



ЗАМ, ТЭЭВРИЙН ХӨГЖЛИЙН ТӨВ
ТӨРИЙН ӨМЧИТ ҮЙЛДВЭРИЙН ГАЗАР

16100 Улаанбаатар хот, Баянгол дүүрэг, 20 дугаар хороо,
Утас/Факс: (976) 7000 7636, И-мэйл: info@rtdc.gov.mn,
Вэбсайт: www.rtdc.gov.mn

2022.04.29 № 1/343

танай _____-ны № _____-т

ЗАМ, ТЭЭВРИЙН ХӨГЖЛИЙН ЯАМНЫ
БОДЛОГО, ТӨЛӨВЛӨЛТИЙН ГАЗРЫН
ДАРГА Д.ГЭРЭЛНЯМ ТАНАА

“Авто замын норм нормативын сан”-ийн хөрөнгөөр хэрэгжиж буй “Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр авто зам, замын байгууламжийг гэрэлтүүлэх, халтиргаа гулгаанаас урьдчилан сэргийлэх тухай туршилт судалгаа”-ны ажилд сонгон шалгарсан “Дүйнхэр тэргүүн” ХХК нь ажлын даалгаварт заасны дагуу уг туршилт, судалгааны ажлын тайланг Зам, тээврийн хөгжлийн яамны Шинжлэх ухаан, технологийн зөвлөлөөр хэлэлцүүлэх тухай албан хүсэлтийг ирүүлээд байна.

Иймд холбогдох журмын дагуу судалгааны ажлын тайланг хурлаар хэлэлцүүлж, зохих шийдвэрийг гаргуулж өгөхийг хүсье. Холбогдох материалыг хавсаргав.

Хавсралт ... хуудас

ХУВИЙГ: “Дүйнхэр тэргүүн” ХХК-д

ЗАХИРАЛ



Х.ПҮРЭВЖАРГАЛ

**“Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр авто зам, замын
байгууламжийг гэрэлтүүлэх, халтиргаа гулгаанаас
урьдчилан сэргийлэх тухай туршилт, судалгаа”-ны
зөвлөх үйлчилгээний ажил №2020/380**

Захиалагч: “Авто тээврийн хөгжлийн төв” ТӨҮГ



Зөвлөх: “Дүйнхэр тэргүүн ХХК”

Сүхбаатар дүүрэг, 3 хороо, Нарны зам 59,

Монгол Глобал Төв, 113 тоот

Утас: 70129299, 99107320

Email: info@odel.technology

Web: www.odel.technology

ТАНИЛЦУУЛГА

“Дүйнхэр тэргүүн ХХК” нь нарны эрчим хүчийг хуримтлуулан 220В гаргах төхөөрөмж буюу “ODEL ПОВЕРВОЛЛ” төхөөрөмжийг үйлдвэрлэн Монголын зах зээлд нийлүүлдэг. Энэхүү төхөөрөмж нь нар, сүлжээ, машин гэсэн 3 эх үүсгүүрээс батарейгаа цэнэгдэж, Тогтмол 5В, 12В болон хувьсах 220В гаралттай.

Бидний хувьд Улаанбаатар хотын Захирагчийн Ажлын Албанаас зарласан “Нарны эрчим хүчээр ажилладаг гэрэлтүүлэг, хяналтын камер, WIFI төхөөрөмж, гар утас, зөөврийн компьютер, цахилгаан авто машин цэнэглэгч бүхий 8-10 хүн суух багтаамжтай гэрэлт байгууламж суурилуулах ажил” ЗАА-ИБХ-А/836 тендерт оролцож гүйцэтгэж байсан туршлагатай.

Энэхүү ажлыг анх удаа Монгол улсад гүйцэтгэж байгаа тул төсөв болон зураг төслийн ажилд алдаа гарсан зүйл бий ч бид зураг төслийг боловсруулж дуусган, ажлыг хийж гүйцэтгэж өгсөн.

Бид, “Зам, Тээврийн Хөгжлийн Төв” ТӨҮГ-с захиалсан “Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр авто зам, замын байгууламжийг гэрэлтүүлэх, халтиргаа гулгаанаас урьдчилан сэргийлэх тухай туршилт, судалгаа”-ны зөвлөх үйлчилгээний ажил №2020/380 -г гүйцэтгэхээр ажиллаж байна.

40кВт нарны эрчим хүчний үүсвэр бүхий онгрид систем, 7кВт чадалтай цахилгаан машин цэнэглэх EV станц, гэрэлтүүлэг, 40м халаагч системтэй явган замыг тус тус суурилуулна.

Хүчин чадал:

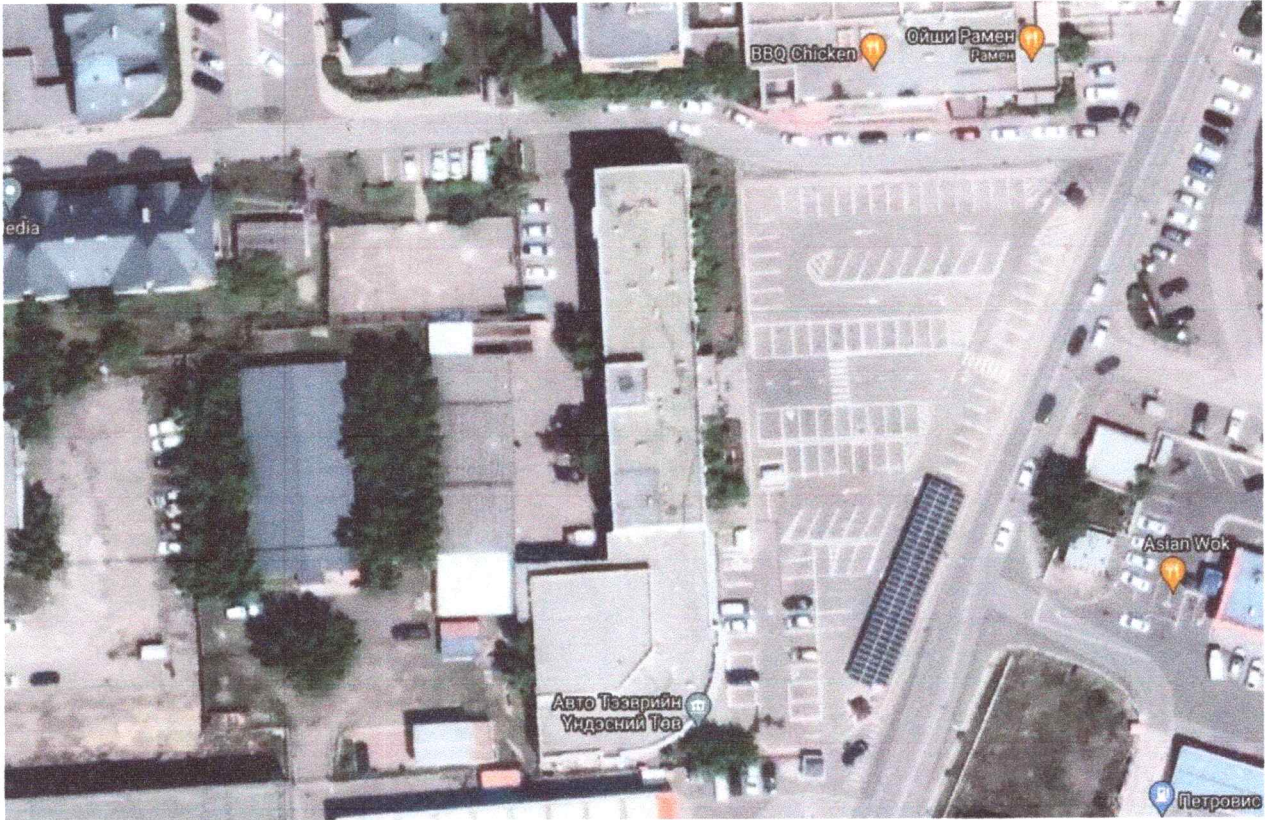
- Нарны эрчим хүчний эх үүсвэрийн систем нь 40кВт чадалтай,
- 7кВт цахилгаан машин цэнэглэгч,
- 5,5кВт чадалтай явган хүний замын халаагч

ЗӨВЛӨХИЙН АЖЛЫН ГҮЙЦЭТГЭЛ

Нарны эрчим хүчний эх үүсвэр болон бусад систем

Нарны эрчим хүчний үүсвэр бүхий 40кВт онгрид систем нь машины зогсоолын сүүдрэвч хэлбэрээр хийгдсэн.

Байршил: Зам Тээврийн Хөгжлийн Яамны гадна авто зогсоолын талбайд хийгдсэн.



Нарны эрчим хүчний бүтэц

1. 40кВт чадалтай нарны эх үүсвэр
2. Авто машины зогсоол бүхий нарны үүсвэрийн суурь
3. 7кВт чадалтай цахилгаан машин цэнэглэгчтэй,
4. 5,5кВт явган замын халаагч системтэй,
5. Онгрид системийн холболтын сүлжээ



Зураг 1. Нарны эх үүсвэртэй авто зогсоол

НЭГ. АВТО ЗОГСООЛЫН СУУРИЙН АЖЛУУД

1.1 Суурийн бетон.

Суурийн ажил нь нүх ухаж, анкер боолт хийж бетон цутгах зэрэг ажлуудаас бүрдсэн.

Бид 2020 оны 11 сарын 23 өдрөөс эхлэн суурийн нүх ухах ажлыг гүйцэтгэсэн.



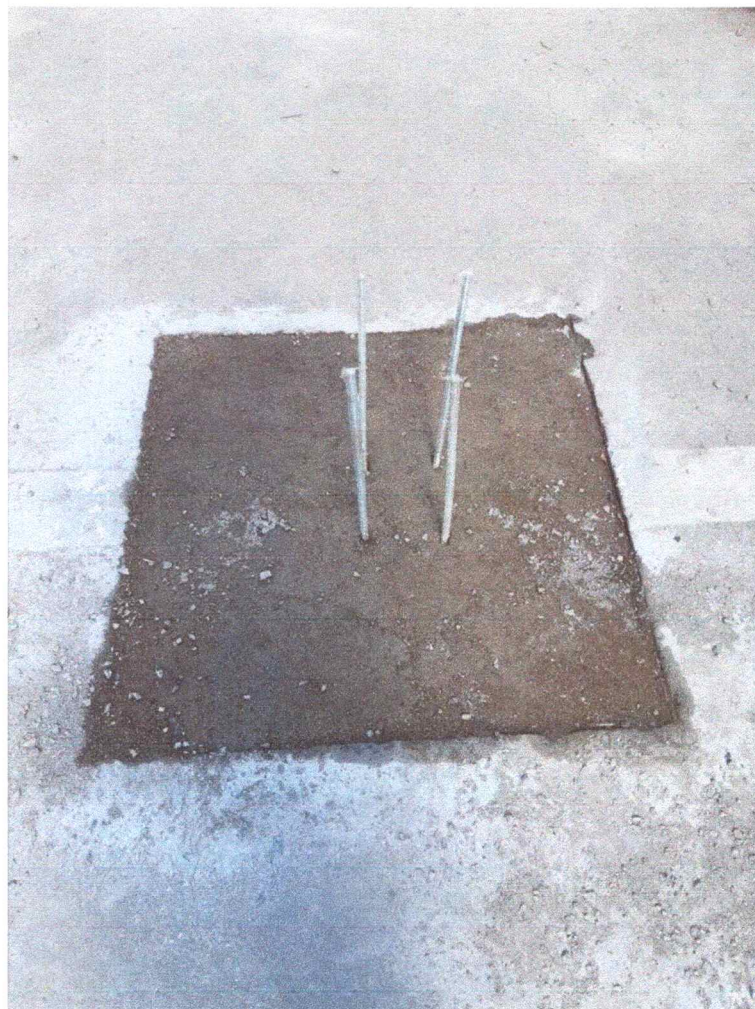
Зураг 2. Суурийн нүх ухаж байгаа байдал



Зураг 3. Суурийн нүх ухсан байдал

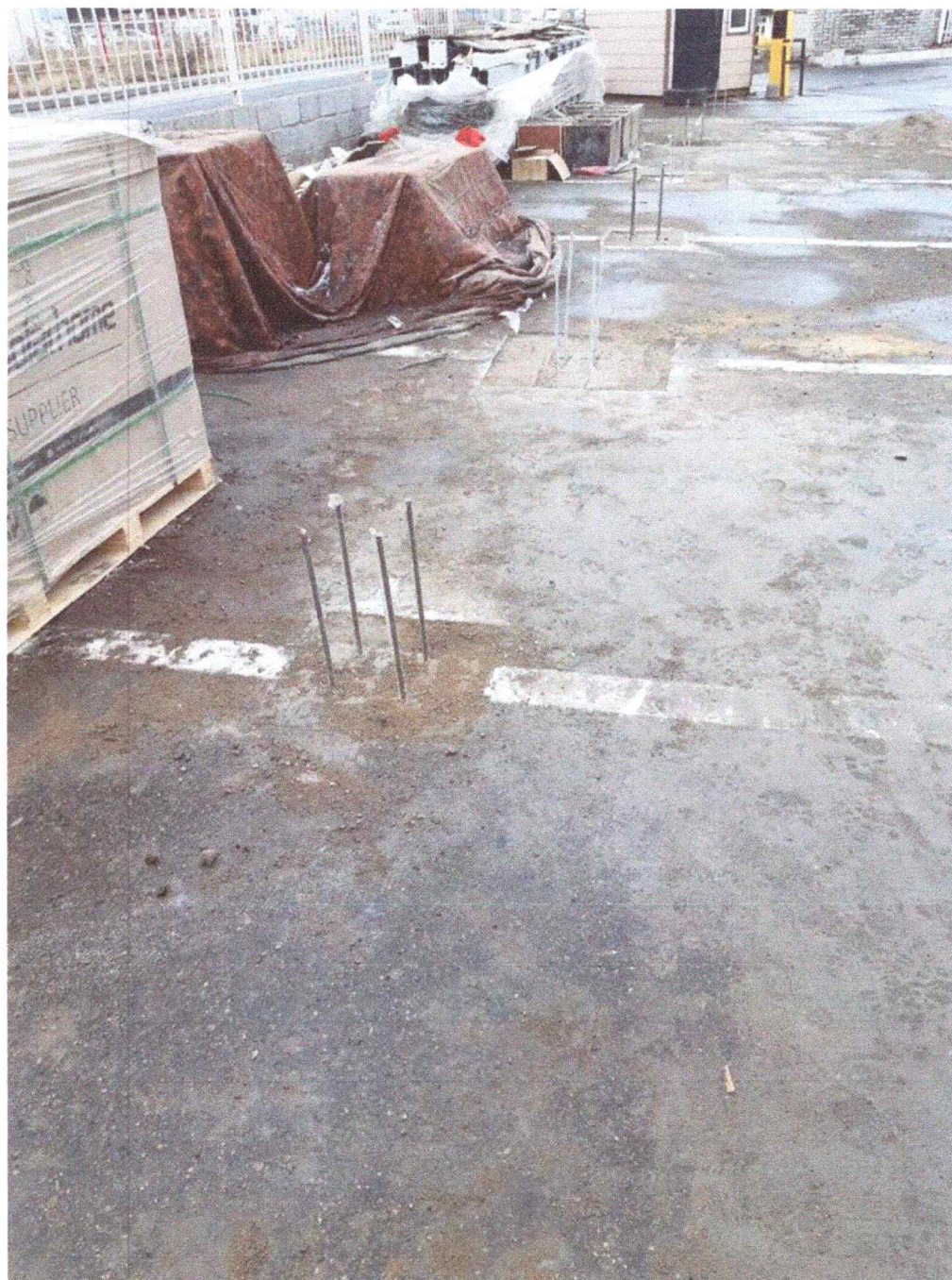
1.2 Анкер боолт, бетон цутгах ажил

М12 төрлийн анкер боолт ашигласан бөгөөд нэг нүхэнд 4 анкер боолт байхаар арматур зангидаж хийсэн. Арматурыг гагнуур хийж тогтоосон. 2021 оны 03 сарын 05 өдрөөс эхлэн цутгалт хийсэн. Бетон зуурмагт түргэн хатаах бодисыг стандартын дагуу хийж гүйцэтгэсэн болно.



Зураг 4. Анкер боолтыг нүхэнд хийж бетондсон байдал.

Энэхүү ажлыг 2021 оны 03 дугаар сарын 12 өдөр бүрэн дуусгасан. Тиймээс 1 сар орчим хатаасан болно. Учир нь 2021 оны 3 сард шөнөдөө -15C хэм хүйтэн хонож байсан тул 1 сарын турш хатаасан болно.



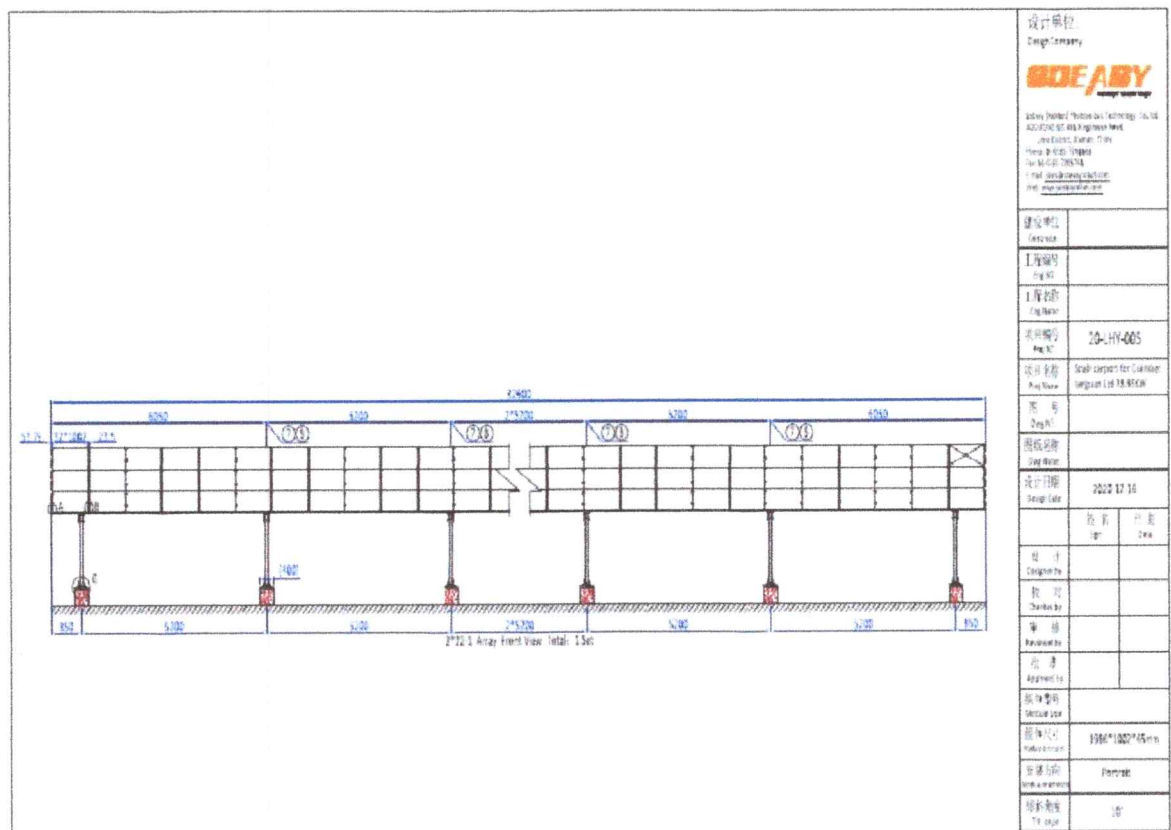
Зураг 5. 13 нүхэнд анкер боолт хийж цутгасан байдал

1.3 Авто зогсоолын хийцийн зураг

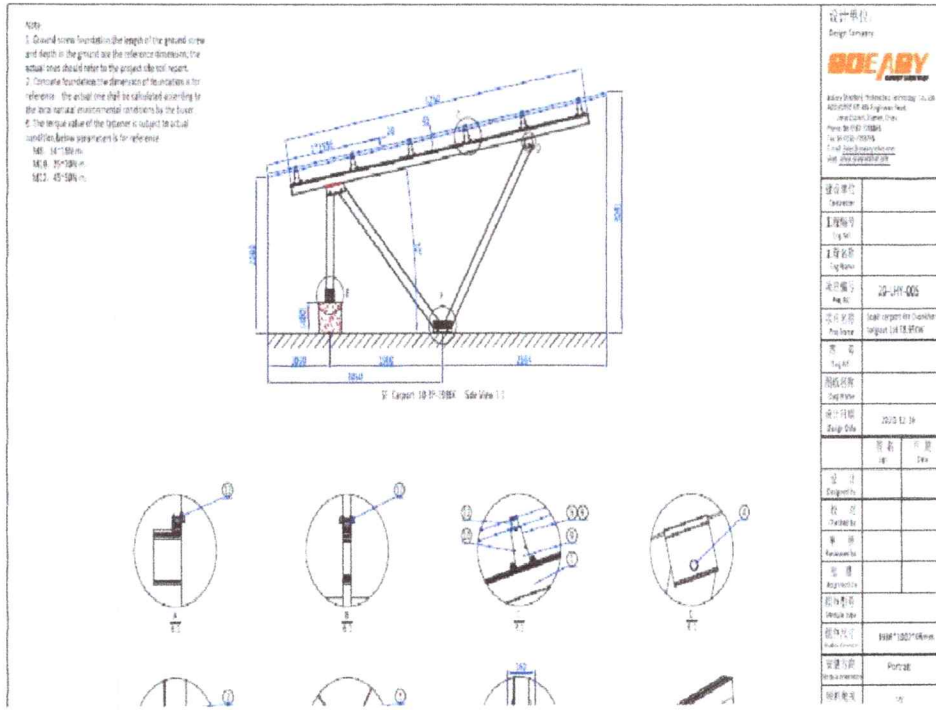
Нарны эх үүсвэртэй авто зогсоолын хийцийн зураг гаргах ажлыг БНХАУ-н Xiamen компанитай хамтран ажиллаж гаргасан. Энэхүү зургын дагуу бүх деталиудыг БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн болно.

1. Цас 20см зузаан унах
2. 30м/сек салхитай байх
3. Нарны хавтангийн байрлах өнцөг 10°
4. 95ш нарны хавтан байрлах
5. Өмнөд хэсгийн өндөр 3м
6. Хойд хэсгийн өндөр 2м
7. Хэмжээ: Урт 34м, өргөн 6м

зэрэг байдлаар нарны авто зогсоолын хийцийн тооцоог хийсэн.



Зураг 6. Нарны эх үүсвэртэй авто зогсоолын хийцийн зураг



Зураг 7. Авто зогсоолын суурийн хэмжээс, деталиуд

Дээрх хийцийн зургыг ашиглан Xiamen компанид угсардаг суурь үйлдвэрлэж, Монголд тээвэрлэн авчирсан.

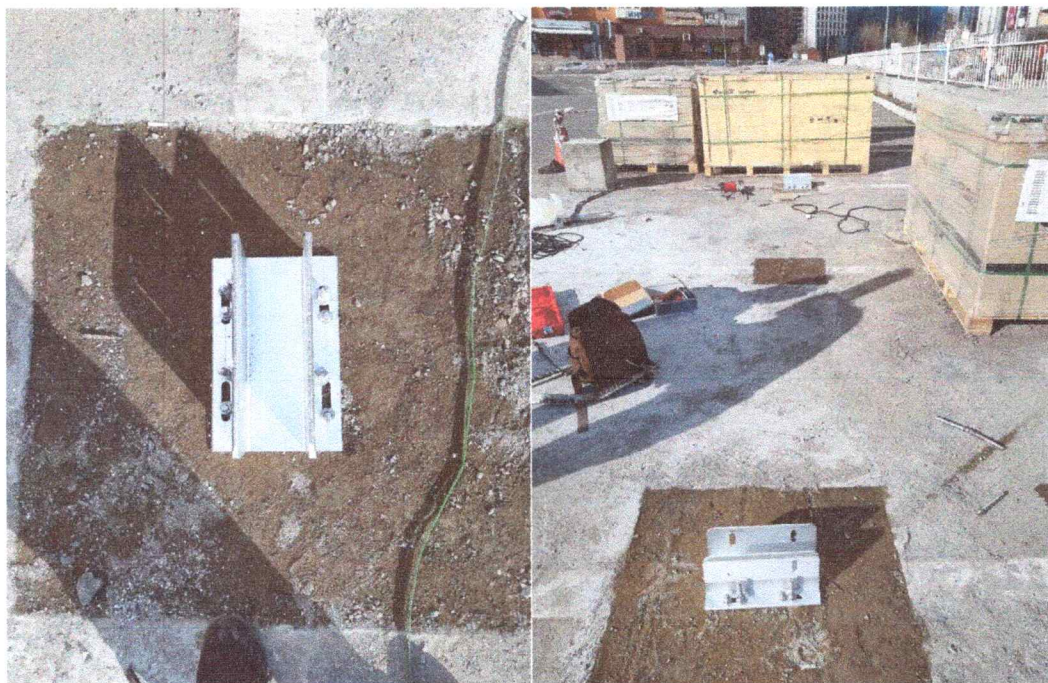


Зураг 8. Суурийн деталиуд

1.4 Авто зогсоолын угсралт, суурилуулалт

Нарны эх үүсвэртэй авто зогсоолыг угсарч суурилуулсан. Бүх деталийг БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн тул угсралтын үйл яву хялбар байсан.

- **Суурийн хөл суурилуулалт.** Анкер боолт дээр суурилуулах зориулалтын хөлыг бэхэлж гаахиар чангална. 4 анкер боолтыг хийхээс гадна М12 төрлийн 20см урттай боолтыг бетонд суулгаж давхар гаахиар боож чангалсан.



Зураг 9. Суурийн бэхэлгээ суурилуулт

- **Багана суурилуулалт.** Энэхүү суурь дээр V хэлбэрийн багана суурилуулсан. Энэхүү багана нь дөрвөлжин хэлбэртэй нумарахгүй бөх бат болно.



V хэлбэрийн баганын арын төгсгөлд 40x40x50см хэмжээтэй бетон суурилуулж өгсөн. Энэ нь салхи, шуурга, цас зэрэг байгалын үзэгдлийн үед унахгүй байх боломжыг хангаж өгдөг.

Бүх төмөр деталиудыг хооронд нь цайрдсан гаахь, шаавь зэргээр боож чангалдаг.



Зураг 10. Авто зогсоолын хийц

- **Дан нуруу суурилуулалт.** Дан нуруу нь Багана хооронд холбогдох бөгөөд хөдөлгөөнгүй байлгах мөн дээр нь нарны хавтан суурилуулах зориулалттай юм. Нэг нуруу нь 5м хэмжээтэй бөгөөд хоорондоо богино холбоосоор холбогддог.



Зураг 11. Дан нурууг суурилуулж байгаа байдал.

Хоёр дан нурууг хооронд нь дараах байдлаар холбосон. Дунд нь холбох нурууг шургуулан хооронд нь холбоод шруппээр бэхэлж өгнө. Ингэснээр дан нуруу бөх бат, чанартай болсон.



Зураг 12. Хоёр дан нурууг хооронд нь холбосон байдал



Зураг 13. Нарны эх үүсвэртэй 12 авто машины зогсоолын суурилуулалт

ХОЁР. НАРНЫ ЭХ ҮҮСВЭР СУУРИЛУУЛАЛТ

2.1. Нарны хавтан суурилуулалт

БНХАУ-н нарны эх үүсвэрийн 5 том үйлдвэрийн нэг болох Bluesun


BSM410M-720PH
Mono
385-410W




410W Maximum Power Output
20.7% Maximum Module Efficiency
0~+5W Power Output Guarantee



**YOUR
BEST
PV
SUPPLIER**



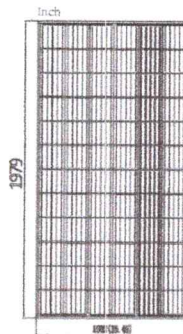




ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

Model	BSM385M-720PH	BSM390M-720PH	BSM395M-720PH	BSM400M-720PH	BSM405M-720PH	BSM410M-720PH
Max Power(Pmax) [W]	385	390	395	400	405	410
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	48.5	48.7	49.0	49.2	49.3	49.5
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.28	10.30	10.41	10.48	10.50	10.63
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.3	40.0	40.3	40.3	40.7	40.9
Max Power Current(Imp) [A]	9.80	9.75	9.81	9.98	9.98	10.00
Module Efficiency [%]	19.4	19.7	19.8	20.2	20.4	20.7
Power Tolerance	0-5W					
Max System Voltage	1000V/1000V(DC)(IEC)					
Max Series Fuse Rating	20A					
Operating Temperature	-40 °C to +85 °C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25 °C, AM1.5					

*For mechanical loading performance: front side maximum static loading 5400Pa, rear side maximum static loading 2400Pa, hailstone test: 25mm hailstone at the speed of 23m/s



NOCT

Зураг 14. Bluesun нарны хавтангийн үзүүлэлт

Үзүүлэлт:

- Чадал: 410Вт
- Хүчдэл: 40,9В
- Гүйдэл: 10,3А
- Хэмжээ: 1986x1002x45мм

Суурилуулалт. Нарны хавтанг 2 дан нуруунд 1 багтахаар байрлуулах бөгөөд нийт 3ш хавтанг нэг шугамд суурилуулна.





Зураг 15. Нарны эх үүсвэр суурилуулж байна.

Дээрх зурагт харуулснаар 3 хавтанг босоогоор нэг эгнээнд суурилуулна. Нийт 32 эгнээтэй болно.

Нарны хавтанг суурлуулахдаа зориулалтын хавчаарыг дан нуруунд бэхлэн замаар тусгай түлхүүр ашиглан боож өгнө.



Зураг 15. Нарны хавтанг суурилуулах зориулалтын деталь



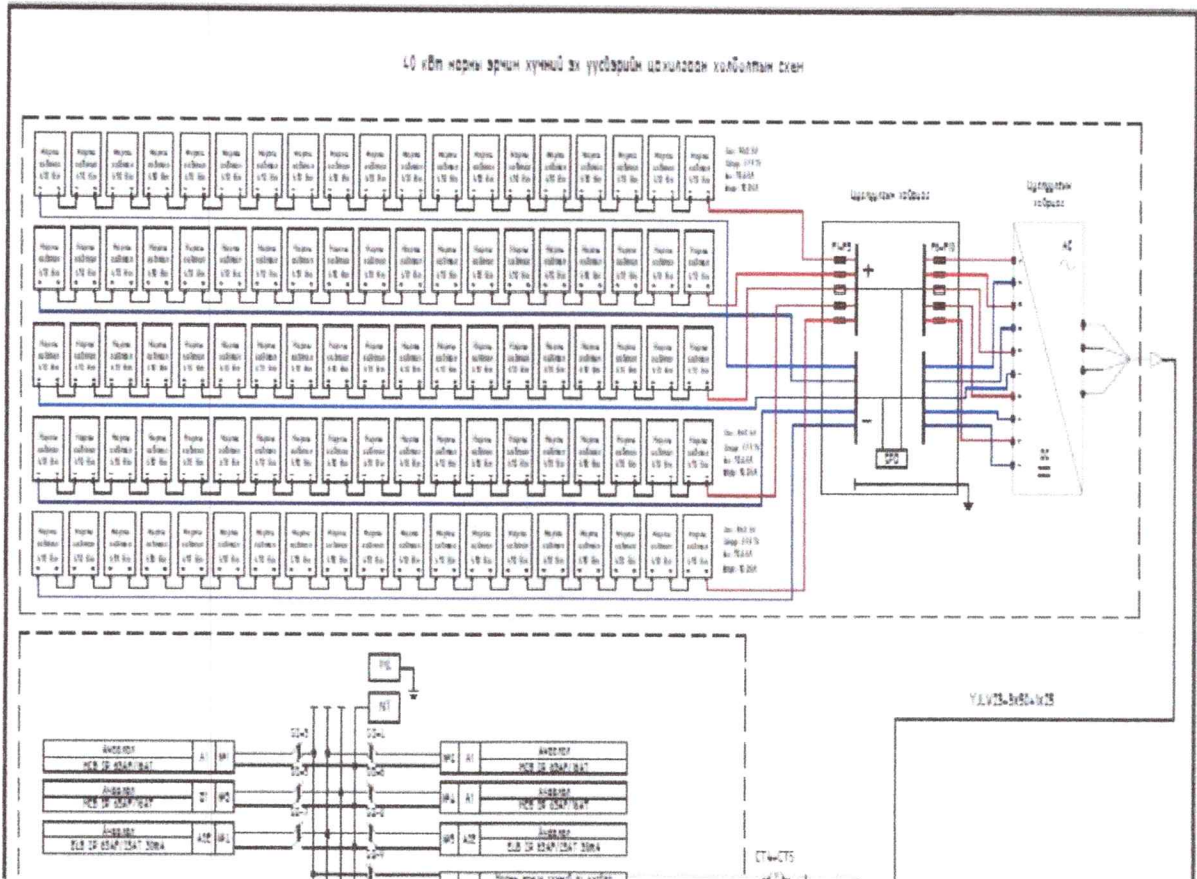
Зураг 15. Нарны эх үүсвэрийг суурилуулж байгаа байдал

Дээрх деталийг дан нурууны ховилд тогтоож, 2 талаас нарны хавтанг хийж шахан тусгай түлхүүрээр боож өгнө.

Нарны хавтангийн холболт. 19ш нарны хавтанг хооронд нь цуваа холбож өгсөн. 95ш нарны хавтанг 19ш хооронд нь цуваа холбосноор 5 групп үүссэн.



Холболтын зураг.



Зураг 16. Нарны хавтангийн холболтын зураг

Кабелийн холболт. 4мм² голчтой нарны эрчим хүчний зориулалтын кабель утсаар 5 группыг холбон DC нэгтгэх хайрцагт оруулна.

Кабель утсыг далдагч ашиглан холбосон.



Зураг 17. Кабель утасны холболт

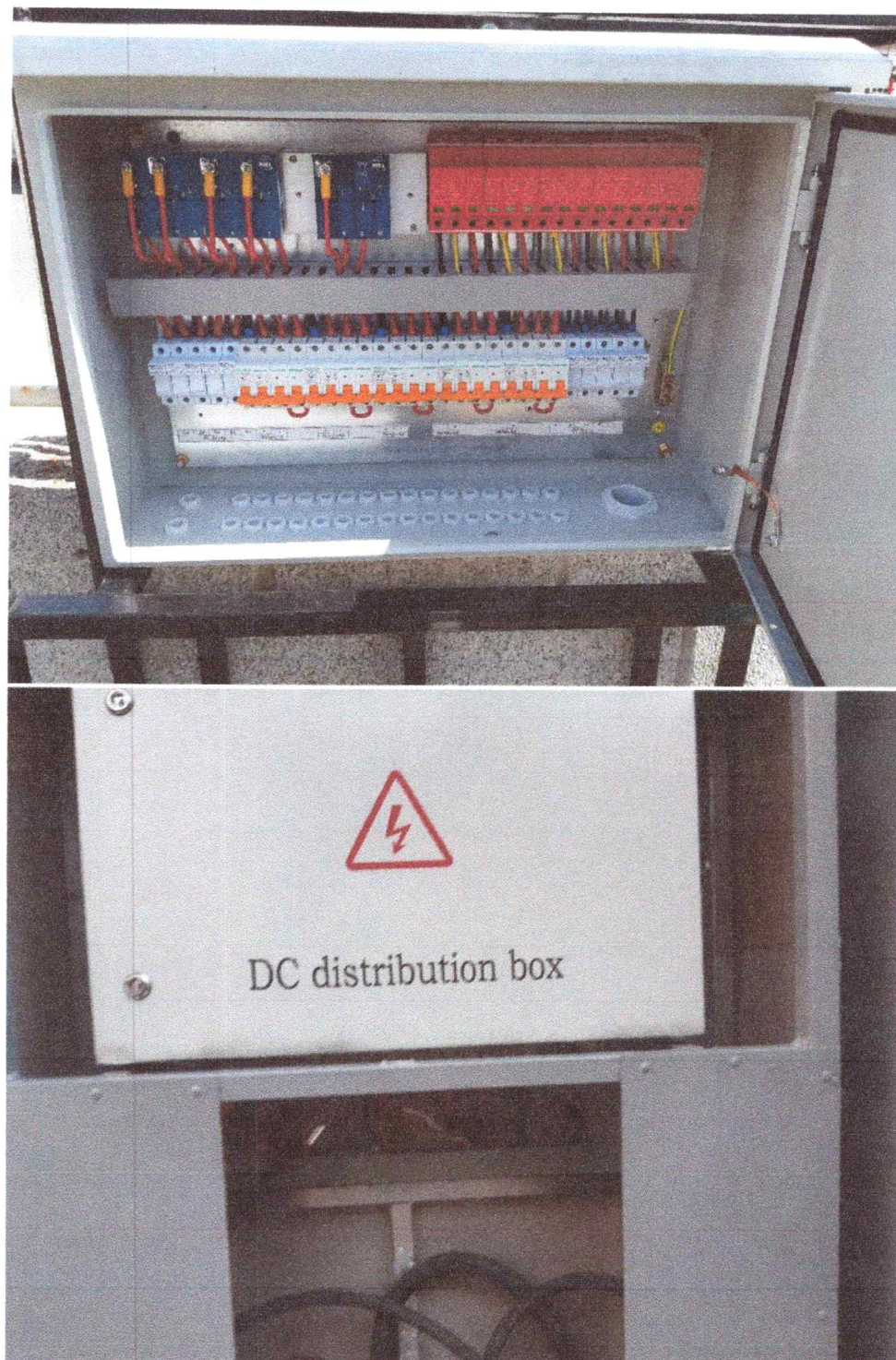
2.2 DC combine box

DC combine box нь нарны хавтангуудыг нэгтгэн бүлэг болгох хайрцаг юм.

Үзүүлэлт: 5 оролт, 5 гаралттай.



Зураг 18. DC combine box



Зураг 19. DC combine box холболт

2.3 Инвертер

Инвертер нь тогтмол хүчдлийг хувирган 380В хүчдэл гаргах зориулалттай төхөөрөмж. Бид техникийн тодорхойлолтын шаардлагыг хангасан БНХАУ-н Bluesun компанийн 40кВт чадалтай 3 фазын инвертерийг суурилуулсан.



Зураг 19. Bluesun инвертер

Нарны эрчим хүчээр инвертер ажиллаж байгаа байдал.



Зураг. 20 Нарны эрчим хүчийг холбоход инвертерийн ажиллагаа

ГУРАВ. СҮЛЖЭЭНИЙ ХОЛБОЛТ

Нарны эх үүсвэрийг Зам Тээврийн Хөгжлийн Яамны эрчим хүчний сүлжээтэй холбох ажлыг дараах байдлаар гүйцэтгэсэн. Үүнд:

1. Авто тээвийн үндэсний төвд байрлах Төв эрчим хүчний сүлжээ рүү 380В холболтын кабель татах. /Далд монтаж/
2. Төв эрчим хүчний өрөөнд автомат хайрцаг суурилуулах
3. Эрчим хүчний холболтын зураг гаргуулж батлуулах
4. Магадлан итгэмжлэлээр зургыг батлуулах

3.1 Далд монтажийн ажил

Нарны эрчим хүчний үүсвэрээс Авто тээвийн үндэсний төвд байрлах Төв эрчим хүчний сүлжээ рүү 380В холболтын кабель татсан. Ингэхдээ дараах зарчмаар далд монтаж хийсэн.

- 35см гүнтэй шуудуу ухсан.



Зураг 21. Кабелийн нүх ухсан байдал

Далд ажлын үе шат ба гүйцэтгэл

- 1-р үе. Ухсан нүхийг элсээр хучих

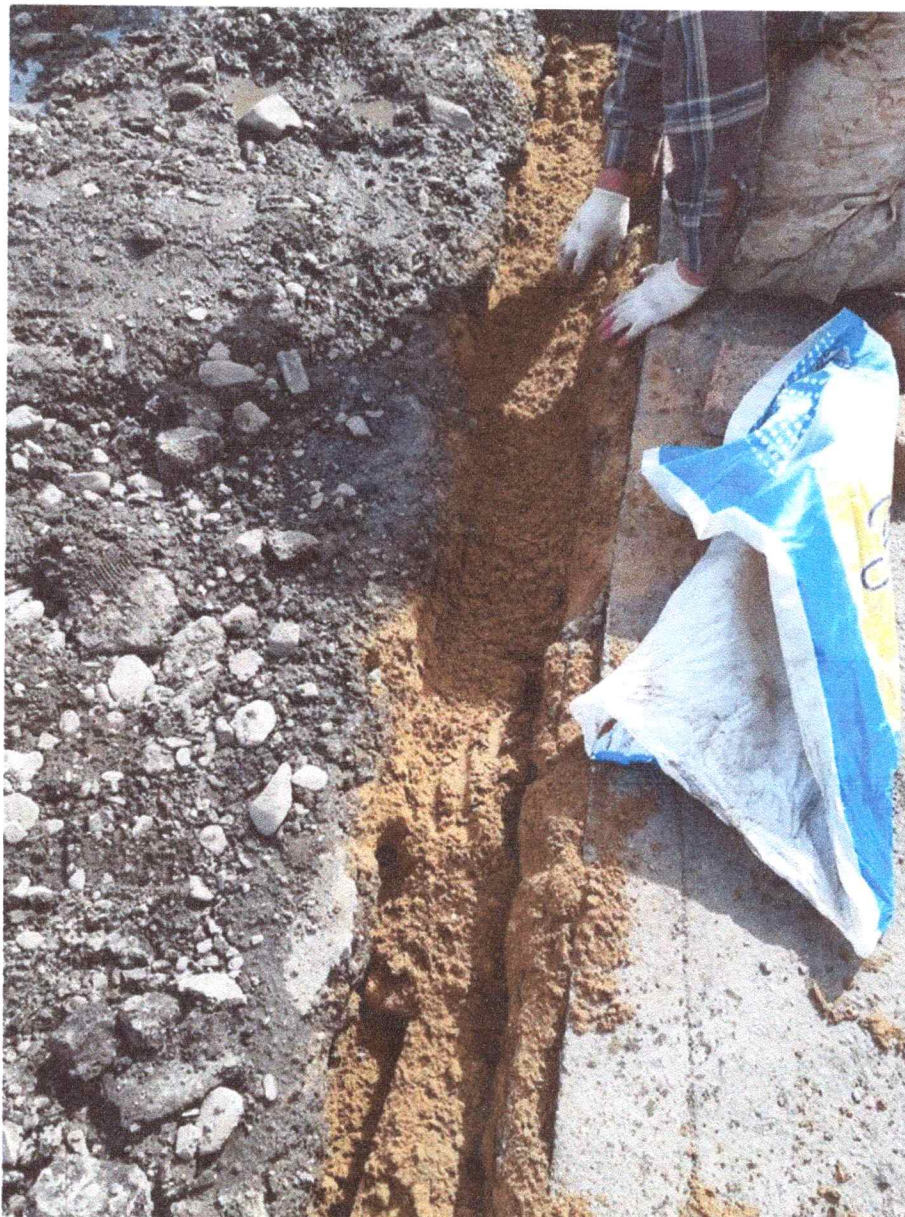


- 2-р шат. Элсэн хучлага дээр кабелийг татаж суурилуулах



Зураг 22. Нүхэнд элс асган 380В кабелийг байршуулсан

- 3-р үе. Дахин элсээр кабелийг булах



Зураг 23. Кабелийн дээрээс дэхин элсээр хучсан.

- 4 шат. Тоосго суурилуулж булах



Кабелийг барилгын ханаар татах

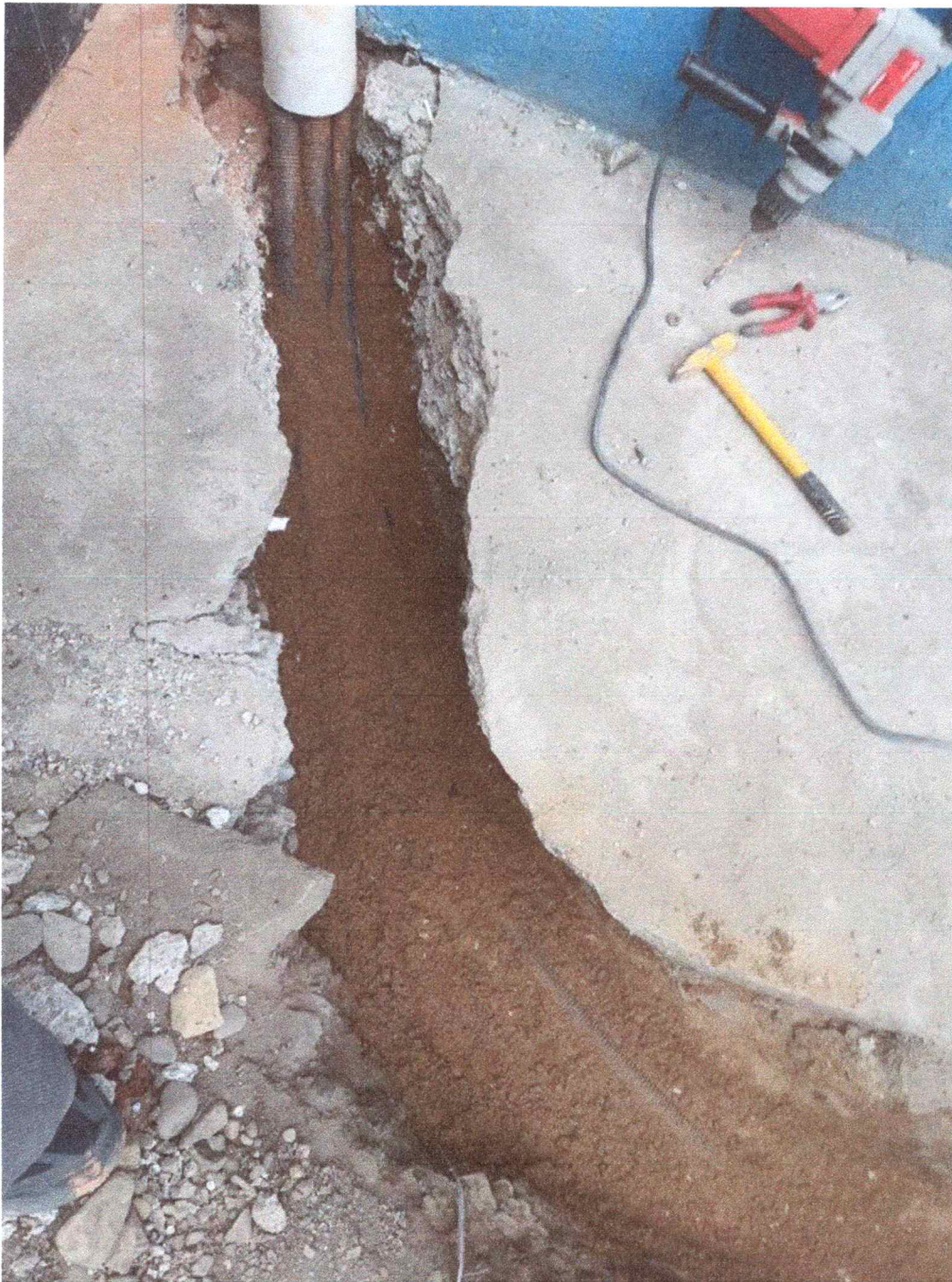
Кабелийг Авто Тээврийн Үндэсний Төвийн барилга дээгүүр татсан бөгөөд барилгын хана дагуулан цагаан хоолой суурилуулж, түүний дотор кабелийг далд явуулсан.



Зураг 24. Барилгын дээш татсан кабель

Барилгын доод хэсэгт бетоныг сэтлэн кабель утсаа элсээр хучиж байрлуулсан. Мөн тоосгоор хучаад дээрээс шороо асган бетондсон.

Доорхи зурагт харуулав.



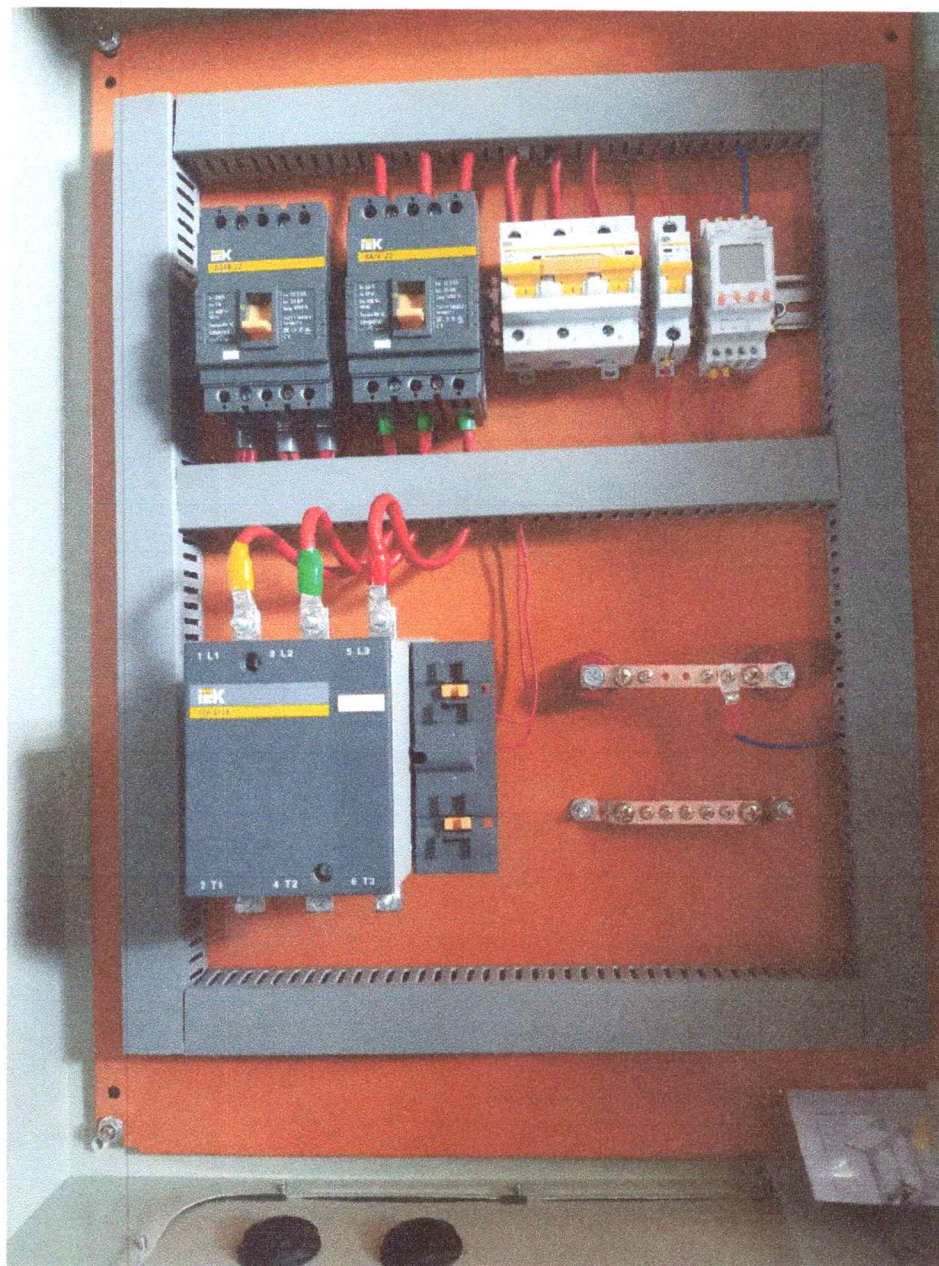
Барилгын доод хэсгийн холболтын кабелийн байдал





3.2 Дотор шитний хайрцаг.

Авто тээврийн үндэсний төвийн барилга дотор байрлах эрчим хүчний өрөөнд 380В кабелийг оруулсан. Энэ өрөөнд хамгаалалтын шит байрлуулсан.



Зураг 25. Хамгаалалтын автомат

3.3 Эрчим хүчний зураг

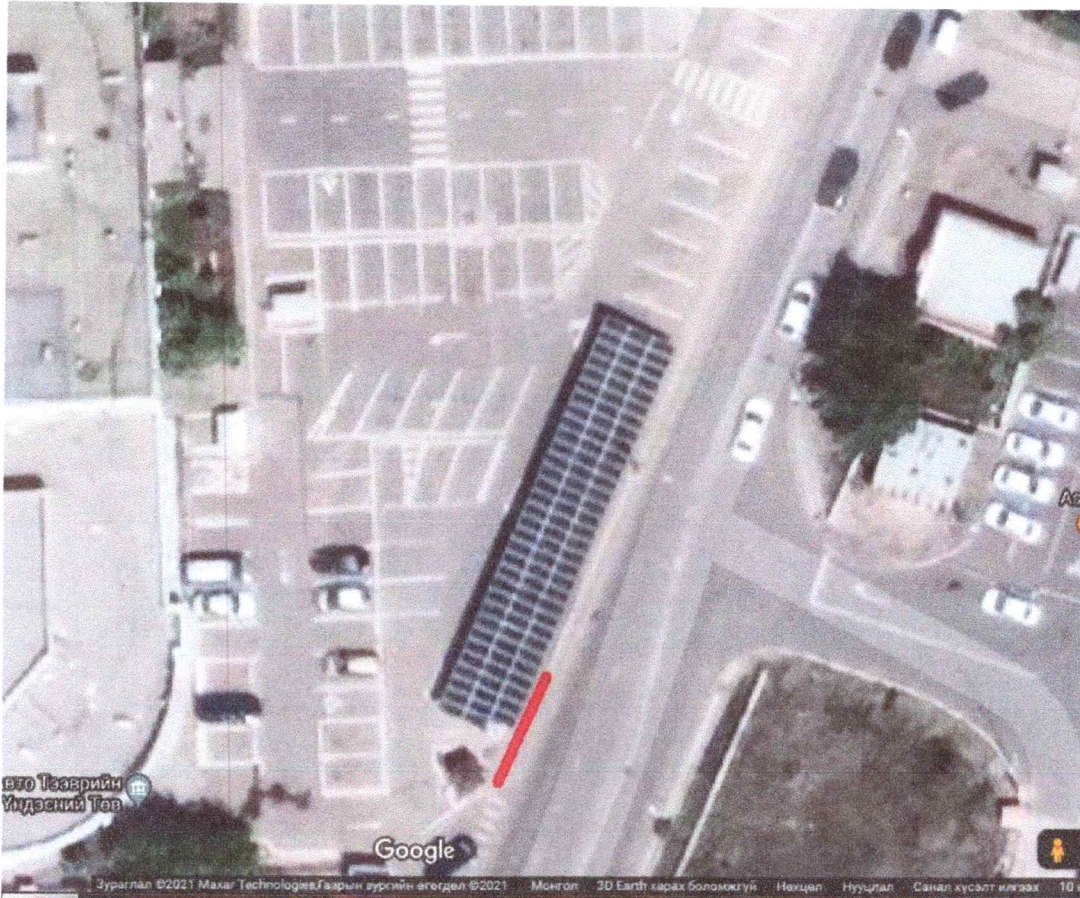
Бид эрчим хүчний зурагыг “Перфект Солюшн энд Инженеринг” ХХК-иар хийлгэж, холбогдох мэргэжлийн байгууллагуудаар батлуулсан.

Энэхүү зургыг 2021 оны 06 сард хийлгүүлсэн бөгөөд холбогдох мэргэжлийн байгууллагуудаар батлуулах ажлыг 45 орчим хоногийн хугацаанд хийж гүйцэтгэсэн.

Зургыг хавсаргав.

ДӨРӨВ. ЯВГАН ЗАМЫН ХАЛААГЧ

Байрлал: Зам Тээврийн Хөгжлийн Яамны гадны талбайн машин гарах гарцын хажуугийн явган замаас эхлэн 19м явган замыг хамарсан.



Явган хүний зам дээр 19м урттай 60см өргөнтэй халаагч системийг далд монтаж хийж суурилуулсан. Энэ ажлын хүрээнд дараах ажлууд хийгдсэн. Үүнд:

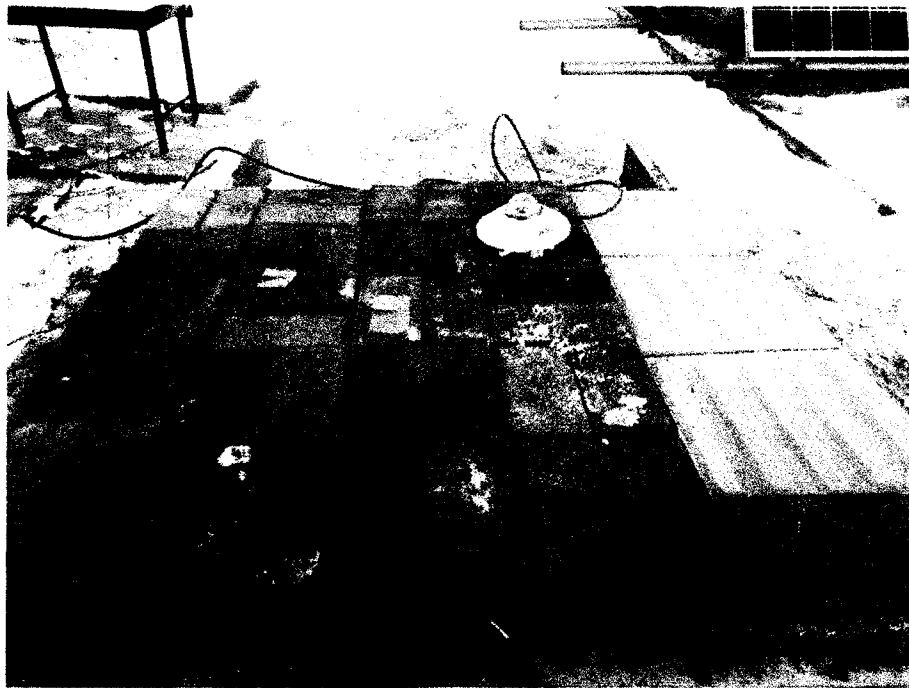
- 4.1 Явган замын хуулж, 60см гүн ухах
- 4.2 10см зузаан хамгаалалтын бетон цутгах
- 4.3 Дулаалгын хөөс суурилуулах /10см зузаан/
- 4.4 Дахин 10см зузаан хамгаалалтын бетон хийх
- 4.5 Халаагч утас суурилуулах /Зориулалтын төмөр тортой/
- 4.6 Шороогоор дарж, элс асган явган замын хавтан суурилуулах

Эдгээр ажлуудыг гүйцэтгэсэн.

Халаагч утас. 3 төрлийн халаагч утас суурилуулсан. Үүнд:

- a. **Дугуй халаагч утас.** Солонгос улсад үйлдвэрлэсэн. 25м урттай, 3м кв талбайг халаах хүчин чадалтай. Нэг м кв талбайг халаалтын чадал 600Вт. Нийт 4м кв явган замд хийгдсэн.
- b. **Зууван халаагч утас.** Солонгос улсад үйлдэрлэсэн. 100м урттай. Нийт 8м явган замд суурилуулсан. 1м утасны халаах чадал 22Вт. Нийтдээ 2,2кВт чадалтай.
- c. **Зууван халаагч утас.** БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн. Туршилтийн стэнд дээр ашиглаж байсан. 1м утасны халаах чадал 15Вт. Нийт 100м урттай бөгөөд 8м явган замд суурилуулсан.

Эдгээр халаагчийн хэрхэн ажиллахыг 2021 оны өвлийн улиралд хянах боломжтой юм.



Зураг 26. 2020 оны 1 сард туршиж байсан стэнд



Зураг 27. Зуйван болон дугуй хэлбэртэй халаагч утаснууд

Халаагч утас суурилуулалтын үе шат.

1-р шат. Явган замыг хуулж, доош ухах



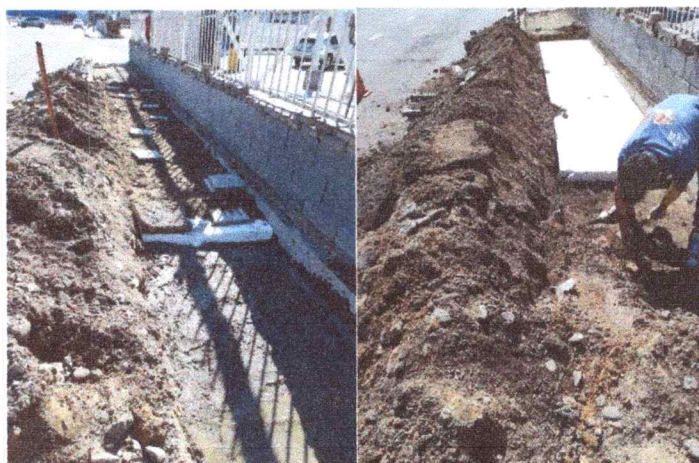
Зураг 27. Явган замыг ухаж байна

2-р үе шат. Доод хэсгийг бетондох 10см зузаан.



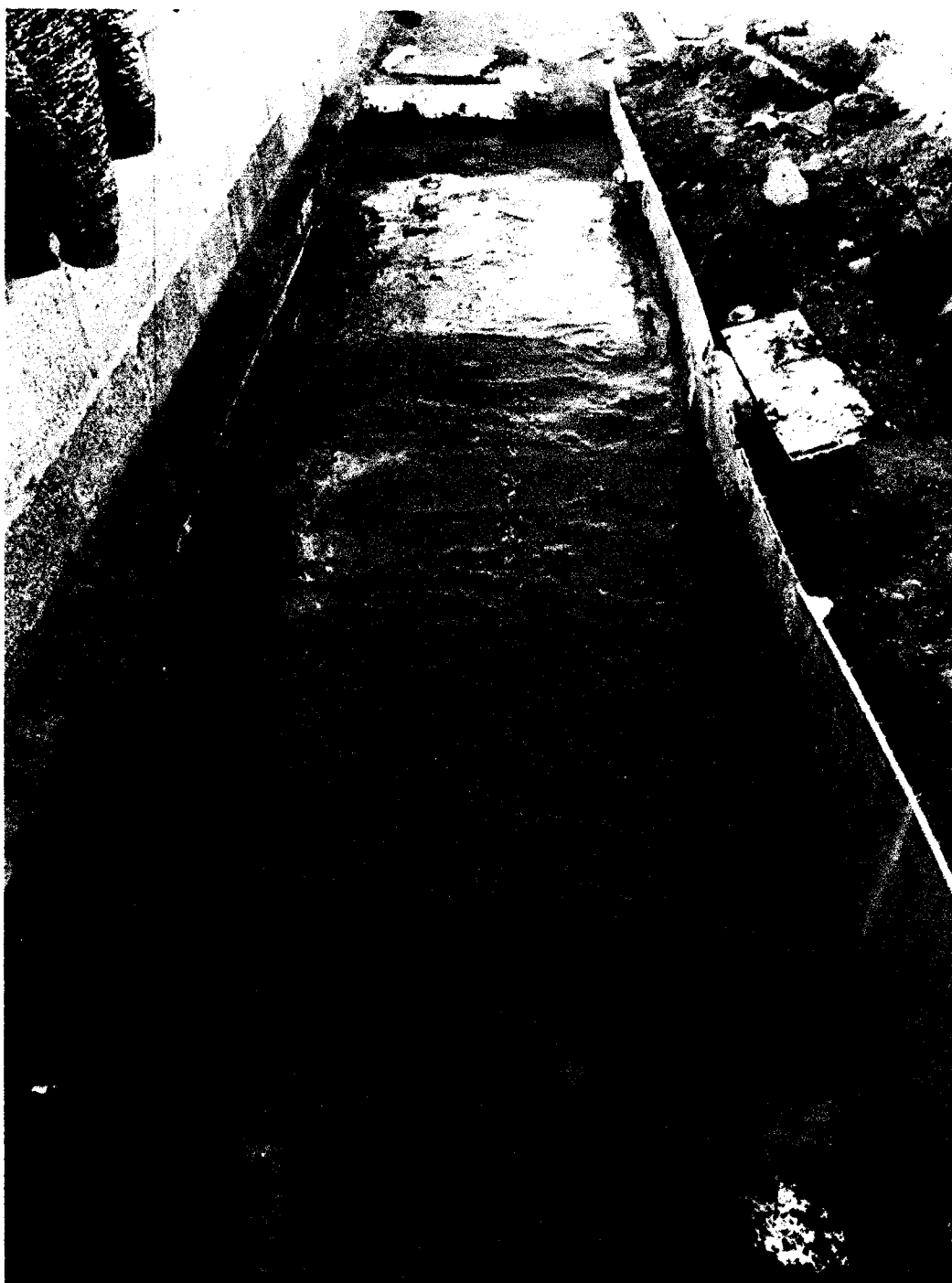
Зураг 18. Доод бетон давхарга хийж байна.

3-р үе шат. Хөөс суурилуулах. Хөөс нь дулааныг доош алдахгүй байх үүрэгтэй.



Зураг 29. Хөөс суурилуулж байгаа байдал

4-р шат. Хөөсний дээр шороо асгаад дахин бетондох.



Зураг 30. Хөөсний дээр шороо асгаж, бетондсон байдал.

5-р үе шат. Халаагч утсыг төмөр торд бэхлэх



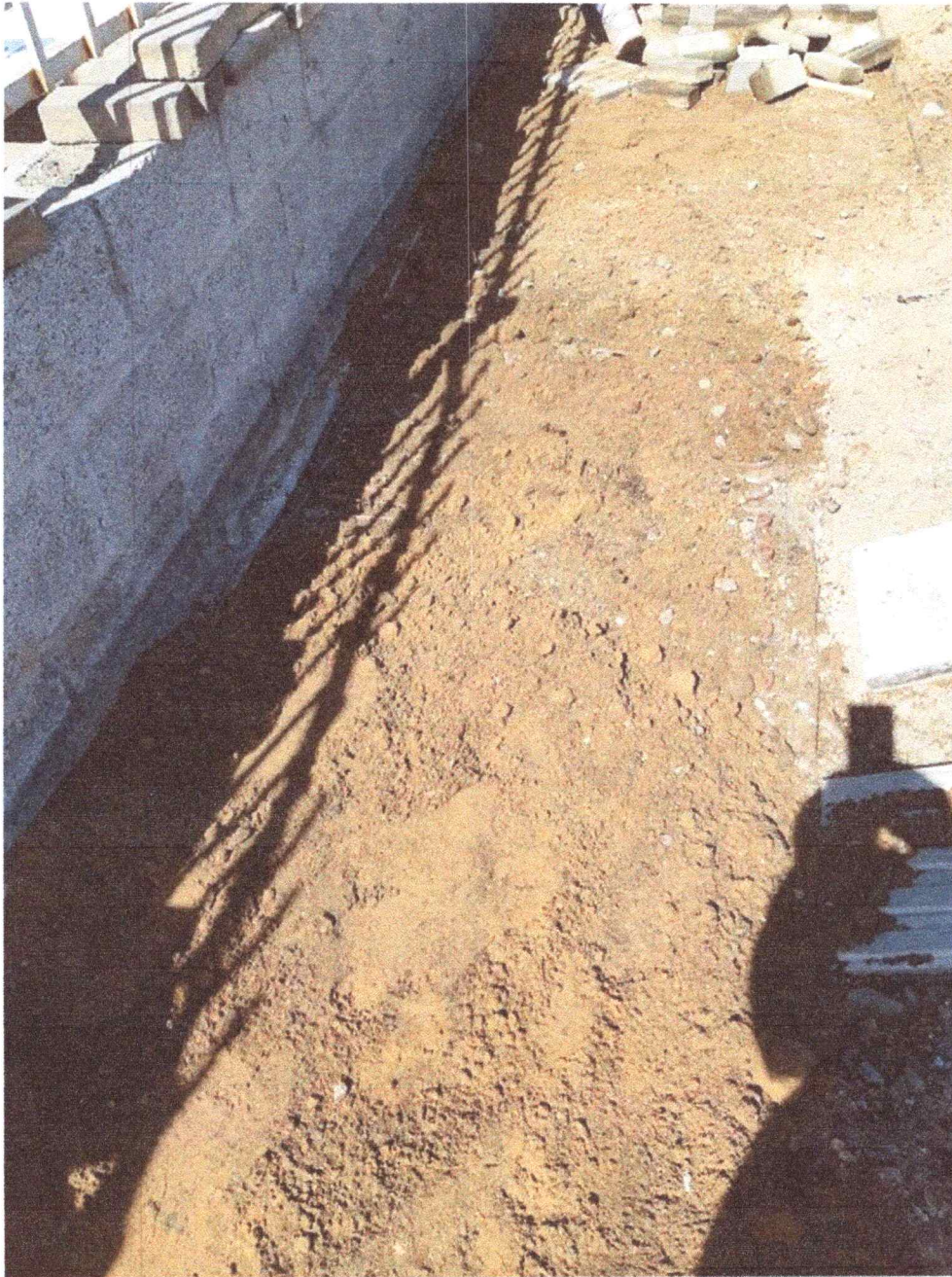
Зураг 31. Халаагч утсыг төмөр торон бэхлэж байна

6-р үе шат. Бетон үе дээр торон халаагч утсыг байрлуулан бэхлэх



Зураг 32. Төмөр торон халаагчийг бетонд бэхэлж байна.

7-р үе шат. Халаалтын дээрээс шороо, элс асган давхарга үүсгэх.



Зураг 33. Халаагч утас дээр элс асгав

8 үе шат. Явган замын хавтанг суурилуулах



Зураг 34. Халаагч дээр шороон үе үүсгэж, явган замын хавтан суурилуулж байна.



Зураг 35. Явган замын хавтан суурилуулалт

Тэжээлийн кабель татах. Халаагч утасны үзүүрт 220В тэжээл өгөх ёстой. Ингэснээр тухайн утас халах юм. 220В кабелийн 3 утас татаж 3 төрлийн халаагчтай холбосон.



Зураг 36. Халаагч утасны тэжээлийн кабелийн далд монтаж

ЗӨВЛӨХИЙН АЖЛЫН ГҮЙЦЭТГЭЛ

Эрчим хүчний шитний хайрцагт газар доогуур 380В, 220В кабель утсыг татаж доороос нь оруулсан.



Зураг 37. Шитний хайрцагны кабелийн далд монтаж хийгдсэн байдал.

**ТЕХНИКИЙН
ҮЗҮҮЛЭЛТ,
БАТАЛГАА**

Улаанбаатар хот, Сүхбаатар дүүрэг,
3-р хороо, Нарны зам 59,
Монгол Глобал Төв, 1 давхар, 115 тоот
Утас: 7012 9299 , 99107320

2022.04.14 № 008/12

Баталгаа гаргах тухай

“Дүйнхэр тэргүүн” ХХК нь Зам, Тээврийн Хөгжлийн Төв ТӨҮГ-тай “Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр автозам, замын байгууламжийг гэрэлтүүлэх, халтиргаа гулгаанаас сэргийлэх туршилт, судалгаа ажил” 2020/380 тоот дугаартай зөвлөх үйлчилгээний гэрээ байгуулан ажиллаж, ажлыг дуусган хүлээлгэн өгч байна.

Дараах тоног төхөөрөмжүүд дээр баталгаа олгож байна. Үүнд:

1. Нарны хавтан: 410Вт чадалтай БНХАУ-н Bluesun компанийн бүтээгдэхүүн. 95ш суурилуулсан. 1 жилийн баталгаа олгож байна.
2. Онгрид инвертер. 40кВт чадалтай, онгрид инвертер бөгөөд БНХАУ-н Bluesun компанийн бүтээгдэхүүн. 1 жилийн баталгаа олгож байна.
3. DC combine box. Тогмтол хүчдлийн хуваарилах хайрцаг. БНХАУ-н Bluesun компанийн бүтээгдэхүүн. 1 жилийн баталгаа олгож байна.

Тус компанийн зүгээс дээрх баталгааг олгож байна.

Хүндэтгэсэн,

ЗАХИРАЛ



Д.ГАН-ОД

Улаанбаатар хот, Сүхбаатар дүүрэг,
3-р хороо, Нарны зам 59,
Монгол Глобал Төв, 1 давхар, 115 тоот
Утас: 7012 9299 , 99107320

2022.07.22 № 007/М

Үр дүнгийн тухай

“Дүйнхэр тэргүүн” ХХК нь Зам, Тээврийн Хөгжлийн Төв ТӨҮГ-тай “Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр автозам, замын байгууламжийг гэрэлтүүлэх, халтиргаа гулгаанаас сэргийлэх туршилт, судалгаа ажил” 2020/380 тоот дугаартай зөвлөх үйлчилгээний гэрээ байгуулан ажиллаж, ажлыг дуусган, судалгааны ажлын үр дүнг дараах байдлаар томъёолж байна.

1. 40кВт нарны эрчим хүчний онгрід үүсвэр байгуулсан нь ЗТХЯ болон ЗТҮТ-ийн дотоод эрчим хүчний хэрэглээний 60 орчим хувийг хангах мөн амралтын өдрүүдэд илүүдлээ эрчим хүчний сүлжээнд нийлүүлэх боломжтой байна,
2. Цаашид ЗТХЯ нь УБЦТС ТӨХК-тай гэрээ байгуулах замаар илүүдэл эрчим хүчийг сүлжээнд нийлүүлэх, нийлүүлсэн эрчим хүчний төлбөр тооцоог сарын цахилгаан эрчим хүч хэрэглэсэн хэрэглээнээс хасах зэрэг байдлаар шийдэх боломжтой,
3. Одоо ашиглаж байгаа цахилгаан машин цэнэглэгчийн тоог 6ш болгон нэмэх эсвэл DC 380В түргэн цэнэглэгч станц 1-2 ширхэгийг суурилуулах,
4. Явган замын халаагч системийн туршилт амжилттай болсон бөгөөд БНХАУ-н 1м нь 22Вт чадалтай кабель утас ашиглах нь илүү үр дүнтэй байна.
5. Явган замын халаагчийг Нийслэлийн хэмжээнд суурилуулбал өвөл цас, мөс цэвэрлэх ажилд хүндрэлгүй болох бөгөөд хүн хүч, техникийн олон асуудлыг шийдэх боломжтой нь харагдаж байна.
6. Цаашид явган замын халаагч, цахилгаан машин цэнэглэгчүүд, байгууллагын дотоод эрчим хүчнийсхэрэглээ нарны эх үүсвэрээр хангах, мөн бусад боломжит хэрэглээг хангах болмжтой гэдгийг энэхүү судалгааны ажил харууллаа.

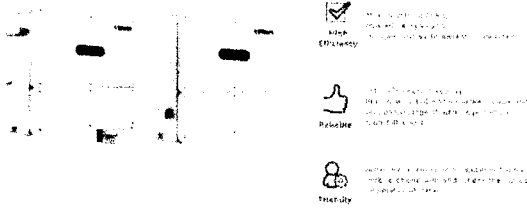
Хүндэтгэсэн,

ЗАХИРАЛ

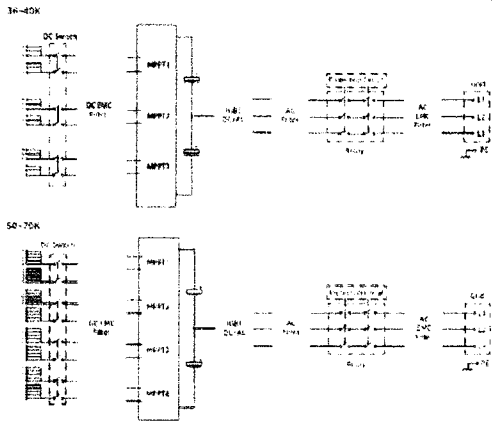


40KBT ЧАДАЛТАЙ 3 ФАЗЫН ИНВЕРТЕРЫН ҮЗҮҮЛЭЛТ

Commercial High Power Inverter



Topological Graph



Technical Parameters

Parameter	30-40K	40-50K	50-60K	60-70K	70-80K	80-90K
Max DC Power	100KW	120KW	150KW	180KW	210KW	240KW
Rated Power	80KW	100KW	120KW	150KW	180KW	210KW
Max Output Power	100KW	120KW	150KW	180KW	210KW	240KW
Max AC Output	100KW	120KW	150KW	180KW	210KW	240KW
Max DC Voltage	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V
Max AC Voltage	380V	380V	380V	380V	380V	380V
Max AC Current	150A	150A	150A	150A	150A	150A
Max DC Current	100A	100A	100A	100A	100A	100A
Max Efficiency	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%	98.5%
MTBF	> 100,000	> 100,000	> 100,000	> 100,000	> 100,000	> 100,000
Operating Temperature	-40°C ~ 55°C	-40°C ~ 55°C	-40°C ~ 55°C	-40°C ~ 55°C	-40°C ~ 55°C	-40°C ~ 55°C
Weight	40kg	45kg	50kg	55kg	60kg	65kg

ИНВЕРТЕРИЙН СТАНДАРТЫН ГЭРЧИЛГЭЭ



C E R T I F I C A T E
of Conformity
EC Council Directive 2014/30/EU
Electromagnetic Compatibility

Registration No.: AE 50465279 0001

Report No.: 50350302 001

Holder: Bluesun Solar Co.,Ltd
Building No.7,
1499 Zhenxing Road Shushan Dist.
Hefei City
230031 Anhui
P.R. China

Product: PV-Inverter
(Photovoltaic Grid-connected Inverter)

Identification: Type Designation: BSM30K-B BSM33K-B BSM36K-B
BSM40K-B BSM50K-B BSM60K-B
BSM50K-BHV BSM60K-BHV BSM70K-BHV
BSM90K-BHV
Serial No. : n.a.
Remark: Refer to above-listed test report for details.

Tested acc. to: EN 61000-6-2:2005
EN 61000-6-4:2007+A1

This certificate of conformity is based on an evaluation of a sample of the above mentioned product. Technical Report and documentation are at the Licence Holder's disposal. This is to certify that the tested sample is in conformity with all provisions of Annex I of Council Directive 2014/30/EU. This certificate does not imply assessment of the production of the product and does not permit the use of a TÜV Rheinland mark of conformity. The holder of the certificate is authorized to use this certificate in connection with the EC declaration of conformity according to the a.m. Directive.



Certification Body

Date 23.04.2020

Tongle Lee
Tongle Lee

TÜV Rheinland LGA Products GmbH - Tillystraße 2 - 90431 Nürnberg

CE The CE marking may only be used if all relevant and effective EC Directives are complied with. CE

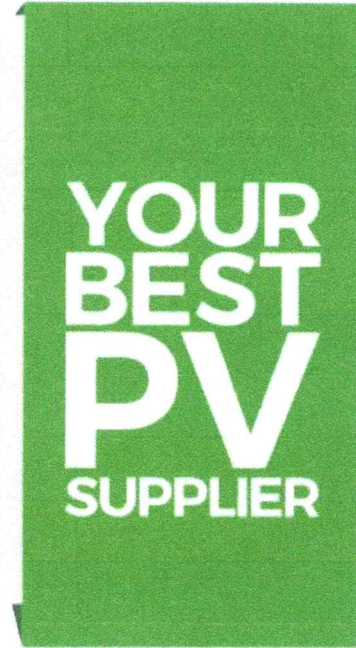
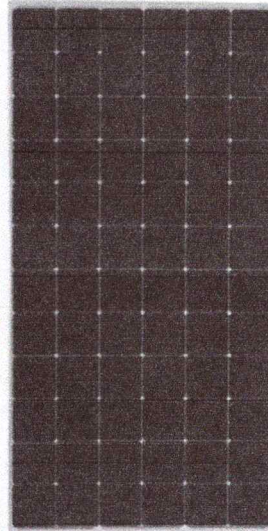
НАРНЫ ХАВТАНГИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТ



BSM410M-720PH

Mono

385-410W



410W
Maximum Power Output

20.7%
Maximum Module Efficiency

0~+5W
Power Output Guarantee



Ideal choice for large scale ground installation



More evenly distributed soldering points and better reliability and lower hot spot risk



Selected encapsulating material and stringent production process control ensure the product is highly PID resistant and snail trails free



Lower LID due to lower oxygen and carbon content



Special cell process ensures great performance under low irradiance conditions

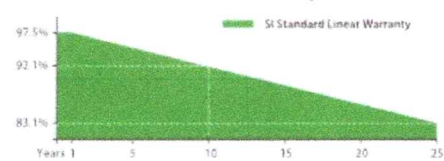


Highly transparent self-cleaning glass brings additional yield and easy maintenance

Key features

- World-class manufacturer of crystalline silicon photovoltaic modules
- Fully automatic facility and world-class technology
- Rigorous quality control to meet the highest standard: ISO9001:2015, ISO14001: 2015 and OHSAS: 18001 2007
- Tested for harsh environments (salt mist, ammonia corrosion and sand blowing test: IEC 61701, IEC 62716, DIN EN 60068 2- 68)
- Long term reliability tests
- 2 x 100% EL inspection ensuring defect-free modules

Linear Performance Warranty



10 Years Product Warranty 25 Years Linear Power Warranty

* Please refer to Bluesun standard warranty for details

Certificate



+86-158-5821-3997

info@bluesunpv.com

+86-531-6520-3660

1499 Zhongxing Road, Shuzhan District, 280031 Hefei, China

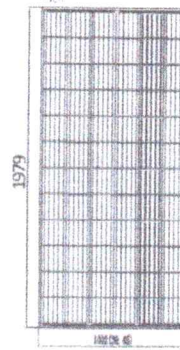
www.bluesunpv.com



ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

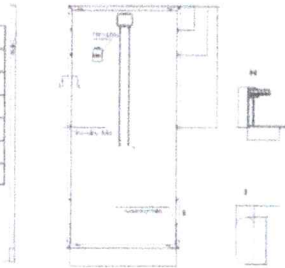
Model	BSM385M-720PH	BSM385M-720PH	BSM395M-720PH	BSM400M-720PH	BSM405M-720PH	BSM410M-720PH
Max Power(Pmax) [W]	365	380	385	460	465	410
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	48.5	48.7	49.0	48.2	48.3	48.5
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.28	10.35	10.41	10.48	10.66	10.83
Max Power Voltage(Vmp) [V]	39.5	40.0	40.3	40.5	40.7	40.9
Max Power Current(Imp) [A]	9.28	9.5	9.51	9.86	9.96	10.03
Module Efficiency [%]	19.4	19.7	19.8	20.2	20.4	20.7
Power Tolerance	±5W					
Max System Voltage	1000V(50V/DC/IEC)					
Max Series Fuse Rating	20A					
Operating Temperature	-40 °C to +85 °C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25 °C, AM1.5					

*For mechanical loading performance: front side maximum static loading 5400Pa, rear side maximum static loading 2400Pa; Hailstone test: 25mm hailstone at the speed of 23m/s.



NOCT

Model Number	BSM385M-720PH	BSM385M-720PH	BSM395M-720PH	BSM400M-720PH	BSM405M-720PH	BSM410M-720PH
Max Power(Pmax) [W]	287.4	290.2	284.8	228.4	302.2	305.8
Open Circuit Voltage (Voc)	45.2	45.4	45.8	45.8	45.8	46.1
Short Circuit Current (Isc)	8.36	8.36	8.40	8.45	8.52	8.53
Maximum Power Voltage (Vmp)	36.9	37.1	37.4	37.6	37.7	37.3
Maximum Circuit Current (Imp)	7.78	7.85	7.88	7.94	8.01	8.07
NMOT	43±2 °C					

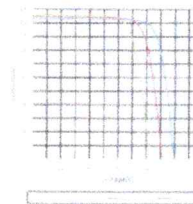


Mechanical Characteristics

Solar Cells	Monocrystalline Silicon
Dimensions	1979×1002×35mm (77.91×39.45×1.38inches)
Weight	22.5 kg(49.6lbs.)
Front Load	5400Pa
Connector Type	MC4 Compatible
Junction Box	IP68
Cables	4mm ²
Glass	3.2mm High Transmission Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Packing	30pcs/pallet, 360pcs/20GP, 832pcs/40HQ

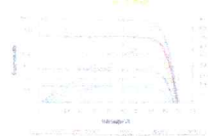
I-V Curves

Current-Voltage Curve (BSM385M-720PH)



Temperature Characteristics

Temperature Coefficient of Pmax	γ (P _{max})	-0.30% / °C
Temperature Coefficient of Voc	β (V _{oc})	-0.30% / °C
Temperature Coefficient of Isc	α (I _{sc})	0.05% / °C



+86-158-5821-3997

info@bluesunpv.com | 158-151-0520-3660
1199 Jiewang Road, Shouhan District, Zhenjiang, Jiangsu, China

www.bluesunpv.com

НАРНЫ ХАВТАНГИЙН СТАНДАРТЫН ГЭРЧИЛГЭЭ



CERTIFICATE

ATTESTATION CERTIFICATE OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND LOW VOLTAGE DIRECTIVES

Technical file of the company mentioned below has been observed and audit has been completed successfully.

2014/30/EU Electromagnetic Compatibility Directive and
2014/35/EU Low Voltage Directives have been taken as references for these processes

Company Name : **BLUESUN Solar Co., Ltd.**

Company Address : Building No.7, 1499 Zhenxing Road, Shushan Dist, 230031 Hefei, Anhui, People's Republic Of China

Related Directives and Annex : **2014/35/EU Low Voltage Directive**
2014/30/EU Electromagnetic Compatibility Directive

Related Standards : **EN 61215-1:2016; EN 61000-3-2:2019; EN 61000-3-3:2013+A1:2019**
EN 61000-6-1:2019; EN 61000-6-3:2007+A1:2011

Product Name : **Solar Panel**

Report No and Date : **XM10202008097LY/LVD, XM10202008098LY/EMC**

Product Brand/Model/Type : **See Annex Page**

Certificate Number : **M.2020.206.C60159**

Initial Assessment Date : **10.11.2020**

Registration Date : **11.11.2020**

Reissue Date/No : **-**

Expiry Date : **10.11.2025**


UDEM International Certification
Auditing Training Centre Industry
and Trade Inc. Co.

The validity of the certificate can be checked through www.udem.com.tr. The CE mark shown on the right can only be used under the responsibility of the manufacturer with the completion of EC Declaration of Conformity for all the relevant Directives. This certificate remains the property of UDEM International Certification Auditing Training Centre Industry and Trade Inc. Co. to whom it must be returned upon request. The above named firm must keep a copy of this certificate for 15 years from the registration of certificate. This certificate only covers the product(s) stated above and UDEM must be notified in case of any changes on the product(s).

Address: Mutfukent Mahallesi 2073 Sokak (Eski 93 Sokak) No:10 Çankaya - Ankara - TURKEY
Phone: +90 0312 443 03 90 Fax: +90 0312 443 03 76
E-mail: info@udemtd.com.tr www.udem.com.tr



ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認證證書 ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT



CERTIFICATE

No. Z2 093536 0009 Rev. 00

Holder of Certificate: **BLUESUN Solar Co.,Ltd**
Building No 7, 1499 Zhenxing Road
Shushan Dist.
230031 Hefei
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Certification Mark:



Product: **Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules**
Mono-Crystalline Silicon Photovoltaic Module

The product was tested on a voluntary basis and complies with the essential requirements. The certification mark shown above can be affixed on the product. It is not permitted to alter the certification mark in any way. In addition the certification holder must not transfer the certificate to third parties. See also notes overleaf

Test report no.: 701262002502-00

Valid until: 2025-04-13

Date, 2020-04-30 (Zhulin Zhang)

TUV®



CERTIFICATE

No. Z2 093536 0009 Rev. 00

TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD TÜV SÜD
 ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ 認證證書 ♦ СЕРТИФИКАТ ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT

Model(s):

BSMxxxM-72HIH (xxx=365-395, in step of 5);
 BSMxxxM-60HIH (xxx=300-325, in step of 5);
 BSMxxxM-72OPH (xxx=385-415, in step of 5);
 BSMxxxM-60OPH (xxx=335-365, in step of 5);
 BSMxxxM-60ZPH (xxx=330-355, in step of 5);
 BSMxxxM-72HPH (xxx=420-455, in step of 5);
 BSMxxxM-72HHH (xxx=420-440, in step of 5);
 BSMxxxM-60HPH (xxx=350-375, in step of 5);
 BSMxxxM-60HHH (xxx=350-370, in step of 5);
 BSMxxxM-72ZPH (xxx=420-435, in step of 5);
 BSMxxxM-60ZPH (xxx=350-365, in step of 5);
 xxx is standing for rated output power at STC.

Parameters:

Construction:	Framed, with Junction box, cable and connector
Test Laboratory:	Yangzhou Opto-Electrical Products Testing Institute, No. 10 West Karfa Road, Yangzhou 225009 Jiangsu, P. R. China.
Safety Class:	Class II
Max. system voltage:	1500V DC
Fire Safety Class:	Class C according to UL 790

Tested according to:

IEC 61215-1(ed.1)
 IEC 61215-1-1(ed.1)
 IEC 61215-2(ed.1)
 IEC 61730-1(ed.2)
 IEC 61730-2(ed.2)
 EN 61215-1:2016
 EN 61215-1-1:2016
 EN 61215-2:2017
 EN IEC 61730-1:2018
 EN IEC 61730-1:2018/AC:2018-06
 EN IEC 61730-2:2018
 EN IEC 61730-2:2018/AC:2018-06

Production Facility(ies):

099605, 099626, 099606, 090968, 001192, 002875, 090558, 102692, 097323, 103841



ЗӨВЛӨХИЙН АЖЛЫГ ГҮЙЦЭТГЭСЭН

“ДҮЙНХЭР ТЭРГҮҮН” ХХК

2021 он

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТАЙЛАН

“Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр авто зам, явган замын
байгууламжийг халтиргаа, гулгаанаас сэргийлэх туршилт,
судалгааний ажил”

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТАЙЛАН



ODEL Street light system



ODEL security camera



ODEL агаарын
шугамын мэдрэгч



ODEL сургалтын
робот

odel
electronic

**Дүйнхэр
тэргүүн
ХХК**

ODEL брэнд



Захиалагч: Зам Тээврийн Хөгжлийн Төв

Гүйцэтгэгч: Дүйнхэр тэргүүн ХХК

Дүйнхэр тэргүүн ХХК
Хаяг: Баянгол дүүрэг, 18 хороо,
Сайн ноён Намнансүргнийн гудамж,
79,2 тоот.
Утас 70129299, 99107320
Емэйл: info@odel.technology
Веб: www.odel.technology

**СЭРГЭЭГДЭХ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ЭХ ҮҮСВЭРЭЭР АВТОЗАМ, ЗАМЫН
БАЙГУУЛАМЖИЙГ ГЭРЭЛТҮҮЛЭХ, ХАЛТИРГАА ГУЛГААНААС СЭРГИЙЛЭХ
ТУРШИЛТ, СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТАЙЛАН**

Төслийн нэр: **“Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр автозам, замын байгууламжийг гэрэлтүүлэх, халтиргаа гулгаанаас сэргийлэх туршилт, судалгаа ажил”**

Төслийн захиалагч:	Зам, тээвэр хөгжлийн төв,
Төслийг хэрэгжүүлэгч байгууллага:	Дүйнхэр тэргүүн ХХК
Төслийн үргэлжлэх хугацаа:	2020.12 – 2022.3
Төслийн товч тодорхойлолт:	40кВт чадалтай нарны эрчим хүчний эх үүсвэр байгуулах ба явган замын халаагуур суурилуулах, турших
Нийт хүчин чадал:	40 кВт НФЦҮ, 3кВт явган замын халаагуур
Төслийг хэрэгжүүлэх газар:	Зам тээврийн яамны авто зогсоол, явган хүний зам

40кВт нарны эх үүсвэр, цахилгаан машин цэнэглэгчийг барьж байгуулах, холболт хийх, туршилт судалгааг гүйцэтгэгч:

Д.Ган-Од, Э.Пүрэвбаяр,
Г.Оюунбаяр бусад ажилчид

Явган замын халаагчийг турших,
ЗТХЯ-ны явган замд суурилуулах,
угсрах, туршилт хийх

Д.Ган-Од, Э.Пүрэвбаяр,
А.Амарбаяр, Э.Пүрэвдалай,

2022.03.20

Үндэслэл

Цаг уурын эрс, тэс хүйтэн уур амьсгалтай бус нутагт байрших дэлхийн хотуудын өмнө тулгамддаг олон асуудлуудын нэг нь зам дээр тогтсон цас болон мөс, түүнээс үүдэлтэй хальтаргаа гулгаа юм. Энэ нь манай улсын том, жижиг бүхий суурин газрууд, хотуудын хувьд багагүй асуудал тарьж, хүмүүсийн эрүүл мэнд болон эд хөрөнгөд хохирол учруулсаар байна. Өвлийн саруудад зам дээр гардаг автомашины ослын 70 -аас дээш хувь нь хальтаргаа, гулгаанаас үүдэлтэй байдаг бол явган хүн хальтарч унаснаас шалтгаалаад нуруу нугасны гэмтэл авсан, тархины их, бага доргилт авсан гэх шалтгаанаар эмчид хандах тохиолдлууд элбэг хэвээр байна.

Зам тээврийн яамны харьяа, Зам тээврийн хөгжлийн төв нь дээрх асуудалд ахнаахал хандуулж “Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр авто замын байгууламжийг гэрэлтүүлэх, хальтаргаа гулгаанаас урьдчилан сэргийлэх туршилт, судалгаа” хийлгэхээр “Дүйнхэр Тэргүүн” ХХК- тай хамтранажиллаж байна. “Дүйнхэр Тэргүүн” ХХК –ийн хариуцаж авсан энэхүү туршилт, судалгааны ажлын хүрээнд гэрээнд олон ажлын даалгаврууд биелүүлэхээр тусгагдан. Эдгээрээс явган хүний зам дээр тогтсон цас, мөсийг нарны энерги ашиглан хайлуулах арга технологийг судлах, турших ажлыг МУИС- ийн, Чадлын электроник ба Сэргээгэх эрчим хүчний лабораторийн багш, судаач А. Амарбаяр болон Э.Пүрэвдалай нар “Дүйнхэр Тэргүүн” ХХК –тай судалгааны ажлын гэрээ байгуулж хариуцаж ажилласан.

Мөн 40кВт нарны эх үүсвэр барьж байгуулахад шаардлагатай шийдлийн зураг төслийг боловсруулах, эрчим хүчний технологийн зураг төсөл боловсруулж батлуулах, 40кВт нарны эх үүсвэр байгуулах, түүнийг ЗТХЯ-ны эрчим хүчний системд холбох, цахилгаан авто машин цэнэглэгч суурилуулах, ЗТХЯ-ны явган хүний замд 20м орчим талбайд явган замын халаач суурилуулах зэрэг ажлуудыг “Дүйнхэр тэргүүн” ХХК гүйцэтгэсэн.

Энэхүү судалгааны ажлын тайланг бэлтгэхдээ судалгаанд төлөвлөгөөний дагуу эхлээд бусад орнуудад хийгдсэн судалгааны ажлууд болон практик хэрэглээний судалж энэ талаар дурьдсан, тэдгээрээс манай орны цаг уурын нөхцөлд тохиромжтой практик, хэрэглээнд нэвтрүүлэх боломжтой технологиудыг онцолж, улмаар дараах бүлгүүдэд тэдгээрийг хэрхэн судалж, турших судалгааны арга зүйн талаар дурьдаж, эцэст нь судалгаанаас гарсан үр дүнгүүдийг багцлан өгүүлсэн болно.

Зорилго

Уг судалгааны ажлын үндсэн зорилго нь 40кВт онгрид нарны эрчим хүчний үүсвэр байгуулах, бодит нөхцөлд туршилт, судалгаа хийж явган хүний зам дээр тогтсон цас, мөсийг цахилгаан халаагуур бүхий системээр хайлуулахад технологийн хувьд зайлшгүй анхаарах шаардлагатай зүйлс болон чухал физик параметруудыг тодорхойлох ажлуудыг хийж, зам тээврийн хөгжлийн төвийн үүдэнд суурилуулагдах 40 кВт-ийн нарны фото цахилгаан үүсгүүрээр тэжээгдэн ажиллах явган хүний замын хальтаргаа гулгаанаас хамгаалах системийг суурилуулахад зориулж зөвлөмж бэлдэх.

Мөн цахилгаан авто машиныг цэнэглэгч суурилуулж туршилт хийх, 40кВт нарны эх үүсвэрийг машины зогсоол дээр суурилуулж гэрэлтүүлэг хийх

Судалгааны зорилтууд:

40кВт нарны онгрид үүсвэрийн хувьд:

- Гадны орнуудын практик болон судалгааны ажлуудтай танилцах
- Монгол улсад урьд өмнө хийгдсэн онгрид нарны эх үүсвэрүүдтэй танилцах
- Нарны эх үүсвэрийг авто машины зогсоолын шийдлээр зураг төслийг гаргах
- Нарны эрчим хүчний схемийн зураг төсөл гаргах
- Зургийн дагуу холбогдох суурийн деталиудыг захиалах
- Техникийн даалгаварын дагуу нарны эх үүсвэрийг барьж байгуулах
- ЗТХЯ-ны эрчим хүчний сүлжээнд холбох зураг төсөл гаргах,
- УБЦТС ТӨХК-с техникийн нөхцөл авах
- Техникийн нөхцлийн дагуу мэргэжлийн байгуулагаар зураг гаргуулж, батлуулах
- Нарны эх үүсвэрийг ажиллуулах

Явган замын халаагчийн хувьд:

- Гадны орнуудын практик болон судалгааны ажлуудтай танилцах
- Онолын тооцоо хийж, тусгаарлах үе давхаргын шаардлагат эсэргүүцэл болон зузааныг тодорхойлох
- Явган хүний зам дээр суурилуулах цас, мөс хайлуулах системийг зохиомжилж, дулаан болон температур тархалтыг загварчлах, улмаар 1м2 талбайд харгалзах халаагуурын шаардлагат чадлыг тодорхойлох
- Онолын ба загварчлал тооцоонд үндэслэн бодит нөхцөлд хэмжилт, туршилтын стенд бүтээх

- Бодит нөхцөлд хэмжит, туршилт хийж, цас хайлуулах халаагуурын системүүдийг хооронд харьцуулах, үнэлэх
- Туршилтанд үндэслэн зөвлөмж бэлдэх

Ач холбогдол

- Энэ чиглэлээр Монголд дахь анхны судалгааны ажил эхэлж, тодорхой хэмжээнд мэдээллийн сан бий болсон.
- Бодит нөхцөл дэх туршилт, хэмжилтээс авсан мэдээ болон физик утгуудыг агуулсан зөвлөмжтэй болсон.
- Туршилтын стендэд шаардлагатай багаж, тоног төхөөрөмж, хэрэгслүүд болон туршилт хийх явцад гарах зардал, үүсч болзошгүй хүндрэлүүдийн талаар тодорхой мэдээлэлтэй болж, туршлагжина
- Судалгааны үр дүн эерэг, сөргийн аль ч бай бусад судлаачид, байгууллага, болон хувь хүмүүст шинэ сэдэл, санаа өгнө.
- Өндөр уул давааны цасыг нарны эрчим хүчний систем ашиглан хайлуулах технологийн ажлыг эхлүүлэхэд энэхүү судалгааны ажлыг ашиглана.
- Нарны эрчим хүчний үүсвэр ашиглан хөдөөгийн замд цахилгаан машин цэнэглэгч ашиглах боломжтойг нотлоно.

Үр дүн:

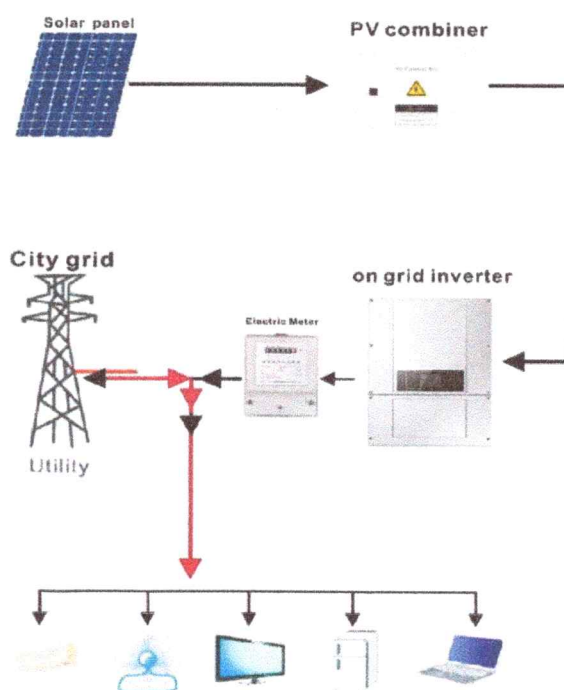
- 40кВт онгрид нарны эх үүсвэрийг Монголд анх удаа байгуулах, түүнийг ашиглах заавар, зөвлөмж, технологийн горимтой болж байгаа.
- Онгрид нарны эх үүсвэрийг цахилгаан машин цэнэглэгч, явган замын халаагчид хэрхэн ашиглах талаар туршилт, судалгаа хийгдсэн.
- Цаашид нарны эх үүсвэрээр явган замын халаагч ажиллуулах туршилт, судалгааны ажлын тайлантай болсон.
- 1 м² талбайд харгалзах цас хайлуулах системийн цахилгааны шаардлагат чадлыг тодорхойлсон байна.
- Хэт улаан туяаны халаагч болон хөрсний утсан халаагуурыг харьцуулан судалж, манай нөхцөлд аль нь илүү ач холбогдолтой болохыг үнэлсэн байна.
- Хөрсний дулаан тусгаарлах үе давхаргын шаардлагат эсэргүүцэл болон зузааныг тодорхойлсон байна.
- Явган замын халаагч кабелийн чанар, стандартыг харьцуулж харуулсан.

40кВт ОНГРИД НАРНЫ ЭХ ҮҮСВЭРИЙН ТЕХНОЛОГИЙН СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Манай орны хувьд нарны эрчим хүч маш ихтэй байдаг. Жилд дунджаар 288 хоног нартай байдаг гэсэн судалгаа бий. Тиймээс нарны эрчим хүчийг ашиглах нь үр дүнтэй болно.

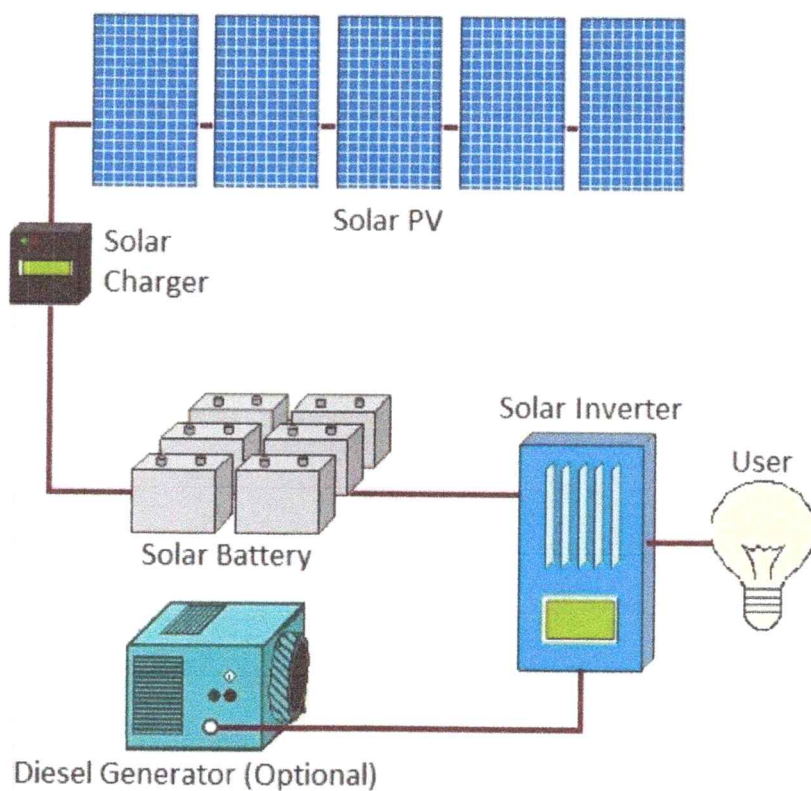
Нарны эх үүсвэр нь технологийн хувьд дараах төрөлтэй:

1. Онгрид нарны эх үүсвэр. Энэхүү технологийн хувьд нарны эрчим хүчийг шууд хувирган цахилгаан эрчим хүч болгож, сүлжээнд нийлүүлнэ.



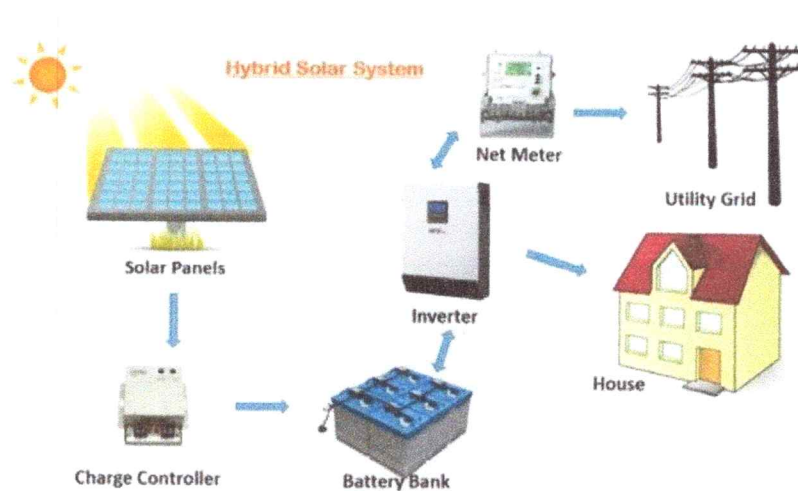
Зураг 1. Онгрид нарны эх үүсвэрийн диаграмм

2. Офгрид нарны эх үүсвэр: Нарны эрчим хүчийг хувиргаж, эрчим хүчээ нөөцлүүр (батарей)-т хадгалах замаар хэрэглээгээ хангах технологи



Зураг 2. Офгрид нарны эх үүсвэрийн диаграмм

3. Хайбрид: Онгрид болон офгрид системийг хосолсон үүсвэр. Хэрэглээгээ хангана, илүүдлээ сүлжээнд нийлүүлнэ.



Зураг 3. Хайбрид нарны эрчим хүчний үүсвэрийн диаграмм

Монгол улсад өнөөгийн байдлаар нарны офгрид эрчим хүчний үүсвэр буюу нөөцлүүрт хадгалсан систем ашиглагддаг. Хамгийн их хэрэглэгч нар нь малчид, жуулчны бааз, худаг, фермерүүд гэх мэт

Малчид нарны эрчим хүчний систем ашиглан өрхийн гэрэлтүүлэг чийдэн, хөргөгч хөлдөөгч /12В/, угаалгын машин гэх мэт хэрэглээнд ашиглаж байна. Ихэнхдээ 12В-ийн хэрэглээ байна.

Харин фермер, худаг, жуулчны баазуудад 220В-ийн хэрэглээг хангах нарны эрчим хүчний эх үүсвэр /1-5кВт чадалтай/ -ийг ашигцлаж байна.

Үүрэн холбооны оператор компаниудын хөдөө орон нутагт байрлах Сайтуудад 5-8кВт чадалтай офгрид нарны эрчим хүчний систем ашиглаж байна. Тэдгээрт 48В тогтмол хүчдлийн нарны эрчим хүчний систем өргөн ашигладаг.

Онгид нарны эх үүсвэрийн хувьд Монголд улсад нилээдгүй 5-30МВт чадалтай нарны станцууд байгуулагдсан байна. Эдгээр нарны эх үүсвэрүүд сүлжээнд үйлдвэрлэсэн цахилгааныг шууд нийлүүдэг бөгөөд наргүй үед нийлүүлж чадахгүй юм. Онгид 30кВт нарны эх үүсвэрийг Эрчим хүчний зохицуулах хорооны барилгад суурилуулан сүлжээнд эрчим хүчээ нийлүүлж байгаа туршлагатай танилцсан.

Онгид нарны эрчим хүчний үүсвэрийг шууд УБЦТС ТӨХК-ийн шугаманд холбож ажиллуулдаг. Учир нь инвертер нь шууд сүлжээнд эрчим хүчийг нийлүүлдэг.

Хайбрид нарны эрчим хүчний системийг суурилуулсан туршлага Монгол орны хэмжээнд бараг байхгүй байна.

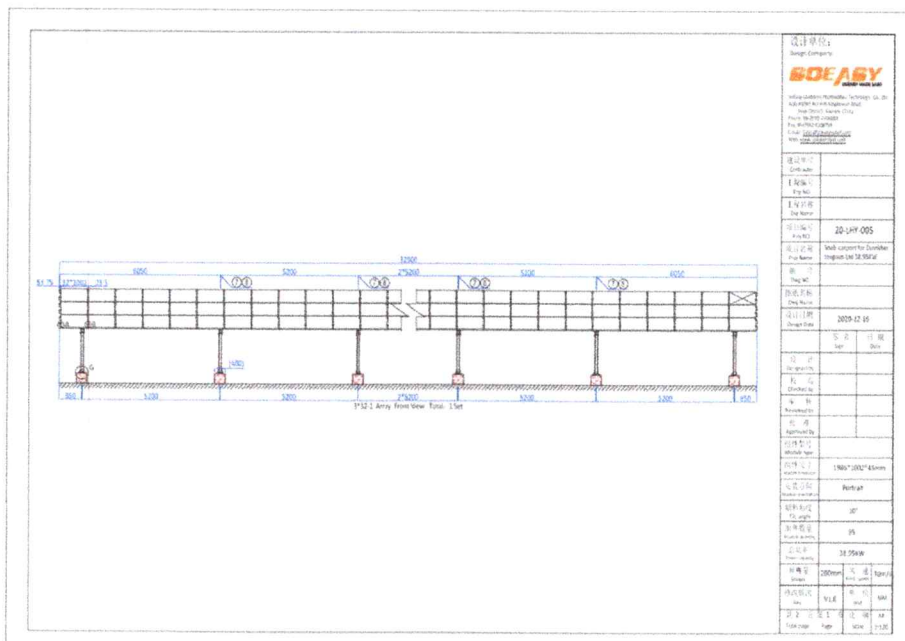
СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Судалгааны аргачлалыг боловсруулахдаа энэ чиглэлээр хийгдсэн судалгааны материал, олон улсад хэвлэгдсэн өгүүлэлтэй танилцсаны үндсэнд онолын тооцоо, загварчлал-симуляц, хэмжилт-туршилт гэсэн үндсэн гурван хэсэгт хуваан, судалгаа хийж, үр дүн авахаар төлөвлөгөө боловсруулсан.

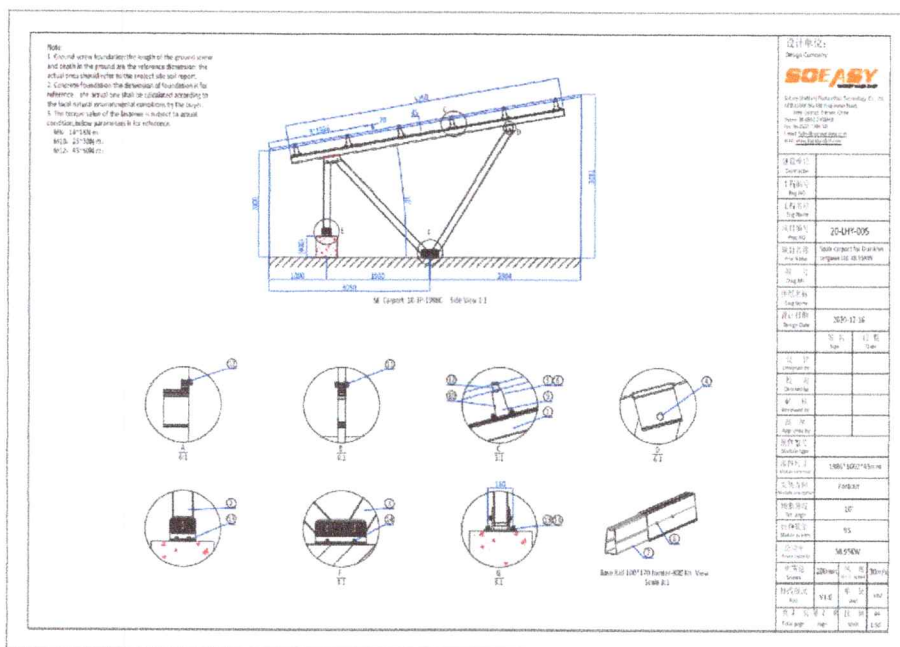
Онол: Энэ хэсэгт авто машины зогсоол дээр саравч байдлаар онгид нарны эрчим хүчний системийг байгуулах зургыг гаргасан. Үүнд: Салхины хурдыг 30м/с, цасны зузааныг 20см байхаар тооцсон бөгөөд БНХАУ-н түнш болох SoEasy /XiaMen/ Photovoltaic Technology Co.,Ltd компанитай хамтран ажиллаж суурийн даац, хийцийн тооцоог боодож гаргасан. Мөн БНХАУ-н Bluesun компанитай хамтран 40кВт нарны онгид үүсвэрийг авто машины зогсоол дээр хэрхэн байгуулах, түүнд ямар хэмжээний чадалтай, хичнээн ширхэг нарны хавтан орох тооцоог бодож гаргасан.

Бидний тооцоогоор 410Вт чадалтай моно төрлийн 95ш нарны хавтанг 12 авто машины зогсоол дээр суурилуулах боломжтой байсан.

Техникийн шийдэл,схем зураг. Энэ хэсэгт авто машины 12 зогсоолыг хамарсан 410Вт чадалтай моно төрлийн 95ш нарны хавтанг суурилуулах суурийн зургыг БНХАУ-н түнш болох SoEasy /XiaMen/ Photovoltaic Technology Co.,Ltd компаниар гүйцэтгүүлсэн. Энэхүү ажлыг 2021 оны 11 сарын 11 өдрөөс 12 дугаар сарын 21 өдөр хүртэл гүйцэтгэсэн.

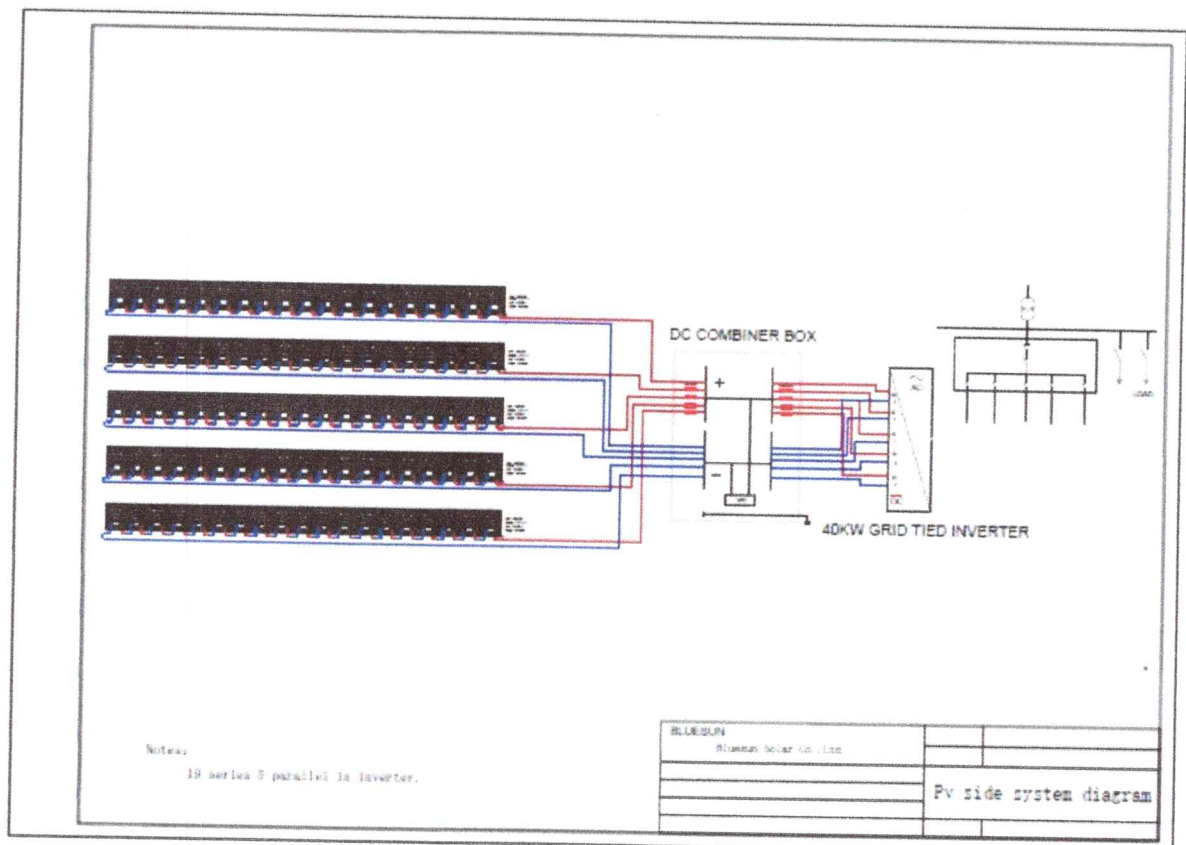


Зураг 4. Авто зогсоолын суурийн зураг



Зураг 5. Суурийн деталиуд

Мөн нарны үүсвэрийн байрлал, холболтын зургыг БНХАУ-ын BLuesun компанитай хамтран гүйцэтгэсэн. Энэхүү ажлыг 2021 оны 11 сарын 11 өдрөөс 2021 оны 12 дугаар сарын 21 өдөр хүртэл гүйцэтгэж дуусгасан.



Зураг 6. Нарны эх үүсвэрийн холболтын схем

Энэхүү схем зурагт үзүүлснээр :

1. 19ш нарны үүсвэрийг хооронд нь цуваа холбох
2. 5ш бүлэг үүсгэх
3. DC combine box буюу нэгтгэх шитэнд нарны хавтангуудаас ирэх 5ш нэмэх, 5ш хасах кабелийг холбох
4. DC combine box -с 40кВт чадалтай инвертерт +5ш, -5ш кабелиудыг холбох
5. Инвертерээс 380В хүчдэл гарах

Тоног төхөөрөмж сонголт, нарны эх үүсвэр суурилуулалт. Дээрх зургаас үндэслэн дараах тоног төхөөрөмжийн сонголтыг БНХАУ-н Bluesun компаниас сонгосон. Сонгохдоо ажлын даалгавар, техникийн нөхцөлд заагдсан үзүүлэлтийг гол удирдамжаа болгосон.

1. Суурийн нүх ухах ажил. Нийт 12 зогсоолын тулгуур багана тогтоох зорилгоор 7ш нүх ухсан. Нүхний хэмжээ 60х60х80см. Энэхүү ажлыг 2020 оны 11 дүгээр сарын 11 өдрөөс 24 өдөр хүртэл гүйцэтгэсэн. Энэ нь Ковидын хөл хорины үед хийгдсэн.



Зураг 7. Суурийн нүх ухааж байгаа байдал

2. Тулгуур багана, авто машиний зогсоолын саравч суурилуулах ажлын 2021 оны 03 дугаар сарын 25 өдрөөс суурилуулж эхэлсэн. Ковидын хөл хорионы улмаас 5 сарын сүүлч хүртэл сунжирсан.



Зураг 8. Авто зогсоолын төрө хийцийн угсралт

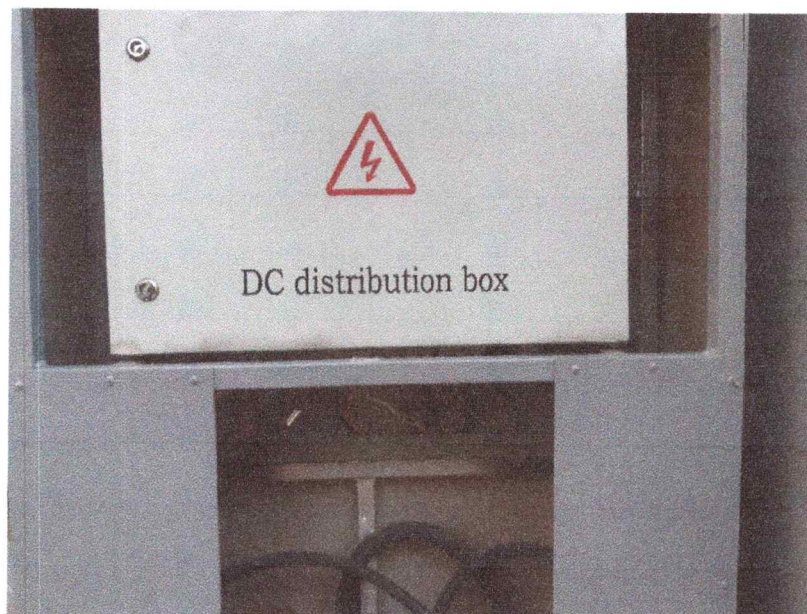
3. Нарны хавтан. Моно төрлийн /Bifacial/ 410Вт чадалтай IEC61215 стандарттай. Нийт 95ш нарны хавтантай бөгөөд 38,950Вт чадалтай нарны станцыг байгуулсан.





Зураг 9. Нарны хавтан бүхий авто зогсоол

4. DC combine box. Тогтмол хүчдлийн нэгтгэх хайрцаг бөгөөд нарны эх үүсвэрүүдээс ирэх гүйдэл, хүчдлийн хамгаалалт хийдэг. 5 оролт, 5 гаралттай DC combine box ашигласан. Нарны хавтангуудын 19ш -ийг цуваа холбон нийт 5 групп үүсгэж, DC box руу холбосон.



Зураг 10. DC combine box

5. Инвертер. Онгрид горимд ажиллах бөгөөд өөр дээрээ 3ш MPPT контроллёртой. DC combine box-с ирэх 5 гаралтыг дараах байдлаар холбоно. Үүнд: MPPT 1 контроллёрт 3 гаралтыг, MPPT 2 контроллёрт 2 гаралтыг тус тус холбосон. Инвертерийн гаралтаас 380В -ийн хүчдэл гарч сүлжээнд холбогдоно.



Зураг 11. Инвертер 40кВт



Зураг 12. Нарны үүсвэрийн холболтын байдал

6. Нарны эх үүсвэрийг Зам Тээврийн Үндэсний Төвийн эрчим хүчний өрөөнд оруулж холбох ажлууд 2021 оны 06 сарын 25 өдөр дууссан. Инвертерийн гаралтаас 380В хүчдлийн 50мм голчтой кабелийг ЗТҮТ-ийн эрчим хүчний өрөөнд газарт булах замаар стандартын дагуу суурилуулсан. 40см гүн ухаад элс асган хар хамгаалалттай кабелийг суурилуулж, дахин элс үе үүсгэн дээр нь тоосго тавьж булсан.



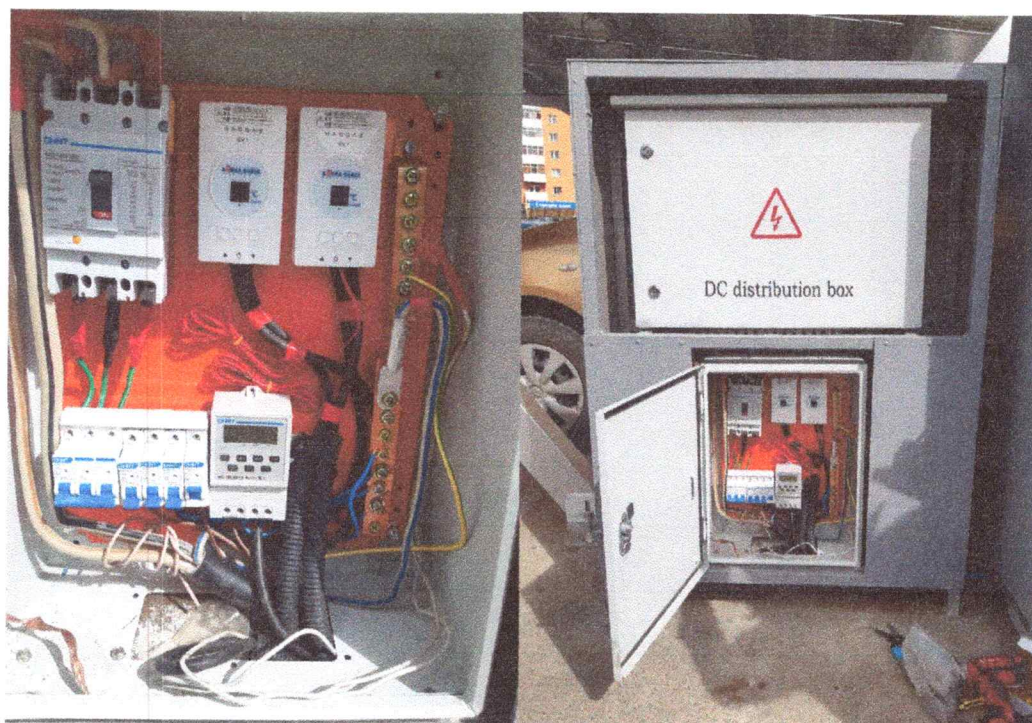
Зураг 13. 380В кабелийн газар доорхи суурилуулалт

7. ЗТҮТ-ийн эрчим хүчний өрөөнд нарны эх үүсвэрийг сүлжээнд холбох ажлыг гүйцэтгэсэн. Тусгай хайрцаг суурилуулж, хүчдлийн реле байрлуулан, автомат суурилуулсан.



Зураг 14. Нарны үүсвэрийн сүлжээнд холбох шит

8. Явган замын халаагч, саравчны гэрэлтүүлэг, цахилгаан машин цэнэглэх зэргийг ажиллуулахын тулд Эрчим хүчний өрөөний шитнээс 380В хүчдлийн 50мм голчтой кабелийг татсан. Энэ кабель нь нарны эрчим хүчний гадна шит дээр ирж, 220В болон хувирч байгаа юм.



Зураг 15. Цахилгаан машин, явган замын халаагч, гэрэлтүүлэг холбосон байдал

9. Явган замын халаагчийн системийг ЗТХЯ-ны хашааны гадна явган замын 20м хэсэгт 3 төрлийн кабель утсаар хийж суурилуулсан. 2021 оны 06 сарын 25 өдөр гүйцэтгэж дууссан.

- а) БНСУ-н 1м кв нь 600Вт чадалтай кабель -25м
- б) БНХАУ-н 1м нь 22Вт чадалтай кабель – 100м
- с) БНХАУ-н 1м нь 18Вт чадалтай кабель – 50м

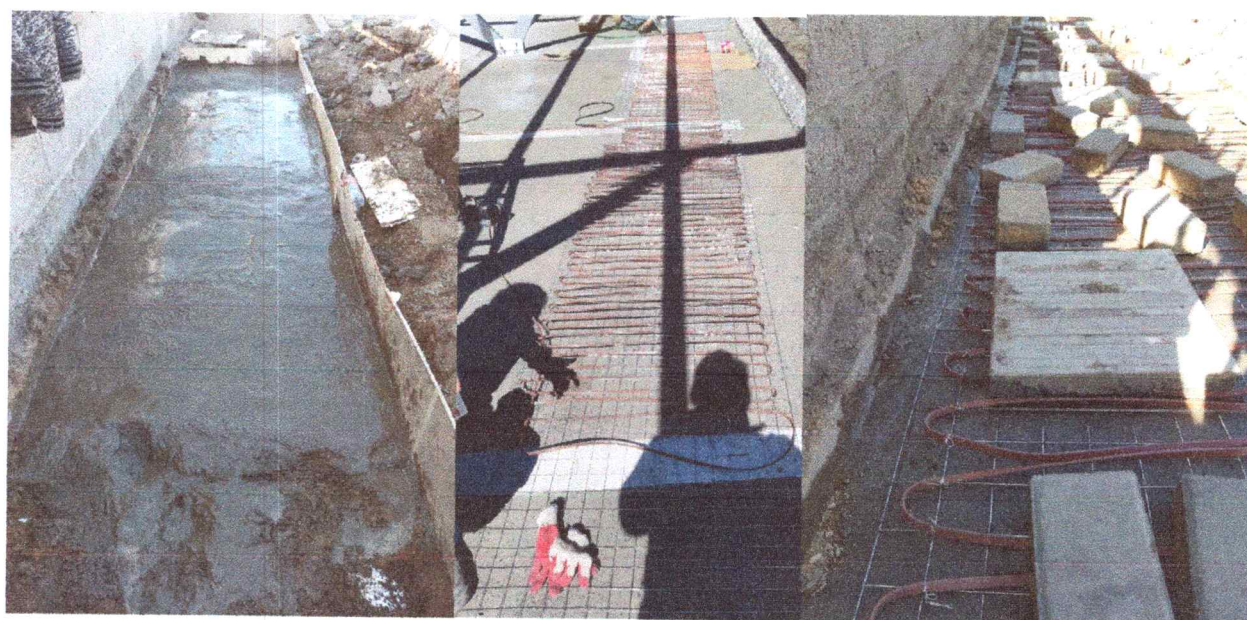
Суурилуулалт:

- а) Явган замыг хуулж 40см гүн ухсан
- б) 5см зузаантай бетон хийсэн
- с) Дээр нь 10см зузаан хөөс суурилуулсан.
- д) Хөөсний дээр 5см зузаан бетон зуурч тавьсан.
- е) Бетоны дээр халаагчийг зориулалтын төмөр торонд суурилуулж байрлуулсан.

- f) Түүний дээр элс асгаж хучсан.
- g) Явган замын хавтанг суурилуулсан



Зураг 14. Явган замыг хуулж 40 см ухаад бетон хийж, дээр нь хөөс байрлуулж байна.



Зураг 15. Явган замын халаагч кабель суурилуулж байна.

10. Цахилгаан машин цэнэглэгчийг 7кВт чадалтайгаар сонгож суурилуулсан Техникийн даалгаварт заагдснаар 4кВт байсан. Энэ нь стандарт чадлаас зөрсөн тул бид 7кВт чадалтай цахилгаан машины цэнэглэгч суурилуулсан. 2021 оны 06 сарын 25 өдөр гүйцэтгэж дууссан.



Зураг 16. Цахилгаан машин цэнэглэгч станц /7кВт/

11. Авто зогсоолын нарны үүсвэрт 7ш багана дээр 40Вт чадалтай лед гэрэл суурилуулж асаасан. Цагийн релетэй болно.

Техникийн нөхцөл, техникийн зураг. 40кВт нарны эх үүсвэрийг байгуулж, түүний техникийн нөхцөл авах, эрчим хүчний мэргэжлийн зургын компаниар зураг гүйцэтгүүлж, эрчим хүчний хөгжлийн төвийн магадлан итгэмлэлээр батлуулах зэрэг ажлуудыг гүйцэтгэсэн.

1. УБЦТС ТӨХК-иас техникийн нөхцлийг гаргуулсан. 2021 оны 05 сарын 12-ны өдөр техникийн нөхцлийг хүлээн авсан.
2. Эрчим хүчний зураг төсөл, хэмжилт угсралтын "Перфект солюшн энд инженеринг" ХХК-тай гэрээ байгуулж, зураг гаргуулсан. 2021 оны 5 сарын 25 өдрөөс зургыг гүйцэтгэж, холбогдох байгууллагын мэргэжилтнүүд зураг дээр гарын үсэг зуруулж баталгаажуулсан. 2021 оны 07 сарын 25 өдөр дууссан.
3. Эрчим хүчний хөгжлийн төвд зургыг хүргүүлж, магадлан итгэмжлэл хийлгэсэн. 2021 оны 08 сарын 03-ны өдөр дууссан.
4. Энэхүү ажилд учирсан нэг бэрхшээл нь урьд өмнө онгрид нарны жижиг станц /байгууллагад зориулсан/ барьж ашиглалтанд оруулж байсан туршлага байхгүй, сүлжээнд эрчим хүч нийлүүлэхэд гэрээний стандарт байхгүй, холболтын стандарт байхгүй байсан. Иймд бүх ажлыг стандартын дагуу суурилуулах, зураг төслийг бэлтгэх, батлуулахад ихээхэн хугацаа орсон. Одоогоор ЗТХЯ нь УБЦТС ТӨХК-тай нарны эрчим хүчийг сүлжээнд нийлүүлэх гэрээ хийх, үнийн тарифыг хэрхэн тодорхойлох зэрэг асуудлууд байгаа болно.

Хүлгээлгэн өгөх , комисс ажиллах. 2021 оны 08 сарын 05 өдөр бүх ажлууд дууссан. Бид 8 сард Өмнөговь аймагт 220кВт нарны эрчим хүчний систем суурилуулах ажлаар явж байсан тул 9 сарын 06 өдөр ЗТХЯ-ны 40кВт нарны эрчим хүчний системийг ажиллуулж эхэлсэн.

1. Ажлын хэсэг байгуулах. 2021 оны 08 сарын 09 өдөр ЗТХЯ-ны төрийн нарийн бичгийн даргын А/90 тушаалаар ажил хүлээлцэх ажлын хэсэг байгуулсан. Уг тушаалд ажлын хэсгийн ахлагчаар ЗТХЯ-ны Бодлого төлөвлөлтийн газрын Мэдээллийн технологи, стандартын хэлтсийн шинжээч Ө.Одгэрэлийг томилж, нарийн бичгийн дарга, гишүүдийг баталсан.
2. Ажлын хэсэг 2021 оны 09 сарын 24 өдөр хуралдсан. Уг хуралдаанд Дүйнхэр тэргүүн ХХК-ийн захирал Д.Ган-Од, ерөнхий менежер Э.Пүрэвбаяр нар оролцсон. Хурлаас дараах шийдвэр гарсан.
 - а) 40кВт нарны эх үүсвэрийн ажиллагааг тодорхой хугацаанд ажиллуулж тест хийх,

- b) Өвлийн улиралд явган хүний зам дээрх халаагчийг дахин турших, үр дүнг хэлэлцэх,
- c) Нарны үүсвэрийн дэргэдэх цахилгаан машин цэнэглэгчийн зогсоолд машины хаалт хийх,
- d) Цахилгаан машин цэнэглэгчийг хянах хяналтын камер суурилуулах,
- e) Инвертер дээр WIFI холболт үүсгэх,
- f) Цахилгаан машин цэнэглэх зогсоолыг ногоон өнгөөр ялган будах,
- g) Нарны эх үүсвэр дээр туршилт судалгааны ажил хийгдэж байгаа гэсэн мэдээллийн жижиг самбар байрлуулах,
- h) Нарны үүсвэрийн холболтын кабелиудыг цэгцлэх зэрэг ажлуудыг гүйцэтгэхээр болсон.

Ажлын хэсгийн даалгавар. Комиссын даалгаварын дагуу Дүйнхэр тэргүүн ХХК дараах ажлуудыг гүйцэтгэсэн. Үүнд:

1. Явган замын халаагчийг 2021 оны 10,11,12 сар, 2022 оны 01 дүгээр саруудад ажиглаж хяналт хийсэн. Мөн нарны эх үүсвэр дээр тогтсон цасыг арилгасан.

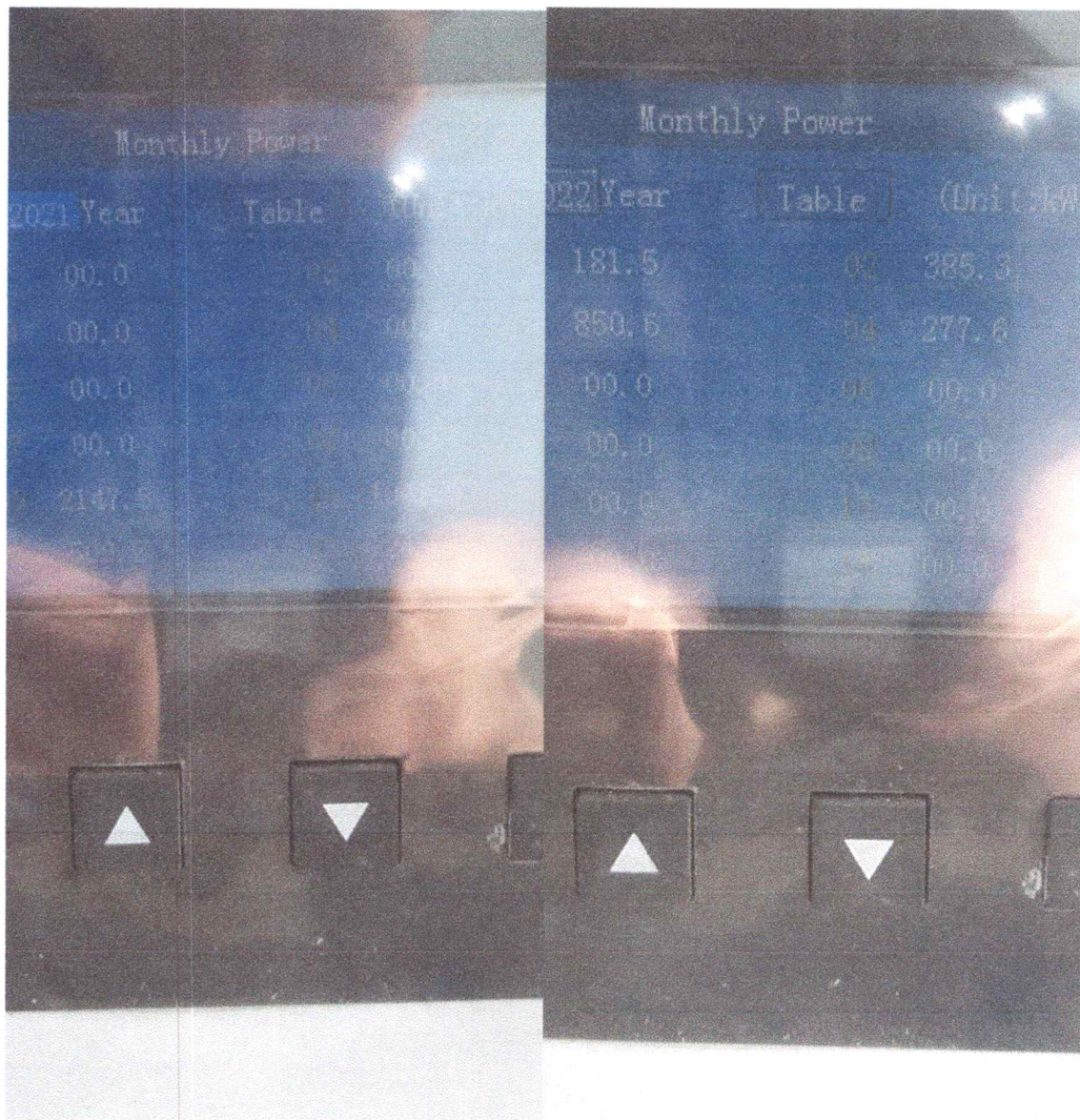


Зураг 17. Нарны үүсвэрийн цас цэвэрлэх

2. 40кВт нарны үүсгүүрийн ажиллагааг хянасан. Өвлийн -40хэмд ажиллаж байсан. Мөн өвлийн улиралд бага хэмжээний эрчим хүч үйлдвэрлэж байсан.

Энэ нь нэгдүгээрт нар гарах хугацаа богиносож, өнцөг налуу болсон, Хоёрдугаарт цас, нүүрсний тортог, машины утааны тортог их дарсантай

3. холбоотой юм. 2021 оны 09 дүгээр сарын 06 өдрөөс 2022 оны 03 дугаар сарын 12 өдөр хүртэлх байдлаар нарны эрчим хүчний үүсвэр нь 6,3МВт/ц эрчим хүч үйлдвэрлэн, сүлжээнд нийлүүсэн байна. Энэ нь сард дунджаар 1МВт/ц эрчим хүч үйлдвэрлэсэн бөгөөд зуны улиралд 2 дахин ихсэх магадлалтай юм.



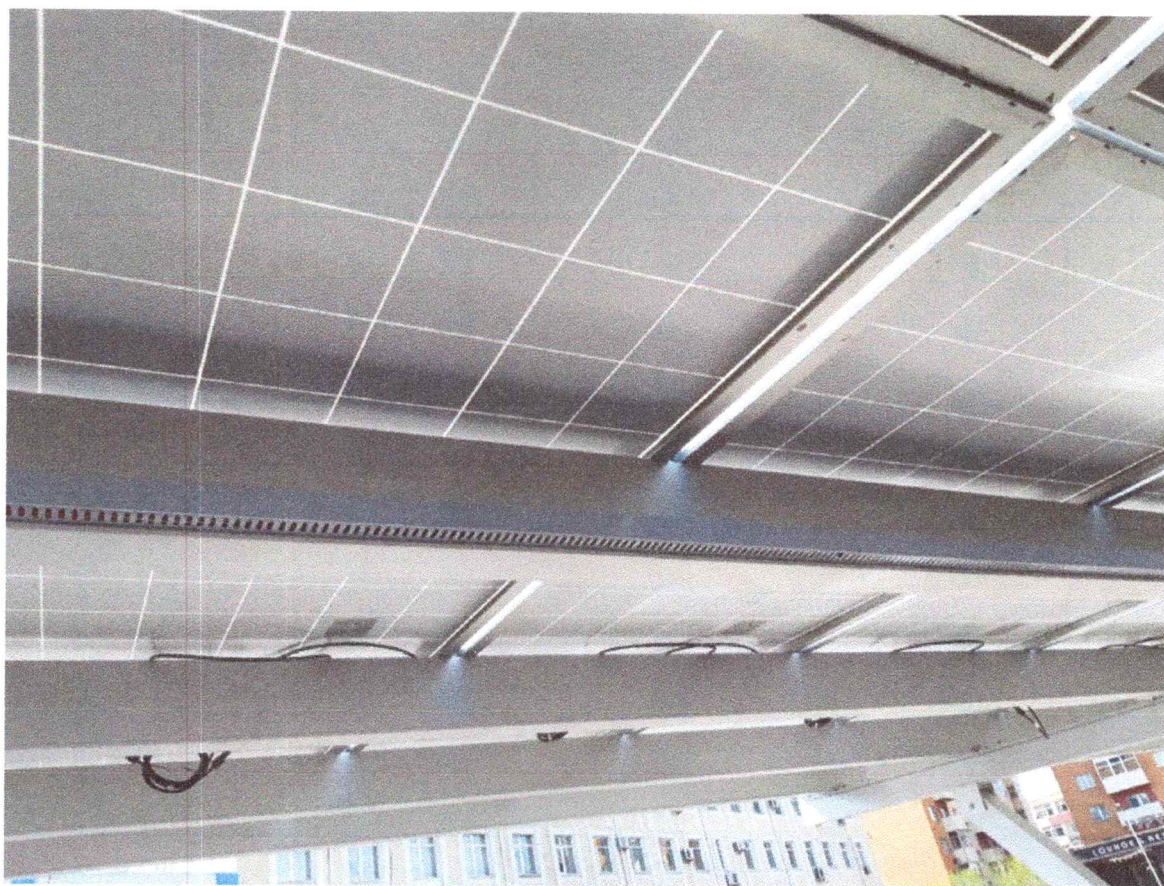
4. Зураг 17. Инвертерийн үйлдвэрлэсэн эрчим хүч

5. Цахилгаан машин цэнэглэгчийн хамгаалах хяналтын камер суурилуулсан. Түүнийг Харуулын байр дээр суурилуулсан бөгөөд харуулын байр, нарны системийн хооронд Тамхины цэг байгуулснаар үр дүнгүй болсон. Мөн хяналтын камерыг хулгайд алдсан байсан.
6. Явган замын халаагчийг өвлийн 5 сарын турш хяналт хийж ажилласан. Энэ хугацаанд багагүй цас орсон бөгөөд цас орох бүрт хайлж байсан. Мөн нарны үүсвэр дээрх цасыг доош унагааж, халаагчийн дээр 10см зузаан цасаар хучихад 1 цагийн дотор хайлж урсаж байсан.



Зураг 18. Явган замын халаагчийн ажиллагааны байдал

7. Цахилгаан машин цэнэглэгчийн зогсоолд хаалт хийсэн.
8. Цахилгаан машины цэнэглэгчийн зогсоолыг ногоон өнгөөр будах байсан ч энэ нь 1,2сая орчим төгрөг зарцуулах тооцоо гарсан. Энэ нь судалгааны ажлын төлөвлөгөөнд байхгүй тул хийх боломжгүй гэдгээ манай компанийн зүгээс ажлын хэсэгт илэрхийлсэн.
9. Нарны эх үүсвэрт “Судалгаа туршилтын ажил” нэртэй мэдээллийн самбар байрлуулсан.
10. Нарны эрчим хүчний холболтын зарим кабелийг цэгцлэн янзалсан.



Зураг 19. Нарны үүсвэрийн кабелийн холболт /далдлагч ашигласан/

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Онгрид нарны эх үүсвэр

Судалгааны арга зүйн онолын хэсэгт дурьдсаны онгрид нарны эх үүсвэрийг судалж, дараах ажлуудыг гүйцэтгэсэн.

1. 40кВт чадалтай нарны эх үүсвэрийн тооцоог хийсэн. Тухай нарны эх үүсвэр нь авто машины зогсоол хэлбэрээр ЗТХЯ-ны өмнөх зогсоолын талбайд байх нь үр дүнтэй гэж тооцсон.
 - a) Машины зогсоолын талбай буурахгүй
 - b) 12 машины зогсоолыг хамарна.
 - c) ЗТХЯ-ны авто зогсоолын зүүн хэсэгт байрлах нь нарны эрчим хүчний хамгийн сайн тусгалтай
 - d) Зогсоолын саравч байдлаар шийдэх. Тиймээс 30м/с хурдтай салхилах, 200мм зузаан цас дарахад нурахгүй байхаар суурийн тооцоог хийсэн.
2. 40кВт нарны эх үүсвэр байрлуулах суурийн зураг, холболтын диаграмм зэргийг тооцож гаргасан. Мөн техникийн нөхцөлд заагдсан үзүүлэлт бүхий нарны үүсвэр, инвертерийг БНХАУ-н Bluesun компанид захиалж, авчирч суурилуулсан.
3. Зургийн дагуу 40кВт нарны эх үүсвэр байгуулж, Зам Тээврийн Үндэсний Төвд байрлах эрчим хүчний өрөөнд холболт хийж, сүлжээнд суурилуулсан.
4. 2021 оны 09 сараас 2022 оны 04 сар хүртэлх хугацаанд сүлжээнд 6,3МВт/ц эрчим хүч үйлдвэрлэн нийлүүсэн.
5. Онгрид нарны эх үүсвэрийг техникийн зургыг бүтээж, Эрчим хүчний хөгжлийн төвөөр баталгаажуулсан. Энэхүү ажлын хүрээнд маш их судалгаа хийгдсэн бөгөөд онгрид системийг Сүлжээнд холбох, суурилуулах загвар, стандарт манай улсад байхгүй байсан тул багагүй хугацааг зарцуулж, нилээдгүй бэрхшээлийг давсан.
6. Онгрид нарны үүсвэр байгуулах, турших судалгааны хүрээнд дараах үр дүнд хүрсэн.
 - a) Онгрид нарны үүсвэрийг сүлжээнд холбох технологийг судалж, мэдсэн.
 - b) Сүлжээний фазын зөрүүгээс болж инвертер шатах, гэмтэх байдлаас хамгаалах систем хийсэн
 - c) Сүлжээний фазын зөрүүг тогтворжуулах аргад суралцсан

- d) Онгрид нарны эх үүсвэрийн үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг сүлжээнд нийлүүлэхгүйгээр шууд хэрэглээнд ашиглаж болох аргад суралцсан.

Явган замын халаагч

Явган замын халаагч систем хийх технологийг судалж, олон улсад хэрэглэдэг арга технологиудтай танилцсан. Мөн энэхүү судалгааны ажлыг 2020 оны 11 сарын 2021 оны 01 сарын 31 хүртэл МИУС-н туршилтын талбайд станд үүсгэх, мөн компьютер дээр сумиляци хийх байдлаар туршиж үзсэн.энэхүү туршилтийн судалгааны ажлын тайланг тусад нь тайлагнасан.

Энэ тайланд 2021 оны 05 сард ЗТХЯ-ны явган замын хэсэгт 20 орчим метр талбайд суурилуулсан халаагчийн тухай дурдаж байна. Өөрөөр хэлбэл бодит хийсэн ажлын тайлан юм.

1. Дулаан алдахгүй байх давхарга. МУИС-н багш нарын хийсэн тооцоонд хүрээлэх орчний температур буюу гадна агаарын температур болон хөрсний температурыг -15°C , -20°C , -25°C гэх мэт утгуудыг ашигласан. Хүрээлэх орчны температур -25°C ээс дээш үед халаагуураас ялгарах дулааны урсгалын 90 ээс багагүй хувийг хавтангийн дээд талруу буюу явган хүний замруу урсгаж байхаар халаагуурын яг доор байрлах тусгаарлах үе давхаргын зузааныг тооцоход энэ зузаан нь нэгдүгээр сарын эд хүйтэн нөхцөлд хамгийн багадаа 15 см байх шаардлагай. Хүрээлэх орчны температур -20°C үед тусгаарлах үеийн шаардлагат зузаан 12 см. Харин -10°C үед тусгаарлах үеийн шаардлагат зузаан 10 см болно.

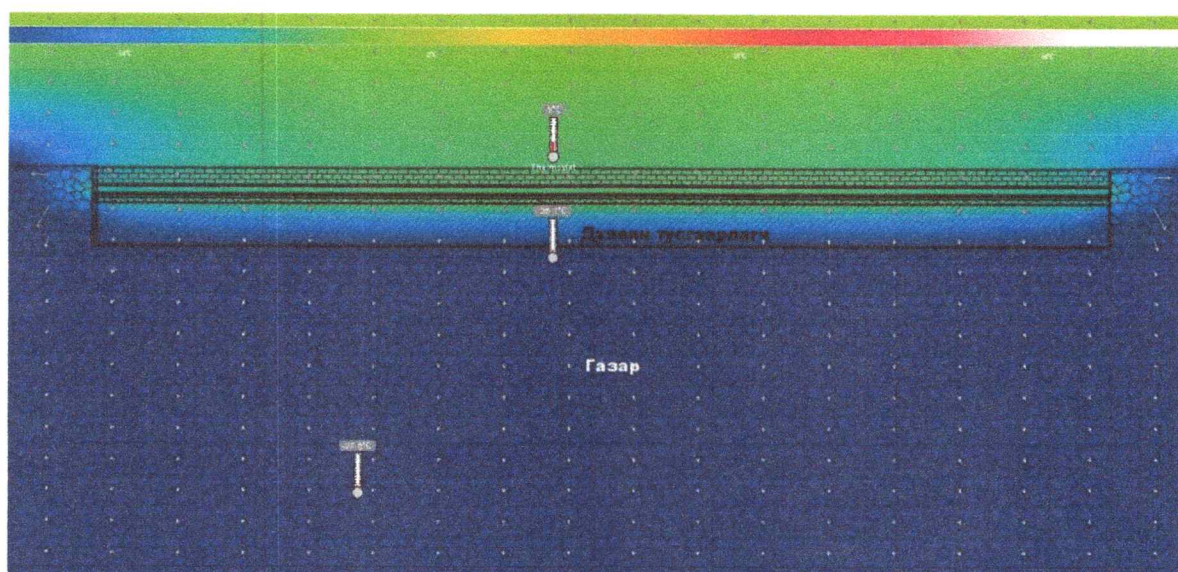
Хүснэгт-1. Дулаан тусгаарлах материалын зузаан

Хүрээлэх орчний температурь, $^{\circ}\text{C}$	Шаардлагат зузаан, см	Дулааны эсэргүүцэл, $\text{m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$,	Дээшээ нэвтрүүлэх хувь, %
-15°C	10	>3	>90
-20°C	12	>4	>90
-25°C	15	>5	>90

Дээрх судалгааны ажлын тайланд үндэслэн ЗТХЯ-ны явган замыг 40см гүн хуулж, 5см зузаан бетон суурь хийсэн. Түүний дээр 10см зузаантай хөөсөн давхарга үүсгэсэн. Улмаар хөөсөны дээр 5см зузаан бетон давхаргаар хучсан. Түүний дээр халаагч утсыг суурилуулж, дээр нь элс асган явган замын хавтанг өрж суурилуулсан. Ингэснээр халаагуурын ддор байрлах тусгаарлдах үе давхаргын зузаан 30см болж өгсөн.

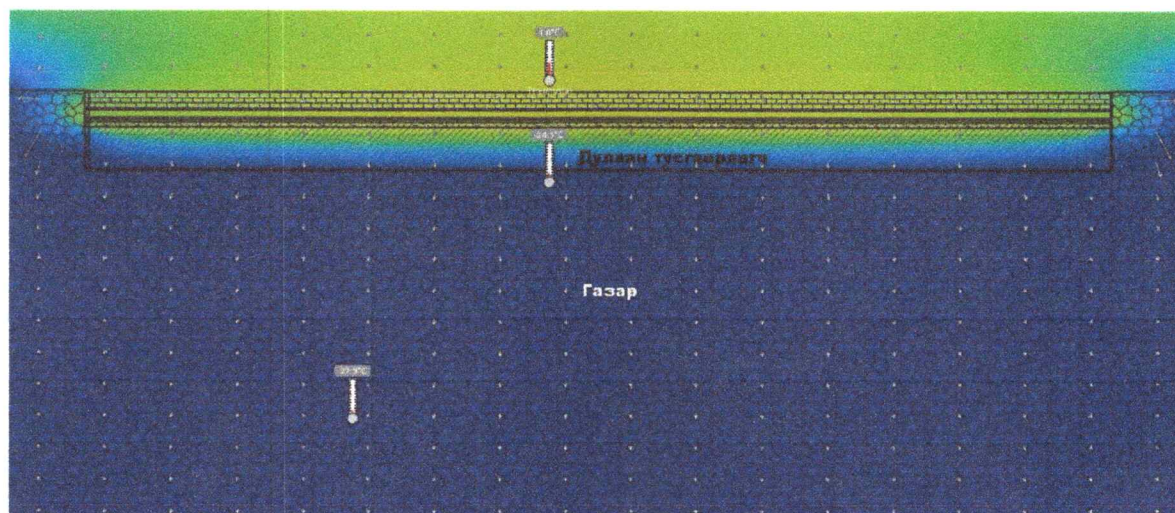
2. Халдаг утасны чадал. Судалгааны арга зүйн загварчлал хэсэгт дурьдсаны дагуу тусгаарлах үе давхаргыг тооцоолж, үүнд үндэслэн гадна агаарын температурын хэд хэдэн нөхцөлд халаагуурын чадлыг янз бүрээр сонгож, бодолт хийлгэсэн. Уг тооцоонд дараах параметруудийг ашигласан. Үүнд: гадаргуугийн дулаан солилцооны коэффициент $\alpha > 23 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$, гадаргуугын температур $>+3\text{ }^{\circ}\text{C}$, тусгаарлах үе давхаргын зузаан 15 см, хөрсний

температур -28°C . Энд цас болон цасны хайлах процессыг загварчилж чадахгүй тул гадаргуугын температур $+5^{\circ}\text{C}$ дээж гарсан тохиолдолд цас хайлна гэж үзсэн. Цахилгаан халаагуурын халаалтын чадлыг 300 Вт/м^2 –аар авч, гадна орчны температурыг -20°C -д температурын тархалтыг тооцсон үр дүнг Зураг 20 –д үзээлэв. Эндээс ажиглавал явган хүний замын дээд талын гадаргуугын температур -5°C , дулаан тусгаарлагч материалын доод гадаргуугын температур -25°C гэсэн утгуудад халаагуурын чадал дулаан алдагдалтай балансалж байна. Энэ нь ийм чадалтай халаагуурын цасыг хайлуулах хангалттай дулаан үүсгэж чадахгүй болохыг илтгэж байна.



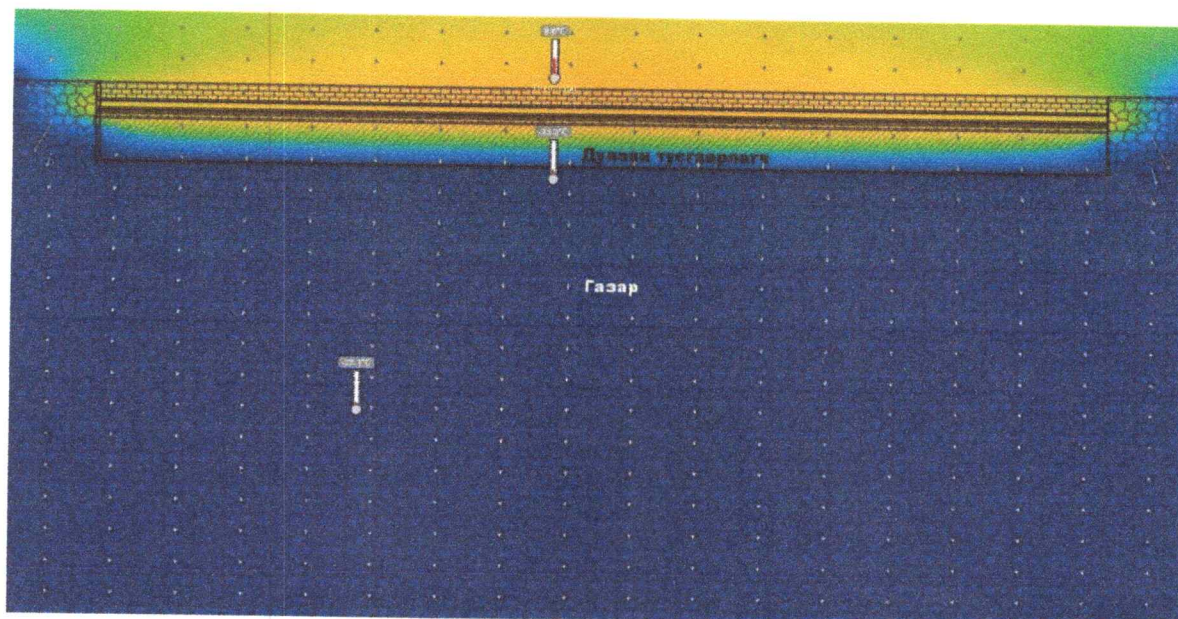
Зураг 20. Халаалтын чадал 300 Вт/м^2 үеийн температурын тархалт

Дээрхтэй ижил нөхцөлд цахилгаан халаагуурын чадлыг 400 Вт/м^2 болгож өсгөөд гадаргуунууд дээр үүсэх температурын утгуудыг тооцсон байдлыг **Зураг 21** –т үзээлэв. Энэ тооцоонд явган хүний замын хавтангийн дээд гадаргуугын температур 1.8°C , дулаан тусгаарлагч материалын доод гадаргуугын температур -24°C гэсэн утгуудад үүсгүүрийн чадал болон дулаан дамжилт балансалж температурын утгууд тогтворжсон байна.



Зураг 21. Халаалтын чадал 400 Вт/м^2 үеийн температурын тархалт

Өмнөх тооцоонуудтай ижил нөхцөлд халдаг утасны ялгаруулах чадлыг 500 Вт/м² –аар авч температурын тархалтыг тооцсон үр дүнг **Зураг 22** –т үзээлэв. Энэ тооцоонд явган хүний замын хавтангийн дээд гадаргуугын температур 8°C, дулаан тусгаарлагч материалын доод гадаргуугын температур -23 °C гэсэн утгуудад үүсгүүрийн чадал болон дулааны алдагдал балансалж, температурын утгууд тогтворжсон байна. Энэ нь цасыг хайлуулахад хангалттай температурт хүрсэн гэж үзэж болохоор байна.



Зураг 22. Халаалтын чадал 500 Вт/м² үеийн температурын тархалт
Загварчлалаас гарсан үр дүнгүүдийг нэгтгэж **Хүснэгт 4** –т харуулав.

Хүснэгт-4.

Хүрээлэх орчний температур, °C	Халаагуурын шаардлагат чадал, Вт/м ²
-10°C	300
-15°C	400
-20°C	550
<-25°C	>600

Дээрх хэмжилтүүдийн үр дүнгээс харахад гадна орчны температур -25 хэм байх үед 550Вт-с дээш чадалтай халдаг утас ашиглахаар харагдаж байна. Гэвч бидний хувьд ЗТХЯ-ны явган замын хэсэгт 30см зузаан тусгаарлах давхарга үүсгэж, 1метр нь 22Вт чадалтай буюу 1м² талбайд 500Вт чадалтай байхаар тооцож суурилуулсан. Энэ бодит загварын хувьд өвлийн -25хэм хүйтэнд явган замын давхаргын дээд 0-8хэм дулаан зааж байсан. Мөн цасыг орсон дарууд хайлуулж байв.

Явган замын халаагчийн хэмжилтийн үр дүн

Туршилтын объект дээр хэмжилтийг 2021 оны 12 сарын 01 –ний өдрөөс 2022 оны 2 сарын 1 –н хүртэл хийсэн. Энэ хугацаан дахь хэмжилтийн мэдээнд анализ хийж, гурван өдрийн мэдээг жишээ болгон судалгааны үр дүн хэсэгт харууллаа.

2021 оны 12 сарын 25 ны өдөр: Энэ өдөр гадна агаарын температур -17°C -ээс -19°C орчим байсан. Хэвтээ хавтгай дээр тусч буй нарны эрчим хамгийн ихдээ 130 Вт/м^2 буюу ерөнхийдөө бүрхэг, цас жаахан бударсан өдөр байв. Энэ өдрийн нарны цацрагийн орчим болон температурын хэмжилтийн мэдээг нэгтгэж **Зураг 11** -т үзүүлэв. Хэмжилт 11:00 минутаас эхэлсэн ба хэмжилт эхлэхэд гадна агаарын температур болон явган замын гадаргуугын температур бараг ижил байна. Аажмаар гадаргуугын температур халсаар үдээс хойш 15 цагийн алдад гадаргуугын температур $+10^{\circ}\text{C}$ болсон байна. Энэ үед явган хүний замын хавтан дээр унаж байсан цас тогтохгүй шууд хайлж байсан. Үүнийг **Зураг** -т үзүүлэв.



Зураг 23. 2022 оын 12 сарын 25 –ны өдрийн хэмжилт, Явган зам дээр унаж байгаа цас тогтохгүй хайлж байгаа байдал

Туршилтын объект дээр хэмжилтийг 2022 оны 01 сарын 15 –ний өдөр хийсэн. Энэ өдөр 10 цагийн үед явган замын халаагчийг ажилуулсан. Харин 12 цагийн үед нарны эх үүсвэр дээрх цасыг арилгаж, түүний цасыг явган замын халаагч хавтангийн дээр 10см зузаантай тавьсан.

Энэ үед явган зам дээрх цас 10 минутын дараа л хайлж эхэлсэн.



Зураг 24. 2022 оын 01 сарын 15 –ны өдрийн хэмжилт, 10 минутын дараа явган зам дээр асгасан цас хайлж байна.

Харин 20 минутын дараа хэрхэн хайлж байгааг доорх зургаар харуулъя.



Зураг 25. 2022 оын 01 сарын 15 –ны өдрийн хэмжилт, 20 минутын дараа явган зам дээр асгасан цас хайлж байна.

Харин 40 минутын дараа хэрхэн хайлж байгааг доорх зургаар харуулъя.



Зураг 26. 2022 оын 01 сарын 15 –ны өдрийн хэмжилт, 40 минутын дараа явган зам дээр асгасан цас хайлж байна.

Цахилгаан машин цэнэглэгч

Цахилгаан машины цэнэглэгч нь 7кВт чадалтай бөгөөд 23кВт/ц батарей багтаамжтай Япон улсын Leaf автомашиныг 3,5 цагт бүрэн цэнэглэнэ. Техникийн нөхцөлд заагдснаар 4кВт чадалтайг суурилуулах нь цэнэглэх хугацаа урттай тул бид 7кВт чадалтайг сонгож суурилуулсан. Тэжээлийн 220В бөгөөд Зам тээврийн хөшгжлийн төвийн шитний өрөөнөөс 380В хүчдэл нарны системийн шит дээр ирнэ. Түүнийг 220В болгон хувиргаж, цахилгаан машин цэнэглэгч, явган замын халаагч ажиллаж байгаа болно.

Цэнэглэгч нь картаар ажиллах бөгөөд одоогоор ЗТХЯ-ны цахилгаан машины цэнэглэгч нь 4 карттайгаар ажиллаж байна.

Дүгнэлт

Энэ судалгааны ажлыг эхлүүлэхэд тавьсан зорилго, стандарт үзүүлэлтүүд болон зорилтуудын дагуу судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн. Судалгааны ажил нь үндсэн 4 ажлаас бүрдэнэ. Үүнд:

1. 40кВт чадалтай онгрид төрлийн нарны эрчим хүчний эх үүсвэрийн загварчлал, тооцоо, суурийн тооцоо, техникийн болон технологийн зураг, магадлан итгэмжлэл, тоног төхөөрөмжийн сонголт, угсралт, суурилуулалт, туршилт, ажиллагаа зэргээс бүрдэнэ.
2. Явган замын халаагч систем нь онол тооцоо, загварчлал, хэмжилт, явган хүний зам дээр суурилуулалт, туршилт, судалгаа зэргээс бүрдэнэ.
3. Цахилгаан машин цэнэглэгч нь онол, судалгаа, туршилт, үйл ажиллагаа зэргээс бүрдэнэ.
4. Гэрэлтүүлэг нь авто зогсоолын саравчийн дотоод гэрэлтүүлэг бөгөөд цагийн релетэй болно.

Нарны эрчим хүчний эх үүсвэрийн хувьд онолын тооцоо, суурийн тооцоо, зураг төсөл, тоног төхөөрөмж сонголт, суурилуулалт зэрэг ажлуудыг 2021 оны 5 сард гүйцэтгэж дуусган, 2021 оны 9 сараас ажилд орсон. Харин 2021 оны 5 дугаар сараас 09 сар хүртэл зургыг магадлан итгэмжлэл хийлгэхэд нилээдгүй цаг хугацаа шаардсан ажил болсон.

Энэхүү нарны онгрид системийн ажил нь Монгол улсад стандарт байхгүй тул холболтыг УБЦТС компанийн мэргэжилтнүүд, Өндөрийн мэргэжилтнүүдтэй уулзаж зөвлөлдөх, хэрхэн холболт хийх аргачлалыг олох, сонгох, сүлжээнд эрчим хүч нийлүүлэх хууль дүрэмтэй танилцах гэх мэт ажлуудыг гүйцэтгэсний үр дүнд зөв холболт хийсэн. Мөн Эрчим хүчний зохицуулах хорооны 30кВт онгрид нарны эрчим хүчний үүсвэрийн холболтыг судалсан.

Явган замын халаагчийн судалгааны ажлыг 2020 оны 11 сараас 2021 оны 01 сарын 31 хүртэл МУИС-н багш нартай хамтран гүйцэтгэсэн бөгөөд онолын тооцоо, загварчлал – симуляци болон хэмжилт, туршилт, ажиллагаа гэсэн 4 үндсэн хэсгүүдээс бүрдсэн. Онол тооцоо болон загварчлалын үр дүнд тусгаарлах үеийн зузаан, халаагуурын чадал гэх мэт чухал шаардлагатай параметруудийн утгыг тооцож олсон. Улмаар энэ тооцоонд үндэслэн туршилтын стендийг байгуулж, хэмжилт туршилт явуулсан.

Онолын тооцоо болон загварчлал-симуляцын үр дүнг нэгтгэн дүгнэвээс: гадна агаарын температур -25°C ба түүнээс хүйтэн байх үед дулаан тусгаарлах хавтангийн зузаан 15 см –аас багагүй байх. Мөн халаагуурын чадал 600 Вт/м^2 –аас багагүй байж замын гадаргуугын температур цас хайлуулах хэмжээнд хүрнэ гэж тооцсон.

Дээрх тооцоонд үндэслэн ЗТХЯ-ны явган замын хэсэгт 30см зузаантай тусгаарлах хавтан бүхий явган замын халаагчийг 3 төрлийн кабель утастайгаар суурилуулж, бодит

нөхцөлд цаг уурын янз янзын өөрчлөлтөд хэмжиж, туршилт явуулсан. Хэмжилт, туршилтын үр дүнгүүдээс дараах зүйлсийг цохон тэмдэглэж болохоор байна.

5. Явган зам дээр тогтсон цасны хайлах хурд нь салхины хурд болон гадна агаарын температураас ихээхэн хамаардаг бол нарны эрчмээс хамаарах хамаарал нь сул байна.
6. Бид Солонгос улсын 1м² нь 600вт чадалтай халдаг утас, БНХАУ-н 1м кв нь 550Вт чадалтай халдаг утас /1м нь 22Вт/ , БНХАУ-н 1м кв нь 500Вт чадалтай халдаг утас /1м нь 18Вт/ ашигласан. Нийт уртад харгалзах нэрлэсэн чадал нь 3500Вт байсан ч, утас халж эхэлмэгц утасны эсэргүүцэл нэмэгдэж, улмаар гүйдлийн хүч нь багасаж байсан. Гүйдлийн хүчнээс хамаарч халаагуурын чадал буурсаар 200 – 270 Вт ийн хооронд хэлбэлзэж байсан. Гадна агаарын температур -20°C илүү хүйтэн байсан ч цасыг хайлуулж байсан.
7. Халдаг утас нь тусгаарлагч давхаргын бөх бат, дулааны алдагдал бага байгаагаас ихээхэн хамаардаг болохыг тогтоосон. Учир нь МИУС-н стэнд дээр хийсэн судалгаа нь тусгаарлагч үе 15см байсан бөгөөд 5см зузаан хөөс ашиглан хийсэн. Энэ нөхцөлд дулааны алдагдал ихтэй тул -20С хэмээс дээш болох үед халдаг утасны чадал багасаж цас хайлуулж чадахгүй байсан. Учир нь дулаанаа доош алдаж байсан байна.
8. ЗТХЯ-ны явган замын хэсэгт 5см зузаантай бетон давхарга дээр 10см хөөс суурилуулан, дахин 5см бетон давхарга үүсгэх замаар тусгаарлах давхаргыг үүсгэсэн. Ингэснээр халдаг утасны доош алдах дулаан үгүй болж, халдаг утасны эсэргүүцэл ихсэж чадал буурсан ч цасыг хайлуулж байлаа.

Зөвлөмж

Манай орны нөхцөлд нарны эрчим хүч ихтэй бөгөөд ЗТХЯ-ны зогсоолд суурилуулсан 40кВт нарны эрчим хүчний эх үүсвэр нь өвлийн 6 сарын ажилласан хэдий ч 6,3МВт/ц эрчим хүчийг үйлдвэрлэсэн байна. Энэ нь зуны улиралд 2 дахин илүү үйлдвэрлэх боломжтой юм. Тиймээс ЗТХЯ-ны хэрэглээний эрчим хүч болон өвөлдөө цас орох үед явган замын халаагч ажиллуулах, цахилгаан машин цэнэглэх, шөнийн гэрэлтүүлэг зэрэгт шаардлагатай эрчим хүчийг энэхүү нарны эрчим хүчний үүсвэр хангалттай үйлдвэрлэнэ гэж тооцож байна.

ЗТХЯ нь үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг сүлжээнд нийлүүлэх бус өөрийн хэрэглээнд ашиглах боломжтой. Тийм технологи ашиглахын тулд нэмж Back of meter төхөөрөмжийг Инвертерт суурилуулна. Ингэж ашигласнаар нарны эрчим хүчээр дотоод хэрэглээгээ бүрэн хангана.

Өвөлдөө -25С, -30С хэм хүртэл хүйтэрдэг манай орны хувьд явган замын цасыг цэвэрлэх, мөсыг хусах гэж олон хүн дайчлан нилээдгүй их цаг хугацаа, зардлыг зарцуулдаг. Мөн явган хүн хатирах, гулгах байдлаар бэртэж гэмтэх нь их байдаг. Харин энэхүү халаагчийг ашигласнаар зардал буурах, хүн гэмтэхгүй болох зэрэг олон давуу талуудыг үүсгэнэ.

Нарны эрчим хүчний үүсвэр, явган замын халаагч байгуулах хөрөнгө оруулалтын зардал нь тухайн байгууллагын 2 жилийн цахилгаан, дулааны төлбөртэй тэнцэнэ. Харин энэхүү нарны эх үүсвэр нь 8-10 жил тасралтгүй эрчим хүч үйлдвэрлэж чадна. Тиймээс 6 жил орчим үнэ төлбөргүй цахилгаан эрчим хүч ашиглах нь ЭЗ-ийн хувьд ч хэмнэлттэй болно.

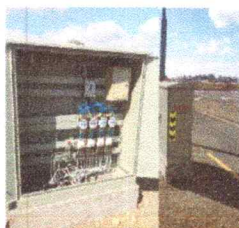
Монголчууд бид цахилгаан машины эрин зуун эхлэх гэж байгаа өнөөгийн хөгжилтэй мөр зэрэгцэн амьдарч байна. Тиймээс сүлжээнээс хараат бус нарны эрчим хүчээр цахилгаан машинаа цэнэглэх нь байгууллага бүрт ЭЗ-ийн үр өгөөжтэй байхаар харагдаж байна. Цаашид ЗТХЯ нь 380В-р ажилладаг DC түргэн цэнэглэгч нэгийг суурилуулах эсвэл 6 зогсоолд AC 11-23кВт чадалтай цахилгаан машин цэнэглэгч суурилуулах боломжтой юм.

Байгууллага бүр гаднаа бага оврын нарны эрчим хүчний эх үүсвэр суурилуулан, өвөлдөө явган замаа халаах, цахилгаан машин цэнэглэх, хэрэглээгээ хангах, гадна гэрэтүүлгээ хийх гэх мэтээр ашиглах нь ЭЗ-ийн хувьд маш өндөр өгөөжтэй нь судалгаагаар харагдаж байна.

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТАЙЛАН

“Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр авто зам, явган замын
байгууламжийг халтиргаа, гулгаанаас сэргийлэх туршилт,
судалгааний ажил”

ЯВГАН ЗАМЫН ХАЛААГЧИЙН СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТАЙЛАН



ODEL Street light system



ODEL security camera



ODEL агаарын
шугамын мэдрэгч



ODEL сургалтын
робот

odel
electronics

**Дүйнхэр
тэргүүн
ХХК**

ODEL брэнд



Захиалагч: Зам Тээврийн Хөгжлийн Төв

Гүйцэтгэгч: Дүйнхэр тэргүүн ХХК

Дүйнхэр тэргүүн ХХК
Хаяг: Баянгол дүүрэг, 18 хороо,
Сайн ноён Намнансүргнийн гудамж,
79,2 тоот.
Утас 70129299, 99107320
Емэйл: info@odel.technology
Веб: www.odel.technology

**ЯВГАН ХҮНИЙ ЗАМ ДЭЭР ТОГТСОН ЦАС, МӨС ХАЙЛУУЛАХ ЦАХИЛГААН
ХАЛААГУУРЫН ТУРШИЛТ, СУДАЛГААНЫ ТАЙЛАН**

Төслийн нэр: Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр явган болон авто
замын халтиргаа гулгаанаас сэргийлэх туршилт судалгаа

Төслийн захиалагч: Зам, тээвэр хөгжлийн төв,

Төслийг хэрэгжүүлэгч байгууллага: Дүйнхэр тэргүүн ХХК

Төслийн үргэлжлэх хугацаа: 2020.12 – 2021.3

Төслийн товч тодорхойлолт: Эрчим хүчний эх үүсгүүр ба явган замын
Халаагуур суурилуулах

Нийт хүчин чадал: 40 кВт НФЦҮ, 10 кВт явган замын халаагуур

Төслийг хэрэгжүүлэх газар: Зам тээврийн яамны зогсоол

Халаагуурын урьдчилсан туршилт судалгааг гүйцэтгэгч:

А.Амарбаяр, Э.Пүрэвдалай,

МУИС багш судлаачид

2021.02.02

Үндэслэл

Цаг уурын эрс, тэс хүйтэн уур амьсгалтай бус нутагт байрших дэлхийн хотуудын өмнө тулгамддаг олон асуудлуудын нэг нь зам дээр тогтсон цас болон мөс, түүнээс үүдэлтэй халтиргаа гулгаа юм. Манай улсын нийслэл, хот суурин газруудад мөн адил өвлийн улиралд халтиргаа гулгаанаас үүдэлтэй иргэдийн эрүүл мэнд болон эд хөрөнгөд хохирол учирсаар байна. Өвлийн саруудад зам дээр гардаг автомашины ослын 70-аас дээш хувь нь халтиргаа, гулгаанаас үүдэлтэй байдаг бол явган хүн халтирч унаснаас шалтгаалаад нуруу нугасны гэмтэл авсан, тархины их, бага доргилт авсан гэх шалтгаанаар эмчид хандах тохиолдлууд элбэг хэвээр байна. Мөн зам дээрх цас мөсийг цэвэрлэх ажилд хүн хүч ихээр шаардагддаг ба хөдөлмөр хөнгөвчлөх арга шийдэл дутагдсаар байна.

Зам тээврийн яамны харъяа, Зам тээврийн хөгжлийн төв нь дээрх асуудалд анхаарал хандуулж “Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрээр авто замын байгууламжийг гэрэлтүүлэх, халтиргаа гулгаанаас урьдчилан сэргийлэх туршилт, судалгаа” хийлгэхээр “Дүйнхэр Тэргүүн” ХХК- тай хамтран ажиллаж байна. Дүйнхэр Тэргүүн ХХК –ийн хариуцаж авсан энэхүү туршилт, судалгааны ажлын хүрээнд гэрээнд олон ажлын даалгаврууд биелүүлэхээр тусгагдан. Эдгээрээс явган хүний зам дээр тогтсон цас, мөсийг нарны энерги ашиглан хайлуулах арга технологийг судлах, турших ажлыг МУИС- ийн, Сэргээгэх эрчим хүчний лабораторийн багш, судач А. Амарбаяр болон Э.Пүрэвдалай нар “Дүйнхэр Тэргүүн” ХХК –тай судалгааны ажлын гэрээ байгуулж хариуцаж авсан.

Энэхүү судалгааны тайланг бэлтгэхдээ судалгаанд төлөвлөгөөний дагуу эхлээд бусад орнуудад хийгдсэн судалгааны ажлууд болон практик хэрэглээг судалж энэ талаар дурьдсан, тэдгээрээс манай орны цаг уурын нөхцөлд тохиромжтой практик, хэрэглээнд нэвтрүүлэх боломжтой цас хайлуулах технологиудыг онцолж, улмаар дараах бүлгүүдэд тэдгээрийг хэрхэн судалж, турших судалгааны арга зүйн талаар дурьдаж, эцэст нь судалгаанаас гарсан үр дүнг багцлан өгүүлсэн болно.

Зорилго

Уг судалгааны ажлын үндсэн зорилго нь бодит нөхцөлд богино хугацаанд туршилт, судалгаа хийж явган хүний зам дээр тогтсон цас, мөсийг цахилгаан халаагуур бүхий системээр хайлуулахад технологийн хувьд зайлшгүй анхаарах шаардлагатай зүйлс болон чухал физик параметруудыг тодорхойлох ажлыг хийж, Зам тээврийн хөгжлийн төвийн үүдэнд суурилуулагдах 40 кВт-ийн нарны фото цахилгаан үүсгүүрээр тэжээгдэн ажиллах явган хүний замын халтиргаа гулгаанаас хамгаалах системийг суурилуулахад зориулж зөвлөмж бэлдэх.

Судалгааны зорилтууд

- Олон улсын практик болон судалгааны ажлуудтай танилцах
- Онолын тооцоо хийж, тусгаарлах үе давхаргын шаардлагат эсэргүүцэл болон зузааныг тодорхойлох
- Явган хүний зам дээр суурилуулах цас, мөс хайлуулах системийг зохиомжилж, дулаан болон температур тархалтыг загварчлах, улмаар нэгж талбайд харгалзах халаагуурын шаардлагат чадлыг тодорхойлох
- Онолын загварчлал тооцоонд үндэслэн бодит нөхцөлд хэмжилт, туршилтын стэнд бүтээх
- Бодит нөхцөлд хэмжит, туршилт хийж, цас хайлуулах халаагуурын системийг хооронд харьцуулах, үнэлэх
- Туршилтанд үндэслэн зөвлөмж бэлдэх

Ач холбогдол

- Энэ чиглэлээр Монголд дахь анхдагч судалгааны ажлыг эхлүүлж, тодорхой хэмжээнд мэдээллийн сан бий болно
- Бодит нөхцөл дэх туршилт, хэмжилтээс авсан мэдээ болон физик утгыг агуулсан заавар, зөвлөмжтэй болно
- Туршилтын стэндэд шаардлагатай багаж, тоног төхөөрөмж, хэрэгслүүд болон туршилт хийх явцад гарах зардал, үүсч болзошгүй хүндрэлүүдийн талаар тодорхой мэдлэгийг хуримтлуулж, туршлагжина

Хүлээгдэж буй үр дүн

- 1 м² талбайд харгалзах цас хайлуулах системийн цахилгааны шаардлагат чадлыг тодорхойлсон байна.
- Хэт улаан туяаны халаагч болон утсан халаагуурыг харьцуулан судалж, манай орны нөхцөлд аль нь илүү ач холбогдолтой болохыг үнэлсэн байна.
- Хөрсний дулаан тусгаарлах үе давхаргын шаардлагат эсэргүүцэл болон зузааныг тодорхойлсон байна

ЗАМЫН ЦАС, МӨСИЙГ АРИЛГАХ ТЕХНОЛОГИЙН СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

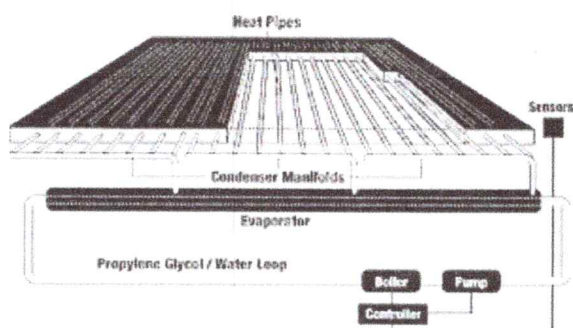
Манай орны хувьд цас хайлуулах технологийг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй судалж, туршсан хэмээх мэдээлэл, бодит үр дүн хараахан байхгүй байна. Түүнчлэн гадны оронуудад нэвтэрсэн халаалтын янз бүрийн технологиудыг шууд ашиглаж байгаа туршлага ч бас байхгүй байна. Бидны олж мэдсэнээр **халдаг цахилгаан утсыг** нисэхийн газардах зурваст халтиргаа гулгаанаас сэргийлэх зорилгоор ашиглаж байгаа тухай сураг байгаа ч нарийн мэдээлэл олдохгүй байна.

Зам дээр тогтсон цас болон мөсийг арилгах арга технологийг дотор нь хөдөлгөөнт, хөдөлгөөнгүй ба химийн гэсэн үндсэн гурван төрөлд хувааж байна.

Хөдөлгөөнт гэдэг нь механик тоног төхөөрөмж ашиглан хүний оролцоотойгоор цас, мөсийг хусах, шүүрдэх байдлаар арилгах арга технологийг хэлж байгаа бол химийн гэдэг нь химийн бодис, уусмал ашиглан цас, мөсийг урвалд оруулан хайлуулах арга юм. Энэ арга нь мөн хүн болон машин, техникийн оролцоо шаарддаг. Тэгвэл хөдөлгөөнгүй гэдэг нь цас, мөс хайлуулах халаагууртай арга технологийг хэлдэг.

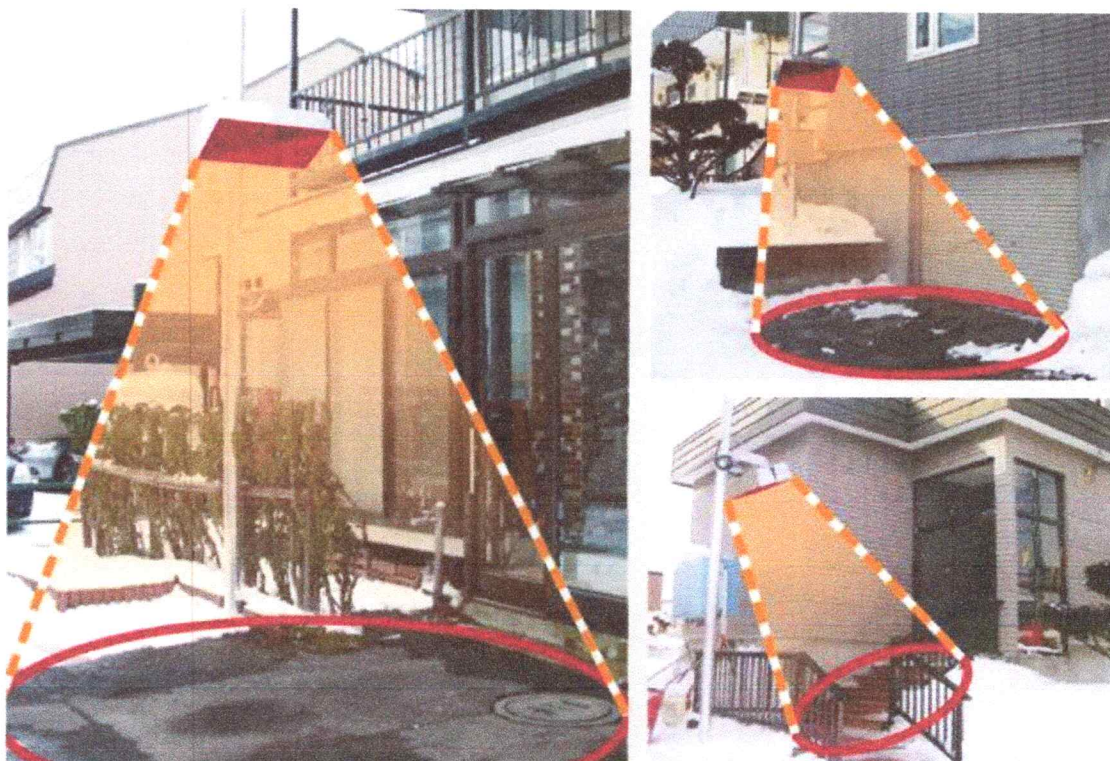
Замын цас, мөс хайлуулах халаагуурт технологийг дотор нь мөн гурван хэсэгт хуваадаг.

1. *Шингэний урсгалаар:* Хаягдал ус болон газрын гүний дулааныг голдуу ашигладаг. Энэ нь дулааны эх үүсвэр, дулаан солилцуулах хоолой гэсэн үндсэн хоёр хэсгээс бүрддэг. Шингэнд агуулагдаж байгаа дулааны энергийг дулаан солилцох зарчмаар явган хүний болон авто замд өгч, дээр нь тогтсон цасыг хайлуулдаг. Судалгаанаас үзвэл энэ системийг суурилуулах анхны зардал нь харьцангуй өндөр байдаг боловч ашиглалтын явцад урсгал зардал бага гардаг гэдгээрээ давуу талтай. Мөн системийг суурилуулахаас өмнө дулаан зөөгч шингэний шинж чанар, дулаан дамжуулах хоолойн материалын шинж чанар, хөрс, хөрсний температур гээд нарийн судлах зүйлс их байдаг. **Зураг-1.**



Зураг-1. Хаягдал ус болон газрын гүнийн дулаан ашиглах технологи

2. *Хэт улаан туяаны халаагч:* Атом, молекулуудын хэт чичирхийлэх хөдөлгөөний үр дүнд тэднээс хэт ягаан туяанаас эхлээд үзэгдэх гэрэл, хэт улаан туяаг хамарсан нилээн өргөн мужид цахилгаан соронзон цацаргалт хийдэг. Энэ физикийн үзэгдэлд тулгуурлан галоген ламп бүтээгдсэн. Галоген лампыг эмнэлэгт, кино театрт, гэрийн халаалтанд, аливаа байгууламжийн доторх орон зайг халаахад, мөн хатаалгын технологи гэх мэтчилэн олон зориулалтаар ашигладаг. Мөн цас хайлуулах зориулалтаар ашиглаж байгаа практик олон байна. Гэвч цас хайлуулахтай холбоотой хийгдсэн судалгааны ажил, өгүүлэл зэрэг эрдэм шинжилгээний бүтээл харьцангуй цөөн байна. Түүнчлэн энэ технологийг замын цас, мөс хайлуулахад хэрэглэж байгаа орнуудаас дурьдвал Япон, Солонгос, Герман, Голланд гэх мэтчилэн харьцангуй зөөлөн уур амьсгалтай орнууд байна. **Зураг-2.**



Зураг-2. Японы Токерумо брэндийн хэт улаан туяаны цас хайлуулагч

3. *Халдаг цахилгааны утас:* Судалгаанаас үзвэл сүүлийн жилүүдэд халдаг цахилгаан утас болон халдаг туузаар явган хүний замын цас, мөсийг хайлуулах арга түлхүү ашиглагдаж байна. Ялангуяа манай орны цаг ууртай ижил төстэй газар, нутагт туршсан судалгааны үр дүнгүүд цөөнгүй байна. Энэ аргын хувьд суурилуулах зардал нь шингэний урсгалаар цас хайлуулах технологитой харьцуулахад бага байдаг. Харин ашиглалтын зардлын хувьд шингэний урсгалаар цас хайлуулах аргатай харьцангуй өндөр байна. Эдгээр технологиудын давуу болон сул талуудыг харьцуулж **Хүснэгт 1** –т харуулав.

Дээрх гурван төрлийн цас хайлуулах технологиудыг хаана, ямар судлаачид судалж, судалааны үр дүн хэвлүүлсэн талаар, мөн тэдгээрийн зориулалт болон зорилго нь юу болох талаар товч мэдээлэл, жагсаалтыг **Хавсралт 1**-д үзүүлэв.

Хүснэгт-1. Цас хайлуулах технологиудын давуу болон сул талууд

	Анхны зардал	Халаалтын зардал	Ашиглалтын зардал	Ашиглалтын хугацаа	Аюулгүй байдал
1.Шингэний урсгал	Хэт өндөр	Бага	Зардал гардаг	- Харьцангуй ??	Аюулгүй

2. Хэт улаан туяаны халаагч	Бага	Өндөр	Зардалтай	Харьцангуй богино	Аюул байгаа
3. Халдаг утас	Дунд	Өндөр	Бараг зардалгүй	Харьцангуй ??	Аюулгүй

Дээрх хүснэгтээс харвал эхний технологи нь урсгал зардал бага, аюулгүй гэх мэт давуу талтай боловч анхны зардал нь хэт өндөр, мөн түүнчлэн урьдчилсан хэмжилт, туршилт болон нарийн тооцоо, судалгаа хийх шаардлагатай, мөн суурилуулахын тулд хэд хэдэн байгууллагаас холбогдох зөвшөөрөл авах гэх мэт хугацаа шаардсан ажил болохыг энд дурьдах хэрэгтэй.

Харин удаах хоёр технологийн хувьд Зам тээврийн хөгжлийн төвөөс энэ ажилд тавьсан шаардлага, гүйцэтгэх ажлын даалгаварт нийцэх бөгөөд богино хугацаанд туршилт, судалгааг хийж, гүйцэтгэн хэмжилтийн үр дүн гарган авах судалгааны төлөвлөгөө боловсруулж ажилласан.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Судалгааны аргачлалыг боловсруулахдаа энэ чиглэлээр хийгдсэн судалгааны материал, олон улсад хэвлэгдсэн өгүүлэлтэй танилцсаны үндсэнд онолын тооцоо, загварчлал-симуляц, хэмжилт-туршилт гэсэн үндсэн гурван хэсэгт хуваан, судалгаа хийж, үр дүн гаргах төлөвлөгөө боловсруулсан.

Онол: Энэ хэсэгт нэгдүгээрт дулааны дотоод эх үүсвэртэй хавтангийн дулаан болон температурын тархалтыг стационар бус, тэгш хэмгүй нөхцөлд бодох арга зүй болон бодлогын ерөнхий тавилыг боловсруулсан. Хоёрдугаарт, явган хүний замын хавтангийн халаалтын дотоод эх үүсвэрийн чадал болон дулааны алдагдлын хэмжээ тэнцвэржсэн үед стационар нөхцөлд дулаан тархалтыг тооцоолж дулаан тусгаарлах материалын зузааныг тооцсон. Гуравдугаарт, дотоод эх үүсвэр буюу явган хүний замын хавтангийн цахилгаан халаагч эрчим хүчний эх үүсвэрээсээ таслагдсан үед тэгш хэмгүй хөрөх үеийн дулаан тархалтыг тооцсон.

1. Дулаан балансын тэгшитгэл:

$$Q_V = Q_{gain} + Q_F$$

Хавтангийн дотор буй дотоод эх үүсвэрээс нэгж хугацаанд ялгарах дулааны тоо хэмжээг дулааны дотоод эх үүсвэрийн чадлаар тодорхойлно. Нэгж хугацаанд V эзлэхүүнтэй хатуу биед ялгарах дулааны чадлыг тооцвол:

$$Q_V = \int_V q_v dV$$

Нэгж хугацаан дахь температурын өөрчлөлтөөр биеийг халаахад зарцуулагдсан дулааныг дараах хэлбэрт бичиж болно:

$$Q_{gain} = \rho \cdot c \int_V \frac{\partial T}{\partial \tau} dV$$

Биеийн гадаргуугын нийт талбайгаар нэгж хугацаанд нэвтрэн гарсан дулааны тоо хэмжээ:

$$Q_F = -\lambda \int_V \nabla^2 T dV$$

Эндээс дулааны балансын ерөнхий тэгшитгэлийг дараах байдлаар бичиж болно:

$$\int_V q_v dV = \rho \cdot c \int_V \frac{\partial T}{\partial \tau} dV - \lambda \int_V \nabla^2 T dV \text{ буюу}$$

$$q_v = \rho \cdot c \frac{\partial T}{\partial \tau} - \lambda \nabla^2 T \text{ гэж бичиж болно.}$$

Энэ тэгшитгэлийн шийдийг олохын тулд дулаан нэвтрүүлэлтийн тэгшитгэлийн хоёр болон гуравдугаар төрлийн захын нөхцөлийг ашигладаг.

2. Дотоод эх үүсвэрийн чадал болон дулааны нийт алдагдлын хэмжээ балансалсан үеийн температурын тархалтыг тооцохын тулд хавтангийн хоёр талын гадаргуу дээр хязгаарын гуравдугаар нөхцөлийг бичвэл:

$$x = 0 \text{ үед } -\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=0} = \alpha_1 (T_{w1} - T_{f1})$$

$$x = \delta \text{ үед } -\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=\delta} = \alpha_2 (T_{w2} - T_{f2})$$

Температур тогтворжсон үед дулааны балансын тэгшитгэл Пауссоны тэгшитгэлээр илэрхийлэгддэг бөгөөд Пауссоны тэгшитгэлийн ерөнхий шийд нь:

$$T = -\frac{q_v x^2}{\lambda} + C_1 x + C_2$$

C1 болон C2 тогтмолуудыг захын нөхцлүүдийг хязгаарын нөхцөл тавин олоод Пауссоны тэгшитгэлийн ерөнхий шийдэд орлуулбал:

$$T = \frac{\left(\frac{\alpha_1 \delta}{\lambda} + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right) T_{f1} + \left(\frac{q_v \delta}{\alpha_2} + \frac{q_v \delta^2}{2\lambda} \right) + T_{f1} \left(\frac{\alpha_1 x}{\lambda} + 1 \right) - \frac{q_v \delta^2}{2\lambda} - \frac{\alpha_1 \delta}{\lambda} T_{f1}}{\frac{\alpha_1 \delta}{\lambda} + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} + 1}$$

Загварчлал: Халаалтын дотоод эх үүсвэргүй стационар нөхцөлд бодлогын тавилыг шилжүүлж үе давхаргууд болон тэдгээрийн зузааныг тооцоосон тооцооны утгуудыг ашиглан дулааны урсгал болон температурын тархалтыг хугацаанаас хамааруулан загварчилж, халаагуурын чадлыг оновчилсон. Үүнийг загварчлахдаа Ansys болон Energy3D гэсэн судалгаа хөгжүүлэлтийн зориулалттай програм хангамжыг ашигласан.

Явган хүний зам нь ул хөрс, элсэн тэгшилгээ мөн замын угсардаг блок гэсэн гурван үндсэн үе дахваргаас бүрддэг. Халдаг цахилгаан утсаар явган хүний замыг халаахын тулд явган хүний замын үндсэн үе давхаргад дулаан тусгаарлагч үеийг нэмэх шаардлагатай. Бодит нөхцөлд халдаг цахилгаан утсыг дулаан тусгаарлах үеийн дээр тавихдаа дулаан тусгаарлагчийг халдаг утаснаас хамгаалах хэд хэдэн нимгэн үе давхаргуудыг (цемент, мөнгөлөг цаас гэх мэт) зайлшгүй нэмдэг. Мөн дулаан тусгаарлагч үеийг даралт, чийгнээс хамгаалах шаардлагатай. Явган хүний замыг **Зураг 3** –т үзүүлсэн байдлаар загварчилсан. Загварчлал тооцоонд ашигласан үе давхарга буюу материалуудын параметр утгаадыг доор жагсааж бичив.

а) Хөрсний шаардлагатай параметр

-Нягт – 1350 кг/м³

-Хувийн дулаан багтаамж – 1400 Ж/кг °С

-Дулаан дамжуулал – 1.12 Вт/м °С

б) Дулаалгын тусгаарлагч материалын шаардлагатай параметр

-Нягт – 40 кг/м³

-Хувийн дулаан багтаамж – 1200 Ж/кг °С

-Дулаан дамжуулал – 0.04 Вт/м °С

с) Явган хүний замын блокны шаардлагатай параметр

-Нягт – 1800 кг/м³

-Хувийн дулаан багтаамж – 880 Ж/кг °С

-Дулаан дамжуулал – 0.93 Вт/м °С

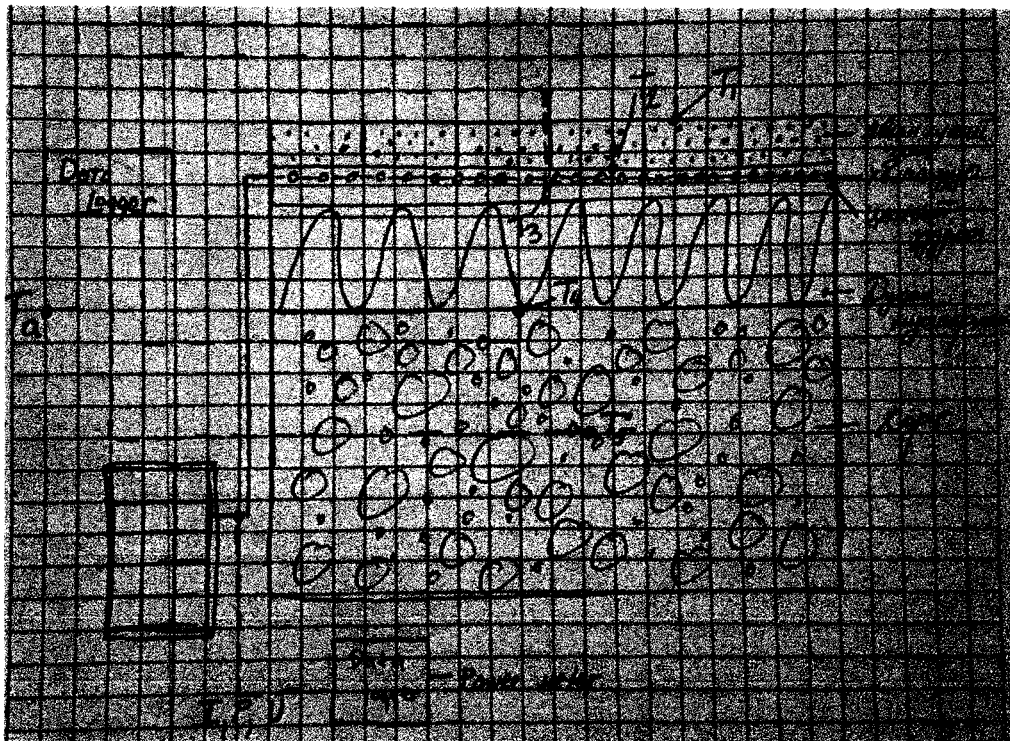
-Зузаан – 0.04 м

д) Агаарын шаардлагатай параметр

-Нягт – 1.22 кг/м³

-Хувийн дулаан багтаамж – 1005 Ж/кг °С

-Дулаан дамжуулал – 0.02 Вт/м °С



Зураг-3. Халдаг цахилгаан утсан халаагууртай явган хүний замын үе давхаргууд

Хэмжилт туршилт: Онолын тооцоогоор тусгаарлах үе давхаргын зузааныг тооцож, загварчлал тооцооллоор халаагуурын шаардлагатай чадлыг тооцож олсноор тэдгээр параметр утгуудыг ашиглан бодит нөхцөлд хэмжилт, туршилтын стендийг бүтээсэн. Туршилтийн стендийг Улаанбаатар хотын Баян зүрх дүүргийн 11 –р хорооны нутаг, Урган нарангийн дэнж дэх МУИС –ийн Сэргээгдэх эрчим хүчний лабораторийн судалгааны талбарт 2020 оны 12 сарын 12 ны өдөр байгуулж, туршилт эхлүүлэхэд бэлэн болгосон байдлыг **Зураг 4**-т харуулав.



Зураг-5. Явган замын цас, мөс хайлуулах хэмилт, туршилтийн стэнд

Хэмжилт, туршилтанд ашигласан багаж, хэрэгсэл бараа, материалын жагсаалтыг **Хүснэгт 2**-т харуулав.

Хэмжилт, туршилтанд ашигласан халдаг утасны техникийн үзүүлэлт болон үндсэн зориулалтыг доор дурьдаж, Зураг 6 –д үзүүлэв.

-Хүчдэл – 220В

-Утасны 1 метр уртад хэрэглэх эрчим хүч чадал – 15 Вт

-Нийт чадал – 600 Вт/м²

-Үндсэн зориулалт – сан болон бохирын хоолойг хөлдөлтөөс хамгаалах.

Хүснэгт-2. Хэмжилт, туршилтанд ашигласан багаж, хэрэгсэл, бараа, материал

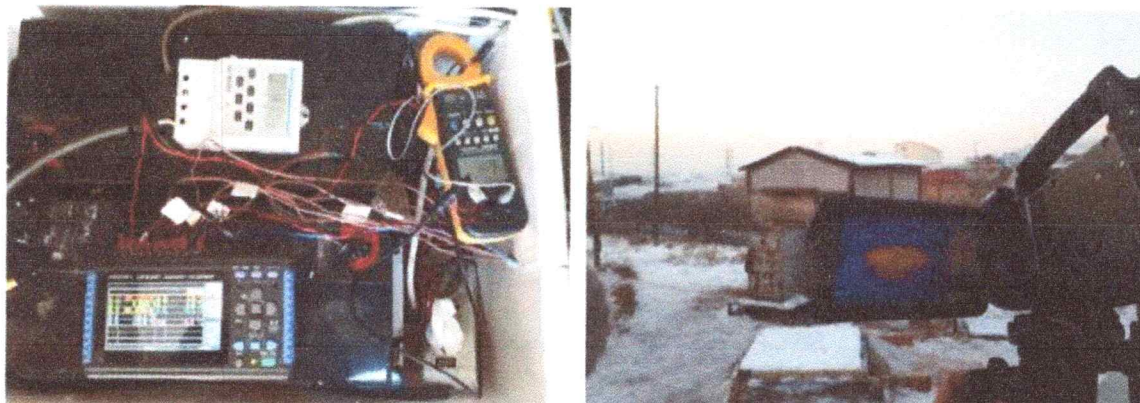
	Шаардлагатай зүйлс	Байгаа
	Стендэд шаардлагатай бараа материал	
1	• Хөөсөнцөр үе – 1м2, 15 см зузаан	✓
2	• Цементэн үе (цемент, хайрга) -1м2	✓
3	• Элс -1 шуудай	✓
4	• Явган хүний замын чулуун блок -1м2	✓
5	• Ойлгогч үе – 1м2	✓
6	• Халаагч утас 600 Вт чадалтай	✓
	Хэмжилтийн багаж хэрэгсэл	
6	• IR термосенсор -1 ширхэг	✓
7	• Термокопл -6 ширхэг	✓
8	• Дата логгер -2 ширхэг	✓
9	• Хүчдэл гүйдлийн кламп -2 ширхэг	✓
10	• Дулааны камер -1 ширхэг	✓
	Туслах хэрэгсэл	
11	• Хүрз -2 ширхэг	✓
12	• Лоом -1 ширхэг	✓
13	• Бээлий -4 ширхэг	✓
14	• Багажны ком -1 ширхэг	✓
15	• Уртасгагч олон залгуур -2 ширхэг	✓
16	• Тогтмол гүйдлын үүсгүүр – 1 ширхэг	✓
17	• Тестер -1 ширхэг	✓
18	• Нарны зайн систем > 1000Вт	✓



Зураг-6. Туршилтанд авч ашигласан халдаг утас

Хэмжилтэнийн багаж хэрэгслүүдийг **Зураг 7** -д үзүүлэв. Мөн **Хүснэгт 2** –т дурьдсан зүйлсээс гадна 250 баттын 4 ширхэг нарны зай, 2 киловаттын инвертер 1 ширхэг, 12 вольтын 150 А.цаг –ийн багтаамжтай 2 цэнэг хураагуур, 1 ширхэг MPPT цэнэг

зохицуулагч, хэмжилтийн мэдээг найдвартай авах зорилгоор UPS зэрэг нэмэлт тоног төхөөрөмжүүдийг ашигласан. Тэдгээрийг **Зураг 8** -д харуулав.



Зураг-7. Хэмжилт, туршилтанд ашигласан багаж тоног төхөөрөмжүүдээс



Зураг-8. Хэмжилт, туршилтын үеэр ашигласан нарны зайн систем

Хэмжилтийн үр дүнг боловсруулах: Температурын хэмжилтийн мэдээнд үндэслэн халдаг утаснаас явган хүний замын хавтанруу урсах дулааны урсгалыг тооцож, мөн замын хавтангаар орчинд алдах дулааны алдагдлыг доорх байдлаар тооцно.

$$\frac{Q_1}{F} = \frac{T_{heat} - T_{abm}}{R_{up}}$$

Мөн халдаг утаснаас газарлуу урсах дулааны урсгал болон хөрсийг халаахад алдагдаж байгаа дулааны урсгалын хэмжээг доорх байдраа тооцно.

$$\frac{Q_2}{F} = \frac{T_{heat} - T_{soil}}{R_{down}}$$

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Тусгаарлах үе давхаргын зузаан

Судалгааны арга зүйн онолын хэсэгт дурьдсаны дагуу стационар нөхцөлд дулаан нэвтрүүлэлтийн хязгаарын гуравдугаар нөхцлийг ашиглан дулаан дамжуулалтын шаардлагат эсэргүүцэл, дулаан тусгаарлах үеийн шаардлагат зузааныг хүрэн буй орчны янз янз нөхцөлд тооцож олсон.

Тооцоонд хүрээлэх орчний температур буюу гадна агаарын температур болон хөрсний температурыг -15°C , -20°C , -25°C гэх мэт утгыг ашигласан. Хүрээлэх орчны температур -25°C ээс дээш үед халаагуураас ялгарах дулааны урсгалын 90 ээс багагүй хувийг хавтангийн дээд тал руу буюу явган хүний зам руу урсгаж байхаар халаагуурын яг доор байрлах тусгаарлах үе давхаргын зузааныг тооцоход энэ зузаан нь нэгдүгээр сарын ид хүйтэн нөхцөлд хамгийн багадаа 15 см байх шаардлагатай. Хүрээлэх орчны температур -20°C үед тусгаарлах үеийн шаардлагат зузаан 12 см. Харин -10°C үед тусгаарлах үеийн шаардлагат зузаан 10 см болно. **Хүснэгт-3.**

Хүснэгт-3. Дулаан тусгаарлах материалын зузаан

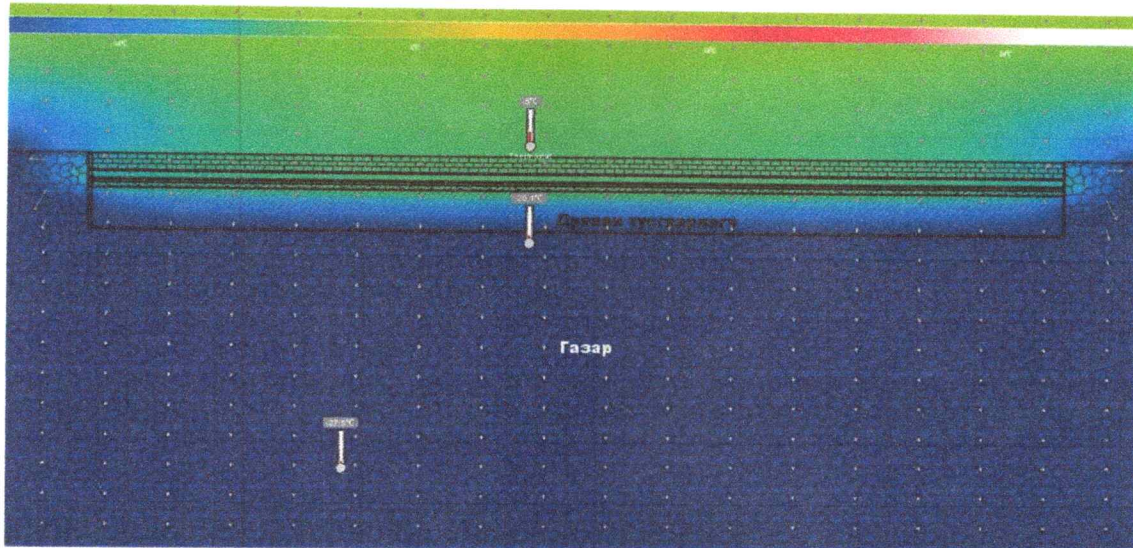
Хүрээлэх орчний температурь, $^{\circ}\text{C}$	Шаардлагат зузаан, см	Дулааны эсэргүүцэл, $\text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$,	Дээшээ нэвтрүүлэх хувь, %
-15°C	10	>3	>90
-20°C	12	>4	>90
-25°C	15	>5	>90

Халдаг цахилгаан утасны чадал

Судалгааны арга зүйн загварчлал хэсэгт дурьдсаны дагуу тусгаарлах үе давхаргыг тооцоолж, үүнд үндэслэн гадна агаарын температурын хэд хэдэн нөхцөлд халаагуурын чадлыг янз бүрээр сонгож, бодолт хийлгэсэн. Уг тооцоонд дараах параметруудийг ашигласан. Үүнд: гадаргуугийн дулаан солилцооны коэффициент $\alpha > 23 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, гадаргуугын температур $>+3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, тусгаарлах үе давхаргын зузаан 15 см, хөрсний температур -28°C . Энд цас болон цасны хайлах процессыг загварчилж чадахгүй тул гадаргуугын температур $+5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ дээж гарсан тохиолдолд цас хайлна гэж үзсэн.

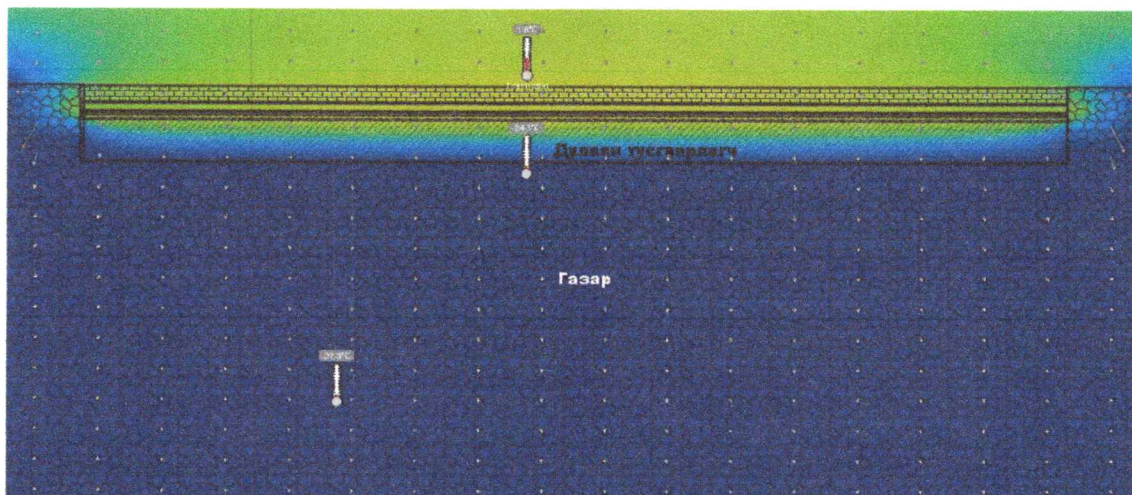
Цахилгаан халаагуурын халаалтын чадлыг $300 \text{ Вт}/\text{м}^2$ –аар авч, гадна орчны температурыг $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ –д температурын тархалтыг тооцсон үр дүнг **Зураг 8** –д үзүүлэв. Эндээс ажиглавал явган хүний замын дээд талын гадаргуугийн

температур $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, дулаан тусгаарлагч материалын доод гадаргуугын температур $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ гэсэн утгуудад халаагуурын чадал дулаан алдагдалтай балансалж байна. Энэ нь ийм чадалтай халаагуурын цасыг хайлуулах хангалттай дулаан үүсгэж чадахгүй болохыг илтгэж байна.



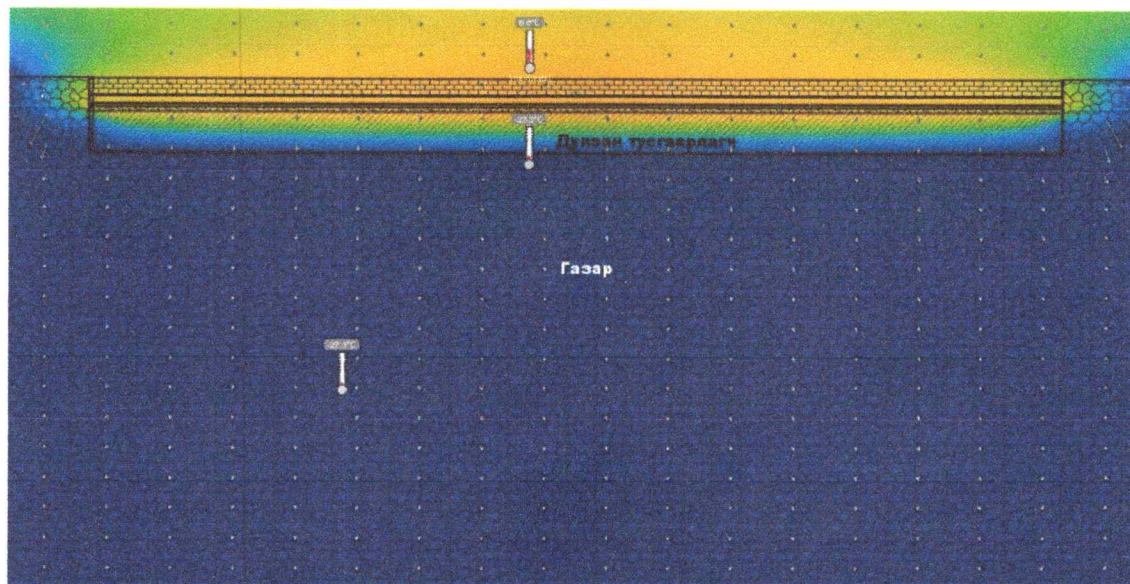
Зураг-8. Халаалтын чадал 300 Вт/м^2 үеийн температурын тархалт

Дээрхтэй ижил нөхцөлд цахилгаан халаагуурын чадлыг 400 Вт/м^2 болгож өсгөөд гадаргуунууд дээр үүсэх температурын утгыг тооцсон байдлыг **Зураг 9** –т үзээлэв. Энэ тооцоонд явган хүний замын хавтангийн дээд гадаргуугын температур $1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, дулаан тусгаарлагч материалын доод гадаргуугын температур $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ гэсэн утгуудад үүсгүүрийн чадал болон дулаан дамжилт балансалж температурын утгууд тогтворжсон байна.



Зураг-9. Халаалтын чадал 400 Вт/м^2 үеийн температурын тархалт

Өмнөх тооцоотой ижил нөхцөлд халдаг утасны ялгаруулах чадлыг 500 Вт/м² – аар авч температурын тархалтыг тооцсон үр дүнг **Зураг 10** –т үзүүлэв. Энэ тооцоонд явган хүний замын хавтангийн дээд гадаргуугын температур 8°C, дулаан тусгаарлагч материалын доод гадаргуугын температур -23 °C гэсэн утгуудад үүсгүүрийн чадал болон дулааны алдагдал балансалж, температурын утгууд тогтворжсон байна. Энэ нь цасыг хайлуулахад хангалттай температурт хүрсэн гэж үзэж болохоор байна.



Зураг-10. Халаалтын чадал 500 Вт/м² үеийн температурын тархалт

Загварчлалаас гарсан үр дүнгүүдийг нэгтэж **Хүснэгт 4** –т харуулав.

Хүснэгт-4.

Хүрээлэх орчний температур, °C	Халаагуурын шаардлагат чадал, Вт/м ²
-10°C	300
-15°C	400
-20°C	550
<-25°C	>600

Хэмжилтийн үр дүн

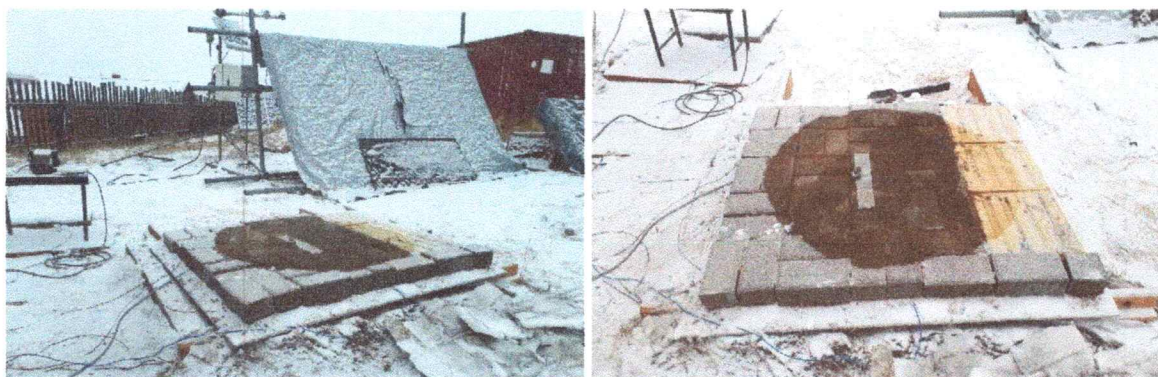
Туршилтын объект дээр хэмжилтийг 2020 оны 12 сарын 21 –ний өдрөөс 2021 оны 2 сарын 1 –н хүртэл 40 хоног хийсэн. Энэ хугацаан дахь хэмжилтийн мэдээнд анализ хийж, гурван өдрийн мэдээг жишээ болгон судалгааны үр дүн хэсэгт харууллаа.

2020 оны 12 сарын 22 ны өдөр: Энэ өдөр гадна агаарын температур -11°C -ээс -13°C орчим байсан. Хэвтээ хавтгай дээр тусч буй нарны эрчим хамгийн ихдээ 170 Вт/м² буюу ерөнхийдөө бүрхэг, цас бударсан өдөр байв. Энэ өдрийн нарны цацрагийн

эрчим болон температурын хэмжилтийн мэдээг нэгтгэж **Зураг 11** -т үзүүлэв. Хэмжилт 11:00 минутаас эхэлсэн ба хэмжилт эхлэхэд гадна агаарын температур болон явган замын гадаргуугын температур бараг ижил байна. Аажмаар гадаргуугын температур халсаар үдээс хойш 15 цагийн алдад гадаргуугын температур $+10^{\circ}\text{C}$ болсон байна. Энэ үед явган хүний замын хавтан дээр унаж байсан цас тогтохгүй шууд хайлж байсан. Үүнийг **Зураг 12** -т үзүүлэв.



Зураг-11. Нарны цацраг болон температурын хэмжилтийн утгууд



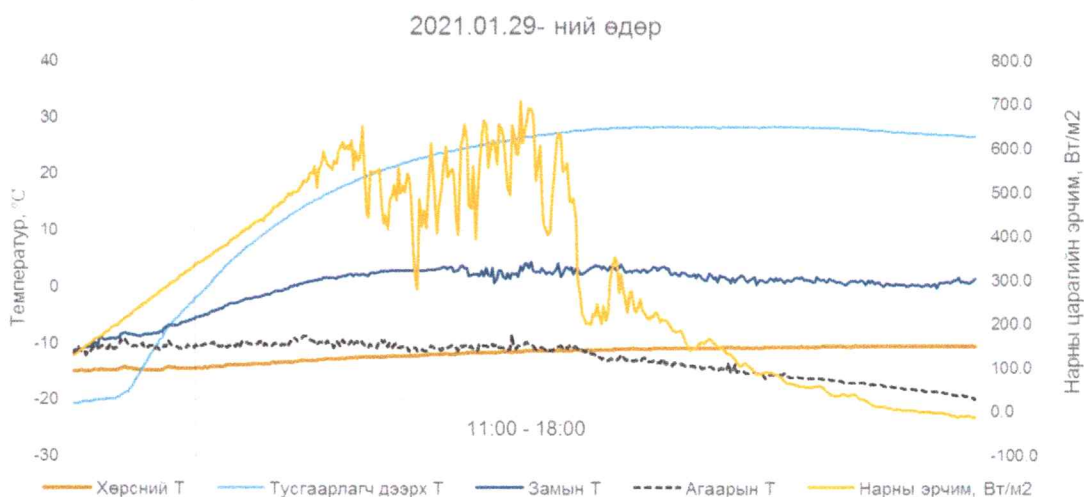
Зураг-12. 2020 оын 12 сарын 22 –ны өдрийн хэмжилт, туршилтын стэнд дээр унаж байгаа цас тогтохгүй хайлж байгаа байдал

Халдаг утасны цахилгааны зарцуулалт болон температурын утгуудыг нэгтгэн **Зураг 13** –т үзээлэв. Доорх зургаас харахад халаагуурын температур буюу халаагуурыг хучсан элсний температур аажмаар нэмэгдсээр 40°C -т хүрсэн бол халаагуурын цахилгаан зарцуулалт буюу халаагуурын дулаан ялгаруулалт халаагуурын өөрийн температурын өсөлтөөс хамаараад буурч байна. Үдээс хойш 15 цагийн үед халаагуурын температур ойролцоогоор 35°C болоход халаагуурын дулаан ялгаруулалт буурсаар 200 Вт орчим болсон байна.



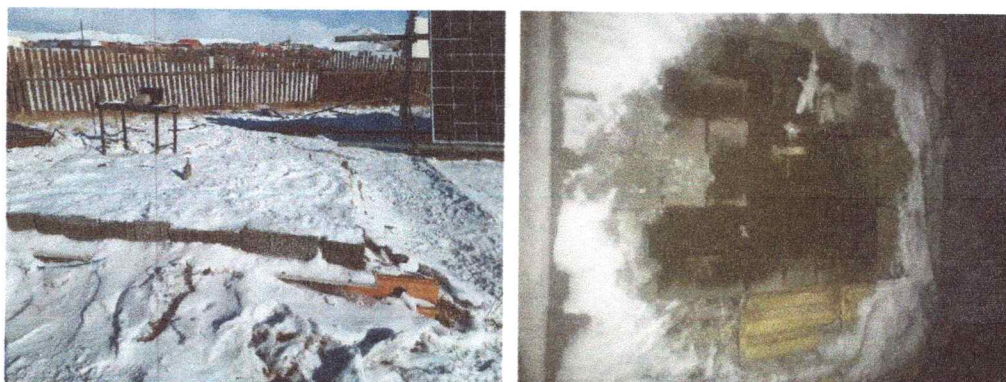
Зураг-13. Халаагуурын зарцуулсан чадал болон температурын хэмжилтийн утгууд

2021 оны 01 сарын 29 –ний өдөр: Энэ өдөр тэнгэр сэмжин үүлтэй байсан хэдий ч нарны цацрагийн эрчим харьцангуй өндөр буюу 500 – 600 орчим Вт/м² байсан. Гадна агаарын температур ойролцоогоор -11°C байсан. Халдаг утас 11:20 минутаас эхэлж ажилласан бөгөөд оройн 18:00 –д унтарсан. Явган замын дээд гадаргуугийн температур -11°C –ээс эхлэн бүлээссээр өдрийн 15 цагийн алдад +5 °C-д хүрсэн. 2020 оны 12 сарын 22 –ны өдрийн хэмжилттэй харьцуулахад гадна агаарын температурыуд ойролцоо хэдий ч тэр өдрийн нарны эрчимээс харьцангуй өндөр нар эрчимтэй нар тусаж байсан. Гэвч явган замын гадаргуугийн температур 12 сарын 22 ны өдрийн температурын утгаас бага зааж байна. Энэ нь салхиний хурд, түүний нөлөөтэй шууд холбоотой гэж үзэж байна. Өөрөөр хэлвэл 1 сарын 29 -нд гадаа нартай байсан ч салхины хурд их байсан нь гадаргуугын температур нөлөөлсөн гэж таамаглаж байна. Энэ өдрийн хэмжилтийг **Зураг 14** –д харуулав.



Зураг-14. Нарны цацраг болон температурын хэмжилтийн утгууд

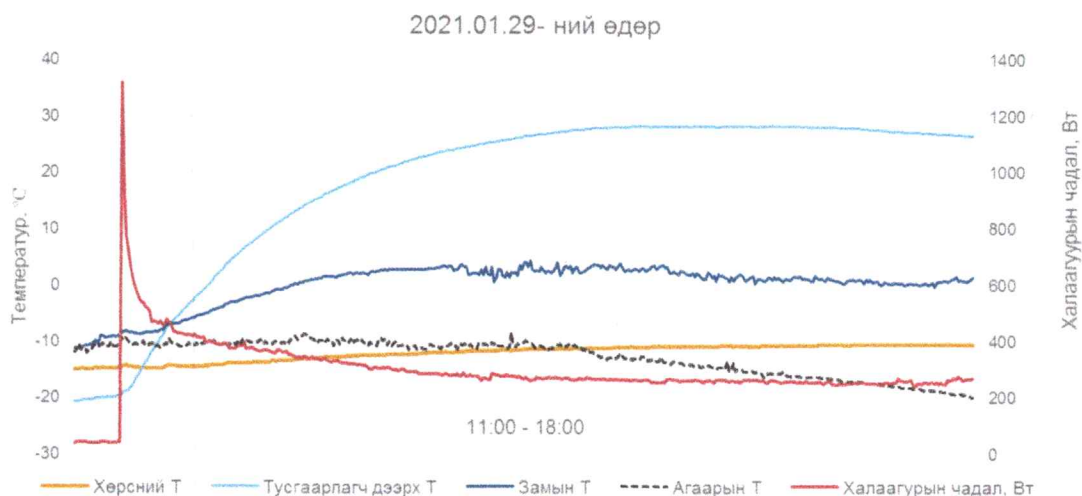
Нэгдүгээр сарын 29 –ний өдрийн хэмжилтийн үеийн стендийн харагдах байдлыг **Зураг 15** –д үзүүлэв. Энд эхний зургийг 12 цагийн алдад дарсан бол хоёр дахь зургийг 18 цаг өнгөрч байхад дарсан.



Зураг-15. 2021 оны 01 сарын 29 –ний өдрийн хэмжилтийн стэнд

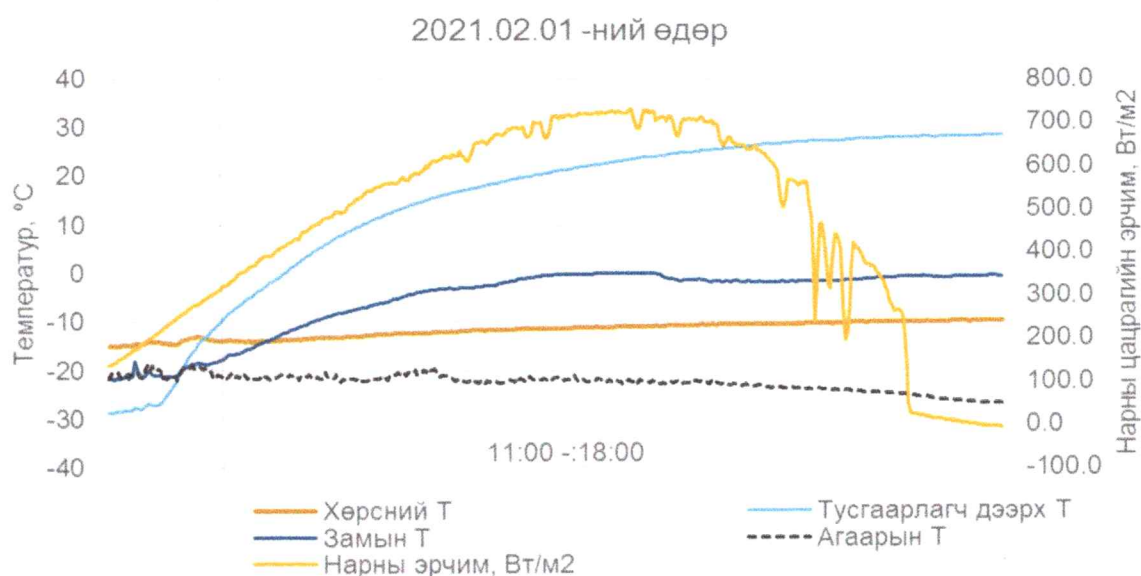
Халдаг утасны зарцуулсан цахилгаан чадал болон хэмжигдсэн температурын утгуудыг нэгтгэж **Зураг 16** –д үзүүлэв. Зургаас ажиглавал халаагуурын чадал мөн дээрхтэй адил хугацаанаас хамаарч буурч байна. Энэ нь халдаг утасны өөрийнх температур өссөнтэй шууд холбоотой. Халаагуурын температур өсөхөд эсэргүүцэл нь шууд хамааралтай өсдөг, үүний үр дүнд гүйдлийн хүч буурч дагаад халаагуурын чадал ч буурдаг.

Түүнчлэн, доорх зургаас ажиглахад халдаг утас ажиллаж эхлэхэд асалтын гүйдэл огцом ихэсч, цахилгаан зарцуулалт ч мөн тэр хэмжээгээр нэмэгддэг. Асах үед халаагч утсаар гүйх гүйдэл нь энгийн үеийнхээс бараг 2,5 дахин давж байна. Гэхдээ асалтын ачаалал нь богино хугацаанд буюу 1 минутын дотор буурч, хэвийн хэмжээндээ шилжиж байна.



Зураг-16. Халаагуурын зарцуулсан чадал болон температурын хэмжилтийн утгууд

2021 оны 2 сарын 1 –ны өдөр: Энэ өдөр тэнгэр үүлгүй цэлмэг байж, нарны цацрагийн эрчим харьцангуй өндөр буюу 700 орчим Вт/м2 байсан. Өмнөх өдөр нь хэдий дулаахан байсан ч Сибирээс хүйтэн агаарын урсгал ирж гадна агаарын температур огцом буурсан. Гадна агаарын температур өдөртөө дунджаар -22°C –оос -23°C хооронд байсан. Халдаг утас өглөөний 11:20 –оос оройн 18:00 цаг хүртэл ажилласан. Явган замын хавтангийн дээд гадаргуугийн температур хамгийн ихдээ 0°C –д хүрч өссөн. Нарны цацраг болон температурын хэмжилтүүдийн утгыг нэгтгэж **Зураг 17** –д харуулав. Хэмжилт, туршилтанд зориулж явган замын гадаргуу дээр 1 см гаран цас дэвссэн байсан ч халаалт ажиллах 6 цаг 40 минутын хугцаанд цас хайлаагүй болохыг **Зураг 18** –д үзүүлэв. Энэ өдөр хэдий өмнөх 2 өдрийн нарны цацрагийн эрчимтэй харьцангуй цэлмэг, нарны эрчим сайн байсан ч гадна агаарын температураас хамаарч гадаргуу дээр дэвссэн цас хайлаагүй.



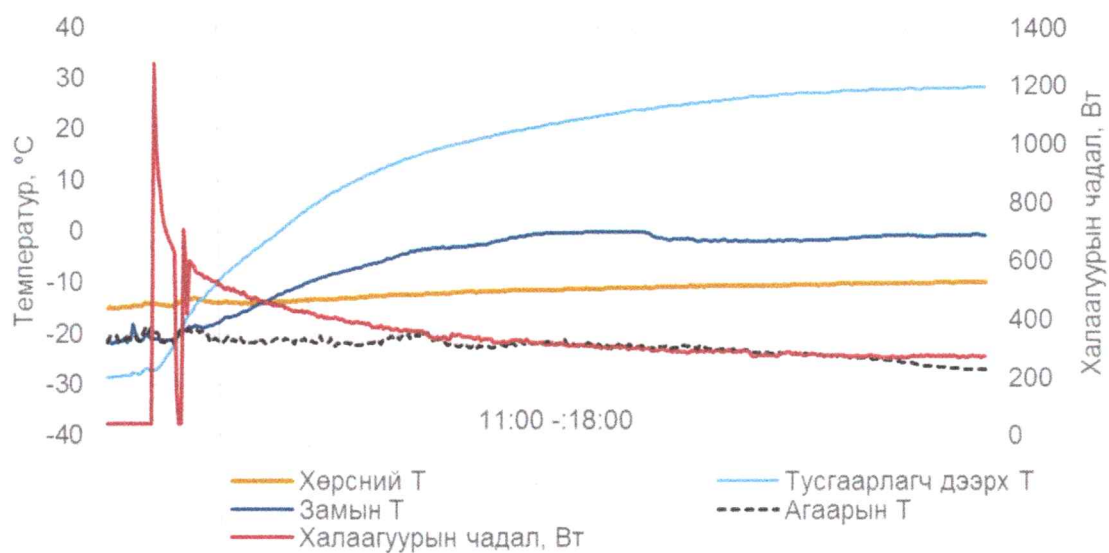
Зураг-17. Нарны цацраг болон температурын хэмжилтийн утгууд



Зураг-18. 2021 оны 02 сарын 01 –ний өдөр, хэмжилтийн үеийн зураг

Явган замын халаагуурын зарцуулсан чадал болон температурын утгуудын хэмжилтүүдийг нэгтгэж **Зураг 19** –т үзээлэв. Зургаас ажиглавал халаагуур ажиллаж эхлэхэд мөн дээрхтэй адил асалтын чадал буюу гүйдэл хэт өндөр байна. Гэсэн ч богино хугацаанд буурч, хэвийн чадалдаа эргэн очиж байна. Хэвийн чадалдаа хүрээд улмаар чадал нь үргэлжлэн буурсаар чадал 270 Вт болсон байна. Ийм чадлаар гадна агаарын температур - 20°C илүү хүйтэнд явган замын гадарга дээрх цасыг хайлуулж чадахгүй болохыг дээрх зургаас харж байна. Энэ нь загварчлал-симуляцаас гаргаж авсан үр дүнтэй дүйцэж байна.

2021.02.01 -ний өдөр



Зураг-19. Халаагуурын чадал болон температурын хэмжилтийн утгууд

Дүгнэлт

Энэ судалгааны ажлыг эхлүүлэхэд тавьсан зорилго болон зорилтуудын дагуу судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн. Судалгааны ажил нь онолын тооцоо, загварчлал - симуляц болон хэмжилт, туршилт гэсэн үндсэн гурван хэсгээс бүрдсэн. Онол тооцоо болон загварчлалын үр дүнд тусгаарлах үеийн зузаан, халаагуурын чадал гэх мэт чухал шаардлагатай параметруудийн утгыг тооцож олсон. Улмаар энэ тооцоонд үндэслэн туршилтын стендийг байгуулж, хэмжилт туршилт явуулсан.

Онолын тооцоо болон загварчлал-симуляцын үр дүнг нэгтгэн дүгнэхэд: гадна агаарын температур -25°C ба түүнээс хүйтэн байх үед дулаан тусгаарлах хавтангийн зузаан 15 см –аас багагүй байх. Мөн халаагуурын чадал 600 Вт/м^2 –аас багагүй байж замын гадаргуугын температур цас хайлуулах хэмжээнд хүрнэ гэж тооцсон.

Дээрх тооцоонд үндэслэн хэмжилт, туршилтийн стендийг бүтээж, бодит нөхцөлд цаг уурын янз янзын өөрчлөлтөд хэмжиж, туршилт явуулсан. Хэмжилт, туршилтын үр дүнгээс дараах зүйлсийг цохон тэмдэглэж болохоор байна.

1. Явган зам дээр тогтсон цасны хайлах хурд нь салхины хурд болон гадна орчны агаарын температураас ихээхэн хамаардаг бол нарны эрчмээс хамаарах хамаарал нь сул байна.
2. Бидний ашигласан халдаг цахилгаан утасны нийт уртад харгалзах нэрлэсэн чадал нь 600Вт байсан ч, утас халж эхэлмэгц утасны эсэргүүцэл нэмэгдэж, улмаар гүйдлийн хэмжээ нь багасаж байсан. Гүйдлийн хэмжээнээс хамаарч халаагуурын чадал буурсаар 200 – 270 Вт ийн хооронд хэлбэлзэж байсан. Гадна агаарын температур -20°C хэмээс илүү хүйтэн үед ийм чадлаар цасыг хайлуулж чадахгүй болохыг ажигласан.
3. Халдаг утас 1 ээс 2 цаг ажилласны дараа чадал нь дунджаар 250 Вт-ийг дээр тогтож байсан. Ийм чадлаар цас хайлуулах систем ажиллахад орчны агаарын температур -10°C аас -14°C хооронд байхад 1 ээс 2 см цасыг 3 аас 5 цагийн хооронд хайлуулж байсан. Харин орчны температур -15°C –ээс хүйтэн үед цасыг 6 –аас 10 цагийн хугацаанд хайлуулж байсан бол -20°C -ээс илүү хүйтэн нөхцөлд цасыг хайлуулж чадахгүй байсан.

Зөвлөмж

-Манай орны нөхцөлд зам дээрх цасыг хайлуулахын тулд халдаг утасны чадал 1 м² талбайд хамгийн багадаа 500 Вт байхаар тооцож, утасны уртыг сонгох хэрэгтэй.

-Халаагуурын утасны эсэргүүцэл нь температурт хэт мэдрэг биш байх хэрэгтэй. Хэмжилт, туршилтанд ашигласан бохирын шугамыг хөлдөлтөөс сэргийлэх халдаг утас нь халалтын зэргээс хамаарч эсэргүүцэл нь огцом өөрчлөгддөг, улмаар гүйдлийн хүч буурч, нэрлэсэн чадлаас бага чадлаар ажиллаж бага дулаан ялгаруулдаг. Тиймээс ийм төрлийн халдаг утас сонгохгүй байх хэрэгтэй. Аль болох зориулалтын утас авч ашиглахыг зөвлөж байна.

-Халдаг утасны доор байх дулаан тусгаарлах үе давхаргын зузаан манай нөхцөлд 12 см -ээс багагүй байх хэрэгтэй.

-Халдаг утас нь маш амархан гэмтдэг тул замын доор суурилуулахдаа болгоомжтой байж, мөн ямар ч хөдөлгөөнгүй, найдвартай байдлаар бэхжүүлж, суулгах хэрэгтэй. Гадны орны туршлагаас үзвэл халдаг цахилгаан утсыг цементлэх эсвэл цементэнд шигтгэх аргыг өргөн хэрэглэдэг.

-Халдаг цахилгаан утас халж эхлэх үедээ орчны температураас хамаарч асаалтын гүйдэл 2 оос 3 дахин өндөр байдаг тул цахилгаан үүсгүүрийн чадлыг зөв сонгох, мөн цахилгаан дамжуулах утасны бүдүүнийг зөв тооцох хэрэгтэй.

Хавсралт -1: Холбогдох чиглэлээр судалгаа хийсэн судлаачдын судалгааны жагсаалт.

Research group	Snow melting system	Application	Energy source	Method
Spuler et al [15]	Hydronic	Bridge deck deicing	Geothermal heat pumps	Simulation
L. W. John [10]	Hydronic	Pavements	Geothermal (Heat pipes and direct use)	Using general ASHRAE design method
Yeha et al. [28]	Hydronic, electric, radiant	Bridge deck deicing	Fossil fuel	
Wang et al. [24]	Hydronic	Pavements	Geothermal	Simulation
Wang et al. [16]	Hydronic	Inclined pavements	Geothermal	
Asgari et al. [17]	Hydronic	Bridge	Geothermal	Simulation
Balbaj et al. [9]	Hydronic	Pavements and bridge decks	Geothermal	Experimental study
Liu et al. [25]	Hydronic	Bridge snow melting	Ground source heat pump	Simulation
Rees et al. [36]	Hydronic, electric, radiant	Pavement	Geothermal & electric	Simulation
X. Liu [26]	Hydronic	Bridge deck	Geothermal	Simulation
Liu et al. [2]	Hydronic	Pavement surface	Ground coupled heat pump	Simulation
Yuji et al. [33]	Radiant	Pavements	Fossil fuel (Harogen heaters)	Experimental study
Wang et al. [37]	Hydronic	Pavements	Geothermal	Experimental study
Seo et al. [38]	Hydronic	Pavements	Geothermal	Experimental study
Choi et al. [39]	Hydronic	Pavements (Road)	Ground source heat pump	Simulation
Aniko Toth [40]	Hydronic	Mine tunnel	Geothermal	Experimental study
M. Higashura [41]		Roof	Sprinkling ground water	Experimental study
Morita et al. [42, 43]	Hydronic, radiant	Sidewalks	Ground-coupled heat pump	Experimental study
Kayane I [44]		Road	Ground water	Experimental study
Xu et al. [45]	Hydronic, electric	Pavements	Low-temperature fluids	Simulation
Kim et al. [29]	Electric	Railroads		Simulation Experimental study
Zhao et al. [46]	Hydronic	Pavement	Carbon fibre	Experimental study
Schnurr and Roges [47]	Hydronic	Pavement		Simulation
Kalkis [48]	Hydronic	Pavement		Simulation
Schnurr et al. [49]	Hydronic	Pavement		Simulation
Ramsey et al. [50]	Hydronic, electric	Pavements		Simulation Experimental study
Mizoe et al. [51]	Hydronic, electric			Simulation
Leal et al. [52]	Hydronic, electric	Pavements		Experimental study
Chen et al. [53]	Hydronic, electric		Renewable	Simulation
Chapman and Katunich [54]	Hydronic, electric, radiant	Pavements	Renewable	Simulation Experimental study