохирдог. Тус бүсэд орших Амгалан дулааны станц 5 гүний худгаар дамжуулж өдөрт 1900 м<sup>3</sup> гүний ус хэрэглэдэг. Амгалан дулааны станцыг 2022-2023 онд өргөтгөхтэй холбоотойгоор усны хэрэглээ өдөрт 6000 м<sup>3</sup> болж нэмэгдэх тул усны нэмэлт эх үүсвэр олох шаардлага үүссэн[3].

### 1. Эрчим хүчний ус

Дулааны цахилгаан станцад ашиглагдах технологийн усны төрлүүдийг дараах бүдүүвчээр үзүүлэв:



1-р зураг. Дулааны цахилгаан станцын усны хэрэгцээ ба зориулалтын ангилал

## 2. Эрчим хүчний усыг дахин ашиглах, боловсруулах аргууд

Дулаан хангамжийн системийн найдвартай ажиллагааг хангах гол хүчин зүйлүүдийн нэг усны эх үүсвэр болон усны чанар юм. Дулааны станцад хэрэглэх усны ерөнхий хатуулаг, шүтлэгийн хэмжээнээс хамаарч ихэвчлэн нэг ба хоёр шатны натри катионжуулалтаар боловсруулан, хийгүүжүүлж нэмэлт(нөхөлт) усаа бэлтгэдэг. Монгол улсын өндөр хүчин чадал бүхий дулааны цахилгаан станцууд нь гадаргын болон гүний усыг боловсруулах технологийн схемтэй бөгөөд хими, физикийн, ион солилцох, мембран технологийн аргуудыг хэрэглэдэг. Дахин ашиглах ус боловсруулах физик, химийн аргуудыг дараах байдлаар анхан шатны, хоёрдогч, гуравдагч шатны гэж ангилж үздэг [10].



2-р зураг. Усыг боловсруулах, дахин ашиглахад хэрэглэгддэг уламжлалт аргууд [9].



3-р зураг. Усыг боловсруулах, дахин ашиглахад хэрэглэгддэг орчин үеийн аргууд

## 3. Усны бохирдол

Үйлдвэр аж ахуй болон ахуйн бохирдол усыг боловсруулан дахин ашиглах боломжтой салбаруудыг үзүүлэв.



4-р зураг. Усыг дахин ашиглах боломжтой салбарууд (2020 оны байдлаар) [6]

Ус бол бидний өдөр тутмын амьдралд маш чухал ач холбогдолтой тул чанарыг нь сайжруулах, хадгалах хэрэгцээ тасралтгүй өсөн нэмэгдэж байна. Усны бохирдлын гол эх үүсвэр нь үйлдвэр, ахуйн болон хөдөө аж ахуйн үйл ажиллагаа, байгаль орчны бусад өөрчлөлтөөс үүдэлтэй. Гадаргуун болон гүний эх үүсвэр нь янз бүрийн шинж чанартай усыг агуулдаг. Усны шинж чанар нь байгалийн усанд байгаа органик бус бодисууд болон бичил биетний хэмжээгээр тодорхойлогддог. Байгалийн усан дахь эдгээр бодисууд нь тунадас, коллоид, уусмал байдалтай байна. Байгалийн усны шинж чанарыг физикийн, химийн, бактериологийн гэж ангилна. Усыг бохирдлоор нь органик ба эрдсийн бохирдолтой, үйлдвэрийн бохир ус, ахуйн бохир ус гэх ба үйлдвэрийн бохир усыг дотор нь бохирдсон ба бохирдоогүй гэж ялгана [1].

#### 4. Байгалийн усны ангилал

Гүний ус нь тунгалаг, давсархаг, шорвог ус байдаг. Манай орны ундны усанд хэрэглэж байгаа гүний ус ихэвчлэн төмрийн агууламж их байдаг боловч гадаргуун усыг бодвол бохирдолт багатай. Гадаргын усны найрлага нь 1-рт газрын гүнээс мантийн давхрааны хийгүйжүүлэлтийн процессоор ялгарч байгаа хий. 2-рт усны газрын гадаргийн бялхамал чулуулгуудтай харилцан үйлчлэх үйлчлэлийн дүнд үүссэн химийн бүтээгдэхүүн зэргээс бүрдэнэ. Байгалийн усанд уусан бодисын найрлагаар нь 5 ангилж болно. Үүнд:

- Гол ионууд ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )
- Ууссан хий ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ )
- Биогенийн элементүүд(азот, фосфор, цахиурын нэгдэлүүд)
- Микроэлементүүд (дээрхээс бусад үлдсэн химийн бүх элементүүд)
- Органик бодисууд[8].

#### II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн 7, 8, 10, 17 дугаар хорооны нутагт орших халианы ус цуглардаг 8-р худагаас төлөөлөх дээжийг авч судалгаанд ашигласан. Дээжин дэх усны химийн чанар, найрлага, бохирдлыг тодорхойлохын тулд физик-химийн 24 үзүүлэлт, нянгийн 5 үзүүлэлт, микроэлементийн 21 үзүүлэлтийг “Монгол –Ус” ТӨҮГ-г болон “МУИС” Химийн технологийн лабораторид шинжилсэн.



5-р зураг. Судалгааны дээж авсан байрлал



6-р зураг. Амгалангийн дулааны станцын орчимын халианы ус

Байгалийн усны химийн найрлагыг анион, катионы харьцаагаар нь оросын эрдэмтэн О.А.Алекины ангиллаар ангилав [8]. Судалгааны объект болох халианы шинжилгээний үр дүнд боловсруулалт хийж үнэлгээ өгөхдөө манай улсад мөрдөгдөж буй стандарт нормуудтай харьцуулсан. Үүнд:

- Хүрээлэн байгаа орчин. Усны чанар. Хаягдал ус. Ерөнхий шаардлага, MNS 4943:2015
- Дахин ашиглах цэвэрлэсэн ус. Техникийн ерөнхий шаардлага. MNS 6734:2018 /Дулааны станц/
- Эрчим хүчний тоног төхөөрөмж, байгууламжийн техник ашиглалтын дүрэм, 2003 он

#### III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Манай орны гол мөрний байгалийн усны химийн найрлагын нийтлэг шинж чанар нь анионоос гидрокарбонатын ( $\text{HCO}_3^-$ ), катионоос кальцийн ион зонхилох ба үндсэн ионы агууламжийн 80- аас дээш хувьд катионы харьцаа  $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$ , анионы харьцаа  $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$  байдаг. Судлаачид манай гол мөрний эрдэсжилтийн агууламжийг Алекин болон Полийн ангиллаар ангилж үзээд гидрокарбонатын ангийн кальцийн бүлгийн цэвэр цэнгэг устай гэж тодорхойлсон байна. Харин өвлийн болон хаварзуны гачиг үе, ган гачиг болсон бага устай жилд  $\text{Na} + \text{K}$  ион нь  $\text{Ca}^{2+}$  ионыг давамгайлах нь ажиглагддаг [7]. Харин бидний судалгааны дүнгээр халианы ус нь байгалийн усны ангиллаар сульфат ангийн, кальцийн бүлгийн 2-р төрлийн ус байна. Чанарын хувьд давсархаг буюу их эрдэсжилттэй (нийт хатуулаг нь 14.16 мг-экв/л, ерөнхий шүлтлэг нь 7.2 мг-экв/л) байгаа тул дээрх хаягдал усыг боловсруулах оновчтой технологийн сонголтыг хийх нь чухал юм.

1-Р ХҮСНЭГТ. МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ /MNS 4943:2015/ БОЛОН  
ДАХИН АШИГЛАХ ЦЭВЭРЛЭСЭН УСНЫ ТЕХНИКИЙН ЕРӨНХИЙ  
ШААРДЛАГУУДАЙ /MNS 6734:2018/ СУДАЛГААНД АВСАН  
ДЭЭЖИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮНГ ХАРЬЦУУЛСАН БАЙДАЛ

№	Үзүүлэлт	Норм	Зөвшөөрөгдөх хэмжээ		Худаг №8	
			Хүрээлэн байгаа орчин. Усны чанар. Хаягдал ус. Ерөнхий шаардлага MNS 4943:2015	Дахин ашиглах цэвэрлэсэн ус. Техникийн ерөнхий шаардлага. MNS 6734:2018 /Дулааны станц/	Оролт	Гаралт
2	pH	1-14	6--9	6--8	7.93	8.26
3	Үнэр		Илрэхгүй		2	2
4	Умбуур бодис	мг/л	30	20	231	529
5	БХХ	мгО/л	20	10	780	620.9
6	ХХХ	мгО/л	50		1279	1802
7	ПИЧ	мг/л	20		40	45
8	Эрдэжилт	мг/л	1000	1000	1012.6	1410
9	TN	мгN/л	15		23.37	24.95
10	TP	мгP/л	1.5		28.8	28.96
11	H <sub>2</sub> S	мг/л	0.5		119	59.5
12	Үлдэгдэл хлор	мг/л	1	0.2-1	<0.03	3.42
13	Нийт төмөр Fe <sup>2+3</sup>	мг/л	1		0.105	0.2
14	Өөх тос	мг/л	5		<0.5	12.3

Хүснэгт 1-ээс харахад судалгааны дээж нь Монгол улсын стандарт /MNS 4943:2015/ болон дахин ашиглах цэвэрлэсэн усны техникийн ерөнхий шаардлагууд /MNS 6734:2018/-ын зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давсан байна. Стандартаас давсан үзүүлэлтийн дурдвал эрдэжилт 1.0 г/л байхад тохиромжтой гэж үздэг ба бидний судалгааны дүнгээр үүссэн халианы усны нийт эрдэжилт 1.4г/л гарсан.

2-Р ХҮСНЭГТ. Дулааны шугам сүлжээний усны чанарын НОРМ

Үзүүлэлт	Нэгж	Дээж	ТАД-ийн зааснаар (4.7.33)*	Үйлдвэрлэгчийн норм
			Зөвшөөрөгдөх хэмжээ	
pH		7.4	8.3-9.5	7-11
Булингар	NTU	1	5	≤5
Ерөнхий хатуулаг	мкг-экв/ дм <sup>3</sup>	14000	-	600
Ерөнхий шүлтлэг	мкг-экв/ дм <sup>3</sup>	7200	-	-
Төмөр	мкг/ дм <sup>3</sup>	0.2	0.5	0.05
Ууссан хүчилтөрөгч	мкг/ дм <sup>3</sup>	7800	50	100
Тослог	мг/дм <sup>3</sup>	-	1.0	≤2
Ус зөөлрүүлэх 1 шатны төхөрөөмжид	мкг-экв/ дм <sup>3</sup>	14000	-	<6500

Амгалан дулааны станцад ашиглагдаж байгаа усан халаалтын зуух (QXF-116-1.6- 130/70-АП марк)-ны үйлдвэрлэгчээс мөрдөх усны норм болон Эрчим хүчний техник ашиглалтын дүрмийн (4.7.33)\* дулааны шугам сүлжээний усны чанарын нормыг Хүснэгт 2-т үзүүлэв.

Тус судалгаанд ашигласан халианы ус Амгалан дулааны станцад мөрдөх нэмэлт усны чанарын нормын ихэнх үзүүлэлтээс давсан тул технологийн шаардлагад нийцүүлэн цэвэрлэж дахин ашиглах боломжтой. Дээрх стандартаас хэтэрсэн үзүүлэлтүүдийг судлаж тэдгээрийг багасгах аргыг туршиж үзсэн. Халианы усанд хийсэн шинжилгээний үр дүн (Хүснэгт 1)-гээс харьцуулахад одоо ашиглаж байгаа гүний худагуудын усны нийт хатуулагаас 3 дахин, шүлтлэгээс 2 дахин их байна.

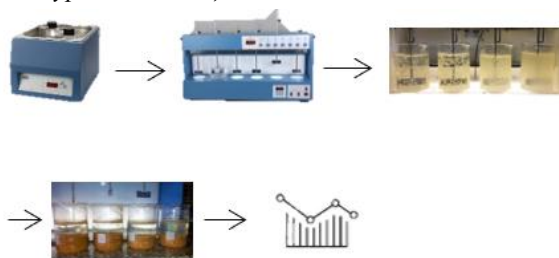
3-Р ХҮСНЭГТ. СУДАЛГААНД АШИГЛАГДАЖ БУЙ ХӨРСНИЙ УСНЫ ШИНЖ ЧАНАР

Үзүүлэлт	Туршилтын өмнө
pH	7.21
Хатуулаг (мг-экв/л)	14
Шүлтлэг (мг-экв/л)	7.2
Булингар	1
Хуурай үлдэгдэл	0.8

4-Р ХҮСНЭГТ. ХАЛИАНЫ УСАНД ХИЙГДСЭН ХИМИ-ФИЗИКИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ АРГУУД

Үзүүлэлт	Аргачлал	Лавлагаа
pH	pH метрийн арга	СА3.А-02
Хатуулаг	Комплексонометр-титрлэлтийн арга	СА3.А-06
Шүлтлэг	Эзэлхүүний титрлэлтийн арга	СА3.А-05
Булингар	Turbidity метрийн арга	
Хуурай үлдэгдэл	Жингийн арга	СА3.А-01

### 1. Туршилтын явц



Тунгалаг хэсгийг ялган хатуулаг, шүлтлэг, булингар, хуурай үлдэгдлийг тодорхойлсон

Туршилтыг явуулахдаа нийт 4 төрлийн 500мл дээжийг усан баннд 40°С хүртэл халаасан бөгөөд хутгагч багажинд зэрэг байрлуулан тус тус 1000ppm; 2000ppm; 3000ppm; 4000ppm агуулгатай коагулянтыг 1мл-ийг тус тус нэмж мөн шохойн сүүн уусмалаас pH-г 10.1 болтол хийж 240эрг/минут хурдтайгаар 5минут хутгасны дараа дахин 80эрг/минут хурдтайгаар 90мин хутгасан. Энэ үед цагаан өнгийн тунадас үүсч тунарч эхэлсэн,

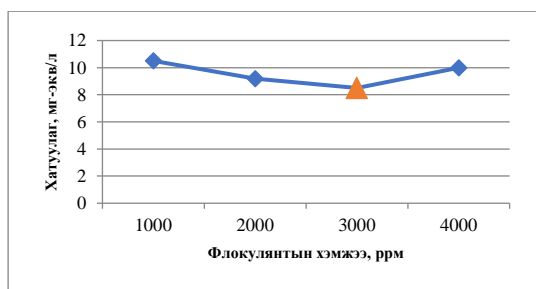
хугацааг дууссаны дараа дахин бүх үзүүлэлтүүдийг шинжилсэн(Хүснэгт 5).

## 2. Туршилтын үр дүн

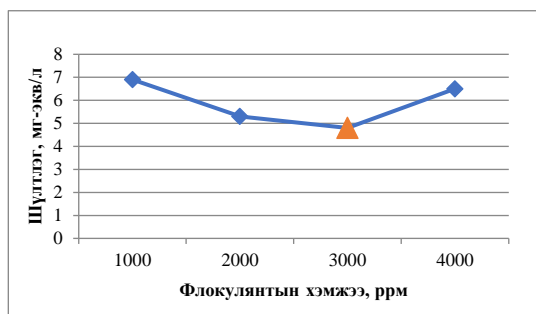
Лабораторийн нөхцөлд коагулянтыг шохойтой хослуулан бүлэгнүүлсэнээр хатуулаг, шүтлэгийг бууруулсан ба флокулянтаар rheofloc 5250 ашиглан өөр өөр агуулгаар туршиж зохистой хэмжээг тодорхойлсон, шохойг ашиглан туршилтын орчныг рН-10 болгосноор хатуулгийг 50%-тай, шүтлэгийг 33.4%-тай бууруулсан.

5-р ХҮСНЭГТ. ӨӨР ӨӨР АГУУЛГАТАЙ КОАГУЛЯНТЫГ рН-10.1 ОРЧИНД НЭМЖ ТУРШИЛТЫГ ЯВУУЛСАН ҮР ДҮН.

рН-10.1 болгосон шохойн оптимал хэмжээ нь 35мл-900ppm				
Коагулянт Rheofloc 5250	Нийт хатуулаг мг-экв/л	Шүтлэг мг-экв/л	Нийт хатуулаг, %	Шүтлэг, %
1000ppm	10.5	6.9	25	4.2
2000ppm	9.2	5.3	34.2	26.4
3000ppm	8.5	4.8	40.3	33.4
4000ppm	10	6.3	28.5	12.5



7-р зураг. Усны флокулянт агуулгаас хамаарсан хатуулагийн үзүүлэлт



8-р зураг. Усны флокулянт агуулгаас хамаарсан шүтлэгийн үзүүлэлт

Зохистой флокулянт хэмжээг хэд хэдэн туршилтын дараа гарган ирсэн нь 3000ppm болон рН-10 орчинд байсан бөгөөд хатуулаг, шүтлэгийн бууралт хамгийн өндөр байна.

## IV. ДҮГНЭЛТ

Халианы ус нь байгалийн усны ангиллаар сульфат ангийн, кальцийн бүлгийн 2-р төрлийн ус байна. Чанарын хувьд давсархаг буюу их эрдэсжилттэй, микроорганизмаар бохирдсон ус байна. Халианы ус нь унд ахуйн хэрэглээнд ашиглах боломжгүй зарим агууламж стандарт

түвшинээс давсан үзүүлэлттэй байна. Монгол улсын стандарт /MNS 4943:2015/ болон дахин ашиглах цэвэрлэсэн усны техникийн ерөнхий шаардлагууд /MNS 6734:2018/-ын зөвшөөрөгдөх хэмжээг хангахгүй байгаа тул дахин цэвэршүүлэх. Тус халианы усыг орчин үеийн өртөг зардал багатай цахилгаан химийн болон биологийн дэвшилтэт аргуудыг ашиглан боловсруулж Амгалан дулааны станцад мөрдөх нэмэлт усны чанарын норм, технологийн шаардлагад нийцүүлэн ашиглах шаардлагатай байна. Халианы усны хатуулаг, шүтлэгийг хэмжээг бууруулах судалгааг флокулянтыг /rheofloc 5250/ шохойтой хослуулан явуулж, тэдгээрийн зохистой хэмжээг тодорхойлсон ба шохойг ашиглан туршилтын орчныг рН-10 болгосноор хатуулгийг 50%-тай, шүтлэгийг 33.4%-тай бууруулсан. Халианы усыг ашигласнаар хүн амын эрүүл мэнд, эд хөрөнгийг хамгаалах, орчны бохирдлыг бууруулах, Улаанбаатар хотын газрын доорх усны нөөцийг хадгалах, хамгаалах, АДС-ын тогтвортой ажиллагааг бүрдүүлэх бүрэн боломж бүрдэх юм.

## НОМ ЗҮЙ

- [1] А.Доржпалам, Хими технологи, УБ, 2013он, хуу 95-106 "Гадаргын усны цэврийн зэргийн ангилал"
- [2] Байгаль орчны сайд, Эрүүл мэнд, нийгмийн хамгааллын сайдын 1997 оны 143/А/352 тоот тушаалын 3-р хавсралт
- [3] Баянзүрх дүүргийн зарим хороонд үүссэн халианы усыг цэвэршүүлэн дахин ашиглах төслийн урьдчилсан ТЭЗҮ боловсруулах судалгааны ажлын хэсэгээс Төсөл хэрэгжүүлэгч: Дэлхийн банкны 2030 Усны Нөөцийн бүлэг, Гүйцэтгэгч: ШУА-ийн Газарзүй Геоэкологийн хүрээлэн-2021 он
- [4] Гадаргын усны цэврийн зэргийн ангилал
- [5] Монгол Улсын Усны Нөөцийн тогтолцоо ба менежментийн тойм 2020оны 7-р сар Усны Аюулгүй Байдлын үнэлгээ
- [6] "Усны чанар, найрлага, бохирдолтонд үнэлгээ өгөх түр заавар" Усны хайгуул, "Монгол орны гадаргын усны нөөцийн судалгааны үр дүнгээс" Г. Даваа, Ус цаг уур, орчны судалгаа, мэдээллийн хүрээлэн
- [7] Цэнджав, Хими ус бэлтгэл, 2003он
- [8] Алекин О.А. "Основы гидрохимии" Гидрометеоздат. Ленинград. 1970. Ст 235
- [9] 2012, Chemical treatment technologies for waste-water recycling, Vinod Kumar Gupta
- [10] Common Boiler Feed Water Treatment in the Industry, IJRST –International Journal for Innovative Research in Science & Technology| Volume 1 | Issue 6 | November 2014 ISSN (online): 2349-601



# ХОГ ХАЯГДЛЫГ ШАТААЖ ЭРЧИМ ХҮЧ ҮЙЛДВЭРЛЭХ ДУЛААНЫ СТАНЦ

Лхасүрэн Амарбат, Батбуян Эрдэнэбаяр, Энх-Амгалан Ундрахцогт, Очирпүрэв Энхтөр  
Монгол улс, Улаанбаатар хот, “Улаанбаатар дулааны сүлжээ” Төрийн өмчит хувьцаат компани

**Хураангуй-Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн найдвартай ажиллагааг хангах, байгаль орчинд ээлтэй бичил эх үүсвэрийг үйлдвэрт нэвтрүүлэх, өсөн нэмэгдэх хэрэглээг хангах**

*Түлхүүр үг-Хог хаягдал, эрчим хүч, тулгамдаж буй асуудал, байгаль орчин, Гкал/ц*

## I. ОРШИЛ

Монгол Улсын Засгийн газрын 2018 оны 325-р тогтоолоор баталсан “Төрөөс эрчим хүчний талаар баримтлах бодлогыг хэрэгжүүлэх дунд хугацааны үндэсний хөтөлбөр” мөн “Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх Ерөнхий төлөвлөгөөний тодотгол, 2030 оны хөгжлийн чиг хандлага”-ийг үндэслэн салбарын зүгээс цахилгаан, дулааны эрчим хүчний найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх, эх үүсвэрийн суурилагдсан чадлыг нэмэгдүүлэх, дунд болон бага чадлын эх үүсвэрийг шаардлагатай байршилд барих, байгаль орчинд ээлтэй үйлдвэрлэлийг явуулахад онцгой анхаарч бодлогоор дэмжин ажиллаж байна.

Үндэслэл: Сүүлийн жилүүдэд Нийслэл хотын хүн ам, барилга байгууламж ихээр баригдаж байгаатай уялдан дулаан хангамжийн төвлөрсөн системээс хангагдаж байгаа хэрэглэгчийн тоо эрс нэмэгдэж горим ажиллагааны найдвартай байдал алдагдах нөхцөл байдал үүсээд байна.

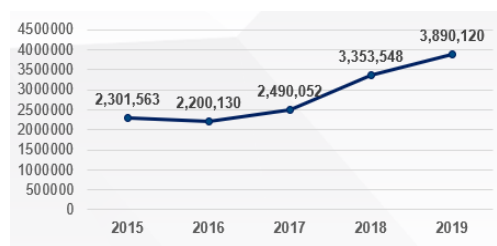
Иймд байгаль орчинд ээлтэй хог хаягдлыг шатааж дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх дулааны эх үүсвэрийг шинээр барих шаардлагатай байна. Хог хаягдлаар ажилладаг эх үүсвэр баригдсан нөхцөлд улс орны эдийн засагт болон хүрээлэн буй орчинд эерэг нөлөөллийг үзүүлэх сайн талтай юм.

Монгол улсын хүн амын өсөлт хурдацтай явагдаж, бараа бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэл, худалдаа үйлчилгээ жилээс жилд өргөжин тэлж, хүн амын орлого, хэрэглээний нэр төрөл нэмэгдэхийн хэрээр хог хаягдлын хэмжээ өсч, агаар орчинд сөрөг нөлөөллийг үзүүлж байна.

Монгол улсын хэмжээнд төвлөрсөн хогийн цэгт жилд дунджаар 3,8 сая тонн хог цуглардаг бөгөөд үүний **42%** буюу **1,662** сая тонн хог хаягдал Улаанбаатар хотын төвлөрсөн хогийн цэгт хүргэгдэн хаягдаж байна.

Эдгээр хог хаягдлыг дахин боловсруулах болон эрчим хүчний эх үүсвэрт ашиглан эдийн засгийн эргэлтэнд оруулах нь зүйтэй юм.

1-р хүснэгт. 2015-2019 оны хооронд төвлөрсөн хогийн цэгт хүргэгдэж буй хог хаягдлын хэмжээ



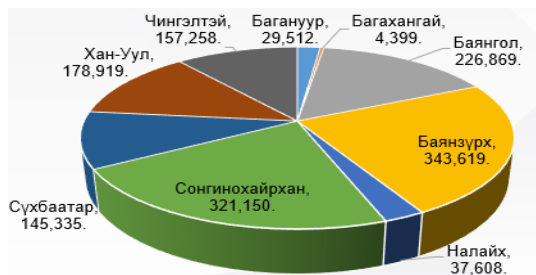
Улаанбаатар хотын төвлөрсөн цэгт буух хог хаягдлын хэмжээ жил бүр нэмэгдэх хандлагатай байна. Өсөлтийн шалтгаан:

- Хүн хүч, машин механизмын хүрэлцээ нэмэгдсэн;
- Бодлогоор улсын төсөв нэмэгдсэн;
- Хог хаягдлын бодлого хэрэгжсэн;
- Барилга, байгууламж эрчимтэй баригдсан;
- Гудамж, талбайд хогийн цэгүүд бий болсон;
- Улаанбаатар хотын хүн амын тоо нэмэгдсэн;

## II. УЛААНБААТАР ХОТЫН ХҮН АМ, ТӨВЛӨРӨЛ

Монгол улсын нийт газар нутгийн 0.3 хувийг эзлэх нийслэл Улаанбаатар хотод хүн амын 44,7 хувь нь /1,500,000 иргэн/ амьдардаг. 2020 оны байдлаар нийслэлийн Баянзүрх дүүрэгт 23.8 хувь, Сонгинохайрхан дүүрэгт 22.2 хувь, Баянгол дүүрэгт 15.7 хувь, Хан-Уул дүүрэгт 12.4 хувь, Чингэлтэй дүүрэгт 10.9 хувь, Сүхбаатар дүүрэгт 10.1 хувь, үлдсэн 4.9 хувь нь Налайх, Багануур, Багахангай дүүрэгт тус тус амьдарч байна.

Улаанбаатар хотын хэмжээнд 2016 онд 1 км<sup>2</sup> талбайд 294 хүн оршин сууж байсан бол 2020 оны эцэст 340 хүн болж хүн амын нягтрал сүүлийн 5 жилд 1.15 дахин өссөн үзүүлэлттэй байна.

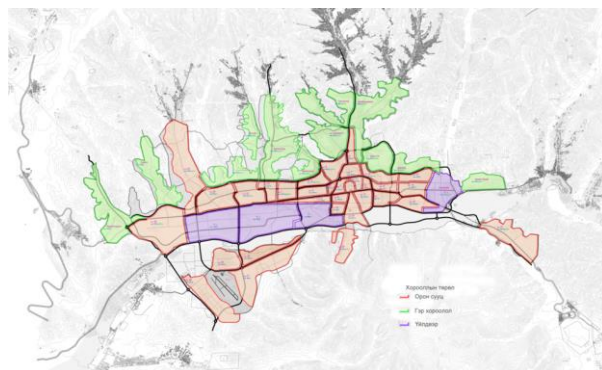


1-р зураг. Улаанбаатар хотын дүүргийн хүн амын үзүүлэлт

2-р хүснэгт. Сүүлийн 5 жилд төвлөрсөн хогийн цэгт ХҮРГЭГДСЭН

Засаг захиргааны нэгж	Нутаг дэвсгэр км²	Хүн амын нягтрал 1 км² талбайд				
		2016 он	2017 он	2018 он	2019 он	2020 он
Улаанбаатар хот	4 735.1	293.79	311.3	317.3	327.6	339.8
Баянзүрх	1 236.1	262.94	266.9	273.5	290.7	295.5
Сонгинохайрхан	1 200.1	263.03	265.8	268	272.8	279.6
Баянгол	24.4	7 266.12	7 386.6	7 600.1	7 658.2	7 850.7
Хан-Уул	501.9	329.02	339.6	359.7	386.4	404.3
Чингэлтэй	91.7	1 769.47	1 775.3	1 771.1	1 668.3	1 693.2
Сүхбаатар	210.8	655.32	658.9	679.9	692.9	693.9
Налайх	689.0	52.97	53.3	54.2	54.8	56.3
Багануур	625.0	46.72	46.6	47	46.1	47.3
Багахангай	156.1	29.59	29.4	30.4	29.5	31.9

даргын 2010 оны 05 дугаар сарын 26-ны өдрийн 350 дугаар захирамжийн дагуу Дэнжийн мянга, Сэлбэ, Дамбадаржаа, Толгойт, Шархад дэд төвүүдийн нутаг дэвсгэрийг төлөвлөлтийн нэгж хороололд хувааж засаг захиргаа, дэд бүтцийн үйлчилгээний иж бүрэн цогцолбор төлөвлөлтийг хийхээр төлөвлөгдсөн.



2-р зураг. Улаанбаатар хотын төлөвлөлтийн нэгж хороолол

Төлөвлөлтийн бүсүүд нь орон сууцны 22, орон сууц, олон нийтийн 10, гэр сууцны 10, үйлдвэрийн 5 буюу нийт 47 төлөвлөлтийн нэгж хороололос



3-р зураг. Улаанбаатарын хотын хэсэгчилсэн эх үүсвэр

бүрдэхээр төлөвлөсөн байна.

Улаанбаатар хотын хүн ам нэмэгдэхийн хэрээр хог хаягдлын хэмжээ жилээс жилд өсөн нэмэгдсээр байна.

3-р хүснэгт. Улаанбаатар хотын гэр хорооллыг хөгжүүлэх, хөрөнгө оруулалтыг дэмжих хөтөлбөрийн хамрах хүрээ

### III. УЛААНБААТАР ХОТЫН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ХЭТИЙН ТӨЛӨВ, ХОЛБОГДОХ АЧААЛАЛ

“Улаанбаатар хотын хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөө” боловсруулах тухай Монгол Улсын Засгийн газрын 2010 оны 1 дүгээр сарын 13-ны өдрийн 13 дугаар тогтоол, “Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөг шинэчлэн боловсруулах” тухай Нийслэлийн Засаг

Дэд төв	Байршил	Талбай, нийт (га)	Одоо байгаа айл		Төлөвлөлт	
			Өрх	Хүн ам	Өрх	Хүн ам
Баянхошуу	СХД 7,8,9,10,11,28,40	162	2,1	8,3	6,463	29,083
Сэлбэ	ЧД 14,18 СБД 13,14	156	2,9	10,9	6,520	23,5
Дамбадаржаа	СБД 16,17	71	1,0	4,2	1,903	7,1
Дэнжийн	ЧД	132	2,1	8,6	6,250	22,5

1000	9,10,11,12					41
Шархад	БЗД 8,9,10,17, 19,24	124	2,4	8,9	6,633	26,5
Толгойт	СХД 1,2,3,34,3 5	153	1,8	6,8	5,276	21,13
Нийт		798	12,6	47916	33,04	129,8

4-р хүснэгт. ЭХ ҮҮСВЭРҮҮДИЙН СУУРИЛАГДСАН ХҮЧИН ЧАДАЛ, ХӨЛБӨГДСӨН ХЭРЭГЛЭЭ, ХҮЛЭЭГДЭЖ БҮЙ ХЭРЭГЛЭЭНИЙ БАЛАНС

#### ХОГ ХАЯГДЛЫН СУДАЛГАА ТҮҮНИЙ МЕНЕЖМЕНТ

Зорилт

- Байгаль орчныг хамгаалах;
- Нөөц баялгийг хэмнэх;
- Эдийн засгийн үр ашигтай замаар хог хаягдлыг булаах, зайлуулах;
- Задардаггүй шинж чанартай хог хаягдлыг зайлуулах;

Хотын захын хэсэгт баригдах 6 дэд төвүүд болон бие даасан эх үүсвэрүүдийн зураг төсөл батлагдсан бөгөөд угсралтын ажил үе шаттайгаар хийгдэж байна. Хотын төвлөрсөн шугам сүлжээнд ойр зарим эх үүсвэрийг төвийн шугам сүлжээтэй холбон оргил ачааллын үед дэмжлэг үзүүлэн ажиллахаар төлөвлөн тооцоо судалгаа хийсэн. Тухайлбал Дэнжийн мянга дэд төвийн тооцоо судалгаа 2021 онд хийгдсэн бөгөөд хотын дулаан хангамжийн сүлжээтэй хослон ажиллах ТЭЗҮ болон зураг төсөл боловсруулан холбогдох газруудаар баталгаажуулсан.

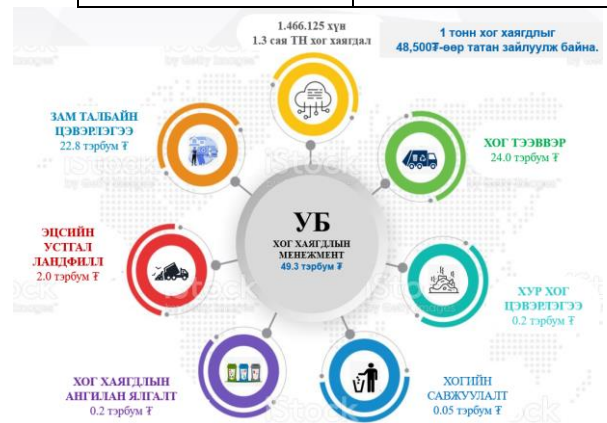
Мөн Шархад болон Толгойт дэд төвүүдийг төвлөрсөн дулаан хангамжийн системтэй хослон ажиллах боломжтой эсэх талаар тооцоо судалгааны ажил зөвшилцлийн хэмжээнд хийгдэж байна.

#### IV. УЛААНБААТАР ХОТЫН ТӨВЛӨРСӨН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

Сүүлийн жилүүдэд Улаанбаатар хот өргөжин тэлж хүн ам, барилга байгууламж хурдацтай нэмэгдэж байгаагаас хамаарч эрчим хүчний чадлын дутагдалд орж байна. Эрчим хүчний томоохон эх үүсвэр барихад хөрөнгө оруулалт, цаг хугацаа ихээр шаардагддаг тул бага оврын сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийг шинээр барих зайлшгүй шаардлага тулгараад байна.

Өнөөдрийн байдлаар Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбогдсон хэрэглэгчдийн дулааны тооцоот ачаалал  $Q_{хол}=3166.2$  Гкал/ц байгаа бөгөөд техникийн нөхцөлөөр олгогдсон хүлээгдэж буй дулааны ачаалал  $Q_{хүл}=473.42$  Гкал/ц байна. Энэ нь эх үүсгүүрүүдийн суурилагдсан хүчин чадлаас  $Q_{дүт}=1321.6$  Гкал/ц буюу 56%-иар хувиар хэтрээд байна.

Ач холбогдол	
Эдийн засагт: 1. Хог ялган ангилж, дахин боловсруулж цахилгаан, дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх 2. Эрчим хүч үйлдвэрлэх үндсэн түүхий эд /нүүрс/-ний хэрэглээг багасгах 3. Хогийн цэг дээрх хог хаягдлыг бууруулах замаар газрын нөөцийг нэмэгдүүлж, хог хаягдлыг булшлах зардлыг багасгана. 4. Шинээр ажлын байр бий болох	Байгаль орчинд: 1. Хогийг дахин боловсруулснаар хөрс, ус, агаарын бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх 2. Хог хаягдал булаахыг багасгаснаар метан хий (хүлэмжийн хий СН4) -г бууруулах 3. Хогийн цэгийг ашиглах хугацааг уртасгаж байна СО2 -ийг бууруулах замаар дэлхийн дулаарлаас урьдчилан сэргийлэх



4-р зураг. Улаанбаатар хотын хог хаягдлын менежмент

5-р хүснэгт. УЛААНБААТАР ХОТЫН ГЭР ХОРООЛЛЫГ ХӨГЖҮҮЛЭХ, ХӨРӨНГӨ ОРУУЛАЛТЫГ ДЭМЖИХ ХӨТӨЛБӨРИЙН ХАМРАХ ХҮРЭЭ

Эх үүсгүүр	Эх үүсгүүрийн суурилагдсан чадал Гкал/ц	Дамжуулах шугамын хүчин чадал, тн/ц	Холбогдсон ачаалал, Гкал/ц	Техникийн нөхцөлийн хүлээгдэж буй ачаалал, Гкал/ц			$\Sigma Q$ Гкал/ц	$\Sigma G$ Тн/ц	$\Delta Q$ /-хэтрэлт/ Гкал/ц	$\Delta G$ /-хэтрэлт/ Тн/ц	
				2020 онд олгосон	2021 онд олгосон	2021 он нийт					
АДС	300	6000	458.5	33.71	42.95	76.66	535.2	6690	-235.2	-690	
<b>ДЦС-2</b>	<b>60</b>	<b>3000</b>	<b>97.6</b>	<b>0.27</b>	<b>5.23</b>	<b>5.50</b>	<b>103.1</b>	<b>1289</b>	<b>-43.1</b>	<b>1711</b>	
ДЦС-3	ДДХ	160	4000	17.02	16.49	33.51	557.6	6970	-397.6	-2970	
	ӨДХ	425	4000	36.46	42.24	78.70	550.1	6876	-125.1	-2876	
ДЦС-4	9а	1373	4800	182.6	23.58	52.81	76.39	1893.7	3237	-520.7	1563
	10а		6000	668	24.96	42.27	67.23		9190		-3190
	11а		6000	658.7	30.59	28.44	59.03		8972		-2972
	Яармаг		3000	105.3	10.88	65.52	76.40		2271		729
<b>Нийт дүн</b>	<b>2318</b>	<b>36800</b>	<b>3166.2</b>	<b>259.49</b>	<b>213.93</b>	<b>473.42</b>	<b>3639.6</b>	<b>45495</b>	<b>-1321.6</b>	<b>-8695</b>	

## ХОГ ХАЯГДЛЫН БҮТЭЦ, АНГИЛАЛ

Улаанбаатар хотод жилд дунджаар 1,662 сая тонн буюу өдөрт 4616 тонн хог төвлөрсөн цэгт хаягдаж байна. Нийслэлийн хүн ам нэмэгдэхийн хэрээр хог хаягдлын хэмжээ жилээс жилд өсөн нэмэгдсээр байна.

Хог хаягдлын бүтэц нь ангилбал:

6-р хүснэгт. Хог хаягдлын ангилал

Ангилал	Хотын хатуу хог хаягдлын бүтэц	Хувь хэмжээ, %
Шатах хаягдал 60.8%	Хүнсний хаягдал	27.7
	Цаас	15.5
	Даавуу	2.9
	Өвс, мод	0.6
	Хуванцар	13.8
	Савхи, резин	0.3
Дахин боловсруулах 17.4%	Металл	2.5
	Лонх, шил	9.3
	Шаазан чулуу	2.3
	Бусад	21.8
	<b>Нийт</b>	<b>100%</b>

## ТӨВЛӨРСӨН ХОГИЙН ЦЭГИЙН БАЙРЛАЛ, ЭЗЛЭХ ХУВЬ

Улаанбаатар хотын төвлөрсөн хогийн 3 цэгт хог хаягдал дараах байдлаар хүргэгдэн ирж байна.

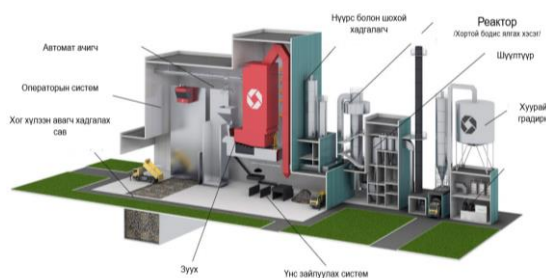
5-р зураг. Төвлөрсөн хогийн цэгийн байрлал, эзлэх хувь

Нарангийн энгэр: 50% /СХД, БГД, ЧД/  
Морингийн даваа: 15% /ХУД/  
Цагаан даваа: 35% БЗД, СБД

Жилд 1.662 сая тонн хог төвлөрсөн цэгт хүргэгддэг бөгөөд нийт хог хаягдлын 60 орчим хувийг эрчим хүчний эх үүсвэрт ашиглах боломжтой байна.

7-р хүснэгт. Төлөвлөлтийн хүрээнд шинээр татах шугам

Станцын нэр	Холбох цэг	Шугамын голч, мм	Урт, хос. км	Нийт өртөг тэрбум төгрөг
Цагаан даваа ХХДС	12е маг	Ф400	0.9	2.0
Нарангийн ХХДС	11и маг	Ф400	1.3	2,8
Морингийн даваа	13 маг	Ф400	0.5	1.0



4-р зураг. Хог хаягдлаар ажиллах дулааны станцын ажиллагааны схем

- Түүхий эд буюу хог хаягдлыг төвлөрсөн хогийн цэгээс ангилан тээвэрлэж станцын түлш хадгалах хэсэгт хадгална
- Хог хаягдлыг урьдчилсан байдлаар хатааж түлш бэлтгэнэ
- Зууханд ахуйн хог хаягдлыг шатааж гарах энергээр сүлжээний усыг бойлоороо дамжуулан халаана.
- Түүхий эд буюу түлшийг зууханд шатаасны дараа хортой бодис болон шатахгүй үлдсэн хатуу хог хаягдлыг шүүж ялгана
- Хатуу хог хаягдлыг буцаан хогийн цэгрүү зөөвөрлөнө.

Урьдчилсан судалгаанаас үзэхэд Баянзүрх дүүргийн 10 дугаар Амгалан дулааны станц ТӨХК-ийн зүүн хойд байршилд уг төслийг хэрэгжүүлэх сул зай талбай байгаа бөгөөд оргил ачааллын үед дулааны шугамтай хослон ажилласнаар 1 Гкал/ц дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх өөрийн өртөг буурч дулаан хангамжийн ажиллагааны байдал дээшлэх боломж бүрдэнэ.

8-р хүснэгт. Хөрөнгө оруулалт

Төрөл	15Гкал/ц	20Гкал/ц	15Гкал/ц
Анхны хөрөнгө оруулалт	405 тэрбум төгрөг	430 тэрбум төгрөг	480 тэрбум төгрөг
Дулаан хангамжийн шугам сүлжээнд холбох	1.0 тэрбум төгрөг	2.0 тэрбум төгрөг	2.9 тэрбум төгрөг



Эх үүсвэрүүд дээр 1 Гкал/ц дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх өөрийн өртөг дунджаар:  
Тайлбар: Хог хаягдлын станцын 1 Гкал/ц дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх өртөгийг ойролцоогоор тооцсон болно. Төслийн хэрэгжилтийн шатанд тооцоо судалгааг дахин нарийвчлан хийх шаардлагатай.

### ТОВЧИЛСОН ҮГ

ТӨХК- Төрийн өмчит хувьцаат компани  
ҮХХ- Үйлдвэрлэл, хөгжлийн хэлтэс  
СТХ- Судалгаа тооцооны хэсэг  
БТТ- Баруун түгээх төв  
ТЭЗҮ-Техникийн эдийн засгийн үндэслэл  
БЗД- Баянзүрх дүүрэг  
БГД- Баянгол дүүрэг  
СХД- Сонгинохайрхан дүүрэг  
СБД- Сүхбаатар дүүрэг  
ХУД- Хан-Уул дүүрэг  
ЧД- Чингэлтэй дүүрэг  
ХХДС- Хог хаягдлын дулааны станц  
АДС- Амгалан дулааны станц  
ДЦС- Дулааны цахилгаан станц  
ӨДХ- Өндөр даралтын хэсэг  
ДДХ- Дунд даралтын хэсэг  
СН- Хүлэмжийн хий  
СО- Нүүрсхүчлийн хий  
Нэгж.  
Га- Газрын хэмжээ  
Тн/ц- Тонн/цаг  
Гкал/ц- Гигакалори/цаг

### VI. ДҮГНЭЛТ

Дэлхий дээр амьдарч буй 7.9 тэрбум хүн тус бүр жилд 1.2-1.5 тонн хог хаягдал бий болгодог. Уур амьсгалын өөрчлөлт, дэлхийн дулаарал эрчимжиж буй энэ цаг үед бид илүү бүтээлч, үр дүнтэй хог хаягдлын менежментийг бий болгох шаардлага тулгарсаар байна.

Дэлхийн томоохон улс орнууд хог хаягдлыг ашиглан дотоодын эрчим хүчний тодорхой хувийг ханган ажиллаж байна. Цаашид манай улсын хувьд нэгдсэн бодлого гаргаж хог хаягдлыг дахин боловсруулах үйлдвэр барих, эрчим хүчний салбарт түүхий эд болгон ашиглахад анхаарал хандуулах цаг болсон.

Тус төсөл хөтөлбөр хэрэгжсэнээр байгаль орчинд хаягдах хорт хийн ялгарал, хүн төрөлхтний өмнө тулгамдаж байгаа хүлэмжийн хийн хэмжээг бууруулах зэрэг чухал ач холбогдолтой юм. Мөн өнөөдрийн байдлаар бидэнд тулгамдаад байгаа эрчим хүчний дутагдлаас гарахад тодорхой хэмжээгээр дэмжлэг үзүүлэх төсөл хөтөлбөр учир дэмжин ажиллахыг хүсье.

### НОМ ЗҮЙ

- [1] Нийслэлийн засаг даргийн тамгын газар “Улаанбаатар хотын гэр хорооллыг хөгжүүлэх хөрөнгө оруулалтыг дэмжих хөтөлбөр” тооцоо судалгаа
- [2] Нийслэлийн хот байгуулалт хөгжлийн газар, Нийслэлийн засаг даргийн тамгын газар “Улаанбаатар хотын 2040 он хүртэлх хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөө”-ний суурь материал
- [3] Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам “Улаанбаатар хотын хог хаягдлын ахуйн судалгаа”-ийн материал
- [4] “Монгол улсын хууль” хог хаягдлын тухай хууль
- [5] “Кэй эм инфра корпораци” ХХК-ийн хог хаягдлын дулааны цахилгаан станцын төсөл
- [6] “Улаанбаатар хотын хог хаягдлыг боловсруулж эрчим хүч үйлдвэрлэх” төслийн техник эдийн засгийн үндэслэл
- [7] Байгаль орчин, аялал жуулчлал яам, Улаанбаатар хотын захирагчийн ажлын албаны “Эх үүсвэр дээр ахуйн хог хаягдлын бүтцийн судалгаа хийх гарын авлага”



Лхасүрэн овогтой Амарбат нь 1994 онд "ШУТИС" ЭХИС-ийг "Дулааны инженер" мэргэжлээр бакалаврын зэрэг, 2008 онд Дулааны сүлжээний тоноглолын хүрээнд Монгол улсын мэргэшсэн инженер, 2009 онд “Сүлжээний төв шугамын нэвтрүүлэх чадвар, түүний нөөц боломж” сэдвээр магистрийн зэрэг, 2014 онд Монгол улсын зөвлөх инженерийн зэргээр тус тус мэргэжил эзэмшсэн. Мөн Дани, ОХУ болон БНХАУ-уудад мэргэжил дээшлүүлэн Эрчим хүчний салбарт 24 дэх жилдээ ажиллаж байгаа бөгөөд одоогоор Үйлдвэрлэл, хөгжлийн хэлтсийн даргаар ажиллаж байна.



Батбуян овогтой Эрдэнэбаяр нь 2006 онд “ШУТИС” ЭХИС-ийг Дулааны цахилгаан станц мэргэжлээр бакалавр зэрэгтэй төгссөн. 2015 онд Үйлдвэр хотын дулаан хангамжийн чиглэлээр мэргэшсэн инженер болсон бөгөөд одоо “УБДС” ТӨХК-ийн Үйлдвэрлэл, хөгжлийн хэлтсийн судалгаа тооцооны ахлах инженерээр ажиллаж байна.



Энх-Амгалан овогтой Ундрахцогт нь 2006 онд “ШУТИС” ЭХИС-ийг Үйлдвэр хотын дулаан хангамж мэргэжлээр бакалавр зэрэгтэй төгссөн. 2017 онд Үйлдвэр хотын дулаан хангамжийн чиглэлээр мэргэшсэн инженер болсон бөгөөд одоо “УБДС” ТӨХК-ийн Баруун түгээх төвийн ахлах инженерээр ажиллаж байна.



Очирпүрэв овогтой Энхтөр нь 2012 онд “ШУТИС” ЭХИС-ийг Үйлдвэр хотын дулаан хангамж мэргэжлээр бакалавр зэрэгтэй төгссөн бөгөөд одоо “УБДС” ТӨХК-ийн Үйлдвэрлэл, хөгжлийн хэлтсийн зураг төслийн хяналтын инженерээр ажиллаж байна.

### МОНГОЛ УЛС МӨНХӨД МАНДАН БАДРАХ БОЛТУГАЙ

Эх үүсвэрийн төрөл	Гкал/ц дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх өртөг /мян.төгрөг/
Хог хаягдлын дулааны станц	38,0-45,0
Хатуу түлшээр ажиллах станц	25,0-35,0
Хийн түлшээр ажиллах станц	150,0-195,0

# АМЬНЫ СУУЦНЫ ХАЛААЛТАД НАРНЫ ЦАХИЛГААН ЭХ ҮҮСГҮҮР АШИГЛАХ БОЛОМЖИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ СУДАЛГАА

Өлзийбаатарын Мөнхбаатар<sup>1</sup>, Пашкын Бямбацогт<sup>1</sup>, Ганхуягын Мөнхнасан<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим Хүчний Сургууль, Дулааны инженерийн салбар

<sup>2</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, “Грийн Солар Энержи” ХХК

[u.munkhbaatar@gmail.com](mailto:u.munkhbaatar@gmail.com), [p.byambatsogt@gmail.com](mailto:p.byambatsogt@gmail.com)

[nasanm935@gmail.com](mailto:nasanm935@gmail.com)

**Хураангуй**—Монгол орны цаг агаарын эрс тэс уур амьсгалаас шалтгаалан жилийн ихэнх хугацаанд барилга байгууламж болон айл өрхүүдэд халаалт шаардлагатай байдаг. Улаанбаатар хотын айл өрхийн тал хувь нь төвлөрсөн дулаан хангамжийн системээс дулаанаар хангагддаг бол холбогдох боломжгүй буюу гэр хорооллын өрхүүд халаалтандаа түүхий нүүрс, сайжруулсан шахмал түлш ашиглаж байгаа нь агаарын бохирдлын томоохон эх үүсвэр болдог. “Хэрэглэгчийн сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээс үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг түгээх сүлжээнд нийлүүлэх” журам батлагдан гарсантай холбоотойгоор нарны цахилгаан системийг түгээмэл ашиглах сонирхолтой иргэд, аж ахуй нэгжүүд нэмэгдсэн бөгөөд халаалтын системдээ нарны цахилгаан системийг ашигласнаар агаарын бохирдлыг бууруулахад бодитой хувь нэмэр оруулах ач холбогдолтой юм. Уг судалгааны ажлаар амьны сууцны халаалтын системд нарны цахилгаан хангамжийн системийг ашиглах боломж, эрчим хүчний хэмнэлтийн хувь, халаалтын бодит зардал болон барилгын дулаан алдагдал, хэмжилт, туршилтын харьцуулсан судалгааны үр дүнг танилцуулна.

**Түлхүүр үг**—On-grid нарны цахилгаан хангамжийн систем, Цахилгаан халаалт, Дулаан алдагдал, Хэмнэлт, Эрчим хүчний хэмнэлт, Агаарын бохирдол

## I. УДИРТГАЛ

Улаанбаатар хот нь халаалтын улирлын турш дэлхийн хамгийн их агаарын бохирдолтой хотуудын нэг болоод уджээ. Хортой, бохир агаар дахь нарийн ширхэгт тоосонцрууд хүн амын эрүүл мэндэд богино болон урт хугацаанд ноцтой аюул учруулж байна. Агаарын бохирдлын эсрэг төр засаг, хувийн хэвшил, олон улсын байгууллагууд олон тооны төсөл хэрэгжүүлсээр ирсэн. Хамгийн сүүлд өрнүүлсэн томоохон ажил бол Монгол Улсын Засгийн газар 2018 оны 2 дугаар сарын 28-ны өдрийн 62 дугаар тогтоолоор Улаанбаатар хотын төвийн 6 дүүргийн өрхийн хэрэглээнд 2019 оны 5-р сарын 15-ны өдрөөс эхлэн боловсруулаагүй нүүрсийг хэрэглэхийг хориглох болсон. Үүний үр дүнд агаарын бохирдлын хэмжээ 50 хүртэл хувиар буурна гэж үзжээ[2]. Гэвч агаарын бохирдол хангалттай түвшинд буурсангүй. Эдийн засгийн төвлөрлөө дагаад хот өргөжиж, дулаан өвөлжихийн тулд ихэнх гэр хорооллын айлууд сайжруулсан түлш ба түүхий нүүрс зарим нь цахилгаан халаагуур ашиглаж байна. Шөнийн тарифын хөнгөлөлттэй холбоотой айлууд цахилгаан халаагуур ашиглах нь нэмэгдсэн ба энэ агаарын бохирдлыг бууруулахад бодит хувь нэмэр болж байгаа ч дулааны цахилгаан станцуудын (ДЦС)-уудын ачааллыг нэмэгдүүлэх шалтгаан болж байгаа. Цаашид иргэд нүүрснээс татгалзаж цахилгаан халаагуурт шилжих сонирхол нэмэгдэх хандлагатай байна.

Эрчим хүчний сайдын 2020 оны 08 дугаар сарын 14-ний өдрийн 159 дүгээр тушаалаар “Хэрэглэгчийн сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээс үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг түгээх сүлжээнд нийлүүлэх” журмыг баталсан. Энэ журам нь хэрэглэгч бүр эрчим хүч үйлдвэрлэгч болох боломжийг бүрдүүлж байгаа бөгөөд тэр хэмжээгээрээ өөртөө хэмнэлт хийх,

сүлжээнд цахилгаан эрчим хүчний нийлүүлэх үйлдвэрлэгч болж байна гэсэн үг.

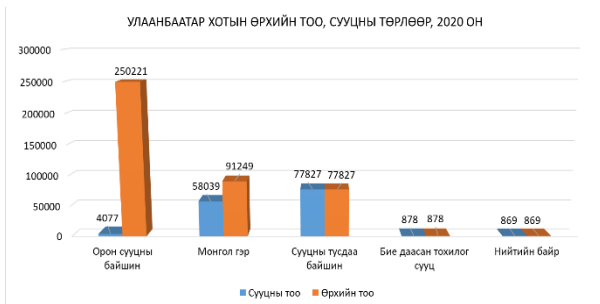
Тус журам хэрэгжиж эхэлснээр гэр хорооллын өрхүүдийн хэрэглээнд сэргээгдэх эрчим хүч тэр дундаа нарны цахилгаан системийг ашиглах сонирхол нэмэгдэж байна. Гиймээс энэ судалгааны ажлаар нарны цахилгаан системийг өрхийн халаалтад ашигласнаар ямар үр дүнд хүрч болох, хэр хэмнэлт бий болгох бодит хэмжилтийн үр дүнд үндэслэн харуулахыг зорилго.

## II. УЛААНБААТАР ХОТЫН БҮСЭД ОРШИН СУУЖ БҮЙ ИРГЭД, ӨРХИЙН СУДАЛГАА

Сүүлийн жилүүдэд орон сууцны барилгууд нэмэгдэж 2010 оноос орон сууцны хорооллын өрхийн тоо 50 мянган гаруй өрхөөр нэмэгдсэн.



\*Эх сурвалж: Хүн ам, орон сууцны тоолого 2020 он 1-р зураг. Хүн амьдран суух зориулалттай сууц болон хүн байнга амьдардаг сууцны тоо, төрлөөр харуулав.



\*Эх сурвалж: Хүн ам, орон сууцны тоолого 2020 он 2-р зураг. Улаанбаатар хотын өрхийн тоо, сууцны төрлөөр

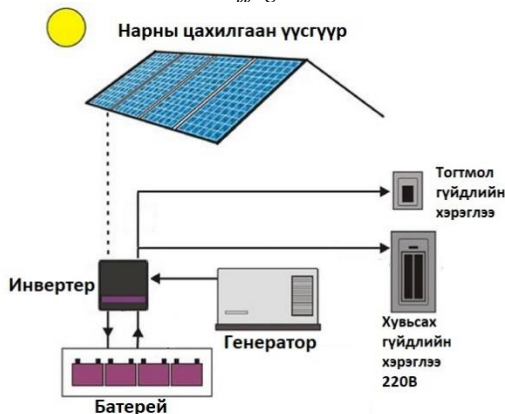
2020 оны байдлаар нийслэл Улаанбаатар хотод 411.4 мянган өрх амьдарч байгаагийн 22.2% нь монгол ард түмний уламжлалт сууц гэрт, 77.3% нь байшинд, 0.5% нь бусад төрлийн сууцанд амьдарч байна[3]. Байшин, орон сууцны тооллогоор хүн байнга амьдардаг 141.7 мянган сууц, орон сууцны байшингийн доторх сууцыг оруулбал 387.8 мянган сууц тоологдсон. Хүн байнга амьдардаг сууцыг төрлөөр авч үзвэл 41.0% нь гэр сууц, 54.9% нь сууцны тусдаа байшин, 2.9% нь нийтийн зориулалттай орон сууцны байшин, 0.6% нь бие даасан тохилог сууц, 0.6% нь нийтийн байр тоологдсон байна. Нийтийн зориулалттай 4077 орон сууцны байшинд 250221 сууц тоологдсон байна [4]

Дээрх тооллогын үр дүнгээс харахад гэр хороолол буюу хувийн газартай өрхийн тоо орон сууцыг хасаад 137613 байгааг харж болно. Тиймээс эдгээр айл, өрхүүд нарны цахилгаан систем суурилуулж ДЦС олон дамжуулах, түгээх сүлжээний ачааллыг бууруулах боломж бүрдэх юм.

### III. НАРНЫ ЦАХИЛГААН СИСТЕМИЙН ТӨРӨЛ

Нарны цахилгаан системийг тоног төхөөрөмжийн онцлог, бүрэлдэхүүн хэсгүүд, сүлжээ ба хэрэглэгчтэй хэрхэн холбогдсон байдлаар нь бие даасан /off-grid/, хосолсон байдлаар ажиллах /hybrid/, сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах /on-grid/ гэж ангилдаг. [5]

#### Бие даасан систем /off-grid/:

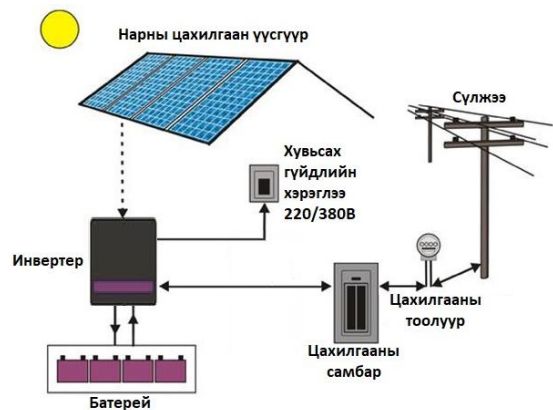


3-р зураг. Бие даасан нарны цахилгаан систем

Энэ системийг төвийн цахилгааны шугамаас алслагдсан бага хэмжээний цахилгаан хэрэглээтэй хөдөө орон нутгийн айл өрх, нүүдлийн малчид, жуулчны баазууд ашигладаг.

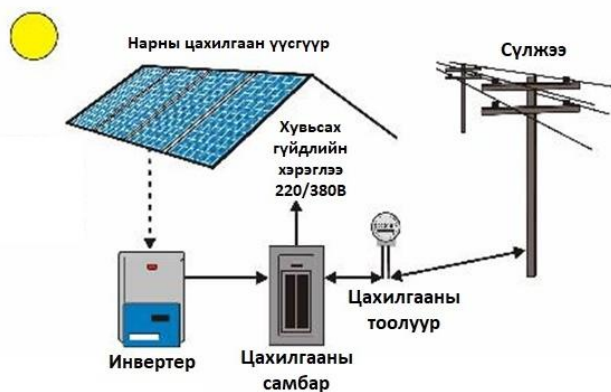
Энэ системийн тасралтгүй найдвартай ажиллагаа нэмэгдүүлэхийн тулд бусад эх үүсвэрүүдтэй хослосон байдлаар ажиллуулж болно.

*Хосолсон байдлаар ажиллах систем /hybrid/:* Энэ систем нь сүлжээтэй зэрэгцээ байдлаар болон бие даасан байдлаар ажиллах боломжтой байдаг бөгөөд ихэвчлэн эмнэлэг, эм, вакцины агуулах, банк санхүүгийн байгууллага, камерын хяналт систем зэрэг цахилгааны тасралт үүсэхэд нөөц эх үүсвэр заавал байх ёстой эсвэл тодорхой хугацаанд тасралтгүй хангах шаардлагатай хэрэглэгч, байгууллагуудад тохиромжтой байдаг. Хөрөнгө оруулалтын хувьд өндөр байдаг учраас хот суурин газрын төвийн сүлжээнд холбогдсон айл өрхийн хэрэгцээнд батарейн багтаамжийг багаар тооцож суурилуулах нь хөрөнгө оруулалтын хувьд хэмнэлттэй байдаг.



4-р зураг. Хосолсон байдлаар ажиллах нарны цахилгаан систем

*Сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах систем /on-grid/:* Энэ систем нь үйлдвэрлэсэн цахилгаан эрчим хүчээ дотоод хэрэглээндээ хэрэглэхээс гадна илүүдэл эрчим хүчээ төвлөрсөн сүлжээнд нийлүүлэх ба үйлдвэр, аж ахуй нэгж, айл өрх гэх мэт төвийн сүлжээтэй холбогдсон хэрэглэгч нар ашиглах нь тохиромжтой. Систем нь төвлөрсөн эрчим хүчний системд үйлдвэрлэсэн цахилгаан эрчим хүчээ зарж борлуулах байдлаар хөрөнгө оруулалтын өөрийн өртгөө нөхөх боломжтой. Хот суурин газрын айл өрхийн хэрэглээнд ашиглах нь илүү тохиромжтой бөгөөд бусад нарны системтэйгээ харьцуулбал анхны хөрөнгө оруулалт багатай байдаг. Хэрэглэгчийн цахилгаан хангамжийг сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах тархмал нарны цахилгаан системээр хангаснаар өрхийн цахилгаан эрчим хүч болон эдийн засгийн хувьд хэмнэлттэй төдийгүй байгаль орчинд ээлтэй технологи юм.



5-р зураг. Сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах нарны цахилгаан систем

Сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах нарны цахилгаан систем нь өдрийн цагаар хэрэглэгчийн цахилгаан хэрэглээг хангаад илүүдэл цахилгаан эрчим хүчийг түгээх сүлжээнд нийлүүлж төвлөрсөн сүлжээний ачааллыг бууруулах давуу талтай. Энэхүү онцлогийг ашиглан дэлхийн олон улс орнууд тархмал нарны цахилгаан системийн шийдэл рүү орж өрх бүр үйлдвэрлэгч, хэрэглэгч болсон байдаг.

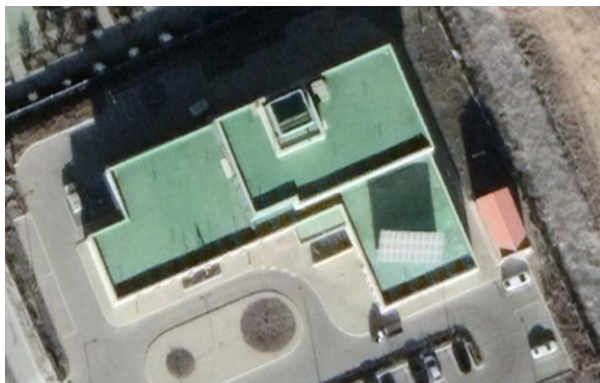
Энэхүү судалгааны ажлаар сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах on-grid нарны цахилгаан системийг халаалтын системд ашиглаж эрчим хүчний хэмнэлт хийх боломжийг тодорхойлохыг зорилоо.

#### IV. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах нарны цахилгаан систем болон цахилгаан халаагууртай хувийн сууцны халаалтын системд хийсэн бодит судалгааны ажлын үр дүнг танилцуулах юм.

##### A. Судалгааны ажлын танилцуулга

**Нарны цахилгаан систем:** Улаанбаатар хотын Хан-Уул дүүрэг, 4-р хороо, Арцатын задгайд байрлах судалгааны төвийн барилгад 10кВт чадалтай сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах /on-grid/ нарны цахилгаан системийн угсралтын ажлыг 2019 оны 8 сард дуусгаж 9-р сараас 2020 оны 8 сарыг дуустал

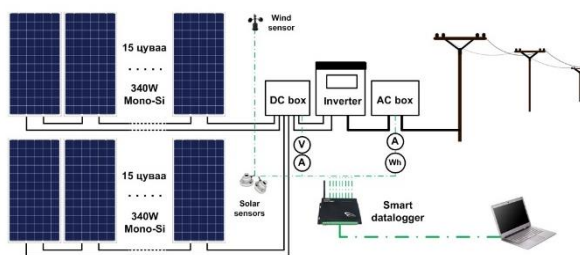


6-р зураг. Судалгааны төвийн барилгын дээвэр дээр өмнө зүгрүү харуулан 45°-аар суурилуулсан 10кВт чадалтай сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах нарны цахилгаан систем /Google map/

буюу бүтэн жилийн хугацаанд судалгааны ажлыг хийсэн. Ингэхдээ хэвтээ болон 45° градус өнцгөөр нарны цацраг, тогтмол гүйдэл, хүчдэл, хувьсах гүйдэл, чадал, салхины хурд, агаарын температур зэргийг 1 минутын зайцтайгаар GSX8 маркийн даталогер ашиглан бичилт хийж хэмжсэн.



7-р зураг. Судалгааны тоног төхөөрөмж, сенсоруудыг байрлуулсан байдал



8-р зураг. Нарны цахилгаан системийн холболтын ерөнхий схем /V-Voltage, A-Current, Wh-Power/

Тус систем нь БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн Growatt компанийн 10кВт чадалтай инвертертэй, 2 бүл, 15 цуваа байдлаар холбосон нийт 30ш 340Вт чадалтай monocrystalline нарны цахилгаан үүсгүүртэй.

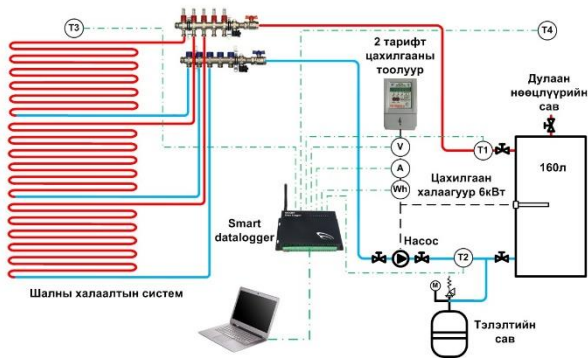
**Бага оврын барилгын халаалтын систем:** Улаанбаатар хотын Сонгино хайрхан дүүрэг, 6-р хороонд байрлах 48.7м<sup>2</sup> талбайтай, 117.1м<sup>3</sup> эзлэхүүнтэй бага оврын барилгын 6кВт чадалтай цахилгаан халаагуур бүхий 160л дулаан нөөцлүүртэй шалны халаалтын системд хэмжилт, судалгааны ажил гүйцэтгэсэн.





9-р зураг. Судалгааны тоног төхөөрөмж, сенсоруудыг байрлуулсан байдал

Барилгын халаалтын системийн судалгааны ажлыг хийхдээ халаалтын системийн цахилгаан хэрэглээнд өдөр, шөнийн тарифтай тоолуур суурилуулж балансаар нь хэмжилтээ хийв. Smart datalogger-GSX8 маркийн хэмжилтийн төхөөрөмж ашиглан 1 минут тутамд гадна болон дотор агаарын температур, халаалтын системийн өгөх, буцах шугамын температур, цахилгаан халаагуурын чадал, гүйдэл, хүчдэл зэрэг цахилгаан эрчим хүчний бодит энергийг хэмжсэн. Хэмжилтийн багаж, мэдрэгчүүдийн холболтын бүдүүвчийг дараах зурагт харуулав.



10-р зураг. Нарны цахилгаан системийн холболтын ерөнхий схем /T1-inlet temp, T2-outlet temp, T3-inside temp, T4-outside temp, V-Voltage, A-Current, Wh-Power/

**В. Сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглан эрчим хүчний хэмнэлт хийх боломж ба хууль эрх зүйн орчин**

Сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах боломжтой on-grid нарны цахилгаан систем нь ашиглахад хялбар бөгөөд төвийн сүлжээнд холбогдсон айл өрх, албан байгууллагууд эрчим хүчний хэмнэлт хийж, ашиглалтын зардлаа бууруулах зорилгоор

хэрэглэхэд илүү тохиромжтой. Мөн анхны хөрөнгө оруулалтын хувьд ч бусад нарны цахилгаан системээс хямд байдаг.

Эрчим хүчний сайдын 159-р тушаалаар 2020 оны 08 сарын 14-нд батлагдсан “Хэрэглэгчийн сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээс үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг түгээх сүлжээнд нийлүүлэх журам”-ын

3.1. Хэрэглэгч нь дараах хүчин чадлын хязгаарын хүрээнд өөрийн эрчим хүчний хэрэглээний хязгаарт багтааж үүсгүүр суурилуулах боломжтой [6]. Үүнд

1-р хүснэгт. Хэрэглэгчийн ангилалаар түгээх сүлжээнд нийлүүлэх хүчин чадлын хязгаарын хүрээ

Хэрэглэгчийн ангилал	Хүчин чадал /кВт/
Иргэн	20 хүртэл
Хуулийн этгээд	Техникийн нөхцлөөр тогтоосон чадлын 50хувиас хэтрэхгүй

4.2.3. Энэ журмын 2.2.1-д заасан аргачлалын дагуу **хэрэглэгчийн нийлүүлсэн цахилгаан эрчим хүчийг хэрэглэсэн цахилгаан эрчим хүчээс хасч тооцох нөхцөл**

2.2.1. Хэрэглэгчийн үүсгүүрээс түгээх сүлжээнд нийлүүлсэн цахилгаан эрчим хүчний тариф тогтоох, холбогдох асуудлыг зохицуулсан аргачлал боловсруулж, батлах, /Хүснэгт 12. Эрчим хүчний зохицуулах хорооны 390-р тогтоолоор 2021 оны 06 сарын 24-нд батлагдсан “Тариф батлах тухай” тогтоол[7].

Дээрх журам болон үнэ тарифийн тогтоолоор хэрэглэгчийн түгээх сүлжээнд нийлүүлсэн цахилгаан эрчим хүчний хэмжээг хэрэглэсэн цахилгаан эрчим хүчээс хасч тооцох гэж эрх зүйн боломж бүрдсэн.

2-р хүснэгт. Төв, Зүүн, Өмнөд, Баруун, Алтай-Улиастайн бүсийн нэгдсэн сүлжээнд холбогдсон хэрэглэгчийн сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээс түгээх сүлжээнд нийлүүлсэн цахилгааны тариф (НӨАТ-гүй)

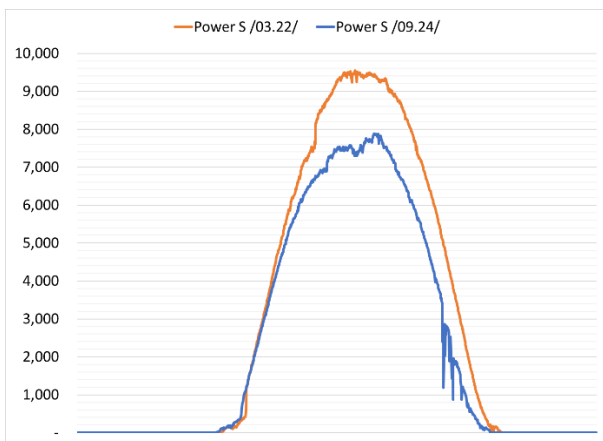
№	Ангилал	Хэмжих нэгж	Тариф
1	Өдрийн цагаар /өглөөний 06:00 цагаас оройн 17:00 цаг хүртэл/	Төг/кВт. ц	140.18
2	Оргил ачааллын үед буюу оройн цагаар /оройн 17:00 цагаас шөнийн 22:00 цаг хүртэл/	Төг/кВт. ц	221.89

Тиймээс энэхүү судалгааны ажлаараа сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах боломжтой on-grid нарны цахилгаан системийг цахилгаан халаалтын системд ашигласнаар хэр хэмжээ хэмнэлт хийх боломжийг тодорхойлох зорилготой.

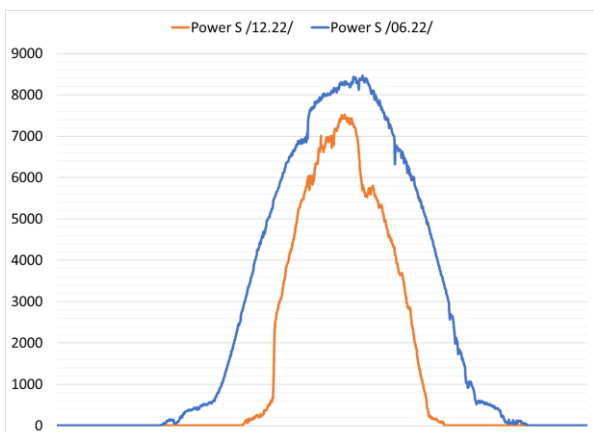
**С. Судалгааны ажлын үр дүн**

Манай улс хойд өргөрөгт байрладаг учраас өвлийн улиралд нарны өндөр буурч нар гийгүүлэх хугацаа багасдаг. Нарнаас ирэх эрчим буурснаар эрчим хүчний үйлдвэрлэл нь ч мөн багасдаг. Харин

зуны улиралд өдөр уртсаж, нарны эрчим нэмэгддэг учраас эрчим хүчний үйлдвэрлэлт 3 сараас эхлэн нэмэгдсэн харагдаж байна. Доорхи графикуудаас 45 градус өнцгийн хувьд өдөр, шөнө тэнцдэг 3 сарын 22 болон 9 сарын 24, өдөр шөнийн туйлын өдрүүд болох 6 сарын 22 болон 12 сарын 22-ны өдрүүдийн нар гийгүүлэх хугацаа, үйлдвэрлэлийг харьцуулсан байдлаар харуулав.



11-р зураг. Нарны цахилгаан системийн чадал (Вт) /9 сарын 24 болон 3 сарын 22/



12-р зураг. Нарны цахилгаан системийн чадал (Вт) /12 сарын 22 болон 6 сарын 22/

Нарны цахилгаан систем болон халаалтын системийн судалгааны ажлын хэмжилтүүдийг ижил цаг хугацаанд, ижил цаг уурын нөхцөлд /Улаанбаатар/, нэг төрлийн багажаар ижил хугацааны давтамжтайгаар хийж гүйцэтгэсэн болно. Халаалтын системийн судалгааны ажлыг 2019 оны 10 сараас 2020 оны 5 сарыг дуустал хийсэн. Харин нарны цахилгаан системийн судалгаанаас халаалтын судалгааны ижил хугацааны датаг авч ашигласан.

Халаалтын нарийвчилсан судалгааны ажлыг 2 удаа хийсэн бөгөөд 2019 оны 12 сарын 07-12, 2020 оны 01 сарын 04-11-ны өдрүүдэд хийсэн. Энэ нь нарны эрчим хамгийн бага, дулааны ачааллын хамгийн их утгатай байх үеийн хугацаа юм.

2019 оны 12 сарын 07-12-ны хооронд буюу 144 цагийн хугацаанд нар гийгүүлэх хугацаа 08 цаг 21 минутаас 17 цаг 27 минутын хооронд буюу ойролцоогоор өдөрт 09 цаг 06 минут, гадна агаарын температур хамгийн багадаа  $-30.28^{\circ}\text{C}$ , ихдээ  $-12.61^{\circ}\text{C}$ , дунджаар  $-21.36^{\circ}\text{C}$  байсан бол барилгын дотор агаарын температур хамгийн багадаа  $16.87^{\circ}\text{C}$ , ихдээ  $21.69^{\circ}\text{C}$ , дунджаар  $18.97^{\circ}\text{C}$  байсан. 13-р зургаас харна уу.

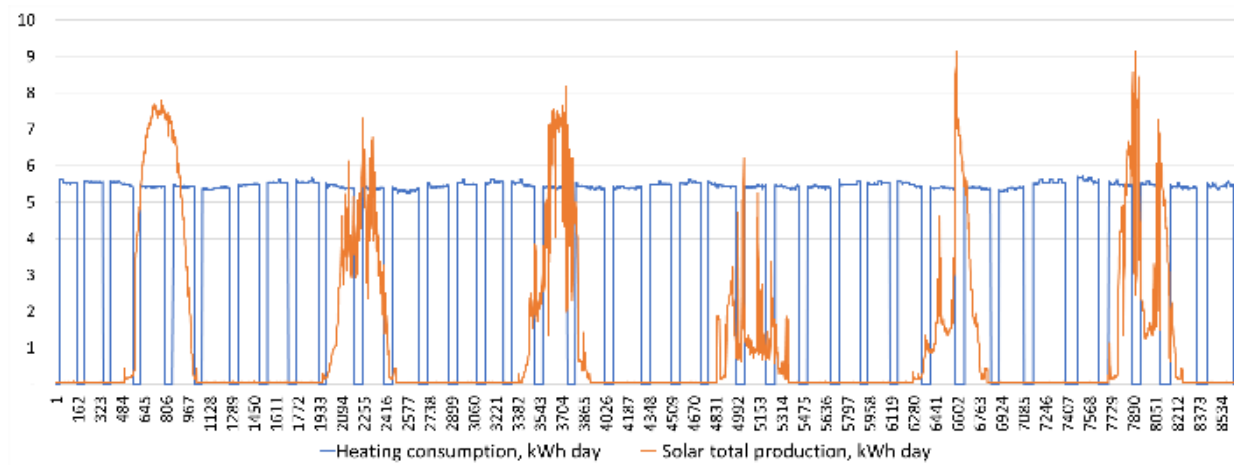
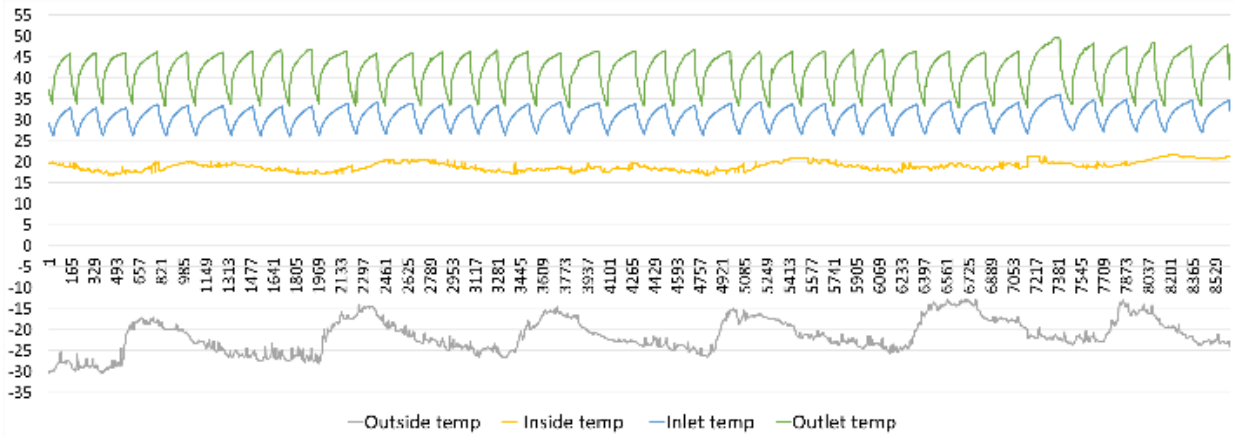
Судалгааны 144 цагийн хугацаанд цахилгаан халаагуур 105 цаг 49 минут ажиллаж 38 цаг 11 минут амарсан байна. Мөн энэ хугацаанд цахилгаан халаагуур нийт 577.89кВт.цаг эрчим хүч хэрэглэснээс нарны цахилгаан системээс нийт 160.42кВт.цаг эрчим үйлдвэрлэж 27.76% эрчим хүчний хэмнэлт бий болохыг 3-р хүснэгтээс харж болно.

3-р ХҮСНЭГТ. ХАЛААЛТЫН СИСТЕМ ИЙН ХЭРЭГЛЭЭ БОЛОН НАРНЫ СИСТЕМ ИЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ХЭМНЭЛТ

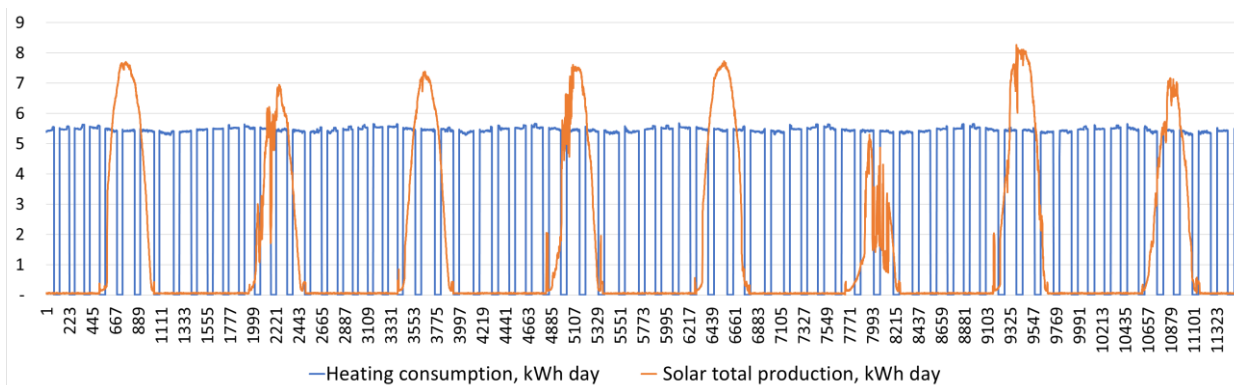
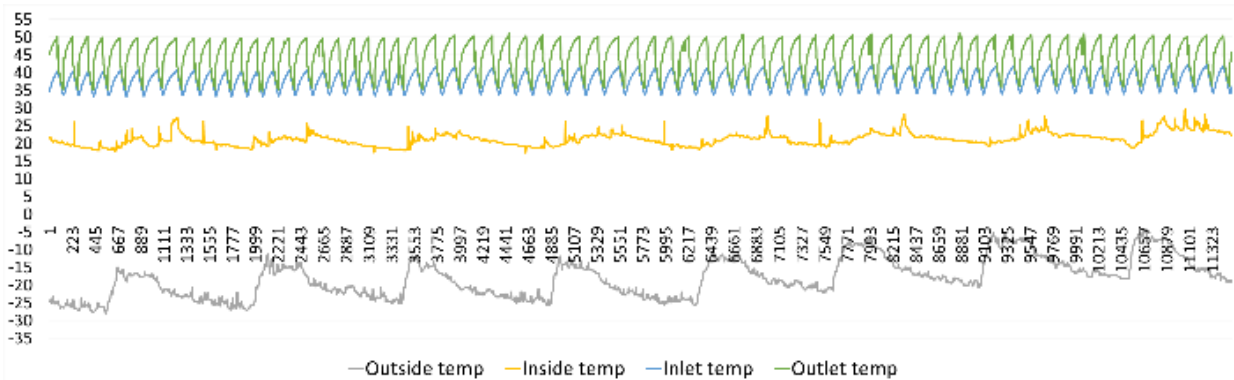
12-р сар	45 кВтц/м2 өдөр	Нарны эрчим хүч кВтц өдөр	нийлүүлсэн кВтц өдөр	Өөрийн хэрэглээ, кВтц өдөр	Дулааны ачаалал кВтц өдөр	Үр ашиг АҮК
7	4.27	42.95	15.82	27.14	98.49	43.61%
8	2.70	26.56	6.61	19.96	97.92	27.13%
9	3.13	29.92	11.27	18.65	95.54	31.31%
10	2.25	12.32	3.82	8.51	93.84	13.13%
11	2.69	20.46	8.63	11.83	96.12	21.29%
12	2.88	28.20	13.54	14.66	95.98	29.39%
		160.42	59.68	100.74	577.89	27.76%

2020 оны 01 сарын 04-11-ны хооронд буюу 192 цагийн хугацаанд нар гийгүүлэх хугацаа 08 цаг 36 минутаас 17 цаг 44 минутын хооронд буюу ойролцоогоор өдөрт 09 цаг 08 минут, гадна агаарын температур хамгийн багадаа  $-25.57^{\circ}\text{C}$ , ихдээ  $-4.22^{\circ}\text{C}$ , дунджаар  $-16.87^{\circ}\text{C}$  байсан бол барилгын дотор агаарын температур хамгийн багадаа  $17.39^{\circ}\text{C}$ , ихдээ  $29.68^{\circ}\text{C}$ , дунджаар  $21.42^{\circ}\text{C}$  байв. 14-р зургаас харна уу.

Судалгааны 192 цагийн хугацаанд цахилгаан халаагуур 127 цаг 5 минут ажиллаж 64 цаг 55 минут амарсан байна. Судалгааны энэ хугацаанд цахилгаан халаагуур нийт 693.59кВт.цаг эрчим хүч хэрэглэснээс нарны цахилгаан системээс нийт 279.27кВт.цаг эрчим үйлдвэрлэж 40.26% эрчим хүчний хэмнэлт хийсэн болохыг 4-р хүснэгтээс харж болно.



13-р зураг. 2019 оны 12 сарын 07-12-ны өдрүүдэд хийсэн судалгааны ажлын нарны цахилгаан систем болон халаалтын системийн параметруудийн хамаарал



14-р зураг. 2019 оны 12 сарын 07-12-ны өдрүүдэд хийсэн судалгааны ажлын нарны цахилгаан систем болон халаалтын системийн параметруудийн хамаарал

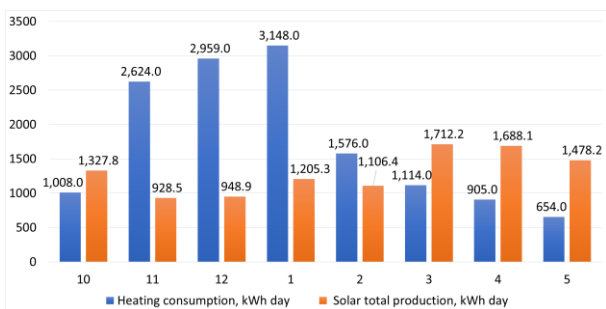
4-р хүснэгт. ХАЛААЛТЫН СИСТЕМ ИЙН ХЭРЭГЛЭЭ БОЛОН НАРНЫ СИСТЕМ ИЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ХЭМНЭЛТ

1-р сар	45° кВт/м <sup>2</sup> өдөр	НЦС-ийн үйлдвэрлэл кВт өдөр	нийлүүлсэн кВт өдөр	Өөрийн хэрэглээ, кВт өдөр	Дулааны ачаалал кВт өдөр	Эрчим хүчний хэмнэлт
4	4.17	42.17	17.55	24.62	88.85	47.46%
5	3.24	32.10	12.16	19.94	85.69	37.46%
6	3.64	37.53	15.36	22.17	90.42	41.50%
7	3.34	35.89	15.59	20.29	87.15	41.18%
8	3.85	40.66	17.78	22.88	85.86	47.36%
9	2.63	14.94	3.72	11.23	87.32	17.11%
10	4.34	42.21	20.07	22.14	87.60	48.19%
11	3.22	33.77	13.70	20.07	80.70	41.85%
		279.27	115.93	163.33	693.59	40.26%

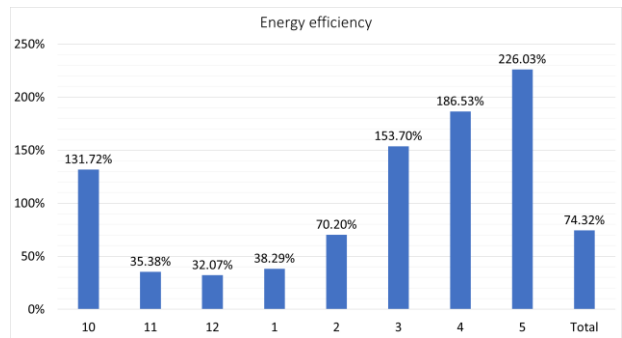
Нарны эрчим хүч нь агаарын тунгалагшилт, гадаргуугийн бохирдол, байгалийн болон механик сүүдэрлэлт зэрэг олон хүчин зүйлүүдээс хамаарч параметрууд болон үйлдвэрлэл нь өөрчлөгдөж байдаг. Өдөр бүрийн эрчим хүчний хэмнэлтийн хувь харилцан адилгүй байгаа нь дээр дурдсан хүчин зүйлүүдээс хамаарч эрчим хүчний үйлдвэрлэлд шууд нөлөөлж байгааг 3,4-р хүснэгт болон графикуудаас харж болно.

Судалгааны барилгын халаалтын улирлын сар бүрийн халаалтад зарцуулах цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээ, нарны цахилгаан систем үйлдвэрлэл, эрчим хүчний хэмнэлтийн хувийг 15,16-р зурагт харьцуулан харууллаа.

Халаалтын улирлын оргил ачаалалын сарууд буюу 11, 12, 1 саруудад дулааны ачаалал өндөр, харин нарны эрчим хүчний үйлдвэрлэл багатай байгаа учраас эрчим хүчний хэмнэлтийн хувь бага байгааг 15,16-р зургаас харж болно. Судалгааны ажлын үр дүнд 48.7м<sup>2</sup> талбайтай барилгын 5.5кВт бодит чадалтай халаалтын системд 10кВт чадалтай сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах нарны цахилгаан систем суурилуулснаар халаалтын улирлын нийт зардлыг 74.32% хэмнэх боломжтой байгааг тодорхойлов.

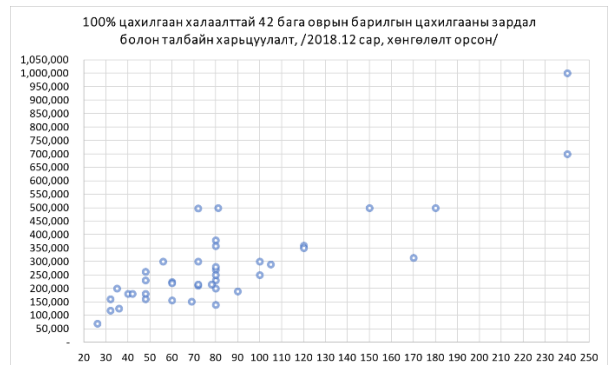


15-р зураг. Халаалтын системийн хэрэглээ ба нарны цахилгаан системийн үйлдвэрлэл



16-р зураг. 6кВт чадалтай халаалтын системд 10кВт сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах боломжтой нарны цахилгаан систем ашигласнаар гарах эрчим хүчний хэмнэлтийн хувь

Барилгын халаалтын системийн чадал нь тухайн барилгын талбайгаас биш хаших хийцүүдийн /хана, шал, тааз, цонх, хаалга гэх мэт/ материалаас хамаардаг учраас халаалтын системийн чадлыг тооцоо, бодит хэрэглээнд үндэслэн сонгох нь хөрөнгө оруулалтын хувьд эрсдэл багатай байдаг.



17-р зураг. Цахилгаан халаалтын системтэй барилгын талбай ба ашиглалтын зардлыг харьцуулсан судалгаа

Дээрх зургаас халаалтын системийн чадал нь барилгын талбайгаас хамааралгүй гэдгийг харж болно. Энэ судалгаанд нийт 42 бага оврын барилгууд орсон бөгөөд ихэнх нь 80м<sup>2</sup> болон түүнээс бага талбайтай барилгууд байна. 80м<sup>2</sup> талбайтай барилгуудын сарын ашиглалтын зардлуудыг харвал 140-500 мянган төгрөг төлж байна. Гэтэл 55, 70, 100, 170м<sup>2</sup> талбай барилгуудын ашиглалтын зардал 300 мянган төгрөг, 70, 80, 150, 180м<sup>2</sup> талбайтай барилгуудын ашиглалтын зардал 500 мянган төгрөг байна. Тиймээс барилгын хаших хийцүүд дулааны алдагдлыг Барилгын дулаан хамгаалалтын норм ба дүрэмд нийцүүлэх нь барилгын халаалтын зардлыг бууруулахаас гадна тухайн барилгын дулааны ачаалалд нарны цахилгаан системийг сонгох боломжтой болно. Барилгын дулааны алдагдал болон нарны цахилгаан системийн өртөг хоёр шууд хамааралтай байдаг. Өөрөөр хэлбэл барилгын дулаан алдагдал хэр их байна нарны цахилгаан системийн анхны хөрөнгө оруулалт их байна гэсэн үг. Энэ барилгуудын судалгааны ажил дээр авч үзвэл 500 мянган төгрөгийн ашиглалтын зардалтай 70, 80, 150, 180м<sup>2</sup> талбайтай барилгуудад ижил чадалтай, ижил өртөг бүхий нарны цахилгаан систем суурилуулах

шаардлагатай. Тиймээс барилгын дулааны алдагдлыг Барилгын дулаан хамгаалалтын норм ба дүрэмд нийцүүлснээр бага өртгөөр нарны цахилгаан систем суурилуулж их хэмжээний хэмнэлт хийх боломжтой гэдгийг энэхүү судалгааны ажлаар тодорхойлов.

## V. Дүгнэлт

Нүүрсэн түлшнээс үйлдэлтэй хот суурин газрын агаарын бохирдол бууруулахад сүлжээтэй зэрэгцээ ажиллах нарны цахилгаан системийг гэр хорооллын айл өрхийн халаалтын системд оновчтой хувилбараар ашиглах боломжтойг энэ судалгааны ажлаар тодорхойлов. Сүлжээтэй ажиллах нарны цахилгаан системийг халаалтад ашиглах судалгааны үр дүнгээс дараах дүгнэлт, саналуудыг гаргав. Үүнд:

1. Бага оврын барилгуудын дулааны алдагдлыг бууруулах, Барилгын дулааны хамгаалалтын алдагдлын норм, дүрэмд нийцүүлэх зөвлөгөө, мэдээлэл, арга замуудын талаар олон нийтэд өгөх нь айл өрхүүд цахилгаан халаалтын системд шилжих суурь нөхцөлийг бүрдүүлнэ. Энэ агаарын бохирдлыг бууруулахад нөлөөлөх шууд нөхцөл бөгөөд цахилгаан халаагуур ашигласнаар иргэд эрчим хүчний хэрэглээний зохистой хандлага төлөвшинө гэж үзэж байна.
2. Дулааны алдагдлыг норм, дүрэмд нийцүүлснээр нарны цахилгаан эрчим хүчний системийг оновчтой, тохирсон өртгөөр суурилуулах боломжийг бүрдүүлэх ба түгээх сүлжээнд эрчим хүч нийлүүлж өрх бүр үйлдвэрлэгч болж эрчим хүчний хэмнэлт хийх боломж бүрдэнэ.
3. Цаашид айл өрхүүдийн хэрэгцээнд нарны цахилгаан систем суурилуулалтын нэмэгдэж

өрх бүр үйлдвэрлэгч болсноор Тогтвортой хөгжлийн зорилго 2030 хүрээнд хүлэмжийн хий бууруулах амлалтад өрх бүрийн оролцоо нэмэгдэх боломжтой. Өөрөөр хэлбэл нэг хэрэглэгчийн хүлэмжийн хийн бүртгэлжүүлэлт, баталгаажуулалт хийгдэх боломж бүрдэнэ.

4. Судалгааны 10кВт чадалтай нарны цахилгаан системийн хувьд жилд 6.38тн хүлэмжийн хий ялгарахаас сэргийлсэн.
5. Хүн ам, орон сууцны 2020 оны тооллогоор 83651ш байшин сууц байгаа гэж бүртгэсэн бөгөөд дунджаар нэг байшинд 5кВт чадалтай нарны цахилгаан систем суурилуулна гэж тооцвол 418.25МВт нийлбэр чадал бүхий нарны эрчим хүчний тархмал эх үүсвэр бий болох боломжтой байна.

## НОМ ЗҮЙ

- [1] Цэрэндорж, Ц. Энхтуяа. “Сэргээгдэх эрчим хүчний хэрэглээ ба энергийн хуримтлуур” Улаанбаатар, 2016 он
- [2] Үндэсний Статистикийн хороо, Эрүүл мэндийн хөгжлийн төв “Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөө. Улаанбаатар. №8, 2020 он.
- [3] Үндэсний Статистикийн хороо, “Хүн ам, орон сууцны 2020 оны улсын ээлжит тооллогын нийслэлийн нэгдсэн дүн /хураангуй/” №18-19, 2020 он
- [4] Үндэсний Статистикийн хороо, “Орон сууцны төрөл, ашиглалт, ахуйн нөхцөл” сэдэвчилсэн судалгаа, №21-27, 2020 он
- [5] <https://www.siliconsolar.com/ongrid-vs-off-grid/>
- [6] Эрчим хүчний сайдын 159-р тушаал “Хэрэглэгчийн сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээс үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг түгээх сүлжээнд нийлүүлэх” журам, 2020 оны 8-р сарын 14.
- [7] Эрчим хүчний зохицуулах хороо 390 дүгээр тогтоолын хавсралт “Хэрэглэгчийн сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээс түгээх сүлжээнд нийлүүлсэн цахилгааны тариф” 2021 оны 06 дугаар сарын 24

# ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ИРЭЭДҮЙН ЧИГ ХАНДЛАГА

Х.Энхжаргал<sup>1</sup>, Г.Баярсайхан<sup>2</sup>, Л.Батмэнд<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, “Шинжлэх ухаан технологийн их сургууль”, Академич

<sup>2</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, “Улаанбаатар дулааны сүлжээ” ТӨХК, Гүйцэтгэх захирал

<sup>3</sup>Монгол улс, Улаанбаатар, “Улаанбаатар дулааны сүлжээ” ТӨХК, ҮХХ-МТХ инженер

**Хураангуй.** Эрс тэс уур амьсгалтай улс орнуудын хувьд дулаан хангамжийн систем нь эрчим хүчний салбарын үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэг юм. Дулаан хангамжийн салбар аль ч улсын хувьд нэн чухал стратегийн ач холбогдолтой, тухайн улсын нийгэм-ахуй, аж үйлдвэрийн салбарын тулгуур, үйлдвэрлэл дээр суурилсан эдийн засгийн хөгжлийн үндэс болдог.

*Түлхүүр үг. Дулаан хангамжийн хөгжлийн үе шат, дөрөвдүгээр үеийн дулаан хангамж, ирээдүйн чиг хандлага*

## I. ОРШИЛ

Аливаа орны эрчим хүчний салбарын нь тухайн улсын хараат бие даасан байдал, хөгжлийн түвшин, эдийн засгийн хүчин зүйлс, үйлдвэрлэл технологийн түвшин, хөгжлийн чиглэлийг тодорхойлон бусад салбаруудыг идэвхижүүлж өгдөг суурь-хөшүүрэг салбар билээ.

Улс орны дулаан хангамжийн тулгамдсан асуудалтай нөхцөл байдал нь эдийн засаг, эрчим хүчний салбарын зохион байгуулалт, оновчтой шийдвэрийг шаарддаг. Энэхүү өгүүлэлд дулаан хангамжийн системийн хөгжлийн үе шатууд, Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн системийн өнөөгийн байдал, дулаан хангамжийн системийн хөгжлийн чиг хандлагын талаар өгүүлсэн болно.

Өнөөдрийн байдлаар дулаан хангамжийн систем хөгжсөн улсуудын ихэнх нь дулаан хангамжийн системийн хөгжлийн 2,3-р үе дээр байгаа бөгөөд Дани, Норвеги, Герман, Англи, Скандиновын орнууд 4-р үе рүү шилжих тооцоо судалгааг хийн, төлөвлөгөөгөө батлуулан, зорилгоо тодорхойлон шилжиж эхэлж байгаа бөгөөд 5-р үеийн тухай хэлэлцүүлгүүд өрнүүлж, өгүүлэл, харьцуулалт, судалгаанууд нийтлэгдэж төсөөлөл гараад эхэлсэн байна.

## II. ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ХӨГЖИЛ

Дулаан хангамжийн системийн хөгжлийн үе шатуудын он цаг, ашиглаж буй ажлын бие, физик үзүүлэлт, түлшний эх үүсвэрийн төрлөөр нь тодорхойлвол:

### 1-р үеийн дулаан хангамжийн систем

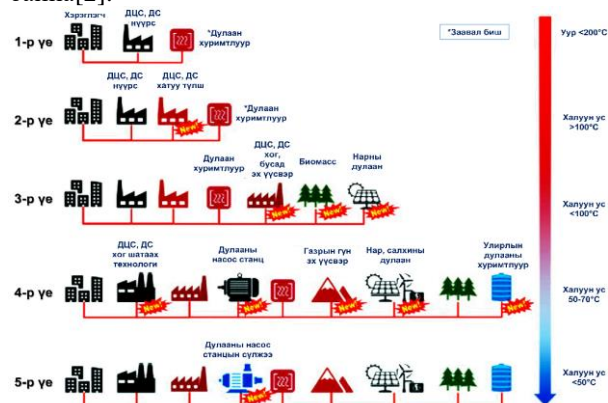
- 1880-1930 оны хооронд хөгжсөн
- Дулааны энергийн алдагдал өндөр
- Аж үйлдвэрийн системд өргөн ашигладаг байсан
- Уурын систем, барилгын дулааны алдагдал өндөр
- Хатуу түлшин эх үүсвэр дээр дулаан хангамжийн системийг төлөвлөсөн

### 2-р үеийн дулаан хангамжийн систем

- 1930-1980 оны хооронд хөгжсөн
- Усан систем 100°C-аас өндөр

- Даралтат систем
  - Барилгын дулааны алдагдал өндөр
  - Хатуу түлшин эх үүсвэртэй
- 3-р үеийн дулаан хангамжийн систем
- 1980-2020 оны хооронд хөгжсөн
  - Скандиновын орнууд ашиглаж байна
  - Усан систем 70-100°C
  - Барилгын дулааны алдагдал өндөр
  - Хатуу түлшин эх үүсвэр дээр дулаан хангамжийн системийг төлөвлөсөн
- 4-р үеийн дулаан хангамжийн систем
- 2020-2050 он гэж урьдчилан тодорхойлсон
  - Усан систем 50-70°C
  - Барилгын дулааны алдагдал маш бага
  - Дахин боловсруулах, хуримтлуулах, сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэр дээр системийг төлөвлөсөн

Дулаан хангамжийн системийн хөгжил 40-50 жил тутам тодорхойлогдож байсан бол технологийн хөгжлийг дагаад сүүлийн үед 20-30 жил тутам шинэчлэгдэн нэгдсэн ухаалаг системийг бий болгож байна[2].



1-р зураг. Дулаан хангамжийн системийн хөгжлийн үе шатууд

4GDH буюу 4-р үеийн дулаан хангамжийн системийн гол зорилго нь эрчим хүчний хэмнэлттэй барилга байгууламжийг ихээр бий болгох, дулааны алдагдлыг багасгах, ухаалаг эрчим хүчний

системийг ашиглах, цахилгаан, хий эх үүсвэрүүд ашигласан дулаан, хөргөлтийн нэгдсэн сүлжээг бий болгох, дулааны хуримтлуурыг оновчтой ашиглах, хог шатаах технологи бүхий эх үүсгүүр, сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүр, дулааны насос зэрэг нам потенциалтай эх үүсвэрүүдийг ашиглан, хяналт удирдлагын нэгдсэн системийг хослуулан өндөр үр ашигтай ажиллах юм.

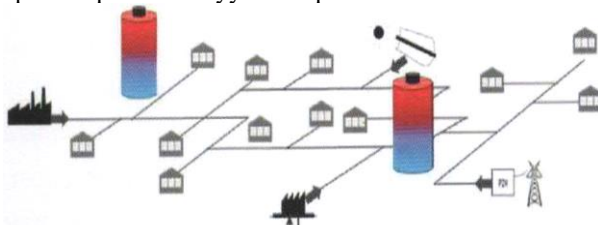


3-р зураг. Ухаалаг сүлжээ бүхий 4-р үеийн дулаан хангамжийн системийн бүтэц

#### 4-р үеийн дулаан хангамжийн системийн онцлог

- Хэрэглэгчдэд нам температуртай шугам сүлжээг ашиглан халаалт, хэрэглээний халуун усыг найдвартай нийлүүлэх;
- Шугам сүлжээний эрчим хүчний алдагдал хамгийн бага байх;
- Сэргээгдэх эрчим хүчийг дулаан хангамжийн нэгдсэн сүлжээнд холбох, нам температурт эх үүсвэрээс дулааныг дахин боловсруулах;
- Ухаалаг эрчим хүчний нэгдсэн систем бий болгох (дулаан, цахилгаан, хий, хөргөлтийн систем);
- Ирээдүйн тогтвортой хөгжил, төлөвлөлт, стратеги, хөрөнгө оруулалт зэрэг чадвартай эрчим хүчний систем бий болгох.

4-р үеийн дулаан хангамжийн системийн схем болох дулааны станц, дулаан хуримтлуурыг хоёрдогч эх үүсвэр болох дулааны насос, нарны эрчим хүчтэй хослуулсан сүлжээг ашиглаж болно.



4-р зураг. Нарны эрчим хүчтэй хослуулсан 4-р үеийн ДХС

Энэ нь төгсгөлийн хэрэглэгчдийг техник эдийн засгийн үнэлгээг хийж, эрэмбэлэн хоёрдогч эх үүсвэр сэргээгдэх эрчим хүч ашиглан 3-5 эх үүсвэр бүхий нам температурт шугам сүлжээг бий болгож найдвартай, үр ашигтай ажиллах боломжийг бий болгодог.

Оноо үед 4-р үеийн дулаан хангамжийн системрүү шилжиж буй улсуудын нэг Дани улсын нийслэл Копенхаген хотын дулаан хангамжийн систем нь Европ болон дэлхийн орнуудын дотроос дулаан хангамжийн системийг үр ашигтай, оновчтойгоор хөгжүүлж, хоёрдогч болон сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэр бүхий станц, нэгдсэн мэдээллийн сан бүхий ухаалаг сүлжээ, хяналт удирдлагын системийг хослуулан ашиглаж буй туршлагатай жишиг хотуудын нэг болоод байна.

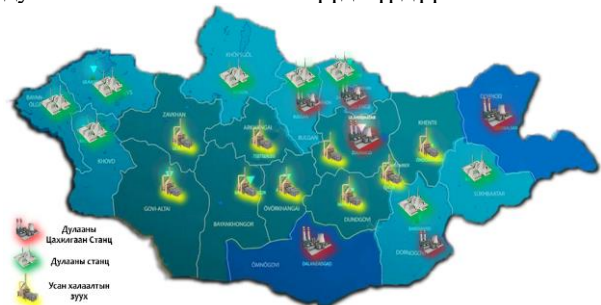


5-р зураг. Дани улсын нийслэл Копенхаген хотын ДХС

Копенхаген хотын дулаан хангамжийн систем нь хөргөлтийн станц, хог шатаадаг станц, дулааны цахилгаан станц, төгсгөл хэрэглэгчүүдийн ойролцоо оргил ачааллын станцуудтай хослон ажиллаж байна.

### III. ОРОН НУТГИЙН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

Орон нутгийн дулаан хангамжийн системийг дулаан цахилгаан станц, дулааны станц, дунд чадлын ус халаах зуух бүхий төвлөрсөн систем, бага чадлын ус халаах зуух бүхий төвлөрсөн бус дулаан хангамжийн системүүд бүрдүүлж байна.



6-р зураг. Төвлөрсөн дулаан хангамжийн системтэй аймгууд

Хэсэгчилсэн дулаан хангамжтай бусад аймгийн төв, сум, суурин газрууд нь нүүрсээр ажилладаг бага чадлын гадаад болон дотооддоо үйлдвэрлэгдсэн олон төрөл, маркийн нийт 612 МВт



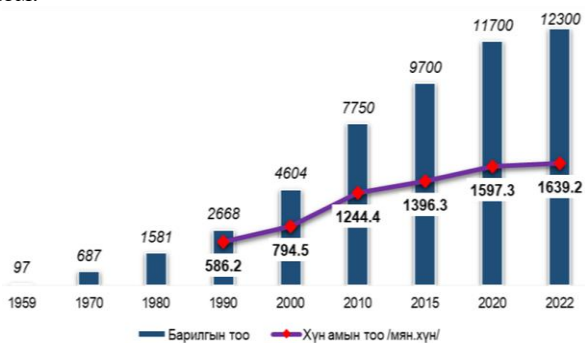


1-р хүснэгт. Эх үүсгүүрийн суурилагдсан хүчин чадал

№	Эх үүсгүүр	Дулааны хүчин чадал (Гкал/ц)	
		Турбины марк	Суурилагдсан хүчин чадал
1	ДЦС-2	ПТ-12-35 P-4-35/1.0-2	60
2	ДЦС-3	4хПТ-12-35 4хПТ-25-90 C50-8,83/0,294	160 425
3	ДЦС-4	3хТ-100-130 3хПТ-80-130 Т-120-130	1203 170
4	Амгалан ДС	3хCFB-100	300
5	Нийт		2318

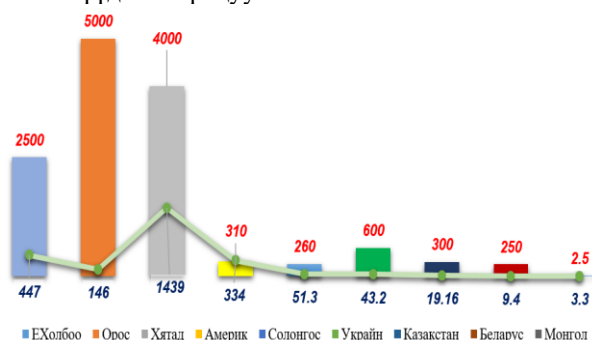
Өнөөдрийн байдлаар үйлдвэрлэсэн дулааны эрчим хүчний 70-74% хувь нь орон сууцны барилгын халаалтын системд зарцуулагдаж байна.

2005 оноос Улаанбаатар хотод амьдрах хүмүүсийн тоо эрс нэмэгдсэн бөгөөд шинэ орон сууцны хороолалууд эрчимтэй баригдаж эхэлсэн юм.



10-р зураг. УБ хотын дулаан хангамжийн системд холбогдсон барилга, объектын тоо

Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн системийг бусад орны дулаан хангамжийн системүүдтэй харьцуулвал :



11-р зураг. 2020 оны жилийн дулааны үйлдвэрлэл (сая.ГДж) – Хүний тоо (сая)

2-р хүснэгт. Хотуудын дулааны сүлжээний дулааны алдагдал

№	Улс	Дулааны алдагдал(%)
1	Австри	5%
2	Эстони	5%
3	Болгар	9%
4	Чех	10%
5	Дани	15%
6	Финланд	13%
7	Франц	5%
8	Герман	8%
9	Итали	13%
10	Латви	8%
11	Литва	10%
12	Нидерланд	14%
13	Норвеги	10%
14	Польш	9%
15	Серби	9%
16	Словени	12%
17	Швейцарь	8%
18	Их Британи	5%
19	Улаанбаатар	18%

Өнөөдрийн байдлаар Улаанбаатар хотын ДХС-ийн дулааны алдагдлын хэмжээ 18 хувьтай байгаа бөгөөд дулаан хангамжийн систем өндөр хөгжсөн орнуудынхаас 8-10 хувиар илүү байна.

Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн системийн аль хөгжлийн үе шатад хамаарахыг тодорхойлох зорилгоор голлох үзүүлэлтүүдийг тодорхойлон хүснэгтэнд үзүүлэв.

3-р хүснэгт. УБ хотын ДХС-ийн үзүүлэлт

№	Үзүүлэлт	Тайлбар	ДХС хөгжлийн үе шат
1	Хөгжсөн үе	1930-1980 он (ДХС хөгжлийн үе шатын ангилалаар)	2-р үе
2	Түлшний эх үүсвэр	Хатуу түлш Нүүрс	1-р үе
3	Эх үүсгүүр	ДЦС, ДЦТ, ДС	2-р үе
4	Ажлын бие	Ус	2-р үе
5	Ажлын биений температур	100°C-аас их даралтад халуун ус	2-р үе
6	Дулааны хуримтлуур	Ашигладаггүй	1-р үе
7	Хөргөлтийн системтэй хосолсон эсэх	Хослоогүй	2-р үе
8	Шугам хоолойн материал	Ган хоолой	2-р үе
9	Усны эргэлтийн системийн шийдэл	Сүлжээний насос, насос станц	2-р үе
10	Барилгын дулааны ачаалал	200-300 кВтц/м <sup>2</sup> 0.35-0.45 ккал/м <sup>3</sup> .°C	2-р үе
11	Халаагуурын төрөл	Ялтсан халаагуур	3-р үе

12	Дулааны тоолуур	Дэд станц, дотор системийн тоолуур	2-р үе
13	Хэрэгцээний халуун усны температур	60°C	2-р үе

Энэхүү хүснэгтээс харахад Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн систем нь хөгжлийн түвшингээрээ 2-р үед хамаарах бөгөөд дараагийн үеүдрүү шилжихийн тулд богино болон урт хугацааны зорилгоо тодорхойлох шаардлагатай.

Богино хугацааны арга хэмжээнд ялтсан халаагуурын ашиглалтыг нэмэгдүүлэх, ухаалаг сүлжээ хяналт удирдлагын системийг хөгжүүлэн сайжруулах, дулааны тоолуурын мэдээллийг бүрэн алсын зайнаас авдаг болох, хэрэгцээний халуун усны температурыг бууруулан 40-50°C болгох судалгааг хийх, одоогийн мөрдөгдөж буй дүрэм журамд өөрчлөлт оруулан, бууруулах шаардлагатай байна.

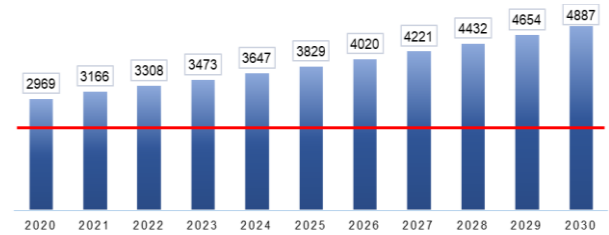
Урт хугацааны арга хэмжээнд дулааны хуримтлуурын технологийг нэвтрүүлэх, хог шатаах технологид суурилсан дэд станц, сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэр бүхий дэд станц, цахилгаан, хийн түлшний дэд станцуудыг ашиглах 3,4-р үеийн ухаалаг дулаан хангамжийн системийг хөгжүүлэх шилжих шаардлагатай байна.

#### V. УЛААНБААТАР ХОТЫН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ХЭТИЙН ТӨЛӨВ

Ойрын жилүүдэд үүсэх цахилгаан, дулааны эрчим хүчний хомсдлын нөхцөл байдал нь улсын хэмжээнд тулгамдсан асуудлуудын нэг болоод байгаа тул эрчим хүчний салбарын нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийж, асуудлыг шийдвэрлэх боломжит арга замыг эрэлхийлэх, оновчтой шийдвэр гаргах шаардлагатай байна.

Жилд дунджаар 150-200 Гкал/ц дулааны ачаалал бүхий 300-400 орчим барилга объект дулаанд холбогддог бөгөөд 2030 он гэхэд 1400-1600 Гкал/ц дулааны ачаалал бүхий 2500 гаруй барилга объект шинээр нэмэгдэнэ гэсэн төсөөллийг гаргах

боломжтой байна.



12-р зураг. Улаанбаатар хотын дулааны ачааллын таац (Гкал/ц)

2022 оны 4-р сарын байдлаар Улаанбаатар дулааны сүлжээ ТӨХК болон ЭХЯ-ны олгосон 609 техникийн нөхцлийн 900 гаруй барилга объектын 425 Гкал/ц дулааны хэрэглээ хүлээгдэж байна.

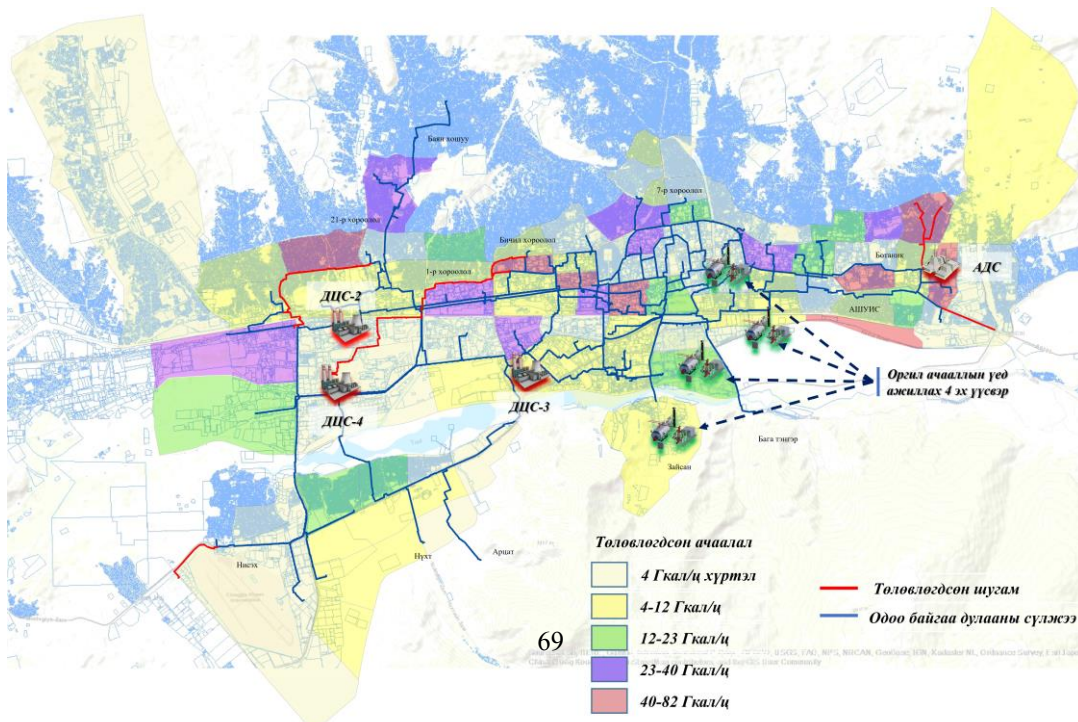
Нийслэлийн ерөнхий төлөвлөгөөний дагуу хотыг 136 нэгж хороололд хуваан 2040 он хүртэл таван жилээр үечлэн хөгжүүлэхээр төлөвлөсөн бөгөөд өнөөдрийн байдлаар 1638 Гкал/ц дулааны ачаалал бүхий орон сууцны хорооллууд хүлээгдэж байна.



13-р зураг. 2040 он хүртэл хөгжүүлэх 136 нэгж хороолол

2021 оны 12-р сарын 30-ны өдрийн 106-р тогтоолоор Монгол улсын засгийн газрын шинэ сэргэлтийн бодлогын хүрээнд эрчим хүчний салбарт хэрэгжих төсөл хөтөлбөрүүдийг тодорхойлсон юм.

14-р зураг. Улаанбаатар ДХС-ийн хотын хэтийн төлөв



4-р ХҮСНЭГТ. УЛААНБААТАР ХОТОД ХЭРЭГЖИХ ТӨСЛҮҮД

№	Үзүүлэлт	Хүчин чадал	Хэрэгжих хугацаа
1	ДЦС-2 түшиглэн хийн цахилгаан станц	100 МВт	2022 – 2028
2	ДЦС-4	+500 тн/ц	2022 – 2025
3	ДЦС-3	400 МВт	2022 - 2027
4	АДС	100 Гкал/ц	2022 - 2024
5	Хийн түлшний эх үүсвэр /4 байрлалд/	46 МВт 81 МВт 70 МВт 22 МВт	2022 - 2026

## VI. ДҮГНЭЛТ

4GDH буюу 4-р үеийн дулаан хангамжийн системийн судалгаа, төсөөллүүд Европ болон дэлхийн улс оронд 2010 оноос хойш эрчимтэй хөгжсөн, 2020 оноос эхлэн шилжиж эхэлж байгаа бөгөөд улс орнууд өөрсдийн газарзүйн онцлог, байгалийн баялаг, уур амьсгал, эдийн засаг зэрэгт тохирсон оновчлол, загваруудыг хэрэгжүүлж эхлээд байна. Энэ нь байгальд ээлтэй ухаалаг эрчим хүчний (цэвэр эрчим хүч) нэгдсэн системийг бий болгох чиг хандлага руу чиглэж байна.

Орон нутгийн дулаан хангамжийн системийн дулааны ба гидравлик горимыг хөгжлийн хэтийн төлөвтэй уялдуулан, горим ажиллагааны тооцооны программ ашиглан тооцдог болох, сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүрийг хослуулан ажиллуулах боломжийн судалгааг хийх, нэгдсэн мэдээллийн санг нэвтрүүлэх, мэдээллийн баяжилтыг тогтмол хийдэг болох, хяналт удирдлагын нэгдсэн системийг нэвтрүүлэх, халаалтын цогц төхөөрөмж бүхий дэд станцуудыг нэмэгдүүлэх, автоматжуулалтын түвшинг нэмэгдүүлэх, Улаанбаатар, Эрдэнэт, Дархан хотуудын туршлагыг судлах, инженер техникийн ажилчдыг сургалтанд тогтмол хамруулж, мэргэжлийг дээшлүүлдэг болох шаардлагатай байна.

Цаашид Монгол улсын дулаан хангамжийн системд дулааны хуримтлуурын технологи, цахилгаан, хий түлшний дэд станц, хог шатаах технологи бүхий дэд станц, сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэр бүхий дэд станцын судалгааг хийн нэвтрүүлэх, одоогийн байгаа системүүдтэй интеграци хийн ажиллуулах боломж, үр ашгийг тодорхойлох, сүлжээний усны нам температурт шилжих боломжийг судлах, системийн дулааны алдагдлыг багасгах, сүүлийн үеийн багаж техник, ухаалаг технологи программ хангамжийн тусламжтайгаар тооцож хянадаг болох, дулааны насос станцын системүүдийг судлах, бусад орнуудын адил 3,4-р үе рүү шилжих суурь судалгааг хийх, шилжих шаардлагатай байна.

### Товчилсон үг

ДЦС - Дулааны цахилгаан станц

ДС - Дулааны станц

ДХС – Дулаан хангамжийн систем

ДХТС – Дулаан хангамжийн төвлөрсөн систем

АҮК – Ашигт үйлийн коэффициент

УБДС – Улаанбаатар дулааны сүлжээ

ХОСК – Хувийн орон сууцны контор

ОСНААУГ – Орон сууц нийтийн аж ахуйн удирдах газар

ДДТ – Дулаан дамжуулах төв

ХЦТ – Халаалтын цогц төхөөрөмж

### НОМ ЗҮЙ

- [1] Б.Намхайням “Дулаан хангамжийн систем”, 2015. Улаанбаатар хот. 400хуудас
- [2] Х.Энхжаргал Ц.Мэнддо “Төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн чиг хандлага”, 2022. ЭХ сэтгүүл-216. 17-р хуудас
- [3] <https://www.4dh.eu> “4GDH Олон улсын судалгааны төв”
- [4] Монахов Г. В. “Моделирование управления режимами тепловых сетей” М. : Энергоатомиздат, 1995. 224с.
- [5] Henrik Lund, Sven Werner b “4th Generation District Heating (4GDH) Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems”, 2014. Energy 68 (2014) 1-11

# ДУЛААНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТ, АЮУЛГҮЙ БАЙДЛЫГ ДЭЭШЛҮҮЛЭХ НЬ

Бямбасүрэнгийн Эрдэнэчимэг, Доржготовын Батчимэг, Нэргүйгийн Одончимэг

Улаанбаатар Дулааны Сүлжээ Төрийн Өмчит Хувьцаат Компани, Улаанбаатар, Монгол 6030

[erdenechimeg@ubds.energy.mn](mailto:erdenechimeg@ubds.energy.mn)

**Хураангуй**— Хүн ам хот суурин газар төвлөрч, өдрөөс өдөрт нэмэгдэн сууршиж байгаа өнөө үед дулааны зүй зохистой хэрэглээг ард иргэдэд төлөвшүүлэх, эрчим хүчийг хэмнэх тухай нийгмийн бодлогыг хэрэгжүүлэх, улмаар эрчим хүчний аюулгүй байдлыг хангахад байгалийн нөхөн сэргээгдэх эрчим хүчний нөөцийг ашигласан эх үүсвэрүүдийг байгуулахын ач холбогдолыг таниулах, дэлхий нийтийн эрчим хүчний бодлогын чиг хандлагыг нэвтрүүлэхэд ухаалаг төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем нь олон талаараа давуу талтай бөгөөд эрчим хүчний системийн хөгжлийн асар их боломжийг харуулах тул өгүүлэлдээ түүний тухай үндсэн ойлголт, бүрэлдэхүүн хэсэг, ажиллагааны зарчмыг дурьдан, дулаан хангамжийн системийн хөгжилд өгөх үр өгөөж, хэмнэлт, тооцоо судалгааг гаргаж, нэвтрүүлэхийн ач холбогдолыг санал болголоо.

*Түлхүүр үг*— Ухаалаг удирдлагын систем, Платформ, Скада

## I. ОРШИЛ

МУЗГазрын 1995 оны 97 дугаар “дулааны эрчим хүч хэрэглэгчдийг хэмжүүржүүлэх” тухай бодлогыг хэрэгжүүлж эхэлсэн цагаас ухаалаг дулаан хангамжийн системийг хөгжүүлэхээр томоохон хэд хэдэн төслийн ажлууд Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн системд хэрэгжүүлсэн билээ. Гэвч энэ системийн гүйцэтгэл хангалтгүй нэвтэрч, төслөөр суурилуулсан тоноглолуудын ашиглалтын хугацаа дуусч, хэвийн ажиллагаа зарим дэд станцад алдагдсан гэж хэлэхэд илүүдэхгүй байх. Иймд ухаалаг гэсэн зарчмаар дулаан хангамжийн системийн үйл ажиллагааг удирдахад тоноглолуудыг бүрэн автомагжуулах, удирдлагын нэгдсэн төвтэй байхыг шаардана. Монгол Улсын Эрчим хүчний хэрэглээ, түүний дотор дулааны хэрэглээ цаг агаарын эрс тэрс уур амьсгалтай манай оронд төлөвлөсөнөөс зөрүүтэй хэрэглэдэг ба айл өрх, иргэд тохилог орон сууцны байрандаа ая тухтай амьдрах, ажиллах, өдөр тутмын ажлаа санаа зоволтгүй хийх, нийгмийн гол хүчин зүйлийн нэг бол найдвартай дулаан хангамжийн систем мөн билээ. Дулааны эрчим хүч хэрэглэгч иргэн, аж ахуй нэгж байгууллагуудад зүй зохистой хэрэглээг таниулах, хэмнэлтийн бодлогыг хэрэгжүүлэхийн ач холбогдлыг таниулах, эрчим хүчний аюулгүй байдлыг хангах, сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийг нутагшуулах, эдийн засгийн хэмнэлтийг ухаалаг дулаан хангамжийн системийг нэвтрүүлснээр хүртэх гэсэн санааг хэрэгжүүлэхийн чухлыг дэвшүүлж байгаа нь өгүүллийн гол зорилго оршино. Ингээд ухаалаг төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийг нэвтрүүлэхэд хэрэгжүүлэх шаадлагатай техник технологийн ажлуудын бүдүүвч, түүний ажиллагааны зарчим, шинэ техник технологи дах инноваци, “дулаан хангамжийн эх үүсвэр - шугам сүлжээ - дэд станц - айл өрх”-ийн системүүдийг ухаалгаар удирдах, түүний үр дүн, хэрэгжүүлэхийн ач холбогдолын судалгаа, мэдээллийг бэлтгэн танилцуулж байна.

## II. УХААЛАГ ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМ

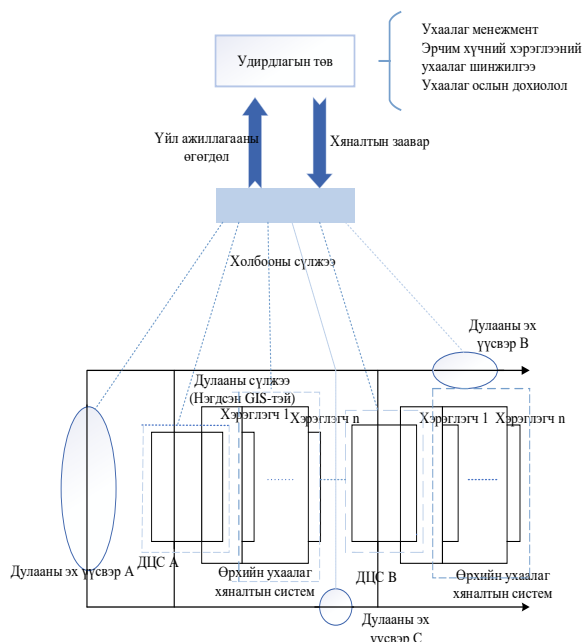
Дулаан хангамжийн системийн гол алдагдал нь дулаан болон усны алдагдал юм. Энэ алдагдлыг багасгах техник зохион байгуулалтын ажлын нэг бол ухаалаг систем юм.

Барилга, байгууламжууд хотын хөгжилтэй зэрэгцэн ихээр байгуулагдаж байгаа энэ цагт барилгын эрчим хүчний хэрэглээг ухаалаг системээр хэмнэж, үр ашгийг дэвшилтэд үйл ажиллагаанд зарцуулах нь чухал. Судалгаанаас харахад ухаалаг дулаан хангамжийн систем нь ирээдүйд тогтвортой эрчим хүчний системийг хөгжүүлэхэд ихээхэн үүрэгтэй байна. Хэрэглээний өсөлтөөс шалтгаалан хэрэглэгчдийг найдвартай дулаанаар хангаж чадахгүй, дутагдалтай талууд гарч ирж байна. Өөрөөр хэлбэл эрчим хүчний зах зээлийн өнөө үед эрчим хүчний хэмнэлттэй барилга байгууламжид анхаарал хандуулах нь дулаан хангамжийн системийг урьд өмнөхөөс илүү үр ашигтай ажиллуулах, эрэлт хэрэгцээг бий болгох технологийн дэвшлийн, өөрчлөлт хэрэгтэй болохыг шаардаж байна. Иймд ухаалаг сүлжээг дулаан хангамжийн системд хэрэгжүүлэхийн тулд олон шинэ дэвшилтэд технологи, удирдлагын нэгдсэн систем, түүнийг хэрэгжүүлэх бүтэц, хамтын хүч хөдөлмөр санаа хамгаас чухал байна. Эрчим хүчний дутагдалд орж болзошгүй байгаа энэ цагт ухаалаг дулааны систем нь хэрэглэгчийг эрүүл ахуйн стандартад нийцсэн халаалт, халуун усны хэрэглээгээр хангах, хэмнэж сургах, сэргээгдэх болон өөрийн эрчим хүчний эх үүсвэртэй хослон ажиллах оновчтой саналыг дэвшүүлэх, хослон ажиллахын ач холбогдлыг таниулан нэвтрүүлэх нь чухалд оршино. Улмаар ухаалаг цахилгаан, ухаалаг хий, ухаалаг шингэн, ухаалаг нарны эрчим хүч, ухаалаг дулааны сүлжээний нэг хэсэг болж хослон ажиллуулах юм. Ингээд ухаалаг дулаан хангамжийн системтэй болоход хийсэн танилцуулга, судалгааны ажлыг толилуулья.

## III. УХААЛАГ ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМ ИЙН БҮТЭЦ, ОНЦЛОГ

Ухаалаг дулааны сүлжээ гэдэг ойлголтыг ухаалаг цахилгаан сүлжээтэй зэрэгцүүлэн авч үзэх бөгөөд

ирээдүйд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан эх үүсвэрүүдийг нэгтгэх, төвлөрсөн эх үүсвэртэй зэрэгцээ ажиллах дамжуулах, түгээх шугам сүлжээг бий болгоход чиглэгдэнэ. Өөрөөр хэлбэл мэдээллийн сүлжээгээр дамжуулан нэгдсэн сүлжээг (эх үүсвэр, шугам сүлжээ, дэд станц, хэрэглэгч) хооронд нь холбож, алсын зайнаас удирдан, ухаалаг системд холбох юм. Энэ системийг Дани, Швед, Австри Улсын дулаан хангамжийн системд хэрэглэж байгаа билээ. Халаалтын системийн найдвартай, аюулгүй байдал, үр ашгийг дээшлүүлэхийн тулд ашиглалт, засвар үйлчилгээ, ажиллагаа гэсэн техникийн үзүүлэлтээр ангилан алсаас удирдан тохируулна. Ухаалаг систем нь бүх мэдээллийг нэгдсэн удирдлагын платформд хадгалах, дүн шинжилгээ хийж удирдах зорилгоор хэсэг тус бүрээс бодит цагийн өгөгдлийг тасралтгүй хүлээн авч, системийн мэдээллийн санг бүрдүүлнэ. Мэдээлэлд тулгуурлан дулааны ачаалал, хэрэглээний оновчтой горимыг сонгон ажиглуулна. Мөн шугам хоолойд гарсан, саатал, гэмтлийг тодорхойлж болно. Доор үзүүлсэн 1 дүгээр зурагт ухаалаг систем нь удирдлагын төв, харилцаа холбооны сүлжээ, газарзүйн мэдээллийн систем (GIS), хяналтын мэдээлэл цуглуулах систем (SCADA) зэргүүдээс бүрдэнэ.



1-р зураг. Ухаалаг дулаан хангамжийн системийн диаграмм

Ухаалаг системийн цөм болох удирдлагын төв нь дулаан хангамжийн системийн ажиллагааг алсаас удирдаж, үйл ажиллагааг зохион байгуулна.

- Мэдээлэл цуглуулах SCADA систем нь хэрэглэгчдийн сүлжээний усны параметрийн мэдээг цуглуулна.
- Харилцаа холбооны систем нь мэдээллийг дамжуулах ба тоноглол бүрийг удирдлагын төвтэй холбож өгнө.
- Газарзүйн GIS систем нь дулаан хангамжийн системийн байршлыг тодорхойлно.

Эдгээр системүүдийн техникийн үйл ажиллагаа, тооцоолол, өгөгдлүүдийг хянах зориулалттай

хүчирхэг программ хангамжийн систем байх нь ойлгомжтой билээ. Сүлжээний усны параметрийн мэдээллийг хүлээн авсан удирдлагын төв нь өгөгдлийн мэдээлэлтэй харьцуулан шинжилгээ хийж, улмаар зүй бус хэрэглээ болон гэмтэл, саатлыг эрт илрүүлж урьдчилан арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэх боломжтой юм. Мөн дулаан хангамжийн системийн горим үйл ажиллагааг хэвийн явуулах, оновчтой хувилбарыг сонгож гидравлик тогтворжилтыг хангах горим үйл ажиллагааны схемийг сонгож өгнө. Гадна агаарын температураас хамааруулан халаалтын систем рүү гарах температурыг автоматаар сонгож, эрчим хүчний хэрэглээг хэмнэх, хамгаалах системээр ажиллана. Энэ удирдлагын системийг бид ярьж, хэлэлцдэг боловч өнөөдрийн байдлаар хэрэгжүүлэх шаардлага гарч байгаа тул уг сэдвийг хөндсөн юм.

#### IV. УХААЛАГ ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМ ИЙН ИННОВАЦИ БУЮУ ШИНЭ ТЕХНИК ТЕХНОЛОГИ

Дэлхий дахинд эрчим хүчний шинэ техник технологи олноор нэвтрэхийн хэрээр төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем ухаалаг болж байна. Дулаан хангамжийн ухаалаг системийн стратеги нь эцсийн хэрэглэгчдэд байх ёстой параметрийг өгөхийн тулд дулааны ачааллыг тэнцвэржүүлэх, сүлжээний насосны өргөлтийн хэмжээг тохируулах, нэгдсэн сүлжээн дэх дэд станцуудын ажиллагааг хянан удирдах, эх үүсвэрийн ачаалалуудыг хуваарилах явдал юм.

##### A. Ухаалаг хяналтын систем:

Ухаалаг халаалтын систем нь бүрэн автоматчлагдсан байх бөгөөд цогцоор нь хэрэгжүүлбэл өндөр үр ашигтай, найдвартай ажиллах бөгөөд удирдлагын систем нь тухайн агшинд хүний тархины үүргийг гүйцэтгэх болно.

Ухаалаг удирдлагын систем нь:

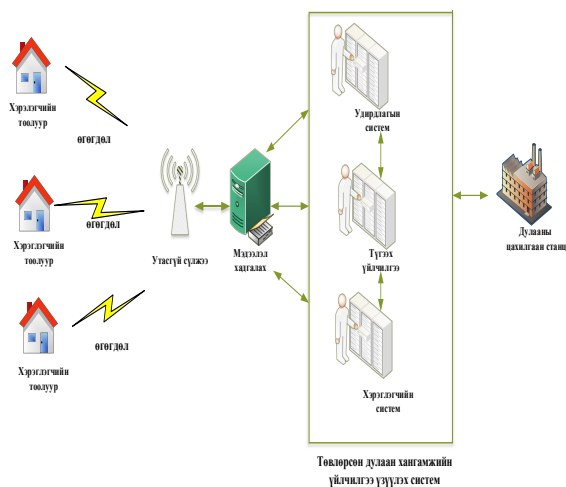
- Диспетчерийн болон нэгдсэн удирдлагын систем
- Эрчим хүчний хэрэглээний онлайн шинжилгээний систем
- Ослын дохиоллын систем

гэсэн 3 хэсгээс бүрдэнэ.

Удирдлагын төв нь алсын зайнаас дэд станц бүрээс мэдээлэл цуглуулж, бодит утгын цагт хянаж, алсаас удирдана. Газар дээр нь суурилуулсан мэдрэгчүүдээс параметрүүдийг бодит цагт цуглуулж, хяналтын төв рүү илгээнэ. Диспетчерийн болон нэгдсэн удирдлагын систем мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийж таамаг гарган, санлыг буцаан илгээнэ. Эрчим хүчний хэрэглээний онлайн шинжилгээний систем нь цуглуулсан мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийж, тэдгээрийг түүхэн мэдээллийн сантай харьцуулж шинжлэнэ. Шинжилгээний дүнд дэд станц бүрийн ашиглалтын байдлыг үнэлж,

дулааны хэрэглээг зохицуулна. Жишээлбэл: халаалтад өгөх усны температурыг гадна агаарын температураас хамааруулан тохируулна гэсэн өгөгдлийг оруулсан байна.

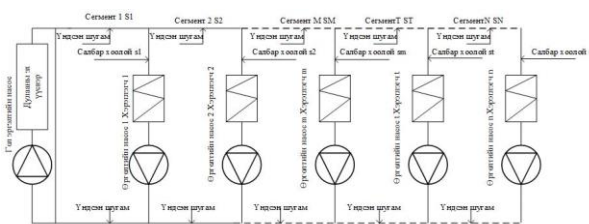
Ослын дохиоллын систем нь газар зүйн мэдээллийн GIS системээс ирсэн бодит утгын мэдээллийг хүлээн авч, өөрчлөлтийн зөрүүнээс мэдээлэл өгч, гэмтэл гарсан цэгийг яг олж сигнал өгнө. Үүний дүнд үндсэн сүлжээнээс яаралтай тусгаарлах ажлыг зохион байгуулна. Ингэснээр системийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлнэ. Тухайн объектын дулаан хадгалах чадвар, дулааны энергийг алдах хурдаас шалтгаалан мэдээллийн хоцрогдол гарах эрсдэлтэй. Хяналтын системд энэ хоцрогдлыг оруулж өгдөг. Үүнээс гадна дулаан хангамжийн системийн мэдээлэл нь олон оролт гаралттай хосолсон шугаман бус, хугацааны сааталтай, динамик шинжийн хамааралтай байдгаараа бусад технологиос ялгаатай. Иймд ухаалаг удирдлагын систем нь дулааны хэрэглээний эрэлт, гидравлик горимын тогтворжилтыг хангахад өндөр нарийвчлалтай, цаг хугацааны эрсдэлд гэсвэрлэх чадвартай, найдвартай ажиллагаатай байхыг шаардана. Ухаалаг системийн хяналтын өгөгдөлд шинжээчийн, тооцоолон гаргасан таамаглалын, тархины системийн, дууриалган хийсэн удирдлагын, дөхүүлсэн аргуудын өгөгдлүүдийг оруулдаг. Улмаар ухаалаг удирдлагын хэд хэдэн аргуудыг нэгтгэн, хүний тархины оюун ухаанд ойрхон тооцоололтой харьцуулан хянаж, удирдана. Цаг хугацааны хоцрогдол гарах магадлалтай тул ухаалаг дулаан хангамжийн системд урьдчилан таамаглах хяналтын алгоритм системийг ашигладаг. Энэ нь өгөгдлийг бага нарийвчлалтай хүлээн авч, хугацааны хоцрогдлыг тооцон удирдахаар программчлагдана гэсэн үг. Дулаан хангамжийн системд олон тооны удирдлагын төхөөрөмжүүд байдаг бөгөөд бодит цагийн мэдээллийг эдгээр төхөөрөмжүүдэд илгээж, мөн хүлээн авч болох урсгалыг 2 дугаар зурагт харуулж байна.



2-р зураг. Дулаан хангамжийн системийн мэдээллийн урсгалын бүдүүвч

## В. Хувьсах давтамжийн хурдтай өргөх насосны дулаан хангамжийн систем

Төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн эргэлтийн горим тогтоож, жигдрүүлэхэд хугацаанаас хамааран горим үйл ажиллагааны жигдрүүлэлт эхний болон төгсгөлийн цэгийн хэрэглэгчдэд харилцан ажилгүй байдаг. Эх үүсвэртэй ойр байгаа хэрэглэгчдээс, хол зайд байгаа хэрэглэгчдэд сүлжээний усны температурын нөлөөлөл хугацааны хоцрогдолоос хамаарч өөр өөр байдаг. Энэ зөрүүг арилгах, мөн хэрэглээнээс хамаарч өргөх даралтын утгыг тохируулахад тогтмол эргэлтийн хурдтай насосыг хувьсах эргэлтийн хурдтай насосоор солих шаардлагатай. Ажиллагааг температурын хамаарлын функцээр тогтоож, програмчилж өгнө. Хувьсах хурдны эргэлттэй насос нь тогтмол эргэлтийн насостой харьцуулахад дундажаар цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг 49.41% -иар хэмнэнэ. Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд ажиллаж байгаа өргөх насосны хөдөлгүүрүүд нь хэрэглээнээс хамаарч хувьсах эргэлттэй насосуудыг суурилагдсан байдаг. Энэ нь ухаалаг дулаан хангамжийн системийг хэрэгжүүлэхэд нэг давуу тал болж байгаа юм.



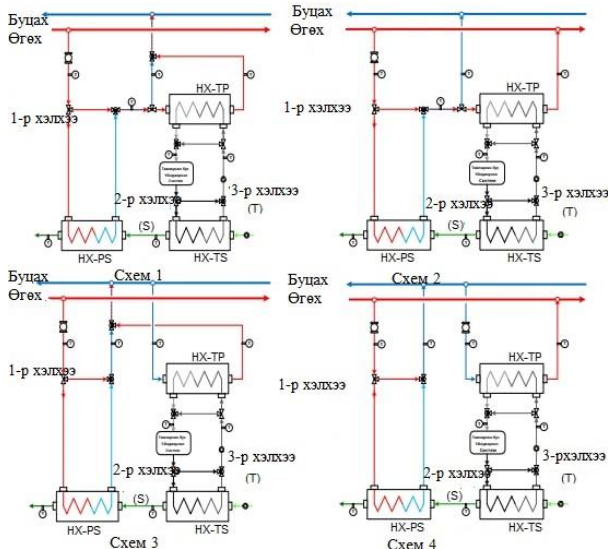
3-р зураг. Хувьсах насосны дулаан хангамжийн системийн бүдүүвч

## С. Олон төрлийн дулааны эх үүсвэртэй дулаан хангамжийн систем

Дулааны олон эх үүсвэртэй төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд ухаалаг системийг хэрэглэх нь маш их үр ашигтай. Ухаалаг удирдлагын төв нь олон төрлийн дулааны эх үүсвэрүүдийг хооронд нь илүү сайн хянаж, тэдгээрийн уялдаа холбоог зохицуулна. Үндсэн дулааны эх үүсвэр бүрэн ачаалалаа авсан бол туслах /хог хаягдлын, газрын гүний, нарны гэх мэт / дулааны эх үүсвэрүүд нь хэрэглэгчдийн хэрэгцээнээс хамаарч ээлжлэн ажиллахаар зохицуулж болно. Ингэснээр дулааны эх үүсвэрийн дундаж үр ашиг эрс нэмэгддэг. Хослон ажиллах эх үүсвэрийн хувьд шугам сүлжээнд ямар нэгэн гэмтэл, сагал гарвал нэгээс нөгөөд ачаалалыг шилжүүлэн ажиллана. Энэ нь эрчим хүчний аюулгүй байдлыг дээшлүүлэх явдал мөн. Ухаалаг төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем нь хэрэглэгчдийн хэрэглээнээс 100% хамаарна.

**D. Ухаалаг дулаан хангамжийн системийн байрны халаалтын дотор системийн холболт**

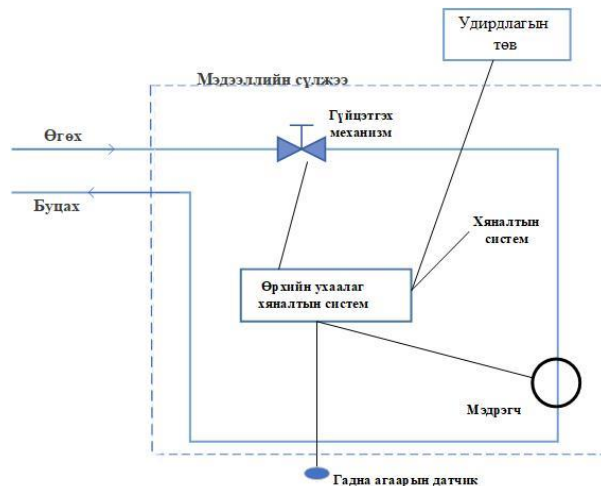
Хоёр чиглэлтэй дулааны эрчим хүчний урсгалыг бий болгосноор дэд станцуудад ухаалаг дулаан хангамжийн системийг удирдахад дөхөм, чухал холболтын схем болдог. Тараалтын 2 шугамтай 4 төрлийн дэд станцуудын схем зургийг 4 дүгээр бүдүүвч зургаас харна уу.



4-р зураг. УДХС-ийн дэд станцын диаграмм

**E. Өрхийн халаалтын хяналтын систем**

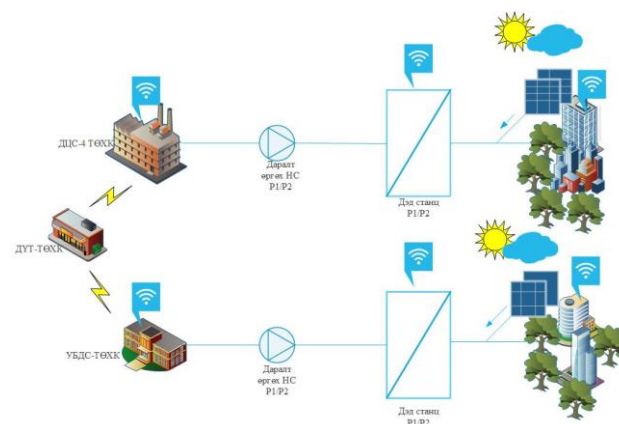
Өрхийн халаалтын системд ухаалаг хяналтын хэмжүүр суурилуулснаар тасалгааны температурыг хэрэглээнээс хамаарч нэмэх, хасах боломжтой бөгөөд эрчим хүчний асар их хэнмнэлтийг өрхт үзүүлнэ. 5 дугаар зурагт өрхийн ухаалаг удирдлагын системийн бүдүүвчийг харууллаа. Улмаар өрх нь эрчим хүчний хэрэглээг өөрийн гар утас, таблет, компьютер дээр ажилладаг программ хангамийн тусламжтай удирдан тохируулах боломжтой. Тухайлбал иргэн гэрээсээ гарахдаа халаалтаа багасгаад, гэртээ ирэхээсээ өмнө халаалтыг алсын зайнаас буюу гар утаснаасаа нэмж тохируулах юм. Өөрөөр хэлбэл ухаалаг удирдлагын систем нь хэрэглэгчийн тохируулсан хэмжээг бодит утгатай харьцуулан халаалтын системийн усны урсгалыг автоматаар тохируулна.



5-р зураг. Өрхийн ухаалаг хяналтын систем

**V. СУДАЛГАА**

МУИх хурлын 2015 оны 63 дугаар тогтоолоор “төрөөс эрчим хүчний талаар баримтлах бодлого”-ыг 2030 он хүртэл хэрэгжүүлэх хөтөлбөр баталсан байна. Үүнд дулаан хангамжийн системийн найдвартай ажиллагааг сайжруулахад сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийг нэмэгдүүлж, 1 Гкал эрчим хүчийг үйлдвэрлэхэд ялгаруулах хүлэмжийн хийн хэмжээг 0,05 тонн CO<sub>2</sub> эквивалентаар буюу 9,61%-иар, барилгын дулааны алдагдалыг 40%-иар тус тус бууруулахаар зорилтоо дэвшүүлсэн байна. Энэ зорилтыг дэмжихээр нэмэлтээр дараахи ажлуудыг Улаанбаатар хотын хэмжээнд хэрэгжүүлэхийн ач холбогдлыг судаллаа. Бид ухаалаг дулаан хангамжийн системийг хэрэгжүүлэхийн тулд Монгол Улсын дулаан хангамжийн үйлдвэрлэлийн хэрэглээ жилд 36,2 сая ГДж дулаан түгээж байдгийн 30,8 ГДж буюу 85% орчмыг дангаараа үүрч байгаа Улаанбаатар хотын дулаан хангамжийн сүлжээнд тооцоо, судалгаа хийсэн. Дулаан хангамжийн системийн ерөнхий бүдүүвчийг 6 дугаар зургаас харна уу.



6-р зураг. УБ хотын УДХС-ийн бүдүүвч зургаар

**А Усаар түгээсэн ДЭХ-ний хэрэглээг хянах тохируулах засварлах ажилчдын судалгаа**

- Улаанбаатар дулааны сүлжээ ТӨХК-ийн засварчин албан тушаалтай ажилчдын тоо 5 жилээр

1-р хүснэгт. УБДС-ТӨХК

Он	Барилгын тоот	Ажилчдын тоо	Узелийн тоо
2011	9463	217	6230
2016	10674	221	8100
2021	12906	221	10486

- ДЦС-4 ТӨХК-ийн борлуулалтын нэгжийн засварчин албан тушаалтай ажилчдын тоо 5 жилээр

2-р хүснэгт. ДЦС-4 ТӨХК

Он	Барилгын тоот	Ажилчдын тоо	Узелийн тоо
2011	0	0	0
2016	0	0	0
2021	201	10	168

Судалгаанаас харахад 2011 онд 1 ажилтан нь 44 барилга, 29 узель хариуцан ажиллаж байсан бол 2021 онд 1 ажилтан нь 57 барилга, 46 узель хариуцан ажилладаг болсоноор 1 ажилтаны дулааны эрчим хүч хэрэглэх хэрэглэгчдэд өгөх үйлчилгээний ачаалал нэмэгдэх бөгөөд сүүлийн 10 жилд хотын барилгажилт 39%-иар өссөнтэй зэрэгцэн дулааны узелийн тоо 71%-иар ихэссэн нь ажилчдын ажлын бүтээмж буурч болохыг харуулж байна.

**В 2031 онд УБ хотын өсөн нэмэгдэх барилгажилт үйлчилгээ үзүүлэх засварчдын судалгаа**

Хот хөгжихийн хэрээр шинэ техник, технологийг нутагшуулах улмаар ухаалаг дулаан хангамжийн системийг нэвтүүлэхийн ач холбогдолын судалгааг хийлээ. Судалгаагаар барилгажуулалтын өнөө үед 10 жил тутамд шинээр 7427 дулааны зангилаа баригдана гэж үзвэл 2031 онд 18219 барилга байгууламжуудыг дулааны эрчим хүчээр найдвартай хангахад 159 засварын ажилчид нэмэх шаардлагатай болохыг 3,4-р хүснэгтээс харна уу.

3-р хүснэгт. АЖИЛТНЫ НОРМ

Он	Нэг ажилтанд ноогдох норм		Шаардлагатай засварын ажилчдын тоо
	Барилгын тоот	Ажилчдын тоо	
2011	44	29	217
2021	44	29	231
2031	44	29	390
<b>Зөрүү тоо</b>			<b>159</b>

4-р хүснэгт. АЖИЛТНЫ ЗАРДАЛ

Он	Нэг ажилтанд ноогдох норм		Шаардлагатай засварын ажилчдын тоо
	Барилгын тоот	Ажилчдын тоо	
2011	9463	6230	217
2021	13102	10654	231
2031	18219	18081	390

**С Шинээр нэмэгдэх ажиллагсдын болон ухаалаг дулаан хангамжийг нэвтрүүлэх зардлын судалгаа**

Тооцооллоор 2031 онд Улаанбаатар хотын барилгажилт өсөн нэмэгдэхэд дулааны эрчим хүч хэрэглэж байгаа хэрэглэгчдэд үйлчилгээ үзүүлэх ажиллагсдын дундаж цалинг (1 томъёо) 64,2 тэрбум төгрөгөөр нэмэгдүүлж төлөвлөх зардал гарч байна. Жишээлбэл:

5-р хүснэгт ЭХС-ийн ажилчдын цалингийн өсөлт

(8% -н инфляцын өсөлтөөр тооцвол)

Он	Дундаж цалин (мян.төг)
2021	1558
2022	1683
2023	1817
2024	1963
2025	2120
2026	2289
2027	2472
2028	2670
2029	2884
2030	3114
2031	3364

$$НАДЦ = АТ * 12 \text{ сар} * 10 \text{ жил} * ДЦ \quad (1)$$

НАДЦ-Нэмэгдэх ажлын дундаж цалин

АТ-Ажиллагсдын тоо

ДЦ-Дундаж цалин

$$159 * 12 * 10 * 3364000 = 64\ 185\ 120\ 000 \quad (2)$$

Нэг дулааны зангилааг ухаалаг дулааны системээр сольж шинэчилбэл .

$$УДСӨ = ШНДЗ * ШЗардал \quad (3)$$

УДСӨ-Ухаалаг дулааны системийн өртөг

ШНДЗ-шинээр нэмэгдэх дулааны зангилааны тоо



Шзардал- 1 дулааны зангилааг ухаалаг системээр шинэчлэх зардал

6-Р ХҮСНЭГТ. ТОНОГЛОЛ СУДАЛГАА

Шинээр нэмэгдэх дулааны зангилаа	2031 оны тоноглолын үнэ /төг/		
	Даралтын мэдрэгч	Алсын зайн мэдээлэл дамжуулах систем	Шинэчлэх зардал
7427	1 176 000	6 858 608	8 034 608

$$7427 * 8034608 = 59\,673\,033\,616 \quad (4)$$

шаардагдаж байна.

Судалгаанаас нэмэгдэх ажиллагсдын дундаж цалин (НАДЦ) нь ухаалаг дулааны системийн өртөгөөс (УДСӨ) их гарсан тул (5 томъёо) дулаан хангамжийн системийг ухаалаг системд шилжүүлэх нь илүү ашигтай болохыг бид тооцооллоо.

$$НАДЦ > УДСӨ \quad (5)$$

Иймд Улаанбаатар хотын сүлжээнд ухаалаг дулаан хангамжийн системийг нэвтрүүлэхийг санал болгож байна.

#### VI. ДҮГНЭЛТ

Хот суурин газрын хүн амын өсөлттэй сууринд төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэхийн тулд дээрхи судалгаагаар ухаалаг дулаан хангамжийн системд шилжих нь эдийн засгийн ач холбогдолтой судалгаа гарсанд ТЭЗҮ-ийн тооцоо хийж, эрчим хүчний системийн хэмжээнд хэрэгжүүлэх ажлыг зохион байгуулах.

Технологийн хөгжлийг дагаад ухаалаг төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийг нэвтрүүлэхэд шинэлэг элемент, технологиуд шинээр гарч ирэх ба шинэ технологийн хэрэглээг бие даан хөгжүүлэх, аажмаар хооронд нь нэгтгэх, түүнчлэн ажилчдын мэдлэгийг дээшлүүлэх зэргээр эрчим хүчний системийн менежментийг өөрчлөх.

Ухаалаг дулаан хангамжийн системийн найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэхэд түүнтэй хослон ажиллах сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдийг шинээр хотын байгууламжид нэмэгдүүлэн барьж байгуулах ажлыг дэмжих.

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] Gao, L., Cui, X., Ni, J., Lei, W., Huang, T., Bai, C., Yang, J. Technologies in Smart District Heating System, 9th International Conference on Applied Energy, ICAE2017, 21-24 August 2017, Cardiff, UK
- [2] <https://www.elsevier.com> “Олон улсын сэтгүүл”
- [3] M. A. Ancona, L. Branchini, A. De Pascale, F. Melino. Smart District Heating: Distributed Generation Systems’ Effects on the Network, The 7th International Conference on Applied Energy – ICAE2015
- [4] Б.Намхайням “Дулаан хангамжийн систем” 2015 он
- [5] Эрчим хүч engineering сэтгүүл 2021-9(211)
- [6] ЭХЗХ, ШУТИС “Эрчим хүчний үр ашигтай хэрэглээ, хэмнэлтийн асуулт, хариулт” 2017 он
- [7] International Energy Policy Program Technology Management Economics and Policy Seoul National University “Сэргээгдэх эрчим хүчний бодлого” илтгэл 2021 он
- [8] П.Товуудорж “Эрчим хүчний аюулгүй байдал” илтгэл 2017 он
- [9] Ц.Атаржаргал “Эрчим хүч хэмнэлтийн бодлого” илтгэл 2016 он
- [10] УБДС ТӨХК-ийн Архив



1986-1991 ШУТИС дулааны бакалавр, 1994 магистр инженер, 2004-2006 ХУИСургуулийн Англи хэлний орчуулагч мэргэжлээр тус тус төгссөн. 1996 оноос Эрчим хүчний салбарт ажиллаж байна. МУ-ын Зөвлөх инженер



2004-2008 УБИС-ФЭТ Компьютерийн техник хангамж сүлжээний бакалавр, 2017-2019 ШУТИС-ЭХИС магистр инженер мэргэжлээр тус тус төгссөн. 2016 оноос Эрчим хүчний салбарт ажиллаж байна. МУ-ын Магистр инженер.



1997-2001 МУИС-ийн химич-химийн багш мэргэжлээр бакалавр, 2004-2006 химийн магистр, 2013-2015 ҮДТСургуулийн дулааны инженер мэргэжлээр тус тус төгссөн. 2006 оноос Эрчим хүчний салбарт ажиллаж байна. МУ-ын химийн магистр, дулааны бакалавр инженер.

# НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИЙГ АШИГЛАН КОМПАНИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНД ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТ ГАРГАХ

Лхасүрэн Амарбат, Батжаргал Балжинням, Баттулга Баасансүрэн  
Монгол улс, Улаанбаатар, “Улаанбаатар дулааны сүлжээ” Төрийн Өмчит Хувьцаат Компани

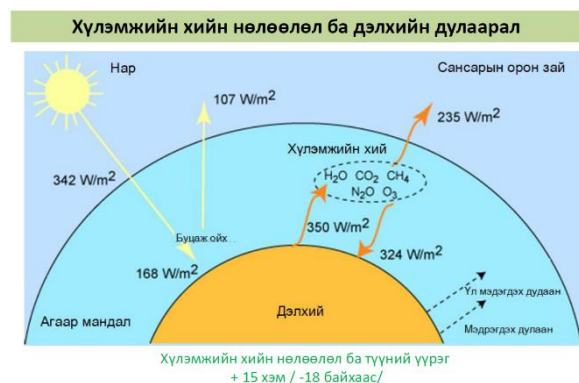
**Хураангуй**—“УБДС” ТӨХК нь үүрэг хүлэсэн хэрэглэгчийн хувьд эрчим хүчний хэмнэлт үүсгэж, нийгмийн хариуцлагын хүрээнд Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлыг бууруулахад тодорхой хувь нэмэр оруулан ажиллаж байгаа бөгөөд сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэн ажиллуулахаар төлөвлөөд байна. Энэ ажлын эхлэл болгож “УБДС” ТӨХК-ийн үйлдвэрлэлийн баазын барилга объектуудын дотоод хэрэгцээний цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг Нарны үнэгүй энергийг ашиглан хангах, цаашлаад эрчим хүчний хэмнэлттэй цахилгаан мотортой автомашиныг нарны коллектороос хуримтлуулсан эрчим хүчээр цэнэглэн ажиллуулах боломжийг судалсан болно.

Уг судалгааны ажил нь Сэргээгдэх эрчим хүчийг дэмжин хэрэглэгчдэд сурталчлах үлгэр жишээ /хөшүүрэг/ болох, эрчим хүчийг зөв хэмнэлттэй горимоор ашиглан эдийн засгийн хэмнэлт гаргаж агаар, орчны бохирдлыг тодорхой хэмжээнд бууруулах, түлшний шаталтаас үүсэх утааны хэмжээг багасган байгаль орчны эко тэнцвэрийг хадгалах чухал ач холбогдолтой төсөл юм.

**Түлхүүр үг**— Хүлэмжийн хий, Эрчим хүчний хэмнэлт, Нарны коллектор, Цахилгаан машин, Киловатт.цаг

## I. ОРШИЛ

Сүүлийн 100 жилийн хугацаанд дэлхийн дундаж температур  $0.18 \pm 0.74^\circ\text{C}$  -аар нэмэгдсэн бөгөөд "Засгийн газар хоорондын уур амьсгалын өөрчлөлтийн хороо" нь "20-р зууны дундаас эхэлсэн, агаарын дундаж температурын ихсэлт нь, агаар мандал дахь антропоген хүлэмжийн хийн агууламж нэмэгдсэнтэй холбоотой байх бүрэн боломжтой юм" гэжээ. ИПСС-гийн уур амьсгалын загварчлал, 1990-2100 оны хооронд агаарын дундаж температур  $1.1-6.4^\circ\text{C}$  нэмэгдэж болзошгүйг харуулж байгаа.



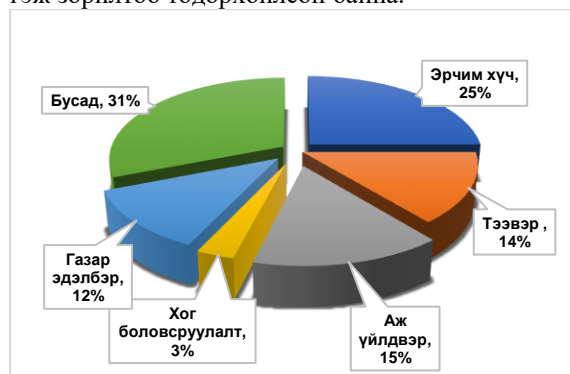
1-р зураг. Хүлэмжийн хийн нөлөөлөл ба дэлхийн дулаарал

Дэлхийн дулаарлын улмаас далайн усны төвшин, цаг агаарын аюултай үзэгдэлүүд ихсэж, хур тунадасны хэмжээ өөрчлөгдөнө. Мөн түүнчлэн хөдөө аж ахуй, мөсөн гол, мөнх цасны хэмжээ, амьтан, ургамлын төрөл, зүйл зэрэг олон зүйлд сөргөөр нөлөөлөх болно.

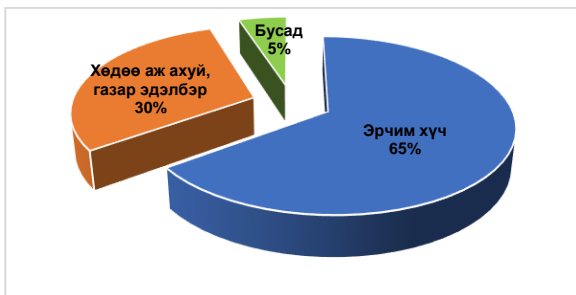
2015 онд энэхүү дулаарлыг яаж бууруулах, түүний тулд ямар арга хэмжээ авах вэ гэдэг талаар олон улсын хэмжээнд хүлэмжийн хийг (ялгаруулалтыг) багасгах зорилготой Парисын

хэлэлцээр зохион байгуулагдсан. Энэхүү хэлэлцээр нь 2020 оноос хүлэмжийн хийн ялгарлын нөлөөг бууруулж, хүлэмжийн хийн ялгарал багатай хөгжлийг бий болгох, агаар дахь нүүрсхүчлийн хийг бууруулах замаар дэлхийн цаг агаарын дулаарлыг хязгаарлах амлалтыг дэвшүүлсэн түүхэн ач холбогдолтой олон улсын хэмжээний баримт бичиг юм.

Парисын уур амьсгалын талаарх бага хурлын үеэр киотогийн протоколын оронд боловсруулж, 2015 оны 12 дугаар сарын 12-нд бүх нийтээр буюу 190 гаруй орон хүлээн зөвшөөрч 2016 оны 4 дүгээр сарын 22-нд гарын үсэг зурсан хэлэлцээр болсон. Хэлэлцээрийн 2 дугаар зүйлд заасан ёсоор НҮБ-ын уур амьсгалын өөрчлөлтийн тухай конвенцын хэрэгжилтийг эрчимжүүлэх, ялангуяа дэлхийн дундаж температурын өсөлтийг 2 хэмээс "нэлээн доогуур" байлгах, температурын өсөлтийг 1.5 хэм хүртэл хязгаарлах "хүчин чармайлт гаргах" явдал гэж зорилтоо тодорхойлсон байна.



2-р зураг. Олон улсын хүлэмжийн ялгарлын төрөл, эзлэх хувь



3-р зураг. Монгол улсын хүлэмжийн ялгарлын төрөл

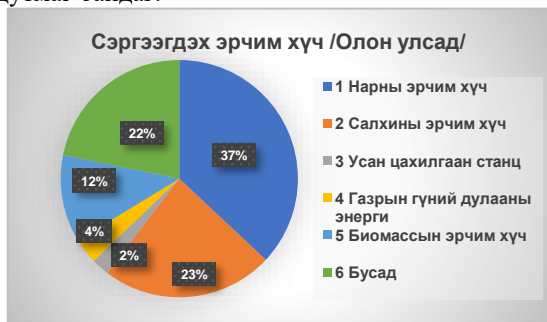
Сүүлийн жилүүдэд хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулахад үнэтэй хувь нэмэр оруулах зорилгоор дэлхийн улс орнууд байгальд ээлтэй технологи болох сэргээгдэх эрчим хүчний ашиглалтад гол анхаарлаа хандуулж байна.

## II. СЭРГЭЭГДЭХ ЭРЧИМ ХҮЧ - НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН СУДАЛГАА

### A. Сэргээгдэх эрчим хүч

Сэргээгдэх эрчим хүч нь байгаль дээр тасралтгүй нөхөн сэргээгдэж байдаг энерги юм. Дэлхий дээр үйлдвэрлэсэн нийт эрчим хүчний 26.2%-ийг сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээс гарган авсан байна. Дэлхийн дулаарал, газрын тосны үнийн өсөлт зэрэг нь сүүлийн үед сэргээгдэх эрчим хүчний талаар далайцтай судалгаа явуулах, судалгаанд ихээхэн хөрөнгө оруулах, үйлдвэрлэх, хэрэглэх үндсэн шалтгаан болж дэлхий нийтийн хандлага сэргээгдэх эрчим хүч рүү чиглэж байна.

Манай орон сэргээгдэх эрчим хүчийг дулаан хангамжид ашиглах нөөц, боломжоор сайн хэдий ч түүнийг хэрэглэх талаар хуримтлуулсан туршлагаар дутмаг байдаг.



4-р зураг. Олон улсын сэргээгдэх эрчим хүчний төрөл



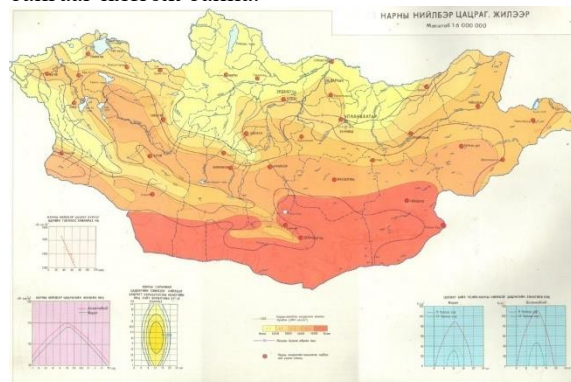
5-р зураг. Монгол улсын цахилгааны эрчим хүчний төрөл

### B. Нарны эрчим хүчний систем

Сэргээгдэх эрчим хүчний хамгийн ашигтай хувилбар бол нарны энергийг ашиглан эрчим хүч гарган авах систем юм.

Олон улсын хэмжээнд нарны хавтан үйлдвэрлэлтээр БНХАУ жил бүр тэргүүлсээр ирсэн. 2017 оноос 2021 он хүртэлх хугацаанд нарны хавтангын үйлдвэрлэл, суурилалт 83 гигаваттаар өссөн дүнтэй байгаа нь олон улс сэргээгдэх эрчим хүчийг дэмжиж нарны коллекторын үнэ жил бүр буурч байгаатай холбоотой юм.

Монгол орны хувьд бүс нутаг дэвсгэрт ирэх нарны цацраг энергийн хэмжээ дэлхийн нийт гадаргууд ирэх нарны энергийн дундажтай харьцуулахад их байдаг. Жилд ойролцоогоор 1190-14000 кВт.ц/м<sup>2</sup> ирдэг ба өдөрт ирэх нарны цацрагийн дундаж утга ойролцоогоор 3,438 кВт/м<sup>2</sup>, эрчимжилт нь өдөрт 4.3-4.7 кВт.ц/м<sup>2</sup> байгаа нь нарны эрчим хүчний системийг ашиглах давуу талтай байгааг илтгэж байна.



6-р зураг. Монгол улсын нарны цацрагийн тархац

Монгол оронд нарны системийг ашиглах давуу талууд :

- Жилд дунджаар 2791,5 цаг нартай байдаг. (250-аад орчим хоног нар тусдаг)
- Төвийн системд холбогдохгүй бие даан эх үүсвэр гаргах боломжтой.
- Заавал газарт суурилуулж зай талбай эзлэхгүйгээр дээврийн зай талбайг ашиглан суурилуулах боломжтой.
- Байнгын хүний хөдөлмөрийн оролцоо шаардлагагүй.
- Бүрэн автомат ажиллагаатай.
- Гаднаасаа барилга байшингийн дээврийн өнгө үзэмж сайжрана.

1-Р ХҮСНЭГТ. УЛААНБААТАР ХОТОД НАЛУУ ГАДАРГУУ ДЭЭР ТУСАХ НАРНЫ НИЙЛБЭР ЦАЦРАГИЙН ЭРЧИМИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

Сар	п- жилийн эхнээс тооцсон хоногийн дугаар	δ – нарны хэвийлтийн өнцөг, градус	ω- нарны цагийн өнцөг, градус	φ – өргөргийн өнцөг, градус	Isc – нарны цацрагийн эрчимийн үзүүлэлт, кВт/м <sup>2</sup>	Ic – нарны цацрагийн эрчимийн үзүүлэлт, кВт/м <sup>2</sup>
1	15	-23.37	61.6	47°56	1353Вт/м <sup>2</sup>	137.3
2	46	-19.15	67.5			156.4
3	74	-10.64	78			205.2
4	105	1.4	91.5			214.6

5	135	12.77	104.4			229.6
6	166	21	115			224.6
7	196	23.42	118.5			228.7
8	227	19.5	113			219.6
9	257	10.5	101.7			198.6
10	288	-1.6	88.3			177
11	319	-13.3	75			138.1
12	349	-21.1	65			122.2

**С. Нарны эрчим хүчний системийн ажиллагааны зарчим, давуу талууд**

Нарны эрчим хүчийг ашиглахын тулд нарны коллектор хэмээх төхөөрөмжийг заавал хэрэглэнэ. Коллекторын нарлуу харсан гадна гадаргууг нарны тусгалын эрчим хүчийг сайтар шингээх чадвар бүхий хар өнгийн материалаар хийдэг.

- Коллекторыг барилгын нарлуу харсан дээвэр дээр буюу хананд хур тунадас тогтохгүй байхаар бодолцон 45°C-аас багагүй өнцгөөр байрлуулна.
- Өмнө зүгрүү харж байрлуулах нь жилийн турш гасралтгүй нарны эрчим хүч ашиглах давуу талтай.
- Нарны зайн хавтан нь 6x10-ийн тоотой нарны зайг багтаасан голдуу 100-500 ваттын тогтмол гүйдлийг гаргах зориулалттай байдаг.

Давуу тал:

- Нарны зайн хавтангийн АҮК нь 16% байдаг сүүлийн үеийн зарим худалдаанд байгаа хавтангийн АҮК 22-24%-д хүрсэн.
- Хөрөнгө оруулалтын зардлаа богино хугацаанд нөхнө.
- Үйлдвэрийн насжилт 15 жил.
- Баталгаат хугацаа 1-3 жил.
- Суурилуулалт үнэгүй.
- Баттерей нь халалт болон бусад цахилгааны гэмтлээс хамгаалагдсан. Илүү цэнэг ирэхэд автоматаар хаах, цэнэг багасахад автоматаар унтрах, богино холбоо үүсэхэд автоматаар таслах гэх мэт маш олон функцтэй.
- Баттерей өндөр хүчин чадалтай, нэг өдөр нар гарахад бүхэл шөнөжингөө ажиллах чадвартай.
- Мөн бороотой/үүлэрхэг 5 өдрийн турш цэнэгэ барин ажиллана.

Хэрэгжсэн төсөл:

Сэргээгдэх эрчим хүчний үндэсний төв нь өөрсдийн үйлдвэрлэсэн 55 ватт чадалтай нарны дэлгэцүүдээр 18.3 киловаттын нарны цахилгаан станц суурилуулж, байгууллагын цахилгаан эрчим хүчний дотоод хэрэгцээний 60 хүртэлх хувийг хангаж байгаа юм. Цаашид энэ ондоо багтаан 10-15 киловаттаар өргөтгөж, байгууллагын цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг 100 хувь хангахаар төлөвлөжээ.

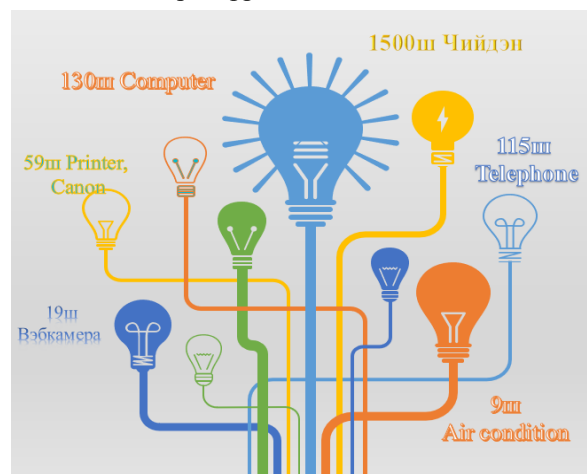
Мөн Монгол Улсад хамгийн анхны Олон Улсын стандартад нийцсэн нарны зайн дээвэр бүхий цахилгаан автомашин цэнэглэх хоёр зогсоолыг ашиглалтад оруулж, өөрсдийн өдөр тутмын үйл ажиллагаандаа хэрэглэх NISSAN LEAF

автомашиньг нарны эрчим хүчээр цэнэглэн ашиглаж байна.

**III. БАЙГУУЛЛАГЫН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНД НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИЙГ АШИГЛАХ СУДАЛГАА, ТООЦООЛОЛ**

“УБДС” ТӨХК нь үйлдвэрийн баазын 16 барилгуудын дотоод хэрэглээнд цагт дунджаар 45 кВт.ц цахилгаан эрчим хүч хэрэглэдэг. Цахилгаан хэрэгслүүдээс дурдахад:

- Компьютер – 130 ш
- Хэвлэгч, хувилагч – 59 ш
- Хяналтын вебкамера – 19 ш
- Үүрэн телефон – 115 ш
- Агаар сэлгэгч – 9 ш
- Чийдэн гэрэлтүүлэг – 1500 ш



7-р зураг: УБДС төхк-ийн үйлдвэрлэлийн баазын цахилгаан хэрэгсэлийн үзүүлэлт

2-р хүснэгт. УБДС төхк-ийн үйлдвэрлэлийн баазын цахилгааны бодит эрчим хүчний хэрэглээний дүн

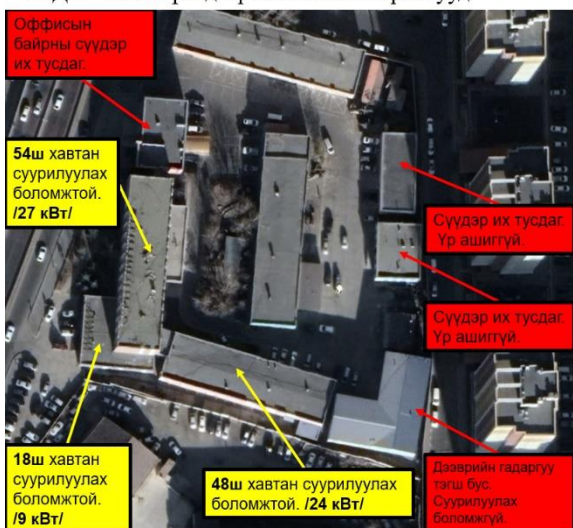
№	Сар	Сарын хэрэглээ, кВт	Хоногийн хэрэглээ, кВт	Цагийн ачаалал, кВт
1	Нэг	41996.0	1399.9	58.3
2	Хоёр	35912.0	1197.1	49.9
3	Гурав	27875.0	929.2	38.7
4	Дөрөв	38003.0	1266.8	52.8
5	Тав	24499.0	816.6	34.0
6	Зургаа	29768.0	992.3	41.3
7	Долоо	24467.0	815.6	34.0
8	Найм	29909.0	997.0	41.5
9	Ес	37367.0	1245.6	51.9
10	Арав	27367.0	912.2	38.0
11	Арван нэг	34792.0	1159.7	48.3
12	Арван хоёр	34319.0	1144.0	47.7
Дундаж		386274.0	1073.0	44.7

Компанийн үйлдвэрлэлийн баазын барилгуудын 2020 оны цахилгаан эрчим хүчний бодит хэрэглээнд дүн шинжилгээ хийхэд жилд 386,274 кВт цахилгаан эрчим хүч хэрэглэж, мөнгөн дүнгээр 75.6 сая төгрөгийг (СЭХ дэмжих төлбөр, Хоосон явалт, ЦЭХ-ний чадлын төлбөр болон НӨАТ-г нэмсэн дүн) зарцуулсан байна. 1-р сард хамгийн их буюу 58.3 кВт.ц хүртэл ачаалласан байна. Иймд 60 кВт.ц

цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх хүчин чадалтай нарны хавтангууд суурилуулах шаардлагатай юм.

Тооцоогоор гарсан тус 60 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг хангахын тулд нэг бүр нь цагт 500 Ватт цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх хүчин чадалтай 120ш нарны хавтанг суурилуулан ашиглана. Нарны хавтанг нарны тусгалын өнцөгт тохируулан өдрийн турш нар тойрч явах чиглэлд нарны эрчим хүч тусах байршилд, сүүдэрлэлт багатай газарт бусад нарны хавтанг хаахгүй байхаар тооцож суурилуулах нь чухал юм. Энэхүү шаардлагын дагуу барилга бүрийн дээврийн тохиромжтой талбайг тооцож төв оффисын байрны дээвэрт (9 эгнээгээр 54ш хавтан 27кВт.ц), оффисын байрны өргөтгөлийн дээвэрт (2 эгнээгээр 48ш хавтан 24 кВт.ц), үйлчилгээний хэсгийн дээвэр дээр (4 эгнээгээр 18ш хавтан 9кВт.ц) 45°C-н налуутайгаар суурийн хамт суурилуулах бүрэн боломжтой юм.

#### “УБДС” ТӨХК үйлдвэрийн баазын барилгууд



8-р зураг: Үйлдвэрийн баазын барилгуудын дээвэр дээр нарны хавтан суурилуулах боломжийн судалгаа

Эрчим хүчний хэмнэлт, үр ашиг, тооцоолол:  
Сэргээгдэх эрчим хүчний чиглэлээр үйл ажиллагаа эрхэлдэг тэр тусмаа нарны хавтан худалдах, ашиглалт суурилуулалтын үйл ажиллагаа эрхэлдэг компаниудын үнийн саналыг харьцуулан судалж “УБДС” ТӨХК-ийн үйлдвэрлэлийн баазын дотоод хэрэгцээний цахилгааны эрчим хүчний хэрэглээг хангах нийт сүлжээнд холбогдсон 60 кВт.ц хүчин чадалтай нарны хавтанг /цахилгаан коллектор/ худалдан авах эдийн засгийн зардлыг тооцоход анхны хөрөнгө оруулалтын зардал 142.3 сая төгрөг шаардагдах тооцоолол гарч байна.

#### 3-р ХҮСНЭГТ. АНХНЫ ХӨРӨНГӨ ОРУУЛАЛТЫН ЗАРДЛЫН ТООЦОО

№	Бараа материалын нэр, төрөл	Тайлбар	Нэгж	Тоо хэмжээ	Нэгж үнэ /төгрөг/	Нийт үнэ /төгрөг/
Сүлжээнд холбогдсон он: Нарны цахилгаан үүсгүүрүүд худалдан авах хөрөнгө оруулалтын зардал /эшигч/						

1	Нарны хавтан	Jetion 500Вт, Monocrystalline, monofacial	Ш	120	600,000	72,000,000
2	Хуваарилах хайрцаг	Solar hybrid controller	Ком	3	350,000	1,050,000
3	Интервер	Huawei, SUN2000-36KTL-M3, 3 фазын интервер	Ш	1	10,960,000	10,960,000
4	Тоолуур	3 фазын электрон тоолуур	Ш	1	400,000	400,000
5	Суурийн бүтэц	45 градус налуутай	Ком	1	11,250,000	11,250,000
6	Бетон суурь		Ш	120	67,500	8,100,000
7	Нарны зайн холболтын хайрцаг	Тогтмол гүйдлийн кабель	Ком	3	5,200,000	15,600,000
8		Хувьсах гүйдлийн кабель				
9		Газардуулгын кабель				
10		Автомат таслуур				
11		Холбогч				
12		Хар хоолой				
13		Бусад материалууд				
14	Утсралт суурил уулалт	Нэмэлтээр аккумулятор суурилуулах боломжтой	Ком	1	10,000,000	10,000,000
15	Нийт					129,360,000
16	НӨАТ					12,936,000
17	Нийт дүн					142,296,000

Нарны хавтанг суурилуулан ашигласнаар цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлтийг бий болгохоос гадна тус байгууллагын үйлдвэр баазын цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээнд жилд зарцуулдаг 51.2 сая төгрөгийг (СЭХ дэмжих төлбөр, Хоосон явалт, ЦЭХ-ний чадлын төлбөр болон НӨАТ-г хассан дүн) хэмнэх боломж бүрдэх юм. Харин нийт 120ш нарны хавтанг худалдан авах анхны хөрөнгө оруулалтын зардал болох 142.3 сая төгрөгийг богино хугацаанд буюу 3.03 жилийн хугацаанд эргэн төлж барагдуулах тооцоо гарч байна. Эрчим хүчний хэмнэлт 50 хувь байх үеэр тооцоход анхны хөрөнгө оруулалтын зардлаа 5.65 жилийн дотор нөхөх урьдчилсан тооцоо тус тус гарч байна.

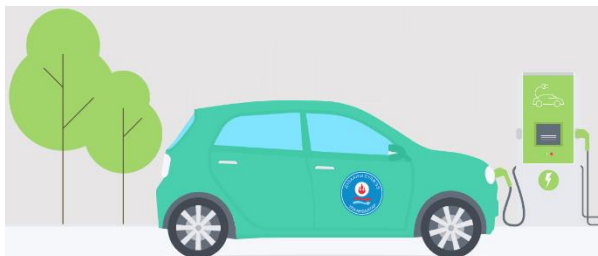
#### IV. ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТТЭЙ ЦАХИЛГААН МАШИНЫ СУДАЛГАА

Цаашид тус төслийн хүрээнд сайжруулалт өргөтгөлийн ажлыг хийж, шинээр нэмж нарны хавтан суурилуулан хүчин чадлыг нэмэгдүүлэн нэмэлт тоноглол суурилуулж /коллекторуудаар/ цахилгаан эрчим хүчийг хуримтлуулна. Улмаар хуримтлагдсан цахилгаан эрчим хүчийг ашиглан Эрчим хүчний хэмнэлттэй цахилгаан машиныг худалдан авч компанийн өдөр тутмын үйл ажиллагаанд нэвтрүүлж, өөрсдийн бие даасан эх үүсвэр буюу тус нарны хавтангаас цахилгаан эрчим хүчээр хангаж цэнэглэн ашиглах боломжтой юм.

Өнөө үед зах зээлд цахилгаан автомашинууд хэдийнээ энгийн хэрэглээ болсон бөгөөд дэлхий

нийтийн автомашины хөгжлийн ирээдүйн чиг хандлага ч мөн цахилгаан автомашин гэж үзэх болсон билээ.

Герман улсад байрлах NISSAN LEAF цахилгаан автомашины үйлдвэр нь одоогоор дэлхийн 23-н улс орны зах зээлд тус машиныг нийлүүлж байгаа ба жилд 50,000 цахилгаан автомашин үйлдвэрлэх, засвар үйлчилгээ үзүүлэх хүчин чадалтай.



Текстийг засварлаж дууссаны дараа өгүүллийг загвар хэвд оруулна. Save As командыг ашиглан загвар хэвийн файлыг хуулаад та өгүүлэлдээ нэр өгөхдөө Латин үсгээр доорх дарааллаар бичнэ үү: Цахилгаан машины давуу талаас дурдахад:

- Төрөл бүрийн утаа тортог ялгаруулахгүй, байгаль орчинд маш ээлтэй.
- Замын хөдөлгөөнд улсын дугаарын хязгаарлалтгүй оролцоно.
- Моторын тосгүй, сэвчээ байхгүй тул хөдөлмөр, эдийн засгийн хэмнэлттэй.
- Агаарын бохирдлын татвар төлөхгүй.
- Тохилог тав тухтай, хот дотор унахад тун тохиромжтой.
- Моторын багтаамж-2.5, Li ion Battery-тай, 145 км/ц хүртэл хурдална.
- 1 цэнэглэлтээр 100-160 км зам туулна. Бензин болгон харьцуулахад 100 км - 2.2л шатахауун зарцуулна. Сүүлийн үеийн загварууд бүрэн цэнэгээр 240 км зам туулна.
- Зориулалтын цахилгаан клонкод цэнэглэнэ. 220, 380 Ваттад цэнэглэх боломжтой.
- Улаанбаатар хотод цахилгаан машин цэнэглэх “fast charge”-ууд харьцангуй их сууриглагдаж байгаа.

“УБДС” ТӨХК нь компанийн үйл ажиллагааг хэвийн явуулах зорилгоор цахилгаан байгууламж, насос станц, дулааны шугам болон хэрэглэгчийн шугам тоноглолд үзлэг шалгалт хийх, хэмжилт судалгаа хийх зэрэг өдөр тутмын ажилд холбогдох алба хэлтсийн захиалгын дагуу үйлчилгээнд одоогийн байдлаар Sonata 6,7,8 загварын 4 ширхэг автомашин ашиглаж байна.

Эрчим хүчний хэмнэлт, үр ашиг, тооцоолол:

Тус машинуудын ашиглалтын хугацаа дуусч актлах дөхөж байгаа тул эрчим хүчний хэмнэлттэй цахилгаан машинаар сольж ашиглавал гарах шатахууны зардлын хэмнэлтийг тооцов.

#### 4-Р ХҮСНЭГТ. ЦАХИЛГААН МАШИНЫ ЗАРДЛЫГ БЕНЗИН МАШИНЫ ЗАРЦУУЛАЛТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН ТООЦОО

№	Загвар	Улсын дугаар	Шатахуун зарцуулалт 100км-т /литр/	Жилд хэрэглэх нийт шатахууны хэмжээ /литр/	Жилд хэрэглэх нийт шатахууны хэмжээ /татвар орсон/	Нийлбэр
1	Sonata-7	0520 УНУ	14	1,388	2,547,860	9,650,720
2	Sonata-6	0679 УНВ		1,478	2,709,680	
3	Sonata-8	4421 УБУ		1,673	3,061,940	
4	Sonata-8	8821 УБУ		712	1,331,240	
5	Nissan Leaf автомашинууд		2,2	218	392,508	1,485,000
6				232	417,942	
7				263	473,220	
8				112	201,330	
Хэмнэлт жилд 85%						8,165,000

#### 5-Р ХҮСНЭГТ. АНХНЫ ХӨРӨНГӨ ОРУУЛАЛТЫН ЗАРДЛЫН ТООЦОО

№	Барамт материалын нэр, төрөл	Тайлбар	Нэгж	Тоо хэмжээ	Нэгж үнэ /төгрөг/	Нийт үнэ /төгрөг/
Цахилгаан машин, цэнэглэгчийн хамт худалдан авах хөрөнгө оруулалтын зардал /жишиг/						
1	Цахилгаан машин цэнэглэгч	EV Fast charger	Ком	1	10,000,000	10,000,000
2	Зогсоолын төмөр хийц	Ажлын хөлс орсон	Ком	1	2,000,000	2,000,000
3	Цахилгаан автомашин	Nissan Leaf	ш	4	15,000,000	60,000,000
4	Нийт					72,000,000
5	НӨАТ					7,200,000
6	Нийт дүн					79,200,000

Харин цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлттэй 4ш цахилгаан автомашин худалдан авах анхны хөрөнгө оруулалтыг тооцоход ойролцоогоор **79.2** сая төгрөгийн төсөв гарч байна.

Улмаар одоо байгаа үйлчилгээнд явж буй автомашин болон парк шинэчлэлтийг хийж цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлттэй автомашинаар сольж шинэчлэснээр эдийн засгийн үр ашгийг тооцоход 4ш Соната маркийн бензин автомашины жилд зарцуулдаг **8.16** сая төгрөг хэмнэгдэх ба анхны хөрөнгө оруулалтын зардал болох **79.2** сая төгрөгийн зардлыг **8.14** жилийн хугацаанд бүрэн нөхөх боломжтой юм.

#### V. ДҮГНЭЛТ

Аливаа компанийн цаашид урт удаан хугацаанд оршин тогтнох, үйл ажиллагаагаа хэвийн явуулах, үр ашгаа нэмэгдүүлэх суурь хүчин зүйл нь техник технологийн шинэчлэлт, дэвшилтэт шинэ тоног төхөөрөмжийг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх явдал юм.

Нийслэл хотын төвлөрсөн дулаан болон цахилгаан хангамжийн тулгамдсан асуудлын нэг бол эх үүсгүүрүүдийн хүчин чадлын дутагдал бөгөөд хотын ерөнхий төлөвлөгөө, өсөн нэмэгдэх хэрэглээг эрчим хүчээр хэвийн хангаж ажиллахын тулд зайлшгүй нэмэлт эх үүсвэрийг барьж байгуулах шаардлагатай юм. Энэхүү хүндрэлтэй асуудлыг үр

дүнтэй шийдвэрлэхэд сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэр нь чухал бөгөөд уламжлалт технологитой харьцуулахад байгаль орчинд ээлтэй шийдэл юм.

Дулаан, цахилгааны эрчим хүчний хэмнэлтийг бий болгох, үүрэг хүлээсэн мэргэжлийн байгууллага болох хангагч компанийн хувьд үлгэр жишээ болж өөрийн компанийн дотоод цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр 100% шийдэх нь 21-р зууны техник технологийн хөгжил дэвшилээ дагасан бүтээлч алхам юм.

Компанийн үйлдвэрлэлийн баазын цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг нарны эрчим хүчийг ашиглан нарны хавтангаар шийдэх, нарны хавтангуудыг үйлдвэрлэл баазын барилгуудын дээвэр дээр суурилуулахад зай талбайн хувьд бүрэн боломжтой нь судалгаагаар тус тус харагдаж байна.

Тооцооны дагуу анхны хөрөнгө оруулалт нь нийт 142.3 сая төгрөг боловч анхны хөрөнгө оруулалтаа богино хугацаанд буюу 3.03 жилийн хугацаанд эргэн төлж барагдуулахаар байгаа нь ихээхэн эерэг үзүүлэлт юм. Өөрөөр хэлбэл нарны хавтангийн баталгаат хугацаа 15 жил байдаг ба цаашид үлдсэн 12 жилийн хугацаанд тус компанийн цахилгааны эрчим хүчний зардлыг ойролцоогоор 600,0 гаруй сая төгрөгөөр хэмнэх нөхцөл бүрдэх юм.

Мөн тус компанийн автомашинуудыг цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлттэй NISSAN LEAF маркийн 4ш автомашинаар сольж, парк шинэчлэлтийг хийхээр төлөвлөж байгаа нь компанийн урсгал зардлыг бууруулах, тухайн 4ш автомашинаас ялгарах хорт хийн хэмжээг бууруулж агаар, орчны бохирдлыг тодорхой хэмжээгээр багасгах давуу талтай юм.

Цаашид нарны эх үүсвэрийн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэн үйлдвэрлэлийн барилгуудын хэрэгцээний халуун усны хэрэглээ болон насос станцуудын дотоод хэрэгцээг бүрэн хангах боломжтой юм.

Ийм учраас манай компанийн хувьд цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлтийг бий болгох, сэргээгдэх эрчим хүчийг хэрэглэгч, олон нийтэд сурталчлан таниулах, шинэ техник технологийн үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх зорилгоор тус судалгааны ажлыг бодитоор хэрэгжүүлэх нь техник эдийн засгийн хувьд үр ашигтай гэж үзэж байна.

*Товчилсон үг*

ИПСС - Засгийн Газар хоорондын Уур амьсгалын өөрчлөлтийн хороо "Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC"

НҮБ – Нэгдсэн үндэсний байгууллага

ХХЯ – Хүлэмжийн хийн ялгарал

СЭХ – Сэргээгдэх эрчим хүч

ЦЭХ – Цахилгааны эрчим хүч

АҮК – Ашигт үйлийн коэффициент

УБДС – Улаанбаатар дулааны сүлжээ

ТӨХК – Төрийн өмчит хувьцаат компани

БНХАУ – Бүгд найрамдах хятад ард улс

НОМ ЗҮЙ

- [1] Б.Намхайням “Дулаан хангамжийн систем”, 2015. Улаанбаатар хот. 400 хуудас
- [2] “Сэргээгдэх эрчим хүчний тухай хууль”, 2014. Монгол улс. Зургаан бүлэг
- [3] “Эрчим хүчний тухай хууль”, 2001. Монгол улс. Зургаан бүлэг
- [4] “Эрчим хүчний хэмнэлтийн тухай хууль”, 2015. Монгол улс. Таван бүлэг
- [5] Л.Идэр “Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийг ашиглан агаарын бохирдол бууруулах технологийн судалгаа”, 2020. 3-р бүлэг
- [6] Д.Бямба-Очир “Дулаан хангамжийн тохируулга зүгшрүүлэг” 2014. 305 хуудас
- [7] Монахов Г. В. “Моделирование управления режимами тепловых сетей” М. : Энергоатомиздат, 1995. 224хуудас.



**Лхасүрэн овогтой Амарбат** нь 1970 онд Завхан аймгийн Улиастай хотод төрч, 1988 онд Улаанбаатар хотын 1-р сургуулийг бүрэн дунд зэрэг, 1994 онд "ШУТИС" ЭХИС-ийг "Дулааны инженер" мэргэжлээр бакалаврын зэрэг, 2008 онд Дулааны сүлжээний тоноглолын хүрээнд Монгол улсын мэргэжсэн инженер, 2009 онд “Сүлжээний төв шугамын нэвтрүүлэх чадвар, түүний нөөц боломж” сэдвээр магистрийн зэрэг, 2014 онд Монгол улсын зөвлөх инженерийн зэргээр тус тус мэргэжил эзэмшсэн. Мөн Дани, ОХУ болон БНХАУ-уудад мэргэжил дээшлүүлэн Эрчим хүчний салбарт 24 дэх жилдээ ажиллаж байгаа бөгөөд одоогоор Үйлдвэрлэл, хөгжлийн хэлтсийн даргаар ажиллаж байна.



**Батжаргал овогтой Балжинням** нь 1991 онд Дархан-Уул аймагт төрч, 2008 онд Улаанбаатар хотын 40-р сургуулийг бүрэн дунд зэрэгтэй төгссөн. 2016 онд “ҮТДС”-ийг “Дулааны цахилгаан станцын инженер” мэргэжлээр бакалаврын зэрэгтэй төгсч, 2019 онд “Эрчим хүчний салбарын хэмнэлтийн менежер”-н чиглэлээр мэргэшил дээшлүүлсэн. “УБДС” ТӨХК-д 10 дахь жилдээ ажиллаж байгаа бөгөөд одоогоор Үйлдвэрлэл хөгжлийн хэлтэст Эрчим хүчний хэмнэлтийн менежерээр ажиллаж байна.



**Баттулга овогтой Баасансүрэн** нь 1988 онд Улаанбаатар хотод төрч, 2006 онд Улаанбаатар хотын 58-р сургуулийг бүрэн дунд зэрэгтэй төгссөн. 2011 онд "ШУТИС" ЭХИС-ийг "Дулааны инженер" мэргэжлээр бакалаврын зэрэгтэй төгсч, ажиллах хугацаандаа мэргэшил дээшлүүлэх сургалтуудад хамрагдсан. "УБДС" ТӨХК-д 11 дэх жилдээ ажиллаж байгаа бөгөөд Үйлдвэрлэл, хөгжлийн хэлтэст Техникийн бодлого, хэтийн төлөвлөлт хариуцсан инженерээр ажиллаж байна.

# “ДЦС-3 ТӨХК”- НИЙ ҮЙЛДВЭРИЙН УУРЫН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ДУЛААЛГЫГ ШИНЭЧЛЭХ ХЭРЭГЦЭЭ, ШААРДЛАГА

Бямбажавын Батбаатар  
Улаанбаатар хот “Дулааны цахилгаан станц-3 ТӨХК” Уурын хэсэг  
[buggy\\_085@yahoo.com](mailto:buggy_085@yahoo.com)

**Хураангуй**—Монгол улсын хөгжил дэвшил болон ард түмний ахуй амьдралын түвшинд ихээхэн хувь нэмэр оруулдаг хөнгөн үйлдвэрлэлийн салбарын ажиллах хамгийн чухал хэрэглээ нь технологийн уур юм. Нийслэлийн Хан-Уул, Баянгол дүүргийн нутаг дэвсгэрт орон сууцны хороололууд шинээр баригдаж хүн амын нягтрал ихээхэн нэмэгдэж, “ДЦС-3” ТӨХК –ийн үйлдвэрийн уурын шугам сүлжээтэй зэрэгцэн оршин суудаг болсон. Үйлдвэрийн уурын шугам сүлжээний одоогийн дулаан тусгаарлах материал буюу асбест нь хүний биед сөрөг нөлөөтэй, олон төрлийн өвчин эмгэгийг үүсгэх шалтгаан болдог. Техник технологийн дэвшил өндөр хөгжиж буй өнөө үед дулаан тусгаарлах шинэ төрлийн хүний биед хор нөлөө багатай материалыг сонгож дулаалгыг шинэчилсэнээр үйлдвэрийн уурын шугам сүлжээний дулааны алдагдлыг бууруулахаас гадна хүрээлэн буй орчин, хүн амын эрүүл аюулгүй орчинд амьдрах нөхцлийг сайжруулах боломжтой юм.

**Түлхүүр үг**—Асбест, Хөнгөн цагааны силикат хөвөн, Чулуун хөвөн

## I. ОРШИЛ

Үйлдвэрийн уурын хэсэг нь Нийслэлийн Хан-Уул, Баянгол дүүргийн нутаг дэвсгэрт байрладаг 90 орчим технологийн уур хэрэглэгч байгууллагуудыг 8-13 ата даралттай 300<sup>0</sup>С-ийн халуунтай уураар хангах 529-108мм голч бүхий нийт 13 км урт үргэлжлэх төв болон салбар шугам, 500-100мм голчтой 100 гаран таслах болон юүлэгч хаалт арматуруудаас бүрдэх нэгдсэн шугам сүлжээ юм. Үйлдвэрийн уурын шугам сүлжээ нь зохих дүрмийн дагуу бүхэлдээ дулаан тусгаарлагч материалаар дулаалагдсан. Уурын шугам хоолойн дулаалгыг дотор талдаа шилэн хөвөн гадуур нь төмөр тороор ороож, асбест-цементын хольцын шавардалга тавьсан хоёр үетэйгээр хийж гүйцэтгэсэн байдаг.

## II. ҮЙЛДВЭРИЙН УУРЫН ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ДУЛААЛГЫН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ

Үйлдвэрийн уурын шугам сүлжээний дулаалга нь гадна орчны нөлөөлөлд гэмтэл их гарсан, механик эвдрэл элэгдэл үүссэн, олон жил ашиглагдсан зэргээс шалтгаалан шинэчилэх шаардлага гарсан. Уурын шугамын зарим хөндлөн хэсэгт дулаалгын хийцийн дээд хэсгийн зузаан нимгэрч, нягтрал багассан, доод хэсэгт дулаалгын их бага хэмжээний цүлхийлт үүсч хоолой ба дулаалгын хооронд агаарын завсар үүсч дулааны алдагдлыг нэмэгдүүлж байна. Сүүлийн жилүүдийн хуваарилалтын хувь буурч дулааны алдагдал жил ирэх тусам нэмэгдэж байгаа нь дулаалгын чанар муудаж байгаагийн томоохон илрэл юм.

Он	2017	2018	2019	2020	2021
Хуваарилалтын хувь	75,2	76,5	72,4	72,9	71,9

Сүүлийн хэрэглэгчид дээр уурын температурын уналт өндөр байгаа нь гадаргуугаар дамжиж

хүрээлэн буй орчинд алдагдах дулааны алдагдлыг бууруулах шаардлагатайг харуулж байна.

Дулаан тусгаарлагчийн гадуур асбест-цементын хольцын шавардалга хийсэн байгаа нь Нийслэлийн Хан-Уул, Баянгол дүүргийн нутаг дэвсгэрт хүн амын нягтаршил нэмэгдэн орон сууцны хорооллууд үйлдвэрийн уурын шугам сүлжээтэй зэрэгцэн амьдарч буй хүн амын эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлж байна.

Асбест нь байгаль дээр тархсан гидросиликат магни, төмөр, кальци, натригаас тогтсон маш нарийхан утсархаг бүтэцтэй, бутрамтгай чулуулаг эрдсүүд юм. Асбестийн тоос нь амьсгалын замаар биед нэвтрэн орж, уушгинд удаан хугацаагаар тунаж үлдэн үрэвсүүлэх, цээжний гялтан хальсны зузаарал, уушиг тоосжих өвчин, уушигны хортой хавдар, хэвлийн болон цээжний гялтан хальсны хортой хавдар зэрэг өвчнийг үүсгэх шалтгаан болдог.

1-р зураг. ХУД Уурын шугам хоолойтой зэрэгцээ орон сууцны хорооллууд баригдсан

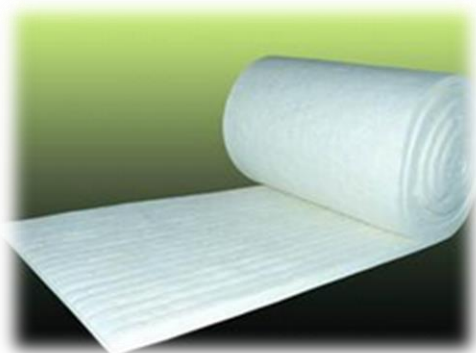


III. ШИНЭ ТӨРЛИЙН ДУЛААЛГЫН МАТЕРИАЛУУД

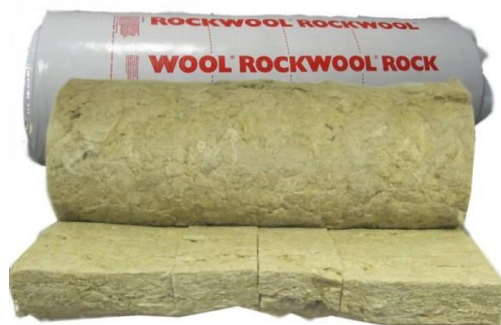
Орчин үед шинжилэх ухаан, технологийн ололт үйлдвэрлэлийн хэрэгцээ шаардлага, үндсэн материалын олдоц, эдийн засгийн үр ашигтай



байдал зэргээс хамааран олон төрлийн дулаан тусгаарлах материалыг бий болгон ашиглаж байна.



2-р зураг. Хөнгөн цагааны силикатын хөвөн



3-р зураг. Чулуун хөвөн

1-Р ХҮСНЭГТ. ДУЛААН ТУСГААРЛАГЧ МАТЕРИАЛЫН СУДАЛГАА

№	Материалын нэр	Техникийн үзүүлэлт			Нэгжийн үнэ (төг/м <sup>3</sup> )
		Нягт (кг/м <sup>3</sup> )	Ашиглах дээд температур /°C/	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м.К)	
1	Хөнгөн цагааны силикатын хөвөн	128	1000	0,032	429 100
2	Чулуун хөвөн	70-80	600	0,04	385 000
3	Шилэн хөвөн	100-150	750	0,06	310 000

Дулаан тусгаарлагчийн гадуур бэхжүүлэх, хамгаалах зориулалт бүхий өнгөлгөөний материалыг ашиглахад хялбар, хөнгөн, эсгүүр хийхэд хүндрэл багатай, үнэ өртгийн байдал зэргээс хамааран төрөл бүрийн металл бүтээгдэхүүнүүдээс сонгох боломжтой. Орчин үед өнгө үзэмж сайтай, зэвэрдэггүй, дахин ашиглах боломжтой хөнгөн цагаан листийг шугам хоолойн дулаалгын өнгөлгөө хийхэд өргөнөөр ашиглаж байна.

#### IV. ДҮГНЭЛТ

Үйлдвэрийн уурын шугам хоолойн дулааны алдагдал нэмэгдэж байгаа нь шугам хоолойн дулаалгыг шинэчлэх шаардлагатайг харуулж байна. Одоо ашигласан байгаа асбестан материал нь цээж хэвлийн гялтан хальсны хортой хавдар, уушигны тоосжих өвчин зэрэг өвчлөлийн эх үүсвэр болдог бөгөөд дэлхий нийтээр асбест хэрэглэхээ больж үйлдвэрлэлийн хэрэгцээ шаардлага, үндсэн материалын олноц, эдийн засгийн үр ашиг, хүний биед хоргүй орчин үеийн **Хөнгөн цагааны силикатын хөвөн, Чулуун хөвөн** гэх мэт олон төрлийн дулаан тусгаарлах материалыг бий болгон ашиглаж байна. “ДЦС-3” ТӨХК-ийн хувьд 2018-2021 онуудад үйлдвэрийн уурын 1000 орчим метр салаа шугамын дулаалгыг орчин үеийн материал ашиглан шинэчилсэн байна. Цаашдаа шинээр үйлдвэрлэгдэж практикт нэвтэрч байгаа дулаан тусгаарлах материалуудыг тухай бүрт нь судлаж салаа шугамуудаас гадна үйлдвэрийн уурын төв шугам хоолойг шинэчилэн дулаалахад ашиглаж байх нь зүйтэй юм.

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] 2017-2021оны үйлдвэрийн уурын хуваарилалтын мэдээ
- [2] “ДЦС-3”ТӨХК-ийн агуулах дахь дулаалгын материалын үнэ
- [3] Basalt.mn, oat.mn Цахим хаягууд

# ДУЛААНЫ ХУРИМТЛУУРТ ХАЛААГУУР-ЗУУХНЫ ТУРШИЛТ, СУДАЛГАА

Ч.Мангалжалав, О.Чимэд, Ц.Эрдэнэтуяа  
Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим Хүчний Сургууль  
[mangaljalav@must.edu.mn](mailto:mangaljalav@must.edu.mn), [chimedo@must.edu.mn](mailto:chimedo@must.edu.mn), [erdnetuya@must.edu.mn](mailto:erdnetuya@must.edu.mn)

*Хураангуй*—Монгол орны эрчим хүчний салбарын хөгжлийн нэг чиглэл нь байгальд ээлтэй, орчин үеийн шинэ технологийг нэвтрүүлэх, төв суурин газраас алслагдсан хэрэглэгчдийн дулаан хангамжийн асуудлыг найдвартай эх үүсвэрээс хангах явдал юм. Манай орны хувьд эрс тэс уур амьсгалтай, жилийн 4 улирал ээлжилдэг учраас халаалтын үеийн үргэлжлэх хугацаа жилийн нийт хоногийн 70-80%-ийг эзэлдэг. Иймд энэхүү судалгааны ажлаар 30-60 м<sup>2</sup> талбай бүхий бие даасан хэрэглэгчийн халаалтын дулааны хэрэгцээг хоногийн давтамжтай үечилсэн эх үүсвэрээс хангахад тохирсон үзүүлэлт бүхий дулааны хуримтлуур зохион бүтээх, түүнд ашиглах хатуу фазын дулаан хуримтлуулах материалын оновчтой хувилбарыг сонгоход оршино.

*Түлхүүр үг*—дулааны хуримтлуур, бие даасан хэрэглэгч, дулаан хангамж, байгальд ээлтэй технологи, хатуу фазын дулааны хуримтлуур

## I. ОРШИЛ

Манай орны эх газрын эрс нэн хахирлаг уур амьсгалын нэг гол онцлог нь халаалтын улирлын туршид өдөр, шөнийн температурын хэлбэлзлийн амплитуд их байдагт оршдог болохыг бид сайн мэднэ. Судалгаанаас үзэхэд энэхүү амплитудын дундаж утга Монголын нутаг дэвсгэрийн ихэнх хэсэгт 10-15°C хүрдэг нь “градус-өдөр”- өөр тооцож үзэхэд дулааны ачааллын хэлбэлзэл 60%-д хүрч байна гэсэн үг юм [3].

Цахилгаан энергиэр барилгыг халаахын тулд түүнийг хямдруулсан тарифаар борлуулах цагуудад, өөрөөр хэлбэл шөнийн цагаар, дулааны энергид шилжүүлэн нөөцөлж өдрийн цагт барилгыг энэхүү нөөцлөсөн дулаанаар халаана. Энэ тохиолдолд нэг давуу тал нь гаднах агаарын температур буурсан, халаалтанд их хэмжээний дулаан шаардлагатай шөнийн цагаар цахилгааны үнэ хямд байгаа явдал юм. Харин цахилгааны үнэ ихэссэн өдрийн цагуудад гадна агаарын температур өсөн нэмэгдэж байгаа нь дулааны хуримтлуурын багтаамжийг багасгах бололцоог бий болгож буй сайн талтай.

Энэхүү ажлын зорилго нь эх газрын эрс нэн хахирлаг уур амьсгалын нөхцөлд 30-60 м<sup>2</sup> талбай барилгын халаалтын дулааны хэрэгцээг хоногийн давтамжтай үечилсэн эх үүсвэрээс хангахад тохирсон үзүүлэлт бүхий дулааны аккумуляторын оновчтой хувилбарыг эх үүсвэрийн онцлог, дулааны аккумуляторын хамрах хүрээ, байршилтай уялдуулан сонгох арга зүйг боловсруулахад оршино.

## II. ЛАБОРАТОРИЙН ХЭМЖИЛТ, ТУРШИЛТ

Дулааны хуримтлуурын зорилгоор ашиглах боломжтой, Монгол орны орон нутгийн олдоц сайтай дараах материалуудыг лабораторийн хэмжилт, туршилтанд бэлтгэв.

1. Туул голын бөөрөнхий хайрган чулуу -20 кг

2. Ерөө голын бөөрөнхий хайрган чулуу – 20 кг
3. Ерөөгийн уулын дайрган чулуу – 20 кг
4. Ерөөгийн төмрийн хүдэртэй чулуу (харавтар өнгөтэй хүдэр №1) -20 кг
5. Ерөөгийн төмрийн хүдэртэй чулуу (ногоовтор туяатай хүдэр №2) -20 кг
6. Ерөөгийн төмрийн хүдэртэй чулуу (алтлаг судалтай хүдэр №3) -20 кг
7. Ерөөгийн төмрийн хүдэртэй чулуу (алтлаг судалтай хүдэр №4) -20 кг

Сорьцонд авчирсан чулуулаг материалуудын нягт  $\rho$  (г/см<sup>3</sup>), дулааны багтаамжийн  $c$   $\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$ -ийн утгуудыг лабораторийн нөхцөлд дараах аргачлалуудаар тодорхойлов.

Чулуулагуудын нягт  $\rho$  (г/см<sup>3</sup>)-ийн хэмжээг тодорхойлсон аргачлал, дээж бүрийн жинг НХ-D7 маркийн электрон жингүүдээр тодорхойлж, чулуулагын дээжийн эзэлхүүнийг харгалзах усны эзэлхүүний хэмжээгээр тодорхойлж, дараах илэрхийллээр тодорхойлов [4].

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ (г/см}^3\text{)} \quad (1)$$

үүнд:  $m$  - чулуулагын жин (грамм),  $V$  - чулуулагын эзэлхүүн (см<sup>3</sup>).

Чулуулагуудын дулааны багтаамж  $c$   $\left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$ -г тодорхойлсон аргачлал [1].

Хатуу материалын дулааны багтаамж  $c_2$  -ийг тодорхойлохдоо усны дулааны багтаамж  $c_1 = 4200 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$  - тэй харьцуулах аргаар дараах дэс дараалалаар тодорхойлов.

- Туршилтын сорьц чулууны жинг электрон хэмжүүрээр хэмжиж  $m_2$  (г) бичиж авах.
- Чулууны сорьцийг буцламгай халуун усанд бүтэн дүрж 30 минутын турш усыг сайтар хутгаж, температурыг тогтворжуулсны дараа усны температур, чулууны температур ижил болох тул усны температур  $t_2$  ( $^{\circ}C$ )-г хэмжиж тэмдэглэх.
- Крантнаас  $m_1=300mL=300g$  хүйтэн ус хэмжиж авч, түүний температур  $t_1$  ( $^{\circ}C$ )-ийг хэмжиж тэмдэглэх.
- Халуун усанд байсан  $t_2$  ( $^{\circ}C$ ) температуртай чулуулагыг дээрх  $m_1=300$  г усанд бүрэн дүрж, усыг 30 минутын турш сайтар хутгаж, температурыг тогтворжуулсны дараа чулуутай усны температур  $t_{ч/ус}$  ( $^{\circ}C$ )-ийг хэмжиж тэмдэглэх.
- Сорьцийн дулааны багтаамж  $C_2$ -ийг дараах илэрхийллээр тооцоолон бодож олно.

$$c_2 = \frac{c_1 m_1 (t_{ч/ус} - t_1)}{m_2 (t_2 - t_{ч/ус})} \left[ \frac{Дж}{кг \cdot ^{\circ}C} \right] \quad (2)$$

Үүнд:  $c_1$  - Усны дулаан багтаамж.  $c_1 = 4200 \left( \frac{Дж}{кг \cdot ^{\circ}C} \right)$

$m_1$ - усны жин  $m_1=0,3$  кг болно;  $t_2$ - чулууг халаасан эхний температур  $t_2=66...70^{\circ}C$ ;  $t_{ч/ус}$ -чулуутай  $m_1=0,3$  кг усны тогтворжсон температур  $t_{ч/ус} = 23...26^{\circ}C$ ;  $t_1$ - Крантнаас авсан  $m_1=0,3$  кг хүйтэн усны температур  $t_1=13...19^{\circ}C$  хооронд тус тус гарч байв.

Туршилт, судалгааны үр днг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

1-Р ХҮСНЭГТ. Янз бүрийн ОРД ГАЗРУУДЫН ЧУЛУУЛАГУУДЫН СОРЬГУУДЫН НЯГТ, ДУЛААН БАГТААМЖИЙГ ТОДОРХОЙЛСОН ҮР ДҮН

д/д	Орд газрын нэр	Чулуулагын төрөл	Нягт $\rho$ ( $г/см^3$ )			Дулааны багтаамж		
			Сорьц А	Сорьц Б	Дундаж утга	Сорьц А	Сорьц Б	Дундаж утга
1	Туул гол	Бөөрөнхий хайрга чулуу	3.22	3.12	3.17	757.4	793.1	775.2
2	Ерөө гол	Бөөрөнхий хайрга чулуу	3.22	3.59	3.40	664.9	679.2	672.0
3	Ерөө-Бугантай	Уулын ирмэгтэй чулуу	3.27	3.31	3.29	706.6	747.0	726.8
4	Ерөө т/хүдэр	Хүдэр чулуу харавтар өнгөтэй №1	3.64	-	3.64	591.4	-	591.4
5	Ерөө т/хүдэр	Хүдэр чулуу ногоовтор гуяатай №2	3.27	-	3.27	638.7	-	638.7
6	Ерөө т/хүдэр	Хүдэр чулуу алтлаг судалтай №3	4.39	-	4.39	519.3	-	519.3
7	Ерөө т/хүдэр	Хүдэр чулуу алтлаг судалтай №4	4.63	-	4.63	581.7	-	581.7

### III. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ХҮРЭЭНД ЗОХИОН БҮТЭЭСЭН ДХХ-3-5/3 ДУЛААНЫ ХУРИМТЛУУРТ ХАЛААГУУР-ЗУУХНЫ БҮТЭЦ, ТЕХНИКИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

Шинээр зохион бүтээсэн халаагуурын ерөнхий байгуулалтыг 1 дүгээр зурагт үзүүлэв.



1-р зураг. ДХХ-3-5/3 дулааны хуримтлуурт халаагуур-зуух

Халаагуур зуухны гаднах хэмжээс нь 600×500×800 мм-ийн хэмжээтэй байгаа нь Монгол гэрийн голд байрлуулахад нэн тохиромжтой болсон.

Халаагуур зуухны дээд талд 8, 9 гэсэн тус бүр 1.5 кВт-ийн хоол унд чанах ширэмийг суурилуулсан ба түүний дэргэд халуун хоол хүнсгүй сав тавих 13 гэсэн хүйтэн тавиур байршуулсан байна.

Халаагуур-зуухны нүүрний хэсэгт халаагуур-зуухны бүх хэсгүүдийн ажлын горимыг тохируулах 4 ш цагаан өнгийн бариул, мөн сэнсийг удирдах түлхүүрүүд, халаагуурыг хоногийн цагаар болон температурын горимоор удирдах бололцоотой релений удирдлагуудыг суурилуулсан болно.

### ДХХ-3-5/3 имфра хуримтлуурт халаагуур-зуухны техникийн үзүүлэлтүүд

Тэжээлийн хүчдэл: 220 В, 50Гц  
 Нийлбэр чадал: 5 kW+3 kW+0.8 kW=8.8 kW  
 Нийлбэр гүйдэл: 40 А  
 Дулааны хуримтлуурын цахилгаан чадал: 4 kW  
 Дулаан хуримтлуурын дотоод хэмжээс: 39×49×60 см  
 Дотоод цэвэр эзэлхүүн: 110544 см<sup>3</sup>  
 Дотор савны жин: 26 кг  
 Хуримтлуурт орсон чулууны жин: 160 кг  
 Хуримтлуурын доод салхилуурын сэнс: 220 В; 0614 А; 30 W, нүхний голч 10 см-2 ш  
 Хуримтлуурын халуун агаар гаргах цонхны хэмжээс ба талбай: 23×5 см; S=115 см<sup>2</sup>  
 Дотоод хуримтлуурын савны гадна дулаалга MONGOL BAZALTWOOL, чулуун хөвөнгийн зузаан -5 см  
 Хуримтлуурын доторхи ажлын температурын тохируулга: 300-350 °C

Хуримтлуурын цагийн релений тохируулга: 7 хоног, 24 цагаар

Нэмэлт дулаацуулгын нил улаан туяаны халаагуурын чадал: 2X400W (дотоод тохируулгатай)

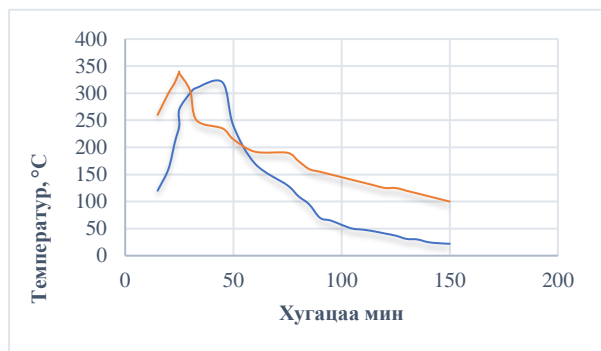
Ширэм 1-ийн чадал:  $600 \times 900 = 1500 \text{ W}$  (тохируулгатай)

Ширэм 2-ийн чадал:  $600 \times 900 = 1500 \text{ W}$  (тохируулгатай)

Халаагуур-зуухны гаднах хэмжээс:  $600 \times 500 \times 800 \text{ мм}$   
Халаагуурын жин: 55 кг (цэвэр); 215 кг (чулуутай).

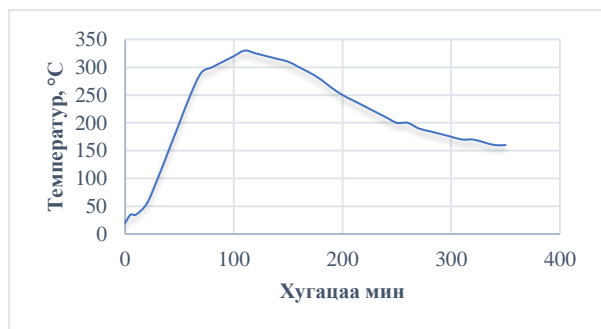
#### IV. ДХХ-3-5/3 ХАЛААГУУР ЗУУХНЫ ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

1. ДХХ-3-5/3 халаагуур-зуухны чулуугүй хоосон үеийн халалт, хөрөлтийн туршилт. Энэ үед 4 кВт чадлаар хуримтлуур халаагуурыг халаж, хөрөлтийн горимыг үлээлгэгүй, гаралтын цонх хаалттай, мөн үлээлгэгүй гаралтын цонх нээлттэйгэсэн 2 хувилбаруудад явуулж гарсан үр дүнг 2-р зурагт график хэлбэрээр үзүүлэв.



2-р зураг. ДХХ-3-5/3 халаагуур-зуухны чулуугүй хоосон үеийн халалт, хөрөлтийн хэмжилт

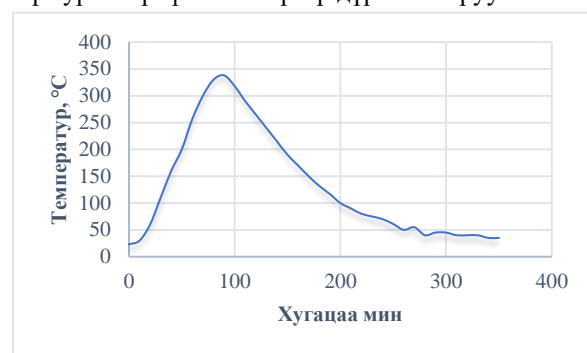
2. Халаагуур-зуухыг 160 кг чулуутай үеийн халалт, хөрөлтийн хэмжилт. Энэ хэмжилтийн үед хуримтлуур халаагуурыг 4.0 кВт чадлаар 300°C хүртэл халааж, хөрөлтийн үед нь үлээлгэгүй, гаралтын цонхыг хаалттай байлгасан болно.



3-р зураг. ДХХ-3-5/3 халаагуур-зуухны 160 кг чулуутай үеийн халалт, хөрөлтийн хэмжилт (хөргөх үед гаралтын цонх хаалттай)

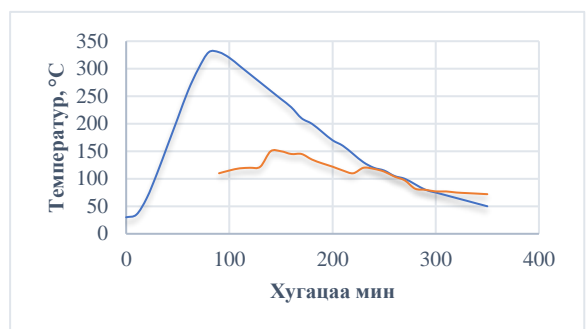
3. Халаагуур-зуухыг 160 кг чулуутай үед 4.0 кВт чадлаар халааж, хөрөлтийн үед нь гаралтын цонх нээлттэй, сэнснүүд зогссон, үлээлгэгүй байх

тохиолдлыг хэмжиж, халалт, хөрөлтийн үр дүнг 4-р зурагт график хэлбэрээр дүрслэн харуулав.



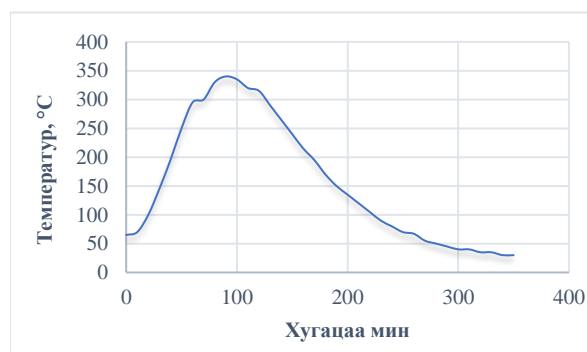
4-р зураг. ДХХ-3-5/3 халаагуур-зуухны 160 кг чулуутай үеийн халалт, хөрөлтийн хэмжилт (хөрөх үед гаралтын цонх нээлттэй, сэнснүүд зогссон)

4. Халаагуур-зуухыг 160 кг чулуутай үед мөн 4.0 кВт чадлаар халааж, хөрөлтийн үед нь гаралтын цонх бүрэн нээлттэй, нэг сэнсээр үлээлгэгүй үед хэмжилтийг явуулж, халалт, хөрөлтийн үр дүнг гаргав.



5-р зураг. ДХХ-3-5/3 халаагуур-зуухны 160 кг чулуутай үеийн халалт, хөрөлтийн хэмжилт (хөрөх үед гаралтын цонх бүрэн нээлттэй нэг сэнсээр үлээсэн)

5. Халаагуур-зуухыг 160 кг чулуугаар дүүргэж, 4.0 кВт чадлаар 300°C хүртэл халаасны дараа хөрөлтийн үед нь гаралтын цонхыг бүрэн нээж, хос сэнсээр үлээлгэн хэмжилт, туршилтыг явуулав. Энэ үеийн халалт, хөрөлтийн дулаан техникийн графикийг 6-р зурагт дүрслэн харуулав.



6-р зураг. ДХХ-3-5/3 халаагуур-зуухны 160 кг чулуутай үеийн халалт, хөрөлтийн хэмжилт (хөрөх үед гаралтын цонх бүрэн нээлттэй хос сэнсээр үлээсэн)

#### V. ДҮГНЭЛТ

1. Монгол орны голын болон уулын, мөн төмрийн хүдэр чулуулгийн дээжүүдэд хийсэн лабораторийн туршилт, хэмжилтүүдийг хийв.

2. Туул голын, Ерөө голын, мөн Ерөө-Бугантайн уулын чулуулагуудын дундаж нягт  $\rho=3,28 \text{ г/см}^3$  гарч байна. Харин Ерөө-Бугантай чиглэлийн төмөрийн хүдэрийн агуулга бүхий чулуулагуудын нягтын хэмжээ нь төмрийн хүдэрийн аль нэг орд газраас дээжийг авсанаас ихээхэн хамаарч харавтар өнгийн болон ногоовтор туяатай (сорьц №1, сорьц №2) чулуулагуудын хувьд нягт нь дундажаар  $\rho=3,45 \text{ г/см}^3$  байхад хүдэрийн агуулга ихтэй алтлаг судалтай (сорьц №3, сорьц №4) хүдэрийн чулуулагуудын нягт нь  $\rho=3,51 \text{ г/см}^3$  хэмжээтэй өндөр гарч энэ нь хүдэрийн агуулга муутай чулуулагуудынхаасаа 1,3 дахин, ердийн голын чулуулагуудынхаас даруй 1,37 дахин өндөр гарч байсан.

3. Чулуулагуудын дулааны багтаамжийг лабораторийн нөхцөлд судалж үзэхэд Ерөө-Бугантайн төмрийн хүдэрийн орд газруудын хүдэрлэг чулуулагуудын дулааны хувийн багтаамж нь харьцангуйгаар өндөр биш, тухайлбал дундажаар

$$c_{cp} = 581,7 \left( \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \right) \text{ утгатай байхад Ерөө голын}$$

хайрган чулуунд  $c_{cp} = 672 \left( \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \right)$  гарч, харин Туул

голын бөөрөнхий хайрган чулуунд дулааны багтаамж нь хамгийн өндөр  $c_{cp} = 775,2 \left( \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \right)$

утгатай гарав.

4. Туршилтийн үр дүнгээс харахад дулаан хуримтлуур зуухны дулаан хадгалах шинж чанартай материалд Туул голын бөөрөнхий хайрган чулууг хэрэглэх нь үр дүн сайтай, тохиромжтой байх дүгнэлт гарав.

5. ДХХ-3-5/3 халаагуур-зуух нь 160 кг-ийн бөөрөнхий чулууны багтаамжтай байгаа ба эдгээр чулууг  $+20^\circ\text{C} \dots +300^\circ\text{C}$  хүртэл халаахад дундажаар 68 минут шаардагдаж, сүлжээнээс хэрэглэгдэх цахилгаан энергийн дундаж утга нь 4.55 кВт.ц утгатай гарсан болно.

6. Хуримтлуулагдсан дулаан энергийг  $60 \text{ м}^2$  хүртэл талбай бүхий бие даасан хэрэглэгчийн дулаацуулаганд ашиглаж  $+50^\circ\text{C}$  хүртэл температуртай халуун агаар гаргаж хөргөхөд шаардагдах хугацаа нь дундажаар 180 минут гарч байна. Энэ нь ДХХ-3-5/3 халаагуур-зуух нь 68 минутанд хуримтлуулсан дулааны энергээ 3 цагийн туршид гэрийн дотоод дулаацуулганд ашиглах боломжтой болохыг хэмжилт, туршилт харуулав.

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] Ч.Мангалжалав, М.Нүүдэл, О.Чимэд. Фазын шилжилтийн дулаан хуримтлуур бүхий нарны агаарын коллекторыг Монгол орны нөхцөлд барилгын ханын хийцэд ашиглах судалгаа // Эрчим хүч & engineering сэтгүүл 2018-3 (169), Улаанбаатар хот, 2018 он.– С. 24-29.
- [2] Ч.Мангалжалав, З.Цэрэндорж, О.Чимэд. Монгол орны эрдэс чулуулгуудын дулаан агууламжийг тодорхойлж, дулааны хуримтлуурын технологид ашиглах боломжийн судалгаа, ЭХС-ийн "Эрдмийн чуулган - 2021" ЭШХ
- [3] "Монгол улсын эрчим хүчний яамны 2017 оны жилийн эцсийн тайлан" УБ хот 2018 он.
- [4] Cabeza L.F., *Thermal Energy Storage*. In: Sayigh A, *Comprehensive Renewable Energy*.
- [5] Demirbas M.F., *Thermal Energy Storage and Phase Change Materials*:2006.

# ДУЛААНЫ ДЭД СТАНЦЫН АВТОМАТЖУУЛАЛТАНД СКАДА ТЕХНОЛОГИЙГ АШИГЛАХ НЬ

Т.Саруул<sup>1</sup>, О.Чимэд<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Монгол улс, Дархан хот, Дарханы дулааны сүлжээ ТӨХК

<sup>2</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний сургууль, Дулааны инженерийн салбар  
[saruultumurbaatar14@gmail.com](mailto:saruultumurbaatar14@gmail.com), [chimedo@must.edu.mn](mailto:chimedo@must.edu.mn)

Хураангуй. Манай орны үйлдвэрийн бүхий л салбарт хамгийн бага зардлаар хөдөлмөрийг бүрэн хөнгөвчлөн үйлдвэрлэлийг удирдан зохион байгуулах асуудлыг шийдэхэд автоматжуулалт шийдвэрлэх хүчин зүйл болж байна. Нарийн, төвөгтэй динамик системийн (процесс) хяналт удирдлагын автоматжуулсан системийн хамгийн ирээдүйтэй үндсэн арга нь диспетчерийн удирдлага ба мэдээлэл цуглуулж боловсруулах (SCADA-supervisory control and data Acquisition) систем юм. Үйлдвэр, эрчим хүч, тээвэр болон бусад олон салбарын хяналт удирдлагын томоохон системүүд диспетчерийн удирдлагын зарчим дээр байгуулагддаг. SCADA нь объектын тухай мэдээлэл цуглуулах боловсруулах, харуулах ба архивлах үйл ажиллагааг бодит цаг хугацаагаар гүйцэтгэдэг пакет программ юм. Дарханы дулааны сүлжээний найдвартай ажиллагааг дээшлүүлж хэрэглэгчдийг дулааны эрчим хүчээр хангахын тулд дулаан хуваарилах төвүүдийн автомат тохируулгын системд SCADA технологи нэвтрүүлсэн зарим үр дүнг энэхүү өгүүлэлт авч үзлээ.

*Түлхүүр үг. Дулааны шугам сүлжээ, дулааны дэд станц, хяналт удирдлага, автоматжуулалт*

## I. ОРШИЛ

Дулаан хангамжийн системийн үр ашиг ба найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх, улмаар дулааны эрчим хүчийг зүй зохистой, хэмнэлттэй хэрэглэхийн тулд хэрэглэгчийн системүүдийг бүрэн автоматжуулж байнгын ажиллагаатай байлгах явдал нэн чухал [2].

Үйлдвэрийн автоматжуулалтын систем нь өдрөөс өдөрт хөгжиж байна. Үйлдвэрийн процесс, үйл ажиллагааг хянах, удирдах зорилгоор автомат системийг суурилуулж өгдөг. Эрчим хүчний салбарт СКАДА системийг 1990-ээд оны сүүлээр ашиглаж эхэлсэн. Уг системийн давуу тал нь нэг төвлөрсөн цэгээс бүх байгууламжуудын үйл ажиллагаа нөхцлийг хянах, удирдах зорилготой. Тухайн объектод суурилуулсан тоног төхөөрөмжүүдийн үзүүлэлт, шаардлагатай мэдээдлүүдийг нэгтгэн авч өгөгдлийн бааздаа хадгална. Хадгалсан болон ирж буй өгөгдлүүдэд анализ, боловсруулалт хийн шаардлагатай арга хэмжээнүүдийг авна.[2]

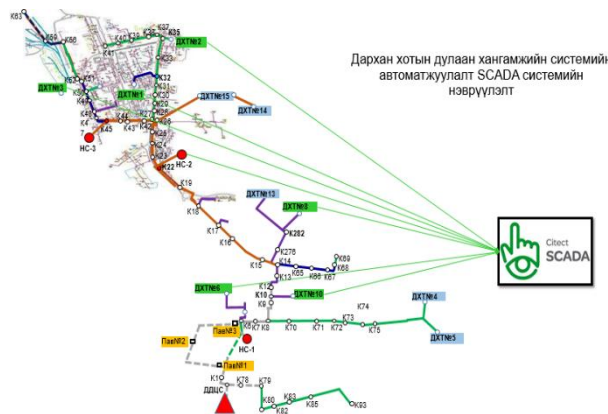
Мөн оператор нэг дэлгэцийг хянаж, тухайн ажлын компьютерээс хяналт, удирдлагын ажлаа гүйцэтгэх боломжийг олгодог байна.

Уг системд ашиглагдах тоног төхөөрөмжүүд: PLC (Programmable logic controller) машин, DCS (Distribution control system) төхөөрөмж, оролт гаралтын модул, радио модем, шилэн кабель, SCADA програм хангамж. [3]

Дархан хотын дулааны сүлжээнд ХХУ-ны 425, дулааны 302 зангилаа, 2 насос станц, хэрэглэгчийн 12 дулаан хуваарилах төв (ДХТ)-үүдээр дамжуулан дулааны эрчим хүчийг хэрэглэгчдэд түгээж байна.[1]

Тус компаний хувьд 2017 оноос эхлэн Франц улсын Schneider Electric брэндийн HVAC (халаалт, агааржуулалтын) системд зориулагдан M172 маркын PLC-ийг ашиглан насос станцууд болон нийт дулаан

хуваарилах төвүүдийнхээ 40 орчим хувь буюу нийт 12 ДХТ байдгаас одоогийн байдлаар нийт 5 (ДХТ-2, ДХТ-6, ДХТ-7, ДХТ-8, ДХТ-10) ДХТ-ийг хяналт удирдлагын системд холбоод байна. бүрэн шилжэж ирсэн.

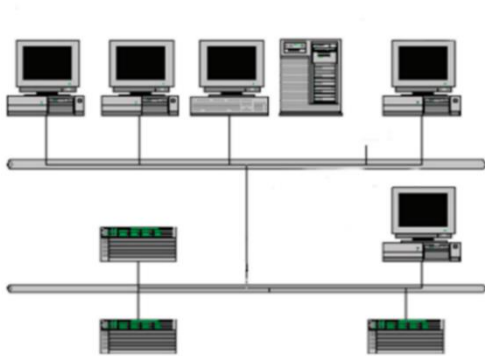


1-р зураг. SCADA системийн хяналтын схем

2021 оноос эхлэн ДХТ, НС болон СКАДА системийн сүлжээг шилэн кабель болгон тус бүрд нь ангилж хамгаалалтын төхөөрөмж тавьж кибер халдлагад өртөх эрсдлийг бууруулсан мөн цаг агаарын нөхцөл байдлаас үл хамаарч тасралт сааталгүй байгууламжуудыг хянаж удирдах боломжтой болсон.

## II. АРГАЧЛАЛ

СКАДА системүүд хоёр түвшний систем бөгөөд энэ түвшнүүдэд технологийн процессын шууд удирдлага хийгдэнэ.



2-р зураг. SCADA системийн түвшний бүтэц

**Доод түвшин** – объектын түвшин (контроллэрын) бөгөөд технологийн процессын явц, тохируулга ба удирдах үйлдэл хийдэг цахилгаан дамжуулга, гүйцэтгэх механизмын тухай мэдээллүүдийг цуглуулах хэрэгслүүдийг багтаадаг. Датчик ба хэмжих хэрэгслүүд мэдээллийг програмчлагдах логик контроллерт (PLC) өгнө. PLC-контроллер дараах үүрэг гүйцэтгэнэ:

- технологийн процессын параметрийн тухай мэдээллийг цуглуулах, боловруулах;
- цахилгаан дамжуулга ба бусад гүйцэтгэх механизмыг удирдах;
- автомат ба логик удирдлагын бодлогыг шийдвэрлэх гэх мэт.

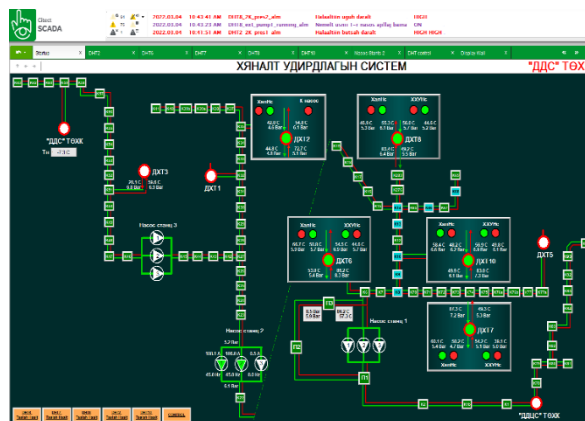
Удирдлагын түвшний контроллер, аппарат программын хэрэгсэлд гүйцэтгэх төхөөрөмж, мэдрүүрүүдийн гэх мэтийн хугацааны урвал, үйлчлэлд найдвартай ажиллах хатуу шаардлага тавигддаг. Локал контроллерын удирдлагын программ боловсруулалт, зүгшрүүлэлт гүйцэтгэл нь тусгай программ хангамжийн тусламжтай хийгддэг. Локал контроллерын мэдээлэл диспетчерийн пунктын сүлжээнд дээд түвшний контроллэроор дамжин шууд өгөгдөх боломжтой.

**Дээд түвшин** – диспетчерийн пункт (ДП) нь диспетчер, операторын автоматжуулсан ажлын байр (ААБ) болох удирдлагын нэг эсвэл олон станцыг юуны түрүүнд агуулдаг. Энд өгөгдөлийн баазын сервер, мэргэжилтнүүдийн ажлын байр (компьютер) гэх мэтүүд байрлаж болдог.

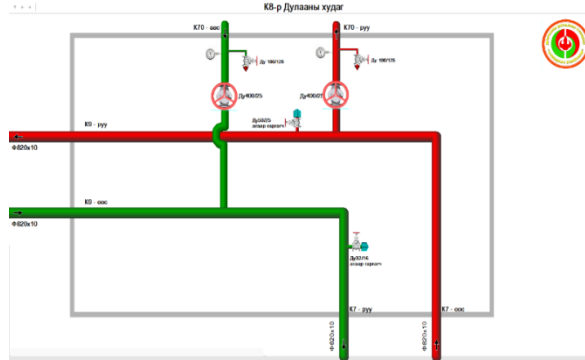
Дулааны дэд станцын хувьд нэгдсэн удирдлагын системийг дулаан хангамжийн системийн гол бүрэлдэхүүн хэсэг болох шугам сүлжээ, дулаан дамжуулах төвүүд, хэрэглэгчийн барилга объект, дулааны оруулгын тоноглолуудын байршил, хүчин чадал, төрөл, нэр зэргийг газар зүйн хэмжээст программд бүртгэж, өгөгдлүүдэд дүн шинжилгээ хийж үр дүнг өдөр тутмын үйл ажиллагаа болон төлөвлөлтөнд ашиглана.

Дарханы дулааны дэд станцын автоматжуулалтын нэгдсэн удирдлагын системийг дараах байдлаар хөгжүүлсэн. Үүнд:

1. ДХТ-ийн ажлын биеийн параметрийг хянах, тоноглолуудыг удирдах ,мэдээлэл авах.
2. Дулаан хуваарилах төвүүдийг автоматжуулж автомат удирдлагын системд нэмж холбох.
3. СКАДА системийг гидравлик тооцооны программ болон одоо хөгжүүлж байгаа газар зүйн мэдээллийн систем буюу орон зайн мэдээллийн системтэй холбож тооцоо ба бодит параметрийн хяналт, дүн шинжилгээ хийдэг байх. [1]



3-р зураг. Хяналт удирдлагын систем



4-р зураг. Дулааны худгийн схем

Автоматжуулалтын системийг системтэйгээр нэвтрүүлсэнээр дулаан хангамжийн системийн янз бүрийн зангилаа хэсэгт дулаан болон гидравлик горимыг захиалгат утганд барих мөн авари саатлын үед шуурхай арга хэмжээ богино хугацаанд авах, техник эдийн засгийн хэмнэлтийг нэмэгдүүлэх, хэрэглэгчийн ая тухтай байдлыг бүрэн хангах боломжтой болж байна.

### III. ҮР ДҮН

Дэд станцын автоматжуулалтын үр дүнд олон тооны механизм, тоног төхөөрөмжийн бүтээмж сайжирч, бүтээгдэхүүний чанар дээшилж улмаар хүний оюуны ба биеийн хөдөлмөр хөнгөвчлөгдөж байна.

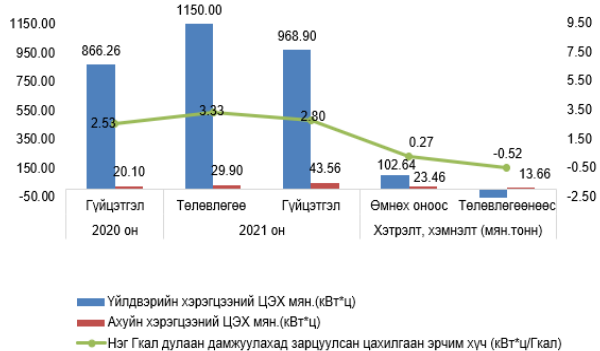
СКАДА системийг дулааны дэд станцын автоматжуулалтанд хэрэглэснээр дараах үр дүн гарав.

**Цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээний хувьд:** 2021 оны III улиралд дулааны эрчим хүч дамжуулахад зарцуулсан цахилгаан эрчим хүч (ЦЭХ)-ний хэмжээг 1150.0 мян кВт\*ц зарцуулахаар төлөвлөснөөс 968.9 мян кВт\*ц зарцуулж, төлөвлөгөөнөөс 181.1 мян кВт\*ц цахилгаан эрчим хүчийг хэмнэсэн үзүүлэлттэй байна.

2021 оны I-III улирлын байдлаар ЦЭХ төлөвлөгөөгөөр 1179.9 мян (кВт\*цаг) гүйцэтгэлээр 1012.5 мян (кВт\*цаг) буюу 167.5 мян (кВт\*цаг) буюу 14,4%-ийн хэмнэлт хийж ажилласан байна. Үүнээс дулаан хуваарилах төв №2,4,5,6,7,13 дээр II хэлхээний зарцуулалт хүрэлцээтэй байсан учраас дулаан хуваарилах төвүүдийн ээлжийн шуурхай ажиллагааны буулгаанаар цахилгаан хөдөлгүүрийн давтамжийг буулгаж, хэсгийн тооны тохируулгыг хийлгүүлж ажилласнаар хэмнэлт гарах нөхцөл бий болсон.

1-р хүснэгт. Үзүүлэлт

Үзүүлэлт	2020 он		2021 он		Хэтрэлт, хэмнэлт (мян.тонн)	
	Гүйцэтгэл	Төлөвлөгөө	Гүйцэтгэл	Өмнөх оноос	Төлөвлөгөө өнөөс	
Үйлдвэрийн хэрэгцээний ЦЭХ мян.(кВт*ц)	866.26	1150	968.9	102.64	-181.1	
Ахуйн хэрэгцээний ЦЭХ мян.(кВт*ц)	20.1	29.22	45.56	23.46	13.66	
Нэг Гкал дулаан дамжуулахад зарцуулсан цахилгаан эрчим хүч (кВт*ц/Гкал)	2.53	3.33	2.8	0.27	-0.52	



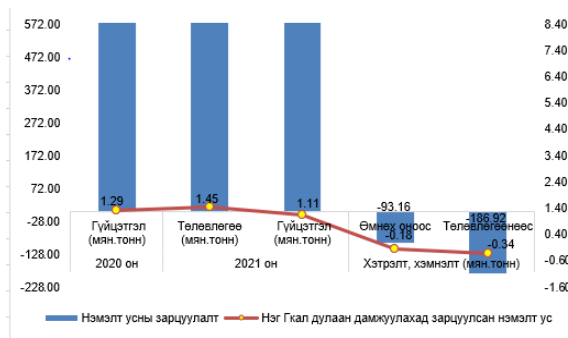
5-р зураг. ЦЭХ-ний хэрэглээ

**Сүлжээний нэмэлт усны зарцуулалт, нэгж дулаанд ноогдох нэмэлт усны зарцуулалтаар.**

2021 оны III улиралд 562.248 мян тн нэмэлт ус зарцуулахаар төлөвлөснөөс 426.437 мян тн нэмэлт ус зарцуулж төлөвлөгөөнөөс 135.81 мян тн-оор бага, өмнөх оны мөн үеийнхээс 88.1 мян тн-оор бага, 1 Гкал дулааны эрчим хүч түгээхэд 1.23 тн нэмэлт ус зарцуулсан нь төлөвлөгөөнөөс 0.39 тн-оор, өмнөх оноос 0.27 тн-оор бага зарцуулсан байна.

2-р хүснэгт. Үзүүлэлт

Үзүүлэлт	2020 он		2021 он		Хэтрэлт, хэмнэлт (мян.тонн)	
	Гүйцэтгэл (мян.тонн)	Төлөвлөгөө (мян.тонн)	Гүйцэтгэл (мян.тонн)	Өмнөх оноос	Төлөвлөгөө нөөс	
Нэмэлт усны зарцуулалт	514.584	562.248	426.437	-88.1	-135.81	
Нэг Гкал дулаан дамжуулахад зарцуулсан нэмэлт ус	1.5	1.63	1.23	-0.27	-0.39	



6-р зураг. Нэмэлт усны зарцуулалт

#### IV. Дүгнэлт

1. Дэд станцын автоматжуулалтын үр дүнд олон тооны механизм, тоног төхөөрөмжийн бүтээмж сайжирч, бүтээгдэхүүний чанар дээшилж улмаар хүний оюуны ба биеийн хөдөлмөр хөнгөвчлөгдөж байна.

2. Нэгдсэн удирдлагын системийг нэвтрүүлсэнээр бүх параметрийг хянан гадна агаартай тохируулан температураа барьж ажиллан алсын зайнаас түргэн хугацаанд удирдан ажиллах боломж бүрдсэн.

3. Дархан хотын дулааны шугам сүлжээнд нийт 5-н дулаан хуваарилах төв дээр ажиллаж байсан 20 машинистын оронд 4 оператор ХУС-ээс хянаж ажиллах болсноор эдийн засгийн хувьд хэмнэлттэй болсон.

4. 2021 оны I-III улирлын байдлаар ЦЭХ төлөвлөгөөгөөр 1179.9 мян (кВт\*цаг) гүйцэтгэлээр 1012.5 мян (кВт\*цаг) буюу 167.5 мян (кВт\*цаг) буюу 14,4%-ийн хэмнэлт хийж ажилласан байна.

5. 2021 оны III улиралд 562.248 мян тн нэмэлт ус зарцуулахаар төлөвлөснөөс 426.437 мян тн нэмэлт ус зарцуулж төлөвлөгөөнөөс 135.81 мян тн-оор бага, өмнөх оны мөн үеийнхээс 88.1 мян тн-оор бага, 1 Гкал дулааны эрчим хүч түгээхэд 1.23 тн нэмэлт ус зарцуулсан нь төлөвлөгөөнөөс 0.39 тн-оор, өмнөх оноос 0.27 тн-оор бага зарцуулсан байна.

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] Дархан хотын дулаан хангамжийн системийг найдооржуулан сайжруулах судалгаа, дэвшилтэд технологид шилжүүлэх урьдчилсан ТЭЗҮ – Доктор (Ph.D), дэд профессор Г.Пүрэвдорж [1]
- [2] “Дулаан хангамжийн систем” – Б.Намхайням Улаанбаатар хот- 2019 он“ [2]
- [3] <http://enlight.mn>



## БКЗ-220-100-4С ШИНЭЧЛЭЛИЙН ЗУУХНЫ ХУРЦ УУРЫН ТЕМПЕРАТУР ГАРАХ ШАЛТГААН, НӨЛӨӨЛЖ БУЙ ХҮНДРЭЛҮҮД, ЗАСВАРЛАХ АРГА

Д.Бямбадорж, Н.Байталов, Ц.Баттөгс, Г.Гүррагчаа, П.Сандаг-Очир  
Монгол улс, Улаанбаатар, “ДЦС-3” Төрийн Өмчит Хувьцаат Компани  
[dbyambadorj6876@gmail.com](mailto:dbyambadorj6876@gmail.com)

Хураангуй-ӨДХ-н Зуух №7,8,11,13 нь 1996-2000 оны хооронд Азийн хөгжлийн банкны хөнгөлөлттэй зээлээр Италийн АВВ компаниар шинэчлэл хийсэн бөгөөд шинэчлэлийн дараагаас хурц уурын температур нэмэгдэх хүндрэл их ачааллын үед их гарах болсоныг ашиглалтын хугацаанд олон шийдлээр хүндрэлийн цар хүрээг багасгасан. Энэхүү өгүүлэлд сүүлийн 3 жилд хийгдсэн туршилтууд дээр хийгдсэн засварын аргын хэрэгжилт үр дүнг танилцуулж байна.

*Түлхүүр үг— Параметр, Горелкын өнцөг тохируулах, Горелкын засварын технологи, Уур хөргөгч*

### I. СУДАЛГААНЫ АЖИЛ

“ДЦС-3” ТӨХК-н өндөр даралтын зуухан цехийн БКЗ-220-100-4С шинэчлэлийн зуух №7, 8-н хурц уурын температур байнга нэмэгдэж байгаа ба энэ нь тухайн зуухны ТЭЗҮ-д сөргөөр нөлөөлж буй хүндрэлийг анхаарч судалгаа хийсэн.

Галын хотолд шаталтын процесс явагдахад галын дөл дээшлэх, задгайрах нь хурц уурын температур өсөх үндсэн шалтгаан болдог. Горелкнуудын өнцөг градусыг оновчтой утганд зөв тохируулж, параметрийг горимын картын дагуу барьж ажиллсанаар зуухны шаталтын процесс, дулаан солилцоо хэвийн явагддаг.

Нарийвчилсан үзлэг судалгааны явцад Горелкны амбалзурын галд гэсвэртэй бетоныг замбараагүй шавж хийсэнээс агаар тоосны холимогийн хуйлралт урсгалын чиглэлийг өөрчлөх төлөв байдал ажиглагдсан.

Зуух ажиллагааны явцад аль нэг горелкнд шаталтын процессийн алдаа гарч агаар тоосны холимог өгөлтийг шибэрээр хязгаарлах үед тэнд тоос хуримтлагдаж тухайн горелкны III агаарын шибер шатах магдлал маш өндөр байдаг байна.

Ингэж хязгаарлалт хийснээр бусад горелкнд өгөх агаар тоосны холимогийн хурд ихсэж эд ангийг элэгдүүлж, шибер гацах, тоос хуримтлагдаж горелка шатах хүндрэлүүд бий болдог.

Зуухны горелка тус бүр дээр хэмжилт хийж ф710x10мм насадка (бүдүүн хоолой), ф426x10мм (нарийн хоолой) насдкны өнцөг тохиргоо алдагдсан байдлыг газар дээр нь хэмжиж өөрчлөлттэй явж байсаныг харьцуулсан формулярыг гаргасан.

Засварын ажил дуусаж угсралтын ажил үргэлжилэх үед горелка тус бүр дээр өнцөг тохиргоог лазер хэмжигч, тэгш ус ашиглан зургийн дагуу өнцөг тохиргоог бүрэн хийсэн.

Сүүлийн 3 жилд хурц уурын температур гарсанаас болж зуух 4 удаа зогсолт хийж, зуухны ачаалал -140-153 тн/цаг -тай явдаг байсан байна.

Бид горим тооцооны хэсгээс зуух № 8-н сүүлийн 3 жил хурц уурын температур нэмэгдэж зуух зогссон тоо болон ажилгааны явцад горелкны тохиргоо алдагдсанаас хэрхэн хүндрэл гарч байсаныг судлаж гаргасан. Хүснэгт 1-д харуулав.

1-Р ХҮСНЭГТ. СҮҮЛИЙН 3 ЖИЛИЙН СУДАЛГАА

№	Шалтгаанууд	2019он	2020он	2021он	2022 он
1	Горелканы тохирогоо аладгдаж хурц уурын халуун гарч зуух зогссон тохиолдол	2	2	-	-
2	Хурц уурын халуун удаа дараа гарсан тохиолдол	12	10	8	-
3	Асаагуурын 2,3 дагч агаарын шибер шатсан	11	9	8	-
4	Агаар тоосны хоолой цоорсон	8	6	-	-

Бичвэрийн загварыг бүрэн хадгалах

бүгдийг хэвлэлийн форматад нийцүүлж бэлтгэсэн тул тэмдэглэгээнүүдийн аль нэгийг өөрчлөхгүйгээр ашиглана уу. Баганын өргөн, мөр хоорондын зай, текст фонт зэрэг бүх хэмжээс нь тодорхой өгөгдсөн ба таны өгүүлэл бие даасан тусдаа бүтээл биш ШУТИС-ийн Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэлийн нэг хэсэг болох учир та маш няхуур хянамгай хандах ёстой.

**II. Шинэчлэлийн зуухны хурц уурын температур гарах шалтгаанууд**

Үүнд:

1. Шинэчлэлийн зуух № 7, 8-н уур хөргөгчийн схем бусад зуухнаас ялгаатай байгаа.
2. Уур хөргөгч бүрэн хөргөлт хийж чадахгүй
3. Уур хөргөгчийн зарцуулалтын хэмжүүр байхгүй.
4. Нүүрсний чанар муудсанаас зуухыг шахаж ачааллах үед
5. Горелкны хийц, угсралтаас шалтгаалж өнцөг тохиргоо алдагдах
6. Горелкны II, III агаарын шибер гацах, агаар тоосны хоолойн элэгдэл, цооролт зэргээс шалтгаалж галын хотолд орох агаар тоосны холимогийн хуйлралт жигд бус болж өөрчлөгдөх.
7. Горелкны амбалзурын галд тэсвэртэй бетон буруу хийгдэх.
8. Уур хөргөгчийн хаалтууд бүрэн онгорхой явдаг. Тохируулах боломжгүй.

Горелкны эд анги хурдан элэгдэж, цоордог нь шаталтын процессд маш их нөлөөлдөг.

Дээрх шалтгаануудаас хамааралтай дараах хүндрэлүүд гардаг байна.

**ЗУУХ № 8-Н ЗОГСОЛТООР ЗУУХНЫ ГОРЕЛКА, ХАЛАХ ГАДАРГУУД СУДАЛГАА ХИЙЖ ХУРЦ УУРЫН ТЕМПЕРАТУР ГАРАХАД ДАРААХ ҮНДСЭН ХҮНДРЭЛҮҮД НӨЛӨӨЛЖ БАЙНА ГЭЖ ҮЗЛЭЭ.**

Үүнд:

1. Горелкны III агаарын шибер суурилуулдаг үндсэн 6 градусын фланц уярч шатсан, хэв гажилтанд орсоноор горелкны өнцөг тохиргоо алдагдсан байна
2. Горелкыг угсрах явцад II-ч, III-ч агаар, тоосны хоолой хоорондын зайн тохиргоо алдагдсан
3. Экраны маталттай хэсгийн амбалзурын галд тэсвэртэй бетоныг хийхдээ агаар тоосны холимогийн хуйлралтанд сөрөг нөлөө үзлүүлэхээр хийгдсэн.
4. Горелкны ф700x10мм хоолойн ам зуйванжилттай болсон
5. Уур халаагчийн гүний үлээлгийн аппаратны уурын даралтыг 60 ата хүргэж оруулдаг
6. Сүүлийн хэсгийн битүүрэл ихсэх, утаа сорогчийн соролт муудах

7. Халах гадаргуун бохирдолт их, үүнээс шалтгаалан дулаан солилцоо муудсан

8. Горелкны эд анги хурдан элэгдэж, цоордог нь шаталтын процессд нөлөөлдөг.

2-р хүснэгт. Зуухны хурц уурын температур гардаг шалтгаан, хүндрэлүүдэд хийсэн дүн шинжилгээ

д/д	Шалтгаан	Авах арга хэмжээ	Гарах хүндрэл үр дүн
1	Хурц уурын температур огцом гарсан үед	МВ-АБ-н шиберийн онгойлтыг багасгаж галын хотолд орох тоос агаарын хэмжээг багасгах	-Зуух ачаалал хаяна. -Хурц уурын даралт унана. -Зуух тооцоот ачаалал авч чадахгүй ачаалал багатай явах болдог.
2		Тоос хувиарлагч дээрх тоосны аль нэг клапанг хязгаарлаж галын хотлын цөмийг доош татах	-Зуух ачаалал хаяна. -Хурц уурын даралт унана. -Зуух тооцоот ачаалал авч чадахгүй ачаалал багатай явах болдог. -Аль нэг горелканд очих тоос агаарыг хязгаарлаж өгснөөр бусад горелкууд дээр очих тоос агаарын хурд өөрчлөгдөх, урсгал нэмэгдэж горелкны эд ангийг элэгдүүлэх, хуйлралтыг жигд бус болгож шаталтын процессд нөлөөлж байна

3		ДС-н шибер хязгаарлаж галын хотлын сийрэгжилтийг багасгах	-Галын хотол даралтанд орж дутуу шаталт үүсэх /аажимдаа/ -Зуух ачаалал хаяна. -Галын хотлын обшивка, өрлөг дулаалга муу хийгдсэнээс шалтгаалан гадагш үлээлт саагилттай явах
4		Аль нэг тоосон системийг зогсоож зуух таллах	-Зуух ачаалал багасна.-Зуух тооцоот ачааллаа авч чадахгүй байх, аль нэг ТС-г ачааллаж тоноглолын элэгдлийг нэмэгдүүлэх

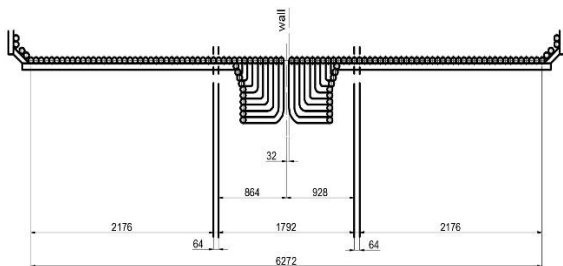
5		Экран хоолойд үзлэг шалгалт хийж шлак тогтсон бол цэвэрлэх	-Экраны дулаан солилцоог сайжруулж зуух ачаалал авна.
6	Уур хөргөгчийн ажиллагаа муу	Уур хөргөгчийн схемд өөрчлөлт оруулж туршиж үзэв. /К-7,8-д/	-Хурц уурын температурт тохируулга хийх боломж эрэлхийлж байна. -Их засвараар уур хөргөгчийн схем хөөж шалгах шаардлагатай
7	Нүүрсний чанар муудах	Тээрэмд өгөх нүүрсний зарцуулалтыг багасгах тээрмийн бөглөө гаргах, МВ-н шибер нэмж онгойлгож зуухыг шахаж ачааллах	-Зуух ачаалал хаяна. -Хурц уурын даралт унана. -МВ-н диск, ажлын дугуй, лопатканы элэгдлийг нэмэгдүүлнэ. -МВ-г огцом шахаж зуухыг ачааллах нь хурц уурын температур буцаад нэмэгдэх өндөр гарах үндэс болдог.

8	Халах гадаргуун гүний үлээлгийн аппарат ажиллагаа муудах, цөөрөх	Гэмтэл гарсан гүний үлээлгийн аппарат засварлуулах, тосолгоо, цэвэрлэгээ үйлчилгээг тогтмол хийх	-Халах гадаргуун дулаан солилцоо муудаж зуух ачаалал хаяна. -Үлээлгийн аппаратны найдвартай ажиллагаа алдагдана. -Хурц уурын халуун ихсэнэ. Утааны хийн температур нэмэгдэж АҮК буурах сөрөг талтай. -Үлээлгийн аппаратны сэлбэг байхгүй нэгийн нөгөөгөөр нөхөж байна -Сүүлийн үед хятад аппарат амархан ажилгүй болж байна. Сэлбэг байхгүй
9		Экраны гүний үлээлгийг ойрхон хийж экран хоолойн дулаан солилцоог сайжруулах замаар хурц уурын температур буулгах	-Экран хоолойг элэгдүүлж халах гадаргуун элэгдэл гэмтлийг үүсгэж байна. -Урсгал засварын зардал болон хүн хүч, цаг хугацаа их шаардагдаж байна. -Илүү цагаар их ажиллаж байна. -Сэлбэг материалын олдоц муу байна. -Тоноглолын явалт зогсолтыг нэмэгдүүлж байна -Гүний үлээлгийн аппаратны даралтыг хэт өндөр өгсөнөөс өрлөг, бетоныг гэмтээж байна.

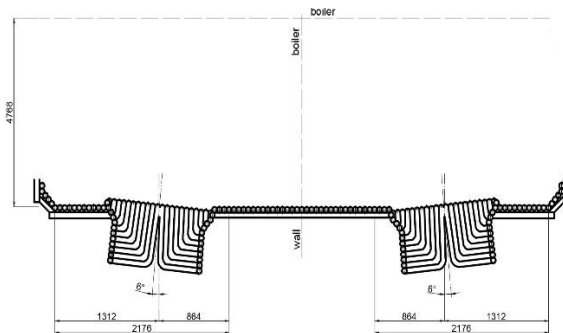
10	Зуухны халах гадаргуун насжилт өндөр болсон их засвараар бүрэн солигддоггүй, хэсэгчилж сольдог	-Зуухны их засвар, урсгал засвараар халах гадаргууг солих -Халах гадаргуун цэвэрлэгээг сайжруулах	<p>-Халах гадаргууг бүрэн солихгүй байгаань зуухны халах гадаргуун гэмтлийг ихэсгэх, зуухны явалт зогсолтыг нэмэгдүүлж байна.</p> <p>-Утааны хийн температур нэмэгдэж зуухны АҮК буурч ТЭЗҮ-д сөргөөр нөлөөлж байгаа гол хүчин зүйл болж байна.</p> <p>-Зуухны халах гадаргууг цэвэрлэхдээ шугам хоолойн гадаргууг маш их гэмтээж гэмтэл гарах нөхцөлийг бий болгож байна.</p> <p>-Халах гадаргуун бохирдолтыг дугуу цэвэрлэсэнээс дулаан солилцоонд нөлөөлж байна. Ахин хурдан бохирдож зуухны ТЭЗҮ-д нөлөөлж байна.</p>
----	--	--	---

### III. ГОРЕЛКНЫ ӨНЦӨГ ТОХИРУУЛГА

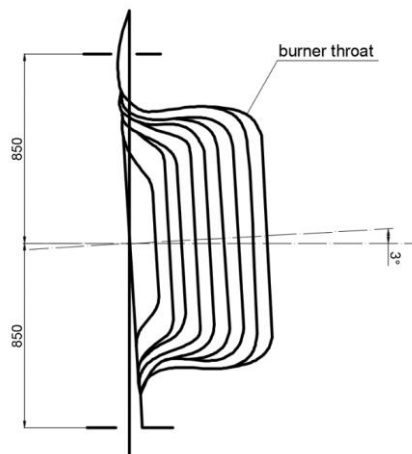
БКЗ-220-100-4С маркийн зуухны горелкны өнцөг тохиргоог үйлдвэрийн зургийг үндэслэн горелка тус бүр дээр хэмжилт хийж тохируулсан.



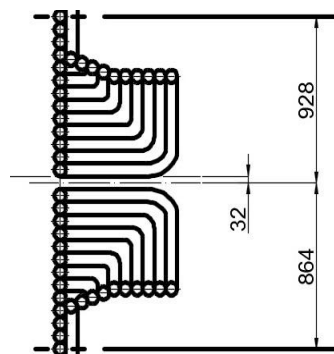
1-р зураг. Горелка № 1, 2-нь эгц өөд өөдөөсөө харсан төвлөрсөн байрлалтай байна.



2-р зураг. Горелка № 3, 4, 5-нь галын хотлын цөмрүү 6 градус, доошоо 3 градусын өнцөг үүсгэн байрладаг. Зурагт 6 градусаар галын хотлын цөмрүү харсан байрлалтай байдаг.

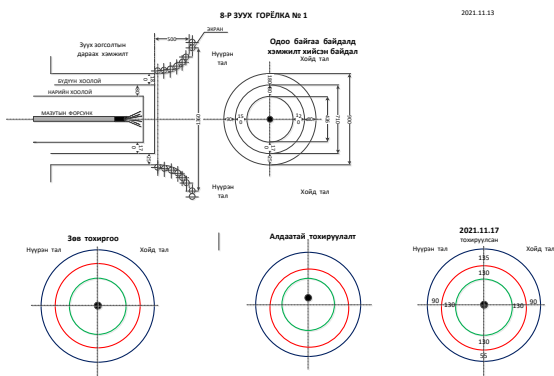


3-р зураг. Энэ зурагт горелка № 3, 4, 5, 6-горелкууд доошоо 3 градусаар тонгойсон байрлалыг харуулсан байна.

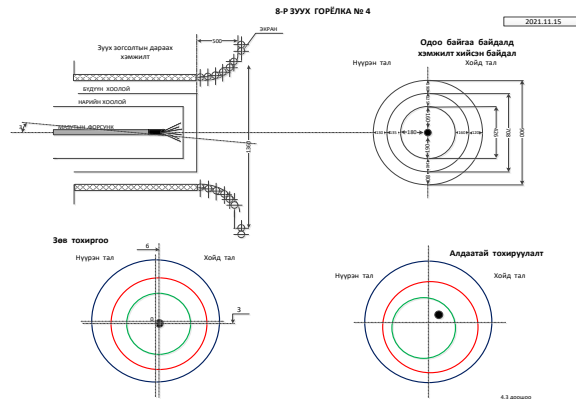


4-р зураг. Зуух №8-н горелкнунуудад авсан арга хэмжээ

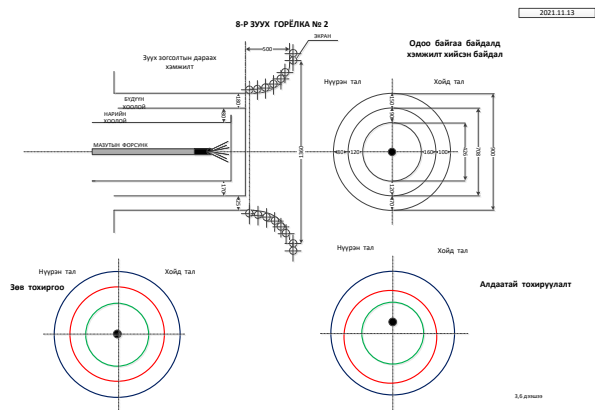
1. Горелкыг бүрэн задалсан.
2. Элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварласан
3. Шаардлага хангахгүй эд ангийн сольсон
4. Горелкыг угсрахдаа фланцын өнгөлгөөг сайжруулсан
5. 6 градусын фланцыг сэргээн засварласан, тохируулсан
6. Экраны маталттай хэсгийн галд тэсвэртэй бетоныг бүрэн буулгаж шинээр технологийн дагуу градусыг тохируулж хийлгэсэн
7. Уур хөргөгчийн схемд өөрчлөлт хийсэн.
8. Тэдгээртэй холбоотой урган гарч байгаа дулаан тусгаарлалт, чигжээс нягтруулгын ажлуудыг технологийн дагуу бүрэн хийсэн.
9. Судалгааны явцад горелка тус бүр дээр хэмжилт хийж хоёрдогч болон гуравдагч гхоолой, форсункны байрлал, тохиргоо ямар өөрчлөлттэй байгааг харьцуулсан формулярыг гаргасан.



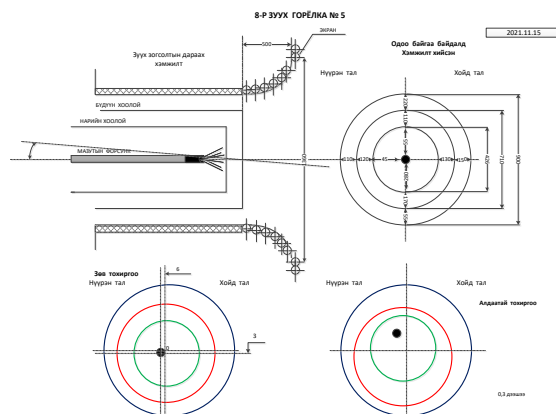
Горелка № 1. Энэ нь горелка №2-н өдөөс харсан төвлөрсөн байрлалтай байх ёстой. Эхний зураг нь тооцоогоор ингэж байрлалтай байх ёстой. 2 дахь зураг нь засвар орохын өмнө хэмжилт хийж шалгахад байсан зураг. 3 дахь нь засвар орсон дараа тохиргоо хийсэн байдал.



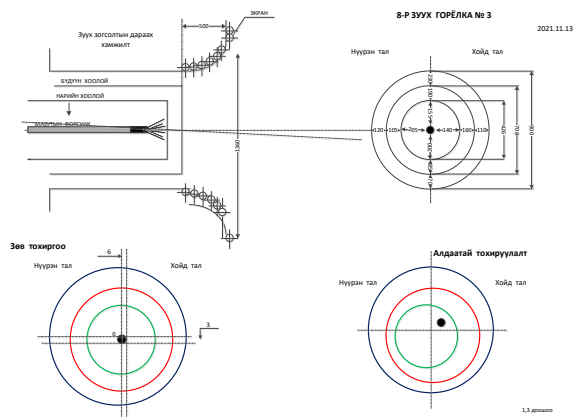
Горелка № 4. Энэ горелк нь эхний зурагт харуулсан төлөв байдалтай байх ёстой. Энэ нь зөв тохиргоо юм. Гэтэл бодит байдалд хэмжилтээр 2-р зурагт харуулсан байрлалтай байсан. Энэ байдал нь галын дөл доошлох задгайрах байдлыг бий болгодог. Засвараар горелкны өнцөг тохиргоог хийж элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварлаж шаардлагатай эд ангийг сльсон.



Горелка №2. Энэ нь горелка №1-н өдөөс харсан төвлөрсөн байрлалтай байх ёстой. Эхний зураг нь тооцоогоор ингэж байрлалтай байх ёстой. 2 дахь зураг дээр тохиргоо хэрхэн алдагдсан байдлыг харуулсан бодит байдлаас хэмжилт хийж гаргасан зураг. Голд нь байгаа хар цэг бол форсункны толгой. Засварын дараа эхний зурагт харуулсан зөв тохиргоонд оруулсан.



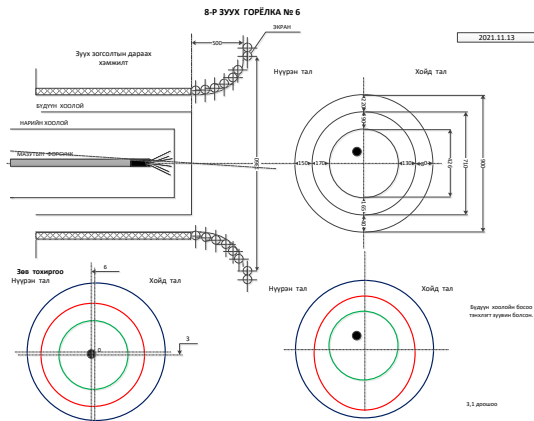
Горелка № 5. Горелкны  $\phi 710 \times 10$ мм хоолойн /насадка/ үзүүр хэсгээрээ дефермацад орж доош чиглэсэн.  $\phi 426 \times 10$ мм хоолойбага зэрэг өнцөг алдагдсан, форсункны толгой төвөө олоогүй байдалтай байсан. Шаардлага хангахгүй эд ангийн шинээр хийж сольсон.



Горелка №3. Энэ горелк дээр тохиргоо хийхийн өмнө хэмжилт хийхэд  $\phi 710 \times 10$ мм хоолой галын холтын цөм хэсэг рүү хэт шахсан харин  $\phi 426 \times 10$ мм хоолой эсрэг байрлалтай, форсункны толгой төвөө олоогүй байсан нь шаталтын процессын горимыг алдагдуулсан горелкны өнцөг тохиргоо алдагдсан байсан.



5-р зураг. Агаар тоосны холимог явдаг  $\phi 426 \times 10$ мм насдка нь дотор талаар элэгдэж цоорсон байдал



Горелка № 6.  $\Phi 710 \times 10$  мм хоолойн хэв гажилтанд орсон. Хэмжилтээр III агаар орох хэсэгт бетон нурж тагалсан форсункны толгой төвөө олоогүй тохиргоо алдагдсаныг 2-р зурагт харуулав. Тус хоолойн галын хотол руу харсан үзүүрт хэмжээг алдагдуулахгүй, элэгдэлд тэсвэртэй, хэв гажилтанд амархан оруулахгүйн тулд байгаа материал нөөцөө ашиглан нерж лист  $b=8-10$  мм 150 мм өргөнтэй хийж шийдвэрлэсэн.



6-р зураг. Хоолой

Энэ горелкны амалзурын галд тэсвэртэй бетоныг буруу хийсэн нь агаар тоосны холимогийн хуйлралтын чиглэл өөрчлөөд зогсохгүй шаталтын процессд нөлөөлөхүйц байсаныг бүрэн буулгаж горелкны маталттай хэсгийн өнцөг градусыг алдагдуулалгүй галд тэсвэртэй бетон хийлгэсэн.



7-р зураг. Амбалзурын галд тэсвэртэй бетоныг буруу хийсэн байдал.



8-р зураг. Зуух №8-н горелкнууд

Бид хурц уурын температур гардаг түүнийг дагаад гарч буй асуудлыг шийдвэрлэхын тулд шат дараалсан арга хэмжээг авч ажиллаа. Энэ удаа зуух №8-н горелкнуудад хэмжилт хийж гарсан дүгнэлтийн дагуу дараах арга хэмжээг авсан.

- Горелкыг бүрэн задалсан.
- Элэгдсэн эд ангийг сэргээн засварласан
- Шаардлага хангахгүй эд ангийн сольсон
- Горелкыг угсрахдаа нягтруулга хийх хэсгийн өнгөлгөөг сайжруулсан
- 6 градусын фланцыг сэргээн засварласан
- Экраны маталттай хэсгийн галд тэсвэртэй бетоныг бүрэн буулгаж шинээр технологийн дагуу градусыг тохируулж хийлгэсэн
- Лазер хэмжигч, тэгш ус, бусад хэмжих багажуудыг ашиглан горелкуудад тохиргоо хийсэн.
- Уур хөргөгчийн схемд өөрчлөлт хийсэн.
- Тэдгээртэй холбоотой урган гарч байгаа дулаан тусгаарлалт, чигжээс нягтруулын ажлуудыг технологийн дагуу бүрэн хийсэн.

БКЗ-220-100-4С маркийн шинэчлэлийн зуух №8-н зогсолтоор судалгааны дагуу уур хөргөгчийн схемд өөрчлөлт хийсэн.

Цаашид авах арга хэмжээ:

Бид дээрх асуудлыг нэг зууханд дээр шийдсэнээр бусад зууханд шийдэх боломжтой болсон. Гэхдээ дээрх хүндрэлтэй холбоотой асуудалд дүгнэлт хийж сайжруулах арга хэмжээнүүдийг шийдвэрэх шаардлагатай

- Гуравдагч агаарын шибер бэхлэгдэх 6 градусын фланцыг сайжруулах, солих
- Агаар тоосны холимогийн урсгалын дагуу буюу  $\Phi 426 \times 10$  мм хоолойн дотор талд элэгдэлд, халуунд тэсвэртэй плита наах
- Горелкны улиткны дотор талд элэгдэл, халуунд тэсвэртэй плита наах
- Горелкыг угсрах явцад дотор талаас тохиргоо хийж формуляр хөтөлж байх.
- Горелкны тохиргоо хийх орчин үеийн технологи бүхий багажаар хангах.
- Амбалзурын бетоныг технологийн дагуу хийлгэж сургах, шалгадаг байх

Горелкны өнцөг тохиргоо алдагдсан байдлын талаар дээрх арга хэмжээнүүдийг авч найдвартай ажиллагааг хангасан.

#### IV. Уур ХӨРГӨГЧИЙН СХЕМ ӨӨРЧЛӨЛТ

Судалгааг хийхдээ зуухнуудын уур хөргөгчийн схемийг хооронд нь харьцуулж үзэв (зураг №1). Уур хөргөгчийн схем нь барабанаас ханасан уур авч түүнийг экономайзерийн I үеэс гарсан тэжээлийн усаар хөргөх, дулаан шингээлт явагдаж үүсэн бага температуртай уурыг ширм уур халаагчийн коллектор, уур халаагчийн III, IV үеийн коллекторт өгч хурц уурын температурыг тохируулах схемтэй.

Судалгааг зуух №7, 8-ын собственный конденсатын схем бусад зуухны собственный конденсатын схемээс өөр байгаад ажиглалт хийв. Зуухнуудын хурц уурын температурыг нормт хэмжээнд тохируулахад собственный конденсатын ажиллагаа голлох үүрэг гүйцэтгэж байдаг.

Собственный конденсатын ажиллах зарчим

Үүрэг зориулалт: Зуухны собственный конденсатын үүрэг нь зуухны хурц уурын температурыг хөргөх бага температуртай уур үүсгэх зориулалттай.

Ажиллах зарчим: Барабанаас ханасан уур авч түүнийг, экономайзерийн I үеийн усыг ашиглан гадаргуугаар хөргөлт хийж үүссэн бага температуртай уурыг уур хөргөгчийн I, II үеийн хөргөлт болгон зуухны хурц уурын темпеартурыг тохируулах зориулалттай.

Зуух № 9, 10, 11, 12, 13-ын собственный конденсатын схем зуухны барабанаас  $\phi=133 \times 16$  мм-н шугамаар конденсатын коллекторт ханасан уур авч, 5 ширхэг  $\phi=60 \times 4,5$  мм шугамаар собственный конденсатад өгнө, түүнээс гарч уур хөргөгчийн коллекторт 3 ш  $\phi=60 \times 4,5$  мм-н шугамаар авдаг (зураг №2).

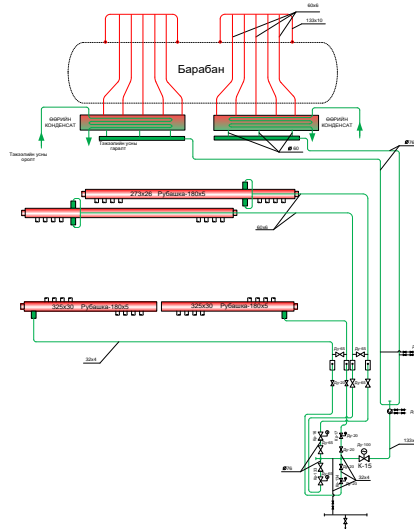
Зуух №7, 8-ын собственный конденсатын схем зуухны барабанаас  $\phi=133 \times 16$  мм-н шугамаар коллекторт уур авч 10 ширхэг  $\phi=60 \times 4,5$  мм-н  $L=300$  мм шугамаар собственный конденсатад өгнө, уур хөргөгчийн коллекторт 10 ш  $\phi=60 \times 4,5$  мм шугамаар өгдөг. (зураг №3).

Эхний тохиолдолд барабанаас гарсан уурын 60 хувийг уур хөргөгч болгон авч байна. Энэ нь ханасан уур собственный конденсатад удаан хугацаанд байх боломж бүрдэж хөргөлт сайн явагдана.

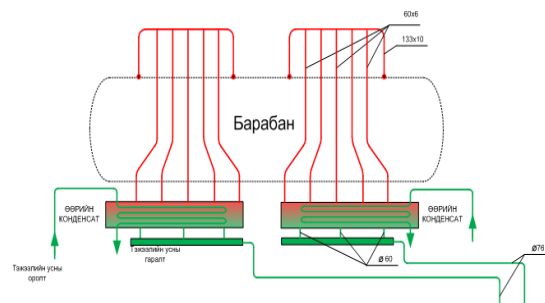
Хоёр дахь тохиолдолд собственный конденсатад руу орсон ханасан уур 100 хувь уур хөргөгчид өгөгддөг. Энэ нь барабанаас авсан ханасан уур собственный конденсатад дулаан солилцоонд орох хугацаа багасч гарах уурын температур өндөр байх боломж бүрдэнэ.

Зуух № 7, 8-ын уур хөргөгчид ашиглаж байгаа ханасан уурын температур бусад зуухны уур хөргөгчид ашиглаж байгаа ханасан уурын температураас өндөр температуртай байна. Энэ нь нөгөө талаас уур хөргөгчийн коллекторт гадаргуун дулаан солилцоо муу явагдаж байх нөхцөлтэй гэж үзсэн. Учир нь коллектор доторх змеевкны гадаргууд хаг хурдас тогтож зузааран дулаан солилцоог муутгасан байх

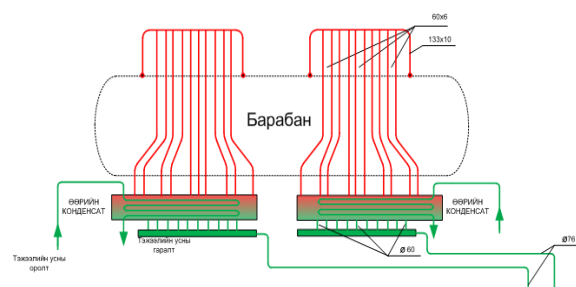
боломжтой. Өвлийн их ачаалалын хугацаанд бид коллекторыг задлаж үзэх боломжит хугацаа байхгүй. Коллекторыг задлах засварлах ажил төлөвлөөгт их засвараар бүрэн хийгдэх боломжтой байдаг. Зуухны хурц уурын температур, утааны хийн температур, халах гадаргуун гэмтэл зэрэгт судалгаа хийж графикаар харуулав.



9-р зураг. Уур хөргөгчийн дэлгэрэнгүй схем



10-р зураг. Зуух № 9, 10, 11, 12, 13-ын собственный конденсатын схем



11-р зураг. Зуух № 7, 8-ын собственный конденсатын схем

Зуухнуудын хурц уурын температур, утааны хийн температурт сүүлийн 3 жилээр судалгаа хийж үзэв. Зуухнуудын хурц уурын температурт дүн шинжилгээ хийхэд шинэчлэлийн зуухнуудын хурц уурын температур жигдхэн өндөр явж байна. Утааны хийн температурын графикийг ажиглахад мөн адил загвар гарч байна.

Зуухны хоногийн үзүүлэлтийг архиваас авч үзэхэд зуух №7, 8-ын хурц уур, утааны хийн температурыг буулгахын тулд халах гадаргуун гүний үлээлгийг бусад зуухнуудаас 3-4 дахин их хийдэг, зарим тохиолдолд тоосны клапан хязгаарлаж хурц уурын температур буулгах арга хэмжээ авч байна.

Халах гадаргууд гүний үлээлгийг олон удаа хийснээр халах гадаргуу нимгэрч хагарах эрсдэл ихэсдэг, аль нэг тоосны клапанг хязгаарласанаар бусад горёлкоор дайрч өнгөрөх тоосны хэмжээ ихэсч горёлка дээр хэт халалт явагдаж горёлка улайсах, шатах эрсдэл гарч байна.

Схемд өөрчлөлт хийхийн тулд судалгаа тооцоон дээр үндэслэн, станцын техникийн зөвлөлд санал оруулж зөвшөөрөл авч шийдвэрлэсэн.



**"ДЦС-3" ТӨХК-ИЙН ТЕХНИКИЙН ЗӨВЛӨЛ**

2018 оны 03 дугаар сар 09

Улаанбаатар хот

Дугаар: 2018/03

**1. Хэлэлцсэн асуудал:**

Өндөр даралтын станцын Зуух №7,8-ын собстванный конденсатын схем өөрчлөх

**2. Хэлэлцүүлэгч:** Өндөр даралтын зуухан цех

**3. Шийдвэрлэсэн нь:**

- 3.1. Зуух №10-ын собстванный конденсатын схемийг өөрчлөх туршилтын ажлыг Техникийн зөвлөлийн гишүүд 100%-ийн саналаар дэмжил.
- 3.2. Зуух №8-ын собстванный конденсатын схемийг өөрчилснөөр гарсан үр дүнг танилцуулж, үр дүнгээс хамааруулан зуух №7-ын собстванный конденсатын схемийг өөрчлөх эсэхийг шийдвэрлэх.

**4. Хавсралт:**

- 4.1. Техникийн зөвлөлийн 2018 оны 03 дугаар сарын 09-ны өдрийн 2018/03-1 тоот хурлын томдотлол.
- 4.2. Зуух №7,8-ын собстванный конденсатын схемийг өөрчлөх тогч танилцуулга.

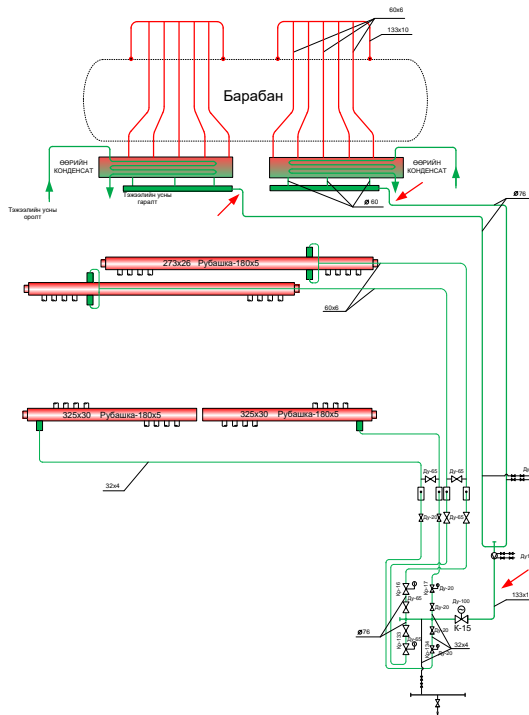
Техникийн зөвлөлийн дарга:  
Ерөнхий инженер *[Signature]* Томорхуж

Нарийн бичгийн дарга:  
ТБХ-ийн инженер Л.Энхбаяр

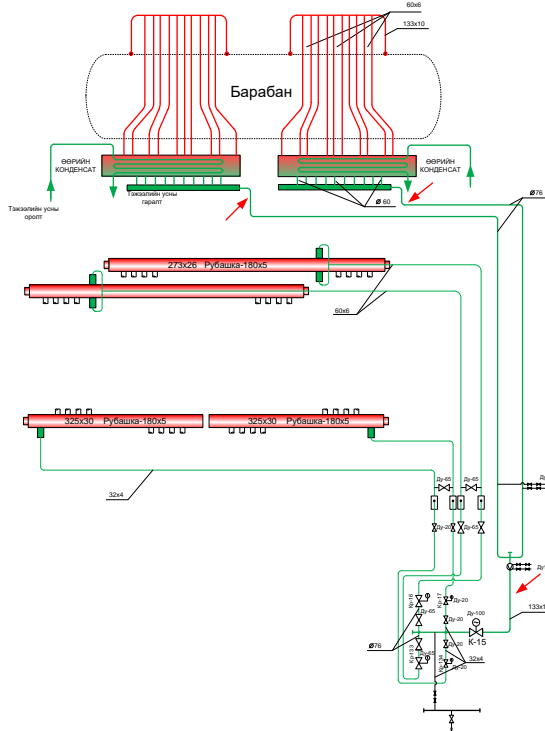
Гишүүд:

ҮА-ны дарга	Л.Нямсүх
ЭХА-ны дарга	Ц.Витмигний
ТБХ-ийн дарга	Г.Амартушин
ТХХ-ийн дарга	Д.Томорбватар
ГТХ-ийн дарга	Л.Хангал-Эрдэнэ
ӨДЗ цехийн дарга	П.Солдбватар

Собственный конденсатаас гарч байгаа шугам хоолойн халууныг хэмжиж үзэв.



12-р зураг. Зуух № 9, 10, 11, 12, 13-ын собстванный конденсатын схем



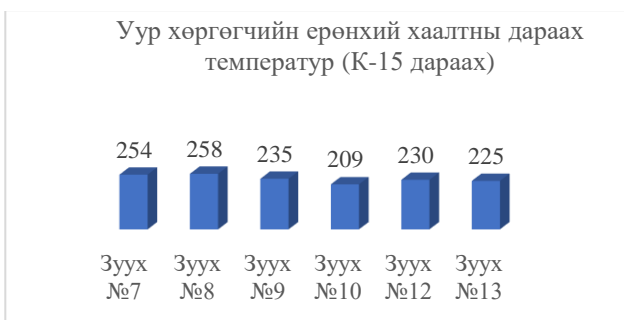
13-р зураг. Зуух №7, 8-ын собстванный конденсатын схем

Собственный конденсатаас гарч байгаа халах гадаргуун (шугам) температурыг дээрх зураг дээр тэмдэглэсэн цэгүүдэд хийж үзэхэд дараах үр дүн гарч байна.



3-Р ХҮСНЭГТ. ЗУУХНЫ КОНДЕНСАТЫН ГАРЛТЫН УТГУУД

№	Зуух №	конденсатын гаралт	Собственный конденсатын гаралт	Дундаж	Уур хөргөгчийн ерөнхий хаалтны дараах температур
		А	Б		К-15 дараах
1	Зуух №7	270	270	270	254
2	Зуух №8	270	276	273	258
3	Зуух №9	250	251	250.5	235
4	Зуух №10	224	220	222	209
5	Зуух №12	240	245	242.5	230
6	Зуух №13	236	243	239.5	225



Зуух №7, 8-ын собственный конденсатаас гарч байгаа шугамын температур бусад зуухнуудын собственный конденсатаас гарч байгаа шугамын температураас дундажаар 16<sup>0</sup> С өндөр, уур хөргөгчийн ерөнхий хаалтны дараах шугамын температур 15<sup>0</sup> С-р өндөр байна.

Зуух №7, 8-ын собственный конденсатын дулаан шингээлтийн тооцоог бусад зуухтай харьцуулж үзэв.

Дулаан солилцуур дахь уурын босоо урсгалыг хэвтээ багц хоолой дахь тэжээлийн усаар хөргөх үеийн уурнаас хоолойн хананд өгөх дулаан өгөлтийн коэффициент:

$$\alpha = 0.5 * \beta^4 \sqrt{\frac{3600 * \lambda_{ж}^3 * r * \rho_{ж}^2}{\mu_{ж} * \partial t * d}} \left( \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2} * \text{ч} * \text{°C} \right)$$

$\lambda_{ж}$  –дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент  $\frac{\text{ккал}}{\text{м}} * \text{ч} * \text{°C}$  /табл-6/

$\mu_{ж}$ -ус, усны уурын зуурамтгайн коэффициент  $\frac{\text{кгс}}{\text{сек*м}^2}$  /табл-5/

$\rho_{ж}$ -дулаан солилцуур дахь ханасан уурын р-нд харгалзсан усны нягт  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  /ус-уур табл/

$r$ = дулаан солилцуур дахь уурын даралтанд харгалзсан ууршилтын дулаан  $\frac{\text{ккал}}{\text{кг}}$

$d$ = хоолойн гадна диаметр мм /хэмжилтээс/

$\partial t$ = уур ба хоолойн хананы температурын зөрүү  $^{\circ}\text{C}$  /сонгож авна/

$\beta$ = уурын хөдөлгөөний нөлөөллийг тооцсон коэффициент /Уурын р ба  $\omega_{п}^2 * \alpha_0$ -оос хамаарах ба номограмм-33-аас авна./

$\omega_{п}$ = дулаан солилцуур дахь уурын хурд (м/с)

Тухайн тохиолдолд собест/конденсатийн D=10 тн/ц байсан гэж үзье:

$$D = 10 \text{ тн/ц} = \frac{10 * 1000}{3600} = 2.78 \text{ кг/с}$$

100 ата р-нд  $t = 311 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -тай үеийн уурын хувийн  $V = 0.01803 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$

$$D = 2.78 * 0.01803 = 0.0501 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Гарах 1ш хоолойн хөндлөн огтлолын

$$F = \pi * r^2 = 3.14 * \left( \frac{0.06}{2} \right)^2 = 0.002826 \text{ м}^2$$

A). 10 ш хоолойд  $F = 0.002826 * 10 = 0.02826 \text{ м}^2$

$$\text{Урсгалын хурд } \omega_{п} = \frac{D * V_{ср}}{3600 * F} = 0.0501 / 0.02826 = 1.77 \text{ м/с}$$

B). 3 ш хоолойд  $F = 0.002826 * 3 = 0.008478 \text{ м}^2$

$$\text{Урсгалын хурд } \omega_{п} = \frac{D * V_{ср}}{3600 * F} = 0.0501 / 0.008478 = 5.91 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 0.5 * \beta^4 \sqrt{\frac{3600 * \lambda_{ж}^3 * r * \rho_{ж}^2}{\mu_{ж} * \partial t * d}} \left( \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2} * \text{ч} * \text{°C} \right)$$

$$\lambda_{ж} = 57.1 \frac{\text{ккал}}{\text{м}} * \text{ч} * \text{°C} / \text{табл-6} /$$

$$\mu_{ж} = 13.2 * 10^6 \frac{\text{кгс}}{\text{сек*м}^2} / \text{табл-5} /$$

$$\rho_{ж} = 688.66 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} / \text{ус-уур табл 100 ата 311 }^{\circ}\text{C-т} /$$

$$r = 316.5 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}} / \text{ус-уур табл 100 ата 311 }^{\circ}\text{C-т} /$$

$d = 0.13 \text{ м} / \text{хэмжилтээс} /$

$$\partial t = 80 \text{ }^{\circ}\text{C} / \text{сонгож авна } \alpha_0 = 3.4$$

$\beta$ -Урсгалын хурдаас хамаарах тул уг коэффициент 2 тохиолдолд өөр өөр утгатай болно. /Уурын р ба  $\omega_{п}^2 * \alpha_0$ -оос хамаарах ба номограмм-33-аас авна. /

A).  $\omega_{п} = 1.77 \text{ м/с}$  үед  $\omega_{п}^2 * \alpha_0 = 10.65$   $\beta = 1.25$

B).  $\omega_{п} = 5.91 \text{ м/с}$  үед  $\omega_{п}^2 * \alpha_0 = 118.76$   $\beta = 2.35$

А).

$$\alpha = 0.5 * \beta^4 \sqrt{\frac{3600 * \lambda_{ж}^3 * r * \rho_{ж}^2}{\mu_{ж} * \partial t * d}} = 0.5 * 1.8^4 \sqrt{\frac{3600 * 57.13^3 * 316.5 * 688.66^2}{13.2 * 10^6 * 40 * 0.13}}$$

$$= 122.28 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2} * \text{ч} * \text{°C}$$

В).

$$\alpha = 0.5 * \beta^4 \sqrt{\frac{3600 * \lambda_{ж}^3 * r * \rho_{ж}^2}{\mu_{ж} * \partial t * d}} = 0.5 * 3.5^4 \sqrt{\frac{3600 * 57.13^3 * 316.5 * 688.66^2}{13.2 * 10^6 * 40 * 0.13}}$$

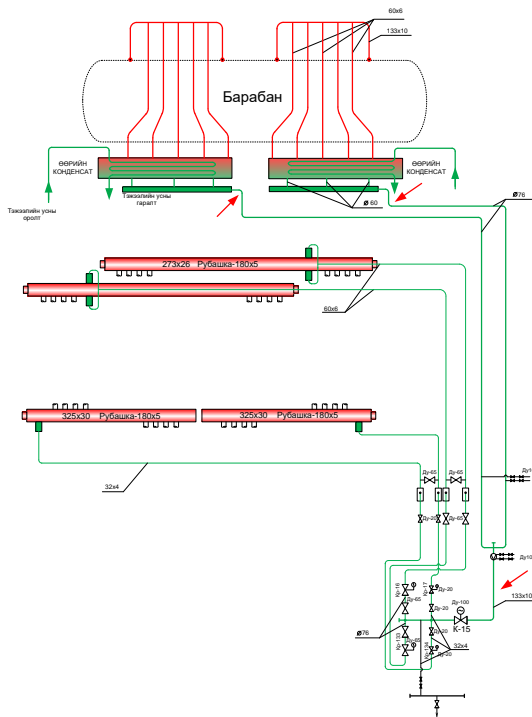
$$= 229.9 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2} * \text{ч} * \text{°C}$$

Дулаан өгөлтийн коэффициент дээшилсэнийг хувиар илэрхийлбэл :

$$(\alpha_2 - \alpha_1) / \alpha_2 = (229.9 - 122.28) / 229.9 * 100\% = 46.8\%$$

Дулаан шингээлтийн тооцоо хийж үзэхэд собственный конденсатаар дайрч өнгөрч байгаа уурын хурдаас шалтгаалан дулаан шингээлт өөр өөр явагдаж байна. Зуух № 7, 8-н собственный конденсатын дулаан шингээлтийн коэффициент бусад зуухны собственный конденсатын дулаан шингээлтийн коэффициентээс 46,8%-р бага нь тооцоогоор батлагдав.

Тооцоо судалгааг үндэслэн зуух № 7, 8-н уур хөргөгчийн схемийг өөрчилсөн.



14-р зураг. Зуух № 8-г дээрх схемд оруулж өөрчилсөнөөр хурц уурын температур 534 0С-5400С тогтвортой болсон, зуухны ачаалал 164тн/цаг болж 20тн/цаг -р нэмэгдсэн.

Цаашид Зуух № 7-дээр их засвараар авах арга хэмжээнүүдийг хэрэгжүүлж, уур халаагчийн коллекторт дотоод үзлэг хийж дулаан солилцоог

сайжруулах шат дараалсан арга хэмжээг авч зуухны ТЭЗҮ, АҮК -г нэмэгдүүлж үр ашгийг дээшлүүлэх, халах гадаргууг метал судлалын лабораторын дүгнэлтийн дагуу сайжруулалтыг хийх.

## V. ДҮГНЭЛТ

1. Судлагдсан хоёр зуухны собственный конденсатаас гарч байгаа уурын температур (халах гадаргуу) бусад зуухны собственный конденсатын уураас дундажаар 15 0С өндөр байна.

2. Зуух №7, 8-ын собственный схемьг бусад зуухны схемтэй харьцуулахад хөргөлт явагдах хугацаа бага буюу дулаан шингээлтийн хурд бага байна.

3. Халах гадаргууд олон удаа үлээлгэ хийхэд халах гадаргуу нимгэрэх, халах гадаргуун гэмтлээр зуух зогсох эрсдэл ихэсч байна.

4. Хурц уурын халууныг буулгах зорилгоор тоосны клапан хязгаарлаж байгаа нь горелкуудын ачаалал ихэсч уйласах, шатах эрсдэл нэмэгдэж байна.

5. Собственный конденсатаар дайрч өнгөрөх уурын урсгалын хурдаас хамаарсан дулаан шингээлтийн коэффициентийг тооцож үзэхэд зуух № 7, 8-ын собственный конденсатын дулаан шингээлтийн коэффициент нь бусад зуухны дулаан шингээлтийн коэффициентээс 46,8 %-иар бага байна.

6. Зуух №7, 8-ын хурц хурц уурын температур хэвийн горимоор явахад үлээлгийн тоо буурч халах гадаргуун гэмтэл багасах, технологийн зөрчлийн тоо буурах боломжтой.

7. Зуух № 7, 8-ын собственный конденсатын хөргөлт бусад зуухны собственный конденсатын хөргөлтөөс бага байгаа нь хэмжилт (бодит байдал) болон тооцоогоор (онол) батлагдсан

8. Хурц уурын температур огцом гарахад горелкны өнцөг тохиргоо алдалт маш их нөлөөлж байсаныг шийдвэрлэсэн.

9. Горелкны өнцөг тохиргоо хийх формулярыг гаргаж судалгаанд болон их засварын акт гаргахад ашиглах боломжийг бүрдүүлсэн

10. Цаашид авах арга хэмжээг тодорхойлсон.

11. Шалтгаан, хүндрэлээ зөв тодорхойлсон, бодит байдал дээрх алдаа оноог олж харсан засаж залруулсан шийдвэртэй арга хэмжээг авч хурц уурын температур 534-5400С тогтвортой болсон, зуухны ачаалал 164тн/цаг болж 20тн/цаг-р нэмэгдсэн. зорилгодоо хүрсэн үр дүнтэй ажил болсон гэж дүгнэж байна.

## НОМ ЗҮЙ

- [1] БКЗ-220-100-4С маркийн зуухны ашиглалтын заавар.
- [2] Станцын ТЭЗҮзүүлэлт
- [3] ӨДЗуухан цехийн технологийн схем
- [4] Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) доктор техн. наук Н.В. Кузнецова

# ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ЭХ ҮҮСВЭРҮҮДИЙН АШИГЛАЛТЫН ХУГАЦААГ УРТАСГАХ, ШИНЭЧИЛЭХ СТРАТЕГИ

Д.Алтанмөнх<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, ДЦС-3 ТӨХК, Засвар хяналтын алба  
[d.altanmunkh@gmail.com](mailto:d.altanmunkh@gmail.com)

*Хураангуй*—Манай орны дулааны эрчим хүчний системийн эх үүсвэрүүдийн гол цөм болох дулааны цахилгаан станцуудын ашиглалтын хугацаа 40 жилээс дээш болж шинэчилэх, ашиглах хугацааг нэмэгдүүлэх асуудал хурцаар тавигдаж байна. Энэ үед станцуудын үндсэн болон туслах тоноглолуудыг шинэчилэх хүртэл ажиллах нөөц нэмэгдүүлэхэд баримтлах стратеги, шинэчилэх үндсэн бодлогод оруулах саналууд дэвшүүлж байна.

*Түлхүүр үг*—хуучралт, металлын цуцалт, ажиллах нөөц, үр ашигтай шинэчилэл.

## I. УДИРТГАЛ

Манай орны эрчим хүчний системийн эх үүсвэрүүдийн гол цөм болсон ДЦС-ууд нийтлэг дүнгээрээ суурьлагдсанаас хойш 40 орчим жил түүнээс дээш хугацаагаар ажиллаж байна. Тухайлбал хамгийн сүүлд ашиглалтад орсон өндөр параметрийн станц болох “ДЦС-4” ТӨХК 38 жил ажиллаж байгаа бол түүний өмнө ашиглалтад орсон өндөр параметрийн станц болох “ДЦС-3” ТӨХК-ий ӨДС 45 жил ажиллаж байна.

Эрчим хүчний тоног төхөөрөмжүүдийн ажиллах хугацаа, ажиллах нөөцийг 40 жилээс багагүйгээр тооцоолсон байдаг бөгөөд байгалийн хуулиараа “физик”-ийн ба “ерөнхий” хуучралтад орно гэж үздэг.

Энэ 40-н жилийн хугацаанд тоноглолыг ашиглалтын заавар, техник ашиглалтын дүрмийн дагуу сайн ашиглах боловч “физик”-ийн хуучралт явагддаг бөгөөд эрчим хүчний тоноглолын хэвийн, найдвартай, тогтвортой, жигд үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа энэ хуучралтыг зогсоох боломжгүй.

Үүнтэй зэрэгцээд өмнө дурьдсан “ерөнхий” хуучралтад орж бүхий тоноглол хуучрах, хоцрогдох, түлшний хувийн зарцуулалт нэмэгдэх, найдвартай байдал алдагдах, маневарлах чадвар муудах зэрэг үр дагаварууд илэрдэг.

Нэгэнт хуучралтад орж насжилт дуусч байгаа тоноглолуудыг цаашид ашиглах хугацааг хэрхэн тогтоох, шинэчилэхэд анхаарах зүйлүүдийг эрэмблэн орууллаа.

## II. ДЦС-ИЙН ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖҮҮДИЙГ ШИНЭЧИЛЭХ ШААРДЛАГА, АЖИЛЛАХ НӨӨЦИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ ТУХАЙ.

Ажиллах нөөц дууссан, хуучирсан тоноглолуудад цаашид дараах хоёр боломжит хувилбараар шийдвэрлэх ёстой байдаг. Үүнд:

1. Засвар, техникийн үзлэг үйлчилгээний тогтвортой системд оруулж ашиглалтын үйл ажиллагааг тодорхой богино хугацаагаар үргэлжлүүлэх.
2. Техник эдийн засгийн үзүүлэлтийг нэмэгдүүлэх чиглэлээр эрчим хүчний тоног төхөөрөмжүүдийг шат дараатай тогтмол шинэчилэх. Энэ үйл ажиллагааг уг нь тоног төхөөрөмж хуучрахаас өмнө буюу тоног төхөөрөмжийн ажиллах нөөцтэй үед шат дараатайгаар эхлүүлэх ёстой юм.

Гэвч манай улсын эрчим хүчний систем хэрэгжүүлж байгаа үнэ, тарифийн бодлого, бусад олон хүчин зүйлээс хамааран эдгээр хоёр арга замыг бүрэн гүйцэт хэрэгжүүлээгүйн улмаас станцуудын тоноглолын ажиллах нөөц дуусч одоогоор бүрэн цогцоор нь шинэчилэх ажил хэрэгжүүлж чадаагүй байна.

“Физик”-ийн хуучралд ордог гол эд ангиуд нь өндөр параметрт ажилладаг, их ачаалал, даац авч ажилладаг эд ангиудад голчлон илэрдэг бөгөөд хамгийн голлох эд ангиуд бүгд л хуучралтад ордог юм. Үүний хамгийн тод жишээ бол турбины ротор, цилиндрийн металлын хуучралт, цуцалт, ажиллах нөөц дуус байгаа байдал юм.

Манай станцын ПТ-25-90/10М маягийн турбины их засвараар хийгдсэн металл шинжилгээ, ан цав, деформаци, бүтэцийн шинжлгээний дүнгээр турбины

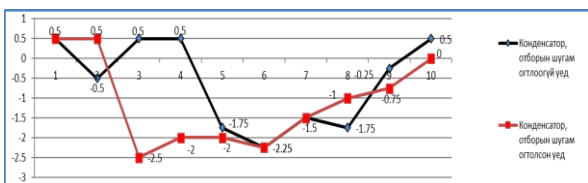
цилиндрийн байдлыг үнэлж үзэхэд ан цав ихээр илрэх, хэв гажилтад орсон байх зэрэг гэмтэлүүд гарч металлын микробүтцэд хийсэн шинжилгээгээр 1-9 балл—аар үнэлдэг.



Зураг 1. Турбины цилиндрт ан цав шалгаж байгаа байдал.

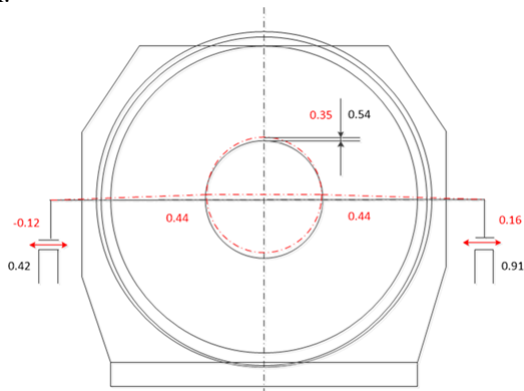
Үнэлгээгээр 6-7 балл хүрч микробүтэц алдагдсан, бат бэх 2 дахин буурсан, ашиглалтын шаардлага хангахгүй гэсэн дүгнэлт гарсан.

Цилиндрийн хувьд микробүтэцийн шинжилгээгээр гарсан үр дүнгээс гадна бат бэх алдагдсаны улмаас үүссэн ан цав үүс байгаа, цилиндрийн дунд хэсгээрээ хотожй гулзайсан



Зураг 2. Цилиндрийн гулзайлт

байгаа байдал, тулгуурын хэсгээрээ муруйж анхны монтажийн хэмжээсүүд өөрчлөгдсөн байгаа байдал, холхивчийн корпус хэсэгт халуун, хүйтэн байдалдаа зөрөө гарч тохируулга алдагддаг зэргээс металл бүрэн цуцаж бат бэх алдагдсан гэж үзэхээс өөр ямар ч тайлбар, тодорхойлолт гарахгүй байгаа юм.



Зураг 3. Цилиндрийн халуун хүйтэн байдалд орох өөрчлөлт.

Эдгээр хэв гажилт, ан цав, бүтэцийн өөрчлөлт зэргийг бүхэлд нь “физик” хуучралтын гол шинжүүд гэж үзэж болно.

ПТ-12-35/10М маягийн турбины хувьд металлын шинжилгээгээр бичил бүтэц алдагдаж байгаа боловч ан цав, хэв гажилт харьцангуй бага ажиглагдаж байна. Энэ нь ПТ-25-90/10М турбинтэй хийцийн хувьд харьцангуй адил боловч даралт, температурын бага байгаагаас хамааран металлын цуцалт, ядралт буюу “физик” хуучралт харьцангуй удаан явагдаж байна гэж үзэж болхоор байна.

Гэвч турбины эд ангиудын ажиллах нөхцөлөөс хамааран адил хэмжээнд хуучралтад орж байгаа эд анги байна. Энэ нь турбины ротор юм. Турбины ротор бол өндөр даралт, өндөр эргэлт, өндөр эргэлт, үрэлт, доргио чичиргээнд байнга ажилладаг. Иймээс металлын цуцалт хамгийн их байдаг. Манай эрчим хүчний системийн станцуудын турбины роторт роторын диска сугалаж засварлах шаардлага гэмтэлийн улмаас удаа дараа тулгарч байна. Роторын гол дээр суулгасан дисканы чанга суух байдал буюу натяг хэрхэн алдагдсан талаар судалгаа үзүүлэв.

1-Р ХҮСНЭГТ. РОТОРУУДЫН НАТЯГ СУЛАРСАН ХЭМЖЭЭ

Ямар турбины ротор	Аль дискүүд сугалсан	Ямар зорилгоор задалсан.	Натяг суларсан хэмжээ, мм	
			МАХ суларсан хэмжээ	Дундаж суларсан хэмжээ
“ДЦС-3” ТӨХК-ий ТГ№7-н ротор	1-8 үе	2,3-р үеийн диска суларч хөдөлгөөнтэй болсон.	1.9	0.17
“ДЦС-3” ТӨХК-ий ТГ№7-н ротор	9-19 үе	11, 13 -р үеийн диска суларч хөдөлгөөнтэй болсон.	2.1	0.15
“ДЦС-3” ТӨХК-ий ТГ№2-н ротор	1-7 үе	Муруйсэн голыг релаксацын аргаар тэгшилэхэд .	0.3	0.18
“ДЦС-3” ТӨХК-ий ПТ-25-90 бэлтгэл ротор	1-13 үе	13-р үеийн диска суларсан.	1.9	0.18
“ДЦС” ТӨХК ТГ3	2-17 үе	Роторын гол солих	0.2	0.10
“ДБЭХС” ТӨХК ТГ1 ротор	1-11 үе	9, 10, 11 үеийн диска хөдөлгөөнтэй болсон.	1.5	0.20

ОХУ-ын КТЗ-д үйлдвэрлэсэн роторуудын суултийн натяг дундажаар 0.41 мм байдаг бол дээрх судалгаагаар турбины марк, хүчин чадал, параметрээс үл хамааран дундажаар 0,16мм суларан байгаа нь 40%-иар буурсан гэсэн үг юм. Өөрөөр

хэлбэл дисканы металл цуцалтад орж бат бэх алдагдан суларч байна гэж ойлгоно.

Эдгээр жишээнээс хархад үндсэн тоноглолуудын эд анги, узель зангилаа бүр онцлогтой, өөрийн параметр, ашиглалтын байдал зэргээс хамааран харилцан адилгүй хуучралтад орж байна.

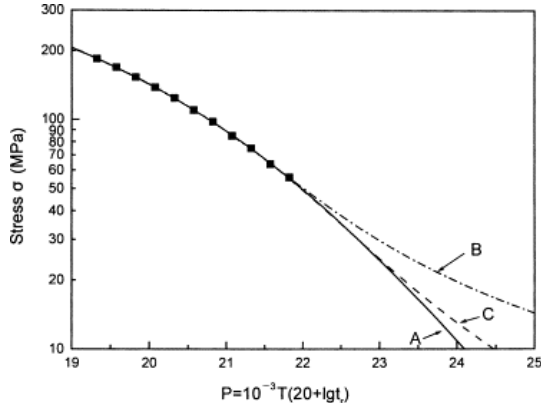


Зураг 4. Металлын бичил ан цаваас үүссэн цууралт.

Металлын бичил бүтэц алдагдсан байдлаас хамааран ажиллах температур, тухайн температурт ажилласан цагаас хамаарсан Ларсон –Миллерийн параметрээр тодоройлдог. Энд Т-абсолют температур, t-тухайн температурт ажилласан цаг.

$$P = \frac{T * (C + \log(t))}{1000}$$

Тухайн температурт эд анги дээрх хүчдэлийн хэмжээнээс хамааран ажиллах хугацааг тооцож болно.



Ларсон-Миллерийн параметрийн бас нэг онцлог бол Log функцээр хугацаанаас хамаардаг учраас хугацаан хамаарал бага харин температураас шууд хамаардаг болно. Иймээс температур өндөр байх нь бат бэхэд хамгийн их сөрөгөөр нөлөөлдөг болно.

### III. ДЦС-УУДЫН АЖИЛЛАХ НӨӨЦ НЭМЭГДҮҮЛЖ БАЙГАА АЖЛЫН ӨНӨӨГИЙН ТҮВШИН.

Дулааны цахилгаан станцуудын тоног төхөөрөмжүүдийн хуучралт, металлын насжилт, ашиглах нөөц дуусч байгаатай холбоотойгоор өөрийн хөрөнгөөр шинэчилэл дор бүрдээ хийж байна. Шинэчилэлийн ажлын параметр өндөртэй шугам хоолой, эд ангиудаас эхлэн хийж байгаа нь зайлшгүй авах шаардлагатай арга хэмжээ мөн юм. Эдгээрийг эрэмбэлж үзүүлбэл.

1. Хурц уурын шугам хоолой, булан, гуравлагч, хаалт арматур.
2. Тэжээлийн усны шугам хоолой, булан, гуравлагч, хаалт арматур
3. Зуухны нимгэрсэн халах гадаргуу, уур халаагч, экномайзер, гэх мэт.

Цаашид станцуудын томоохон тоноглол, эд ангиудыг шат дараатай шинэчилэх шаардлагатай боловч хийгдэж чадахгүй байгаа тоног төхөөрөмжүүдийг эрэмбэлж үзвэл.

1. Турбины ротор, ажлын хүрз.
2. Зуухны барбан,
3. Турбины цилиндр, уур хувиарлах, зогсоох клапан,
4. Өндөр, нам даралтын халаагчууд гэх мэт

Станцуудын хувьд үндсэн тоноглолын шинэчилэл хийхдээ ихэвчлэн хуучныг шинэчилэхээс илүүтэй шинээр турбин суурьлуулж ашиглах, зуухыг хэсэгчлэн шинэчилэж байгаа бөгөөд эдгээр арга хэмжээ нь хуучирсан тоног төхөөрөмжүүдийг орлуулан ажиллуулах шийдэл болж чадаагүй, голчлон өргөтгөлийн хэмжээнд авсан хөрөнгө оруулалт, техник зохион байгуулалтын арга хэмжээ болж байна. Иймд хуучирсан тоног төхөөрөмжийг шат дараатай, стратеги төлөвлөгөөтэй иж бүрдэлээр нь шинэчилэх шаардлагатай нэгэнт тулгараад байна.

### IV. ДЦС-ЫН ТОНОГЛОЛУУДЫГ ШИНЭЧИЛЭХ СТРАТЕГИ, БАРИМТЛАХ БОДЛОГО.

Эрчим хүчний үйлдвэрүүдийг шинэчилэх онолын гол шийдэл нь үйлдвэрийн барилга байгууламжийн өргөтгөх боломжит веремный торец буюу түр ханатай хэсэгт өндөр хүчин чадалтай станц барьж өргөтгөн хуучирсан хэсгийг буулгаж шинэчилэх, энэ нь станцуудын тасралтгүй ажиллагааг хангах гол арга байдаг болно. Үйлдвэрийн барилга байгууламжийн түр ханатай хэсэгт анхны проектоор төмөр замтай, ямар нэг усны болон бусад шугам хоолой огт тавигдаагүй боломжит газартайгаар төлөвлөж баригдсан байдаг.

Гэвч ихэнх станцууд одоогийн байдлаар өргөтгөх боломжит хэсэгт турбин суурьлуулах, өргөтгөх ажил гүйцэтгэхдээ усны шугам, хөргөх цамхаг гэх мэт зүйлс барьж шинэ станцаар өргөтгөх боломжуудыг хаасан байгаа болно. Иймээс огт хоорондоо хамааралгүй хэсгүүд барьж өргөтгөх боломж л үлдээд байгаа бөгөөд энэ нь энэ нь өргөтгөл гэхээсээ илүүтэй тусдаа станц баригдах хэмжээнд асуудал тавигдахад хүргэж байх болно.

Улс орон даяар том чадалын олон станц барьж өргөтгөн хуучинг зогсоох боломжууд нэгэнт хомс байгаа энэ цаг үед станцуудыг өөр дээр нь шинэчилэн ажиллуулах нь хамгийн боломжит хувилбаруудын нэг болно.

Одоогийн байдлаар бид 40 болон түүнээс дээш жил ажилласан тоноглолуудыг шинэчилэх ажлыг нэн даруй эхлүүлэх шаардлагатай бөгөөд шинэчилэх ажил нь дараах үе шатаар явагдах хэрэгтэй. Үүнд:

1. Ажиллаж байгаа тоноглолуудын төлөвлөгөөт болон төлөвлөгөөт бус засваруудаар металлын нарийвчилсан шинжилгээ, геометр болон хэв гажилтийн хэмжилтүүдийг хийж зөв бодитой үнэлэлт өгөх ажлыг тодорхой аргачилал боловсруулж гүйцэтгэх шаардлагатай. Ингэхдээ тоноглол бүрээр нарийвчлан түүх, онцлог, бодит байдалтай уялдуулан түр хугацаагаар ажиллуулах тоноглол, нэн даруй шинэчилэх тоноглолын тодорхойлох шаардлагатай. Салбарын хэмжээнд металлын нарийвчилсан үзлэг хийх технологи шинэчилэн аргачилал боловруулж ашиглах шаардлагатай.
2. Шинэчилэх ажил зөвхөн нэг үндсэн тоноглолын хувьд тооцоход үйлдвэрлэл, тээвэр, монтаж угсралтын ажил хамгийн багадаа 2 жил, түүнээс дээш хугацаагаар үргэлжлэх учраас станц бүр 8-10 үндсэн тоноглолыг 10 түүнээс дээш жил үргэлжлэн ээлж дараатай иж бүрэн шинэчилэх график гаргаж уялдуулан төлөвлөж ажиллах шаардлагатай.
3. Энэ 10 болон түүнээс дээш хугацаанд хуучирсан тоног төхөөрөмжүүдийг эрсдэлгүй ажиллуулахын тулд их, урсгал засварын ажлуудыг тогтмол хугацаанд тодорхой аргачилалын дагуу бүрэн хийж тоноглол бүрээр ажиллах хугацааг нэг бүрчлэн түр сунган ажиллуулах шаардлагатай.
4. Өргөтгөн шинэчилэх ажлыг гүйцэтгэхдээ үндсэн тоноглолын анхны параметрийг 90 ата түүнээс дээш параметрээр аль болох сонгож

нэгж хүчин чадал, үр ашигт байдлыг нэмэгдүүлэх шаардлагатай. Эхний ээлжинд зуух, турбинийг зэрэгцээгээр нь блок хэлбэрээр шинэчилэх, цаашид өргөтгөн магистрал схемд оруулхаар төлөвлөх нь зүйтэй.

5. Манай ихэнх станцуудын тоноглолуудын хувьд адил төрлийн турбинүүд тэр дундаа ПТ-12-35, ПТ-25-90 маягийн турбинүүд төлөвлөж суурьлуулсан байдгаас одоогийн бодит нөхцөлд үйлдвэрийн отборын хэрэглээ өвлийн оргил ачаалалаас бусад үед хэрэгцээгүй, дулаацуулгын ачаалал дутагдалтай байдгаас дулааны ачаалал түлхүү ачаалаж турбины нэгж хүчин тооцоот хэмжээнээс бага байдаг. Энэ улмаар ДХЦЭХ нэмэгдүүлэх, жишмэл түлшний хувийн зарцуулалт нэмэгдүүлж АҮК бууруурах гол шалтгаан болж байна. Иймд ойрын 15-20 жилийн дулаан, цахилгааны хэрэглээтэй уялдуулж өвлийн оргил ачаалалын үед дулааны оргил ачаалал хаах эсрэг даралтын Р болон П маягийн турбины аль нэгийг дулааны схемд заавал оруулж төлөвлөх шаардлагатай байна.
6. Ажиллаж байгаа станцын хувьд өөр дээр нь шинэчилэх боломжит хувилбарт эргэлтийн усны системийн өргөтгөлийн асуудал зайлшгүй тавигдах бөгөөд эргэлтийн усан хангамжийн системийн хөргөх цамхагтай байх шаардлагатай байдаг бөгөөд эргэлтийн усан хангамжийн системийн өргөтгөлийн ажлыг төлөвлөхдөө нийт хүчин чадалыг томруулахгүйгээр нэг турбиныг эсрэг даралтад, нэг турбиныг агаарын хөргөлтийн системд шилжүүлэх замаар эргэлтийн усны системийн өргөтгөлийн асуудлыг аль болох хүндрэл багатайгаар шийдвэрлэх бодлого баримтлах боломжид хувилбар байгаа.

## V. ДҮГНЭЛТ

Эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн суурь эх үүсвэрүүдийг шинэчилэх ажлыг хуучирсан үндсэн тоноглол, дагалдах тоног төхөөрөмжүүдийг тус бүрээр өргөтгөн шинэчилж хийх нь одоогоор хамгийн бодит бөгөөд боломжит хувилбар юм. Барилга байгууламж, дэд бүтэц, хүний нөөц гэх мэт үндсэн хүчин зүйлүүд нь хамгийн эерэг нөлөө үзүүлнэ.

Нөгөө талаас одоо ажиллаж байгаа дулааны цахилгаан станцын үндсэн тоноглолын хуучралт, металлын цуцалтын улмаас хэв гажилт орж физик

шинж чанарууд өөрчлөгдсөн тул шинэчлэх бодлогыг нэн даруй хэрэгжүүлж эхлэх шаардлагатай байгаа нь шинэчилэлийг цаг алдалгүй эхлүүлэх үнсэн шалтгаан юм.

Металл нь хугацааны хүчин зүйлээс илүүтэй температурын нөлөөгөөр цуцалтад орох нь илүүтэй байдаг тул тоноглолын ажиллах нөөцийг түр хугацаагаар нэмэгдүүлэх, металлын нарийвчилсан шинжилгээний үр дүнгээр шинэчилэх дэс дараалал, өргөтгөн шинэчилэх боломжит хувилбаруудыг тооцож үзэх шаардлагатай.

Шинэчилэх ажлыг гүйцэтгэхдээ орчин үеийн үр ашигтай тоноглол суурьлуулахын тулд дулааны схем, техник эдийн засгийн үндэслэлийг маш зөв байдлаар гаргах нь шаардлагатай.

Нэгэнт гадны хөрөнгө, хүчээр ээлжлэн шинэчилэх нь төвөгтэй байгаа энэ цаг үед үндэсний болон өөрийн боловсон хүчин, инженерүүдийн бодит тооцоо судалгаа, үндэслэлд тулгуурлан ОХУ, БНХАУ болон бусад орны тоноглолуудыг суурьлуулахаар төлөвлөн ажиллах нь зүйтэй байна.

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] С.Трухний, “Основы современной энергетик” Том№1 Современый теплоэнергетик. Москва, МЭИ 2006г.
- [2] В.Я. Рыжкин. “Тепловые электрические станций” Энергия. 1967г.
- [3] Ю.П.Соловьев Проектирование теплоснабжающих установок для промпредприятий, Москва, 1968г.
- [4] Д.Алтанмөнх, О.Болдбаатар. “ДЦС-3 ТӨХК-ий түрбинүүдэд реконструкци хийх замаар цахилгаан, дулааны ачаалал нэмэгдүүлэх боломж” илтгэл. 2010он. “Эрчим хүчний үйлдвэрлэл ба экологи” сэдэвт олон улсын эрдэм шинжилгээний бага хурлын эмхтгэл. 2010 он. 111-115 хуудас.
- [5] Laborelec Steam Turbine Life Time Assessment Approach – Damaging phenomena – Inspection programs. Technical Expert Recommendation.  
From: Breuls Nico Reference: LBE04109833 Date: 08/06/2015.  
To: ALTANMUNKH Dorjgotov CHP3 Mongolia - Turbine engineer – Maintenance monitoring.
- [6] Mariusz Banaszkiwicz, Multilevel approach to lifetime assessment of steam turbines. The Szewalski Institute of Fluid-Flow Machinery, Polish Academy of Sciences, Fiszerka 14, Gdan’sk 80-231, Poland ALSTOM Power Sp. z o.o., Stoczniowa 2, Elbla, g 82-300, Poland

# ДУЛААНЫ УЗЕЛИЙГ КОРУНД БУДГААР ДУЛААЛАХ СУДАЛГАА ТООЦОО, ХЭРЭГЖҮҮЛСЭН БАЙДАЛ, ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ХЭМНЭЛТ ГАРГАСАН ҮР ДҮН

Батсуурь Анхбаатар  
Монгол улс, Улаанбаатар “Дарханы дулааны сүлжээ” ТӨХК  
[Ankhaa\\_6164@yahoo.com](mailto:Ankhaa_6164@yahoo.com)

**Хураангуй**—Дархан хотын нийтийн орон сууцны 150ш “Дулааны узелийг корунд будгаар дулаалах судалгаа тооцоо, хэрэгжүүлсэн байдал, эрчим хүчний хэмнэлт гаргасан үр дүн” сэдэвт судалгааны ажлаараа дулааны сүлжээний тоноглолын дулаалаа ашиглалтын зардлыг бууруулах, эрчим хүчний хэмнэлт гаргах зорилгоор судалгаа тооцоо хийж хэрэгжүүлсэн. Судалгаанд нийтийн орон сууцны узелийн шугамын урт, диаметр, орчны температур зэрэг өгөгдлүүдийг ашиглав. Судалгааны ажилд Германы хамтын ажиллагааны нийгэмлэг GIZ-ийн дулааны алдагдлыг тодорхойлох программаар дулаалгатай болон дулаалгагүй шугамын дулааны алдагдлыг тооцон гаргах, дээрх өгөгдлүүдийг ашиглан эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо хийж үр дүнгүүдээ гарган авсан. Судалгаа тооцооны үр дүнгээс харахад “150ш узелийг дулаалахад боломжтой болох нь тогтоогдов.

**Түлхүүр үг**— Судалгаа тооцоо, Хэрэгжүүлэлт, Хэмнэлт

## I. ОРШИЛ

Дархан хотын дулаан хангамжийн системийн жилийн хэрэглээ нь 554 мян.Гкал байдаг бөгөөд үүнээс төв шугам болон хэрэглэгчид дээр нийт түгээсэн дулааны 15%-ийг шугамын дулаалгаар үр ашиггүй алдаж байна.

Дархан хотын нийтийн орон сууцны харъяа 190 гаруй дулааны узель байгаагаас 150 гаруй узель доторх шугам дулаалгагүй байна. Иймд дулааны алдагдлыг бууруулах хамгийн энгийн тулгамдсан эхний асуудал бол түгээх шугамын тоноглолын дулааны алдагдал юм.

Дулааны сүлжээний шугамын дулаалгаас дулаан хангамжийн системийн үр ашгийн түвшин ихээхэн хэмжээгээр хамаарна. Манай оронд дулааны узелийн хаалт арматурыг дулаалдаггүй, дулаалвал гараар ороох, зулах, шавах байдлаар гүйцэтгэсэн байдаг. Иймээс дулаалгын ажлын чанар шаардлага хангахгүй, өнгө үзэмж муутай болох, ихээхэн цаг хугацаа зарцуулдаг сөрөг талтай. Уг судалгаанд пенополиуретан болон корунд дулаалгын эдийн засгийн үр ашгийг мөн тооцож үзсэн.



1-р зураг. Дулааны шугамын дулааны алдагдал

Судалгааны хамрах хүрээ

Нийтийн орон сууцны 5 узелд шугамын урт, диаметр, орчны температурт хэмжилт хийж нийт шугамын уртыг гаргаж, нэг узель дахь шугамын уртыг дундажлан 150 дулааны узель доторх шугамын уртыг гаргавал:

1-р ХҮСНЭГТ. УЗЕЛЬ ДОТОРХ ШУГАМЫН УРТ

Узелийн дугаар	Узель доторх шугамын диаметр, урт /м/	Өгөх, буцах шугамын температур		Узель доторх температур /°C/	Гадна агсарын температур
	Ø50	t1	t2		
VI-1-1	6.2	88.5	50.8	32	-13
VI-2-1	5.8	88.2	51.1	34	-13
VI-13	6.4	87.9	50.5	33	-13
XX-4-1	6.0	86.2	48.6	30	-14
XX-4-4	6.4	86.1	48.2	26	-14
Дундаж урт /м/	6.16	87.3	49.8	31	-13.4
Нийт урт/ 150-н Узель				924м	

Дулааны алдагдлын тооцоог германы хамтын ажиллагааны нийгэмлэг GIZ-ийн төслийн хүрээнд гаргасан дулааны алдагдлыг тодорхойлох хялбарчилсан программаар тооцоо хийсэн.

2-р ХҮСНЭГТ. ДУЛААНЫ АЛДАГДЛЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ХЯЛБАРЧИЛСАН ПРОГРАММААР ХИЙСЭН ТООЦОО

Variante 2 WL S 040		Variante 3 ungedämmt	
50mm 50mm	D <sub>a</sub> = 150mm	50mm 3mm	D <sub>n</sub> = 56mm
0,040W/mK 924m	"Dämmstoff"	50W/mK 924m	"Wanddicke Rohr angeben" "z.B. Kupferrohr 380 W/mK"
240 Tage ca. 8 Monate		240 Tage ca. 8 Monate	
5760 Stunden		5760 Stunden	
80°C (Vorlauf/Rücklauf gemittelt)		80°C	Vorlauf / Rücklauf z.B. 55/45°C
31°C 25mm 75mm		31°C 25mm 28mm	
d = 15...100mm (nach Crammerer)		d = 15...100mm (nach ISO 7345, Abs. 2.9)	
12m <sup>2</sup> ·K/W 1819m <sup>2</sup> ·K/W (nach Schack)		12m <sup>2</sup> ·K/W 1819m <sup>2</sup> ·K/W (nach ISO 7345, Abs. 2.9)	
7957Watt je Meter		75523Watt je Meter	
45 829kWh/Heizperiode		435kWh/Heizperiode 014de	
100% Variante 2"		849% Differenz zu "Variante 2"	



Узель доторх дулаалгагүй болон дулаалгатай шугамын дулааны алдагдлыг харьцуулан тооцож үзвэл:

3-р хүснэгт. УЗЕЛЬ ДОТОРХ ДУЛААЛГАГҮЙ БОЛОН ДУЛААЛГАТАЙ ШУГАМЫН ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛ

Д.д	Шугамын диаметр /мм/	Шугамын урт /м/	Дулааны алдагдал Гкал/ж/ст			Монгол дүн		
			Дулаалгагүй шугам	пенополиуретан дулаалгатай шугам	Корунд дулаалгатай шугам	Дулаалгагүй шугам	пенополиуретан дулаалгатай шугам	Корундулаалгатай шугам
1	Ф50	924	374,10	30,7	60,07	4247,15	348,53	681,974



2-р зураг. Шугамын дулааны алдагдал



3-р зураг. Дулааны алдагдлыг харьцуулсан график

Корунд будаг болон Пенополиуретан дулаалгаар дулаалах дулаалгын материалын үнийн тооцоо

Корундаар далаалах тооцоо: Талбай

$$D * \text{п.п} = \frac{C}{D} = 3.14 = 5.7 * \frac{3.17}{100} * 924 = 165.3 \text{ м}^2 * 35000 = 5785500 \text{ төгрөг}$$

Пенополиуретанаар дулаалах тооцоо:

$$924 \text{ м} * 5400 = 4.989.600 \text{ төг}$$

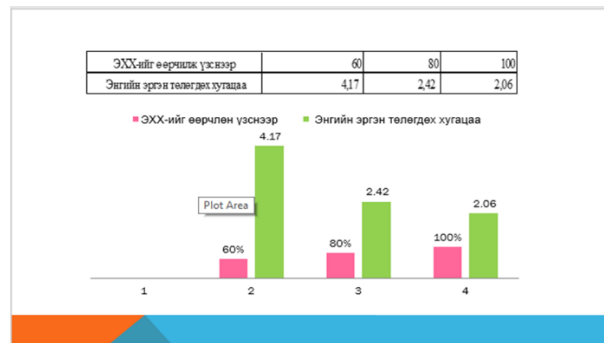
3-р хүснэгт. ДУЛААНЫ ШУГАМЫГ ДУЛААЛСАНААР ГАРАХ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ТООЦООЛОЛ

Эрчим хүчний хэмнэлтийг 100% гэж үзвэл

Жил	Зардлын өөрчлөлт (Эрчим хүчний хэмнэлт)	Хөрөнгө оруулалтын зардал	Ашигдалт + Засвар (сардал)	Цэвэр мөнгөн урсгал	Нийт тооноо (Сурвалжлагдсан цэвэр мөнгөн урсгал)
0	-	(5 788 213,00)	-	-4788213	-4788213
1	3 562 165	-	(750 000,00)	2 812 165,00	-2976048
2	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	-163883
3	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	2648282
4	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	5460447
5	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	8272612
6	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	11084777
7	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	13896942
8	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	16709107
9	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	19521272
10	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	22333437
11	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	25145602
12	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	27957767
13	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	30769932
14	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	33582097
15	3 562 165	-	(750 000,00)	2812165	36394262

Энгийн эргэн төлөгдөх хугацаа-2.06 жил

Эрчим хүчний хэмнэлтийг 100-аас 60% хүртэл бууруулж хөрөнгө оруулалтын зардлын эргэн төлөгдөх хугацааг тодорхойлсон график



Хөрөнгө оруулалтын зардлын хүүгийн хувийг 8-15%-аар тооцож хөрөнгө оруулалтын зардлын эргэн төлөгдөх хугацааг тодорхойлсон график

Хөрөнгө оруулалтын зардлын хүүгийн хувийг 15%-аар тооцож үзвэл

Жил	Зардлын өөрчлөлт (Эрчим хүчний хэмнэлт)	Хөрөнгө оруулалтын зардал	Ашигдалт + Засвар (сардал)	Цэвэр мөнгөн урсгал	Дисконтын х хуви үйл	Дисконтыг хэлсэн болон мөнгөний урсгал	Нийт тооноо (Сурвалжлагдсан цэвэр мөнгөн урсгал)
0	-	(5 788 213,00)	-	(5 788 213,00)	1	(5 788 213,00)	(5 788 213,00)
1	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,870	1 827 953,11	(3 860 259,89)
2	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,756	1 589 524,44	(2 270 735,45)
3	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,658	1 382 195,17	(988 540,29)
4	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,572	1 201 908,84	213 368,55
5	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,497	1 045 138,12	1 238 506,67
6	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,432	908 815,76	2 187 322,43
7	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,376	790 274,57	2 957 597,00
8	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,327	687 195,28	3 644 792,28
9	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,284	597 561,11	4 242 353,39
10	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,247	519 618,56	4 761 971,95
11	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,215	451 842,05	5 213 813,00
12	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,187	392 906,13	5 606 719,94
13	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,163	341 657,51	5 948 377,44
14	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,141	297 093,48	6 245 470,93
15	2 852 146	-	750 000	2 102 146,07	0,123	258 342,16	6 503 813,08

хүүгийн хувь 15%

#1 Дисконтыг хэлсэн эргэн төлөгдөх жил 3,17 жил  
 #2 Цэвэр өнөөгийн үнэ үзвэл 6 503 813,08 мөнгө  
 #3 Цэвэр өнөөгийн үнэ үзвэл 1,12 жил  
 #4 Өнөөгийн дотоод хуви IRR 24%

Дулаалгын материалын эрчим хүчний хэмнэлтийн үр ашиг, хөрөнгө оруулалтын хүүг өөрчилж хөрөнгө оруулалтын эргэн төлөгдөх хугацааг гаргасан тооцоо

Узелийн шугамыг корунд дулаалгаар дулаахад гарах эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо.

ЭЗҮ	ЭХХ-ийн үр ашгийн % өөрчлөх			Хөрөг ороулттай түүхийн % өөрчлөх			Хөрөг ороулт	
	100	80	60	15	10	8	Өнөөгийн таш	18%-иэр өссөн
#1 Дискаутлагдсан эргэн төлөгдөх үзэг	2,36	3,17	4,79	4,79	3,03	2,97	2,36	3,74
#2 Цэвэр өнөөгийн үр ашг	10 675 201,50	6 503 813,08	2 334 426,67	6 503 813,08	10 200 877,16	12 205 061,50	10 675 201,50	5 461 934,74
#3 Цэвэр өнөөгийн үр ашгын (NPVR)	1,84	1,12	0,40	1,12	1,76	2,11	1,84	0,80
#4 Өнөөгийн дотоод тухай IRR	39%	24%	0%	24%	28%	28%	39%	10%

Узелийн шугамыг пенополиуртан дулаалгаар дулаахад гарах эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо.

ЭЗҮ	ЭХХ-ийн үр ашгийн % өөрчлөх			Хөрөг ороулттай түүхийн % өөрчлөх			Хөрөг ороулт	
	100	80	60	15	10	8	Өнөөгийн таш	18%-иэр өссөн
#1 Дискаутлагдсан эргэн төлөгдөх үзэг	1,82	2,42	3,61	3,61	2,32	2,27	1,82	2,86
#2 Цэвэр өнөөгийн үр ашг	5 965 062,26	4 302 212,57	4 302 877,54	4 302 212,57	13 028 412,54	15 286 916,20	5 965 062,26	7 964 084,57
#3 Цэвэр өнөөгийн үр ашгын (NPVR)	1,12	1,78	0,86	1,78	2,61	3,06	1,12	1,35
#4 Өнөөгийн дотоод тухай IRR	38%	38%	18%	38%	38%	38%	38%	29%

## II. ДҮГНЭЛТ

Тооцоонд шугамын дулаалгыг пенополиуртан болон корунд дулаалгаар ашиглалтын зардлыг ижил байдлаар өгч эдийн засгийн тооцоо хийж үзэхэд эргэн төлөгдөх хугацаа пенополиуртан дулаалгаас крунт дулаалга 0.7 сарын илүү гарч байна. Иймд бодит байдал дээр пенополиуртан дулаалга корунд дулаалгаас 2-оос 3 дахин их ашиглалтын зардал гарах тул шаашид худаг, узелийн дулаалгыг корунд дулаалгаар хийх нь зөв гэсэн дүгнэлтэд хүрсэн. Эдийн засгийн хувьд ашиглалтын зардалгүйгээр давуу талтай. Иймд дулааны узелүүдийг корунд будгаар дулаалах дүгнэлтэнд хүрэв.

Дээрх судалгаа тооцооноос үндэслэн 2020 оноос эхэлж нийтийн зориулалттай орон сууцны 150 узелийг корунд будгаар будаж дулаалсан.

Дулааны узелүүдийг дулаалсан жишээ зургууд

### Өмнөх



### Дараа



### Өмнөх



### Дараа



Хэмнэлтийн ажлын үр дүн:

Дээрх ажлын үр дүнд дулаалгагүй болон стандарт шаардлага хангахгүй дулаалгатай дулааны узелүүдийг дулаалж эрчим хүчний хэмнэлт гаргасан. Дулааны алдагдлыг тооцож үзэхэд жилд 444 Гкал буюу 10,5 сая төгрөгний ДЭХ-ний хэмнэлт гарсан. Дээрх ажил хийгдсэнээр байгаль орчинд хаягдах 70.5 тн нүүрс буюу CO<sub>2</sub>-ийг 81.9 тн-оор бууруулж байна.

### САНАЛ

Дулаан хангамжийн тоноглолыг эх үүсвэрээс хэрэглэгч хүртэл оновчтой материал сонгон дулаалж дулааны алдагдлыг бууруулж эрчим хүчний хэмнэлт хийцгээе.

### НОМ ЗҮЙ

- [1] “Дулаан хангамжийн систем” Б. Намхайням 2015
- [2] “Дулаан хангамжийн системийн ашиглалтын горим тохируулга” Б. Цэрэнбадам 1989
- [3] “Үйлдвэр хот суурин газрын дулаан хангамж” В. Баасан, С. Батмөнх, М. Бэхтөр, Б. Намхайням 1985
- [4] Дулаанжуулалт ба дулааны шугам сүлжээгээр тооцоо хийх гарын авлага” Ц. Оюунгэрэл 2000 он
- [5] “Дулааны шугам сүлжээ” Ц. Оюунгэрэл 2000 он
- [6] Дулааны цахилгаан станцын тооцооны гарын авлага. Ц.Оюунгэрэл 2009 он
- [7] “Эрчим хүчний сургалтын гарын авлага” Ж. Оюунцэцэг 2004
- [8] “Инженерийн лавлах 2” С. Батмөнх 2003

Батсуурь овогтой Анхбаатар ШУТИС-ийн ЭХИС-ийг АҮДХ мэргэжлээр 2008 онд төгссөн. “ДДС”ТӨХК-д эрчим хүч хэмнэлтийн инженерээр ажилладаг. Дулааны сүлжээний алдагдлыг бууруулах, сүлжээний горим, эрчим хүчний хэмнэлт чиглэлээр судалгаа тооцооны ажил хийдэг.

# ЗУУХНЫ АВТОМАТ ТОХИРУУЛГЫН СИСТЕМД ОЛОН ХУВЬСАГЧТАЙ ПИД КОНТРОЛЛЕР АШИГЛАХ ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Бадамаа Батзориг, Дамиран Үлэмж  
Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим Хүчний Сургууль, Дулааны Инженерийн Салбар  
[batzorigb@must.edu.mn](mailto:batzorigb@must.edu.mn), [ulemjd@must.edu.mn](mailto:ulemjd@must.edu.mn)

**Хураангуй**—Зууханд явагдаж буй процесс нь харилцан үйлчлэл сайтай, оролтын үйлчилгээ хязгаарлагдмал олон параметртэй хэмжигдэхүүн бүхий шугаман бус систем юм. Энэхүү өгүүлэлд угтсан нөхвөрлөх төхөөрөмжтэй олон параметртэй ПИД регуляторт уян хатан тохируулгын аргачлалыг хавсарган жишиг зуухны автомат тохируулгын системд ашиглан загварчлах асуудлыг дэвшүүлсэн. Энд дурдагдах жишиг (benchmark) зуухны загварт дурын тохируулгын хуулиуд ашиглан загварчлал хийх боломжтой.  $H_\infty$  аргачлалыг хамгийн оновчтой регулятор боловсруулахын тулд ашиглах бөгөөд өндөр эрэмбийн тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэх регуляторт аппроксимаци хийсний үр дүнд олон параметрт ПИД регуляторыг гарган авсан. Улмаар регуляторын оролтын үйлчилгээний хязгаарлагдмал байдлаас шалтгаалан шаардлагатай нөхцөл бий болгохын тулд өдөөлтийн эсрэг төхөөрөмж ашигласан. Загварчлалын туршилтуудад санал болгож буй загвар нь өмнөх аргачлалыг бодвол илүү сайн үр дүн, гүйцэтгэлд хүрч болохыг харуулж байна.

**Түлхүүр үг**—Олон параметртэй удирдлага,  $H_\infty$  удирдлага, ПИД, Зуух

## I. ОРШИЛ

Зуух нь цахилгаан станц болгонд байх ёстой объект юм. Зуухны автомат тохируулгын систем нь харилцан бие биеэндээ нөлөөлдөг, үйл ажиллагааны нөхцөл байдал өргөн хүрээнд явагддаг оролтын үйлчлэл хязгаарлагдмал олон параметрүүдээс бүрдсэн процесс юм [1]. Тохируулгын гүйцэтгэлийг сайжруулахын тулд ихэвчлэн олон параметртэй удирдлагын системийн арга барил шаардлагатай болдог.

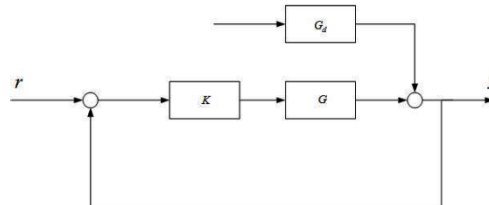
Сүүлийн жилүүдэд хуваарьт буюу программт удирдлага, уян хатан, урьдчилан таамаглах, ухаалаг болон шугаман бус удирдлага гэх мэт төрөл бүрийн тохируулгын аргуудыг зуухны автомат тохируулгын системд ашиглаж байна [2]. Эдгээр орчин үеийн тохируулгын арга барилуудыг сүүлийн жилүүдэд илүүтэй хөгжүүлж байгааг үл харгалзан үйлдвэрлэлийн салбарт ПИД регуляторыг одоо болтол ашигласаар байна. Учир нь орчин үеийн тохируулгын техник арга барилууд нь ажлын явцад дахин хөглөлт хийхэд хүндрэлтэй бөгөөд өндөр эрэмбийн тэгшитгэлээр илэрхийлэгдсэнд байгаа юм. Тохируулгын ПИД регулятор нь өргөн хэрэглэгддэг, ашиглахад болон ажлын явцад дахин хөглөлт хийхэд харьцангуй хялбар байдаг.

Олон төрлийн хөглөлтийн аргуудтай ПИД регуляторын талаар өгүүлэлүүд хэвлэгдсэн байдаг. Энэхүү өгүүлэлд ОУАУХолбооны “Дэвшилтэт ПИД регулятор” хуралд хэлэлцүүлэгдсэн жишиг зуухны загварт угтсан нөхвөрлөх төхөөрөмжтэй олон параметртэй ПИД регуляторыг ашиглах асуудлыг тодотгон харуулсан [3-4]. Авч үзэж буй жишиг зуухны загварт ачаалалын өөрчлөлт практикт тулгарч болох хүчин зүйлтэй ижил гэж үзэх бөгөөд энэ тохиолдолд уян хатан тохируулгын загварыг гарган авсан.

Энэхүү өгүүлэл нь дараах зохион байгуулалттай: Эхлээд  $H_\infty$  удирдлагыг товч танилцуулсан. Мөн ПИД регулятортай өндөр эрэмбийн тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэх state-space регуляторыг танилцуулсан. Энэхүү хоёр аргачлалыг хослуулсанаар олон хувьсагтай процессд тохирох олон параметрт ПИД регуляторыг гарган авсан. 3-р хэсэгт тохируулгын объектын талаар авч үзсэн бөгөөд мөн нэмэлт тоноглогдсон төхөөрөмжүүдийн талаар дурьдсан болно. 4-р хэсэгт жишиг болон санал болгож буй загварчлалын харьцуулалт, үр дүнд үнэлгээ өгсөн. Эцсийн 5-р бүлэгт хураангуйлсан дүгнэлт тусгасан болно.

## II. ОЛОН ХУВЬСАГЧТАЙ ПИД ЗАГВАР

Олон параметрт ПИД загварыг өгүүлэл [5]-д дурьдагдсанаар авч үзсэн болно. Энэхүү аргачлал нь ачааллаас үүдэх хазайлтыг тогтворжуулах явдал юм. Авч үзэж буй аргачлалд тохирох тохируулгын бүтцийн схемийг зураг 1-д үзүүлэв.



1-р зураг. Дөрвөн регулятор бүхий 2x2 энгийн төвлөрсөн удирдлага

“Оновчтой” уян хатан ПИД регуляторыг дараах оновчлолын асуудал шийдвэрлэх замаар боловсруулсан:

$$\max \sigma(k_i)$$

Мөн

$$r = \mu_{\Delta} \left( \begin{bmatrix} I \\ K \end{bmatrix} (I + GK)^{-1} [I \quad G] \right) < r_m \quad (1)$$

Энд  $k_i$  нь олон параметрт ПИД регуляторын интеграль коэффициент  $r_m$  нь уян хатан тогтворжилтийн нөхцөл бөгөөд дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ.

$$\Delta = \begin{bmatrix} \Delta_1 & 0 \\ 0 & \Delta_2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Энд  $\Delta_1$  болон  $\Delta_2$  нь объектод тохирч болох тодорхой бус блокуудыг илэрхийлсэн. Энэхүү аргачлал нь нэг хүрээт процессийн хувьд нэгтгэн дүгнэгдэж [6-7] танилцуулагдсан. Дээр дурьдагдсан уян хатан ПИД регуляторын загвар гүдгэр бус функций баайдлаар илэрхийлэгдэх учир уламжлалт арга барил шийдвэрлэж чадахгүй юм. Гэхдээ  $H_{\infty}$  аппроксимаци дэд-оновчлолын асуудлыг шийдэх боломжтой.

#### A. $H_{\infty}$ аппроксимаци

Өгөгдсөн  $G$  объект,  $H_{\infty}$  загварт аппроксимаци хийхэд дараах 3 алхамаас бүрдэнэ.

##### 1) Хүрээний хэлбэр.

$G$ -ийн ганц утгыг хэлбэржүүлэхийн тулд, компенсаторын өмнөх  $W_1$  ба/эсвэл компенсаторын дараах  $W_2$ -ийг ашиглан  $\tilde{G} = W_2 G W_1$  хэлбэртэй үйлдвэрийг хүссэн нээлтэй удирдлагын хэлбэрт оруулна.  $W_1$  болон  $W_2$  нь өгүүлэл [9] дурьдагдсан. Регуляторын төлөв байдлын чухал хэлбэр нөхвөрийн  $W_1$  болон  $W_2$  функцүүдээс хамаарна.

##### 2) Уян хатан тогтворжуулалт.

Загварт оруулсан  $\tilde{G}$  объектоос дараах  $H_{\infty}$  оновчлолын асуудлыг шийдэж болно.

$$\varepsilon_{\max}^{-1} = \inf_{\tilde{K}} \left\| \begin{bmatrix} I \\ \tilde{K} \end{bmatrix} (I + \tilde{G}\tilde{K})^{-1} \tilde{M}^{-1} \right\|_{\infty} \quad (3)$$

Энд  $\tilde{M}^{-1}\tilde{N}$  нь загварт оруулсан  $\tilde{G}$  объектийн илэрхийллийн зүүн талыг үржүүлэгч болгон хуваасан (задалсан) стандарт норм.

##### 3) Эцсийн байдлаар гэдрэг холболтын регуляторыг $K = W_1 \tilde{K} W_2$ байдлаар гарган авсан.

Илэрхийлэл (1) байгаа дэд оновчлолын нэг гэдгийг (2) олж болно [10]. Дараа нь  $[\tilde{M} \quad \tilde{N}]$  хэмжигдэхүүн гэвэл

$$\begin{aligned} \left\| \begin{bmatrix} I \\ \tilde{K} \end{bmatrix} (I + \tilde{G}\tilde{K})^{-1} \tilde{M}^{-1} \right\|_{\infty} &= \left\| \begin{bmatrix} I \\ \tilde{K} \end{bmatrix} \tilde{M}^{-1} [\tilde{M} \quad \tilde{N}] \right\|_{\infty} = \\ \left\| \begin{bmatrix} I \\ \tilde{K} \end{bmatrix} (I + \tilde{G}\tilde{K})^{-1} [I \quad \tilde{G}] \right\|_{\infty} &= \left\| \begin{bmatrix} W_2 & 0 \\ 0 & W_1^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ K \end{bmatrix} (I + \right. \\ &\left. GK)^{-1} [I \quad \tilde{G}] \begin{bmatrix} W_2^{-1} & 0 \\ 0 & W_1 \end{bmatrix} \right\|_{\infty} \quad (4) \end{aligned}$$

Хэрэв  $W_1$  болон  $W_2$  нь  $\Delta_1$  болон  $\Delta_2$  гэсэн тодорхойгүй байдалд шилжиж байвал, тус тусдаа, тэгвэл энэ нь бүтцийн нэг утгын дээд хязгаар болно. Тэгээд

$$\mu_{\Delta} \left( \begin{bmatrix} I \\ K \end{bmatrix} (I + GK)^{-1} [I \quad \tilde{G}] \right) \leq \left\| \begin{bmatrix} W_2 & 0 \\ 0 & W_1^{-1} \end{bmatrix} (I + \tilde{G}\tilde{K})^{-1} \tilde{M}^{-1} \right\|_{\infty} \quad (5)$$

$K_i$  дээрх гүйцэтгэлийг компенсаторын сонголтоор мөн тусгаж болно. Интеграл үйлдэлийг ихэвчлэн компенсаторын өмнөх  $W_1$  болон (3)-ээс тооцоолсон  $H_{\infty}$  контроллер нь ямар интегратор агуулаагүй тул эцсийн контроллерийн интеграл үйлдэл нь  $W_1$  интеграл үйлдлээр нөлөөлнө. Тиймээс (1) асуудлын хувьд нэмэлт арга бол эхлээд  $W_1$ -ийн интеграл үйлдлийг тодорхойлж, дараа нь уян хатан шаардлагыг хангах контроллерийн олно.

#### B. ПИД бүтцийн хэрэглээ

$H_{\infty}$  хүрээ хэлбэрийн аппроксимациар боловсруулсан эцсийн контроллерийн даалгавар өндөр байж болох тул практикт хэрэгжүүлэхийн тулд контроллерийн бууруулах аргыг хэрэглэх шаардлагатай. ПИД төрөл нь операторуудад танил, хэрэглэхэд хялбар, салхины эсрэг хэрэглэхэд харьцангуй хялбар тул хамгийн тохиромжтой бүтэц юм.

Дараах байдлаар төлөвийн орон зайн хэрэгжилтээр өгөгдсөн  $K(s)$  контроллерийг одоо авч үзье:

$$\begin{cases} \dot{x} = A_k x + B_k u, & A_k \in R^{n \times n}, B_k \in R^{n \times p} \\ u = C_k x + D_k u, & C_k \in R^{q \times n}, D_k \in R^{q \times p} \end{cases} \quad (6)$$

$A_k$  матрицын зэргийг  $r$  гэж үзье.  $H_{\infty}$  аппроксимаци, аппроксимацийн хувьд  $W_1$ -ийг контроллерт оруулснаас хойш  $A_k$  нь үргэлж хамгийн багадаа нэг хувийн угатай байх ба дараа нь  $r < n$ . Энэ тэг хувийн утгын хувьд  $n - r$  шугаман бие даасан хувийн векторууд байгаа гэж таамаглаж байна. Дараа нь ижил төстэй  $T$  өөрчлөлтийг олно.

$$T A_k T^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & A_2 \end{bmatrix}, \quad (7)$$

Энд  $A_2 \in R^{r \times r}$  нь ганц биш. Энэ хувиргалтыг  $A_k$ -ийн хувийн утгын задралыг ашиглан тооцоолж болно.  $T$ -тэй, шинэ орон зайн ойлголтыг доорхоор өгсөн:

$$\begin{cases} \dot{\bar{x}} = \bar{A}_k \bar{x} + \bar{B}_k u, \\ u = \bar{C}_k \bar{x} + \bar{D}_k u \end{cases} \quad (8)$$

$$\bar{A}_k = T A_k T^{-1}, \bar{D}_k = D_k \text{ ба}$$

$$\bar{C}_k = C_k T^{-1}, \bar{B}_k = T B_k = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix}$$

Пропорциональ-интеграль-дифференциаль (ПИД) аппроксимацийн томъёо

$$K_{PID}(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s \quad (9)$$

s хувьсагчтай холбоотойгоор контроллерийн Маклаурин өргөтгөлийг таслах замаар одоо олж авч болно:

$$K(s) = C_k(sI - A_k)^{-1}B_k + D_k = \bar{c}_k(sI - \bar{A}_k)^{-1}\bar{B}_k + \bar{D}_k = [C_1 \ C_2] \begin{bmatrix} sI & 0 \\ 0 & sI - A_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} + D_k = \frac{C_1 B_1}{s} + (D_k - C_2 A_2^{-1} B_2) - C_2 A_2^{-2} B_2 s + \dots \quad (10)$$

Тэгэхээр бидэнд

$$K_p = D_k - C_2 A_2^{-1} B_2, K_i = C_1 B_1, K_d = -C_2 A_2^{-2} B_2. \quad (11)$$

Бага давтамжтай үед дээр дурдсан бууруулах процедурт суурилсан ПИД контроллер нь аппроксимацийг сайн ойртуулдаг. Энэхүү бууруулах аргын талаарх дэлгэрэнгүй мэдээллийг [5]-аас олж болно. Хоёр процедурыг нэгтгэнээр олон хувьсагчтай ПИД контроллерийг олон хувьсагчтай процессуудад зориулж зохиож болно.

### III. БЕНЧМАРК ЗУУХНЫ ЗАГВАР

#### A. Зуухны модел

Олон хувьсагчтай ПИД контроллерийг турших зорилгоор IFAC-ын бага хурал дээр жишиг зуухыг санал болгосон. Зуухны систем нь хоёр хувьсах хэмжигдэхүүнтэй (уурын даралт ба усны түвшин) олон хувьсах систем бөгөөд үүнийг хоёр өөр өөр хувьсагчаар (түлшний урсгал ба усны урсгал) удирддаг. Нэмж дурдахад, хэмжигдэхүйц эвдрэлийн хувьсагч (ачааллын түвшин) болон чанарын гүйцэтгэлийн хувьсагч болгон ашигладаг шууд бус хяналттай хувьсагч (хүчилтөрөгчийн түвшин) байдаг. Эдгээр бүх хувьсагчийг хувиар илэрхийлнэ. Оролтын хувьсагчид [0-100] %-ийн мужид хамаарах ба түлшний урсгал нь  $\pm 1\%$ -ийн эргэлтийн хурдны хязгаартай байна. Бойлерийн загварын талаарх дэлгэрэнгүй мэдээллийг [www.dia.uned.es/~fmorilla/benchmarkPID2012/](http://www.dia.uned.es/~fmorilla/benchmarkPID2012/) вэбсайтаас авах боломжтой.

Энэ ажилд санал болгож буй моделийг хэрэгжүүлэхийн тулд үйлдвэрийн шугаман загвараас эхлэх шаардлагатай. MATLAB таних хэрэгслийн хайрцгийг ашиглан бойлерийн системийн хэвийн үйл ажиллагааны цэгийн шугаман загварыг [11] авсан: түлшний зарцуулалт  $\cong 35.21\%$ , усны зарцуулалт  $\cong 57.57\%$ , ачааллын түвшин  $\cong 46.36\%$ , уурын даралт  $\cong 60\%$ , хүчилтөрөгч түвшин  $\cong 50\%$ , усны түвшин  $\cong 50\%$ . Тасралтгүй моделийг тохируулагдсан хувьсагчдыг өөрчилсөн хувьсагчидтай холбосон дамжуулалтын матриц (12)

өгсөн бөгөөд загварт үүнийг тооцохгүй тул хүчилтөрөгчийн түвшинг харуулаагүй болно.

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{0.308}{28.96s+1} & -\frac{0.159}{183.7s+1} \\ \frac{-0.0055872(-166.9s+1)}{s(26.38s+1)} & \frac{0.010645}{s} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Дараах хэсэгт  $G(s)$ -ийг бенчмарк зууханд олон хувьсагчтай загвар болгон ашиглана.

#### B. ПИД контроллерийн загвар

Сонгогдсон зуухны хувьд  $W_2 = I$ -ийг сонгож  $W_1 = W_a W_i$ -ийг тохируулна. Энд,  $W_a$  нь статик задлагчийн үүрэг гүйцэтгэх бөгөөд үүний талаарх мэдээллийг [12]-оос олж болно. Алгоритм нь нарийн төвөгтэй матрицийг аппроксимаци хийж "inverts" бодит матрицийг олохоос бүрдэнэ. Хэдийгээр уг станц нь гарал үүслийн хувьд туйлтай боловч тодорхой давтамж дахь давтамжийн хариу матрицын ойролцоо урвуу утгыг тооцоолж болно. Энд  $\omega = 10^{-3}$  рад/с гэж сонгогдсон.  $W_i$  нь нээлттэй системийн хэлбэрийг тодорхойлдог диагональ ПИ компенсатор байсан. Эцэст нь дараах компенсаторын өмнөх хэсэг сонгогдсон.

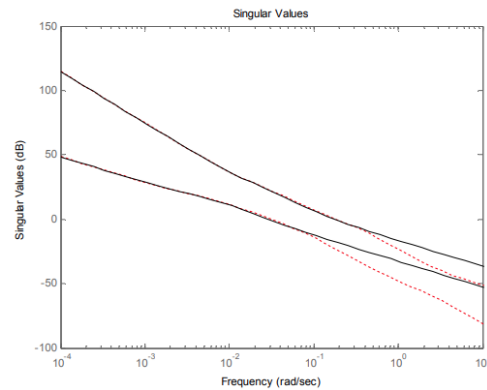
$$W_1 = \begin{bmatrix} 0.1870 & 0.0631 \\ 0.0964 & 0.1267 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{6s+4}{s} & 0 \\ 0 & \frac{6s+4}{s} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Энэхүү компенсаторын өмнөх хэсгийн тусламжтайгаар загварын заагч хамгийн их  $\varepsilon$  нь 0.4131-тэй тэнцүү ба 7-р эрэмбийн контроллер  $K(s)$ -г олно.

Өмнөх  $K(s)$  контроллерийг хялбарчлахын тулд бид үүнийг дараах ПИ контроллер болгон багасгасан:

$$K(s) = \begin{bmatrix} \frac{0.9627s+0.1434}{s} & \frac{2.834s+0.3424}{s} \\ \frac{-7.022s-0.05326}{s} & \frac{4.445s+0.2954}{s} \end{bmatrix} \quad (14)$$

Зураг 2-т  $H_\infty$  контроллер  $K(s)$  болон түүний ПИ ойролцоох  $K_{PI}(s)$  ийн аль альнийх нь нээлттэй системийн дамжуулагч матрицын нэгж утгуудыг харьцуулсан. Хоёр контроллер хоёулаа станцын өргөн хүрээнд ижил төстэй шинж чанартай байдаг нь тодорхой байна.



2-р зураг. Нээлттэй системийн матрицын ганц утгууд. (Хар:  $H_\infty$  контроллер. Цэгтэй:  $K_{PI}(s)$ )

С. Практик анхаарах зүйлс

1) Хэмжигдсэн сигналуудыг шүүх

Процессын гаралт дээрх чимээ шуугианаас болж тохируулах сигналуудын дараа гарч болзошгүй дуу чимээг багасгахын тулд тохируулагдсан хувьсагчдыг шүүхдээ нэгдүгээр зэрэглэлийн шүүлтүүр ашигласан. Бенчмарк зуухны хувьд шүүлтүүрийг дараахь байдлаар сонгосон:

$$G_{f1}(s) = \frac{1}{1.119s+1}$$

$$G_{f2}(s) = \frac{1}{2.508s+1} \quad (15)$$

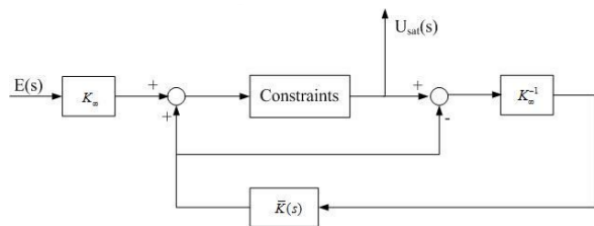
2) Салхины эсрэг арга

Зуухны систем нь контроллерийн оролтын сигналуудад хатуу хязгаарлалттай байдаг [3], тиймээс контроллер нь салхины нөлөөллөөс хамгаалах зарим механизмаар тоноглогдсон байх ёстой. Үгүй бол оролтын сигналийн хязгаарлалт хэтэрсэн тохиолдолд гүйцэтгэл муудаж болзошгүй. Энд, [13]-д тайлбарласан олон хувьсагчтай салхинаас хамгаалах аргыг ашигласан. Энэ аргыг ашиглахын тулд контроллерийн элементүүд нь зөв байх ёстой, өөрөөр хэлбэл туйлын тоо нь тэгтэй тэнцүү байна. (14)-ийн ПИД бүтцийн хувьд энэ нөхцөл хүрэлцээтэй биелнэ.

Салхины эсрэг схемийг зураг 3-т үзүүлсэн бөгөөд  $K_{\infty}$  нь өндөр давтамжийн матриц ба  $\bar{K}(s)$  нь дараах тэгшитгэлийг хангадаг дамжуулах матриц юм.

$$K(s) = K_{\infty}^{-1} + \bar{K}(s). \quad (16)$$

Үүнээс гадна “Constraints” блок нь контроллерийн сигнал хязгаарлах моделийг агуулсан байх ёстой.



3-р зураг. Салхины эсрэг схем

Зуухны системийн  $K_{PI}(s)$  контроллерийн хувьд  $K_{\infty}$  ба  $\bar{K}(s)$  матрицуудыг (14)-ээс хялбархан тодорхойлж болох бөгөөд элемент тус бүр нь  $(K_{\infty})_{ij}$  ба оновчтой дамжуулалтын функц  $\bar{K}_{ij}(s)$ -ын нийлбэрээр илэрхийлэгддэг.  $K_{\infty}$  нь ганц тоо биш бөгөөд хэрэгжилтийг тохируулахад зайлшгүй шаардлагатай. Тиймээс 3-р зурагт үзүүлсэн тохируулгыг хэрэгжүүлэхийн тулд  $2 \times 2$  матриц  $K_{\infty}$  ба түүний урвуу, мөн  $2 \times 2$  интегратор  $\bar{K}(s)$

матриц болон [3] дахь идэвхжүүлэгчийн хязгаарлалтын модел хэрэгтэй.

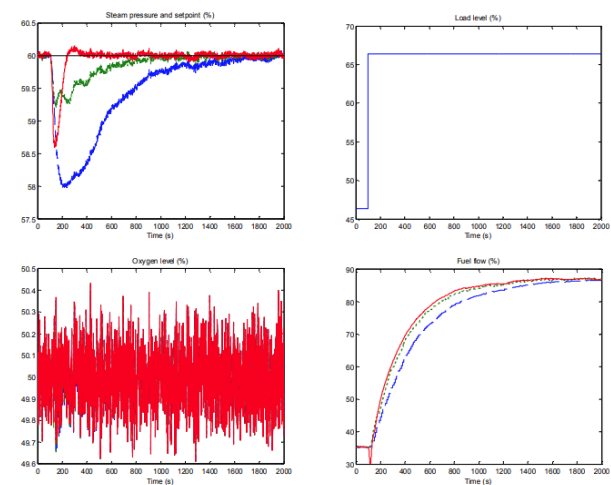
IV. Туршилтын үр дүн

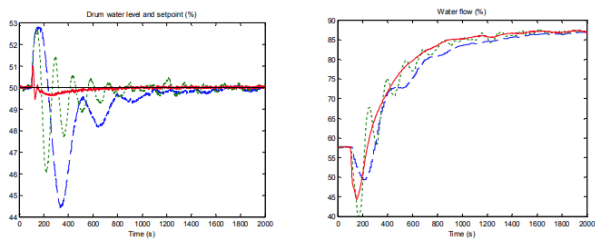
Энэ хэсэгт санал болгож буй тохируулгыг бенчмарк ПИД 2012-т гурван төрлийн туршилтаар туршиж, үр дүнг бенчмарк үзүүлэлтэд үзүүлсэн хоёр лавлах контроллеруудтай харьцуулсан болно [3]. Харьцуулахдаа бенчмаркийн ижил гүйцэтгэлийн индексүүдийг ашигладаг. Санал болгож буй тохируулгын туршилт бүрийн гүйцэтгэлийн индексийг Хүснэгт 1-д жагсаав.

1-Р ХҮСНЭГТ. PERFORMANCE INDEXES FOR THE DIFFERENT TESTS

	Стандарт туршилт		Туршилтын төрөл 1		Туршилтын төрөл 2	
	Reference control 2	Proposed control	Reference control 2	Proposed control	Reference control 2	Proposed control
RIAE1	0.2682	0.1454	0.2645	0.1219	0.521	0.4924
RIAE2	0.9993	1.0003	0.9996	1.0303	1.154	0.9248
RIAE3	0.4954	0.099	0.3142	0.1029	1.1298	0.0497
RITAE1	-	-	-	-	0.3696	0.3018
RITAE3	-	-	-	-	-	-
RIAV U1	1.6138	1.401	1.5218	1.1835	2.626	1.3735
RIAV U2	2.6508	1.6986	1.6868	1.5632	4.4489	1.534
JM(0.25)	0.8083	0.577	0.6801	0.5548	1.0985	0.5546

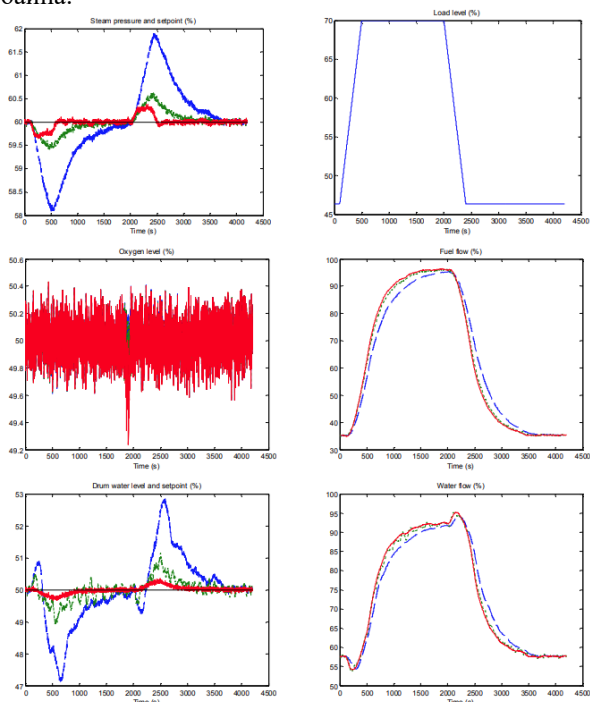
Туршилтын стандарт тохиолдолд  $t = 100$ сек-д ачааллын түвшний алхам 20% өөрчлөгдсөний улмаас ажлын шинэ цэгт хүрсэн. Санал болгож буй тохируулга нь уурын даралтын хамгийн хурдан хариу үйлдэл, усны түвшний хамгийн бага хазайлтыг тус тусын тогтоосон цэгээс гаргаж байгааг Зураг 4-т үзүүлэв. Дэлхийн гүйцэтгэлийн индекс 0.5770 байгаа нь нэгдмэл байдлаас бага байна.





4-р зураг. Стандарт туршилт (Proposed: үргэлжилсэн; Reference control 1: тасархай; Reference control 2: цэгэн).

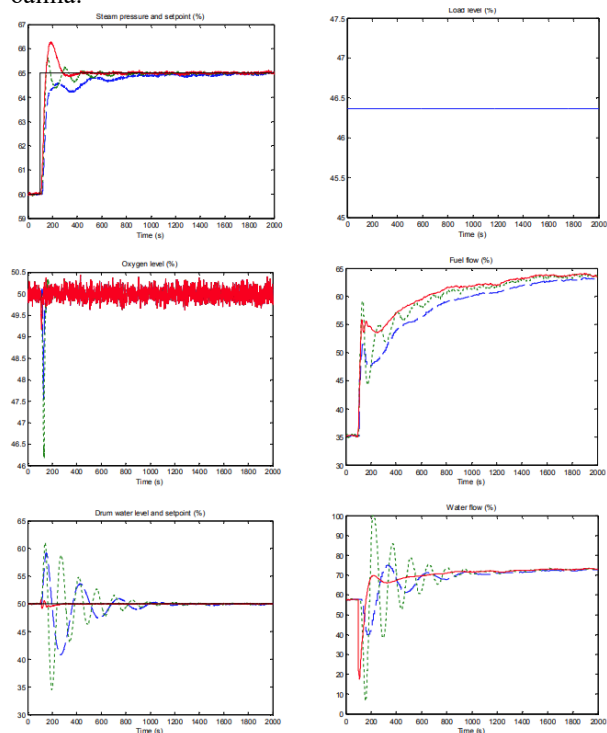
Туршилтын төрөл 1-ийн үед систем нь ашиглалтын цэгээс эхлэн цагийн хувилбарын ачааллын түвшинд хамаарна. Ачаалал эхлээд  $t = 100$  секундэд 46.36%-иас  $t = 500$  секундэд 70%-иар нэмэгдэж,  $t = 2000$  секунд хүртэл тогтмол байна. Дараа нь  $t = 2400$ с-ийн анхны ажлын цэгт хүрэх хүртэл налуу замаар буурч,  $t = 4200$ с хүртэл хэвээр байна. Зураг 5-аас харахад санал болгож буй контроллер нь уурын даралт ба усны түвшний хамгийн бага хазайлтыг хангаж, жишиг тохируулгатай харьцуулахад хамгийн хурдан болохыг харуулж байна. Энэ тохиолдолд дэлхийн гүйцэтгэлийн индекс 0.5548 байгаа нь нэгжээс ч бага байна.



5-р зураг. Туршилтын төрөл 1 (Proposed: үргэлжилсэн; Reference control 1: тасархай; Reference control 2: цэгэн).

Өмнөх туршилтуудад ачааллын түвшний өөрчлөлтүүд гарсан бөгөөд үүнийг зууханд нөлөөлж буй цочир үйлчлэл гэж үзэж болно. Интеграл ашгийн хамгийн бага цорын ганц утгыг системийн үйлчлэлийн хэмжүүр болгон ашиглаж болно. Гурван контроллерийн хувьд санал болгож буй аргын хувьд интеграл матрицын хамгийн бага цорын ганц утга нь [3] дахь жишиг тохируулга 1-ийн 0.0250 ба жишиг тохируулга 2-ын 0.1000-тай харьцуулахад 0.1321

байгааг харж болно. Тиймээс санал болгож буй тохируулга нь хамгийн сайн цочир үйлчлэлийг устгах үзүүлэлттэй.[14]. Эцэст нь, Зураг 6-д уурын даралтын лавлагааны 5% алхамын өөрчлөлтийг багтаасан туршилтын төрөл 2-ын загварчлалын үр дүнг харуулав. Санал болгож буй тохируулга нь жишиг тохируулга харьцуулахад уурын даралтын шинэ тогтоосон цэгт илүү хурдан хүрдэг боловч илүү их ачаалалтай байдаг. Үүнээс гадна усны түвшин нь уурын даралтын өөрчлөлтөөс бараг салдаг. Гэсэн хэдий ч бусад жишиг контроллеруудад харьцангуй илүү их харилцан үйлчлэл байдаг. Гүйцэтгэлийн индексүүдийн ихэнх нь жишиг тохиолдлынхоос бага бөгөөд дэлхийн индекс 0.5546 байна.



6-р зураг. Туршилтын төрөл 2 (Proposed: үргэлжилсэн; Reference control 1: тасархай; Reference control 2: цэгэн).

## V. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү өгүүлэлд бенчмарк зуухны олон хувьсагчтай ПИД контроллерийг загварчлахад шууд үйлчлэх бүхий  $H_\infty$  аппроксимациар уян хатан тохируулгын аргыг ашигласан. Олон хувьсагчтай ПИД контроллер нь их эрэмбийн  $H_\infty$  аппроксимацийн үр дүнд олддог. Станцын оролтын хатуу хязгаарлалтын улмаас олон хувьсагчтай контроллер нь салхины эсрэг схемээр хэрэгждэг. Симуляцийн үр дүнгээс харахад санал болгож буй контроллер нь шугаман бус зуухны системд сайн ажилладаг. Харилцан үйлчлэл буурч, алдаа нь тэг болж, удирдлагын өргөн хүрээнд ажиллах боломжтой. Бенчмарк зуухны жишиг контроллеруудтай харьцуулахад санал болгож буй загвар нь гүйцэтгэлийн үзүүлэлт илүү сайн болгож байна.

## НОМ ЗҮЙ

- [1] J. Åström and R. D. Bell, Drum-boiler dynamics, Automatica, Vol.36, No.3, 363-378, 2000.
- [2] W. Tan, H. J. Marquez, T. Chen, and J. Liu, Analysis and control of a nonlinear boiler-turbine unit. Journal of Process Control, Vol.15, No.8, 883-891, 2005.
- [3] F. Morilla, Benchmark for PID control based on the boiler control problem. URL: <http://www.dia.uned.es/~fmorilla/benchmarkPID2012/BenchmarkPID2012.pdf>, 2011.
- [4] F. Morilla, The Matlab & Simulink files to approach the boiler control problem. URL: <http://www.dia.uned.es/~fmorilla/benchmarkPID2012/BenchmarkPID2012files.pdf>, 2011.
- [5] W. Tan, T. Chen, and H. J. Marquez, Robust controller design and PID tuning for multivariable processes, Asian J. Control, Vol.4, No.4, 439-451, 2002.
- [6] K. J. Åström, H. Panagopolulos, and T. Hagglund, Design of PI controllers based on non-convex optimization, Automatica, Vol.34, No.5, 585-601, 1998.
- [7] H. Panagopolulos and K. J. Åström, PID control design and  $H_{\infty}$  loop shaping, Proc. IEEE Conf. Cont. Appl. Hawaii, USA, 103-108, 1999.
- [8] D. C. McFarlane, and K. Glover, Robust Controller Design Using Normalized Coprime Factorization Description, Springer-Verlag, London, 1990.
- [9] S. Skogestad and I. Postlethwaite. Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. New York: Wiley, 1996.
- [10] E. J. M. Geddes, and I. Postlethwaite, An  $H_{\infty}$  based loop shaping method and  $\mu$ -synthesis, Proc. IEEE Conf. Decis. Contr., Brighton, England, 533-538, 1991.
- [11] J. Garrido, F. Vázquez and F. Morilla, Multivariable PID control by inverted decoupling: Application to the benchmark PID 2012. Proceedings of IFAC Conference on Advances in PID Control PID'2012. Brescia (Italy), 2012.
- [12] Y.S. Hung and D.C. McFarlane, Multivariable Feedback: A Quasi-Calassical Approach. Berlin, Germany: SpringerVerlag, 1982.
- [13] G.C. goodwin, S.F. Graebe, and M.E. Salgado, Control System Design. Prentice Hall, 2001.
- [14] K. J. Åström, and T. Hagglund, Advanced PID control. ISA-The Instrumentation, System, and Automation Society, 2006



Дамирангийн Үлэмж нь ШУТИС:ЭХС-ийг "Дулааны процессын автоматжуулалт" мэргэжлээр бакалавр, магистрын зэрэгтэй 2004, 2005 онуудад төгссөн. 2016 онд БНХАУ-ын Бээжин хотноо Хойд Хятадын Цахилгаан Эрчим Хүчний Их Сургуулийн харъяа Автоматжуулалт, Компьютер Инженерийн Сургуульд Автомат удирдлагын онол ба автоматжуулалт мэргэжлээр техникийн ухааны докторын зэргийг хамгаалсан. Дулааны процессын загварчлал, орчин үеийн автомат удирдлагын онол, автомат тохируулгын системийн оновчлолоор судалгааны ажил хийж байна. Олон улсад 6 өгүүлэл, дотоодын эрдэм шинжилгээний хурал хэлэлцүүлэгт 10-д өгүүлэл бичиж хэвлүүлсэн.



Зохиогчийн танилцуулга. Бадамаагийн Батзориг нь ШУТИС:ЭХС-ийг "Дулааны процессын автоматжуулалт" мэргэжлээр бакалавр зэрэгтэй 2016 онд төгссөн. 2019 онд ОХУ-ын Москва хотноо Москвагийн Эрчим Хүчний Сургуульд Дулааны болон атомын цахилгаан станцын объектуудын автоматжуулсан удирдлагын систем". мэргэжлээр "Зуухны дараах уурын даралтын тохируулгын системийн үед удирдлагын процессын чанарын шугаман бус шалгуурын үр ашгийн судалгаа."сэдвээр магистр зэрэг хамгаалсан.



# ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМИЙН ДАМЖУУЛАЛТЫН АЛДАГДАЛЫГ БУУРУУЛЖ, ГИДРАВЛИК ГОРИМЫН ТЭНЦВЭРЖИЛТИЙГ ХАНГАХ ШИЙДЭЛ

Т.Алтангэрэл Г.Отгонбаяр Т.Сандагдорж

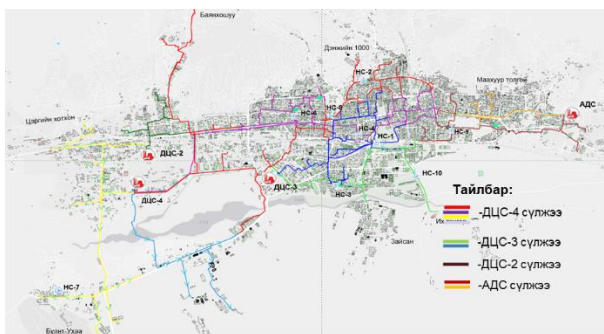
Монгол улс, Улаанбаатар хот, “Улаанбаатар дулааны сүлжээ” ТӨХК, ГТА  
[altangerel@ubds.energy.mn](mailto:altangerel@ubds.energy.mn), [otgonbayar0903.go@gmail.com](mailto:otgonbayar0903.go@gmail.com), [sandagdorj@ubds.energy.mn](mailto:sandagdorj@ubds.energy.mn)

*Хураангуй*–Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн өнөөгийн байдалд үнэлэлт дүгнэлт өгөх, цаашид эх үүсвэрүүдийн өргөтгөл шинэчлэлт болон дамжуулах ган шугамын нэвтрүүлэх хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх зэрэг томоохон далайцтай бүтээн байгуулалтын ажлыг хийх хүртэлх хугацаанд хүлээгдэж буй ачааллыг хангах боломжийг гаргасан. Судалгааны ажлын хүрээнд шугам сүлжээн дахь усны урсгалын хурдыг нэмэгдүүлж шугам дахь дулааны алдагдалыг бууруулж, дулаан солилцооны эрчмийг нэмэгдүүлснээр хүлээгдэж буй хэрэглэгчдийн ачааллын тодорхой хэсгийг хангах техникийн боломжийг бий болгоно. Мөн эх үүсвэрээс алслагдсан, өндөрлөг цэгт байрлаж байгаа халаалтын зуухтай хэрэглэгчдийг төвлөрсөн дулаан хангамжид холбох техникийн шийдлийг тооцож бодит байдалтай нийцүүлэн гаргасан болно.

*Түлхүүр үг*–Дулааны эрчим хүчний жигд хуваарилалт, Дулааны сүлжээний горим ажиллагаа, Дулаан хангамжийн найдвартай ажиллагааны тэнцвэржилтийг хангах.

## I ОРШИЛ

Улаанбаатар хотод жил бүр барилгажилтын явц эрчимтэй явагдаж дулааны эрчим хүчний хэрэглээ өдрөөс өдөрт өсөн нэмэгдсээр байгаа билээ.



1-р зураг. Улаанбаатар хотын халаалтын улирлын горим ажиллагааны схем. /2022 оны байдлаар/

Мөн Улаанбаатар хотыг хөгжүүлэх Ерөнхий төлөвлөгөөний дагуу дээрх ажлуудаас гадна **1000** Гкал/ц\* гаруй хэрэглээ нэмэгдэхээр төлөвлөгдөж байгаа бөгөөд тэдгээрийг хангахын тулд эх үүсвэр, дамжуулах сүлжээний өргөтгөл шинэчлэлийн ажлуудыг гадны зээл, тусламжаар хийхээр яригдаж байгаа боловч өнөөдрийн байдлаар бодитой үр дүн гараагүй байна.

Улаанбаатар хотын баруун урд хэсгийн Туул голын өмнөх дэнжид далайн түвшнээс дээш 1286 метр өргөгдсөн, Буянт Ухаа хороолол орчим 1302 метр өргөгдсөн байдаг тул эх үүсвэрүүдийн статик горим зөрчигдөж шугам сүлжээний горим хэлбэлзэж байгаа тул эх үүсвэрийн даралтын горимын хэлбэлзэлээс шалтгаалан дамжуулах шугам сүлжээний тогтворжилт алдагдаж дулаан хангамжийн сийрэгжилт үүсдэг.

Үүнд:

1. Одоо дулаан авч байгаа хэрэглэгчдээс цааш өргөтгөж шинээр холбогдох хэрэглэгчийн алслагдах зайг тооцож тодорхойлно.

2. Төв болон салбар шугамд холбогдох шинэ хэрэглэгчид байрлах хэсгийн параметруудийг тодорхойлох
3. Шинэ хэрэглэгчдийг нэмж холбох магистраль шугамын нэвтрүүлэх чадварын нөөцийг тодорхойлноор шинээр нэмж холбох боломжит ачааллыг тодорхойлох. Дулааны ачааллын балансыг тооцож гаргах.

Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системээс хангагдаж байгаа дийлэнх хэрэглэгчид Эх үүсвэрээс нь алслагдсан байгаас шалтгаалан Эх үүсвэртэй ойр байрлаж байгаа хэрэглэгчдийн даралтын зөрүү их, алслагдсан хэрэглэгчдийн даралтын зөрүү бага байдаг нь усны урсгалын хурд харилцан адилгүй ба төгсгөлийн хэрэглэгчдийн даралтын зөрүү бага байдгаас шалтгаалан дулаан зөөгч усны урсгалын эргэлтийн хурд буурч дамжуулах шугам сүлжээнд алдагдах дулаан алдагдалын тоо хэмжээ нэмэгдэж байна. Харин дахин дамжуулах станц барьж байгуулснаар эх үүсвэрээс хэрэглэгч хүртэлх зай ойрхон болох бөгөөд дамжуулах шугам сүлжээний алдагдал буурснаар ачааллын нөөц бий болохоор судалгааны ажил хийгдсэн.

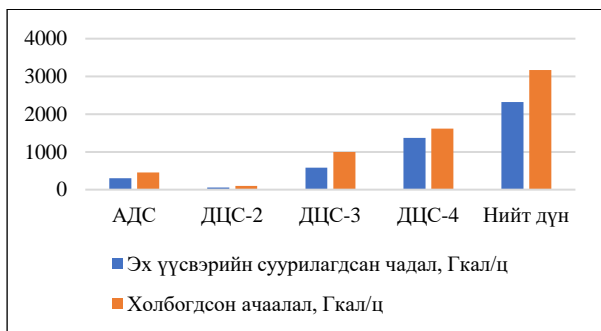
Энэхүү судалгаа тооцооны гол зорилго нь :

- Даралтын алдагдал буурч сүлжээний нэвтрүүлэх чадвар нэмэгдэнэ.
- Буцах шугамын даралтыг сүлжээний бүх хэсгүүдэд **0.7-1.4** ата-гаар бууруулж, ТАД\*-ийн хэмжээнд барьж ажиллана.
- Нэмэлт усны зарцуулалтыг хянах боломж нэмэгдэнэ.
- Дамжуулах сүлжээний өргөтгөл шинэчлэлийн ажил хийгдэх 5 жил хүртэлх хугацаанд өсөн нэмэгдэх хэрэглээг хангана.
- Эх үүсвэрээс алслагдсан, өндөрлөг цэгт байрласан хэрэглэгчдийн гидравлик горим сайжирснаар дулаан хангамжийн хамрах хүрээг тэлэх боломж бүрдэнэ.

## II. ТӨВЛӨРСӨН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ГИДРАВЛИК ГОРИМЫН ТЭНЦВЭРЖИЛТ

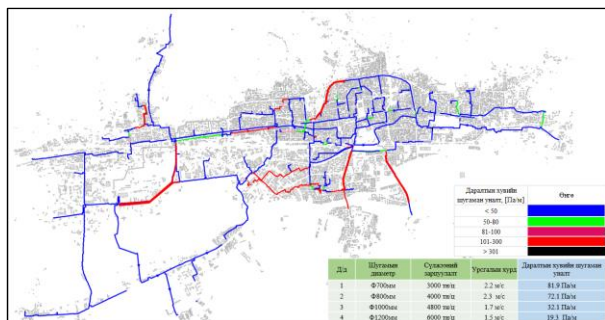
### A. Дулаан хангамжийн өнөөгийн байдал

Өнөөдрийн байдлаар төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн эх үүсвэрүүдийн суурилагдсан хүчин чадал **2318** Гкал/ц, дамжуулах сүлжээний нэвтрүүлэх чадвар **36800** тн/ц байгаа бол нийт холбогдсон хэрэглэгчдийн дулааны тооцоот ачаалал **3166** Гкал/ц, техникийн нөхцөл олгогдсон хүлээгдэж байгаа ачаалал **473.4** Гкал/ц болж суурилагдсан хүчин чадлаас **56** хувиар хэтрээд байна.



1-р график. Эх үүсвэрүүдийн ачааллын баланс

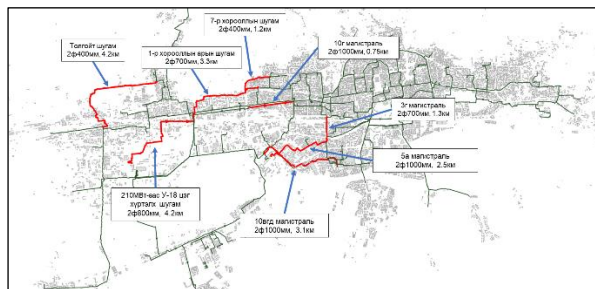
2021-2022 оны халаалтын улирлын байдлаар өвлийн оргил ачааллын үед сүлжээнд нийт 27500тн/ц зарцуулалт түгээхээр тооцогдсон боловч дамжуулах шугамын нэвтрүүлэх хүчин чадал хүрэлцээгүйгээс шалтгаалан гадна агаарын хамгийн хүйтэн өдрийн цагийн хамгийн их зарцуулалт 25500тн/ц зарцуулалтыг түгээсэн байна. Энэ нь дамжуулах шугамууд хэт ачааллагдаж сүлжээний нэвтрүүлэх чадвар буурч байгаа ба схемийн сонголт, ачааллын жигд хуваарилалт хийх боломжгүй байгаа тул нэвтрүүлэх хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх шаардлага тулгараад байна.



2-р зураг. Дамжуулах шугамын нэвтрүүлэх хүчин чадал

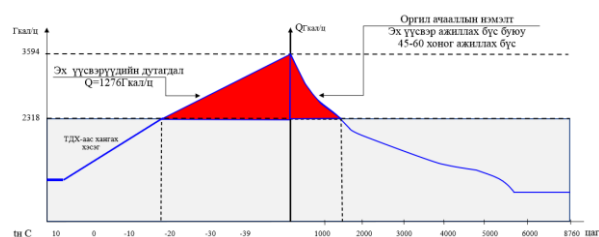
### B. Эх үүсвэр болон шугам сүлжээний өргөтгөл

Дамжуулах шугамын нэвтрүүлэх хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх зорилгоор Дэлхийн банк, Европын сэргээн босголт хөгжлийн банкны хөнгөлөлттэй зээл тусламжаар, Улс, Нийслэлийн хөрөнгө оруулалт, Компанийн өөрийн хөрөнгө оруулалтаар шугам сүлжээний өргөтгөлийн ажлуудыг шат дараалалтай хийж эхлээд байна.



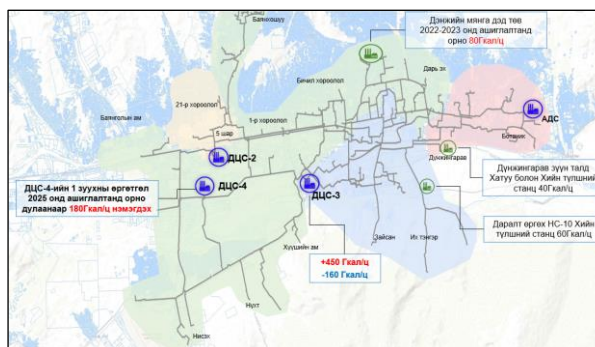
3-р зураг. Ойрын хугацаанд дамжуулах шугамын өргөтгөл хийгдэх хэсгүүд.

Шугам сүлжээний өргөтгөлийн ажлууд хийгдсэнээр сүлжээний схемийн хувьд сэлгэн залгах ачааллыг жигд хуваарилах боломж бүрдэхээр байгаа хэдий ч эх үүсвэрүүдийн дулаанжуулалтын тоноглолын хүчин чадал хүрэлцэхээргүй байгааг доорх графикаас харж болно.



2-р график. Жилийн үргэлжлэлийн график. Эх үүсвэрүүдийн суурилагдсан хүчин чадлын дутагдалыг нөхөх хугацаа, ачаалал, хэрэглээ.

Иймээс эх үүсвэрүүд чадлын дутагдалд орж байгаа тул ЭХЯ\*-аас ДЦС\*-3 (130Гкал/ц), ДЦС-4 (180Гкал/ц), АДС\*- (100Гкал/ц) зэрэг Эх үүсвэрүүдийн дулаанжуулалтын тоноглолын өргөтгөхөөр төлөвлөсөн. Мөн үүний зэрэгцээ өвлийн оргил ачааллыг хаах зорилгоор ТЭЗҮ\*-ийг хамтран хийж Оргил ачааллын нэмэлт эх үүсвэрүүдийг (Дэнжийн-1000, Дунжингарав, Даралт өргөх НС-10) барьж байгуулахаар шийдвэрлэгдээд байна.



4-р зураг. Эх үүсвэрүүдийн өргөтгөл, Оргил ачааллын нэмэлт эх үүсвэрүүдийн байршил.

Тооцоог бусад сүлжээний хувьд буюу АДС-ийн сүлжээнд даралт өргөх насос станц №9, ДЦС-4-ийн сүлжээнд даралт өргөх насос станц №4, ДЦС-3-ийн сүлжээнд даралт өргөх насос станц №1-д ӨХЧДДТ-ийг барьж байгуулснаар сүлжээний гидравлик горим сайжиргах дүн гарсан.

**В. Дулаан хангамжийн системд гарч буй хүндрэлүүд**

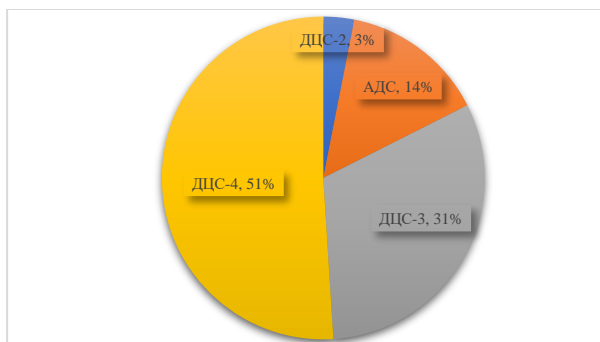
Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд 370 км урт дамжуулах гол шугамаар хэрэглэгчдийг дулааны эрчим хүчээр хангаж байгаагаас ДЦС-4-өөс эцсийн хэрэглэгч хүртэл 14-16,5 км зайд ус тээвэрлэж байна. Тухайн алслагдсан хэрэглэгчдийг хангахын тулд эх үүсвэрээс эцсийн хэрэглэгч хүртэл 8-10 цагийн дараа хүрдэг ба шугамын даралтын алдагдал, урсгалын хурдаас шалтгаалан дулаан зөөгч биед температурын алдагдал бий болж улмаар хэрэглэгчдэд шаардлагатай хэмжээнд дулааны эрчим хүчийг түгээж чадахгүйд хүрч байна.



5-р зураг. ДЦС-4-ээс төгсгөлийн 15-р хорооллын ДДТ\*-8 хүртэлх зай болон өндөржилтийн зөрүү.

**Г. Ачааллын баланс**

Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаан хангамжид холбогдсон хэрэглэгчдийн тооцоот ачаалал нь **3166** Гкал/ц байгаа ба эх үүсвэрээр ангилбал ДЦС-2 **97.6** Гкал/ц, АДС **458.5** Гкал/ц, ДЦС-3 **995.5** Гкал/ц, ДЦС-4 **1614.6** Гкал/ц тооцоот ачаалал бүхий хэрэглэгчдийг дулааны эрчим хүчээр ханган ажиллаж байгаа нь суурилагдсан хүчин чадлаас 56 хувиар хэтэрсэн байгаа нь хэрэглэгчдэд шаардлагатай хэмжээнд дулааны эрчим хүчийг түгээж чадахгүйд хүргэж байна.



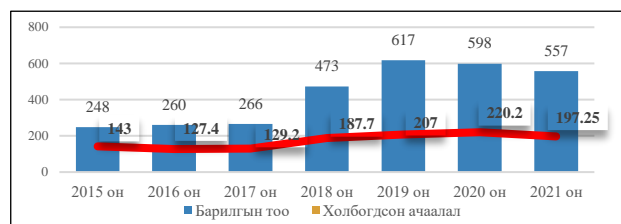
3-р график. 2021-2022 оны халаалтын улирлын схемээр Эх үүсвэрүүдэд холбогдсон хэрэглэгчийн тооцоот ачааллын эзлэх хувь.

Цаашид эх үүсвэрүүдийн дулаанжуулалтын тоноглолын өргөтгөл шийнэчлэлтийн ажил хийгдэхгүй бол дулаан хангамжийн найдвартай ажиллагаа алдагдахаар байна.

**Д. Өсөн нэмэгдэж буй хэрэглээ**

Сүүлийн жилүүдэд барилгажилт эрчимтэй явагдаж байгаагаас шалтгаалан жил бүр төвлөрсөн дулаанд холбогдох хэрэглэгчдийн тоо нэмэгдэж 2021 онд 197 Гкал/ц тооцоот ачаалалтай шинэ хэрэглэгчдийг төвлөрсөн дулаанд холбосон байна.

2015-2021 оны хооронд шинээр **Q=1237.5** Гкал/ц ачаалал бүхий **3017** барилга, объект холбогдсон бөгөөд ДЭХ\*-ний хэрэглээ жилд **5-8%**-ийн өсөлттэй байна.

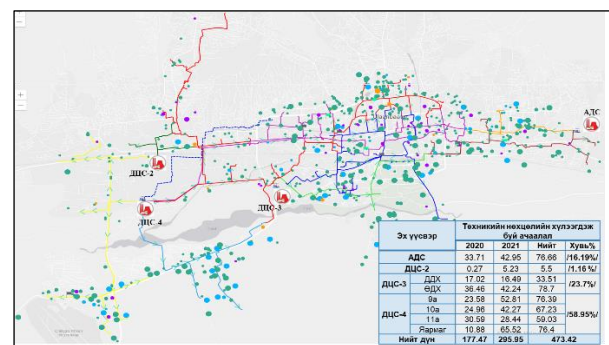


4-р график. 2015-2021 онуудад шинээр төвлөрсөн дулаанд холбогдсон хэрэглэгчийн тоо, ачаалал.

**1-Р ХҮСНЭГТ. ТӨВЛӨРСӨН ДУЛААН ХАНГАМЖИД ХОЛБОГДОЖ БАЙГАА ХЭРЭГЛЭГЧДИЙН АЧААЛЛЫН ӨСӨЛТ**

ӨСӨЛТИЙН ТОВЧОО:			
Мэдээлэл	2015 он	2022 он	Өсөлтийн хувь
Холбогдсон хэрэглээ	1928.8Гкал/ц	3166.3Гкал/ц	40%
Барилгын тоо	9883ш	12900ш	23%

2020, 2021 онуудад олгосон техникийн нөхцлүүдээс **960** гаруй барилгын **Q=473.42** Гкал/ц-ийн ачаалал бүхий хэрэглээ шинээр төвлөрсөн дулаан хангамжийн сүлжээнд холбогдохоор хүлээгдэж байна.



6-р зураг. Төвлөрсөн дулаан хангамжид холбогдохоор хүлээгдэж буй хэрэглэгчдийн байршил, ачаалал.

**III. СУДАЛГАА**

2003-2006 онуудад хэрэглэгчийг төвлөрсөн дулаан хангамжид хамааралгүй схемээр холбох Дулааны үр ашгийн төсөл бүрэн хэрэгжиж 417 ширхэг ялтсан дулаан солилцуур, автомат тоноглол суурилуулж гадна агаараас хамаарч тасалгааны температурыг тохируулж сүлжээг хувьсах горимоор ажилласнаар сүлжээнд дулааны эрчим хүчний нөөц бий болсон.

Төвлөрсөн системд ажиллаж байсан насос станц №5 нь даралт өргөх зориулалттай СЭН-50-70 маркын тогтмол хурдны насостой байсан бөгөөд өндөр хүчин чадлын Ялтсан дулаан солилцуур, гадна агаараас хамаарсан температур тохируулагч, хувьсах хурдны насосууд суурилуулснаар цахилгаан болон дулааны эрчим хүчний зөв зохистой хэрэглээнд шилжсэн байна.

Мөн өндөрлөг цэгт байрлаж байсан хэрэглэгчдийг хангахын тулд ДДТ дээр буцах даралтыг өндөр барьж ажилласнаар нам дор

байрлаж байгаа хэрэглэгчдийн буцах даралт ТАД-ийг зөрчих, дотор системийн найдвартай ажиллагаа алдагдахаас гадна дулааны эрчим хүчний доголдолууд гарах бөгөөд автомат тоноглолтой холигч насосны үзэлээр шинэчлэн сольсноор жигд халалт бий болсон.

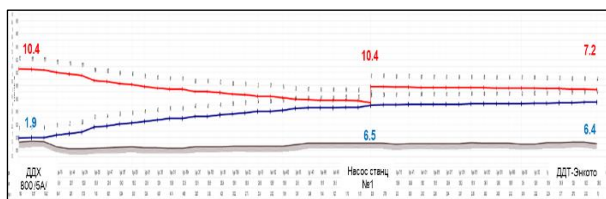
2-р хүснэгт. Дулааны ҮР АШГИЙН ТӨСЛИЙН ХҮРЭЭНД НАСОС СТАНЦ -5/С-728/-ЫГ ХАМААРАЛГҮЙ СХЕМД ШИЛЖҮҮЛСЭНЭЭР ГАРСАН ҮР ДҮН

Өдөр	2002 он		2003 он		2004 он		2005 он		2006 он		2007 он	
	1 сар	12 сар	1 сар	12 сар	1 сар	12 сар	1 сар	12 сар	1 сар	12 сар	1 сар	12 сар
1	426	384	442	383	398	413	404	247	196	236	200	191
2	387	379	443	383	393	428	407	249	194	234	201	194
3	390	387	446	389	383	405	403	220	222	230	195	197
4	427	391	464	395	402	410	406	263	228	239	200	191
5	400	384	457	388	393	409	409	226	232	236	210	184
6	449	395	465	360	390	412	397	234	217	211	230	185
7	405	417	405	365	415	411	402	248	222	234	200	189
8	403	411	406	375	424	412	402	253	196	241	208	182
9	417	426	408	378	390	430	412	243	217	200	200	186
10	406	401	391	353	399	389	396	291	201	207	201	194
11	420	410	391	365	405	405	403	239	200	203	188	205
12	403	416	401	364	395	402	406	220	213	205	190	208
13	420	413	399	369	396	420	408	210	217	220	199	188
14	390	465	379	354	387	404	413	226	228	240	201	204
15	419	408	381	365	384	430	402	213	224	220	203	217
16	349	419	400	370	395	402	409	236	228	236	204	182
17	432	433	377	361	381	401	408	208	217	211	205	193
18	483	424	396	358	392	400	399	235	220	203	210	191
19	415	421	378	374	387	412	404	232	233	239	208	174
20	486	422	397	408	405	398	406	229	209	211	194	198
21	470	422	396	397	419	410	410	220	208	205	194	204
22	465	410	398	390	402	404	426	208	205	203	205	201
23	480	395	400	405	406	409	437	207	198	203	194	210
24	399	387	399	394	401	410	412	216	205	200	192	208
25	425	420	392	390	411	399	428	210	217	204	188	201
26	420	384	391	394	406	402	403	218	220	22	191	200
27	390	395	380	392	405	408	414	215	220	204	185	197
28	426	421	388	395	398	400	439	234	222	209	197	192
29	390	416	382	388	395	409	413	230	228	196	186	200
30	417	387	399	389	382	413	418	233	234	198	180	192
31	403	391	386	391	395	406	424	208	245	198	171	195
Сум												
Нэгж	420	408	404	380	396	407	414	226	216	201	198	193

Дээрх судалгаанаас харахад насос станцын оронд хамааралгүй схем буюу өндөр хүчин чадлын ДДТ барьж, хэрэглэгчдийн шайбаны үзэлийг холигч насосны үзэлээр шинэчилснээр дулааны ачааллын жигд хуваарилалт хийгдэж дулааны эрчим хүчний алдагдлыг бууруулж, горимыг тогтвортой хангаж ажиллуулах нөхцөлийг бүрдүүлсэн байна.

#### IV. ГИДРАВЛИК ТООЦОО

Төвлөрсөн дулаан хангамжийн сүлжээнээс алслагдсан хэрэглэгчдийг холбож дулааны эрчим хүчээр хангахын тул даралт өргөх насос станцуудаар дамжуулан хангадаг бөгөөд гидравлик горимын хувьд буцах даралт нь эх үүсвэрээс хамааралтай учраас даралт өргөх насос станцаар даралтын утгыг тохируулах боломжтой байдаг. Харин өндөр хүчин чадлын дулаан дамжуулах төвтэй болсноор гидравлик горимыг тогтвортой барих боломжтой болж байна.



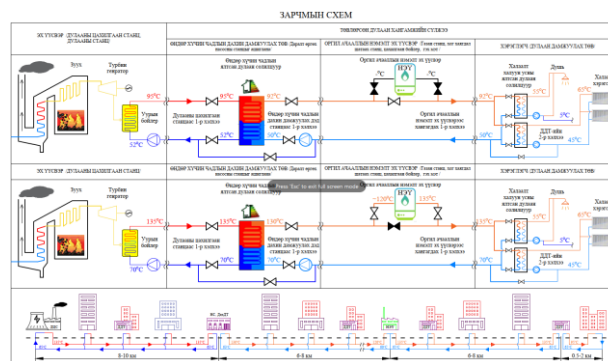
5-р график. Дамжуулах сүлжээний гидравлик горим эх үүсвэрээс хамааралтай байх үеийн пьезометрийн график

Улаанбаатар хот өргөжиж дулаан эрчим хүчний хэрэглээ нэмэгдэж байгаа бөгөөд хамрах хүрээ мөн тэлж өндөрлөг хэсгүүдэд барилгажилт нэмэгдэж байна. Үүнтэй уялдуулаад дулаан хангамжид шинэ техник технологи нэвтрүүлэх зайлшгүй шаардлага тулгараад байгаа билээ.

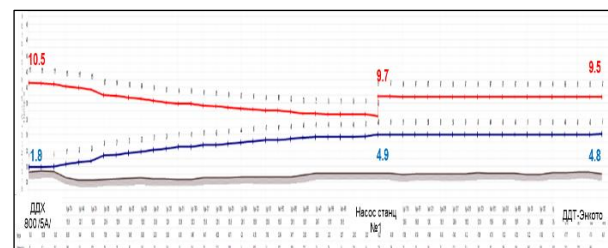
ДЦС-4 11а магистрелиас даралт өргөх насос 4 дүгээр станцаар дамжуулан төгсгөлийн хэрэглэгч болох 15 дугаар хорооллын ДДТ хүртэл нийт 13.4км урттай шугамаар хангаж ажиллахад дамжуулах шугамнуудын урсгалын хурд нь 0.28-2.34м/с, даралтын зөрүү 3-4м байгаагаас шалтгаалан нийт 4-

6 цагийн хугацаанд тэвэрлэж байгаа бөгөөд 5-7<sup>o</sup>C бууралттай тооцоо судалгааны дүн гарч байна.

Харин Өндөр чадлын дахин дамжуулах төвийн дараагаас хангаж ажиллахад шугамын урсгалын хурд 1.3-1.5 дахин нэмэгдэж хугацааны хувьд 2-2.5 цагаар буурч температурын бууралтгүй болж байгаа нь дулааны алдагдалыг бууруулж дулааны эрчим хүчний хэмнэлт бий болсноор төвлөрсөн дулаан хангамжид шинээр хэрэглэгч холбох нөөц бий болохоор байна.



7-р зураг. Дамжуулах сүлжээний гидравлик горим өндөр хүчин чадлын дахин дамжуулах төвөөс хамааралтай байх үеийн зарчим.



6-р график. Дамжуулах сүлжээний гидравлик горим өндөр хүчин чадлын ДДТ-өөс хамааралтай байх үеийн пьезометрийн график

#### V. ДҮГНЭЛТ

2002 оноос хойш Улаанбаатар хотод автомат тоноглолтой ялтсан дулаан солилцуур нэвтэрч хэрэглэгчид тасалгааны температурыг гадна агаараас хамааруулан тохируулж, дулааны эрчим хүчийг зөв зохичтой хэрэглэснээр ачааллын нөөц бий болсон.

Бид судалгаагаараа Өндөр хүчин чадлын дахин дамжуулах төв барьж байгуулснаар ТДХ\*-д дулааны эрчим хүчний нөөц бий болгох, цаашлаад хүлээгдэж буй 473.42Гкал/ц ачаалалтай хэрэглэгчдийн 960 гаруй барилгыг дулаан хангамжид холбох боломжтой байна.

Өндөр хүчин чадлын дахин дамжуулах төв суурилуулснаар өндөрлөг цэгт байрлах хэрэглэгчдийн эх үүсвэрийн даралтаас үл хамааран дулааны эрчим хүчээр хангах боломж бүрдэж байна.

Мөн цаашлаад эх үүсвэрүүдийн өргөтгөлийн ажил хийдэх хүртэлх хугацаанд өвлийн оргил ачааллын нэмэлт эх үүсвэр барьж Өндөр хүчин чадлын дахин дамжуулах төвтэй хослуулан ажиллуулснаар хэрэглэгчдийн дулаан хангамжийн найдвартай ажиллагаа бүрэн хангагдахаар байна.

Иймд дамжуулах шугамын эргэлтийн хурдыг нэмэгдэхүүлэх, төгсгөлийн хэрэглэгчдийн даралтыг зөрүүг нэмэгдүүлэхийн тулд өндөр хүчин чадлын дахин дамжуулах төвийг барьж байгуулах нь зүйтэй байна.

*Товчилсон үг*

ЭХЯ\*- Эрчим хүчний яам  
АДС\*- Амгалан дулааны станц  
ДЦС\*- Дулааны цахилгаан станц  
ТЭЗҮ\*- Техник эдийн засгийн үндэслэл  
ТДХ\*- Төвлөрсөн дулаан хангамж  
ДЭХ\*- Дулааны эрчим хүч  
УБДС\*- Улаанбаатар дулааны сүлжээ  
ДДТ\*- Дулаан дамжуулах төв  
ТАД\*- Техник ашиглалтын дүрэм  
ГТА\*- Горим тохируулгын алба

НОМ ЗҮЙ

[1] Б.Намхайням “Дулаан хангамжийн систем”, 2015.  
Улаанбаатар хот. 400хуудас

[2] ZuluThermo 8.0 тооцооны программ.

ЗОХИОГЧИЙН ТАНИЛЦУУЛГА.

**Т.Алтангэрэл** нь 1998 онд “ШУТИС” ЭХИС-ийг “Аж үйлдвэрийн дулаан хангамж” мэргэжлээр бакалавр, 2007 онд “ШУТИС” ЭХИС-ийг “Аж үйлдвэрийн дулаан хангамж”-ийн чиглэлээр магистрын зэрэгтэй төгссөн бөгөөд МУ-ын зөвлөх инженер, одоо “УБДС” ТӨХК-ийн ГТА-ны даргаар ажиллаж байна. И-мэйл: [altangerel@ubds.energy.mn](mailto:altangerel@ubds.energy.mn)

**Г.Отгонбаяр** нь 2005 онд “ШУТИС” ЭХИС-ийг “Дулааны процессын автоматжуулалт” мэргэжлээр төгссөн бөгөөд мэргэшсэн инженер, одоо “УБДС” ТӨХК-ийн ГТА-ны ахлах инженерээр ажиллаж байна. И-мэйл: [otgonbayar0903.go@gmail.com](mailto:otgonbayar0903.go@gmail.com)

**Т.Сандагдорж** нь 2012 онд “ШУТИС” БИАС-ийг “Халаалт, Агаар сэлгэлт” мэргэжлээр төгссөн бөгөөд одоо “УБДС” ТӨХК-ийн ГТА-ны горим тооцооны инженерээр ажиллаж байна. И-мэйл: [sandagdorj@ubds.energy.mn](mailto:sandagdorj@ubds.energy.mn)

# ХӨВСГӨЛ АЙМГИЙН МӨРӨН ХОТЫН ДУЛААНЫ ШУГАМ СҮЛЖЭЭНИЙ ГОРИМ

Б.Эрдэнэбаяр  
Монгол улс, Хөвсгөл, Хөвсгөл дулааны станц  
Холбогдох зохиогчийн и-мэйл хаяг

## I. ОРШИЛ

Хөвсгөл аймаг нь 107.2 мянган хавтгай дөрвөлжин километр нутаг дэвсгэртэй. Засаг захиргааны 24 сум 126 багтай. Хүн амын статистик үзүүлэлтээр 2018 оны байдлаар нь 134133 хүн ам, айл өрхийн тоо 39458, аймгийн төв Мөрөн суманд 12,389 өрх байна. Хүн амын тоогоор бусад аймгуудаас тэргүүлдэг бөгөөд сүүлийн жилүүдэд барилга байшин ихээр нэмэгдэж баригдах болсон. Хөвсгөл аймгийн 24 сумаас 7 сум төвлөрсөн дулаан хангамжийн системтэй Их-Уул, Тариалан, Тосонцэнгэл, Түнэл, Цагаан-Уул, Цэцэрлэг, Шинэ-Идэр сумууд бөгөөд өөрсдийн бие даасан нам даралтын зуух галлаж дулааны эрчим хүчээр хэрэглэгчдийг ханган ажиллаж байна. Дулааны станц KB11.63, 115, BTM маркийн 3 зуухтай, 220 тонн усны зарцуулалттай, 16ата даралттай 115 градуст халаах хүчин чадалтай бүрэн хүчин чадлаараа ажиллавал 32Гкал/цагийн дулааны эрчим хүч үйлдвэрлэх хүчин чадалтай. Хөвсгөл дулааны станц ТӨХК нь төсөвт 50 байгууллага, 201 аж ахуй нэгж 1379 айл өрхийг дулаанаар ханган ажилладаг.3. ШУТИС-ийн ЭШӨ бичих загварыг олон улсын IEEE стандарттай нийцүүлэх. ЭШ өгүүлийн бичвэрийн формат энэхүү баримтын дагуу мөрдөгдөх бөгөөд загварын хүрээний хэмжээ, баганын өргөн, мөр хоорондын зайг тогтоосон болно. Мөн бичвэрийн хэв маягуудыг жишээ болгон үзүүлж, хаалтад *italic* хэлбэрээр тодорхойлсон болно.

### A. Дулааны эх үүсвэрийн хүчин чадал:

Дулааны станц нь Могойн голын нүүрсээр ажиллахаар ТЭЗҮ нь боловсруулагдаж ОХУ-ын Прознергомаш компанийн зохион бүтээсэн “Торнадо” галын хотол бүхий хатуу түлшээр ажилладаг усан халаалтын KB-BF-11/63-115/70BTM маркийн 3 ширхэг зуухтай, хүчин чадал 11.63 мВт (10.0 Гкал/цаг) хуйлруулах галын хотолтой, 2017 онд зуух №1-ын шаталтын технологийг өөрчлөн буцлах давхаргад шатаах технологид шилжүүлсэн. 2014 оноос эхлэн зуухыг галлаж 6 дэх жилдээ ажиллах гэж байна.

Сүлжээний насос нь 4 ширхэг Siemens фирмийн KDN-80-315/290 маркийн G-240 т/ц-ийн бүтээмжтэй, Н-97.5 метр даралт өргөх хүчин чадалтай, 2900 эргэлттэй, хятад улсад үйлдвэрлэсэн 1ш BHSS-100-310 маркийн G-370т/ц-ийн

бүтээмжтэй, Н-128 метр даралт өргөх хүчин чадалтай, 2980 эргэлттэй, нийт 5 насостой.

### B. Дулааны станцын тоноглолууд

1-Р ХУСНЭГТ. ДУЛААНЫ СТАНЦЫН СУУРИЛАГДСАН ХҮЧИН ЧАДАЛ  
30.0 ГКАЛ/ЦАГ

№	Тоноглолын нэрс	Марк
1	Зуух	KB-11/63-115/70BTM
	Нүүрсний илчлэг	7000 ккал/кг хүртэл
	Өгөх усны температур	115°C
	Буцах усны температур	70°C
	Зууханд орох усны даралт	1.6 мПа
	Гидравлик эсэргүүцэл	0.1 мПа
	Тохируулгын диапозон	40-110 %
	Зуухны жин	16.7 тонн
	Түлшний дундаж зарцуулалт	1667.1 кг/цаг
	Ашигт үйлийн коэффициент	85.6 %
	Аэродинамик эсэргүүцэл	1300 Па
Ул ширэм	ТЧЗМ-1.59-4.0	
2	Сүлжээний насос 4ш	KDN-80-315/290
3	Сүлжээний насос /шинэ/	BHSS-100-310
4	Нүүрс тэжээгч	ППЛ-400
5	Батарей циклон	БЦ-2-6 (4+3)
6	Циклон	ЦН-15
7	Утаа сорогч	ДН-13
8	Богино эргэлтийн утаа сорогч	Д-3.5М
9	Шнекэн үнс зайлуулагч	
10	Түүхий усны насос	G-8-24 м3/ц, 3 кВт
11	Түүхий усны бак	V-140.0м3
12	Нэмэлт усны насос	G-35м3, Н-34м G-5м3, Н-65м
13	Нэмэлт усны деаэратор	G-20 м <sup>3</sup> /ц,
14	Нэмэлт усны бак №1,2	V-8.0м3
15	Давсны уусмалын сав	V-0.5м3, 1м3
16	Деаэратор	P-5 ата, 1.1 кВт
17	Зөөлрүүлсэн усны нөөцлөгч бак	V-5.0м3
18	Дозлогч төхөөрөмж	P-2-12 ата

### C. Нүүрс хангамж

“Хөвсгөл дулааны станц” ТӨХК нь дараах 3 газраас нүүрсээ авч түлдэг.

1. Хөвсгөл аймгийн Цэцэрлэг сумын “Могойн гол”-ын уурхай 217 км-ээс татаж өвлийн оргил ачааллын үед түлж байна.

2. Хөвсгөл аймгийн Төмөрбулаг сумын “Жилчиг булаг”-ийн уурхай 40 км-ээс татаж түлэхэд илчлэг багатай, зууханд бүрэн шаталт явагдахгүй тортог ихээр хаяж, тооцоот температураас бага гаргаж байгаа тул өвлийн улиралд түлэхгүй хавар, намрын улиралд түлдэг. (Нөөц нь – 13.1 сая.тонн) Нүүрсний шинжилгээний дүнг хүснэгт-2-д харуулав.

2-р ХҮСНЭГТ. НҮҮРСНИЙ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ДҮН

Нүүрсний ордын нэр	W <sup>ar</sup> , %	A <sup>ar</sup> , %	V <sup>daf</sup> , %	S <sup>d<sub>tot</sub></sup> , %	Q <sup>ar</sup> , ккал/кг
Жилчигбулаг	10.5	34.1	44.4	0.88	4150
Могойн гол	6	16	27.8	0.97	5100

Сүүлийн жилүүдэд Жилчигбулаг, Төмөртэй ордын нүүрсийг хэрэглэж зууханд хуйлралт үүсэхгүй, урсгал мөргөлдсөн учраас зууханд механик, химийн дутуу шаталт их байгааг буцлах давхаргад шилжүүлэхээр ЭХЯ-нд асуудлаа тавьж хямд үнэтэй орон нутгийн бусад ордуудын нүүрсийг ашиглахаар төлөвлөн ажиллаж байна.

*Д. Дулаан дамжуулах төвүүдийн хүчин чадал*

Дулааны станцаас шугам сүлжээгээр дамжуулан дулаан дамжуулах 15 төвийн халаалтын 15 ялтсан бойлер, хэрэгцээний халуун усны 5 бойлероор дамжуулан төсөвт 52 байгууллага, 226 аж ахуй нэгж 2191 айл өрхийг дулаанаар ханган ажилладаг. ДДТ -үүдийн халаалтын суурилагдсан хүчин чадал 56.96 Гкал/ц, хэрэгцээний халуун усны суурилагдсан 5.25 Гкал/ц халаах хүчин чадал бүхий тоноглолууд суурилагдсан байна. Иймд өсөн нэмэгдэх хэрэглээнд уялдуулан ДДТ-үүдийн ажиллагааг жигд хувиарлах арга хэмжээг авч ажиллах шаардлага тулгарч шайбны горим тохируулга хэрэглэгчдэд хийсэн болно.

Горимын тооцоонд ашиглах цаг уурын ба ажиллагааг жигд хувиарлах арга хэмжээг авч ажиллах шаардлага тулгарч шайбны горим тохируулга хэрэглэгчдэд хийсэн болно.

Горимын тооцоонд ашиглах цаг уурын ба температурын анхдагч өгөгдлүүд:

II дугаар хэлхээнд:

Сүлжээний өгөх усны тооцоот температур 950С  
Сүлжээний буцах усны тооцоот температур 650С  
Тасалгааны агаарын тооцоот температур 180С

*Е. ДДТ-үүдийн суурилагдсан хүчин чадал*

3-р ХҮСНЭГТ. ДДТ-ҮҮДИЙН СУУРЬЛАГДСАН ХҮЧИН ЧАДАЛ

*Ф. Шугам сүлжээ*

“Хөвсгөл Дулааны станц” ТӨХК-ийн мэдэлд I дүгээр хэлхээний 100...500 мм-ийн диаметр бүхий 15,9 км хос дулааны шугам харьяалагдаж байна. 2012-2014 онд улсын төсвийн хөрөнгөөр магистраль шугам болон ДДТ, халаалт, халуун усны шугам хоолойг шинэчилсэн I, II -р хэлхээний нийт 47,8 км хос шугам байна. Цаашид өсөн нэмэгдэх хэрэглээг тооцож шугам сүлжээг өргөтгөх шаардлагатай болж байна.

Дулааны сүлжээний диаметр уртыг хүснэгт-4-т харуулав

4-р ХҮСНЭГТ. ДУЛААНЫ СҮЛЖЭЭНИЙ ДИАМЕТР УРТ

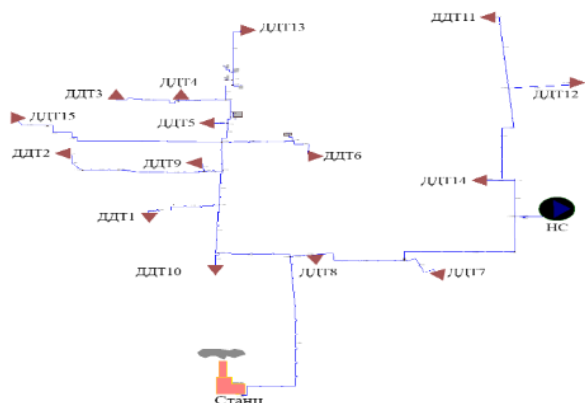
Диаметр /мм/	500	400	300	250	200	150
Урт /м/	3771	535	1644	3319	3247	2570
	125	100	80	76	50	40
	2373	6445	5498	4190	8015	2281
						3946

*Г. Гидравлик горим ажиллагаа*

5-р ХҮСНЭГТ. ДУЛААНЫ ЭХ ҮҮСВЭР ДЭЭР БАРЬЖ АЖИЛЛАХ ТООЦООТ ГОРИМ

Эх ҮҮСГҮҮР	Нө, м	Гадна агаарын T °C	Өгөх P Ата	Буцах P Ата
Станц	1270	-37	8.1	2.6
Эх ҮҮСГҮҮР	Өгөх T °C	Буцах T °C	Усны G тн/цаг	Qo Гкал/цаг
Станц	115	69	625.6	28.15

Дулааны станц дээр температурын горимыг гадна агаартай харьцуулсан графикийн дагуу мөрдөж ажиллах. Даралтын горимыг P1=8.1, P2=2.6ата барьж ажиллах. Өвлийн оргил ачааллын үед I-р хэлхээнд нийт Qo =31.6 Гкал/ц буюу G= 656,68тн/цаг зарцуулалт авч ажиллахаар байна. Энэхүү горим нь тооцоот даралт, температурын утгыг мөрдөж тохируулга зүгшрүүлэг бүрэн хийгдсэн үед баригдах горим болно. Дулааны станц нь KB-BF-11/63-115/70BTM маркийн 3 ширхэг зуухтай, нийт хүчин чадал 30 Гкал/цаг, холбогдсон ачаалал нь 31.6 Гкал/ц буюу 88%-ийн ачаалал авч бэлтгэл тоноглолгүй ажиллах тооцоо гарч байна. Иймд цаашид шинээр хэрэглэгч холбохгүй, эх үүсвэрийн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх болон шинэ эх үүсвэр төлөвлөж бэлтгэл тоноглолтой ажиллах арга хэмжээг авч ажиллаж байна .



6-Р ХҮСНЭГТ. ДДТ-ҮҮДИЙН ТООЦООТ УТГУУД

Д/д	ДДТ-н нэр	Ялтсан бойлерийн мэдээлэл				Сүлжээний насосны мэдээлэл	
		Зориулалт	Марк	Хүчин чадал Гкал/ц	Ялтасны тоо	Марк	Тоо
1	ДДТ-1	Халаалт	GK-55	9,8	178	TP100-480	2
		ХХУ	GK-36	0.7	24	TP40-300	2
2	ДДТ-2	Халаалт	GK-36	3.2	124	TP80-700, TP80-570	1
		ХХУ	GK-36	0.48	22	TP40-300	1
3	ДДТ-3	Халаалт урд	GK-55	7	196	TP100-480, IRG200-315A	1
		Халаалт хойд	Хятад	9	104	TP40-300	2
4	ДДТ-4	Халаалт	GK-55	5.8	164	TP100-480	2
		ХХУ	GK-36	1.5	58	TP40-300	2
5	ДДТ-5	Халаалт	GK-36	2.5	96	TP80-570, LPP65-56	1
		ХХУ	GK-26	0.3	20	TP40-300	2
6	ДДТ-6	Халаалт	GK-36	2.5	100	TP80-570, LPP65-56	1
		ХХУ	GK-36	0.48	22	TP40-300	2
7	ДДТ-7	Халаалт	GK-36	0.9	36	TP50-570	2
		ХХУ	GK-23	0.49	24	TP40-300	2
8	ДДТ-8	Халаалт	хятад	2.5	100	TP65-340, LPP65-35	1
		ХХУ	GK-12	0.2	26	TP40-270	2
9	ДДТ-9	Халаалт урд	GK-36	6	120	TP80-700, TP80-570	1
		1					
		Халаалт хойд	GK-36	1.6	64	TP40-300	2
10	ДДТ-10	Халаалт	GK-36	1.26	24	TP32-400	2
		ХХУ	хятад	0.2	20	FLT4-10	2
11	ДДТ-11	Халаалт	хятад	0.4	25	IRG65-160	2
		ХХУ	хятад	0.2	20	FLT4-10	2
12	ДДТ-12	Халаалт	хятад	0.5	40	IRG65-160	2
13	ДДТ-13	Халаалт	хятад	0.5	40	IRG65-160	2
14	ДДТ-14	Халаалт	хятад	0.5	40	IRG65-160	2
		ХХУ	хятад	0.2	10	FLT4-10	2
14	ДДТ-15	Халаалт	Хятад	3	120	IRG65-160	2
		ХХУ	хятад	0.5	25	FLT4-10	2



ДДТ-ийн дугаар	Нө, м	1-р хэлхээ			2-р хэлхээ			Шайб D мм	1-р хэлхээ G тн/цаг	Ачаалал Гкал/ц
		Өгөх P, м	Буцах P, м	Зөрүү P, м	Өгөх P, м	Буцах P, м	Зөрүү P, м			
ДДТ1	1274	68.7	30.3	38.3	68	48	20	40.01	97.8	4.40
ДДТ2	1275	67.8	29.2	38.7	78	47	31	33.44	68.6	3.09
ДДТ3	1282	43.4	39.6	3.8	73	40	33	87.34	128.2	5.77
ДДТ4	1286	43.4	31.6	11.8	56	36	20	54.68	98.0	4.41
ДДТ5	1290	53.6	13.4	40.2	50	30	20	28.1	49.4	74.1
ДДТ6	1290	54.1	12.9	41.2	52	32	20	15.6	15.4	0.69
ДДТ7	1285	61.9	15.1	46.7	57	37	20	13.81	12.9	0.58
ДДТ8	1278	69.0	22.0	46.9	64	44	20	11.37	8.8	0.39
ДДТ9	1282	61.0	22.0	39.0	62	40	22	28.98	51.8	2.33
ДДТ10	1274	70.8	28.2	42.6	82	48	34	18.08	21.1	0.95
ДДТ11	1316	30.9	21.1	9.7	80	60	20	17.16	8.7	0.39
ДДТ12	1311	35.9	26.1	9.7	31	11	20	7.86	1.8	0.08
ДДТ13	1298	39.3	11.7	27.5	44	24	20	11.84	7.2	0.33
ДДТ14	1294	52.7	43.3	9.3	48	28	20	15.74	7.2	0.32
ДДТ15	1272	72.0	31.0	41.0	70	50	20	18.75	22.2	1.00
<b>Нийт дүн</b>									<b>599.1</b>	<b>26.96</b>

7-р хүснэгт. 1-р хэлхээний шуудын байруудын тооцоот утгууд

шинээр хэрэглэгч холбохгүй байх. Хэрэв шинээр хэрэглэгч холбох тохиолдолд тооцоо судалгааг үндэслэн суурилагдсан хүчин чадлыг нэмэгдүүлж

ID дугаар	Хэрэглэгчийн нэр	Өгөх хоолойн H, м	Буцах хоолойн H, м	Напор м	Шайбаны диаметр Dш	Нийт G тн/цаг	Нийт Q Гкал/цаг
20001	баянцагаан байр	1343.76	1303.24	40.51	13.268	11.067	0.498
20002	НОМИН	1343.6	1303.4	40.2	11.398	8.133	0.366
20003	V&V засвар	1337.27	1309.73	27.55	4.826	1.2	0.054
20004	нарлаг төв	1337.22	1309.78	27.44	4.786	1.178	0.053
20005	цогтоо	1337.3	1309.7	27.61	2.785	0.4	0.018
20006	эрхэс төв	1337.32	1309.68	27.65	7.763	3.111	0.14
20007	жаст ундрэм	1337.27	1309.73	27.53	5.213	1.4	0.063
20008	сарангэрэл	1337.31	1309.69	27.61	2.532	0.089	0.004
<b>Нийт</b>						<b>26.578</b>	<b>1.196</b>

Нийт G=656.67тн/ц-ийн зарцуулалттай, Qo=31,6Гкал/цагийн ачаалал авч ажиллах тооцоо гарч байна.

8-р хүснэгт. 1-р хэлхээний шуудын байруудын тооцоот утгууд

дулааны эрчим хүчээр хангах шаардлагатай болж байна.

Хэрэглэгчийн тооцооны хэсгээс ID дугаарын дагуу тухайн хэрэглэгчийн хэрэглэх нэгж усны зарцуулалт болон ачааллыг харах, мөн барьж ажиллах даралтын зөрүү метр, тохируулах хэрэгсэл болох шайбаны диаметр зэргийг харах боломжтой.

ДДТ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Суурилагдсан ачаалал Гкал/ц	9.8	3.2	16	5.8	2.5	2.5	0.9	2.5	7.6	1.26	0.4	0.5	1	0.5	3
Холбогдсон ачаалал Гкал/ц	4.40	3.09	5.77	4.41	2.22	0.69	0.58	0.39	2.33	0.95	0.39	0.08	0.33	0.32	1.00
Ачааллын хувь (%)	44.9	96.5	36.1	76.1	88.8	27.8	64.4	15.8	30.7	75.2	97.8	16.4	32.5	64.4	33.3

Дулаан дамжуулах 2, 4, 6, 10, 11-р төвүүдийн холбогдсон ачаалал 70%-аас дээш гарсан тул цаашид

Мөрөн сум нь уур амьсгалын 1 дүгээр бүсэд орших бөгөөд хамгийн хүйтэн 5 хоногийн тооцоот

температур – 36.90C байдаг. Мөрөн сумын дулаан хэрэглэгчдийн 30 орчим хувь нь 1980 оноос өмнө ашиглалтанд орсон орон сууцны хэрэглэгчид байна. Мөн аймгийн нэгдсэн эмнэлэг, ерөнхий боловсролын сургуулиудын барилга, захиргаа гэх мэтчилэн ихэнх описын барилгууд насжилт ихтэй дулаан алдагдал зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэдийн хэтэрсэн зэрэг нь дараах түүвэрчилсэн хэмжилтээс харагдаж байна.



Барилгын дулаан алдагдалыг багасгах хүчин зүйлүүд

- Гадна гадаргуугийн талбайн хэмжээ буюу барилгын хэлбэр овор багатай байх
- Өмнө зүг рүү харсан хаших бүтээцийн талбайг аль болох их байлгах
- Материалын сонголт, байгалийн гаралтай барилгын материал хэрэглэх
- Барилгад дулаан тусгаарлалт болон дулаан нөөцлөх өндөр чанартай материал, хийц бүтээц хэрэглэх
- Барилгын нарны эрчим хүчний ашиглалтыг нэмэгдүүлэх.
- Нарны идэвхгүй ба идэвхитэй систем ашиглах боломжтой байх
- Өрөөний зохион байгуулалтанд дулаан солилцоо болон агаар сэлгэлтийн онцлогийг харгалзах

- Байгалийн гэрэлтүүлгийг аль болох их урт хугацаатай байхаар тооцоолох

Барилгын хаших хийц /хана, дээвэр, цонх/-ээр дулаан алдагдал их байгаа тул нэмэлт дулаалга хийх шаардлагатай арга хэмжээнүүдийг авч хэрэгжүүлж чадвал энэ жилийн 31,6 Гкал тооцоот ачааллыг 20 хүртэлх хувиар бууруулах тооцоо хийгдэж байна. Эрчим хүчний хэмнэлт гэдэг мэргэжлийн хэдэн компанийн хийгдэх ажил төдий биш улс орон, хэрэглэгч, аймаг орон нутаг шат шатны засаг захиргаа, удирдлагууд авч хэрэгжүүлэх ажил гэдгийг ойлгуулж холбогдох сургалтыг өгч, эрх зүйн хөшүүргээр холбож өгөх зйлшгүй шаардлага байна. Мөн шинээр ашиглалтанд оруулж буй барилгуудын дулаан алдагдлыг шалгаж авдаг байх зайлшгүй хэрэгтэй байна.

## II. ДҮГНЭЛТ

1. Эх үүсвэр дээр даралтын горимыг  $P1=8.1/P2=2.6$  бата утгад тогтмол мөрдөж ажиллах. 1-р хэлхээнд  $T=115/70^{\circ}C$ , 2-р хэлхээнд  $T=95/65^{\circ}C$  утгыг гадна агаартай харьцуулсан температурын графикийн дагуу барьж ажиллах.
2. Эх үүсвэрийн суурилагдсан хүчин чадал болон холбогдсон ачааллыг харьцуулахад 88 хувийн ачаалал авч бүрэн хүчин чадлаар 3 зуух ажиллаж байна. Иймд цаашид өсөн нэмэгдэх хэрэглээг холбохгүй байх. Эх үүсвэрийн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх болон шинэ эх үүсвэр барьж ачааллыг жигд хувиарлаж бэлтгэл тоноглолтой ажиллах нь зүйтэй.
3. ДДТ-үүд дээр тооцооны дагуу даралт температурын утгыг бариулж ажиллах.
4. ДДТ-үүдэд суурилагдсан автомат тоног төхөөрөмжүүдийг бүрэн ажиллагаанд оруулах. Ялтсан бойлерь, болон хог шүүгч зэргийг зуны засварын хугацаанд бүрэн цэвэрлэж өвөлжилтийн бэлтгэл ажлыг хангасан байх.
5. ДДТ-үүдийн хянах хэмжих хэрэгсэлүүдийн баталгаажилтийн хугацааг анхаарч хугацаа дууссан тохиолдолд баталгаажуулах арга хэмжээг авч ажиллах.
6. ДДТ7-ийн салаатай худагт ДХ120 цэгийн буцах шугамд тойруу хаалт суурилуулж ДДТ11 дээр 10м-ээс дээш даралтын зөрүүтэй байхаар тохируулга хийж ажиллах. Ингэснээр Насос станцыг ажиллуулахгүй төгсгөлийн цэгт даралтын утгыг мөрдөж ажилласанаар цахилгаан болон бусад зардлуудад хэмнэлт гарна.
7. Дулаан дамжуулах 2, 4, 5, 10, 11-р төвүүдийн холбогдсон ачаалал 70%-аас дээш гарсан тул цаашид шинээр хэрэглэгч холбохгүй байх. Шинэ хэрэглэгч холбох тохиолдолд халаалтын цогц төхөөрөмжийн хүчин чадлын нэмэгдүүлэх техник зохион байгуулалтын арга хэмжээг авсаны дараа дулааны эрчим хүчээр хангах.

8. 1-р хэлхээ болон 2-р хэлхээний хариуцсан шугам хойлоод нягтын туршилт, угаалтыг жил бүр тогтмол хийж акт бичиг баримтаар баталгаажуулах.

9. Томоохон салаа болон өндөр ачаалалтай хэрэглэгчдийн салаа шугамд тойруу хаалт суурилуулж тохируулга хийж байх.

10. Жигд бус халдаг барилгын дотор халаалтын системд гидравлик тохиргоо хийх., төгсгөлийн хэрэглэгч болон онцлог цэгүүдийн узельд хянах хэмжих хэрэгсэл суурилуулж өгөх.

11. Дулааны шугам сүлжээнд холбогдсон хэрэглэгчдэд халаалт залгахаас өмнө халаалт авах техникийн шаардлага хангасан эсэхийг шалгаж бэлтгэлийг хангуулсны дараа дулаан авах гэрээ байгуулдаг байх.

12. Хэрэглэгчид дээрх усны алдагдлыг тогтмол хянаж, нэмэлт усны зарцуулалтыг багасгах арга хэмжээ авах.

13. Хэрэглэгчдийн узель, ерөнхий оруулгууд дээр даралт, температурын хянах, хэмжих хэрэгсэлтэй болгох, хэрэглэгчдийн узельд тохируулах шайба тавих.

#### НОМ ЗҮЙ

[1] Б.Намхайням. ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН СИСТЕМ-2015

[2] Соколов Е.Я. Тефлофикация и тепловые сети.-М.Энергия, 1982.-376с.

Хөвсгөл Дулааны Станц ТӨХК ерөнхий инженер Ш.Нямханд

Хөвсгөл Дулааны Станц ТӨХК Горим тооцооны инженер М.Алтаншагай

# ОРОН НУТГИЙН ТӨВҮҮДИЙН ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ШИНЭЧЛЭЛИЙН АСУУДАЛД

Б.Намхайням<sup>1</sup>, О.Пүрэвжал<sup>2</sup>, Ё.Энхтуяа<sup>3</sup>, Г.Мягмаржав<sup>4</sup>

Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний сургууль, Дулааны инженерийн салбар

<sup>1</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, Эрчим Хүчний Яам

<sup>2</sup> Монгол улс, Улаанбаатар, Сэргээгдэх Эрчим Хүчний Үндэсний Төв

[Namkhai0311@yahoo.com](mailto:Namkhai0311@yahoo.com), [Purevjal57@gmail.com](mailto:Purevjal57@gmail.com)

**Хураангуй—Орон нутгийн дулаан хангамжийн горим, үр ашгийг дээшлүүлэх зарим санал зөвлөмж, шийдвэрлэх асуудлуудыг товч хөндсөн болно.**

*Түлхүүр үг—Дулааны сүлжээ, ус халаах зуух, дулааны дэд станц, хэрэглэгч.)*

Манай улсын нутаг дэвсгэр дээр Улаанбаатар, Дархан, Эрдэнэт, Чойбалсан хот, тус бүр нь 25000-40000 хүн амтай 18 аймгийн төв, 1000-1500 хүн амтай 335 сумын төв, нэлээд олон тооны хил, гаалийн сууринууд оршиж байгаа ба тэр бүхэн том бага хэмжээний дулаан хангамжийн системтэй.

1960 оны эхээр аймгуудын төвүүдэд сургууль, эмнэлэг, цэцэрлэг зэрэг байгууллагуудын дэргэд анх удаа ус халаах зуухнууд барьж эхэлсэн. Энэхүү үйл ажиллагаа үргэлжилж улс даяар тархсан сангийн аж ахуйнууд, сумын төвүүд, мөн хилийн заставууд ус халаах зуухаар халах болов. Аймгийн төв бүрд сургуулийн зуух, эмнэлгийн зуух гэх мэт нэршилтэй зуухны газрууд ажиллаж ойролцоох барилгуудаа дулаанаар хангадаг. Зуухны газруудын ашиглалтыг эзэмшигч байгууллага (Сургууль, эмнэлэг) нь хариуцдаг байв. Ажиллагсад нь гол төлөв гэрээгээр улирлын чанартай ажилладаг байсан.

1980 оны дундуур Өлгий, Ховд, Улаангом, Улиастай, Сайншанд, Зуунмод хотод ЗХУ-ын тусламжаар КЕ болон ДКВР маягийн уурын зуухтай дулааны станц бүхий төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем байгуулсан.

Социалист нийгмийн үед аймгуудад барилгын материалын, малын арьс шир, ноос боловсруулах, мөн хүнсний чиглэлийн үйлдвэрүүд барьж бүс нутгийн хэрэгцээг хангах зорилго дэвшүүлж тэдгээрийг технологийн уураар хангахын тулд Дулааны станцуудад уур гаргах зуухнууд суурилуулсан байв. Мөн Сэлэнгэ аймгийн Зүүнхараа, Хэнтий аймгийн Бэрх тосгон, Бор-өндөр, Хажуу-Улаан зэрэг суурин газрууд, Улаанбаатар хотын Налайх, Багануур дүүрэгт энэ төрлийн дулаан хангамжийн систем ажиллаж байгаа.

Тэдгээр ДС-ууд тухайн үедээ технологийн шаардлагыг хангасан ус боловсруулах тоноглол, хяналт-удирдлагын систем, утаа цэвэрлэх төхөөрөмж зэрэг байгууламжтай байсан. Боловсон хүчин, инженер техникийн ажилтны хангамж сайн байсан учраас хэвийн ажиллаж байв.

1990 оны эхээр бүх аймгийн төвүүдэд өмнө ажиллаж байсан үйлдвэрийн газрууд ажиллахгүй болж технологийн уурын хэрэгцээ хумигдаж улмаар КЕ болон ДКВР зуухнуудын хийцийг өөрчилж ус халаах зориулалттай болгов. Тэр үеэс тэдгээр зуухнууд хүчин чадлаа бүрэн гаргаж чадахаа больсон.

ДС баригдаагүй нэлээд олон аймаг үлдсэн ба тэдгээрт 1960 оны үед анх нэвтэрч байсан нүүрс их хэрэглэдэг, агаар орчныг их бохирдуулдаг хуучин цагийн зуухнууд, тухайлбал БЗИУ-100, ДТХ, НРЖ-60 маягийн зуухнууд өнөөдөр ч ажилласаар байна. Нэг аймгийн төвд дунджаар 8-12, Улаанбаатар, Дархан, Эрдэнэт ба Чойбалсан хотуудын гэр хороололд мөн цөөн биш тооны зуухны газрууд үйл ажиллагаа явуулж байна. Нэг зуухны газар дунджаар 1.0-1.5 МВт чадалтай, жилд 1000-1500 тонн нүүрс хэрэглэдэг. Нүүрсээ алс холоос автомашинаар тээвэрлэн авдаг.

Дулаан хангамжийн төвлөрсөн системтэй болон төвлөрсөн системгүй аймгийн төвүүдэд ажиллаж буй дунд ба бага чадлын зуухнууд үр ашгийн үзүүлэлт, байгаль орчинд үзүүлж нөлөөлөл, найдваржилтын төвшин нь өнөөгийн шаардлагыг хангахгүй, ихээхэн хоцрогдсон байдалтай байгаа. Тухайлбал тэдгээр зуухны АҮК, дунджаар 40-45 хувь. Дулааны сүлжээгээр нэг Гкал дулаан түгээхийн тулд 650 кг нүүрс шатааж байгаа. Энэхүү үзүүлэлт нь орчин үеийн өндөр үр ашигтай зуухтай харьцуулахад 2..2.5 дахин их байна. Тэр хэмжээгээр дулааны зардал өснө, агаарт хаях утаа нэмэгдэж байгаа.

Аймаг бүрийн дулаан хангамжийн системүүд бүхэлдээ хэвийн ажиллаж чадахгүй болсон, дулааны сүлжээ, шугам хоолой хуучирсан, зэвэрсэн, дулаалгагүй болсон, дулаан хэрэглэгч байгууллагуудын дулааны зангилгаа, оруулгууд хэт хуучирсан, хянах хэмжүүр автоматжуулалт байхгүй зэрэг тоолж баршгүй олон олон бэрхшээл дутагдал байна. Энэ нь нэгэнд их нүүрс шатаан байж гаргасан

дулаанаа хэрэглэгчдэд бүрэн дүүрэн хүргэж чадахгүй улмаар хэрэглэгчдийг хохироох шалтгаан болж байна.

Аймгийн төвүүдэд одоо хүртэл халаалтад хэрэглэсэн дулааны эрчим хүчний үнийг тоолуур ашиглан тооцдоггүй, нийгэм ахуй, үйлдвэрийн барилгын хувьд эзлэхүүнийг, орон сууцны хувьд сууцны талбайг үндэслэн тогтмолоор тооцдог. Нийгэм ахуйн барилгын нэг метр.куб эзлэхүүнд ногдох сарын үнэ 1100-1700 төг/м<sup>3</sup>, орон сууцны нэг метр.квадрат талбайд 450 төг/м<sup>2</sup>.

Дулааны тоолуур нэвтрээгүй байгаа нь хэрэглэгчдийн дулааны эрчим хүч хэмнэх сонирхлыг өдөөхгүй байгаагаас гадна хэрэглэгч эрчим хүчний зардлаа бууруулах боломжийг хааж байна.

#### I. АЙМГИЙН ТӨВҮҮДИЙН АГААРЫН БОХИРДОЛ

Аймгийн төвүүдийн агаарын бохирдол Улаанбаатар хотоос дутахааргүй их байна. Энэ нь манай улсын хувьд орон нутгийн төв суурин газруудын дулаан хангамжийг орчин үеийн шаардлагад нийцүүлэн шинэчлэх асуудлыг нэн яаралтай авч үзэж шийдвэрлэх шаардлагатайг харуулж байна.

Аймгийн төвүүдэд өвлийн улиралд агаар бохирдуулдаг хоёр гол эх үүсвэр байгаа. Нэгд, гэр хорооллын айл өрхүүдийн зуухнууд.



Аймгийн төвүүдэд (Дархан, Эрдэнэт, Чойбалсан орохгүй) 2019 оны байдлаар нийт 438.5 мянган хүн суурин амьдарч байгаа өвлийн улиралд дунджаар 18 хувь нэмэгдэж 520.0 мянга болдог.

Өвлийн улиралд, аймгийн төвийн ойролцоо сумдын сургуулийн зарим хүүхэд төвд сурдаг, түүнээс шалтгаалж Увс, Ховд, Баянхонгор, Өвөрхангай аймгийн төвийн хүн 40.0 мянга, Хөвсгөл аймгийн төв 50.0 мянга, Сэлэнгэ 45.0 мянга болдог. Аймгийн төвүүдийн хувьд нийт айл өрхийн, дунджаар 17 хувь нийтийн орон сууцанд, 70 орчим хувь гэрт, 12 хувь амины байшинд амьдардаг. Тэгвэл нэг аймгийн төвд өвлийн улиралд 7000-8000 орчим айл нүүрс, мод түлдэг гэр болон амины сууцанд амьдарч байна. Гэр

хорооллын айлуудын нүүрсний жилийн хэрэглээ 27000-30000 тонн байхаар байна. Тэдгээрээс гадна гэр хороололд цөөнгүй тооны нам даралтын зуухнууд ажиллаж байгаа.

*Хоёрт*, дулаан хангамжийн төвлөрсөн системтэй аймгийн төвүүдийн хувьд олон жил ашиглагдсан, өнөөгийн технологийн шаардлагыг хангахгүй болсон дулааны станц, төвлөрсөн системгүй аймгийн төвүүдийн хувьд халаалтын олон зуухнууд байна.

Халаалтын зуухнууд утааны яндан ба усны насосоос өөр тоног төхөөрөмжгүй, өөрөөр хэлбэл утааны шүүлтүүр, ус боловсруулах төхөөрөмжгүй гэсэн үг. Бүх зуухнууд гар ажиллагаатай. Нүүрс бүрэн шатахгүй, агаарт их хэмжээний хорт хий ба тортог хаягддаг.

*Орон нутгийн төв суурин газруудын дулаан хангамжийн байдал нэн хүнд байдалд орсон гол шалтгааныг дурдвал,*

a. 1990 он хүртэл хугацаанд аймгийн төвүүдийн дулаан хангамжийн төвлөрсөн систем Түлш, Эрчим хүчний яаманд, сумын төвүүдийн дулаан хангамжийн асуудал Нийтийн аж ахуй, үйлчилгээний яамны харьяанд байсныг өөрчилж орон нутгийн засаг захиргааны мэдэлд шилжүүлсэн явдал. Орон нутгийн засаг захиргаа тэр үеэс 2010-аад хүртэл хугацаанд дулаан хангамжаа хөгжүүлэх, сайжруулах талаар бодитой үр дүнтэй ажиллаагүй, урсгалаар нь орхисон. Түүнээс болж дулаан хангамжийн байдал хүнд байдалд орсон.

b. Хот суурин газрын “зүрх судас” дулаан хангамжийн системийг ирээдүйн хор холбогдол, эрсдэлийг тооцохгүйгээр оновчтой бус байдлаар хувьчилсан явдал.

Гол төлөв мэргэжлийн бус, мэдээлэлд ойрхон хүмүүс дулааны станц болон халаалтын зуухны газруудыг хувьчилж авсан, нэлээд нь ажиллуулж чадалгүй шугам хоолой, зуухыг нь Хятад улсад хаягдал төмөр байдлаар зарж устгасан. Гэхдээ хувьчлалыг бүхэлд нь буруутгаж болохгүй, одоо энэ урт хугацааны явцад аймгийн болон сумын төвүүдийн дулаан хангамжийн асуудлыг ямар ч гэсэн нуруун дээрээ үүрээд явах, мэргэшсэн компаниуд олон бий болж чадсан. Тэдэнд санхүүгийн дэмжлэг хэрэгтэй байна.

*2010 оны эхэн үеэс, Төр засаг орон нутгийн дулаан хангамжийн асуудалд анхаарал хандуулж зарим аймгийн төвд төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем байгуулах, ажиллаж буй системүүдийн найдвартай ажиллагааг сайжруулахад чиглэсэн төсөл хөтөлбөрийг хэрэгжүүлж эхэлсэн.*

Тухайлбал, Японы Ядуурлыг бууруулах сан, АХБ-ны буцалтгүй тусламж 2 сая ам.доллар, МУ-ын ЗГ-ын 270 мянган ам.долларын хөрөнгө оруулалтаар “Орон нутгийн дулаан хангамжийг сайжруулах” төслөөр Төв аймгийн Аргалант сум, Хөвсгөл аймгийн Цэцэрлэг сум, Дорноговь аймгийн Айраг сум, Булган аймгийн Могод суманд тус бүрд нь 0.5 МВт чадалтай 2 зуух суурилуулж дулааны зарим муудсан шугам болон насосуудыг нь сольсон.

2011 онд Хөвсгөлийн Мөрөн, Булганы Булган, Сүхбаатарын Баруун-уртад дулааны станц бүхий төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем байгуулагдсан, мөн Ховд ба Улаангомд хуучин дулааны станцтай зэрэгцэн ажиллах нэг нэг дулааны шинэ станц ашиглалтад оруулсан.

Архангай, Баянхонгор, Говь-Алтай, Говьсүмбэр, Дундговь, Завхан, Өвөрхангай, Сүхбаатар, Төв, Хэнтий аймгийн төвүүдэд төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем байгуулахад шаардлагатай хөрөнгө оруулалтын асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд уйгагүй ажиллаж байж 2018 онд БНСУ-ын Засгийн газрын хөнгөлөлттэй зээлээр хэрэгжүүлэхээр хоёр улсын засгийн газар тохиролцож гэрээ байгуулсан. Энэхүү төслийн гол зорилго аймгийн төв бүрд байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө багатай, орчин үеийн дэвшилтэд технологийн дулааны станц, дулааны сүлжээ, дулааны дэд станцууд барих улмаар

хэрэглэгчдийг дулааны эрчим хүчээр найдвартай хангах, агаар орчны бохирдол эрс багасгах нөхцөлийг бий болгох явдал. Одоо энэ төсөл хэрэгжиж байгаа. Хөрөнгө оруулалтын зардал 148.0 сая америк доллар (2020 оны ханшаар, 422 тэрбум төг) гэх мэт орон нутгийн дулаан хангамжийг сайжруулах чиглэлээр олон ажлууд хэрэгжүүлсэн, мөн хэрэгжиж эхлээд байна.

Дулаан хангамжийн системийн аль хэсгийг төр засаг, аль хэсгийг хувийн компаниуд эзэмших нарийн заагийг тогтоож мөрдөөгүй явдлаас болж дулаан хангамжийн системийн зарим хэсэг эзэнгүйдэж засвар үйлчилгээгүй хаягдах, эсвэл эзэмшиж буй компани аж ахуйн нэгж хэт монопол эрх эдэлж хэрэглэгчдийг сонголтгүй байдалд оруулдаг. Зарим газар дулааны станц ба сүлжээг хамтад нь, нөгөө газар нь ДС-ийг хувийн компани, дулааны сүлжээг орон нутгийн төрийн өмчийн газар, бас нэг газар нь ДС ба дулааны сүлжээг бүхэлд нь орон нутгийн төрийн өмчийн газар гэх мэт нэлээд олон янзын хувилбараар эзэмшиж ашиглалт үйлчилгээ явуулж байна. Өнөөгийн практикаас харахад дулааны үүсгүүр-зуухны газрыг хариуцдаг компаниудын нэлээд нь зуухны газраа шинэчлэн сайжруулах, агаар орчны бохирдлыг бууруулах талаар ажиллах хүсэл бага, нэмэлт хөрөнгө зарахгүй хуучин янзаараа байх бодолтой байдаг.

№	Аймгийн төв	Өмчлөгч	Тайлбар
1	Цэцэрлэг	100% хувийн	Халаалтын зуухнууд
2	Өлгий	100% хувийн	ДХТС
3	Баянхонгор	100% хувийн	Халаалтын зуухнууд
4	Булган	100% хувийн	Yes district heating system
5	Алтай	100% хувийн	Халаалтын зуухнууд
6	Чойр	Орон нутгийн төрийн	Халаалтын зуухнууд
8	Сайншанд	Орон нутгийн төрийн	ДХТС
10	Мандал говь	Зарим хэсэг нь хувийн	Халаалтын зуухнууд
11	Улиастай	100% хувийн	Халаалтын зуухнууд
13	Арвайхээр	Зарим хэсэг нь хувийн	Халаалтын зуухнууд
14	Даланзадгад	100% төрийн	ДХТС
15	Баруун урт	ДС-100% төрийн; Дулааны сүлжээ Орон нутгийн төрийн	Yes district heating system
16	Сүхбаатар	Орон нутгийн төрийн	ДХТС
17	Зуунмод	Орон нутгийн төрийн	Халаалтын зуухнууд
18	Улаангом 2 ДС	100% төрийн 100% хувийн	ДХТС
19	Ховд 2 ДС	100% төрийн 100% хувийн	ДХТС
20	Мөрөн	-100% төрийн	ДХТС
21	Чингэс	100% хувийн	Халаалтын зуухнууд

**Аймгийн төвүүдийн дулаан хангамжийг байгаль орчинд ээлтэй, орчин үеийн технологи бүхий болгож шинэчлэхийн тулд дараах удирдлага зохион байгуулалтын арга хэмжээ авах**

1. Дулаан хангамжийн тухай хуультай болох, эрчим хүчний чиглэлээр олон хууль, хөтөлбөр гарсан ч орон нутгийн төв суурин газрын дулаан хангамжийг шинэчлэх замаар байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийг бууруулах, үр ашгийг нь дээшлүүлэх талаар тодорхой заалт

байхгүй байна. Хуульд дулааны үүсгүүрийн угаан дахь хорт хийнүүд ба хөө торгтийн зөвшөөрөгдөх дээд хязгаарын утгыг тогтоож, төрөөс тавих хянах систем, үүрэг хариуцлагыг нарийвчлан тусгаж оруулах;

2. Дулаан хангамжийн системийн удирдлагын бизнес загвар боловсруулах, хэрэгжүүлэх.
3. Дулаан хангамжийн чиглэлээр мөрдөж буй стандартуудыг нарийн чанд мөрддөг болгох, дулаан хангамжийн зуухнуудын агаар орчны

бохирдлын стандартыг шинээр боловсруулах, төр засаг дулааны хангагч этгээдтэй байгуулах гэрээндээ агаарт хаях утаан дахь хорт хий бүрийн агуулга болон РМ-ын зөвшөөрөгдөх дээд хязгаарын утгыг зааж оруулдаг болох;

4. Аймгийн төвүүдийн ерөнхий төлөвлөгөөтэй уялдуулан дулаан хангамжийн системийн хэтийн төлөвийн хөгжлийн схем, төсөл боловсруулж хэрэгжүүлэх;
5. Сум, тосгон суурин газруудын дулаан хангамжийн системийг шинэчлэх хөтөлбөр, боловсруулж хэрэгжүүлэх
6. Дулаан хангамжийг сайжруулах, шинэчлэх чиглэлийн төслийн гүйцэтгэлд тавих хяналт ба хүлээх хариуцлагын тогтолцоо бий болгох

## II. ДУЛААН ХАНГАМЖИЙН ТӨВЛӨРСӨН СИСТЕМИЙН ТЕХНИКИЙН ШИНЭЧЛЭЛИЙН ЗОРИЛГО, АГУУЛГА

*Гол зорилго.* Нэг дүүрэг, хэсэгт ойролцоо байрлалтай дулаан хэрэглэгч байгууллага, орон сууцуудыг нэг үүсгүүрээс агаар орчныг бохирдуулахгүй, хямд үнэтэй дулааны эрчим хүчээр тасралтгүй тогтмол хангах.

Энэхүү зорилгыг хангахын тулд дулаан хангамжийн төвлөрсөн систем дараах техникийн шийдэлтэй байх

### *Дулааны станцын хувьд*

- Манай улсын хувьд өнөө үед нүүрс гол эх үүсвэр байх учраас тухайн орон нутгийн нүүрсний шинж чанартай уялдуулан нүүрс шатаах ялангуяа агаар орчинд ээлтэй, тухайлбал эргэх хуурмаг буцлах давхаргын технологи бүхий зуух ашиглах;
- Зуухнаас гарах утааны найрлага дахь үнс тоос ялгах уутан шүүлтүүр ашиглах,
- Яндангаар гарах утааны найрлага дахь хорт хийнүүд NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO-ын агуулгыг тасралтгүй хэмжих хэрэгслүүд ашиглах, тэдгээр хэмжилтийн өгөгдлүүдийг үндэслэн тухайн ДС стандартын шаардлагыг хангасан эсэхийг тогтоох, зөрчсөн тохиолдолд хариуцлага тооцох;
- Найдвартай тогтмол ажиллах сүлжээний ус боловсруулах төхөөрөмж ашиглах. Энэ хэсэгт анхаарал дутуу хандуулснаас болж асар их хөрөнгө оруулалтаар боссон зуухнууд болон дулааны сүлжээ зэвэрч төлөвлөсөн хугацаанаас өмнө ажиллах боломжгүй болдог. Мөн хэрэглэгчийн шугам хоолой, халаах хэрэгслийг гэмтээж тэдэнд эдийн засгийн хохирол учруулна
- Зуух болон түүний туслах тоноглолын ажиллагааг компьютерын удирдлагатай болгох;
- Дулааны станцаас түгээх дулааны эрчим хүчний чанар тоо хэмжээг тасралтгүй хэмжих багаж хэрэгсэлтэй байх. Одоо ажиллаж буй станцуудад энэ заалт хангалтгүй байгаа, энэ нь дулааны эрчим хүчний үйлдвэрлэл ба

түгээлтийн үр ашгийг дээшлүүлэхэд сөргөөр нөлөөлж байгаа;

- Зууханд үүсэх үнсийг ашиглах технологи, хэрэглэгчийг сонгох
- Нүүрсийг агаар орчинд дэгдээхгүй нөөцлөх байгууламж сонгох

### *Дулааны сүлжээний хувьд*

- Дулааны шугам байрлуулах сувгуудыг бороо болон хөрсний ус орохгүй байхаар стандартын дагуу байрлуулах, мөн налуу байх шаардлагыг хангах
- Дулааны шугамуудыг стандартын шаардлагад нийцүүлэн дулаалах
- Дулаан сүлжээг стандартын дагуу хаалт, компенсатор, тулгуур гэх мэт шаардлагатай эд ангиудын хамт угсарч байгуулах
- Дулааны сүлжээнд бэлэн тусгаарлагчтай шугамыг суваггүй усардаг технологийг нэвтрүүлэх

### *Дулааны дэд станц, хэрэглэгчийн зангилаанд*

Манай орны ихэнх хотуудын дулаан хангамжийн системийн технологийн онцлог нь хэрэглэгчийн халаалтын систем нь дулааны үндсэн сүлжээнээс тусгаарлагдаагүй, шууд буюу элеваторын холболттой хамааралтай схемээр ажиллаж байна.

Ийнхүү хамааралтай схемээр ажиллах нь дулааны сүлжээний ус хэрэглэгчийн халаалтын системээр эргэх тул дулааны сүлжээний гидравликийн хамрах хүрээ маш их болно. Хэрэглэгчид нь харилцан адилгүй өндөржилтийн зөрүүнд оршиж байдаг. Иймээс хамааралтай схемээр ажиллах нь эх үүсгүүрээс хэрэглэгчийн хамрах хүрээ, өндөржилтийн зөрүүг ихэсгэж горимыг хүндрүүлдэг.

*Үүнээс үндэслэн дамжуулах сүлжээг эх үүсгүүр, түгээх сүлжээнээс дулааны дэд станцад дулаан солилцуур тавих замаар гидравликийн хувьд тусгаарлах шаардлагатай.*

Дулаан түгээлтийг төвийн тохируулгын аргаар сүлжээний өгөх усны температурыг гадна агаарын температураас хамааруулан өөрчлөх зарчмаар эх үүсгүүр дээрээс хийхээс өөр нэмэлт нэгдсэн ба байрын тохируулгыг дулааны дэд станц, хэрэглэгчийн дулааны зангилаанаас хийх техникийн боломж байхгүй байна.

Одоогийн ашиглалтын практикт манай улсын Улаангом, Ховд, Өлгий, Сайншанд, Багануур, Сүхбаатар Налайх зэрэг хотуудын төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем 150/70-ын графикаар ажиллахаар тооцоологдсон байдаг. Гэтэл тэдгээр эх үүсгүүрээс холбогдсон бүх хэрэглэгчид нь элеваторын буюу насосын холигчийн зангилаа байхгүй шууд холбогдсон учраас ямар ч нөхцөлд 95/70-ын графикаар ажиллахаар болж байгаа тул одоогийн төв шугамын нэвтрүүлэх чадвар болон эх үүсгүүрийн насосын түрэлт хүрэхгүй тохируулга хийхэд ихээхэн

хүндрэлтэй болсон. Ийнхүү өндөр температурын график сонгосон нь дээр дурдсан ашиглалтын болоод техникийн хүндрэлүүдийг бий болгож тэр нь олон жил давтагдаж жил бүр хүндхэн өвөлжиж байна.

1. Температурын график өндөр байх нь шугамын дулааны алдагдлыг ихэсгэдэг ба сүүлийн үеийн бэлэн дулаан тусгаарлагчтай дулааны шугамын дулаалгын материалын үнэ өндөр болсон.
2. Зах зээлийн системд өндөр температурын графикт ажиллах тоног төхөөрөмжийн үнэ өндөр байна.
3. Өндөр температурын графикаар ажиллах нөхцөлд бүх хэрэглэгчид элеваторын буюу насосын холигчийн зангилаатай байх шаардлага гардаг.
4. Ялангуяа бага чадлын эх үүсгүүрээс өндөр температурын график барихад ихээхэн төвөгтэй. Энэ нь автоматчилагдаагүй дулаан хангамжийн системийн хувьд сүлжээний тохируулга алдагдаж сүлжээний усны зарцуулалт ихсэхэд эх үүсгүүрээс температурыг барихад хүндрэл учирдаг.
5. Мөн сүлжээний усны зарцуулалт тооцоот хэмжээнээсээ ихсэхэд сүлжээний нэвтрүүлэх чадвар хүрэхгүй болж гидравлик горимын хүндрэлд амархан орно.

Дээрх үндэслэлүүдийг харгалзан одоогийн ажиллаж байгаа аймаг, хотуудын төвийн төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн хамгийн оновчтой температурын графикаар сонгон сүлжээний гидравлик тооцооны үндсэн дээр шугамын нэвтрүүлэх чадварт бодитой үнэлгээ өгч хэрэглэгчийг үндсэн сүлжээнээс тусгаарлах, дулааны сүлжээнд холбогдсон дулааны дэд станц, хэрэглэгчийн тоноглолыг автоматжуулах, дулаан түгээлтийн тохируулгын аргыг өөрчлөх асуудлыг цогцоор нь шийдвэрлэх асуудал тулгарч байна.

Ашиглагдаж байгаа дулаан хангамжийн системийг сайжруулж дулааны дэд станцтай болгохоор төсөл хэрэгжүүлэх нөхцөлд шугамын нэвтрүүлэх чадварыг тооцож шугам өргөтгөх асуудалтай хамтад нь шийдвэрлэж байх учиртай.

Дурдсан асуудлуудыг шийдвэрлэхгүйгээр төвлөрсөн дулаан хангамжийн систем бүхий хотууд хэрэглэгчдийг дулаанаар жигд найдвартай, хэмнэлттэй хангах бололцоог бүрдүүлэх аргагүй бөгөөд одоогийн ихээхэн бэрхшээлтэй өвөлжиж байгаа горим, технологийн хүндрэлээс гарах боломжгүй.

Энэхүү тулгамдсан асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд орон нутгийн дулаан хангамжийн системд өөрчлөлт, шинэчлэлт хийж төслийн техник эдийн засгийн үндэслэлийг боловсруулж технологийн өөрчлөлт, хийх ажлыг эхлүүлэх хэрэгтэй байгаа юм.

Аймгийн төвүүдийн дулаан хангамжийн системд дараах багц асуудлуудыг судалж шийдвэрлэх асуудал тулгарч байгаа болно. Үүнд:

- Дулааны дэд станц дээр халаалтын дулаан солилцуур тавьж халаалтын ачааллыг

тохируулах системээр тоноглох, дулаан солилцуурыг шинэчлэх

- Хэрэглэгчийн дулааны тоноглолд өөрчлөлт шинэчлэлт хийж халаалтын ачааллыг тохируулах системтэй болгох.
- Температурын графикаар оновчтой хувилбарыг тооцоо судалгаатайгаар сонгох.
- Төв болон салбар шугам сүлжээний нэвтрүүлэх чадварт үнэлгээ хийж нэвтрүүлэх чадварыг нэмэгдүүлэх.
- Орон сууц, нийгэм ахуйн бүхий л барилгуудад балансжуулах хаалт суурилуулах, хэрэглэгчийн оруулгын хаалт арматурыг шинэчлэх.
- Хэрэглэгчийг тоолууржуулах.
- Дулааны дэд станц ба хэрэглэгчийн дулааны зангилааг хэрэгцээний халуун усны температурыг тохируулах хэрэгслээр тоноглох.
- Эх үүсгүүр дээр сүлжээний нейтраль цэгийн даралтыг тохируулах.
- Станцын дотор халаалтын системийг сүлжээнээс тусгаарлаж хамааралгүй схемд шилжүүлэх.
- Статик даралт барих системийг сайжруулах.
- Ус боловсруулах үйл ажиллагааг сайжруулах.

Ийнхүү хотуудын дулаан хангамжийн үр ашгийг нэмэгдүүлэх, орчин үеийн техник технологийг үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх, томоохон төслийг хэрэгжүүлснээр дулаан түгээлтийн тохируулгын аргыг өөрчлөх техникийн боломж бүрдэнэ.

Ингэж дулаан хангамжийн системд шинэ техник технологи нэвтрүүлснээр горим ажиллагаанд ихээхэн дэвшил гаргах бөгөөд дулаан хангамжийн тогтмол зарцуулалттай системээс хувьсах зарцуулалттай системд шилжиж, дулаан түгээлтийн чанарын тохируулгаас тоон тохируулгад шилжиж, зах зээлийн эрэлт хэрэгцээнд нийцсэн чанартай дулааны эрчим хүчээр хангах, дулааны эрчим хүчийг зүй зохистой хэрэглэх үндсэн нөхцөлийг бүрдүүлнэ.

### *Гэр хорооллын бүсэд*

Айлууд, аж ахуйн нэгжүүдийн дулаан хангамжийг тэр орчинд нь бие даасан байдлаар хэсэг, бүлгээр нь ангилж сэргээгдэх эрчим хүчний дараах эх үүсгүүрийн аль нь эдийн засгийн хувьд ашигтайг нь сонгож ашиглах:

- Газрын гүний дулааны насос;
- Агаарын дулааны насос;
- Дулааны хуримтлуур бүхий цахилгаан бойлер;
- Хийн зуух

Эдгээр эх үүсвэрийг ашиглах талаар манай улсад гадаадын ба дотоодын хөрөнгө оруулалтаар цөөнгүй тооны төсөл хэрэгжиж тодорхой туршлага хуримтлагдаж байгаа.

Дулаан хангамжийн систем дулааны ачааллын тоо ба тоо-чанарын тохируулгын горимд шилжихэд ихээхэн үр дүн өгөх давуу талтайгаас гадна одоогийн



ашиглалтын нөхцөлд учирч байгаа горим, технологийн олон хүндрэл, доголдоос гарахад томоохон алхам болно гэж үзэж байна.

### Ш. ДҮГНЭЛТ

Дурдсан тулгамдсан асуудлууд, техникийн хоцрогдол, горим технологийн хүндрэлээс гарах

арга замыг шийдвэрлэхийн тулд орон нутгийн дулаан хангамжийн системд өөрчлөлт, шинэчлэлт хийх төслийн техник эдийн засгийн үндэслэлийг тооцоо судалгаатайгаар боловсруулж технологийн өөрчлөлт, хийх ажлыг эхлүүлэх хэрэгтэй байгаа юм.