

ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ  
ФИЗИК, ТЕХНОЛОГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

**“Сэргээгдэх эрчим хүчний техник, технологийн судалгаа”**  
суурь судалгааны төслийн тайлан

УЛААНБААТАР ХОТ

2020 ОН

Төслийн карт

Төслийн гэрээний дугаар: ШуСс № 2018/69

Төслийн нэр: “Сэргээгдэх эрчим хүчний техник, технологийн судалгаа”

Захиалагч: Боловсрол, Соёл, Шинжлэх ухаан, Спортын яам

Гүйцэтгэгч: Шинжлэх ухааны академи, Физик, технологийн хүрээлэн

Хэрэгжүүлэх хугацаа: 2018-2020

Батлагдсан санхүүжилт : 49500.0 мянган төгрөг

Гүйцэтгэгч байгууллага:

- Нэр: Физик, технологийн хүрээлэн
- Регистрийн дугаар : 9095578
- Хаяг: Улаанбаатар 13330, Баянзүрх дүүрэг, Энхтайваны өргөн чөлөө 54Б
- Вэб хуудас: И-мэйл хаяг: [www.ipt.ac.mn](http://www.ipt.ac.mn), [info@ipt.ac.mn](mailto:info@ipt.ac.mn)

Төслийн удирдагч:

- Нэр: Т.Галбаатар /Академич/
- Холбоо барих утасны дугаар:
  - o Гар утас: 99001993
- И-мэйл хаяг: tgalbaatar@mas.ac.mn

Төслийн үндсэн гүйцэтгэгчид:

Сайнбилэг БАЯННАСАН, Физикч, ЭШТА, Доктор (Ph.D)

Намжил ЭНЭБИШ, Физикч, Доктор (Ph.D)

Баярсайхан МЭНДБАЯР, Цөм-Сэргээгдэх эрчим хүчний технологи, ЭШДэА, докторант

Батсуурь МӨНГӨНЦАЦРАЛ, Сэргээгдэх эрчим хүчний инженер, ЭШДэА, докторант

Шархүү МОЛОР, Цөм - Сэргээгдэх эрчим хүчний технологи, ЭШДэА, Магистр

Батмөнх ЧИМЭДТОГТОХ, э/ш-ний туслах ажилтан

Төслийн хавсран гүйцэтгэгчид:

Баасанхүү НАРАНБАТ, электроник, ЭШДэА, докторант

Батзориг ЗАНДАН, электроник, ЭШДэА, докторант

Суурь судалгааны үр дүнгийн даалгавар

Төслийн үр дүнгийн даалгавар				
№	Төслөөр бий болох үр дүн	Үр дүнгийн үзүүлэлт	Төлөвлөсөн тоо хэмжээ	Гүйцэтгэл
1	Нарны коллектор болон дулааны насос ашиглан орон сууцыг халаах туршилтыг явуулах, дулаан хуримтлуулах төхөөрөмжүүдийн туршилт, судалгаа явуулна.	ЭШӨ	2	6 (300%)
2	Нарны эрчим хүчийг хуримтлуулах системийн электрон удирдлагын загварыг гаргаж, зохион бүтээж туршина.	Электрон удирдлагын загвар зохион бүтээнэ	1	1 (100%)
3	Хуримтлуулсан энергийг хувьсах гүйдлийн цахилгаан эрчим хүч болгож, хэрэглэгчдэд (бага чадлын) нийлүүлэх болон төвлөрсөн эрчим хүчний сүлжээ рүү нийлүүлэх системийн электрон удирдлагын загварыг гаргаж, зохион бүтээж турших.	Инвертэрийн удирдлагын загвар	1	1 (100%)
4	Нарны цацрагийн төрлүүдийг ялган, дэлхийн гадаргуу дээр ирж буй энергийн хэмжээг бүртгэх хэмжилтийн нэгжийг зохион бүтээнэ.	Нарны нийлбэр цацраг бүртгэх хэмжилтийн нэгж зохион бүтээх	1	1 (100%)
5	Дулааны урсгал хэмжигчийн тусламжтайгаар барилгын материал, хийцүүдийн дулаан дамжууллыг хэмжих.	Барилгын үндсэн хийцийн дулаан дэмжуулалт тодорхойлох	1	1 (100%)
6	Сэргээгдэх эрчим хүчний нөөцийн үнэлгээ хийх.	Монгол улсын нэгдсэн сүлжээнд хэрэглэж болох сэргээгдэх эрчим хүчний хэмжээг тооцох	1	1 (100%)

Суурь судалгааны төслийн санхүүжилт

“Сэргээгдэх эрчим хүчний техник, технологийн судалгаа” суурь судалгааны төслийн санхүүжилтийн задаргаа						
Огноо	Батлагдсан санхүүжилт (мян.төг)	Гүйцэтгэл (мян.төг)	Гэрээт ажилтны хөлс	Эрдэм шинжилгээний зардал	Томилолт	Хяналтын зардал /1%/
2018	6,500.0	<b>6,500.0</b>	1,650.0	3,135.0	1,650.0	65.0
2019	32,500.0	<b>32,500.0</b>	2,625.0	29,550	-	325.0
2020	10,500.0	<b>10,500</b>	675.0	9,720.0	-	105.0
<b>Дүн</b>	<b>49,500.0</b>	<b>49,500</b>	<b>4,950</b>	<b>42,405</b>	<b>1,650</b>	<b>495.0</b>

Гарчиг

Гарчиг.....	3
Удиртгал .....	6
1. НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА .....	7
1.1. УЛААНБААТАР ХОТЫН НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ НӨӨЦИЙН ҮНЭЛГЭЭ 7	
1.1.1. Онол, арга зүй.....	7
1.1.2. Улаанбаатар хотын нарны эрчим хүчний нөөцийн үнэлгээ .....	8
1.2. БАРИЛГЫН ДЭЭВЭР ДЭЭРХ НАРНЫ ЗАЙН СИСТЕМИЙН ТООЦОО.....	9
1.2.1. Зэрэгцээ байрлах барилгуудын дээврийн талбайд нарны зайн систем .....	9
1.2.2. Амины орон сууцны дээвэр дэх бие даасан нарны зайн систем .....	10
1.2.3. Нет метртэй нарны зайн систем .....	11
1.3. СҮЛЖЭЭНД ХОЛБОГДСОН БАГА ЧАДЛЫН НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭХ ҮҮСГҮҮРИЙН ТООЦОО .....	12
1.4. НАРНЫ ЭНЕРГИЙГ ХАЛААЛТАД АШИГЛАХ ТООЦОО .....	15
1.4.1. Дулааны алдагдлын тооцоо .....	15
1.4.2. Нарны зайн үйлдвэрлэх цахилгаан энергийн тооцоо .....	17
1.4.3. Байшингийн халаалтыг нарны вакуум коллектороор хангах боломж.....	18
1.4.4. Байшингийн халаалтын нарны зай болон нарны вакуум коллектороор хангах боломж.....	19
1.4.5. Дүгнэлт.....	20
1.5. НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ТЕХНОЛОГИЙН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА 21	
1.5.1. 11 МВт-ын суурилагдсан хүчин чадалтай ус, нар, дизель станцуудын харьцуулсан тооцоо .....	22
1.5.2. 5 МВт-ын хүчин чадалтай УЦС, НЦС болон Дизель станцын харьцуулсан тооцоо	23
1.5.3. Усан цахилгаан станц болон Нарны цахилгаан станц хослон ажиллах үеийн эдийн засгийн тооцоо .....	24
1.6. НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ЭЛЕКТРОН УДИРДЛАГЫН ЗАГВАР, ТУРШИЛТ.....	25
1.6.1. Инверторын загвар, туршилтын схем .....	25
1.6.2. Нарны нийлбэр цацраг хэмжих төхөөрөмжийн схем, программын судалгаа 27	
1.6.3. Нарны эрчим хүчийг хуримтлуулах системийн электрон удирдлагын загвар Батарей менежмент систем. ....	28
1.7. ДҮГНЭЛТ .....	32

2.	НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИЙГ ДУЛААНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИНД ХУВИРГАН АШИГЛАХАД ОРОН СУУЦНЫ БАРИЛГЫН ДУЛААН ДАМЖУУЛАЛ, ДУЛААЛГЫН МАТЕРИАЛЫН ДУЛААН НЭВТРҮҮЛЭЛТИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ...	33
2.1.	ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫН ОНОЛ, АРГАЗҮЙ.....	33
2.2.	ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫГ ТООЦОХ ОНОЛЫН ХЭСЭГ: .....	33
2.2.1.	Дулаан тусгаарлагчаар дамжих дулаан дамжууллыг тооцох .....	33
2.2.2.	Конвекцийн энергийг тооцох .....	34
2.2.3.	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент $U$ , дулааны эсэргүүцэл $R$ утгыг тооцох	35
2.3.	ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫГ ТООЦОХ АРГА ЗҮЙ: .....	36
2.3.1.	Орон сууц болон амины орон сууцны барилгын хаших хийцийн дулаан нэвтрүүлэлтийг хэмжих аргазүй.....	36
2.3.2.	Барилгын материалын хувийн дулаан нэвтрүүлэлтийг тооцох аргазүй.....	38
2.4.	БАРИЛГЫН ДУЛААНЫ ХАМГААЛАЛТ- БНБД 23-02-09.....	39
2.5.	ОРОН СУУЦНЫ БАРИЛГЫН ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ХЭМЖИЛТ .....	40
2.6.	АМИНЫ СУУЦНЫ ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ХЭМЖИЛТ.....	41
2.6.1.	Палк, шавар ханатай амины орон сууц.....	42
2.6.2.	Тоосго, блокон ханатай амины орон сууц.....	45
2.6.3.	Тоосго, блокон ханатай цэцэрлэгийн барилга .....	48
2.6.4.	Канад технологиор баригдсан амины орон сууц .....	51
2.6.5.	Монгол гэр.....	54
2.6.6.	Дүнзэн ханатай амины орон сууц-1 .....	56
2.6.7.	Дүнзэн ханатай амины орон сууц -2 .....	59
2.6.8.	Шавардлагатай ханатай амины орон сууц .....	62
2.7.	АМИНЫ ОРОН СУУЦНЫ БАРИЛГЫН ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛ, ЭДИЙН ЗАСАГ, ХҮЛЭМЖИЙН ХИЙН ЯЛГАРУУЛАЛТЫН ТООЦОО .....	66
2.7.1.	Амины орон сууцны барилгын дулааны алдагдлын тархалт .....	66
2.7.2.	Эдийн засаг, хүлэмжийн хийн ялгаруулалтын тооцоо.....	70
2.8.	БАРИЛГЫН МАТЕРИАЛЫН ДУЛААНЫ АЛДАГДЛЫГ ХЭМЖСЭН ҮР ДҮН: 76	
2.9.	Дүгнэлт .....	77
3.	ЕРӨНХИЙ ДҮГНЭЛТ .....	79
4.	АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ .....	81
5.	ХАВСРАЛТ .....	83

5.1.	Хавсралт-1.....	83
5.2.	Хавсралт 2.....	84
5.3.	Хавсралт 3.....	85
5.4.	Хавсралт 4.....	123
5.5.	Хавсралт 5 .....	142

## Удиртгал

Эрчим хүчний төвлөрсөн системд холбогдоогүй айл өрх, төв суурин газрын дулаан хангамж нь өртөг зардал ихтэй, эдийн засгийн хувьд хүндрэлтэй асуудлын нэг юм. Сүүлийн жилүүдэд сэргээгдэх эрчим хүчний технологиуд эрчимтэй нэмэгдэж, үйлдвэрлэл нэмэгдэхийн хирээр түүний үр ашиг сайжирч үнэ өртөг буурсаар байна. Энэ нь төвлөрсөн шугаманд холбогдоогүй хэрэглэгчдийг эрчим хүчээр хангах, дулаан хангамжийг шийдэхэд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан эх үүсгүүрийг ашиглах боломжийг өгч байна.

Манай орон нарны эрчим хүчний арвин их нөөцтэй тул алслагдсан төв суурин газар болон төвлөрсөн шугаманд холбогдоогүй хэрэглэгчдийг дулаан, цахилгаанаар хангахад нарны эрчим хүчний төхөөрөмжүүдийг өргөн ашиглах бүрэн боломжтой. Гагцхүү эрчим хүчний алдагдлыг эрс багасган, дэвшилтэй техник, технологийн дизайн, хөгжүүлэлтийн үндсэн дээр л сэргээгдэх эрчим хүчийг эдийн засгийн үр ашигтайгаар өргөнөөр ашиглах боломжтой юм.

Улаанбаатар хотын болон аймаг, сумын төвүүдийн дулаан хангамжид нүүрсээр ажилладаг дулааны станц, уурын зуухыг ашиглаж байгаа билээ. Монгол улсын засгийн газар, Улаанбаатар хотын захиргаанаас авч хэрэгжүүлж буй агаарын бохирдлыг бууруулах ажлын хүрээнд айл өрхүүд хүйтний улиралд сайжруулсан түлш ашиглах болсон. Уг ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотын агаарын бохирдол багасаж байгаа боловч айл өрхийн амины сууцны дулаан алдагдал хэт өндөр байгаа нь түлш зарцуулалт өндөр хэвээр байх гол шалтгаан болсоор байна.

Иймд “Сэргээгдэх эрчим хүчний техник, технологийн судалгаа” суурь судалгааны ажлын хүрээнд **нэгдүгээрт** нарны энергийн үүсгүүрүүдийн хэрэглээний технологи, электроник удирдлагын туршилтыг явуулах зорилготой ажиллалаа. **Хоёрдугаарт** төслийн хүрээнд дулааны урсгал хэмжигчийн тусламжтайгаар барилгын материал, хаших хийцийн дулаан дамжууллыг хэмжих, хэмжилтийн үр дүнг нэгтгэн, өгөгдлийн сан бүрдүүлэх, **гуравдугаарт** нарны эрчим хүчийг хуримтлуулах системийн электрон удирдлагын загварыг гаргаж, зохион бүтээж турших, хуримтлуулсан энергийг хувьсах гүйдлийн цахилгаан эрчим хүч болгон шууд хэрэглэгчдэд болон төвлөрсөн эрчим хүчний сүлжээнд нийлүүлэх системийн электрон удирдлагын загварыг турших, **дөрөвдүгээрт** нарны цацрагийн төрлүүдийг ялган, дэлхийн гадаргуу дээр ирж буй энергийн хэмжээг бүртгэх хэмжилтийн нэгжийг зохион бүтээх ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн болно.

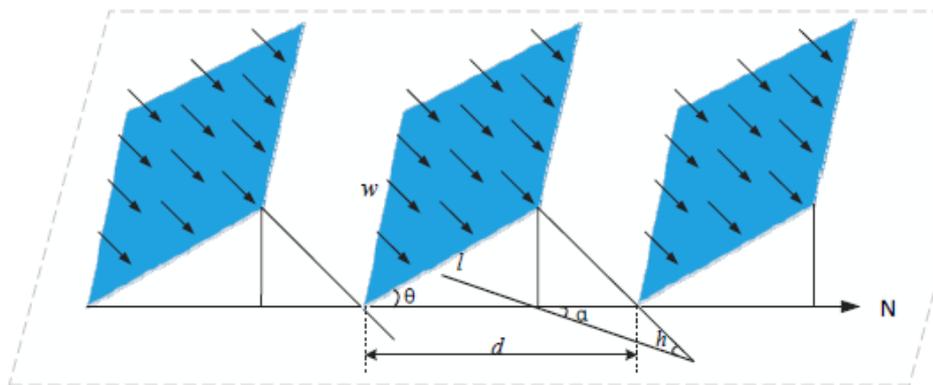
1. НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА

1.1. УЛААНБААТАР ХОТЫН НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ НӨӨЦИЙН ҮНЭЛГЭЭ

1.1.1. Онол, арга зүй

Хот суурин газрын нарны эрчим хүчний нөөцийн үнэлгээг хийхдээ сансрын зураг, бодит зураг зэргийг ашиглан барилгын дээврийн төрөл, талбай зэргийг тодорхойлон, нарны зайн байршлын тооцоо, эрчим хүч үйлдвэрлэх боломжийг тооцож, нөөцийн үнэлгээг гаргасан.

Барилгын дээвэр дээр нарны зайг сүүдэрлэхгүй байхаар байрлуулах зайг нарны зайн геометр хэмжээс, налалтын өнцөг, азимут зэрэг үзүүлэлтүүдийг ашиглан тооцно.



Зураг 1. Нарны зайг сүүдэрлэлтгүйгээр байрлуулах

Энд:  $d$ - нарны зай хоорондын зай,  $\alpha$  – азимут,  $\theta$ - налалтын өнцөг,  $l$ - нарны зайн урт,  $w$  – нарны зайн өргөн

Нарны зай хоорондын зайг тодорхойлоход:

$$d = l \cdot \cos \theta + l \cdot \sin \theta \cdot \cot h \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

Барилгын дээврийн төрөл, дээврийн талбайгаас хамааруулан нийт нарны зайн талбайг тооцно.

Хавтгай дээврийн хувьд:

$$S_a = W \cdot l = W \cdot d / (\cos \theta + \sin \theta \cdot \cot h \cdot \cos \alpha) = S_{\text{roof}} / (\cos \theta + \sin \theta \cdot \cot h \cdot \cos \alpha) \quad (2)$$

Налуу дээврийн хувьд:

$$S_a = S_r / \cos \theta \quad (3)$$

Нарны зайн сүүдэрлэгдээгүй талбайг нийт нарны зайн ( $S_a$ ) болон сүүдэрлэгдсэн зайн ( $S_s$ ) талбайн харьцаагаар тодорхойлно.

$$S_t = S_a / S_s \quad (4)$$

Өнцгийн засварын коэффициент ( $R_t$ ):

$$R_t = \sin(h + \theta) \cdot \cos(\alpha + \gamma) \quad (5)$$

$\gamma$  – Нарны зайн аспект

Нарны өндөр болон азимут нь тухайн цагт уртраг, өргөргийн байрлалд тогтмол ба  $S_t$  болон  $R_t$  нь нарны зайн потенциалын тооцоололтын гол параметрууд байх болно.

Нарны зайн потенциал:

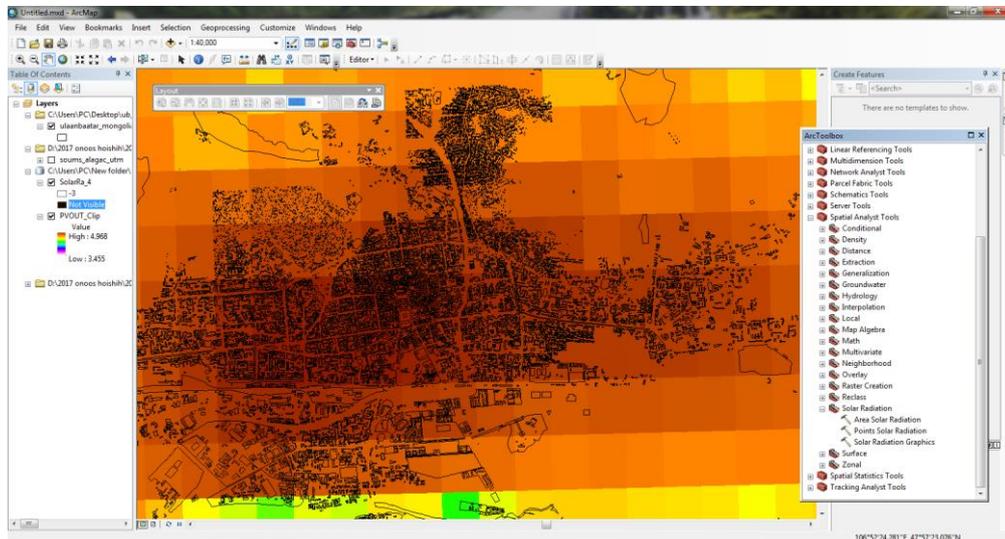
$$E_p = (f_p \times f_0) \times E_{t_1,t_2} = (f_p \times f_0) \times \int_{t_1}^{t_2} f_t S_t R_t dt \quad (6)$$

Энд:  $S_a$  - PV талбай,  $S_s$  - сүүдэрлэгдсэн PV талбай,  $h$  - нарны өндөр,  $\theta$  – PV нарны зайн налалтын өнцөг,  $\alpha$  – азимут,  $\gamma$  - нарны зайн аспект,  $E_{t_1,t_2}$  -  $[t_1, t_2]$  хугацааны туршид нарны зай дээр тусах цацраг,  $f_p$  - нарны зайн хувиргалтын коэффициент,  $f_0$  - PR

### 1.1.2. Улаанбаатар хотын нарны эрчим хүчний нөөцийн үнэлгээ

Улаанбаатар хотын нарны эрчим хүчийг ашиглах оновчтой аргуудын нэг нь барилгын дээврийн талбайд нарны зай суурилуулах юм. ArcGIS програм дээр Улаанбаатар хотын бүсчлэлийн зураглалыг оруулан, нарны цацрагийн нөөцийг “Solar Radiation tool” цэсийг ашиглан нөөцийн зураглалыг гаргасан.

Хотын нийт барилгын дээврийн талбайгаас нарны зайн үйлдвэрлэх боломжит эрчим хүчний үнэлгээг “PVSol” програм ашиглан тооцож гаргасан.



Зураг 2. ArcGIS программд оруулсан Улаанбаатар хотын зураглал

Улаанбаатар хотод нийт 1,5 сая  $m^2$  бүхий дээвэртэй 200 мянга гаруй барилга, байгууламж бүртгэгдсэн. Үүнээс нийтийн орон сууцны барилга байгууламжийн талбай 554.7 мянган  $m^2$ , үүний 9.2 мянган  $m^2$  нь төрийн, 545.5 мянган  $m^2$  нь хувийн хэвшлийнх байна. Үйлдвэр үйлчилгээний зориулалттай 734 мянган  $m^2$  дээврийн талбайтай барилга бүртгэлтэй байдаг. Барилгын нийт дээврийг хавтгай дээвэр гэж үзээд, “PVSol” програм

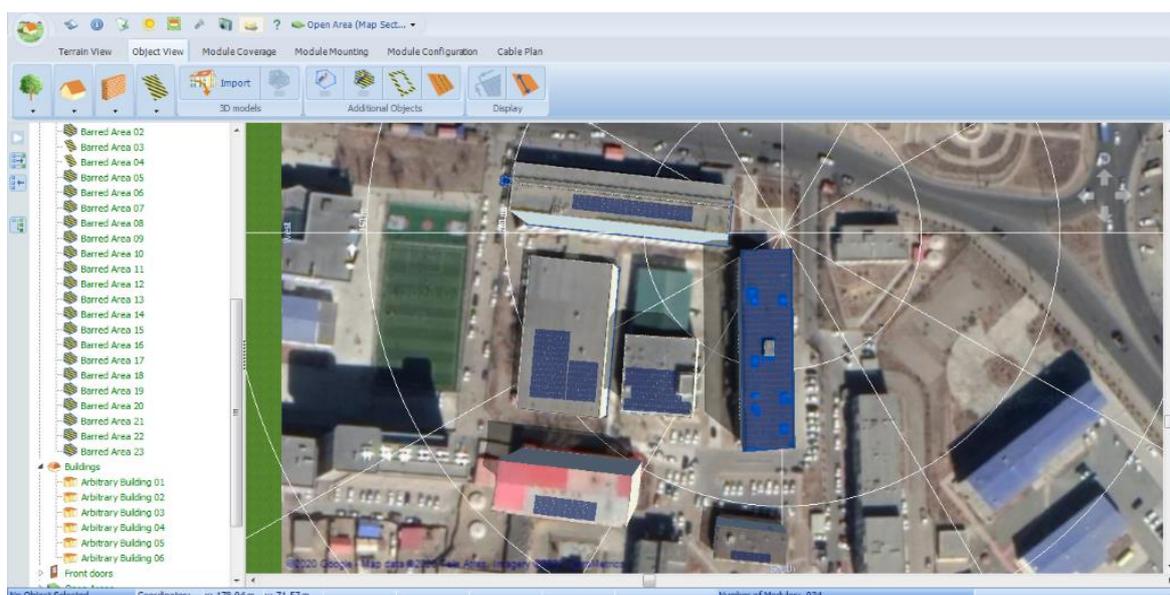
дээр хийсэн тооцооны өгөгдлүүдийг ашиглан уг талбайд 30°-ийн налуутай, 17.52 хувийн АҮК-той, 1.94 м<sup>2</sup> гадаргуугийн талбайтай нарны зай байрлуулна. Сүүдэрлэлт нь жилд 2 хувиас хэтрэхгүй, 1 м<sup>2</sup> налуу гадаргууд ирэх нарны нийлбэр цацраг 1627.32 кВт\*ц/м<sup>2</sup> жил байхад ойролцоогоор 529,220 м<sup>2</sup> гадаргуугийн талбайтай 272,794 ширхэг нарны зай суурилуулахаар байна. Эдгээр нарны зайг ашиглан жилд 141.29 сая кВт\*ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх боломжтой.

## 1.2. БАРИЛГЫН ДЭЭВЭР ДЭЭРХ НАРНЫ ЗАЙН СИСТЕМИЙН ТООЦОО

Улаанбаатар хотын нарны эрчим хүчний нөөцийн үнэлгээ хийх ажлын хүрээнд хот суурин газарт ашиглах хамгийн оновчтой технологийн шийдлийг тооцох, эрчим хүчний үйлдвэрлэлтийн тооцоог хийсэн. Хот суурин газрын хувьд нарны зайн технологийг байрлуулах хамгийн оновчтой талбай нь барилгын дээвэр юм. “PVSol” мэргэжлийн програм ашиглан барилгын дээвэр дээрх нарны зайн (Rooftop SPV) системийн загварчлалыг амины болон угсармал барилга зэрэг зориулалтаар ангилан, байршлаас хамааруулан хэсэг бүлгээр сонгон авч, системийн тооцоог дараах хэд хэдэн хувилбараар тооцсон. Үүнд:

### 1.2.1.Зэрэгцээ байрлах барилгуудын дээврийн талбайд нарны зайн систем

ШУА-ийн 6 байрыг сонгон авч, сүлжээнд холбогдсон нарны зайн системийн эрчим хүчний үйлдвэрлэлтийг тооцоход системийн нийт чадал 303.6 кВт\*ц, сүүдэрлэлтийн улмаас алдах нийт энергийн алдагдал 8.2 хувь, 1812.2 м<sup>2</sup> нарны зайн гадаргуугаас жилд 317,061 кВт\*ц АС цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэхээр байна.



Зураг 3. ШУА-ийн 6 барилгын дээвэр дэх “Rooftop” системийн ерөнхий бүдүүвч

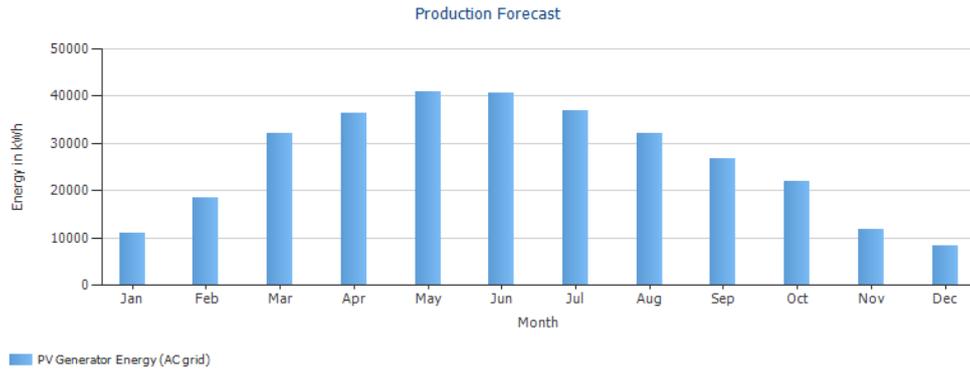


График 1. 303 кВт-ын системийн эрчим хүч үйлдвэрлэлт, сараар

### 1.2.2. Амины орон сууцны дээвэр дэх бие даасан нарны зайн систем

Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн 13 хороонд байрлах мансардтай, шувуу нуруун дээвэртэй байшинг сонгон авч, бие даасан “Rooftop SPV” системийн тооцоог хийлээ. “Rooftop SPV” системийн боломжит цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэлт жилд 7842 кВт\*ц, үүнээс батарей цэнэглэлт 3826 кВт\*ц, дотоод хэрэглээнд 738 кВт\*ц/жил тус тус зарцуулж, цахилгаан хэрэглэгчийг 100 хувь нарны энергиэр хангана. Энэ систем нь 23 хувийн системийн АҮК-той, хүлэмжийн хийн ялгаралтыг жилд 846 кг-аар бууруулахаар байна. Батарейн систем нь 12 жил ажиллах хүчин чадалтай байна.

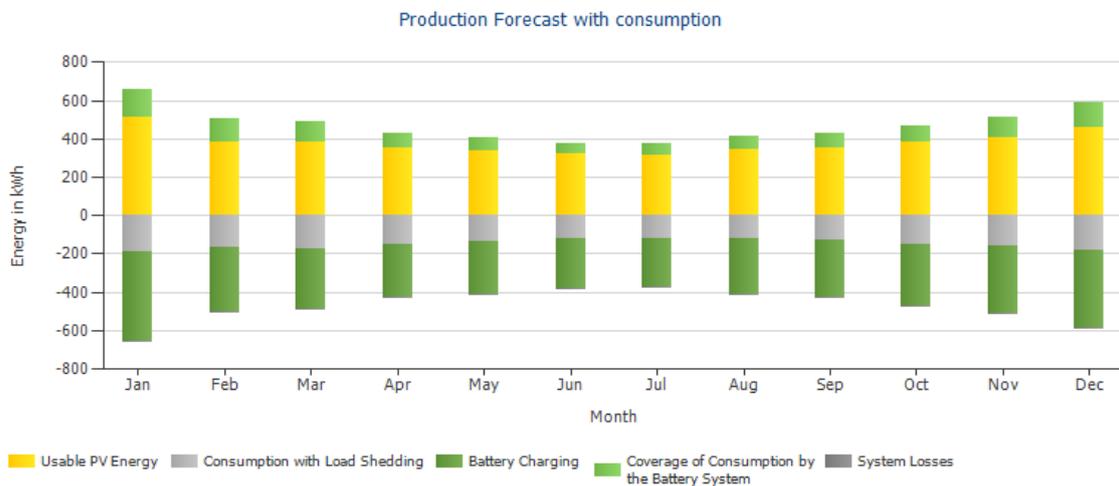


График 2. Цахилгаан хэрэглээ ба Нарны энергийн үйлдвэрлэлт

Энэхүү бие даасан системийн (performance ratio) гүйцэтгэлийн харьцаа нь 88,3 хувь байна. Сараар нь авч үзвэл 11, 12, 1, 2 саруудад 100 хувь, бусад саруудад 79 – 90 хувийг хангах боломжтой байна.

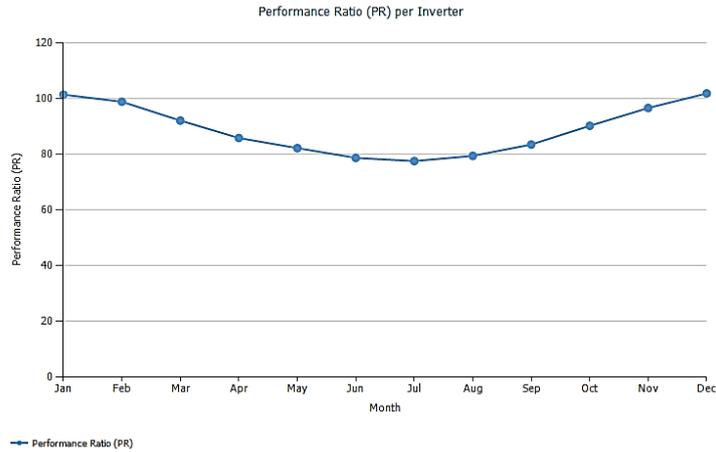


График 3. Системийн гүйцэтгэлийн харьцаа (performance ratio per inverter)

### 1.2.3.Нет метртэй нарны зайн систем

Сүлжээнд холбогдсон нет метртэй системийн тооцоог өмнөх хувилбарт ашиглан амины орон сууцны жишээн дээр хийлээ. Байшингийн дээврийн урд хэсэгт 8.3 кВт-ын нийт 28 ширхэг нарны зайг цуваагаар холбон байрлуулна. Системд SMA America Inc үйлдвэрийн 2 ширхэг On-grid төрлийн инвертор ашиглана. Энэхүү систем нь өөрийн цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг нараар болон төвийн сүлжээнээс хангах ба нарны энергиэр үйлдвэрлэсэн хэрэглээнээс давсан эрчим хүчээ сүлжээнд нийлүүлэх юм.

Нарны зайн нийт талбай нь 56.1 м<sup>2</sup>, модулийн нэгж гадаргуу дээр тусах нарны энерги нь 1703.4 кВт/м<sup>2</sup>, жилийн хувийн үйлдвэрлэлт нь 1529.5 кВт\*ц/кВт чадал байхаар байна. Сүүдэрлэлтийн тооцоогоор сонгосон байршилд нарны зайнууд нь 0.3 хувийн сүүдэрлэлттэй байна. Жилийн цахилгаан хэрэглээ нь өрхийн цахилгааны 1800 кВт\*ц, системийн дотоод (инвертор) хэрэгцээ 21 кВт\*ц буюу нийт 1821 кВт\*ц байна. Нарны зайн систем нь жилд 12633 кВт\*ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэж сүлжээнд 11875 кВт\*ц цахилгаан нийлүүлэх боломжтой байна. Уг систем нь цахилгаан хэрэглээний 41.6 хувийг, үлдсэн 58.4 хувийг нэгдсэн сүлжээнээс хангана. Сараар нь авч үзвэл дотоод хэрэглээний 6, 7 саруудад хамгийн их буюу 50 хувь, харин 12, 1 сард хамгийн бага 27 хувийг “Rooftop SPV” дангаар хангахаар байна.

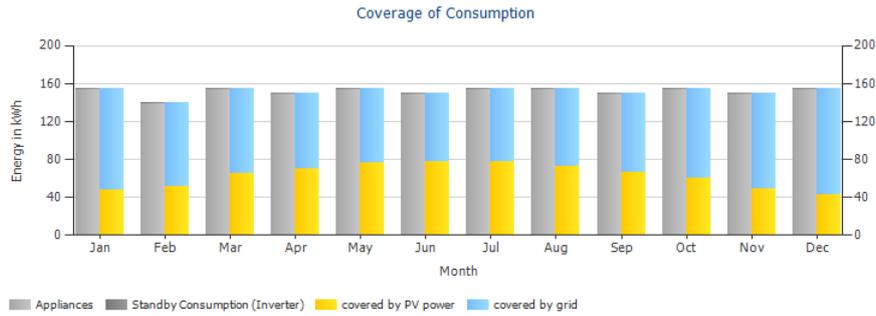


График 4. Хэрэглэгчийн цахилгаан ачааллыг нэгдсэн сүлжээ болон “Rooftop SPV”-ээр хангах

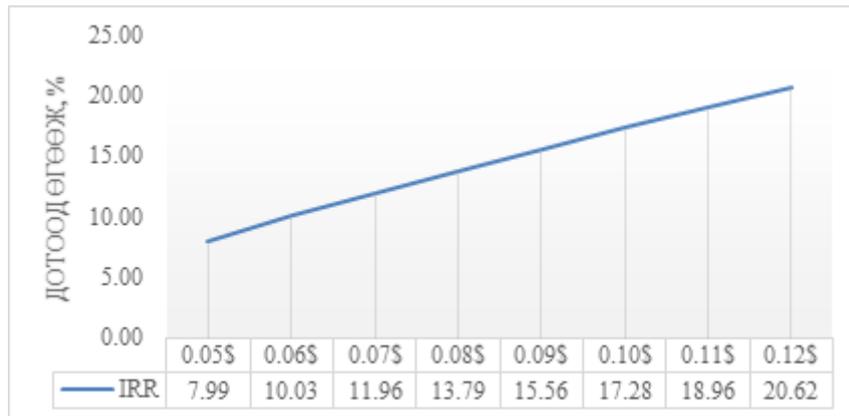


График 5. Борлуулалтын тариф ба төслийн дотоод өгөөж

Уг систем нь жилд 11875 кВт\*ц цахилгааныг сүлжээнд нийлүүлснээр 25 жилийн хугацаанд борлуулалтын тарифаас хамааран нийт 14000 – 33754 ам.долларын ашиг олохоор байна. 1 кВт\*ц цахилгааны борлуулалтын тарифаас хамааран хамгийн багадаа 4.8 жил, хамгийн ихдээ 12.5 жилийн дотор хөрөнгө оруулалтаа нөхөх тооцоо гарч байна.

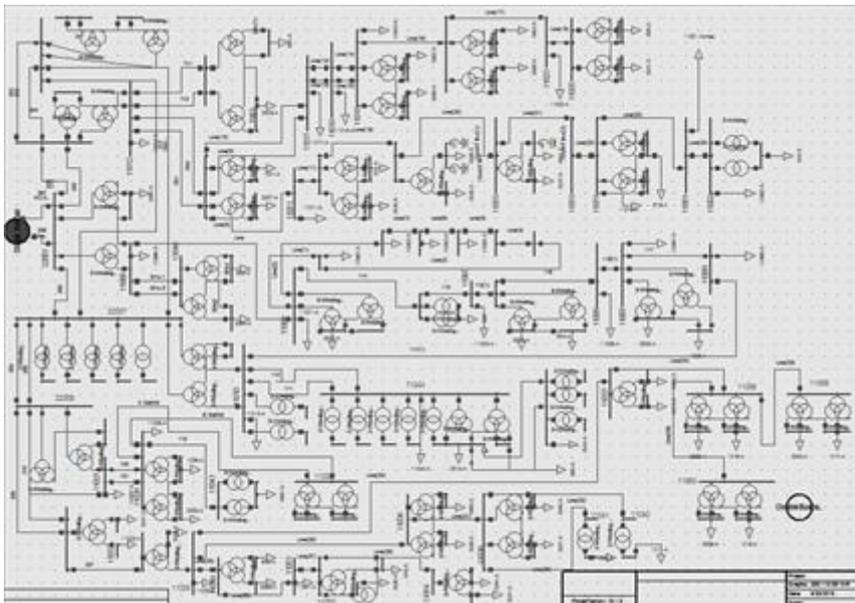
“PVSol” програм дээр хийсэн тооцооноос үзэхэд бие даасан системээс сүлжээнд холбогдсон Нет метртэй (сүлжээнд өгч буй цахилгааны тоолуур) систем нь илүү ашигтай байгаа нь харагдаж байна. Манай улсын хувьд шугам сүлжээтэй ойр байрлах хэрэглэгчид Нет метртэй нарны энергийн систем, алслагдсан бүсэд буй хэрэглэгчид бие даасан системийг тус тус сонгох нь ашигтай хувилбар юм.

### 1.3. СҮЛЖЭЭНД ХОЛБОГДСОН БАГА ЧАДЛЫН НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭХ ҮҮСГҮҮРИЙН ТООЦОО

Манай улс эрчим хүчний системдээ байгальд ээлтэй нөхөн сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүрүүдийг барьж байгуулан ашиглалтад оруулснаар одоогийн байдлаар нийт эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн 7 хувь, суурилагдсан хүчин чадлын 11 хувийг эзэлж байна. Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүрийн эрчим хүчний нэгдсэн системтэй

зэрэгцээ ажиллагаа, нэгдсэн системийн тогтвортой байдлыг ханган ажиллах нь найдвартай тасралтгүй байх үндсэн шаардлага болж байна. Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүрүүд нь байнгын тасралтгүй ажиллагаатай байхын тулд нэмэлт энергийн үүсгүүртэй хослон ажилладаг. Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүрүүдийг эрчим хүчний нэгдсэн сүлжээнд холбон ажиллуулахад системийн горимын тогтвортой байдлыг тооцох шаардлагатай.

Судалгаанд сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүрийн сүлжээнд холбогдсон үеийн системийн горимын тооцоог “Power Factory DIgSilent 15.1.2” програм ашиглан тооцоохийх арга зүйг эзэмшиж, эрчим хүчний нэгдсэн системийн анхдагч өгөгдлүүдийг цуглуулан програмд оруулан тооцооны загвар, схемийг гарган Нарны зайн үүсгүүрийг холбох системийн тооцоог хийсэн.



Зураг 4. Нэгдсэн системийн тооцооны загвар, схемийн зураг

Нарны зайн системийг 5 болон 10,8 кВт-ын чадалтай гэсэн 2 хувилбартайгаар Улаанбаатар хотын өргөрөгт байрлахаар тооцов. Системд “Санко Солар” ХХК-ний SSM270BM60 маркын поликристалл нарны зайн техникийн өгөгдлийг ашигласан (SSM270BM60 нарны зайн дээд чадал 270 Вт, максимум гүйдэл 8,77 А, хүчдэл 31,11 В, нээлттэй хэлхээний хүчдэл 37,32 В, гүйдэл 9,2 А, АҮК 16,45 %, талбай 1,66 м<sup>2</sup>, температурын коэффициентүүд нь чадал -0,45%/°С, хүчдэл -0,34 % В/°С, гүйдэл 0,05% А/°С).

5 кВт-ын нарны зайн системийг 20 ширхэг нарны зайг 2 зэрэгцээ хэлхээнд 10 10-аар цуваа холбогдоно гэж үзэхэд нарны зайн нийт талбай нь 33,2 м<sup>2</sup>, уг системийн хүчдэл 310 В, гүйдэл 17.5 А, урт хугацаанд (long-term) дунджаар өдөрт 16.92 кВт\*ц, жилд 6175 кВт\*ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэхээр байна.

10,8 кВт-ын нарны зайн системийг 40 ширхэг нарны зайг 4 зэрэгцээ хэлхээнд 10, 10-аар цуваагаар холбоно гэвэл нарны зайн нийт талбай нь 66,4 м<sup>2</sup>, системийн хүчдэл 311 В, гүйдэл 35,08 А, дунджаар нарны нийлбэр цацраг 4,26 кВт\*ц/өдөр, 1553 кВт\*ц/жил байхад систем өдөрт 34,06 кВт\*ц, жилд 12 кВт\*ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх боломжтой байна.

Мөн түүнчлэн айл өрхийн хувьд 6 кВт-ын (грид-тайд) нарны зайн системийн эрчим хүч үйлдвэрлэлтийг Улаанбаатар хотын нарны цацрагийн хэмжилтийн өгөгдлийг ашиглан тооцсон. Цахилгаан хэрэглэгчийн эрчим хүчний ачааллыг бүрэн хангахаар тооцоог хийсэн. Хэрэв ачааллыг зөвхөн цахилгаан ачааллаар авч үзвэл сүлжээнд холбогдсон нарны зайн систем нь ачаалал бүрэн хангана. Харин дулааны ачааллыг авч тооцвол нарны зайн систем нь дулааны ачаалал авах халаалтын улиралд шөнийн цагаар сүлжээнээс цахилгаан эрчим хүч авч байж ачааллаа бүрэн хангахаар байна. Уг систем нь жилд 10786,1 кВт\*ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэхээс сүлжээнд 3119,8 кВт\*ц цахилгаан эрчим хүч нийлүүлж, 7666,3 кВт\*ц -ыг халаалтад ашиглан, жилд нэмэлтээр 5352,5 кВт\*ц эрчим хүч сүлжээнээс аван, хэрэглэгчийн эрчим хүчний ачааллыг бүрэн хангахаар байна.



График 6. Нарны зайн үүсгүүрийн эрчим хүчний тооцоо

#### 1.4. НАРНЫ ЭНЕРГИЙГ ХАЛААЛТАД АШИГЛАХ ТООЦОО

Улаанбаатар хотын гэр хорооллын айл өрхийн дундаж хэмжээний байшингийн халаалтыг нарны вакуум коллектор болон нарны зай ашиглан хангах тооцоо хийсэн. Энэхүү систем нь байгаль орчинд ямар нэгэн сөрөг нөлөөгүйгээс гадна хүний амьдрах орчинд ямар ч аюулгүй систем юм.

Халаалтын улиралд байшингийн дулааны ачааллыг хангах зорилгоор өдрийн цагаар халаалтын системийг нарны вакуум коллектор хангаж байгаа бол өглөө болон оройн цагаар дулааны хуримтлуурт байгаа усыг нарны зай, цэнэг хуримтлуур хосолсон системээр хангах хувилбарыг авч үзсэн.

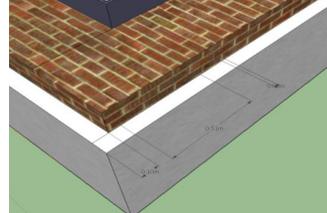
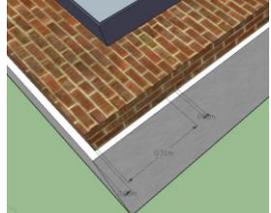
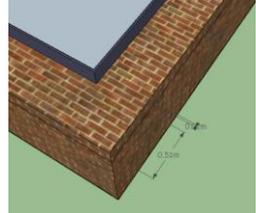
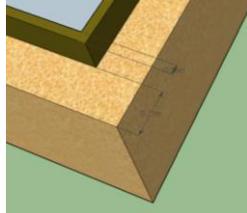


Зураг 5. Нарны вакуум коллектор болон нарны зай хосолсон халаалтын системтэй байшин

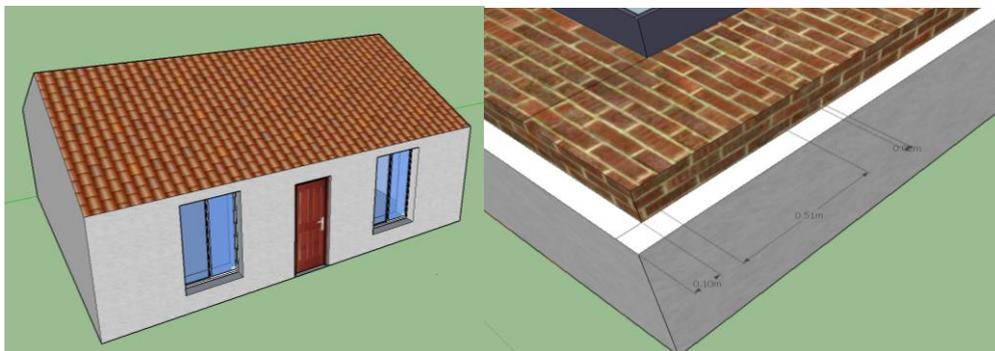
##### 1.4.1. Дулааны алдагдлын тооцоо

Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаанд холбогдоогүй айл өрхийн дундаж байшинг 8х6 метрийн харьцаатай 48м<sup>2</sup> талбайтай 2,4м-ийн өндөртэй байшин байна гэж тооцоо хийлээ. Тооцоонд 48м<sup>2</sup> талбайтай байшинг энгийн дан тоосгон (51см ханатай) байшин, 5 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшин, модон байшин (24см балкан ханатай) болон 10 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшингууд дээр харьцуулан тооцлоо. Байшингийн материалуудыг дулааны алдагдал багатай байхаар дулаалгын материал, ханын зузаан, цонхны хэмжээ болон цонхны шилийг 3 давхар шиллэгээтэй цонх байхаар сонгон авсан.

Хүснэгт 1. Дундаж талбайтай 4 төрлийн байшингийн барилгын материалын дулаан дамжуулалтын коэффициент

10 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшин		5 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшин		Энгийн дан тоосгон (51см ханатай) байшин		Модон байшин (25см дүнзэн ханатай)	
							
Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>0</sup> С)	Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>0</sup> С)	Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>0</sup> С)	Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>0</sup> С)
Тоосго	0,8	Тоосго	0,8	Тоосго	0,8	Дүнз	0,17
Шавар	0,93	Шавар	0,93	Шавар	0,93	Шилэн хөвөн	0,04
Хөөсөнцөр	0,042	Хөөсөнцөр	0,042				
Дээвэр	0,61	Дээвэр	0,61	Дээвэр	0,61	Дээвэр	0,61
Цонх	1,15	Цонх	1,15	Цонх	1,15	Цонх	1,15
Хаалга	1	Хаалга	1	Хаалга	1	Хаалга	1

Уг тооцооноос Улаанбаатар хотын айл өрхийн хэрэглээнд ихэвчлэн ашиглагддаг 48 м<sup>2</sup> талбайтай байшингийн үндсэн ханыг 51см-ийн зузаантай тоосгон хана, гадна талаараа 10 см-ийн зузаан хөөсөнцрөөр дулаалсан байшин дээр хийлээ.



Зураг 6. Тооцоо хийсэн 8x6 м-ийн харьцаатай байшин, байшингийн ханын үечлэл

Байшингийн хана, дээвэр, шал болон цонхны дулаан алдагдлын нийт талбайтай харьцуулан тооцлоо. Хүснэгт 2. –т тооцоо хийсэн 10 см-ийн дулаалгын хөөсөнцөртэй 51см-ийн тоосгон ханатай байшингийн дулаан дамжуулалтыг тооцсон байдлыг харууллаа.

Хүснэгт 2. 10 см-ийн дулаалгын хөөсөнцөртэй 51см-ийн тоосгон ханатай байшингийн дулаан дамжуулалтыг тооцсон байдал

Барилга хийц					
	Материал	Зузаан (метр)	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м °C)	Хананы дулааны эсэргүүцэл	Дулааны дамжуулалтын коэффициент (м <sup>2</sup> °C/Вт)
Хана	Тоосго	0.51	0.8	0.64	0.31
	Шавар	0.02	0.93	0.02	
	Хөөсөнцөр	0.1	0.042	2.38	
Дээвэр	Мод	0.04	0.17	0.24	0.61
	Шилэн хөвөн	0.05	0.04	1.25	
Шал	Мод	0.08	0.17	0.47	2.13
Хаалга	Төмөр				1
Цонх	цонх				1.15

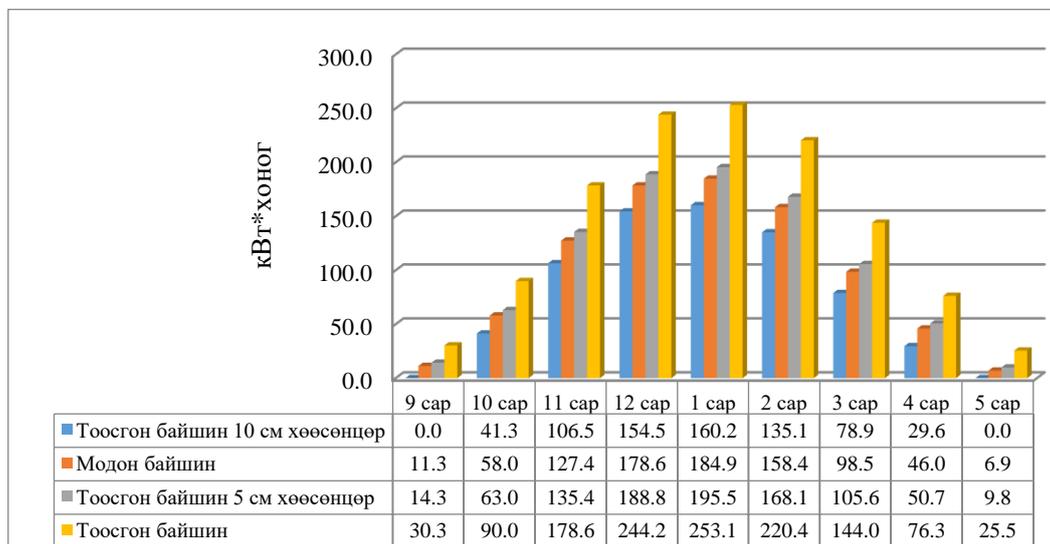


График 7. 48 м<sup>2</sup> талбайтай байшингийн халаалтын улиралд шаардагдах дулаан

#### 1.4.2. Нарны зайн үйлдвэрлэх цахилгаан энергийн тооцоо

Нарны вакуум коллектортой 500 литрийн багтаамжтай усны танк бүхий халаалтын системийн нэмэлт энергийн үүсгүүрээр нарны PV системийг хослуулан ашиглана. Иймд Нарны фотоцахилгаан үүсгүүрийн систем нь PV+ цэнэг хуримтлуур + инвертер+цэнэг тохируулагч зэргээс бүрдэнэ. Халаалтын системийн хувьд 3 кВт-ын цахилгаан халаагуурыг хоногт хамгийн ихдээ 12 сард 9 цаг ажиллуулах шаардлагатай байгаа тул цахилгаан ачаалал нь 3 кВт, цахилгаан хэрэглээ нь хоногт 27 кВт\*ц/хоног байна. Энэхүү хэрэглээг хангахын тулд 20 ширхэг 320 Вт-ын чадалтай нарны зай, 6 кВт-ын инвертер , 2 В-ын 60 ширхэг 729 Ац-ын багтаамжтай баттерай, 57 А-ын цэнэг тохируулагч бүхий системийг нэмэлт энергийн үүсгүүр болгон ашиглаж болно.

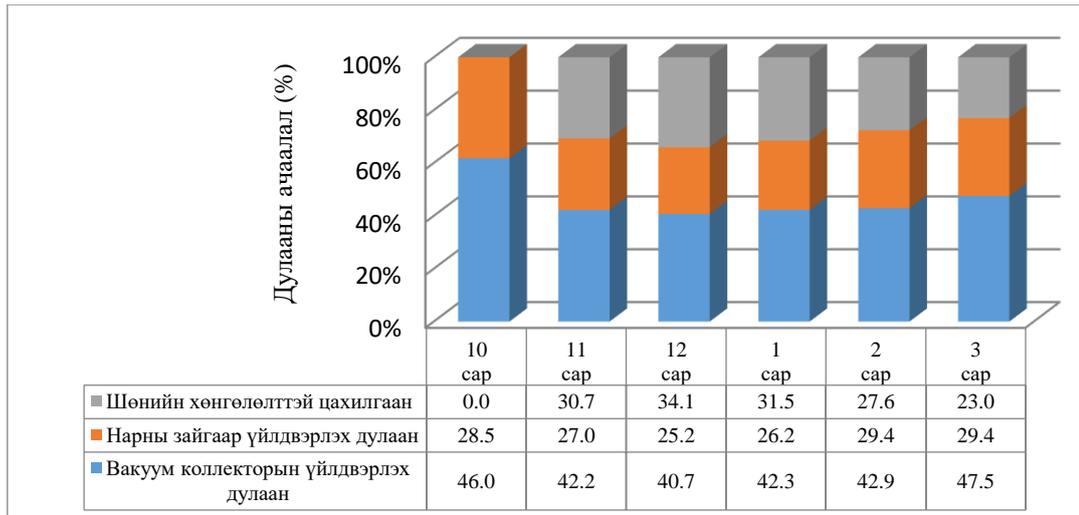


График 8. 48 м<sup>2</sup> талбайтай байшингийн дулааны ачааллыг нарны вакуум коллектор, нарны зай болон шөнийн цахилгаанаар хослон хангах баланс

### 1.4.3. Байшингийн халаалтыг нарны вакуум коллектороор хангах боломж

Улаанбаатар хотын айл өрхийн 220В-ийн хүчдэлтэй хэрэглэгчид 11 сараас 1-ээс 3 сарын 31 хүртэл шөнийн цахилгаан хэрэглээг оройн 21 цагаас 06 цагийн хооронд сарын хэрэглээний 700 кВт\*ц хүртэл 100% хөнгөлж, үлдсэн хэрэглээг 50% хөнгөлж байна. Айл өрхийн 380В-ийн хүчдэл хэрэглэгчид энэ хугацаанд 1500кВт\*ц хүртэл 100% хөнгөлж, үлдсэн хэрэглээг 50% хөнгөлүүлж байна. Энэ тооцоогоор вакуум коллектортой айлын хэрэглээг доор жишээ болгон 10 болон 1-р сарын үр дүнг харууллаа.

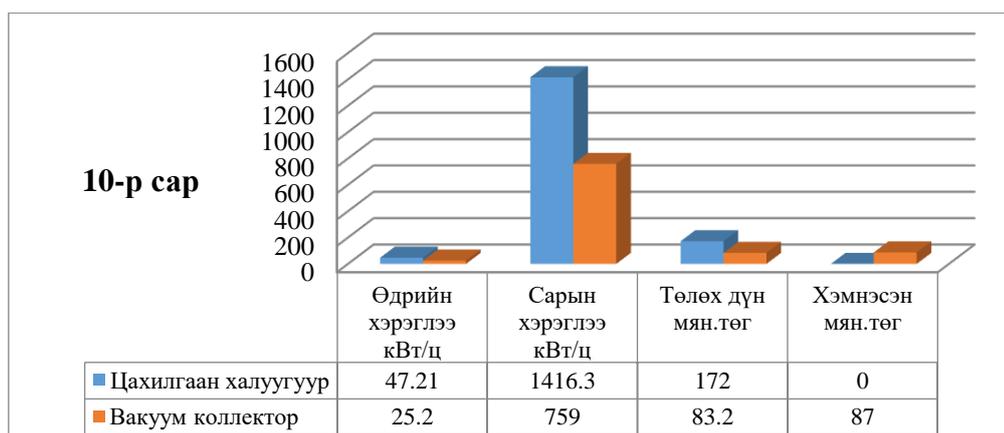


График 9. 10-р сард нарны вакуум коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүч

Цахилгаан халаагуураар 10 сард 48м<sup>2</sup> байрыг халаах цахилгаан хэрэглээ 1416,3 кВт\*ц буюу сарын төлбөр 172000₮ төлөхөөр байна. Вакуум коллектортой байрны цахилгаан хэрэглээ 759кВт\*ц буюу 83200₮ тооцоо гарсан.

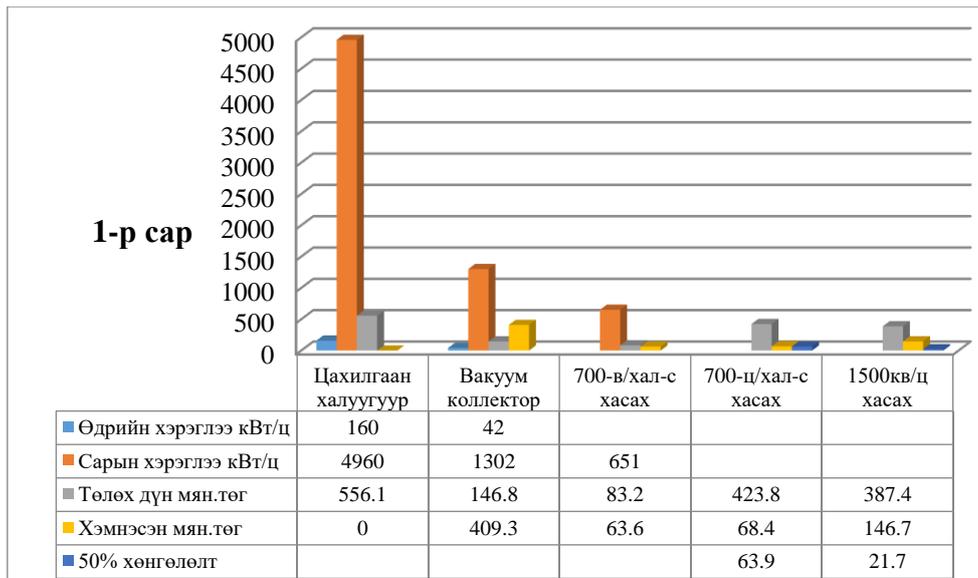


График 10. 1-р сард нарны вакуум коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүч

Хүснэгт 3. Вакуум коллекторын анхны хөрөнгө оруулалт

№	Нэр	Тоо/ширхэг	Үнэ /мян.төг/	Нийт үнэ /мян.төг/
1	Вакуум коллектор	4	875.0	3,500.0
2	Дулааны хуримтлуур	1	1,250.0	1,250.0
3	Тэлэлтийн сав	1	170.0	170.0
4	Бусад		250.0	250.0
5	Нийт			5.170,0

Цахилгаан халаагуураар 1 сард 48м<sup>2</sup> байрыг халаах цахилгаан хэрэглээ 4960 кВт\*ц буюу сарын төлбөр 556100₮ төлөхөөр байна. Вакуум коллектортой байрны цахилгаан хэрэглээ 1302кВт\*ц буюу 146800₮ тооцоо гарсан. Хөнгөлөлтөд хамрагдах вакуум коллектортой айл шөнийн хэрэглээг /63600₮/ бүрэн хөнгөлүүлж байна. Харин 220В-ын хүчдэл хэрэглэгч айл өрх 68460₮, 380В-ийн хүчдэл хэрэглэгч айл өрх 146700₮-өөр тус тус хөнгөлүүлэх боломжтой билээ. Мөн 700кВт\*ц-аас илүү гарсан цахилгаан хэрэглээний 50%-ийн хөнгөлөлтөөр 63900₮, 1500кВт\*ц-аас илүү гарсан хэрэглээний 50%-ийн хөнгөлөлтөөр 21700₮ хөнгөлүүлж байна.

#### 1.4.4. Байшингийн халаалтын нарны зай болон нарны вакуум коллектороор хангах

##### БОЛОМЖ

Нарны зайн үнийг суурилагдсан 1 Вт төхөөрөмжийн үнэ 0,33 ам.доллар байхаар харин цэнэг хуримтлуурын үнийг дэлхийн зах зээл дээрх хамгийн хямд үнэ болох 1 кВт\*ц-ийн 130 ам.доллараар тооцсон. Уг системийн хувьд цэнэг хуримтлуурын зардал нарны зайн системийн нийт хөрөнгө оруулалтын 65 хувийг эзэлж байна.

Хүснэгт 4. Нарны зайн системийн хөрөнгө оруулалтын зардлын задаргаа

Хөрөнгө оруулалтын зардал					
Д/Д	Тайлбар	Тоо хэмжээ	Нэгжийн үнэ ам.дол	Нийт үнэ ам. Дол	Нийт үнэ мянга.₮
1	Нарны зай 320 Вт	6400	0.33	2112	5427.84
2	6 кВт-ын инвертер	1	1560	1560	4009.2
3	Цэнэг хураагуур 96 В, 710 Ац	1	8860	8860	22770.2
4	Нарны зайн гадна бүтэц (рам, суурь)	5	150	750	1927.5
5	DCDB with MCB, SPD & ACDB with MCB & SPD	ком	350	350	899.5
6	Нарнай зайг параллель холбоход шаардагдах кабель утас				
7	Инвертертэй холбох кабел утас				
8	Цэнэг хураагуурыг цэнэг тохируулагчтай холбох кабел утас				
9	АС кабел утас, чадал 25 А, 3 утастай				
10	Нэмэлт хэрэгслүүд				
11	Газардуулга				
12	Гэрэлтүүлгийн нэмэлт хэрэгслүүд	1	200	200	514
14	Гэрэлтүүлгийн хамгаалалт				
15	Нийт зардал			13832	35548.24

Сонгосон цэнэг хураагуур техникийн үзүүлэлтээр хувийн цэнэг алдалт стандарт нөхцөлд сард 2 %, 1800 циклтэй мөн чадлын хадгалалт нь 9 жилийн дараа 80 %-д хүрэхээр байна. Иймд цэнэг хуримтлууртай нарны зайн системийн ажиллах 25 жилийн хугацаанд нийтдээ 2 удаа шинэчлэх эсвэл сайжруулах шаардлагатай болж байна.

Хүснэгт 5. Нарны зайн системийн зардал

Хугацаа	Цэнэг хураагуурыг шинэчлэх	Зардал
9 дэх жил	80 хувь шинэчлэх	7088 ам.доллар = 18216 мян.₮
17 дах жил	100 хувь шинэчлэх	8860 ам.доллар = 22770 мян.₮

Нарны зайн систем нь халаалтын улиралд өдрийн цахилгааны хэрэглээг хангах нэмэлт энергийн үүсгүүрээр ажиллах бөгөөд өдрийн цагт хэрэглэх цахилгаан эрчим хүчийг бүрэн хэмнэнэ. Халаалтын улиралд нарны зайн систем нь 5149,6 кВт\*ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх бөгөөд 623 мян.₮-ийг хэмнэх боломжтой байна.

#### 1.4.5. Дүгнэлт

Амины сууц, байшингийн халаалтанд нарны энергийг ашиглах бүрэн боломжтой нь тооцооноос харагдаж байна. Тооцоонд байшингийн дулааны ачааллыг тооцохдоо дулааны ачааллыг бага байлгах зорилгоор байшингийн дулаалгын хөөсөнцрийн

зузааныг 10 см-ээр мөн өдрийн цагт цонхоор нарны энерги их нэвтрэх мөн шөнийн цагаар цонхоор алдагдах дулааны алдагдал хамгийн бага байхаар сонгон авсан. Ингэснээр Улаанбаатар хотын жилийн дундаж температур болон нарны нийлбэр цацрагаас хамааран байшингийн дулааны ачааллыг бууруулж чадсанаар халаалтын улирлыг 10 – 4 сарын хооронд үргэлжлүүлэх боломжтойг харууллаа.

Вакуум коллектор нь анхны хөрөнгө оруулалт өндөр хэдий ч ашиглалтын зардал цахилгаан халаагуураас жилдээ 1548.6 мян.төгрөгөөр бага байх тооцоо гарсан. Цахилгаан халаагуураар халдаг айл жилдээ 2339.9 мян.төг гарсан ба 120 ширхэг бүхий 4 сет вакуум коллектороор дулаанаа шийдэхэд 791.3 мян.төг болж буурсан. Халаалтын улиралд 48м<sup>2</sup> байшинтай айл өрх нь 5 тонн буюу 750.0мян.төг-ийг түүхий нүүрс худалдан авахад зарцуулдаг. Энэ нь вакуум коллектортой айлын жилийн цахилгааны төлбөртэй тэнцүү байгаа нь нарны вакуум коллектор нь байгаль орчин болоод эдийн засгийн хувьд өндөр ач холбогдолтойг харуулж байна. Мөн вакуум коллектор тавьснаар 5 тонн нүүрснээс ялгарах 9,15 тонн нүүрсхүчлийн хийг (CO<sub>2</sub>) ялгаруулахгүйгээр халаалтаа шийдэх боломжтой байна. Мөн айл өрх байшингаа дан цахилгаанаар халаах үед энгийн тоолууртай бол 2339.9 мян.төг, 2 тарифтай тоолууртай үед 1836.0 мян.төг жилд цахилгааны төлбөрт өгөх байсан бол бидний энэ халаалтын систем жилд 791.3 мян.төг болгон бууруулах боломжтой.

#### 1.5. НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ТЕХНОЛОГИЙН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА

Эх үүсвэрүүдийг эрчим хүч үйлдвэрлэлтээр нь харьцуулах нь учир дутагдалтай боловч эдийн засгийн үзүүлэлтээр нь харьцуулах нь улс орны хувьд ч, хөрөнгө оруулалтын хувьд ч нэн чухал байдаг. Иймд нар, усан цахилгаан станц болон дизель станцуудын эдийн засгийн шинжилгээг хийж, төслийн дотоод өгөөж, борлуулалтын тарифын харьцуулалтыг авч үзсэн.

Эдийн засгийн харьцуулалтад станцууд нь 50 жил ажиллах ба төслийн анхны хөрөнгө оруулалтын зардлыг банкны зээлээр 30 жил /үүнээс эхний 3 жил үндсэн зээлийн төлөлтөөс чөлөөлөгдөх/-ээр тооцлоо. Нарны цахилгаан станцын хувьд ашиглалтын 25 дах жилд бүрэн шинэчлэлт хийх нэмэлт хөрөнгө оруулалт хийгдэх бөгөөд үүнийг зээлээр бус ашгийн хуримтлалаас гаргана гэж тооцов.

Тооцоонд станцуудын суурилагдсан хүчин чадлыг Тайширын УЦС-н тооцоот хүчин чадалтай ижил чадалтай, бодит хүчин чадалтай ижил байхаар тус тус сонгон авч

тооцсон. Мөн Тайширын УЦС-н төслийн хөрөнгө оруулалтаар УЦС болон НЦС хамтад нь барьж байгуулан ашигласан бол дотоод өгөөж нь ямархуу байх байсан талаар тооцож үзсэн.

#### 1.5.1.11 МВт-ын суурилагдсан хүчин чадалтай ус, нар, дизель станцуудын харьцуулсан тооцоо

Эрчим хүчний борлуулалтын үнийг 0.05 \$/кВт\*ц -аар тооцоход ашиглалтын нийт хугацаанд Тайширын УЦС нь 3110.9 мянган ам.доллар зарцуулж байхад НЦС хоёр дахин бага, харин Дизель станц нь 47 дахин их зардал зарцуулахаар байна.

Хүснэгт 6. 11 МВт-ын чадалтай ус, нар болон дизель станцуудын үйлдвэрлэл болон зардлын харьцуулалт

	Тайшир УЦС	Нар ЦС	Дизель ЦС
Анхны хөрөнгө оруулалт мян ам.доллар	41570.9	32999	2360
Үйлдвэрлэх нийт цахилгаан эрчим хүч, сая кВт*ц	3129.4	628	4131.6
Нийт урсгал зардал, мян ам.доллар	3110.9	1326.3	147030.3
NPV/ анхны хөрөнгө оруулалт	1.3	0.2	-46.4
1 кВт*ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ \$/кВт*ц	0.02	0.01	-0.027
Төслийн нийт хуримтлагдсан ашиг мян ам.доллар	53933.8	8691.1	-111751.6

Харин хөрөнгө оруулалтын шинжилгээнээс үзэхэд Тайширын УЦС болон НЦС-ын төслийн цэвэр өнөөгийн үнэ цэнэ болон анхны хөрөнгө оруулалтын харьцаа нь эерэг, харин Дизель станцынх сөрөг утгатай гарч байна. Энэ нь Дизель станцын урсгал зардал хэт өндөр байгаатай шууд хамааралтай.

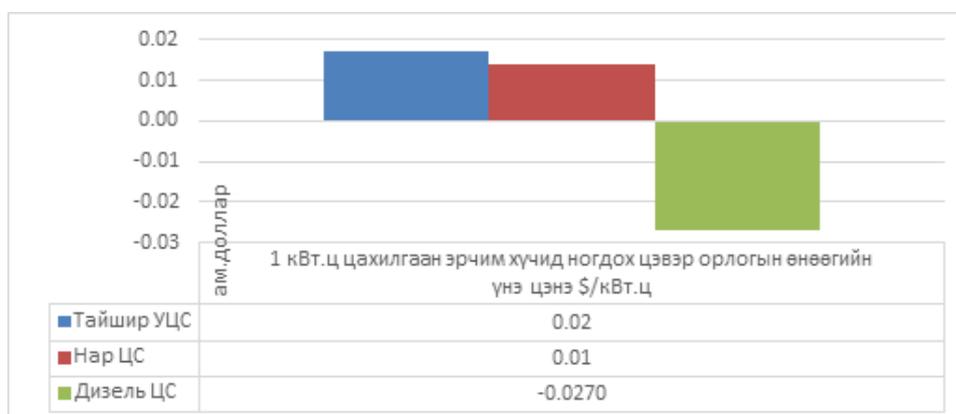


График 11. 11 МВт-ын чадалтай ус, нар болон дизель станцуудын 1 кВт\*ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнийн харьцуулалт

1 кВт\*ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ нь Тайширын УЦС хувьд 0.02 ам.доллар, НЦС ба Дизель станцынх 0.01-0.003 ам.доллар тус тус гарч байна. Эндээс үзэхэд НЦС хэдийгээр нийт ашиглалтын хугацаанд 1 удаа дахин шинэчлэлт хийж байгаа ч үйлдвэрлэсэн эрчим хүчний борлуулалтын үнийг дулааны цахилгаан станцын үйлдвэрлэсэн эрчим хүчний борлуулалтын үнээр тооцож болохгүйг харуулж байна.

Хүснэгт 7. 11 МВт-ын чадалтай ус, нар болон дизель станцуудын эрчим хүчний үнэ болон дотоод өгөөж

	Тайшир УЦС	Нар ЦС	Дизель ЦС
Үйлдвэрлэх нийт цахилгаан эрчим хүч, сая кВт*ц	3129.4	628	4131.6
1 кВт*ц эрчим хүчний тариф ам.доллар/кВт*ц	0.05	0.08	0.10
1 кВт*ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ \$/кВт*ц	0.02	0.05	0.0008
IRR	2.84	2.84	2.73

Нар болон УЦС-ын үнэ тариф 0.08 ба 0.05 \$/кВт\*ц байхад төслийн дотоод өгөөж нь тус тус 2.84 хувь, харин Дизель станцын хувьд 0.10 \$/кВт\*ц –р борлуулалтыг тооцоход дотоод өгөөж нь 2.73 хувь байна (Хүснэгт 7). Иймээс станцуудын борлуулалтын тарифыг дээрх үнээс дээш байлгаж байж төслийн хөрөнгө оруулалт ашигтай байх нь байна.

#### 1.5.2. 5 МВт-ын хүчин чадалтай УЦС, НЦС болон Дизель станцын харьцуулсан тооцоо

Тайширын УЦС-ын 2019 ажиллагааны түвшингөөр станцуудын суурилагдсан чадал нь 5 МВт байна гэж тооцлоо. Тооцооноос үзэхэд Тайширын УЦС нь ашиглалтын хугацаанд нийт 2160.4 сая кВт\*ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэж, 5973.5 мян ам.доллар зарцуулж, 0.89 хувийн дотоод өгөөжтэй ажиллахаар байна.

Хүснэгт 8. 5 МВт-ын чадалтай Ус, Нар болон Дизель станцуудын үйлдвэрлэл болон зардлын харьцуулалт

	Тайшир УЦС	Нар ЦС	Дизель ЦС
Эрчим хүчний борлуулалтын үнэ, \$/кВт*ц	0.05		
Нийт урсгал зардал, мян ам.доллар	5973.5	1747	151678.4
NPV/ анхны хөрөнгө оруулалт	0.7	0.1	-30.08
1 кВт*ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ \$/кВт*ц	0.013	0.01	-0.026
Төслийн нийт хуримтлагдсан ашиг мян ам.доллар	28746.8	2239.7	-42620.8
IRR	0.89	0.61	-

Эндээс НЦС-ын үйлдвэрлэсэн 1 кВт\*ц эрчим хүчний борлуулах үнэ суурилагдсан хүчин чадлаас үл хамааран 0.05 ам.доллар байх боломжгүй бөгөөд НЦС-ын хувьд эрчим хүчний үнэ тарифыг УЦС-аас өндөр байлгах шаардлагатай гэдэг нь харагдаж байна. Иймд Нарны ЦС-ын эрчим хүчний борлуулалтын үнийг тооцож үзлээ. Тооцоогоор СЭХ тухай хуулинд заасан тарифаас доош буулгаж болох ч, 0.09 ам.доллараас доош буулгах нь эдийн засгийн хувьд ашиггүй нь илэрхий байна.

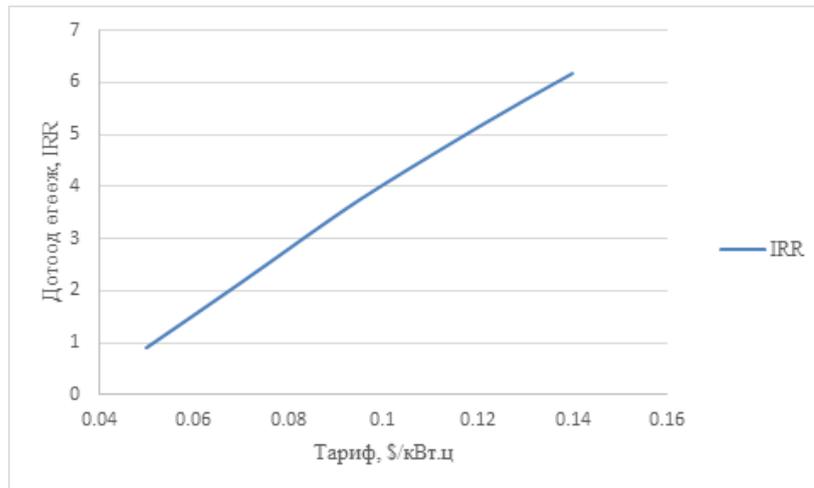


График 12. 5 МВт-ын НЦС-ын 1 кВт\*ц эрчим хүчний борлуулалтын тариф ба дотоод өгөөжийн харьцуулалт

### 1.5.3. Усан цахилгаан станц болон Нарны цахилгаан станц хослон ажиллах үеийн эдийн засгийн тооцоо

Энэ хэсэгт хэрэв Тайширын УЦС-н төслийн нийт хөрөнгө оруулалтаар УЦС болон Нарны цахилгаан станц хослуулан барьсан бол эдийн засгийн хувьд өгөөжтэй байж болох байсан эсэх талаар тооцож үзсэн.

Анхны хөрөнгө оруулалтыг Тайширын УЦС-ын төслийн анхны хөрөнгө оруулалтын хэмжээгээр авав. Үүн дээр НЦС-д ашиглалтын 25 дах жилд дахин хөрөнгө оруулалт хийгдэх тул уг зардлыг нийт хөрөнгө оруулалтад нэмж тооцсон. Энэ тооцоонд Тайширын УЦС нь 2019 оны ажиллагааны түвшингөөрөө ажиллах бөгөөд харин НЦС нь 11 МВт-ын суурилагдсан хүчин чадалтайгаар хослон ажиллана гэж үзсэн.

Хүснэгт 9. Тайширын УЦС болон 11 МВт-ын НЦС хослон ажиллах үеийн эдийн засгийн үзүүлэлт

	Тайшир УЦС	Нар ЦС
Анхны хөрөнгө оруулалт мян ам.доллар	58070.5	
Үйлдвэрлэх нийт цахилгаан эрчим хүч, сая кВт*ц	2160.4	628.0
Эрчим хүч борлуулах үнэ \$/кВт*ц	0.05	
Нийт урсгал зардал, мян ам.доллар	9662.4	
NPV/ анхны хөрөнгө оруулалт	0.77	
1 кВт*ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ \$/кВт*ц	0.017	
Төслийн нийт хуримтлагдсан ашиг мян ам.доллар	46595	
IRR	2.2 %	

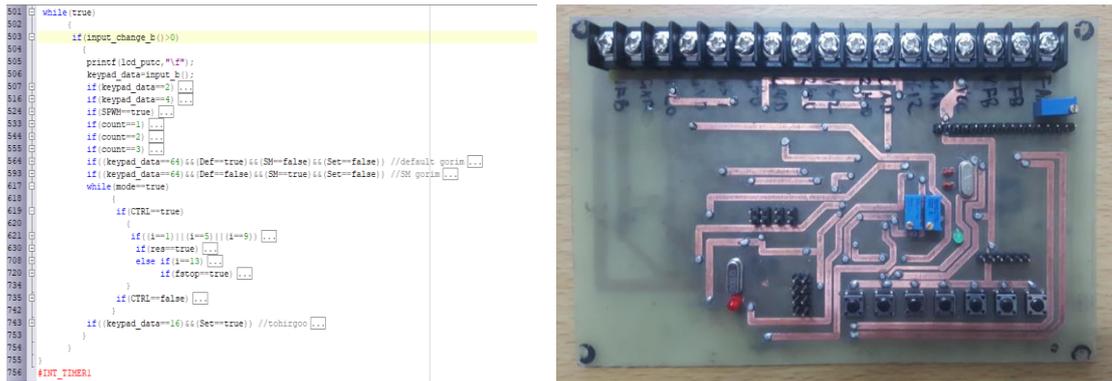
Энэ хосолсон систем нь 50 жил ажиллаж, нийт хөрөнгө оруулалт нь 58.07 сая ам.доллар, борлуулалтын тариф нь 0.05 \$/кВт\*ц, Нарны ЦС дахин шинэчлэх зардлыг төслийн хуримтлалаас гаргах ба ашиглалтын нийт хугацаанд 2788.4 сая кВт\*ц цахилгаан үйлдвэрлэж, 46.59 сая ам.долларын ашигтай ажиллаж, төслийн дотоод өгөөж нь 2.2 хувь байхаар байжээ.

## 1.6. НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМИЙН ЭЛЕКТРОН УДИРДЛАГЫН ЗАГВАР, ТУРШИЛТ

### 1.6.1. Инверторын загвар, туршилтын схем

Нэг фазын хүчний инвертор нь дөрвөн хүчний транзисторуудыг түлхүүрэн горимд комбинацаар ажиллуулж тогтмол гүйдлийг хувьсах гүйдэлд хувиргадаг төхөөрөмж. EGS8010 цэвэр синусийн контроллер нь температур, гүйдэл болон хүчдэлийн гэдрэг холбооны оролттой, RS232 интерфэйстэй, Jumper удирдлагын тохируулгатай нэг фазын комбинац үүсгэхэд зориулан бүтээгдсэн тусгай зориулалтын микросхем юм.

Гаралтын хүчдэл, давтамж, температур, болон гүйдлийн утгуудыг сериал дамжуулалтаар солилцох протоколтой байдаг. Удирдлагын модулийг бүтээхийн тулд Deadtime болон зөөлөн асаалтын горим зэрэг удирдлагын параметруудийн үүрэг болон тохиргоог тус бүрээр нь судалсны үндсэн дээр Зураг 7. дээр харагдаж байгаа инверторын удирдлагын модулийн анхны загварыг бүтээсэн.

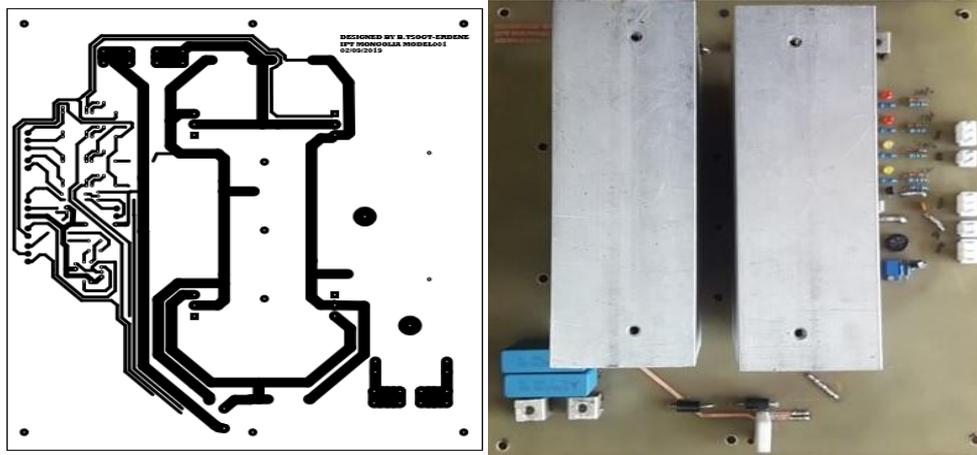


Зураг 7. Инверторын удирдлагын загварчлалын код, удирдлагын модулийн загвар

Тусгай зориулалтын микросхем EG8010-ыг симуляцын програм дээр загварчилсан код бичин, өгөгдөл солилцох протоколыг ашиглан EG8010-ыг удирдах, user interface хийх кодыг симуляцийн програм дээр EG8010-ын загвар кодтой хамт туршиж хөгжүүлэлт хийсэн. Зураг 7.-д үзүүлсэн удирдлагын загварчлалын код нь симуляцийн үр дүнгээр гаргасан хавтан дээр туршигдсан EG8010-ыг удирдах болон хэрэглэгчтэй user interface хийх үүрэгтэй.

Удирдлагын модулийг хийж дууссаны дараа инверторд зориулан хүчний модуль хийх шаардлагатай болсон. Хүчний модуль нь үндсэндээ дөрвөн ширхэг чадлын транзистороос бүтдэг бөгөөд гүйдэл хүчдэлийг удирдах гэдрэг холбоог өөр дээрээ агуулсан байдаг. Хүчний модулийг хийхийн өмнө эхлээд сургалтын хавтан дээр IRF3205 мосфет транзистор ашиглан жижгэрүүлсэн хувилбарыг бүтээсэн. Удирдлагын модультай зохион бүтээсэн жижгэрүүлсэн хувилбарыг холбож ажиллуулахад гаралтад синусоид дохио ирэхгүй байсан. Учир нь удирдлагын модульд гэдрэг холбоог оруулж өгөөгүй учраас гаралтад синусоид дохио гарч ирэхгүй байна гэж үзэн, гэдрэг холбооны асуудлыг EG8010-ын datasheet зааснаар хийн, туршихад гаралтыг осциллоскопоор хэмжиж үзэхэд синусоид дохио ажиглагдсан. Иймээс Protues програм хангамжийг ашиглан хүчний модулийн анхны загварыг гаргасан. Хүчний модуль дээр радиатор, хүчдэлийн гэдрэг холбоо, гүйдлийн гэдрэг холбоо, температурын гэдрэг холбоог шийдэж өгсөн. Хүчний модулийн гаралтад ачаалал залгаж гаралтын синусоид дохионы давтамжийг 50 Гц дээр тохируулан, тусгай зориулалтын микросхем буюу EG8010-аас гарч байгаа синусоид импульс өргөний модуляц сигналыг осциллоскопоор хэмжиж, импульсийн тоо болон үргэлжлэх хугацааг тоолох гэж оролдсон боловч осциллоскопийн хүчин чадлаас хамаараад боломжгүй болсон. Хэмжилтээс ажиглагдсан дохионы хоёр нь

fundamental сигнал байсан. Тус ажлын хүрээнд инверторын анхны загварыг зохион бүтээж цэвэр синусоид дохио гаргаж чадсан.



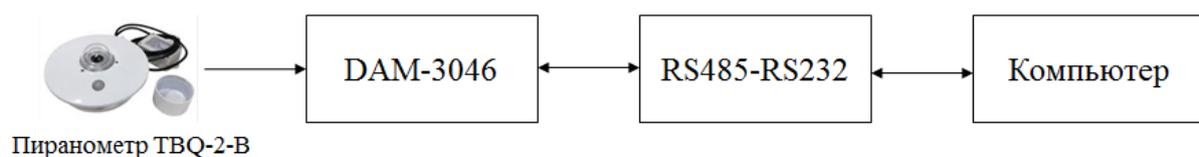
Зураг 8. Инверторын загвар

Сүлжээнд инверторын хүчдэлийг нийлүүлэхэд гурван үндсэн хүчин зүйл буюу гармоник гажилт (THD), инверторын гаралтын хүчдэлийн давтамжийн фаз, инверторын гаралтын хүчдэлийн амплитудыг оновчтой тохируулах шаардлагатай.

#### 1.6.2. Нарны нийлбэр цацраг хэмжих төхөөрөмжийн схем, программын судалгаа

Нарны цацрагийг хэмжин, үр дүнг компьютерт хадгалах төхөөрөмжийн схем шийдлийг гаргаж, түүнтэй ажиллах программын интерфэйсийг бичсэн.

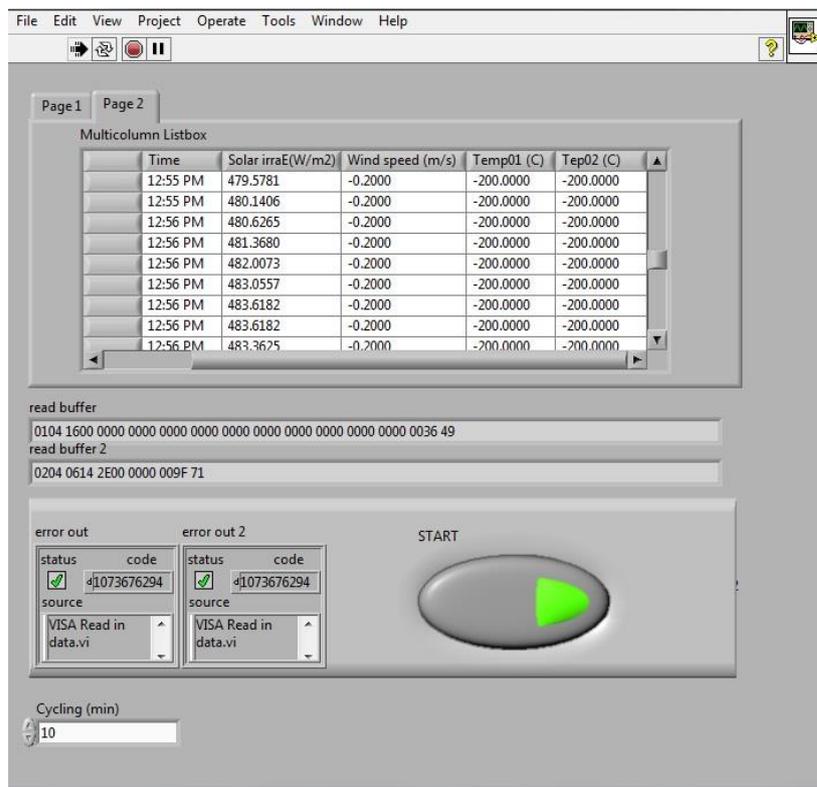
“TBQ-2-B” пиранометрээр хэмжигдсэн нарны цацрагийн аналог утгыг “DAM-3046” аналог тоон хувиргуураар тоон дохио болгон хувиргана. “DAM”-н мэдээллийн гаралтын протокол нь “RS485” бөгөөд түүний мэдээллийг компьютерт оруулахын тулд “RS485-RS232” хувиргуурыг ашиглана. Зураг 9-т нарны цацрагийг хэмжих төхөөрөмжийн блок схемийг харуулав.



Зураг 9. Нарны цацрагийг хэмжих төхөөрөмжийн блок схем

Аналог тоон хувиргуурын мэдээлэл дамжуулах протокол нь 11 байгаас тогтох ба эхлэх, мэдээллийн урт, хаяг, өгөгдөл, шалгах байт болон төгсгөлийн байтуудаас бүрдэнэ.

“DAM-Data” программын интерфэйс нь компьютерийн “COM” портоос нарны цацрагийн утгыг уншин авч тухайн эгшин дэх утгыг дэлгэц дээр дүрслэхийн зэрэгцээ “xls” өргөтгөлтэй файл хэлбэрээр хадгална. *Зураг 10.*-т программын интерфэйсийг харуулав.



*Зураг 10. Программын интерфэйс*

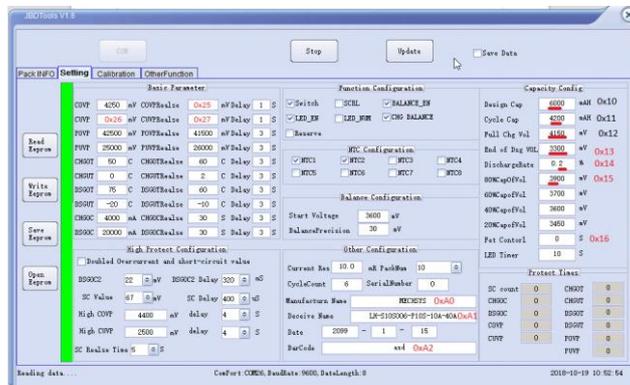
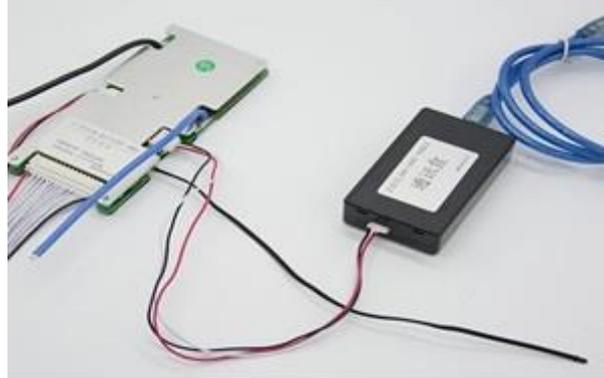
Энэхүү төхөөрөмж нь нэмэлт хэсгүүдийг холбосноор салхины хурд болон температурын утгыг авах боломжтой бүтээгдсэн ба программын интерфэйс нь үүнтэй зохицон ажилладаг. Мөн хэмжилт хийх хугацааг тохируулах боломжтой.

### 1.6.3. Нарны эрчим хүчийг хуримтлуулах системийн электрон удирдлагын загвар Батарей менежмент систем.

Батарей менежмент систем (БМС) нь батарейн цэнэгжилтийн болон цэнэг алдалтын процессыг хянах удирдах зориулалттай электрон төхөөрөмж.

JBD-SP15S020 БМС-ийн модуль нь 13 ширгэх үүрийг ашиглан 3,7-48В батарейн системийн цэнэгжилт болон цэнэг алдалтыг хянах удирдах боломжтой. Мөн UART

дамжууллаар USB болон Bluetooth холболтыг ашиглан компьютер, ухаалаг гар утас зэрэг Windows, Android үйлдлийн систем бүхий төхөөрөмжүүдтэй холбогдон батарейн цэнэгжилт болон цэнэг алдалтыг хянах удирдах, процессийн дүн шинжилгээ хийх боломжийг олгодог.



Зураг 11. JBD-SP15S020 БМС-ийн модуль, хэрэглэгчийн программ.

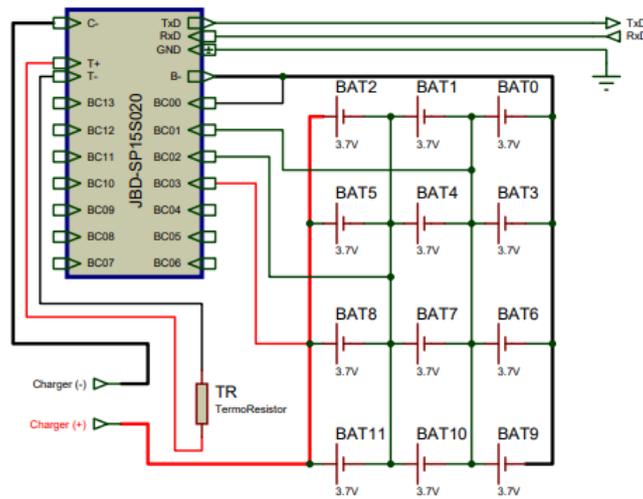
Нарны эрчим хүч үйлдвэрлэгч дэлгэцийн хувьд нийтлэг тархсан загвар нь 12В, 24В, 48В гэсэн гаралтын хүчдэл бүхий загварууд байдаг. Иймд дээр дурдсан хүчдэлийн утгуудад ажиллах боломжтой Li-Ion батарейн холболт болон түүнд тохирох БМС-ийн схем техникийн шийдлийг боловсруулсан.



Зураг 12. 3,7В 9800мАц багтаамжтай 18650 маркын Li-Ion батарейг ашигласан 3x4 12В батарейн систем.

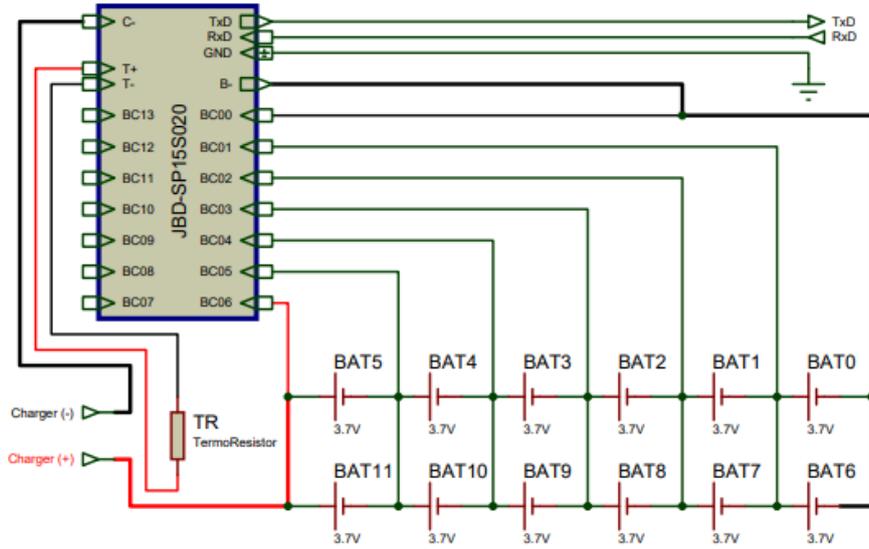
Батарейн холболт нь гаралтын хүчдэлийн утгаас хамааран топологи нь өөр хоорондоо харилцан адилгүй боловч Оммын болон Киркофийн хуулиар тодорхойлогдоно.

12В батарейн 3x4 систем нь 3,7В 9800мАц багтаамжтай 12 ширхэг Li-Ion батарейтай, гаралтын хүчдэл 12В, цэнэгийн багтаамж 39,2Ац, ажиллагааны гүйдлийн дээд хязгаар нь 30А байна.



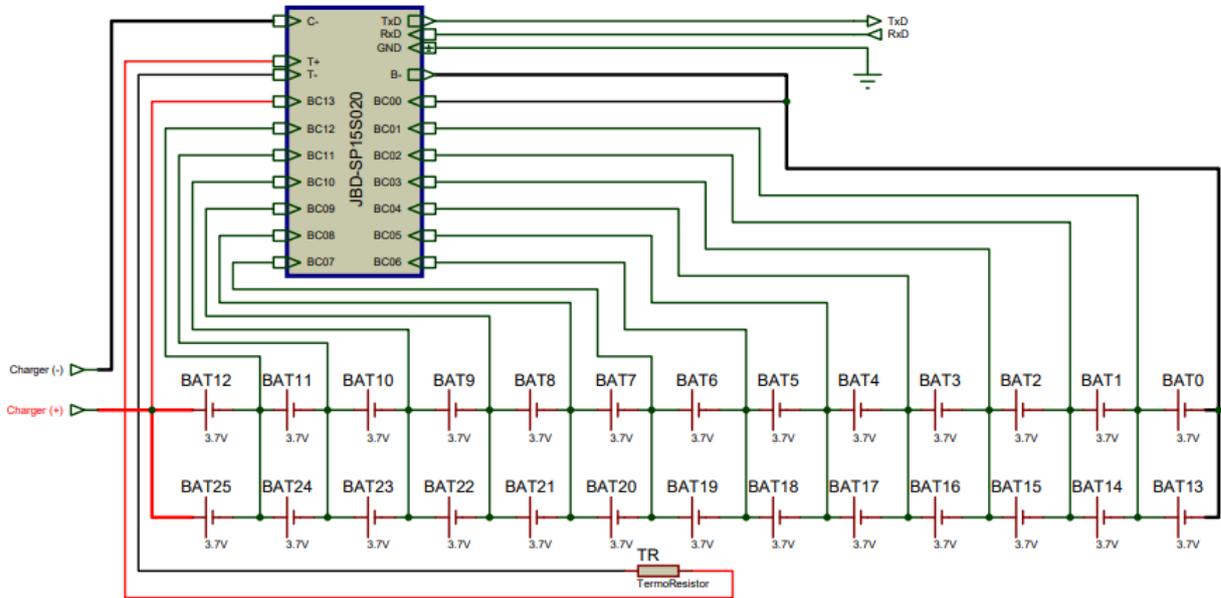
Зураг 13. 12В батарейн 3x4 систем ба БМС-ийн холболтын схем.

24В батарейн систем нь 3,7В 9800мАц багтаамжтай 12 ширхэг Li-Ion батарейтай, гаралтын хүчдэл 24В, цэнэгийн багтаамж 19,6Ац, ажиллагааны гүйдлийн дээд хязгаар нь 30А байна.



Зураг 14. 24В батарейн 6x2 систем ба БМС-ийн холболтын схем.

48В батарейн систем нь 3,7В 9800мАц багтаамжтай 26 ширхэг Li-Ion батарейтай, гаралтын хүчдэл 48В, цэнэгийн багтаамж 19,6Ац, ажиллагааны гүйдлийн дээд хязгаар нь 30А байна.



Зураг 15. 48В батарейн 13x2 систем ба БМС-ийн холболтын схем.

## 1.7. ДҮГНЭЛТ

“ArcGIS” болон “PVSol” програм ашиглан Улаанбаатар хотын нарны энергийн нөөц, дээвэр дээрх нарны зайн системийн тооцоог хийж гүйцэтгэсэн. Улаанбаатар хотын бүс нутагт нэгж налуу гадаргууд ирэх дундаж нарны нийлбэр цацраг  $1627.32 \text{ кВт}\cdot\text{ц}/\text{м}^2$  жил байна. Нийт  $1,5 \text{ сая } \text{м}^2$  барилгын дээврийн талбайг хавтгай гэж тооцвол ойролцоогоор  $529,220 \text{ м}^2$  гадаргуугийн талбайтай  $272,794$  ширхэг нарны зай суурилуулах ба жилд  $141.29 \text{ сая кВт}\cdot\text{ц}$  цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх боломжтой.

“DigSilent PowerFactory 15.1” програм дээр  $0.22 \text{ кВ}$ -ын сүлжээнд холбогдсон  $5.5 \text{ кВт}$  нарны зайн системийн тооцоог гүйцэтгэсэн. Систем нь  $325 \text{ Вт}$ -ын  $17$  ширхэг нарны зай,  $5.5 \text{ кВт}$ -ын инвертертэй,  $5.3 \text{ кВт}$ -ын цахилгаан ачаатай зангилаанд холбогдсон гэж үзэхэд нарны зай нь  $68 - 72.5$  хувийн ачаалал авч байна.

“PVSol” програм дээр сүлжээнд холбогдсон нет-метртэй өрхийн нарны зайн системийн тооцоог хийсэн. Уг “Rooftop SPV” систем нь цахилгаан ачааллын  $41.6$  хувийг хангаж, үлдсэн  $58.4$  хувийг нэгдсэн сүлжээнээс хангана. Эдийн засгийн тооцоогоор систем жилд  $11875 \text{ кВт}\cdot\text{ц}$  цахилгааныг сүлжээнд нийлүүлснээр  $25$  жилийн хугацаанд борлуулалтын тарифаас хамааран нийт  $14000 - 33754$  ам.долларын ашиг олохоор байна.  $1 \text{ кВт}\cdot\text{ц}$  цахилгааны борлуулалтын тарифаас хамааран хамгийн багадаа  $4.8$  жил, хамгийн ихдээ  $12.5$  жилийн дотор хөрөнгө оруулалтаа нөхнө.

Нарны цахилгаан станц, усан цахилгаан станц, дизель станцуудыг эрчим хүчний борлуулалтын тариф, төслийн дотоод өгөөжөөр нь харьцуулсан тооцоогоор Нарны ЦС-ын хувьд суурилагдсан хүчин чадлаас үл хамааран эрчим хүчний борлуулалтын үнийг өнөөгийн зах зээлийн үнийн түвшний нөхцөлд  $0.09 \text{ \$/кВт}\cdot\text{ц}$ -аас доош буулгах нь эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй байна.

Их чадлын нарны цахилгаан станц байгуулахад шаардагдах нөөцийн үнэлгээг дотоод, гадаадын эрдэмтэд судлан гаргасан нарны кадастр зураг нь сансрын болон зайнаас тандан судлал, цаг уурын станцуудын өгөгдлүүдийг ашиглан хэвтээ гадаргуу дээр ирж буй нарны цацрагийн нөөцийн үнэлгээг хийсэн байдаг. Улаанбаатар хотын бүс нутагт нарны цахилгаан станц байгуулах талбай хомс тул барилгын дээврийн талбайг ашиглах нь нэг гарц байж болох юм.

## 2. НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИЙГ ДУЛААНЫ ЭРЧИМ ХҮЧИНД ХУВИРГАН АШИГЛАХАД ОРОН СУУЦНЫ БАРИЛГЫН ДУЛААН ДАМЖУУЛАЛ, ДУЛААЛГЫН МАТЕРИАЛЫН ДУЛААН НЭВТРҮҮЛЭЛТИЙГ ТОДОРХОЙЛОХ

### 2.1. ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫН ОНОЛ, АРГАЗҮЙ

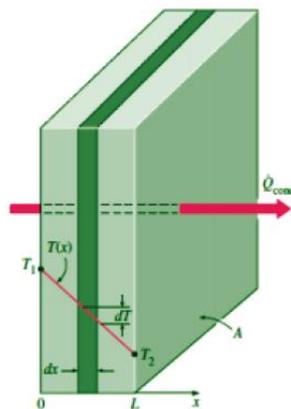
Судалгааны ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотын орон сууцны барилга болон амины орон сууцыг барихад түгээмэл ашиглагддаг барилгын материалын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентыг тодорхойлох хэмжилтүүдийг хийн өгөгдөхүүний баазыг бүрдүүлсэн.

### 2.2. ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫГ ТООЦОХ ОНОЛЫН ХЭСЭГ:

Дулаан дамжууллыг шууд буюу дамжууллын, конвекцийн болон цацрагийн гэж гурав ангилан авч үздэг. Эдгээр нь тус бүрдээ температурын зөрөөг шаарддаг. Бидний ашиглаж байгаа хэмжилтийн багажны хувьд дамжууллын болон конвекцийн дулаан дамжууллын аргаар дулааны урсгал, нэвтрүүлэлтийн коэффициент болон дулааны эсэргүүцлийг тооцдог.

#### 2.2.1. Дулаан тусгаарлагчаар дамжих дулаан дамжууллыг тооцох

Дулаан тусгаарлагчаар дамжих дулааны дамжууллын буюу шууд энерги нь тусгаарлагчийн гадна болон доторх гадаргуугийн температурын зөрөөнөөс шууд хамааралтай, зузаанаас урвуу хамааралтай байдаг.



Зураг 16. Ханаар дамжих дулааны шууд энерги

Энэхүү энергийг тооцох Фурьегийн хууль

$$Q_{\text{cond}} = -k A \frac{dT}{dx} = -k A \frac{T_1 - T_2}{L} \quad (7)$$

Үүнд:

$Q_{\text{cond}}$  – ханаар дамжих дулаан (Ж/сек=Вт)

$k$  – дулаан дамжууллын коэффициент (Вт/(м °С))

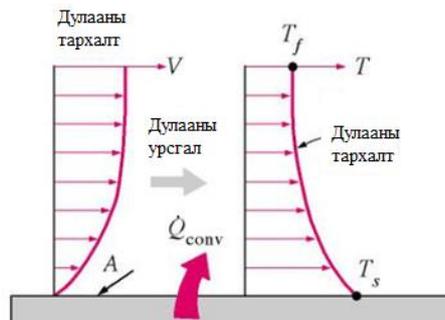
$A$  – дулаан дамжиж байгаа талбай ( $m^2$ )

$L$  – хананы зузаан ( $m$ )

$T$  – температурын зөрөө ( $^{\circ}C$ )

### 2.2.2. Конвекцийн энергийг тооцох

Конвекцийн дулаан дамжуулалт нь хатуу гадаргуугаас агаараар тархах дулааныг тооцдог.



Зураг 17. Ханаар дамжих дулааны конвекцийн тархалт

Конвекцийн дулааны энергийг Ньютоны хөргөлтийн хуулиар тайлбарлана.

$$Q_{conv} = hA_s(T_s - T_f) \quad (8)$$

Үүнд:

$Q_{conv}$  – конвекцийн дулаан (Вт)

$h$  – конвекцийн дулаан дамжууллын коэффициент ( $Вт/м^2 \cdot ^{\circ}C$ )

$A_s$  – дулаан дамжиж байгаа талбай ( $m^2$ )

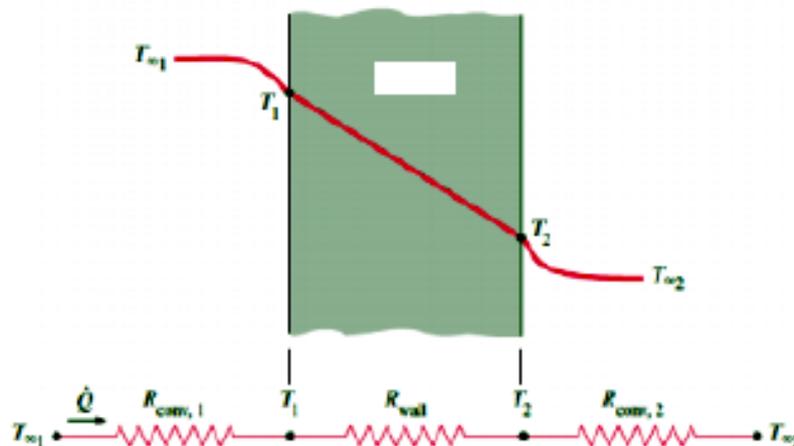
$T_s$  – гадаргуун температур ( $^{\circ}C$ )

$T_f$  – гадаргуу дээрх шингэн болон хийн температур ( $^{\circ}C$ )

Дулаан тусгаарлагчаар урсах дулааны энергийг тооцох:

Дулаан тусгаарлагчаар урсах дулааны нийт энергийг дараах байдлаар тооцно.

(Зураг 18.)



Зураг 18. Ханаар урсах дулааны шилжилт

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{R_{total}} \quad (9)$$

$$R_{total} = R_{conv,1} + R_{wall} + R_{conv,2} = \frac{1}{h_1 A} + \frac{L}{kA} + \frac{1}{h_2 A} \quad (10)$$

Үүнд:

Q – нийт дулааны энерги (Вт),

T<sub>1</sub> – хананы гадна талын температур (°C),

T<sub>2</sub> - хананы дотор талын температур (°C),

h<sub>1,2</sub> – конвекцийн дулаан дамжууллын коэффициент (1-гадна) (2-дотор) (Вт/м<sup>2</sup> °C),

k - дулаан дамжууллын коэффициент (Вт/(м °C)),

L - хананы зузаан (м),

A - дулаан дамжиж байгаа талбай (м<sup>2</sup>),

Дулааны урсгалыг тооцохдоо нийт энергийг талбайд хуваана.

$$q = \frac{Q}{A} \quad (11)$$

Үүнд:

q – дулааны урсгал (Вт/ м<sup>2</sup>)

Q - нийт дулааны энерги (Вт)

A - дулаан дамжиж байгаа талбай (м<sup>2</sup>)

### 2.2.3. Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент U, дулааны эсэргүүцэл R утгыг тооцох

Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент U утгыг тооцох :

Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент U утга нь аливаа материалын дулаан дамжуулалт юм.

$$U = \frac{q}{T_1 - T_2} \quad (12)$$

Үүнд:

U – дулаан дамжуулалт (Вт/м<sup>2</sup> °C)

q - дулааны урсгал (Вт/м<sup>2</sup>)

T<sub>1</sub> – хананы гадна талын температур (°C)

T<sub>2</sub> - хананы дотор талын температур (°C)

Дулааны эсэргүүцэл R утга тооцох :

Дулааны эсэргүүцэл буюу R утга нь аливаа материалын дулаан нэвтрүүлэлтийн (U) урвуу хэмжигдэхүүн юм.

$$R = \frac{T_1 - T_2}{q} \quad (13)$$

Үүнд:

R – дулааны эсэргүүцэл (м<sup>2</sup> °C /Вт)

q - дулааны урсгал (Вт/ м<sup>2</sup>)

$T_1$  – хананы гадна талын температур ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_2$  - хананы дотор талын температур ( $^{\circ}\text{C}$ )

### 2.3. ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫГ ТООЦОХ АРГА ЗҮЙ:

Амины орон сууцны гадаргуугаар алдагдах дулааны алдагдлыг хаших хийцийн материалаар алдагдах дулааны урсгалыг хэмжих замаар тодорхойлно. Амины орон сууцны хана, цонхны гадна болон дотор талд хэмжилтийн багажны мэдрэгчүүдийг ижил түвшинд (мэдрэгч дээр нар тусахгүй байхаар) байрлуулан, хана, цонхны температур, материалын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийг тодорхойлж, дулааны алдагдлыг тооцсон. Тооцоог 48 цагийн тасралтгүй хэмжилтийн үр дүнг нэгтгэн, боловсруулж хийв.



Зураг 19. Хэмжилтийн багажсыг цонхонд суурилуулсан байдал

Барилгын дулааны алдагдлын хэмжилтэд Швейцари улсад үйлдвэрлэгдсэн “Грийнтэг” (greenTEG) үйлдвэрийн гО (gO) болон Америкийн нэгдсэн улсад үйлдвэрлэгдсэн “Флакстек” (FluxTeq) брэндийн дулааны урсгал, нэвтрүүлэлтийн коэффициент тодорхойлох хэмжилтийн багажуудыг ашигласан.

#### 2.3.1. Орон сууц болон амины орон сууцны барилгын хаших хийцийн дулаан нэвтрүүлэлтийг хэмжих аргазүй

Хэмжилтэнд Швейцари улсад үйлдвэрлэгдсэн “Грийнтэг” (greenTEG) үйлдвэрийн гО (gO) төрлийн дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийг ISO 9869 стандартын дагуу тодорхойлох мэдрэгч бүхий багажийг ашигласан.



Зураг 20. Грийнтэг гО (greenTEG gO) хэмжилтийн багаж

ISO 9869 стандартын дагуу U-утгыг (дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент) хэмжихэд тавигдах шаардлага.

Дулааны мэдрэгчийг суурилуулах:

- Мэдрэгчийг байрлуулахдаа хөдөлгөөнгүйгээр байрлуулж, 2 талтай наалт болон пасте (дулаан сайн дамжуулагч барьцалдуулагч) ашиглана.
- Үнэн бодит үр дүн авахын тулд мэдрэгчүүдийг дулаан тусгаарлагчийн (хана, цонх ...) гадна болон дотор талд ижил түвшинд байрлуулна.

Орчны температур мэдрэгчийг суурилуулах:

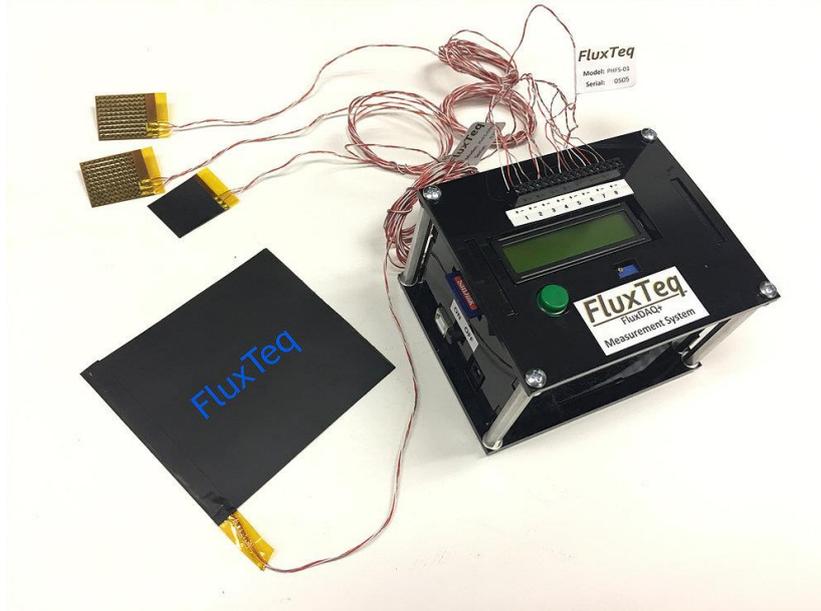
- Мэдрэгчийг байрлуулахдаа гадаргуугаас хөндийрүүлэгчийг байнга ашиглана.
- Нарны шууд тусгалгүй газар байрлуулна.
- Температур мэдрэгчийг дулааны урсгал мэдрэгчээс 5-10 см-ийн зайнд байрлуулна.



Зураг 21. Грийнтэг гО (greenTEG gO) хэмжилтийн багажийг суурилуулах байдал

2.3.2. Барилгын материалын хувийн дулаан нэвтрүүлэлтийг тооцох аргагүй

Дулааны урсгал хэмжигчээр Америкийн нэгдсэн улсад үйлдвэрлэгдсэн “ФлаксТек” (FluxTeq) пүүсийн багажийг ашигласан. Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийг ISO 9869 болон дулааны урсгал хэмжигчийн стандарт болох ASTM 1046 (American Society for Testing and Materials), ASTM 1155, ASTM 1041 стандартын шаардлага хангасан мэдрэгч ашиглан хэмжилтийг гүйцэтгэв.



Зураг 22. “FluxTeq” хэмжилтийн багаж

Хүснэгт 10. Дулааны урсгал хэмжигчийн гол үзүүлэлтүүд

№	Дулааны урсгал хэмжигчийн гол үзүүлэлтүүд	
1	Мэдрэгчийн төрөл	Температурын зөрөө
2	Температурын хязгаар	-20 <sup>0</sup> C -оос 100 <sup>0</sup> C
3	Мэдрэгчийн төрөл	Төрөл- T
4	Мэдрэгчийн талбайн хэмжээ	өргөн=6.8 см урт=7.6 см
5	Мэдрэгчийн нийт талбайн хэмжээ	өргөн=8.3см, урт=9.6 см
6	Мэдрэх талбай	50 см <sup>2</sup>
7	Мэдрэгчийн зузаан	1.3 мм

Дулааны мэдрэгчийг суурилуулах:

- Мэдрэгчийг хөдөлгөөнгүйгээр байрлуулна
- Үнэн бодитой үр дүн авахын тулд мэдрэгчүүдийг тусгаарлагчийн (хана, цонх ...) гадна болон дотор талд ижил түвшинд байрлуулах

Бусад ерөнхий шаардлага:

- Дулааны урсгалын мэдрэгчийг агааржуулалтын ойролцоо байрлуулж болохгүй. Агааржуулалтаас үүссэн дулааны урсгалын хэлбэлзэл нь тогтворгүй, алдаатай хэмжилтийн нөхцөлийг бий болгоно.

- Нарны шууд цацрагийн нөлөөллийг бууруулахын тулд мэдрэгчийг нарны шууд тусгалд байрлуулахаас зайлсхийх. Мэдрэгчийг байрлуулахдаа байнгын сүүдэртэй эсвэл зайлшгүй шаардлагатай тохиолдолд зохиомол сүүдрэвч хийж байрлуулна.
- Хэмжилт хийхийг санал болгосон туршилтын хугацаа хамгийн багадаа 48 цаг боловч хэмжилтүүд дийлэнх тохиолдолд 1 цаг хүрэхгүй хугацаанд тогтворжиж буй нь ажиглагдав.

Туршилтын явцад материалын гадна, дотор температурын хооронд хамгийн багадаа 10<sup>0</sup>C-ийн зөрөөг хадгална. Температурын ялгаа нь илүү тогтвортой байх тусам хэмжилтийн үр дүн илүү нарийвчлалтай байгаа нь ажиглагдлаа.

#### 2.4. БАРИЛГЫН ДУЛААНЫ ХАМГААЛАЛТ- БНБД 23-02-09

*Зам тээвэр, барилга, хот байгуулалтын сайдын 2008 оны 314 дүгээр тушаал*

Энэхүү барилгын норм ба дүрмийг дотор агаарын тодорхой температур, чийглэгийг барьж байх шаардлагатай орон сууц, олон нийт, үйлдвэр, хөдөө аж ахуй, агуулахын барилга, байгууламж /цаашид барилга гэнэ/-д тавих дулааны хамгаалалтад мөрдөнө.

Хүснэгт 11. Хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийн нормчлогдсон утга

Барилга ба ерөөний нэр	Халаалтын улирлын хэм хоног 0СЧхон	Хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийн нормчлогдсон утга м <sup>2</sup> °С/Вт				
		Хана	Хучилт	Адрын ба зоорийн хучилт	Цонх, хаалга	Босоо шиллэгээтэй гэгээвч
1	2	3	4	5	6	7
Орон сууц, эмчлүүлэх газар, төрөх, хүүхдийн барилга, дотуур байр зочид буудал, олон нийтийн барилгууд	2000	2.1	3.2	2.8	0.3	0.3
	4000	2.8	4.2	3.7	0.45	0.35
	6000	3.5	5.2	4.6	0.6	0.4
	8000	4.2	6.2	5.5	0.7	0.45
	10000	4.9	7.2	6.4	0.75	0.5
	12000	5.6	8.2	7.3	0.8	0.55

Зам тээвэр, барилга, хот байгуулалтын сайдын 2008 оны 314 дүгээр тушаалын нэгдүгээр хавсралт Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09-д зааснаар Улаанбаатар хотод /7754<sup>0</sup>С хэм.хоног/ баригдах барилгын цонхны дулаан дамжууллын эсэргүүцлийн нормчлогдсон утга нь  $R=0.7\text{м}^2\text{°С/Вт}$  ( $U=1.429\text{Вт/м}^2\text{°С}$ ). Хананы нормчлогдсон утга  $R=4.2\text{м}^2\text{°С/Вт}$  ( $U=0.238\text{Вт/м}^2\text{°С}$ ) байна.

## 2.5. ОРОН СУУЦНЫ БАРИЛГЫН ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ХЭМЖИЛТ

Хэмжилтийг Грийнтэг гО (greenTEG gO)–хэмжилтийн багажаар ISO 9869 стандартын дагуу дөчин мянгат, тавин мянгат, 19-р хороолол болон 16-р хорооллын тоосгон, угсармал, блокон болон цутгамал барилгуудын цонх болон хананы дулаан дамжууллын хэмжилт хийж Барилгын норм ба дүрэм 23-02-09 стандартын утгатай харьцуулж үзлээ.



График 13. Барилгуудын хананд хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

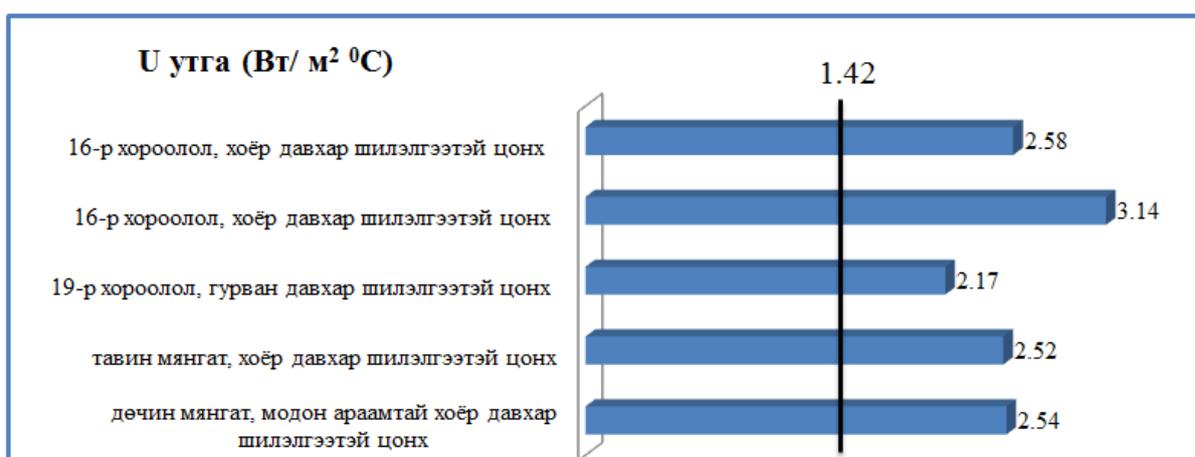


График 14. Барилгуудын цонхон дээр хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

Хэмжилт хийсэн орон сууцны барилга болох дөчин мянгат, тавин мянгат, дунд үед баригдсан 19-р хорооллын угсармал орон сууц, сүүлийн үед баригдсан блокон болон бүрэн цутгамал барилгууд дээр ISO 9869 стандартын дагуу хэмжилт хийсэн. Хэмжилт хийсэн орон сууцны ханын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент БНБД 23-02-09 стандартын коэффициентоос 2,8-3,8 дахин их (График 13.), цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент 1,5-2,2 дахин их байна.(График 14.)

## 2.6. АМИНЫ СУУЦНЫ ДУЛААН ДАМЖУУЛЛЫГ ТОДОРХОЙЛОХ ХЭМЖИЛТ

СБД-ийн 17 дугаар хорооны 1690 айлын амины орон сууцыг тэдгээрийг барьсан материалаас нь хамааруулан шавардлагатай шургааг, тоосгон, дүнзэн, блокон, палкан, мод канад, тоосго блок, монгол гэр гэж ангилан, нийт 8 сууцанд дулааны алдагдлын хэмжилт хийсэн. Сонгон авсан орон сууцнуудын дулааны алдагдлыг тодорхойлохдоо зөвхөн дамжууллын алдагдлаар нь тооцсон бөгөөд инфильтрацийн дулааны алдагдлыг

энд тооцоогүй болно. Барилгын нийт дулааны алдагдлыг тооцохдоо дээврээр алдах дулааны алдагдлыг нийт алдагдлын 30 хувиас хэтрэхгүй байхаар тооцсон болно.

Хэмжилтээр хана, цонхны гадна болон дотор гадаргуугийн температур, агаарын температур, дулааны урсгал, дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийг хэмжин, дулааны алдагдлыг тодорхойлсон. Мөн амины орон сууцны хана болон цонхоор нэвтэрч байгаа дулаан дамжууллыг Барилгын норм ба дүрэм 23-02-09 стандартын утгатай харьцуулж үзлээ.

#### 2.6.1. Палк, шавар ханатай амины орон сууц

Палк, шавар ханатай амины орон сууцаар Дамбадаржаа 31-373 тоот айлын 48 м<sup>2</sup> талбайтай амины орон сууцыг сонгон авч хэмжилт хийлээ.

Барилгын байршлын координат нь:

- 1: 47°58'46.8" 106°55'46.1",
- 2: 47°58'46.8"; 106°55'45.6",
- 3: 47°58'47.0"; 106°55'43.6",
- 4: 47°58'47.0" 106°55'46.1" болно.

Тус амины орон сууц нь байнгын хүнтэй, ханан пийшин болон цахилгаан халаагуураар халаалтаа шийдсэн. Барилгын гадна талаас авсан зургийг *Зураг 23.-д* үзүүлэв.



*Зураг 23. Палк, шавар ханатай амины орон сууцны гадна талын зураг*

Хүснэгт 12. Палк, шавар ханатай барилгын ерөнхий мэдээлэл

№		Тайлбар
1	Хаяг	СБД, 17-р хороо, Дамбадаржаа 31-373 тоот
2	Ам бүл	3
3	Халаалттай байдаг хугацаа	24 цаг
4	Цахилгааны зардал (төг/сар)	120,000 -130,000
5	Түлшний зардал (төг/сар)	90,000 (24 шуудай)
6	Халаалтын эх үүсвэр	Ханан пийшин, 2,5 кВт-ын цахилгаан халаагуур

Хүснэгт 13. Палк, шавар ханатай барилгын хэмжилтийн мэдээлэл

№	Үзүүлэлт	Тайлбар
1	Барилгын төрөл	Шавардлагатай ханан: 48 м <sup>2</sup> х 2.16 метр
	- Хана	Палк, шавар
	- Цонх	2 давхар шилэлгээтэй цонх, 2 ширхэг, 195:131
	- Хаалга	Мод
2	Ашиглалтанд орсон он	2000
3	Байрны давхар	1 давхар, шувуун нуруутай
4	Хананы бүтэц /давхарга бүрээр/	Шавар, палк, шавар
	Өрөөний тоо	3
	Тааз дээвэр	Банз, шар шороо
5	Дулаалгатай эсэх	Фасадыг 10 см хөөсөөр дулаалсан
6	Нар тусдаг эсэх	Нар тусдаг, урагшаа харсан
7	Хэмжилт хийсэн зүг	Баруун / нар тусахгүй/
8	Хэмжилтийн байршил	- Цонх 219, 225 /мэдрэгчийн №/ - Хана 221, 231 /мэдрэгчийн №/
9	Хэмжилт эхэлсэн он/сар/өдөр	2019/11/23
10	Хэмжилт дуусан он/сар/өдөр	2019/11/25
11	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент /U- Value/	- Цонх: 3.696 Вт/м <sup>2</sup> °С - Хана: 0.456 Вт/м <sup>2</sup> °С

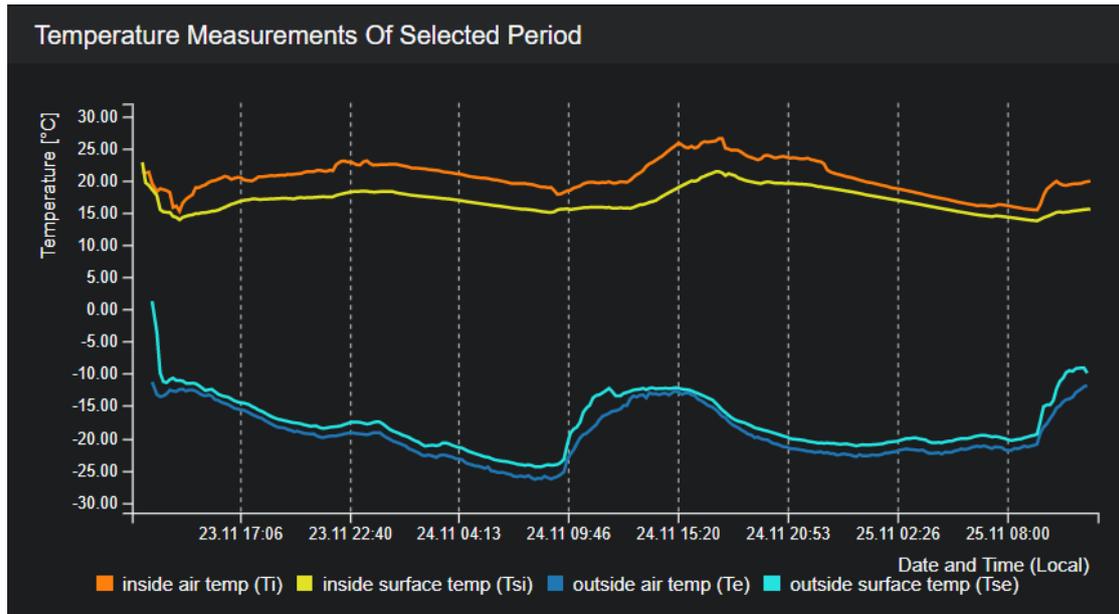


График 15 а. Тоосгон ханатай амины орон сууцны хананы температурын хэмжилтийн утга

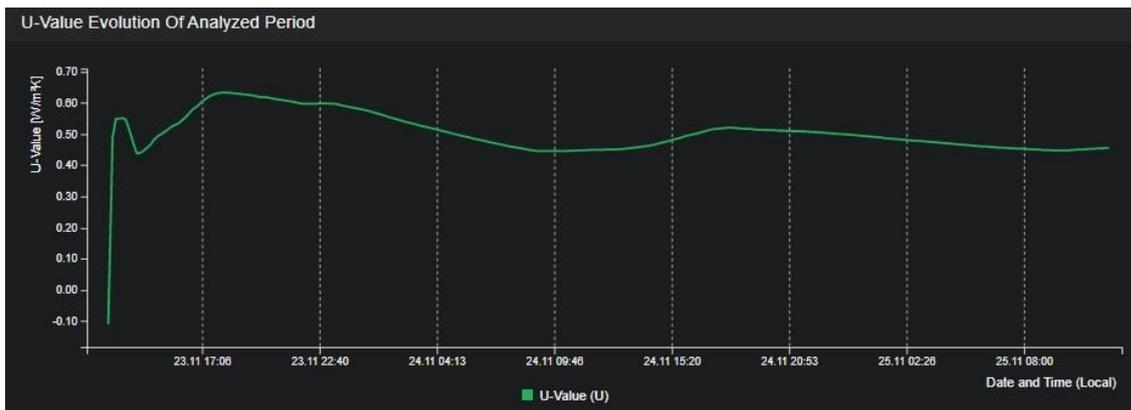


График 15 б. Тоосгон ханатай амины орон сууцны хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентын хэмжилтийн утга

Хэмжилтээр 48 м<sup>2</sup> талбайтай амины орон сууцны хананы нийт талбай 55.38м<sup>2</sup> бөгөөд “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 0.46 Вт/м<sup>2</sup>°С байна.

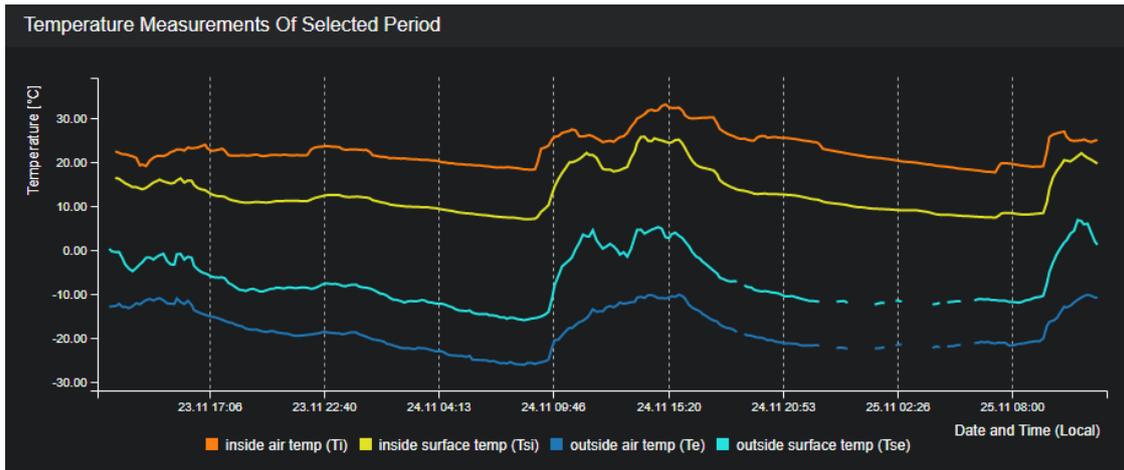


График 16 а. Тоосгон ханатай амины орон сууцны цонхны температурын хэмжилтийн утга

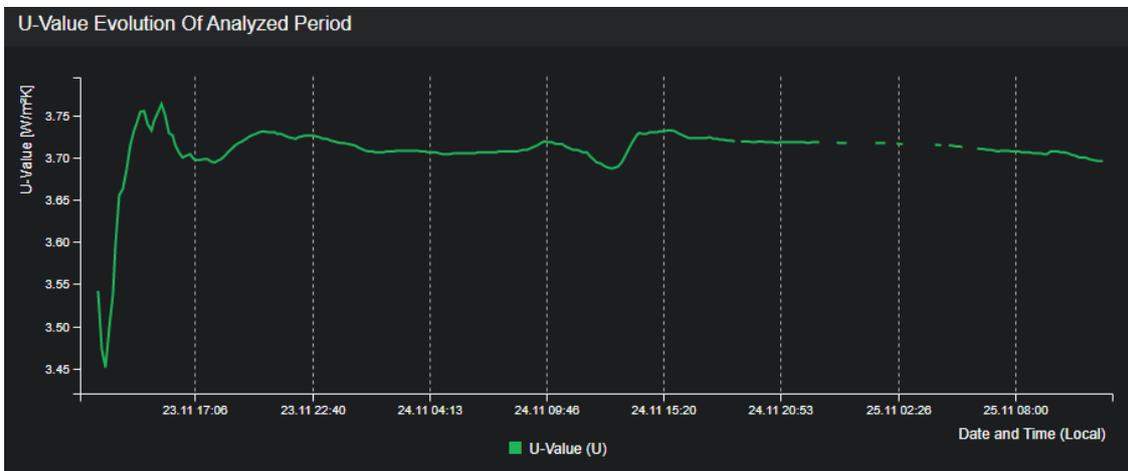


График 16 б. Тоосгон ханатай амины орон сууцны цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн хэмжилтийн утга

Дээрх барилгын цонхны нийт талбай 5.1 м<sup>2</sup>. “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 3.696 Вт/м<sup>2</sup>°С, Барилгын жилийн нийт дулааны алдагдал нь 10669.81 кВт\*ц/жил байна.

### 2.6.2. Тоосго, блокон ханатай амины орон сууц

СБД-ийн 17 дугаар хорооны 27-303 тоот айлын мансарттай 64 м<sup>2</sup> талбайтай тоосго, блокон амины орон сууцыг сонгон, дулааны алдагдлыг хэмжсэн. Байршлын координатын цэг:

- 1: 47°58'43"; 106°55'41",
- 2: 47°58'42"; 106°55'41",
- 3: 47°58'43"; 106°55'41",
- 4: 47°58'43"; 106°55'41" болно.

Тус амины орон сууц нь байнгын хүнтэй, ханан пийшин болон цахилгаан халаагуураар халаалтаа шийдсэн. Барилгын гадна байдлын зургийг *Зураг 24*-д үзүүлэв.



*Зураг 24. Тоосго, блокон ханатай амины орон сууны гадна тал*

*Хүснэгт 14. Тоосго, блокон ханатай барилгын ерөнхий мэдээлэл*

№		Тайлбар
1	Хаяг	СБД, 17-р хороо, Дамбадаржаа 27-303
2	Ам бүл	6
3	Халаалттай байдаг хугацаа	24 цаг
4	Цахилгааны зардал (төг/сар)	54,000
5	Түлшний зардал (төг/сар)	120,000 (32 шуудай)
6	Халаалтын эх үүсвэр	Ханан пийшин, Зуух, 2.3 кВт-ын цахилгаан халаагуур

*Хүснэгт 15. Тоосго, блокон ханатай барилгын хэмжилтийн мэдээлэл*

№	Үзүүлэлт	Тайлбар	
1	Барилгын төрөл	40 м <sup>2</sup> х 2.3 метр – мансарт, 64 м <sup>2</sup> х 2.26 метр - доод давхар	
	- Хана	Дан: шавар, 5 см банз, 12 см тоосго Мансарт: 40х60 см блок, 5 см хөөс, 12 см тоосго	
	- Цонх	2 давхар шилэлгээтэй хуванцар рамтай, 100х110 см, 125х160 см	
	- Хаалга	Бүргэд, модон хаалга	
2	Ашиглалтанд орсон он	Дан: 1974 Мансарттай: 2012	
3	Байрны давхар	2 хэсэг : дан болон мансарттай	
4	Хананы бүтэц /давхарга бүрээр/	Шавар, банз, тоосго	Блок, хөөс, тоосго

	Цонх	3 цонхтой 100x110	7 цонхтой 125x160
	Өрөөний тоо	3	
	Тааз	Банз, үнсэн хучмал, банз, хар цаас, төмөр	Банз, төмөр, банз шилэн хөвөн, гипс
5	Дулаалгатай эсэх	Шар шавар, 5 см хөөс	
6	Нар тусдаг эсэх	Нар тусна.	
7	Хэмжилт хийсэн зүг	Зүүн	
8	Хэмжилтийн байршил	- Цонх 219, 225 /мэдрэгчийн №/ - Хана 221, 231 /мэдрэгчийн №/	
9	Хэмжилт эхэлсэн он/сар/өдөр	2019/11/25	
10	Хэмжилт дууссан он/сар/өдөр	2019/11/27	
11	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент /U-Value/	- Цонх: 2.21 Вт/м <sup>2</sup> °С - Хана: 0.62 Вт/м <sup>2</sup> °С	

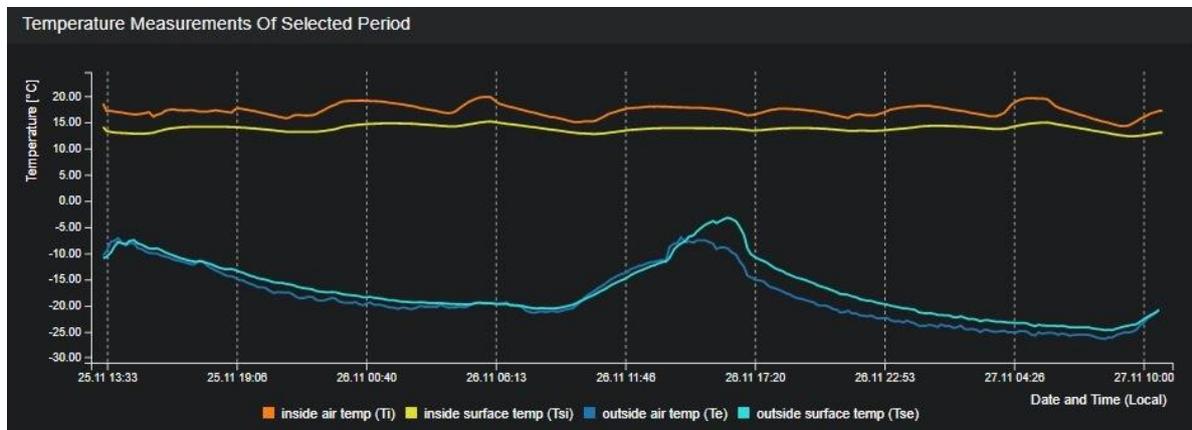


График 17а. Тоосго, блокон ханатай амины орон сууцны хананы температурын хэмжилтийн утга

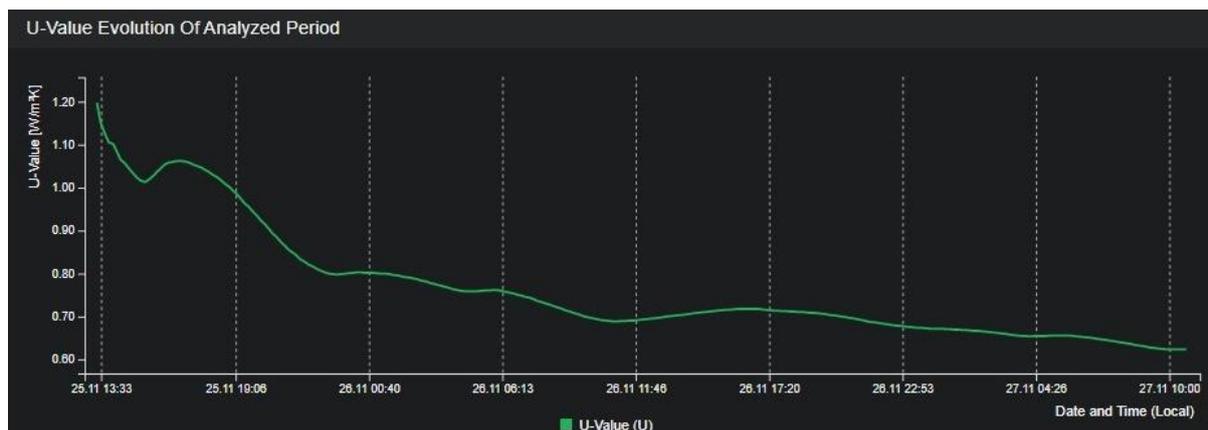


График 17б. Тоосго, блокон ханатай амины орон сууцны хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентын хэмжилтийн утга

Хэмжилтээр 104 м<sup>2</sup> талбайтай амины орон сууцны хананы нийт талбай нь 79,3 м<sup>2</sup> бөгөөд “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 0.62 Вт/м<sup>2</sup> °С байна.

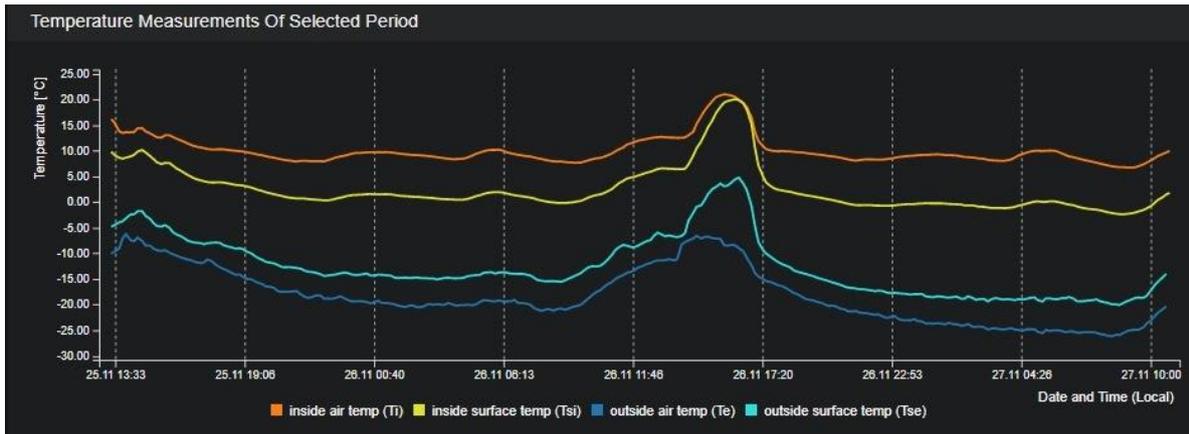


График 18 а. Тоосго, блокон ханатай амины орон сууцны цонхны температурын хэмжилтийн утга



График 18 б. Тоосго, блокон ханатай амины орон сууцны цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентын хэмжилтийн утга

Дээрх барилгын цонхны нийт талбай  $17.3 \text{ м}^2$ . “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь  $2.21 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  гарч байна. Жилийн нийт дулааны алдагдал нь  $21181.07 \text{ кВт}\cdot\text{ц/жил}$  байна.

### 2.6.3. Тоосго, блокон ханатай цэцэрлэгийн барилга

СБД-ийн 17-р хорооны  $350 \text{ м}^2$  талбайтай 175 дугаар цэцэрлэгийн тоосго, блокон ханатай барилгын дулааны алдагдлын хэмжилтийг хийсэн. Барилгын байршлын координатын цэг:

- 1:  $47^\circ 59' 19.5''$ ;  $106^\circ 56' 14.7''$ ,
- 2:  $47^\circ 59' 20.2''$ ;  $106^\circ 56' 14.9''$ ,
- 3:  $47^\circ 59' 19.9''$ ;  $106^\circ 56' 15.4''$ ,
- 4:  $47^\circ 59' 19.2''$ ;  $106^\circ 56' 15.5''$ ,
- 5:  $47^\circ 59' 14''$ ;  $106^\circ 56' 14.7''$  болно.

Барилгын хана болон цонхны гадаргуугийн талбай нь тус тус 178.2 м<sup>2</sup> ба 88.8 м<sup>2</sup> байна. 175-р цэцэрлэг нь халаалтаа ялтсан бойлуур буюу цахилгаанаар шийдсэн. Барилгын гадна байдлын зургийг Зураг 25.-д үзүүлэв.



Зураг 25. 175-р цэцэрлэгийн барилгын гадна талын зураг

Хүснэгт 16. Цэцэрлэгийн барилгын ерөнхий мэдээлэл

№		Тайлбар
1	Хаяг	СБД 17 хороо, 175 цэцэрлэг
2	Ам бүл	-
3	Халаалттай байдаг хугацаа	24 цаг
4	Цахилгааны зардал (төг/сар)	5,000,000
5	Түлшний зардал (төг/сар)	-
6	Халаалтын эх үүсвэр	Цахилгаан, ялтсан бойлуур

Хүснэгт 17. Цэцэрлэгийн барилгын хэмжилтийн мэдээлэл

№	Үзүүлэлт	Тайлбар
1	Барилгын төрөл	Карказан барилга, 350 м <sup>2</sup>
	- Хана	Тоосго, блок,
	- Цонх	2 давхар шилэлгээтэй хуванцар рамтай,
	- Хаалга	2 давхар
2	Ашиглалтанд орсон он	2012
3	Байрны давхар	2 давхар
4	Хананы бүтэц /давхарга бүрээр/	
	Тоосго	36 см

	Блок	24 см
	Чулуун хөвөн	10 см
	Хар замаск	-
5	Дулаалгатай эсэх	10 см чулуун хөвөн дулаалгатай
6	Нар тусдаг эсэх	Нар тусдаг
7	Хэмжилт хийсэн зүг	Зүүн
8	Хэмжилтийн байршил	- Цонх 219, 225 /мэдрэгчийн №/ - Хана 221, 231 /мэдрэгчийн №/
9	Хэмжилт эхэлсэн он/сар/өдөр	2019/11/27
10	Хэмжилт дууссан он/сар/өдөр	2019/11/29
11	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент /U-Value/	- Цонх: 2.02 Вт/м <sup>2</sup> °С - Хана: 0.39 Вт/м <sup>2</sup> °С

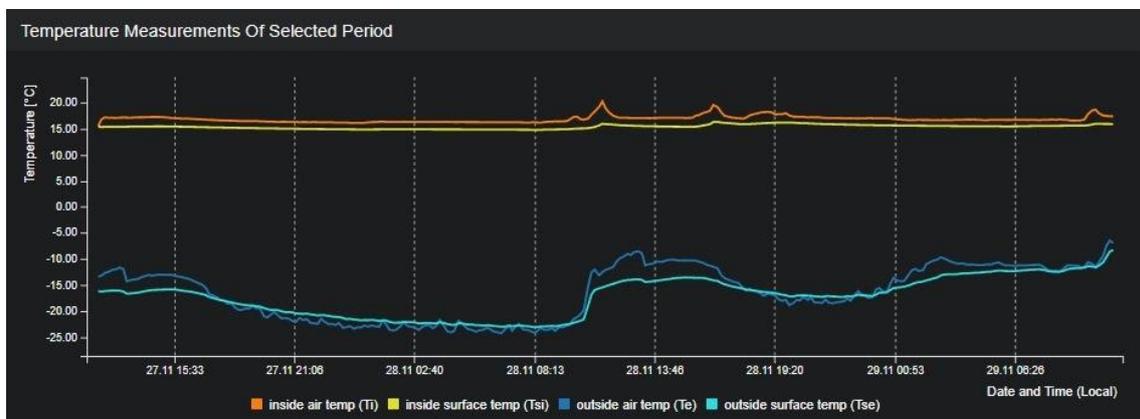


График 19 а. Цэцэрлэгийн барилгын хананы температурын хэмжилтийн утга

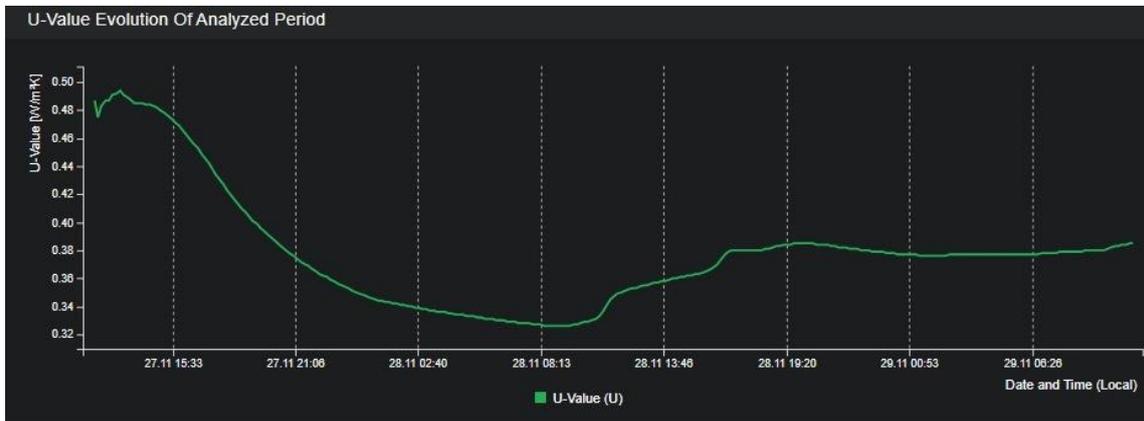


График 19 б. Цэцэрлэгийн барилгын хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентын хэмжилтийн утга

Хэмжилтээр 350 м<sup>2</sup> талбайтай цэцэрлэгийн хананы нийт талбай 178.2 м<sup>2</sup> бөгөөд “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 0.39 Вт/м<sup>2</sup> °С.

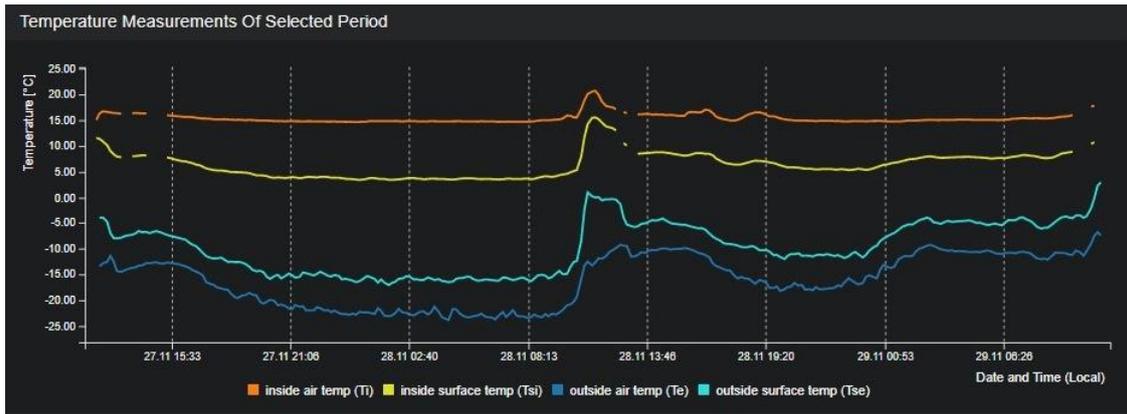


График 20 а. Цэцэрлэгийн барилгын цонхны температурын хэмжилтийн утга



График 20 б. Цэцэрлэгийн барилгын цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн хэмжилтийн утга

Дээрх барилгын цонхны нийт талбай  $88.8\text{ м}^2$ . “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь  $2.02\text{ Вт/м}^2\text{ °С}$ , жилийн нийт дулааны алдагдал нь  $59994.53\text{ кВт*ц/жил}$  байна.

#### 2.6.4. Канад технологиор баригдсан амины орон сууц

СБД-ийн 17 дугаар хорооны 40-508 тоот айлын  $72\text{ м}^2$  талбайтай Канад технологиор баригдсан амины орон сууцыг сонгон хэмжилт хийсэн. Барилгын байршлын координатын цэг:

1:  $47^{\circ}58'57.11''$ ;  $106^{\circ}55'52.5''$

2:  $47^{\circ}58'57.0''$ ;  $106^{\circ}55'52.4''$ ,

3:  $47^{\circ}58'57.0''$ ;  $106^{\circ}55'52.0''$ ,

4:  $47^{\circ}58'57.1''$ ;  $106^{\circ}55'52.3''$ ,

5:  $47^{\circ}58'57.1''$ ;  $106^{\circ}55'52.4''$  болно. Тус амины орон сууц нь байнгын хүнтэй, халаалтаа цахилгаан халаагуураар шийдсэн. Барилгын гадна байдлын зургийг Зураг 26.-д үзүүлэв.



Зураг 26. Канад технологиор баригдсан барилга

Хүснэгт 18. Канад технологиор баригдсан барилгын ерөнхий мэдээлэл

№		Тайлбар
1	Хаяг	СБД, 17-р хороо, 40-508 тоот
2	Ам бүл	4
3	Халаалттай байдаг хугацаа	24 цаг
4	Цахилгааны зардал (төг/сар)	60,000 – цахилгааны хөнгөлөлтөнд хамрагдан, 700 кВтц чөлөөлөгддөг
5	Түлшний зардал (төг/сар)	0
6	Халаалтын эх үүсвэр	2.5 кВт болон 2 кВт-ын цахилгаан халаагуур

Хүснэгт19. Канад технологиор баригдсан барилгын хэмжилтийн мэдээлэл

№	Үзүүлэлт	Тайлбар
1	Барилгын төрөл	Канад байшин, шувуун нуруут: 8 x 9 x 2.42 метр
	- Хана	ОСП хавтан, шилэн хөвөн, гипс, 8 см хөөсөнцөр
	- Цонх	3 давхар шилэлгээтэй, хуванцар рамтай
	- Хаалга	бүргэд
2	Ашиглалтанд орсон он	2017 оны 8 сард
3	Байрны давхар	1 давхар
4	Хананы бүтэц /давхарга бүрээр/	ОСБ хавтан, шилэн хөвөн, гипс, 8 см хөөсөнцөр
	Тааз	Рек, шилэн хөвөн, 3 давхар
	Шал	Паркет, шилэн хөвөн, ОСП хавтан
		Ирмэгээр цутгасан
Цонх	Урагшаа харсан -1, зүүн талд -2, хойшоо харсан -1	

5	Дулаалгатай эсэх	Дулаалгатай
6	Нар тусдаг эсэх	Урагшаа харсан
7	Хэмжилт хийсэн зүг	Хойд
8	Хэмжилтийн байршил	- Цонх 219, 225 /мэдрэгчийн №/ - Хана 221, 231 /мэдрэгчийн №/
9	Хэмжилт эхэлсэн он/сар/өдөр	2019/11/29
10	Хэмжилт дууссан он/сар/өдөр	2019/12/01
11	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент /U-Value/	- Цонх: 1.37 Вт/м <sup>2</sup> °С - Хана: 0.21 Вт/м <sup>2</sup> °С

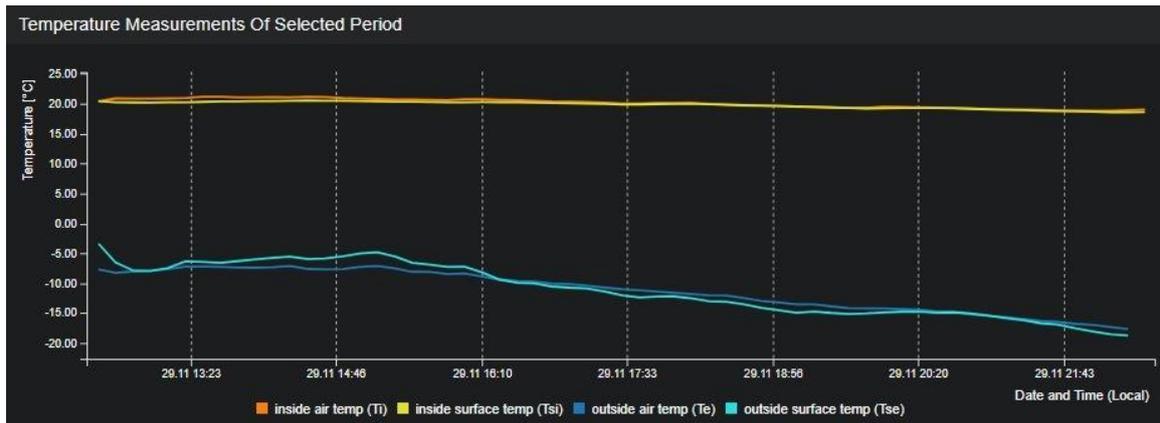


График 21 а. Канад технологиор барьсан амины орон сууцны хананы гадна, дотор талын температурын хэмжилтийн утга



График 21 б. Канад технологиор барьсан амины орон сууцны хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентын хэмжилтийн утга

Хэмжилтээр 72 м<sup>2</sup> талбайтай амины орон сууцны хананы нийт талбай 74,7м<sup>2</sup> бөгөөд “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 0.21 Вт/м<sup>2</sup> °С.

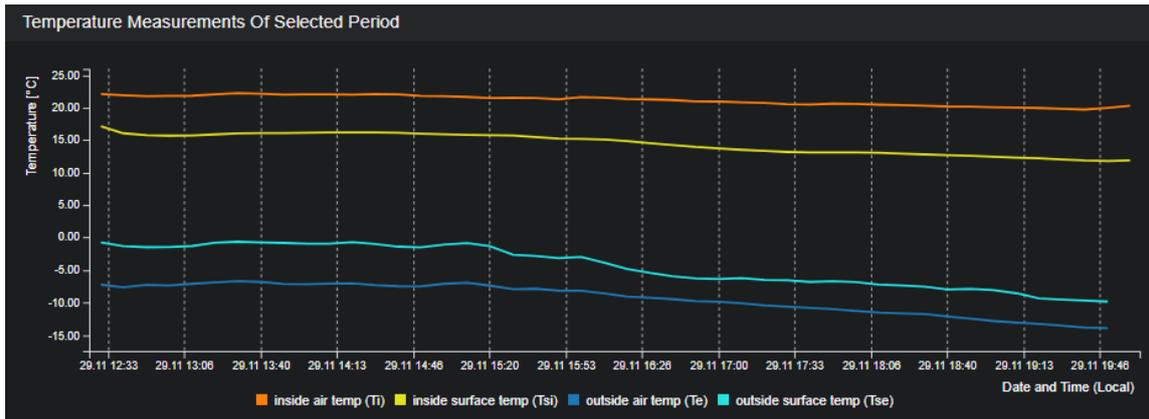


График 22 а. Канад технологиор барьсан амины орон сууцны цонхны гадна, дотор талын температурын хэмжилтийн утга



График 22 б. Канад технологиор барьсан амины орон сууцны цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентын хэмжилтийн утга

Дээрх барилгын цонхны нийт талбай  $6.9\text{ м}^2$ . “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь  $1.37\text{ Вт/м}^2\text{°С}$ , жилийн нийт дулааны алдагдал нь  $6139.68\text{ кВт*ц/жил}$  байна.

### 2.6.5. Монгол гэр

СБД-ийн 17 дугаар хорооны 68-922а тоот айлын  $28,26\text{ м}^2$  талбайтай гэрийн байршлын координатын цэг  $47^{\circ}59'20,6''$ ;  $106^{\circ}56'12,0''$ . Тус гэр нь байнгын хүнтэй, халаалтаа галладаг зуухаар шийдсэн. Барилгын гадна байдлын зургийг *Зураг 27*-д үзүүлэв.



Зураг 27. Монгол гэр

Хүснэгт 20. Монгол гэрийн ерөнхий мэдээлэл

№		Тайлбар
1	Хаяг	СБД, 17-р хороо, 68-922а тоот
2	Ам бүл	3
3	Халаалттай байдаг хугацаа	24 цаг
4	Цахилгааны зардал (төг/сар)	-
5	Түлшний зардал (төг/сар)	56,000 (~15 шуудай )
6	Халаалтын эх үүсвэр	Зуух

Хүснэгт 21. Монгол гэрийн хэмжилтийн мэдээлэл

№	Үзүүлэлт	Тайлбар
1	Барилгын төрөл	Гэр
	- Хана	Брезент, 2 давхар эсгий туурга
	- Хаалга	Модон хаалга, үүдний пинтэй
2	Ашиглалтанд орсон он	4 жил амьдарч байгаа
3	Хананы бүтэц /давхарга бүрээр/	4 ханатай гэр
4	Хэмжилт хийсэн зүг	Хойд зүгт
5	Хэмжилтийн байршил	- Тооно 219, 225 /мэдрэгчийн №/ - Хана 221, 231 /мэдрэгчийн №/
6	Хэмжилт эхэлсэн он/сар/өдөр	2019/12/01
7	Хэмжилт дууссан он/сар/өдөр	2019/12/02
8	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент /U-Value/	- Тооно: 2.50 Вт/м <sup>2</sup> °С - Хана: 0.44 Вт/м <sup>2</sup> °С

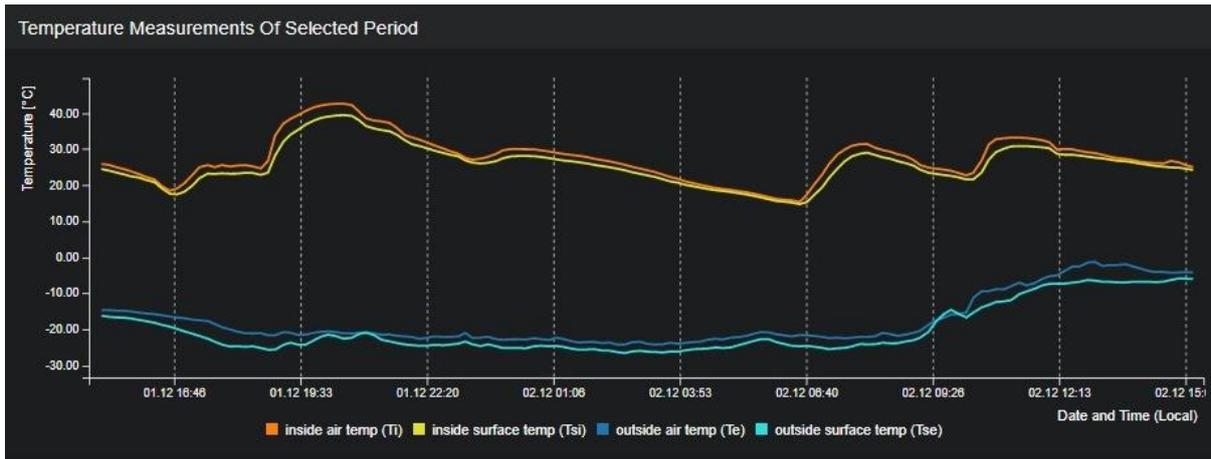


График 23 а. Монгол гэрийн хананы температурын хэмжилтийн утга



График 23 б. Монгол гэрийн хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн хэмжилтийн утга

Дээрх гэрийн гадаргуун нийт талбай  $55,76\text{м}^2$ . “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь  $0,44\text{ Вт/м}^2\text{ }^\circ\text{С}$ , жилийн нийт дулааны алдагдал нь  $5391.85\text{ кВт*ц/жил}$  байна.

### 2.6.6. Дүнзэн ханатай амины орон сууц-1

СБД-ийн 17 дугаар хорооны 71-нүүдэл 4 тоотын орос дүнзээр барьсан барилгыг сонгон хэмжилт хийсэн. Тус барилга нь нам даралт, цахилгаан халаагуураар халаалтаа шийдсэн. Барилгын байршлын координатын цэг:  $47^\circ59'18''$ ;  $106^\circ56'14''$ . Барилгын гадна байдлын зургийг Зураг 28-т үзүүлэв.



Зураг 28. Дүнзэн ханатай барилгын гадна тал

Хүснэгт 22. Дүнзэн ханатай барилгын ерөнхий мэдээлэл

№		Тайлбар
1	Хаяг	СБД, 17 дугаар хороо, 71 – нүүдэл 4 тоот
2	Ам бүл	6
3	Халаалттай байдаг хугацаа	24 цаг
4	Цахилгааны зардал (төг/сар)	50,000 -120,000
5	Түлшний зардал (төг/сар)	112,500 (30 шуудай)
6	Халаалтын эх үүсвэр	Нам даралт, 9 кВт-ын цахилгаан халаагуур

Хүснэгт 23. Дүнзэн ханатай барилгын хэмжилтийн мэдээлэл

№	Үзүүлэлт	Тайлбар
1	Барилгын төрөл	Дүнз
	- Хана	Дүнз (Орос)
	- Цонх	2 давхар шилтэй хуванцар рамтай; 2 ширхэг 110:150 см, 1 ширхэг 200:110 см болон 60:100 см, 2 ширхэг 80:110см
	- Хаалга	Мод, төмөр
2	Ашиглалтанд орсон он	2012
3	Байрны давхар	2 давхар, мансарттай 48 м <sup>2</sup> x 1.95 м
4	Хананы бүтэц /давхарга бүрээр/	Дүнз, хар цаас, 5 см шилэн хөвөн, ОСБ хавтан
	1 давхарын таазны давхарга	2 см банз, шилэн хөвөн, 3 см банз
	Шалны давхарга	2 см банз, 2 см грамзит, 5 см шилэн хөвөн, 3 см банз, паркет
	Дэвэр	Сэндвич
	2 давхарын таазны давхарга	ОСБ хавтан, 10 см хөөсөнцөр, хар цаас

5	Дулаалгатай эсэх	Дулаалгатай
6	Нар тусдаг эсэх	Зүүн 3 цонх, 2 урагшаа, баруун 2 цонх
7	Хэмжилт хийсэн зүг	Зүүн
8	Хэмжилтийн байршил	- Цонх 219, 225 /мэдрэгчийн №/ - Хана 221, 231 /мэдрэгчийн №/
9	Хэмжилт эхэлсэн он/сар/өдөр	2019/12/03
10	Хэмжилт дууссан он/сар/өдөр	2019/12/04
11	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент /U-Value/	- Цонх: 3.57 Вт/м <sup>2</sup> °С - Хана: 0.53 Вт/м <sup>2</sup> °С

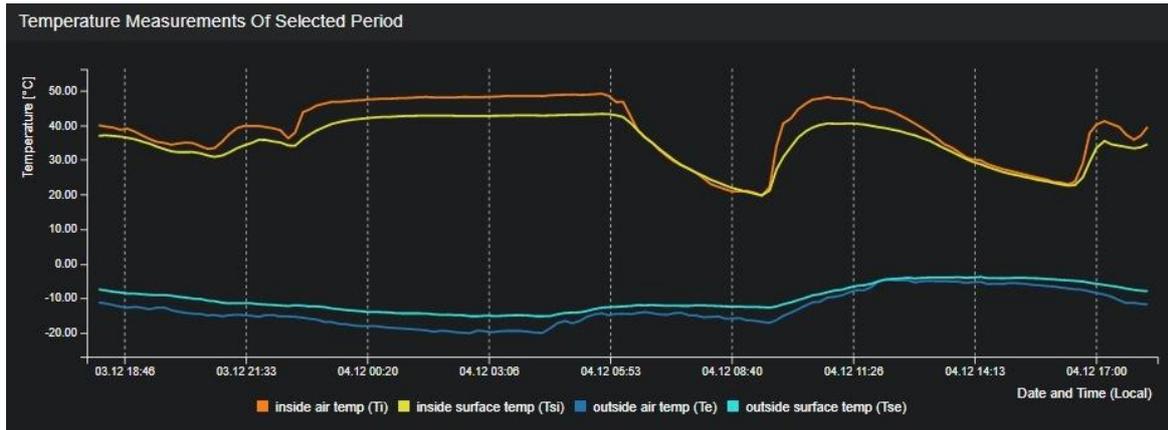


График 24 а. Дүнзэн ханатай амины орон сууцны хананы температурын хэмжилтийн утга



График 24 б. Дүнзэн ханатай амины орон сууцны хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентын хэмжилтийн утга

Хэмжилтээр 96 м<sup>2</sup> талбайтай амины орон сууцны хананы нийт талбай 192.92м<sup>2</sup> бөгөөд “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 0.53 Вт/м<sup>2</sup> °С.

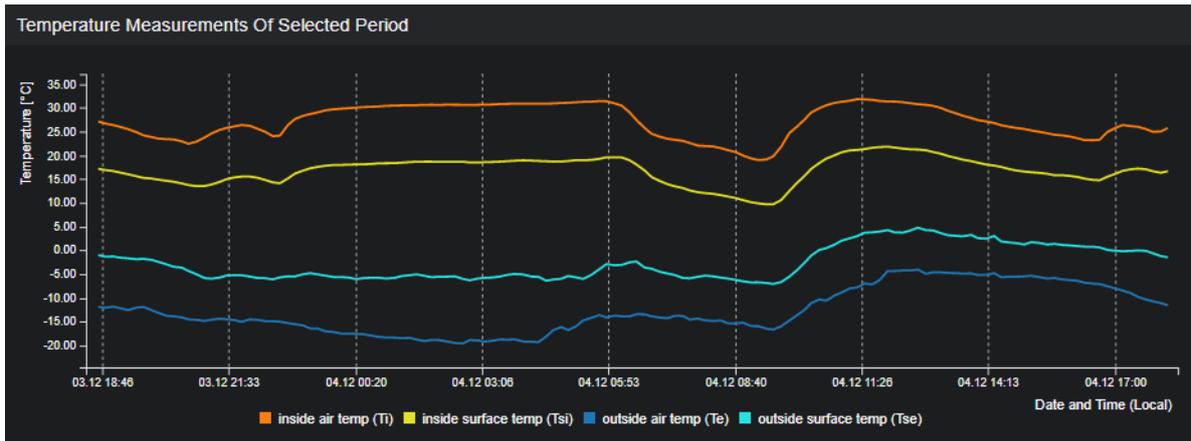


График 25 а. Дүнзэн ханатай амины орон сууцны цонхны температурын хэмжилтийн утга

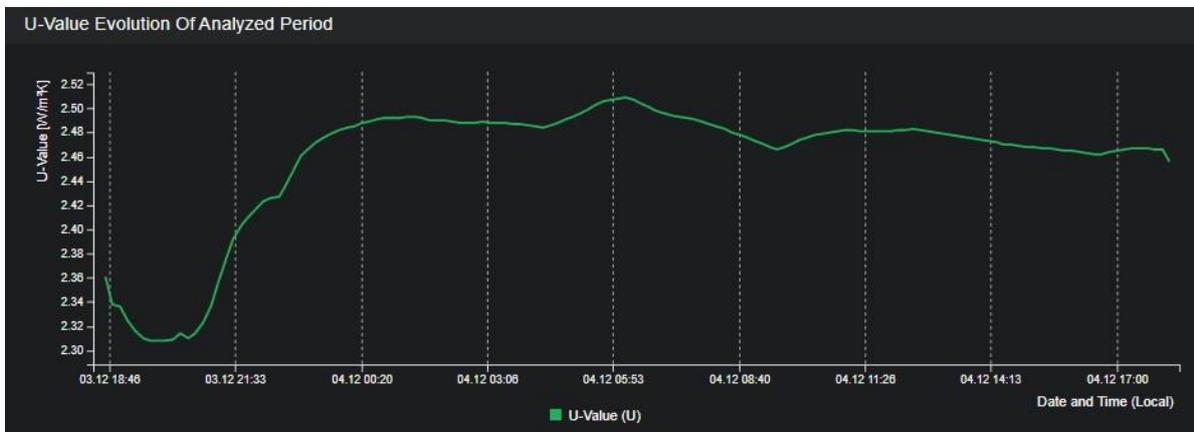


График 25 б. Дүнзэн ханатай амины орон сууцны цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн хэмжилтийн утга

Дээрх барилгын цонхны нийт талбай  $14.72\text{м}^2$ . “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь  $3.57\text{ Вт/м}^2\text{ °С}$ , жилийн нийт дулааны алдагдал нь  $29400.11\text{ кВт*ц/жил}$  байна.

### 2.6.7. Дүнзэн ханатай амины орон сууц -2

СБД-ийн 17 дугаар хорооны 61-857 тоотын  $128\text{ м}^2$  талбайтай дүнзэн ханатай амины орон сууцыг сонгон авч, хэмжилт хийлээ. Барилгын байршлын координатын цэг:

1. Баруун урд:  $47^{\circ}59'07.3''$ ;  $106^{\circ}56'09.1''$
2. Баруун хойд:  $47^{\circ}59'07.8''$ ;  $106^{\circ}56'09.3''$
3. Зүүн хойд:  $47^{\circ}59'08''$ ;  $106^{\circ}56'09.7''$
4. Зүүн урд:  $47^{\circ}59'07.8''$ ;  $106^{\circ}56'09.5''$

Барилгын гадна байдлын зургийг Зураг 29-т үзүүлэв.



Зураг 29. Дүнзэн ханатай барилгын гадна байдлын зураг

Хүснэгт 24. Дүнзэн ханатай барилгын ерөнхий мэдээлэл

№		Тайлбар
1	Хаяг	СБД, 17-р хороо, Дамбадаржаа 61-857
2	Ам бүл	6
3	Халаалттай байдаг хугацаа	24 цаг
4	Цахилгааны зардал (төг/сар)	600,000 -800,000
5	Түлшний зардал (төг/сар)	-
6	Халаалтын эх үүсвэр	18 кВт-ын цахилгаан зуух

Хүснэгт 25. Дүнзэн ханатай барилгын хэмжилтийн мэдээлэл

№	Үзүүлэлт	Тайлбар
1	Барилгын төрөл	Дүнзэн, 4 өрөөтэй, 128 м <sup>2</sup>
	- Хана	Дүнзэн (тал)
	- Цонх	2 давхар шилэлгээтэй хуванцар рамтай, 8 цонхтой
	- Хаалга	Шилэн, бүргэд
2	Ашиглалтанд орсон он	2007-08
3	Байрны давхар	2 давхар
4	Цонх	Зүүн 180 – 115 см; урд 2 ширхэг 200-115см; баруун 60-115 см
5	Дулаалгатай эсэх	Байхгүй
6	Нар тусдаг эсэх	Тусдаг
7	Хэмжилт хийсэн зүг	Баруун
8	Хэмжилтийн байршил	- Цонх 219, 225 /мэдрэгчийн №/ - Хана 221, 231 /мэдрэгчийн №/
9	Хэмжилт эхэлсэн он/сар/өдөр	2019/12/05
10	Хэмжилт дууссан он/сар/өдөр	2019/12/07
11	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент /U-Value/	- Цонх: 2.44 Вт/м <sup>2</sup> °С - Хана: 0.63 Вт/м <sup>2</sup> °С

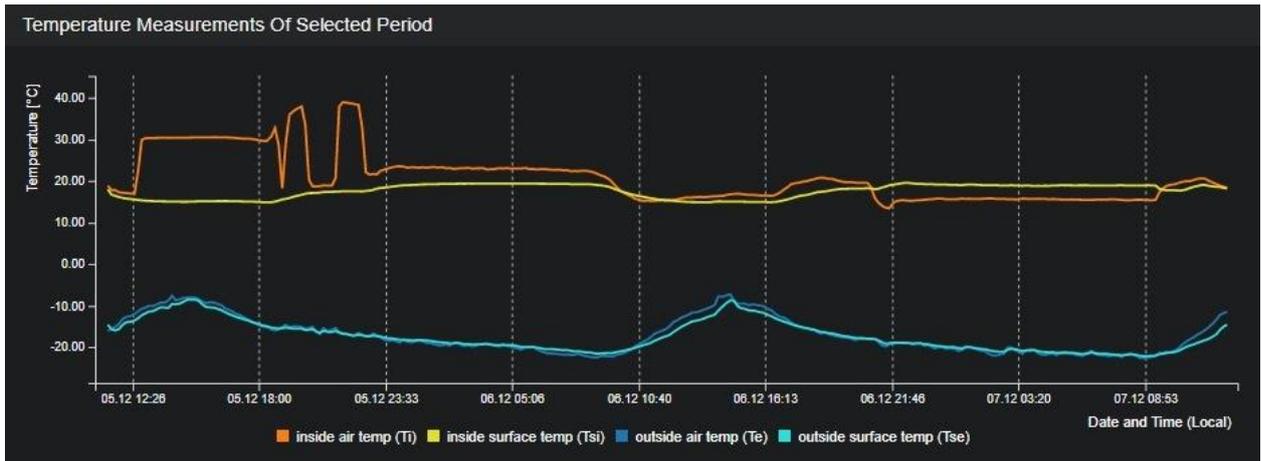


График 26 а. Дүнзэн ханатай амины орон сууцны хананы температурын хэмжилтийн утга



График 26 б. Дүнзэн ханатай амины орон сууцны хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн хэмжилтийн утга

Хэмжилтээр 128 м<sup>2</sup> талбайтай амины орон сууцны хананы нийт талбай 103.92м<sup>2</sup> бөгөөд “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 0.63 Вт/м<sup>2</sup> °С .

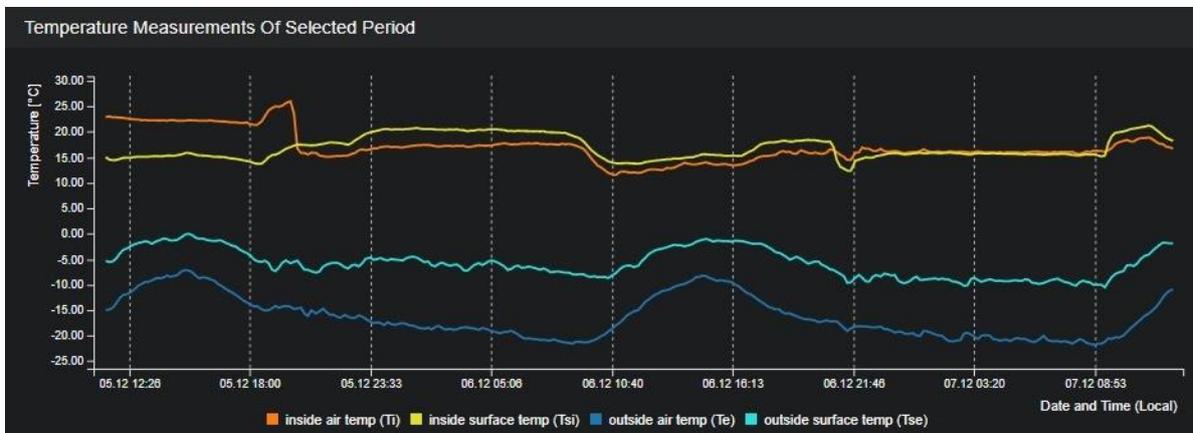


График 27 а. Дүнзэн ханатай амины орон сууцны цонхны температурын хэмжилтийн утга

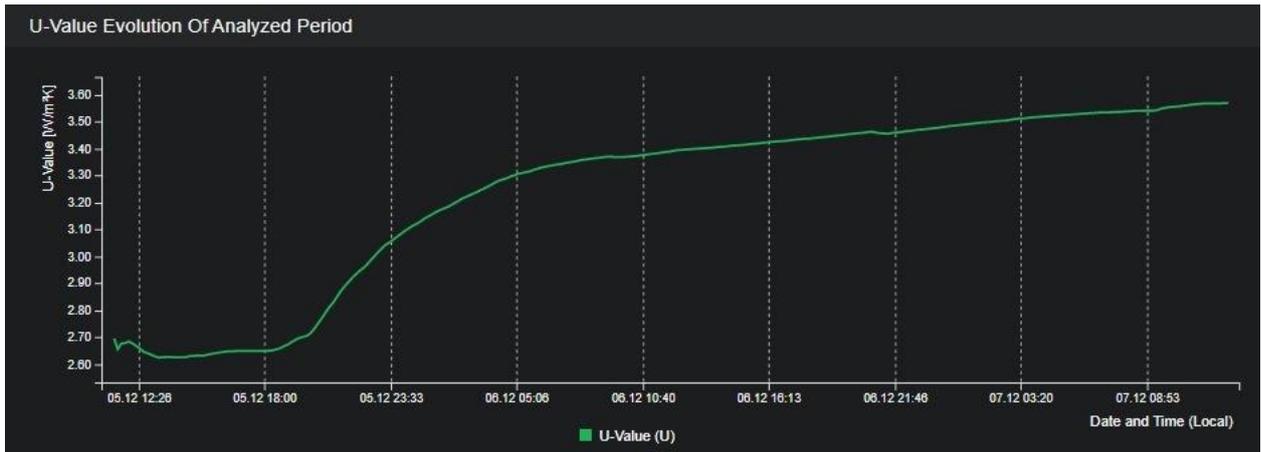


График 27 б. Дунзэн ханатай амины орон сууцны цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентын хэмжилтийн утга

Дээрх барилгын цонхны нийт талбай 8.02 м<sup>2</sup>. “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 2.44 Вт/м<sup>2</sup>°С, жилийн нийт дулааны алдагдал нь 20501.80 кВт\*ц/жил байна.

### 2.6.8. Шавардлагатай ханатай амины орон сууц

СБД-ийн 17 дугаар хорооны 67-919а тоотын 24 м<sup>2</sup> талбайтай Шавардлагатай ханатай амины орон сууцыг сонгон, дулаан алдагдлын хэмжилтийг хийсэн. Амины орон сууцны хананы талбай 38.9 м<sup>2</sup>, цонх нь 3.06 м<sup>2</sup> талбайтай. Барилгын байршлын координат нь 47°59'18"; 106°56'14". Барилгын гадна байдлын зургийг Зураг 30-т үзүүлэв.



Зураг 30. Шавардлагатай ханатай барилгын гадна тал

Хүснэгт 26. Шавардлагатай ханатай барилгын ерөнхий мэдээлэл

№		Тайлбар
1	Хаяг	СБД, 17-р хороо, 67 гудамж 919а
2	Ам бүл	2

3	Халаалттай байдаг хугацаа	24 цаг
4	Цахилгааны зардал (төг/сар)	25,000 -30,000
5	Түлшний зардал (төг/сар)	56,250 (15 шуудай Сайжруулсан түлш)
6	Халаалтын эх үүсвэр	Төслийн зуух, ханан пийшин

Хүснэгт 27. Шавардлагатай ханатай барилгын хэмжилтийн мэдээлэл

№	Үзүүлэлт	Тайлбар
1	Барилгын төрөл	Шавардлагатай ханатай
	- Хана	Урд хойд хана, 24- 12 см
	- Цонх	2 давхар шилэлгээтэй, 3 цонхтой
	- Хаалга	1 давхар модон, 1 төмөр хаалга
2	Ашиглалтанд орсон он	2000 он
3	Байрны давхар	1 давхар
4	Хананы бүтэц /давхарга бүрээр/	5 см палк, шилэн хөвөн, шавар, тоосго,
	Цонх	2 ширхэг, 80 x 80 см; 110-110 см
	Барилгын хэмжээ	24 м <sup>2</sup> x 2.10 м
5	Дулаалгатай эсэх	Шилэн хөвөн дулаалгатай
6	Нар тусдаг эсэх	Тусдаг
7	Хэмжилт хийсэн зүг	Баруун
8	Хэмжилтийн байршил	- Цонх 219, 225 /мэдрэгчийн №/ - Хана 221, 231 /мэдрэгчийн №/
9	Хэмжилт эхэлсэн он/сар/өдөр	2019/12/07
10	Хэмжилт дуусан он/сар/өдөр	2019/12/09
11	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент /U-Value/	- Цонх: 2.18 Вт/м <sup>2</sup> °C - Хана: 1.10 Вт/м <sup>2</sup> °C

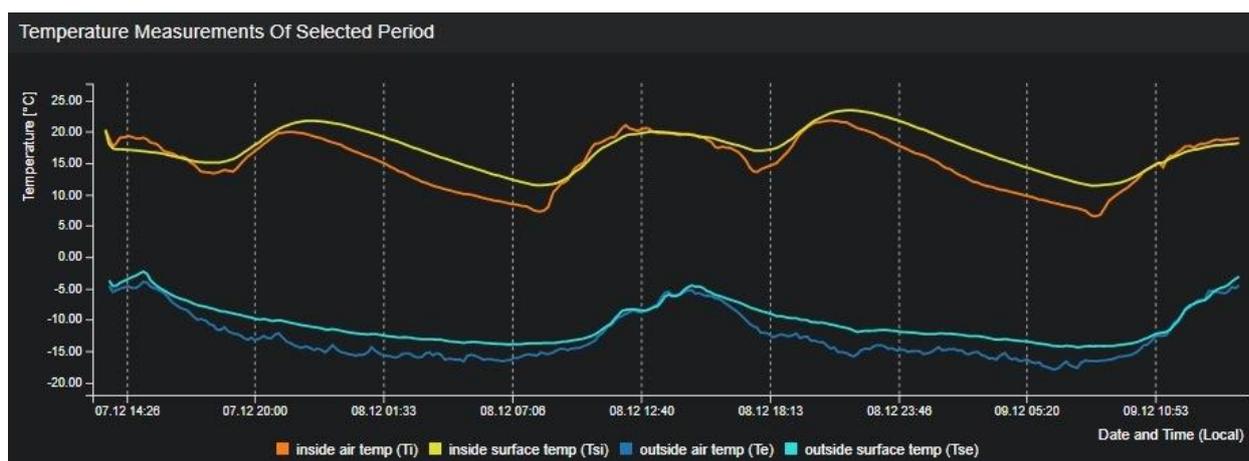


График 28 а. Шавардлагатай ханатай амины орон сууцны хананы температурын хэмжилтийн утга



График 28 б. Шавардлагатай ханатай амины орон сууцны хананы дулаан дамжуулалтын коэффициентын хэмжилтийн утга

Хэмжилтээр 24 м<sup>2</sup> талбайтай амины орон сууцны хананы нийт талбай 38.94м<sup>2</sup> бөгөөд “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 1.1 Вт/м<sup>2</sup> °С.

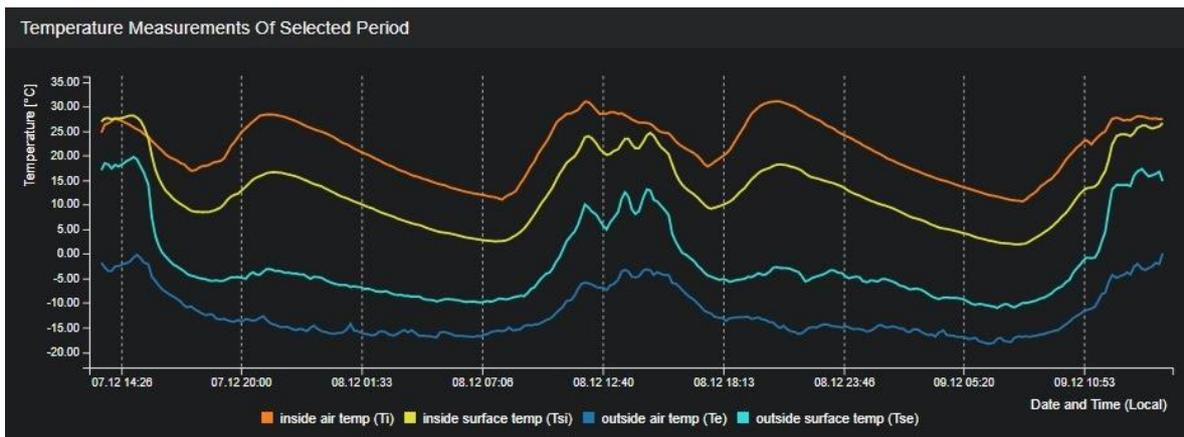


График 29 а. Шавардлагатай ханатай амины орон сууцны цонхны температурын хэмжилтийн утга



График 29 б. Шавардлагатай ханатай амины орон сууцны цонхны температурын хэмжилтийн утга

Дээрх барилгын цонхны нийт талбай 3.06м<sup>2</sup>. “Грийнтэг” хэмжилтийн багажны тооцоолсноор цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 2.18 Вт/м<sup>2</sup> °С, дулааны ачаалал нь 6.66 Вт/°С байгаа бол жилийн нийт дулааны алдагдал нь 11946.21 кВт\*ц/жил байна.

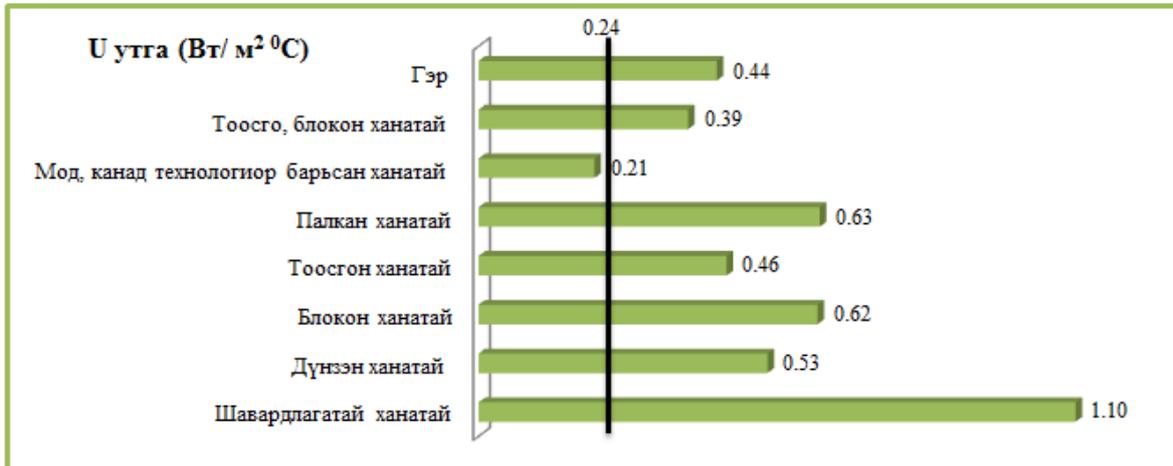


График 30. Амины орон сууцны ханан дээр хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

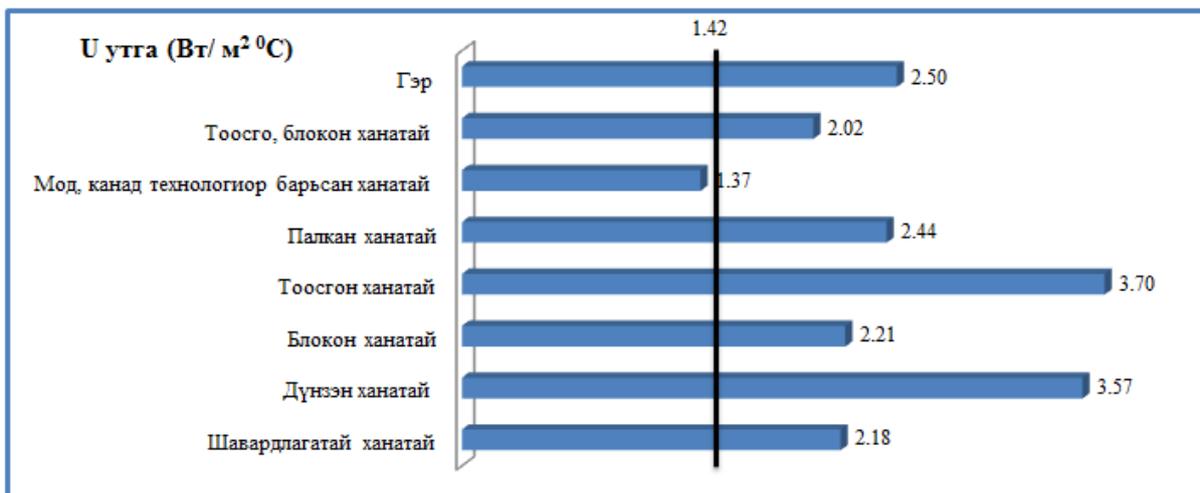


График 31. Амины орон сууцны цонхон дээр хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

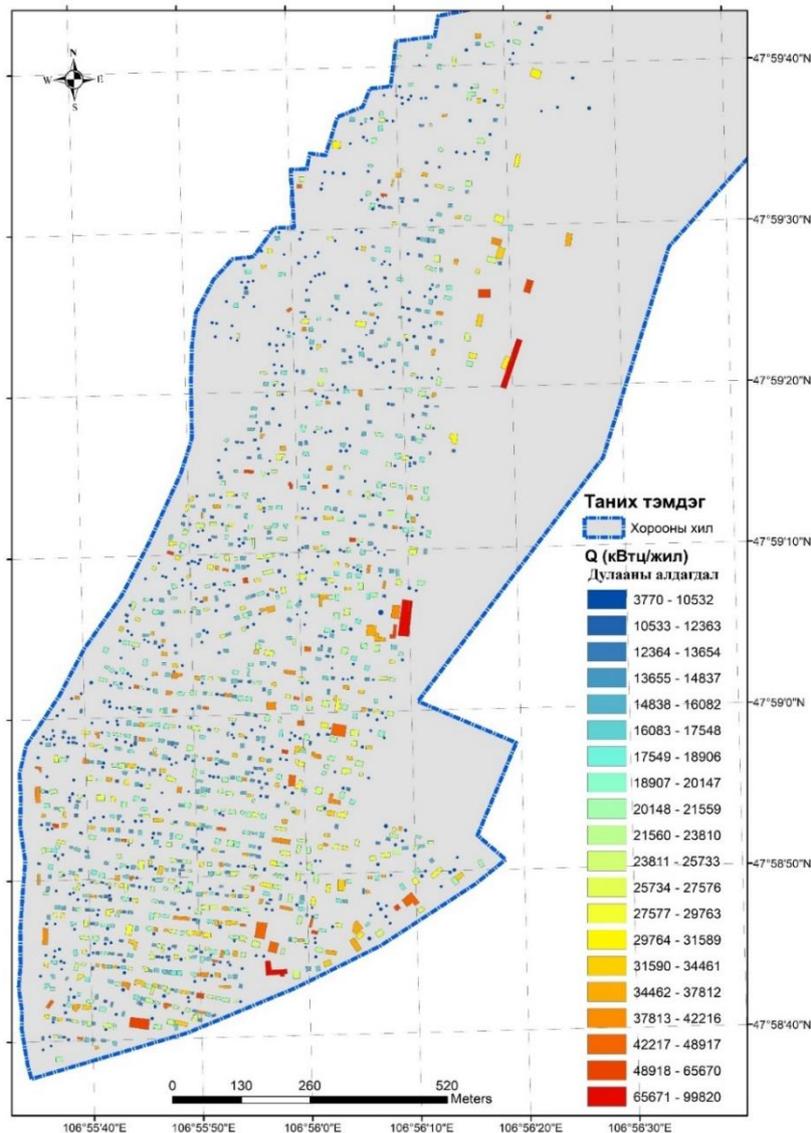
Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны тоосго, блок, дүнзэн, палкан, болон шавардлагатай ханатай амины орон сууц дээр хийсэн хэмжилтийн утгыг БНБД 23-02-09 стандартын утгатай харьцуулж үзэхэд дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент ханын дулаан нэвтрүүлэлт 1,6-4,5 дахин их (График 30.), цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент 1,4-2,6 дахин их байна.(График 31.)

Харин БНБД 23-02-09 стандартыг канад технологиор баригдсан 30 см-ийн чулуун хөвөн дулаалгатай хана, 3 давхар шиллэлгээтэй хуванцар рамтай цонх хангаж байна.

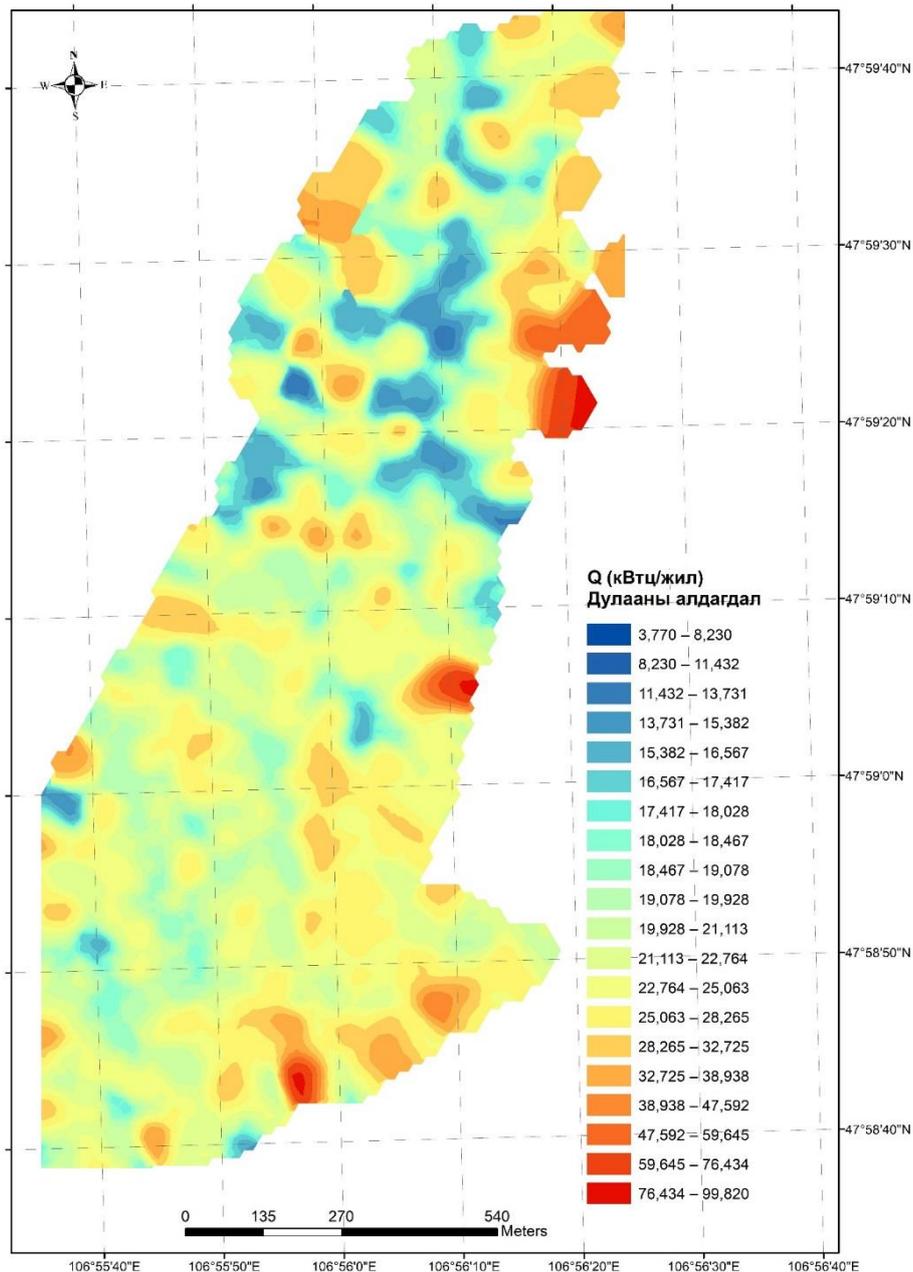
## 2.7. АМИНЫ ОРОН СУУЦНЫ БАРИЛГЫН ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛ, ЭДИЙН ЗАСАГ, ХҮЛЭМЖИЙН ХИЙН ЯЛГАРУУЛАЛТЫН ТООЦОО

### 2.7.1. Амины орон сууцны барилгын дулааны алдагдлын тархалт

Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны нутаг дэвсгэр дээр бидний судалгаагаар 516 тоосгон ханатай барилга, 323 шавардлагатай шургааган ханатай барилга, 126 палкан ханатай барилга, 122 блокон ханатай барилга, 54 дүнзэн ханатай барилга нийт 1141 барилга болон 549 гэр байна. /Хавсралт-2/ Тооцооны дэлгэрэнгүй өгөгдлийг хавсралт 2-т үзүүлэв. Бодит хэмжилтээр олсон 17 дугаар хорооны нийт 1141 амины орон сууц болон 549 гэрийн жилийн нийт дамжууллын дулааны алдагдал нь 28.83 сая кВт\*ц/жил гарч байна. Дулааны алдагдлын тархалтыг *Зураг 31, 32-т* үзүүлээ.



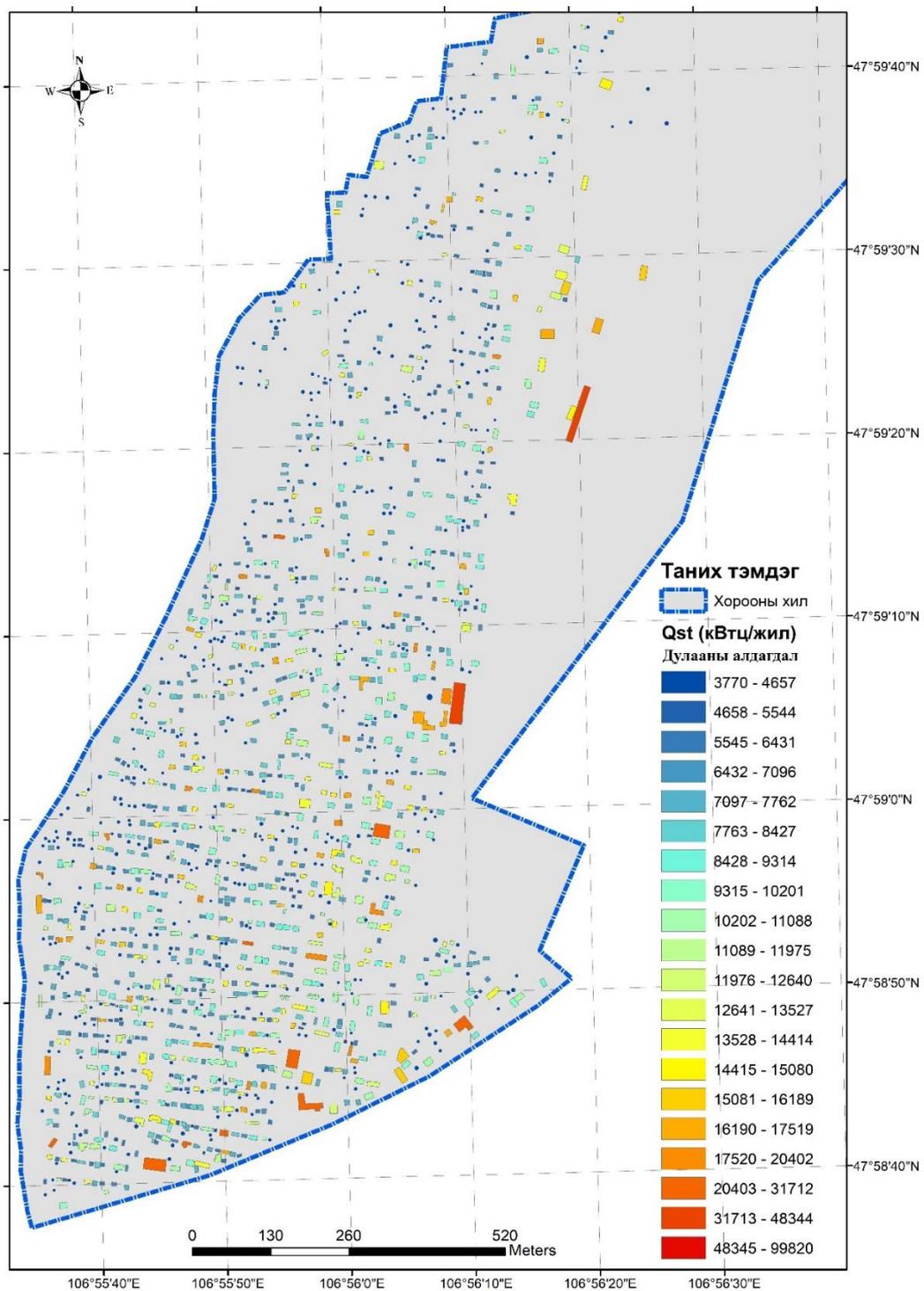
Зураг 31. СБД-ийн 17 дугаар хорооны жилийн дулаан алдагдлын байр зүйн зураг- бодит хэмжилтийн утгаар



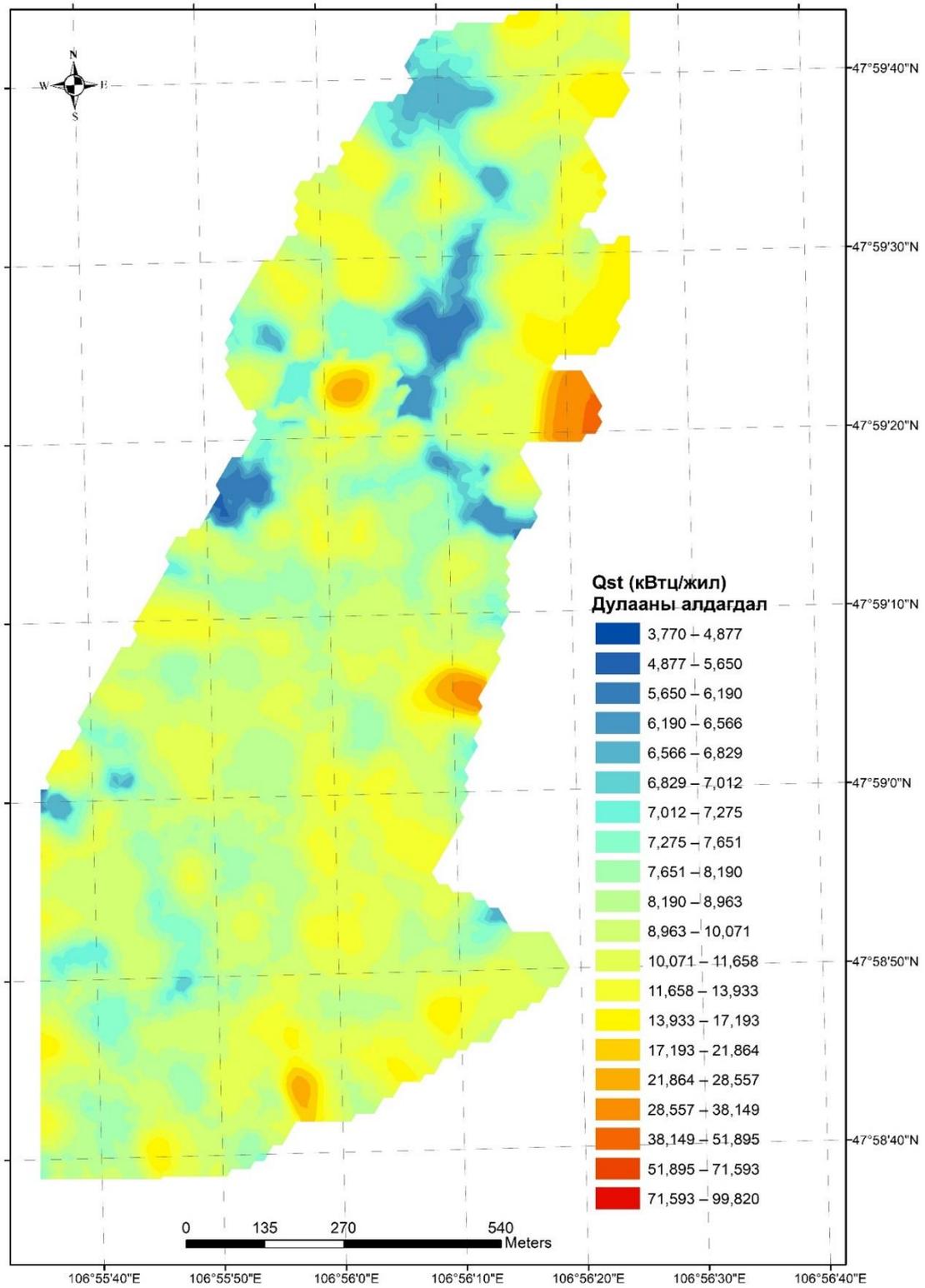
Зураг 32. Интерполяцийн аргаар гаргасан СБД-ийн 17 дугаар хорооны жилийн дулаан алдагдлын зураг – бодит хэмжилтийн утгаар /хавсралт-3/

Судалгаанд барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн 17 дугаар хорооны нийт 1141 амины орон сууцны дулааны алдагдлыг тодорхойлсон. Монгол гэрийн хувьд стандарт одоогоор байхгүй байна. БНБД 23-02-09 - стандартын дагуу баригдсан тохиолдолд халаалтын улирлын хэм хоногийг 8000°C хон, Ухана - 0.238 Вт/м<sup>2</sup>°C, Уцонх - 1.429 Вт/м<sup>2</sup>°C тус тус байхаар тооцсон. Энэ нөхцөлд 17 дугаар хорооны нийт амины орон сууцны дулаан алдагдал нь 10.62 сая кВт\*ц/жил (Зураг 33,34) байхаар байна. Стандартын дагуу байшингаа барих эсвэл стандарт утгад хүртэл

байшингаа дулаалсан тохиолдолд тус хорооны нийт нутаг дэвсгэрийн хүрээнд 15.25 сая кВт\*ц/жил дулаан хэмнэх бололцоотой болох нь судалгааны үр дүнд гарч байна.



Зураг 33. СБД-ийн 17 дугаар хорооны жилийн дулаан алдагдлын байр зүйн зураг - БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн



Зураг 34. Интерполяцийн аргаар гаргасан СБД-ийн 17 дугаар хорооны жилийн дулаан алдагдлын зураг – БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн

2.7.2. Эдийн засаг, хүлэмжийн хийн ялгаруулалтын тооцоо

Судалгаагаар СБД-ийн 17-р хорооны нутаг дэвсгэр дээр тоосгон ханатай 516, шавардлагатай ханатай 323, палкан ханатай 126, блокон ханатай 122, дүнзэн ханатай 54 нийт 1141 барилга болон 549 гэр байна. Эдгээр барилга болон гэрийг гадна ханын хийцээр нь ангилан 5 төрлийн барилга болон гэр дээр хэмжилт хийж тухайн барилгын гадаргуугаар алдагдаж байгаа дулааны алдагдлыг хангахад шаардлагатай сайжруулсан түлш, хүрэн нүүрсний хэрэглээ болон тэдгээрээс улбаалан гарах хүлэмжийн хийн (CO<sub>2</sub>) ялгаруулалтыг тодорхойлох тооцоог хийж гүйцэтгэлээ.

2.7.2.1. Шаардагдах түлшний тооцоо:

Амины орон сууцны дулааны алдагдлыг хангахад шаардлагатай дулаан үйлдвэрлэхэд шаардагдах нүүрс, сайжруулсан түлшний хэмжээг түлш болон нүүрсний илчлэгийг үндэслэн тооцсон. Нүүрсний илчлэгийг Багануурын хүрэн нүүрсний илчлэгээр авч тооцлоо.

$$m_{\text{нүүрс}} = Q_{\text{шаар,дулаан}} / Q^p_{\text{нүүрс/түлш}} \quad (8)$$

Үүнд:  $m_{\text{нүүрс}}$  – нүүрсний шаардагдах хэмжээ, кг

$Q_{\text{шаар,дулаан}}$  - сууцны дулааны алдагдал буюу шаардлагатай дулаан, кВт\*ц

$Q^p_{\text{нүүрс/түлш}}$  - нүүрс эсвэл сайжруулсан түлшний илчлэг, кВт\*ц/кг

Нүүрс болон сайжруулсан түлшний илчлэг нь ихэвчлэн кКал/кг эсвэл кДж/кг гэсэн нэгжтэй бичигдэх бөгөөд нэгжийн шилжүүлэг хийж кВт\*ц/кг нэгжтэй болгох шаардлагатай. Нэгжийн шилжүүлгийг  $1\text{кКал/кг} = 4.1868\text{ кДж/кг}$  ба  $3600\text{ кДж/кг} = 1\text{ кВт*ц/кг}$  байна.

$$1\text{ кКал/кг} = 4.1868\text{ кДж/кг} ;$$

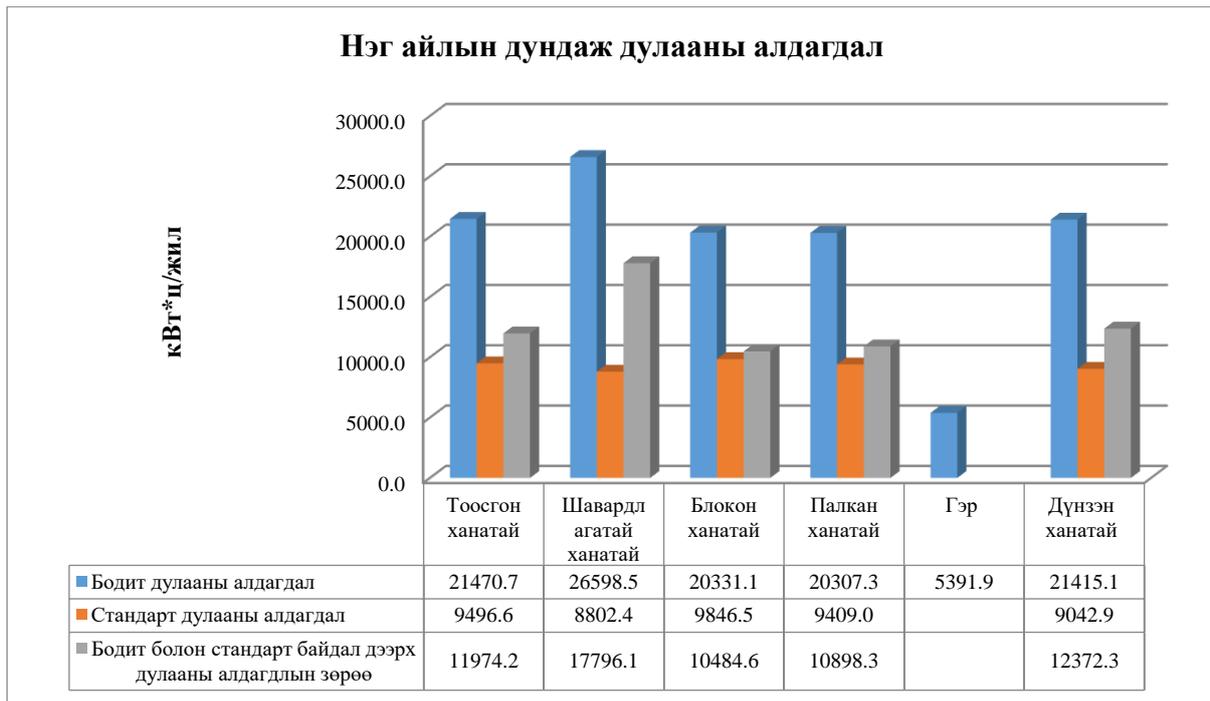
$$3600\text{ кДж/кг} = 1\text{ кВт} * \text{ц/кг} \text{ буюу } 1\text{ кДж/кг} = 0.00028\text{ кВт} * \text{ц/кг} \rightarrow$$

$$1\text{ кКал/кг} = 4.1868\text{ кДж/кг} = 0.00117\text{ кВт} * \text{ц/кг}$$

гэж тооцсон.

Багануурын хүрэн нүүрсний илчлэг 3250 кКал/кг-ыг шилжүүлбэл 3.81 кВт\*ц/кг, харин “Тавантолгой” ХХК-н сайжруулсан түлшний илчлэгийг ШУТИС-ын харьяа Уул уурхайн хүрээлэнгийн шинжилгээний дүнгээс 5430 кКал/кг –аар тооцон, нэгжийн шилжүүлэг хийн 6.36 кВт\*ц/кг гэж тус тус тооцсон.

17 дугаар хорооны нэг айлын дундаж дулааны алдагдлыг хэмжилтийн утган дээр тулгуурлан тооцсон, мөн Улаанбаатар хотын агаарын температурын олон жилийн дундаж утгаас энэ бүс нутгийн хэм хоног нь 7754 °C.хоног байна. Иймээс бид 17 дугаар хорооны нутаг дэвсгэр дээр байгаа 1141 барилгын стандартыг Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 -ын дагуу баригдсан тохиолдолд (хэм хоногийг 8000 °C.хон, U-хана - 0.238 Вт/ м<sup>2</sup>°C , U-цонх - 1.429 Вт/ м<sup>2</sup>°C) дулааны алдагдлыг тооцсон үр дүнг *График 32.-т харуулав.*



*График 32. Нэг айлын дундаж дулааны алдагдал*

Барилгын хэмжилтээс олсон бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурлан нэг айлын дундаж сайжруулсан түлшний (илчлэг - 6.36 кВт\*ц/кг, үнэ - 150 төг/кг) хэрэглээний тооцоог *График 33.-т харуулав.*

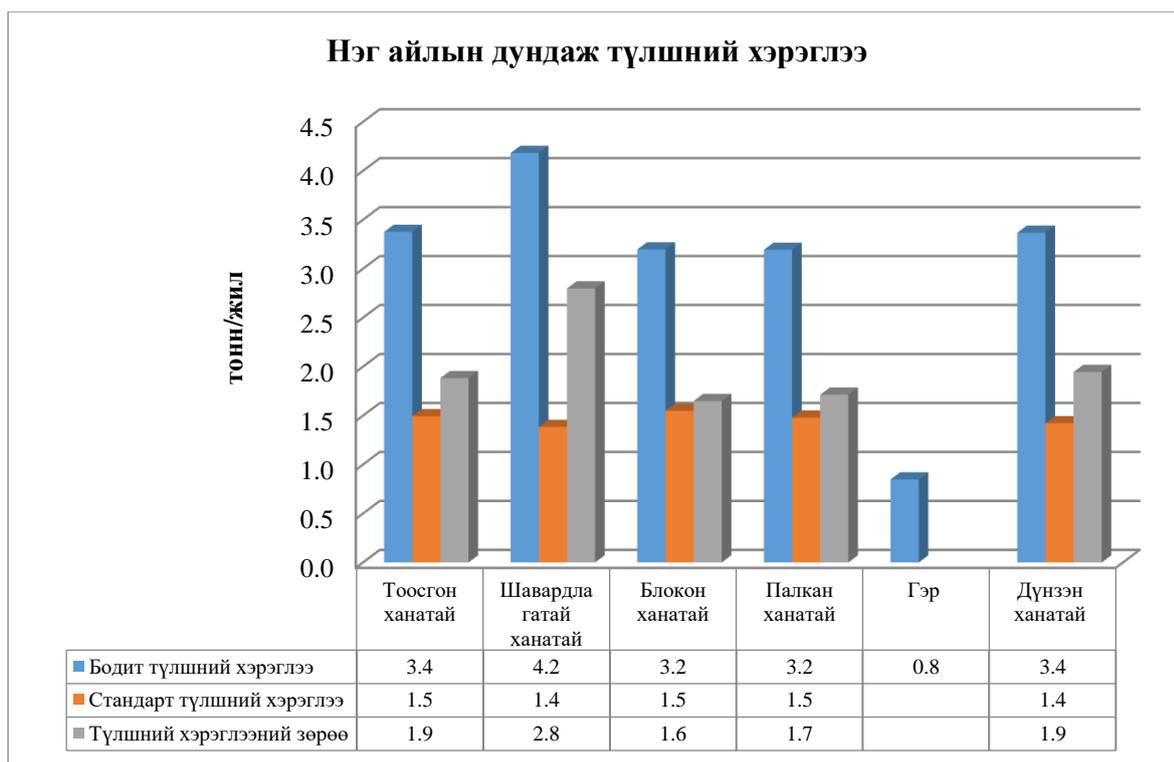


График 33. Нэг айлын дундаж сайжруулсан түлшний хэрэглээ

Барилгын хэмжилтээс олсон бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурлан нэг айлын дундаж нүүрсний (Багануурын хүрэн нүүрсний илчлэг - 3.81 кВт\*ц/кг) хэрэглээний тооцоог *График 34.*-т харуулав.

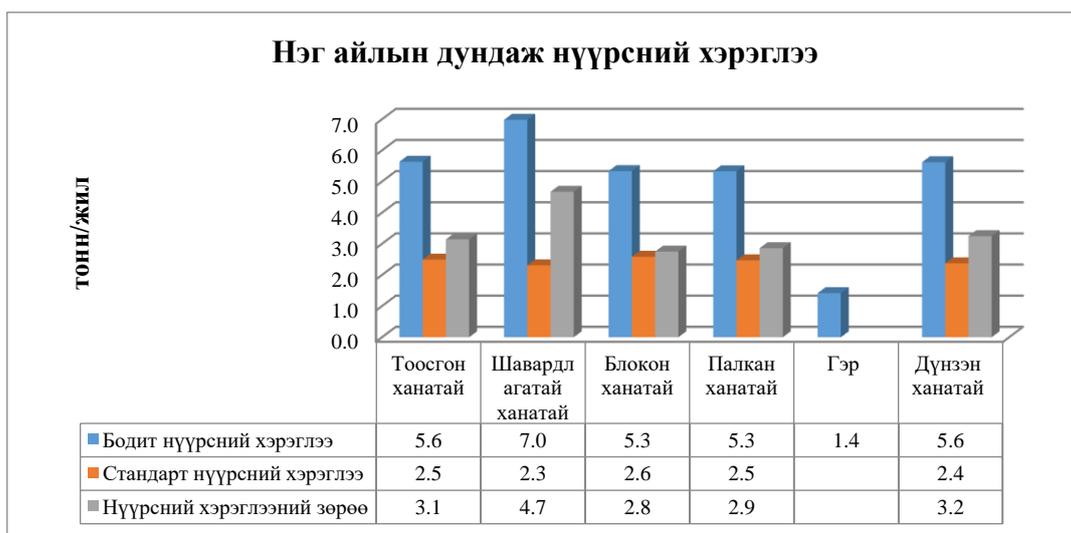


График 34. Нэг айлын дундаж нүүрсний хэрэглээ

СБД-ийн 17 дугаар хорооны нийт амины орон сууцны хувьд одоо байгаа дулааны алдагдлыг хангахад 4532.37 тонн сайжруулсан түлш эсвэл 7565.85 тонн Багануурын

хүрэн нүүрс шаардлагатай байна. Хэрэв амины орон сууц нь Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг хангасан бол 1666.58 тонн сайжруулсан түлш эсвэл 2787.02 тонн хүрэн нүүрс зарцуулахаар байсан байна.

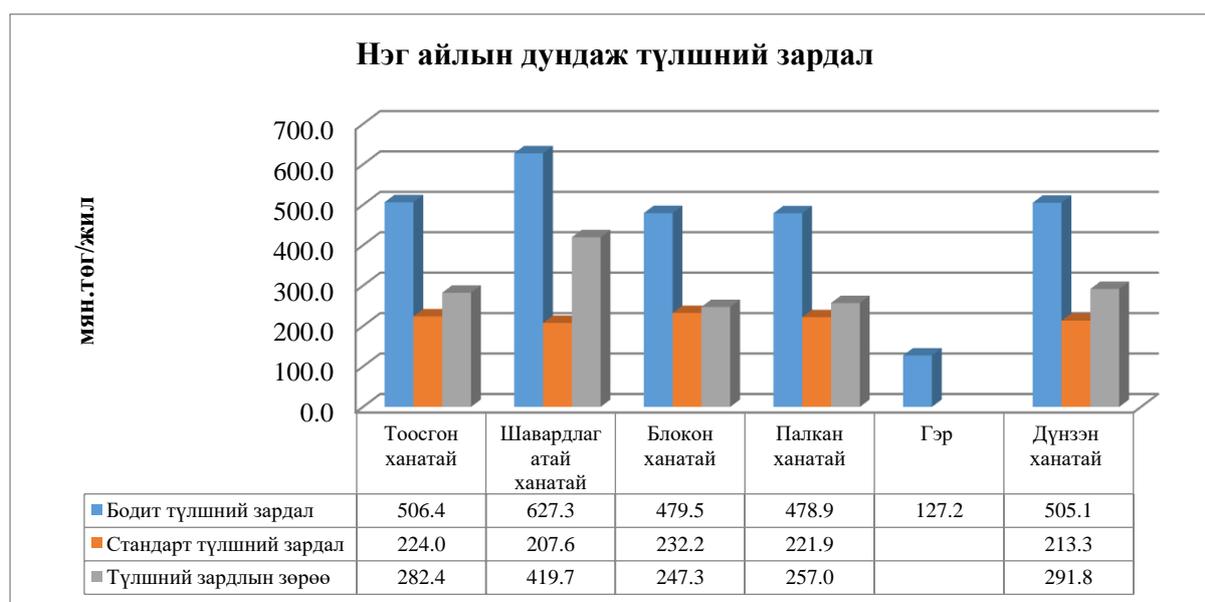
### 2.7.2.2. Эдийн засгийн тооцоо

СБД-ийн 17 дугаар хорооны амины орон сууцын дулааны алдагдлыг хангахад шаардагдах түлшний тооцоонд үндэслэн эдийн засгийн тооцоог хийлээ. Тооцоонд сайжруулсан түлшний үнийг 150 төг/кг, Багануурын нүүрсний үнэ 283 төг/кг, цахилгаан эрчим хүчний үнэ 108.3 төг/кВт\*ц гэж тус тус авч тооцов.

Барилгын хэмжилтээс олсон бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурлан нэг айлын сайжруулсан түлшинд (үнэ 150 төг/кг) зарцуулах зардлын тооцоог *График 35.*–т харуулав.

Харин нэг айлын нүүрсэнд зарцуулах зардлын (үнэ 100 төг/кг) тооцоог *График 36.* –т харуулав.

Барилгын хэмжилтээс олсон бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурлан тухайн айлын дулааны алдагдлаа цахилгаанаар ( 108.3 төг/кВт\*ц) шийдсэн тохиолдолд гарах цахилгааны үнийн тооцоог *График 37.*–т харуулав.



*График 35. Нэг айлын дундаж сайжруулсан түлшний зардал*

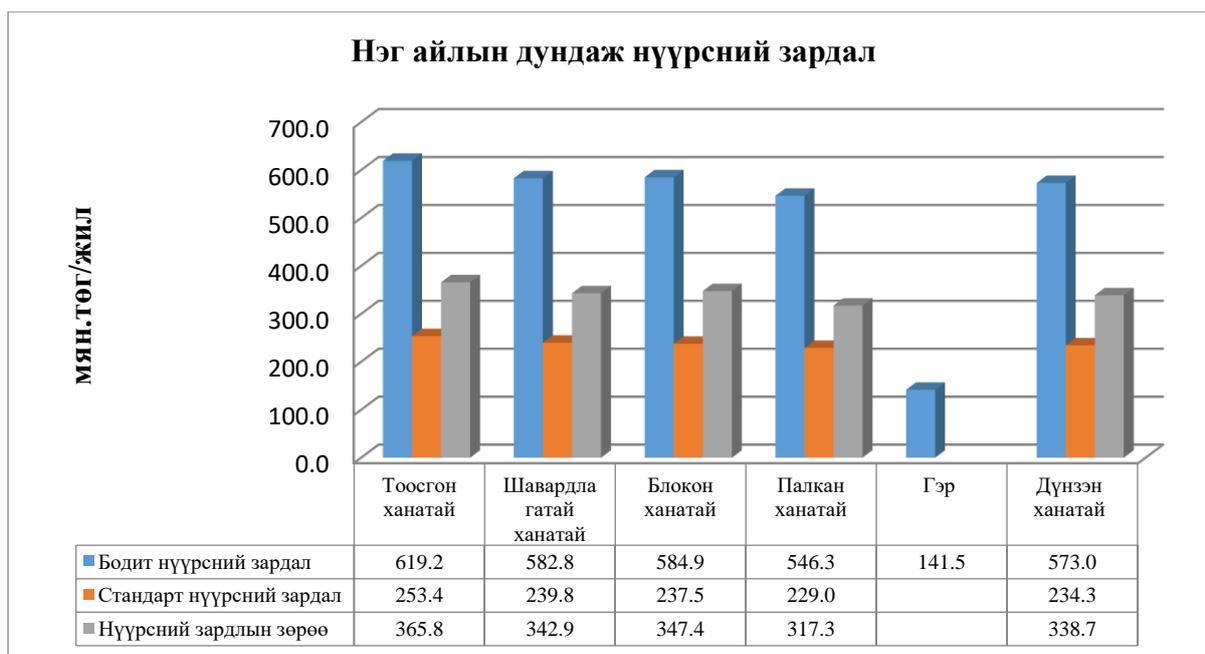


График 36. Нэг айлын дундаж нүүрсний зардал

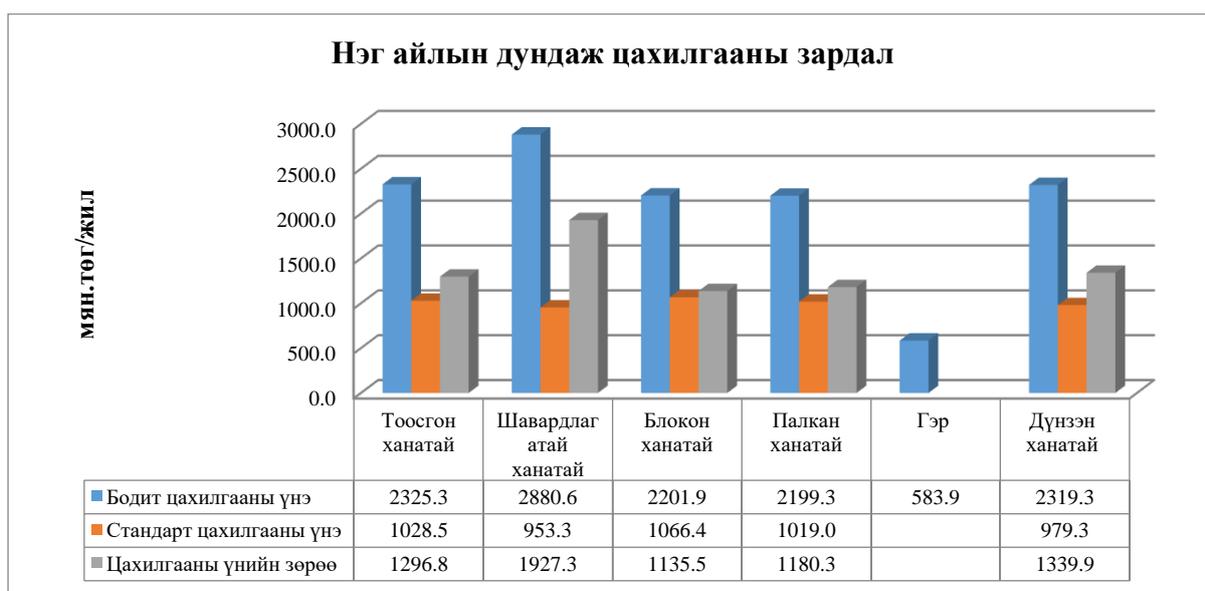


График 37. Нэг айлын дундаж халаалтанд зарцуулах цахилгааны зардал

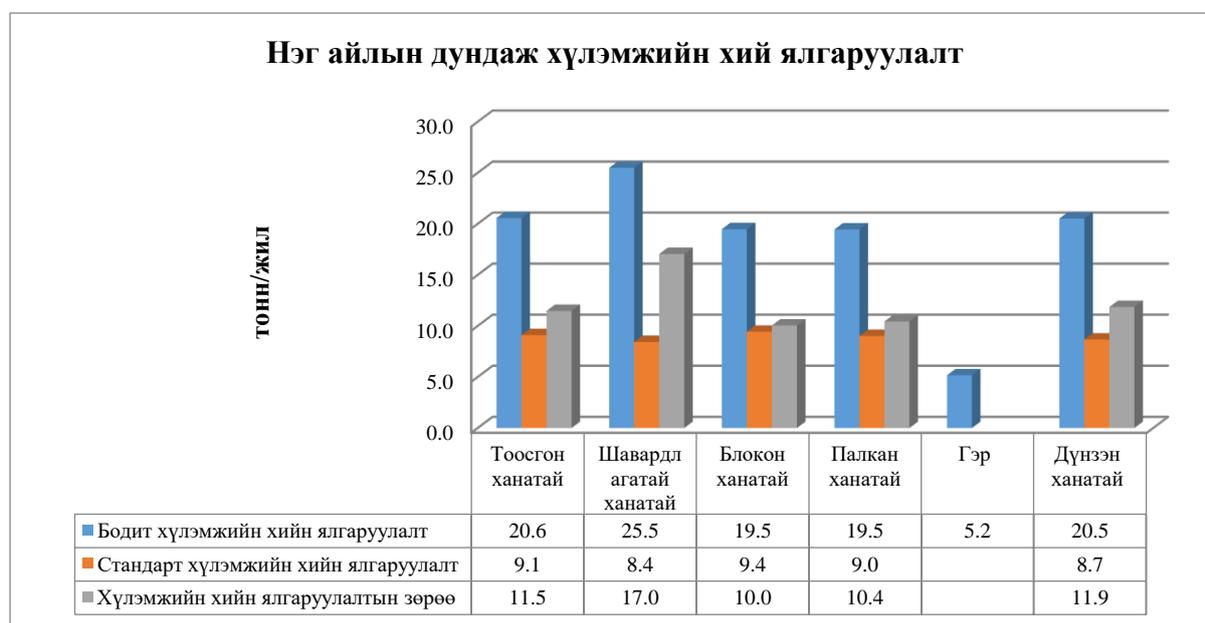
СБД-ийн 17 дугаар хорооны нийт амины орон сууцны хувьд хэмжилтээс гарсан бодит дулааны алдагдал 28.83 сая кВт\*ц дулааныг сайжруулсан түлшээр хангах бол 679.85 сая төгрөг, Багануурын хүрэн нүүрсээр хангавал 2141.13 сая төгрөг, цахилгаан эрчим хүчээр хангавал 3121.84 сая төгрөг тус тус зарцуулахаар байна.

#### 2.7.2.3. Хүлэмжийн хийн ялгаруулалтыг тооцох:

Эрчим хүчний судалгааны ажлуудад экологийн судалгааг зайлшгүй хийх шаардлагатай байдаг. Халаалтанд нүүрс ашиглах нь хүрээлэн буй орчинд тодорхой

хэмжээний хүлэмжийн хий ялгаруулж байдаг. Хүлэмжийн хийн ялгаруулалтыг тооцсоноор экологид үзүүлэх нөлөөллийг тооцож, урьдчилан сэргийлэх боломжийг тодорхойлж өгдөг. Дулааны алдагдлын тухайд айл өрхүүд амины орон сууцаа дулаалснаар түлшний зарцуулалт буурч эдийн засгийн өндөр үр ашигтай төдийгүй хүрээлэн буй орчны бохирдол багасах боломжтой.

Барилгын хэмжилтээс олсон бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурласан нүүрсний (1кг нүүрснээс 3.65 кг CO<sub>2</sub> ялгарна\*) хэрэглээнээс нэг айл жилд дунджаар ялгаруулж байгаа хүлэмжийн хийн (CO<sub>2</sub>) хэмжээг тооцсон үр дүнг *График 38.*–т харуулав.



*График 38. Нэг айлын дунджаар ялгаруулж байгаа хүлэмжийн хий*

СБД-ийн 17 дугаар хорооны нийт дулааны алдагдлыг хангахад шаардагдах түлшний тооцоонд үндэслэн хүлэмжийн хийн ялгаруулалтын тооцоог хийлээ. Тус хорооны 549 гэрээс 2835.82 тонн, 1141 амины орон сууцаас 24779.53 тонн хүлэмжийн хий тус тус ялгарч байна. Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг ханган дулаалбал нэг айлын дундаж хүлэмжийн хийн ялгаруулалт нь сууцны төрлөөс хамааран тоосгон ханатай барилгын хувьд 11.5 тонн/жил, шавардлагатай ханатай барилгын хувьд 17 тонн/жил, блокон ханатай барилгын хувьд 10.0 тонн/жил, палкан ханатай барилгын хувьд 10.4 тонн/жил, дүнзэн ханатай барилгын хувьд 11.9 тонн/жил-ээр тус тус буурахаар байна.

2.8. БАРИЛГЫН МАТЕРИАЛЫН ДУЛААНЫ АЛДАГДЛЫГ ХЭМЖСЭН ҮР ДҮН:

Монгол орны эрс тэс уур амьсгалаас хамааран орон сууцны барилга болон амины орон сууцны барилгыг янз бүрийн дулаан тусгаарлагч материалаар дулаалж байна. Бидний энэхүү судалгааны зорилго нь барилгын үндсэн материалууд болон дулаан тусгаарлагч материалуудын дулааны эсэргүүцлийн тооцох, тэдгээр материалуудын мэдээллийг нэг дороос авч болох сан бүрдүүлэх нь нэн шаардлагатай байна гэж үзэн барилгын материалуудын хувийн дулаан нэвтрүүлэлтийг хэмжилтээр гаргалаа.

Хэмжилтийг дулааны урсгал хэмжигчээр Америкийн нэгдсэн улсад үйлдвэрлэгдсэн “ФлакТек” (FluxTeq) брэндийн багажийг ашигласан. Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийг ISO 9869 болон дулааны урсгал хэмжигчийн стандарт болох ASTM 1046 (American Society of the International Association for Testing and Materials), ASTM 1155, ASTM 1041 стандартын шаардлага хангасан мэдрэгч ашиглан хэмжилтийг гүйцэтгэв.

Хүснэгт 28. Барилгын материалын дулааны эсэргүүцэл, дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент (Хавсралт 4)

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө (°K)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м <sup>2</sup> °K/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м <sup>2</sup> °K)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °K)
Сэндвич	0.05	34.9	1.548	0.646	0.032
Хөх тоосго	0.055	15.8	0.199	5.034	0.277
Цагаан тоосго	0.05	20.6	0.323	3.096	0.155
Саарал тоосго	0.06	14.9	0.184	5.491	0.329
Кровля хөөсөнцөр	0.05	34.5	1.817	0.551	0.028
Базальт -100	0.05	36.6	1.805	0.554	0.028
Росторг базальт - 75	0.045	42.9	1.273	0.785	0.035
Кровля хөөсөнцөр	0.05	30.2	1.804	0.555	0.028
Хөөсөнцөртэй блок	0.145	32.7	1.210	0.827	0.120
Улиастайн шохойн блок	0.245	44.6	2.273	0.441	0.108
Улаан тоосго	0.06	21.3	0.258	3.882	0.233
Хөөсөн шил	0.1	37.0	2.182	0.458	0.046
Хөөсөнцөр	0.095	36.7	2.423	0.413	0.039
Нарсан банз	0.05	21.1	0.382	2.616	0.131
Улиастайн хөнгөн тоосго	0.05	23.9	0.474	2.108	0.105
Шилэн хөвөн (Росторг)	0.05	14.9	1.647	0.607	0.030
МАК блок	0.05	22.4	0.551	1.822	0.091

Сайдинг	0.01	24.3	0.792	1.263	0.013
Хөөсөнцөр	0.05	30.0	1.543	0.648	0.032
Улиастайн блок (6см)	0.06	28.4	0.654	1.530	0.092
Улиастайн блок (10см)	0.1	37.4	0.805	1.244	0.124
Хөөсөнцөр (9.5 см)	0.095	47.7	2.089	0.479	0.045
Хөөсөнцөр (4.25 см)	0.0425	40.5	0.909	1.100	0.047
Хөөсөнцөр (6.5 см)	0.065	45.7	1.269	0.788	0.051

## 2.9. Дүгнэлт

Дулааны алдагдлын хэмжилтийг амины орон сууцны хаших хийцийн төрөл, бүрээс төлөөлүүлэн 7 байшин, 1 гэрт явууллаа. Хэмжилтийн дүнгээр Канад технологиор баригдсан модон барилгын гадна хана, цонх, дээврээр алдагдах дулааны хэмжээ хамгийн бага буюу 6139.68 кВт\*ц/жил байв. Энэ нь Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг хангасан тохиолдол юм. Бусад барилгуудын хаших хийцээр алдах дулааны алдагдал өндөр байгаа нь эдгээр барилгууд нь дулаан хамгааллын стандартын дагуу баригдаагүй, дулаалга муутай байгаатай холбоотой.

Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны айл өрхийн барилга, амины орон сууц, гэрийн жилийн нийт дулааны алдагдал 28.83 сая кВт\*ц/жил байна. Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн 17 дугаар хорооны нийт 1141 амины орон сууцны дулааны алдагдлыг тодорхойлоход 10.62 сая кВт\*ц/жил болж багасахаар байна.

Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны нийт барилга болон гэрийн жилийн дулааны алдагдлыг атооцсон үр дүн болон Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг хангасан үеийн дулааны алдагдлын зөрөөг тооцож үзэхэд одоогийн байгаа байдалд хаших хийцийн төрлөөс хамааран дулааны алдагдлыг 50-70 хувиар бууруулах боломжтой байна. Урьдчилсан тооцооноос үзэхэд дээрх хорооны айл өрхүүд жилдээ 756.8 сая төгрөгний түүхий нүүрс түлж 24779.5 тонн хүлэмжийн хий ялгаруулж байсан бол сайжруулсан түлш хэрэглэж эхэлснээр жилдээ 610 сая төгрөгний түлш хэрэглэж байна. Хэрэв Барилгын дулааны хамгаалалтын стандартыг хангасан тохиолдолд жилдээ 14606.9 тонн хүлэмжийн хий ялгаруулахаас зайлсхийж, жилд шаардагдах 4066.9 тн сайжруулсан түлшний хэрэглээ 1669.6 тонн болж буурах

боломжтой учраас дээрх айл өрхийн орон сууцыг Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартын дагуу дулаалах шаардлагатай байна.

Барилгын материалын дулаан дамжуулалтын хэмжилтээр тоосго, блок, хөөсөнцөр зэрэг 19 төрлийн дээжийг хэмжсэн болно. Хэмжилтийн үр дүнд гарган авсан дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн утгыг барилгын материалын стандарттай харьцуулан үзэж, өгөгдлийн сан бүрдүүлэн хэрэглэгчдэд нээлтгэй, шууд ашиглах боломжтой өгөгдлийн сан, каталогийг бүрдүүлэн ажиллаж байна. Барилгын материалын дулаан дамжууллын өгөгдлийн санг Физик, технологийн хүрээлэнгийн веб сайтад байршуулсан болно.

### 3. ЕРӨНХИЙ ДҮГНЭЛТ

“Сэргээгдэх эрчим хүчний техник, технологийн судалгаа” сэдэвт суурь судалгааны төслийн хүрээнд барилгын болон материалын дулаан дамжууллыг тодорхойлж өгөгдлийн сан, каталог бүрдүүлэх, нарны эрчим хүчний технологийн судалгаа, нарны энергийг хуримтлуулах системийн электрон удирдлагын загвар, дэлхийн гадаргуу дээр ирж буй нарны цацрагийн төрлийг ялган бүртгэх, хэмжилтийн нэгж зохион бүтээх зэрэг ажлуудыг хийж гүйцэтгэв.

Цаг агаарын эрс тэрс уур амьсгалтай манай орны хувьд халаалтын улиралд буюу 9 – 5 сард дулааны энергийн хэрэглээ огцом нэмэгддэг. Иймээс халаалтаа шийдэх үүднээс иргэд цахилгаан эрчим хүч эсвэл хатуу түлш ашигладаг. Гэтэл иргэд маань материалын дулаан дамжуулал гэсэн ойлголтыг сайн мэддэггүй, санхүүгээсээ хамааран хямд төсөр зардлаар гэр орон сууцаа барьдаг нь дулаан алдагдал их, халаалтын зардал өндөр байх үндсэн шалтгаан болж байна. Иймд бид уг төслийн хүрээнд барилгын материал, хаших хийцүүдийн дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилтийг гүйцэтгэж, өгөгдөхүүний баазыг бий болгон, Физик технологийн хүрээлэнгийн веб сайтад байршуулан хэрэглэгчдэд шууд ашиглах боломжийг бүрдүүлсэн.

Барилгын хийцүүдийн дулаан дамжууллын хэмжилт хийгдсэн орон сууцны барилгуудаас нийслэлийн 19-р хороололд байрлах 1985 онд ашиглалтад орсон төмөр бетонон угсармал барилгын дулаан алдалт хамгийн бага, харин цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийг харьцуулж үзэхэд гурван давхар шиллэгээтэй цонхны дулаан нэвтрүүлэлт хамгийн бага байна. Амины орон сууцны хувьд СХД 17-р хорооны айл өрхөөс сууцны хаших хийцийн төрөл, бүрээс төлөөлүүлэн 7 байшин, 1 гэрт хэмжилт хийж, тус хорооны нийт сууцны дулаан алдагдлын тархалтын зураглалыг боловсруулан гаргасан.

Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны нийт барилга, орон сууцыг Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартад нийцүүлэн дулаалбал одоогийн байгаа байдалд хаших хийцийн төрлөөс хамааран дулааны алдагдлыг 50-70 хувиар бууруулж, жилдээ 14606.9 тонн хүлэмжийн хий ялгаруулахаас зайлсхийж, жилд шаардагдах 4066.9 тн сайжруулсан түлшний хэрэглээ 1669.6 тонн болж бууруулах боломжтой байна. Иймээс дээрх айл өрхийн орон сууцыг Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартын дагуу дулаалах шаардлагатай байна.

Улаанбаатар хотын нарны энергийн нөөц, “Roof-top PV” системийн тооцоогоор нэгж налуу гадаргууд ирэх дундаж нарны нийлбэр цацраг  $1627.32 \text{ кВтц/м}^2$  жил үед 1,5 сая  $\text{м}^2$  талбай бүхий барилгын дээврээс жилд дунджаар 141.29 сая кВт\*ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх боломжтой байна.

“PVsol” програм хангамж дээр хийсэн тооцооноос үзэхэд бие даасан системээс сүлжээнд холбогдсон нет-метртэй систем нь илүү ашигтай байгаа нь судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна. Манай улсын хувьд шугам сүлжээтэй ойр байрлах хэрэглэгчид нет-метртэй нарны энергийн систем, алслагдсан бүсэд буй хэрэглэгчид бие даасан системийг тус тус сонгох нь ашигтай хувилбар байх юм.

## 4. АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. С.Баяннасан, Т.Галбаатар, Я.Дүйнхэржав, Ц.Дашдорж, Т.Алтангэрэл, М. Доржпалам, Барилгын дулааны алдагдалд хийсэн шинжилгээ, агаарын бохирдлыг бууруулах боломж, / Нийслэлийн агаарын бохирдлыг бууруулах арга зам боломжууд/
2. User manual for gO measurement-system / Status: 07.05.2018 – version 1.1
3. Mounting recommendations for gO measurement-system, measurement nodes and sensors / Status: 07.09.2018 – Version 1.1
4. A basic guide to the science of insulation / greenTEG
5. User manual for “Fluxteq”
6. General PHFS Heat Flux Sensor Instruction Manual
7. Instruction Manual for Using PHFS Heat Flux Sensors to Measure R-Value
8. Xiaobing Liu Som Shrestha Rande Cherry Chris Cirenza Shyam Krishna Shenoy Aditya Narayan “Experimental Validation of a New CostEffective and Nonintrusive BTU Meter” *CRADA final report for CRADA number NFE-17-06777, September-2018*
9. Authors: Jiaming Zhang, Guoxing Mei, Thing Bao, Li-E Yan “An experimental study on thermal analyses of crushed-rock layers with singlesize aggregates” *Cold Regions Science and Technology, Vol. 160, 2019*, <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2019.02.001>
10. El-Hadi Drissi Lamrhari, Brahim Benhamou “Thermal behavior and energy saving analysis of a flat with different energy efficiency measures in six climates” *Building Simulation Vol. 11, 2018*, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12273-018-0467-3.pdf>
11. Sahngki Hong, Yue Gu, Joon Kyo Seo, Joseph Wang, Ping Liu, Y. Shirley Meng, Sheng Xu, and Renkun Chen “Wearable thermoelectrics for personalized thermoregulation” *Sci Adv. 2019 May; 5(5): eaaw0536. Published online 2019 May 17. doi: 10.1126/sciadv.aaw0536*
12. Xingpeng Zhao et al. “Reduced-scale hot box method for thermal characterization of window insulation materials” *Applied Thermal Engineering 2019, Vol. 160* <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114026>
13. Salmaan Craig, Jonathan Grinham Breathing walls: “The design of porous materials for heat exchange and decentralized ventilation” *Energy and Buildings (2017)*, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.036>
14. Abhijeet Amritkar, Chandra prakash, Atul P.Kulkarni, "Development of temperature measurement setup for machining", *World Journal of Science and Technology*, 2012.
15. D. O’Sullivan, M. Cottrell, “Temperature measurement in single point turning”, *Journal of Material Processing Technology*, 2001.
16. Emil A. Kadlec, "Thermal detection in the long wave infrared and very long wave infrared regions", 2011.
17. Yu-Zhen Deng, Shiang-Feng Tang, Hong-Yuan Zeng, Zheng-Yuan Wu, Der-Kuo Tung, "Experiments on Temperature Changes of Microbolometer under Blackbody Radiation and Predictions Using Thermal Modeling by COMSOL Multiphysics Simulator", *Sensors journal*, 2018.
18. P.W.Kruse, D.D. Skatrud, “Uncooled Infrared Imaging Arrays and Systems”, Academic Press: Cambridge, MA, USA, 1997.
19. Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандарт
20. Барилгын дүрэм БД-23-103-10
21. <https://ubstat.mn/>
22. <https://www.ulaanbaatar.mn/>

23. F.K. Manasse “Comparison of costs for Solar electric sources with diesel generators in remote locations” *Revue Phys. Appl.* 15(1980) 369-376
24. K.M. Sako, Y. N'guessan and others “Comparative economic analysis of Photovoltaic, Diesel generator and Grid extension in Cote D'Ivoire” *Asian Journal of Applied Sciences* 4 (8): 787-793, 2011
25. Easan Drury, Paul Denholm and Robert Margolis “the impact of different economic performance metrics on the Perceived Value of Solar Photovoltaics.” Technical report NREL/TP-6A20-52197. October 2011. Page 30-41.
26. Eero Vartiainen, Gaetan Masson, Christian Breyer, David Moser. “Improving the competitiveness of solar PV with electricity storage” conference paper, 33<sup>rd</sup> EUPVSEC-2017
27. M. H. Suh, K. H. Kim, Y. I. Kwon, “Economic analysis of Korean photovoltaic power generation project” 2012
28. Эрчим хүчний статистикийн мэдээ. <http://energy.gov.mn/content?t=3>
29. “Төрөөс эрчим хүчний талаар баримтлах бодлого 2015-2030”. <http://erc.gov.mn/index.php?newsid=163>
30. “Тайшир –Гуулин УЦС” ХХК мэдээ. [http://altai-uliastain.mn/index.php?option=com\\_content&view=article&id=179&Itemid=722](http://altai-uliastain.mn/index.php?option=com_content&view=article&id=179&Itemid=722)
31. Technical datasheet of SMA solar central inverter –Sunny central 2500EV, 2750EV
32. Technical datasheet of Solar panel Suntech STP340-24/Vfw-MX
33. Technical datasheet of MTU20V4400DS3300 diesel generator set
34. Technical datasheet of MTU20V4400DS4000 diesel generator set
35. Сэргээгдэх эрчим хүчний тухай хууль. <https://www.legalinfo.mn/law/details/465?lawid=465>
36. Алтай Улайстайн бүсийн хэрэглэгчдэд борлуулах эрчим хүчний тариф. <http://erc.gov.mn/index.php?newsid=677>

## 5. ХАВСРАЛТ

### 5.1. Хавсралт-1

#### “СЭРГЭЭГДЭХ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИЙН СУДАЛГАА” СУУРЬ СУДАЛГААНЫ ТӨСЛИЙН ХҮРЭЭНД ХЭВЛЭГДСЭН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

Суурь судалгааны төслийн хүрээнд олон улсын болон дотоодын эрдэм шинжилгээний хуралд нийт 7 эрдэм шинжилгээний илтгэл хэлэлцүүлж, дотоодын эрдэм шинжилгээний бүтээлд 6 өгүүлэл хэвлүүлсэн. Мөн Академич Баатарын Чадраа агсны мэндэлсний 80 насны ойн хүрээнд “Академич Баатарын Чадраа ба Шинжлэх ухаан” шинжлэх ухаан танин мэдэхүйн ном гаргасан.

1. Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар “Улаанбаатар хотын нөхцөлд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан халаалтын системийг ашиглах техник, эдийн засгийн боломж” ФТХ Бүтээл 45, 2018 он, хуудас 110-123
2. Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар “Амьны сууцанд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан халаалтын системийг ашиглах техник, эдийн засгийн боломж”, “Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхтгэл-2019, хуудас 131-144
3. Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар, Б.Мэндбаяр, Ш.Молор “Нарны цахилгаан станцын эдийн засгийн шинжилгээний зарим үр дүнгээс”, “Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхтгэл-2019, хуудас 123-131
4. Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар “Барилгын хаших хийцээр алдагдах дулааны энергийг дулааны урсгал хэмжигч багажаар хэмжсэн зарим үр дүнгээс” ФТХ-ийн бүтээл №46, ху. 87-101, 2019 он
5. Б.Мэндбаяр, Ш.Молор, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар “Барилгын материалаар алдагдах дулааны энергийг “fluxtec” хэмжилтийн багажаар хэмжсэн зарим үр дүнгээс” ФТХ-ийн бүтээл №46, хуудас 78-87, 2019 он
6. Б.Мэндбаяр, Ш.Молор, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар “Улаанбаатар хотын Дамбадаржаа орчмын гэр хорооллын айл өрхийн амины сууцны дулааны алдагдал” ФТХ-ийн бүтээл №47, хуудас 134-151 2020 он

5.2. Хавсралт 2.

Хүснэгт. СБД-ийн 17 дугаар хорооны сонгогдсон амины орон сууцны төрөл, ангилал, дулааны алдагдлын тооцоо

№	Ангилал	Төрөл	Хана			Цонх			Барилга			
			S-хана (м <sup>2</sup> )	U-хана (Вт/м <sup>2</sup> °C)	Q-хана (Вт/°C)	S-цонх (м <sup>2</sup> )	U-цонх (Вт/м <sup>2</sup> °C)	Q-цонх (Вт/°C)	S (м <sup>2</sup> )	Q-хана, цонх (Вт/°C)	Q-дээвэр (Вт/°C)	Q-нийт (Вт/°C)
1	2	Шавардлагатай ханатай	38.94	1.10	42.72	3.06	2.18	6.66	24	49.38	14.81	64.19
2	6	Дүнзэн ханатай	129.92	0.53	68.99	14.72	3.57	52.54	128	121.52	36.46	157.98
3	3	Блокон ханатай	79.30	0.62	49.40	17.30	2.21	38.15	104	87.55	26.27	113.82
4	1	Гоосгон ханатай	55.38	0.46	25.25	5.10	3.70	18.85	48	44.10	13.23	57.33
5	4	Палкан ханатай	103.92	0.63	65.16	8.02	2.44	19.58	128	84.74	25.42	110.17
6		Мод, канад технологиор барьсан ханатай	74.70	0.21	15.91	6.90	1.37	9.47	72	25.38	7.61	32.99
7	175 цэцэрлэг	Гоосго, блокон ханатай	178.20	0.39	68.61	88.80	2.02	179.38	350	247.98	74.39	322.38
8	5	Гэр	55.76	0.44	24.42	1.82	2.50	4.55	28.26	28.97		28.97

Энд: S- хана, цонхны талбай м<sup>2</sup>, U – дулаан дамжуулалтын коэффициент Вт/м<sup>2</sup> °C, Q – дулааны алдагдал Вт/°C

5.3. Хавсралт 3.

УЛААНБААТАР ХОТЫН СБД-ИЙН 17 ДУГААР ХОРООНЫ НИЙТ АМИНЫ ОРОН СУУЦНЫ ДУЛААН АЛДАГДЛЫН ТООЦОО

Энд: S- хана, цонхны талбай м<sup>2</sup>, U – дулаан дамжуулалтын коэффициент Вт/м<sup>2</sup> °C, Q<sub>нийт</sub>- тухайн агшин дах дулаан кВт/°C, Q – дулааны алдагдал кВт\*ц/жил

№	Ангилал	Хана			Цонх			Барилга				ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛ
		S	U	Q	S	U	Q	S	Q-хана, цонх	Q-дээвэр	Q <sub>нийт</sub> (кВт/°C)	Q (кВт*ц/жил)
1	4	72.93	0.63	45.73	12.87	2.44	31.43	71	77.16	23.15	0.1003	18666.3
2	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	58	72.53	21.76	0.0943	17548.2
3	4	123.42	0.63	77.38	21.78	2.44	53.19	58	130.57	39.17	0.1697	31589.1
4	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	70	74.61	22.38	0.0970	18049.5
5	3	115.94	0.62	72.23	20.46	2.21	45.11	222	117.34	35.20	0.1525	28389.3
6	1	115.94	0.46	52.87	20.46	3.70	75.62	57	128.49	38.55	0.1670	31085.3
7	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	60	74.61	22.38	0.0970	18049.5
8	1	127.16	0.46	57.98	22.44	3.70	82.94	167	140.92	42.28	0.1832	34093.5
9	2	95.37	1.097	104.62	16.83	2.177	36.64	137	141.26	42.38	0.1836	34175.0
10	4	175.78	0.63	110.21	31.02	2.44	75.75	112	185.96	55.79	0.2418	44990.5
11	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	94	87.04	26.11	0.1132	21057.8
12	2	110.33	1.097	121.03	19.47	2.177	42.39	164	163.42	49.03	0.2124	39535.8
13	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	66	70.46	21.14	0.0916	17046.8
14	2	100.98	1.097	110.78	17.82	2.177	38.79	45	149.57	44.87	0.1944	36185.3
15	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	36	49.74	14.92	0.0647	12033.0
16	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	29	63.71	19.11	0.0828	15412.2
17	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	92	111.91	33.57	0.1455	27074.3
18	2	37.40	1.097	41.03	6.6	2.177	14.37	23	55.40	16.62	0.0720	13402.0
19	2	35.53	1.097	38.98	6.27	2.177	13.65	21	52.63	15.79	0.0684	12731.9
20	3	104.72	0.62	65.24	18.48	2.21	40.75	42	105.99	31.80	0.1378	25641.9
21	1	89.76	0.46	40.93	15.84	3.70	58.54	101	99.48	29.84	0.1293	24066.0

22	3	56.10	0.62	34.95	9.90	2.21	21.83	46	56.78	17.03	0.0738	13736.7
23	3	142.12	0.62	88.54	25.08	2.21	55.30	88	143.84	43.15	0.1870	34799.7
24	4	65.45	0.63	41.04	11.55	2.44	28.21	67	69.24	20.77	0.0900	16751.8
25	2	119.68	1.097	131.29	21.12	2.177	45.98	59	177.27	53.18	0.2304	42886.3
26	1	102.85	0.46	46.90	18.15	3.70	67.08	179	113.98	34.19	0.1482	27575.7
27	4	61.71	0.63	38.69	10.89	2.44	26.59	67	65.29	19.59	0.0849	15794.5
28	4	130.90	0.63	82.07	23.10	2.44	56.41	67	138.48	41.55	0.1800	33503.6
29	4	138.38	0.63	86.76	24.42	2.44	59.63	81	146.40	43.92	0.1903	35418.0
30	2	153.34	1.097	168.21	27.06	2.177	58.91	86	227.12	68.14	0.2953	54948.0
31	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	55	59.35	17.81	0.0772	14358.7
32	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	88	78.75	23.63	0.1024	19052.3
33	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	57	132.63	39.79	0.1724	32088.0
34	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	99	93.26	27.98	0.1212	22561.9
35	2	69.19	1.097	75.90	12.21	2.177	26.58	86	102.48	30.74	0.1332	24793.6
36	3	127.16	0.62	79.22	22.44	2.21	49.48	70	128.70	38.61	0.1673	31136.6
37	2	91.63	1.097	100.52	16.17	2.177	35.20	126	135.72	40.72	0.1764	32834.8
38	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	57	64.24	19.27	0.0835	15542.6
39	2	41.14	1.097	45.13	7.26	2.177	15.81	30	60.94	18.28	0.0792	14742.1
40	4	130.90	0.63	82.07	23.10	2.44	56.41	73	138.48	41.55	0.1800	33503.6
41	1	102.85	0.46	46.90	18.15	3.70	67.08	148	113.98	34.19	0.1482	27575.7
42	2	71.06	1.097	77.95	12.54	2.177	27.30	80	105.25	31.58	0.1368	25463.7
43	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	50	124.34	37.30	0.1616	30082.5
44	1	149.60	0.46	68.22	26.40	3.70	97.57	74	165.79	49.74	0.2155	40110.1
45	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	45	74.78	22.44	0.0972	18092.6
46	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	82	87.04	26.11	0.1132	21057.8
47	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	69	74.61	22.38	0.0970	18049.5
48	4	67.32	0.63	42.21	11.88	2.44	29.01	76	71.22	21.37	0.0926	17230.4
49	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	42	53.88	16.16	0.0700	13035.8
50	2	112.20	1.097	123.08	19.8	2.177	43.10	54	166.19	49.86	0.2160	40205.9
51	1	46.75	0.46	21.32	8.25	3.70	30.49	37	51.81	15.54	0.0674	12534.4
52	2	123.42	1.097	135.39	21.78	2.177	47.42	64	182.81	54.84	0.2376	44226.4

53	4	76.67	0.63	48.07	13.53	2.44	33.04	90	81.11	24.33	0.1054	19623.5
54	1	149.60	0.46	68.22	26.40	3.70	97.57	88	165.79	49.74	0.2155	40110.1
55	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	39	77.55	23.27	0.1008	18762.7
56	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	48	77.55	23.27	0.1008	18762.7
57	4	84.15	0.63	52.76	14.85	2.44	36.26	97	89.03	26.71	0.1157	21538.0
58	1	134.64	0.46	61.40	23.76	3.70	87.82	65	149.21	44.76	0.1940	36099.1
59	4	63.58	0.63	39.86	11.22	2.44	27.40	71	67.26	20.18	0.0874	16273.2
60	2	112.20	1.097	123.08	19.8	2.177	43.10	169	166.19	49.86	0.2160	40205.9
61	1	127.16	0.46	57.98	22.44	3.70	82.94	73	140.92	42.28	0.1832	34093.5
62	2	48.62	1.097	53.34	8.58	2.177	18.68	39	72.01	21.60	0.0936	17422.5
63	1	134.64	0.46	61.40	23.76	3.70	87.82	77	149.21	44.76	0.1940	36099.1
64	2	41.14	1.097	45.13	7.26	2.177	15.81	28	60.94	18.28	0.0792	14742.1
65	1	211.31	0.46	96.36	37.29	3.70	137.82	726	234.18	70.25	0.3044	56655.5
66	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	85	76.68	23.00	0.0997	18550.9
67	1	87.89	0.46	40.08	15.51	3.70	57.32	119	97.40	29.22	0.1266	23564.7
68	3	54.23	0.62	33.79	9.57	2.21	21.10	41	54.89	16.47	0.0714	13278.8
69	4	67.32	0.63	42.21	11.88	2.44	29.01	20	71.22	21.37	0.0926	17230.4
70	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	48	85.86	25.76	0.1116	20773.0
71	1	127.16	0.46	57.98	22.44	3.70	82.94	167	140.92	42.28	0.1832	34093.5
72	2	76.67	1.097	84.11	13.53	2.177	29.45	74	113.56	34.07	0.1476	27474.0
73	1	123.42	0.46	56.28	21.78	3.70	80.50	67	136.78	41.03	0.1778	33090.8
74	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	37	69.25	20.77	0.0900	16752.4
75	2	69.19	1.097	75.90	12.21	2.177	26.58	72	102.48	30.74	0.1332	24793.6
76	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	65	94.17	28.25	0.1224	22783.3
77	2	33.66	1.097	36.93	5.94	2.177	12.93	20	49.86	14.96	0.0648	12061.8
78	2	91.63	1.097	100.52	16.17	2.177	35.20	105	135.72	40.72	0.1764	32834.8
79	1	31.79	0.46	14.50	5.61	3.70	20.73	18	35.23	10.57	0.0458	8523.4
80	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	66	91.40	27.42	0.1188	22113.2
81	4	31.79	0.63	19.93	5.61	2.44	13.70	17	33.63	10.09	0.0437	8136.6
82	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	61	94.17	28.25	0.1224	22783.3
83	3	183.26	0.62	114.17	32.34	2.21	71.31	110	185.48	55.64	0.2411	44873.3

84	2	76.67	1.097	84.11	13.53	2.177	29.45	79	113.56	34.07	0.1476	27474.0
85	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	33	63.71	19.11	0.0828	15412.2
86	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	63	66.32	19.90	0.0862	16044.0
87	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	83	74.61	22.38	0.0970	18049.5
88	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	79	74.61	22.38	0.0970	18049.5
89	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	42	55.95	16.79	0.0727	13537.1
90	1	115.94	0.46	52.87	20.46	3.70	75.62	57	128.49	38.55	0.1670	31085.3
91	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	47	60.10	18.03	0.0781	14539.9
92	2	44.88	1.097	49.23	7.92	2.177	17.24	36	66.48	19.94	0.0864	16082.3
93	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	102	84.97	25.49	0.1105	20556.4
94	2	112.20	1.097	123.08	19.8	2.177	43.10	56	166.19	49.86	0.2160	40205.9
95	2	104.72	1.097	114.88	18.48	2.177	40.23	47	155.11	46.53	0.2016	37525.5
96	1	142.12	0.46	64.81	25.08	3.70	92.70	199	157.50	47.25	0.2048	38104.6
97	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	79	80.82	24.25	0.1051	19553.7
98	3	41.14	0.62	25.63	7.26	2.21	16.01	29	41.64	12.49	0.0541	10073.6
99	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	87	93.26	27.98	0.1212	22561.9
100	1	87.89	0.46	40.08	15.51	3.70	57.32	120	97.40	29.22	0.1266	23564.7
101	2	123.42	1.097	135.39	21.78	2.177	47.42	51	182.81	54.84	0.2376	44226.4
102	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	167	132.63	39.79	0.1724	32088.0
103	2	86.02	1.097	94.36	15.18	2.177	33.05	125	127.41	38.22	0.1656	30824.5
104	2	91.63	1.097	100.52	16.17	2.177	35.20	127	135.72	40.72	0.1764	32834.8
105	2	82.28	1.097	90.26	14.52	2.177	31.61	87	121.87	36.56	0.1584	29484.3
106	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	114	93.26	27.98	0.1212	22561.9
107	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	63	70.46	21.14	0.0916	17046.8
108	1	97.24	0.46	44.34	17.16	3.70	63.42	41	107.76	32.33	0.1401	26071.5
109	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	96	82.90	24.87	0.1078	20055.0
110	3	145.86	0.62	90.87	25.74	2.21	56.76	94	147.63	44.29	0.1919	35715.5
111	2	119.68	1.097	131.29	21.12	2.177	45.98	52	177.27	53.18	0.2304	42886.3
112	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	65	66.32	19.90	0.0862	16044.0
113	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	43	74.78	22.44	0.0972	18092.6
114	1	138.38	0.46	63.10	24.42	3.70	90.26	82	153.36	46.01	0.1994	37101.8

115	2	102.85	1.097	112.83	18.15	2.177	39.51	103	152.34	45.70	0.1980	36855.4
116	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	38	53.88	16.16	0.0700	13035.8
117	2	179.52	1.097	196.93	31.68	2.177	68.97	139	265.90	79.77	0.3457	64329.4
118	2	110.33	1.097	121.03	19.47	2.177	42.39	162	163.42	49.03	0.2124	39535.8
119	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	67	78.75	23.63	0.1024	19052.3
120	2	91.63	1.097	100.52	16.17	2.177	35.20	137	135.72	40.72	0.1764	32834.8
121	4	123.42	0.63	77.38	21.78	2.44	53.19	68	130.57	39.17	0.1697	31589.1
122	4	99.11	0.63	62.14	17.49	2.44	42.71	143	104.85	31.46	0.1363	25367.0
123	1	89.76	0.46	40.93	15.84	3.70	58.54	87	99.48	29.84	0.1293	24066.0
124	2	71.06	1.097	77.95	12.54	2.177	27.30	77	105.25	31.58	0.1368	25463.7
125	2	119.68	1.097	131.29	21.12	2.177	45.98	58	177.27	53.18	0.2304	42886.3
126	1	115.94	0.46	52.87	20.46	3.70	75.62	166	128.49	38.55	0.1670	31085.3
127	4	160.82	0.63	100.83	28.38	2.44	69.30	300	170.14	51.04	0.2212	41161.5
128	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	62	72.53	21.76	0.0943	17548.2
129	1	179.52	0.46	81.86	31.68	3.70	117.09	104	198.95	59.69	0.2586	48132.1
130	4	65.45	0.63	41.04	11.55	2.44	28.21	76	69.24	20.77	0.0900	16751.8
131	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	48	80.32	24.10	0.1044	19432.8
132	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	33	95.33	28.60	0.1239	23063.3
133	4	46.75	0.63	29.31	8.25	2.44	20.15	39	49.46	14.84	0.0643	11965.6
134	4	130.90	0.63	82.07	23.10	2.44	56.41	59	138.48	41.55	0.1800	33503.6
135	1	82.28	0.46	37.52	14.52	3.70	53.67	28	91.19	27.36	0.1185	22060.5
136	3	63.58	0.62	39.61	11.22	2.21	24.74	64	64.35	19.31	0.0837	15568.3
137	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	123	93.26	27.98	0.1212	22561.9
138	4	89.76	0.63	56.28	15.84	2.44	38.68	37	94.96	28.49	0.1234	22973.9
139	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	51	85.86	25.76	0.1116	20773.0
140	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	105	84.97	25.49	0.1105	20556.4
141	4	168.30	0.63	105.52	29.70	2.44	72.53	125	178.05	53.42	0.2315	43076.0
142	4	72.93	0.63	45.73	12.87	2.44	31.43	86	77.16	23.15	0.1003	18666.3
143	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	88	78.75	23.63	0.1024	19052.3
144	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	64	132.63	39.79	0.1724	32088.0
145	1	134.64	0.46	61.40	23.76	3.70	87.82	78	149.21	44.76	0.1940	36099.1

146	4	104.72	0.63	65.66	18.48	2.44	45.13	122	110.79	33.24	0.1440	26802.8
147	2	127.16	1.097	139.49	22.44	2.177	48.85	269	188.35	56.50	0.2449	45566.6
148	4	153.34	0.63	96.14	27.06	2.44	66.08	247	162.22	48.67	0.2109	39247.0
149	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	44	111.91	33.57	0.1455	27074.3
150	3	106.59	0.62	66.41	18.81	2.21	41.48	172	107.88	32.36	0.1402	26099.8
151	3	91.63	0.62	57.09	16.17	2.21	35.65	144	92.74	27.82	0.1206	22436.7
152	4	127.16	0.63	79.73	22.44	2.44	54.80	72	134.53	40.36	0.1749	32546.3
153	4	112.20	0.63	70.35	19.80	2.44	48.35	150	118.70	35.61	0.1543	28717.3
154	2	86.02	1.097	94.36	15.18	2.177	33.05	129	127.41	38.22	0.1656	30824.5
155	4	134.64	0.63	84.42	23.76	2.44	58.02	73	142.44	42.73	0.1852	34460.8
156	4	115.94	0.63	72.69	20.46	2.44	49.96	56	122.66	36.80	0.1595	29674.6
157	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	132	95.33	28.60	0.1239	23063.3
158	4	69.19	0.63	43.38	12.21	2.44	29.82	85	73.20	21.96	0.0952	17709.0
159	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	108	87.04	26.11	0.1132	21057.8
160	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	132	95.33	28.60	0.1239	23063.3
161	4	140.25	0.63	87.94	24.75	2.44	60.44	354	148.38	44.51	0.1929	35896.7
162	1	334.73	0.46	152.64	59.07	3.70	218.32	1394	370.96	111.29	0.4822	89746.3
163	1	149.60	0.46	68.22	26.40	3.70	97.57	371	165.79	49.74	0.2155	40110.1
164	1	89.76	0.46	40.93	15.84	3.70	58.54	143	99.48	29.84	0.1293	24066.0
165	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	86	76.68	23.00	0.0997	18550.9
166	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	99	82.90	24.87	0.1078	20055.0
167	1	80.41	0.46	36.67	14.19	3.70	52.45	116	89.11	26.73	0.1158	21559.2
168	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	86	78.75	23.63	0.1024	19052.3
169	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	73	94.17	28.25	0.1224	22783.3
170	4	143.99	0.63	90.28	25.41	2.44	62.05	208	152.33	45.70	0.1980	36853.9
171	4	76.67	0.63	48.07	13.53	2.44	33.04	85	81.11	24.33	0.1054	19623.5
172	1	127.16	0.46	57.98	22.44	3.70	82.94	63	140.92	42.28	0.1832	34093.5
173	1	145.86	0.46	66.51	25.74	3.70	95.14	71	161.65	48.49	0.2101	39107.3
174	1	153.34	0.46	69.92	27.06	3.70	100.01	87	169.94	50.98	0.2209	41112.8
175	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	84	76.68	23.00	0.0997	18550.9
176	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	102	95.33	28.60	0.1239	23063.3

177	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	51	80.32	24.10	0.1044	19432.8
178	3	61.71	0.62	38.45	10.89	2.21	24.01	66	62.46	18.74	0.0812	15110.4
179	6	50.49	0.53	26.81	8.91	3.57	31.80	40	58.61	17.58	0.0762	14179.5
180	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	61	68.39	20.52	0.0889	16545.4
181	1	97.24	0.46	44.34	17.16	3.70	63.42	42	107.76	32.33	0.1401	26071.5
182	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	36	103.62	31.09	0.1347	25068.8
183	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	66	68.39	20.52	0.0889	16545.4
184	6	104.72	0.53	55.61	18.48	3.57	65.96	43	121.56	36.47	0.1580	29409.4
185	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	93	84.97	25.49	0.1105	20556.4
186	6	142.12	0.53	75.47	25.08	3.57	89.51	89	164.98	49.49	0.2145	39912.7
187	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	95	82.90	24.87	0.1078	20055.0
188	2	71.06	1.097	77.95	12.54	2.177	27.30	81	105.25	31.58	0.1368	25463.7
189	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	47	77.55	23.27	0.1008	18762.7
190	2	65.45	1.097	71.80	11.55	2.177	25.14	72	96.94	29.08	0.1260	23453.4
191	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	96	80.82	24.25	0.1051	19553.7
192	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	105	103.62	31.09	0.1347	25068.8
193	6	69.19	0.53	36.74	12.21	3.57	43.58	80	80.32	24.10	0.1044	19431.2
194	1	104.72	0.46	47.75	18.48	3.70	68.30	50	116.05	34.82	0.1509	28077.0
195	2	142.12	1.097	155.91	25.08	2.177	54.60	76	210.50	63.15	0.2737	50927.4
196	3	127.16	0.62	79.22	22.44	2.21	49.48	69	128.70	38.61	0.1673	31136.6
197	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	108	87.04	26.11	0.1132	21057.8
198	2	84.15	1.097	92.31	14.85	2.177	32.33	101	124.64	37.39	0.1620	30154.4
199	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	69	72.53	21.76	0.0943	17548.2
200	6	82.28	0.53	43.69	14.52	3.57	51.82	86	95.51	28.65	0.1242	23107.4
201	3	56.10	0.62	34.95	9.90	2.21	21.83	47	56.78	17.03	0.0738	13736.7
202	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	35	53.88	16.16	0.0700	13035.8
203	2	80.41	1.097	88.21	14.19	2.177	30.89	82	119.10	35.73	0.1548	28814.2
204	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	38	69.25	20.77	0.0900	16752.4
205	1	115.94	0.46	52.87	20.46	3.70	75.62	54	128.49	38.55	0.1670	31085.3
206	6	50.49	0.53	26.81	8.91	3.57	31.80	45	58.61	17.58	0.0762	14179.5
207	2	104.72	1.097	114.88	18.48	2.177	40.23	38	155.11	46.53	0.2016	37525.5

208	1	95.37	0.46	43.49	16.83	3.70	62.20	145	105.69	31.71	0.1374	25570.2
209	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	35	49.74	14.92	0.0647	12033.0
210	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	52	80.32	24.10	0.1044	19432.8
211	1	134.64	0.46	61.40	23.76	3.70	87.82	68	149.21	44.76	0.1940	36099.1
212	2	97.24	1.097	106.67	17.16	2.177	37.36	162	144.03	43.21	0.1872	34845.1
213	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	95	110.79	33.24	0.1440	26803.9
214	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	44	74.78	22.44	0.0972	18092.6
215	1	115.94	0.46	52.87	20.46	3.70	75.62	57	128.49	38.55	0.1670	31085.3
216	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	40	53.88	16.16	0.0700	13035.8
217	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	56	66.32	19.90	0.0862	16044.0
218	2	31.79	1.097	34.87	5.61	2.177	12.21	17	47.09	14.13	0.0612	11391.7
219	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	57	85.86	25.76	0.1116	20773.0
220	3	127.16	0.62	79.22	22.44	2.21	49.48	62	128.70	38.61	0.1673	31136.6
221	1	89.76	0.46	40.93	15.84	3.70	58.54	110	99.48	29.84	0.1293	24066.0
222	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	85	110.79	33.24	0.1440	26803.9
223	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	63	66.32	19.90	0.0862	16044.0
224	3	67.32	0.62	41.94	11.88	2.21	26.20	82	68.14	20.44	0.0886	16484.1
225	3	63.58	0.62	39.61	11.22	2.21	24.74	69	64.35	19.31	0.0837	15568.3
226	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	38	103.62	31.09	0.1347	25068.8
227	2	76.67	1.097	84.11	13.53	2.177	29.45	92	113.56	34.07	0.1476	27474.0
228	1	130.90	0.46	59.69	23.10	3.70	85.38	59	145.07	43.52	0.1886	35096.3
229	2	80.41	1.097	88.21	14.19	2.177	30.89	94	119.10	35.73	0.1548	28814.2
230	2	127.16	1.097	139.49	22.44	2.177	48.85	52	188.35	56.50	0.2449	45566.6
231	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	55	62.17	18.65	0.0808	15041.3
232	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	60	85.86	25.76	0.1116	20773.0
233	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	58	68.39	20.52	0.0889	16545.4
234	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	48	77.55	23.27	0.1008	18762.7
235	2	37.40	1.097	41.03	6.6	2.177	14.37	25	55.40	16.62	0.0720	13402.0
236	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	57	124.34	37.30	0.1616	30082.5
237	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	50	58.03	17.41	0.0754	14038.5
238	2	80.41	1.097	88.21	14.19	2.177	30.89	103	119.10	35.73	0.1548	28814.2

239	6	57.97	0.53	30.78	10.23	3.57	36.51	55	67.29	20.19	0.0875	16280.2
240	4	82.28	0.63	51.59	14.52	2.44	35.46	88	87.05	26.11	0.1132	21059.4
241	4	71.06	0.63	44.55	12.54	2.44	30.62	84	75.18	22.55	0.0977	18187.6
242	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	73	78.75	23.63	0.1024	19052.3
243	2	39.27	1.097	43.08	6.93	2.177	15.09	26	58.17	17.45	0.0756	14072.1
244	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	66	91.40	27.42	0.1188	22113.2
245	4	76.67	0.63	48.07	13.53	2.44	33.04	103	81.11	24.33	0.1054	19623.5
246	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	94	110.79	33.24	0.1440	26803.9
247	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	85	76.68	23.00	0.0997	18550.9
248	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	87	80.82	24.25	0.1051	19553.7
249	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	75	76.68	23.00	0.0997	18550.9
250	4	82.28	0.63	51.59	14.52	2.44	35.46	97	87.05	26.11	0.1132	21059.4
251	3	61.71	0.62	38.45	10.89	2.21	24.01	67	62.46	18.74	0.0812	15110.4
252	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	55	59.35	17.81	0.0772	14358.7
253	4	63.58	0.63	39.86	11.22	2.44	27.40	66	67.26	20.18	0.0874	16273.2
254	1	149.60	0.46	68.22	26.40	3.70	97.57	85	165.79	49.74	0.2155	40110.1
255	4	46.75	0.63	29.31	8.25	2.44	20.15	38	49.46	14.84	0.0643	11965.6
256	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	91	80.82	24.25	0.1051	19553.7
257	3	78.54	0.62	48.93	13.86	2.21	30.56	106	79.49	23.85	0.1033	19231.4
258	3	56.10	0.62	34.95	9.90	2.21	21.83	56	56.78	17.03	0.0738	13736.7
259	1	134.64	0.46	61.40	23.76	3.70	87.82	80	149.21	44.76	0.1940	36099.1
260	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	146	111.91	33.57	0.1455	27074.3
261	2	65.45	1.097	71.80	11.55	2.177	25.14	67	96.94	29.08	0.1260	23453.4
262	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	68	94.17	28.25	0.1224	22783.3
263	2	183.26	1.097	201.04	32.34	2.177	70.40	115	271.44	81.43	0.3529	65669.6
264	1	106.59	0.46	48.61	18.81	3.70	69.52	182	118.13	35.44	0.1536	28578.4
265	4	65.45	0.63	41.04	11.55	2.44	28.21	75	69.24	20.77	0.0900	16751.8
266	6	61.71	0.53	32.77	10.89	3.57	38.87	68	71.63	21.49	0.0931	17330.5
267	2	115.94	1.097	127.19	20.46	2.177	44.54	58	171.73	51.52	0.2232	41546.1
268	2	82.28	1.097	90.26	14.52	2.177	31.61	103	121.87	36.56	0.1584	29484.3
269	2	119.68	1.097	131.29	21.12	2.177	45.98	60	177.27	53.18	0.2304	42886.3

270	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	44	58.03	17.41	0.0754	14038.5
271	2	44.88	1.097	49.23	7.92	2.177	17.24	34	66.48	19.94	0.0864	16082.3
272	2	104.72	1.097	114.88	18.48	2.177	40.23	47	155.11	46.53	0.2016	37525.5
273	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	45	77.55	23.27	0.1008	18762.7
274	4	37.40	0.63	23.45	6.60	2.44	16.12	25	39.57	11.87	0.0514	9572.4
275	4	39.27	0.63	24.62	6.93	2.44	16.92	27	41.55	12.46	0.0540	10051.1
276	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	53	59.35	17.81	0.0772	14358.7
277	4	65.45	0.63	41.04	11.55	2.44	28.21	73	69.24	20.77	0.0900	16751.8
278	1	149.60	0.46	68.22	26.40	3.70	97.57	90	165.79	49.74	0.2155	40110.1
279	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	70	80.82	24.25	0.1051	19553.7
280	2	138.38	1.097	151.80	24.42	2.177	53.16	62	204.97	61.49	0.2665	49587.2
281	6	69.19	0.53	36.74	12.21	3.57	43.58	68	80.32	24.10	0.1044	19431.2
282	4	54.23	0.63	34.00	9.57	2.44	23.37	46	57.37	17.21	0.0746	13880.0
283	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	41	124.34	37.30	0.1616	30082.5
284	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	46	58.03	17.41	0.0754	14038.5
285	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	43	74.78	22.44	0.0972	18092.6
286	6	48.62	0.53	25.82	8.58	3.57	30.62	41	56.44	16.93	0.0734	13654.3
287	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	53	80.32	24.10	0.1044	19432.8
288	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	80	76.68	23.00	0.0997	18550.9
289	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	86	76.68	23.00	0.0997	18550.9
290	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	62	132.63	39.79	0.1724	32088.0
291	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	53	80.32	24.10	0.1044	19432.8
292	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	75	84.97	25.49	0.1105	20556.4
293	3	52.36	0.62	32.62	9.24	2.21	20.37	44	52.99	15.90	0.0689	12821.0
294	4	50.49	0.63	31.66	8.91	2.44	21.76	44	53.42	16.02	0.0694	12922.8
295	1	87.89	0.46	40.08	15.51	3.70	57.32	117	97.40	29.22	0.1266	23564.7
296	1	130.90	0.46	59.69	23.10	3.70	85.38	57	145.07	43.52	0.1886	35096.3
297	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	130	95.33	28.60	0.1239	23063.3
298	1	46.75	0.46	21.32	8.25	3.70	30.49	38	51.81	15.54	0.0674	12534.4
299	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	54	88.63	26.59	0.1152	21443.1
300	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	61	64.24	19.27	0.0835	15542.6

301	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	39	53.88	16.16	0.0700	13035.8
302	6	39.27	0.53	20.85	6.93	3.57	24.73	25	45.59	13.68	0.0593	11028.5
303	4	43.01	0.63	26.97	7.59	2.44	18.53	32	45.50	13.65	0.0592	11008.3
304	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	47	83.09	24.93	0.1080	20102.9
305	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	57	59.35	17.81	0.0772	14358.7
306	2	39.27	1.097	43.08	6.93	2.177	15.09	28	58.17	17.45	0.0756	14072.1
307	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	44	74.78	22.44	0.0972	18092.6
308	4	69.19	0.63	43.38	12.21	2.44	29.82	79	73.20	21.96	0.0952	17709.0
309	2	67.32	1.097	73.85	11.88	2.177	25.86	65	99.71	29.91	0.1296	24123.5
310	4	104.72	0.63	65.66	18.48	2.44	45.13	47	110.79	33.24	0.1440	26802.8
311	4	63.58	0.63	39.86	11.22	2.44	27.40	65	67.26	20.18	0.0874	16273.2
312	4	63.58	0.63	39.86	11.22	2.44	27.40	60	67.26	20.18	0.0874	16273.2
313	3	67.32	0.62	41.94	11.88	2.21	26.20	61	68.14	20.44	0.0886	16484.1
314	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	28	53.88	16.16	0.0700	13035.8
315	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	37	49.74	14.92	0.0647	12033.0
316	6	123.42	0.53	65.54	21.78	3.57	77.73	55	143.27	42.98	0.1862	34661.0
317	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	52	59.35	17.81	0.0772	14358.7
318	4	72.93	0.63	45.73	12.87	2.44	31.43	87	77.16	23.15	0.1003	18666.3
319	4	46.75	0.63	29.31	8.25	2.44	20.15	37	49.46	14.84	0.0643	11965.6
320	4	52.36	0.63	32.83	9.24	2.44	22.56	40	55.39	16.62	0.0720	13401.4
321	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	69	91.40	27.42	0.1188	22113.2
322	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	56	64.24	19.27	0.0835	15542.6
323	4	44.88	0.63	28.14	7.92	2.44	19.34	34	47.48	14.24	0.0617	11486.9
324	4	48.62	0.63	30.48	8.58	2.44	20.95	37	51.44	15.43	0.0669	12444.2
325	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	35	69.25	20.77	0.0900	16752.4
326	4	123.42	0.63	77.38	21.78	2.44	53.19	55	130.57	39.17	0.1697	31589.1
327	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	71	70.46	21.14	0.0916	17046.8
328	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	51	80.32	24.10	0.1044	19432.8
329	4	50.49	0.63	31.66	8.91	2.44	21.76	41	53.42	16.02	0.0694	12922.8
330	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	47	58.03	17.41	0.0754	14038.5
331	4	130.90	0.63	82.07	23.10	2.44	56.41	48	138.48	41.55	0.1800	33503.6

332	2	39.27	1.097	43.08	6.93	2.177	15.09	26	58.17	17.45	0.0756	14072.1
333	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	43	60.10	18.03	0.0781	14539.9
334	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	38	69.25	20.77	0.0900	16752.4
335	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	58	94.17	28.25	0.1224	22783.3
336	3	56.10	0.62	34.95	9.90	2.21	21.83	54	56.78	17.03	0.0738	13736.7
337	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	49	64.24	19.27	0.0835	15542.6
338	1	89.76	0.46	40.93	15.84	3.70	58.54	90	99.48	29.84	0.1293	24066.0
339	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	76	74.61	22.38	0.0970	18049.5
340	6	65.45	0.53	34.75	11.55	3.57	41.22	60	75.98	22.79	0.0988	18380.8
341	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	31	63.71	19.11	0.0828	15412.2
342	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	53	60.10	18.03	0.0781	14539.9
343	2	108.46	1.097	118.98	19.14	2.177	41.67	50	160.65	48.19	0.2088	38865.7
344	4	50.49	0.63	31.66	8.91	2.44	21.76	44	53.42	16.02	0.0694	12922.8
345	4	39.27	0.63	24.62	6.93	2.44	16.92	27	41.55	12.46	0.0540	10051.1
346	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	36	69.25	20.77	0.0900	16752.4
347	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	46	124.34	37.30	0.1616	30082.5
348	2	145.86	1.097	160.01	25.74	2.177	56.04	200	216.04	64.81	0.2809	52267.6
349	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	62	72.53	21.76	0.0943	17548.2
350	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	55	66.32	19.90	0.0862	16044.0
351	4	74.80	0.63	46.90	13.20	2.44	32.23	97	79.13	23.74	0.1029	19144.9
352	1	130.90	0.46	59.69	23.10	3.70	85.38	73	145.07	43.52	0.1886	35096.3
353	3	41.14	0.62	25.63	7.26	2.21	16.01	29	41.64	12.49	0.0541	10073.6
354	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	54	83.09	24.93	0.1080	20102.9
355	3	91.63	0.62	57.09	16.17	2.21	35.65	105	92.74	27.82	0.1206	22436.7
356	1	87.89	0.46	40.08	15.51	3.70	57.32	121	97.40	29.22	0.1266	23564.7
357	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	102	87.04	26.11	0.1132	21057.8
358	1	99.11	0.46	45.19	17.49	3.70	64.64	146	109.84	32.95	0.1428	26572.9
359	2	84.15	1.097	92.31	14.85	2.177	32.33	120	124.64	37.39	0.1620	30154.4
360	6	48.62	0.53	25.82	8.58	3.57	30.62	43	56.44	16.93	0.0734	13654.3
361	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	126	103.62	31.09	0.1347	25068.8
362	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	59	132.63	39.79	0.1724	32088.0

363	3	99.11	0.62	61.75	17.49	2.21	38.57	169	100.31	30.09	0.1304	24268.2
364	4	187.00	0.63	117.25	33.00	2.44	80.59	591	197.84	59.35	0.2572	47862.2
365	3	183.26	0.62	114.17	32.34	2.21	71.31	590	185.48	55.64	0.2411	44873.3
366	1	99.11	0.46	45.19	17.49	3.70	64.64	169	109.84	32.95	0.1428	26572.9
367	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	100	110.79	33.24	0.1440	26803.9
368	1	80.41	0.46	36.67	14.19	3.70	52.45	110	89.11	26.73	0.1158	21559.2
369	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	61	85.86	25.76	0.1116	20773.0
370	1	130.90	0.46	59.69	23.10	3.70	85.38	64	145.07	43.52	0.1886	35096.3
371	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	28	49.74	14.92	0.0647	12033.0
372	3	41.14	0.62	25.63	7.26	2.21	16.01	28	41.64	12.49	0.0541	10073.6
373	4	71.06	0.63	44.55	12.54	2.44	30.62	85	75.18	22.55	0.0977	18187.6
374	4	87.89	0.63	55.11	15.51	2.44	37.88	120	92.98	27.89	0.1209	22495.2
375	3	61.71	0.62	38.45	10.89	2.21	24.01	51	62.46	18.74	0.0812	15110.4
376	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	115	93.26	27.98	0.1212	22561.9
377	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	70	68.39	20.52	0.0889	16545.4
378	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	62	64.24	19.27	0.0835	15542.6
379	2	86.02	1.097	94.36	15.18	2.177	33.05	118	127.41	38.22	0.1656	30824.5
380	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	78	74.61	22.38	0.0970	18049.5
381	2	112.20	1.097	123.08	19.8	2.177	43.10	138	166.19	49.86	0.2160	40205.9
382	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	118	95.33	28.60	0.1239	23063.3
383	2	39.27	1.097	43.08	6.93	2.177	15.09	26	58.17	17.45	0.0756	14072.1
384	1	33.66	0.46	15.35	5.94	3.70	21.95	21	37.30	11.19	0.0485	9024.8
385	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	49	80.32	24.10	0.1044	19432.8
386	1	172.04	0.46	78.45	30.36	3.70	112.21	89	190.66	57.20	0.2479	46126.6
387	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	81	82.90	24.87	0.1078	20055.0
388	2	72.93	1.097	80.00	12.87	2.177	28.02	88	108.02	32.41	0.1404	26133.8
389	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	78	74.61	22.38	0.0970	18049.5
390	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	58	64.24	19.27	0.0835	15542.6
391	1	127.16	0.46	57.98	22.44	3.70	82.94	277	140.92	42.28	0.1832	34093.5
392	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	62	88.63	26.59	0.1152	21443.1
393	2	84.15	1.097	92.31	14.85	2.177	32.33	113	124.64	37.39	0.1620	30154.4

394	3	89.76	0.62	55.92	15.84	2.21	34.93	130	90.85	27.25	0.1181	21978.8
395	1	91.63	0.46	41.78	16.17	3.70	59.76	133	101.55	30.46	0.1320	24567.4
396	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	122	95.33	28.60	0.1239	23063.3
397	1	115.94	0.46	52.87	20.46	3.70	75.62	61	128.49	38.55	0.1670	31085.3
398	2	108.46	1.097	118.98	19.14	2.177	41.67	47	160.65	48.19	0.2088	38865.7
399	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	100	110.79	33.24	0.1440	26803.9
400	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	39	53.88	16.16	0.0700	13035.8
401	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	104	84.97	25.49	0.1105	20556.4
402	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	48	58.03	17.41	0.0754	14038.5
403	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	72	72.53	21.76	0.0943	17548.2
404	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	63	66.32	19.90	0.0862	16044.0
405	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	60	85.86	25.76	0.1116	20773.0
406	2	44.88	1.097	49.23	7.92	2.177	17.24	35	66.48	19.94	0.0864	16082.3
407	1	108.46	0.46	49.46	19.14	3.70	70.74	54	120.20	36.06	0.1563	29079.8
408	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	58	64.24	19.27	0.0835	15542.6
409	1	153.34	0.46	69.92	27.06	3.70	100.01	298	169.94	50.98	0.2209	41112.8
410	2	267.41	1.097	293.35	47.19	2.177	102.73	602	396.08	118.82	0.5149	95824.0
411	3	104.72	0.62	65.24	18.48	2.21	40.75	194	105.99	31.80	0.1378	25641.9
412	3	65.45	0.62	40.78	11.55	2.21	25.47	77	66.24	19.87	0.0861	16026.2
413	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	67	68.39	20.52	0.0889	16545.4
414	2	91.63	1.097	100.52	16.17	2.177	35.20	143	135.72	40.72	0.1764	32834.8
415	2	104.72	1.097	114.88	18.48	2.177	40.23	152	155.11	46.53	0.2016	37525.5
416	1	87.89	0.46	40.08	15.51	3.70	57.32	129	97.40	29.22	0.1266	23564.7
417	3	54.23	0.62	33.79	9.57	2.21	21.10	49	54.89	16.47	0.0714	13278.8
418	3	123.42	0.62	76.89	21.78	2.21	48.02	69	124.92	37.47	0.1624	30220.8
419	2	71.06	1.097	77.95	12.54	2.177	27.30	83	105.25	31.58	0.1368	25463.7
420	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	53	60.10	18.03	0.0781	14539.9
421	2	89.76	1.097	98.47	15.84	2.177	34.48	133	132.95	39.89	0.1728	32164.7
422	3	115.94	0.62	72.23	20.46	2.21	45.11	178	117.34	35.20	0.1525	28389.3
423	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	88	82.90	24.87	0.1078	20055.0
424	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	106	87.04	26.11	0.1132	21057.8

425	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	45	55.95	16.79	0.0727	13537.1
426	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	55	124.34	37.30	0.1616	30082.5
427	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	55	85.86	25.76	0.1116	20773.0
428	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	58	64.24	19.27	0.0835	15542.6
429	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	46	58.03	17.41	0.0754	14038.5
430	2	97.24	1.097	106.67	17.16	2.177	37.36	97	144.03	43.21	0.1872	34845.1
431	6	65.45	0.53	34.75	11.55	3.57	41.22	76	75.98	22.79	0.0988	18380.8
432	1	39.27	0.46	17.91	6.93	3.70	25.61	25	43.52	13.06	0.0566	10528.9
433	1	89.76	0.46	40.93	15.84	3.70	58.54	35	99.48	29.84	0.1293	24066.0
434	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	72	94.17	28.25	0.1224	22783.3
435	4	71.06	0.63	44.55	12.54	2.44	30.62	83	75.18	22.55	0.0977	18187.6
436	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	40	55.95	16.79	0.0727	13537.1
437	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	56	62.17	18.65	0.0808	15041.3
438	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	69	70.46	21.14	0.0916	17046.8
439	2	44.88	1.097	49.23	7.92	2.177	17.24	34	66.48	19.94	0.0864	16082.3
440	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	28	63.71	19.11	0.0828	15412.2
441	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	45	55.95	16.79	0.0727	13537.1
442	1	35.53	0.46	16.20	6.27	3.70	23.17	22	39.38	11.81	0.0512	9526.1
443	3	50.49	0.62	31.46	8.91	2.21	19.65	44	51.10	15.33	0.0664	12363.1
444	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	89	80.82	24.25	0.1051	19553.7
445	3	41.14	0.62	25.63	7.26	2.21	16.01	30	41.64	12.49	0.0541	10073.6
446	1	115.94	0.46	52.87	20.46	3.70	75.62	59	128.49	38.55	0.1670	31085.3
447	2	37.40	1.097	41.03	6.6	2.177	14.37	26	55.40	16.62	0.0720	13402.0
448	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	72	76.68	23.00	0.0997	18550.9
449	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	66	91.40	27.42	0.1188	22113.2
450	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	131	95.33	28.60	0.1239	23063.3
451	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	41	53.88	16.16	0.0700	13035.8
452	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	48	58.03	17.41	0.0754	14038.5
453	2	119.68	1.097	131.29	21.12	2.177	45.98	54	177.27	53.18	0.2304	42886.3
454	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	57	83.09	24.93	0.1080	20102.9
455	2	97.24	1.097	106.67	17.16	2.177	37.36	151	144.03	43.21	0.1872	34845.1

456	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	52	62.17	18.65	0.0808	15041.3
457	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	44	74.78	22.44	0.0972	18092.6
458	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	46	62.17	18.65	0.0808	15041.3
459	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	80	74.61	22.38	0.0970	18049.5
460	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	44	111.91	33.57	0.1455	27074.3
461	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	62	68.39	20.52	0.0889	16545.4
462	6	61.71	0.53	32.77	10.89	3.57	38.87	66	71.63	21.49	0.0931	17330.5
463	2	104.72	1.097	114.88	18.48	2.177	40.23	50	155.11	46.53	0.2016	37525.5
464	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	47	55.95	16.79	0.0727	13537.1
465	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	70	80.82	24.25	0.1051	19553.7
466	3	44.88	0.62	27.96	7.92	2.21	17.46	36	45.42	13.63	0.0591	10989.4
467	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	47	60.10	18.03	0.0781	14539.9
468	3	52.36	0.62	32.62	9.24	2.21	20.37	39	52.99	15.90	0.0689	12821.0
469	3	50.49	0.62	31.46	8.91	2.21	19.65	40	51.10	15.33	0.0664	12363.1
470	2	65.45	1.097	71.80	11.55	2.177	25.14	75	96.94	29.08	0.1260	23453.4
471	1	91.63	0.46	41.78	16.17	3.70	59.76	117	101.55	30.46	0.1320	24567.4
472	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	65	68.39	20.52	0.0889	16545.4
473	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	45	55.95	16.79	0.0727	13537.1
474	6	56.10	0.53	29.79	9.90	3.57	35.33	55	65.12	19.54	0.0847	15755.0
475	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	46	74.78	22.44	0.0972	18092.6
476	2	93.50	1.097	102.57	16.5	2.177	35.92	38	138.49	41.55	0.1800	33504.9
477	6	102.85	0.53	54.61	18.15	3.57	64.78	135	119.39	35.82	0.1552	28884.2
478	2	31.79	1.097	34.87	5.61	2.177	12.21	18	47.09	14.13	0.0612	11391.7
479	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	52	64.24	19.27	0.0835	15542.6
480	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	44	55.95	16.79	0.0727	13537.1
481	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	44	77.55	23.27	0.1008	18762.7
482	3	142.12	0.62	88.54	25.08	2.21	55.30	63	143.84	43.15	0.1870	34799.7
483	6	43.01	0.53	22.84	7.59	3.57	27.09	28	49.93	14.98	0.0649	12078.8
484	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	14	62.17	18.65	0.0808	15041.3
485	2	69.19	1.097	75.90	12.21	2.177	26.58	64	102.48	30.74	0.1332	24793.6
486	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	52	124.34	37.30	0.1616	30082.5

487	4	48.62	0.63	30.48	8.58	2.44	20.95	38	51.44	15.43	0.0669	12444.2
488	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	39	53.88	16.16	0.0700	13035.8
489	2	67.32	1.097	73.85	11.88	2.177	25.86	73	99.71	29.91	0.1296	24123.5
490	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	46	58.03	17.41	0.0754	14038.5
491	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	97	93.26	27.98	0.1212	22561.9
492	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	40	53.88	16.16	0.0700	13035.8
493	3	97.24	0.62	60.58	17.16	2.21	37.84	39	98.42	29.53	0.1279	23810.3
494	3	56.10	0.62	34.95	9.90	2.21	21.83	40	56.78	17.03	0.0738	13736.7
495	2	41.14	1.097	45.13	7.26	2.177	15.81	28	60.94	18.28	0.0792	14742.1
496	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	54	62.17	18.65	0.0808	15041.3
497	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	38	69.25	20.77	0.0900	16752.4
498	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	73	70.46	21.14	0.0916	17046.8
499	2	65.45	1.097	71.80	11.55	2.177	25.14	70	96.94	29.08	0.1260	23453.4
500	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	24	110.79	33.24	0.1440	26803.9
501	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	52	60.10	18.03	0.0781	14539.9
502	6	59.84	0.53	31.78	10.56	3.57	37.69	53	69.46	20.84	0.0903	16805.3
503	2	112.20	1.097	123.08	19.8	2.177	43.10	56	166.19	49.86	0.2160	40205.9
504	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	65	88.63	26.59	0.1152	21443.1
505	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	35	49.74	14.92	0.0647	12033.0
506	3	108.46	0.62	67.57	19.14	2.21	42.20	46	109.77	32.93	0.1427	26557.7
507	3	43.01	0.62	26.80	7.59	2.21	16.74	31	43.53	13.06	0.0566	10531.5
508	3	87.89	0.62	54.76	15.51	2.21	34.20	121	88.96	26.69	0.1156	21520.9
509	1	136.51	0.46	62.25	24.09	3.70	89.04	281	151.29	45.39	0.1967	36600.4
510	2	86.02	1.097	94.36	15.18	2.177	33.05	120	127.41	38.22	0.1656	30824.5
511	1	130.90	0.46	59.69	23.10	3.70	85.38	300	145.07	43.52	0.1886	35096.3
512	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	45	77.55	23.27	0.1008	18762.7
513	1	91.63	0.46	41.78	16.17	3.70	59.76	149	101.55	30.46	0.1320	24567.4
514	2	145.86	1.097	160.01	25.74	2.177	56.04	95	216.04	64.81	0.2809	52267.6
515	1	179.52	0.46	81.86	31.68	3.70	117.09	469	198.95	59.69	0.2586	48132.1
516	2	72.93	1.097	80.00	12.87	2.177	28.02	90	108.02	32.41	0.1404	26133.8
517	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	77	76.68	23.00	0.0997	18550.9

518	2	82.28	1.097	90.26	14.52	2.177	31.61	119	121.87	36.56	0.1584	29484.3
519	3	78.54	0.62	48.93	13.86	2.21	30.56	111	79.49	23.85	0.1033	19231.4
520	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	58	62.17	18.65	0.0808	15041.3
521	3	121.55	0.62	75.73	21.45	2.21	47.30	205	123.02	36.91	0.1599	29762.9
522	3	86.02	0.62	53.59	15.18	2.21	33.47	125	87.06	26.12	0.1132	21063.0
523	2	93.50	1.097	102.57	16.5	2.177	35.92	144	138.49	41.55	0.1800	33504.9
524	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	101	87.04	26.11	0.1132	21057.8
525	3	54.23	0.62	33.79	9.57	2.21	21.10	46	54.89	16.47	0.0714	13278.8
526	2	104.72	1.097	114.88	18.48	2.177	40.23	50	155.11	46.53	0.2016	37525.5
527	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	85	76.68	23.00	0.0997	18550.9
528	2	100.98	1.097	110.78	17.82	2.177	38.79	46	149.57	44.87	0.1944	36185.3
529	2	100.98	1.097	110.78	17.82	2.177	38.79	43	149.57	44.87	0.1944	36185.3
530	2	72.93	1.097	80.00	12.87	2.177	28.02	94	108.02	32.41	0.1404	26133.8
531	1	99.11	0.46	45.19	17.49	3.70	64.64	153	109.84	32.95	0.1428	26572.9
532	1	87.89	0.46	40.08	15.51	3.70	57.32	123	97.40	29.22	0.1266	23564.7
533	3	63.58	0.62	39.61	11.22	2.21	24.74	70	64.35	19.31	0.0837	15568.3
534	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	72	94.17	28.25	0.1224	22783.3
535	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	63	70.46	21.14	0.0916	17046.8
536	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	68	94.17	28.25	0.1224	22783.3
537	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	49	83.09	24.93	0.1080	20102.9
538	1	108.46	0.46	49.46	19.14	3.70	70.74	52	120.20	36.06	0.1563	29079.8
539	2	97.24	1.097	106.67	17.16	2.177	37.36	41	144.03	43.21	0.1872	34845.1
540	3	52.36	0.62	32.62	9.24	2.21	20.37	46	52.99	15.90	0.0689	12821.0
541	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	48	58.03	17.41	0.0754	14038.5
542	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	104	95.33	28.60	0.1239	23063.3
543	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	37	49.74	14.92	0.0647	12033.0
544	1	117.81	0.46	53.72	20.79	3.70	76.84	221	130.56	39.17	0.1697	31586.7
545	3	407.66	0.62	253.97	71.94	2.21	158.63	1086	412.60	123.78	0.5364	99820.3
546	3	125.29	0.62	78.06	22.11	2.21	48.75	223	126.81	38.04	0.1649	30678.7
547	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	104	84.97	25.49	0.1105	20556.4
548	2	86.02	1.097	94.36	15.18	2.177	33.05	129	127.41	38.22	0.1656	30824.5

549	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	151	103.62	31.09	0.1347	25068.8
550	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	222	132.63	39.79	0.1724	32088.0
551	2	142.12	1.097	155.91	25.08	2.177	54.60	347	210.50	63.15	0.2737	50927.4
552	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	56	124.34	37.30	0.1616	30082.5
553	3	104.72	0.62	65.24	18.48	2.21	40.75	181	105.99	31.80	0.1378	25641.9
554	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	47	55.95	16.79	0.0727	13537.1
555	4	129.03	0.63	80.90	22.77	2.44	55.60	275	136.51	40.95	0.1775	33024.9
556	2	117.81	1.097	129.24	20.79	2.177	45.26	235	174.50	52.35	0.2268	42216.2
557	1	108.46	0.46	49.46	19.14	3.70	70.74	207	120.20	36.06	0.1563	29079.8
558	6	67.32	0.53	35.75	11.88	3.57	42.40	78	78.15	23.44	0.1016	18906.0
559	1	117.81	0.46	53.72	20.79	3.70	76.84	187	130.56	39.17	0.1697	31586.7
560	3	127.16	0.62	79.22	22.44	2.21	49.48	284	128.70	38.61	0.1673	31136.6
561	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	62	66.32	19.90	0.0862	16044.0
562	2	123.42	1.097	135.39	21.78	2.177	47.42	68	182.81	54.84	0.2376	44226.4
563	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	51	80.32	24.10	0.1044	19432.8
564	1	80.41	0.46	36.67	14.19	3.70	52.45	102	89.11	26.73	0.1158	21559.2
565	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	112	93.26	27.98	0.1212	22561.9
566	3	61.71	0.62	38.45	10.89	2.21	24.01	66	62.46	18.74	0.0812	15110.4
567	4	145.86	0.63	91.45	25.74	2.44	62.86	95	154.31	46.29	0.2006	37332.5
568	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	123	103.62	31.09	0.1347	25068.8
569	6	63.58	0.53	33.76	11.22	3.57	40.04	70	73.81	22.14	0.0959	17855.7
570	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	70	70.46	21.14	0.0916	17046.8
571	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	62	88.63	26.59	0.1152	21443.1
572	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	54	124.34	37.30	0.1616	30082.5
573	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	44	111.91	33.57	0.1455	27074.3
574	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	49	58.03	17.41	0.0754	14038.5
575	3	130.90	0.62	81.55	23.10	2.21	50.94	75	132.49	39.75	0.1722	32052.4
576	3	86.02	0.62	53.59	15.18	2.21	33.47	118	87.06	26.12	0.1132	21063.0
577	4	50.49	0.63	31.66	8.91	2.44	21.76	44	53.42	16.02	0.0694	12922.8
578	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	128	95.33	28.60	0.1239	23063.3
579	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	49	58.03	17.41	0.0754	14038.5

580	1	82.28	0.46	37.52	14.52	3.70	53.67	118	91.19	27.36	0.1185	22060.5
581	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	44	58.03	17.41	0.0754	14038.5
582	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	27	87.04	26.11	0.1132	21057.8
583	6	110.33	0.53	58.59	19.47	3.57	69.49	211	128.07	38.42	0.1665	30984.9
584	1	123.42	0.46	56.28	21.78	3.70	80.50	65	136.78	41.03	0.1778	33090.8
585	6	72.93	0.53	38.73	12.87	3.57	45.93	93	84.66	25.40	0.1101	20481.5
586	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	59	64.24	19.27	0.0835	15542.6
587	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	66	68.39	20.52	0.0889	16545.4
588	4	48.62	0.63	30.48	8.58	2.44	20.95	42	51.44	15.43	0.0669	12444.2
589	4	76.67	0.63	48.07	13.53	2.44	33.04	77	81.11	24.33	0.1054	19623.5
590	4	37.40	0.63	23.45	6.60	2.44	16.12	25	39.57	11.87	0.0514	9572.4
591	4	115.94	0.63	72.69	20.46	2.44	49.96	53	122.66	36.80	0.1595	29674.6
592	2	123.42	1.097	135.39	21.78	2.177	47.42	66	182.81	54.84	0.2376	44226.4
593	2	69.19	1.097	75.90	12.21	2.177	26.58	84	102.48	30.74	0.1332	24793.6
594	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	73	70.46	21.14	0.0916	17046.8
595	4	119.68	0.63	75.04	21.12	2.44	51.58	64	126.61	37.98	0.1646	30631.8
596	1	123.42	0.46	56.28	21.78	3.70	80.50	69	136.78	41.03	0.1778	33090.8
597	4	72.93	0.63	45.73	12.87	2.44	31.43	84	77.16	23.15	0.1003	18666.3
598	4	57.97	0.63	36.35	10.23	2.44	24.98	58	61.33	18.40	0.0797	14837.3
599	6	63.58	0.53	33.76	11.22	3.57	40.04	72	73.81	22.14	0.0959	17855.7
600	4	71.06	0.63	44.55	12.54	2.44	30.62	89	75.18	22.55	0.0977	18187.6
601	3	67.32	0.62	41.94	11.88	2.21	26.20	78	68.14	20.44	0.0886	16484.1
602	4	69.19	0.63	43.38	12.21	2.44	29.82	83	73.20	21.96	0.0952	17709.0
603	4	50.49	0.63	31.66	8.91	2.44	21.76	44	53.42	16.02	0.0694	12922.8
604	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	65	88.63	26.59	0.1152	21443.1
605	3	153.34	0.62	95.53	27.06	2.21	59.67	93	155.20	46.56	0.2018	37547.1
606	1	108.46	0.46	49.46	19.14	3.70	70.74	51	120.20	36.06	0.1563	29079.8
607	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	80	76.68	23.00	0.0997	18550.9
608	2	136.51	1.097	149.75	24.09	2.177	52.44	329	202.20	60.66	0.2629	48917.1
609	2	65.45	1.097	71.80	11.55	2.177	25.14	71	96.94	29.08	0.1260	23453.4
610	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	47	58.03	17.41	0.0754	14038.5

611	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	64	88.63	26.59	0.1152	21443.1
612	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	53	132.63	39.79	0.1724	32088.0
613	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	68	91.40	27.42	0.1188	22113.2
614	2	138.38	1.097	151.80	24.42	2.177	53.16	77	204.97	61.49	0.2665	49587.2
615	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	101	87.04	26.11	0.1132	21057.8
616	3	57.97	0.62	36.12	10.23	2.21	22.56	59	58.67	17.60	0.0763	14194.6
617	3	63.58	0.62	39.61	11.22	2.21	24.74	57	64.35	19.31	0.0837	15568.3
618	6	130.90	0.53	69.51	23.10	3.57	82.44	63	151.95	45.59	0.1975	36761.7
619	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	98	82.90	24.87	0.1078	20055.0
620	6	84.15	0.53	44.68	14.85	3.57	53.00	125	97.68	29.30	0.1270	23632.5
621	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	56	62.17	18.65	0.0808	15041.3
622	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	106	87.04	26.11	0.1132	21057.8
623	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	69	72.53	21.76	0.0943	17548.2
624	2	67.32	1.097	73.85	11.88	2.177	25.86	78	99.71	29.91	0.1296	24123.5
625	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	79	80.82	24.25	0.1051	19553.7
626	6	57.97	0.53	30.78	10.23	3.57	36.51	47	67.29	20.19	0.0875	16280.2
627	3	67.32	0.62	41.94	11.88	2.21	26.20	80	68.14	20.44	0.0886	16484.1
628	4	123.42	0.63	77.38	21.78	2.44	53.19	70	130.57	39.17	0.1697	31589.1
629	4	46.75	0.63	29.31	8.25	2.44	20.15	40	49.46	14.84	0.0643	11965.6
630	1	138.38	0.46	63.10	24.42	3.70	90.26	84	153.36	46.01	0.1994	37101.8
631	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	51	85.86	25.76	0.1116	20773.0
632	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	98	110.79	33.24	0.1440	26803.9
633	1	80.41	0.46	36.67	14.19	3.70	52.45	112	89.11	26.73	0.1158	21559.2
634	2	48.62	1.097	53.34	8.58	2.177	18.68	41	72.01	21.60	0.0936	17422.5
635	1	37.40	0.46	17.05	6.60	3.70	24.39	25	41.45	12.43	0.0539	10027.5
636	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	42	111.91	33.57	0.1455	27074.3
637	4	50.49	0.63	31.66	8.91	2.44	21.76	44	53.42	16.02	0.0694	12922.8
638	1	115.94	0.46	52.87	20.46	3.70	75.62	60	128.49	38.55	0.1670	31085.3
639	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	48	58.03	17.41	0.0754	14038.5
640	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	61	132.63	39.79	0.1724	32088.0
641	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	45	74.78	22.44	0.0972	18092.6

642	2	69.19	1.097	75.90	12.21	2.177	26.58	86	102.48	30.74	0.1332	24793.6
643	6	50.49	0.53	26.81	8.91	3.57	31.80	45	58.61	17.58	0.0762	14179.5
644	1	89.76	0.46	40.93	15.84	3.70	58.54	131	99.48	29.84	0.1293	24066.0
645	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	52	88.63	26.59	0.1152	21443.1
646	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	73	70.46	21.14	0.0916	17046.8
647	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	54	62.17	18.65	0.0808	15041.3
648	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	66	68.39	20.52	0.0889	16545.4
649	2	97.24	1.097	106.67	17.16	2.177	37.36	41	144.03	43.21	0.1872	34845.1
650	2	67.32	1.097	73.85	11.88	2.177	25.86	59	99.71	29.91	0.1296	24123.5
651	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	44	58.03	17.41	0.0754	14038.5
652	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	52	62.17	18.65	0.0808	15041.3
653	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	44	60.10	18.03	0.0781	14539.9
654	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	63	88.63	26.59	0.1152	21443.1
655	2	87.89	1.097	96.42	15.51	2.177	33.77	92	130.18	39.05	0.1692	31494.6
656	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	51	83.09	24.93	0.1080	20102.9
657	1	82.28	0.46	37.52	14.52	3.70	53.67	99	91.19	27.36	0.1185	22060.5
658	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	38	111.91	33.57	0.1455	27074.3
659	2	104.72	1.097	114.88	18.48	2.177	40.23	46	155.11	46.53	0.2016	37525.5
660	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	71	70.46	21.14	0.0916	17046.8
661	1	91.63	0.46	41.78	16.17	3.70	59.76	111	101.55	30.46	0.1320	24567.4
662	2	76.67	1.097	84.11	13.53	2.177	29.45	100	113.56	34.07	0.1476	27474.0
663	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	42	53.88	16.16	0.0700	13035.8
664	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	39	69.25	20.77	0.0900	16752.4
665	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	88	82.90	24.87	0.1078	20055.0
666	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	46	77.55	23.27	0.1008	18762.7
667	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	92	80.82	24.25	0.1051	19553.7
668	2	65.45	1.097	71.80	11.55	2.177	25.14	72	96.94	29.08	0.1260	23453.4
669	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	79	76.68	23.00	0.0997	18550.9
670	1	123.42	0.46	56.28	21.78	3.70	80.50	65	136.78	41.03	0.1778	33090.8
671	2	93.50	1.097	102.57	16.5	2.177	35.92	39	138.49	41.55	0.1800	33504.9
672	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	38	111.91	33.57	0.1455	27074.3

673	2	69.19	1.097	75.90	12.21	2.177	26.58	86	102.48	30.74	0.1332	24793.6
674	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	60	85.86	25.76	0.1116	20773.0
675	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	62	88.63	26.59	0.1152	21443.1
676	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	56	83.09	24.93	0.1080	20102.9
677	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	82	110.79	33.24	0.1440	26803.9
678	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	62	110.79	33.24	0.1440	26803.9
679	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	81	74.61	22.38	0.0970	18049.5
680	1	149.60	0.46	68.22	26.40	3.70	97.57	83	165.79	49.74	0.2155	40110.1
681	2	65.45	1.097	71.80	11.55	2.177	25.14	76	96.94	29.08	0.1260	23453.4
682	2	31.79	1.097	34.87	5.61	2.177	12.21	18	47.09	14.13	0.0612	11391.7
683	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	64	70.46	21.14	0.0916	17046.8
684	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	76	80.82	24.25	0.1051	19553.7
685	1	97.24	0.46	44.34	17.16	3.70	63.42	37	107.76	32.33	0.1401	26071.5
686	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	71	70.46	21.14	0.0916	17046.8
687	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	51	60.10	18.03	0.0781	14539.9
688	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	39	103.62	31.09	0.1347	25068.8
689	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	98	84.97	25.49	0.1105	20556.4
690	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	55	85.86	25.76	0.1116	20773.0
691	2	67.32	1.097	73.85	11.88	2.177	25.86	68	99.71	29.91	0.1296	24123.5
692	2	41.14	1.097	45.13	7.26	2.177	15.81	29	60.94	18.28	0.0792	14742.1
693	2	48.62	1.097	53.34	8.58	2.177	18.68	42	72.01	21.60	0.0936	17422.5
694	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	97	84.97	25.49	0.1105	20556.4
695	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	62	66.32	19.90	0.0862	16044.0
696	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	44	58.03	17.41	0.0754	14038.5
697	1	142.12	0.46	64.81	25.08	3.70	92.70	67	157.50	47.25	0.2048	38104.6
698	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	74	72.53	21.76	0.0943	17548.2
699	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	48	58.03	17.41	0.0754	14038.5
700	1	95.37	0.46	43.49	16.83	3.70	62.20	134	105.69	31.71	0.1374	25570.2
701	1	121.55	0.46	55.43	21.45	3.70	79.28	185	134.71	40.41	0.1751	32589.4
702	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	69	70.46	21.14	0.0916	17046.8
703	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	126	93.26	27.98	0.1212	22561.9

704	3	87.89	0.62	54.76	15.51	2.21	34.20	126	88.96	26.69	0.1156	21520.9
705	3	100.98	0.62	62.91	17.82	2.21	39.29	46	102.20	30.66	0.1329	24726.1
706	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	54	83.09	24.93	0.1080	20102.9
707	4	50.49	0.63	31.66	8.91	2.44	21.76	43	53.42	16.02	0.0694	12922.8
708	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	59	85.86	25.76	0.1116	20773.0
709	3	97.24	0.62	60.58	17.16	2.21	37.84	40	98.42	29.53	0.1279	23810.3
710	2	104.72	1.097	114.88	18.48	2.177	40.23	46	155.11	46.53	0.2016	37525.5
711	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	56	83.09	24.93	0.1080	20102.9
712	2	69.19	1.097	75.90	12.21	2.177	26.58	85	102.48	30.74	0.1332	24793.6
713	4	71.06	0.63	44.55	12.54	2.44	30.62	90	75.18	22.55	0.0977	18187.6
714	2	48.62	1.097	53.34	8.58	2.177	18.68	38	72.01	21.60	0.0936	17422.5
715	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	77	72.53	21.76	0.0943	17548.2
716	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	109	87.04	26.11	0.1132	21057.8
717	4	43.01	0.63	26.97	7.59	2.44	18.53	33	45.50	13.65	0.0592	11008.3
718	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	57	85.86	25.76	0.1116	20773.0
719	1	33.66	0.46	15.35	5.94	3.70	21.95	20	37.30	11.19	0.0485	9024.8
720	2	44.88	1.097	49.23	7.92	2.177	17.24	37	66.48	19.94	0.0864	16082.3
721	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	54	83.09	24.93	0.1080	20102.9
722	2	80.41	1.097	88.21	14.19	2.177	30.89	84	119.10	35.73	0.1548	28814.2
723	2	37.40	1.097	41.03	6.6	2.177	14.37	25	55.40	16.62	0.0720	13402.0
724	1	134.64	0.46	61.40	23.76	3.70	87.82	77	149.21	44.76	0.1940	36099.1
725	2	78.54	1.097	86.16	13.86	2.177	30.17	27	116.33	34.90	0.1512	28144.1
726	4	142.12	0.63	89.11	25.08	2.44	61.25	89	150.35	45.11	0.1955	36375.3
727	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	77	72.53	21.76	0.0943	17548.2
728	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	61	64.24	19.27	0.0835	15542.6
729	4	52.36	0.63	32.83	9.24	2.44	22.56	48	55.39	16.62	0.0720	13401.4
730	4	43.01	0.63	26.97	7.59	2.44	18.53	33	45.50	13.65	0.0592	11008.3
731	4	63.58	0.63	39.86	11.22	2.44	27.40	72	67.26	20.18	0.0874	16273.2
732	1	130.90	0.46	59.69	23.10	3.70	85.38	77	145.07	43.52	0.1886	35096.3
733	6	87.89	0.53	46.67	15.51	3.57	55.36	139	102.02	30.61	0.1326	24682.9
734	3	54.23	0.62	33.79	9.57	2.21	21.10	51	54.89	16.47	0.0714	13278.8

735	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	39	103.62	31.09	0.1347	25068.8
736	2	48.62	1.097	53.34	8.58	2.177	18.68	38	72.01	21.60	0.0936	17422.5
737	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	49	77.55	23.27	0.1008	18762.7
738	4	72.93	0.63	45.73	12.87	2.44	31.43	92	77.16	23.15	0.1003	18666.3
739	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	38	69.25	20.77	0.0900	16752.4
740	2	31.79	1.097	34.87	5.61	2.177	12.21	19	47.09	14.13	0.0612	11391.7
741	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	90	82.90	24.87	0.1078	20055.0
742	4	31.79	0.63	19.93	5.61	2.44	13.70	17	33.63	10.09	0.0437	8136.6
743	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	73	70.46	21.14	0.0916	17046.8
744	4	78.54	0.63	49.24	13.86	2.44	33.85	26	83.09	24.93	0.1080	20102.1
745	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	55	59.35	17.81	0.0772	14358.7
746	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	51	60.10	18.03	0.0781	14539.9
747	1	134.64	0.46	61.40	23.76	3.70	87.82	74	149.21	44.76	0.1940	36099.1
748	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	37	69.25	20.77	0.0900	16752.4
749	4	104.72	0.63	65.66	18.48	2.44	45.13	43	110.79	33.24	0.1440	26802.8
750	6	57.97	0.53	30.78	10.23	3.57	36.51	60	67.29	20.19	0.0875	16280.2
751	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	48	58.03	17.41	0.0754	14038.5
752	6	50.49	0.53	26.81	8.91	3.57	31.80	42	58.61	17.58	0.0762	14179.5
753	2	41.14	1.097	45.13	7.26	2.177	15.81	29	60.94	18.28	0.0792	14742.1
754	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	78	74.61	22.38	0.0970	18049.5
755	6	91.63	0.53	48.66	16.17	3.57	57.71	138	106.37	31.91	0.1383	25733.2
756	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	52	60.10	18.03	0.0781	14539.9
757	6	108.46	0.53	57.59	19.14	3.57	68.31	44	125.90	37.77	0.1637	30459.7
758	4	57.97	0.63	36.35	10.23	2.44	24.98	61	61.33	18.40	0.0797	14837.3
759	2	37.40	1.097	41.03	6.6	2.177	14.37	23	55.40	16.62	0.0720	13402.0
760	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	46	55.95	16.79	0.0727	13537.1
761	2	115.94	1.097	127.19	20.46	2.177	44.54	57	171.73	51.52	0.2232	41546.1
762	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	61	88.63	26.59	0.1152	21443.1
763	4	78.54	0.63	49.24	13.86	2.44	33.85	109	83.09	24.93	0.1080	20102.1
764	4	44.88	0.63	28.14	7.92	2.44	19.34	37	47.48	14.24	0.0617	11486.9
765	3	78.54	0.62	48.93	13.86	2.21	30.56	98	79.49	23.85	0.1033	19231.4

766	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	59	66.32	19.90	0.0862	16044.0
767	3	108.46	0.62	67.57	19.14	2.21	42.20	211	109.77	32.93	0.1427	26557.7
768	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	64	66.32	19.90	0.0862	16044.0
769	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	66	94.17	28.25	0.1224	22783.3
770	2	142.12	1.097	155.91	25.08	2.177	54.60	89	210.50	63.15	0.2737	50927.4
771	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	100	87.04	26.11	0.1132	21057.8
772	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	63	94.17	28.25	0.1224	22783.3
773	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	68	68.39	20.52	0.0889	16545.4
774	6	57.97	0.53	30.78	10.23	3.57	36.51	56	67.29	20.19	0.0875	16280.2
775	6	52.36	0.53	27.80	9.24	3.57	32.98	49	60.78	18.23	0.0790	14704.7
776	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	86	82.90	24.87	0.1078	20055.0
777	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	68	68.39	20.52	0.0889	16545.4
778	3	86.02	0.62	53.59	15.18	2.21	33.47	102	87.06	26.12	0.1132	21063.0
779	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	71	70.46	21.14	0.0916	17046.8
780	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	72	72.53	21.76	0.0943	17548.2
781	1	106.59	0.46	48.61	18.81	3.70	69.52	145	118.13	35.44	0.1536	28578.4
782	3	78.54	0.62	48.93	13.86	2.21	30.56	104	79.49	23.85	0.1033	19231.4
783	3	44.88	0.62	27.96	7.92	2.21	17.46	36	45.42	13.63	0.0591	10989.4
784	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	67	70.46	21.14	0.0916	17046.8
785	6	134.64	0.53	71.49	23.76	3.57	84.80	79	156.29	46.89	0.2032	37812.0
786	1	99.11	0.46	45.19	17.49	3.70	64.64	170	109.84	32.95	0.1428	26572.9
787	3	65.45	0.62	40.78	11.55	2.21	25.47	61	66.24	19.87	0.0861	16026.2
788	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	129	95.33	28.60	0.1239	23063.3
789	1	80.41	0.46	36.67	14.19	3.70	52.45	94	89.11	26.73	0.1158	21559.2
790	6	63.58	0.53	33.76	11.22	3.57	40.04	68	73.81	22.14	0.0959	17855.7
791	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	45	58.03	17.41	0.0754	14038.5
792	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	43	55.95	16.79	0.0727	13537.1
793	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	54	59.35	17.81	0.0772	14358.7
794	4	74.80	0.63	46.90	13.20	2.44	32.23	67	79.13	23.74	0.1029	19144.9
795	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	55	62.17	18.65	0.0808	15041.3
796	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	69	91.40	27.42	0.1188	22113.2

797	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	55	62.17	18.65	0.0808	15041.3
798	2	119.68	1.097	131.29	21.12	2.177	45.98	57	177.27	53.18	0.2304	42886.3
799	1	108.46	0.46	49.46	19.14	3.70	70.74	54	120.20	36.06	0.1563	29079.8
800	3	57.97	0.62	36.12	10.23	2.21	22.56	60	58.67	17.60	0.0763	14194.6
801	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	71	70.46	21.14	0.0916	17046.8
802	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	65	66.32	19.90	0.0862	16044.0
803	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	47	77.55	23.27	0.1008	18762.7
804	6	76.67	0.53	40.71	13.53	3.57	48.29	103	89.00	26.70	0.1157	21531.9
805	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	61	64.24	19.27	0.0835	15542.6
806	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	44	55.95	16.79	0.0727	13537.1
807	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	29	63.71	19.11	0.0828	15412.2
808	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	46	60.10	18.03	0.0781	14539.9
809	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	63	88.63	26.59	0.1152	21443.1
810	3	65.45	0.62	40.78	11.55	2.21	25.47	71	66.24	19.87	0.0861	16026.2
811	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	54	64.24	19.27	0.0835	15542.6
812	1	145.86	0.46	66.51	25.74	3.70	95.14	94	161.65	48.49	0.2101	39107.3
813	2	80.41	1.097	88.21	14.19	2.177	30.89	96	119.10	35.73	0.1548	28814.2
814	1	43.01	0.46	19.61	7.59	3.70	28.05	33	47.67	14.30	0.0620	11531.6
815	1	46.75	0.46	21.32	8.25	3.70	30.49	40	51.81	15.54	0.0674	12534.4
816	1	46.75	0.46	21.32	8.25	3.70	30.49	39	51.81	15.54	0.0674	12534.4
817	6	61.71	0.53	32.77	10.89	3.57	38.87	67	71.63	21.49	0.0931	17330.5
818	2	78.54	1.097	86.16	13.86	2.177	30.17	105	116.33	34.90	0.1512	28144.1
819	3	87.89	0.62	54.76	15.51	2.21	34.20	119	88.96	26.69	0.1156	21520.9
820	1	160.82	0.46	73.33	28.38	3.70	104.89	68	178.23	53.47	0.2317	43118.3
821	1	147.73	0.46	67.36	26.07	3.70	96.35	279	163.72	49.12	0.2128	39608.7
822	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	48	77.55	23.27	0.1008	18762.7
823	3	44.88	0.62	27.96	7.92	2.21	17.46	35	45.42	13.63	0.0591	10989.4
824	3	67.32	0.62	41.94	11.88	2.21	26.20	70	68.14	20.44	0.0886	16484.1
825	6	65.45	0.53	34.75	11.55	3.57	41.22	66	75.98	22.79	0.0988	18380.8
826	1	145.86	0.46	66.51	25.74	3.70	95.14	87	161.65	48.49	0.2101	39107.3
827	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	42	77.55	23.27	0.1008	18762.7

828	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	47	59.35	17.81	0.0772	14358.7
829	4	46.75	0.63	29.31	8.25	2.44	20.15	39	49.46	14.84	0.0643	11965.6
830	6	127.16	0.53	67.52	22.44	3.57	80.09	71	147.61	44.28	0.1919	35711.4
831	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	62	68.39	20.52	0.0889	16545.4
832	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	71	70.46	21.14	0.0916	17046.8
833	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	60	85.86	25.76	0.1116	20773.0
834	3	48.62	0.62	30.29	8.58	2.21	18.92	40	49.21	14.76	0.0640	11905.2
835	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	70	70.46	21.14	0.0916	17046.8
836	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	67	70.46	21.14	0.0916	17046.8
837	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	59	85.86	25.76	0.1116	20773.0
838	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	70	70.46	21.14	0.0916	17046.8
839	2	119.68	1.097	131.29	21.12	2.177	45.98	63	177.27	53.18	0.2304	42886.3
840	3	86.02	0.62	53.59	15.18	2.21	33.47	33	87.06	26.12	0.1132	21063.0
841	1	43.01	0.46	19.61	7.59	3.70	28.05	31	47.67	14.30	0.0620	11531.6
842	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	50	80.32	24.10	0.1044	19432.8
843	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	47	77.55	23.27	0.1008	18762.7
844	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	78	80.82	24.25	0.1051	19553.7
845	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	92	78.75	23.63	0.1024	19052.3
846	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	88	78.75	23.63	0.1024	19052.3
847	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	111	93.26	27.98	0.1212	22561.9
848	3	65.45	0.62	40.78	11.55	2.21	25.47	65	66.24	19.87	0.0861	16026.2
849	2	97.24	1.097	106.67	17.16	2.177	37.36	42	144.03	43.21	0.1872	34845.1
850	4	52.36	0.63	32.83	9.24	2.44	22.56	48	55.39	16.62	0.0720	13401.4
851	2	100.98	1.097	110.78	17.82	2.177	38.79	44	149.57	44.87	0.1944	36185.3
852	3	52.36	0.62	32.62	9.24	2.21	20.37	47	52.99	15.90	0.0689	12821.0
853	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	89	78.75	23.63	0.1024	19052.3
854	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	68	68.39	20.52	0.0889	16545.4
855	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	45	80.32	24.10	0.1044	19432.8
856	2	115.94	1.097	127.19	20.46	2.177	44.54	60	171.73	51.52	0.2232	41546.1
857	1	37.40	0.46	17.05	6.60	3.70	24.39	23	41.45	12.43	0.0539	10027.5
858	3	43.01	0.62	26.80	7.59	2.21	16.74	34	43.53	13.06	0.0566	10531.5

859	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	83	78.75	23.63	0.1024	19052.3
860	2	145.86	1.097	160.01	25.74	2.177	56.04	95	216.04	64.81	0.2809	52267.6
861	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	58	85.86	25.76	0.1116	20773.0
862	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	49	59.35	17.81	0.0772	14358.7
863	1	39.27	0.46	17.91	6.93	3.70	25.61	29	43.52	13.06	0.0566	10528.9
864	2	71.06	1.097	77.95	12.54	2.177	27.30	80	105.25	31.58	0.1368	25463.7
865	1	35.53	0.46	16.20	6.27	3.70	23.17	21	39.38	11.81	0.0512	9526.1
866	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	54	88.63	26.59	0.1152	21443.1
867	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	52	124.34	37.30	0.1616	30082.5
868	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	49	83.09	24.93	0.1080	20102.9
869	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	46	60.10	18.03	0.0781	14539.9
870	2	138.38	1.097	151.80	24.42	2.177	53.16	83	204.97	61.49	0.2665	49587.2
871	1	127.16	0.46	57.98	22.44	3.70	82.94	163	140.92	42.28	0.1832	34093.5
872	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	65	74.61	22.38	0.0970	18049.5
873	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	103	84.97	25.49	0.1105	20556.4
874	3	48.62	0.62	30.29	8.58	2.21	18.92	39	49.21	14.76	0.0640	11905.2
875	2	114.07	1.097	125.13	20.13	2.177	43.82	156	168.96	50.69	0.2196	40876.0
876	3	84.15	0.62	52.43	14.85	2.21	32.74	120	85.17	25.55	0.1107	20605.1
877	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	33	49.74	14.92	0.0647	12033.0
878	3	82.28	0.62	51.26	14.52	2.21	32.02	120	83.28	24.98	0.1083	20147.2
879	2	71.06	1.097	77.95	12.54	2.177	27.30	85	105.25	31.58	0.1368	25463.7
880	3	119.68	0.62	74.56	21.12	2.21	46.57	63	121.13	36.34	0.1575	29305.0
881	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	42	53.88	16.16	0.0700	13035.8
882	6	123.42	0.53	65.54	21.78	3.57	77.73	67	143.27	42.98	0.1862	34661.0
883	6	63.58	0.53	33.76	11.22	3.57	40.04	72	73.81	22.14	0.0959	17855.7
884	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	44	74.78	22.44	0.0972	18092.6
885	1	91.63	0.46	41.78	16.17	3.70	59.76	123	101.55	30.46	0.1320	24567.4
886	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	62	91.40	27.42	0.1188	22113.2
887	3	57.97	0.62	36.12	10.23	2.21	22.56	55	58.67	17.60	0.0763	14194.6
888	1	127.16	0.46	57.98	22.44	3.70	82.94	65	140.92	42.28	0.1832	34093.5
889	3	142.12	0.62	88.54	25.08	2.21	55.30	85	143.84	43.15	0.1870	34799.7

890	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	83	74.61	22.38	0.0970	18049.5
891	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	51	80.32	24.10	0.1044	19432.8
892	3	69.19	0.62	43.11	12.21	2.21	26.92	86	70.03	21.01	0.0910	16942.0
893	4	138.38	0.63	86.76	24.42	2.44	59.63	221	146.40	43.92	0.1903	35418.0
894	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	37	49.74	14.92	0.0647	12033.0
895	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	104	87.04	26.11	0.1132	21057.8
896	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	80	74.61	22.38	0.0970	18049.5
897	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	124	93.26	27.98	0.1212	22561.9
898	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	102	110.79	33.24	0.1440	26803.9
899	3	69.19	0.62	43.11	12.21	2.21	26.92	78	70.03	21.01	0.0910	16942.0
900	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	61	64.24	19.27	0.0835	15542.6
901	4	59.84	0.63	37.52	10.56	2.44	25.79	64	63.31	18.99	0.0823	15315.9
902	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	79	74.61	22.38	0.0970	18049.5
903	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	51	83.09	24.93	0.1080	20102.9
904	2	93.50	1.097	102.57	16.5	2.177	35.92	38	138.49	41.55	0.1800	33504.9
905	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	57	124.34	37.30	0.1616	30082.5
906	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	83	76.68	23.00	0.0997	18550.9
907	2	76.67	1.097	84.11	13.53	2.177	29.45	96	113.56	34.07	0.1476	27474.0
908	3	59.84	0.62	37.28	10.56	2.21	23.28	64	60.57	18.17	0.0787	14652.5
909	1	99.11	0.46	45.19	17.49	3.70	64.64	171	109.84	32.95	0.1428	26572.9
910	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	50	77.55	23.27	0.1008	18762.7
911	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	62	66.32	19.90	0.0862	16044.0
912	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	63	68.39	20.52	0.0889	16545.4
913	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	56	62.17	18.65	0.0808	15041.3
914	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	66	94.17	28.25	0.1224	22783.3
915	1	123.42	0.46	56.28	21.78	3.70	80.50	61	136.78	41.03	0.1778	33090.8
916	2	48.62	1.097	53.34	8.58	2.177	18.68	43	72.01	21.60	0.0936	17422.5
917	1	41.14	0.46	18.76	7.26	3.70	26.83	29	45.59	13.68	0.0593	11030.3
918	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	34	95.33	28.60	0.1239	23063.3
919	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	85	76.68	23.00	0.0997	18550.9
920	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	65	88.63	26.59	0.1152	21443.1

921	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	74	94.17	28.25	0.1224	22783.3
922	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	60	132.63	39.79	0.1724	32088.0
923	3	56.10	0.62	34.95	9.90	2.21	21.83	57	56.78	17.03	0.0738	13736.7
924	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	76	76.68	23.00	0.0997	18550.9
925	2	140.25	1.097	153.85	24.75	2.177	53.88	317	207.74	62.32	0.2701	50257.3
926	1	129.03	0.46	58.84	22.77	3.70	84.16	257	143.00	42.90	0.1859	34594.9
927	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	67	91.40	27.42	0.1188	22113.2
928	2	65.45	1.097	71.80	11.55	2.177	25.14	73	96.94	29.08	0.1260	23453.4
929	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	56	62.17	18.65	0.0808	15041.3
930	2	86.02	1.097	94.36	15.18	2.177	33.05	31	127.41	38.22	0.1656	30824.5
931	1	134.64	0.46	61.40	23.76	3.70	87.82	79	149.21	44.76	0.1940	36099.1
932	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	81	76.68	23.00	0.0997	18550.9
933	3	71.06	0.62	44.27	12.54	2.21	27.65	91	71.92	21.58	0.0935	17399.9
934	2	153.34	1.097	168.21	27.06	2.177	58.91	78	227.12	68.14	0.2953	54948.0
935	1	69.19	0.46	31.55	12.21	3.70	45.13	79	76.68	23.00	0.0997	18550.9
936	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	56	62.17	18.65	0.0808	15041.3
937	2	130.90	1.097	143.60	23.1	2.177	50.29	76	193.89	58.17	0.2521	46906.8
938	1	80.41	0.46	36.67	14.19	3.70	52.45	111	89.11	26.73	0.1158	21559.2
939	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	98	82.90	24.87	0.1078	20055.0
940	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	56	62.17	18.65	0.0808	15041.3
941	3	67.32	0.62	41.94	11.88	2.21	26.20	80	68.14	20.44	0.0886	16484.1
942	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	58	68.39	20.52	0.0889	16545.4
943	1	108.46	0.46	49.46	19.14	3.70	70.74	54	120.20	36.06	0.1563	29079.8
944	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	31	63.71	19.11	0.0828	15412.2
945	2	93.50	1.097	102.57	16.5	2.177	35.92	117	138.49	41.55	0.1800	33504.9
946	4	43.01	0.63	26.97	7.59	2.44	18.53	33	45.50	13.65	0.0592	11008.3
947	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	47	124.34	37.30	0.1616	30082.5
948	3	44.88	0.62	27.96	7.92	2.21	17.46	34	45.42	13.63	0.0591	10989.4
949	2	46.75	1.097	51.28	8.25	2.177	17.96	38	69.25	20.77	0.0900	16752.4
950	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	34	103.62	31.09	0.1347	25068.8
951	1	86.02	0.46	39.23	15.18	3.70	56.11	80	95.33	28.60	0.1239	23063.3

952	1	95.37	0.46	43.49	16.83	3.70	62.20	131	105.69	31.71	0.1374	25570.2
953	3	46.75	0.62	29.13	8.25	2.21	18.19	37	47.32	14.19	0.0615	11447.3
954	2	100.98	1.097	110.78	17.82	2.177	38.79	42	149.57	44.87	0.1944	36185.3
955	1	37.40	0.46	17.05	6.60	3.70	24.39	24	41.45	12.43	0.0539	10027.5
956	1	80.41	0.46	36.67	14.19	3.70	52.45	109	89.11	26.73	0.1158	21559.2
957	3	59.84	0.62	37.28	10.56	2.21	23.28	64	60.57	18.17	0.0787	14652.5
958	3	67.32	0.62	41.94	11.88	2.21	26.20	76	68.14	20.44	0.0886	16484.1
959	1	160.82	0.46	73.33	28.38	3.70	104.89	112	178.23	53.47	0.2317	43118.3
960	3	57.97	0.62	36.12	10.23	2.21	22.56	56	58.67	17.60	0.0763	14194.6
961	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	40	55.95	16.79	0.0727	13537.1
962	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	57	64.24	19.27	0.0835	15542.6
963	3	44.88	0.62	27.96	7.92	2.21	17.46	35	45.42	13.63	0.0591	10989.4
964	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	61	68.39	20.52	0.0889	16545.4
965	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	60	66.32	19.90	0.0862	16044.0
966	2	71.06	1.097	77.95	12.54	2.177	27.30	86	105.25	31.58	0.1368	25463.7
967	3	69.19	0.62	43.11	12.21	2.21	26.92	83	70.03	21.01	0.0910	16942.0
968	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	45	55.95	16.79	0.0727	13537.1
969	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	54	132.63	39.79	0.1724	32088.0
970	3	114.07	0.62	71.07	20.13	2.21	44.39	186	115.45	34.64	0.1501	27931.4
971	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	108	87.04	26.11	0.1132	21057.8
972	3	59.84	0.62	37.28	10.56	2.21	23.28	57	60.57	18.17	0.0787	14652.5
973	1	93.50	0.46	42.64	16.50	3.70	60.98	155	103.62	31.09	0.1347	25068.8
974	3	142.12	0.62	88.54	25.08	2.21	55.30	90	143.84	43.15	0.1870	34799.7
975	2	65.45	1.097	71.80	11.55	2.177	25.14	76	96.94	29.08	0.1260	23453.4
976	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	99	82.90	24.87	0.1078	20055.0
977	3	115.94	0.62	72.23	20.46	2.21	45.11	61	117.34	35.20	0.1525	28389.3
978	2	117.81	1.097	129.24	20.79	2.177	45.26	249	174.50	52.35	0.2268	42216.2
979	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	94	82.90	24.87	0.1078	20055.0
980	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	88	78.75	23.63	0.1024	19052.3
981	3	57.97	0.62	36.12	10.23	2.21	22.56	61	58.67	17.60	0.0763	14194.6
982	1	153.34	0.46	69.92	27.06	3.70	100.01	90	169.94	50.98	0.2209	41112.8

983	6	46.75	0.53	24.82	8.25	3.57	29.44	36	54.27	16.28	0.0705	13129.2
984	4	41.14	0.63	25.79	7.26	2.44	17.73	30	43.52	13.06	0.0566	10529.7
985	1	130.90	0.46	59.69	23.10	3.70	85.38	74	145.07	43.52	0.1886	35096.3
986	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	50	77.55	23.27	0.1008	18762.7
987	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	43	111.91	33.57	0.1455	27074.3
988	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	56	62.17	18.65	0.0808	15041.3
989	3	71.06	0.62	44.27	12.54	2.21	27.65	88	71.92	21.58	0.0935	17399.9
990	1	50.49	0.46	23.02	8.91	3.70	32.93	41	55.95	16.79	0.0727	13537.1
991	3	76.67	0.62	47.77	13.53	2.21	29.83	63	77.60	23.28	0.1009	18773.5
992	2	56.10	1.097	61.54	9.9	2.177	21.55	56	83.09	24.93	0.1080	20102.9
993	6	69.19	0.53	36.74	12.21	3.57	43.58	80	80.32	24.10	0.1044	19431.2
994	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	169	111.91	33.57	0.1455	27074.3
995	3	63.58	0.62	39.61	11.22	2.21	24.74	69	64.35	19.31	0.0837	15568.3
996	4	115.94	0.63	72.69	20.46	2.44	49.96	57	122.66	36.80	0.1595	29674.6
997	4	104.72	0.63	65.66	18.48	2.44	45.13	49	110.79	33.24	0.1440	26802.8
998	4	61.71	0.63	38.69	10.89	2.44	26.59	57	65.29	19.59	0.0849	15794.5
999	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	62	68.39	20.52	0.0889	16545.4
1000	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	62	94.17	28.25	0.1224	22783.3
1001	6	61.71	0.53	32.77	10.89	3.57	38.87	57	71.63	21.49	0.0931	17330.5
1002	6	119.68	0.53	63.55	21.12	3.57	75.38	62	138.93	41.68	0.1806	33610.7
1003	1	84.15	0.46	38.37	14.85	3.70	54.89	103	93.26	27.98	0.1212	22561.9
1004	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	67	72.53	21.76	0.0943	17548.2
1005	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	50	66.32	19.90	0.0862	16044.0
1006	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	60	132.63	39.79	0.1724	32088.0
1007	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	61	68.39	20.52	0.0889	16545.4
1008	4	52.36	0.63	32.83	9.24	2.44	22.56	48	55.39	16.62	0.0720	13401.4
1009	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	83	87.04	26.11	0.1132	21057.8
1010	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	35	49.74	14.92	0.0647	12033.0
1011	2	78.54	1.097	86.16	13.86	2.177	30.17	25	116.33	34.90	0.1512	28144.1
1012	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	34	63.71	19.11	0.0828	15412.2
1013	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	52	88.63	26.59	0.1152	21443.1

1014	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	57	62.17	18.65	0.0808	15041.3
1015	2	123.42	1.097	135.39	21.78	2.177	47.42	60	182.81	54.84	0.2376	44226.4
1016	2	71.06	1.097	77.95	12.54	2.177	27.30	68	105.25	31.58	0.1368	25463.7
1017	3	57.97	0.62	36.12	10.23	2.21	22.56	58	58.67	17.60	0.0763	14194.6
1018	3	93.50	0.62	58.25	16.50	2.21	36.38	35	94.63	28.39	0.1230	22894.6
1019	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	37	49.74	14.92	0.0647	12033.0
1020	1	80.41	0.46	36.67	14.19	3.70	52.45	113	89.11	26.73	0.1158	21559.2
1021	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	66	70.46	21.14	0.0916	17046.8
1022	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	63	66.32	19.90	0.0862	16044.0
1023	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	62	66.32	19.90	0.0862	16044.0
1024	1	123.42	0.46	56.28	21.78	3.70	80.50	61	136.78	41.03	0.1778	33090.8
1025	2	44.88	1.097	49.23	7.92	2.177	17.24	32	66.48	19.94	0.0864	16082.3
1026	4	104.72	0.63	65.66	18.48	2.44	45.13	49	110.79	33.24	0.1440	26802.8
1027	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	35	49.74	14.92	0.0647	12033.0
1028	1	67.32	0.46	30.70	11.88	3.70	43.91	74	74.61	22.38	0.0970	18049.5
1029	1	89.76	0.46	40.93	15.84	3.70	58.54	132	99.48	29.84	0.1293	24066.0
1030	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	101	82.90	24.87	0.1078	20055.0
1031	3	108.46	0.62	67.57	19.14	2.21	42.20	50	109.77	32.93	0.1427	26557.7
1032	4	63.58	0.63	39.86	11.22	2.44	27.40	74	67.26	20.18	0.0874	16273.2
1033	2	93.50	1.097	102.57	16.5	2.177	35.92	36	138.49	41.55	0.1800	33504.9
1034	2	39.27	1.097	43.08	6.93	2.177	15.09	26	58.17	17.45	0.0756	14072.1
1035	4	100.98	0.63	63.31	17.82	2.44	43.52	41	106.83	32.05	0.1389	25845.6
1036	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	96	80.82	24.25	0.1051	19553.7
1037	1	46.75	0.46	21.32	8.25	3.70	30.49	35	51.81	15.54	0.0674	12534.4
1038	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	83	80.82	24.25	0.1051	19553.7
1039	2	67.32	1.097	73.85	11.88	2.177	25.86	74	99.71	29.91	0.1296	24123.5
1040	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	31	63.71	19.11	0.0828	15412.2
1041	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	98	84.97	25.49	0.1105	20556.4
1042	1	100.98	0.46	46.05	17.82	3.70	65.86	43	111.91	33.57	0.1455	27074.3
1043	1	46.75	0.46	21.32	8.25	3.70	30.49	35	51.81	15.54	0.0674	12534.4
1044	4	59.84	0.63	37.52	10.56	2.44	25.79	65	63.31	18.99	0.0823	15315.9

1045	4	50.49	0.63	31.66	8.91	2.44	21.76	45	53.42	16.02	0.0694	12922.8
1046	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	69	91.40	27.42	0.1188	22113.2
1047	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	51	62.17	18.65	0.0808	15041.3
1048	2	97.24	1.097	106.67	17.16	2.177	37.36	43	144.03	43.21	0.1872	34845.1
1049	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	53	80.32	24.10	0.1044	19432.8
1050	2	80.41	1.097	88.21	14.19	2.177	30.89	83	119.10	35.73	0.1548	28814.2
1051	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	72	72.53	21.76	0.0943	17548.2
1052	1	112.20	0.46	51.16	19.80	3.70	73.18	50	124.34	37.30	0.1616	30082.5
1053	1	46.75	0.46	21.32	8.25	3.70	30.49	40	51.81	15.54	0.0674	12534.4
1054	3	72.93	0.62	45.44	12.87	2.21	28.38	97	73.81	22.14	0.0960	17857.8
1055	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	95	80.82	24.25	0.1051	19553.7
1056	2	61.71	1.097	67.70	10.89	2.177	23.71	65	91.40	27.42	0.1188	22113.2
1057	4	59.84	0.63	37.52	10.56	2.44	25.79	55	63.31	18.99	0.0823	15315.9
1058	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	52	64.24	19.27	0.0835	15542.6
1059	2	59.84	1.097	65.64	10.56	2.177	22.99	62	88.63	26.59	0.1152	21443.1
1060	1	115.94	0.46	52.87	20.46	3.70	75.62	56	128.49	38.55	0.1670	31085.3
1061	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	52	60.10	18.03	0.0781	14539.9
1062	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	58	132.63	39.79	0.1724	32088.0
1063	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	32	63.71	19.11	0.0828	15412.2
1064	2	43.01	1.097	47.18	7.59	2.177	16.52	33	63.71	19.11	0.0828	15412.2
1065	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	34	49.74	14.92	0.0647	12033.0
1066	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	41	74.78	22.44	0.0972	18092.6
1067	2	89.76	1.097	98.47	15.84	2.177	34.48	33	132.95	39.89	0.1728	32164.7
1068	1	65.45	0.46	29.85	11.55	3.70	42.69	74	72.53	21.76	0.0943	17548.2
1069	3	56.10	0.62	34.95	9.90	2.21	21.83	53	56.78	17.03	0.0738	13736.7
1070	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	104	87.04	26.11	0.1132	21057.8
1071	1	82.28	0.46	37.52	14.52	3.70	53.67	114	91.19	27.36	0.1185	22060.5
1072	2	67.32	1.097	73.85	11.88	2.177	25.86	79	99.71	29.91	0.1296	24123.5
1073	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	50	80.32	24.10	0.1044	19432.8
1074	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	91	78.75	23.63	0.1024	19052.3
1075	6	108.46	0.53	57.59	19.14	3.57	68.31	52	125.90	37.77	0.1637	30459.7

1076	6	50.49	0.53	26.81	8.91	3.57	31.80	36	58.61	17.58	0.0762	14179.5
1077	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	95	80.82	24.25	0.1051	19553.7
1078	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	106	84.97	25.49	0.1105	20556.4
1079	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	100	87.04	26.11	0.1132	21057.8
1080	3	112.20	0.62	69.90	19.80	2.21	43.66	56	113.56	34.07	0.1476	27473.5
1081	3	61.71	0.62	38.45	10.89	2.21	24.01	65	62.46	18.74	0.0812	15110.4
1082	1	78.54	0.46	35.81	13.86	3.70	51.23	109	87.04	26.11	0.1132	21057.8
1083	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	57	66.32	19.90	0.0862	16044.0
1084	1	82.28	0.46	37.52	14.52	3.70	53.67	106	91.19	27.36	0.1185	22060.5
1085	2	63.58	1.097	69.75	11.22	2.177	24.43	73	94.17	28.25	0.1224	22783.3
1086	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	57	62.17	18.65	0.0808	15041.3
1087	1	63.58	0.46	28.99	11.22	3.70	41.47	72	70.46	21.14	0.0916	17046.8
1088	4	59.84	0.63	37.52	10.56	2.44	25.79	64	63.31	18.99	0.0823	15315.9
1089	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	58	85.86	25.76	0.1116	20773.0
1090	2	50.49	1.097	55.39	8.91	2.177	19.40	44	74.78	22.44	0.0972	18092.6
1091	1	76.67	0.46	34.96	13.53	3.70	50.01	104	84.97	25.49	0.1105	20556.4
1092	1	56.10	0.46	25.58	9.90	3.70	36.59	53	62.17	18.65	0.0808	15041.3
1093	1	71.06	0.46	32.40	12.54	3.70	46.35	89	78.75	23.63	0.1024	19052.3
1094	2	112.20	1.097	123.08	19.8	2.177	43.10	53	166.19	49.86	0.2160	40205.9
1095	1	54.23	0.46	24.73	9.57	3.70	35.37	50	60.10	18.03	0.0781	14539.9
1096	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	35	49.74	14.92	0.0647	12033.0
1097	1	41.14	0.46	18.76	7.26	3.70	26.83	31	45.59	13.68	0.0593	11030.3
1098	2	41.14	1.097	45.13	7.26	2.177	15.81	29	60.94	18.28	0.0792	14742.1
1099	6	119.68	0.53	63.55	21.12	3.57	75.38	60	138.93	41.68	0.1806	33610.7
1100	1	52.36	0.46	23.88	9.24	3.70	34.15	45	58.03	17.41	0.0754	14038.5
1101	1	59.84	0.46	27.29	10.56	3.70	39.03	63	66.32	19.90	0.0862	16044.0
1102	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	39	53.88	16.16	0.0700	13035.8
1103	3	57.97	0.62	36.12	10.23	2.21	22.56	60	58.67	17.60	0.0763	14194.6
1104	1	123.42	0.46	56.28	21.78	3.70	80.50	66	136.78	41.03	0.1778	33090.8
1105	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	60	64.24	19.27	0.0835	15542.6
1106	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	62	132.63	39.79	0.1724	32088.0

1107	1	57.97	0.46	26.43	10.23	3.70	37.81	56	64.24	19.27	0.0835	15542.6
1108	4	56.10	0.63	35.17	9.90	2.44	24.18	55	59.35	17.81	0.0772	14358.7
1109	2	52.36	1.097	57.44	9.24	2.177	20.12	45	77.55	23.27	0.1008	18762.7
1110	2	112.20	1.097	123.08	19.8	2.177	43.10	54	166.19	49.86	0.2160	40205.9
1111	2	57.97	1.097	63.59	10.23	2.177	22.27	59	85.86	25.76	0.1116	20773.0
1112	6	50.49	0.53	26.81	8.91	3.57	31.80	43	58.61	17.58	0.0762	14179.5
1113	1	87.89	0.46	40.08	15.51	3.70	57.32	106	97.40	29.22	0.1266	23564.7
1114	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	57	68.39	20.52	0.0889	16545.4
1115	4	149.60	0.63	93.80	26.40	2.44	64.47	96	158.27	47.48	0.2057	38289.8
1116	1	48.62	0.46	22.17	8.58	3.70	31.71	41	53.88	16.16	0.0700	13035.8
1117	1	39.27	0.46	17.91	6.93	3.70	25.61	28	43.52	13.06	0.0566	10528.9
1118	2	93.50	1.097	102.57	16.5	2.177	35.92	120	138.49	41.55	0.1800	33504.9
1119	2	123.42	1.097	135.39	21.78	2.177	47.42	61	182.81	54.84	0.2376	44226.4
1120	2	108.46	1.097	118.98	19.14	2.177	41.67	151	160.65	48.19	0.2088	38865.7
1121	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	89	80.82	24.25	0.1051	19553.7
1122	1	91.63	0.46	41.78	16.17	3.70	59.76	138	101.55	30.46	0.1320	24567.4
1123	2	74.80	1.097	82.06	13.2	2.177	28.74	92	110.79	33.24	0.1440	26803.9
1124	3	142.12	0.62	88.54	25.08	2.21	55.30	81	143.84	43.15	0.1870	34799.7
1125	1	74.80	0.46	34.11	13.20	3.70	48.79	83	82.90	24.87	0.1078	20055.0
1126	2	76.67	1.097	84.11	13.53	2.177	29.45	101	113.56	34.07	0.1476	27474.0
1127	2	54.23	1.097	59.49	9.57	2.177	20.83	50	80.32	24.10	0.1044	19432.8
1128	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	68	68.39	20.52	0.0889	16545.4
1129	6	52.36	0.53	27.80	9.24	3.57	32.98	47	60.78	18.23	0.0790	14704.7
1130	1	127.16	0.46	57.98	22.44	3.70	82.94	70	140.92	42.28	0.1832	34093.5
1131	2	39.27	1.097	43.08	6.93	2.177	15.09	27	58.17	17.45	0.0756	14072.1
1132	1	89.76	0.46	40.93	15.84	3.70	58.54	37	99.48	29.84	0.1293	24066.0
1133	4	89.76	0.63	56.28	15.84	2.44	38.68	34	94.96	28.49	0.1234	22973.9
1134	1	95.37	0.46	43.49	16.83	3.70	62.20	162	105.69	31.71	0.1374	25570.2
1135	3	63.58	0.62	39.61	11.22	2.21	24.74	67	64.35	19.31	0.0837	15568.3
1136	1	43.01	0.46	19.61	7.59	3.70	28.05	33	47.67	14.30	0.0620	11531.6
1137	1	72.93	0.46	33.26	12.87	3.70	47.57	92	80.82	24.25	0.1051	19553.7

**Физик, технологийн хүрээлэн | 2018-2020**

1138	1	119.68	0.46	54.57	21.12	3.70	78.06	64	132.63	39.79	0.1724	32088.0
1139	1	44.88	0.46	20.47	7.92	3.70	29.27	35	49.74	14.92	0.0647	12033.0
1140	6	112.20	0.53	59.58	19.80	3.57	70.67	54	130.24	39.07	0.1693	31510.0
1141	1	61.71	0.46	28.14	10.89	3.70	40.25	68	68.39	20.52	0.0889	16545.4

Дээж 1. үйлдвэрлэгч : “Росторг” ХХК

Дээжийн төрөл : Базальт

Дээжийн хэмжээ : урт – 30 см, өргөн – 30 см, зузаан – 5 см

Хэмжилтийн хугацаа : 30 цаг

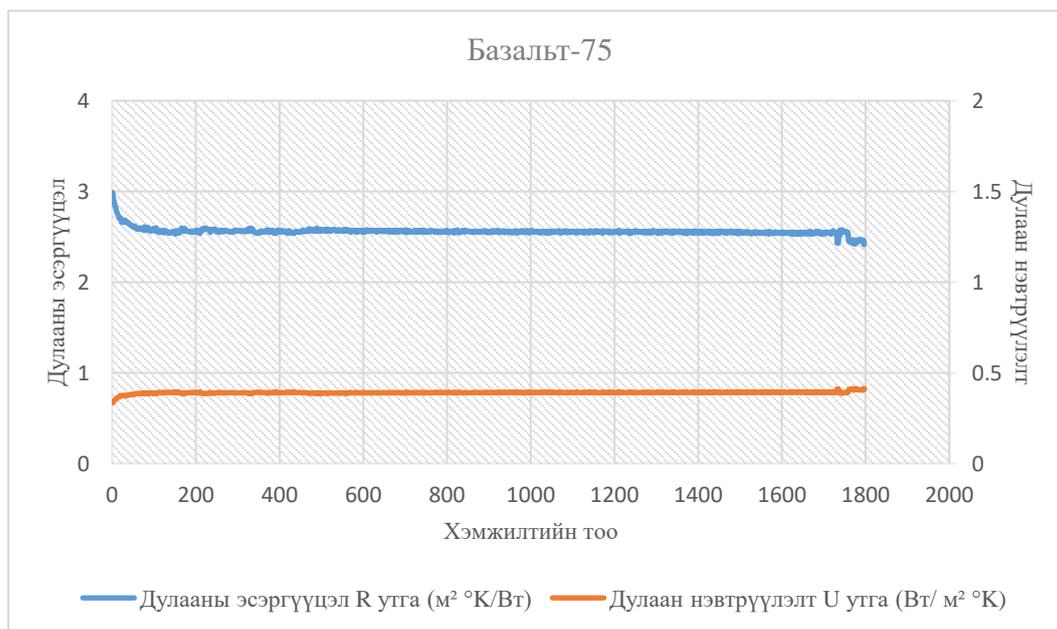


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( °К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м² °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м² °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °К)
Базальт - 75	0.045	42.9	1.273	0.785	0.035

Дээж 2. үйлдвэрлэгч: “Росторг” ХХК

Дээжийн төрөл : Базальт

Дээжийн хэмжээ : урт – 30 см, өргөн – 30 см, зузаан – 5 см

Хэмжилтийн хугацаа : 40 цаг

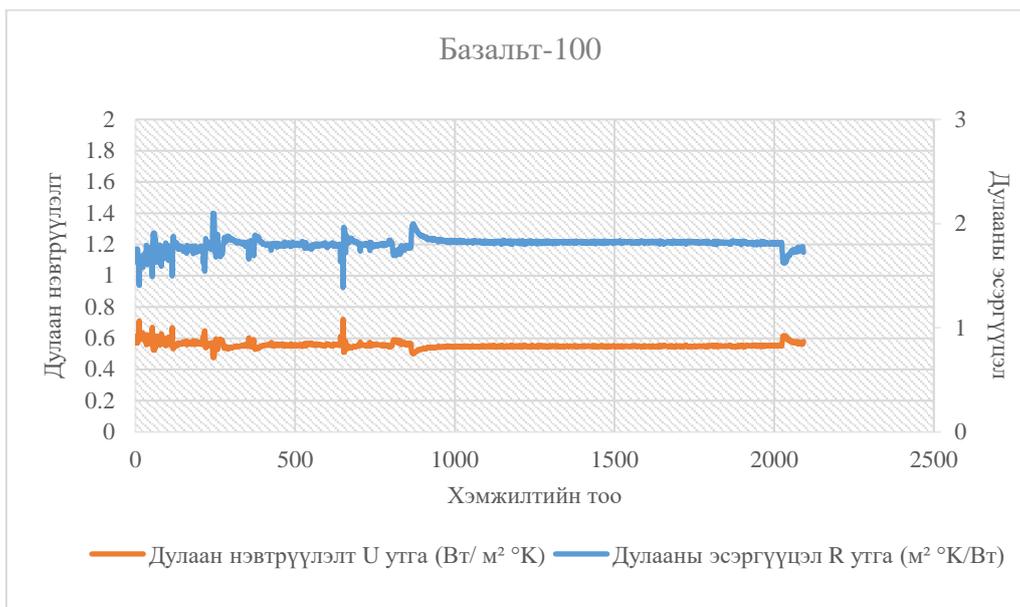


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( °К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м <sup>2</sup> °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м <sup>2</sup> °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °К)
Базальт - 100	0.05	36.6	1.805	0.554	0.028

### Дээж 3. Үйлдвэрлэгч: “Росторг” ХХК

Дээжийн төрөл : Хөөсөнцөр

Дээжийн хэмжээ : урт – 30 см, өргөн – 30 см, зузаан – 5 см

Хэмжилтийн хугацаа : 24 цаг

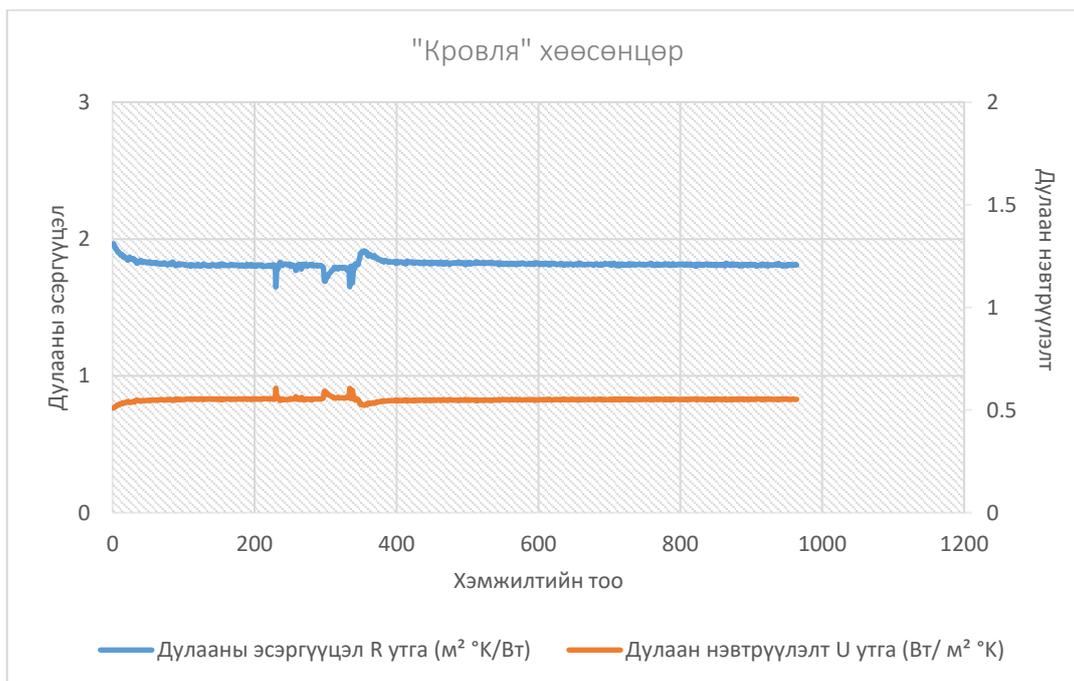


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( $^{\circ}\text{К}$ )	Дулааны эсэргүүцэл R утга ( $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ )	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга ( $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ )	Дулааны итгэлцүүр ( $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$ )
Кровля хөөсөнцөр	0.05	30.2	1.804	0.555	0.028

#### Дээж 4. Үйлдвэрлэгч: “МАК” ХХК

Дээжийн төрөл : Блок

Дээжийн хэмжээ : урт – 25 см, өргөн – 25 см, зузаан – 5 см

Хэмжилтийн хугацаа : 24 цаг

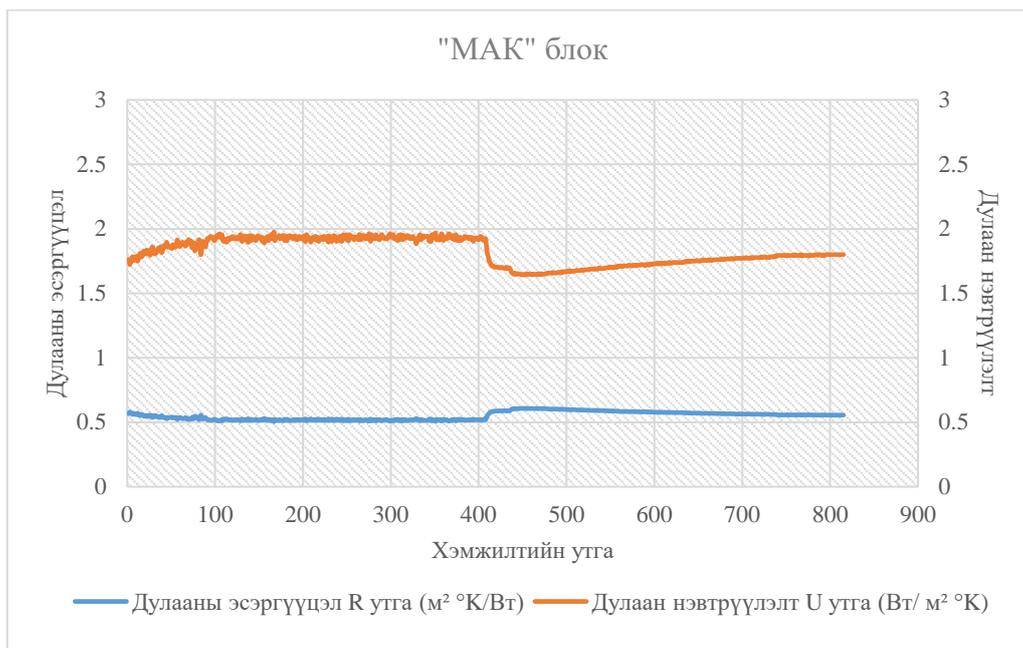


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт. Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө (°K)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м² °K/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/м² °K)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/м °K)
МАК блок	0.05	22.4	0.551	1.822	0.091

**Дээж 5. үйлдвэрлэгч: “Орос хөөсөнцөр”**

Дээжийн төрөл : Хөөсөнцөр

Дээжийн хэмжээ : урт – 25 см, өргөн – 25 см, зузаан – 5 см

Хэмжилтийн хугацаа : 30 цаг

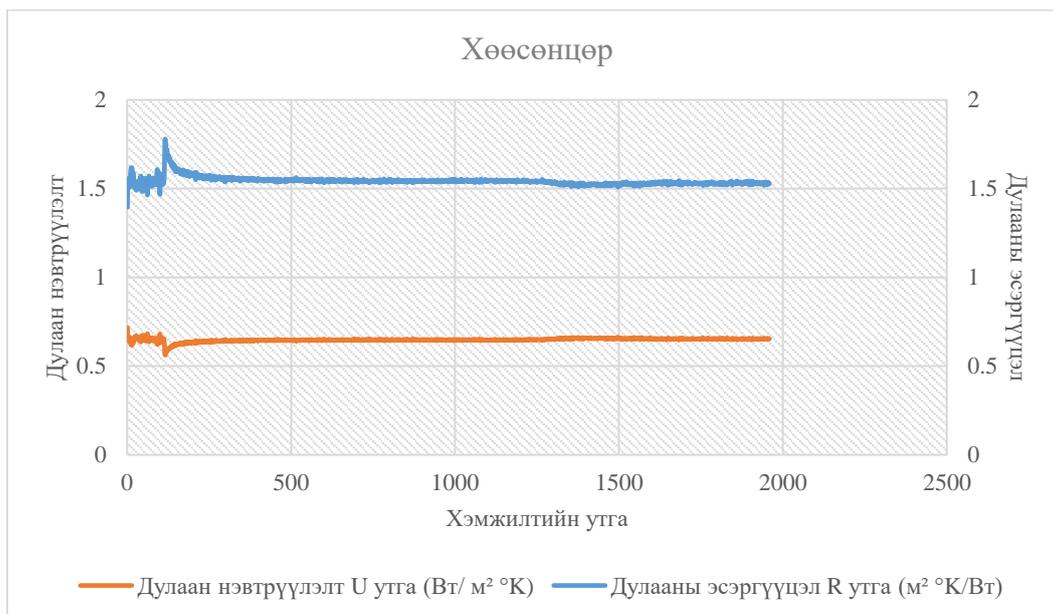


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө (°К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м <sup>2</sup> °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м <sup>2</sup> °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °К)
Хөөсөнцөр	0.05	30.0	1.543	0.648	0.032

**Дээж 6. Үйлдвэрлэгч: “Саарал тоосго”**

Дээжийн төрөл : Тоосго

Дээжийн хэмжээ : урт – 24 см, өргөн – 12 см, зузаан – 6 см

Хэмжилтийн хугацаа : 24 цаг

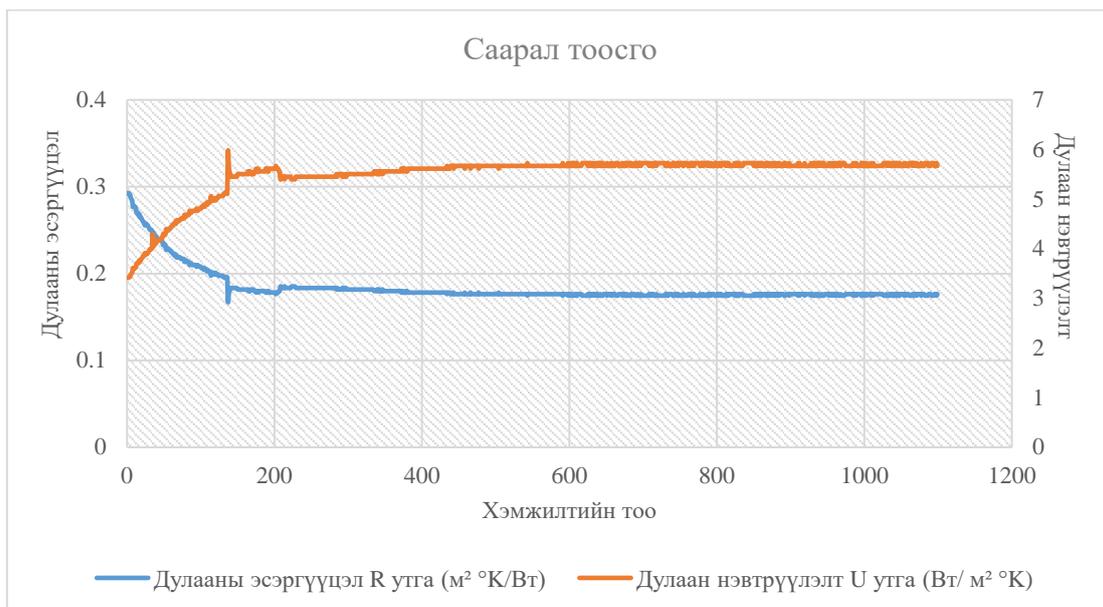


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( $\text{°К}$ )	Дулааны эсэргүүцэл R утга ( $\text{м}^2 \text{°К/Вт}$ )	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга ( $\text{Вт/ м}^2 \text{°К}$ )	Дулааны итгэлцүүр ( $\text{Вт/ м}^2 \text{°К}$ )
Саарал тоосго	0.06	14.9	0.184	5.491	0.329

### Дээж 7. Үйлдвэрлэгч : “Сайдинг”

Дээжийн төрөл : Сайдинг

Дээжийн хэмжээ : урт – 25 см, өргөн – 25 см, зузаан – 1 см

Хэмжилтийн хугацаа : 30 цаг

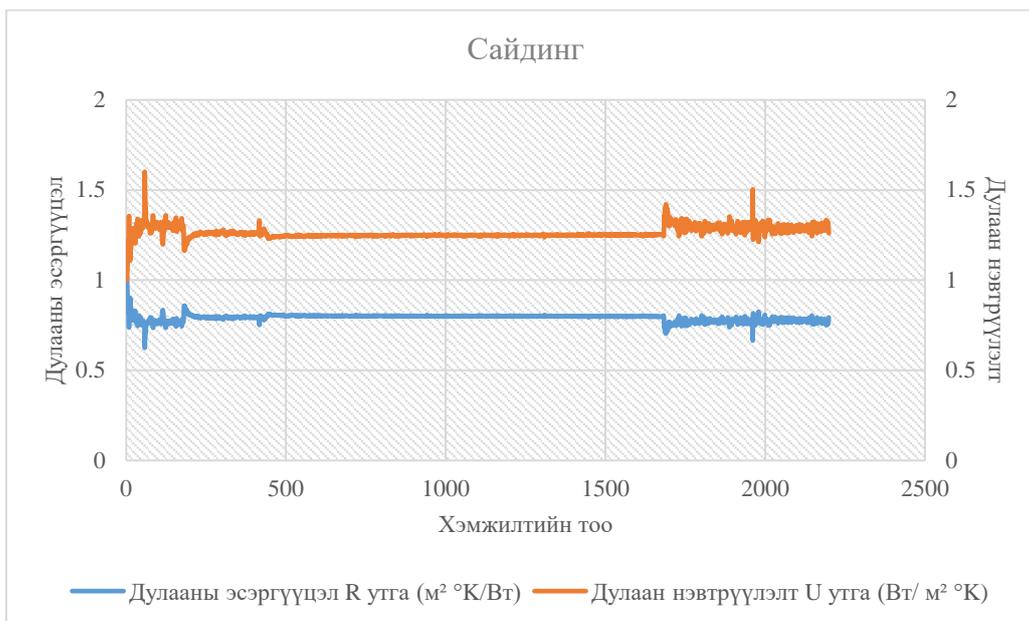


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( °К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м <sup>2</sup> °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м <sup>2</sup> °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °К)
Сайдинг	0.01	24.3	0.792	1.263	0.013

**Дээж 8. Үйлдвэрлэгч: “Монгол керамик” ХХК**

Дээжийн төрөл : Улаан тоосго

Дээжийн хэмжээ : урт – 24 см, өргөн – 12 см, зузаан – 6 см

Хэмжилтийн хугацаа : 72 цаг

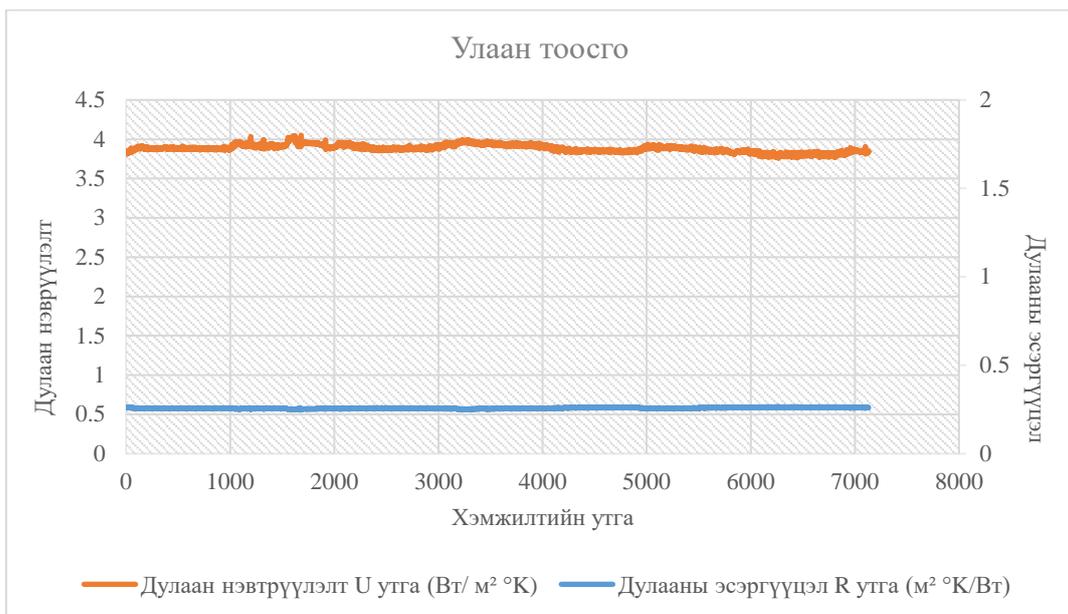


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө (°K)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м² °K/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/м² °K)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °K)
Улаан тоосго	0.06	21.3	0.258	3.882	0.233

**Дээж 9. Үйлдвэрлэгч : “Улиастайн хөнгөн блок” ХХК**

Дээжийн төрөл : Блок

Дээжийн хэмжээ : урт – 30 см, өргөн – 20 см, зузаан – 24,5 см

Хэмжилтийн хугацаа : 72 цаг

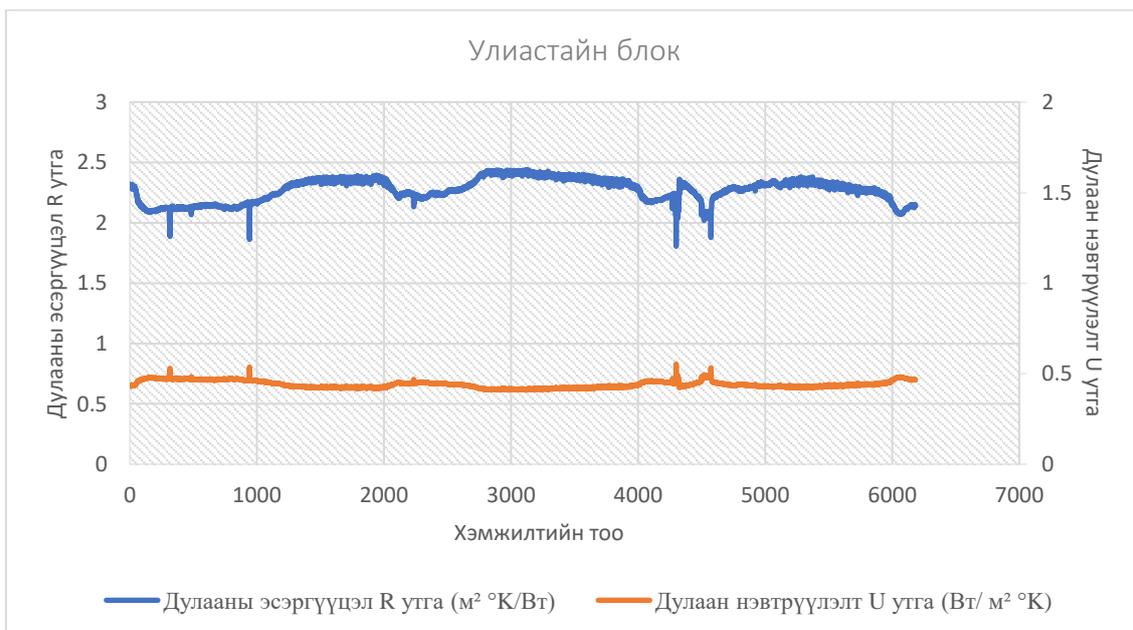


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( °К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м <sup>2</sup> °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м <sup>2</sup> °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °К)
Улиастайн шохойн блок	0.245	44.6	2.273	0.441	0.108

**Дээж 10. Үйлдвэрлэгч: “Физик, технологийн хүрээлэн”**

Дээжийн төрөл : Хөөсөн шил

Дээжийн хэмжээ : урт – 20 см, өргөн – 15 см, зузаан – 6 см

Хэмжилтийн хугацаа : 72 цаг

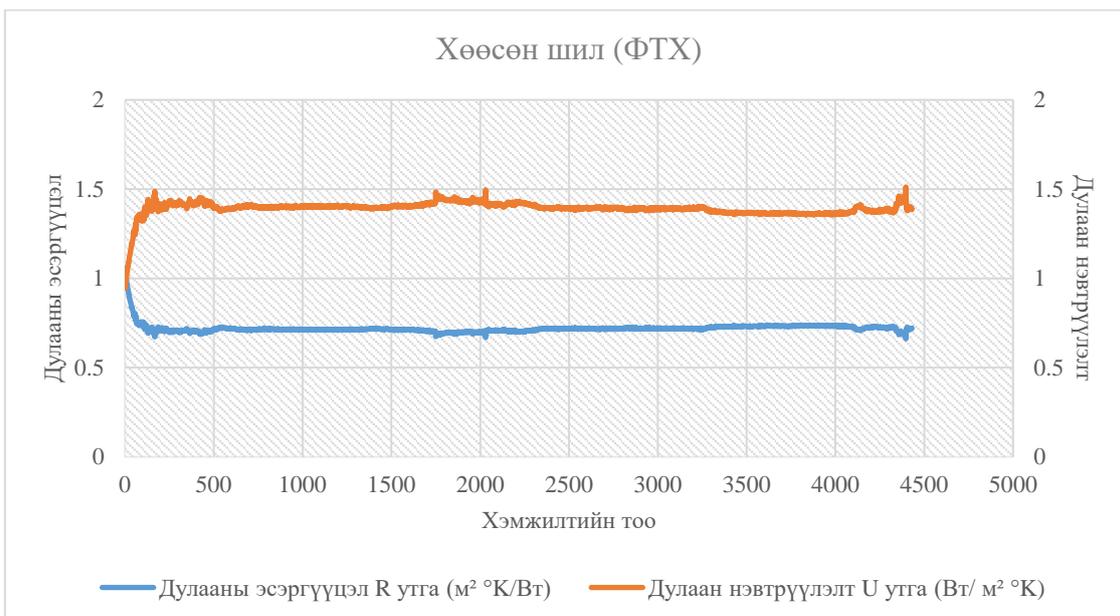


График Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( $^{\circ}\text{К}$ )	Дулааны эсэргүүцэл R утга ( $\text{м}^2 \text{°К/Вт}$ )	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга ( $\text{Вт/ м}^2 \text{°К}$ )	Дулааны итгэлцүүр ( $\text{Вт/ м}^2 \text{°К}$ )
Хөөсөн шил	0.06	35.6	0.72	1.39	0.83

### Дээж 11. Үйлдвэрлэгч: “Росторг” ХХК

Дээжийн төрөл : Шилэн хөвөн

Дээжийн хэмжээ : урт – 25 см, өргөн – 25 см, зузаан – 10 см

Хэмжилтийн хугацаа : 60 цаг

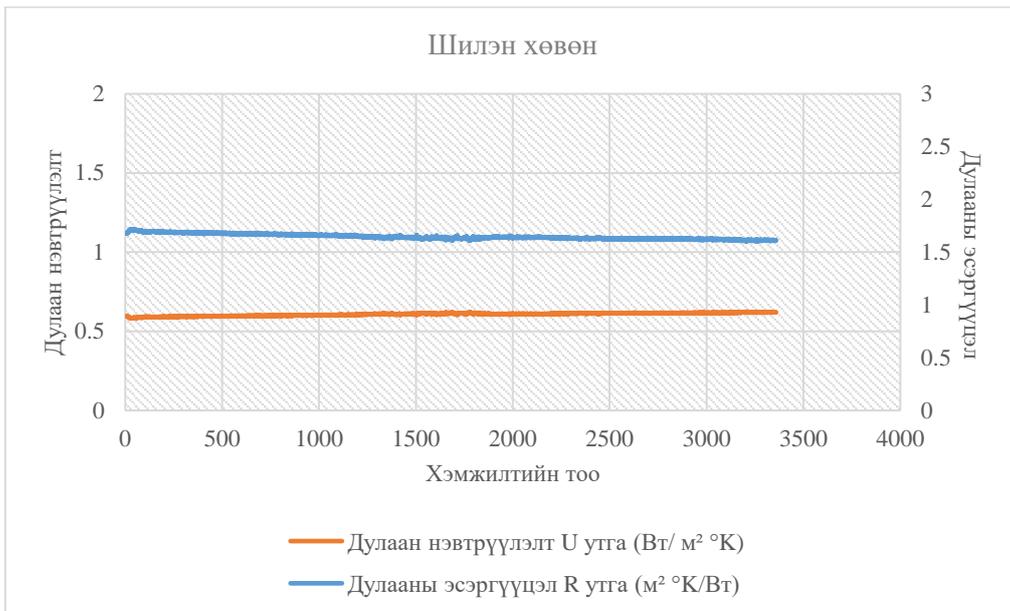


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө (°К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м <sup>2</sup> °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/м <sup>2</sup> °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/м °К)
Шилэн хөвөн (Росторг)	0.05	14.9	1.647	0.607	0.030

**Дээж 12. Үйлдвэрлэгч: “Дулаан хөөс” ХХК**

Дээжийн төрөл : Хөөсөнцөр

Дээжийн хэмжээ : урт – 30 см, өргөн – 30 см, зузаан – 9,5 см

Хэмжилтийн хугацаа : 72 цаг

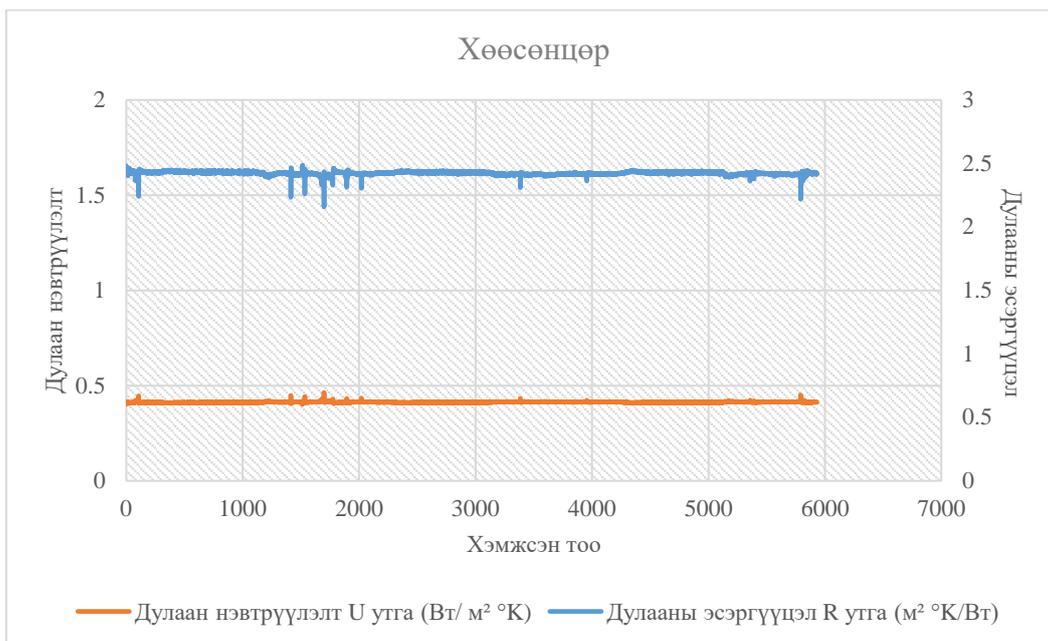


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( $\text{°К}$ )	Дулааны эсэргүүцэл R утга ( $\text{м}^2 \text{°К/Вт}$ )	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга ( $\text{Вт/м}^2 \text{°К}$ )	Дулааны итгэлцүүр ( $\text{Вт/м}^2 \text{°К}$ )
Хөөсөнцөр	0.095	36.7	2.423	0.413	0.039

### Дээж 13. Үйлдвэрлэгч: “Хөөсөнцөртэй блок”

Дээжийн төрөл : Блок

Дээжийн хэмжээ : урт – 30 см, өргөн – 20 см, зузаан – 15 см

Хэмжилтийн хугацаа : 72 цаг

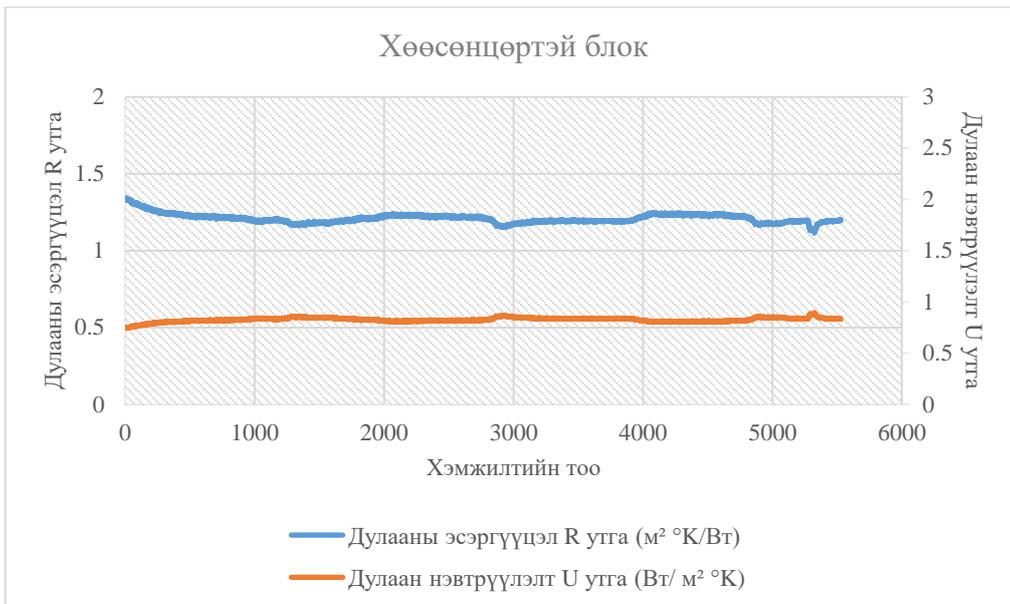


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( °К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м² °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м² °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °К)
Хөөсөнцөртэй блок	0.145	32.7	1.210	0.827	0.120

**Дээж 14. Үйлдвэрлэгч: “Хөөсөн шил” импорт**

Дээжийн төрөл : Хөөсөн шил

Дээжийн хэмжээ : урт – 20 см, өргөн – 10 см, зузаан – 10 см

Хэмжилтийн хугацаа : 72 цаг

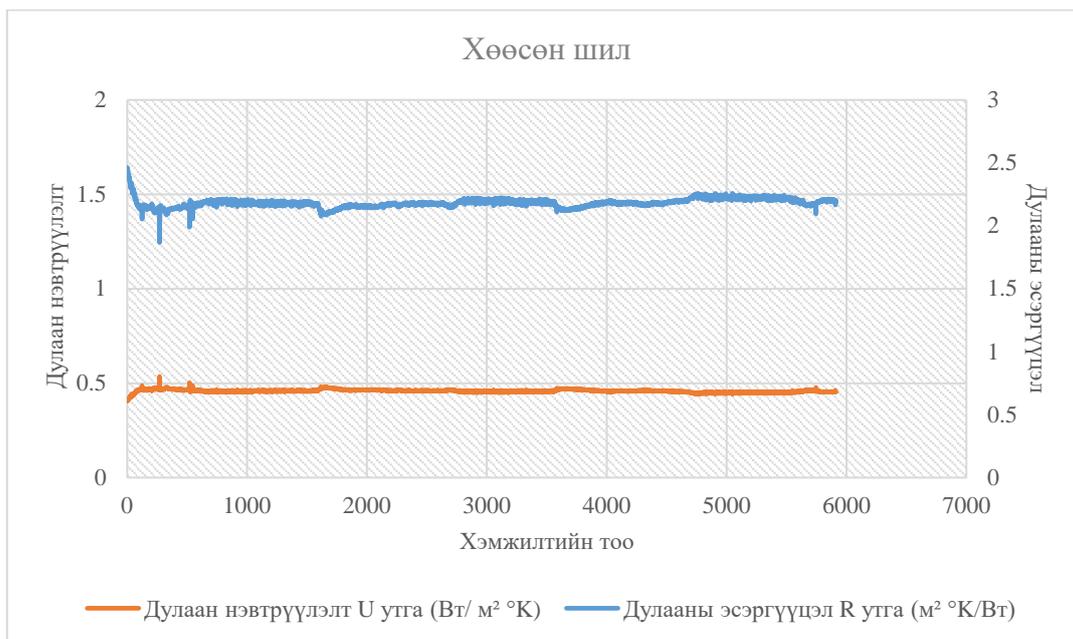


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( °К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м <sup>2</sup> °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м <sup>2</sup> °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °К)
Хөөсөн шил	0.1	37.0	2.182	0.458	0.046

**Дээж 15. Үйлдвэрлэгч: “Чех тоосго” ХХК**

Дээжийн төрөл : Өнгөлгөөний тоосго

Дээжийн хэмжээ : урт – 24 см, өргөн – 12 см, зузаан – 6 см

Хэмжилтийн хугацаа : 72+ цаг

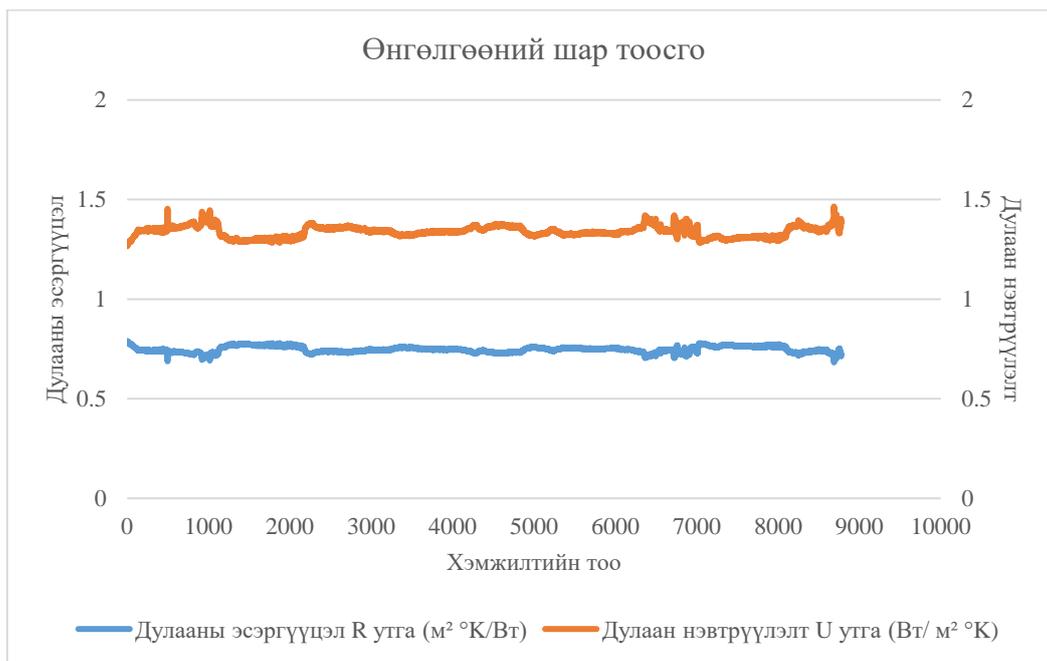


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө (°K)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (m²·K/W)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (W/m²·K)	Дулааны итгэлцүүр (W/m·K)
Өнгөлгөөний тоосго	0.06	33.5	0.75	1.35	0.08

**Дээж 16. Үйлдвэрлэгч: “Цайз модны зах” ХХК**

Дээжийн төрөл : Нарсан банз

Дээжийн хэмжээ : урт – 20 см, өргөн – 20 см, зузаан – 5 см

Хэмжилтийн хугацаа : 60 цаг

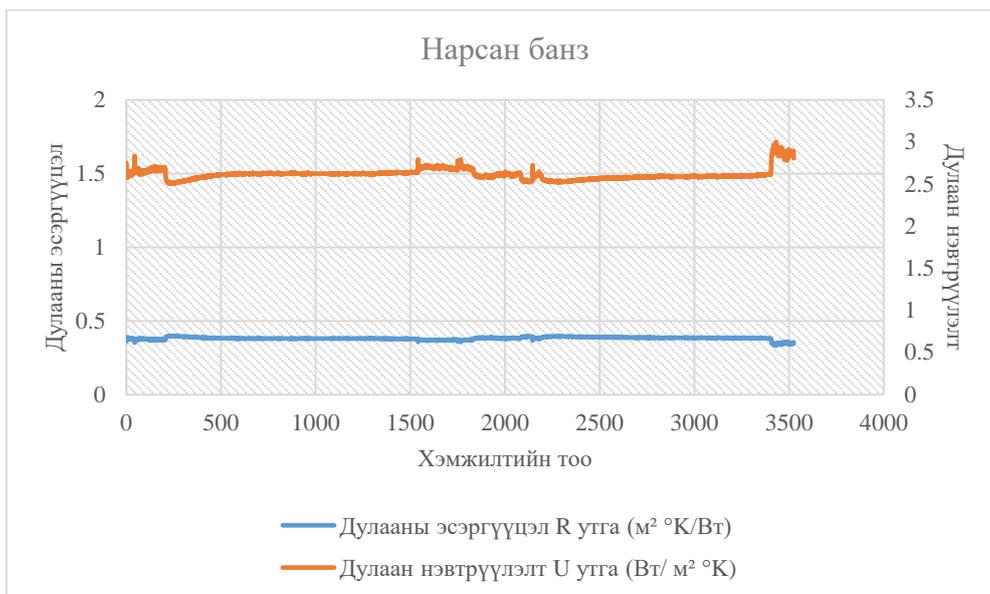


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( °К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м <sup>2</sup> °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м <sup>2</sup> °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °К)
Нарсан банз	0.05	21.1	0.382	2.616	0.131

**Дээж 17. Үйлдвэрлэгч: “Цагаан тоосго”**

Дээжийн төрөл : Тоосго

Дээжийн хэмжээ : урт – 24 см, өргөн – 12 см, зузаан – 6 см

Хэмжилтийн хугацаа : 60 цаг

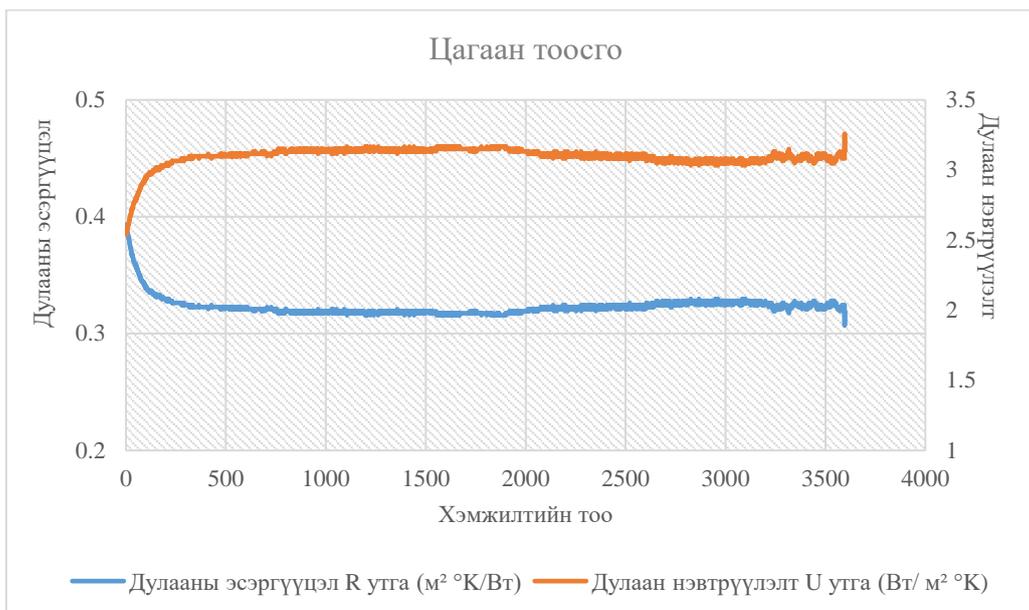


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө ( $^{\circ}\text{K}$ )	Дулааны эсэргүүцэл R утга ( $\text{м}^2 \text{°K/Вт}$ )	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга ( $\text{Вт/м}^2 \text{°K}$ )	Дулааны итгэлцүүр ( $\text{Вт/м}^2 \text{°K}$ )
Цагаан тоосго	0.05	20.6	0.323	3.096	0.155

### Дээж 18. Үйлдвэрлэгч: “Бат сендвич” ХХК

Дээжийн төрөл : Сендвич хавтан

Дээжийн хэмжээ : урт – 20 см, өргөн – 20 см, зузаан – 5 см

Хэмжилтийн хугацаа : 60 цаг

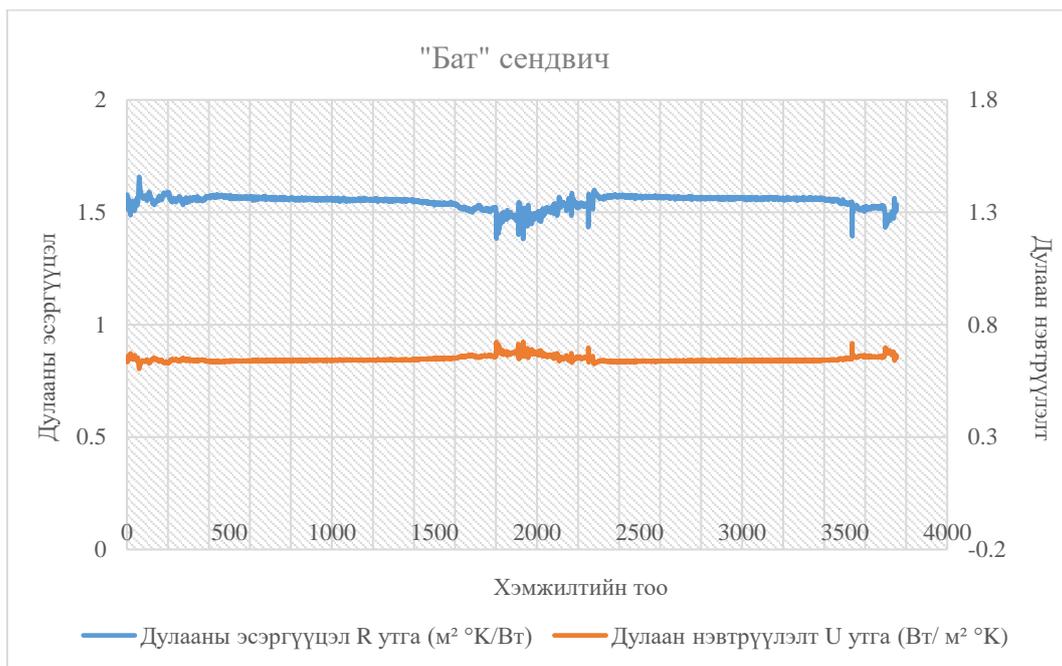


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө (°K)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м² °K/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м² °K)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °K)
Сэндвич	0.05	34.9	1.548	0.646	0.032

**Дээж 19. Үйлдвэрлэгч: “Дулаан хөөс” ХХК**

Дээжийн төрөл : Хөөсөнцөр

Дээжийн хэмжээ : урт – 30 см, өргөн – 30 см, зузаан – 4,25 см

Хэмжилтийн хугацаа : 72 цаг

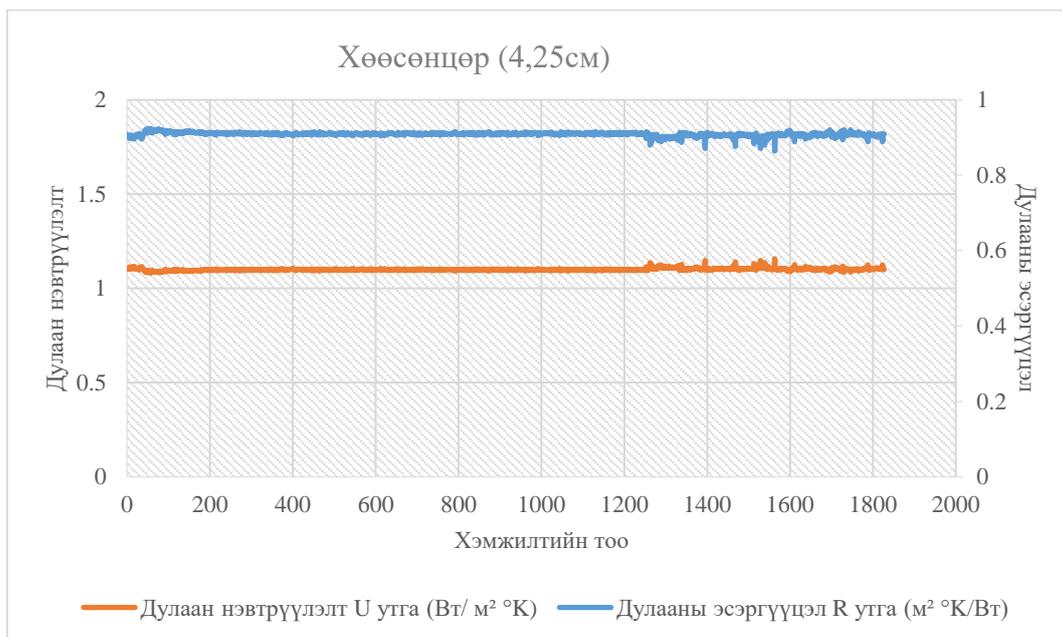


График . Дулааны эсэргүүцэл болон дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт

Хүснэгт . Хэмжилтийн үр дүн

Барилгын материал	Зузаан (м)	Температурын зөрөө (°К)	Дулааны эсэргүүцэл R утга (м <sup>2</sup> °К/Вт)	Дулаан нэвтрүүлэлт U утга (Вт/ м <sup>2</sup> °К)	Дулааны итгэлцүүр (Вт/ м °К)
Хөөсөнцөр (4.25 см)	0.0425	40.5	0.909	1.100	0.047

## 5.5. Хавсралт-5



ФИЗИК, ТЕХНОЛОГИЙН  
ХҮРЭЭЛЭНГИЙН БҮТЭЭЛ № 45

х. 110-123

## УЛААНБААТАР ХОТЫН НӨХЦӨЛД СЭРГЭЭГДЭХ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ БИЕ ДААСАН ХАЛААЛТЫН СИСТЕМИЙГ АШИГЛАХ ТЕХНИК, ЭДИЙН ЗАСГИЙН БОЛОМЖ

Ш.Молор\*, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар

ШУА, Физик, технологийн хүрээлэн,  
Технологийн салбар

### Удиртгал

Улаанбаатар хотын нөхцөлд нарны вакуум коллектороор байр, орон сууцыг халаах боломжийг судаллаа. Энэхүү судалгаагаар Монгол Улсын эрс тэс уур амьсгалд амины орон сууцанд бие даасан нарны вакуум коллекторыг халаалтанд ашигласнаар гарах эдийн засаг болон хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх эерэг нөлөөллийг судалсан. Бие даасан нарны вакуум коллектор бүхий халаалтын систем нь нарны зайтай хосолон ажиглахаар тооцсон болно.

Түлхүүр үгс: Дулааны алдагдал, нарны вакуум коллектор, нарны зай

### 1 ОРШИЛ

2017 оны байдлаар Улаанбаатар хотод 394732 өрх байгаагийн 215156 өрх гэр хороололд буюу байр, орон сууцныхаа дулааныг уламжлалт арга боловч зууханд нүүрс шатааж шийдэж байна [1]. Гэр хороололд байгаа 215146 өрхийн 112770 өрх нь хувийн байшинд амьдарч байна. Бид энэхүү ажилд гэр хорооллын дийлэнх хувь болох 52.4 %-ийг эзэлж байгаа 112770 өрхийн халаалтыг байгаль орчинд сөрөг нөлөөгүй цэвэр эрчим хүчээр хангах технологийн эдийн засгийн боломжийг судлав.

Монгол орон нь жилийн 365 хоногийн 280-300 өдөрт цэлмэг цаг агаартай байдаг нь нарны энергийг ашиглах бүрэн боломжийг олгож байгаа юм. Тиймээс манай оронд нарны энергийг цахилгаан эрчим хүчинд хувирган, ашиглаад олон жил болж байна. Харин нарны эрчим хүчийг дулааны эрчим хүчинд хувирган ашиглах нь манай орны хүйтэн цаг уурын улмаас тодорхой нөхцөлд боломжтой юм [2].

\*э-шуудан: molorsh@mas.ac.mn

Улаанбаатар хотын нөхцөлд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан...

Энэхүү судалгаанд Улаанбаатар хотын гэр хорооллын байр сууцанд нарны вакуум коллектор бүхий халаалтын системийн технологийг нэвтрүүлэх техник, эдийн засгийн боломжийг судалсан ба энэ нь Улаанбаатар хотын утааг бууруулахад ач холбогдолтой байх эсэхийг сонирхож байгаа юм.

**Энэхүү ажлын зорилго нь:**

- Төвлөрсөн халаалтын системээс алслагдсан амины орон сууцны дулаан хангамжийн асуудлыг байгаль экологид ээлтэйгээр шийдвэрлэх техникийн шийдлийг олох
- Эрс тэс уур амьсгалтай Монгол орны нөхцөлд барилгын дулаан хангамжид халаалтын пассив технологийг ашиглах оновчтой хувилбарыг боловсруулах
- Байр сууцны халаалтанд сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийг ашигласнаар гарах эдийн засаг, экологийн үр ашигийг үнэлэхэд чиглэгдэв.

Айл өрхийн дундаж хэмжээний байшингийн халаалтыг нарны энергийг ашиглан, сэргээгдэх эрчим хүчний технологи болох нарны вакуум коллектор болон нарны зай ашиглан хангахаар тооцов. Энэхүү систем нь байгаль орчинд ямар нэгэн сөрөг нөлөөгүйгээс гадна хүний амьдрах орчинд ямар ч аюулгүй систем юм.

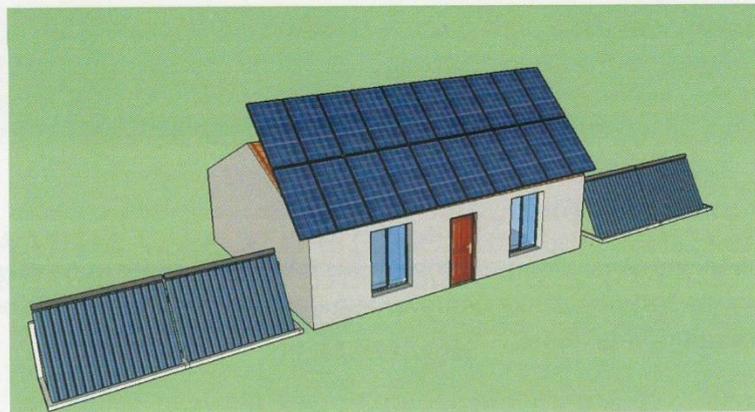
Улаанбаатар хотын хувийн байшинтай (50-100м<sup>2</sup>) айл өрхийн дийлэнх хувь нь барилгын ямар нэгэн стандарт, норм дүрмийн дагуу баригдаагүй байгаа нь эдгээр айл өрхийн байшин дулааны маш их алдагдалтай түүнийхээ улмаас байшингийнхаа халаалтанд их хэмжээний энерги (түүхий нүүрс шатаах) зарцуулж байгааг судалгаанууд үзүүлж байна.

Тиймээс эхний шатанд бид айл өрхийн хувийн байшингийн дулааны алдагдлыг багасгаж, байшингийн хаших хийц материалыг норм дүрмийн дагуу барьсанаар Монгол орны уур амьсгалд тохирсон сэргээгдэх эрчим хүчний технологиор байр, орон сууцаа халаах боломжтой шийдлийг судаллаа.

**1.1 Судалгааны объект**

Дундаж талбайтай байшингийн дулааны ачааллаас хамааран нарны зайтай (PV), нарны вакуум коллектор болон дулаан хуримтлуур хосолсон халаалтын системийг сонгон авлаа.

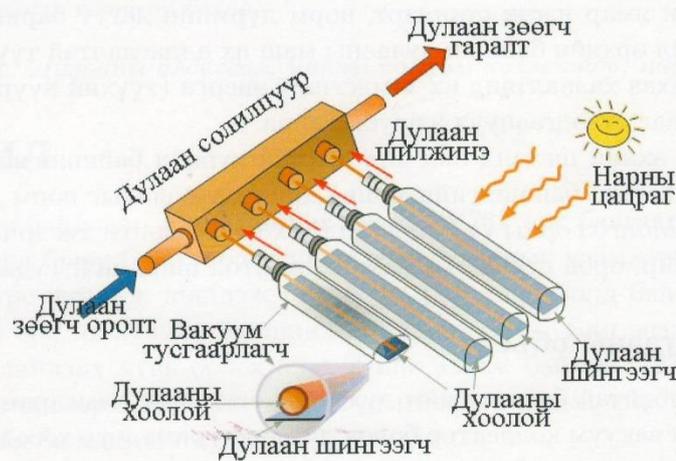
Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар



Зураг 1. Нарны вакуум коллектор болон PV хосолсон халаалтын системтэй байшин

### Нарны вакуум коллектор

Вакуум коллектор нь нарны цацрагийн энергийг шууд дулааны энергид хувиргадаг. Зах зээл дээр байгаа нарны вакуум коллекторууд нь ойролцоогоор 70%-ын ашигт үйлийн коэффициент байдаг. Энэ нь нарны дэлгэц буюу PV-ээс даруй 4 дахин илүү бүтээмжтэй гэсэн үг юм. Ажиллах ерөнхий зарчмыг Зураг 2-аас харна уу. Вакуум коллектор нь хүйтэн уур амьсгалд хавтгай коллектороос илүү зохицсон учир сонгосон болно.



Зураг 2. Нарны вакуум коллектор, ажиллагааны бүдүүвч

Хэдийгээр нарны вакуум коллектор нь өндөр бүтээмжтэй технологи боловч байр сууцны дулаан хангамжийг дангаараа хангахад хэтэрхий өндөр өртөг шаардагддаг тул өөр бусад халаалтын төрлүүдтэй хослуулан оновчтой чадлыг сонгож хэрэглэдэг[4]. Бусад халаалтын төслүүдээс ялгагдах нэг зүйл нь нарны халаалтын систем дулааны хуримтлууртай байдаг. Ингэснээрээ өдрийн

Улаанбаатар хотын нөхцөлд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан...

туршид дулааныг хуримтлуулж, наргүй болсон үед ашиглах боломж олгоно.

Нарны вакуум коллекторыг 10-15 жил ашиглах бүрэн боломжтой гэж үздэг юм. Механик гэмтлээс үүдэн зарим нэг коллектор хагарч гэмтэхэд, зөвхөн гэмтэлтэй коллекторыг солин бусдыг нь солихгүй ашиглах боломжтой нь нэгэн давуу тал юм. Зарим нэгэн урсгал засвар өөрчлөлтүүдийг хийснээр системийн насжилт 15 жил хүрнэ.

**Нарны зай (PV)**

Халаалтын улиралд байшингийн дулааны ачааллыг хангах зорилгоор өдрийн цагаар халаалтийн системийг нарны вакуум коллектор хангаж байгаа бол өглөө болон оройн цагаар дулааны хуримтлуурт байгаа усыг нарны зай, цэнэг хуримтлуур хосолсон системээр хангахаар тооцов.

**2 АРГА ЗҮЙ**

Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаанд холбогдоогүй айл өрхийн дундаж байшинг 8x6 метрийн харьцаатай 48м<sup>2</sup> талбайтай 2,4м-ийн өндөртэй байшин байна гэж тооцоо хийлээ. Тооцоонд 48м<sup>2</sup> талбайтай байшинг энгийн дан тоосгон (51см ханатай) байшин, 5 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшин, модон байшин (24см палкан ханатай) болон 10 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшингууд дээр харьцуулан тооцлоо. Байшингын материалуудыг дулааны алдагдал багатай байхаар дулаалгын материал, ханын зузаан, цонхны хэмжээ болон цонхны шилийг 3 давхар вакуум шил байхаар сонгон авлаа.

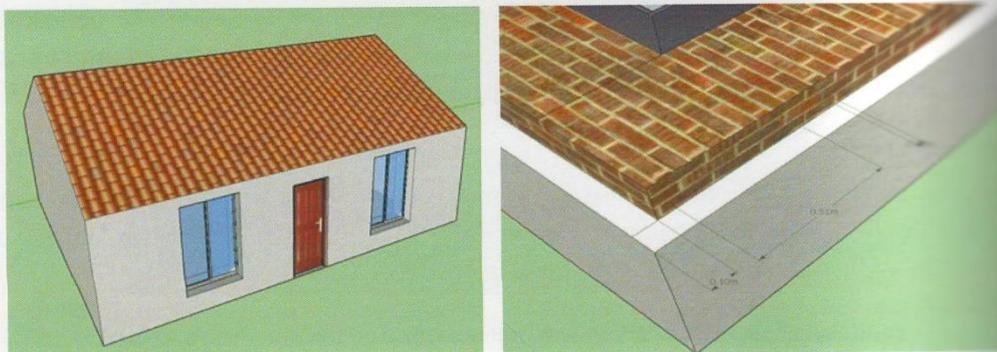
*Хүснэгт 1. Дундаж талбайтай 4 төрлийн байшингийн барилгын материалын дулаан дамжуулалтын коэффициент*

10 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшин		5 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшин		Энгийн дан тоосгон (51см ханатай) байшин		Модон байшин (25см дүнзэн ханатай)	
Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>2</sup> С)	Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>2</sup> С)	Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>2</sup> С)	Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>2</sup> С)
Тоосго	0,8	Тоосго	0,8	Тоосго	0,8	Дүнз	0,17
Шавар	0,93	Шавар	0,93	Шавар	0,93	Шилэн хөвөн	0,04
Хөөсөнцөр	0,042	Хөөсөнцөр	0,042				
Дээвэр	0,61	Дээвэр	0,61	Дээвэр	0,61	Дээвэр	0,61
Цонх	1,15	Цонх	1,15	Цонх	1,15	Цонх	1,15
Хаалга	1	Хаалга	1	Хаалга	1	Хаалга	1

Бидний хувьд Улаанбаатар хотын айл өрхийн хэрэглээнд ихэвчлэн ашиглагддаг 48 м<sup>2</sup> талбайтай байшингийн үндсэн ханыг 51см-ийн зузаантай тоосгон

Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар

хана, гадна талаараа 10 см-ийн зузаан хөөсөнцөрөөр дулаалсан байшин дээр тооцоо хийлээ.



Зураг 3. Тооцоо хийсэн 8 × 6 м-ийн харьцаатай байшин, байшингийн ханын үечлэл

## 2.1 Дулааны алдагдал тооцсон аргачлал

Байр орон сууцны дулааны алдагдлыг тооцохдоо тухайн байрын дээвэр, хангал, шал, сийгэлтийн дулаан алдагдал болон дулааны алдагдлуудын нэмэгдлийг тооцон тухайн байшингийн нийт дулааны алдагдлыг тооцно.

Хаших хийцээр алдагдах дулааны алдагдал

$$Q_{\text{халд}} = F_i \cdot k_i \cdot (t_d - t_T)$$

Энд:

$k_i$ - хаших хийцийн дулаан дамжуулалтын коэффициент,

$F_i$ - хаших хийцийн дулаан дамжуулах гадаргуугийн талбай,

$t_d, t_T$ - гэрийн дотор ба гадна агаарын температур,

Зай завсраар алдагдах инфильтрацийн дулааны алдагдал

$$Q_{\text{ин.алд}} = C_p \cdot \rho \cdot n \cdot V_i \cdot (t_d - t_T)$$

Энд:  $C_p$ -агаарын дулаан багтаамж,

$\rho$ - агаарын нягт,

$n$ - агаар сэлгэлтийн тоо;

$V_i$ - байшингийн эзлэхүүн,

**Зүг чигийн нэмэгдэл**

Босоо болон налуу байрласан хийцийн хандсан чиглэлээс хамааран 10% өөрчлөлт авна.

**Салхины нэмэгдэл**

Орон нутгийн улирлын тооцооны хурд 5м/с хүртэл байхад салхинаас хамгаалагдсан хийцэд нэмэгдэл нь 5%, салхинаас хамгаалагдаагүй хийцэд 10%

*Улаанбаатар хотын нөхцөлд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан...*

байна. Хэрэв салхины хурд нь 5-10м/с бол дээрх нэмэгдлийг 2 дахин, салхины хурд нь 10м/с –ээс илүү бол дээрх нэмэгдлийг 3 дахин ихэсгэж авна [4].

**2.2 Нарны вакуум коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүчийг тооцоонон аргачлал**

Нарны халаалтын системийн онолын тооцоог хийхдээ нарны коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүч, халаах объектын дулааны ачааллыг тооцож, нэмэлт дулааны эх үүсвэрээс шаардагдах энергийг тодорхойлов. Коллекторын нэгж талбайд ирэх нарны цацрагийн энергийг Angstrom-Priscot-ын аргаар тооцлоо.

$$\frac{H_{\text{бодит}}}{H_{\text{боломжит}}} = a + b \frac{S}{S_0} \quad (3)$$

Энд

$H_{\text{бодит}}$  - өдрийн цацрагийн бодит утга

$H_{\text{боломжит}}$  - өдрийн цацрагийн боломжит утга

$a, b$  - эмпирик тогтмолууд

$S$  - нар гийгүүлэх дундаж хугацааны олон жилийн хэмжилтийн утга

$S_0$  - өдрийн уртын дундаж утга

$a, b$  эмпирик тогтмолуудыг [5] газар нутгийн байршлаас хамааруулан цаг уурын бүсүүдийн ангилалд харгалзуулах эсвэл өөр өөр газрын олон хэмжилтийн талбайн өгөгдөл дээр ажилласны дүнд эмпирик корреляц гаргаж олох зэрэг аргаар аргуудаар тодорхойлж болно.

Вакуум тусгаарлагчтай, дулааны гуурсан хоолойт, селектив гадаргуутай нарны коллекторын үйлдвэрлэх ашигтай дулааны хэмжээг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлсон болно.

$$Q_u = F_R A_S \left[ S - \frac{A_r}{A_S} U_L (T_r - T_a) \right] \quad (4)$$

Энд

$F_R$  - коллекторын дулаан шилжүүлэх фактор (heat removal factor)

$S$  - хүлээн авагчийн нэгж талбайд шингэж буй нарны цацрагийн энерги

$A_r$  - коллектор доторх шингээгч гадаргуугын талбай (receiver area)

$A_S$  - хүлээн авагчийн нийт талбай (surface area)

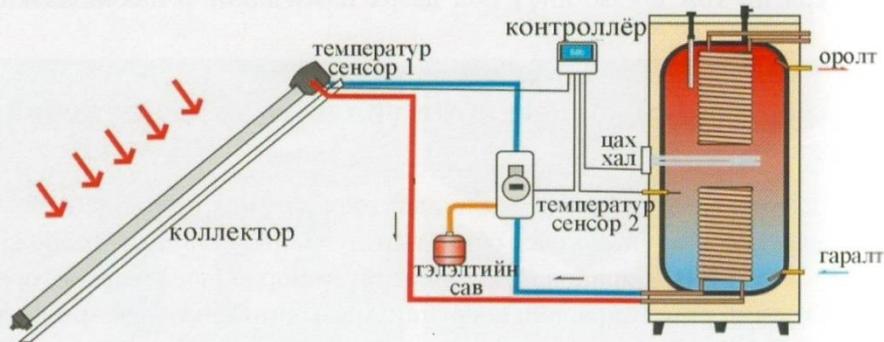
$U_L$  - дулаан дамжуулалтын коэффициент

$T_r$  - нарны коллектор доторх температур

$T_a$  - орчны температур

Тооцоонд ашигласан нарны халаалтын систем нь вакуум тусгаарлагч хоолойтой, дулааны гуурс бүхий 120 ширхэг нарны коллектор, 500 л багтаамжтай дулааны хуримтлуур, нэмэгдэл дулааны эх үүсгүүр (цахилгаан халаагуур 3 кВт) зэргээс бүрдэнэ. Нарны коллектор нь БНХАУ-ын TZ58/1800- R төрлийн коллекторын [6] 30 ширхэгтэй 4 секцээс бүрдэнэ гэж үзлээ.

Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар



Зураг 4. Дулаан хуримтлууртай нарны вакуум коллекторын ажиллах зарчим

### 2.3 Нарны зай+ цэнэг хуримтлуур+ инвертэр+ цэнэг тохируулагч системийг сонгосон аргачлал

Цахилгаан хэрэглээ болон ачааллыг тооцон, шаардлагатай нарны панелийн чадлыг тогтоож, инвертерийн чадал, системийн загварыг гаргана.

#### Системийн нийт шаардлагатай панелийн чадал

$$\text{Панелийн чадал} = \frac{\text{нийт цах.ачаалал}}{\text{нарны цац} \times \text{AC/DC алдагдал}} \quad (5)$$

Мөн түүнчлэн нарны фотоцахилгаан системийн нийт энергийн үйлдвэрлэлийг тогтооход AC/DC нормчилсон нийт алдагдалыг тооцох шаардлагатай бөгөөд кабель шугамын алдагдал, тоосжилт, температурын өсөлтийн алдагдал болон инвертэрийн ашигт үйл зэргийг ашиглан тооцно.

#### Цуваа хэлхээнд холбогдох панелийн тоо

$$\text{панелийн тоо (боломжит дээд хязгаар)} = \frac{(\text{inverter } V_{oc})}{(\text{panel } V_{oc})} \quad (6)$$

$$\text{Мак.панелийн тоо} = \frac{(\text{инвертер } V_{mp.p.max})}{(\text{панел } V_{mp.p.max})} \quad (7)$$

$$\text{Мин.панелийн тоо} = \frac{(\text{инвертер } V_{mp.p.min})}{(\text{панел } V_{mp.p.min})} \quad (8)$$

Цуваа хэлхээнд холбогдох панелийн тооноос хамааран зэрэгцээ хэлхээнд холбогдох панелийн тоо тогтоогдоно.

#### Батарейн багтаамжийг сонгох

$C_{\text{бат}}$ - Батарейн багтаамж

$$C_{\text{бат}} = \frac{(\text{Нийт цах.ачаалал} \times \text{Дараалсан наргүй өдрийн тоо})}{(\text{бат-н хүчдэл} \times \text{цэнэг алдалтын гүн} \times \text{бат-н АҮК} \times \text{инвертерийн АҮК})} \quad (9)$$

Улаанбаатар хотын нөхцөлд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан...

Энэ тохируулагчийг нарны панелийн нийт богино холбоотой гүйдлийн  $I_{SC}$  утгыг ашиглан тодорхойлно [7-9].

$$\text{цэнэг.тохи-н чадал} = 1,3 \times I_{SC} \tag{10}$$

### 3 ҮР ДҮН

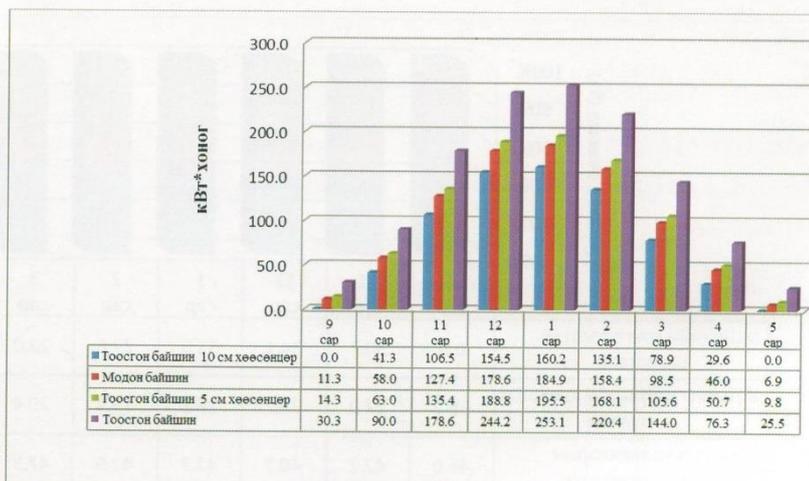
#### 3.1 8 × 6-ийн харьцаатай байшингийн дулааны ачаалал тооцсон ҮР ДҮН

Байшингийн хана, дээвэр, шал болон цонхны дулаан алдагдлын нийт талбайтай харьцуулан тооцоо. Хүснэгт 2. –т тооцоо хийсэн 10 см-ийн дулаалгын хөөсөнцөртэй 51см-ийн тоосгон ханатай байшингийн дулаан дамжуулалтыг тооцсон байдлыг харууллаа.

Хүснэгт 2. 10 см-ийн дулаалгын хөөсөнцөртэй 51см-ийн тоосгон ханатай байшингийн дулаан дамжуулалтыг тооцсон байдал

Барилга хийц					
	Материал	Зузаан (метр)	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м °С)	Хананы дулааны эсэргүүцэл	Дулааны дамжуулалтын коэффициент (м2 °С/Вт)
Хана	Тоосго	0.51	0.8	0.64	0.31
	Шавар	0.02	0.93	0.02	
	Хөөсөнцөр	0.1	0.042	2.38	
Дээвэр	Мод	0.04	0.17	0.24	0.61
	Шилэн хөвөн	0.05	0.04	1.25	
Шал	Мод	0.08	0.17	0.47	2.13
Хаалга	Төмөр				1
Цонх	Вакуум цонх				1.15

График 1. 48 м<sup>2</sup> талбайтай байшингийн халаалтын улиралд шаардагдах дулаан



Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар

### 3.2 Нарны зайн үйлдвэрлэх цахилгаан энергийг тооцсон үр дүн

Нарны вакуум коллектортой 500 литрийн багтаамжтай усны танк бүхий халаалтын системийн нэмэлт энергийн үүсгүүрээр нарны PV системийг хослуулан ашиглана. Иймд Нарны фотоцахилгаан үүсгүүрийн систем нь PV+ цэнэг хуримтлуур + инвертер+цэнэг тохируулагч зэргээс бүрдэнэ. Халаалтын системийн хувьд 3 кВт-ын цахилгаан тенийг хоногт хамгийн ихдээ 12 сард 9 цаг ажиллуулах шаардлагатай байгаа тул цахилгаан ачаалал нь 3 кВт, цахилгаан хэрэглээ нь хоногт 27 кВт.ц/хоног байна. Энэхүү хэрэглээг хангахын тулд 20 ширхэг 320 Вт-ын чадалтай нарны панель, 6 кВт-ын инвертер, 12 В-ын 60 ширхэг 729 Ац-ын багтаамжтай баттерай, 57 А-ын цэнэг тохируулагч бүхий системийг нэмэлт энергийн үүсгүүр болгон ашиглаж болно.

Хүснэгт 3. DC-AC нормчилсон нийт алдагдал

Төрөл	Алдагдал	АҮК
АС кабелийн алдагдал	0.01	0.99
Инвертер	0.09	0.91
Цэнэг тохируулагч	0.07	0.92
Mismatch	0.01	0.99
Диод болон холболгын	0.005	0.995
DC шугам	0.02	0.98
Тоосжилтын	0.03	0.97
Системийн боломжит	0.01	0.99
Температурын өсөлтөөс	0.09	0.91
DC-AC нийт алдагдал	0.699	

График 2. 48 м<sup>2</sup> талбайтай байшингийн дулааны ачааллыг нарны вакуум коллектор, нарны зай (PV)болон шөнийн цахилгаанаар хослон хангах баланс



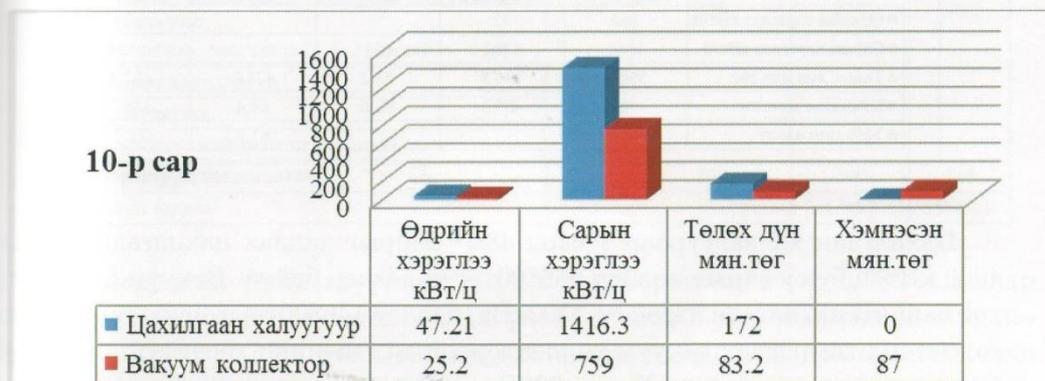
Улаанбаатар хотын нөхцөлд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан...

### 3.3 Эдийн засаг, үр ашгийн тооцоо

#### 3.3.1 Нарны вакуум коллектороор хангах боломж

Улаанбаатар хотын айл өрхийн 220В-ын хүчдэлтэй хэрэглэгчид 11 сараас 1-эс 3 сарын 31 хүртэл шөнийн цахилгаан хэрэглээг оройн 21 цагаас 06 цагийн хооронд сарын хэрэглээний 700 кВт/ц хүртэл 100% хөнгөлж, үлдсэн хэрэглээг 50% хөнгөлж байна. Айл өрхийн 380В-ын хүчдэл хэрэглэгчид энэ хугацаанд 1500кВт/ц хүртэл 100% хөнгөлж, үлдсэн хэрэглээг 50% хөнгөлүүлж байна. Энэ тооцоогоор вакуум коллектортой айлын хэрэглээг доор жишээ болгон 10 болон 1-р сарын үр дүнг харууллаа.

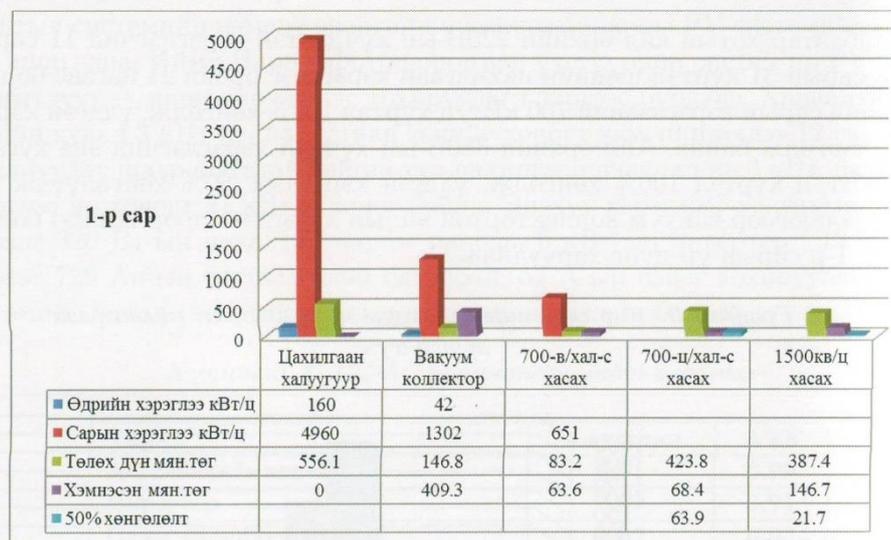
График 3. 10-р сард нарны вакуум коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүч



Цахилгаан халаагуураар 10 сард 48м<sup>2</sup> байрыг халаах цахилгаан хэрэглээ 1416,3 кВт/ц буюу сарын төлбөр 172000төг төлөхөөр байна. Вакуум коллектортой байрны цахилгаан хэрэглээ 759кВт/ц буюу 83200төг-н тооцоо гарсан.

Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар

График 4. 1-р сард нарны вакуум коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүч



Цахилгаан халаагуураар 1 сард 48м<sup>2</sup> байрыг халаах цахилгаан хэрэглээ 4960 кВт/ц буюу сарын төлбөр 556100төг төлөхөөр байна. Вакуум коллектортой байрны цахилгаан хэрэглээ 1302кВт/ц буюу 146800төг тооцоо гарсан. Хөнгөлөлтөнд хамрагдах вакуум коллектортой айл шөнийн хэрэглээг /63600төг бүрэн хөнгөлүүлж байна. Харин 220В-ын хүчдэл хэрэглэгч айл өрх 68460төг, 380В-ын хүчдэл хэрэглэгч айл өрх 146700төг-өөр тус тус хөнгөлүүлэх боломжтой. Мөн 700кВт/ц-аас илүү гарсан цахилгаан хэрэглээний 50%-ийн хөнгөлөлтөөр 63900төг, 1500кВт/ц-аас илүү гарсан хэрэглээний 50%-ийн хөнгөлөлтөөр 21700төг хөнгөлүүлж байна[10].

Хүснэгт 4. Вакуум коллекторын анхны хөрөнгө оруулалт

№	Нэр	Тоо/ширхэг	Үнэ /мян.төг/	Нийт үнэ /мян.төг/
1	Вакуум коллектор	4	875.0	3,500.0
2	Дулаан хурамтлуур	1	1,250.0	1,250.0
3	Тэлэлтийн сав	1	170.0	170.0
4	Бусад		250.0	250.0
5	Нийт			5,170,0

Улаанбаатар хотын нөхцөлд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан...

**3.3.2 Нарны зай болон нарны вакуум коллектороор хангах боломж**

Хөрөнгө оруулалтын зардал					
Д/Д	Тайлбар	Тоо хэмжээ	Нэгжийн үнэ ам.дол	Нийт үнэ ам. Дол	Нийт үнэ мянга.₮
1	PV модуль 320 Вт	6400	0.33	2112	5427.84
2	6 кВт-ын инвертер	1	1560	1560	4009.2
3	батерей банк 96 В, 710 Ац	1	8860	8860	22770.2
4	модулийн гадна бүтэц (рам, суурь)	5	150	750	1927.5
5	DCDB with MCB, SPD & ACDB with MCB & SPD	ком	350	350	899.5
6	модулийг параллель холбоход шаардагдах кабель утас				
7	Инвертертэй холбох кабель утас				
8	батерей банкиг цэнэг тохируулагчтай холбох кабель утас				
9	АС кабель утас, чадал 25 А, 3 утастай				
10	нэмэлт хэрэгсэлүүд				
11	газардуулга				
12	Гэрэлтүүлэгийн нэмэлт хэрэгсэлүүд				
14	гэрэлтүүлгэн хамгаалалт	1	200	200	514
15	Нийт зардал			13832	35548.24

PV модулийн үнийг суурьлагдсан 1 Вт төхөөрөмжийн үнэ 0,33 ам.доллар байхаар харин цэнэг хуримтлуурын үнийг дэлхийн зах зээл дээрх хамгийн хямд үнэ болох 1 кВт.ц-ийн 130 ам.доллараар тооцсон. Уг системийн хувьд цэнэг хуримтлуурын зардал PV системийн нийт хөрөнгө оруулалтын 65 хувийг эзэлж байна.

**PV системийн зардал**

Бидний сонгосон батерейн техникийн үзүүлэлтээр хувийн цэнэг алдалт стандарт нөхцөлд сард 2%, 1800 циклтэй мөн чадлын хадгалалт нь 9 жилийн дараа 80%-д хүрэхээр байна. Иймд цэнэг хуримтлууртай PV системийн ажиллах 25 жилийн хугацаанд нийтдээ 2 удаа шинэчлэх эсвэл сайжруулах шаардлагатай болж байна.

Хугацаа	Батерейг шинэчлэх	Зардал
9 дөх жил	80 хувь шинэчлэх	7088 ам.доллар = 18216 мян.₮
17 дөх жил	100 хувь шинэчлэх	8860 ам.доллар = 22770 мян.₮

**PV системийн эдийн засгийн хэмнэлт**

PV систем нь халаалтын улиралд өдрийн цахилгааны хэрэглээг хангах нэмэлт энергийн үүсгүүрээр ажиллах бөгөөд өдрийн цагт хэрэглэх цахилгаан эрчим хүчийг бүрэн хэмнэнэ. Халаалтын улиралд PV систем нь 5149,6 кВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх бөгөөд 623 мян.төг-ийг хэмнэх боломжтой.

*Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар*

## 4 ДҮГНЭЛТ

Монгол улсын эрс тэс уур амьсгалаас хамаарч халаалтын улирал нь харьцангуй урт буюу 9 – 5 дугаар сарын хооронд үргэлжилдэг. Бид дундаж байшингийн дулааны ачааллыг тооцохдоо дулааны ачааллыг бага байлгах зорилгоор байшингийн дулаалгын хөөсөнцөрийн зузааныг 10 см-ээр мөн өдрийн цагт цонхоор нарны энерги их нэвтрэх мөн шөнийн цагаар цонхоор алдагдах дулааны алдагдал хамгийн бага байхаар сонгон авсан. Ингэснээр Улаанбаатар хотын жилийн дундаж температур болон нарны нийлбэр цацрагаас хамааран байшингийн дулааны ачааллыг бууруулж чадсанаар халаалтын улиралыг 10 – 4 сарын хооронд үргэлжлүүлэх боломжтойг харууллаа.

Вакуум коллектор нь анхны хөрөнгө оруулалт өндөр хэдий ч ашиглалтын зардал цахилгаан халаагуураас жилдээ 1548.6 мян.төгрөгөөр бага байх тооцоо гарсан. Цахилгаан халаагуураар халдаг айл жилдээ 2339.9 мян.төг гарсан ба 120 ширхэг бүхий 4 сет Вакуум коллектороор дулаанаа шийдэхэд 791.3 мян.төг болж буурсан. Халаалтын улиралд  $48\text{м}^2$  байшинтай айл өрх нь 5 тонн буюу 750.0 мян.төг-ийг түүхий нүүрс худалдан авахад зарцуулдаг. Энэ нь Вакуум коллектортой айлын жилийн цахилгааны төлбөртэй тэнцүү байгаа нь Нарны вакуум коллектор нь байгаль орчин болоод Эдийн засгийн хувьд өндөр ач холбогдолтойг харуулж байна. Мөн вакуум коллектор тавьсанаар 5 тонн нүүрснээс ялгарах 9,15 тонн нүүрсхүчлийн хийг ( $\text{CO}_2$ ) ялгаруулахгүйгээр халаалтаа шийдэх боломжтой байна. Мөн айл өрх байшингаа дан цахилгаанаар халаах үед энгийн тоолууртай бол 2339.9 мян.төг, 2 тарифтай тоолууртай үед 1836.0 мян.төг жилд цахилгааны төлбөрт өгөх байсан бол бидний энэ халаалтын систем жилд 791.3 мян.төг болгон бууруулах боломжтой. Халаалтын системийн хувьд 3 кВт-ын цахилгаан тенийг хоногт хамгийн ихдээ 12 сард 9 шиг ажиллуулах шаардлагатай байгаа тул цахилгаан ачаалал нь 3 кВт, цахилгаан хэрэглээ нь хоногт 27 кВт.ц/хоног байна. Энэхүү хэрэглээг хангахын тулд 20 ширхэг 320 Вт-ын чадалтай нарны панель, 6 кВт-ын инвертер, 12 В-ын 60 ширхэг 729 Ац-ын багтаамжтай баттерай, 57 А-ын цэнэг тохируулагч бүхий системийг нэмэлт энергийн үүсгүүр шаардлагатай нь харагдаж байна.

Энэхүү судалгаанд хэрэглэсэн системүүд нь овор хэмжээ ихтэй зэрэг дутагдалтай тул, цаашид гүнзгийрүүлэн техникийн болон ялангуяа эдийн засгийн хувьд амьдралд нэвтрүүлж болох шийдлийг бид хайна.

## Ашигласан ном

- [1] <http://ubstat.mn/JobTables.aspx>
- [2] Пунцагдулам.Б, Лодой.Т, Энхтүвшин.Р бусад, Монгол улсын нийслэл дулааны ачаалал тооцсон байдал. ШУА.ФТХ-ийн бүтээл. 35. 2008 он УБ,137-140 х.
- [3] Б.Ядамжав, Халаалт, агаар сэлгэлт, ном 2003он.

*Улаанбаатар хотын нөхцөлд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан...*

- [4] С.Сайнболд, Я.Авирмэд, Ч.Баасандорж, Нарны нийлбэр цацрагийн ангстремийн арга, эмпирик тогтмолуудыг дахин тооцоолсон үр дүнгүүдээс/50-58х, ФТХ бүтээл №42.2015/.
- [5] Б.Чадраа, Б.Мэндбаяр, С.Сайн болд, Ч.Баасандорж, Тайширын усан цахилгаан станцтай хослон ажиллах нарны цахилгаан станцын судалгаа /5-9х, Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences-2015/.
- [6] С.Сайнболд, Ч.Баасандорж, Я.Авирмэд, Б.Чадраа, Нарны нийлбэр цацрагийн тооцооны ангстреми арга, /Хүрэл тогоот эрдэм шинжилгээний бага хурал-2015/.
- [7] Emerson Liebert inverter's brochure, data sheet
- [8] SBS Tubular Gel battery brochure.
- [9] ESS. Shastry: Project files of Off-grid and On-Grid SPV stations.
- [10] <http://www.ubedn.mn/index.php/public/newsshow/id/514>

**STUDY OF ECONOMICALLY AND TECHNICALLY OF  
STAND-ALONE SOLAR SYSTEM CAN PROVIDE OF THE  
HEATING SINGLE HOUSE IN ULAANBAATAR**

**Molor Sh.\* , Mendbayar B., Munguntsatsral B., Galbaatar T.**

*Department of Technology,  
Institute of Physics and Technology, MAS*

**Abstract**

*The performance of evacuated tube collectors comprising heat pipes for the purpose of space heating in Ulaanbaatar, Mongolia has been studied. The goal of the study was to find economically viable and technically sound solution to supply heating to a typical single family brick house under the harsh climatic conditions of central Mongolia without polluting the air by coal burning. It is shown that the stand-alone solar system can provide most of the heating, however in January and December additional electric heating is necessary to make the system financially solid.*

*Keywords: Heat loss, solar vacuum tube, PV*

\*e-mail: molorsh@mas.ac.mn

"Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг" сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



## АМЬНЫ СУУЦАНД СЭРГЭЭГДЭХ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ БИЕ ДААСАН ХАЛААЛТЫН СИСТЕМИЙГ АШИГЛАХ ТЕХНИК, ЭДИЙН ЗАСГИЙН БОЛОМЖ

Ш.Молор\*, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар  
ШУА, Физик, технологийн хүрээлэн  
[\\*molorsh@mas.ac.mn](mailto:molorsh@mas.ac.mn)

**Хураангуй:** Улаанбаатар хотын нөхцөлд нарны вакум коллектороор байр, орон сууцыг халаах боломжийг судаллаа. Энэхүү судалгаагаар Монгол улсын эрс тэс уур амьсгалд амины орон сууцанд бие даасан нарны вакум коллекторыг халаалтанд ашигласнаар гарах эдийн засаг болон хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх эерэг нөлөөллийг судалсан. Бие даасан нарны вакум коллектор бүхий халаалтын систем нь нарны зайтай хослон ажиллана.

**Түлхүүр үг:** Дулааны алдагдал, нарны вакум коллектор, нарны зай

### I. ОРШИЛ

2017 оны байдлаар Улаанбаатар хотод 394732 өрх байгаагийн 215156 нь гэр хороололд буюу байр, орон сууцныхаа дулааныг уламжлалт арга болох зууханд нүүрс шатааж шийдэж байна [1]. Гэр хороололд байгаа 215146 өрхийн 112770 өрх нь хувийн байшинд амьдарч байна. Бид энэхүү ажилд гэр хорооллын дийлэнх хувь болох 52.4 %-ийг эзэлж байгаа 112770 өрхийн халаалтыг байгаль орчинд сөрөг нөлөөгүй цэвэр эрчим хүчээр хангах техник, эдийн засгийн боломжийг судлав.

Монгол орон нь жилийн 365 хоногийн 280-300 өдөрт цэлмэг цаг агаартай байдаг нь нарны энергийг ашиглах бүрэн боломжийг олгож байгаа юм. Тиймээс манай оронд нарны энергийг цахилгаан эрчим хүчинд хувирган, ашиглаад олон жил болж байна. Харин нарны эрчим хүчийг дулааны эрчим хүчинд хувирган ашиглах нь манай орны хүйтэн цаг уурын улмаас тодорхой нөхцөлд боломжтой юм [2].

Энэхүү судалгаанд Улаанбаатар хотын гэр хорооллын байр сууцанд нарны вакум коллектор бүхий халаалтын системийн технологийг нэвтрүүлэх техник, эдийн засгийн боломжийг судалсан ба энэ нь Улаанбаатар хотын утааг бууруулахад ач холбогдолтой байх эсэхийг сонирхож байгаа юм.

**Энэхүү ажлын зорилго нь:**

- Төвлөрсөн халаалтын системээс алслагдсан амины орон сууцны дулаан хангамжийн асуудлыг байгаль экологид ээлтэйгээр шийдвэрлэх техникийн шийдлийг олох
- Эрс тэс уур амьсгалтай Монгол орны нөхцөлд барилгын дулаан хангамжид халаалтын пассив технологийг ашиглах оновчтой хувилбарыг боловсруулах



## ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

- Байр сууцны халаалтанд сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрийг ашигласнаар гарах эдийн засаг, экологийн үр ашгийг үнэлэхэд чиглэгдэв.

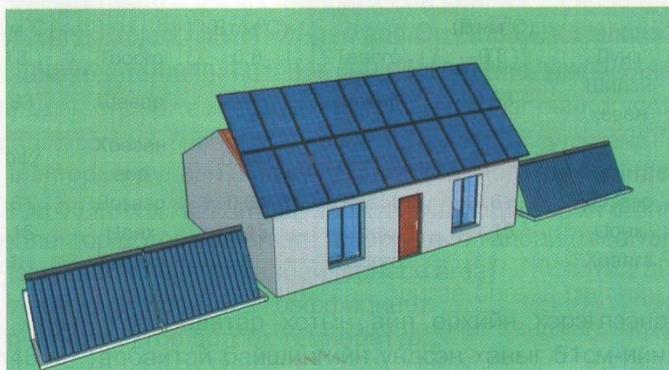
Айл өрхийн дундаж хэмжээний байшингийн халаалтыг нарны энергийг ашиглан, сэргээгдэх эрчим хүчний технологи болох нарны вакум коллектор болон нарны зай ашиглан хангахаар тооцов. Энэхүү систем нь байгаль орчинд ямар нэгэн сөрөг нөлөөгүйгээс гадна хүний амьдрах орчинд ямар ч аюулгүй систем юм.

Улаанбаатар хотын хувийн байшинтай (50-100м<sup>2</sup>) айл өрхийн дийлэнх хувь нь барилгын ямар нэгэн стандарт, норм дүрмийн дагуу баригдаагүй байгаа нь эдгээр айл өрхийн байшин дулааны маш их алдагдалтай түүнийхээ улмаас байшингийнхаа халаалтанд их хэмжээний энерги (түүхий нүүрс шатаах) зарцуулж байгааг судалгаанууд үзүүлж байна.

Тиймээс эхний шатанд бид айл өрхийн хувийн байшингийн дулааны алдагдлыг багасгаж, байшингийн хаших хийц материалыг норм дүрмийн дагуу барьснаар Монгол орны уур амьсгалд тохирсон сэргээгдэх эрчим хүчний технологиор байр, орон сууцаа халаах боломжтой шийдлийг судаллаа.

## Судалгааны объект

Дундаж талбайтай байшингийн дулааны ачааллаас хамааран нарны зайтай (PV), нарны вакум коллектор болон дулаан хуримтлуур хосолсон халаалтын системийг сонгон авлаа.



Зураг 1. Нарны вакум коллектор болон PV хосолсон халаалтын

системтэй байшин

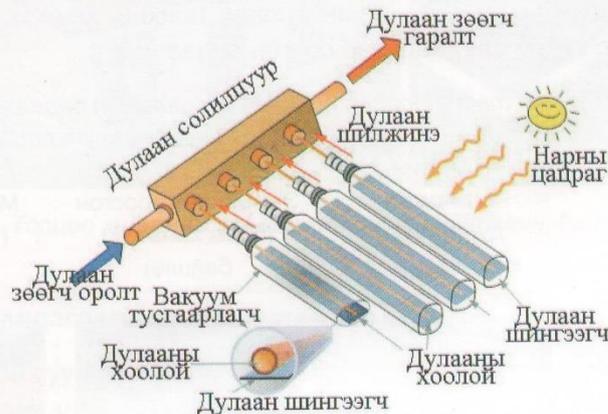
## Нарны вакум коллектор

Вакум коллектор нь нарны цацрагийн энергийг шууд дулааны энергид хувиргадаг. Зах зээл дээр байгаа нарны вакум коллекторууд нь ойролцоогоор 70%-ын ашигт үйлийн коэффициент байдаг. Энэ нь нарны дэлгэц буюу PV-ээс

“Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



даруй 4 дахин илүү бүтээмжтэй гэсэн үг юм. Ажиллах ерөнхий зарчмыг Зураг 2-аас харна уу. Вакум коллектор нь хүйтэн уур амьсгалд хавтгай коллектороос илүү зохицсон учир сонгосон болно.



Зураг 2. Нарны вакум коллектор, ажиллагааны бүдүүвч.

Хэдийгээр нарны вакум коллектор нь өндөр бүтээмжтэй технологи боловч байр сууцны дулаан хангамжийг дангаараа хангахад хэтэрхий өндөр өртөг шаардагддаг тул өөр бусад халаалтын төрлүүдтэй хослуулан оновчтой чадлыг сонгож хэрэглэдэг [4]. Бусад халаалтын төслүүдээс ялгагдах нэг зүйл нь нарны халаалтын систем дулааны хуримтлууртай байдаг. Ингэснээрээ өдрийн туршид дулааныг хуримтлуулж, наргүй болсон үед ашиглах боломж олгоно.

Нарны вакум коллекторыг 10-15 жил ашиглах бүрэн боломжтой гэж үздэг юм. Механик гэмтлээс үүдэн зарим нэг коллектор хагарч гэмтэхэд, зөвхөн гэмтэлтэй коллекторыг солих бусдыг нь солихгүй ашиглах боломжтой нь нэгэн давуу тал юм. Зарим нэгэн урсгал засвар өөрчлөлтүүдийг хийснээр системийн насжилт 15 жил хүрнэ.

### Нарны зай (PV)

Халаалтын улиралд байшингийн дулааны ачааллыг хангах зорилгоор өдрийн цагаар халаалтын системийг нарны вакум коллектор хангаж байгаа бол өглөө болон оройн цагаар дулааны хуримтлуурт байгаа усыг нарны зай, цэнэг хуримтлуур хосолсон системээр хангахаар тооцов.

### II. АРГАЗҮЙ

Улаанбаатар хотын төвлөрсөн дулаанд холбогдоогүй айл өрхийн дундаж байшинг 8x6 метрийн харьцаатай 48м<sup>2</sup> талбайтай 2,4м-ийн өндөртэй байшин байна гэж тооцоо хийлээ. Тооцоонд 48м<sup>2</sup> талбайтай байшинг энгийн



ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

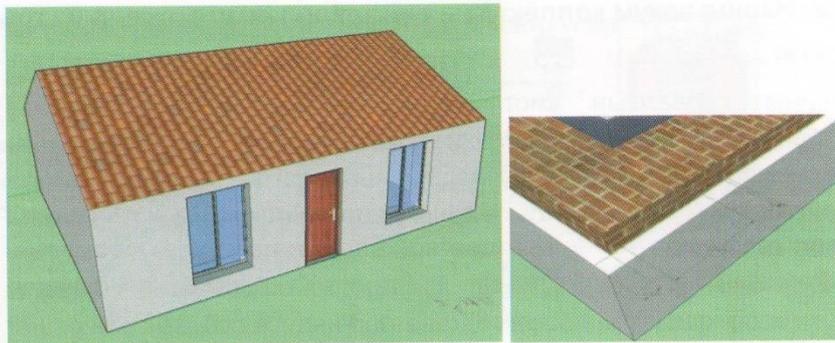
дан тоосгон (51см ханатай) байшин, 5 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшин, модон байшин (24см палкан ханатай) болон 10 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшингууд дээр харьцуулан тооцлоо. Байшингийн материалуудыг дулааны алдагдал багатай байхаар дулаалгын материал, ханын зузаан, цонхны хэмжээ болон цонхны шилийг 3 давхар вакум шил байхаар сонгон авлаа.

Хүснэгт1. Дундаж талбайтай 4 төрлийн байшингийн барилгын материалын дулаан дамжуулалтын коэффициент

10 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшин		5 см-ийн зузаантай дулаалгын хөөсөнцөртэй тоосгон байшин		Энгийн дан тоосгон (51см ханатай) байшин		Модон байшин (25см дүнзэн ханатай)	
Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>0</sup> С)	Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>0</sup> С)	Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>0</sup> С)	Барилгын материал	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м <sup>0</sup> С)
Тоосго	0,8	Тоосго	0,8	Тоосго	0,8	Дүнз	0,17
Шавар	0,93	Шавар	0,93	Шавар	0,93	Шилэн хөвөн	0,04
Хөөсөнцөр	0,042	Хөөсөнцөр	0,042				
Дээвэр	0,61	Дээвэр	0,61	Дээвэр	0,61	Дээвэр	0,61
Цонх	1,15	Цонх	1,15	Цонх	1,15	Цонх	1,15
Хаалга	1	Хаалга	1	Хаалга	1	Хаалга	1

Бидний хувьд Улаанбаатар хотын айл өрхийн хэрэглээнд ихэвчлэн ашиглагддаг 48 м<sup>2</sup> талбайтай байшингийн үндсэн ханыг 51см-ийн зузаантай тоосгон хана, гадна талаараа 10 см-ийн зузаан хөөсөнцрөөр дулаалсан байшин дээр тооцоо хийлээ.

“Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



Зураг 3. Тооцоо хийсэн 8х6 м-ийн харьцаатай байшин, байшингийн ханын үечлэл

### 2.1 Дулааны алдагдал тооцсон аргачлал

Байр орон сууцны дулааны алдагдлыг тооцохдоо тухайн байрын дээвэр, хана, шал, сийгэлтийн дулаан алдагдал болон дулааны алдагдлуудын нэмэлтийг тооцон тухайн байшингийн нийт дулааны алдагдлыг тооцно.

#### Хаших хийцээр алдагдах дулааны алдагдал

$$Q_{\text{х.алд}} = F_i \cdot k_i \cdot (t_d - t_r) \quad (1)$$

Энд:  $k_i$ - хаших хийцийн дулаан дамжуулалтын коэффициент,  
 $F_i$ - хаших хийцийн дулаан дамжуулах гадаргуугийн талбай,  
 $t_d, t_r$ - гэрийн дотор ба гадна агаарын температур,

#### Зай завсраар алдагдах инфльтрацийн дулааны алдагдал

$$Q_{\text{ин.алд}} = C_p \cdot \rho \cdot n \cdot V_i \cdot (t_d - t_r) \quad (2)$$

Энд:  $C_p$ -агаарын дулаан багтаамж,  
 $\rho$ - агаарын нягт,  
 $n$ - агаар сэлгэлтийн тоо;  
 $V_i$ - байшингийн эзлэхүүн,

#### Зүг чигийн нэмэгдэл

Босоо болон налуу байрласан хийцийн хандсан чиглэлээс хамааран 10% хувиар авна.

#### Салхины нэмэгдэл

Орон нутгийн улирлын тооцооны хурд 5м/с хүртэл байхад салхинаас хамгаалагдсан хийцэд нэмэгдэл нь 5%, салхинаас хамгаалагдаагүй хийцэд 10% байна. Хэрэв салхины хурд нь 5-10м/с бол дээрх нэмэгдлийг 2 дахин, салхины хурд нь 10м/с –ээс илүү бол дээрх нэмэгдлийг 3 дахин ихэсгэж авна [3].



## 2.2 Нарны вакум коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүчийг тооцсон аргачлал

Нарны халаалтын системийн онолын тооцоог хийхдээ нарны коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүч, халаах объектын дулааны ачааллыг тооцож, нэмэлт дулааны эх үүсвэрээс шаардагдах энергийг тодорхойлов. Коллекторын нэгж талбайд ирэх нарны цацрагийн энергийг Angstrom-Preseco-ын аргаар тооцлоо.

$$\frac{H_{\text{бодит}}}{H_{\text{боломжит}}} = a + b \frac{S}{S_0} \quad (3)$$

Энд:

$H_{\text{бодит}}$  - өдрийн цацрагийн бодит утга

$H_{\text{боломжит}}$  - өдрийн цацрагийн боломжит утга

$a, b$  – эмпирик тогтмолууд

$S$  – нар гийгүүлэх дундаж хугацааны олон жилийн хэмжилтийн утга

$S_0$  - өдрийн уртын дундаж утга

$a, b$  эмпирик тогтмолуудыг [5] газар нутгийн байршлаас хамааруулан цаг уурын бүсүүдийн ангилалд харгалзуулах эсвэл өөр өөр газрын олон хэмжилтийн станцын өгөгдөл дээр ажилласны дүнд эмпирик корреляци гаргаж олох зэрэг олон аргуудаар тодорхойлж болно.

Вакум тусгаарлагчтай, дулааны гуурсан хоолойт, селектив гадаргуутай нарны коллекторын үйлдвэрлэх ашигтай дулааны хэмжээг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлсон болно.

$$Q_u = F_R A_S \left[ S - \frac{A_r}{A_s} U_L (T_r - T_a) \right] \quad (4)$$

Энд:

$F_R$  - коллекторын дулаан шилжүүлэх фактор (heat removal factor)

$S$  - хүлээн авагчийн нэгж талбайд шингэж буй нарны цацрагийн энерги

$A_r$  – коллектор доторх шингээгч гадаргуугын талбай (receiver area)

$A_s$  - хүлээн авагчийн нийт талбай (surface area)

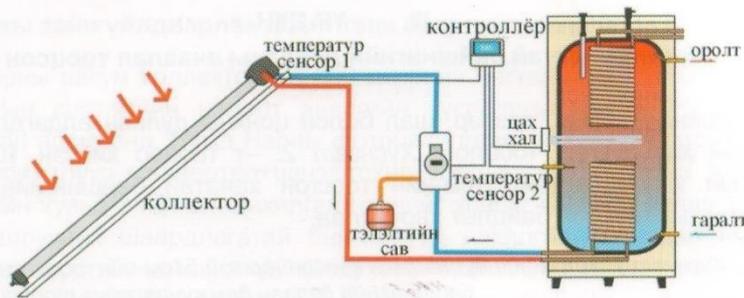
$U_L$  - дулаан дамжуулалтын коэффициент

$T_r$  - нарны коллектор доторх температур

$T_a$  - орчны температур

Тооцоонд ашигласан нарны халаалтын систем нь вакум тусгаарлагч хоолойтой, дулааны гуурс бүхий 120 ширхэг нарны коллектор, 500 л багтаамжтай дулааны хуримтлуур, нэмэгдэл дулааны эх үүсгүүр (цахилгаан халаагуур 3 кВт) зэргээс бүрдэнэ. Нарны коллектор нь БНХАУ-ын TZ58/1800-R төрлийн коллекторын [6] 30 ширхэгтэй 4 секцээс бүрдэнэ гэж үзлээ.

“Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



Зураг 4. Дулаан хуримтлууртай нарны вакуум коллекторын ажиллах зарчим

### 2.3 Нарны зай+ цэнэг хуримтлуур+ инвертэр+ цэнэг тохируулагч системийг сонгосон аргачлал

Цахилгаан хэрэглээ болон ачааллыг тооцон, шаардлагатай нарны панелийн чадлыг тогтоож, инвертерийн чадал, системийн загварыг гаргана.

#### Системийн нийт шаардлагатай панелийн чадал

$$\text{Панелийн чадал} = \frac{\text{нийт цах.ачаалал}}{\text{нарны.цац} \times AC/DC \text{ алдагдал}} \quad (5)$$

Мөн түүнчлэн нарны фотоцахилгаан системийн нийт энергийн үйлдвэрлэлийг тогтооход AC/DC нормчилсон нийт алдагдлыг тооцох шаардлагатай бөгөөд кабель шугамын алдагдал, тоосжилт, температурын өсөлтийн алдагдал болон инвертэрийн ашигт үйл зэргийг ашиглан тооцно.

#### Цуваа хэлхээнд холбогдох панелийн тоо

$$\text{Панелийн тоо (боломжит дээд хязгаар)} = \frac{\text{inverter } V_{oc}}{\text{panel } V_{oc}} \quad (6)$$

$$\text{Мак. панелийн тоо} = \frac{\text{инвертер } V_{mpp.max}}{\text{панел } V_{mpp.max}} \quad (7)$$

$$\text{Мин. панелийн тоо} = \frac{\text{инвертер } V_{mpp.min}}{\text{панел } V_{mpp.min}} \quad (8)$$

Цуваа хэлхээнд холбогдох панелийн тооноос хамааран зэрэгцээ хэлхээнд холбогдох панелийн тоо тогтоогдоно.

#### Батарейн багтаамжийг сонгох

$$\text{Батарейн багтаамж} = \frac{\text{Нийт цахил.ачаалал} \times \text{Дарааосон наргүй өдрийн тоо}}{\text{баттерайн хүчдэл} \times \text{цэнэг алдалтын гүн} \times \text{баттерайн АУК} \times \text{инвертерийн АУК}} \quad (9)$$

Цэнэг тохируулагчийг нарны панелийн нийт богино холбоотой гүйдлийн  $I_{SC}$  утгыг ашиглан тодорхойлно [7-9].

$$\text{цэнэг. тохи} - \text{н чадал} = 1,3 \times I_{SC} \quad (10)$$



### III. ҮР ДҮН

#### 3.1. 8x6 –ийн харьцаатай байшингийн дулааны ачаалал тооцсон үр дүн

Байшингийн хана, дээвэр, шал болон цонхны дулаан алдагдлын нийт талбайтай харьцуулан тооцлоо. Хүснэгт 2. –т тооцоо хийсэн 10 см-ийн дулаалгын хөөсөнцөртэй 51см-ийн тоосгон ханатай байшингийн дулаан дамжуулалтыг тооцсон байдлыг харууллаа.

Хүснэгт 2. 10 см-ийн дулаалгын хөөсөнцөртэй 51см-ийн тоосгон ханатай байшингийн дулаан дамжуулалтыг тооцсон байдал

Барилга хийц					
Хана	Материал	Зузаан (метр)	Дулаан дамжуулалтын коэффициент (Вт/м °С)	Хананы дулааны эсэргүүцэл	Дулааны дамжуулалтын коэффициент (м <sup>2</sup> °С/Вт)
	Тоосго	0.51	0.8	0.64	0.31
	Шавар	0.02	0.93	0.02	
	Хөөсөнцөр	0.1	0.042	2.38	
Дээвэр	Мод	0.04	0.17	0.24	2.13
	Шилэн хөвөн	0.05	0.04	1.25	
Хаалга	Төмөр				1
Цонх	Вакум цонх				1.15

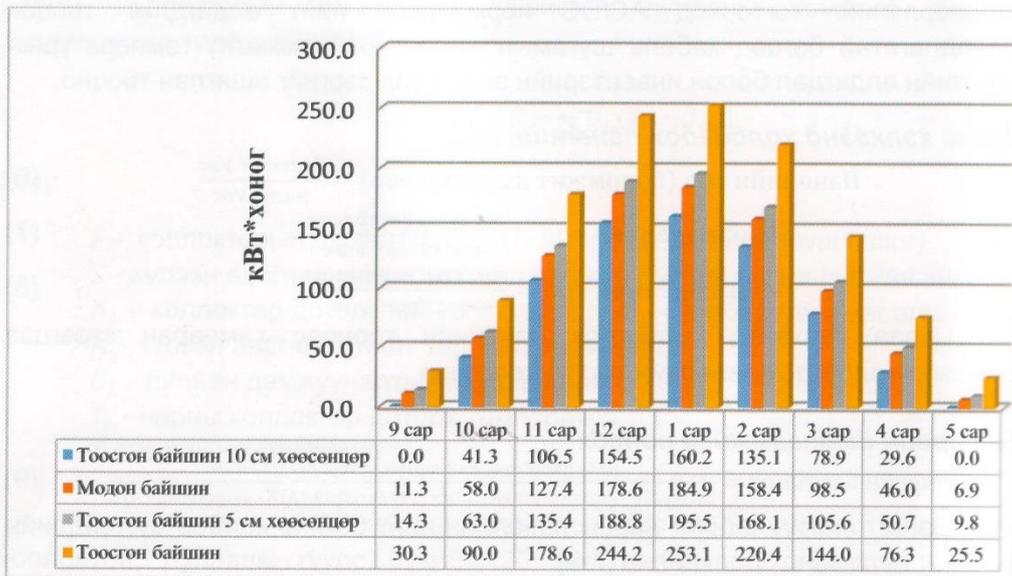


График 1. 48 м<sup>2</sup> талбайтай байшингийн халаалтын улиралд шаардагдах дулаан

“Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



### 3.2 Нарны зайн үйлдвэрлэх цахилгаан энергийг тооцсон үр дүн

Нарны вакуум коллектортой 500 литрийн багтаамжтай усны танк бүхий халаалтын системийн нэмэлт энергийн үүсгүүрээр нарны PV системийг хослуулан ашиглана. Иймд Нарны фотоцахилгаан үүсгүүрийн систем нь PV+ цэнэг хуримтлуур + инвертер+цэнэг тохируулагч зэргээс бүрдэнэ. Халаалтын системийн хувьд 3 кВт-ын цахилгаан тенийг хоногт хамгийн ихдээ 12 сард 9 цаг ажиллуулах шаардлагатай байгаа тул цахилгаан ачаалал нь 3 кВт, цахилгаан хэрэглээ нь хоногт 27 кВт.ц/хоног байна. Энэхүү хэрэглээг хангахын тулд 20 ширхэг 320 Вт-ын чадалтай нарны панель, 6 кВт-ын инвертер, 2 В-ын 60 ширхэг 729 Ац-ын багтаамжтай батарей, 57 А-ын цэнэг тохируулагч бүхий системийг нэмэлт энергийн үүсгүүр болгон ашиглаж болно.

Хүснэгт 3. DC-AC нормчилсон нийт алдагдал

Төрөл	Алдагдал	АҮК
АС кабелийн алдагдал	0.01	0.99
Инвертер	0.09	0.91
Цэнэг тохируулагч	0.07	0.92
Mismatch	0.01	0.99
Диод болон холболтын	0.005	0.995
DC шугам	0.02	0.98
Тоосжилтын	0.03	0.97
Системийн боломжит	0.01	0.99
Температурын өсөлтөөс	0.09	0.91
<b>DC-AC нийт алдагдал</b>	<b>0.699</b>	

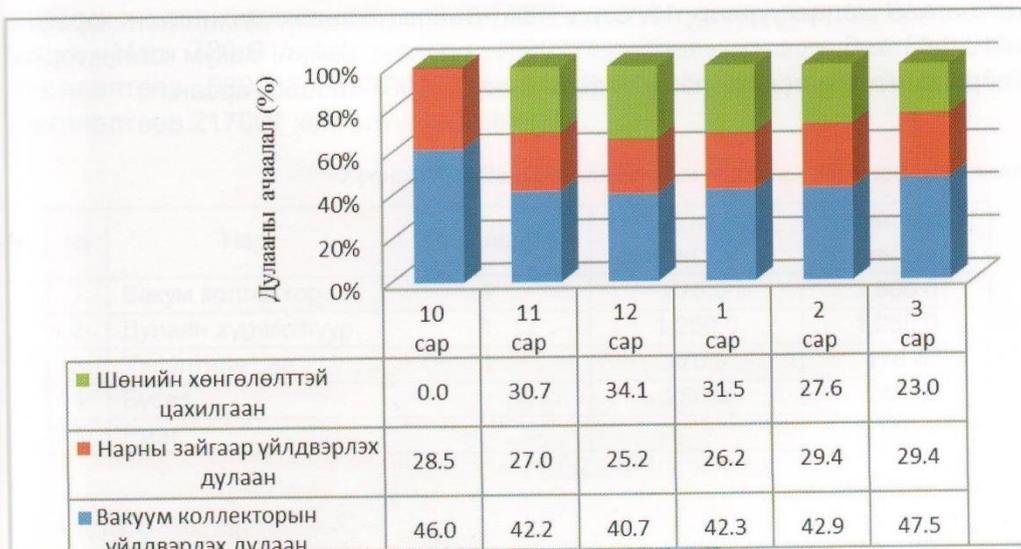


График 2. 48 м<sup>2</sup> талбайтай байшингийн дулааны ачааллыг нарны вакуум коллектор, нарны зай (PV)болон шөнийн цахилгаанаар хослон хангах баланс



### 3.3 Эдийн засаг, үр ашгийн тооцоо

#### 3.3.1 Нарны вакуум коллектороор хангах боломж

Улаанбаатар хотын айл өрхийн 220В-ын хүчдэлтэй хэрэглэгчид 11 сараас 1-ээс 3 сарын 31 хүртэл шөнийн цахилгаан хэрэглээг оройн 21 цагаас 06 цагийн хооронд сарын хэрэглээний 700 кВт/ц хүртэл 100% хөнгөлж, үлдсэн хэрэглээг 50% хөнгөлж байна. Айл өрхийн 380В-ын хүчдэл хэрэглэгчид энэ хугацаанд 1500кВт/ц хүртэл 100% хөнгөлж, үлдсэн хэрэглээг 50% хөнгөлүүлж байна. Энэ тооцоогоор вакуум коллектортой айлын хэрэглээг доор жишээ болгон 10 болон 1-р сарын үр дүнг харууллаа.

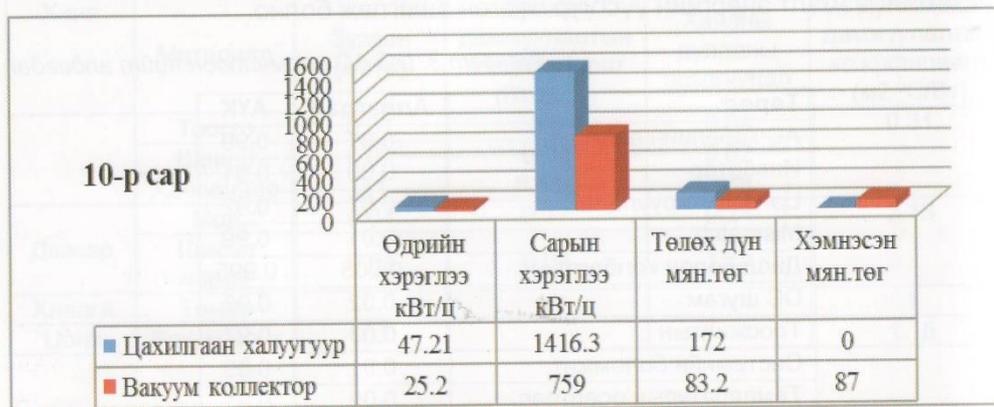


График 3. 10-р сард нарны вакуум коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүч

Цахилгаан халаагуураар 10 сард 48м<sup>2</sup> байрыг халаах цахилгаан хэрэглээ 1416,3 кВт/ц буюу сарын төлбөр 172000₮ төлөхөөр байна. Вакуум коллектортой байрны цахилгаан хэрэглээ 759кВт/ц буюу 83200₮ тооцоо гарсан.

“Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл

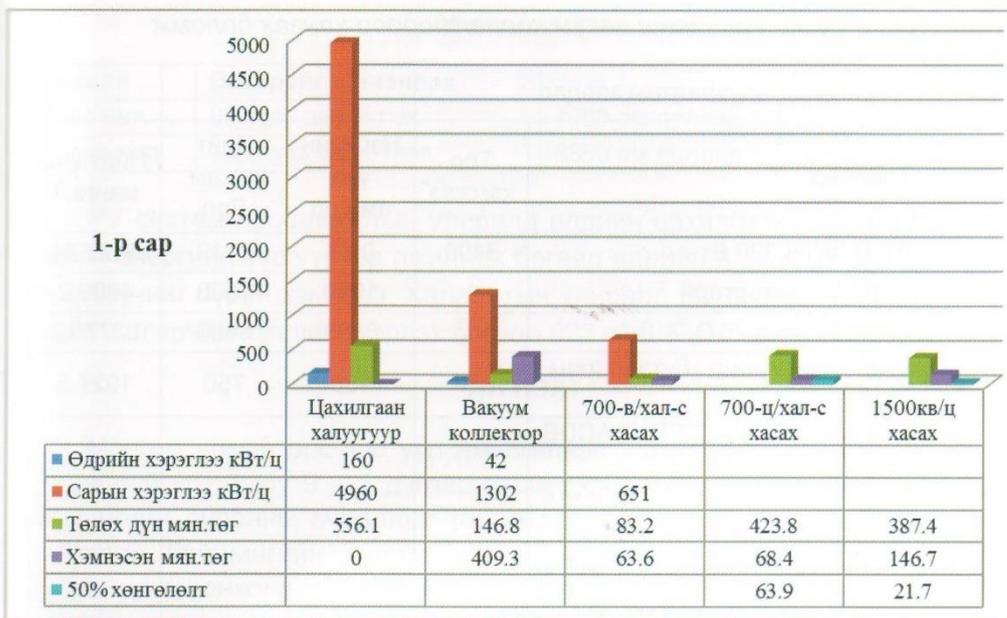


График 4. 1-р сард нарны вакум коллекторын үйлдвэрлэх эрчим хүч

Цахилгаан халаагуураар 1 сард 48м<sup>2</sup> байрыг халаах цахилгаан хэрэглээ 4960 кВт/ц буюу сарын төлбөр 556100₮ төлөхөөр байна. Вакум коллектортой байрны цахилгаан хэрэглээ 1302кВт/ц буюу 146800₮ тооцоо гарсан. Хөнгөлөлтөд хамрагдах вакум коллектортой айл шөнийн хэрэглээг /63600₮/ бүрэн хөнгөлүүлж байна. Харин 220В-ын хүчдэл хэрэглэгч айл өрх 68460₮, 380В-ын хүчдэл хэрэглэгч айл өрх 146700₮-өөр тус тус хөнгөлүүлэх боломжтой билээ. Мөн 700кВт/ц-аас илүү гарсан цахилгаан хэрэглээний 50%-ийн хөнгөлөлтөөр 63900₮, 1500кВт/ц-аас илүү гарсан хэрэглээний 50%-ийн хөнгөлөлтөөр 21700₮ хөнгөлүүлж байна[10].

Хүснэгт 4: Вакум коллекторын анхны хөрөнгө оруулалт

№	Нэр	Тоо/ширхэг	Үнэ /мян.төг/	Нийт үнэ /мян.төг/
1	Вакум коллектор	4	875.0	3,500.0
2	Дулаан хуримтлуур	1	1,250.0	1,250.0
3	Тэлэлтийн сав	1	170.0	170.0
4	Бусад		250.0	250.0
5	Нийт			5,170,0



ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

3.3.2 Нарны зай болон нарны вакуум коллектороор хангах боломж

Хөрөнгө оруулалтын зардал					
Д/Д	Тайлбар	Тоо хэмжээ	Нэгжийн үнэ ам.дол	Нийт үнэ ам. Дол	Нийт үнэ мянга.₮
1	PV модуль 320 Вт	6400	0.33	2112	5427.84
2	6 кВт-ын инвертер	1	1560	1560	4009.2
3	батарей банк 96 В, 710 Ац	1	8860	8860	22770.2
4	модулийн гадна бүтэц (рам, суурь)	5	150	750	1927.5
5	DCDB with MCB, SPD & ACDB with MCB & SPD	ком	350	350	899.5
6	модулийг параллель холбоход шаардагдах кабель утас				
7	Инвертертэй холбох кабель утас				
8	батарей банкиг цэнэг тохируулагчтай холбох кабель утас				
9	АС кабель утас, чадал 25 А, 3 утастай				
10	нэмэлт хэрэгслүүд				
11	газардуулга				
12	Гэрэлтүүлгийн нэмэлт хэрэгслүүд	1	200	200	514
14	гэрэлтүүлгийн хамгаалалт				
15	Нийт зардал			13832	35548.24

PV модулийн үнийг суурилагдсан 1 Вт төхөөрөмжийн үнэ 0,33 ам.доллар байхаар харин цэнэг хуримтлуурын үнийг дэлхийн зах зээл дээрх хамгийн хямд үнэ болох 1 кВт.ц-ийн 130 ам.доллороор тооцсон. Уг системийн хувьд цэнэг хуримтлуурын зардал PV системийн нийт хөрөнгө оруулалтын 65 хувийг эзэлж байна.

**PV системийн зардал:** Бидний сонгосон батарейн техникийн үзүүлэлтээр хувийн цэнэг алдалт стандарт нөхцөлд сард 2 %, 1800 циклтэй мөн чадлын хадгалалт нь 9 жилийн дараа 80 %-д хүрэхээр байна . Иймд цэнэг хуримтлууртай PV системийн ажиллах 25 жилийн хугацаанд нийтдээ 2 удаа шинэчлэх эсвэл сайжруулах шаардлагатай болж байна.

“Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



Хүснэгт 5. PV системийн эдийн засгийн хэмнэлт

Хугацаа	Батарейг шинэчлэх	Зардал
9 дөх жил	80 хувь шинэчлэх	7088 ам.доллар = 18216 мян.₮
17 дөх жил	100 хувь шинэчлэх	8860 ам.доллар = 22770 мян.₮

PV систем нь халаалтын улиралд өдрийн цахилгааны хэрэглээг хангах нэмэлт энергийн үүсгүүрээр ажиллах бөгөөд өдрийн цагт хэрэглэх цахилгаан эрчим хүчийг бүрэн хэмнэнэ. Халаалтын улиралд PV систем нь 5149,6 кВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх бөгөөд 623 мян.₮-ийг хэмнэх боломжтой.

### ДУГНЭЛТ

Монгол улсын эрс тэс уур амьсгалаас хамаарч халаалтын улирал нь харьцангуй урт буюу 9 – 5 дугаар сарын хооронд үргэлжилдэг. Бид дундаж байшингийн дулааны ачааллыг тооцохдоо дулааны ачааллыг бага байлгах зорилгоор байшингийн дулаалгын хөөсөнцрийн зузааныг 10 см-ээр мөн өдрийн цагт цонхоор нарны энерги их нэвтрэх мөн шөнийн цагаар цонхоор алдагдах дулааны алдагдал хамгийн бага байхаар сонгон авсан. Ингэснээр Улаанбаатар хотын жилийн дундаж температур болон нарны нийлбэр цацрагаас хамааран байшингийн дулааны ачааллыг бууруулж чадсанаар халаалтын улиралыг 10 – 4 сарын хооронд үргэлжлүүлэх боломжтойг харууллаа.

Вакум коллектор нь анхны хөрөнгө оруулалт өндөр хэдий ч ашиглалтын зардал цахилгаан халаагуураас жилдээ 1548.6 мян.төгрөгөөр бага байх тооцоо гарсан. Цахилгаан халаагуураар халдаг айл жилдээ 2339.9 мян.төг гарсан ба 120 ширхэг бүхий 4 сет Вакум коллектороор дулаанаа шийдэхэд 791.3 мян.төг болж буурсан. Халаалтын улиралд 48м<sup>2</sup> байшинтай айл өрх нь 5 тонн буюу 750.0 мян.төг-ийг түүхий нүүрс худалдан авахад зарцуулдаг. Энэ нь Вакум коллектортой айлын жилийн цахилгааны төлбөртэй тэнцүү байгаа нь Нарны вакум коллектор нь байгаль орчин болоод Эдийн засгийн хувьд өндөр ач холбогдолтойг харуулж байна. Мөн вакум коллектор тавьснаар 5 тонн нүүрснээс ялгарах 9,15 тонн нүүрсхүчлийн хийг (CO<sub>2</sub>) ялгаруулахгүйгээр халаалтаа шийдэх боломжтой байна. Мөн айл өрх байшингаа дан цахилгаанаар халаах үед энгийн тоолууртай бол 2339.9 мян.төг, 2 тарифтай тоолууртай үед 1836.0 мян.төг жилд цахилгааны төлбөрт өгөх байсан бол бидний энэ халаалтын систем жилд 791.3 мян.төг болгон бууруулах боломжтой.

Халаалтын системийн хувьд 3 кВт-ын цахилгаан тенийг хоногт хамгийн ихдээ 12 сард 9 цаг ажиллуулах шаардлагатай байгаа тул цахилгаан ачаалал нь 3 кВт, цахилгаан хэрэглээ нь хоногт 27 кВт.ц/хоног байна. Энэхүү хэрэглээг хангахын тулд 20 ширхэг 320 Вт-ын чадалтай нарны панель, 6 кВт-ын инвертер, 2 В-ын 60 ширхэг 729 Ац-ын багтаамжтай батарей, 57 А-ын цэнэг



тохируулагч бүхий системийг нэмэлт энергийн үүсгүүр шаардлагатай нь харагдаж байна.

Энэхүү судалгаанд хэрэглэсэн системүүд нь овор хэмжээ ихтэй зэрэг дутагдалтай тул, цаашид гүнзгийрүүлэн техникийн болон ялангуяа эдийн засгийн хувьд амьдралд нэвтрүүлж болох шийдлийг бид хайна.

#### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. <http://ubstat.mn/JobTables.aspx>
- [2]. Пунцагдулам.Б, Лодой.Т, Энхтүвшин.Р бусад, Монгол улсын нөхцөлд дулааны ачаалал тооцсон байдал. ШУА.ФТХ-ийн бүтээл. '35. 2008 он УБ,137-140 х.
- [3]. Б.Ядамжав, Халаалт, агаар сэлгэлт, ном 2003он
- [4]. С.Сайнболд, Я.Авирмэд, Ч.Баасандорж , Нарны нийлбэр цацрагийн ангстремийн арга, эмпирик тогтмолуудыг дахин тооцоолсон үр дүнгүүдээс/50-58х, ФТХ бүтээл №42.2015/
- [5]. Б.Чадраа, Б.Мэндбаяр, С.Сайнболд, Ч.Баасандорж ,Тайширын усан цахилгаан станцтай хослон ажиллах нарны цахилгаан станцын судалгаа /5-9х, Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences-2015/
- [6]. С.Сайнболд, Ч.Баасандорж, Я.Авирмэд, Б.Чадраа, Нарны нийлбэр цацрагийн тооцооны ангстреми арга, /Хүрэл тогоот эрдэм шинжилгээний бага хурал-2015/
- [7]. Emerson Liebert inverter's brochure, data sheet
- [8]. SBS Tubular Gel battery brochure
- [9]. ESS. Shastry: Project files of Off-grid and On-Grid SPV stations
- [10]. <http://www.ubedn.mn/index.php/public/newsshow/id/514>

“Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



## НАРНЫ ЦАХИЛГААН СТАНЦЫН ЭДИЙН ЗАСГИЙН ШИНЖИЛГЭЭ ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС

Б.Мөнгөнцацрал\*, Т.Галбаатар, Б.Мэндбаяр, Ш.Молор  
Шинжлэх ухааны академи, Физик Технологийн Хүрээлэн  
\*munguntsatsralb@mas.ac.mn

**Хураангуй:** Эх үүсвэрүүдийг эрчим хүч үйлдвэрлэлтээр нь харьцуулах нь дутагдалтай боловч эдийн засгийн үзүүлэлтээр нь харьцуулах нь улс орны хувьд ч, хөрөнгө оруулалтын хувьд ч нэн чухал юм.

Нарны эрчим хүчний технологийн хурдацтай хөгжлийн хүрээнд нарны панелийн 1 кВт-ын үнэ тогтмол буурсаар байгаа нь хөрөнгө оруулалтын зардлыг багасгаж байна. Энэхүү судалгааны ажилд нарны цахилгаан станцын эдийн засгийн шинжилгээг хийж, төслийн дотоод өгөөж, борлуулалтын тарифын харьцуулалтыг авч үзсэн.

### ОРШИЛ

Технологийн хурдацтай хөгжлийн хүрээнд сүүлийн жилүүдэд Нарны эрчим хүчний технологийн үйлдвэрлэлтийн өртөг хурдацтай буурсаар байна. Улмаар томоохон нарны цахилгаан станцуудын хөрөнгө оруулалтын өртөг, зардал ихээхэн багасаж байна. Энэ нь үйлдвэрлэсэн цахилгаан эрчим хүчээ хямд үнээр борлуулах боломж олгож байгаа ч, нөгөө талаас ашиглалтын үеийн алдагдлууд, эрчим хүчний хэрэглэгчийн нөхцөл байдал, үнэ тарифын зохицуулалт зэргээс улбаалан хөрөнгө оруулалтын үр ашиг муу байна. Иймд сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдийн эрчим хүчний үйлдвэрлэлт, эдийн засгийн үр ашгийн шинжилгээ судалгааг хийх нэн шаардлагатай байна.

Зарим хөрөнгө оруулагчид Монголд нарны станцын үнэ, тарифыг 0.095 \$/кВт.ц байхад төсөл хэрэгжүүлэх боломжтой гэж үзсэн харин Дэлхийн банкны хийсэн судалгаагаар манай улсын нөхцөлд эрчим хүч хуримтлуурын системгүй НЦС-ын тариф 0.064 – 0.081 \$/кВт.ц байх боломжтой гэсэн дүгнэлт гаргасан байдаг.

Бид энэхүү судалгааны ажилдаа хуримтлуургүй Нарны цахилгаан станцын эдийн засгийн шинжилгээг манай улсад ажиллаж байгаа томоохон УЦС-ын нэг болох Тайширын УЦС болон дизель станцуудтай харьцуулан судалж, эдийн засгийн өгөөж, эрчим хүчний үйлдвэрлэлт, борлуулалтын тарифын харьцуулалт хийлээ.

### Сэргээгдэх эрчим хүчний станцуудын өнөөгийн байдал

Монгол улсын эрчим хүчний гол эх үүсгүүр нь Дулаан-цахилгаан станц ба Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүр дотроос голчлон ус, нар, салхины энергийг түлхүү ашиглаж байгаа билээ. Дизель станцын хувьд улирлын чанартай 2-3 станц ажиллаж байна. “Эрчим хүчний талаар төрөөс баримтлах бодлого 2015-2030” бодлогын баримт бичигт (3.2.6.2 заалт) суурилагдсан хүчин чадалд



Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдийн нийт эзлэх хувийг 2020 онд 20 хувь, 2030 онд 30 хувь хүртэл нэгдүүлэх зорилт тавьсан [1]. Тэгвэл 2019 оны эхний улирлын байдлаар 18 хувьд хүрч, нэгдсэн цахилгаан эрчим хүчний сүлжээнд холбогдсон 8 усан цахилгаан станц (УЦС), 4 салхин парк, 2 нарны цахилгаан станц (НЦС) ажиллаж байна [2]. Үүнээс гадна ойрын хугацаанд ашиглалтад орох хэд хэдэн станцын төсөл хэрэгжиж байна.

НЦС хувьд манай улсад 10, 15 МВт хүртэлх чадалтай станцууд сүлжээнд холбогдон ажиллаж байна. Эдгээр станцууд нь зуны улиралд өдөрт 10 орчим цаг, өвөлдөө 6-8 цаг ажиллаж, жилд нийт 34.3 сая кВт.ц цахилгаан үйлдвэрлэсэн байна [2]. Сүлжээнд холбогдсон эдгээр НЦС-ууд нь хуримтлуурын системгүйгээр ажиллаж байна.

Томоохон УЦС-ын нэг болох Тайширын УЦС нь 11 МВт-ын суурилалдсан хүчин чадалтай. 3.45 МВт болон 0.65 МВт-ын нийт 4 Франсис төрлийн турбинтай, жилд 37 сая кВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх хүчин чадалтай. Төслийн нийт хөрөнгө оруулалт нь 41,6 сая ам.доллар [3]. Усан сангийн нийт эзлэхүүн нь 1030 сая м<sup>3</sup>, үүний 600 сая м<sup>3</sup> нь даралтыг үүсгэх зориулалтаар үйлдвэрлэлд ашиглагдах боломжгүй тул далайн түвшнээс дээш 1696 метрээс усан сангийн түвшинг доош оруулахгүйгээр тооцон жил бүрийн үйлдвэрлэх төлөвлөгөөгөө боловсруулан ажиллаж байна [3]. Нөгөө талаас Алтай-Улиастай Эрчим хүчний системийн хэрэглэгчдийн байдал, үнэ тарифын асуудал зэргээс үүдэн эдийн засгийн өгөөж муутай байгаа. Тайширын УЦС нь 2018 оны нэгдсэн дүнгээр нийт 25.3 сая кВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэсэн байна [2].

Харин дизель станцын хувьд манай улсад нэгдсэн сүлжээнд эрчим хүч нийлүүлдэг 3 станц улирлын чанартай ажилладаг бөгөөд 2018 оны нэгдсэн дүнгээр 3,56 сая кВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэсэн байна [2]. Дизель станцын урсгал зардал бусад эрчим хүчний эх үүсвэрүүдээс харьцангуй өндөр. Мөн ашигт үйлийн коэффициент нь маш бага буюу 38 хувь байдаг дутагдалтай талуудтай.

### Тооцооны арга зүй

НЦС-ын нийт энергийн үйлдвэрлэлтийг тооцоход AC/DC нормчилсон нийт алдагдал, кабель шугамын алдагдал, тоосжилт, температурын өсөлтийн алдагдал болон инвертэрийн ашигт үйл зэргийг ашигласан [4-5]. НЦС-ын нийт хөрөнгө оруулалтыг 1 кВт суурилагдсан чадалд дунджаар 1500 ам.доллар гэж авч үзлээ.

НЦС-ын жилийн дундаж цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэлтийг станц байрлах байршилд 45 градусын налуу гадаргуу дээр ирэх нарны цацрагийн өдрийн дундаж утга (4.637 кВт/м<sup>2</sup>\*өдөр)-аар тооцсон.

$$G = P_{SPV} \times n \times \eta_{SPV} \times I_{ave} \quad (7)$$

“Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



Энд:  $G$ - НЦС-ын энергийн жилийн дундаж үйлдвэрлэлт, кВт.ц,  
 $P_{SPV}$ - НЦС нийт чадал, кВт АС,  
 $n$ - Жилийн хоногийн тоо,  
 $\eta_{SPV}$ - НЦС-ын нийт ашигт үйлийн коэффициент,  
 $I_{ave}$ - Нарны цацрагийн өдрийн дундаж утга, кВт/м<sup>2</sup>\*өдөр

Тайширын УЦС хувьд эрчим хүчний үйлдвэрлэлтийг ЭХЯ-ны статистикийн өгөгдлөөс авсан. Тайширын УЦС нь 2018 оны нэгдсэн дүнгээр 25,3 сая кВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэсэн. 2014-2018 онуудын жилийн дундаж үйлдвэрлэлт нь 25,54 сая кВт.ц байна. Энэ нь анхны төлөвлөсөн утгаас 11,46 сая кВт.ц-аар бага юм.

Дизель станцын түлшний зарцуулалтын тооцоог хийхдээ хэрэглэгчийн хоногийн цахилгаан ачаалал, дизель генераторын техникийн өгөгдлийг тус тус [6-7] ашиглан тооцсон.

$$P_{DG} = F_{DG} \times Q_{DG} \quad (2)$$

Энд:  $P_{DG}$ - Дизель генераторын үйлдвэрлэх чадал, кВт;  
 $F_{DG}$ - Дизель генераторын түлшний зарцуулалт, л/ц;  
 $Q_{DG}$ - 1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэхэд шаардагдах дизель түлш, г/кВт.ц

**Эдийн засаг, хөрөнгө оруулалтын шинжилгээ**

Эдийн засгийн шинжилгээнд ханш, инфляцын тогтвортой байдлыг нь харгалзан төгрөгийн оронд америк доллароор тооцсон. Станцуудын 1 кВт суурилагдсан хүчин чадалд ногдох хөрөнгө оруулалтын хэмжээг /specific cost/ дараах харьцаагаар тооцно.

$$C_{spec.cost} = I_{invest} / P_{insta.capa} \quad (3)$$

Энд:  $C_{spec.cost}$  - нэгж чадалд ногдох анхны хөрөнгө оруулалт,  
 $I_{invest}$  -төслийн анхны хөрөнгө оруулалт,  
 $P_{insta.capa}$  - суурилагдсан чадал,

Төслийн ашиглалтын хугацааны зардал болон элэгдлийн зардлыг нийт мөнгөн орлогын 2.5 хувь байхаар тус тус сонгож, нийт зардлаа гаргасан. Харин Дизель станцын хувьд нийт зардалд түлшний зардлыг нэмж тооцсон.

$$C_{нийт} = C_{ашиг} + C_{элд} \quad (4)$$

Энд:  $C_{нийт}$ - тухайн жилийн нийт зардал,  
 $C_{ашиг}$ - тухайн жилийн ашиглалтын зардал,  
 $C_{элэгд}$ - тухайн жилийн элэгдлийн зардал

Дискаунтын коэффициентийг 2 хувиар тооцон, Төслийн хөрөнгийн цэвэр өнөөгийн үнэ цэнийг (5) томъёог ашиглан тооцсон.

$$NPV = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{R_i - (I_i + O_i + M_i)}{(1+r)^i} + V_r \quad (5)$$



ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

Энд:  $NPV$ - Цэвэр өнөөгийн үнэ цэнэ,  
 $I_i$ - тухайн жил дэх хөрөнгө оруулалт,  
 $O_i$ - ажиллагааны зардал,  
 $M_i$ -засвар үйлчилгээний зардал,  
 $R_i$ - тухайн жил дэх орлого,  
 $V_r$ - ажиллах хугацааны төгсгөл дэх хөрөнгө оруулалтын үлдэгдэл,  
 $r$ - дискаунт хувь,  $n$ - ажиллах хугацаа

Төслийн дотоод өгөөж  $IRR$  нь өнөөгийн цэвэр үнэ цэнэ тэгтэй тэнцүү байх дискаунтын хувийг хэлэх бөгөөд энэ нь тухайн төсөл нийлмэл хүүгийн зарчмаар жил бүр хичнээн хувийн ашиг өгөхийг харуулна.

$$IRR = NPV = \sum_{n=1}^n \frac{C_n}{(1+r)^n} - C_0 = 0$$

Энд:  $C_n$ -  $n$  хугацааны туршид орсон цэвэр орлогын урсгал,  
 $C_0$  -нийт анхны хөрөнгө оруулалт

**Тооцооны үр дүн**

Тооцоонд станцуудын суурилагдсан хүчин чадлыг Тайширын УЦС-н тооцоот хүчин чадалтай ижил чадалтай, бодит хүчин чадалтай ижил байхаар тус тус сонгон авч тооцсон. Мөн Тайширын УЦС-н төслийн хөрөнгө оруулалтаар УЦС болон НЦС хамтад нь барьж байгуулан ашигласан бол хэр өгөөжтэй байх байсан талаар тооцож үзлээ.

Эдийн засгийн харьцуулалтад станцууд нь 50 жил ажиллах ба төслийн анхны хөрөнгө оруулалтын зардлыг банкны зээлээр 30 жил /үүнээс эхний 3 жил үндсэн зээлийн төлөлтөөс чөлөөлөгдөх/-ээр тооцлоо. Нарны цахилгаан станцын хувьд ашиглалтын 25 дах жилд дахин 100 хувь шинэчлэлт хийн нэмэлт хөрөнгө оруулалт хийгдэх бөгөөд үүнийг зээлээр бус ашгийн хуримтлалаас гаргана гэж тооцов.

1. 11 МВт-ын суурилагдсан хүчин чадалтай ус, нар, дизель станцуудын харьцуулсан тооцоо

Эрчим хүчний борлуулалтын үнийг 0.05 \$/кВт.ц -аар ( хүснэгт 1) тооцоход ашиглалтын нийт хугацаанд Тайширын УЦС нь 3110.9 мянган ам.доллар зарцуулж байхад НЦС 2 дахин бага харин Дизель станц нь 47 дахин их зардал зарцуулахаар байна.

"Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг" сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



Хүснэгт 1. 11 МВт-ын чадалтай ус, нар болон дизель станцуудын үйлдвэрлэл болон зардлын харьцуулалт

	Тайшир УЦС	Нар ЦС	Дизель ЦС
Анхны хөрөнгө оруулалт мян ам.доллар	41570.94	32999.04	2360
Үйлдвэрлэх нийт цахилгаан эрчим хүч, сая кВт.ц	3129.44	628	4131.65
Нийт урсгал зардал, мян ам.доллар	3110.94	1326.25	147030.30
NPV/ анхны хөрөнгө оруулалт	1.3	0.2	-46.4
1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ \$/кВт.ц	0.02	0.01	-0.0270
Төслийн нийт хуримтлагдсан ашиг мян ам.доллар	53933.84	8691.14	-111751.63

Харин хөрөнгө оруулалтын шинжилгээнээс үзэхэд Тайширын УЦС болон НЦС-ын төслийн цэвэр өнөөгийн үнэ цэнэ болон анхны хөрөнгө оруулалтын харьцаа нь эерэг, харин Дизель станцынх сөрөг утгатай гарч байна. Энэ нь Дизель станцын урсгал зардал хэт өндөр байгаатай шууд хамааралтай.

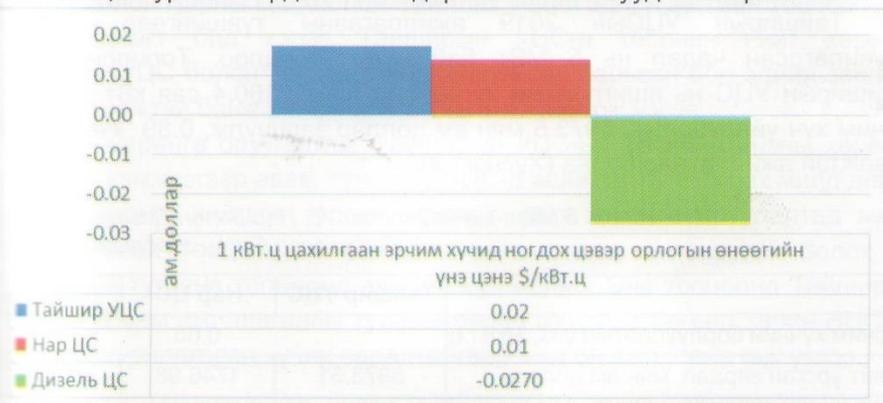


График 1. 11 МВт-ын чадалтай ус, нар болон дизель станцуудын 1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэний харьцуулалт

1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ нь Тайширын УЦС хувьд 0.02 ам.доллар, НЦС ба Дизель станцынх 0.01, -0.0270 ам.доллар тус тус гарч байна. Эндээс үзэхэд НЦС хэдийгээр нийт ашиглалтын хугацаанд 1 удаа дахин шинэчлэлт хийж байгаа ч гэсэн үйлдвэрлэсэн эрчим хүчний борлуулалтын үнийг Дулааны Цахилгаан Станцын үйлдвэрлэсэн эрчим хүчний борлуулалтын үнээр тооцож болохгүйг харуулж байна.



ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

Хүснэгт 2. 11 МВт-ын чадалтай ус, нар болон дизель станцуудын эрчим хүчний үнэ болон дотоод өгөөж

	Тайшир УЦС	Нар ЦС	Дизель ЦС
Үйлдвэрлэх нийт цахилгаан эрчим хүч, сая кВт.ц	3129.44	628	4131.65
1 кВт.ц эрчим хүчний тариф ам.доллар/кВт.ц	<b>0.05</b>	<b>0.08</b>	<b>0.10</b>
1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ \$/кВт.ц	0.02	0.05	0.0008
IRR	<b>2.84</b>	<b>2.84</b>	<b>2.73</b>

Хүснэгт 2-оос Нар болон УЦС-уудын үнэ тариф 0.08 ба 0.05 \$/кВт.ц байхад төслийн дотоод өгөөж нь тус тус 2.84 хувь, харин Дизель станцын хувьд 0.10 \$/кВт.ц –р борлуулалтыг тооцоход дотоод өгөөж нь 2.73 хувь байгааг харж болно. Иймээс станцуудын борлуулалтын тарифыг дээрх үнээс дээш байлгаж байж төслийн хөрөнгө оруулалт ашигтай байх нь байна.

2. 5 МВт-ын хүчин чадалтай УЦС, НЦС болон Дизель станцын харьцуулсан тооцоо

Тайширын УЦСын 2019 ажиллагааны түвшингөөр станцуудын суурилагдсан чадал нь 5 МВт байна гэж тооцлоо. Тооцооноос үзэхэд Тайширын УЦС нь ашиглалтын хугацаанд нийт 2160.4 сая кВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэж, 5973.5 мян ам.доллар зарцуулж, 0.89 хувийн дотоод өгөөжтэй ажиллахаар байна (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. 5 МВт-ын чадалтай Ус, Нар болон Дизель станцуудын үйлдвэрлэл болон зардлын харьцуулалт

	Тайшир УЦС	Нар ЦС	Дизель ЦС
Эрчим хүчний борлуулалтын үнэ, \$/кВт.ц	0.05		
Нийт урсгал зардал, мян ам.доллар	5973.51	1746.98	151678.39
NPV/ анхны хөрөнгө оруулалт	0.7	0.1	-30.08
1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ \$/кВт.ц	0.013	0.01	-0.02565
Төслийн нийт хуримтлагдсан ашиг мян ам.доллар	28746.75	2239.68	-42620.75
IRR	0.89	0.61	-

Энэхүү тооцооноос НЦС-ын үйлдвэрлэсэн 1 кВт.ц эрчим хүчний борлуулах үнэ суурилагдсан хүчин чадлаас үл хамааран 0.05 ам.доллар байх нь боломжгүй бөгөөд НЦС-ын хувьд эрчим хүчний үнэ тарифыг УЦС-ынхаас өндөр байлгах шаардлагатай гэдэг нь харагдаж байна. Иймд Нарны ЦС-ын эрчим хүчний борлуулалтын үнийг тооцож үзлээ. Тооцоогоор СЭХ хуульд

“Эрчим хүчний бодлого төлөвлөлт, хөрөнгө оруулалтын үр ашиг” сэдэвт эрдэм шинжилгээ, онол практикийн бага хурлын эмхэтгэл



заасан тарифаас доош буулгаж болох ч, 0.09 ам.доллаароос доош буулгах нь эдийн засгийн хувьд ашиггүй нь илэрхий байна.

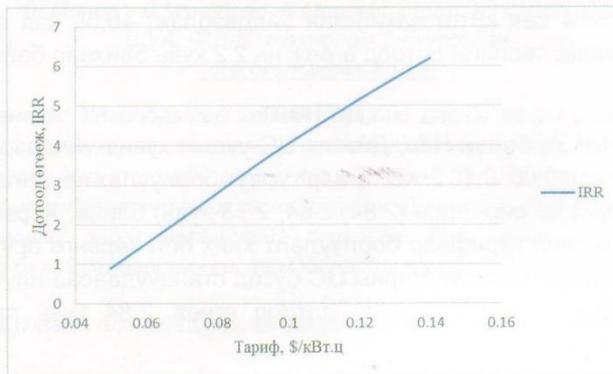


График 2. 5 МВт-ын НЦС-ын 1 кВт.ц эрчим хүчний борлуулалтын тариф ба дотоод өгөөжийн харьцуулалт

**3. УЦС болон Нарны ЦС хослон ажиллах үеийн эдийн засгийн тооцоо**

Энэ хэсэгт бид хэрэв Тайширын УЦС-н төслийн нийт хөрөнгө оруулалтаар УЦС болон Нарны станц хослуулан барьсан бол эдийн засгийн хувьд хэр өгөөжтэй байж болох байсан талаар тооцож үзсэн.

Анхны хөрөнгө оруулалтыг Тайширын УЦС-ын төслийн анхны хөрөнгө оруулалтын хэмжээгээр авав. Үүн дээр НЦС-д ашиглалтын 25 дах жилд дахин хөрөнгө оруулалт хийгдэх тул уг зардлыг нийт хөрөнгө оруулалтад нэмж тооцлоо. Өмнөх тооцооноос үзэхэд дизель станц нь ашиггүй болох нь харагдаж буй тул энэ тооцоонд авч үзээгүй болно. Энэ тооцоонд Тайширын УЦС нь 2019 оны ажиллагааны түвшингөөрөө ажиллах бөгөөд харин НЦС нь 11 МВт-ын суурилагдсан хүчин чадалтайгаар хослон ажиллана гэж үзлээ.

Хүснэгт 4. Тайширын УЦС болон 11 МВт-ын НЦС хослон ажиллах үеийн эдийн засгийн үзүүлэлт

	Тайшир УЦС	Нар ЦС
Анхны хөрөнгө оруулалт мян ам.доллар	58070.5	
Үйлдвэрлэх нийт цахилгаан эрчим хүч, сая кВт.ц	2160.4	628.0
Эрчим хүч борлуулах үнэ \$/кВт.ц	0.05	
Нийт урсгал зардал, мян ам.доллар	9662.4	
NPV/ анхны хөрөнгө оруулалт	0.77	
1 кВт.ц цахилгаан эрчим хүчинд ногдох цэвэр орлогын өнөөгийн үнэ цэнэ \$/кВт.ц	0.017	
Төслийн нийт хуримтлагдсан ашиг мян ам.доллар	46595	
IRR	2.2 %	



## ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

Энэ хосолсон систем нь 50 жил ажиллаж, нийт хөрөнгө оруулалт нь 58.07 сая ам.доллар, борлуулалтын тариф нь 0.05 \$/кВт.ц, Нарны ЦС дахин шинэчлэх зардлыг төслийн хуримтлалаас гаргах ба ашиглалтын нийт хугацаанд 2788.4 сая кВт.ц цахилгаан үйлдвэрлэж, 46.59 сая ам.долларын ашигтай ажиллаж, төслийн дотоод өгөөж нь 2.2 хувь байхаар байжээ.

## ДҮГНЭЛТ

11 МВт-ын Ус болон Нар, Дизель ЦС-уудын хувьд үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг 0.05 болон 0.08, 0.10 \$/кВт.ц-аар тус тус борлуулах нөхцөлд төслүүдийн дотоод өгөөжүүд нь ойролцоо (2.84, 2.84, 2.73 хувь) байна. Хэрэв уг нөхцөлд дээрх эрчим хүчний тарифаар борлуулалт хийх бол хөрөнгө оруулалт болон ашиглалтын зардал багатай Нарны ЦС бусад станцуудаасаа илүү үр ашигтай байхаар харагдаж байгаа боловч дотоод өгөөж 2.84 хувь гэдэг хөрөнгө оруулалтын хувьд ашиггүй юм.

5 МВт-ын суурилагдсан хүчин чадалтай станцуудын эрчим хүчний борлуулалтын үнэ 0.05, 0.054, 0.097 \$/кВт.ц тус тус байх нөхцөлд төслүүдийн дотоод өгөөж нь 1 хувь ч хүрэхгүй байгаа нь УЦС үйлдвэрлэсэн эрчим хүчний үнийг 0.05 \$/кВт.ц-аас доош байлгаж болохгүй болох нь харагдаж байна.

Нарны ЦС-ын хувьд суурилагдсан хүчин чадлаас үл хамааран эрчим хүчний борлуулалтын үнийг 0.09 \$/кВт.ц-аас доош буулгах нь эдийн засгийн хувьд үр ашиггүй байна.

Ус болон Нар ЦС-ыг хослуулан барьсан байсан бол тарифын зохицуулалт хийж, 0.05 \$/кВт.ц-аар борлуулсан бол дотоод өгөөж нь 2.2 хувь байх байжээ. Дизель станцын хувьд борлуулалтын тарифыг 0.10 \$/кВт.ц-аас доош байлгах ямар ч боломжгүй бөгөөд зөвхөн хоёрдогч эсвэл аваарын үеийн энергийн эх үүсгүүрээр ашиглах нь илүү тохиромжтой.

## ЭШЛЭЛ

- [1]. "Төрөөс эрчим хүчний талаар баримтлах бодлого 2015-2030".  
<http://erc.gov.mn/index.php?newsid=163>
- [2]. Эрчим хүчний статистикийн мэдээ. <http://energy.gov.mn/content?t=3>
- [3]. "Тайшир – Гуулин УЦС" ХХК мэдээ.  
[http://altaiuliastain.mn/index.php?option=com\\_content&view=article&id=179&Itemid=722](http://altaiuliastain.mn/index.php?option=com_content&view=article&id=179&Itemid=722)
- [4]. Technical data sheet of SMA solar central inverter – Sunny central 2500EV, 2750EV
- [5]. Technical data sheet of Solar panel Suntech STP340-24/Vfw-MX
- [6]. Technical data sheet of MTU20V4400DS3300 diesel generator set
- [7]. Technical data sheet of MTU20V4400DS4000 diesel generator set
- [8]. Сэргээгдэх эрчим хүчний тухай хууль.  
<https://www.legalinfo.mn/law/details/465?lawid=465>
- [9]. Алтай Улиастайн бүсийн хэрэглэгчдэд борлуулах эрчим хүчний тариф.  
<http://erc.gov.mn/index.php?newsid=677>
- [10]. <http://www.inverter.co>



## БАРИЛГЫН ХАШИХ ХИЙЦЭЭР АЛДАГДАХ ДУЛААНЫ ЭНЕРГИЙГ ДУЛААНЫ УРСГАЛ ХЭМЖИГЧ БАГАЖААР ХЭМЖСЭН ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС

Ш.Молор\*, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан,  
Т.Галбаатар

*ШУА, Физик, технологийн хүрээлэн,  
Хэрэглээний физикийн салбар*

### Удиртгал

*Судалгаагаар Улаанбаатар хотын анхны орон сууцны хороолол болох дөч, тавин мянгат, дунд үед баригдсан 19-р хорооллын угсармал орон сууц, сүүлийн үед баригдсан блокон, бүрэн цутгамал барилгууд болон амины орон сууц дээр хэмжилтийг анх удаа Грийнтэг го (greenTEG го)-хэмжилтийн багаж ашиглан ISO 9869 стандартын дагуу хийлээ.*

*Түлхүүр үгс: Дулаан дамжуулалт, дулааны энерги, дулааны алдагдал, хэмжилтийн багаж, энерги хэмнэлт*

## 1 ОРШИЛ

Өнөө үед Монгол улсын иргэд суурин амьдралын хэв маягт шилжин уламжлалт сууц болох гэрээс татгалзан хотод орон сууц болон амьны байшинд оршин суух нь ихэссэн. Орчин үеийн Улаанбаатар хот нь 1934 оноос анхны орон сууц ашиглалтанд орсноос хойш өргөжин хөгжсөөр өнөөгийн дүр төрхөө олоод байна. Энэ хугацаанд Улаанбаатар хотод тоосгон, төмөр бетонон угсармал, бүрэн цутгамал болон блокон зэрэг олон төрлийн орон сууц баригдсан байна. Эдгээр орон сууц Монгол орны эрс тэс уур амьсгалаас хамааран шилэн хөвөн, хөөсөнцөр зэрэг түгээмэл дулаан тусгаарлагч материалаар дулаалсан байдаг. Мөн Улаанбаатар хотын гэр хорооллын амины орон сууц нь стандартын дагуу баригдаагүйгээс хамааран хүйтний улиралд айл өрх халаалтандаа их хэмжээний түлш, нүүрсэнд зардал гаргаж байна.

\*э-шуудан: molorsh@mas.ac.mn

*Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар*

2018 оны байдлаар Улаанбаатар хотод 240 мянга гаруй орон сууц [1], 220 мянга орчим гэр хорооллын айл өрх [2] байгаа нь ашиглалтанд орсон хугацаа баригдсан хийц болон дулаан тусгаарлагчаар ямар материал ашигласан зэргээс хамааран дулааны алдагдал янз бүр байна.

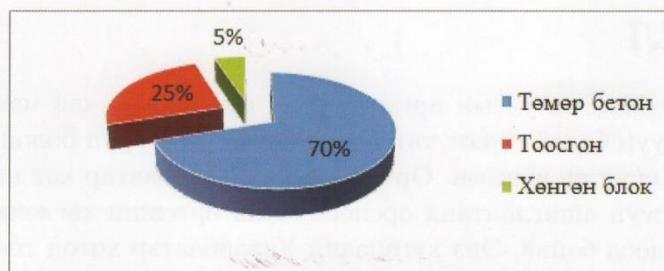
**Энэхүү ажлын зорилго нь:**

- Улаанбаатар хотын амины орон сууцыг хаших хийцээр нь хэсэгчлэн тухайн барилгын хана болон цонхны дулаан алдагдлыг тодорхойлох;
- Өнөөг хүртэл баригдсан орон сууцнуудаас хийцээс нь хамааруулан эрчим хүчний хэмнэлт хамгийн сайтай барилгыг эхний байдлаар тодорхойлох зэрэг болно.

Судалгааны ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотын анхны орон сууцны хороолол болох дөчин мянгат, тавин мянгат, дунд үед баригдсан 19-р хорооллын угсармал орон сууц, сүүлийн үед баригдсан блокон, бүрэн цутгамал барилгууд болон Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны 7 амины орон сууц 1 гэр дээр дулаан нэвтрүүлэлтийн хэмжилт хийсэн.

## 2 СУДАЛГААНЫ ҮНДЭСЛЭЛ ШААРДЛАГА

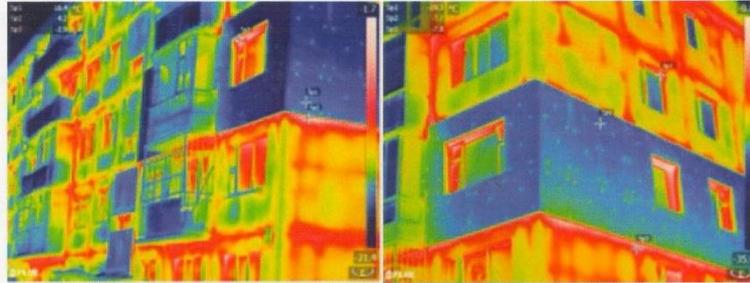
Улаанбаатар хотод 1940-1960 онд баригдсан 64 см-ийн зузаан тоосгон ханатай барилга, 1970-1980 онд баригдсан 30 см-ийн зузаан угсармал төмөр бетон ханатай барилга, 1980-1990 онд баригдсан 40 см-ийн зузаан угсармал төмөр бетон ханатай барилга болон 1995 оноос баригдсан 50 см-ийн зузаан хөнгөн блокон, каркасан цутгамал ханатай барилгууд байдаг. Эдгээр барилгуудыг хийцээр нь ангилан График 1-д үзүүлэв.



*График 1. Улаанбаатар хотын орон сууцны барилгын ангилал*

Эдгээр барилгуудын дийлэнх хувийг эзэлж байгаа бүх төмөр бетон барилгын гадна ханыг хөөсөнцөр материалаар дулаалсан тохиолдолд гарах эрчим хүчний болон эдийн засгийн хэмнэлт нь жилд 750 сая кВт-цаг эрчим хүч, 562500 тн нүүрс буюу 13,9 тэрбум төгрөг байгаа бөгөөд энэхүү хэмнэлтээс 843750 тн нүүрсхүчлийн хийг (CO<sub>2</sub>) агаарт ялгаруулахгүй байх боломжтой. [3] Иймээс ашиглалтанд орсон барилгуудыг хийц, баригдсан он

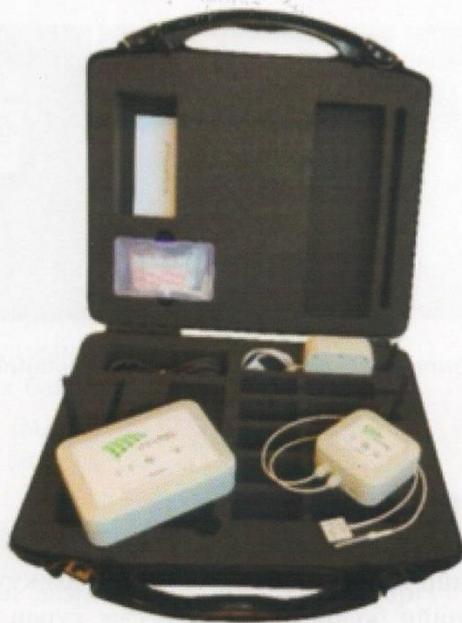
болон дулаалгын материалаар ямар тусгаарлагч хэрэглэсэн зэргээр нь ангилан барилгуудын дулаан дамжууллыг тооцох нэн шаардлагатай байна.



Зураг 1. Дулаалсан угсармал барилгыг дулааны камераар авсан байдал

### 3 ХЭМЖИЛТИЙН БАГАЖ

Хэмжилтийн багажаар бид Швейцари улсад үйлдвэрлэгдсэн Грийнтэг (greenTEG) үйлдвэрийн гО (gO) төрлийн дулаан дамжуулалтын коэффициентийг ISO 9869 стандартын дагуу тодорхойлох мэдрэгч ашигласан [4].



Зураг 2. Грийнтэг гО (greenTEG gO) хэмжилтийн багаж

Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар

ISO 9869 стандартын дагуу U-утгыг (дулаан дамжууллын коэффициент) хэмжихэд тавигдах шаардлага.

### 1.1 Дулааны мэдрэгчийг суурилуулах

- Мэдрэгчийг байрлуулахдаа хөдөлгөөнгүйгээр байрлуулж, 2 талтай наалт болон пасте (дулаан сайн дамжуулагч материал) ашиглана.
- Үнэн бодит үр дүн авахын тулд мэдрэгчүүдийг тусгаарлагчийн (хана, цонх ...) гадна болон дотор талд нэг түвшинд байрлуулна.

### 1.2 Орчны температур мэдрэгчийг суурилуулах

- Мэдрэгчийг байрлуулахдаа гадаргуугаас хөндийрүүлэгчийг байнга ашиглана.
- Нарны шууд тусгалгүй газар байрлуулна.
- Температур мэдрэгчийг дулааны урсгал мэдрэгчээс 5-10 см-ийн зайнд байрлуулна.

### 1.3 Бусад ерөнхий шаардлага

- Хэмжилтийн хугацаа 72 цагаас багагүй байна.
- Хэмжилт хийж байгаа тусгаарлагчийн (хана, цонх ...) гадна болон доторх температурын зөрүү  $5^{\circ}\text{C}$ -ээс багагүй байна.
- Хэмжилт хийж байгаа тухайн орчны температурын хэлбэлзэл их байх тохиолдолд хэмжилтийг 72 цагаас илүү хугацаагаар хийнэ [5].



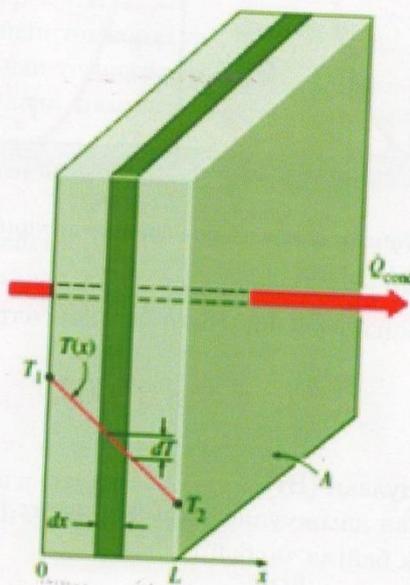
*Зураг 3. Грийнтэг гО (greenTEG gO) хэмжилтийн багажийг суурилуулсан байдал*

## 4 ХЭМЖИЛТИЙН АРГАЗҮЙ

Дулаан бол энергийн нэг хэлбэр юм. Дулаан дамжуулалтыг шууд буюу дамжууллын, конвекцийн болон цацрагийн гэж гурав ангилан авч үздэг. Эдгээр нь тус бүрдээ температурын зөрүүг шаарддаг. Гэхдээ бидний ашиглаж байгаа Грийнтэг гО (greenTEG gO) багажийн хувьд дамжууллын болон конвекцийн дулаан дамжуулалтыг тооцно.

#### 4.1 Ханаар дамжих дулаан дамжуулалтыг тооцох

Ханаар дамжих дулааны шууд энерги нь хананы гадна болон доторх температурын зөрүүнээс шууд хамааралтай, хананы зузаанаас урвуу хамааралтай байдаг.



Зураг 4. Ханаар дамжих дулааны шууд энерги

Энэхүү энергийг тооцох Фурьегийн хууль

$$Q_{cond} = -kA \frac{dT}{dx} = -kA \frac{T_1 - T_2}{L} \quad (1)$$

Үүнд:

$Q_{cond}$  – ханаар дамжих дулаан (Ж/сек=Вт)

$k$  – дулаан дамжууллын коэффициент (Вт/(м °C))

$A$  – дулаан дамжиж байгаа талбай (м<sup>2</sup>)

$L$  – хананы зузаан (м)

$T$  – температурын зөрүү (°C)

#### 4.2 Конвекцийн энергийг тооцох

Конвекцийн дулаан дамжуулалт нь хатуу гадаргуу доторх шингэн эсвэл агаараар (хий) тархах дулааныг тооцдог.

Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар



Зураг 5. Ханаар дамжих дулааны конвекцийн тархалт

Конвекцийн дулааны энергийг Ньютоны хөргөлтийн хуулиар тайлбарлана.

$$Q_{conv} = hA_s(T_s - T_f) \quad (2)$$

Үүнд:

$Q_{conv}$  – конвекцийн дулаан (Вт)

$h$  – конвекцийн дулаан дамжууллын коэффициент (Вт/м<sup>2</sup> °C)

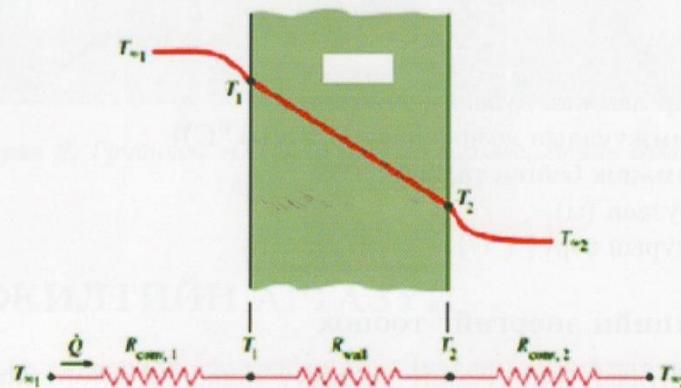
$A_s$  – дулаан дамжиж байгаа талбай (м<sup>2</sup>)

$T_s$  – гадаргуун температур (°C)

$T_f$  – гадаргуу дээрх шингэн болон хийн температур (°C)

### 4.3 Ханаар урсах дулааны энергийг тооцох

Ханаар урсах дулааны нийт энергийг дараах байдлаар тооцно (Зураг 6).



Зураг 6. Ханаар урсах дулааны шилжилт

$$Q = \frac{(T_1 - T_2)}{R_{total}} \quad (3)$$

$$R_{total} = R_{(conv,1)} + R_{wall} + R_{(conv,2)} = \frac{1}{(h_1A)} + \frac{L}{kA} + \frac{1}{(h_2A)} \quad (4)$$

Үүнд:

$Q$  – нийт дулааны энерги (Вт)

$T_1$  – хананы гадна талын температур ( $^{\circ}C$ )

$T_2$  – хананы дотор талын температур ( $^{\circ}C$ )

$h_{1,2}$  – конвекцийн дулаан дамжууллын коэффициент (1-гадна) (2-дотор) (Вт/ $m^2$   $^{\circ}C$ )

$k$  – дулаан дамжууллын коэффициент (Вт/(м  $^{\circ}C$ ))

$L$  – хананы зузаан (м)

$A$  – дулаан дамжиж байгаа талбай ( $m^2$ )

Нийт дулааны урсгалыг нийт энергийг талбайд хуваана.

$$q = \frac{Q}{A} \quad (5)$$

Үүнд:

$q$  – дулааны урсгал (Вт/  $m^2$ )

$Q$  – нийт дулааны энерги (Вт)

$A$  – дулаан дамжиж байгаа талбай ( $m^2$ )

#### 4.4 U болон R утгыг тооцох

##### 4.4.1 U утга тооцох

U утга нь аливаа материалын дулаан дамжуулалт юм.

$$U = \frac{q}{(T_1 - T_2)} \quad (6)$$

Үүнд:

$U$  – дулаан дамжуулалт (Вт/  $m^2$   $^{\circ}C$ )

$q$  – дулааны урсгал (Вт/  $m^2$ )

$T_1$  – хананы гадна талын температур ( $^{\circ}C$ )

$T_2$  – хананы дотор талын температур ( $^{\circ}C$ )

##### 4.4.1 R утга тооцох

R утга нь аливаа материалын дулааны эсэргүүцэл юм.

$$R = \frac{(T_1 - T_2)}{q} \quad (7)$$

Үүнд:

$R$  – дулааны эсэргүүцэл ( $m^2$   $^{\circ}C$  /Вт)

$q$  – дулааны урсгал (Вт/  $m^2$ )

$T_1$  – хананы гадна талын температур ( $^{\circ}C$ )

$T_2$  – хананы дотор талын температур ( $^{\circ}C$ ) [6].

*Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар*

## 5 БАРИЛГЫН ДУЛААНЫ ХАМГААЛАЛТ- БНБД 23-02-09

Зам тээвэр, барилга, хот байгуулалтын сайдын 2008 оны 314 дүгээр тушаал

Энэхүү барилгын норм ба дүрмийг дотор агаарын тодорхой температур, чийглэгийг барьж байх шаардлагатай орон сууц, олон нийт, үйлдвэр, хөдөө аж ахуй, агуулахын барилга, байгууламж /цаашид барилга гэнэ/-д тавих дулааны хамгаалалтад мөрдөнө. Зам тээвэр, барилга, хот байгуулал-

**Хүснэгт 1.** Хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийн нормчлогдсон утга

Барилга ба өрөөний нэр	Халаалтын улирлын хэм хоног 0СЧхон	Хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийн нормчлогдсон утга м <sup>2</sup> °С/Вт				
		Хана	Хучилт	Адрын ба зоройн хучилт	Цонх, хаалга	Босоо шиллэгээтэй гэгээвч
Орон сууц, эмчлүүлэх газар, төрөх, хүүхдийн барилга, дотуур байр зочид буудал, олон нийтийн барилгууд	2000 4000 6000 8000 10000 12000	2.1 2.8 3.5 4.2 4.9 5.6	3.2 4.2 5.2 6.2 7.2 8.2	2.8 3.7 4.6 5.5 6.4 7.3	0.3 0.45 0.6 0.7 0.75 0.8	0.3 0.35 0.4 0.45 0.5 0.55

тын сайдын 2008 оны 314 дүгээр тушаалын нэгдүгээр хавсралт Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09-д зааснаар Улаанбаатар хотод /7754<sup>0</sup>С хэм.хоног/ баригдах барилгын цонхны дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийн нормчлогдсон утга нь R=0.7м<sup>2</sup> °С/Вт (U=1.429Вт/м<sup>2</sup> °С). Хананы нормчлогдсон утга R=4.2м<sup>2</sup>сС/Вт (U=0.238Вт/м<sup>2</sup> °С) байна [7].

## 6 ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮН

Бид хэмжилтийг Грийнтэг гО (greenTEG gO)-хэмжилтийн багажаар ISO 9869 стандартын дагуу дөчин мянгат, тавин мянгат, 19-р хороолол болон 16-р хорооллын тоосгон, угсармал, блокон, цутгамал барилга болон Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны 7 амины орон сууц, 1 гэрийн цонх болон хананы дулаан дамжуулалтын хэмжилт хийж стандарт утгатай харьцуулж үзсэн.

Хэмжилтийн үр дүнгийн жишээ болгон 2019 оны 11-р сарын 3-наас 11-р сарын 6-ны өдөр дуустал Улаанбаатар хотын дөчин мянгатын тоосгон

барилга дээр хийсэн хэмжилтийн үр дүнг үзүүлж байна.

## 6.1 Дөчин мянгатын барилга, 64 см-ийн тоосгон ханатай

### 6.1.1 Хананы дулаан дамжуулалт

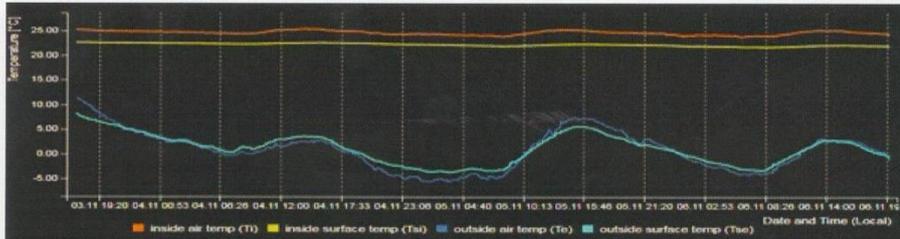


График 2. Дөчин мянгатын байрны ханан дээр хийсэн хэмжилтийн температурын утга

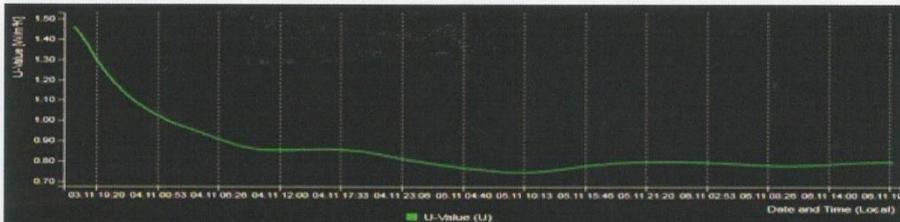


График 3. Дөчин мянгатын байрны ханан дээр хийсэн хэмжилтийн U-утга

Хүснэгт 2. Дөчин мянгатын байрны ханан дээр хийсэн хэмжилтийн U болон R-утгын дундаж

U утга	0,796 (Вт/ м <sup>2</sup> °C)
R утга	1,116 (м <sup>2</sup> °C /Вт)

Хэмжилтийн үр дүнгийн жишээ болгон оруулсан дөчин мянгатын орон сууцны барилгын ханан дээр Грийнтэг гО хэмжилтийн багажаар хийсэн гадаргуугийн болон орчны температурын хэмжилтийн утгыг (График 2.) –оос харахад барилга дотор температур тогтмол (+23°C) – (+25°C), гадна орчны температур (–5°C) – (+5°C) байна. Энэ температурын зөрөөнөөс 64 см-ийн тоосгон ханаар нэвтрэх дулааны урсгалыг тооцон дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн (U-утга) утгыг (График 3.)-д үзүүллээ.

Дөчин мянгатын барилгын 64 см-ийн тоосгон ханын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент (U-утга) 0,796 Вт/ м<sup>2</sup> °C дулааны эсэргүүцэл (R-утга) 1,116 м<sup>2</sup> °C /Вт байна. (Хүснэгт 2.)

Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар

6.1.2 Цонхны дулаан дамжуулалт

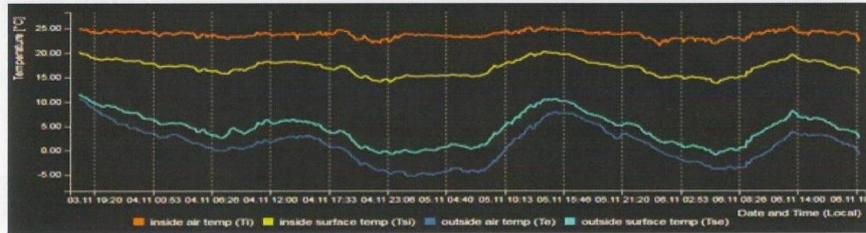


График 4. Дөчин мянгатын байрны цонхон дээр хийсэн хэмжилтийн температурын утга

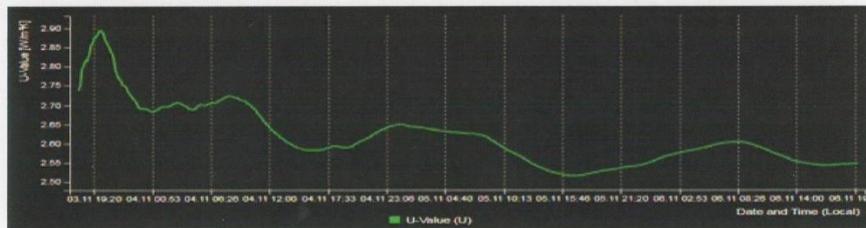


График 5. Дөчин мянгатын байрны цонхон дээр хийсэн хэмжилтийн U-утга

Хүснэгт 3. Дөчин мянгатын байрны цонхон дээр хийсэн хэмжилтийн U болон R-утгын дундаж

U утга	2,546 (Вт/ м <sup>2</sup> °C)
R утга	0,218 (м <sup>2</sup> °C /Вт)

Хэмжилтийн үр дүнгийн жишээ болгон оруулсан дөчин мянгатын орон сууцны барилгын цонхон дээр Грийнтэг гО хэмжилтийн багажаар хийсэн гадаргуугийн болон орчны температурын хэмжилтийн утгыг (График 4) –өөс харахад цонхны дотор температур (+15<sup>0</sup>C) – (+25<sup>0</sup>C), гадна орчны температур (–5<sup>0</sup>C) – (+10<sup>0</sup>C) байна. Энэ температурын зөрөөнөөс 2 давхар шилэлгээтэй модон рамтай цонхоор нэвтрэх дулааны урсгалыг тооцон дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн (U-утга) утгыг (График 5.)-д үзүүлээ.

Дөчин мянгатын барилгын 2 давхар шилэлгээтэй модон рамтай цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент (U-утга) 2,546 Вт/ м<sup>2</sup> °C дулааны эсэргүүцэл (R-утга) 0,218 м<sup>2</sup> °C /Вт байна (Хүснэгт 3).

## 6.2 Хэмжилт хийсэн барилгуудын хоорондын харьцуулалт

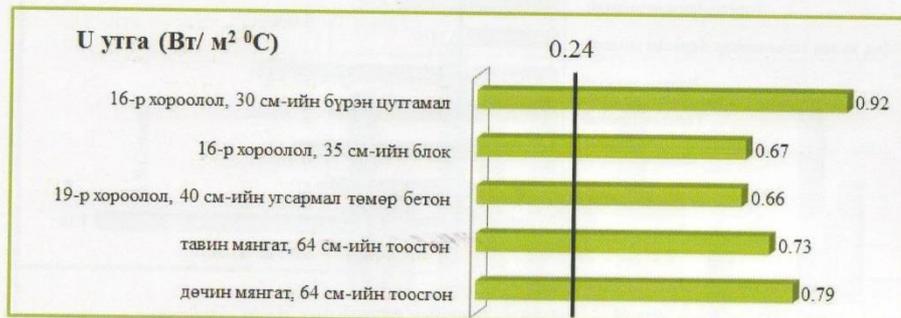


График 6. Барилгуудын ханан дээр хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

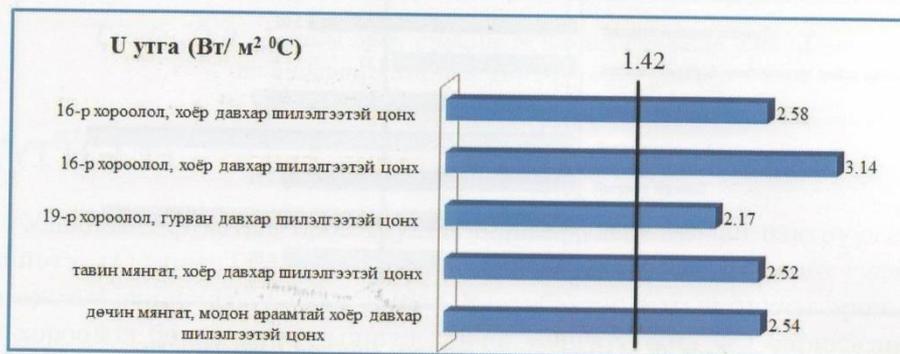


График 7. Барилгуудын цонхон дээр хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

Хэмжилт хийсэн орон сууцны барилга болох дөчин мянгат, тавин мянгат, дунд үед баригдсан 19-р хорооллын угсармал орон сууц, сүүлийн үед баригдсан блокон болон бүрэн цутгамал барилгууд дээр ISO 9869 стандартын дагуу хэмжилт хийсэн. Хэмжилт хийсэн орон сууцны ханын дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент БНБД 23-02-09 стандартын коэффициентээс 2,8-3,8 дахин их (График 6.), цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент 1,5-2,2 дахин их байна (График 7).

Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар

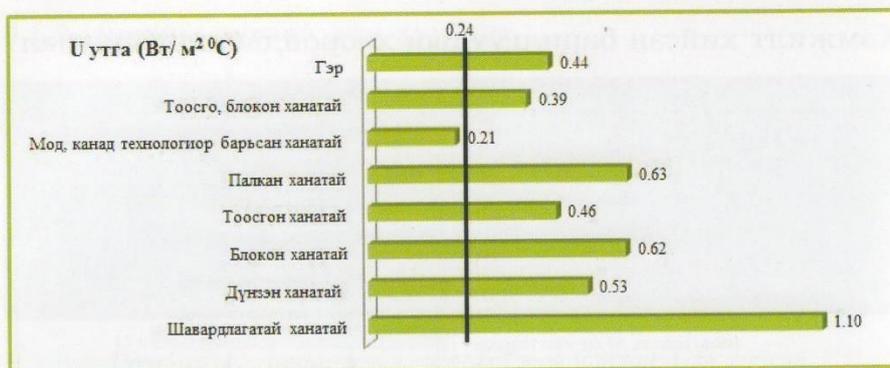


График 8. Амины орон сууцны ханан дээр хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

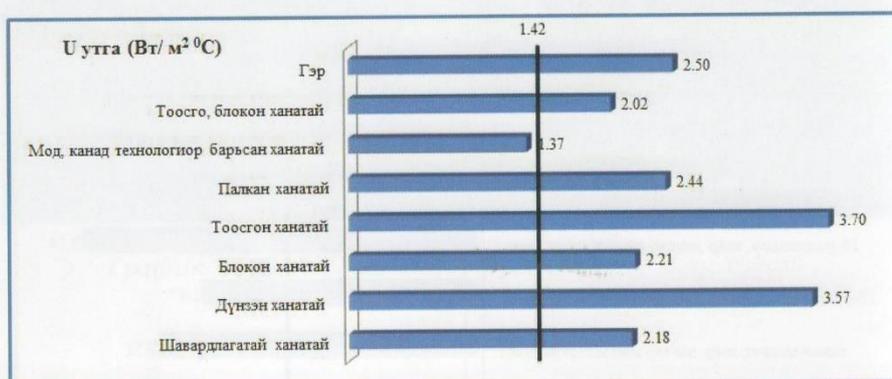


График 9. Амины орон сууцны цонхон дээр хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны тоосго, блок, дүнзэн, палкан болон шавардлагатай ханатай амины орон сууц дээр хийсэн хэмжилтийн утгыг БНБД 23-02-09 стандартын утгатай харьцуулж үзэхэд дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент ханын дулаан нэвтрүүлэлт 1,6-4,5 дахин их (График 8.), цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент 1,4-2,6 дахин их байна (График 9).

Харин БНБД 23-02-09 стандартыг канад технологиор баригдсан 30 см-ийн чулуун хөвөн дулаалгатай хана, 3 давхар шилэлгээтэй хуванцар рамтай цонх хангаж байна.

Амины орон сууц дээр хийсэн хэмжилтийн утга болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн тухайн барилгын жилийн нийт дулааны алдагдлыг тооцож харьцуулсан байдлыг (График 10)-д үзүүлээ.



График 10. Амины орон сууцны жилийн дулааны алдагдлыг стандарт утгатай харьцуулсан утга

## ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар хотын орон сууцны барилгуудын дулаан нэвтрүүлэлтийг Грийнтэг го (greenTEG go)–хэмжилтийн багаж ашиглан тооцох судалгааны ажлыг эхлүүллээ. Судалгаагаар Улаанбаатар хотын анхны орон сууцны хороолол болох дөчин мянгат, тавин мянгат, дунд үед баригдсан 19-р хорооллын угсармал орон сууц, сүүлийн үед баригдсан блокон орон сууц, бүрэн цутгамал барилга болон амины орон сууц дээр ISO 9869 стандартын дагуу хэмжилт хийсэн.

Орон сууцны барилгын хана болон цонхон дээр хийгдсэн хэмжилтийн утгууд нь БНБД 23-02-09 стандартын утгаас 2-3 дахин их байна. Энэ нь Улаанбаатар хотод баригдсан болон баригдаж байгаа орон сууцны барилгууд дулаан нэвтрүүлэлтийн стандартаа хангаж чадахгүй байна. Тиймээс энэхүү судалгааг цаашид үргэжлүүлж бусад орон сууцны барилгын дулаан нэвтрүүлэлтийг тооцох, стандартын дагуу барилгын дулаан тусгаарлагчаа шийдсэн тохиолдолд гарах эдийн засгийн болон экологийн судалгааг гаргах шаардлагатай байна.

Харин Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны амины орон сууц дээр хийсэн хэмжилтийн утга болон жилийн дулааны алдагдлыг тооцсон үр дүнг Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг хангасан үеийн дулааны алдагдлын зөрөөг тооцож үзэхэд одоогийн байгаа байдалд хаших хийцийн төрлөөс хамааран дулааны алдагдлыг 52 - 67 хувиар бууруулах боломжтой байна. Энэ нь төдий хэмжээний түлш, нүүрс, цахилгаан эрчим хүчний зардлыг хэмнэж, агаарт ялгарах хүлэмжийн хийг бууруулах юм.

*Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцэцэрлэг, С.Баяннасан, Т.Галбаатар*

### Ашигласан ном

- [1] <https://www.ulaanbaatar.mn/>
- [2] <http://ubstat.mn/JobTables.aspx>
- [3] С.Баяннасан, Т.Галбаатар, Я.Дүйнхэржав, Ц.Дашдорж, Т.Алтангэрэл, М. Доржпалам, Барилгын дулааны алдагдалд хийсэн шинжилгээ, агаарын бохирдлыг бууруулах боломж, / Нийслэлийн агаарын бохирдлыг бууруулах арга зам боломжууд/
- [4] User manual for gO measurement-system / Status: 07.05.2018 – version 1.1
- [5] Mounting recommendations for gO measurement-system, measurement nodes and sensors / Status: 07.09.2018 – Version 1.1
- [6] A basic guide to the science of insulation / greenTEG
- [7] Барилгын дулааны хамгаалалт БНбД 23-02-09 стандарт
- [8] Барилгын дүрэм БД-23-103-10

### SOME RESULTS OF CONSTRUCTION HEAT LOSS USING HEAT LOSS MEASUREMENT SYSTEM

Molor Sh.<sup>\*</sup>, Mendbayar B., Munguntsatsral B., Bayannasan S., Galbaatar T.

*Department of Applied Physics,  
Institute of Physics and Technology, MAS*

#### Abstract

*In this paper, heat loss measurement performed on different buildings, from old to very recently building, using the GreenTEG gO are reported the first time. The measurement were done according ISO9869.*

**Key words:** *Loss, heat energy, heat flow, measurement system, energy efficiency*

<sup>\*</sup> e-mail:molorsh@mas.ac.mn



## БАРИЛГЫН МАТЕРИАЛААР АЛДАГДАХ ДУЛААНЫ ЭНЕРГИЙГ “FLUXTEQ” ХЭМЖИЛТИЙН БАГАЖААР ХЭМЖСЭН ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС

Б.Мэндбаяр\*, Ш.Молор, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан,  
Т.Галбаатар

ШУА, Физик, технологийн хүрээлэн,  
Хэрэглээний физикийн салбар

### Удиртгал

Уг судалгаагаар Улаанбаатар хотын нийтийн болон амины орон сууцанд ашиглагдаж байгаа зарим барилгын дулаан тусгаарлагч материалын дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл ( $R$ ) тодорхойлох хэмжилтийг “Fluxteq” дулааны урсгал хэмжигч багаж ашиглан хийлээ.

**Түлхүүр үгс:** Дулааны урсгал хэмжигч, барилгын материалын дулааны алдагдал, дулаан дамжуулалт, дулааны энерги, энерги хэмнэлт, дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл

## 1 ОРШИЛ

Нийслэлийн айл өрхүүдийн 50 гаруй хувь нь төвлөрсөн хангамжид холбогдсон орон сууцны хороололд амьдарч байсан бол 2003 оноос эхлэн гэр хороололд амьдардаг өрх, хүн амын тоо нэмэгдэж 2008 онд 61.4 хувь, 2016 онд 56.7 хувь нь гэр хороололд амьдарч байна гэсэн судалгаа байна [1]. Эдгээр гэр хорооллын иргэдийн барьж буй байшин нь өрхийн орлогоос шалтгаалан төрөл бүрийн дулаан тусгаарлагч материал ашиглаж байгаагаас дулааны алдагдал янз бүр байна.

**Энэхүү ажлын зорилго нь:**

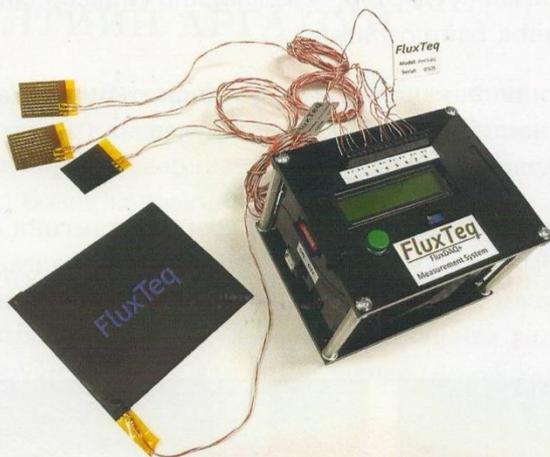
- Улаанбаатар хотод өргөн хэрэглэгдэж буй барилгын материалын дулаан алдагдлыг тодорхойлох
- Энергийн хэмнэлттэй, эдийн засгийн үр ашигтай барилгын материалыг тодорхойлоход оршино.

\*э-шуудан: mendbayarb@mas.ac.mn

Энэхүү судалгааг Германы “Gealan” брэндийн 3 давхар шиллэгээтэй цонх, Монголд үйлдвэрлэж буй “New window” ХХК-ийн 3 давхар шиллэгээтэй цонх, улаан тоосго болон Физик, технологийн хүрээлэнгийн Шил, шилэн бүтээгдэхүүний лабораторид хаягдал шилнээс гарган авсан “Хөөсөн блок” дээр хэмжилтүүдийг хийсэн.

## 2 ХЭМЖИЛТИЙН БАГАЖ

Хэмжилтийн багажийг Америкийн нэгдсэн улсад үйлдвэрлэсэн “FluxTeq” брэндийн дулааны урсгал хэмжигчийг ашигласан. Дулаан дамжуулалтын коэффициентийг ISO 9869 болон дулааны урсгал хэмжигчийн стандарт болох ASTM 1046 (American Society of the International Association for Testing and Materials), ASTM 1155, ASTM 1041 стандартын шаардлага хангасан мэдрэгч ашигласан [2].



Зураг 1. “FluxTeq” хэмжилтийн багаж

Хүснэгт 1. “FluxTeq” хэмжилтийн багажийн параметр

№	Дулаан урсгал хэмжигчийн гол үзүүлэлтүүд	
1	Мэдрэгчийн төрөл	Температурын ялгавар
2	Температурын хязгаар	$-20^{\circ}C$ -оос $100^{\circ}C$
3	Мэдрэгчийн төрөл	Төрөл- T
4	Мэдрэгчийн талбайн хэмжээ	A=6.8cm, B=7.6
5	Мэдрэгчийн нийт талбайн хэмжээ	W=8.3cm, H=9.6 cm
6	Мэдрэх талбай	$50cm^2$
7	Мэдрэгчийн зузаан	1,3mm

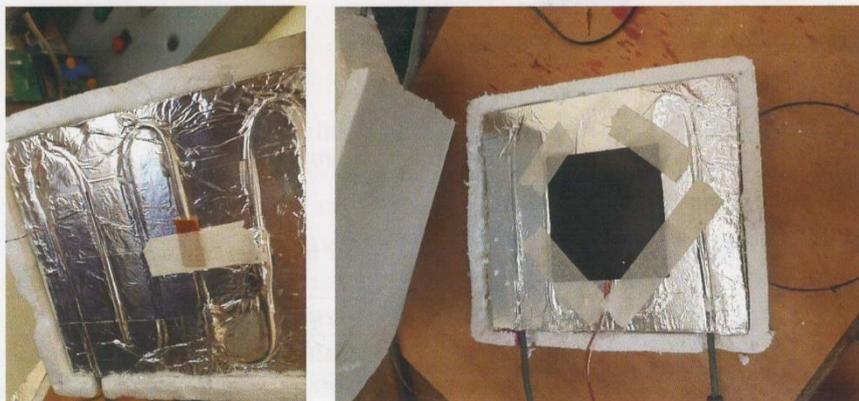
*Б.Мэндбаяр, Ш.Молор, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар, С.Баяннасан*

### 1.1 Дулааны мэдрэгчийг суурьлуулах

- Мэдрэгчийг байрлуулахдаа хөдөлгөөнгүйгээр байрлуулж, 2 талтай наалт болон paste (дулаан сайн дамжуулагч материал) хэрэглэнэ.
- Үнэн бодитой үр дүн авахын тулд мэдрэгчүүдийг тусгаарлагчийн (хана, цонх ...) гадна болон дотор талд нэг түвшинд байрлуулах

### 1.2 Бусад ерөнхий шаардлага

- Дулааны урсгалын мэдрэгчийг агааржуулалтын ойролцоо байрлуулж болохгүй. Агаарын агааржуулалтаас үүссэн дулааны урсгалын хэлбэлзэл нь тогтворгүй, буруу хэмжилтийг бий болгоно.
- Нарны цацрагийн нөлөөллийг бууруулахын тулд мэдрэгчийг нарны шууд тусгал гэрэлд байрлуулахаас зайлсхийх. Мэдрэгчийг байрлуулахдаа байнгын сүүдэртэй, эсвэл зайлшгүй шаардлагатай тохиолдолд сүүдрэвч хийж байрлуулна.
- Хэмжилт хийхийг санал болгосон туршилтын хугацаа дор хаяж 48 цаг боловч хэмжилтүүд 1 цаг хүрэхгүй хугацаанд тогтворжиж, үр дүнтэй болох нь батлагдсан [3].
- Туршилтын туршид материалын хооронд хамгийн багадаа  $10^0\text{C}$ -ийн температурын зөрүүг хадгална. Температурын ялгаа нь илүү тогтвортой байх тусам хэмжилтийг илүү нарийвчлалтай хийх болно.



*Зураг 2. Барилгын материалын дулаан дамжууллын эсэргүүцлийг тооцоохын тулд температурын зөрүүг хиймлээр үүсгэх туршилтын стэнд бэлдсэн байдал. А. Дотор температур хэмжигч сэнсор ( $90^0\text{C}$  хүртэл халаах чадалтай), Б. Гадна температур хэмжигч сэнсор ( $5 - 8^0\text{C}$  хүртэл хөргөх чадалтай)*



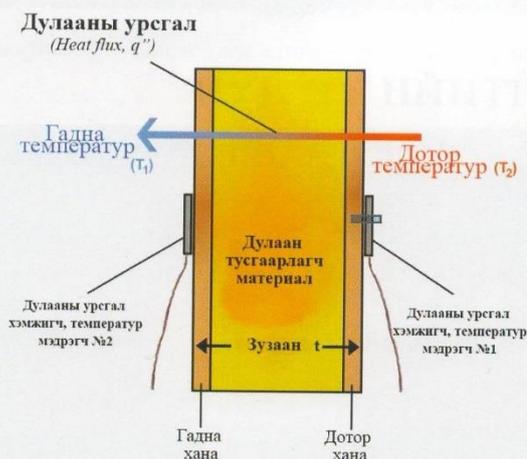
Зураг 3. Барилгын материалын дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийг тооцох хэмжилт

### 3 ХЭМЖИЛТИЙН АРГА ЗҮЙ

Дулаан бол энергийн нэг хэлбэр юм. Дулааныг шууд, конвекц болон цацрагаар гэсэн гурван аргаар дамжуулж болно. Эдгээр арга нь тус бүрдээ температурын зөрүүг шаарддаг. Гэхдээ дулаан тусгаарлалтыг ойлгохын тулд зөвхөн шууд болон конвекцийг тооцно [4].

#### Ханаар дамжих дулааны шууд урсгалыг тооцох

Ханаар дамжих дулааны шууд энерги нь хананы гадна болон доторх температурын зөрүүнээс шууд, хананы зузаанаас урвуу хамааралтай байдаг [5].



Зураг 4. Дулаан тусгаарлагч материалаар дамжих дулааны энерги /Дулааны урсгал хэмжигч болон температур мэдрэгч суурилуулсан байдал/

Б.Мэндбаяр, Ш.Молор, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар, С.Баяннасан

Энэхүү энергийг тооцох Фурьегийн хууль [3]

$$q'' = \frac{k}{t} (T_{2.гадна} - T_{1.дотор}) = \frac{(T_{2.гадна} - T_{1.дотор})}{R_{value}} \quad (1)$$

Үүнд:

- $q$  – ханаар дамжих дулаан (Ж/сек=Вт)
- $k$  – дулаан дамжууллын коэффициент (Вт/(м °C))
- $t$  – материалын зузаан
- $T_{2.гадна}$  – гадна температур (°C)
- $T_{1.дотор}$  – гадна температур (°C)
- $R_{value}$  = Дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл

Эндээс:

$$R_{value} = \frac{\Delta T}{q''} = \frac{(T_{2.гадна} - T_{1.дотор})}{q''} \quad (2)$$

Үүнд:

- $R_{value}$  = Дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл
- $q$  – ханаар дамжих дулаан (Ж/сек=Вт)
- $\Delta T$  – температурын зөрүү
- $T_{2.гадна}$  – гадна температур (°C)
- $T_{1.дотор}$  – дотор температур (°C)

Эндээс:

$$U_{value} = \frac{q''}{\Delta T} = \frac{q''}{(T_{2.гадна} - T_{1.дотор})} = \frac{1}{R_{value}} \quad (3)$$

Үүнд:

- $U_{value}$  = Дулаан дамжууллын коэффициент  $q$  – ханаар дамжих дулаан (Ж/сек=Вт)  $\Delta T$  – температурын зөрүү  $T_{2.гадна}$  – гадна температур (°C)
- $T_{1.дотор}$  – дотор температур (°C)  $R_{value}$  = Дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл

### 3 ХЭМЖИЛТИЙН ҮР ДҮН

Бид хэмжилтийг “FluxTeq” –хэмжилтийн багажаар Германы “Gealan” брэндийн цонх, Монголд үйлдвэрлэж буй цонх, улаан тоосго болон Физик, технологийн хүрээлэнгийн Шил, шилэн бүтээгдэхүүний лабораторид хаягдал шилнээс гарган авсан “Хөөсөн блок” дээр хэмжилтүүдийг хийсэн.

Хэмжилтийн үр дүнгийн жишээ болгон Физик, технологийн хүрээлэнгийн туршилтаар гарган авсан “Хөөсөн блок” дээр хийсэн хэмжилтийн дүнг үзүүлж байна.

### 3.1 “Хөөсөн блок”

#### 3.1.1 Материалын дулаан дамжуулалт

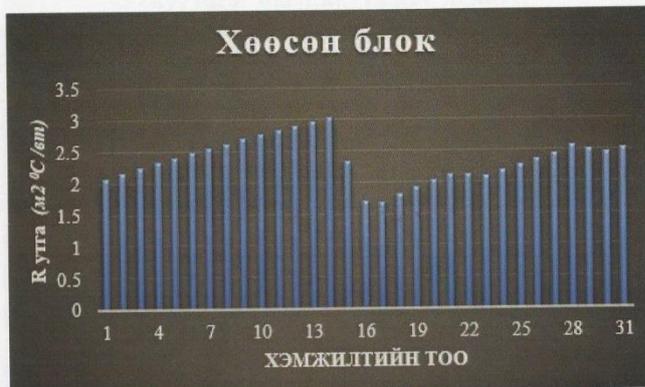


График 1. Хөөсөн блокны дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл



График 2. Хэмжилт хийх үеийн температур



График 3. Дулаан тусгаарлах материалаар алдагдах энерги

Б.Мэндбаяр, Ш.Молор, Б.Мөнгөнцаирал, Т.Галбаатар, С.Баяннасан

### 3.2 Хэмжилт хийсэн материалуудын хоорондын харьцуулалт

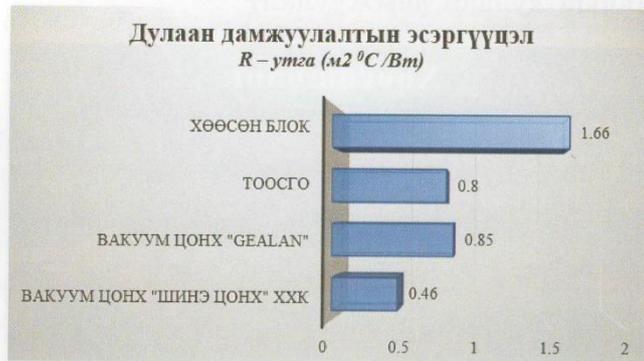


График 4. Барилгын материалууд дээр хийсэн хэмжилтийн  $R$  утгын харьцуулалт

Хэмжилтийн үр дүн (График 4)-ээс үзэхэд Физик, технологийн хүрээлэнгийн Аналитик лабораторид туршилтаар гарган авсан Хөрсөн блок нь дулаан дамжуулалтын эсэргүүцэл хамгийн өндөр буюу барилгын дулаан тусгаарлагч материал хийхэд тохиромжтой гэдэг нь харагдаж байна.

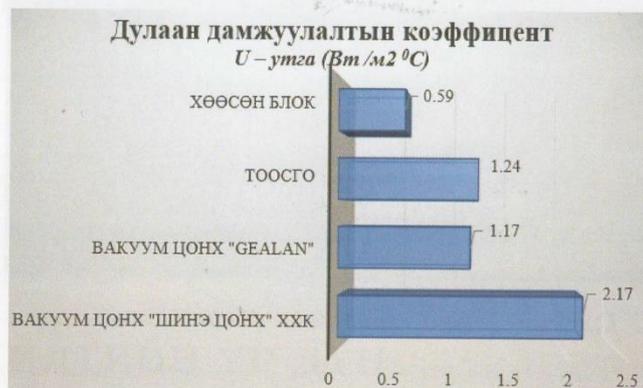


График 5. Барилгын материалууд дээр хийсэн хэмжилтийн  $U$  утгын харьцуулалт

Дулааны алдагдал ихтэй материалаар "Шинэ цонх" ХХК-ийн үйлдвэрлэсэн 3 давхар шиллэгээтэй цонх байгаа бол Германы "Gealan" брэндийн цонх нь дулаан дамжуулалтын коэффициент  $U = 1.17$  гарсан нь барилгын улаан тоосгоноос бага дулаан алдагдалтай байна (График 5).

## ДҮГНЭЛТ

Бид "FluxTeq" хэмжилтийн багаж ашиглан барилгын материалуудын дулаан дамжуулалтыг тооцох судалгааны ажлыг эхлүүлээд байна. Судал-

гаагаар Улаанбаатар хотод өргөн хэрэглэгддэг барилгын материалууд дээр хэмжилтийг ISO 9869 стандартын дагуу хийлээ.

Хэмжилт хийсэн барилгын дулаан тусгаарлагч материалуудын дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийг харьцуулж үзэхэд хамгийн их нь Физик, технологийн хүрээлэнгийн туршилтаар гаргаж авсан “Хөөсөн блок” ( $R_{value} = 1.66$ ) байна. Энэ нь ижил хэмжээтэй тоосготой ( $R_{value} = 0.8$ ) харьцуулахад 2.07 дахин их байгаа нь ажиглагдсан.

Мөн Улаанбаатар хотын хэмжээнд өргөн хэрэглэгдэж буй 2 төрлийн 3 давхар шиллэгээтэй цонхонд дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийг хэмжихэд ХБНГУ-ын “Gealan” брэндийн цонх нь  $R_{value} = 0.85$  буюу  $U_{value} = 1.17$  гарсан бол “Шинэ цонх” ХХК-ийн цонх  $R_{value} = 0.46$  буюу  $U_{value} = 2.17$  гарчээ. Дээрх хэмжилтээс үзэхэд бидний өдөр тутамд хэрэглэгддэг дулаан тусгаарлагч материалууд нь дулааны алдагдал ихтэй, энергийн хэмнэлт бага байгааг илтгэнэ. Иймээс энэхүү судалгааг цаашид Улаанбаатар хотын дулаан алдагдал ихтэй байшингуудын дулаан тусгаарлагч материалыг сайжруулснаар хэр хэмжээний дулаан хэмнэх боломжтой эсэх, мөн түгээмэл хэрэглэгддэг барилгын материалын дулааны алдагдлыг тодорхойлсон өгөгдөл бүрдүүлэх зорилгоор үргэлжлүүлэн судлах шаардлагатай байна.

## Ашигласан ном

- [1] <https://ubstat.mn/>
- [2] User manual for “Fluxtec”
- [3] General PHFS Heat Flux Sensor Instruction Manual
- [4] Instruction Manual for Using PHFS Heat Flux Sensors to Measure R-Value
- [5] An experimental study on thermal analyses of crushed-rock layers with singlesize aggregates Authors: Jiaming Zhang, Guoxing Mei, Thing Bao, Li-E Yan Cold Regions Science and Technology, Vol. 160, 2019 Full publication: <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2019.02.001>
- [6] Thermal behavior and energy saving analysis of a flat with different energy efficiency measures in six climates Authors: El-Hadi Drissi Lamrhari, Brahim Benhamou Building Simulation Vol. 11, 2018 Full publication: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs12273-018-0467-3.pdf>.

*Б.Мэндбаяр, Ш.Молор, Б.Мөнгөнцацрал, Т.Галбаатар, С.Баяннасан*

**SOME RESULTS OF HEAT TRANSMISSION COEFFICIENT MEASUREMENTS IN BUILDING MATERIALS UTILIZING A HEAT LOSS MEASURING DEVICE (FLUXTEQ)**

**Mendbayar B.\* , Molor Sh., Munguntsatsral B., Bayannasan S., Galbaatar T.**

*Department of Applied Physics,  
Institute of Physics and Technology, MAS*

**Abstract**

*We report the preliminary result on measurement of the thermal conductivity resistance (R) of made on heat insulation material used in public and residential buildings in Ulaanbaatar using a heat loss measuring device (Fluxteq).*

**Key words:** *Heat flux, Heat loss, Building materials, Heat transmittance (U-value), Thermal resistance (R-value)*

---

\* e-mail: mendbayarb@mas.ac.mn



## УЛААНБААТАР ХОТЫН ДАМБАДАРЖАА ОРЧМЫН ГЭР ХОРООЛЛЫН АЙЛ ӨРХИЙН АМИНЫ ОРОН СУУЦНЫ ДУЛААНЫ АЛДАГДАЛ

Б.Мэндбаяр\*, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар

ШУА, Физик, технологийн хүрээлэн,  
Хэрэглээний физикийн салбар

### Удиртгал

*Судалгаагаар УБ хотын Сүхбаатар дүүргийн Дамбадаржаа орчмын 1690 айл өрхийн амины орон сууцнаас найман барилгыг жилийг болгон сонгож, “Грийнтэг гО” (green TEG gO) дулааны урсгал хэмжигч багажаар дулаан алдагдлын бодит утгыг ISO 9869 стандартын дагуу тодорхойлов.*

*Түлхүүр үгс: Дулаан дамжуулал, дулааны энерги, дулааны алдагдал, хэмжилтийн багаж, энерги хэмнэлт*

### 1 ОРШИЛ

Улаанбаатар хотын хэмжээнд 200 гаруй мянган өрх амины орон сууцанд амьдардаг [1] бөгөөд дийлэнх тохиолдолд халаалтандаа түүхий нүүрс ашигласаар байна. Энэ нь хотын хэмжээнд агаарын бохирдлын түвшин өндөр байх хамгийн гол хүчин зүйлийн нэг юм. Монгол Улсын Засгийн Газраас Улаанбаатар хотын түүхий нүүрсний хэрэглээг хязгаарлаж, сайжруулсан түлш ашиглах боломжоор хангаж буй нь агаарын бохирдол багасаж байгаа сайн талтай боловч дулаалгагүй, дулааны алдагдал ихтэй амины орон сууцны түлшний зарцуулалт буурахгүй байна. Учир нь амины орон сууцны дулааны алдагдлыг тодорхойлох, түүнийг бууруулах талаар дорвитой арга хэмжээ авахгүй байгаад оршино.

**Энэхүү ажлын зорилго нь:**

- УБ хотын Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны нийт 1690 айл өрхийн амины орон сууцны дулаан алдагдлын бодит утгыг 8 жилийг барилга сонгон хэмжилтийн багажуудаар дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийг хэмжин, дулаан алдагдлын хэмжээг үнэлэх

\*э-шуудан: mendbayarb@mas.ac.mn

- Нийт нутаг дэвсгэр дэх амины орон сууцны дулааны алдагдлал, эдийн засаг болон экологид үзүүлэх нөлөөллийг тооцох

**Судалгааны объект:** Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хороо нь 2007 онд шинээр зохион байгуулагдсан ба хорооны 190 га нутаг дэвсгэрт нийт 1725 [2] айл өрх 1141 амины орон сууц, 549 Монгол гэрт амьдарч байна. Тус хорооны айл өрхийн амины орон сууцны төрлөөс хамааруулан дараах төрлүүдэд ангилж болохоор байна. Үүнд:

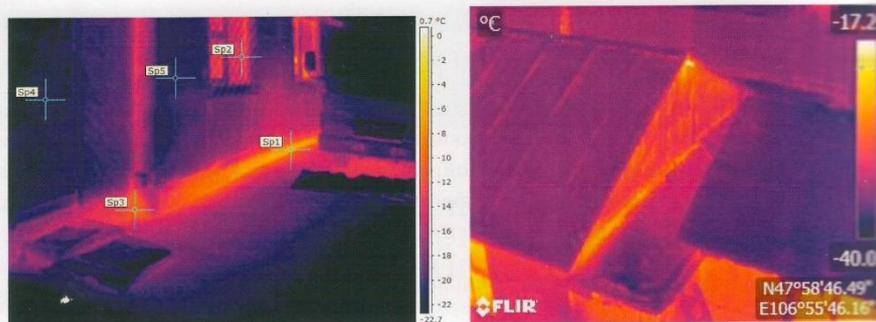
- 1 . Дамбадаржаагийн 48 м<sup>2</sup> талбайтай шавар палкан
- 2 . Дамбадаржаагийн мансардтай 64 м<sup>2</sup> талбайтай шавар тоосгон
- 3 . Дамбадаржаагийн 3500 м<sup>2</sup> талбайтай цэцэрлэг
- 4 . Дамбадаржаагийн 72 м<sup>2</sup> талбайтай канад технологиор баригдсан
- 5 . Дамбадаржаагийн Монгол гэр
- 6 . Дамбадаржаагийн 71-нүүдэл 4 тоотын 96 м<sup>2</sup> талбай бүхий 2 давхар дүнзэн
- 7 . Дамбадаржаагийн 128 м<sup>2</sup> талбайтай дүнзэн
- 8 . Дамбадаржаагийн 24 м<sup>2</sup> талбайтай шавар тоосгон байшингууд болно.

Дээрх нийт 7 айлын амины орон сууцны болон нэг үйлчилгээний барилгын хаших хийцийн гадаргуугаар алдагдах дулааны алдагдлыг тодорхойлох хэмжилт хийж, дулаан алдагдлын хэмжээг тодорхойлов.

## 2 СУДАЛГААНЫ ҮНДЭСЛЭЛ ШААРДЛАГА

Амины орон сууцны дулааны алдагдлыг тухайн барилгад ашигласан барилгын материалаас хамааруулан онолын хувьд тооцож, тооцоот дулааны алдагдлыг тодорхойлж болно. Харин бодит хэмжилтээр тухайн агшин дахь дулааны урсгалыг хэмжиж, дулаан алдагдлыг тодорхойлсноор тухайн амины орон сууцны дулаан алдаж буй хэсгийг нарийвчлан тодорхойлдог давуу талтай. Сонгогдсон амины орон сууцны дулааны алдагдлын бодит утгыг дулааны урсгал хэмжигч багаж ашиглан тодорхойлж тус хорооны нийт айл өрхийн дулаан алдагдлыг БНБД 23-02-09 нормчлогдсон утгатай харьцуулж, дулаалгыг сайжруулснаар айл өрхийн түлшний зарцуулалт буурч, санхүүгийн зардал болон хүлэмжийн хийн ялгаруулалтыг бууруулах боломжийг тооцох шаардлагатай байна.

Б.Мэлдбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар

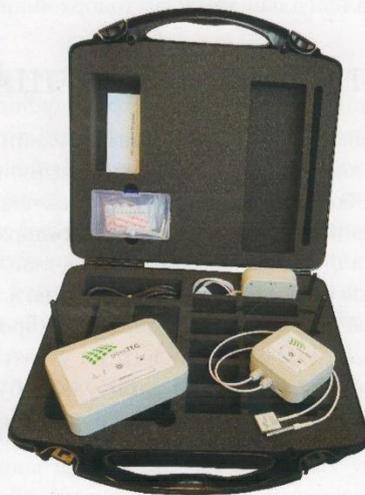


Зураг 1. Амьны орон сууцны дулааны алдагдах байдал /а.Шал, б. Дээврийн хөндий/

### 3 ХЭМЖИЛТИЙН АРГАЗҮЙ

Дулаан бол энергийн нэг хэлбэр юм. Дулаан дамжуулалтыг шууд буюу дамжууллын, конвекцийн болон цацрагийн гэж гурав ангилан авч үздэг. Эдгээр нь тус бүрдээ температурын зөрүүг шаарддаг. Гэхдээ бидний ашиглаж байгаа дулааны урсгал хэмжигч багажийн хувьд дамжууллын болон конвекцийн дулаан дамжуулалтыг тооцно [3].

Хэмжилтийн багажаар Швейцари улсад үйлдвэрлэгдсэн Грийнтэг (green TEG) үйлдвэрийн гО (gO) төрлийн дулаан дамжуулалтын коэффициентийг ISO 9869 стандартын дагуу тодорхойлох мэдрэгч ашигласан. [4]



Зураг 2. Грийнтэг гО (greenTEG гО) хэмжилтийн багаж

ISO 9869 стандартын дагуу U-утгыг (дулаан дамжууллын коэффициент) хэмжихдээ дараах зааврын дагуу хэмжилтийг хийсэн болно.

### 2.1 Дулааны мэдрэгчийг суурилуулах

- Мэдрэгчийг байрлуулахдаа хөдөлгөөнгүйгээр байрлуулж, 2 талтай наалт болон пасте (дулаан сайн дамжуулагч материал) ашиглана.
- Үнэн бодит үр дүн авахын тулд мэдрэгчүүдийг тусгаарлагчийн (хана, цонх ...) гадна болон дотор талд нэг түвшинд байрлуулна.

### 2.2 Орчны температур мэдрэгчийг суурилуулах

- Мэдрэгчийг байрлуулахдаа гадаргуугаас хөндийрүүлэгчийг байнга ашиглана.
- Нарны шууд тусгалгүй газар байрлуулна.
- Температур мэдрэгчийг дулааны урсгал мэдрэгчээс 5-10 см-ийн зайнд байрлуулна.

### 2.3 Бусад ерөнхий шаардлага

- Хэмжилтийн хугацаа 72 цагаас багагүй байна.
- Хэмжилт хийж байгаа тусгаарлагчийн (хана, цонх ...) гадна болон доторх температурын зөрүү  $5^{\circ}\text{C}$ -ээс багагүй байна.
- Хэмжилт хийж байгаа тухайн орчны температурын хэлбэлзэл их байх тохиолдолд хэмжилтийг 72 цагаас илүү хугацаагаар хийнэ.



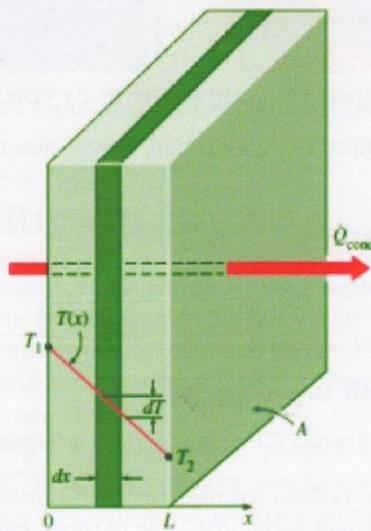
Зураг 3. Грийнтэг гО (greenTEG gO) хэмжилтийн багажсийг суурилуулсан байдал

Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар

### 2.4 Хэмжилтийн багажны ажиллах зарчим

#### Ханаар дамжих дулаан дамжуулалтыг тооцох

Ханаар дамжих дулааны шууд энерги нь хананы гадна болон доторх температурын зөрүүнээс шууд хамааралтай, хананы зузаанаас урвуу хамааралтай байдаг.



Зураг 4. Ханаар дамжих дулааны шууд энерги

Энэхүү энергийг тооцох Фурьегийн хууль

$$Q_{cond} = -kA \frac{dT}{dx} = -kA \frac{T_1 - T_2}{L} \quad (1)$$

Үүнд:  $Q_{cond}$  – ханаар дамжих дулаан (Ж/сек=Вт)

$k$  – тухайн материалын хувийн дулаан дамжууллын коэффициент (Вт/(м<sup>0</sup>С))

$A$  – дулаан дамжиж байгаа талбай (м<sup>2</sup>)

$L$  – хананы зузаан (м)

$T$  – температурын зөрүү (°С)

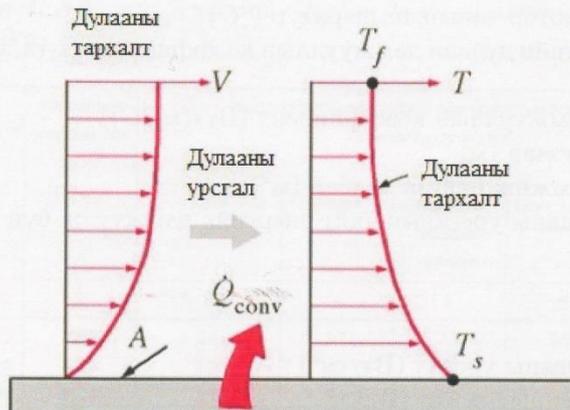
#### Конвекцийн энергийг тооцох

Конвекцийн дулаан дамжуулалт нь хатуу гадаргуу доторх шингэн эсвэл агаараар (хий) тархах дулааныг тооцдог.

$$Q_{conv} = hA_s(T_s - T_f)$$

Үүнд:  $Q_{conv}$  – конвекцийн дулаан (Вт)

$h$  – конвекцийн дулаан дамжууллын коэффициент (Вт/м<sup>2</sup> °С)



Зураг 5. Ханаар дамжих дулааны конвекцийн тархалт

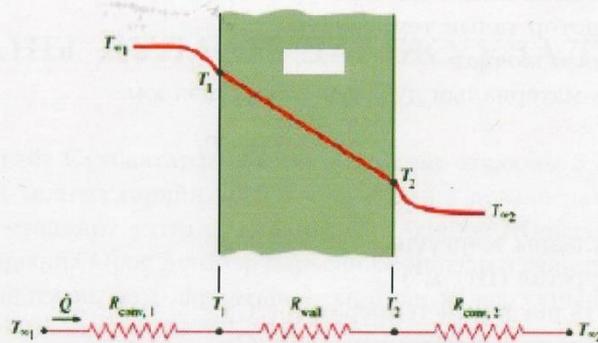
$A_s$  – дулаан дамжиж байгаа талбай ( $m^2$ )

$T_s$  – гадаргуун температур ( $^{\circ}C$ )

$T_f$  – гадаргуу дээрх шингэн болон хийн температур ( $^{\circ}C$ )

**Ханаар урсах дулааны энергийг тооцох [5]**

Ханаар урсах дулааны нийт энергийг дараах байдлаар тооцно. (Зураг 4)



Зураг 6. Ханаар урсах дулааны шилжилт

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{R_{total}}$$

$$R_{total} = R_{conv,1} + R_{wall} + R_{conv,2} = \frac{1}{h_1 A} + \frac{L}{kA} + \frac{1}{h_2 A}$$

Үүнд:  $Q$  – нийт дулааны энерги (Вт)

$T_1$  – хананы гадна талын температур ( $^{\circ}C$ )

*Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцайрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар*

$T_2$  - хананы дотор талын температур ( $^{\circ}C$ )

$h_{1,2}$  - конвекцийн дулаан дамжууллын коэффициент (1-гадна) (2-дотор) ( $Вт/м^2$   $^{\circ}C$ )

$k$  - дулаан дамжууллын коэффициент ( $Вт/(м$   $^{\circ}C)$ )

$L$  - хананы зузаан (м)

$A$  - дулаан дамжиж байгаа талбай ( $м^2$ )

Нийт дулааны урсгалыг нийт энергийг дамжуулж буй талбайд хуваана.

$$q = \frac{Q}{A}$$

Үүнд:  $q$  - дулааны урсгал ( $Вт/ м^2$ )

$Q$  - нийт дулааны энерги ( $Вт$ )

$A$  - дулаан дамжиж байгаа талбай ( $м^2$ )

### U болон R утгыг тооцох

2.4.1 U утга тооцох U утга нь материалын дулаан дамжуулалт юм.

$$U = \frac{q}{T_1 - T_2}$$

Үүнд:  $U$  - дулаан дамжуулалт ( $Вт/ м^2$   $^{\circ}C$ )

$q$  - дулааны урсгал ( $Вт/ м^2$ )

$T_1$  - хананы гадна талын температур ( $^{\circ}C$ )

$T_2$  - хананы дотор талын температур ( $^{\circ}C$ )

2.4.1 R утга тооцох

R утга нь материалын дулааны эсэргүүцэл юм.

$$R = \frac{T_1 - T_2}{q}$$

Үүнд:  $R$  - дулааны эсэргүүцэл ( $м^2$   $^{\circ}C$  / $Вт$ )

$q$  - дулааны урсгал ( $Вт/ м^2$ )

$T_1$  - хананы гадна талын температур ( $^{\circ}C$ )

$T_2$  - хананы дотор талын температур ( $^{\circ}C$ )

## 3 БАРИЛГЫН ДУЛААНЫ ХАМГААЛАЛТ- БНБД 23-02-09

“Зам тээвэр, барилга, хот байгуулалтын сайдын 2008 оны 314 дүгээр тушаал” Энэхүү барилгын норм ба дүрмийг дотор агаарын тодорхой температур, чийглэгийг барьж байх шаардлагатай орон сууц, олон нийт, үйлдвэр, хөдөө аж ахуй, агуулахын барилга, байгууламж /цаанид барилга гэнэ/-д тавих дулааны хамгаалалтад мөрдөнө.

**Хүснэгт 1.** Хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийн нормчлогдсон утга

Барилга ба өрөөний нэр	Халаалтын улирлын хэм хоног 0СЧхон	Хашлага бүтээцийн дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийн нормчлогдсон утга м <sup>2</sup> °С/Вт				
		Хана	Хучилт	Адрын ба зорийн хучилт	Цонх, хаалга	Босоо шиллэгээтэй гэгээвч
1	2	3	4	5	6	7
Орон сууц,	2000	2.1	3.2	2.8	0.3	0.3
эмчлүүлэх газар,	4000	2.8	4.2	3.7	0.45	0.35
төрөх, хүүхдийн	6000	3.5	5.2	4.6	0.6	0.4
барилга, дотуур	8000	4.2	6.2	5.5	0.7	0.45
байр зочид	10000	4.9	7.2	6.4	0.75	0.5
буудал, олон нийтийн барилгууд	12000	5.6	8.2	7.3	0.8	0.55

Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09-д зааснаар Улаанбаатар хотод /7754<sup>0</sup>С хэм.хоног/[6] баригдах барилгын цонхны дулаан дамжуулалтын эсэргүүцлийн нормчилогдсон утга нь  $R=0.7\text{ м}^2\text{ }^0\text{C}/\text{Вт}$  ( $U=1.429\text{ Вт}/\text{м}^2\text{ }^0\text{C}$ ). Хананы нормчилогдсон утга  $R=4.2\text{ м}^2\text{ }^0\text{C}/\text{Вт}$  ( $U=0.238\text{ Вт}/\text{м}^2\text{ }^0\text{C}$ ) байна [7].

#### 4 ХАНАНЫ ДУЛААН ДАМЖУУЛАЛТЫН ХЭМЖИЛТ

Хэмжилтийг Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны 6 амины орон сууц, 1 цэцэрлэг, 1 монгол гэрийн цонх болон хананы дулаан дамжуулалтын хэмжилт хийж стандарт утгатай харьцуулсан болно. Жишээ болгон СБД-ийн 17 дугаар хорооны Орос дүнзээр барьсан барилгын хэмжилтийн утгыг оруулав. Тус барилга нь нам даралтын цахилгаан халаагуурын тусламжтайгаар халаалтаа шийдсэн.

Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар



Зураг 7. Дүнзэн ханатай барилгын гадна тал

Хүснэгт 2. Дүнзэн ханатай барилгын хэмжилтийн мэдээлэл

№	Үзүүлэлт	Тайлбар
1	Барилгын төрөл	Дүнз
	- Хана	Дүнз (Орос)
	- Цонх	2 давхар шилтэй хуванцар рамтай; 2 ширхэг 110:150 см, 1 ширхэг 200:110 см болон 60:100 см, 2 ширхэг 80:110см
	- Хаалга	Мод, төмөр
2	Ашиглалтанд орсон он	2012
3	Байрны давхар	2 давхар, мансарттай 48 м <sup>2</sup> x 1.95 м
4	Хананы бүтэц /давхарга бүрээр/	Дүнз, хар цаас, 5 см шилэн хөвөн, ОСБ хавтан
	1 давхарын таазны давхарга	2 см банз, шилэн хөвөн, 3 см банз
	Шалны давхарга	2 см банз, 2 см грамзит, 5 см шилэн хөвөн, 3 см банз, паркет
	Дээвэр	Сэндвич
	2 давхарын таазны давхарга	ОСБ хавтан, 10 см хөөсөнцөр, хар цаас
5	Дулаалгатай эсэх	Дулаалгатай
6	Нар тусдаг эсэх	Зүүн 3 цонх, 2 урагшаа, баруун 2 цонх
7	Хэмжилт хийсэн зүг	Зүүн
8	Хэмжилтийн байршил	Цонх 219, 225 /мэдрэгчийн №/ - Хана 221, 231 /мэдрэгчийн №/
9	Дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент /U- Value/	- Цонх: 3.57 Вт/м <sup>2</sup> °С - Хана: 0.53 Вт/м <sup>2</sup> °С

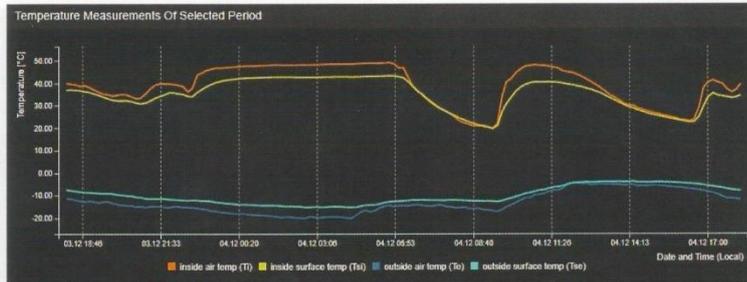


График 1. Дүгнэн ханатай амины орон сууцны хананы температурын хэмжилтийн утга

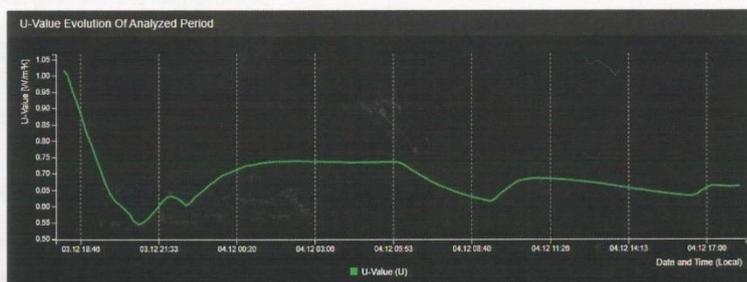


График 2. Дүгнэн ханатай амины орон сууцны хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн хэмжилтийн утга

Хэмжилтээр 96 м<sup>2</sup> талбайтай амины орон сууцны хананы нийт талбай 192.92м<sup>2</sup> бөгөөд хэмжилтийн багажны тооцоолсноор хананы дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь 0.53 Вт/м<sup>2</sup> °С (График 2).

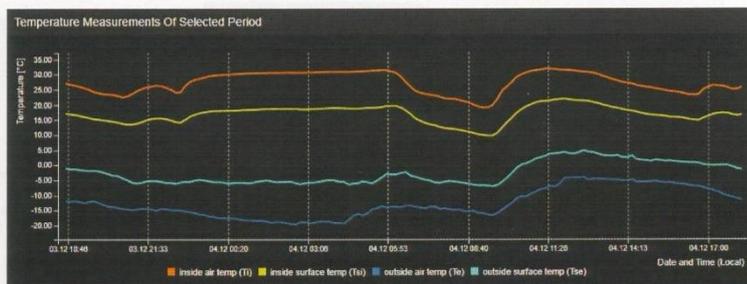


График 3. Дүгнэн ханатай амины орон сууцны цонхны температурын хэмжилтийн утга

Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар

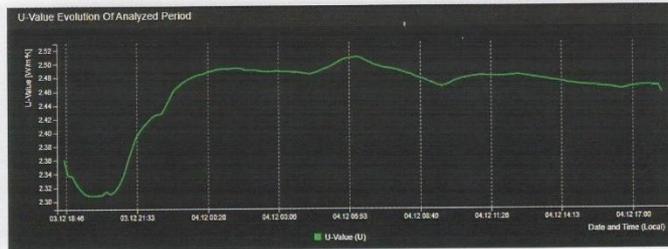


График 4. Дүнгэн ханатай амины орон сууцны цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициентийн хэмжилтийн утга

Дээрх барилгын цонхны нийт талбай  $14.72\text{м}^2$ . Хэмжилтийн багажны тооцоолсноор цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент нь  $3.57\text{ Вт/м}^2\text{ }^\circ\text{C}$  (График 4), жилийн нийт дулааны алдагдал нь  $29400.11\text{ кВт.ц/жил}$  байна.

#### 4.1 Хэмжилт хийсэн барилгуудын хоорондын харьцуулалт

Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны тоосго, блок, дүнгэн, палкан, болон шавардлагатай ханатай амины орон сууц дээр хийсэн хэмжилтийн утгыг БНБД 23-02-09 стандартын дулаан нэвтрүүлэлтийн утгатай харьцуулж үзэхэд ханын дулаан нэвтрүүлэлт 1,6-4,5 дахин их (График 5), цонхны дулаан нэвтрүүлэлтийн коэффициент 1,4-2,6 дахин их байна (График 6).

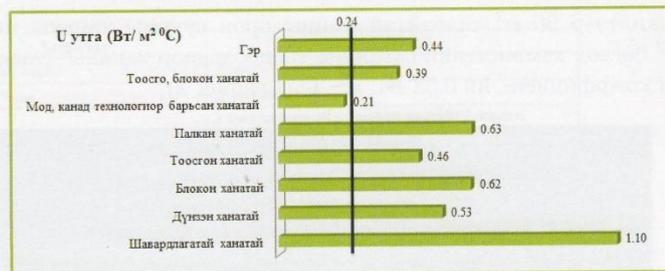


График 5. Амины орон сууцны ханан дээр хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

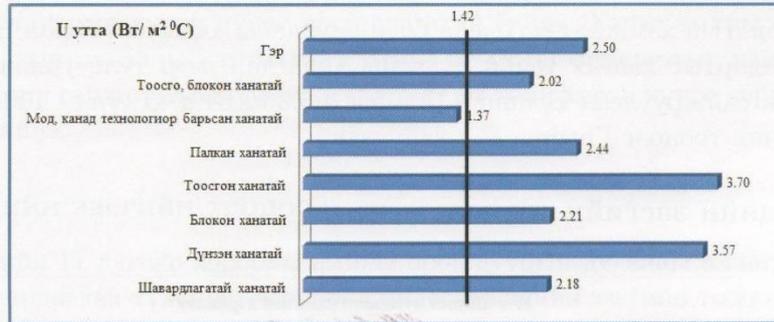


График 6. Амины орон сууцны цонхон дээр хийсэн хэмжилтийн дундаж утгын харьцуулалт

Канад технологиор баригдсан 30 см-ийн чулуун хөвөн дулаалгатай хана, 3 давхар шилэлгээтэй хуванцар хүрээтэй цонх нь БНБД 23-02-09 стандартыг хангаж байна.

## 5 ЭДИЙН ЗАСАГ БОЛОН ЭКОЛОГИД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨ

### 5.1 Нэг айлын дундаж дулааны алдагдал

СБД-ийн 17 дугаар хорооны нэг айлын дундаж дулааны алдагдлыг хэмжилтийн утган дээр тулгуурлан тооцсон ба Улаанбаатар хотын агаарын температурын олон жилийн дундаж утгаас энэ бүс нутгийн хэм хоног нь 7754<sup>0</sup>С хоног байна. Иймээс дээрх хорооны нутаг дэвсгэр дээр байгаа 1141 барилгын стандартыг Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 -ын дагуу баригдсан тохиолдолд (хэм хоногийг 8000<sup>0</sup>С.хон, U-хана - 0.238 Вт/м<sup>2</sup>°С , U-цонх - 1.429Вт/м<sup>2</sup>°С) дулааны алдагдлыг тооцсон үр дүнг харуулав.

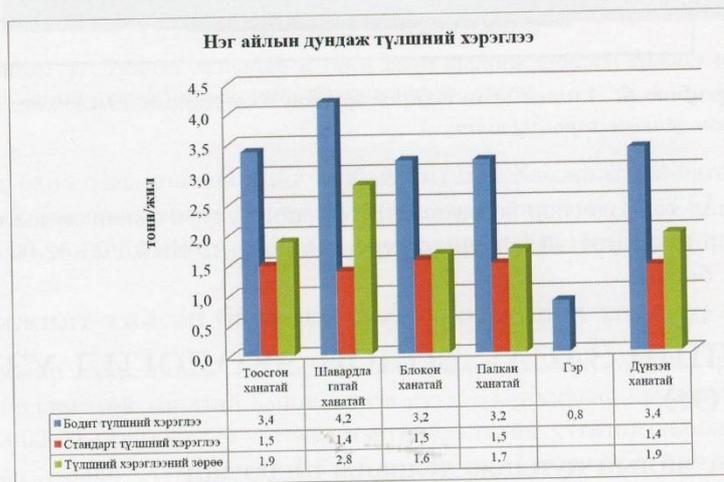


График 7. Нэг айлын дундаж дулааны алдагдал

*Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар*

Барилгын хэмжилтээс олсон бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурлан нэг айлын дундаж сайжруулсан түлшний (илчлэг - 6.36 кВт.ц/кг, үнэ - 150 төг/кг) хэрэглээний тооцоог График 8-д харуулав.

**5.2 Эдийн засгийн тооцоо**



*График 8. Нэг айлын дундаж сайжруулсан түлшний хэрэглээ*

Барилгын бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурлан нэг айлын дундаж нүүрсний (Багануурын хүрэн нүүрсний илчлэг - 3.81 кВт.ц/кг) хэрэглээний тооцоог График 9-д харуулав.



*График 9. Нэг айлын дундаж нүүрсний хэрэглээ*

СБД-ийн 17 дугаар хорооны нийт амины орон сууцны хувьд одоо байгаа дулааны алдагдлыг хангахад 4532.37 тонн сайжруулсан түлш эсвэл, 7565.85

тонн Багануурын хүрэн нүүрс шаардлагатай байна. Хэрэв амины орон сууц нь Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг хангасан бол 1666.58 тонн сайжруулсан түлш, эсвэл 2787.02 тонн хүрэн нүүрс зарцуулахаар байсан байна.

### 5.3. Эдийн засгийн тооцоо

СБД-ийн 17 дугаар хорооны амины орон сууцын дулааны алдагдлыг хангахад шаардагдах түлшний тооцоонд үндэслэн эдийн засгийн тооцоог хийлээ. Тооцоонд сайжруулсан түлшний үнийг 150 төг/кг, Багануурын нүүрсний үнэ 283 төг/кг, цахилгаан эрчим хүчний үнэ 108.3 төг/кВт.ц [8] гэж тус тус авч тооцов.

Барилгын хэмжилтээс олсон бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурлан нэг айлын сайжруулсан түлшинд (үнэ 150 төг/кг) зарцуулах зардлын тооцоог График 10-т харуулав.

Харин нэг айлын нүүрсэнд зарцуулах зардлын (үнэ 283 төг/кг) тооцоог График 11-т харуулав.

Барилгын хэмжилтээс олсон бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурлан тухайн айлын дулааны алдагдлаа цахилгаанаар ( 108.3 төг/кВт.ц) шийдсэн тохиолдолд гарах цахилгааны үнийн тооцоог График 12.-т харуулав.



График 10. Нэг айлын дундаж сайжруулсан түлшний зардал

Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцаурал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар



График 11. Нэг айлын дундаж нүүрсний зардал



График 12. Нэг айлын дундаж халаалтанд зарцуулах цахилгааны зардал

СБД-ийн 17 дугаар хорооны нийт амины орон сууцны хувьд хэмжилтээс гарсан бодит дулааны алдагдал 28.83 сая кВт.ц дулааныг сайжруулсан түлшээр хангах бол 679.85 сая төгрөг, Багануурын хүрэн нүүрсээр хангавал 2141.13 сая төгрөг, цахилгаан эрчим хүчээр хангавал 3121.84 сая төгрөг тус тус зарцуулахаар байна.

#### 5.4 Хүлэмжийн хийн ялгаруулалтыг тооцох:

Эрчим хүчний судалгааны ажлуудад экологийн судалгааг зайлшгүй хийх шаардлагатай байдаг. Халаалтанд нүүрс ашиглах нь хүрээлэн буй орчинд тодорхой хэмжээний хүлэмжийн хий ялгаруулж байдаг. Хүлэмжийн хийн ялгаруулалтыг тооцсоноор экологид үзүүлэх нөлөөллийг тооцож, урьдчилан сэргийлэх боломжийг тодорхойлж өгдөг. Дулааны алдагдлын тухайд айл өрхүүд амины орон сууцаа дулаалснаар түлшний зарцуулалт буурч, эдийн засгийн өндөр үр ашигтай төдийгүй хүрээлэн буй орчны бохирдол багасах боломж-

той.

Барилгын хэмжилтээс олсон бодит дулааны алдагдал болон БНБД 23-02-09 стандартыг хангах үеийн дулааны алдагдал дээр тулгуурласан нүүрсний (1кг нүүрснээс 3.65 кг CO<sub>2</sub> ялгарна) [9] хэрэглээнээс нэг айл жилд дунджаар ялгаруулж байгаа хүлэмжийн хийн (CO<sub>2</sub>) хэмжээг тооцсон үр дүнг График 13.-т харуулав.



График 13. Нэг айлын дунджаар ялгаруулж байгаа хүлэмжийн хий

СБД-ийн 17 дугаар хорооны нийт дулааны алдагдлыг хангахад шаардагдах түлшний тооцоонд үндэслэн хүлэмжийн хийн ялгаруулалтын тооцоог хийлээ. Тус хорооны 549 гэрээс жилд 2835.82 тонн, 1141 амины орон сууцаас жилд 24779.53 тонн хүлэмжийн хий тус тус ялгарч байна. Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг ханган дулаалвал нэг айлын дундаж хүлэмжийн хийн ялгаруулалт нь сууцны төрлөөс хамааран тоосгон ханатай барилгын хувьд 11.5 тонн/жил, шавардлагатай ханатай барилгын хувьд 17 тонн/жил, блокон ханатай барилгын хувьд 10.0 тонн/жил, палкан ханатай барилгын хувьд 10.4 тонн/жил, дүнзэн ханатай барилгын хувьд 11.9 тонн/жил-ээр тус тус буурахаар байна.

## 6 ДҮГНЭЛТ

Дулааны алдагдлын хэмжилтийг амины орон сууцны хаших хийцийн төрөл бүрээс төлөөлүүлэн 7 байшин, 1 гэрт явууллаа. Хэмжилтийн дүнгээр Канад технологиор баригдсан барилгын гадна хана, цонх, дээврээр алдагдах дулааны хэмжээ хамгийн бага буюу 6139.7кВт\*ц/жил байв. Энэ нь Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандартыг хангасан ганц тохиолдол юм. Бусад барилгуудын хаших хийцээр алдах дулааны алдагдал өндөр байгаа нь эдгээр барилгууд нь дулаан хамгаалалтын стандартын дагуу баригдаагүй, дулаалга муутай байгаатай холбоотой. Сүхбаатар дүүргийн 17 дугаар хорооны айл өрхийн барилга, амины орон сууц, гэрийн жилийн нийт дулааны алдагдал 28.8 сая кВт.ц/жил байна. Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09

*Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар*

стандартыг хангах үеийн нийт 1141 амины орон сууцны дулааны алдагдлыг тодорхойлоход 10.6 сая кВт.ц/жил байна. Мөн стандарт хангасан үеийн дулааны алдагдлын зөрөөг тооцож үзэхэд одоо байгаа хаших хийцийн төрлөөс хамааран дулааны алдагдлыг 50-70 орчим хувиар бууруулах боломжтой байна. Иймээс иргэд өөрсдийн амины орон сууцныг дулаалснаар хүлэмжийн хийн ялгаруулалтыг мэдэгдэхүйцээр бууруулж, өрхийн эдийн засагт сайнаар нөлөөлөх нь дээрх судалгаагаар харагдаж байна.

### Цаашид хийх судалгааны ажлын санал:

Өмнөх судалгааны ажлын хүрээнд амины орон сууцанд сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсгүүр ашиглах боломжийн судалгааг хийж байсан бол СБД-ийн 17-р хорооны айл өрхийг нарны эрчим хүчээр хангах, илүүдэл эрчим хүчийг хуримтлуулах боломжийн судалгааг цаашид хийх шаардлагатай байна. Тус хорооны амины орон сууцнуудад 5 кВт-ын нарны зайн систем [10] байрлуулж, өрх бүр эрчим хүч үйлдвэрлэнэ гэж үзвэл нийт талбай нь 89615 м<sup>2</sup> болно. Үүнээс барилгын дээврийн талбай нь 53769 м<sup>2</sup>. Нарны зайн системийг сүүдэрлэлт хамгийн бага байх нөхцөлийг ханган байрлуулах шаардлагатай тул нарны зай байрлуулах боломжит дээврийн талбайн 37638.3 м<sup>2</sup> талбайд нарны зай байрлуулна. Модулийн налуу гадаргуу дээр ирэх нарны нийлбэр цацраг нь тус бүс нутагт 1671.5 кВт.ц/м<sup>2</sup> ба уг талбайд 300 Вт-ын 1.67 м<sup>2</sup> талбайтай нийт 22400 ширхэг нарны зай байрлуулах боломжтой. Эндээс үзэхэд СБД-ийн 17-р хороонд 6.72 МВт-ын нарны зайн үүсгүүр суурилуулвал жилд 10.68 сая кВт.ц цахилгаан эрчим хүч үйлдвэрлэх нөөц бололцоо байна. Мөн 6407.8 тн/жил хүлэмжийн хийн ялгаралтыг бууруулах боломжтой. Энэхүү эрчим хүчний нөөцийг Эрчим хүчний яамнаас хэрэгжүүлж буй 2 x 50 МВт-ын Цэнэг хураагуурын системийн тэжээлийн эх үүсгүүр болгон ашиглавал цэнэг хураагуурын 1 -1.5 хувийг цэнэглэх боломжтой. Ийм тохиолдолд нарны зайн систем, цэнэг хураагуур, эрчим хүчний нэгдсэн сүлжээ гэсэн хосолсон системийн тооцоо хийх шаардлагатай болно.

### Ашигласан ном

- [1] <https://www.ulaanbaatar.mn.p34/>
- [2] <http://ubstat.mn/StatTable=245>
- [3] С.Батмөнх, Дулаан нэвтрүүлэлт. (2007).
- [4] User manual for gO measurement-system / Status: 07.05.2018 – version 1.1
- [5] Mounting recommendations for gO measurement-system, measurement nodes and sensors / Status: 07.09.2018 – Version 1.1
- [6] Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцацрал, С.Баяннасан, Т.Галбаатар. Барилгын хаших хийцээр алдагдах дулааны энергийг дулааны урсгал хэмжигч багажаар хэмжсэн зарим үр дүнгээс.
- [7] ФТХ-бүтээл №46. Барилгын дулааны хамгаалалт БНБД 23-02-09 стандарт

- [8] Эрчим хүчний зохицуулах хороо, үнэ тариф тогтоох тогтоол.
- [9] B.D. Hong and E. R. Slatick, Carbon Dioxide Emission Factors for Coal, DOE/EIA-0121 (94/Q1) (Washington, DC)
- [10] Ш.Молор, Б.Мэндбаяр, Б.Мөнгөнцэрлал, Т.Галбаатар. Улаанбаатар хотын нөхцөлд сэргээгдэх эрчим хүчний бие даасан халаалтын системийг ашиглах техник, эдийн засгийн боломж. ФТХ-ийн бүтээл №45, (2018).

## DWELLING HEAT LOSS STUDY IN ULAANBAATAR

B.Mendbayar\*, Sh.Molor, B.Munguntsatsral, S.Bayannasan,  
T.Galbaatar

*Department of Applied Physics,  
Institute of Physics and Technology, MAS*

*The current study attempts to analyse the energy*

### **Abstract**

*loss of a ger district of Ulaanbaatar basing on heat transfer measurements of eight different buildings constituting the predominant dwelling types in the district. Issues related to i.a. air quality and financial burdens caused by poor heat isolation are discussed.*

**Key words:** Heat flux, thermal energy, heat loss, energy efficiency, heat conduction

\*e-mail: mendbayarb@mas.ac.mn