



УЛААНБААТАР ЦАХИЛГААН  
ТҮГЭЭХ СҮЛЖЭЭ ТӨХК

“УЛААНБААТАР ХОТ ОРЧМЫН ХӨРСНИЙ ХУВИЙН ЭСЭРГҮҮЦЭЛ БА  
ГАЗАРДУУЛГЫН УЛИРЛЫН КОЭФФИЦИЕНТ ТОДОРХОЙЛОХ”  
СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТАЙЛАН

2019 ОН

“УЛААНБААТАР ХОТ ОРЧМЫН ХӨРСНИЙ ХУВИЙН ЭСЭРГҮҮЦЭЛ БА  
ГАЗАРДУУЛГЫН УЛИРЛЫН КОЭФФИЦИЕНТ ТОДОРХОЙЛОХ”  
СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТАЙЛАН

Захиалагч: Улаанбаатар цахилгаан түгээх сүлжээ ТӨХК

Гүйцэтгэсэн:

Стэйт консалтинг ХХК-ийн зөвлөх инженер Доктор (Ph.D), профессор З.Цэрэндорж

Стэйт консалтинг ХХК-ийн зөвлөх инженер Магистр, ахлах багш Я.Содбаяр

УБЦТС ТӨХК-ийн инженер Магистр Б.Нацагдорж

## I бүлэг

### **Цахилгаан шугам сүлжээний газардуулгын системүүдийн төрөл, ангилал, тэдгээрт тавигдах техникийн нөхцлүүд**

УБЦТС ТӨХК нь Улаанбаатар хотын 9 дүүрэг, Төв аймгийн 16 сумын нутаг дэвсгэрт байрлах 19 мянга гаруй аж ахуйн нэгж, 132 мянга орчим гэр хорооллын айл өрх, 193 мянга гаруй орон сууцны айл өрхийн цахилгаан хэрэглээг хангаж ажилладаг. Цахилгаан эрчим хүч түгээлт, борлуулалтын Монголын төрийн өмчит хамгийн том компани юм.

Цахилгаан энерги түгээх хуваарилах өндөр хүчдлийн төхөөрөмжүүдийн хувьд 35кВ-ын дэд станц 50 гаруй, 6/10кВ-ын дэд станц 4500 орчим, 6,10кВ-ын хуваарилах байгууламж 70 орчим ашиглагдаж байгаагаас гадна 6-35кВ-ын цахилгаан дамжуулах агаарын шугамын нийт урт 2500 гаруй км, 6,10,35кВ-ын кабель шугамын нийт урт нь 10000 шахам км-т хүрсэн байна.

Өндөр хүчдлийн хуваарилах, түгээх тоног төхөөрөмжүүд болон тэдгээрийн газардуулах байгууламж ихээхэн хуучирсан бөгөөд 25 жилээс дээш хугацаагаар ашиглагдаж хуучирсан тоноглолын эзлэх хувийн жин нь 35кВ-ын дэд станцын хувьд 74%, 6,10 кВ-ын кабелиудын хувьд 57%, 6,10 кВ-ын агаарын шугамын хувьд 86%, 6,10 кВ-ын хуваарилах байгууламжийн хувьд 53%, 6,10 кВ-ын дэд станц, хүчний трансформаторуудын хувьд 44% тус тус байдаг.

2018 оны эцэст Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн нийт ачаалал нь 1050 МВт-д хүрсэн ба бүх хэрэглэгчдийн суурилагдсан хүчин чадал нь 2500 МВт шахам болсон байна.

Сүүлийн 5 жилийн дунджаар жилийн ачааллын өсөлтийн дундаж нь 7,1-15,9% хэлбэлзэж ирсэн байна.

Цахилгаан хангамж, түгээлтийн цар хүрээ нэмэгдэхтэй зэрэгцэн цахилгааны төрөл бүрийн зориулалттай газардуулах байгууламжийн тоо эрс нэмэгдэж, сүүлийн үеийн электрон техник, РС тоноглолуудын газардуулах байгууламжуудад тавигдах шаардлага улам нарийсч байна.

Цахилгаан техникийн зориулалттай газардуулгын системүүдийг ерөнхийд нь дараах үндсэн гурван төрөл, ангилалд хувааж үздэг. Үүнд:

1. Өндөр хүчдлийн цахилгаан сүлжээний саармаг цэгийн газардуулга
2. Өндөр хүчдлийн цахилгаан тоног төхөөрөмжийг хамгаалах газардуулга
3. Нам хүчдлийн түгээх сүлжээний газардуулгын системүүд
4. Аянга хамгаалалтын бүх төрлийн газардуулгууд зэрэг болно.

Газардуулгын эдгээр системүүдийн төрөл ба ялгааг тус бүрээр нь авч үзвэл: Гурван фазын шугам сүлжээний саармаг цэгийн горим ажиллагаагаар нь газардуулах байгууламжийг дараах төрлүүдэд ангилна.

а) Газардуулагдсан саармаг цэгийн газардуулга (зураг 1.1а)

Ийм төрлийн газардуулгад Монгол улсад хэрэглэгдэж байгаа 110кВ, 220кВ-ын цахилгаан сүлжээний саармаг цэгийн холболтууд хамаарагдана. Ийм сүлжээнд нэг фазын богино залгаа болоход газардуулах байгууламжаар нэг фазын богино залгааны их гүйдэл гүйх онцлогтой.

б) Тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй шугам сүлжээний газардуулга (1.1б)

Энэ төрөлд Монгол улсад хэрэглэгдэж байгаа 6, 10, 35кВ-ын шугам сүлжээнүүд хамаарагдах ба цахилгаан тоноглолуудын эх тал нь хамгаалах газардуулгад заавал холбогдоно. Гэвч Улаанбаатар, Дархан, Эрдэнэт мэтийн томоохон хотуудын 6, 10, 35 кВ-ын шугам сүлжээг өндөр болон нам Омын эсэргүүцэл бүхий саармаг цэгт шилжүүлэх ажил эхэлж байгааг анхаарах хэрэгтэй.

в) Нум унтраах ороомог бүхий шугам сүлжээний саармаг цэгийн газардуулга (1.1в)

Кабель шугам ихээр холбогдсон хот суурин газрын томоохон шугам сүлжээнүүдэд нэг фазын газардлагын гүйдлийг багасгах зорилгоор энэхүү нум унтраах ороомогийг саармаг цэг дээр нь холбож газардуулна. Энэ горимын үед газардуулах байгууламжаар нэг фазын газардлагын их гүйдэл гүйнэ. Манай орны томоохон хот суурин газруудад ийм горимтой 6, 10, 35кВ-ын шугам сүлжээг хэрэглэж байна.

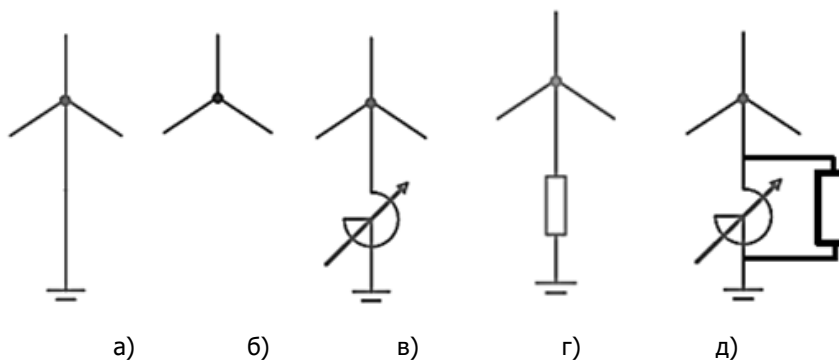
г) Нам Омын эсэргүүцэл холбогдсон саармаг цэг бүхий шугам сүлжээний газардуулга (1.1г)

Энэ төрлийн саармаг цэгийн горимыг олон улсын практикт 6кВ хүртэлх, дунд хүчдлийн шугам сүлжээнд өргөн хэрэглэж байна. Монгол улсад зарим газруудын 6, 10кВ-ын шугам сүлжээнд энэ горимыг хэрэглэж эхэлж байна. Эсэргүүцлийн хэмжээ нь 20-100 Омын бага утгатай байна. Энэ горимын үед газардуулах байгууламжаар мөн их биш идэвхитэй гүйдэл гүйнэ.

д) Нум унтраах ороомог ба өндөр Омын эсэргүүцэл хосолсон саармаг цэг бүхий шугам сүлжээний газардуулга (1.1д)

Энэ горимын үед газардлагын багтаамжийн гүйдлийг компенсцлаж бууруулахаас гадна R гэсэн идэвхитэй эсэргүүцлийн нөлөөгөөр шугам сүлжээнд үүсэх феррорезонансын хэт хүчдлүүдийг эрс багасгадаг давуу талтай.

Энэ горим нь 35кВ-ын шугам сүлжээнд ихэвчлэн хэрэглэгддэг горим юм. Харин R эсэргүүцлийн хэмжээ нь 1000 Ом-оос дээш өндөр Ом-ын утгатай байх шаардлагатай. Энэ горимын үед газардуулах байгууламжаар идэвхитэй болон индукцийн их биш гүйдэл гүйдэг онцлогтой.



**Зураг 1.1 Цахилгаан шугам сүлжээний саармаг цэгийн төрлүүд**

- а) Газардуулагдсан саармаг цэг,
- б) Тусгаарлагдсан саармаг цэг,
- в) Нум унтраах ороомог бүхий саармаг цэг,
- г) Идэвхитэй эсэргүүцэл бүхий саармаг цэг,
- д) НУО ба эсэргүүцэл хосолсон саармаг цэг

### **Цахилгаан шугам сүлжээний хамгаалах газардуулга**

Өндөр ба нам хүчдлийн тоног төхөөрөмжинд тусгаарлага гэмтэж нэг фазын газардлага үүсэх үед ажиллаж байгаа хүмүүсийн амь насыг хамгаалах зорилгоор хамгаалах газардуулгыг ашиглана. Тоног төхөөрөмжийн металл эх биеийг газрын гадаргуу дээр тархсан газардуулах байгууламжинд сайтар холбож өгөхийг хамгаалах газардуулга гэж ойлгоно.

Газардлага үүссэн тоног төхөөрөмжийн эх бие хүн хүрэхэд газрын гадаргуугийн потенциалыг тэгшитгэж хүрэх хүчдэл ба алхмын хүчдлийн утгын зөвшөөрөгдөх хэмжээнд хүртэл бууруулах зарчмаар хүмүүсийн амь насыг хамгаална. Энэ үеэр газардуулах байгууламжаар харьцангуй багавтар гүйдэл гүйж, газардуулгын талбай дээр потенциалын тархалт үүснэ.

Хамгаалах газардуулгыг 110, 220 кВ-ын бүх тоног төхөөрөмжүүд, 6,10,35 кВ-ын бүх тоноглолууд, мөн нам хүчдлийн цахилгаан машин, хөдөлгүүр, тоноглолуудад заавал тавих шаардлагатай.

### **Нам хүчдлийн түгээх сүлжээний газардуулгын системийн төрөл ангилал, олон улсын стандартчилал**

Олон улсын цахилгаан техникийн хорооноос гаргасан газардуулгын системийн стандартад заасан нэр томъёог практикт өргөн ашиглах ба энэ нь Францаар <<Terre>>- газар, <<Neuter>>- саармаг цэг, <<Isole>>- тусгаарлагдсан, мөн Англиар <<Combined>>-нэгтгэсэн, <<Separated>>салангид гэсэн үгнүүдийн товчлолоос бүрддэг.

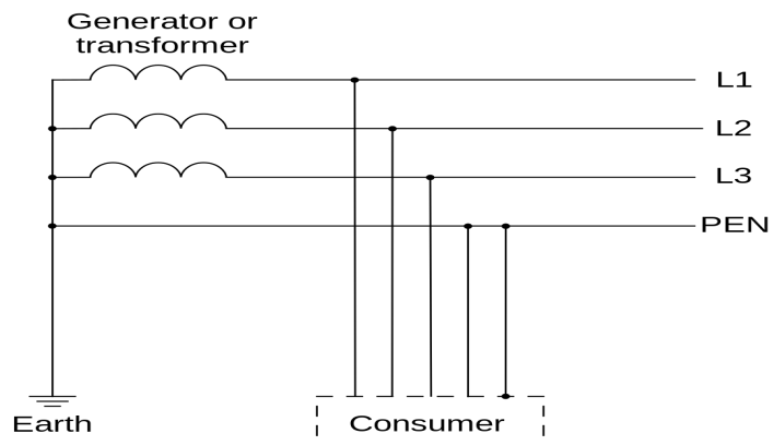
- Т-Газардуулга, N-Саармаг цэг дээр залгах, I- Тусгаарлагдсан саармаг цэг, C-(Combined)- Нойлын утас, хамгаалах газардуулга нь нэгтгэгдсэн, S-(Separated)-Нойлын утас ба хамгаалах газардуулгын утас нь тус бүртээ салангад суурилагдсан гэсэн товчлолууд юм.

Газардуулагдсан саармаг цэгийн TN систем нь дотроо TN-C, TN-S, TN-C-S гэсэн гурван төрөлд хуваагдах ба эдгээр нь хоорондоо нойлын утас (N) болон хамгаалах газардуулгын утас (PE) утаснууд нь хэрхэн хоорондоо холбогдсоноороо ялгагдана. TN-C систем (Зураг 1.2)

“C” гэсэн тэмдэглэгээ болон зурагт үзүүлсэн схемээс харахад TN-C системийн үед трансформаторын дэд станцын ерөнхий газардуулганаас ганц PEN утас гарч энэ нь бүх шугамын дагуу нойлын утас (N), газардуулгын утас (PE)-ийн үүргийг давхар гүйцэтгэж байна. Энэ нь 3 фазын 4 утаст систем бөгөөд монгол хэлэнд 4 утаст нойлтуулгын систем гэж хэвшсэн болно. Энэ үед нойлын утас буюу PEN утас нь 1 фазын хэрэглэгчдийн ажлын гүйдэл дамжуулагчийн үүрэг гүйцэтгэхээс гадна бүх хэрэглэгчдийн металл эх бие дээр холбогдож, газардуулагч утасны үүргийг давхар гүйцэтгэнэ. PEN утас нь байшин барилга, үйлдвэрийн газар, цех тасгуудын оруулгын ерөнхий самбар дээр холбогдож, давтан газардуулганд бас холбогдоно.

Агаарын шугамын хувьд 200 метр тутамд PEN утсанд давтан газардуулга хийнэ.

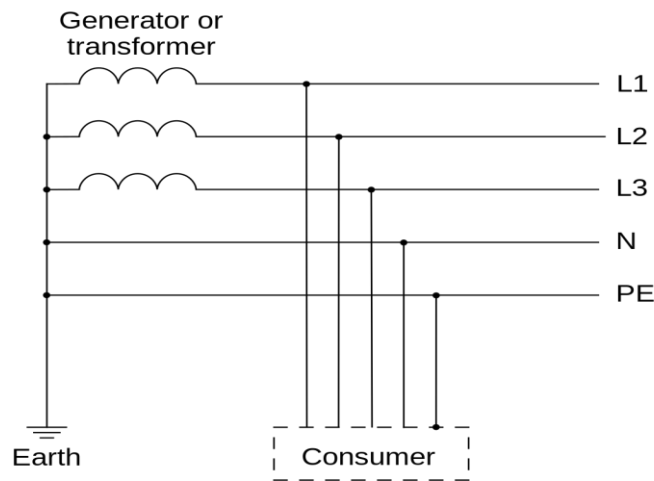
Нойлтуулга PEN-д холбогдсон хэрэглэгчдийн дотор гэмтэл гарч, фазын утас эх бие дээрээ холбогдоход шууд 1 фазын богино холбоо болж, автомат таслуур хаяж, мөн гал хамгаалагч нь шатаж, эх бие дээр өндөр аюултай потенциал үүсэхээс хамгаалдаг сайн талтай боловч нойлын PEN утас тасрах, шатах тохиолдолд тасарсан цэгээс хойшхи бүх хэрэглэгчдийн эх бие дээр фазын хүчдэл бий болдог дутагдалтай талтай. Энэ аюулыг багасгахын тулд PEN утсыг хэд хэдэн цэгээр заавал давтан газардуулганд холбоно.



**Зураг 1.2 TN-C газардуулгын систем**  
TN-S систем (Зураг 1.3)

“S” гэсэн тэмдэглэгээ болон зурагт харуулсан схемээс үзэхэд трансформаторын дэд станцын саармаг цэгийн газардуулгаас цахилгаан хэрэглэгчдийн ачааллын гүйдэлд зориулагдсан нойлын N утас, мөн хэрэглэгчдийн эх биений газардуулганд зориулагдсан хамгаалах газардуулгын тусгай PE утас гэсэн хоёр утас зэрэгцэж гарч, явж байна. Энэ схем нь илүү дэвшилттэй, илүү аюулгүй ажиллагаатай систем бөгөөд гурван фазын хэрэглэгчдэд 5 утас, нэг фазын хэрэглэгчдэд бол 3 утас очих болно.

Зарим тохиолдолд 3 фазын 5 утастай систем гэж ярих ч тохиолдол бий. Сүүлийн үеийн бүх хэрэглэгчдэд энэ системийг хэрэглэж байна. Энэ TN-S системийн дутагдалтай тал нь олон утас явах тул үнэ өртөг өндөртэй байдаг явдал юм.

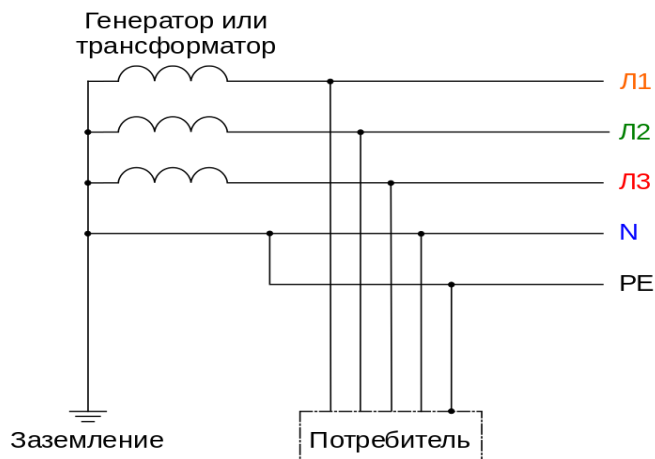


Зураг 1.3 TN-S системийн 5 утаст шугам сүлжээ

### TN-C-S Систем (Зураг 1.5)

Энэ системийн TN-C системүүдтэй төсөөтэй тал нь дэд станцаас хэрэглэгчдэд ирэх гол шугам нь 4 утаст системээр ирэх ба хэрэглэгчдийн ерөнхий самбарт ирснийхээ дараа нойлын утас N нь салбарлан PE гэсэн газардуулгын утастай болж, хэрэглэгчид дээр холбогдохдоо L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, N, PE гэсэн 5 утастай систем болдог нь TN-S системтэй бас адил болж байна.

Гол шугамын нойлын утас тасрах магадлал маш бага учир энэ систем нь найдвартай ажиллагаа, аюулгүй ажиллагааны шаардлагыг хангасан, үнэ өртөг хямдтай систем юм.



Зураг 1.5 TN-C-S системийн газардуулгатай шугам сүлжээ

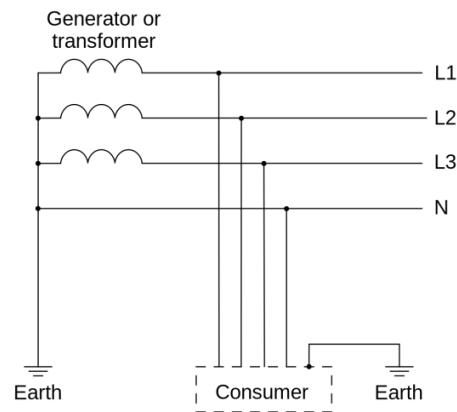
Онцгойлон анхаарах зүйл нь PEN утсыг гэмтлээс хамгаалах, PEN утаснуудын бэхэлгээг найдвартай сайн хийх асуудал юм.

### ТТ- систем (Зураг 1.6)

Энэ систем нь мөн L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, N гэсэн 4 утастай систем бөгөөд нойлын N утас нь зөвхөн цахилгаан ачаалалд зориулагдана. Энэ тохиолдолд нойлын утсыг газардуулгын зориулалтаар ашиглахыг хориглоно.

Сүүлийн үед ХАА ба зуслангийн зориулалттай сүлжээнд энэ систем өргөн ашиглагдаж байна. 3 фазын болон 1 ба 2 фазын шугаманд холбогдсон хэрэглэгчдийн аюулгүй ажиллагааг хангахын тулд тэдгээрийн металл эх биеийг тус бүрт нь газар дээр нь хамгаалах газардуулга хийж болно.

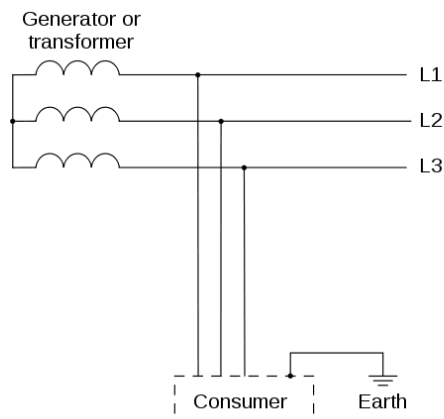
Хэрэглэгч бүр дээр хамгаалах таслалтын төхөөрөмж (УЗО)-г суурилуулах ба газардуулга гарсан тохиолдолд тухайн хэрэглэгчийг сүлжээнээс автоматаар тасална.



Зураг 1.6 ТТ системийн 4 утаст шугам сүлжээ

### IT систем (Зураг 1.7)

Энэ нь тусгаарлагдсан саармаг цэг бүхий 3 фазын 3 утаст систем юм. Тоног төхөөрөмжийн тусгаарлага гэмтэж, хэрэглэгчдийн эх бие дээр аюултай потенциал үүсэх үед хэрэглэгчдийн аюулгүй байдлыг хангахын тулд хэрэглэгчдийн металл эх биеийг хамгаалах газардуулга PE-д холбоно.



Зураг 1.7 Тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй IT систем



Хамгаалах газардуулга РЕ-тэй систем нь газрын гадаргуугын потенциалыг тэгшитгэх замаар хүний биеийн хүрэх хүчдэл алхмын хүчдлийг бууруулах ба газардуулга гарах үед хэрэглэгчдийн хамгаалах таслалт (УЗО)-ийн систем ажиллаж тухайн хэлхээг бас тасалж аюулаас хамгаална.

Газардуулга, аюулгүй ажиллагааны дээр дурьдсан системүүдийн үндсэн гол хэсэг нь дэд станцын газардуулах байгууламж, давтан газардуулга, хамгаалах газардуулгын байгууламжууд байх тул газардуулах байгууламжийн тооцоог зөв хийж, олон жилийн турш найдвартай ажиллагааг хангах нь нэн чухал асуудал юм. Газардуулах байгууламжийн тооцоо болон ашиглалтын талаар тусгай ном сурах бичгээс нарийвчлан тодруулахыг зөвлөж байна.

Бүх төрлийн газардуулах байгууламж нь техникийн талаас:

- a) Ерөнхий газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжээ тавигдах техникийн шаардлагыг бүрэн хангасан байх.
- b) Хамгаалах газардуулгын ситемийн хувьд нэг фазын газардлагын үед тоног төхөөрөмж дээр ажиллах орогч бие дээр үйлчилж болох хүрэх хүчдлийн хамгийн их утга, газардуулах байгууламж, газардуулсан дэвсгэр нутаг дээгүүр явах хүмүүст үйлчилж болох алхмын хүчдлийн хамгийн их утгуудаар нь аюулгүй ажиллагааны хувьд зөвшөөрөгдөх утгуудаас хэтрэхгүй байх гэсэн хоёр ерөнхий гол шаардлагыг хангах ёстой.
- c) Газардуулах байгууламжийн электротуудын байрлал нь шугам сүлжээний горим, ажиллагааны болон ажиллагсдын аюулгүй ажиллагааны шаардлага хангахуйцаар зөв зохистой төлөвлөгдсөн байх гэсэн гурван гол шаардлагыг хангасан байх ёстой.

#### **А. Газардуулгын системийн ерөнхий газардуулгын эсэргүүцлийн утганд тавигдах шаардлага, заалтууд**

Шаардагдах ерөнхий газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжээг Цахилгаан Байгууламжийн Дүрэм (ЦБД)-д заасан шаардагдах газардуулгын эсэргүүцлийн утга, хүрэх хүчдлийн хэмжээг зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байлгахад шаардагдах тооцооны утгуудын аль багаар нь сонгож авна.

ЦБД-д газардуулах байгууламжийн ерөнхий эсэргүүцэл ( $R_{ГБ}$ )-ийн талаар доорх заалтууд орсон байна. Үүнд:

1000В хүртэлх хүчдэлтэй үед:

- Генератор ба трансформаторуудын нийлбэр чадал 100кВА хүртэл байвал  $R_{ГБ} \leq 10$  Ом
  - Нийлбэр чадал нь 100кВА-аас дээш байвал  $R_{ГБ} \leq 4$  Ом
- 1000-оос дээш хүчдэлтэй үед:
- Газардлагын гүйдэл өндөртэй, гүн газардуулагдсан саармаг цэгтэй (110, 220 кВ) бол  $R_{ГБ} \leq 0,5$  Ом

- Тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй (6, 10, 35 кВ) шугам сүлжээнд тухайн газардуулгыг зөвхөн 1000В-оос дээшхи тоноглолуудад хэрэглэх бол  $R_{ГБ} \leq 250/I_{газ}$
- Мөн тусгаарлагдсан саармаг цэг бүхий шугам сүлжээнд тухайн газардуулгыг 1000В-оос доошхи тоноглолуудад нэгэн зэрэг ашиглах бол  $R_{ГБ} \leq 125/I_{газ}$  тус тус байх ёстой.

Энд:  $I_{газ}$ -газардлагын гүйдэл (А)

### **Зориудын газардуулах байгууламжийн газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжээ**

Газардуулгын системд орж байгаа хийцүүдийг дотор нь зориудаар суурилуулж хийсэн зориудын газардуулга, газрын хөрсөн доорх бусад хийцүүдийн газартай харьцсан металл хэсгүүдийг ашигласан зориудын бус газардуулга гэж хоёр хэсэгт хуваана. Гүйдэл газардуулах зориулалтаар газар доор тусгайлан байрлуулсан олон тооны электротуудын системийг **зориудын газардуулах систем** гэнэ.

Зориудын бус газардуулганд ямар хийцүүдийг ашиглаж, хэдэн Омын газардуулгын эсэргүүцэл түүнээс гаргахыг тооцооны эхэнд хэмжилтээр ихэвчлэн гаргаж өгсөн байх ба хэмжилт хийх бололцоогүй үед зориудын бус газардуулгын эсэргүүцэл  $R_{збг}$ -г тооцооны аргаар тодорхойлж болно. Зориудын болон зориудын бус газардуулгуудыг хооронд нь зэрэгцээ холбож газардуулгын ерөнхий системийг үүсгэнэ.

Зориудын газардуулах байгууламжийн гаргавал зохих газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжээг дараах илэрхийллээр тодорхойлно.

$$R_{ГР} = \frac{R_{збг} \cdot R_{ГБ}}{(R_{збг} - R_{ГБ})}$$

Энд:  $R_{ГР}$ - Зориудын газардуулах байгууламжийн гаргах газардуулгын эсэргүүцэл (Ом)

$R_{ГБ}$ -Газардуулгын системийн байвал зохих ерөнхий эсэргүүцэл (Ом)

$R_{збг}$ -Зориудын бус бүх газардуулгуудын гаргах эсэргүүцэл (Ом)

### **Б. Хамгаалах газардуулгын системийн үед баримтлах хүний биеийн хүрэх хүчдэл ба алхмын хүчдлийн зөвшөөрөгдөх утгууд**

Хүний бие дээр зөвшөөрөгдөх хүрэх хүчдэл ба хүний биеэр гүйх гүйдлүүдийн зөвшөөрөгдөх хэмжээ нь гүйдлийн үргэлжлэх хугацаанаас ихээхэн хамаарахаас гадна хүчдлийн төрөл, давтамж, шугам сүлжээний саармаг цэгийн горим, үйлдвэрлэлийн болон ахуйн хэрэглэгчийн аль нь болох зэргээс хамаарч өөрчлөгдөнө.

1.1 дүгээр Хүснэгтэнд Үйлдвэрлэлийн зориулалттай тоног төхөөрөмжүүдийн аварийн горимын үед хүний бие дээр харгалзах зөвшөөрөгдөх хүчдэл ба гүйдлийг, 1.2 дугаар Хүснэгтэнд 1000 В-оос дээшх хүчдлийн, газардуулагдсан саармаг цэгтэй шугам сүлжээний аварийн горимын үед харгалзах зөвшөөрөгдөх хүрэх хүчдлүүдийг,

1.3 дугаар Хүснэгтэнд гэр ахуйн цахилгаан хэрэглэгчдийн аваарийн горимын үед харгалзах зөвшөөрөгдөх хүчдэл ба хүний биеэр гүйх гүйдлийн зөвшөөрөгдөх утгуудыг цахилгаан гүйдлийн үргэлжлэх хугацаанаас хамааруулан дэлгэрэнгүй үзүүлэв.

### Хүснэгт 1.1

**Үйлдвэрлэлийн зориулалттай 1000 В хүртэлх хүчдлийн бүх төрлийн техник, төхөөрөмжүүд, 1000 В-оос дээшх хүчдлийн, тусгаарлагдсан саармаг цэгтэй шугам сүлжээнүүдэд аваарийн үед хүний бие дээр зөвшөөрөгдөх хамгийн их хүрэх хүчдэл ба хүний биеэр гүйх гүйдлийн зөвшөөрөгдөх утгууд**

Гүйдлийн төрөл	Зөвшөөрөгдөх хүчдэл ба гүйдэл	Гүйдлийн үргэлжлэх хугацаа t (сек)-д харгалзах зөвшөөрөгдөх утгууд											
		0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1-с дээш
Хувьсах 50 гц	$U_{хүр}, В$	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
	$I_h, МА$	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	6
Хувьсах 400 гц	$U_{хүр}, В$	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	36
	$I_h, МА$	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	8
Тогтмол	$U_{хүр}, В$	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	40
	$I_h, МА$	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	15

### Хүснэгт 1.2

**Газардуулагдсан саармаг цэгтэй, 1000 В-оос дээшх хүчдэлтэй, 50 Гц-ийн хувьсах гүйдлийн төхөөрөмжүүдийн аваарийн үед хүний бие дээр зөвшөөрөгдөх хамгийн их хүрэх хүчдлийн утгууд**

Гүйдлийн үргэлжлэх хугацаа (сек)	0,1 хүртэл	0,2	0,5	0,7	1,0	1 секундээс 5 секунд хүртэл
Зөвшөөрөгдөх хүрэх хүчдэл $U_{хүр}, В$	500	400	200	130	100	65

### Хүснэгт 1.3

**1000 В хүртэлх хүчдлийн, 50 Гц давтамжтай гэр ахуйн цахилгаан хэрэгслүүдийн аваарийн үед хүний бие дээр зөвшөөрөгдөх хамгийн их хүрэх хүчдэл, хүний биеэр гүйх гүйдлүүдийн зөвшөөрөгдөх утгууд**

Хүчдэл ба гүйдэл	Гүйдлийн үргэлжлэх хугацаа t (сек)-д харгалзах зөвшөөрөгдөх утгууд											
	0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1 секунд ба түүнээс дээш
$U_{хүр}, В$	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	12
$I_h, МА$	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	2

## **В. Газардуулах байгууламжийн байршил, хэлбэр дүрс, электродуудын байрлалын зөв зохистой сонгох талаар дараах зарчмуудыг баримталсан байх ёстой**

Зориулалтын газардуулах электродууд нь ихэвчлэн хүрээ хэлбэрийн байрлалтай байх ба дэд станцын талбай дээрх потенциалын тархалтыг жигдрүүлэхийн тулд хүрээний дунд хэсэгт хэвтээ электродуудыг тор хэлбэрээр хэрж суурилуулна.

Босоо электродуудыг хүрээний гадна хэсгээр тараан байрлуулна. Хөрсний эсэргүүцэлонцгой өндөртэй хад, асгатай газруудад шаардагдах бага хэмжээний газардуулгын эсэргүүцлийг гарган авахад нэн хүндрэлтэй байх тул газардуулах байгууламжийг хөрсний эсэргүүцэлаль багатай газруудад суурилуулан хийж, газардуулгын потенциалыг тусгай дамжуулагч утсаар татаж объекттой холбох аргыг хэрэглэж болно. Ийм газардуулгыг зөөгдсөн газардуулга гэж нэрлэнэ.

Хүрээ газардуулгын босоо электродуудад 5-6 см голчтой, ханын зузаан нь 3.5 мм-ээс багагүй төмөр хоолойнууд, мөн 40×40-60×60 мм-ийн булан төмрүүдийг 2.5-3.5 м-ийн урттайгаар суулгаж өргөн хэрэглэнэ. Мөн 10 мм-ээс багагүй голчтой бөөрөнхий төмрүүдийг 10 м хүртэл урттайгаар тайрч гүний газардуулга болгон бас хэрэглэнэ. Хэвтээ электродуудад 4×12 мм-ээс дээш хэмжээтэй туузан төмөр, 6 мм-аас багагүй голчтой бөөрөнхий төмрүүдийг ихэвчлэн ашиглана.

Газардуулах электродуудыг байрлуулахад анхаарах зүйлүүд:

- Газардуулах байгууламжийн гадна хүрээ болон потенциал тэгшитгэх тор төмрүүд нь барилга байгууламж, тоног төхөөрөмжийн сууринаас 0.8-1.0 м-ийн зайнд байрлавал тохиромжтой байдаг.
- Потенциаль тэгшитгэх торыг 0.5-0.7 м-ийн гүн суурилуулах ба тоног, төхөөрөмжүүдийг газардуулах байгууламжинд холбосон холбоос төмрүүд нь 0.3 м-аас багагүй гүнд суурилуулагдана.
- Потенциаль тэгшитгэх торыг байрлуулахдаа хүрээний гаднаас дотогш чиглэлд торны нүдний хэмжээс нь ихэсч байхаар суурилуулна. Тухайлбал хүрээний гаднаас 4:5:6:7.5:9:11:13.5:16:20 м гэсэн зайнуудад торны нүдийг байрлуулна. Торны нүдний хэмжээс 30 м-ээс илүү байхыг хориглоно.
- Хүчний трансформаторын саармаг цэг, богино холбогчуудыг холбосон хэсэгт торны хэмжээс 6×6 м-ээс ихгүй байхыг хориглоно.
- Газардуулах байгууламж нь дэд станцын хашаан дотор байрласан тохиолдолд хашааны орох, гарах хаалгууд дээр потенциал тэгшитгэх нэмэлт электродуудыг суулгаж, газардуулах байгууламжтай холбоно. Энэ зорилгоор 3-5 м-ийн урттай хос босоо электродуудыг хаалганы хоёр талд суурилуулна.
- Дэд станцын гадна талын төмөр хашааг газардуулах байгууламжинд холбох шаардлагагүй. Харин дэд станцаас 110 кВ буюу түүнээс дээшхи хүчдлийн агаарын шугам гарсан тохиолдолд хашааг 20-50 м тутамд нь 2-3 м-ийн урттай нэмэлт босоо электродоор газардуулна.
- Дэд станцын хашаа ба газардуулах байгууламжийн хоорондоо ойртох зай нь 2 м-ээс багагүй байх шаардлагатай.

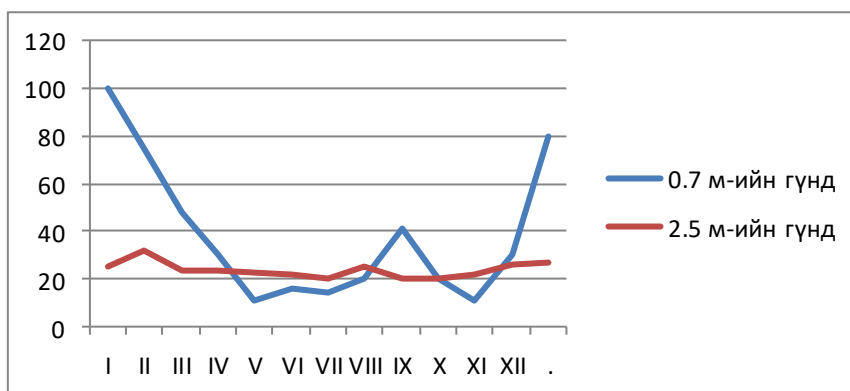
- Дэд станцын хашааны дээр суурилуулсан 1000 В хүртэлх хэрэглэгчдийг тусгаарлах трансформатораар дамжуулан тэжээнэ.
- Дэд станцын хашаатай холбоотой дээрхи шаардлагууд аль нь ч хэрэгжих боломжгүй бол хашааг газардуулах байгууламжтай холбож болно. Энэ үед хүрэх хүчдэл, алхмын хүчдлийг багасгах зорилгоор хашаанаас гадагш 1 м-ийн гүнд хэвтээ электродуудыг суурилуулж, газардуулах байгууламжтай нь 4-оос доошгүй цэгээр холбох хэрэгтэй болно.

### Хөрсний эсэргүүцлийн улирлын коэффициент, цаг уурын мужлал.

Газардуулах байгууламжийн газардуулгын эсэргүүцлийн утгуудыг тооцоолохдоо жилийн сар, улирлын нөлөөлөл, газрын хөрсний хөлдөлт, гэсэлтийг зайлшгүй тогтоох шаардлагатай. Жилийн дөрвөн улирлын туршид цаг агаарын нөхцөл, хөрсний температур, хөрсний чийглэг, хөрсөнд агуулагдах давс, хүчлийн хэмжээ байнга өөрчлөгдөх тул хөрсний хувийн эсэргүүцлийн утгууд нь мөн өөрчлөгдөнө. Жилийн дөрвөн улирлын туршид хөрсний хувийн эсэргүүцэл харьцангуйгаар хэрхэн өөрчлөгдөхийг Зураг 1.6-д дундажлан харуулав.

Өвлийн 1-р сард хөрсний 0.7 м-ийн гүнд харгалзах эсэргүүцлийг 100% гэж авсан байна.

Хавар, намрын улирлуудад цас хайлах, хур тунадас ихэссэний улмаас хөрсний чийгшил нэмэгдэж хувийн эсэргүүцэл нь буурч байна. Өвлийн улиралд хөрс хөлдсөний улмаас, зуны улиралд нар шарж хөрсний дээд хэсэгт хуурайшилт үүссэнээс хөрсний эсэргүүцлүүд ихэссэн байна. Энэ өөрчлөлт нь ялангуяа хөрсний хөлдөлт, хуурайшилт эрчимтэй явагддаг хөрсний дээд хэсэг 0.7 м-ийн гүнд хүчтэй ажиглагдаж байгааг зураг 1.6-аас харж болно.



Зураг 1.6 Хөрсний хувийн эсэргүүцэл, жилийн сар, улирлаас хамаарах байдал

Харин хөрсний 2.5 м ба түүнээс доош гүнд бол жилийн туршид эсэргүүцлийн өөрчлөлт маш бага ажиглагдаж байгаа нь газардуулагч электродуудыг энэ хэмжээний гүнд суулгах шаардлагатай болохыг харуулж байна. Хөрсний хөлдөлтийн гүнээс доош түвшинд суулгасан электродууд нь газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийг тогтвортой байлгахад чухал үүрэг гүйцэтгэнэ.

Хөрсний хувийн эсэргүүцэл нь жилийн туршид байнга өөрчлөгдөх учраас газардуулах байгууламжийн төсөл тооцоог хийхдээ эсэргүүцлийн хамгийн их утгыг авч тооцох шаардлагатай.

Тооцооны үр дүнг зөв зүйтэй болгохын тулд хөрсний хувийн эсэргүүцлийг хэмжилт хийж тодорхойлно. Хэмжилтийг өвлийн улиралд хийх боломж муутай тул ихэвчлэн хавар (5-р сар), намар (10-р сар)-ын саруудад хэмжилтийг явуулна. Хөрсний эсэргүүцлийн хэмжилтийн утгуудыг тооцооны утгуудад шилжүүлэхдээ түүний улирлын коэффициентээр үржүүлж доор заасан байдлаар тооцно.

$$\rho_{\text{Тооц}} = \rho_{\text{Хэмж}} \cdot \psi$$

Энд:  $\rho_{\text{Тооц}}$  – Хувийн эсэргүүцлийн өвлийн улиралд харгалзах тооцооны утга, Ом\*м

$\rho_{\text{Хэмж}}$  - Хэмжилтийн утга, Ом\*м

$\psi$  - хөрсний эсэргүүцлийн улирлын коэффициент

Хөрсний эсэргүүцлийн улирлын коэффициент нь өвлийн улиралд хөрсний эсэргүүцэл нь хавар, намрын улирлаас хэд дахин ихсэхийг харуулах тооцооны үзүүлэлт юм. Улирлын коэффициент  $\psi$  нь хөрсний температур, хөлдөлтийн гүн, байгаль цаг уурын нөхцөл зэргээс ихээхэн хамаарах тул тухайн газар нутгийн хөрсний хувийн эсэргүүцлийн хэлбэлзлэлээс ихээхэн хамаарна.

ОХУ-ын инженерийн практикт ОХУ-ын бүс нутгийг цаг уурын (I, II, III, IV гэсэн) дөрвөн мужлалд хуваасан байдаг. Нэгэн төрлийн хөрсөнд суулгасан босоо ба хэвтээ электродуудын улирлын коэффициентийн утгуудыг 1.5 дугаар Хүснэгтэнд хөрсний чийглэгийн түвшингээс нь хамааруулан үзүүлэв.

Олон үет хөрсөнд байрлуулсан электродуудын улирлын коэффициентийн утгуудыг 1.6 дугаар Хүснэгтэнд дэлгэрүүлэн харуулсан болно. Хэмжилт хийсэн болон хийхийн өмнөх өдрүүдэд хэвийн хэмжээнээс их бороо хур орсон бол чийглэг ихтэй, удаан хугацаанд хэвийн хэмжээнээс илүү хуурай байсан бол чийгшил багатай үе гэж тооцно.

Монгол улсын хэмжээнд, түүний дотор хүн ам, үйлдвэр үйлчилгээ хамгийн ихтэй Улаанбаатар хотын хувьд хөрсний цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжээ болон газардуулах байгууламжийн эсэргүүцэл жилийн сар өдрөөр хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг системтэй хэмжиж судалсан материал огт байхгүй байна.

Энэхүү хэмжилт судалгааны ажлын зорилго нь Улаанбаатар хотын хэмжээнд хөрсний эсэргүүцлийн мужлалын карт гаргах мөн газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийн улирлын коэффициентийг сар бүрийн хэмжилт туршилтаар тооцоолж гаргах явдал байв.

## II бүлэг

### Улаанбаатар хот орчмын ул хөрсний төрөл, бүтэц, тэдгээрийн онцлог

#### 2.1 Судалгааны байршил

Улаанбаатар хот Хэнтийн уулархаг мужийн баруун өмнөд шувтрагын үзүүрт, Туул голын өргөн хөндий ба түүний цутгал голуудаар хэрчигдсэн хэсэгт оршино. Судалгааны талбайн хил нь хойд талаараа Баруун, Зүүн туруун, Их Нарангийн амуудыг тусгаарласан Авдарт, Толгой уулсын өмнөд үзүүрийг дайрч Баянхошууны эцсээр Дамбадаржаа хүртлэх, Чингэлтэй уулын өмнөд хажуу улмаар Цагаан давааны урд энгэрийг дайрч Хужирбулангийн араар Цагдуулт уул хүрсэн шугамаар, урд талаараа Чулуутын амны адгаас Богд уулын ар хажуу амуудыг дайрч Алдар толгой, Морин уулын ар хажуугаар гарч Туулын хөндийг зүсэн Сонгино хайрхан уул хүрсэн шугамаар, Зүүн талаараа Баянзүрх хайрханы баруун үзүүрийн хэсэг болон Туул, Хөлийн голын хөндийг огтолсон шугамаар, Баруун талаараа Сонгино хайрхан уулаас Майхант толгойн уулын зүүн урд шувтрах үзүүрийг дайрч, Баруун турууны амны эхэн хүрсэн шугамаар тус тус хязгаарлагдана.

Газарзүйн координатын системээр

Хамгийн хойт тал - хойт өргөргийн  $48^{\circ} 00' 05''$

Хамгийн урд тал – хойт өргөргийн  $47^{\circ} 50' 03''$

Баруун тал – дорно уртрагийн  $106^{\circ} 37' 29.7''$

Зүүн тал – дорно уртрагийн  $107^{\circ} 06' 59.6''$  –ийн шугамаар

хягаарлагдан хамгийн урт хэсэгтээ 36 км, хамгийн өргөн хэсэгтээ 16,5 км хүрсэн 375 км<sup>2</sup> нутаг дэвсгэрийг хамарсан.

#### 2.2 Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн байгаль, газарзүйн нөхцөл

Нийслэл хотын нутаг дэвсгэр нь Төв азийн хуурай хээрийн бүсэд багтах эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, эргэн тойрон уулсаар хүрээлэгдсэн, голын хөндийнүүдийг багтаадаг.

**Газрын гадарга.** Улаанбаатар хот нь анх Хэнтийн нурууны баруун өмнөд хэсэг, уулын ойт хээрийн болон хуурай хээрийн завсрын бүсэд, Туул голын хөндийн хойд хэсэгт Чингэлтэй (1949,7 метр д.т.д), урд талдаа Богдхан, баруун талдаа Сонгино Хайрхан (1652,3 метр д.т.д), зүүн талдаа Баянзүрх (1845,5 метр д.т.д) уулсаар хүрээлэгдэн зүүнээс баруун тийш сунаж тогтсон хэлбэртэй Алтан тэвшийн хонхорт суурьшсан. Одоо хаяагаа тэлж Туул голын томоохон цутгал голууд Сэлбэ, Улиастай, Хөл, Толгойт, Баянгийн голуудын хөндий Буянт-ухаа, Яармаг, Морин даваа, Зүүн, Баруун туруу, Баянхошуу, Мааньтын овоо, Цагаан даваа Хужирбулангийн энгэрийг

хамрах болжээ. Газрын үнэмлэхүй өндөр далайн түвшнөөс дээш 1200-1500 метр хооронд байх бөгөөд хамгийн нам газар нь Туул голын эрэг Сонгино орчим 1200 метр, хамгийн өндөр цэг Богд уулын Цэцээ гүн оргил далайн түвшнөөс дээш 2256,3 метр болно.

**Уур амьсгал.** Улаанбаатар хотын дэвсгэр нутаг нь Монгол орны бусад хэсгийн нэгэн адил эх газрын сэрүүн уур амьсгалтай. Жилийн дундаж агаарын температур -1,6...-3,7 °C, 1-р сард -20,9 °C, 7-р сард +16,2 °C. Улаанбаатар хотын төвөөс уулархаг хэсэгрүүгээ хур тунадас илүү унаж жилдээ 250-350 мм орчим болох ба уул өөдөө бүр ч ихсэж 400 мм болдог. Хур тунадасны ихэнхи хувь нь дулааны улиралд буюу 7-8-р саруудад ордог. Нэгдүгээр сард -20,9 градус, Долдугаар сард +16,2 градус, ихэвчлэн баруун хойноосоо олон жилийн дунджаар 2,2 м/с салхилдаг ба жилд дунджаар 10-20 өдөр шороон шуургатай байдаг.

**Ус зүй.** Хотын дүүргийн нутаг дэвсгэр ерөнхийдөө хойт Мөсөн далайн ай савд хамаарна. Туул гол, Хараа голын ай савд оршино. Нийслэл Улаанбаатар хотын хүн амын ундны усны эх үүсвэр болсон Туул гол нь Хан Хэнтийн нурууны салбар уулс Чисаалайн Сарьдаг /2000м/, Шороотын даваанаас 2,5 км-ийн өмнө, далайн түвшнөөс дээш 1880 м өндөрт орших Намъяа, Нэргүй хэмээх хоёр голын бэлчирээс эхэлнэ. Хан Хэнтийн нуруу, Орхон Сэлэнгийн бэсрэг уулсын хөндийгөөр 704 км урсахдаа Галттай, Хийд, Хаг, Хонгор, Зүүн Баян, Баруун Баян, Тэрэлж, Хөлийн гол, Улиастай, Сэлбэ, Харбух зэрэг гол горхийг өөртөө нийлүүлэн нийт 49840 км талбайгаас усаа хураана. Туул голын жилийн дундаж урсац Улаанбаатар орчим 26.6 , Сонгинод 25.8 шоо м/с бөгөөд голын өргөн нь жирийн үед 35-75 м, гүн нь 0,8-3,5 м, урсгалын хурд 0,5-1,5 м/с болно.

**Хурдас чулуулаг.** Хэнтийн синклинорийн дотоод бүтэц болох Улаанбаатарын хотгорт Хэнтийн серид хамаарах карбоны үеийн терриген хурдас, дээд мезозойн эх газрын бүтцүүдийг үүсгэгч доод цэрдийн молас, Кайнозойн грабен бүтцүүдийг дүүргэгч неогений эх газрын улаан өнгийн ба дөрөвдөгчийн терриген хурдсууд зонхилон тархдаг.

**Гидрогеологийн нөхцөл.** Улаанбаатар хотын дүүргийн нутаг дэвсгэрт дөрөвдөгчийн үеийн хайрга чулуун аллювийн хурдасны ус, Неоген ба цэрдийн хурдасан давхаргын ус, Палеозойн чулуулаг ба боржингийн ан цавын тус тус тархсан байна.

**Хөрсөн бүрхэвч.** Туул голын өргөн хөндий, Хэнтийн нурууны салбар уулын энгэр хажуугаар ихэвчлэн хар хүрэн хөрс зонхилно. Нутаг дэвсгэрийн хойд хэсгээр ойн хөрс, уулын хар шороон, ам хөндийгөөр нуга- намгархаг хөрстэй байхад урд хэсгээр уулын хар хүрэн хөрс голчлон тархана. Туул, Сэлбэ, Дунд, Улиастай, зэрэг том жижиг голуудын хөндийгөөр аллювийн хөрстэй.

**Ургамлан нөмрөг.** Улаанбаатар хотын дүүргийн нутаг дэвсгэрт шилмүүст ойд шинэс зонхилон ургах бөгөөд хаг, хөвдөт ба улалж, бушилзат ургамалтай ян



оргилуудтай, ойгоос доош нугархаг хээрийн өвслөг ургамал зонхилон тархжээ. Уулс хоорондох хөндийн ёроолоор намгархаг нуга тааралдана. Хөндийн захын дэнжирхэг хэсгээр үет ургамалтай хээрийн нарийн зурвас үүсгэдэг.

### **2.3 Уул зүйн тогтолцоо**

Улаанбаатар хот Хэнтийн уулархаг нутгийн баруун өмнөд хэсэгт нам, дунд өндөрлөгтэй уулсаар хүрээлэгдсэн Туул голын грабен хөндийд байрлана. Хотын урд хэсгээр дунд өндөрлөгтэй Богд уул хашиж байрлах ба түүний хамгийн өндөр цэг нь далайн түвшнээс дээш 2256,3 метр өргөгдсөн Цэцээ гүний оргил болох бөгөөд оргил нь эртний тэгшрэлтийн гадаргуугийн үлдэгдэл болох ширээ хэлбэрийн тэгш тавцан үүсгэнэ.

Уулын ар хажуу нь зэрэгцээ байрлалтай олон жижиг ам, хөндийгөөр хэрчигдсэн эгц хажуутай, хурц ирмэгтэй, 600-900 метр харьцангуй өндөртэй байхад өвөр хажуу нь нилээд мөлгөржсөн, хадан гарш элбэгтэй урт хөндийнүүдээр хэрчигдсэн байна.

Хотыг баруун хойт талаас Толгойт /ү.ө-1831.5м/, Чингэлтэйн /ү.ө-1800.9/ салбар уулс хүрээлэн оршино. Эдгээр уулс харьцангуй мөлгөр орой хяруудтай ба өвөр хажуу нь аажмаар нам өндөртэй, сайн элэгдсэн, мөлгөр орой хяртай болсон /Мааньт, Тасгийн овоо, Нарангийн / толгодорхог хэлбэртэй болж үнэмлэхүй өндөр нь намссаар Туул голын хөндийд эгц мөрөгцөг үүсгэн тулж очно.

Талбайн зүүн хойт хэсэгт байрлах уулсууд нь мөлгөр орой, хяруудтай, гадаад төрхөөрөө баруун хойт хэсгийн уулсуудтай төстэй, хажуунууд нь жигд бага налуутай, харьцангуй өндөр нь бага /400м хүртэл/ боловч шинэ, залуу жалгаар их хэрчигдсэн байдаг онцлогтой. Судалгааны районы баруун зүүн талд тектоник денутацийн гаралтай Сонгино хайрхан /ү.ө-1652,3 м/, Баянзүрх /ү.ө-1527 м/ уулсууд оршино. Эдгээр уулс эгц хажуунууд, хурц шовх орой, хяруудыг үүсгэсэн байна.

Улаанбаатарын баруун урд хэсэгт Яармаг, Буянт-Ухаагийн тэгшивтэр гадаргатай талархаг нутаг, нам өндөртэй Морин уул /ү.ө-1513 м/-ын толгодорхог хэсэгт аажим шилжинэ.

Улаанбаатар хотыг хойт талаар хүрээлэх уулс Сэлбэ, Улиастай, Толгойт голын тектоник гаралтай грабен маягийн хөндийнүүдээр хэрчигджээ. Хотын орчинд Туул голын хөндий өргөсч 4.5-5.0 км хүрэх ба гадарга нь тэгш гольдролын үйл ажиллагаанд хүчтэй хэрчигдсэн байна.

Судалгааны талбайн хэмжээнд үнэмлэхүй өндөр нь 1321-ээс 1247 метр болох ба харьцангуй өндрийн зөрүү 74 метр, харьцангуй өндрийн унал 2,5 м/км хүрнэ.

### **2.4 Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн гадаргын ус Усны шинж чанар бохирдол.**

Туул голын эрдэсжилт Улаанбаатар хотоос дээш хэсэгтээ хамгийн бага буюу 50-80 мг/дм<sup>3</sup>, дунд хэсэгтээ 80-150 мг/дм<sup>3</sup>, доод хэсэгтээ 150-250 мг/дм<sup>3</sup> болж урсгалынхаа дагуу нэмэгдэнэ. Судалгаанаас харахад голын усны катионы харьцаа Ca<sup>2+</sup>>Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>>Mg<sup>2+</sup> анионы харьцаа HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>>Cl<sup>-</sup> байдаг.

Энэ нь дэлхийн цэвэр устай гол мөрний усны химийн найрлага, ионы харьцаатай ижил байгаа боловч Төв цэвэрлэх байгууламжийн ус бүрэн цэвэрлэгдэж чадалгүй Туул голд хаягдсанаас болон бусад гадны нөлөөнөөс гол ионуудын харьцаа катионууд  $Na^{++}K^{+}>Ca^{2+}>Mg^{2+}$ , анионуудаас сульфатын ион нилээд их болж усны найрлага шинж чанарт өөрчлөлт гарч байна. Сонгинын буланд усны цахилгаан дамжуулах чадвар жилээс жилд нэмэгдэж байна. Энд урсац бага болдог 4-р сард аммони азот, фосфорын агууламж хамгийн их утгандаа хүрэх ба 6-8-р сард голын урсац нэмэгдэхэд агууламж нь багасаж, 9-10-р сард дахин ихсэх хандлагатай болдог. Энэ нь голын усны бохирдол голын усны урсацын хэмжээнээс хамаардагтай холбоотой.

“Газар Эко” ХХК-ий судлаачид нийслэл хотын байгаль орчны төлөв байдлын цогц судалгаагаар хотын бүс нутгийн гадаргын усны бохирдлын мужлалын сонирхолтой судалгааг хийжээ.

Дээрх судалгааны материалуудыг үндэслэн голуудын бхирдлын био индексийн утгыг гол үзүүлэлт болгон авч Улаанбаатарын бүс нутгийн гадаргын усны бохирдлын мужлалыг хийжээ. Үүнд:

1) I муж буюу цэвэр усны муж

Энэ мужид Туул голын цутгал гол Тэрэлжээс Баянзүрх хүртэл, Сэлбэ голын Салхитын амнаас дээш нутгийг хамруулжээ. Энэ мужид ус маш цэвэр тунгалаг бөгөөд ёроолын хурдас нь бул чулуу, том хайрганаас бүрдсэн. Усны дундаж температур 1 метр орчим гүнд 6,2-6,4 хэм. Энд хаварч болон манцуйтан шавж давамгайлдаг бөгөөд усны чанар нь 4 баллаас бага

2) II муж буюу бага зэрэг бохир усны муж

Энэ мужид Туул голын Баянзүрхээс Сонсголон хүртэлх хэсэг, Сэлбэ голын Салхитын амнаас Дамбадаржаа хүртэлх хэсгийн ус орно. Усны чанар нь 4,0-5,5 балл. Энд ус нь голын дээд хэсэгтэйгээ харьцуулахад ихээхэн бохирдсон байдаг. Энд элдэв хог хаягдал голуудын эрэг орчмоор ихээхэн хуримтлагдсан бөгөөд ёроолын чулуун дээр нь перифитон замаг, зарим газраа ялангуяа зөөлөн урсгалтай буюу урсгалгүй жижиг булан тохой газар үржсэн. Усны температур дунджаар 9,8 хэм. Баянзүрх орчимд Налайх орчмоос ус цэвэрлэх байгууламжын бохир ус хөрсөн дээгүүр ба хөрсөөр нэвчин Туул голруу ордог учраас Туул голын бохирдол ерөнхийдөө эндээс эхэлдэг.

3) III муж буюу бохир усны муж

Энэ мужид Туул голын Сонсголонгоос Сонгино хүртэл хэсэг, Сэлбийн Дамбадаржаа, Арслантай гүүр орчмын ус, Богд уулын Их тэнгэрийн ам багтана. Усны чанар нь 5,5-7,5 балл. Энэ мужийн усны бохирдолтод хүн амын хэт их төвлөрөл, ахуйн хог хаягдал, үйлдвэрүүдийн бохир ус голлон нөлөөлдөг. “Сонсголон” цэгээс өмнө цахилгаан станцуудын бохир ус гол руу шууд бусаар нийлж ордог учраас

бохирдлын хэмжээ нь нэмэгдэж ирдэг. Усны температур дунджаар 12-13 хэм. Биомассын хувьд хэвэл хөлт, зөөлөн биетэн ба цөөн өргөст хорхой зонхилно.

#### 4) IV муж буюу маш бохир муж

Энэ мужид Туул голын Сонгиноос Алтанбулаг хүртэл хэсэг, Дунд голын Энхтайваны гүүрнээс дооших хэсгийн ус, Улиастайн адаг орчмын ус орно. Усны чанар нь 7,5 баллаас их. Энд Туул болон Дунд, Улиастайн голын бохирдол туйлдаа хүрдэг. Ус нь жинхэнэ өнгө төрхөө алдаж, эвгүй үнэртэй болсон бөгөөд голын хурдас нэлэнхүйдээ органик ялзмагаар хучигдсан, булингартай, температур нь өндөр. Энэ орчимд голын амьдралын хэвийн хэм хэмжээ нь аль хэдийн алдагдаж, одоо дараагийн үе шат буюу эврибионт (ямарч орчинд дасан зохицож амьдрах чадвартай амьтад) амьтадын дасан зохицох үйл явц нэгэнт эхэлсэн. Туул голын хэсэгт төв цэвэрлэх байгууламж болон биокомбинатын хаягдал, хотын үйлдвэрүүд ахуйн бохир ус нийлдэг. Туул голын судалгааны сүүлийн хоёр цэгт (Алтанбулаг, Хаданхясаа) гидробиологийн хувьд бохирдлын хэмжээ багасаж ирдэг боловч химийн найрлагаар тодорхойлоход бохирдол өндөр түвшинд хэвээрээ байдаг. Өөрөөр хэлбэл сүүлчийн хоёр цэгт гидробиологийн талаас авч үзвэл амьдрах нөхцөл дахин сэргэж ирдэг. Дунд гол нь хот дундуур урссаны улмаас элдэв өвчин үүсгэгч шимэгч хорхойн завсрын эзэн болох хэвэл хөлт зөөлөн биет ихэд олширч, эрүүл ахуй, ариун цэврийн хувьд маш тааламжгүй нөхцөл үүсч, ус нт эвгүй үнэртэй, элдэв хог хаягдлаар дүүрсэн. Улиастайн адаг орчмоор гэр хорооллын ахуйн хаягдлаас шалтгаалах бохирдол нилээд их юм.

## 2.5 Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн уур амьсгал

### Уур амьсгалын үндсэн нөхцөл, онцлог.

Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэр Хэнтийн уулархаг их мужид хамрагдана. Монгол орны физик газар зүйн дэвсгэр гадарга болон хотжилтын нөлөөгөөр микро, мезо уур амьсгалын өвөрмөц нөхцөлийг бүрдүүлдэг. Эх газрын сэрүүн бүсийн тэгш хэм бүхий уур амьсгалтай. Жилийн дөрвөн улирлын ялгаа ихтэй, агаарын температурын хэлбэлзэл өндөр, хур тунадас бага, уур амьсгалд өргөрөгийн болон өндрийн бүслүүр тодорхой илэрдэг.

Хур тунадасны 85-93% нь дулаан улиралд /4....11-р сард/ үүнээс зөвхөн 7, 8-р сард 50-60% нь орно. Салхины хурд уул хоорондын хөндийд 1-2 м/с, бусад нутгаар 2-3 м/с орчим байх ба хотын бичил салхины горим буй болдог. Улаанбаатарын агаар мандалд аэрозолийн хэмжээ нэмэгдэж, тунгалагшил буурч, нарны цацрагийн сулрал бүхий микро уур амьсгалын орчин бүрэлддэг.

Улаанбаатар хотын нийгэм, эдийн засгийн хөгжилд жилийн 4 улирал ихээхэн нөлөө үйлчлэлтэй. Жилийн 4 улирлыг дулаан хүйтэн 2 улиралд хувааж болох ба тэдгээрийг дотор нь хэд хэдэн үе болгон хувааж болно. Дулаан улирал 4-р сарын 4-өөс 10-р сарын 9 болтол 188 хоног, хүйтэн улирал 10-р сарын 9-өөс 4-р сарын 4 хүртэл 177 хоног үргэлжилнэ.

**Нарны гийгүүлэл, цацраг.** Нарны гийгүүлэл жилдээ 2730 цаг гийгүүлдэг нь боломжит үргэлжлэх хугацааныхаа 60% орчмыг эзэлдэг. Энэ нь орчны уул зүй, өглөө оройн нарны халхагдал болон хот орчмын үүлшил агаарын булингаршил зэрэгтэй уялдан 40% нь буурдаг. Нэг өдөрт жилийн дунджаар 7-8 цаг нар гийгүүлэхдээ үүлшлээс хамаарч хэлбэлзэх боловч зуны саруудад 8,5-9,5 цаг, өвлийн саруудад богиносч 5-6,5 цаг нартай байдаг. Нарны гийгүүлэл, үүлшил, нарны өндрөөс хамааран жилдээ 4390 мДж/м<sup>2</sup> нийлбэр цацраг, 2676 мДж/м<sup>2</sup> шулуун цацраг ирдэг. Нарны цацраг 5, 6-р сард хамгийн их, өвлийн саруудад хамгийн бага болдог.

**Агаарын дулаан хүйтний горим.** Улаанбаатар хотын дүүргийн нутаг дэвсгэрт агаарын олон жилийн дундаж температур -1,6 ... -3,7 °C байна. Улаанбаатар хотод өвлийн эх, төгсгөл хоёрт огцом хүйтэрч, дулааран агаарын температурын өөрчлөлт их болдог. Тухайлбал 2-р сарын сүүлчээс 3-р сарын эхний 10 хоногт шилжихэд арав хоногийн дундаж температур 4,1 °C-аар дулаарч, 11-р сарын эхний 1, 2-р арав хоногийн хооронд 4,2 °C-аар хүйтэрдэг.

**Үнэмлэхүй их, бага температур.** Улаанбаатарт 7-р сараас бусад бүх сард хамгийн бага температур 0°-аас хүйтэн байдаг, 11-р сараас 3-р сарын хооронд хамгийн их температур 0°-аас бага, бусад бүх сард үүнээс дулаан байдаг. Улаанбаатарт (жишээ нь Буянт-Ухаад) -30° хүйтэн болох нь жил бүр шахам тохиолддог бол -49° хүртэл хүйтрэх нь 100 жилд нэг удаа тохиолдох ховор үзэгдэл юм.

**Хоногийн дундаж агаарын температур.** Улаанбаатар хотод хоногийн дундаж агаарын температур 4-р сарын 14-нд 0°C-аас даван дулаарч 172-178 хоног үргэлжлээд, намар 10-р сарын 9-13-ны хооронд 0°C-аас доош орж хүйтэрдэг. Агаарын температур 5-р сарын 2-ноос 4-нд +5°C-ийн заагийг, мөн сарын 4-21-ний хооронд +10°C-ын заагийг дайран өнгөрнө. Агаарын температурын хоногийн явц сар сард болон хотын янз бүрийн хэсэгт ялгаатай байдаг. Жишээлбэл: 1-р сард үнэмлэхүй бага температур өглөөний 7-8 цагийн үед, үнэмлэхүй их температур өдрийн 14-15 цагийн үед тохиолдох ба хоногийн их, бага температурын зөрөө Буянт-Ухаад 10,8°C, Улаанхуаранд 8,4°C байхад Хүрэлтогоотод дөнгөж 3,3°C болж байна. 7-р сард хамгийн бага температур өглөөний 5-н цагийн үед, хамгийн их температур 15 цагийн үед тохиолдох ба хоногийн агууриг нь Буянт-Ухаад 9,6°C, Улаанхуаранд 8,6°C, Хүрэлтогоотод 6,1°C болно. Хоногийн температурын хэлбэлзэл хавар, намрын улиралд хамгийн их. Жишээлбэл 4-р сард дээрх 3 станцад харгалзан 12,5°C; 10,1°C; 6,8°C байна.

**Хөрсний дулаан, хүйтний горим.** Улаанбаатар хотын дүүргийн хөрсний гадаргын жилийн дундаж температур -0,3...-0,2° C, Улаанхуаранд арай дулаан, Буянт-Ухаад хамгийн хүйтэн байна. 1-р сард хамгийн хүйтэн -22,8...-29,0°C, 7-р сард хамгийн дулаан 18,6-21,0°C орчим байна.

Хөрсний үнэмлэхүй хамгийн дулаан 61,7...-66,2°C хүрч хотын төвд их, захдаа сэрүүвтэр, үнэмлэхүй хамгийн хүйтэн -44,0...-49,4°C, үнэмлэхүй хамгийн их, бага

температурын агууриг 105-115<sup>0</sup>С байдаг хөрсний-уур амьсгалын эрс тэс шинж өндөр зэрэглэлтэй. Хөрсний өнгөн давхаргын 5, 10, 15, 20 см гүнд 4-р сарын сүүлчээс 9-р сарын сүүлч хүртэл нэмэх утгатай байна. Газрын гүний температур нь хотод барих барилга байгууламж, газрын доорхи төрөл бүрийн байгууламж, дулаан, цэвэр бохир усны хоолойг байгуулах зохимжтой гүнийг тогтоох зэрэгт чухал хэрэгцээтэй.

Улаанбаатар хотод газрын гүний температур 0,2-3,2 м хүртэл жилийн дунджаар нэмэх тэмдэгтэй байна. Газрын гүнд температурын хувиарлалт нь тодорхой зүй тогтолтой. Зуны улиралд гүн ихсэхээр температур буурч, өвлийн улиралд гүн рүүгээ дулаарч, хавар, намар шилжилтийн байдалтай. Тухайлбал 4, 10-р сард дунд гүн (0,8; 1,2м) дулаан, хоёр тийшээ сэрүүссэн явцтай байна.

Улаанбаатар хот дотор (Улаанхуаран станцад) зуны 7-8-р сард +20<sup>0</sup>С-ын изотерм 5-10 см-ийн гүнд, +15<sup>0</sup>С-ынх 40 см-ийн гүнд, 10<sup>0</sup>С-ын изотерм 8-9-р сард 1,25 м гүнд, +5<sup>0</sup>С-ынх 10-р сард 2,5 м гүнд тус тус тархсан байна. Газрын гүн рүү 0<sup>0</sup>С-ын изотерм 4-р сард 2,9-3 м хүртэл гүнд, -5<sup>0</sup>С-ынх 3-р сард 1,7 м-ийн гүнд, -10<sup>0</sup>С-ынх 1,0 м гүнд, -15<sup>0</sup>С-ынх 0,55 метрт, -20<sup>0</sup>С-ынх 2-р сард 0,15 м тус тус илэрч байна.

Гэтэл хотын зах руу буюу Буянт-Ухаад 7-р сард +20<sup>0</sup>С-ын изотерм 0,1-0,12 м гүнд 7-р сарын сүүлчээр +15<sup>0</sup>С-ынх 0,3 м-ийн гүнд, 8-р сард +10<sup>0</sup>С-ынх 0,82 м-ийн гүнд, 9-р сард +5<sup>0</sup>С-ынх 1,4 м-ийн гүнд тархаж 0<sup>0</sup>С-ын изотерм 3,2 м-ээс их гүнд 4-5-р сард тохиолддог. Газрын гадаргаас доош 2,4 м-т 0<sup>0</sup>С-аас дулаан байх хоног жилдээ 283 өдөр, +5<sup>0</sup>С-аас дулаан байх нь 54 хоног болж байна.

Улаанбаатар хотод хөрсний гадарга дээрх анхны цочир хүйтрэл 8-р сарын 22 –нд, сүүлчийн цочир хүйтрэл 6-р сарын 13-нд тус тус ажиглагдах тул хүйтрэлгүй үеийн буюу ургамлын ургалтын хугацаа 69 хоног үргэлжилнэ. Ул хөрсний хөлдөлтийн норматив гүн нь шавар шавранцар хөрсөнд 2,9 м, элсэнцэр хөрсөнд 3,4 м, том ширхэгт элсэн хөрсөнд 4,5 м тус тус байна.

**Агаарын даралт.** Буянт-Ухаа станцын мэдээгээр Улаанбаатарт далайн түвшинд шилжүүлсэн даралт жилийн дундаж байдлаар 1022,3гПа байх бөгөөд сарын дундаж даралт зун хамгийн бага (1003,7гПа), өвөл хамгийн их (1041,8гПа) байдаг.

Практикт станцын түвшин дэх агаарын даралтыг хэрэглэх явдал олонтоо. Тэгвэл станцын түвшин дэх агаарын даралтын хамгийн их утга (896,8гПа) нь 11-р сард, хамгийн бага утга (843,1гПа) 3-р сард байдаг. Станцын түвшин дэх сарын дундаж агаарын даралтын судалгаанаас үзвэл харьцангуй өндөрт байрлах Богд хан уулын Хүрэлтогоот станцад (1660 м-т) сарын дундаж даралт хавар, намар их байдаг. Даралтын өндрөөшөө буурах хэмжээ өвөл 8 м тутам, зун 9,2 м тутамд 1 гПа байна. Агаарын даралтын жилийн явцаас авч үзвэл хавар, намрын улиралд буюу Азийн эсрэг циклон тогтох, задрах үесээр даралтын өөрчлөлт хамгийн их болно.

**Салхины горим.** Салхины чиглэл Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн янз бүрийн хэсэгт улирал, сар, хоногоор ихээхэн ялгаатай. Буянт-Ухаад жилийн дундаж байдлаар зүүн өмнөдийн салхины 24,6%-ийн давтагдал занхилох ба ялангуяа өвлийн улиралд энэ чиглэлийн салхины давтагдал 49-57% болж илт давамгайлна.

Богд уулын ар, Туул гол дагасан хажуугийн салхины давтагдал шөнөөсөө хоёр дахин буурч, хойд, баруун хойд зүгийн салхи ихэсдэг. Харин Улаанхуаранд

буюу хотын зүүн хэсэгт жилийн дундаж байдлаар баруун хойд зүгийн салхи 41,1%-ийн давтагдалтай зонхилох боловч зүүний салхи 17,2% байгаа нь зэргэлдээх зовхиосоо хавьгүй их давтагдал юм. Ялангуяа 1, 2-р сард энэ зүгийн салхи 25,9-33,3% болж ноёлох чиглэл болдог. Энэ чиглэлийн салхи хавар, намар нилээд буурах авч зун ахин ихсэж байна. Энд уул хөндийн салхи, хотын төв рүү чигэлсэн салхи хавсарч байдаг. Уул өөд өгсөх тутам жжл хөндийн салхи сул илэрдэг. Жишээлбэл Хүрэлтогоот станцад жилийн турш баруун, баруун хойд зүгийн салхи 22-52%-ийн давтагдалтай ноёлно.

Харин зун 6, 7-р саруудад зүүн өмнөдийн салхи 21,9-30,9%-ийн давтагдалтай байх ба бусад бүх сард баруун, баруун хойдын салхи 46-90%-ийн давтагдалтай байна. Салхины сар жилийн дундаж хурд Буянт-Ухаа, Улаанхуаран станцад, Хүрэлтогоотоос хоёр дахин их юм. Хотын дотор жилийн турш салхины хурд жигдэвтэр 1-3 м/с салхитай байдаг бол Буянт-Ухаад салхины хурд улирлаас улиралд дахин ихсэж багасдаг. Зонхилох чиглэлийн салхи ихэвчлэн их хүчтэй байдаг. Гэвч энэ нь бас байнга их байдаггүй.

Тухайлбал, Буянт-Ухаад жилийн дундаж байдлаар зүүн өмнөдийн салхи зонхилдог атал өвөл ч, жилийн дүнгээр ч хойд, баруун хойдын салхины хурд хамгийн их, дунджаар 4,5-5,0 м/с болж байна. Улаанхуаранд жилийн турш баруун хойд, хойд зүгийн салхи хамгийн их хурдтай авч, зүүн, зүүн өмнөдийн салхины хурд зэргэлдээ зовхисынхоосоо арай хүчтэй юм. Салхины хурдны давтагдлыг зайцаар авч үзвэл өвлийн улиралд намуун үед (0-1 м/с салхитай) Буянт-Ухаад 74,1-85,7%, Улаанхуаранд 61,9-70,7%-ийн давтагдалтай зонхилж, хавар зуны саруудад 2-5, 6-10 м/с хурдтай салхины давтагдал эрс өсөж, зарим нэг сард 40% хүрч байна.

Хотын дотор (Улаанхуаранд) 15 м/с-ээс их юмуу, намуун үе цөөн, харин 2-5м/с хурдтай салхи Буянт-Ухаагаас их байгаа нь дээрх дүгнэлтийг нотолж байна. Ер нь салхины их хурд зарим үед 40 м/с хүрч сүйрэл гамшиг болох нь бий. Салхины хурдны хоногийн ялгааг цагаар авч үзвэл шөнө намуун үе их, өдөр намуун үе цөөн, харин 2-5, 6-10 м/с салхитай үе нэмэгдэж ирдэг ажээ. Улаанбаатарт өвлийн өдөр шөнөө бодвол 0-1 м/с хурдтай салхи 27,9%-аар буурч, 2-5 м/с хурдтай салхи 20,3%-аар ихсэх, зун 13 цагт 2-5 м/с хурдтай салхи хамгийн олон (46,4%) тохиолдох бөгөөд 19 цагт ч салхины хүч онц буурдаггүй байна.

**Хур тунадас, чийгшил, агаар мандлын зарим үзэгдэл.** Хур тунадас дулаан улиралд дийлэнх нь орж өвлийн саруудад жилийн хэмжээний 5-7% хувь нь ордог. Жилдээ хур тунадас Улаанбаатар хотоос уулархаг хэсэгтээ илүү унаж уул руугаа бүрч ихсэж 250-350 мм орчим орох боловч уул өөдөө 400мм болдог. Хамгийн их бороотой 6-8 дугаар сард нийт хур тунадасны 70-75 хувь (180-200мм) ордог.

4-өөс 10-р сарын 50-60 хоногт бороо, 2-3 өдөр ширүүн мөндөр орж, 30-35 өдөр аянга цахилгаан цахилж нэгж талбайд 5-6 удаа ниргэлттэй, дулаан улиралдаа 46 (хамгийн олон нь 100) цагт аянгын үйлчлэлтэй байдаг. Хүйтэн улиралд 9-5 саруудад 30 орчим хоногт цас орж, 1-2 өдөр цасан шуурга шуурдаг. Дулаан улиралд нэг хоногт 46-72 мм тунадас бүхий их бороо 2,6 мм/мин хүртэл эрчимтэй орж, үер усны аюул 60 жилд 1-2 удаа тохиолдох хангамжтай байдаг.

Агаарын харьцангуй чийгшил жилд 65% хүрдэг ч хавар 45-55%, хамгийн бага үедээ 30% ба үүнээс ч доошилж хуурайших нь цөөнгүй. Өвлийн саруудад чийгшил 75-77% хүрч, хурд борооны улиралд 2 дахь ихсэлт нь 68% болж, хоногт үүрээр хамгийн их чийгшиж, зуны саруудад 30-40 өглөө мөнгөн шүүдэр унаж байдаг.

## 2.6 Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн хөрсөн бүрхэвч

Улаанбаатар хотын нутаг нь уулын ой тайга болон хээрийн бүсийн зааг дээр оршдог. Хөрсний газарзүйн мужлалтаар Улаанбаатар хот хөрс-био уур амьсгалын Хангайн их мужийн Хэнтийн өмнөх тойрогт багтах бөгөөд Туул голын өргөн хөндий, Хэнтийн нурууны салбар уулын энгэр хажуугаар ихэвчлэн хар хүрэн хөрс зонхилно. Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн хойд хэсгээр ойн хөрс, уулын хар шороон, ам хөндийгөөр нуга-намгархаг хөрстэй байхад урд хэсгээр уулын хар хүрэн хөрс голчлон тархана. Туул, Сэлбэ, Дунд, Улиастай зэрэг том жижиг голуудын хөндийгөөр аллювийн хөрстэй. Өндөр уулархаг газар ойн хилээс дээш хад асганы хооронд хүлэрлэг бараан, чулуурхаг бараан хөрс тархана. Уулын ар хажуугийн ой тайгатай газраар тайгын ширэгт, тайгын цэвдэгт, ойн бараан хөрс тогтворжино. Ойн хилээс доош нугат хээрийн ургамалшилтай газраар хар шороон хөрстэй.

Энэ хөрс 40-60 см-ийн зузаан ялзмагт давхаргатай, органикийн агууламж их, карбонатгүй үржил шимийн түвшин өндөр болно. Уулын тайгын бүсийн жижиг голын хөндийгөөр цэвдэгт бараан, хүлэрлэг глейт бараан хөрс тархана. Цэвдэгт хөрсний хүлэрлэг үе нь 0,5 метрээс хэтрэхгүй. Нам болон дундаж өндөр уулархаг газраар чулуурхаг хар хүрэн хөрс, харин уулын бэл, ам хөндийн талархаг газраар хар хүрэн хөрс зонхилно. Энэ хөрсний үржил шимийн түвшин дунд болон дундаас доош учраас газар тариаланд тохиромжгүй.

Ихэнхи газар тариаланд тохиромжтой газрууд Хүй мандал, Хөлийн голын эх, Түргэний голын адаг, Хөшигтийн хөндийн зүүн хэсгээр байна. Улаанбаатар орчим нутаг нь вегетацын хугацаа богино, цочир хүйтрэл эрт болдог зэргээс шалтгаалж улаан буудай төдийлөн тариалдаггүй, харин төмс болон хүнсний ногоо, малын тэжээл голчлон тариална.

Улаанбаатар хотын хөрсний жагсаалт  
Өндөр уулын хөрс  
Чулуурхаг цэвдэгт  
Бараан хүлэрт  
Ойн хөрс  
Тайгын цэвдэгт  
Тайгын ширэгт хөрс  
Ойн бараан  
Уулын хээрийн хөрс  
Чулуурхаг хар шороон  
Чулуурхаг нимгэн хар шороон  
Чулуурхаг хар хүрэн  
Чулуурхаг нимгэн хүрэн

#### Хээрийн хөрс

- Хар шороон
- Нимгэн хар шороон
- Карбонатгүй хар шороон
- Нугархаг хар шороон
- Сайргархаг хар хүрэн
- Нимгэн сайргархаг хар хүрэн
- Элсэнцэр хар хүрэн
- Элсэнцэр сайргархаг хар хүрэн
- Үлдмэл нугын шинжтэй хар хүрэн

#### Чийгт гарлын хөрс

- Глейхэг бараан
- Бараан цэвдэгт
- Хүлэрлэг бараан
- Хүлэрлэг бараан цэвдэгт

#### Давсархаг хөрс

- Мараа хужирлаг, мараа
- Хужир, марз

#### Голын татмын хөрс

- Аллювийн ширэгт
- Аллювийн хайргархаг
- Аллювийн бараан
- Аллювийн хүлэрлэг

**Өндөр уулын хөрс** уулын орой хэсэгт үнэмлэхүй 2000 метрээс дээш тэгшивтэр хад асганы завсар хооронд сөөг хөвдөт уулын цармын ургамалшил доор тогтворжино. Чулуурхаг цэвдэгт, бараан хүлэрт хөрснүүд түгээмэл тархана. Хөрс нь 30-40 см-ээс илүүгүй нимгэн давхаргатай, дээд хэсэгтээ хар бараан өнгийн хүлэрлэг ургамлын дутуу ялзарсан үлдэгдэл ихтэй ялзмагт давхаргатай (А), доошоо шилжилтийн В давхарга болон хөрс үүсгэгч чулуулагтай. Ихэвчлэн -чулуурхаг, хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй байна. Ялзмагийн агууламж 7-9% хүртэл, урвалын орчин сул хүчиллэг рН=6,5 карбонатгүй, шим тэжээлийн бодис фосфор, калиар дундаас дээш зэргийн хангалттай байна.

**Ойн хөрс** Уулын ойн үндсэн хөрс нь тайгын ширэгт, тайгын цэвдэгт хөрс юм. Ойн доод зах орчим хээрийн бүстэй залгаа газраар навчит болон шилмүүст ой холилдсон газар ойн бараан хөрстэй. Уулын ойн хөрсний өвөрмөц нэгэн онцлог бол чандруужих үйл явц сул явагддаг, цэвдгийн нөлөө их, чулуурхаг зэрэг шинж чанарууд болно.

**Тайгын цэвдэгт хөрс** Энэ хөрс ойн дээд хэсэгт (2200-2000 метр) хуш, хар мод бүхий тайгын ойд хөвд, сөөг бүхий ургамалшил доор тогтворжих бөгөөд цэвдэг 1 метрээс багагүй гүнд тохиолдоно. Хөрс нь маш их чулуурхаг (нийт хөрсний 40-60%), тоосорхог, хөнгөн шавранцар бүрэлдэхүүнтэй байна. Хөрсний дээд хэсэгт 6-12 см-



ийн зузаан хөвд, хүлрэнцэр хучаастай, доор нь жигд биш улбар бор эсвэл сааралдуу гүн бор өнгийн органик хуримтлал бүхий чийглэг бүдүүн ялзмагт давхаргатай, түүнээс доош 5-10см зузаантай нэгэн жигд улбар бор, цайвар улаавтар эрдэсжсэн давхарга залгана.

**Тайгын ширэгт хөрс** Монгол орны ойн хөрсний хамгийн гол хөрс болно. Ойн доод хэсгээр 1700-2000 метрт нарс, хар мод, хус бүхий хөвд багатай сөөг, алаг өвс бүхий ургамалшил доор тогтворжино. Цэвдэг нилээд доор 1 метрээс доош эхэлнэ. Хөрс нь чулуурхаг, элсэнцэр, шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй, доод хэсгээр чулууны агууламж ихэснэ. Дээд хэсэгтээ 2-4 см орчим зузаан хучаас үетэй, түүний доор 5-10 см жигд хар саарал, зэгэлдүү бараан ялзмагт давхарга залгана. Доод хэсгийн Vf болон Vc давхаргууд нь цайвар бор, улбар эсвэл зосорхог бор өнгөтэй, ялзмаг багатай байна.

**Хээрийн хөрс.** Улаанбаатар хот орчим зонхилон хар хүрэн хөрс тархсан. Үетэн алаг өвст хээрийн ургамалшил доор (60-80%-ийн ургамлан бүрхэцтэй) тогтворжих бөгөөд харьцангуй зузаан 20-30 см бараан бор ялзмагт давхаргатай. Хэдхэн см-ийн доор карбонат хуримтлалын давхаргатай. Дээд талын ялзмагт “А” үе болон карбонат давхаргын хооронд 10-20 см-ийн зузаантай бор өнгийн “В” буюу шилжилтийн давхарга байдаг. Хайргархаг шавранцар, элсэнцэр механик бүрэлдэхүүн зонхилно. Мөн элсэрхэг хөрс ч тохиолдоно.

**Хар шороон хөрс** нь ар хажуугийн доод хэсэгт ойн хилээс доош 1700-1500 метрт 60-90%-ийн бүтэцтэй нугат хээрийн ургамалшил доор тогтворжино. Ойгоос урсаж буй гадаргын урсац хөрсний илүүдэл чийгийг үүсгэж, нэвт норж чийглэгдэнэ. Карбонат хуримтлал 80-100 см-ийн гүнд бий болно. Гүн саарал, хүрэн бараан саарал өнгөтэй бөөмөрхөг бүтэцтэй ялзмагт үе тод ялгарна. Ялзмагт давхаргын зузаан нь (А+В) голдуу 50-60 см-ээс хэтэрдэггүй. Жижиг талст бүхий нунтаг карбонаттай.

**Чийгт хөрс** нь жижиг гол горхи бүхий хөндийн ёроол, гүний ус гадаргад ойрхон хотгор хонхор газар тархдаг бөгөөд хөрсөнд илүүдэл чийг бүхий орчин үүсдэг. Харьцангуй бага буюу 0,5-1,0 метрээс хэтрэхгүй хүлэр болон бүдүүн ялзмагийн хуримтлал үүснэ. 9-10 сар орчим үргэлжлэх хүйтний улирал нь илүү зузаан хүлэр хуримтлагдах нөхцлийг хязгаарлана. Хэнтийн уулархаг нутагт хүлэрлэг цэвдэгт, Бараан цэвдэгт, Глейрхэг бараан зэрэг хөрс тархдаг. Энд цэвдгийн гүн 1 метр дотор байна. Хээрийн бүсийн намгархаг хөрс нь ихэвчлэн давсжилттай байдаг.

**Давсархаг хөрс.** Мараа болон Хужир гэсэн 2 хэв шинжийн давсархаг хөрс байна. Хотын урд хэсэг, Налайх, Зуун мод хотоос урагш хээрийн бүсийн хотгор газар, жижиг нуур тойрмын эргэн тойронд давсархаг хөрс голчлон тархана. Хужирлаг хөрс нь их хэмжээний давс агуулсан байна. Мараалаг хөрс нь босоо баганан бүтэцтэй, хатуу нягт мараалаг давхаргатай байдаг. Давсархаг хөрс нь малын тэжээлийн чухал нөөцийн нэг болдог.

**Голын татмын хөрс.** Томоохон голуудын татмаар Аллювийн хөрс тархана. Татмын газрын гадарга нь хотгор гүдгэр ихтэй бөгөөд тухайн газрын нөхцөлөөс шалтгаалж аллювийн ширэгт, аллювийн бараан, аллювийн хүлэрлэг хөрс ялгарна. Аллювийн бараан хөрс татмын алаг өвс-улалжит ургамалшилтай газраар тархана. Ялзмагт давхаргын зузаан 20-40 см орчим зузаан бүдүүн ялзмагтай, доошоо элсэнцэр, шавранцар ээлжилсэн судал үеүдтэй, хөрс үүсгэгч чулуулаг нь элс хайргархаг аллювийн хурдас болно. Хөрсний дээд хэсэг ялзмагийн агууламж 5-10% доошлох тусмаа багасдаг. Урвалын орчин саармаг (pH=6,5-7,0). Глейт шинж тод илэрсэн, гүний усны нөлөөгөөр үүссэн төмрийн ислийн зосорхог толбо өнгөртэй. 2010 онд Нийслэлийн Засаг Даргын Тамгын газрын захиалгаар “Гео Экосфер” ХХК-иас гүйцэтгэсэн Улаанбаатар хотын хөрсний төлөв байдал, бохирдолтын судалгааны дүнгээс харахад дараахь гол дүгнэлтийг хийж болох юм. Үүнд; 2010 оны байдлаар Улаанбаатар хотын хөрсөн бүрхэвчийн бохирдолт өмнөх жилүүдийнхээс ихсэх хандлагатай байв. Нийт 214 цэгээс авсан судалгааны дүнгээс үзэхэд:

Автомашинны төвлөрөл ихтэй Сүхбаатар дүүргийн нутаг дэвсгэрийн хөрсөн дэх хар тугалганы дундаж хэмжээ 132мг/кг буюу хүлцэх агууламжаас их гарсан. Мөнгөн усны дундаж агууламж 2008 оны хэмжээнээс бага зэрэг буурсан үзүүлэлттэй байжээ. Хөрсний органик гаралтай бохирдолт болох аммоний дунджаар 4,35мг/100г байгаа нь ердийн бэлчээрийн хөрснөөс 4 дахин илүү, ялангуяа хүн их цугладаг газар агууламж нь өндөр, мөн фосфор дунджаар 5,42мг/100г байгаа нь ердийн бэлчээрийн хөрснөөс 2 дахин илүү үзүүлэлт болно. Шингэн органик бохирдлоос гаралтай аммоний, фосфор нь хэвийн хэмжээнээс хэтэрсэн тохиолдолд гадаргын болон газрын доорх усыг бохирдуулах аюултай.

Утааны бохирдолтой холбоотой хөрсөн дэх хүхэрийн хэмжээ (SO<sub>4</sub>-4.71мг-экв/100г) нилээд өндөр байжээ. Ялангуяа гэр хороолол орчмын хөрсөнд хотын дунджаас 2 дахин илүү илэрчээ. Нефть бүтээгдэхүүний бохирдол автомашин засварын газрын орчимд хотын дунджаас 2–3 дахин илүү байжээ. Улаанбаатар хотын хөрсний бохирдол сүүлийн жилүүдэд ихсэж байна. 2010 онд хийсэн энэ судалгааны дүнгээр Улаанбаатар хотын хөрсөн дэх хүнд металлын агууламж хэдийгээр ихэнхи тохиолдолд стандартаар тогтоосон хүлцэх агууламжаас доогуур байгаа ч 2008 онд хийсэн судалгааны дүнтэй харьцуулж үзэхэд ихсэх хандлагатай гарчээ. Цаашид Улаанбаатар хотын хөрсний бохирдол хандлагатай байгаа учраас бохирдлын эх үүсвэрийг багасгах хүн ардын эрүүл амьдрах нөхцөлийг бүрдүүлэх талаар бүх нийтээрээ анхаарах шаардлагатай болно. Улаанбаатар хотын барилгажсан хэсэгт хөрс устаж дарагдсан ба гэр хорооллоор бүрэн талхлагдан устаж байна.

## 2.7 Олон жилийн цэвдэг чулуулаг

Олон жилийн цэвдэг чулуулаг (ОЖЦЧ) тархалтын байдлаар нь түүний эзлэх талбайн харьцах хувийн дагуу үргэлжилсэн (80%-аас их), тасалданги (30-83%), алаг цоог (2-30%), тохиолдлын (2%-аас бага) тархалттай гекриологийн муж буюу талбайнуудад ангилан хувааж үзэв. ОЖЦЧ-ийн бүрэлдэн тогтсон температурын

горим, мөн судалгааны баримтат мэдээнд тулгуурлан Улаанбаатарын бүс нутгийн ОЖЦЧ-ийн тархалтын зүй тогтол, зузааны өөрчлөлтийг байгалийн гол хүчин зүйлсийн хамааралтайгаар товч тодорхойлвол: (зураг-7) уулсын ОЖЦЧ-ийн тархалт, зузаан, температурыг тодорхойлогч гол хүчин зүйлсүүд бол уулсын өндөршлийн бүслүүр, ар, өвөр, хажуугийн ялгаа, хэвгий, ойн бүрхэвч билээ. Ойн бүрхэвч бүхий дундаж өндөрлөг уулсын ар хажуу, хяр, цармын талбайд үргэлжилсэн тасалданги ОЖЦЧ, ойн бүрхэвчгүй, гандуу хээрийн бүсийн нам уулс, цав, толгод, ухаа гүвээний ар хажуугийн задгай талбайд алаг цоог, тохиолдлын ОЖЦЧ тус тус зонхилон тархана. Уулсын ялангуяа боржингийн тарамцаг газрын хөрсний чигжээсгүй асга, нургын хурдсанд ОЖЦЧ ямагт бүрэлдэн тогтох онцлогтой байна. Уулсын өвөр хажуугийн хадан чулуулагт ОЖЦЧ үүсэх боломжгүй. Иймээс уулын ойт хээрийн бүсийн нутагт ОЖЦЧ зонхилсон ба зөвхөн улирлын цэвдэгтэй талбай өөр хоорондоо харьцангуй эрс ялгагддаг онцлогтой. Хөндий, хотгор газрын ОЖЦЧ-ийн тархалт, зузаан, температурыг тодорхойлогч гол хүчин зүйлсүүд бол сэвсгэр хурдасны бүрэлдэхүүн, ус-чийгийн хэмжээ, хөндийн өвлийн агаарын температурын тонгоруу зэрэг юм. Ялангуяа Налайхын хотгор, Хонхорын хөндий, өвлийн агаарын температурын тонгоруу буюу хүйтэн жавар их тогтохын зэрэгцээ доод цэрд плиоцены чийглэг шавар, шавранцар хурдас түгээмэл тархсанаас шалтгаалан энд үргэлжилсэн ба тасалданги ОЖЦЧ үүсч хөгжих байгаль цаг уурын аятай нөхцөл бүрджээ. Туул голын хөндийд өвлийн хүйтэн жавар нэлээд тогтохоос гадна намагжуу татмын элсэнцэр, шавранцар бүрэлдэхүүнтэй нимгэн хөрс нэлээд тархах боловч хөндий гольдролын элс, сайр, сайргархаг хурдасны усны түвшин гүехэн, байнгын чөлөөт урсацтай байх учир энд ОЖЦЧ үүсч хөгжих боломжгүй.

Иймэрхүү геологи, гидрогеологийн нөхцөлтэй бусад дунд, жижиг голын хөндийн ихэнх талбайд, мөн заримдаа ам хөндийн горхийн дагуух намагжуу гадаргатай нуга, татам газар ОЖЦЧ байхгүй ажээ. Ялангуяа тектоник хагарлын дагуух газар доорх усны байнгын шүүрэлттэй газар ОЖЦЧ байхгүй. Алаг цоо, тохиолдлын ОЖЦЧ нь хөндийн хурдаст усны нөлөөгүй голын татам, дэнжийн болон ихэвчлэн ар хажуу бэлийн шавранцар, элсэнцэр чигжээстэй чийглэг ул хөрсөнд бүрэлдэн үүснэ. Бүс нутгийн баруун өмнөт хэсгийн бараг нийт талбайд ОЖЦЧ тархаагүй бөгөөд харин гандуу хээрийн бүсийн нутагт тохиолдлын тархалттай ОЖЦЧ нь зарим булаг орчмын болон жижиг хотсын шавар, шавранцар, элсэнцэр ул хөрсөнд дайралдана. ОЖЦЧ-ийн 10 м гүнд дундаж температур  $0,1^{\circ}\text{C}$ -аас  $-2^{\circ}\text{C}$ -ын хооронд хэлбэлзэнэ.  $-1-2^{\circ}\text{C}$  температуртай хамгийн хүйтэн ОЖЦЧ үргэлжилсэн ба тасалданги тархсан талбайд,  $0,1^{\circ}\text{C}$ -аас  $-0,5^{\circ}\text{C}$  температуртай дулаан ОЖЦЧ тохиолдлын ба алаг цоог тархсан талбайд тус тус байна. Температурын хэмжилтээр хамгийн хүйтэн ОЖЦЧ Налайхын бүс нуурын ба Хонхорын хөндий дэх бөөргөнд  $-0,8-1,5^{\circ}\text{C}$  температуртай байлаа. ОЖЦЧ-ийн зузааны түүний доод зааглалын гүнээс улирлын гэсэлтийн гүний хэмжээг хасаж тогтоодог. ОЖЦЧ –ийн зузаан нь дундаж температуртайгаа шууд, цэвдэгт давхаргынхаа температурын шатлууртай урвуу хамаарлаар өөрчлөгдөнө. Хэмжилтээс үзвэл ул хөрс, чулуулгийн дулаан дамжуулалтын итгэлцүүрээс хамаарч ихэнх тохиолдолд температурын дундаж шатлуур уулсын хадан чулуулагт  $0,01-0,025$  град/м, шаварлаг бүрэлдэхүүнтэй

сэвсгэр хурдсанд 0,02-0,04 град/м байна. Иймээс адил  $-1,5^{\circ}\text{C}$  температуртай ОЖЦЧ-ийн зузаан хадан чулуулаг 100-120 м хүрэх боломжтой байхад сэвсгэр хурдсанд 50 м-ээс хэтрэхгүй. Бүс нутгийн ОЖЦЧ-тэй уулсын талбайд түүний дундаж зузаан 50-120 м-ээс багагүй юм. Харин бүс нутгийн хөндий, хотгор, хажуу бэлийн ОЖЦЧ дундаж зузаан үргэлжилсэн тасалданги тархалттай талбайд 30-50 м-ээс, тохиолдлын ба алаг цоог тархалттай талбайд 30 м-ээс төдийлөн хэтрэхгүй.

Хадан чулуулаг нь зөвхөн хожуу гарлаар хөлдсөн байх тэдгээрийн мөсжилтийн хэмжээг чулуулгийн анхдагч ан цав, судал, хөндийлж, түүнд агуулагдаж байсан ус, чийгийн хамааралтайгаар тодорхойлдог. Хадан чулуулгийн мөсжилт нь өгөршлийн дээд (0,5-3 м) бүсэд 3-8% хүрч доошлох тусам буурсаар 50-100 м-ийн гүнд 0,5%-аас хэтрэхгүй. Ихэвчлэн хожуу гарлаар хөлдсөн аллюви, пролюви, нуурын сэвсгэр хурдсанд 5-30% мөсжилттэй бул чулуу, хайр хайрга, элсэрхэг бүрэлдэхүүн зонхилж цул, бүрхүүл, хадан хөвмөл цэвдэг цогцолбор үүснэ. Харин хязгаарлагдмал тархсан шавар шавранцар, элсэнцэрхэг ул хөрсөнд 15-50% мөсжилттэй үелэг, торлог цэвдэг цогцолбор байх онцлогтой.

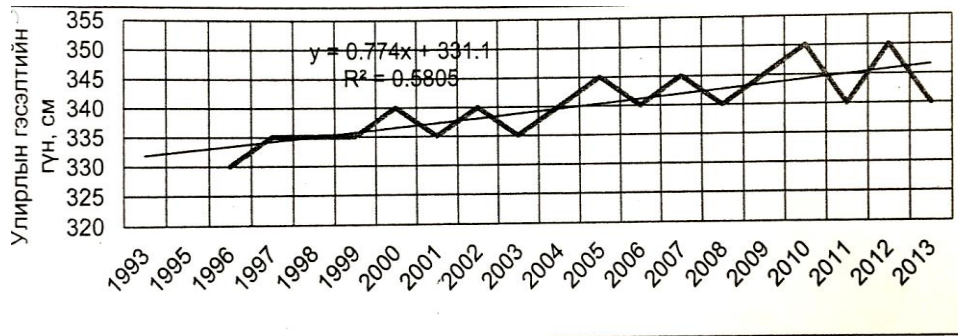
## **2.8 Ул хөрсний улирлын хөлдөлт, гэсэлт**

ОЖЦЧ тархсан талбайд ул хөрсний улирлын гэсэлт, харин байхгүй талбайд ул хөрсний улирлын хөлдөлт явагдана.

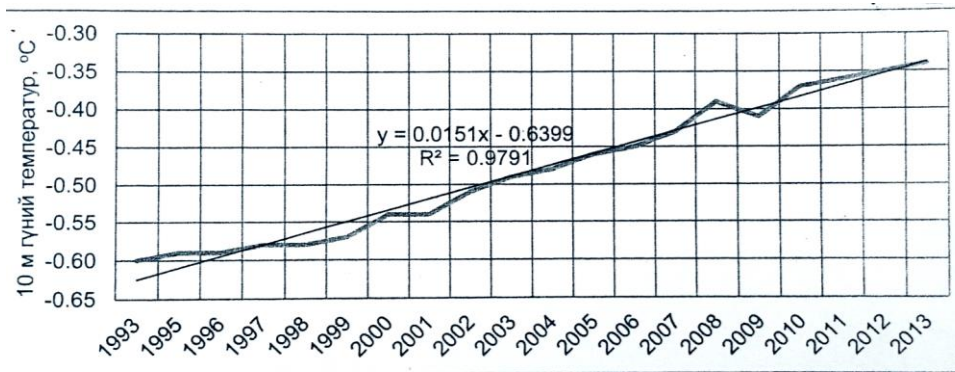
Улаанбаатар бүс нутгийн хэмжээнд ул хөрсний улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн гүнийг тусгайлан судлаж зураглаагүй. Харин бүс нутгийн хэмжээнд нийт 18 цооногт ул хөрсний улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн гүн, хөдлөлзүйг температурын горимын хэмжилтээр тодорхойлсон.

Энэ хэмжилтийн мэдээнд тулгуурлан бүс нутгийн улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн гүн, хөдлөлзүйг дараах байдлаар тодорхойллоо. Үүнд: Налайхын бүс нуурын бөөрөг, хотсын  $-1,5^{\circ}\text{C}$  температуртай их чийглэг шаварлаг ул хөрсний улирлын гэсэл гүн хамгийн бага буюу 1,5 м байна. Тэгвэл, ойн бүрхэвч бүхий уулсын 1800-2200 м өндөр түвшингийн ар хажуугийн их чийгтэй элюви-хадан чулууны улирлын гэсэлтийн гүн 1 м хэтрэхгүй юм. Бүс нутгийн ОЖЦЧ-ийн зонхилох температур  $-0-0,4^{\circ}\text{C}$  орчим байгаагаас шалтгаалан олон цооногт улирлын гэсэлтийн гүн хамгийн их буюу 6-8 м хүрч байна. Жишээлбэл; Аргалантын районы МЗ цооногт улирлын гэсэлтийн гүн 2000 оны үед байснаа 6 м цэвдгийн алдралын явцад 2013 оны үед 8 м хүрчээ. Бүс нутгийн улирлын гэсэлт зонхилох (дундаж) гүн 3-4 м байхаар байна. Олон жилийн дунджаар тооцоход ул хөрсний улирлын гэсэлт 4-р сарын эхний хагаст, улирлын хөлдөлт 10-р сарын сүүлийн хагаст эхлэхээр байна. Ул хөрсний гэсэлтийн гүн 1,0-2,5 м орчим байх талбайн улирлын гэсэлт 10-11-р сар хүртэл, харин гэсэлтийн гүн 6-8 м хүрэх талбайн улирлын гэсэлт ул хөрсөнд зун хуримтлагдсан дулааны нөлөөгөөр 12-2-р сар хүртэл үргэлжилнэ.

Улирлын хөлдөлт Улаанбаатарын бүс нутгийн бараг гуравны хоёр хувийн талбайг хамарна. Энэ талбайн ул хөрсний жилийн дундаж температур  $0^{\circ}\text{C}$ -аас  $6^{\circ}\text{C}$ -ын хооронд, улирлын хөлдөлтийн гүн 1,5 м-ээс 6 м-ийн хооронд хэлбэлзэнэ. Тухайлбал, улирлын хөлдөлтийн гүн хөндий, хотгорын районд 1,5-5,0 м-т хэлбэлзэж, дундаж нь 2,5-4,0 м, уулсын районд 2,5-6,0 м-т хэлбэлзэж, дундаж нь 3,0-4,5 м хүрнэ.



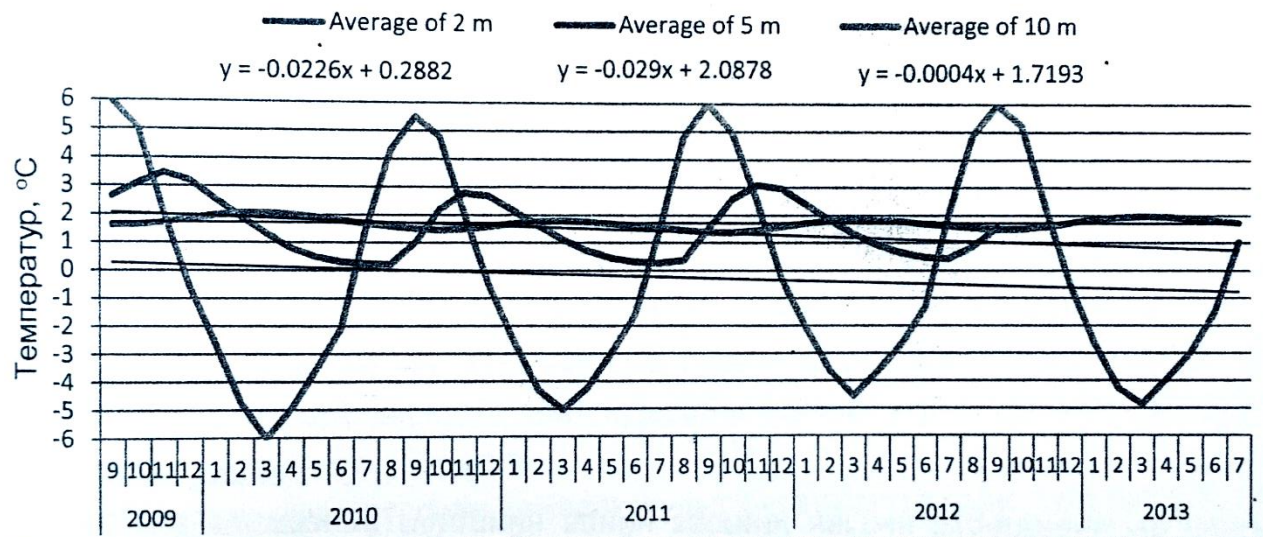
Налайхын мониторингийн М2а цооног дахь 1997-2013 онуудын ул хөрсний улирлын гэсэлтийн гүний өөрчлөлтийн шугаман тренд, см/жил



Налайхын мониторингийн М2а цооног дахь 1997-2013 онуудын ул хөрсний жилийн дундаж температурын өөрчлөлтийн шугаман тренд, град/жил

Аргалантын мониторингийн М3 цооног дахь олон жилийн цэвдэгт ул хөрсний 9 м хүртэлх гүний температурын 1999-2007, 2008-2014, 1999-2014 онуудын өөрчлөлтийн шугаман тренд

Гүн /м/	Температурын өөрчлөгдөх шугаман тренд, °C/жил		
	1999-2007	2008-2014	1999-2014
0,0	-0,024	-0,062	0,000
0,5	-0,001	-0,046	-0,001
1,0	0,005	-0,024	0,002
1,5	0,009	-0,011	0,003
2,0	0,016	-0,005	0,005
2,5	0,015	-0,002	0,002
3,0	0,011	-0,001	0,002
3,5	0,009	-0,001	0,001
4,0	0,008	-0,002	0,001
4,5	0,008	-0,004	0,001
5,0	0,008		0,001
6,0	0,008	-0,003	0,001
7,0	0,006	-0,002	0,003
8,0	0,003	-0,001	0,003
9,0	0,002	0,001	0,002



Аргалантын мониторингийн М3а цооног дахь улирлын цэвдэгт ул хөрсний 2-5-10м гүний температурын 2009-2013 оны бичлэгийн сарын дундаж үзүүлэлтийн явц, тренд.

1970-1990 оны хооронд Улаанбаатар хотын бүсд хамрагдах дагавар хот суурингууд, тухайлбал; Зуунмод хот, Сонгино-Биокомбинат, Налайх, Аргалант, Эмээлтэд барилгажилтын ерөнхий төлөвлөгөөнд зориулсан инженер-геологийн судалгааны болон олон тооны тухайлсан барилга байгууламж, дэд бүтцийн трассын дагуух ажлын зургийн шатны инженер-геологийн судалгааны ажлууд хийгдэж ирсэн. 1991-1995 оны хооронд инженер-геологийн судалгааны ажил зогсонги байдалд орсон бөгөөд 1995 оноос хөл дээрээ боссон хувийн хэвшлийн аж ахуйн нэгжүүд барилга байгууламж барьж эхэлснээр дахин сэргэж 2000 оноос гадаад, дотоодын хөрөнгө оруулалтаар өндөр барилга, орон сууцны хотхон хороололууд эрчимтэй баригдсантай уялдан судалгааны ажлын цар хүрээ ихэссэн. Улаанбаатар хотод хийгдсэн эдгээр олон тооны судалгааны ажлын материалууд үндэсний инженер-геологийн албаны мэргэжлийн компаниудад хадгалагдаж байна.

## 2.9 Улаанбаатар хотын бүс нутгийн ул хөрс

Улаанбаатарын бүс нутгийн геологи тогтоц нь, Неопротерозойн Яргайтын уулын формаци (N<sub>P3ju</sub>), Дунд силурын Мандал группын (S<sub>2mn</sub>) болон Сөгнөгөр формацийн (S<sub>2Sg</sub>) хувирмал чулуулаг, Девоны Сэргэлэн (D<sub>1Sr</sub>) болон Горхи формаци (D<sub>1-2gr</sub>), Карбоны Алтан овоо (C<sub>1ao</sub>) болон Оргиоч уул формаци (C<sub>2or</sub>), Дээд пермийн Улз формаци (P<sub>2ui</sub>), Доод цэрдийн Бөөрөлжүүт формаци (K<sub>1br</sub>), Дээд неогений Гашуун формацийн (N<sub>2gs</sub>) тунамал-терриген хурдас чулуулаг болон дөрөвдөгчийн хурдасны геологи-гарал үүслийн комплексуудад ангилагдах ул хөрснүүдээс бүрдэнэ. Формаци, геологи-гарал үүслийн комплексуудыг бүрдүүлэгч хурдас чулуулагт ул хөрсний инженер-геологийн дараах төрөл, зүйл, дэд зүйл буюу элементүүд ялгагдана.

## Улс хөрсний нэгдсэн ангилал, инженер-геологийн элементийн дугаар

- I. Техноген хурдас.  $tQ_2$   
01-Асгамал хөрс
- II. Салхины хурдас  $vQ_2$   
03-Элс
- III. Пролювийн хурдасны геологи гарал үүслийн комплекс.  $pQ_2, pQ_{1-2}$   
02-Элс, хайргархаг элс  
04-Шавранцар, хайргархаг элсэнцэр  
05-Элсэнцэр, хайргархаг элсэнцэр  
06-Элсээр чигжигдсэн хайр хайрга  
07-Элсэнцэр, шавранцараар чигжигдсэн хайр, хайрга
- IV. Нуур, нуур-аллювийн хурдасны геологи гарал үүслийн комплекс.  $iQ_2, iaQ_2, iaQ_{1-2}$   
08-Шавар, шавранцар  
09-Элс, элсэнцэр  
10-Сайр, сайрга
- V. Аллювийн хурдасны геологи гарал үүслийн комплекс.  $aQ_2, aQ_{1-2}, aQ_1$   
1-Шавранцар  
2-Элсэнцэр  
3-Элс, сайргархаг элс  
4-Сайгархаг шавранцар  
5-Элсэнцэр, шавранцараар чигжигдсэн сайр сайрга  
6-Элсээр чигжигдсэн сайр, сайрга
- VI. Аллюви-пролювийн хурдасны геологи гарал үүслийн комплекс.  $apQ_2, apQ_{1-2}, apQ_1$   
11-Шавар  
12-Шавранцар, сайргархаг шавранцар  
13-Элсэнцэр  
14-Элс, хайргархаг элс  
15-Элсээр чигжигдсэн сайр сайрга  
16-Элсэнцэр, шавранцараар чигжигдсэн сайр сайрга
- VII. Делюви, делюви-пролювийн хурдасны геологи гарал үүслийн комплекс.  $dQ_2, dQ_{1-2}, dQ_1, dpQ_{1-2}, dpQ_1$   
22-Шавранцар  
23-Шавар  
24-Элсэнцэр  
25-Элс  
26-Хайгархаг шавранцар  
27- Хайгархаг элсэнцэр  
28- Хайргархаг элс  
29-Элсэнцэр, шавранцараар чигжигдсэн хайр, хайрга
- VIII. Доод цэрдийн Бөөрөлжүүт формацийн хурдас.  $K_1$

- 32- Элсэнцэр, шавранцараар чигжигдсэн сайр, сайрга
- 33- Тоосорхогоос сайргархаг элс
- 34- Элсэнцэр
- 35-Шавранцар
- 36-Шавар
- 37- Конгломерат, конглобрекч
- 38-Элсэн чулуу
- 39-Аргиллит, алевролит
- IX. Дээд неогены Гашуун формацийн хурдас. N<sub>2</sub>
  - 41- Шавранцар
  - 42- Хайргархаг /сайргархаг/ шавранцар
  - 43- Шавар
  - 44- Шавранцараар чигжигдсэн сайр, сайрга
  - 45- Конгломерат
  - 46- Конглобрекч
- X. Элюви, элюви делювийн хурдасны геологи гарал үүслийн комплекс. eQ, edQ
  - 51-Элсэнцэр, шавранцараар чигжигдсэн хайр, хайрга
  - 52-Элсээр чигжигдсэн хайр, хайрга
  - 53-Рухляк
  - 54-Хайргархаг шавранцар
  - 55-Хайргархаг элс, элс
  - 56-Шавар, шавранцар
- XI. Тунамал чулуулгийн формаци. C<sub>1</sub>, C<sub>2-3</sub>, D
  - 61-Элсэн чулуу
  - 62-Алевролит, аргиллит
  - 63- Конгломерат
- XII. Интрузив чулуулгийн формаци. J, C<sub>3</sub>
  - 71-Боржин
- XIII. Хувирмал чулуулгийн формаци. S<sub>2</sub>, NP<sub>3</sub>
  - 72-Шаварлаг занар
  - 73-Цахиурлаг занар

Улаанбаатар хотын бүс нутгийн хэмжээнд хамрагдах хот суурин газруудын нутаг дэвсгэр хийгдсэн инженер-геологийн том масштабын зураглалын ажлын явцад тогтоогдсон ул хөрсний инженер-геологийн ангилал, тэдгээрийн физик механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийн тоон утгуудыг 14-28 Хүснэгтүүдээр талбай тус бүрд нь нэгтгэн үзүүлэв. Мөн түлхүүр талбай тус бүрийн инженер-геологийн тулгуур зүсэлтүүдийг хийж өгөв.

Улаанбаатар хотын бүс нутгийн хэмжээнд хамрагдах хот суурин газруудын нутаг дэвсгэр хийгдсэн инженер-геологийн том масштабын зураглалыг “Орхон-Гидрогео” ХХК (Т. Бээжинхүү)-аас 2015 онд хэвлүүлж гарган, барилга байгуулалтын ажилд ашиглаж байна.



### III бүлэг

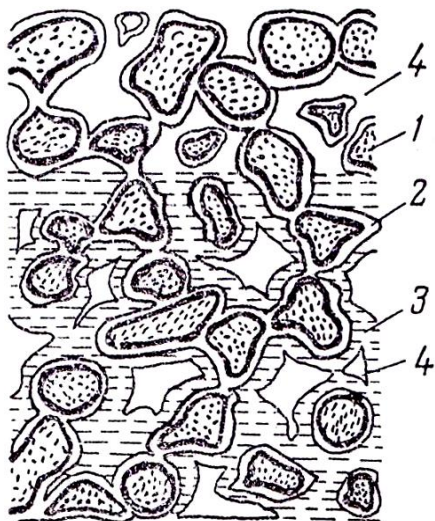
## Хөрсний цахилгаан шинж чанарын төрөл, ангилал, олон улсын туршлага

### 3.1. Хөрсний бүтэц ба түүний цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжээнд нөлөөлөх хүчин зүйлүүд

Хөрсний бүтэц, найрлага нь харилцан адилгүй байх тул түүний цахилгаан эсэргүүцэл нь өргөн хязгаарт хэлбэлзэж өөрчлөгдөнө. Хөрсний цахилгаан шинж чанарын үндсэн үзүүлэлт нь түүний хувийн эсэргүүцэл  $\rho$  (Ом·м)-ийн утга юм.

Хөрс нь цахилгаан дамжуулах чадвараар харьцангуй доогуур байх бөгөөд зэс дамжуулагчийн хувийн эсэргүүцэл нь  $\rho_{\text{зэс}}=175 \cdot 10^{-10}$  Ом·м ( $20^{\circ}\text{C}$  үед) байдаг бол хөрсний хувийн эсэргүүцэл нь дундажаар  $\rho=10^2$  Ом·м байна. Энэ нь цахилгаан дамжууламжаар зэснээс даруй 5.7 миллиард дахин доогуур байгааг харуулж байна. Хөрс нь бүтцийн хувьд **хий, шингэн, хатуу** гэсэн үндсэн гурван хэсгээс тогтоно.

Хөрсний дотоод бүтцийг зураглалыг Зураг 3.1-д үзүүлэв.



**Зураг 3.1. Хөрсний дотоод бүтэц**

1. Хатуу хэсэг
2. Гадаргуугийн ус
3. Чөлөөт ус
4. Хийн агууламж

Хатуу хэсэг нь янз бүрийн эрдэс, уулын чулуулагуудын жижиг ширхэг, тоосонцорууд, хөрсний органик хэсгүүдээс голчлон тогтох ба ширхэгийн хэмжээ нь хөрснийхөө төрлөөс хамаарч хэдхэн микроноос хэд хэдэн миллиметр хүртэлх хязгаарт хэлбэлзэнэ.

Хөрсний шингэн хэсэгт түүний доторхи бүх төрлийн ус ба усан уусмалууд багтана. Хөрсөн дэх усыг **гадаргуугийн ус, чөлөөт ус** гэж 2 хэсэгт хуваана.

Хөрсний хатуу хэсгүүдийн гадаргуу дээр татагдаж тодорхой хэмжээний хүчээр гадаргууд наалдсан усны давхрагыг гадаргуугийн ус гэж нэрлэнэ.

Хөрсний хатуу хэсгүүдийн хоорондын завсар зайлхайд оршиж, чөлөөтэй хөдөлж байгаа усыг чөлөөт ус гэх ба энэ төрлийн усны найрлага, бүтцээс хөрсний хувийн эсэргүүцэл ихээхэн хамаарна.

Хөрсний хатуу хэсгүүдийн завсарт устай хамт чөлөөтэй оршиж байгаа, мөн усны дотор талд бяцхан хөөсөнцөр хэлбэрээр байрлаж байгаа агаарын болон усны уурын агууламжийг хөрсний хийн агууламжид хамааруулна.

Хөрс нь гарал үүслээсээ хамаарч шавар, шаваранцар, элс, элсэнцэр, хар шороо, ойн ба цэцэрлэгийн хөрс, чулуутай ба хадтай гэх мэтээр олон төрөлд хуваагдана.

Янз бүрийн хөрс, мөн далай тэнгис, гол мөрний усны хувийн эсэргүүцлийн хэлбэлзэх хязгаар болон дунд зэргийн 10-20%-ийн чийглэгтэй байх үеийн хувийн эсэргүүцлийн дундаж утгуудыг Хүснэгт 3.1 харьцуулан үзүүлэв.

Хүснэгт 3.1

**Янз бүрийн хөрсний хувийн эсэргүүцлийн хэлбэлзэх хязгаарууд,  $\rho$  Ом·м**

Хөрсний төрөл	Хувийн эсэргүүцлийн хэлбэлзэх хязгаар	10-20 % чийглэгтэй үеийн хувийн эсэргүүцэл
Шавар	8-70	40
Шаваранцар	40-150	100
Элс	400-700	700
Элсэнцэр	150-400	300
Хүлэр	10-30	20
Хар шороо	9-53	20
Цэцэрлэгийн хөрс	30-60	40
Чулуулаг хөрс	500-800	-
Хайрга	$10^3$ - $10^4$	-
Хадан хөрс	$10^4$ - $10^7$	-
Далайн ус	0.2-1	-
Гол мөрний ус	10-100	-
Цөөрмийн ус	40-50	-
Хөрсний ус	20-70	-
Гол горхийн ус	10-60	-

Хэдийгээр ижил төрлийн хөрс байвч түүний доторхи ус чийгийн хэмжээ, усанд уусдаг давс, хүчлийн найрлага, хатуу хэсгүүдийн ширхэгийн том жижиг зэргээс хамаарч хөрсний хувийн эсэргүүцэл өөр өөр байдаг.

Иймд тооцооны анхдагч мэдээлэлийг үнэн зөв болгохын тулд газардуулах төхөөрөмжийн төсөл, тооцоог хийхийн өмнө хөрсний хувийн эсэргүүцлийг заавал хэмжиж гаргана. Мөн хөрс бүрт ус чийгийг хадгалж барих чадвар нь харилцан адилгүй байна. Хөрсний хатуу хэсгүүдийн ширхэг хэдий чинээ жижиг байна, гадаргуугийн ус төдий чинээ их агуулагдаж, ус чийгийг барих чадвар нь өндөр байдаг сайн талтай.

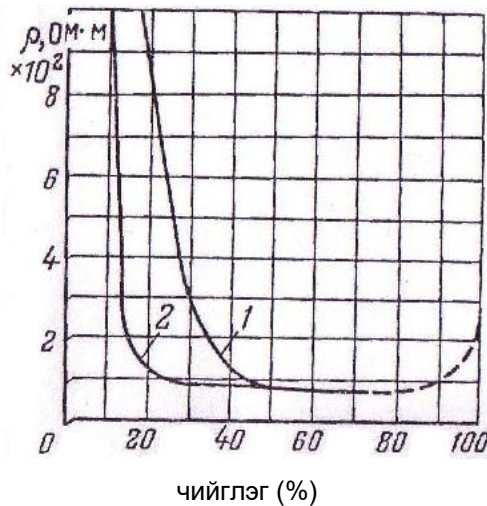
Тухайлбал шавар хөрс нь маш жижиг 0.005 мм хүртэл ширхэгтэй, нүх сүвлэг чанар багатай, ус чийг болон давс хүчлийг ихээр агуулах учир хувийн эсэргүүцэл нь маш бага  $\rho=8-70$  Ом·м байна.

Тэгвэл элсэн хөрс нь 0.15-5 мм хүртэлх томоохон ширхэгтэй уулын чулуулгуудыг агуулж, нүх сүв ихтэй, гадаргуугийн ус багатай байх тул доторх ус чийгээ амархан алддаг, хувийн эсэргүүцэл харьцангуй өндөртэй байдаг онцлогтой.

Хөрсний хувийн эсэргүүцэл нь хөрсний төрлөөс гадна дараах хүчин зүйлүүдээс мөн ихээхэн хамаарна. Үүнд:

### а. Хөрсний чийглэг ба давслагын нөлөөлөл

Хөрсний цахилгаан эсэргүүцэлд нөлөөлдөг гол нэг хүчин зүйл нь түүний чийглэг болон давслагын агууламж юм. Хөрсөн доторх ус чийгийн агууламжаас хувийн цахилгаан эсэргүүцэл хэрхэн хамаарахыг Зураг ОХУ-ын судалаачдын графикаар 3.2-д үзүүлэв.



**Зураг 3.2. Хөрсний цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжээ ус чийгний агууламжаас хамаарах байдал**

1- Жижиг ширхэгтэй хөрс  
2- Томовтор ширхэгтэй хөрс

Зурагт үзүүлснээр 1 муруй нь жижиг ширхэгтэй хөрсөнд, 2 муруй нь томовтор ширхэгтэй хөрсөнд харгалзах ба ус чийгийн агууламжийг жингийн харьцаагаар тодорхойлон гаргасан болно.

Хөрс чийглэггүй, хуурай үед түүний хувийн эсэргүүцэл нь маш өндөр  $\rho=10^4$  Ом·м хэмжээнд байна. Хөрсөн доторх давс, хүчлийн найрлага өндөр байсан ч хуурай хөрсөнд эсэргүүцэл нь маш өндөр байдаг.

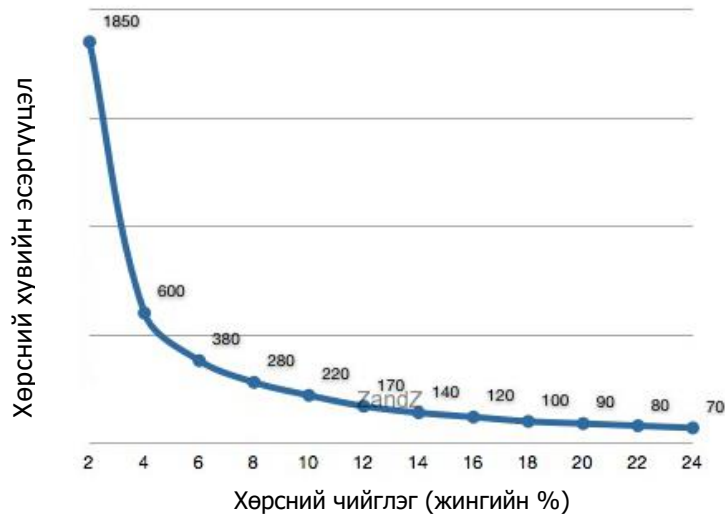
Хөрс чийгтэй болмогц түүний хувийн эсэргүүцэл нь хэдэн арав, зуу дахин багасна. Энэ нь хөрсөнд хуурай хэлбэрээр агуулагдаж байсан давс хүчлүүд усанд ууссаны улмаас чөлөөтэй ионууд үүсч, цахилгаан гүйдэл дамжуулах чадвар ихэссэнтэй холбоотой.

Ер нь хөрсийг цахилгаан дамжуулах чадвартай болгодог зүйл нь түүний доторх усны бусад давс, хүчлүүдтэй нийлсэн уусмал юм.

Хөрсөн доторх гадаргуугийн усны агууламж өндөр байвал цахилгаан эсэргүүцэл нь харьцангуй их байх ба чөлөөт усны хэмжээ нь их, гадаргуугын усны хэмжээ нь бага болбол цахилгаан дамжууламж сайжирч, эсэргүүцэл нь буурна.

Зураг 3.2-д үзүүлснээр хөрсний чийгний ерөнхий агууламж багавтар 20-40% байх үед жижиг ширхэгтэй хөрсний эсэргүүцэл харьцангуй их байгаа нь хөрсний доторх чөлөөт усны агууламж нь бага, гадаргуугийн усны хэмжээ өндөр байгаагаар тайлбарлагдана.

АНУ-ын судалаачдын судалгаагаар хөрсний чийглэгийн түвшингөөс хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн хэрхэн хамаардгийг тус улсын стандарт IEEE142-19912-д зааснаар Зураг 3.3-д харьцуулан үзүүлэв.



**Зураг 3.3. хөрсний цахилгаан эсэргүүцэлд хөрсний чийглэгийн үзүүлэх нөлөөлөл (IEEE std142-1991)**

15%-ын чийглэлттэй элсэрхэг шавар хөрсний хувьд температур +17 °C байх үед түүний доторхи давсны агууламжаас хөрсний хувийн эсэргүүцлийн утга хэрхэн хамаардагийг Хүснэгт 3.2-д харьцуулан үзүүлэв.

**Хүснэгт 3.2**

**Хөрсөнд байх давсны агууламжаас түүний Цахилгаан эсэргүүцлийн хамаарах байдал.**

Давсны хэмжээ, эсэргүүцэл, Ус, чийгний жингийн хувиар	Хувийн Ом·см
0.0	10.700
0.1	1.800
1.0	460
5.0	190
10.0	130
20.0	100

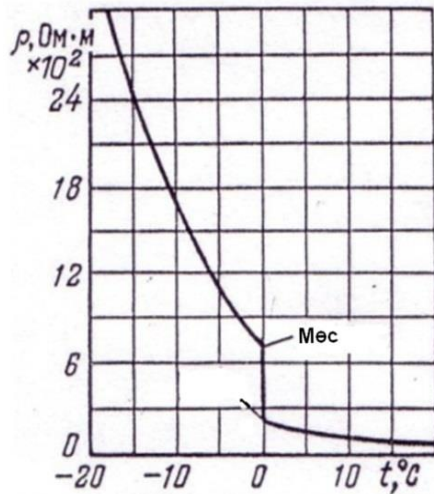
Хүснэгт 5-аас харахад 15%-ын чийглэгтэй хөрсөнд давс агуулагдаагүй үед  $\rho=10.700$  Ом·см байснаас давсны агууламж ердөө 1% орчим болоход  $\rho=460$  Ом·см, давсны агууламж 5% болоход  $\rho=190$  Ом·см болтлоо огцом буурдаг байна.

**б. Хөрсний температурын нөлөөлөл**

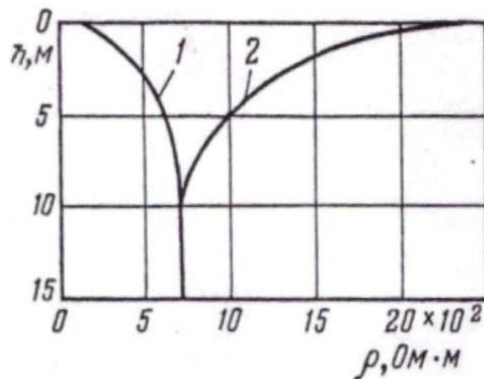
Хөрсний температурын өөрчлөлт нь түүний хувийн эсэргүүцэлд хүчтэй нөлөөлнө. Температур ихсэхэд усны уусмалын молекулууд диссоциацад орж эерэг, сөрөг ионууд болон задрах хэмжээ нэмэгддэг нь хөрсний хувийн эсэргүүцлийг эрс бууруулах үйлчилгээг үзүүлнэ. Энэ хамаарал нь ус буцалж ууршиж эхлэх хүртэл үргэлжлэх ба температур 100°C –ээс дээш болоход хөрсний усны молекулууд ууршиж, эсэргүүцэл нь эрс нэмэгдэнэ.

Зураг 3.4-д харуулснаар ОХУ-ын эрдэмтэдийн судалгаагаар температур  $0^{\circ}\text{C}$  болоход усны агууламж хөлдөж мөс болж хувирах тул эсэргүүцэл гэнэт нэмэгдэж үүнээс цааших хасах температурт хөрсний эсэргүүцэлулам ихэссээр  $\rho=10^6-10^7$  Ом·м хэмжээнд хүрэх бололцоотой юм.

Мөнхийн цэвдэгтэй хөрсний хувьд түүний хувийн эсэргүүцэл өвөл, зуны улиралд гүнээсээ хамаарч хэрхэн өөрчлөгдөхийг Зураг 3.5-д харуулав. Мөнхийн цэвдэгтэй хэсэгтээ хөрсний эсэргүүцэл  $\rho=700-800$  Ом·м орчим тогтмол байгаа ба зуны улиралд хөрсний дээд хэсэг гэсч эсэргүүцэл нь буурч байна.



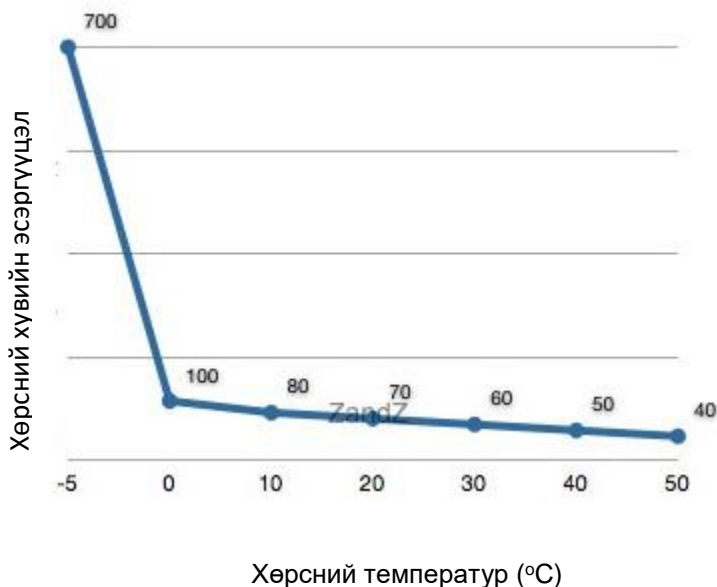
Зураг 3.4. Шаваранцар хөрсний (чийглэг 15%) хувийн эсэргүүцэл ба температурын хамаарал



Зураг 3.5. Мөнхийн цэвдэгтэй шавар хөрсний хувийн эсэргүүцэл, хөрсний гүнээс хамаарах байдал  
h- хөрсний гүн, м  
1- зуны улирал  
2- өвлийн улирал

Харин өвлийн улирал болоход хөрсний дээд хэсэг хүчтэй хөлдөж эсэргүүцэл нь олон дахин нэмэгдэж байна. Энэ нь газардуулах байгууламжийн хэвийн, жигд ажиллагааг алдагдуулах тул газардуулгын төсөл хийхдээ энэ байдлыг сайтар бодож тусгах хэрэгтэй.

АНУ-ын эрдэмтэдийн судалгаагаар тус улсын IEEE142-1991 стандартад заагдсан хөрсний цахилгаан эсэргүүцэлд хөрсний температурын нөлөөлөх нөлөөллийн тооцоог Зураг 3.6-д зааснаар тооцож болно.



**Зураг 3.6. Шавранцар хөрсний (чийглэг 15-20%)  
Хувийн эсэргүүцэлд температурын үзүүлэх нөлөөлөл  
(IEEE std142-1991)**

#### **в. Хөрсний нягтралын нөлөөлөл**

Хөрсний нягтралын түвшингээс хувийн эсэргүүцэл ихээхэн хамаарч өөрчлөгдөх бөгөөд нягтрал ихсэхэд хөрсний хатуу хэсгүүдийн хоорондоо харьцах талбай ихэсч, хөрсөн доторх агаарын завсар зайлхай багасна. Үүний улмаас гүйдэл гүйх хөндлөн огтлолын талбай ихэсч хувийн эсэргүүцэл буурна. Хөрсний ус чийг барих чадвар ч бас сайжирна.

Жишээлбэл: хөрсөнд өгөх даралтыг  $0.2 \text{ тонн/см}^2$  –аас  $2 \text{ тонн/см}^2$  болгон нэмэгдүүлэхэд хөрсний хувийн эсэргүүцэл хөрснийхээ төрлөөс хамаарч 10-40% багасдаг байна.

Газардуулагч электродуудыг суулгасны дараа хөрсийг сайтар цохиж нягтруулах нь ихээхэн металлыг хэмнэж, газардуулах байгууламжийн хэвийн ажиллагааг сайжруулдаг болох нь эндээс харагдаж байна.

Хөрсийг ухаж шороог гаргах үед хамгийн их (45% хүртэл) сийрэгждэг хар шороон хөрс нь нягтруулганд хамгийн сайн орно. Харин элсэн хөрс нь ухах үед 5-15% сийрэгжих боловч буцааж булах үед нягтруулганд хамгийн муу ордог хөрс юм.

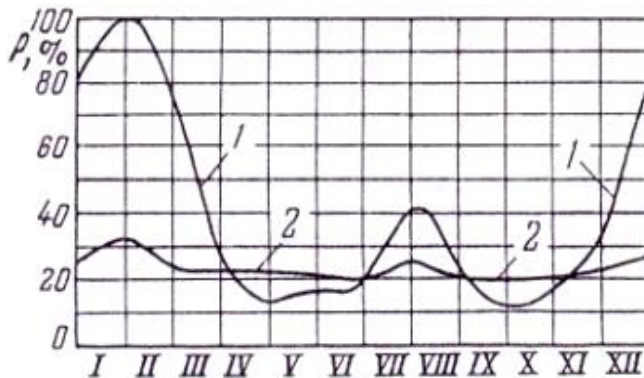
#### **г. Жилийн сар улирлын нөлөөлөл**

Жилийн дөрвөн улирлын туршид цаг агаарын нөхцөл, хөрсний температур, хөрсний чийглэг, хөрсөнд агуулагдах давс, хүчлийн хэмжээ байнга өөрчлөгдөх тул хөрсний хувийн эсэргүүцлийн утгууд нь мөн өөрчлөгдөнө.

Жилийн дөрвөн улирлын туршид хөрсний хувийн эсэргүүцэл харьцангуйгаар хэрхэн өөрчлөгдөхийг Зураг 3.7-д дундажлан харуулав. Энд өвлийн 1-р сард хөрсний 0.7 м-ийн гүнд харгалзах эсэргүүцлийг 100% гэж авсан байна.

Хавар, намрын улирлуудад цас хайлах, хур тунадас ихэссэний улмаас хөрсний чийгшил нэмэгдэж хувийн эсэргүүцэл нь буурч байна. Өвлийн улиралд хөрс хөлдсөний улмаас, зуны улиралд нар шарж хөрсний дээд хэсэгт хуурайшил үүссэнээс хөрсний эсэргүүцлүүд ихэссэн байна.

Энэ өөрчлөлт нь ялангуяа хөрсний хөлдөлт, хуурайшилт эрчимтэй явагддаг хөрсний дээд хэсэг 0.7м-ийн гүнд хүчтэй ажиглагдаж байгааг Зураг 3.5-аас харж болно.



**Зураг 3.7. Хөрсний хувийн эсэргүүцэл, жилийн сар, улиралаас хамаарах байдал**  
 1- 0.7м-ийн гүнд  
 2- 2.5м-ийн гүнд

Харин хөрсний 2.5м ба түүнээс доош гүнд бол жилийн туршид эсэргүүцлийн өөрчлөлт маш бага ажиглагдаж байгаа нь газардуулагч электродуудыг энэ хэмжээний гүнд суулгах шаардлагатай болохыг харуулж байна.

Хөрсний хөлдөлтийн гүнээс доош түвшинд суулгасан босоо электродууд нь газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийг тогтвортой байлгахад чухал үүрэг гүйцэтгэнэ.

### 3.2 Хөрсний эсэргүүцлийн улирлын коэффициент, цаг уурын мужлал

Хөрсний хувийн эсэргүүцэл нь жилийн туршид байнга өөрчлөгдөх учраас газардуулах байгууламжийн төсөл тооцоог хийхдээ эсэргүүцлийн хамгийн их утгыг авч тооцох шаардлагатай.

Тооцооны үр дүнг зөв зүйтэй болгохын тулд хөрсний хувийн эсэргүүцлийг хэмжилт хийж тодорхойлно. Хэмжилтийг өвлийн улиралд хийх боломж муутай тул ихэвчлэн хавар (5-р сар), намар (10-р сар)-ийн саруудад хэмжилтийг явуулна.

Хөрсний эсэргүүцлийн хэмжилтийн утгуудыг тооцооны утгуудад шилжүүлэхдээ түүний улиралын коэффициентээр үржүүлж доор заасан байдлаар тооцно.

$$\rho_{\text{тооц}} = \rho_{\text{хэмж}} \cdot \psi$$

Үүнд:  $\rho_{\text{тооц}}$  - Хувийн эсэргүүцлийн өвлийн улиралд харгалзах тооцооны утга, Ом·м

$\rho_{\text{хэмж}}$  - Хэмжилтийн утга, Ом·м

$\psi$  - Хөрсний эсэргүүцлийн улирлын коэффициент

Хөрсний эсэргүүцлийн улирлын коэффициент нь өвлийн улиралд хөрсний эсэргүүцэл нь хавар, намрын улирлаас хэд дахин ихсэхийг харуулах тооцооны үзүүлэлт юм.

Улирлын коэффициент  $\psi$  нь хөрсний температур, хөлдөлтийн гүн, байгаль цаг уурын нөхцөл зэргээс ихээхэн хамаарах тул тухайн газар нутгийн хөрсний хувийн эсэргүүцлийн хэлбэлзлэлээс ихээхэн хамаарна.

ОХУ-ын инженерийн тооцооны баримт бичигт бүс нутгийг хөрсний цахилгаан шинж чанараас нь хамааруулан (I, II, III, IV) гэсэн 4 мужлалд хуваадаг байна.

Улирлын коэффициентийг тодорхойлох ОХУ-ын цаг уурын мужлалуудыг тогтоох үндсэн үзүүлэлтүүдийг Хүснэгт 3.3-д харуулав.

### Хүснэгт 3.3

#### Хөрсний эсэргүүцлийн улирлын хэлбэлзлэлээр бүс нутгийг ангилах үндсэн үзүүлэлтүүд

Цаг уурын үзүүлэлтүүд	Цаг уурын мужлал			
	I	II	III	IV
1-р сарын дундаж температур, °C	$(-20) \div (-15)$	$(-14) \div (-10)$	$(-10) \div (0)$	$(0) \div (+5)$
7-р сарын дундаж температур, °C	$(+16) \div (+18)$	$(+18) \div (+22)$	$(+22) \div (+24)$	$(+24) \div (+26)$
Жилийн дундаж тундасны хэмжээ, см	~40	~50	~50	30-50
Гол, горхины хөлдүү байх хугацаа, (өдөр/жилд)	190-170	~150	~100	0

ОХУ-ын дүрэм заавруудад зааснаар нэгэн төрлийн хөрсөнд суулгасан босоо ба хэвтээ электродуудын улирлын коэффициентийн утгуудыг Хүснэгт 3.4-д хөрсний чийглэгийн түвшингээс нь хамааруулан үзүүлэв.

Мөн олон үет хөрсөнд байрлуулсан электродуудын улирлын коэффициентийн утгуудыг Хүснэгт 3.5-д дэлгэрүүлэн харуулсан болно.

Хэмжилт хийсэн болон хийхийн өмнөх өдрүүдэд хэвийн хэмжээнээс их бороо хур орсон бол чийглэг ихтэй, удаан хугацаанд хэвийн хэмжээнээс илүү хуурай байсан бол чийгшил багатай үе гэж тооцно.



**Хүснэгт 3.4**

**Нэгэн төрлийн хөрсний улирлын коэффициент  $\psi$ -ийн утгууд**

Цаг уурын мужлал	Хэмжилтийн үеийн хөрсний чийглэг		
	Их	Хэвийн	Бага
	3 м урттай босоо электрод		
I	1.9	1.7	1.5
II	1.7	1.5	1.3
III	1.5	1.3	1.2
IV	1.3	1.1	1.0
	5 м урттай босоо электрод		
I	1.5	1.4	1.3
II	1.4	1.3	1.2
III	1.3	1.2	1.1
IV	1.2	1.1	1.0
	10 м урттай хэвтээ электрод		
I	9.3	5.5	4.1
II	5.9	3.5	2.6
III	4.2	2.5	2.0
IV	2.5	1.5	1.1
	50 м урттай хэвтээ электрод		
I	7.2	4.5	3.6
II	4.8	3.0	2.4
III	3.2	2.0	1.6
IV	2.2	1.4	1.12

**Хүснэгт 3.5**

**Олон үет хөрсний улирлын коэффициент  $\psi$ -ийн утгууд**

Цаг уурын мужлал	Улиралын өөрчлөлтийн гүн, м	Хэмжилтийн үеийн хөрсний чийглэг		
		их	Хэвийн	Бага
I	2.2	7.0	4.0	2.7
II	2.0	5.0	2.7	1.9
III	1.8	4.0	2.0	1.5
IV	1.6	2.5	1.4	1.1

**3.3 Хөрсний цахилгаан шинж чанарын ангилал ба олон улсын туршлага, стандартчилал**

1. ОХУ ба СНГ-ийн орнуудын туршлага

ОХУ ба хуучин социалист гэгдэж байсан орнууд (СНГ)-ийн туршлага, хөрсний ангилал, 1980-2000 он хүртэл хийгдэж байсан хэмжилт судалгааны ажлын үр дүнг тоймлон нэгтгэж Хүснэгт 3.6-д харьцуулан үзүүлэв. Мөн ОХУ-ын хэмжээнд

газардуулах байгууламжийн тооцоо, зураг төсөлд одоо мөрдөж байгаа хөрсний төрөл, түүний цахилгаан эсэргүүцлийн үзүүлэлтүүдийг Хүснэгт 3.7-д харуулав.

## 2. Казахстан улсын инженерийн практикт нэвтэрсэн үзүүлэлтүүд

Далай тэнгисээс хол, Монгол улстай ойролцоо бүс нутаг, уур амьсгалтай Казахстан улсын хэмжээнд мөрддөг газардуулах байгууламж байрлуулах хөрсний төрөл ангиллын мужлалуудыг зураг 3.8-д үзүүлж, хөрсний төрлүүдэд харгалзах цахилгааны хувийн эсэргүүцлийн тооцооны утгуудыг Хүснэгт 3.8 харьцуулан эмхэтгэж харуулсан болно.

## 3. АНУ-ын цахилгаан болон электроникийн инженерийн тооцооны үзүүлэлтүүд

АНУ-ын хэмжээнд тус улсын цахилгааны болон электроникийн инженерүүдийн институт (IEEE) гэж байх бөгөөд энэ институт, хүрээлэнгээс гаргасан IEEE std 142-1991 гэсэн стандартыг тус улсын газардуулах байгууламжийн тооцоо, зураг төсөлд мөрддөг байна.

Энэ стандартад заагдсан хөрсний эсэргүүцэл ба хөрсний чийглэгийн хамаарлыг зураг 2.3-д, хөрсний температураас түүний хувийн эсэргүүцэл хэрхэн хамаарахыг харуулсан графикийг зураг 3.6-д тус тус үзүүлж, тус стандартад заагдсан хөрсний төрлүүдийн ангилал, тэдгээрт харгалзах хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн тооцооны утгуудыг Хүснэгт 3.9-д харьцуулан үзүүлэв.

## Хүснэгт 3.6

### ОХУ болон СНГ-ийн зарим орнуудын судлаачдын хөрсний ангилал ба хөрсний эсэргүүцлийн тооцооны утгууд (1980-2000 он)

Хөрсний төрлүүд	Хөрсний хувийн эсэргүүцлийн утгууд $\rho$ (Ом.м)						
	Инженер-геологийн лавлах	Харьковын политехникийн дээд сургууль	Геологийн төв фонд	“Строй электромонтаж” трест	“Энерго сеть проект” институт	Киргизийн ЭШИ, Новочеркасс Политехник ДС	Тооцоонд авч болох дундаж утгууд
1. Шавар	1÷10	8÷95	5÷50	-	1÷30	8÷70	50
2. Чийглэг шавар	-	-	-	20	1÷30	-	50
3. Чулуутай шавар	-	50÷150	-	-	-	100	150
4. Элстэй шавар	-	-	25÷140	-	70÷200	-	150
5. Шавранцар	40÷100	30÷90	20÷150	-	20÷40	20÷120	100
6. Хүлэр	-	20	-	-	-	20	20
7. Элсэнцэр	-	230÷370	-	-	50÷150	150÷400	300
8. Элсэнцэр (чийглэг)	-	-	10÷23	-	20÷70	150÷400	150
9. Элс (хуурай)	1.000	-	1.000÷1.500	1.200	-	400÷1.000	1.000

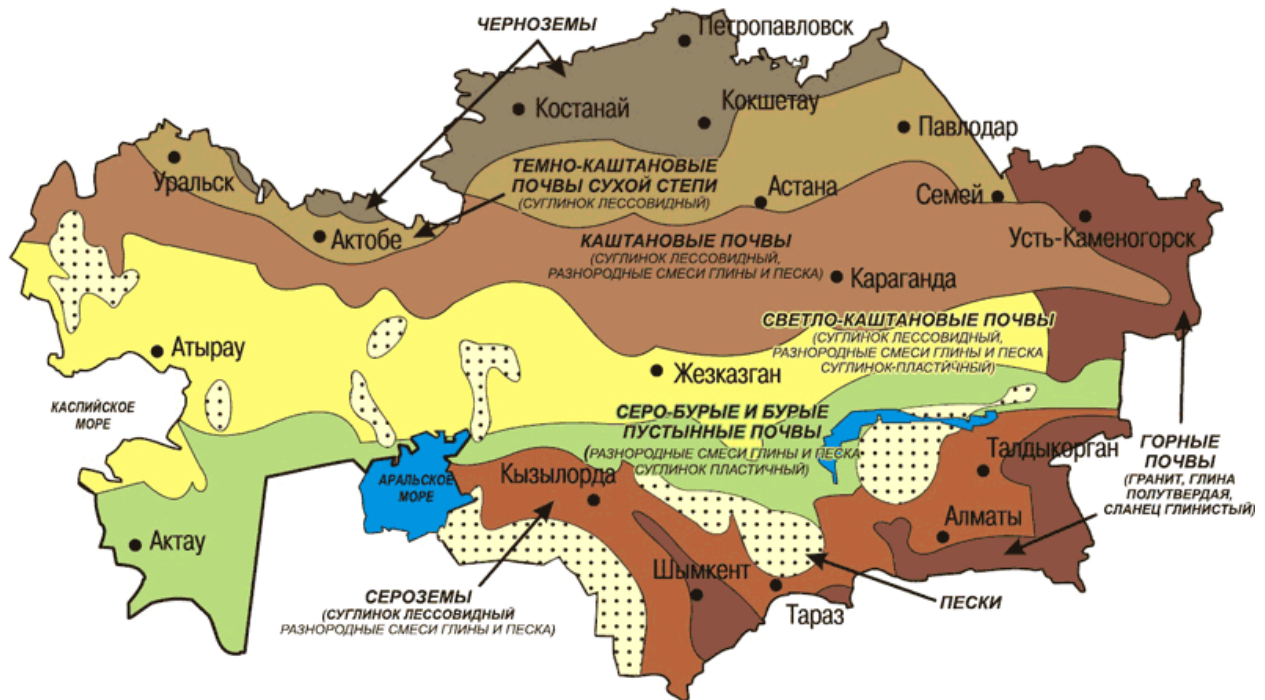
10.Элс (чийгтэй)	100÷1.000	100÷1.100	-	-	150÷2.00 0	400÷1.000	600
11.Усанд түрэгдсэн элс	10÷100	-	-	270	80÷100	-	150
12.Идэвхитэй орчинтой элс	0,1÷10	-	-	20÷100	-	-	70
13.Голын хайрга	-	-	-	-	200÷1.00 0	-	1.000

### Хүснэгт 3.7

#### ОХУ-ын ГОСТ Р 50571.5.54-2013 стандартад заагдсан хөрсний төрөл ангилал, тэдгээрт харгалзах хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн утгууд

Хөрсний төрөл, ангилал	Хувийн эсэргүүцлийн утгууд $\rho$ (Ом.см)	Хөрсний төрөл, ангилал	Хувийн эсэргүүцлийн утгууд $\rho$ (Ом.см)
Асфальт	200-3.200	<b>Хайрга</b>	
Базальт	2.000	Шаварлаг, нэгэн төрлийн бус хайрга	300
Бентонитон шавар	2-10	Нэгэн төрлийн хайрга	800
Бетон	40-1.000	Хуурай хайрга	1.100-22.000
<b>Ус</b>		Үнс, нурам	40
Цөөрмийн ус	40	Шохойн чулуу	100-10.000
Голын ус	50	Чулуун нүүрс	150
Хөрсний ус	20-60	Кварц	15.000
<b>Мөнхийн цэвдэг хөрс</b>		Ойн хөрс	250
Мөнхийн цэвдэг хөрс (шавранцар)	500-1.000	Ойн хөрс	
(Дээд хэсэг зуны улиралд)		Тунамал хөрс (мергил)	150
Мөнхийн цэвдэг хөрс (шавранцар)	20.000	Шаварлаг тунамал хөрс	50
(Өвлийн улиралд)		<b>Элс</b>	
Мөнхийн цэвдэг хөрс (Элс)	50.000	Хөрсний ус ихтэй элс	10-60
<b>Шавар</b>		Дунд зэргийн усархаг элс	60-130
Чийглэг шавар	20	Усархаг элс	130-400
Хагас хатуу шавар	60	Усархаг элс	400-1.500
<b>Шавранцар</b>		Чийгтэй элс	1500-4.200
Хөрсний ус ихтэй шавранцар	10-60	Хуурай элс	150-1.000
Хөрсний ус ихтэй шавранцар	100	Элсэнцэр	40
Ойн шавранцар	150	Цэцэрлэгийн хөрс	
Шавранцар (-5°C)		<b>Хар шороо</b>	3.000
		Нойтон дайрга	5.000
		Хуурай дайрга	

### Казахстан улсын дэвсгэр нутгийн газардуулгын хөрсний мужлал ба хөрсний төрлүүдийн хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн утгуудын тойм



Зураг 3.8 Казахстан улсын дэвсгэр нутгийн газардуулгын зориулалттай хөрсний төрлүүдийн мужлал

Хүснэгт 3.8

Казахстан улсын инженерийн тооцоонд мөрддөг газардуулгын хөрсний төрлүүд, тэдгээрт харгалзах хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн тооцооны утгууд

Хөрсний төрлүүд	$\rho$ Ом.м	Хөрсний төрлүүд	$\rho$ Ом.м
Шохойн чулуу	5.050	Элс-шаврын хольц	150
Гранит	2.000	Ойн шавранцар	100
Базальт	2.000	Шавар (хагас хатуу)	60
Элс, элсэнцэр	1.000	Шаварлаг занар	55
Хайрга (нэгэн төрлийн)	800	Зөөлөн шавранцар	30
Чийглэг элсэнцэр	800	Зөөлөн шавар	20
Шаврлаг хайрга	300		
Хар шороо	200		

### Хүснэгт 3.9

#### АНУ-ын инженерийн тооцоонд хэрэглэгддэг газардуулгын хөрсний төрөл ангилал, тэдгээрт харгалзах хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн хязгаарын утгууд

Хөрсний төрөл	Хувийн эсэргүүцлийн хязгаар (Ом*см)
Өнгөн хөрс, шавранцар гэх мэт	100-5.000
Шавар	200-10.000
Элстэй хайрга	5.000-100.000
Хөрсний шохойн чулуу	10.000-1.000.000
Занарын шавар	500-10.000
Элстэй чулуу	2.000-200.000
Боржин чулуу, галт уулын чулуу	100.000
Биогенийн хөрс	5.000-50.000
Хуудаслаг занар	1.000-10.000
Дүүргэгч: Үнс, шаарга, барилгын хог	590-7.000
Холимог: Занар, органик, шавранцар	340-16.300
Элс хайргны янз бүрийн агууламжтай нэгэн төрлийн бус хөрс	1.020-135.000
Хайрга, элс, элс-шаврын бага агууламжтай чулуун хөрс	59.000-458.000

## IV бүлэг

### Хөрсний хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн хэмжилт, судалгаа

#### 4.1 Хөрсний хувийн эсэргүүцлийг хэмжих аргууд

Газардуулах байгууламжийн төсөл, тооцоог хийхэд хөрсний хувийн эсэргүүцлийн тооцооны утгуудыг Хүснэгт 8.1-д зааснаар авч болох боловч энэ нь хэт өргөн хязгаарт хэлбэлздэг, бас олон тооны хүчин зүйлээс хамаардаг тул бодит эсэргүүцлээс хэдэн арав, зуу дахин зөрүүтэй байх тохиолдол их гардаг.

Иймд хөрсний хувийн эсэргүүцлийг тухайн цэгт нь хэмжиж, улирлын коэффициентээр нь үржүүлэн тооцооны анхны өгөдлүүдийг сонгож авах нь алдаа багатай, бодит байдалд нийцсэн төсөл хийх бололцоог олгоно. Хөрсний хувийн эсэргүүцлийг хэмжихдээ **туршуул электрод хэрэглэх арга, босоо цахилгаан орныг ашиглах ВЭЗ-ийн** (ВЭЗ-Вертикальное Электрическое Зондирование) арга гэсэн хоёр аргыг өргөн ашиглана.

##### 4.1.1. Туршуул электродын арга

Энэ аргын үед  $d=4-5$  см голчтой, хурц үзүүртэй электродыг  $l$  гэсэн гүнд тусгайлан суулгаж түүний газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжинэ. Хэмжилтээр гарсан газардуулгын эсэргүүцэл нь  $R_{хэмж}$  (ом) гэж үзвэл тухайн хөрсний хувийн эсэргүүцлийг дараах илэрхийллээр тооцоолно.

$$\rho_{хэмж} = R_{хэмж} \cdot \frac{2\pi \cdot l}{\ln(4 \cdot l/d)}$$

Үүнд:

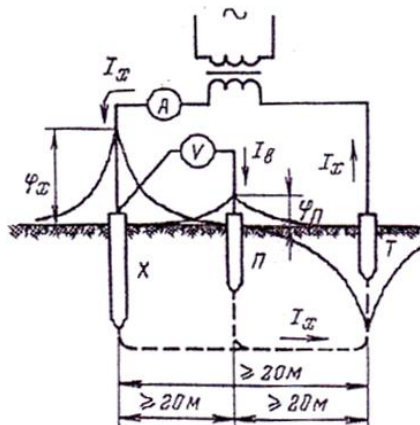
$R_{хэмж}$  - Туршуул электродын хэмжилтээр гарсан газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжээ, Ом

$l$  - Туршуул электродыг суулгасан гүн, м

$d$  - электродын голч, м

$\rho_{хэмж}$  - тухайн хэмжилтийн үеийн хөрсний хувийн эсэргүүцэл, Ом·м

Туршуул электродын газардуулгын эсэргүүцлийг Зураг 4.1-д заасан схемээр хэмжинэ.



**Зураг 4.1 Туршуул электродын газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих вольтметр-амперметрийн арга**

X- Туршуул электрод

П- Потенциалын электрод

Т-Гүйдлийн туслах электрод

Зурагт зааснаар хэмжүүрийн багажуудад вольтметр, амперметрийг ашигласан байна. Эдгээр багажуудын оронд газардуулга хэмжихэд зориулагдсан М416, Ф4103/М1 маркийн электрон хэмжүүрүүдийг ашиглаж бас болно. М416 багаж нь энгийн хийцтэй, ашиглахад маш хялбар боловч  $R=1000$  Ом хүртэл эсэргүүцлийг хэмжих бололцоотой. Харин Ф4103/М1 багаж нь хэмжилтийн алдаа багатайгаас гадна  $R_{хэмж}=30000$  Ом хүртэл эсэргүүцлийг хэмждэг, сүүлийн үеийн төхөөрөмж юм.

АНУ-ын инженерийн практикт Megger DET4TC2 багаж ашиглагддаг.

Хэмжүүрийн багажуудад тавигдах гол шаардлага нь нарийвчлал сайтай байхаас гадна, потенциалын хэмжүүрийн (вольтметрийн) оролтын эсэргүүцэл аль болох өндөр байх шаардлагатай. Потенциалын хэмжүүр нь Х ба П электродын хооронд залгагдаж тэдгээрийн потенциалын ялгаварыг хэмжих зориулалттай учир хэрэв дотоод эсэргүүцэл нь бага байвал  $I_v$  гэсэн гүйдэл ихэсч, П электрод дээрхи хүчдлийн уналт  $\varphi_n$  ихэссэний улмаас хэмжилтэнд алдаа гарч эхэлнэ. Иймд вольтметр-амперметрийн аргаар хэмжилт хийх үед  $V$  гэсэн вольтметрийн дотоод эсэргүүцэл маш өндөр байх шаардлагатай.

Зураг 4.1 схемд үзүүлснээр бууруулах трансформатороос багавтар (50-100В орчим) хүчдлийг Х ба Т электродуудад өгөхөд хэлхээгээр  $I_x$  гэсэн гүйдэл гүйнэ.

Т электродыг **гүйдлийн туслах электрод** гэж нэрлэнэ.  $I_x$  гэсэн гүйдэл нь зурагт заасан замаар гүйж туршилтын Х электрод дээр  $\varphi_x$  гэсэн потенциалыг бий болгоно. Энэ потенциалын хэмжээг  $V$  гэсэн вольтметр хэмжих үүрэгтэй. Үүний тулд П гэсэн нэмэлт электрод шаардлагатай болох ба энэ электродыг **потенциалын электрод** гэнэ.

Хэмжилтийн алдааг багасгахын тулд Х, П, Т электродууд нь хоорондоо 20м-ээс дээш зайтай байх шаардлагатай.

П ба Т гэсэн туслах электродуудыг заавал гүн суулгах шаардлагагүй, 50-70см гүнд суулгахад хангалттай.

Омын хууль ёсоор туршуул электродын газардуулгын эсэргүүцлийг дараах илэрхийллээр тооцоолно.

$$R_{хэмж} = \frac{\varphi_x}{I_x}$$

$\varphi_x$  - туршуул электрод дээрхи потенциал, В

$I_x$  - мөн электродоор гүйж байгаа газардуулгын гүйдэл, А

М416, Ф4103 маркийн зориулалтын хэмжүүрүүд нь  $R_{хэмж}$  эсэргүүцлийг шууд заадаг онцлогтой.

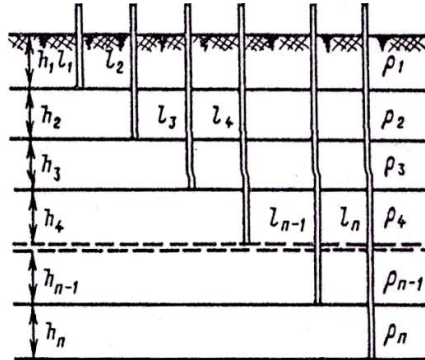
Олон үет хөрсөнд туршуул электродын аргыг хэрэглэхдээ электродыг янз бүрийн гүнд Зураг 4.2-д зааснаар шатлуулан суулгаж хэмжилтийг явуулна.

Шатлалын хэмжээ нь  $h_{шат}=0.5-1.5$  м байх ба шатлал бүрийг нэг үе гэж үзэж хувийн эсэргүүцлийг нь тооцоолно. Туршуул электродыг  $I_n$  гүнд суулгасан үеийн

газардуулгын эсэргүүцлийг  $R_{п.хэмж}(Ом)$  гарсан гэж үзвэл түүнд харгалзах хөрсний дундаж хувийн эсэргүүцэл нь:

$$\rho_{п.хэмж}^{дунд} = R_{п.хэмж} \cdot \frac{2\pi \cdot l_n}{\ln(4 \cdot l_n / d)}$$

d - электродын голч, м



Зураг 4.2. Туршуул электродыг олон үет хөрсөнд хэрэглэх байдал

$h_i$  - үеүүдийн зузаан,  $l_i$  - үеүүдэд хэмжилтийн электродыг суулгах гүн,  
 $\rho_i$  - үеүүдийн хувийн эсэргүүцэл

Хэмжилтийн үеийн дундаж хувийн эсэргүүцлүүдийг тодорхойлсны дараа тухайн үе бүрийн хувийн эсэргүүцлийг дараах илэрхийллээр тооцоолно.

$$\rho_{п.хэмж} = \frac{h_n}{\frac{l_n}{\rho_{п.хэмж}^{дунд}} - \frac{l_{n-1}}{\rho_{п-1.хэмж}^{дунд}}}$$

Үүнд:

$\rho_{п.хэмж}$  - Тухайн үе давхрагын хувийн эсэргүүцлийн хэмжээ, Ом·м

$h_n$  - Тухайн давхрагын зузаан, м

$l_n$  - Тухайн хэмжилтэнд электродыг суулгасан гүн, м

$\rho_{п.хэмж}^{дунд}$  - Тухайн хэмжилтийн үе, давхрагын хөрсний дундаж эсэргүүцэл, Ом·м

(Дээрх илэрхийллээр тооцоолно)

Тухайн нутаг дэвсгэрт хөрсний хөлдөлтийн гүнийг  $h_{хөлд}(м)$  гэж үзвэл үүнээс дээш орших үе давхрагуудын тооцооны хувийн эсэргүүцэлд

$$\rho_{i.тооц} = \rho_{i.хэмж} \cdot \psi$$

гэсэн байдлаар улирлын коэффициентийн засварыг оруулах ба харин хөлдөлтийн гүн  $h_{хөлд}$ -өөс доош үеүүдэд улирлын коэффициентийн засварыг хийхгүйгээр шууд  $\rho_{i.тооц} = \rho_{i.хэмж}$  ГЭЖ ТООЦНО.

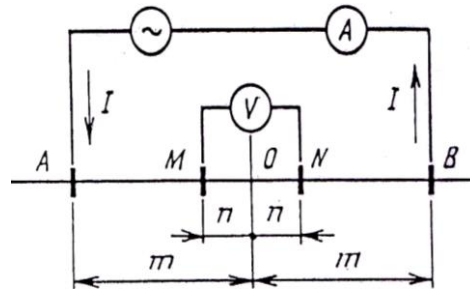
#### 4.1.2. Босоо цахилгаан орныг ашиглах ВЭЗ-ийн арга

Хөрсний хувийн эсэргүүцлийг тодорхойлох хамгийн иж бүрэн, нарийвчлал сайтай, үнэ өртөг багатай арга нь босоо цахилгаан орныг ашиглах арга юм. Энэ аргын үндэс нь газрын гадаргуугын цэгээс хөрсний тодорхой гүнд гүйдэл гүйлгэж цахилгаан орныг үүсгэх ба энэ орны хэлбэр дүрс, гүйдлийн тархалтын байдлыг судлан, хөрсний эсэргүүцлийг янз бүрийн гүнд тодорхойлох явдал юм. ВЭЗ-ийн арга нь геофизикийн практикт ашигт малтмалын эрэл хайгуулын судалгаанд өргөн дэлгэр хэрэглэгдэнэ.



Эрчим хүчний салбарт хөрсний цахилгаан эсэргүүцлийг хэмжиж ВЭЗ-ийн судалгаанд 4 электрод бүхий Шлюмбержийн схем, Вернерийн схемүүдийг ашиглана.

Тэгш хэмтэй байрлал бүхий 4 электродтой Шлюмбержийн схемийг Зураг 4.3-д үзүүлэв.



Зураг 4.3. Шлюмбержийн тэгш хэмтэй байрлал бүхий 4 электродын схем

Бүх электродууд нэг шугаман дээр байрлах ба А, В электродуудыг **гүйдлийн**, М, N электродуудыг **потенциалын электрод** гэж нэрлэнэ.

Электродууд нь гүйдэл тархах цэгийн үүрэг гүйцэтгэх учраас хэт гүн суулгах шаардлагагүй. М N гэсэн потенциалын электродуудын хувьд гүн нь  $2n/3$ , А В гэсэн гүйдлийн электродуудад гүн нь  $2m/9$  хэмжээнээс ихгүй (40-50см орчим) байх шаардлагатай.

Гүйдэл үүсгэгчээс А амперметрээр дамжуулан А, В электродоор I гэсэн гүйдэл гүйлгэнэ. Энэ гүйдэл нь А, В электродоор дамжин газрын хөрсөөр гүйж, тэнд хувьсах цахилгаан орныг үүсгэнэ. Хөрсөн доор бий болсон цахилгаан орны улмаас М ба N электродууд дээр  $\varphi_M$ ;  $\varphi_N$  гэсэн потенциалууд үүсэх бөгөөд эдгээр потенциалуудыг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$\varphi_M = \frac{I \cdot \rho}{2\pi(m-n)} - \frac{I \cdot \rho}{2\pi(m+n)}$$

$$\varphi_N = \frac{I \cdot \rho}{2\pi(m+n)} - \frac{I \cdot \rho}{2\pi(m-n)}$$

М, N цэгүүдийн хоорондох потенциалын ялгавар нь:

$$\varphi_M - \varphi_N = U_{MN} = \frac{I \cdot \rho}{\pi} \left( \frac{2n}{m^2 - n^2} \right)$$

Үүнд:

I - Гүйдлийн электродоор гүйх гүйдэл

$\rho$  - Хөрсний хувийн эсэргүүцэл

m - 0 цэгээс А ба В электрод хүртэлх зай

n - 0 цэгээс М ба N электрод хүртэлх зай.

$U_{MN}$  - MN цэгийн хоорондох потенциалын ялгавар хүчдэл

Дээрх илэрхийллээс хөрсний хувийн эсэргүүцэл ( $\rho$ )-г олбол:

$$\rho = \frac{U_{MN}}{I} \cdot \frac{\pi(m^2 - n^2)}{2n} = R_{4.хэмжК4Э}$$

Илэрхийллийн  $\frac{U_{MN}}{I}$  хэсгийг 4 электродтой төхөөрөмжийн эсэргүүцэл  $R_{4хэмж}$  гэж нэрлэнэ.

$$R_{4хэмж} = \frac{U_{MN}}{I} = \frac{2n\rho}{\pi(m^2 - n^2)} \quad \text{учир}$$

8.7-д илэрхийлэл нь дараах хэлбэртэй болно:

$$\rho = \frac{\pi(m^2 - n^2)}{2n} \cdot R_{4хэмж} = R_{4хэмж} \cdot K_{4э}$$

Үүнд:

$$K_{4э} = \frac{\pi(m^2 - n^2)}{2n} - \text{дөрвөн электродот схемийн хувийн эсэргүүцлийн коэффициент}$$

Хувийн эсэргүүцлийн коэффициент  $K_{4э}$  нь электродуудын байрлалаас ихээхэн хамаарна.

Энэ схемээр хөрсний хувийн эсэргүүцлийг олон үетэй хөрсөнд хэмжих үед гарах  $R_{4хэмж}$  гэсэн утга нь зөвхөн үе, давхрагуудын ерөнхий дундаж утгыг заана.

Олон үет хөрсөнд хөрсний эсэргүүцлийн зураглалыг нарийвчлан гаргахын тулд  $m$  ба  $n$  зайг өөрчлөн олон тооны (5-6 удаагийн) хэмжилтийг хийж хос логарифмын масштабад  $\rho_{ер,дунд}(Om \cdot m) = f(m)$  графикийг байгуулна. Графикийг янз бүрийн хөрсөнд урьдчилан тооцоолж байгуулсан загвар графиктай харьцуулах замаар хөрсний давхаргуудын бүтцийг гаргана. Энэ аргачлалын тухай нарийвчилсан мэдээлэлүүдийг Геофизикийн ном, сурах бичгээс дэлгэрүүлэн авч ашиглах хэрэгтэй.

Дөрвөн электрод бүхий Вернерийн схемийн онцлого нь зэрэгцээ электродуудын зай хоорондоо тэнцүү  $l_{MN} = l_{AM} = l_{NB} = L_a$  байна. Ингэснээр хувийн эсэргүүцлийг тодорхойлох илэрхийллүүд хялбарчлагдаж

$$\rho_{хэмж} = 2\pi \cdot L_a \cdot R_{4.хэмж} = R_{4.хэмж} K_{4э}$$

болно. Энд үед эсэргүүцлийн коэффициент нь  $K_{4э} = 2\pi \cdot L_a$ -тай тэнцүү байна.

Вернерийн схем нь хялбар холболттой, тооцооны үр дүн энгийн илэрхийлэлээр гардаг тул хөрсний ерөнхий хувийн эсэргүүцлийг түргэвчлэн хэмжиж тодорхойлоход өргөн хэрэглэгдэнэ.

Энд хэмжилт хийж байгаа электродуудын хоорондын зай  $L_a$  нь хөрсний чухам ямар гүнд судалгааг явуулж байгааг харуулна.

Судалгаанаас үзвэл хөрсний  $h_{хэмж}$  (м) гэсэн гүнд харгалзах хувийн эсэргүүцлийг тодорхойлохын тулд АВ электродын хоорондын зай нь  $l_{AB} = 4h_{хэмж}$  байх шаардлагатай байдаг байна.

Эндээс электрод хоорондын байвал зохих зайг олбол:

$$L_a = \frac{l_{AB}}{4} = \frac{4h_{хэмж}}{4} = 1.3 \cdot h_{хэмж}$$

$L_a$ - AM, MN, NB электродуудыг байрлуулбал зохих зай, м

$h_{хэмж}$ - хөрсний эсэргүүцлийг тодорхойлох хэмжилтийн гүн, м

ВЭЗ-ийн аргуудаар хэмжилт хийх үед өмнө дурьдсан M416, Ф4103/M1 багажуудыг мөн өргөн ашиглана.

АНУ-ын практикт “Megger DTE4TC2” багаж хэрэглэгдэнэ.

## 4.2. Хөрсний хувийн эсэргүүцлийн хэмжилтэнд ашигласан хэмжүүр багаж, тэдгээрийн техникийн үзүүлэлтүүд ба туршилтын схемүүд

### 4.2.1. Хэмжилтэнд ашигласан хэмжүүрийн багаж, тэдгээрийн техникийн үзүүлэлт

Хэмжилтийн үр дүнг алдаа багатай, гадны нөлөөлөлд тэсвэртэй байдлыг харьцуулан судлахын тулд 4 өөр улсын орчин үеийн хэмжүүрүүдийг ашиглаж, эцсийн үр дүнд ямар улиралд, аль багаж нь хэмжилтэнд тохиромжтой, алдаа багатай, тогтвортой сайн зааж байгааг харьцуулан судлав.

Хөрсний болон газардуулгын эсэргүүцлийн зориулалтын сүүлийн үеийн хэмжилтийн багажуудыг тус бүрээр нь жагсаан үзүүлэв.



#### **Earth Resistance & Resistivity Tester (JAPAN)**

- High test current up to 80mA yielding resolution of 0.001Ω on 2Ω range.
- Advanced Filtering method (based on FFT Fast Fourier Transform) reduces noise interference for obtaining stable measurements.
- Automatic and Manual selection of the Test Current Frequency in four bands (94/105/111/128Hz). In Automatic mode, KEW 4106 will select the most suitable Frequency.
- Several sub-results can be shown on the display: Resistance of the Auxiliary Earth Spikes, Frequency of Test Current, Voltage and Frequency of Interference (noise), Residual Resistance Rk, etc.
- Warning for excessive noise and high Auxiliary Earth Spikes resistance.
- Large Graphic Display with backlight for readings in poorly illuminated areas.
- Up to 800 measurement results can be saved in the memory and recalled on the display.
- The stored results can be transferred to a PC using the "KEW Report" software and a USB adaptor (Model 8212-USB) which are included.
- Robust design with IP54 protection.

Function	Range	Resolution	Measuring range	Accuracy
<b>Earth resistance Re (Rg at ρ measurement)</b>	2Ω	0.001Ω	0.03 - 2.099Ω	±2%rdg±0.03Ω
	20Ω	0.01Ω	0.03 - 20.99Ω	±2%rdg±5dgt (*1)
	200Ω	0.1Ω	0.3 - 209.9Ω	
	2000Ω	1Ω	3 - 2099Ω	

	20k $\Omega$	10 $\Omega$	0.03k - 20.99k $\Omega$	
	200k $\Omega$	100 $\Omega$	0.3k - 209.9k $\Omega$	
<b>Auxiliary earth resistance Rh, Rs</b>				8% of Re+Rh+Rs
<b>Earth resistivity <math>\rho</math></b>	2 $\Omega$	0.1 $\Omega$ ·mm - 1 $\Omega$ ·m Autoranging	0.2 - 395.6 $\Omega$ ·m	$\rho=2\times\pi\times a\times Rg$ (*2)
	20 $\Omega$		0.2 - 3956 $\Omega$ ·m	
	200 $\Omega$		20 - 39.56k $\Omega$ ·m	
	2000 $\Omega$		0.2 - 395.6k $\Omega$ ·m	
	20k $\Omega$		2.0 - 1999k $\Omega$ ·m	
	200k $\Omega$			
<b>Series interference voltage Ust (A.C only) (*3)</b>	50V	0.1V	0 - 50.9Vrms	$\pm 2\%rdg\pm 2dgt$ (50/60Hz) $\pm 3\%rdg\pm 2dgt$ (40 - 500Hz)
<b>Frequency Fst</b>	Autoranging	0.1Hz 1Hz	40Hz - 500Hz	$\pm 1\%rdg\pm 2dgt$
<b>Measuring method</b>	Earth resistance: Fall-of-potential method (currents and voltages measured via the Probes) Measurement method of Earth Resistivity ( $\rho$ ): Wenner 4-pole method Series interference voltage (earth voltage) RMS Rectifier (between the E-S Terminals)			
<b>Memory capacity</b>	800 data			
<b>Communication Interface</b>	Model 8212-USB Optical Adaptor			
<b>LCD</b>	Dot-matrix 192x64 monochrome			
<b>Over-range Indication</b>	"OL"			
<b>Overload Protection</b>	between E-S(P) and between E-H(C) terminals AC280V / 10 sec.			
<b>Applicable standards</b>	IEC 61010-1 CAT III 300V, CAT IV 150V Pollution degree 2 IEC 61010-031, IEC 61557-1, 5, IEC 61326-1 (EMC), IEC 60529 (IP54)			
<b>Power source</b>	DC12V : sizeAA manganese dry battery (R6) $\times$ 8 (Auto power off: approx. 5 minutes)			
<b>Dimensions</b>	167(L) $\times$ 185(W) $\times$ 89(D) mm			
<b>Weight</b>	approx. 900g (including batteries)			
<b>Accessories</b>	7229A (Earth precision measurement), 7238A (Simplified measurement test leads), 8032 (Auxiliary earth spikes [2 spiks/set]) $\times$ 2 sets (4 spikes in total), 8200-04 (Cord reel [4 pcs]) $\times$ 1 set, 8212-USB (USB adaptor with "KEW Report(Software)"), 9121 (Shoulder strap), 9125 (Carrying case), R6 $\times$ 8, Instruction manual, Calibration certificate			
<b>Optional</b>	8212-RS232C (RS232C adaptor with "KEW Report(Software)")			



### **Ф4103-М1-Измеритель сопротивления заземления**

Ф4103-М1 Измеритель сопротивления заземления предназначен для измерения сопротивления заземляющих устройств, удельного сопротивления грунтов и активных сопротивлений как при наличии помех, так и без них с диапазоном измерений от 0-0,3 Ом до 0-15 Ком.

Технические данные Ф4103:

Диапазоны измерений и допустимые сопротивления:

Диапазон измерений, Ом	Диапазон допускаемых значений сопротивления электродов, кОм	
	Потенциальных R <sub>п1</sub> , R <sub>п2</sub> или их суммарное сопротивление (R <sub>п1</sub> +R <sub>п2</sub> )	Потенциальных R <sub>т1</sub> , R <sub>т2</sub> или их суммарное сопротивление (R <sub>т1</sub> +R <sub>т2</sub> )
0 — 0,3	0-2	0-1
0 — 1		
0 — 3	0-6	0-3
0 — 10		
0 — 30		
0 — 100		
0 — 300	0-12	0-6
0 — 1000		
0 — 3000		
0 — 15000		

где R<sub>т1</sub>, R<sub>п1</sub>, R<sub>п2</sub>, R<sub>т2</sub> — условные обозначения сопротивлений электродов, подключаемых к соответствующим зажимам.

Класс точности 4.0 на диапазоне 0 — 0,3 Ом и 2,5 на остальных диапазонах.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности ±4% на диапазоне 0 — 0,3 Ом и ±2,5% на остальных диапазонах от конечного значения диапазона измерения.

Частота измерительного тока находится в пределах 265 — 310 Гц.

Переменное напряжение на зажимах T1 и T2 при разомкнутой внешней цепи не более 36 В.

Электропитание измерителя осуществляется от девяти встроенных элементов 373.A373, (R20, L R20) или от внешнего источника постоянного тока напряжением от 11,5 до 15 В.

Ток потребления от источника питания не более 160 мА.

Время установления показания в положении ИЗМ 1 не более 6 сек. в положении ИЗМ 2 не более 30 сек.

Время установления рабочего режима не более 10 сек.

Продолжительность непрерывной работы измерителя при питании от внешнего источника не ограничена.

Продолжительность непрерывной работы от встроенного источника питания ограничивается емкостью электрохимического источника тока.

Габаритные размеры 305x125x155 мм.

Масса измерителя не более 2,2 кг.



### **Megger DET4TC 4 Pole Earth Tester (USA)**

4 pole earth tester for measuring soil resistivity and resistance of earth rods and associated installations. Supplied in a hard carry case together with auxiliary stakes and cables. An ICLAMP selective clamp is available separately, and when used with the DET4TC allows the testing of an earth rod without the need for disconnection from the system. A VCLAMP is also available separately, which when used in conjunction with ICLAMP allows stakeless measurements to be made in situations where driving auxiliary stakes is not practical.

Resistance range 0.01 to 20000 ohms auto ranging

Choice of 2, 3 or 4 terminal measurements

Simple one button operation

Superior noise rejection to 40V pk-pk

Measures earth voltage 0 – 100V

Automatic P spike and C spike check

Clamp input for no-disconnect testing (required ICLAMP)

Clamp inputs for stakeless testing (required ICLAMP and VCLAMP)

Earth current range (requires ICLAMP)

Resistance range:	0.01 to 20000Ω
Accuracy:	2% ± 3 digits
Ingress protection:	IP54
Output	±25V or ±50V at 128Hz
Earth current range with ICLAMP	0.5mA to 19.9A
Display:	LCD with back light
Operating temp:	-15 → +55 °C

## Standards

EN61010-1 CAT IV 100V

## Supplied with

4 earth test stakes, 4 connection leads, 8 x AA alkaline batteries, hard carry case, quick start guides, user guide on CD

## Specifications

Attribute	Value
Absolute Maximum Resistance Measurement	200k $\Omega$
Best Accuracy	$\pm 2\% + 3$ Digits
Display Type	LCD
Safety Category	CAT IV 100 V
Battery Life	3 h
Battery Type	AA
Power Source	Battery
Dimensions	203 x 78 x 148mm
Weight	1kg
Height	148mm
Includes	Calibration Certificate, Case, Spike, Test Lead
Length	203mm
Maximum Operating Temperature	+55°C
Measurement Type	Soil Resistance, 4 Terminal Earth Resistance
Width	78mm
Model Number	DET4TC2
Minimum Operating Temperature	-15°C

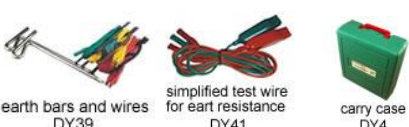


### **MODEL DY4100 (CHINA)**

- Ground resistance measurements from 0.01Ω to 2000Ω with 0.01Ω resolution
- Data hold, low battery warning
- Complete with test leads, auxiliary earth bars, heavy duty case and six 1.5V batteries

MODEL	DY4100
Earth Ground Resistance	0/20/200/2000Ω ±(2%+3)
Earth Voltage	0~30V ±(3%+5)
Resolution	0.01Ω
Data Hold	yes
Working LED Indicator	yes
Function Symbol Display	yes
Low Battery Warning	yes

### **General Characteristics**

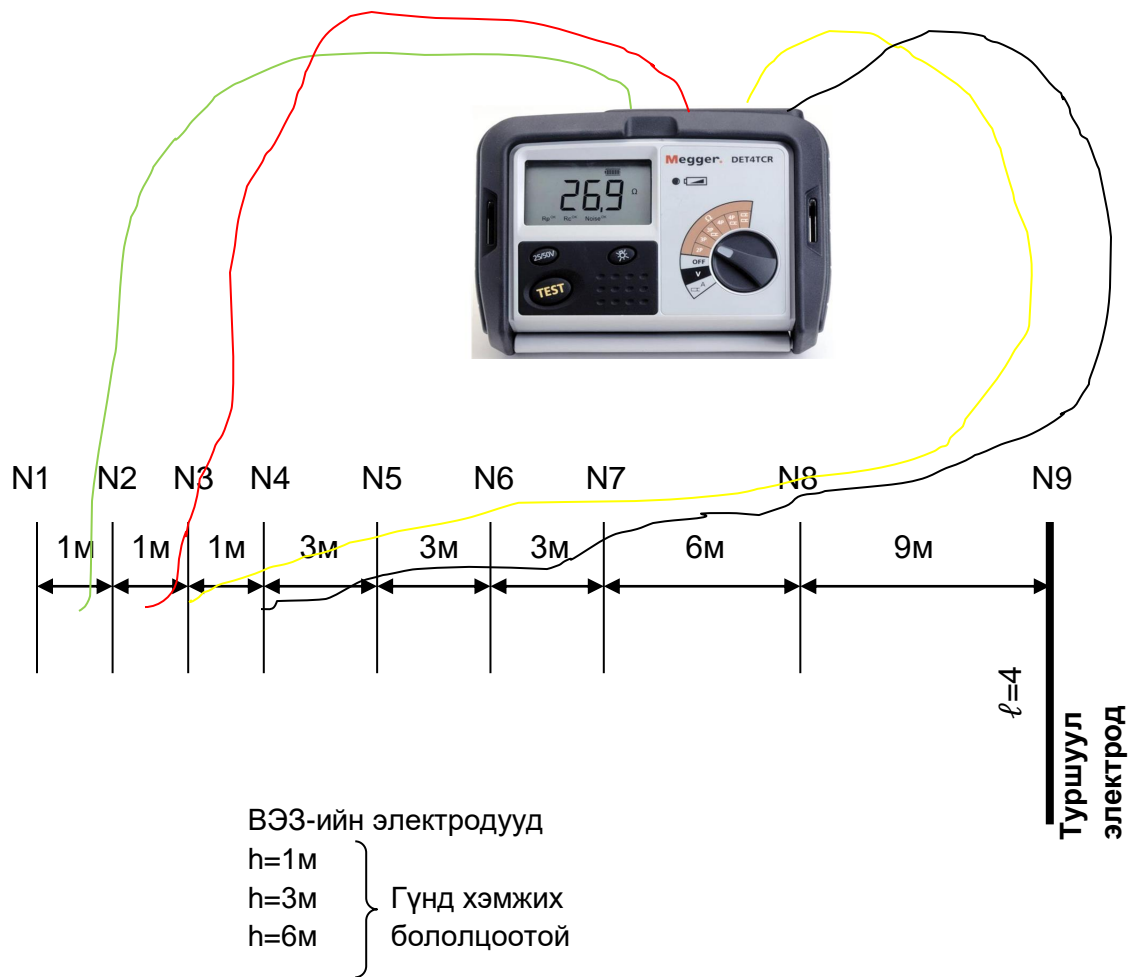
Power	AA1.5Vx6(UM3)
Product Size	150 x 100 x 70 mm
Product Net Weight	approx. 680g
Standard Accessories	 <p>earth bars and wires DY39      simplified test wire for earth resistance DY41      carry case DY4</p>
Standard individual packing	Carry case
Standard Quantity per Carton	5 pcs.
Measurement of Standard Carton	510*265*293mm (0.040 CBM)
Gross weight of Standard Carton	12.5kgs



#### 4.2.2 Улаанбаатар хот орчмын хөрсний цахилгаан эсэргүүцэл болон дэд станцуудын газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжилт судалгааг явуулсан цэгүүд, дэд станцуудын жагсаалт, хөрсний төрлүүд.

Хэмжүүрийн цэгүүд	хөрсний төрөл
• ШУТИС полигон (ХТП-159)	асгамал
• ТЭЦ IV урд (Худаг КТПН-407)	сайр, сайрга
• Сонсголон (Элеганс АТП-1167)	хайр, хайрга
• Хүүшийн зоорь (АТП-017)	сайр сайрга
• Био камбинат (АТП-4467)	хайр, хайрга
• Био камбинат (АТП-890)	сайр, сайрга
• Био камбинат (АТП-4417)	шавранцар
• Зүүн салаа (АТП-2694)	шавранцар
• Зүүн салаа (АТП-1462)	шавранцар
• Баруун салаа (АТП-4915)	шавранцар
• Баруун салаа (АТП-5083)	хайр, хайрга
• Улиастай (АТП-2642)	хайр, хайрга
• Улиастай (КТПН-2643)	хайр, хайрга
• Найрамдал (АТП1683)	хайр, хайрга
• Найрамдал (КТПН-1682)	хайр, хайрга
• Найрамдал (АТП1755)	хайр, хайрга
• Шарга морьт (АТП2044)	шавранцар
• Шарга морьт (АТП977)	шавранцар
• Сэлбэ гол (АТП1147)	хайр, хайрга
• Сэлбэ гол (АТП3512)	хайр, хайрга
• 1 Хороолол ар дэнж (АТП2693)	шавранцар
• 1 Хороолол ар дэнж (АТП4878)	хайр, хайрга
• 1 Хороолол ар дэнж (Цэеэ багш хашаа)	шавранцар
• Баянзүрх товчоо (АТП2847)	сайр, сайрга
• Баянзүрх товчоо (АТП367)	хайр, хайрга
• Дэнжийн мянга (АТП2724)	хайр, хайрга
• Дэнжийн мянга (АТП079)	хайр, хайрга
• Гандан тасганы овоо (АТП395)	асгамал
• Гандан тасганы овоо (КТПН3080)	асгамал
• Баянхошуу (АТП3865)	хайр, хайрга
• Баянхошуу (АТП748)	хайр, хайрга
• 3, 4 хорооллын ар дэнж (КТПН4271)	шавранцар
• 3, 4 хорооллын ар дэнж (АТП3778)	асгамал
• Баруун түрүүн (АТП2553)	элс
• Тахилт (АТП2056)	хайр, хайрга
• Тахилт (АТП4365)	хайр, хайрга
• Хайлааст (АТП3787)	хайр, хайрга
• Хайлааст (АТП3785)	хайр, хайрга
• Налайх Бүс нуур (АТП)	элсэнцэр
• Налайх (АТП7200)	хайр, хайрга
• Төв аймаг (АТП8358)	чулуу, чулуулаг
• Төв аймаг (ХТП8025)	хайр, хайрга

### ВЭЗ-ийн аргаар хөрсний хувийн эсэргүүцлийг хэмжсэн үеийн электродуудын байрлал ба хэмжүүрийн холболт



Зураг 4.4 Хөрсний эсэргүүцлийн хэмжилтийн цэгүүдэд электродуудыг байрлуулах бүдүүвч ба хэмжүүрийн холболт

### 4.3. Улаанбаатар орчмын дэвсгэр нутаг дээр хөрсний хувийн эсэргүүцлийн хэмжилт явуулсан протокол ба үр дүн

Хөрсний эсэргүүцэлболон газардуулах электродуудын эсэргүүцлийн хэмжилт

Байрлал: 1 Хороолол ар дэнж (АТП4878)

Хүснэгт 22

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 азардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.08.09	+11°C	+22°C	25.6 (160.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.4 (121) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.74 (103.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		59.3 (223) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.45 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.04	+8°C	+21°C	20.4 (128.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.32 (156.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.50 (56.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		67.0 (251.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.81 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.26	+7°C	+19°C	20.56 (129.1)	7.97 (150.2)	1.89 (71.2)		67.46 (253.7)	3.19

Байрлал: 1 Хороолол ар дэнж

Хүснэгт 23

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 азардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.08.09	+11°C	+22°C	13.12 (82.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.56 (104.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.18 (44.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		61.9 (232.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	
2018.09.04	+8°C	+21°C	12.56 (78.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.42 (121) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.84 (107) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		57.1 (214.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	

**Байрлал: Баянзүрх товчоо (АТП2847)**

**Хүснэгт 24**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.05	+6°C	+11°C	18 (113.1) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	13.12 (247.2) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	4.63 (174.5) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>		246 (925) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	18v
2018.10.22	-5°C	+5°C	14.56 (91.4) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	11.64 (219.3) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	9.98 (376.1) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>		1.199 (4.5) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	13.59 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>

**Байрлал: Баянзүрх товчоо (АТП367)**

**Хүснэгт 25**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.05	+6°C	+11°C	11.12 (69.8) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	4.92 (92.7) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	2.68 (101) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>		192 (721.9) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	5.63 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.10.22	-5°C	+5°C	10.38 (65.2) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	4.61 (86.9) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	3.46 (130.4) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>		201 (755.8) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	6.74 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>

**Байрлал: Дэнжийн мянга (АТП2724)**

**Хүснэгт 26**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_s}$	9 - $\frac{E}{E_s}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$
2018.07.26	+19°C	+30°C	2.27 (14.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.53 (28.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.52 (57.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		90.7 (341) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.60 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.27	-7°C	+3°C	29.5 (185.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	9.51 (179.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.09 (229.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		105.3 (395.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.11 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Дэнжийн мянга (АТП079)**

**Хүснэгт 27**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_s}$	9 - $\frac{E}{E_s}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$
2018.07.26	+19°C	+30°C	5.59 (35.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.45 (46.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.37 (89.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		28.5 (107.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.33 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.27	-7°C	+3°C	7.07 (44.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.03 (19.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.72 (140) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		41.0 (154.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.90 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Гандан тасганы овоо (АТП395)**

**Хүснэгт 28**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 азардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_s}$	9 - $\frac{E}{E_s}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.27	+15°C	+28°C	3.50 (22) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.57 (30) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.63 (23.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		13.41 (50.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.08 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.07	+1°C	+13°C	2.4 (15.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.2 (22.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.7 (26.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		15.9 (59.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.38 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Гандан тасганы овоо (КТПН3080)**

**Хүснэгт 29**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 азардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_s}$	9 - $\frac{E}{E_s}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.27	+15°C	+28°C	3.26 (20.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.02 (19.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.95 (35.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		43.7 (164.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.66 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.07	+1°C	+13°C	2.62 (16.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.22 (23) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.77 (29) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		30.6 (115.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.58 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Баянхошуу (АТП3865)**

**Хүснэгт 30**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 азардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.26	+19°C	+30°C	24.6 (154.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	7.08 (133.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.15 (118.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		125.3 (471) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.65 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.08	+3°C	+18°C	19.2 (120.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.61 (124.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.60 (173.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		165.5 (622.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.44 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Баянхошуу (АТП748)**

**Хүснэгт 31**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 азардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.26	+19°C	+30°C	36.5 (229.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.05 (114) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.36 (88.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		60.9 (229) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.16 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.08	+3°C	+18°C	41.8 (262.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.91 (167.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.55 (209.21) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		37.8 (142) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.93 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: 3.4 хорооллын ар дэнж (КТПН4271)**

**Хүснэгт 32**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	10 - $\frac{E}{ES}$
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.10	+9°C	+20°C	6.18 (38.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.56 (10.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.80 (30.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		15.01 (56.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.23 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.11.03	-5°C	-12°C	2.21 (13.9)	1.87 (35.2)	2.22 (83.7)		13.99 (52.6)	15.99

**Байрлал: 3.4 хороололын ар дэнж (АТП3778)**

**Хүснэгт 33**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	10 - $\frac{E}{ES}$
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.10	+9°C	+20°C	6.12 (38.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.91 (54.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.35 (50.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		24.0 (90.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.87 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.11.03	-5°C	-12°C	6.46 (40.6)	3.28 (61.8)	1.59 (59.9)		45.1 (169.6)	20.5



**Байрлал: Баруун түрүүн (АТП2553)**

**Хүснэгт 34**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	<b>Megger DET4TC2 (АНУ)</b>			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4- H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$
2018.09.11	+6°C	+10°C	9.22 (57.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.66 (50.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.06 (39.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		21.8 (82) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	31v
2018.09.25	+5°C	+19°C	4.9 (30.8)	3 (56.5)	1.6 (60.3)		42 (157.9)	25v

**Байрлал: Тахилт (АТП2056)**

**Хүснэгт 35**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	<b>Megger DET4TC2 (АНУ)</b>			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4- H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$
2018.09.11	+6°C	+10°C	3.58 (22.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.56 (29.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.11 (79.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		42.1 (158.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	7.65 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.30	-2°C	+11°C	3.6 (22.6)	4.9 (92.3)	12.1 (455.9)		42 (157.9)	6.6

**Байрлал: Тахилт (АТП4365)**

**Хүснэгт 36**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4- H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$
2018.09.11	+6°C	+10°C	8.93 (56.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.01 (56.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.37 (51.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		25.1 (94.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	25.1 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.30	-2°C	+11°C	9.15 (57.5)	3.52 (66.3)	1.6 (60.3)		26.4 (99.3)	13.7

**Байрлал: Хайлааст (АТП3787)**

**Хүснэгт 37**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4- H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$
2018.09.08	+3°C	+18°C	8.49 (53.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	10.59 (199.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.05 (152.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		123.7 (465.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.83 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.27	-7°C	+3°C	9.99 (62.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.57 (86.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.17 (157.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		188.8 (709.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.73 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Хайлааст (АТП3785)**

**Хүснэгт 38**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.08	+3°C	+18°C	19.9 (125) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	13.34 (251.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.57 (247.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		29.0 (109) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	19.7 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.27	-7°C	+3°C	40.4 (253.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	20.5 (386.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	13.18 (496.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		34.5 (129.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	30.1 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Налайх Бүс нуур (АТП)**

**Хүснэгт 39**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.09	+6°C	+20°C	18.1 (113.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.31 (118.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.65 (99.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		86.3 (324.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	11.84 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.22	-5°C	+5°C	31.9 (200.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	7.59 (143) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.50 (131.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		86.4 (324.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	20.8 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

Байрлал: Налайх (АТП7200)

Хүснэгт 40

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.09	+6°C	+20°C	5.82 (36.6) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	1.78 (33.5) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	0.67 (25.2) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>		14.49 (54.5) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	1.75 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.10.22	-5°C	+5°C	8.95 (56.2) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	3.14 (59.2) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	1.79 (67.4) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>		26.9 (101.1) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	3.56 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>

Байрлал: Төв аймаг (АТП8358)

Хүснэгт 41

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.09	+6°C	+20°C	14.40 (90.4) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	10.23 (192.7) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	3.82 (143.9) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>		83.6 (314.3) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	1.88 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.10.22	-5°C	+5°C	34.5 (216.7) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	9.57 (180.3) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	2.95 (111.2) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>		84.5 (317.7) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	2.14 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>

Байрлал: Төв аймаг (ХТП8025)

Хүснэгт 42

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.09	+6°C	+20°C	10.85 (68.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.11 (77.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.29 (48.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		24.2 (91) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.4 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.22	-5°C	+5°C	22.4 (140.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.80 (71.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.53 (57.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		25.9 (97.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.89 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

1. ШУТИС полигон ХТП-159

График 1.1

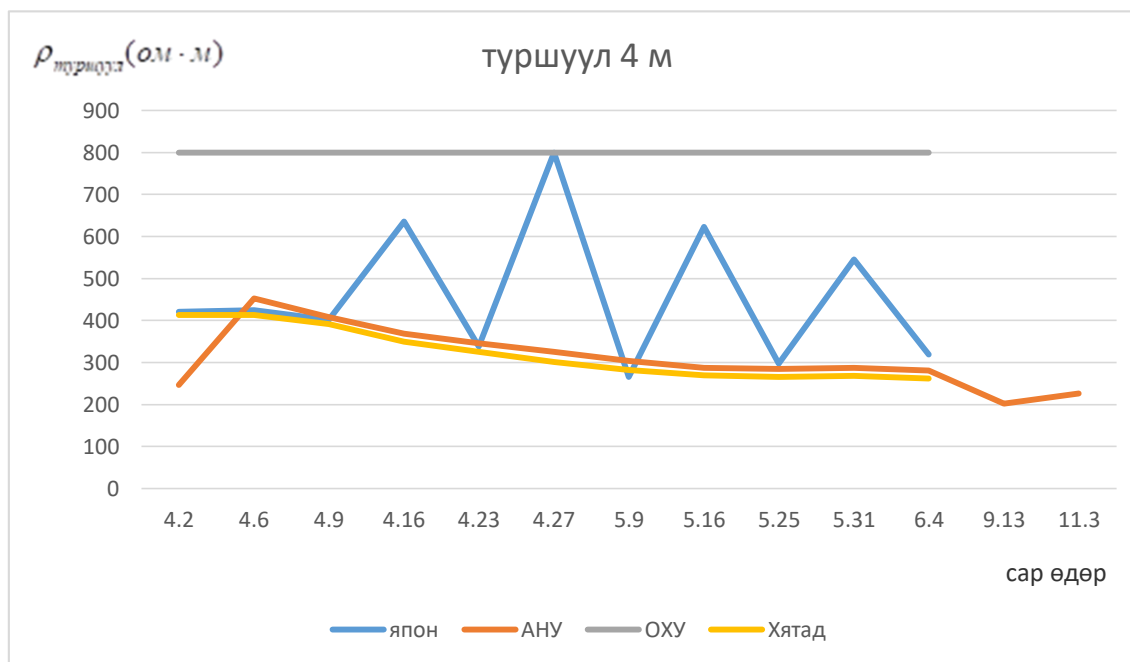


График 1.2

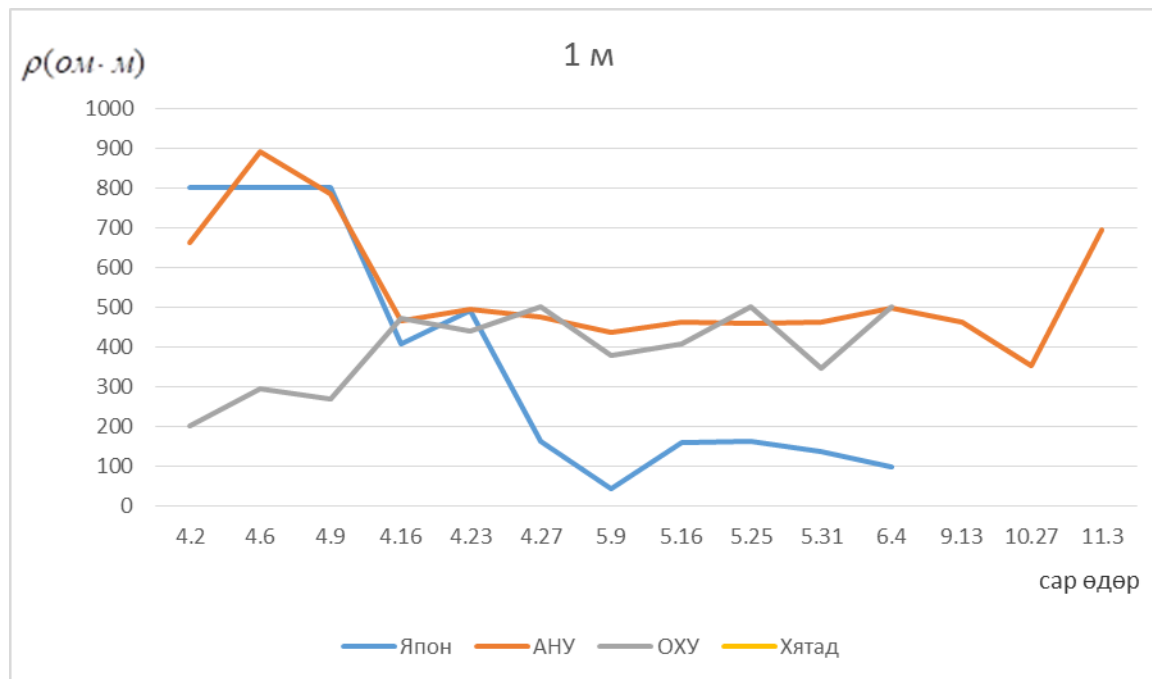


График 1.3

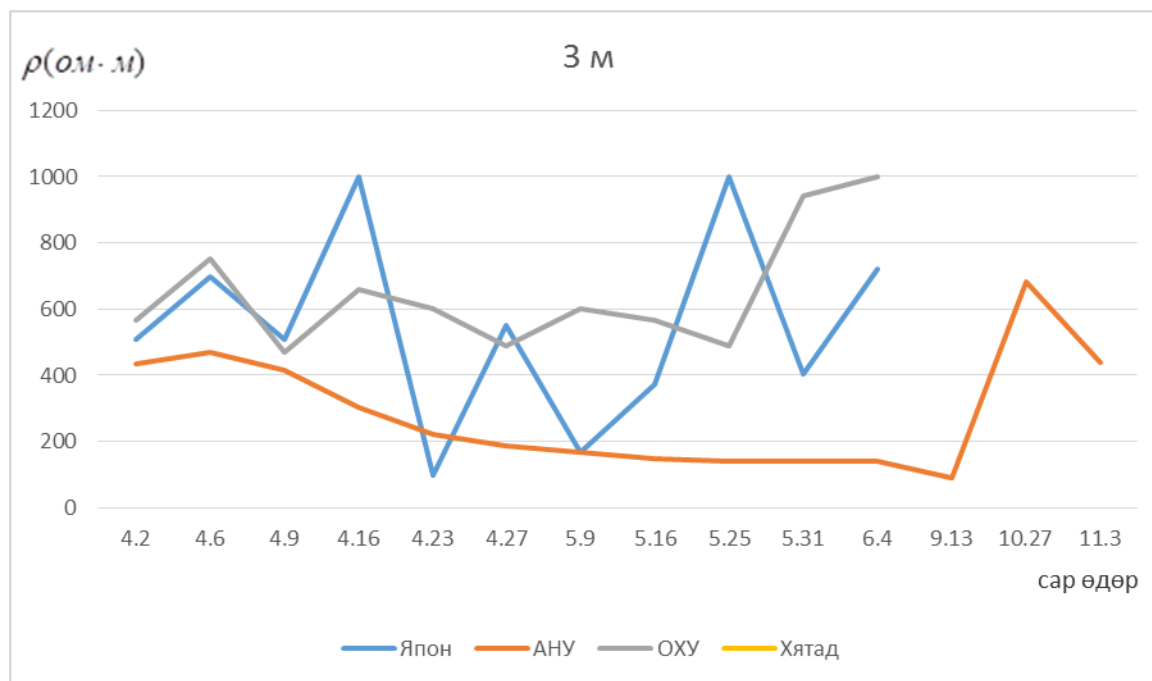
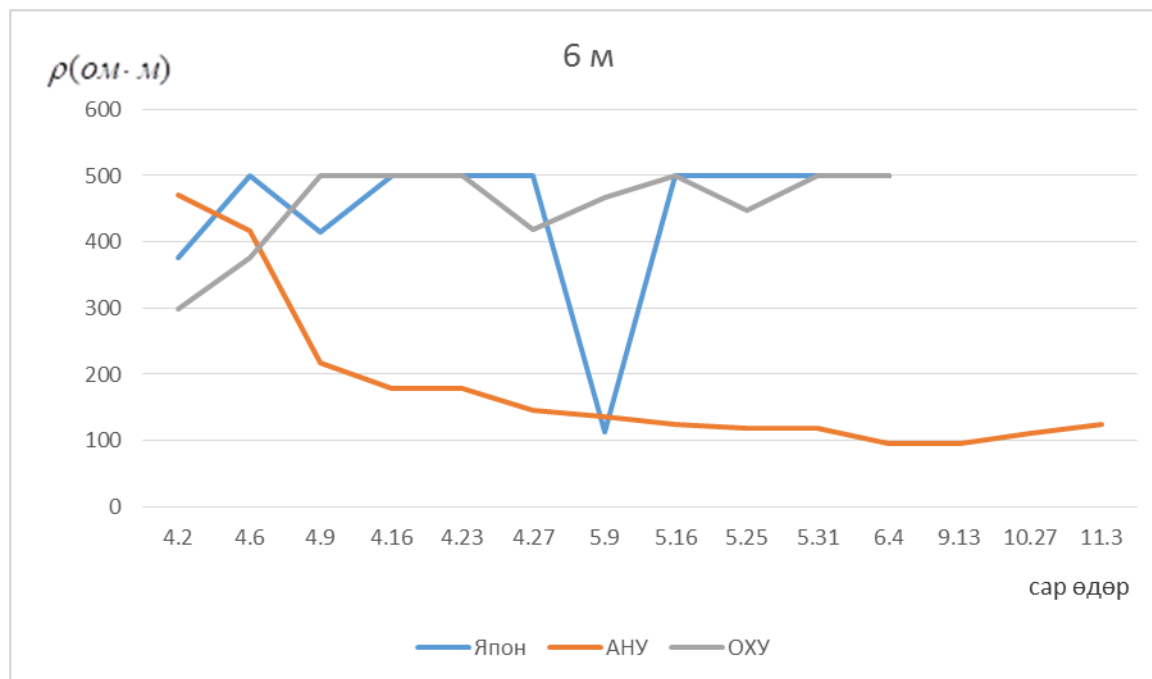
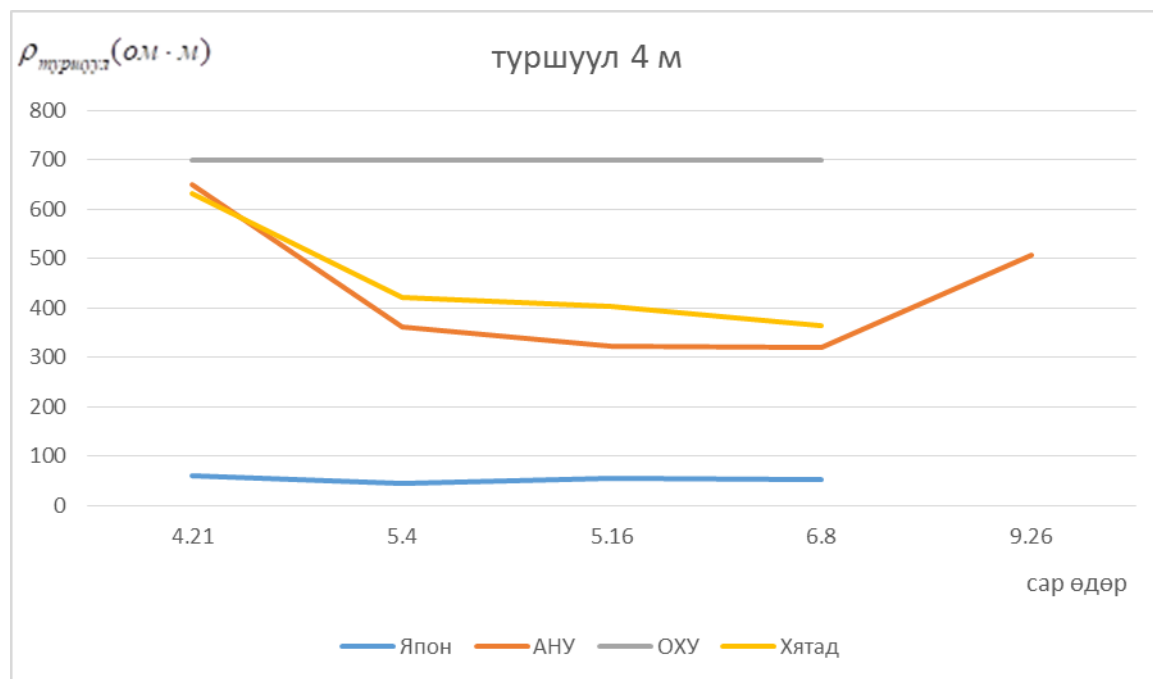


График 1.4



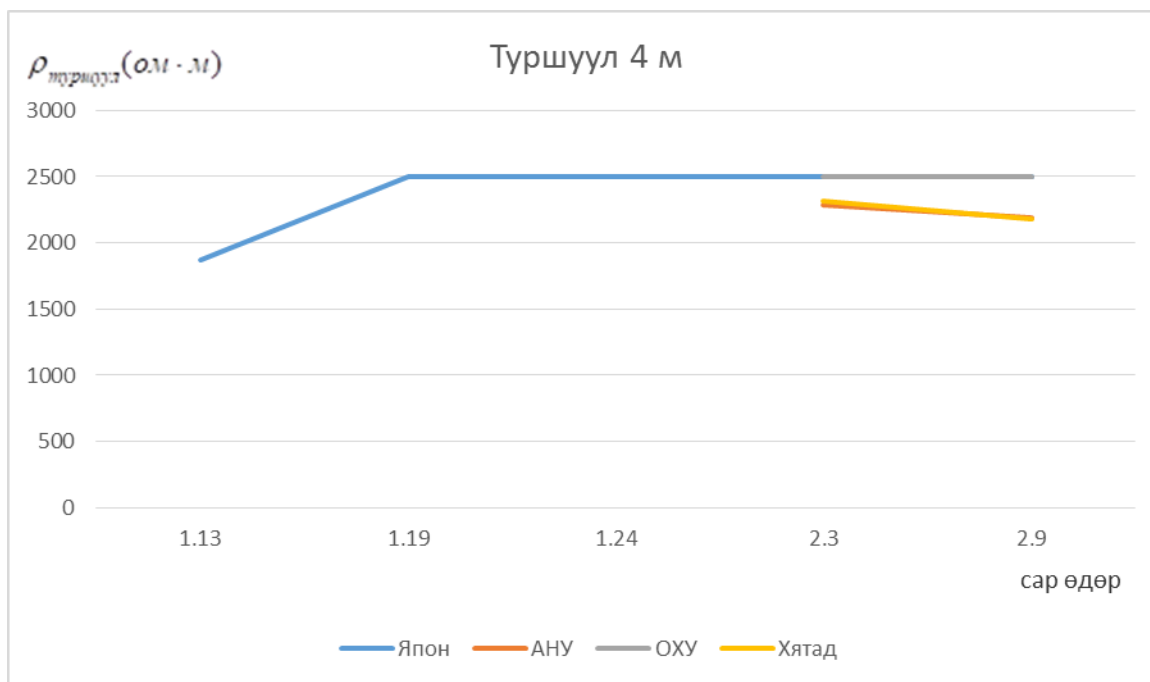
## 2. ТЭЦ-4 урд (худаг КТПН-406)

График 2.1



### 3. Сонголон (Элеганс АТП-1167)

График 3.1



### 4. Хүүшийн зоорь (АТП-017)

График 4.1

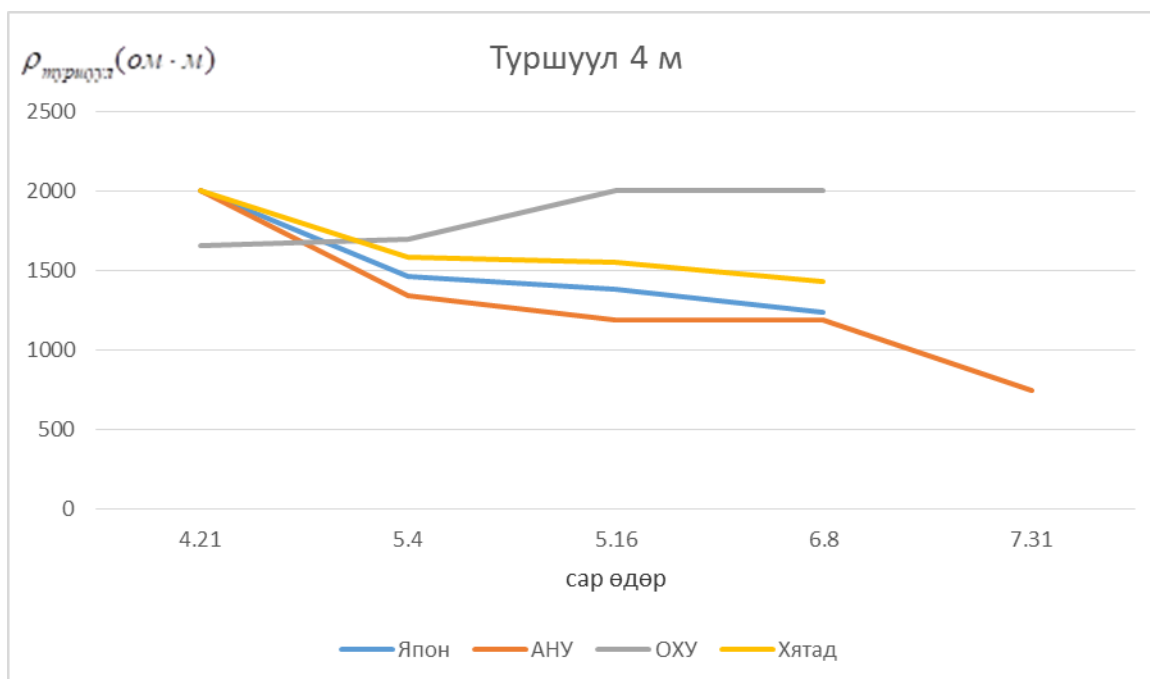
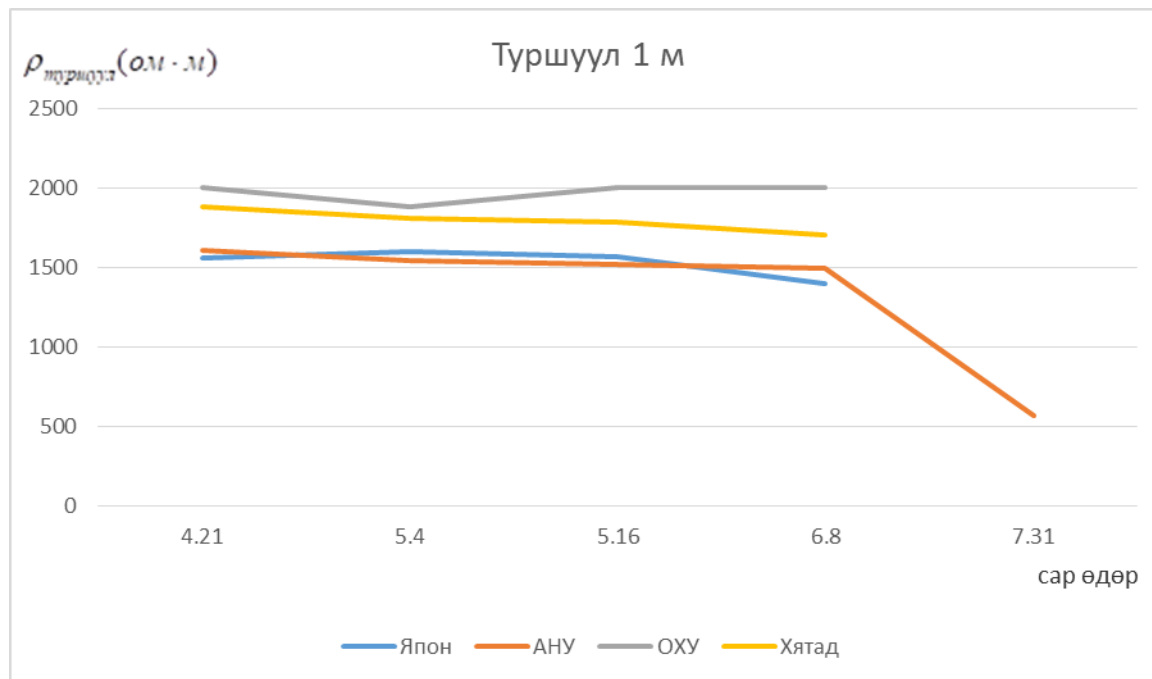


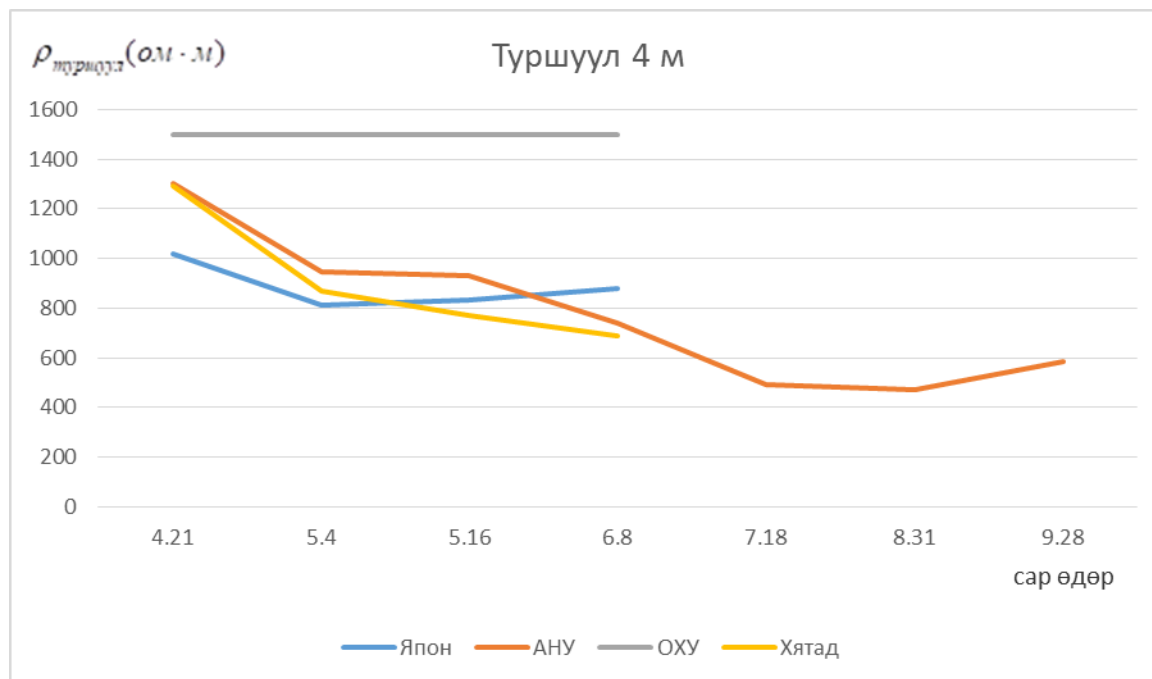


График 4.2



### 5. Био комбинат (АТП-4467)

График 5.1



## 6. Megger (АНУ) багажаар хэмжсэн Биокомбинат, Зүүн салаа, Баруун салаа, Улиастайн график

График 6.1

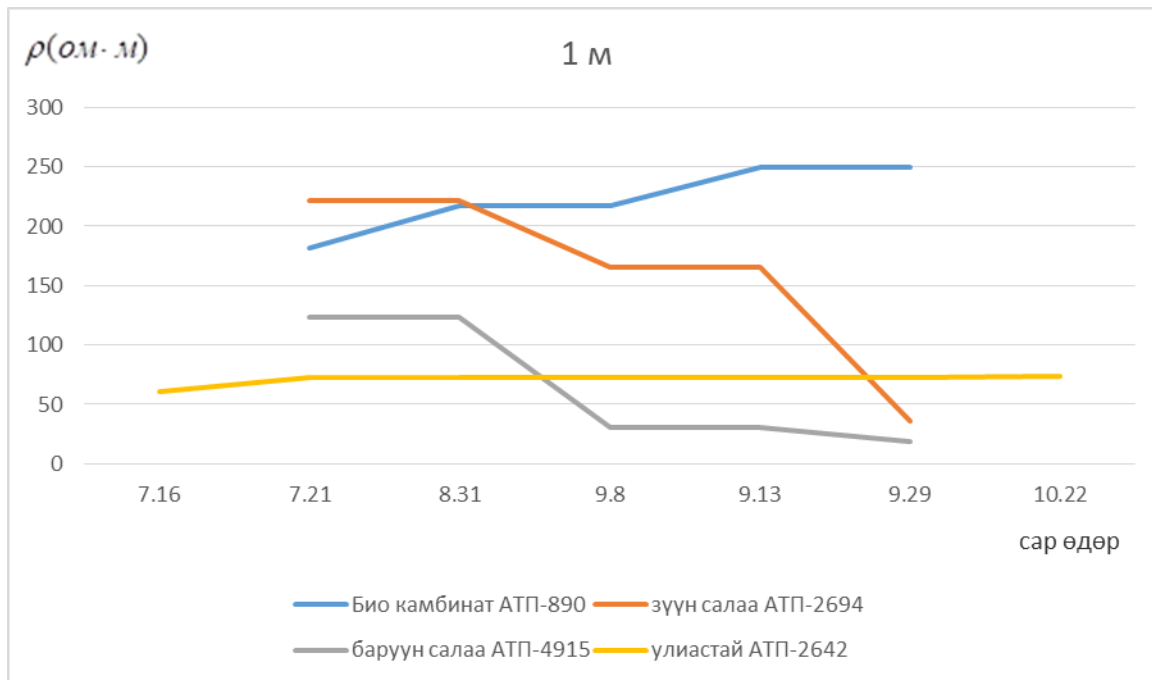


График 6.2

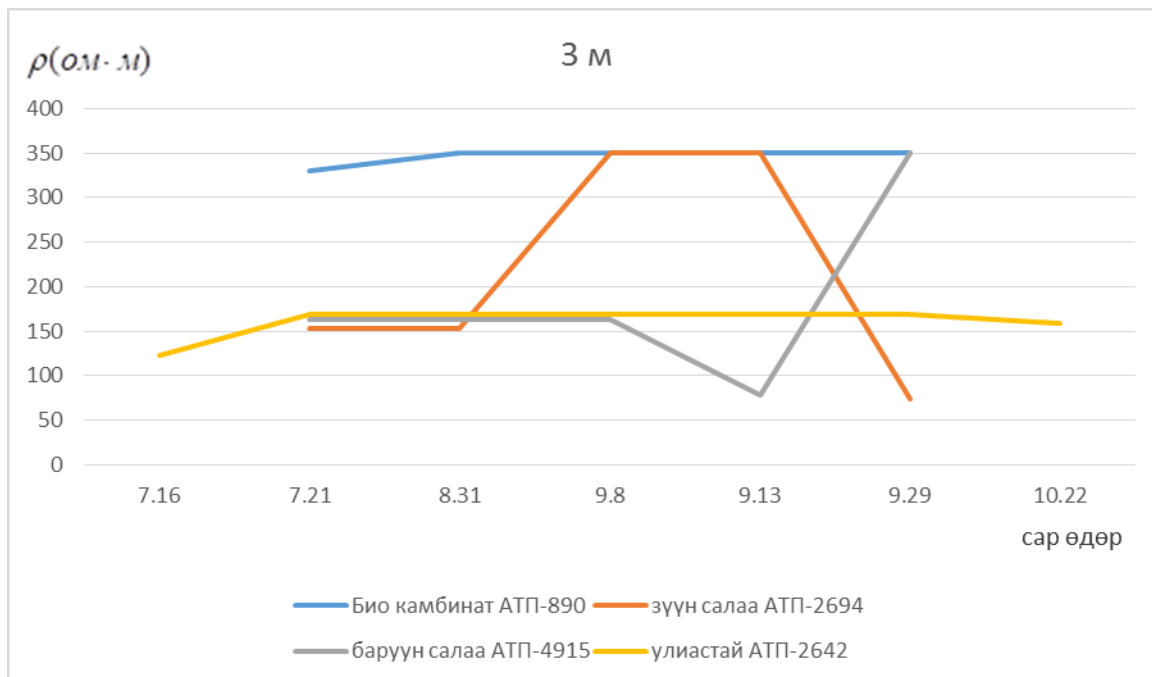


График 6.3

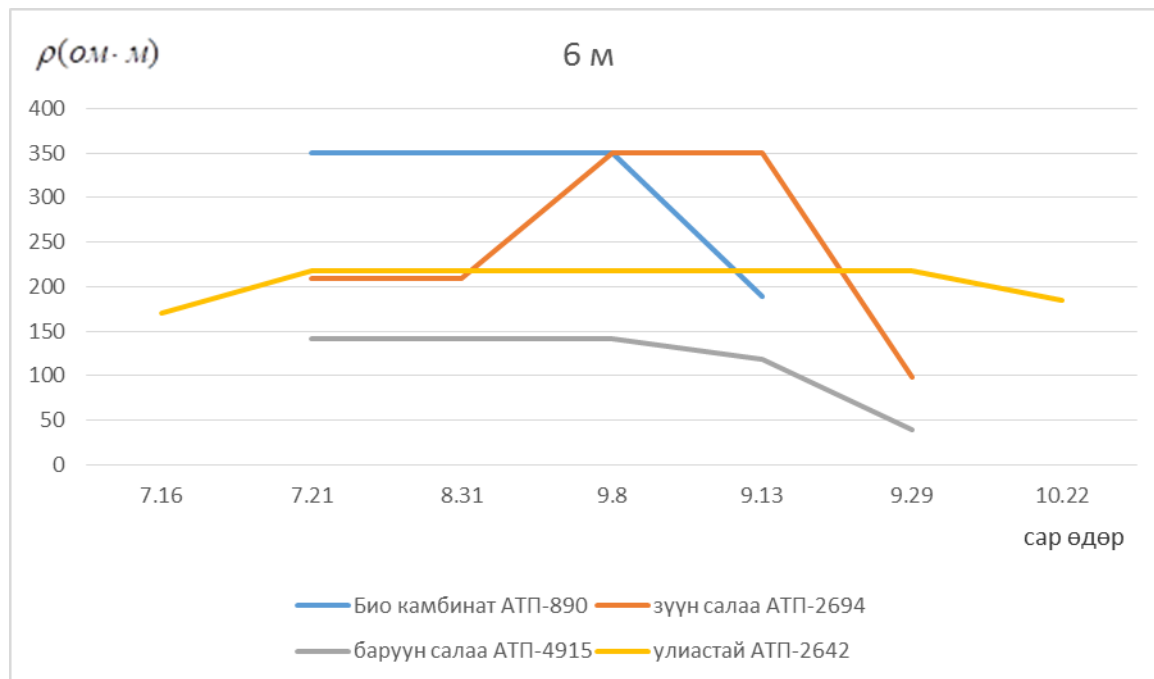


График 6.4

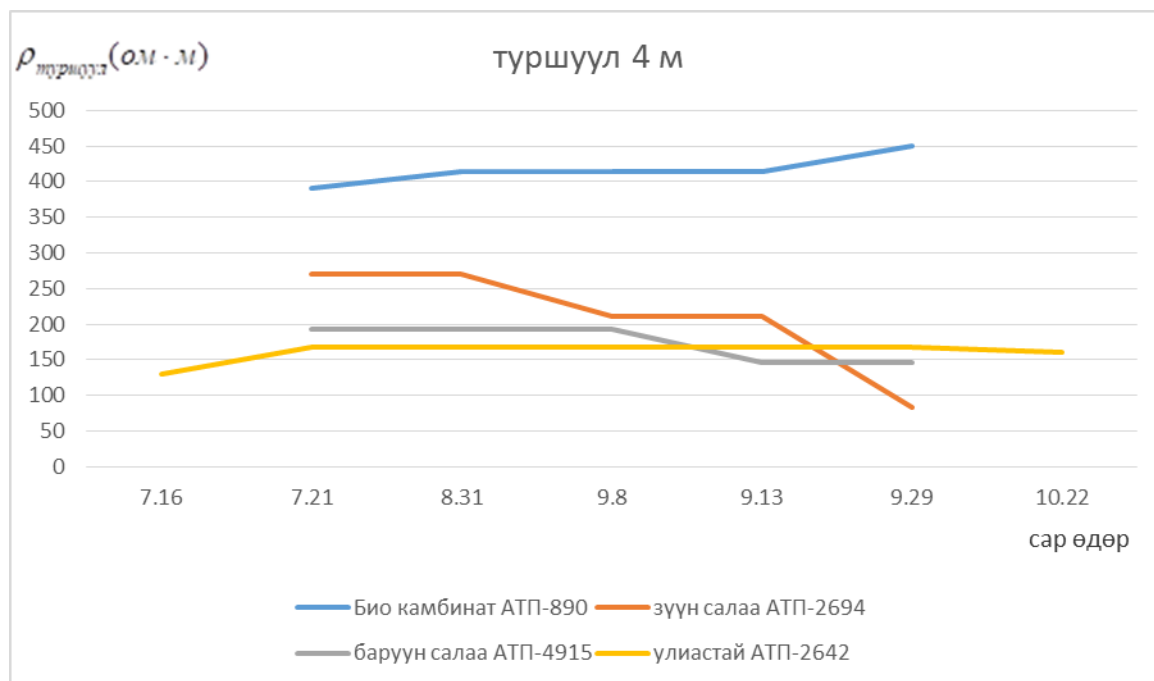


График 6.6

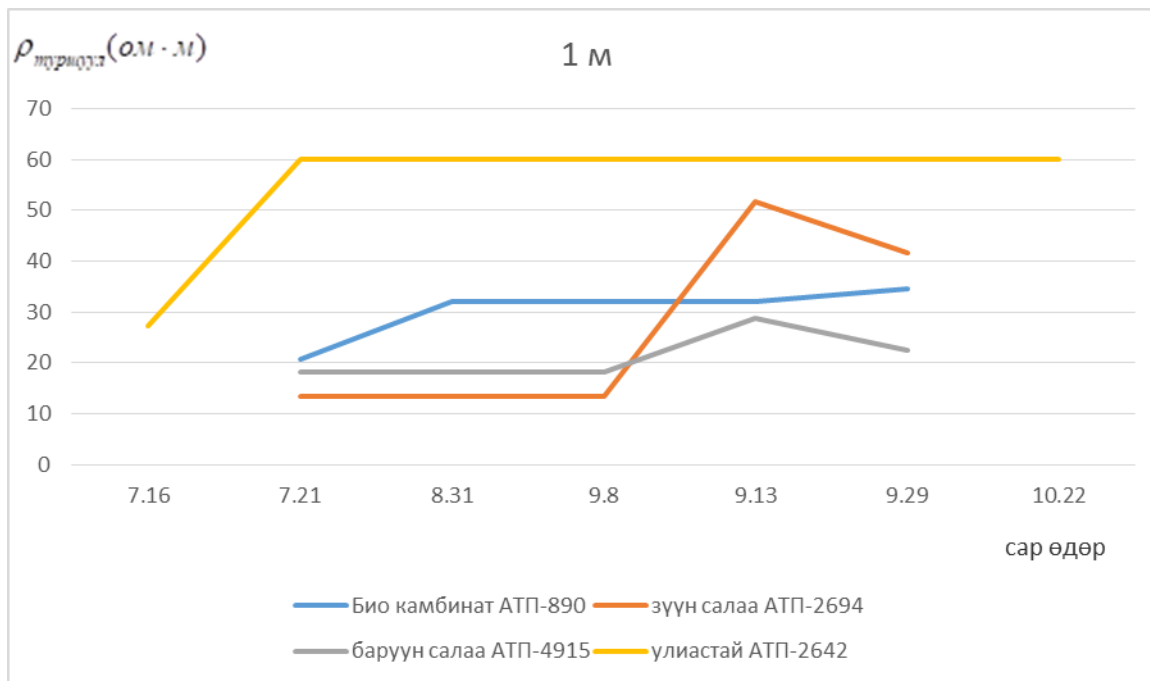


График 6.7

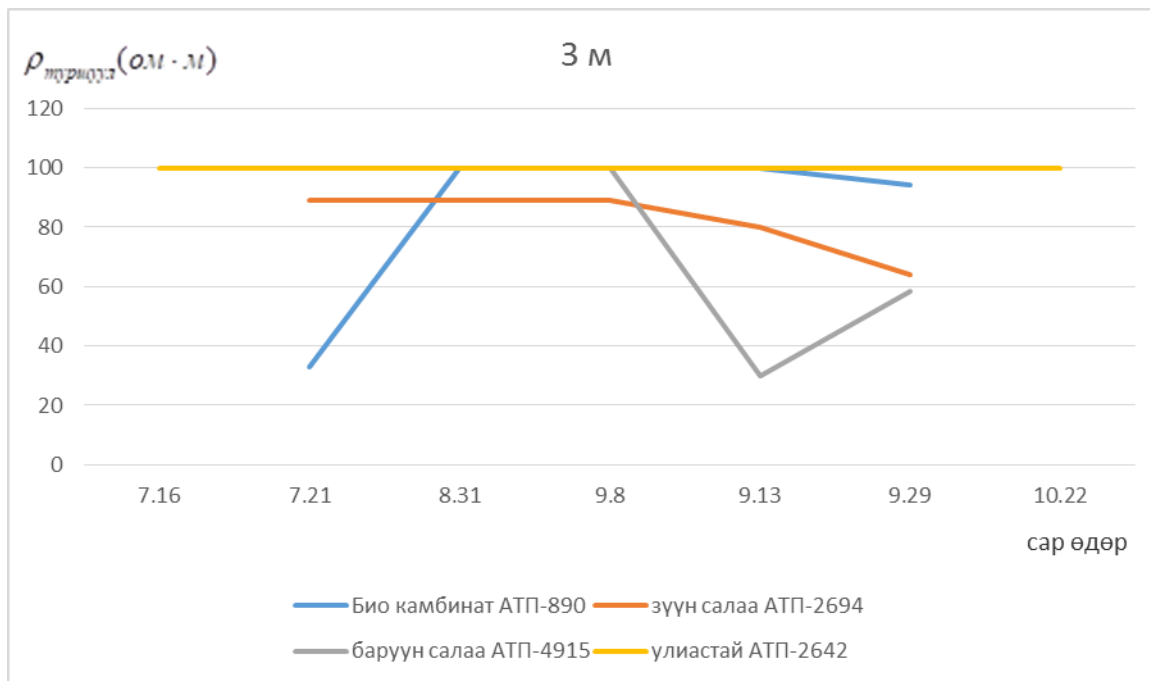


График 6.8

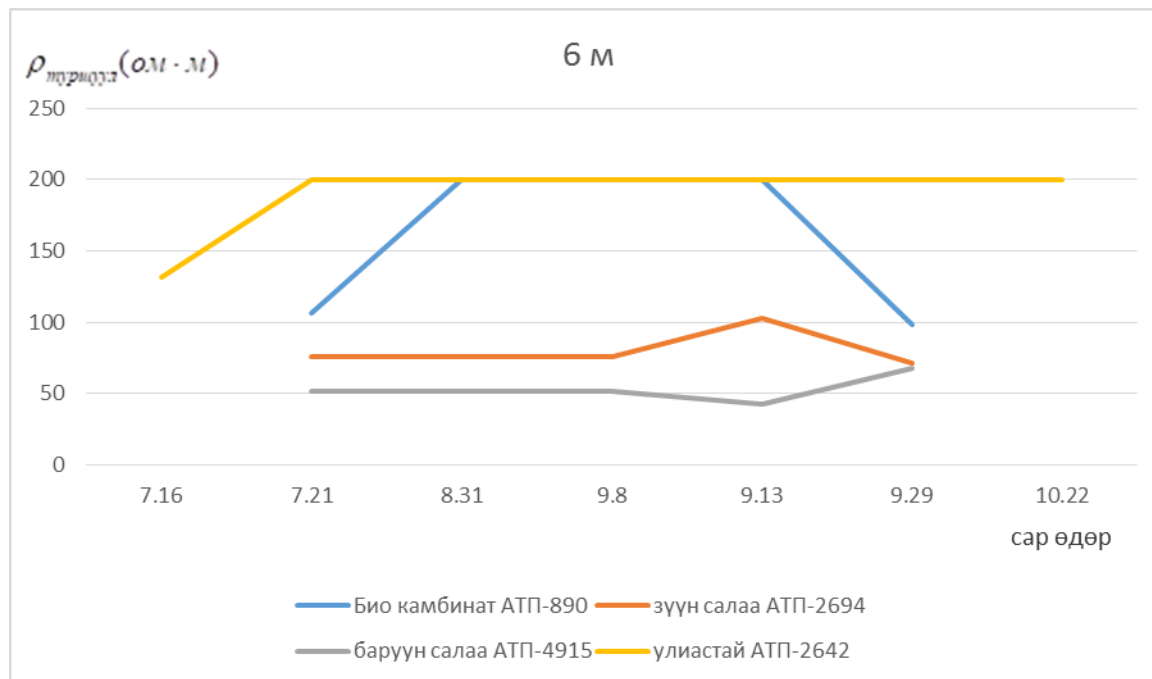
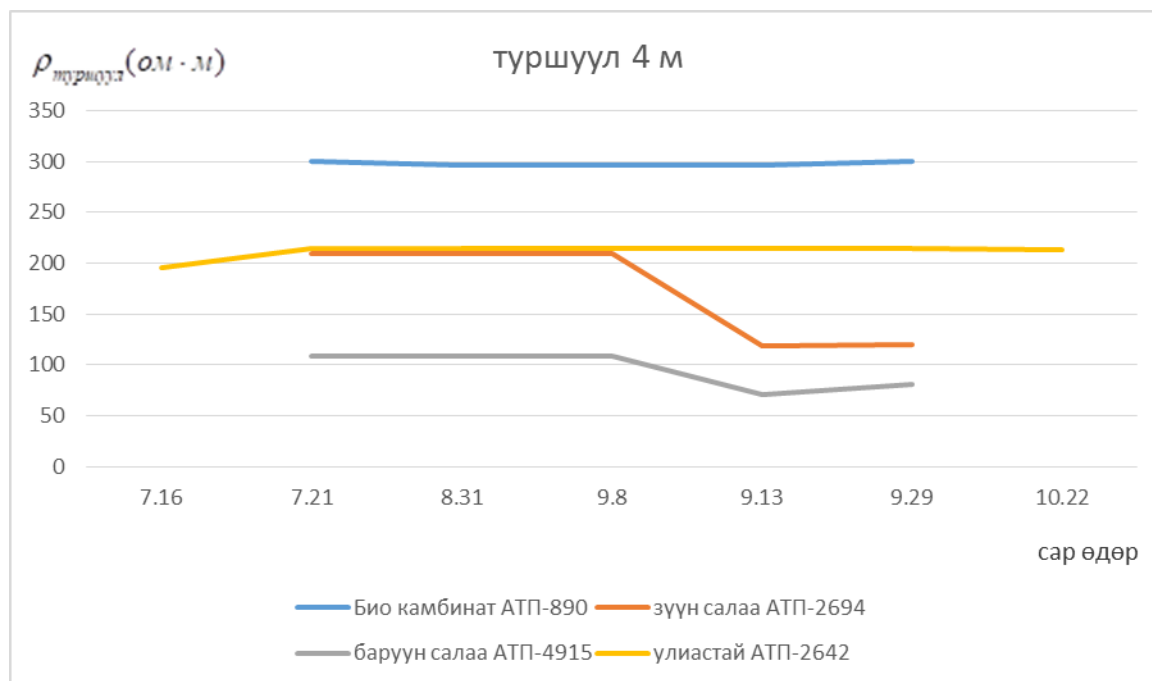


График 6.10



## 7. Megger багажаар хэмжсэн Найрамдлын график

График 7.1

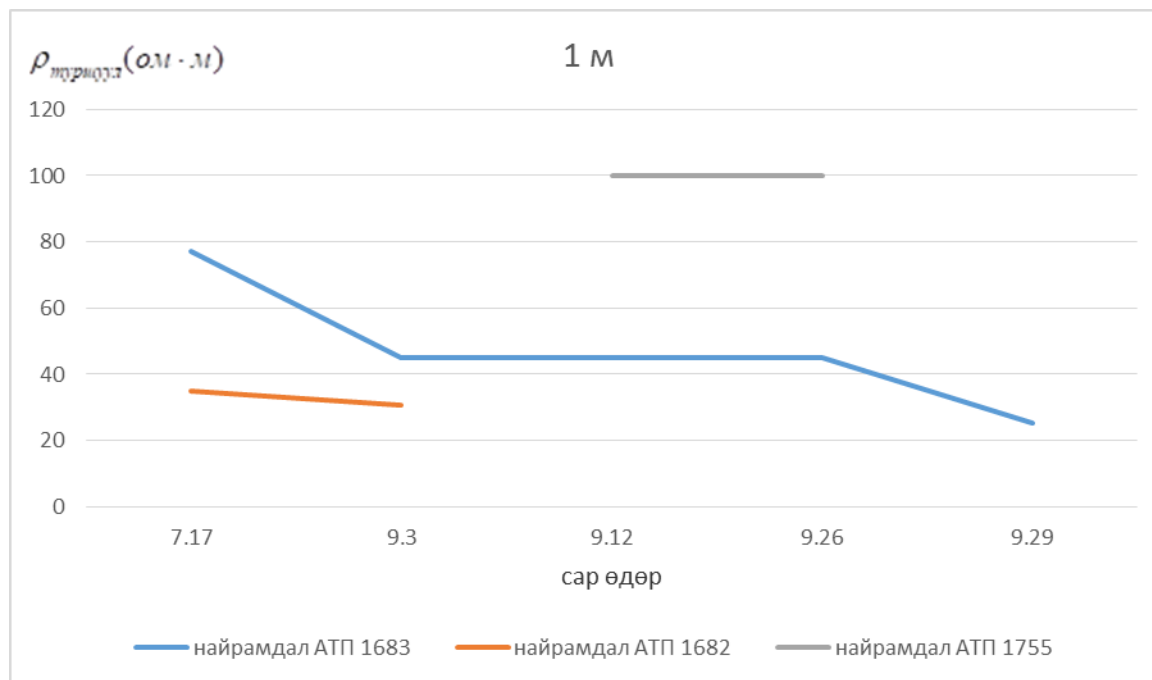


График 7.2

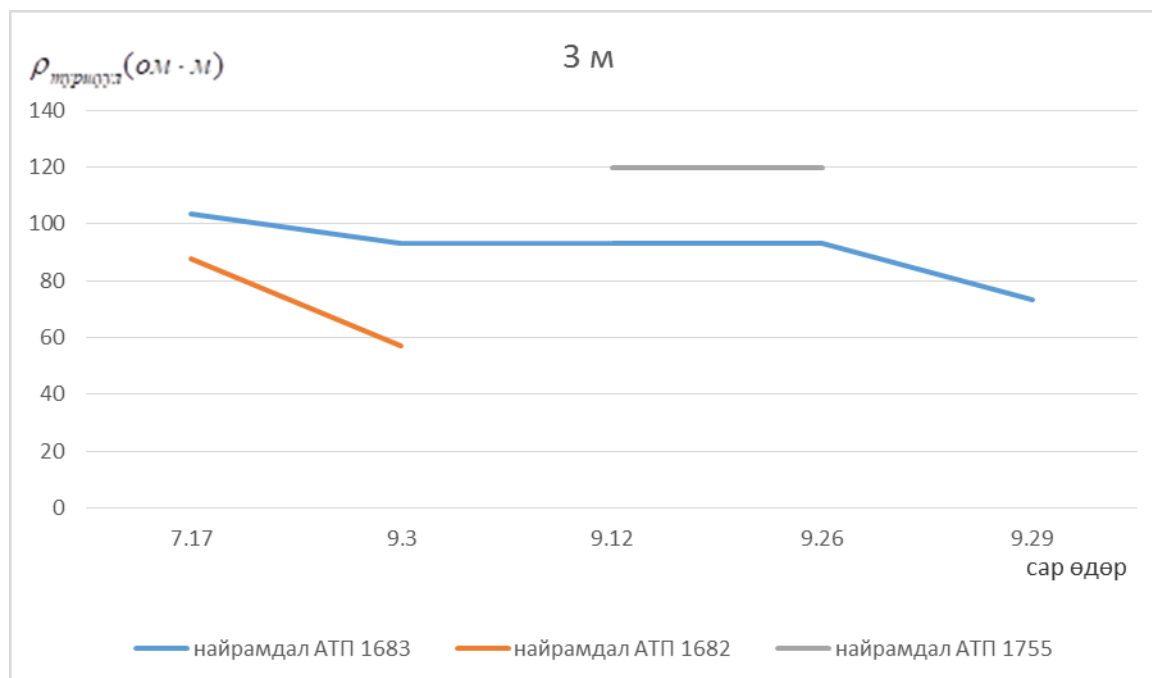


График 7.3

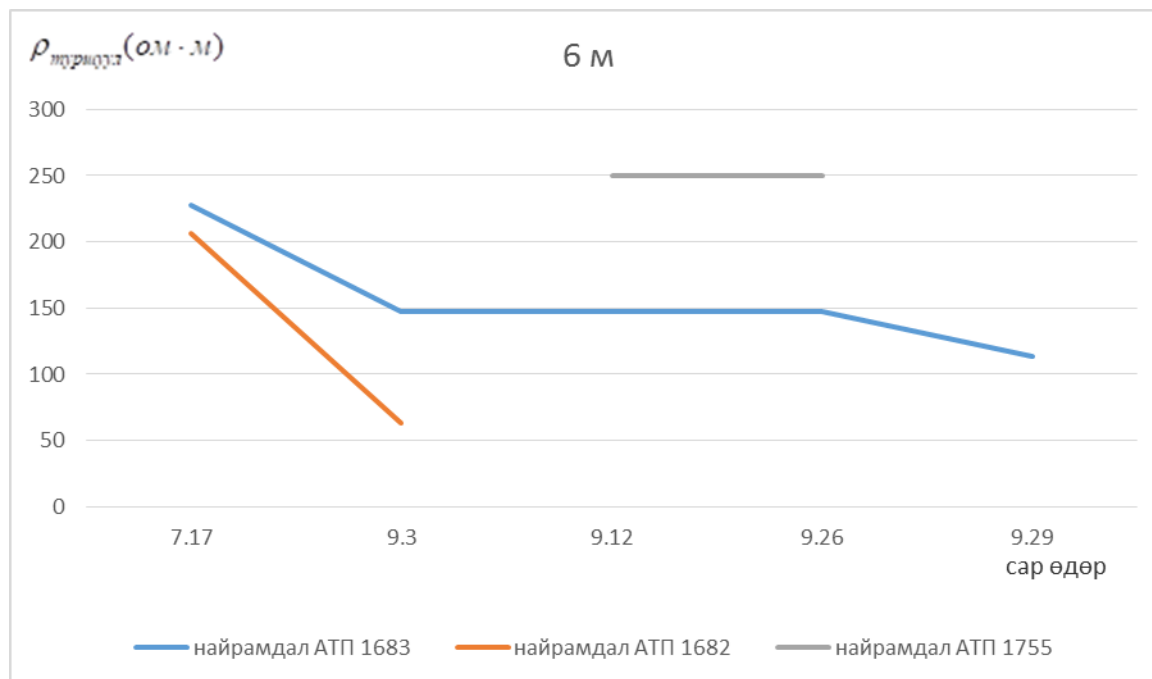
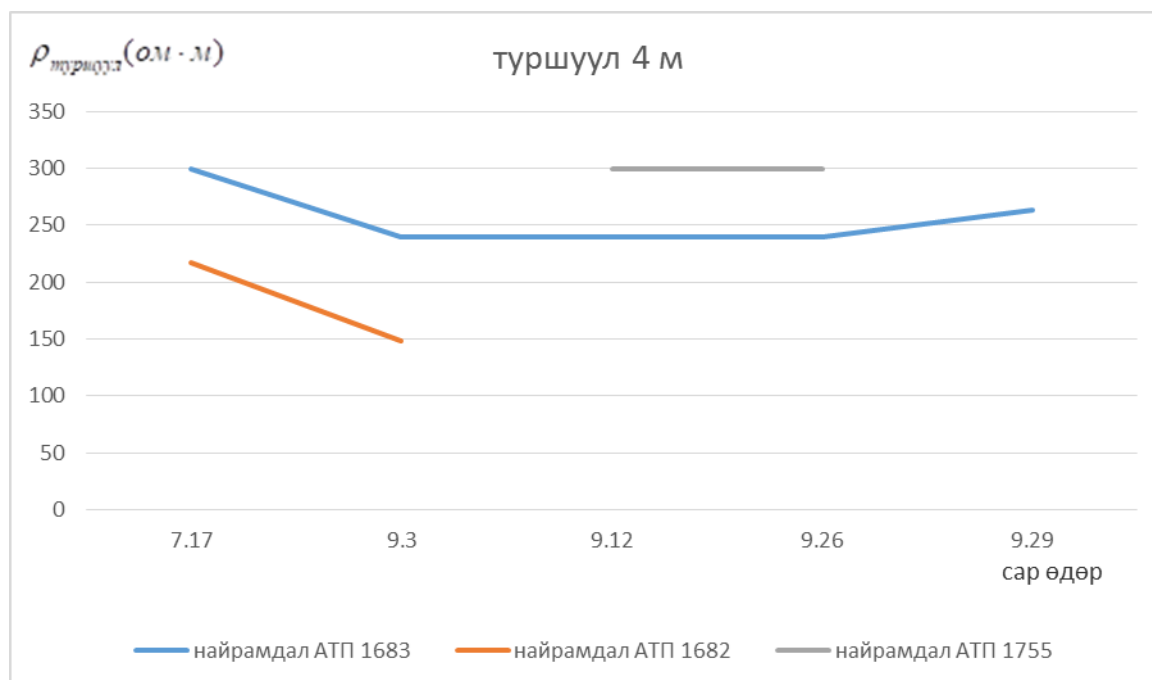


График 7.4



## 8. Megger багажаар хэмжсэн Шарга морьт, Сэлбэйн график

График 8.1

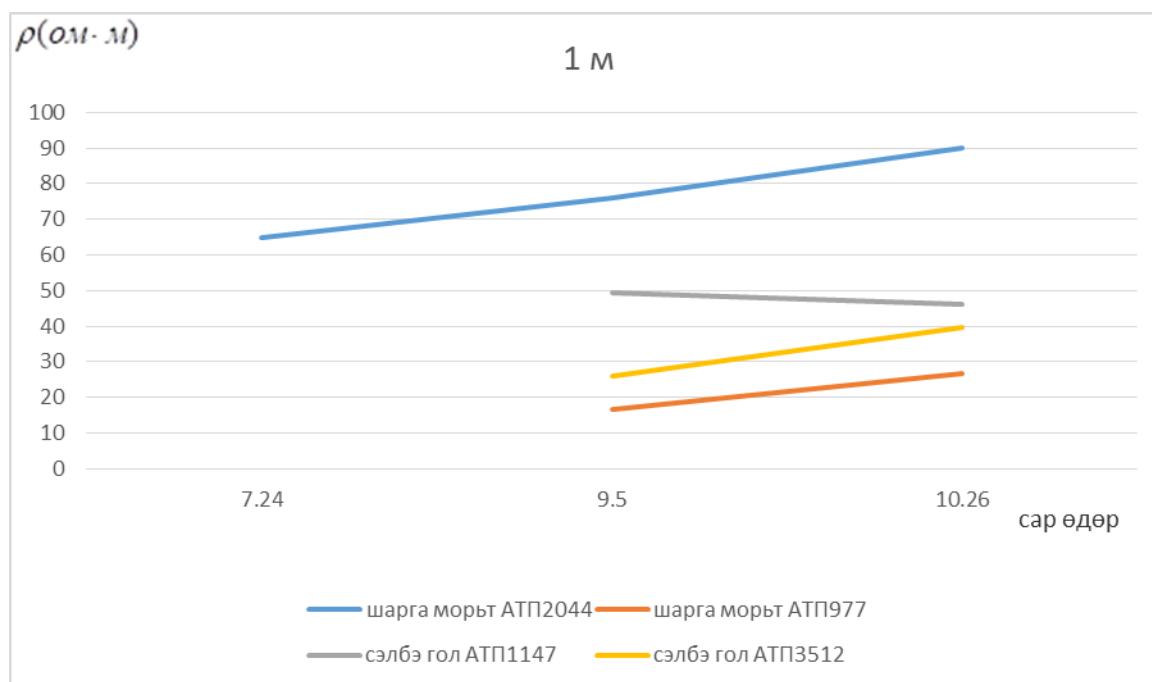


График 8.2

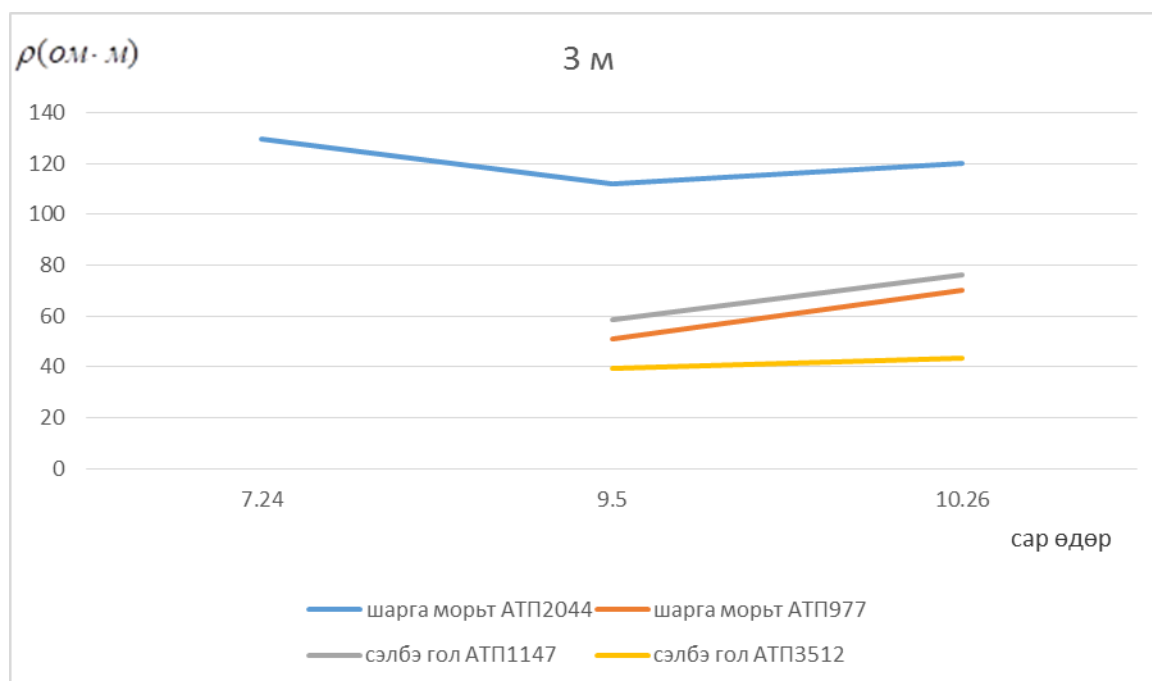




График 8.3

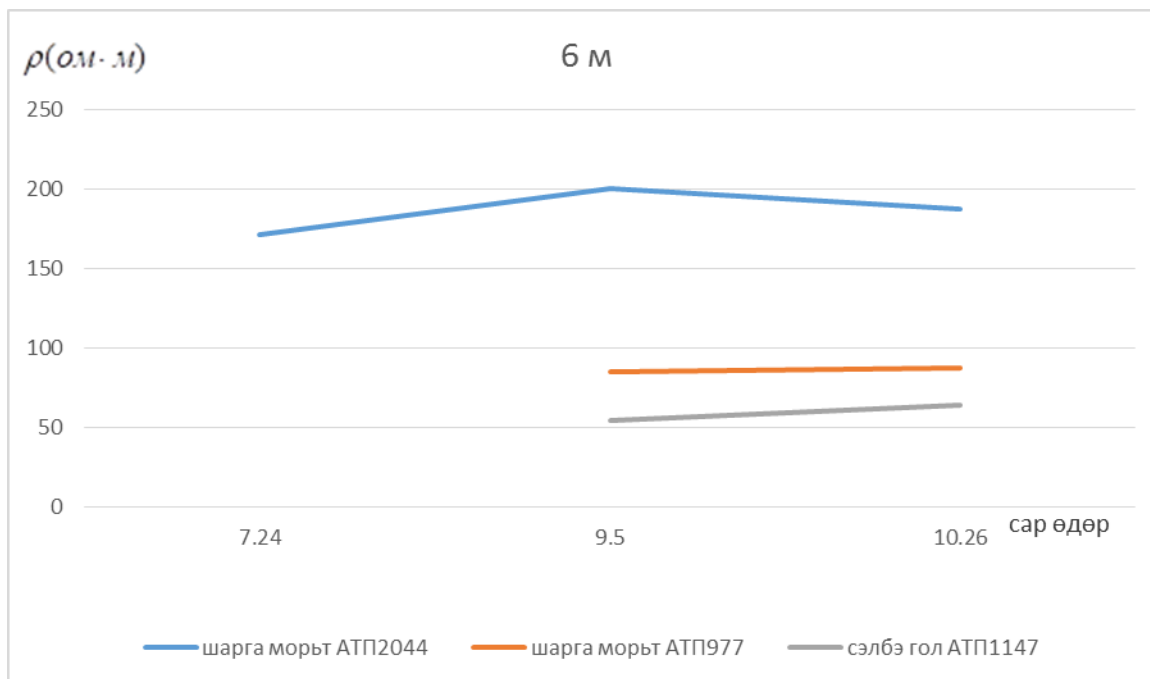
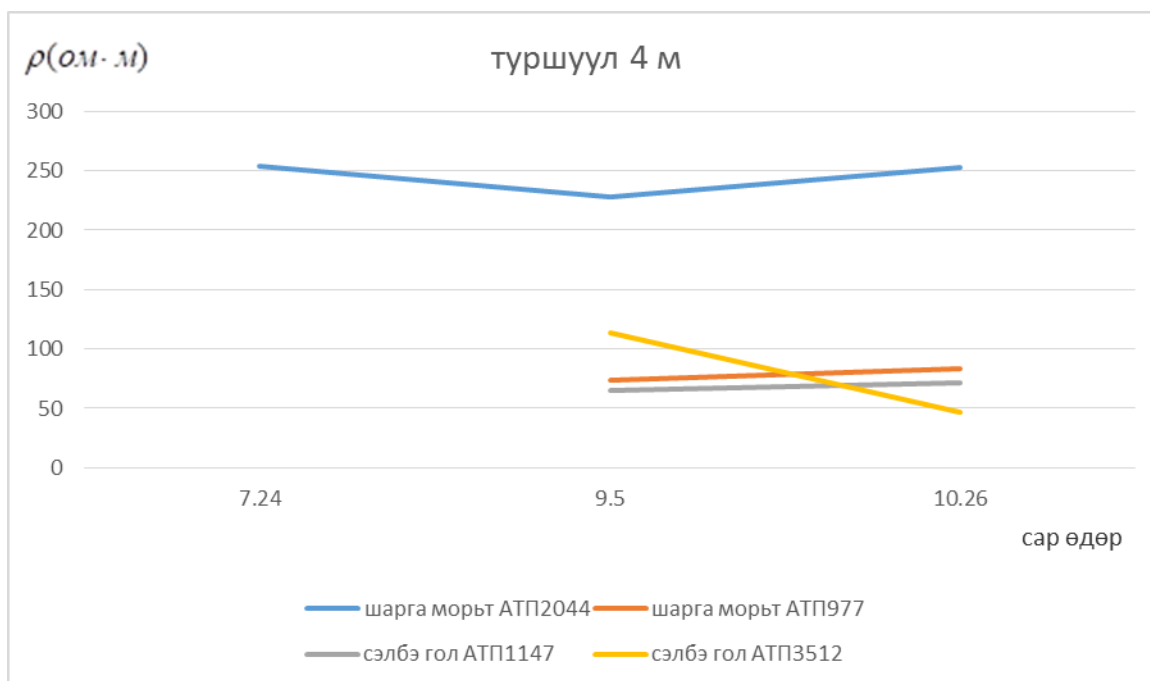


График 8.4



## 9. Megger багажаар хэмжсэн Ар дэнж, Баянзүрх товчооны график

График 9.1

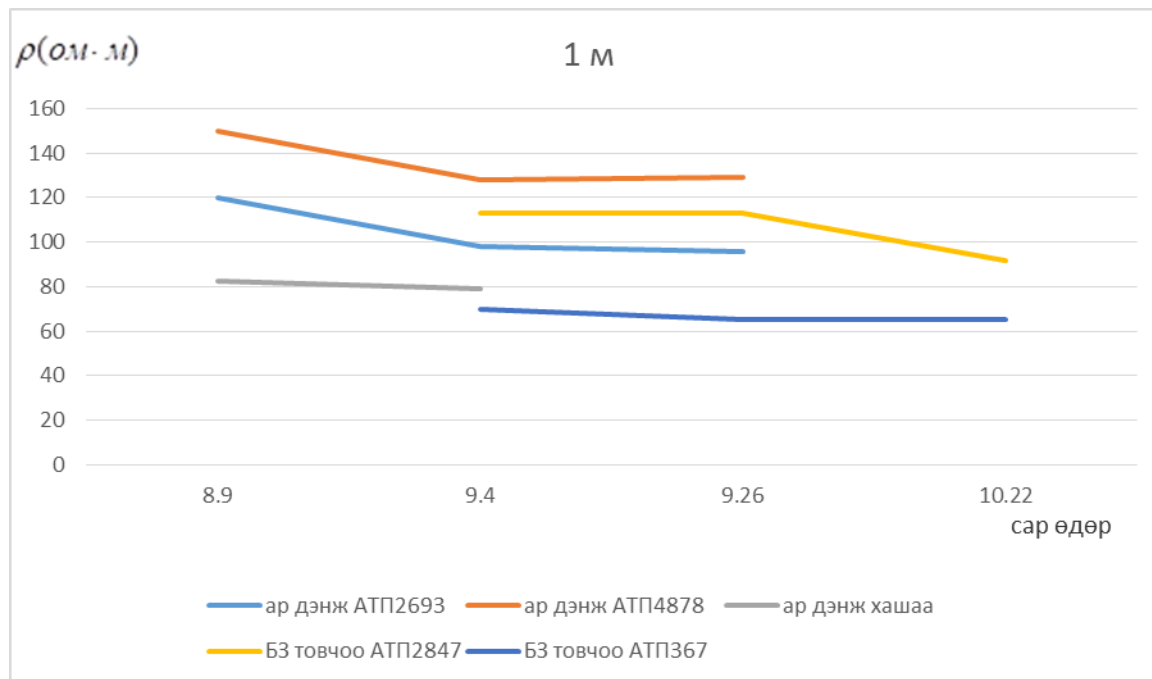


График 9.2

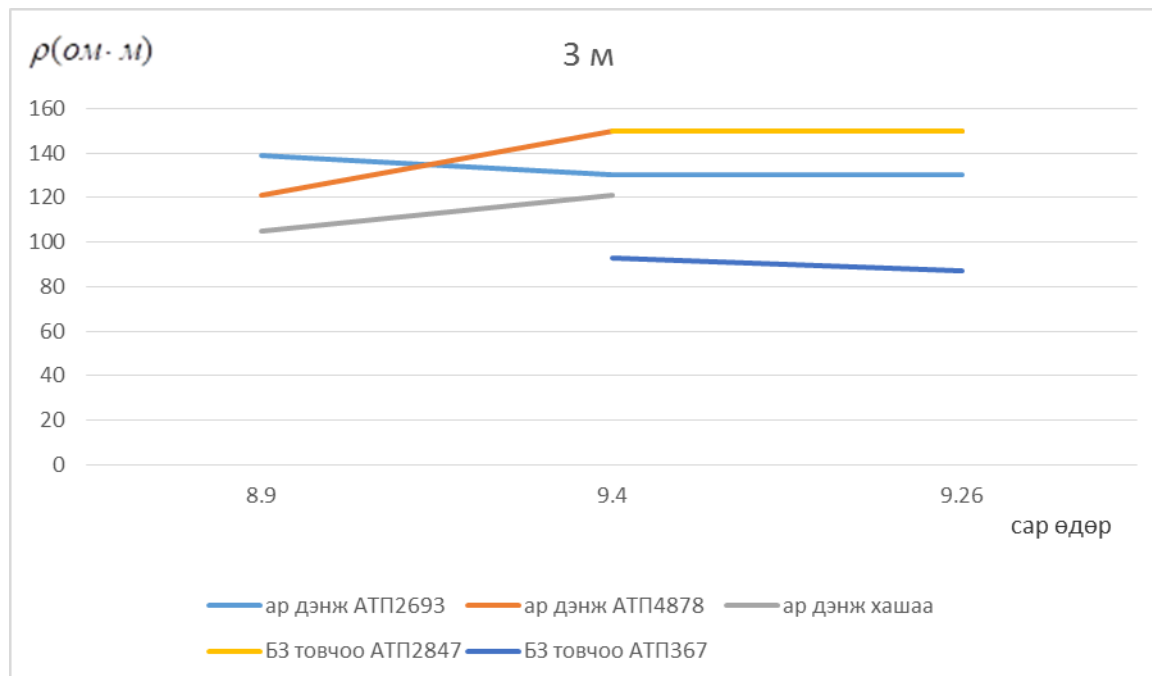


График 9.3

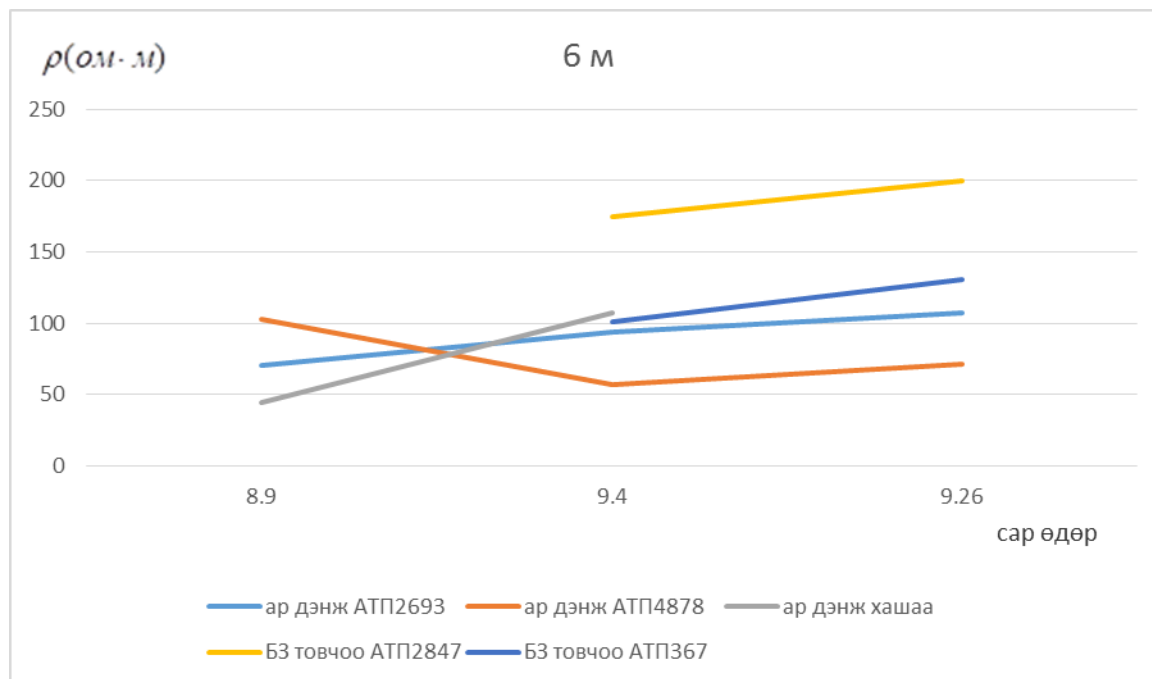
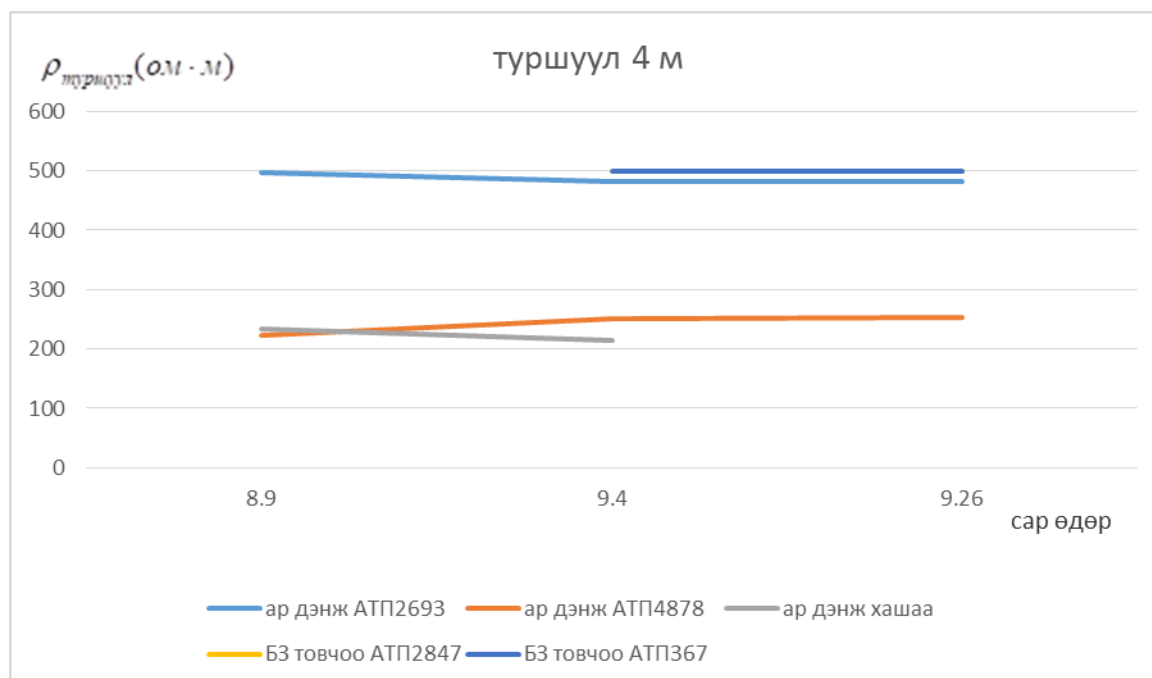


График 9.4



## V бүлэг

### Цахилгааны газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжилт, судалгаа

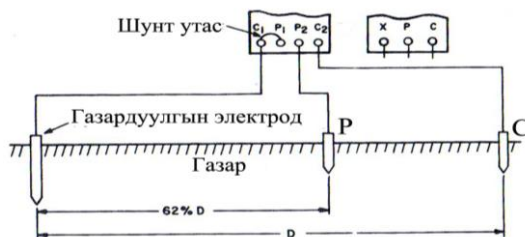
#### 5.1. Газардуулах байгууламжийн газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих үндсэн аргууд

1. Потенциалийн уналтын арга буюу 3 электродтой хэмжилт. (Зураг 5.1, Зураг 5.2)
2. Булмал газардуулгыг ашиглах арга. (Зураг 5.3)
3. Гүйдлийн трансформатор бүхий хавчаарын арга. (Зураг 5.6, Зураг 5.7)

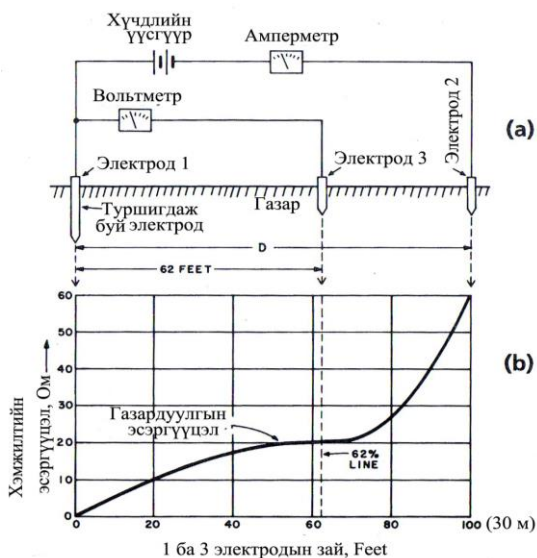
#### Потенциалын уналтын арга:

Гурван электродтой системийн үеийн хэмжилтийн зарчим Зураг 5.1-д үзүүлэв.

4 залгууртай хэмжүүрээр хэмжих үед  $P_1$  ба  $C_1$  үзүүрүүдийг нэгтгэн холбож, X цэгт холбоно.



Зураг 5.1. Потенциалийн уналтын аргын үед электродуудыг холбох байршуулах байдал



Зураг 5.2. Газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих потенциалын уналтын зарчим

Энэхүү Х цэг нь хэмжиж байгаа электродын систем буюу 1-р электрод болох ба үүний дээр нэмэлтээр 2-р электрод (Потенциалын электрод Р гэж тэмдэглэнэ) 3-р электрод (Гүйдлийн электрод С гэж тэмдэглэнэ) шаардах болно.

Гурван электродийг ашиглан Потенциалийн уналтын аргаар 1-р электрод (Х)-ийн газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих зарчмын схемийг Зураг 5.2-д үзүүлсэн ба хэмжилтийн зарчим нь зурагт үзүүлсэн хүчдлийн үүсгүүрээс амперметрээр дамжуулан электрод 2 (С), электрод 1(Х) хэлхээгээр гүйдэл гүйлгэнэ. Энэ үед Х электродын эргэн тойронд потенциалийн тархалт үүсч, энэ потенциалийн хэмжээг вольтметрээр хэмжинэ. Хэмжилтийн үр дүнд ердийн Ом-ийн хуулийг ашиглан Х электродын газардуулгын эсэргүүцлийг дараах илэрхийллээр

$$R_{\text{газ}} = \frac{U}{I} \quad \text{гэж тооцоолон олно.}$$

Хэмжилтийн алдаа, нарийвчлал нь потенциалийн электрод Р буюу 2-р электродын хэрхэгн байршуулснаас хэрхэнхамаарахыг Зураг 5.2<sup>б</sup>-д график хэлбэрээр үзүүлсэн байна. Зураг дээр 20 Ом-ийн эсэргүүцэлтэй газардуулах электродын эсэргүүцлийг хэмжсэн үр дүнг үзүүлж потенциалийн электрод Р-г хэмжих ба гүйдлийн электрод С-ийн хоорондын зай нь 62% орчимд байрлуулах үед хэмжилт хамгийн бага алдаатайгаар хийгдэж байна.

Иймд Р электрод, С электродийг зөв байршуулах нь хэмжилтийн үр дүнд нөлөөлдөг гол үзүүлэлт болох нь графикаас харагдаж байна.

Газардуулгийн эсэргүүцлийг хэмжих Потенциалийн уналтын арга дотор нь:

- Потенциалийн бүрэн уналтын туршилт  
Энэ үед потенциалийн электрод Р-г янз бүрийн чиглэлд байршуулж, эсэргүүцлийн муруйнуудыг зурж, тооцоог хийнэ.
- Потенциалийн уналтын хялбаршуулсан туршилт  
Энэ аргын үед сонгож авсан нэг чиглэлийн шугамын дагуу Р электродыг 3 янзаар зоож, хэмжилтийг явуулж, үр дүнг математик аргаар тооцоолно.
- 61,8%-ийн туршилтын зарчим  
Энэ аргын үед хэмжилтийн электродоос С электродын чиглэлийн шугамын дагуу Х электрод ба С электрод хоёрын хоорондох нийт зайн 61,8%-д нь Р электродыг суулгаж, ганц хэмжилтээр үр дүнг гаргана.

Их талбай бүхий том газардуулгын байгууламж болон хэмжилт хийх талбай зай багатай үед дээрхи аргуудаас доор заасан хувилбаруудыг хэмжилтийн практикт өргөн хэрэглэнэ.

Үүнд:

- Хэмжилтйн муруйнуудын огтлолцолын арга.
- Хэмжилтйн үр дүнгээр дөрөөлөн дөхөх арга. (slope method)
- Дөрвөн потенциалын арга.

- Од-гурвалжин хэмжилтийн арга.

Эдгээр арга хувилбаруудын талаар дараачийн хэсгүүдэд дэлгэрэнгүй тайлбарлах болно.

### **Булмал газардуулгыг ашиглах арга:**

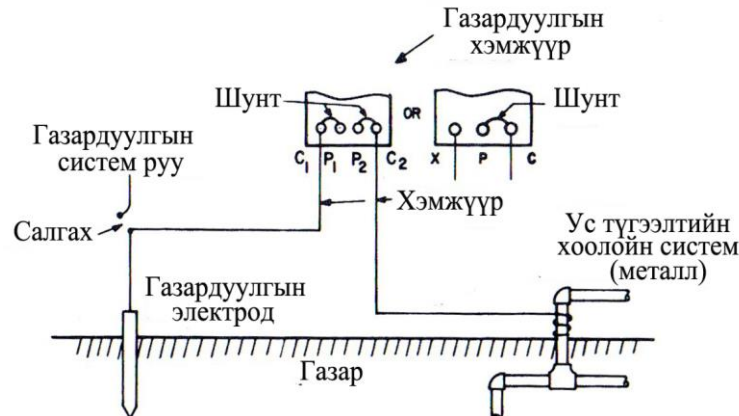
Энэ үед хоёр утасны системээр хэмжилт хийх ба хэмжилтэнд ус дамжуулах хоолой, барилгын төмөр суурь мэтийн өмнө нь сайтар булагдаж, зураг 5.3-д үзүүлснээр газартай холбогдсон хийцүүдийг хэмжилтийн туслах электрод болгон ашиглана.

Дөрвөн залгуурт хэмжүүрээр хэмжилт хийх үед  $P_1$  ба  $C_1$  залгууруудыг шунтлэн холбож  $X$  газардуулганд залгах ба  $P_2$ ,  $C_2$  залгууруудыг нь хамтатган холбож, труба, хоолойнуудтай залгана.

Газарт булагдсан эдгээр булмал газардуулах төхөөрөмжийн газардуулгын эсэргүүцэл нь маш бага, 1 Ом-оос олон дахин доогуур байвал  $X$  электродын хэмжилт алдаа багатайгаар заагдана.

Энэ аргын үед хэмжилт хийхэд маш хяалбар байх боловч багаж нь  $X$  электродын газардуулгын эсэргүүцэл, булмал системийн газардуулгын эсэргүүцэлийн нийлбэрийг заадаг дутагдалтай.

Энэ аргын үед хэмжилтийн алдааг багасгахын тулд дараах шаардлага тавигдана. Үүнд:

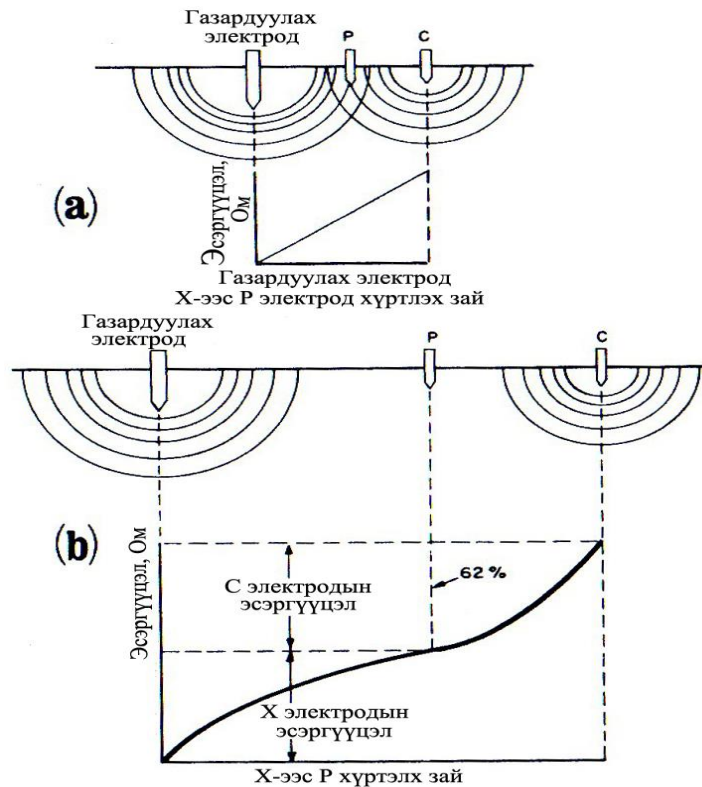


**Зураг 5.3. Хоёр цэгийн аргаар хэмжилт хийх зарчим**

1. Булмал электродын систем нь бараг үл тооцоор маш бага эсэргүүцэлтэй байх
2. Ус дамжуулах систем нь дан металл хийцээр хийгдэх холбогдсон, ямар нэгэн тусгаарлах холболт, фланцгүй байх
3. Туршигдаж байгаа  $X$  электрод нь ус дамжуулгын хоолойноос хангалттай хол зайнд байрлаж, түүний цахилгаан орны нөлөөллөөс ангид байх.

### **Гүйдлийн электрод С-г зөв сонгож байрлуулах тухай**

Гүйдлийн электрод  $C$  ба хэмжигдэж байгаа электрод  $X$  хоорондын зай нь хэмжилтийн багажийн заалтанд хэрхэн нөлөөлдөг болохыг зураг 5.4<sup>a</sup> 5.4<sup>b</sup>-д харьцуулан үзүүлэв.



**Зураг 5.4. X ба C электрод хоорондын занас хэмжилтын үр дүн хамаарах байдал**

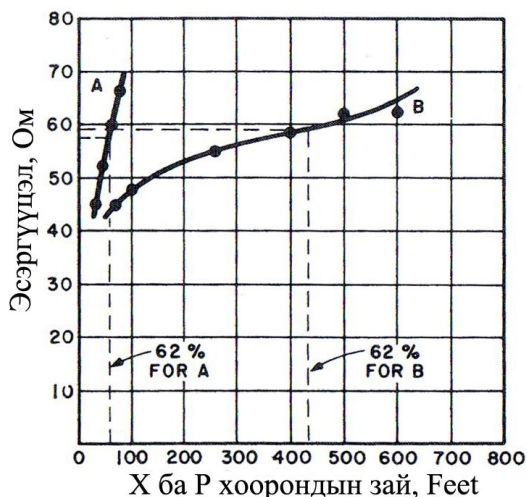
- a). X ба C электродууд хэт ойрхон бах үе
- b). X ба C электродуудын заг хэвийн зөв сонгох үе

Зураг “а” хэсэгт X ба C электрод хоорондын зай хэт ойрхон үеийг харуулсан ба энэ үед X электродын потенциалын тархалт нь C электродын потенциалын тархалттай харилцан огтлолцож, бие биедээ нөлөөлсний улмаас хэмжүүр нь зүгээр л  $R_x + R_c$  гэсэн нийлбэрийг зааж, шугаман хамааралыг үүсгэж байна.

Харин X ба C электродын хоорондын зайг улам ихэсгэхэд, тэдгээрийн потенциалын тархалтууд нь хоорондоо харилцаа нөлөөлөлгүй болж, зөв хэмжилт явуулах 62%-ийн хууль биелэгдэж эхэлж байгааг “b” зургаас харж болно.

Жишээ болгон 220 кВ-ийн агаарын шугамын тулгуурын газардуулгын эсэргүүцлийг X ба C хоорондын зай 100 Feet (A муруй), мөн зай 700 Feet (B муруй) байх үед X ба P электрод хоорондын зайнаас багажны заалт хэрхэн хамаарч байгааг Зураг 5-д харьцуулан үзүүлэв.

X ба C электрод хоорондын зай хэт бага үед хэмжилтийн алдаа ихсэх боломжтойбайгааг A муруйнаас харж болно.



**Зураг 5.5. Х ба С электрод хоорондын зай хэмжилтийн үр дүнд нөлөөлөх байдал**  
 С-хоорондын зай 100 Feet үе  
 В-хоорондын зай 700 Feet үе

**Потенциалын уналтын хялбаршуулсан туршилт:**

Энэ схемээр хэмжилт явуулахын тулд Зураг 5.1-д заасан маягаар Р ба С электродуудыг байршуулж, Р потенциалын электродыг Х ба С электрод хоорондын зай Δ-ийн 50% Δ, 40% Δ, 60% Δ байрлалуудад зөөж эсэргүүцлийн хэмжилтийг бичиж авлаа.

Үүнд Р электрод 50% Δ байх үеийн хэмжилтийг R<sub>1</sub>, 40% Δ байх үеийн хэмжилтийг R<sub>2</sub> 60% Δ байх үеийн хэмжилтийг R<sub>3</sub> гэж тэмдэглээд үр дүнг нь хэмжилтийн дундаж эсэргүүцлийг R<sub>A</sub>-г тодорхойлно.

$$R_A = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Дундаж утгаас хамгийн их зөрөөтэй байгаа хэмжилтийн утгын хазайлтыг процентоор илэрхийлж, түүнийг 1, 2-аар үржүүлнэ. Үржүүлсэн энхүү утга нь таны хэмжилтийн зөвшөөрөгдөх алдаанаас хэтрэхгүй байвал R<sub>A</sub> гэсэн утгыг хэмжилтийн жинхэнэ утга болон тооцоонд авна.

Жишээ болгон Зураг 5.5<sup>B</sup>-д үзүүлсэн хэмжилтийн үр дүнд тооцоог хийвэл:

$$R_1 = 58 \text{ Ом}; \quad R_2 = 55 \text{ Ом}; \quad R_3 = 59 \text{ Ом}$$

$$R_A = \frac{55+58+59}{3} = 57.3 \text{ Ом} \quad ; \quad R_{\min} \Rightarrow R_2$$

$$\frac{R_A - R_2}{R_A} \cdot 100\% = \frac{57.3 - 55}{57.3} \cdot 100 = 4.0\%$$

$$4.0\% \times 1.2 = 4.8\%$$

Хэмжилтийн зөвшөөрөгдөх алдааг 5% гэж үзвэл 4.8% < 5% учир R<sub>хэмж</sub>=R<sub>A</sub>=57.3 байж болно.



**Гүйдлийн “С” электрод ба потенциалын Р электродуудыг байршуулахерөнхий зарчим**

- Ганц электродын газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжилтийн үед  $S_{X-C}=50$  Feet,  $S_{X-P}=31$  Feet байна.
- Хоёр электродтой үед  $S_{X-C}=100/125$  Feet ;  $S= 62-78$  Feet байна.
- Олон тооны электрод бүхий газардуулах байгууламжийн хувьд  $S_{X-C}>200$  Feet ;  $S_{X-P}>125$  Feet байх шаардлага тавина.

Энэ үер Хүснэгт 5.1 үзүүлсэн зайнуудын зарчмыг байгуулах нь зүйтэй.

Хүснэгт-1ийг ашиглах зарчмыг жишээн дээр үзүүлбэл:

Газардуулах байгууламж нь  $100 \times 100$  feet хэмжээний талбайд байрласан бол түүний диагональ нь 140 feet болох ба Хүснэгтээс газардуулгын хэмжээс 140 feet үед  $S_{X-P}=367$  feet ;  $S_{X-C}=590$  feet болно.

Хүснэгт-5.1

**Олон электродтой газардуулах байгууламжийн хэмжилтийн зайнуудыг сонгох зарчим**

Газардуулгын хамгийн их хэмжээс, feet	$S_{X-P}$ зай, feet	$S_{X-C}$ зай, feet
2	40	70
4	60	100
6	80	125
8	90	140
10	100	160
12	105	170
14	120	190
16	125	200
18	130	210
20	140	220
40	200	320
60	240	390
80	280	450
100	310	500
120	340	550
140	365	590
160	400	640
180	420	680
200	440	710

Тайлбар: Газардуулгын хамгийн их хэмжээс тухайн газардуулах байгууламжийн талбайн диагналийн хэмжээг авч тооцно.

Сүүлийн үеийн электрон тоон хэмжүүрүүд нь хэмжилтийн Р ба С туслах электродуудын газардуулгын эсэргүүцэл асар өндөр буюу 400 кОм хүртэл их үед ч хэмжилтийг зөв алдаа багатай явуулах бололцоотой болсон байна.

Энэ нь туслах электродуудыг гүнзгий суулгаж, онц их цаг алдалгүйгээр хэмжилтийг түргэн явуулах бололцоог олгоно. Мөн ойролцоо байгаа бетонон дэвсгэр болон хад чулууны завсар зайлхайд туслах электродуудыг суулгаж бас болно.

Туслах электродуудын газартай харьцах эсэргүүцэл хэт их байх үед багажаар гүйх гүйдэл нь хязгаарлагдаж, хэмжилт алдаатай явагдах муу уршигтай тул сүүлийн үеийн зарим багажнуудад туслах “электродын эсэргүүцэл хэт их” гэсэн дохиолол гарч 8 хэмжилтийн үр дүнг хаадаг автомат систем нэвтэрсэн байдаг.

### **Хэмжээс томтой газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийг хэмжих тухай:**

Цахилгаан станцын дэвсгэр нутаг, 35, 110, 220 кВ-ийн дэд станцуудын өндөр хүчдлийн тоноглолын газардуулах байгууламжийн эзлэх талбай нь харьцангуй их байхаас гадна алхамын хүчдэл ба хүрэх хүчдлийг байгуулах зорилгоор олон тооны босоо ба хэвтээ торон электродын системийг нэгтгэн холбоотой байна.

Газардуулах байгууламжууд нь ашиглалтанд орсныхоо дараа электродууд нь корроз, зэврэлтэнд хүчтэй орох, ус чийгний агууламжийн өөрчлөлтөөс болж газардуулгын эсэргүүцэл нь байнга өндөрсөх хандлагатай байх тул эсэргүүцлийн хэмжилт ба газар доорхи хэсгүүдийн үзлэгийг байнга хийж байх шаардлагатай болдог.

Хэмжээс томтой, их талбайг эзэлсэн газардуулах байгууламжийн эсэргүүцэлийн утга нь их биш хэмжээтэй тухайлбал 0.5 Ом-оос хэтрэхгүй түвшинд байх ба ийм байгууламжийн эсэргүүцлийг хэмжих нь ердийн жижиг байгууламжуудынхаас илүү төвөгтэй байх ба хэмжилтэнд дараах нарийн өвөрмөц шаардлагууд тавигддаг.

Үүнд :

1. Хэмжилтийн алдааг багасгаж, 62%-ийн үеийн “хавтгай” хэсэгт графикийг гаргахын тулд гүйдлийн С электродыг байшуулах зай нь газардуулга суулгасан талбайн диагналийн хэмжээнээс 10 дахин их зайнд байх шаардлагатай. Тухайлбал 300x300 feet хэмжээтэй газардуулгын хувьд С электродыг байршуулах зай нь 3000 feet байх хэрэгтэй болж байна.
2. Том хэмжээст газардуулах байгууламжийн газардуулгын эсэргүүцэл нь ихэвчлэн 0.5 Ом-оос бага байдаг тул алдаа багатай хэмжилт хийхийн тулд хэмжүүрийн багажны хуваарийн нарийвчлал аль болохоор өндөр байхыг шаардана.
3. Өндөр хүчдлийн томоохон шугам сүлжээнүүдэд 50 Гц-ийн давтамжтай үндсэн гармоникийн гүйдлүүдээс гадна түүний дээд гармоник агууламжийн гүйдлүүд газардуулгаар гүйх, тоног төхөөрөмжийг таслах, залгах үеийн шилжилтийн процессийн гүйдлүүд гүйх, мөн өөр бусад үүсгэгчүүдээс нөлөөллөөр ирэх

гүйдлүүдийн шуугианыг нөлөөлөлүүд үүсгэх зэрэг хэмжилтийн алдааг ихэсгэх гадны цахилгаан шуугианууд бий болно.

Эдгээр гадны болон дотоод нөлөөллийг багасгах зорилгоор сүүлийн үеийн хэмжүүрүүдэд хэмжүүрийн сигналыг 50 Гц болон түүний гармоникоос өөр давтамж буюу ихэвчлэн 128 Гц байхаар зохион бүтээдэг болсон байна.

Том хэмжээст газардуулгын системийн хэмжилтийг ерөнхий тохиолдолд потенциалийн уналтын аргаар хэмжих боловч дээр дурьдсанаас газардуулгын хэмжээсээс 10 дахин хол зай нь олон мянган feet хэмжээгээр яригдах тул практикт хэмжилт явуулах боломж муутай болдог.

Иймд томоохон хэмжээст газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийг хялбар хэмжих зориулалтаар сүүлийн үед “slope method” буюу хэмжилтийн үр дүнгээр дараалан дөхөх аргыг хэрэглэж байна.

Энэхүү дараалан дөхөх аргын үед С электродыг хэт хол бус, газардуулгын хэмжээсээс ердөө 2-3 дахин зайд суулгаж, потенциалийн Р электродуудыг газардуулгын хүрээнээс 20%, 40%, 60% хол зайнуудад суулгаж, гарсан хэмжилтийн үр дүнд математик боловсруулалт хийх замаар газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжилтийн эцсийн утгыг тодорхойлдог онцлогтой.

Томоохон хэмжээст газардуулгын системд хэмжилт хийх үед гадны нөлөөлөл, шуугианы хэмжээ нь хэмжилтийн алдаанд хүчтэй нөлөөлөх болно.

Гадна нөлөөлөл, шуугианыг хэмжилтэнд үзүүлэх нөлөөллийг багасгахын тулд сүүлийн үеийн газардуулгын хэмжүүрүүдэд дараах арга хэмжээнүүдийг авч нэвтрүүлсэн байдаг.

Үүнд :

- Үндсэн давтамж ба шуугианы давтамжаас ялгаатай нэг буюу хэд хэдэн давтамжийн утгыг хэмжилтэнд, сигналд хэрэглэх
- Шуугианыг дарах оргил-оргил /peak-to-peak/ утгуудын түвшинг ихэсгэх
- Шуугианыг шүүх шүүлтүүрийн системийг хэрэглэх
- Шаардлагатай үед сигнал ба шуугианы харьцааг сайжруулах янз бүрийн тохируулгуудыг хэрэглэх

### **Гүйдлийн хавчаарыг ашиглан газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих тухай:**

Потенциалийн уналтын аргаар хэмжих хэмжилтийн дотроос хэмжилтийн цаг хугацаа маш бага шаарддаг, хэмжих гэж буй электродыг бусад хэсгээс нь салгалгүйгээр хэмждэг, ашиглалтын нөхцөлд тохирсон сүүлийн үед өргөн хэрэглэгдэж байгаа нэг арга нь энэхүү гүйдлийн хавчаарыг ашигласан хэмжилтийн арга юм.

Хэмжилтийн зарчим нь Ом-ийн хуулийн  $R=U/I$  гэсэн зарчим дээр үндэслэгдэнэ. Хэлхээнд цахилгаан соронзон индукцийн зарчмаар тодорхой давтамжтай  $U$  гэсэн хүчдлийг өгөх ба энэ үед хэмжилтийн электродоор гүйх гүйдлийг гүйдлийн

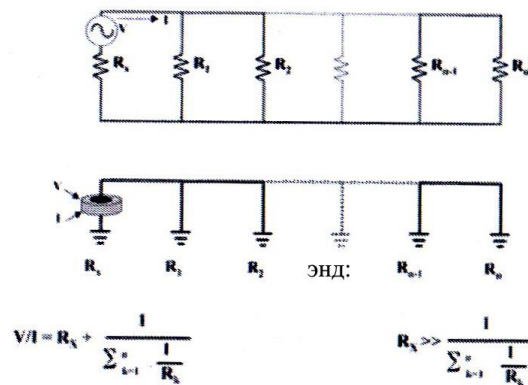
хавчаараар хэмжиж эсэргүүцлийн тооцоог хэмжүүр дотор гүйцэтгэж, үр дүнг дэлгэц дээр гаргана.

Энэ аргын гол давуу тал нь ямар нэгэн С ба Р гэсэн нэмэлт электродуудыг суулгах шаардлагагүй бөгөөд Зураг 5.6-д үзүүлсэн байдлаар зүгээр л газардуулгын утсыг хэмжилтийн хавчаараар хавчиж, хэмжилтийг явуулна.

Хэмжилт хийх үед гүйдлийн чиглэл буцаж эргэж гүйж ирэх битүү хэлхээ зөв үүсч байгаа эсэхийг сайтар тооцоолох хэрэгтэй.



Зураг 5.6<sup>а</sup>. Гүйдлийн тансформаторын зарчим бүхий хэмжилтийн хавчаараар газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих байдал (Megger DET20C)

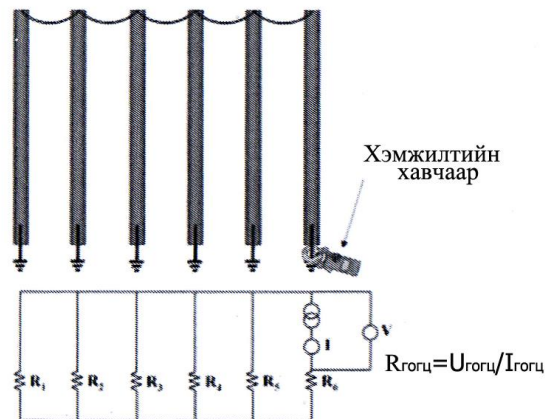


Зураг 5.6<sup>б</sup>. Гүйдлийн хавчаар бүхий хэмжүүрээр электродын газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих зарчмын схем ба тооцооны илэрхийллүүд

Хэмжилт явуулах зарчмын схем ба тооцооны илэрхийллүүдийг Зураг 5.6 ; 5.7-д үзүүлсэн ба хэмжүүр нь гогцоо хэлхээний бүрэн эсэргүүцлийг хэмжиж болно.

$$\frac{U}{I} = R_x + \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}} : \text{ихэвчлэн } R_x \gg \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}} \text{ байдаг.}$$

Схемээс харахад хэмжүүр нь  $R_x$ -ийн хэмжээнээс арай илүү эсэргүүцлийг заах боловч гүйдлийн буцаж байгаа  $R_1 \dots R_n$  тулгууруудын эсэргүүцэл нь бүгд хэрэгцээ холбоотой учраас эдгээр зэрэгцээ эсэргүүцлүүдийн ерөнхий эквивалент утга нь  $R_x \gg R_{\text{ЭКВ}}$  байх тул хэмжилтийн алдаа зөвшөөрөгдөх түвшинд байх бололцоотой.



**Зураг 5.7. Өндөр хүчдлийн агаарын шугамын тулгуурын газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих схем**

Зураг 5.7-д өндөр хүчдлийн шугамын аянга хамгаалалтын тросийн газардуулгын тулгуур бүр дээр хийсэн схемийг үзүүлсэн ба 6-р тулгуурын газардуулгын эсэргүүцлийг гүйдлийн хавчаарт хэмжүүрээр хэмжиж байна.

6-р тулгуурт гүйдлийн хавчаарын дотор талаас индукцийн аргаар  $U_{\text{гогц}}$  гэсэн хүчдэл өгч 6-р тулгуурын газардуулгаар  $I_{\text{гогц}}$  гэсэн гүйдэл гүйж, энэ гүйдэл нь  $R_1 \dots R_5$  тулгууруудаар салаалан гүйж буцаж ирж байна. Эндээс гогцооны ерөнхий эсэргүүцлийг олбол :

$$R_{\text{гогц}} = R_6 + \left[ \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} \right]$$

Хэрэв бүх 6 ш тулгуурууд 10 Ом гэсэн адилхан эсэргүүцэлтэй гэвэл багажны заалт:

$$R_{\text{гогц}} = 10\Omega + 2\Omega = 12\Omega$$

Хэрэв 60 ш ижилхэн 10 Ом-н тулгуурууд байгаа бол багажны заалт :

$$R_{\text{гогц}} = 10\Omega + 0,17\Omega = 10,17\Omega$$

Хэрэв 6 ш тулгуурын 1 ш нь 100 Ом эсэргүүцэлтэй, бусад нь ижилхэн 10 Ом эсэргүүцэлтэй гэвэл 100 Ом-ийн эсэргүүцэлтэй тулгуурыг хэмжих үед багажны заалт :

$$R_{\text{гогц}} = 100\Omega + 2\Omega = 102\Omega$$

Эдгээрийн 10 Ом эсэргүүцэлтэй тулгуурт хэмжилт хийх үед багажны заалт нь:

$$R_{\text{гогц}} = 10\Omega + 2,4\Omega = 12,4\Omega$$

Дээрх тооцооноос харахад буцах тулгууруудын тоо хэдий олон байна. Хэмжилтийн нарийвчлал төдий чинээ сайн, алдаа багатай болж байна. Харин бага эсэргүүцэлтэй

олон тулгууруудын дунд их эсэргүүцэлтэй нэг тулгуур гарсан үед их эсэргүүцэлтэй тулгуурыг хэмжих үед алдаа бага гаргах боловч харин бага эсэргүүцэлтэй тулгууруудыг хэмжих үед хэмжилтийн алдаа ихэсч байна.

Гүйдлийн хавчаарт хэмжилтийн схемийн давуу талуудыг дурьдвал:

- Хэмжилт явуулах электродын бусад газардуулгуудаас салгах шаардлагагүй, мөн нэмэлт Р ба С электродууд суулгах хэрэггүй тул хэмжилтийн ажиллагаа хялбар бөгөөд түргэн явагдан.
- Буцах газардуулга, тулгууруудын тоо олон байх тусам хэмжилтийн нарийвчлал сайжирдаг.
- Газардуулах электродоор гүйж байгаа гүйдлийг шууд хэмжих бололцоотой.
- Хэмжилтийн хүчдлийг өндөр давтамжтайгаар, индукцийн аргаар олох тул бага оворын тэжээлийн трансформатор шаардагддаг.

Энэ төрлийн хэмжилтийн схемийн дутагдалтай талууд :

- Газраас тусгаарлагдсан систем болон гүйдлийн буцах системгүй нөхцөлд хэрэглэх боломжгүй.
- Тулгуурын тоо цөөн, мөн буцах газардлагын эквивалент эсэргүүцэл өндөртэй, мөн тэр нь өөрчлөгддөг үед хэмжилтийн алдаа ихэснэ.
- Хэмжилтийг явуулж байгаа оператор нь тухайн хэсгийн газардуулгын систем, хэмжилтийн алдааг багасгах арга замуудыг сайн мэддэг байх.
- Потенциалийн уналтын аргаар хэмжилт явуулахад туслах электродуудын зайг янз бүрээр өөрчилж, хэд хэдэн хэмжилтээр үр дүнг гаргах бололцоотой байдаг бол гүйдлийн хавчаарт хэмжилтийн үед ганц удаагийн заалтыг нь “үнэн” гэж авах шаардлагатай болдог. Ихээхэн алдаа гаргах бололцоотой.

### **Нэмэлт электрод ба гүйдлийн хавчаартай хавсарсан хэмжилтийн арга (Attached Rod Technique ART)**

Газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих потенциалийн уналтын арга нь нарийвчлал өндөртэй, онцгой найдвартай арга тул энэ аргыг хэрэглэхийг АНУ-н IEEE 81 стандартаар баталгаажуулсан байдаг. Гэвч энэ аргын үед хэмжилтийн ихээхэн цаг хугацаа болон эрчимтэй ажиллагааг шаарддаг, мөн хэмжигдэж байгаа электродыг бусад газардуулгын системээс нь салгах шаардлага тавигддаг дутагдалтай.

Мөн өмнөх хэсэгт авч үзсэн гүйдлийн хавчаар бүхий хэмжилтийн аргын үед хэмжилтийг түргэн шуурхай хялбар явуулах бололцоотой боловч олон тооны хязгаарлалтууд, тухайлбал гүйдлийн буцах хэлхээтэй байх, цахилгаан шуугиан, саад багатай байх, хэмжилтийн алдаа ихэсдэг, газраас тусгаарлагдсан систем болох, шинээр баригдаж байгаа дэд станц, газардуулга байгууламжид хэрэглэх боломжгүй зэрэг дутагдалтай талуудтай.

Хэмжигдэж байгаа электродыг бусад газардуулгын системээс нь салгалгүйгээр хэмжилтийг хийхийн тулд сүүлийн үед энэхүү хавсарсан хэмжилтийн ART гэдэг аргыг хэрэглэх болсон байна.

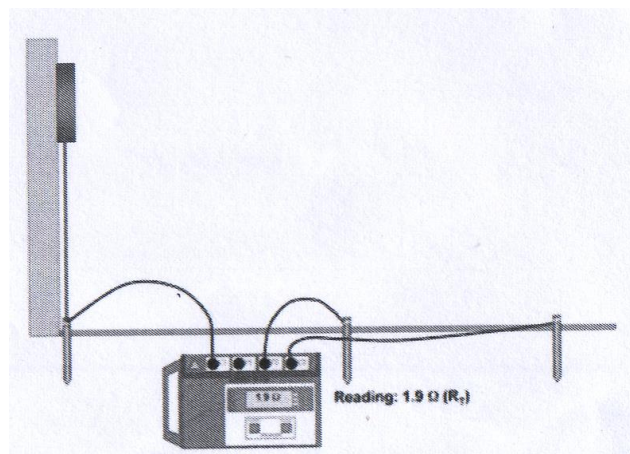
Энэ зарчмаар хэмжилтийг хийхдээ потенциалийн уналтын аргыг гүйдлийн хавчаартай хослуулан хэрэглэж, үр дүнг математик аргаар тооцоолон гаргадаг. ART хэмжилт тооцоог дараах шатлалуудаар гүйцэтгэнэ.

Үүнд:

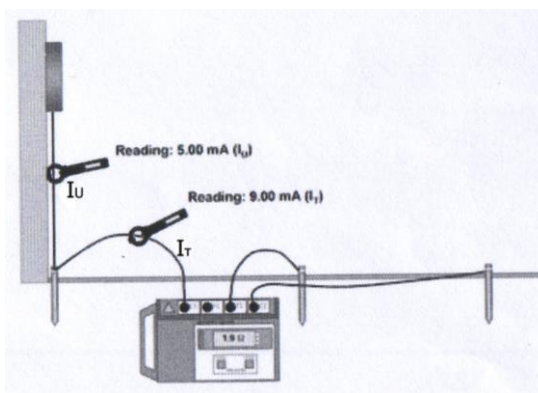
- Зураг 5.8-д үзүүлсэн схемийг ашиглан потенциалийн уналтын аргаар хэмжилтийг хийж, багажний заалт  $R_T$  –г тодорхойлно. Тухайлбал зураг дээр  $R_T = 1,9$  Ом гэж зааж байна.
- Зураг 5,9-д үзүүлсэн  $C_1$  залгуурт холбосон утасны гүйдэл  $I_T$  –г хэмжих (зурагт  $I_T = 9,00$ mA зааж байна.)  
Зураг 5.9-д үзүүлсэн сүлжээний газардуулгын утасаар гүйх гүйдэл  $I_U$ -г тодорхойлно. (Зурагт  $I_U = 5,00$  mA зааж байна).
- Хэмжигдэж байгаа газардуулах электрод дээрх хүчдлийн уналтыг тодорхойлох  
 $V = I_T \cdot R_T = 0,009A \cdot 1.9\Omega = 0,017$  В
- Газардуулах электродоор гүйж байгаа гүйдлийг тодорхойлно.  
 $I_G = I_T - I_U = 9,00$  mA -  $5,00$  mA =  $4,00$ mA
- Газардуулах электрод дээрх хүчдлийн уналт  $V$  болон электродоор гүйх гүйдэл  $I_G$ -г ашиглан электродын газардуулгын эсэргүүцлийг тооцоолох.

$$R_G = \frac{V}{I_G} = \frac{0.017 \text{ В}}{0.001 \text{ А}} = 4.25 \text{ Ом}$$

Хэмжигдэж байгаа электродыг бусад газардуулах системээс нь салгаагүй үед цахилгаан хангамжийн шугам сүлжээнээс тодорхой хэмжээний нэмэгдэл гүйдэл газардуулах электродоор гүйж байгаа тул энэ үзэгдэл нь хэмжилтийн нарийвчлалыг багасгадаг байна.



Зураг 5.8. Газардуулгын эсэргүүцлийг потенциалийн уналтын зарчмаар хэмжих (Заалт  $R_T=1.9$  Ом)



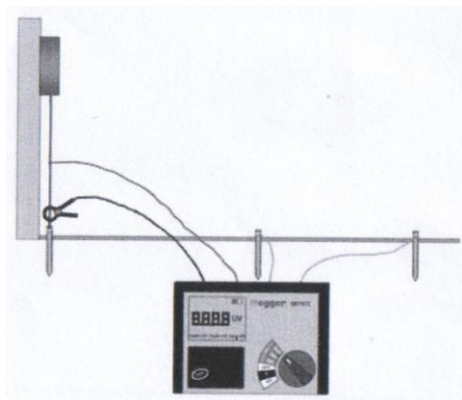
**Зураг 5.9. Газардуулгын утаснуудын гүйдлийг гүйдлийн хавчаараар хэмжих**

Нэмэлт электрод ба гүйдлийн хавчаартай хавсарсан хэмжилтийн дээрх арга дээр үндэслэгдсэн зохион бүтээгдсэн Megger DET3TC маркийн газардуулгын хэмжүүр байх ба энэ хэмжүүрийг залгах схем зураглалыг Зураг 5.10-д үзүүлэв.

Энэхүү хэмжүүрийн  $C_1$  залгуур ба газардуулгын электрод хооронд холбох зориулалттай гүйдлийн хавчаар багажний иж бүрдэлд багтаж ирэх ба хэмжүүр нь гадны нөлөөлөл, шуугианаас хамгаалах системтэйгээс гадна багажны гаргадаг ажлын давтамжаас ялгаатай бусад бүх давтамжийн сигналыг шүүх тусгай шүлтүүрүүдтэй болно.

Хэмжүүрийн шаардлагатай үзүүлэлтүүдийг автоматаар тооцоолон газардуулгын эсэргүүцэлийн жинхэнэ хэмжилтийн утгыг гаргаж дэлгэц дээр гаргана.

Нэмэлт электродуудыг байршуулахдаа потенциалийн уналтын аргын үеийн зарчмуудыг ашиглана.



**Зураг 5.10. Хавсарсан ART хэмжилтийн Megger DET3TC маркийн багажний холболт**

**Том хэмжээст газардуулах байгууламжийг хэмжих эсэргүүцлийн муруйн огтлолцлын арга**

Томоохон хэмжээст газардуулах байгууламжинд хэмжилт хийх үед гүйдлийн  $C$  болон потенциалийн  $P$  электродуудын зай 1 км хүртэл маш хол болж, хэмжилт хийхэд

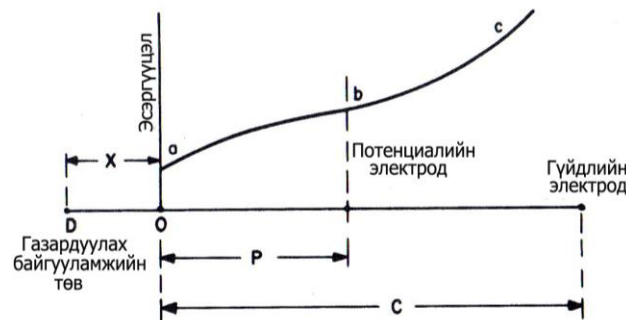


хүндрэлтэй болох тул энэ зайнуудыг багасгах хэмжилтийн аргыг судлаачид боловсруулсан байна.

Энэ хялбаршуулсан аргын үед зайтай гүйдлийн (C) электродуудын зай янз бүр байх үед эсэргүүцлийн хэмжилтийн муруйг байгуулж, тэдшээрийн үндсэн дээр эсэргүүцлийн хамаарлын огтлолцлын графикуудыг зурж, огтлолцлын цэгээр нь газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийн жинхэнэ утгыг тодорхойлдог зарчимтай.

Газардуулгын байгууламжийн захын цэг (O)-оос гүйдлийн электрод (C) хүртэлх зайг C гэвэл тэдгээрийн хооронд янз бүрийн зайнд потенциалийн электрод (P) байршуулах үеийн газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжилтийг а в с гэсэн графикийг Зураг 5.11-д үзүүлсэн ба газардуулах байгууламжийн талбайн төв нь O цэгээс зүүн тийш X зайд D цэгт байрлаж зурагдсан байна.

Тэгвэл газардуулгын талбайн төвөөс гүйдлийн электрод хүртэлх жинхэнэ зайн C+X байх ба D цэгээс потенциалийн электрод хүртэлх байвал зохих зай нь 0.618 (C+X) байх болно.



**Зураг 5.11. Томоохон хэмжээст газардуулах байгууламжийн газардуулгын эсэргүүцэлийн муруй**

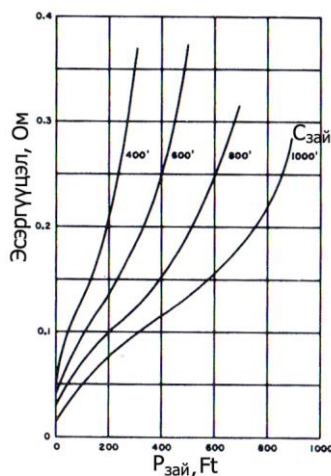
Тэгвэл O цэгээс потенциалийн электрод P хүртэлх байвал зохих зай нь  $0.618 (C+X)$  – X хэмжээтэй байх ёстой. Энэ зарчмыг энэхүү хэмжилтийн үед хатуу баримтлах хэрэгтэй.

Зураг 5.12-д өндөр хүчдлийн дэд станцийн 300 ft x 250 ft хэмжээстэй газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийн муруйнуудыг C=400,600,800,1000 ft зайтай байх үед байгуулж үзүүлсэн байна.

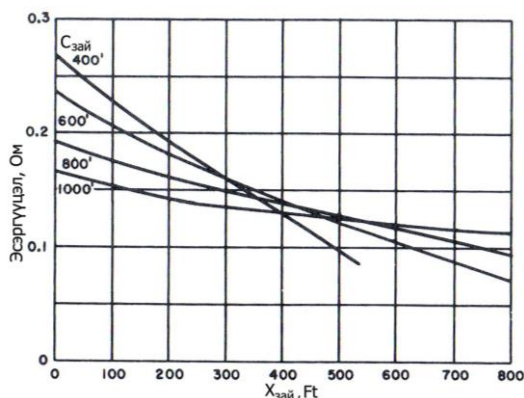
Энэхүү Зураг 5.12-д харуулсан графикуудыг ашиглан Зураг 5.13-д үзүүлсэн огтлолцлын муруйнуудыг X зайнаас хамааруулан байгуулсан ба дэд станцийн газардуулах байгууламжийн эсэргүүцэл нь  $R=0.146$  Ом гарсан байна.

Энэ аргаар хэмжилт хийх үед хэрэв газардуулгын талбайг аха гэсэн зөв дөрвөлжин гэж үзвэл C электродын хамгийн бага зайг нь дөрвөлжингийн талын хэмжээсээс багагүй  $C_{min} \geq a$  байх ба харин хамгийн хол зай нь  $C_{max} \leq 2 \cdot a$  хэмжээтэй байдаг.

Харин төвөгтэй хэлбэр дүрстэй газардуулгын тайлбайд бол а-зайнд дүрсийн диагналийн хэмжээгавах боломжтой.



Зураг 5.12. Дэд станцийн газардуулгын эсэргүүцлийн муруй



Зураг 5.13. 5.12-р зургийн графикуудийн огтлолцлын муруй  
(газардуулгын эсэргүүцэл  $R=0.146$  Ом гарч байна)

### Том хэмжээст газардуулах байгууламжийг хэмжих, дөрөөлөн дөхөх (Slope Method) арга

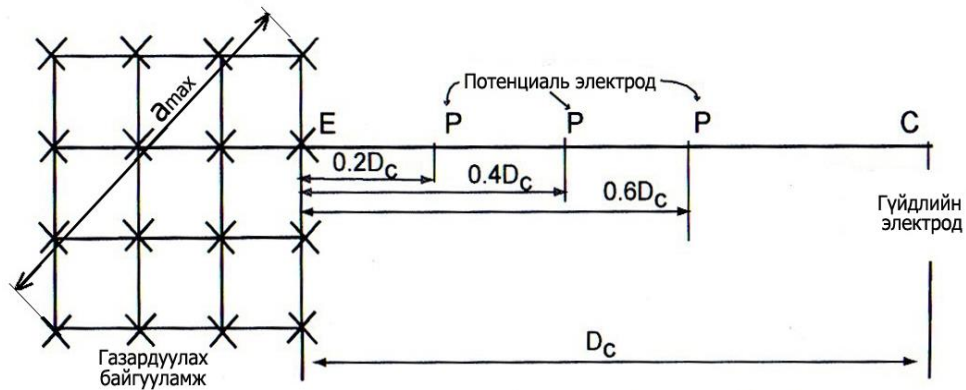
Өмнө үзсэн эсэргүүцлийн муруйн огтлолцлын аргатай харьцуулахад ашиглахад илүү хялбар, нэгэн төрлийн бус хөрсөнд хэрэглэх боломжтой, онол, практикийн хувьд хангалттай үр дүнд хүрдэг хэмжилтийн арга нь өмнөх хэмжилтэндээ дөрөөлөн дөхөх арга юм.

Том хэмжээст газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийг дөрөөлөн дөхөх аргаар хэмжихдээ дараах алхамуудыг гүйцэтгэнэ. (Зураг 5.14)

Үүнд :

1. Олон тооны электродуудыг агуулж, томоохон хэмжээний талбай бүхий газардуулах байгууламжийн аль нэг цэг дээр хэмжүүрийн E (Газадуулга) залгуурыг холбоно.

- Е цэгээс  $D_C$  гэсэн зайнд гүйдлийн электрод (С)-ийг холбоно.  $D_C$  зайг сонгохдоо газардуулах байгууламжийн талбайн диагналаас 2-3 дахин их байх  $D_C=(2-3) \cdot a_{\max}$  зарчмыг баримтална.



Зураг 5.14. Дөрөөлөн дөхөх аргаар хэсжилт хийх үед потенциалийн электродыг байршуулах байдал.

- Зураг 27-д үзүүлснээр потенциалийн электродуудыг  $0.2D_C$ ,  $0.4D_C$ ,  $0.6D_C$  зайнуудад суурилуулах
- Дээрхи зайнуудад харгалзах газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжиж, тэмдэглэх.  
Үүнд :  $R_1$ -  $0,2D_C$  байх үед  
 $R_2$ -  $0,4D_C$  байх үед  
 $R_3$ -  $0,6D_C$  байх үед
- Дөхөх коэффициент  $\mu$ - ийн утгыг дараах илэрхийллээр тооцоолох

$$\mu = \frac{R_3 - R_2}{R_2 - R_1}$$

- Хүснэгт 5.2-ийг ашиглан тооцоолсон  $\mu$  –ийн утганд харгалзах  $D_P/D_C$  харьцааг тодорхойлох.
- Дараачийн дөхөх хэмжилтэнд потенциалийн электродыг суурилуулбал зохих  $D_P$  зайг тооцоолох

$$D_P = \frac{D_P}{D_C} \cdot D_C$$

Энэ  $D_P$  зайнд харгалзах хэмжилтийг газардуулах байгууламжийн жинхэнэ эсэргүүцлийн утга гэж тооцно.

- Дээрхи зарчмыг ашиглан арай их хэмжээтэй  $D_C$  зайг сонгож хэмжилтийг дахин давтан хийж болно.  $D_C$  зайг ихэсгэхэд жинхэнэ эсэргүүцлийн утга багасч байвал  $D_C$  зайг арай багасгаж, мөн хэмжилтийг давтан хийнэ.

Ийм маягаар жинхэнэ эсэргүүцлийн утга тогтвортой заах хүртэл өмнөх хэмжилт дээрээ дөрөөлсөн давтан хэмжилт хийж болно.

Хүснэгт 5.2

Дөхөх хэмжилтийн үеийн  $D_p/D_c$  зайн харьцааг  
 $\mu$ -ийн утгаас хамааруулан тодорхойдох

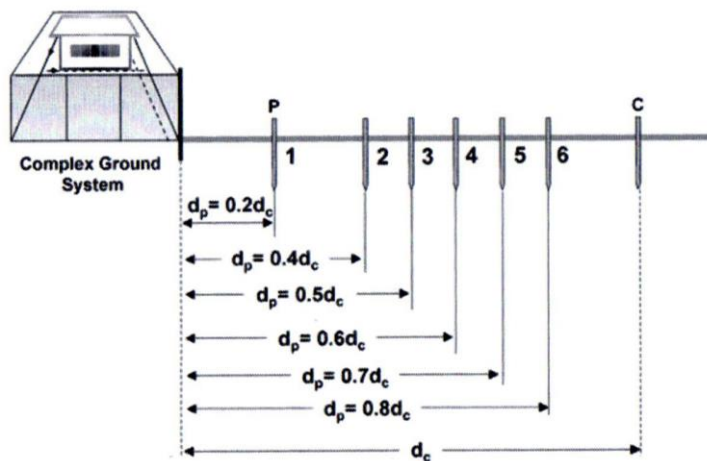
$\mu$	$D_p/D_c$	$\mu$	$D_p/D_c$	$\mu$	$D_p/D_c$
0.40	0.643	0.80	0.580	1.20	0.494
0.41	0.642	0.81	0.579	1.21	0.491
0.42	0.640	0.82	0.577	1.22	0.488
0.43	0.639	0.83	0.575	1.23	0.486
0.44	0.637	0.84	0.573	1.24	0.483
0.45	0.636	0.85	0.571	1.25	0.480
0.46	0.635	0.86	0.569	1.26	0.477
0.47	0.633	0.87	0.567	1.27	0.474
0.48	0.632	0.88	0.566	1.28	0.471
0.49	0.630	0.89	0.564	1.29	0.468
0.50	0.629	0.90	0.562	1.30	0.465
0.51	0.627	0.91	0.560	1.31	0.462
0.52	0.626	0.92	0.558	1.32	0.458
0.53	0.624	0.93	0.556	1.33	0.455
0.54	0.623	0.94	0.554	1.34	0.452
0.55	0.621	0.95	0.552	1.35	0.448
0.56	0.620	0.96	0.550	1.36	0.445
0.57	0.618	0.97	0.548	1.37	0.441
0.58	0.617	0.98	0.546	1.38	0.438
0.59	0.615	0.99	0.544	1.39	0.434
0.60	0.614	1.00	0.542	1.40	0.431
0.61	0.612	1.01	0.539	1.41	0.427
0.62	0.610	1.02	0.537	1.42	0.423
0.63	0.609	1.03	0.535	1.43	0.418
0.64	0.607	1.04	0.533	1.44	0.414
0.65	0.606	1.05	0.531	1.45	0.410
0.66	0.604	1.06	0.528	1.46	0.406
0.67	0.602	1.07	0.526	1.47	0.401
0.68	0.601	1.08	0.524	1.48	0.397
0.69	0.599	1.09	0.522	1.49	0.393
0.70	0.597	1.10	0.519	1.50	0.389
0.71	0.596	1.11	0.517	1.51	0.384
0.72	0.594	1.12	0.514	1.52	0.379
0.73	0.592	1.13	0.512	1.53	0.374
0.74	0.591	1.14	0.509	1.54	0.369
0.75	0.589	1.15	0.507	1.55	0.364
0.76	0.587	1.16	0.504	1.56	0.358
0.77	0.585	1.17	0.502	1.57	0.352
0.78	0.584	1.18	0.499	1.58	0.347
0.79	0.582	1.19	0.497	1.59	0.341

### Дөрвөн потенциалийн арга:

Энэ арга нь потенциалийн уналтын аргын нэг төрөл бөгөөд том хэмжээст газардуулах байгууламжийн хувьд түүний цахилгаан төвийг зөв олоход хүндрэлтэй байдаг тул инженерийн практикт том хэмжээст газардуулгын системд энэхүү дөрвөн потенциалийн аргыг хэрэглэдэг. Энэ аргыг анх 1964 онд доктор G.F.Tagq гэдэг АНУ-ын судлаач дэвшүүлж гаргасан байдаг.

Хэмжилтийг явуулахын тулд Зураг 5.15-д үзүүлсэн зарчмаар  $D_c$  зайнд гүйдлийн электрод С-г зоож, улмаар  $d_c$  гэсэн зайн 20%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% гэсэн зайнуудад 1, 2, 3, 4, 5, 6 гэсэн 6 ш потенциалийн электродууд зоож, хэмжилтийг гүйцэтгэнэ.

Дээрхи зайнуудад харгалзах газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжилтийн утгуудад тус бүр харгалзуулан  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$  гэж тэмдэглэнэ.



**Зураг 5.15. Дөрвөн потенциалийн аргаар хэмжилт хийх электродуудыг байршуулах байдал**

Эсэргүүлүүдийн хэмжилтийн үр дүнг ашиглан дараах 4 төрлийн илэрхийллээр газардуулгын эсэргүүцэл ( $R_\infty$ )-ийн хэмжээг тодорхойлно.

1.  $(R_\infty) = -0.1187 \cdot R_1 - 0.4667 R_2 + 1.9816 R_4 - 0.3961 R_6$
2.  $(R_\infty) = -2.6108 R_2 + 4.0508 R_3 - 0.1626 R_4 - 0.2774 R_6$
3.  $(R_\infty) = -1.8871 R_2 + 1.1148 R_3 + 3.6837 R_4 - 1.9114 R_5$
4.  $(R_\infty) = -6.5225 R_3 + 13.6816 R_4 - 6.8803 R_5 + 0.7210 R_6$

Дээрх тооцоогоор гарсан бүх  $R_\infty$  гэсэн эсэргүүцлийн утгуудыг зөвшөөрч болох боловч эдгээрийн дундаж утгыг тооцоонд ихэвчлэн хэмжилтийн жинхэнэ утга болгон авна. (1) илэрхийллээр гарсан утга нарийвчлал муутай гарах ба энэ нь бусдаас хэт их ялгаатай байвал (1) илэрхийллийн хариуг орхиж, 2, 3, 4 илэрхийллийн дундаж утгаар хэмжилтийн жинхэнэ үр дүнг авч болно.

Энэ аргын үндсэн гол дутагдал нь  $d_c$  гэсэн зай аль болох их, эсэргүүцэл маш багатай том газардуулгын системийн хувьд 2000 feet хүртэл хол байх шаардлагатай байдаг явдал юм.

Хэмжээс томтой газардуулах байгууламжийн газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжих потенциалийн уналтын аргын ОХУ-д өргөн хэрэглэгддэг хэмжилтийн схемийг Зураг 5.16-д үзүүлэв.

Хэмжилтийн зарчим нь газардуулах байгууламжаар гүйх гүйдлийг Амперметрээр хэмжиж, Вольтметрээр электрод дээр байгаа потенциалийн хэмжээг тус тус хэмжинэ.

Газардуулах байгууламжийн электродууд дээрх потенциал  $\varphi_x$ -г, түүний гүйдэл  $I_x$ -д харьцуулсан харьцаагаар газардуулгын эсэргүүцэл  $R_{\text{хэмж}}$ -г Ом-оор бодож гаргана.

$$R_{\text{хэмж}} = \frac{\varphi_x}{I_x}$$

Зураг 5.16<sup>а</sup>-д энэ аргаар газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийг хэмжих үеийн холболтын схемийг харуулсан байна. Хэмжилтийг хийхийн тулд П ба Т гэсэн хоёр нэмэлт электродуудыг суулгах бөгөөд Т электродоор хэмжилтийн гүйдэл гүйх учир түүнийг гүйдлийн электрод гэж нэрлэнэ.

Үүсгэгчээс гарсан гүйдэл нь газардуулгын байгууламж ГБ-хөрс-Т гүйдлийн электрод-Амперметр гэсэн замаар гүйж битүүрнэ.

Энэ гүйдлийн улмаас газардуулах байгууламж ГБ дээр  $\varphi_x = I_x \cdot R_{\text{хэмж}}$  гэсэн потенциал бий болно. Энэ потенциалийг хэмжихийн тулд Вольтметрийг ГБ ба П цэгүүдэд залгасан байгаа тул Вольтметрийн хэлхээгээр  $I_v$  гэсэн маш бага хэмжээний гүйдэл гүйнэ. Вольтметрийн дотоод эсэргүүцэл хэдий өндөр байна, энэ гүйдэл мөн төдий хэмжээгээр бага байна.

Хэмжих ёстой  $\varphi_x$  потенциалийн зарим хэсэг нь П электрод дээр  $\varphi_p = I_v \cdot R_p$  гэсэн хэмжээгээр унах тул Вольтметрийн заалт нь  $U = \varphi_x - \varphi_p = \varphi_x - I_v \cdot R_p$  болж хэмжилтэнд тодорхой хэмжээний алдаа гаргана.

Энд:  $R_p$ - П гэсэн потенциалийн электродын өөрийн нь газардуулгын эсэргүүцэл (Ом)

Эндээс үзэхэд хэмжилтийн алдааг эрс багасгахын тулд  $I_v$  гэсэн гүйдлийг багасгаж  $I_v \rightarrow 0$  болгох хэрэгтэй болж байна.

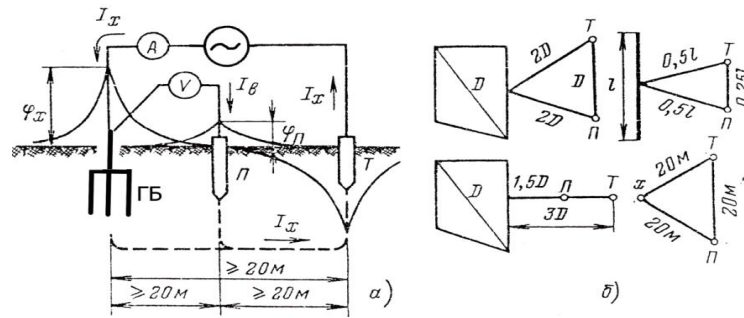
Вольтметрийн дотоод эсэргүүцлийг  $R_v$  гэвэл түүний гүйдэл нь:

$$I_v = (\varphi_x - \varphi_p) R_v \text{ болно.}$$

Газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжилтийн алдааг тодорхойлбол:

$$\gamma = \frac{\varphi_p}{\varphi_x} \cdot 100\% = \frac{R_p}{R_v + R_p} \cdot 100\% \text{ болно.}$$

Эндээс үзвэл хэмжилтийн алдааг 2%-аас хэтрүүлэхгүй байлгахын тулд Вольтметрийн дотоод эсэргүүцэл нь потенциалийн электродын  $R_p$  эсэргүүцлээс наад зах нь 50 дахин их байх хэрэгтэй болж байна.



**Зураг 5.16. Газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийг хэмжих**

а) Хэмжилтийн схем, б) Хэмжилтийн үе дэх туслах электродуудын зохистой байрлалууд

Хэмжилтийн алдаанд нөлөөлөх дараачийн нэг хүчин зүйл нь гүйдлийн болон потенциалын туслах электродуудын байрлал учир эдгээр электродууд нь газардуулах байгууламжаасаа аль болох хол байхаас гадна Т ба П-ийн хоорондын зай нь хэт бага байж бас болохгүй.

Хэмжилтийн алдааг зөвшөөрөгдөх түвшинд барихын тулд туслах электродуудын байрлалыг

Зураг 5.16<sup>б</sup>-д зааснаар авах шаардлагатай. Энд газардуулах байгууламжийн талбайн диагналыг D-ээр тэмдэглэсэн болно.

ОХУ-ын инженерийн практикт газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийг хэмжихэд тусгайлан зориулагдсан М416, Ф4103/М1 маркийн хэмжүүрийн багажнуудыг өргөн хэрэглэж байна.

АНУ-ын практикт дээр дурьдсан мөн потенциалын уналтын арга дээр үндэслэгдсэн тоон хэмжүүр “Megger DET4TC2” маркийн багажийг, Японд KEW-4106 маркийн багажийг, БНХАУ-ын практикт

DUOYI DY4100 маркийн багажуудыг тус тус хэрэглэдэг байна.

## **5.2 Дэд станцуудын газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийг хэмжих туршилт судалгаанд ашигласан хэмжих багаж, тэдгээрийн үзүүлэлтүүд**

Дэд станцын газардуулах байгууламжаар 50Гц-ийн давтамжтай хувьсах гүйдэл тодорхой хэсжээгээр гүйж, дэд станцын газардуулгын шин дээр тодорхой хэмжээний потенциал бий болох ба газардуулгын эргэн тойронд потенциал ба гүйдлийн тархалтууд бий болно. Ийм үндсэн гармоникийн 50 Гц давтамжтай гүйдлүүдээс гадна, шугам сүлжээнд байгаа дээд гармоникийн гүйдлүүд, холбоо, мэдээлэл, эмнэлгийн багаж төхөөрөмжүүдийн өндөр ба хэт өндөр давтамжийн нөлөөлөл, шуугиануудын нөлөөллөөр хэмжилтийн алдаа ихэсдэг онцлогтой. Иймд сүүлийн үеийн бүх хэмжүүрийн багажууд нь... энэ нөлөөллийг багасгаж хэмжилтийн нарийвчлалыг дээшлүүлэх тусгай шүүлтүүрийн блок болон схемүүдийг агуулсан байдаг. Хэмжилтийн алдааг багасгах, нарийвчлалыг дээшлүүлэх, шуугиануудын нөлөөлөлд автахгүй, тогтвортой зөв заалт авах зорилгоор ОХУ-ын Ф4103-М1 маркын зүүт хэмжүүр, Японы KEW4106 маркийн тоон хэмжүүр, АНУ-ын практикт хэрэглэгддэг Megger DET4TC маркийн тоон хэмжүүрүүдийг харьцуулан ашиглаж хэмжилтийг явуулсан, тэдгээр хэмжүүрүүдийн техникийн үзүүлэлтүүдийг тайлангийн IV бүлэгт дэлгэрэнгүй үзүүлсэн болно.

### 5.3 Хэмжилт явуулсан дэд станцуудын байршил ба хэмжилтийн электродуудын байршуулалт

#### 5.3.1 Улаанбаатар хот орчмын дүүргүүдэд дэд станцын газардуулах байгууламжийн эсэргүүцлийн хэмжилт хийгдсэн дэд станцуудын жагсаалт

Хүснэгт 5.3

Дэд станцын байршил	Хөрсний төрөл	Дэд станцын байршил	Хөрсний төрөл
ШУТИС полигон (ХТП-159)	Асгамал(Цэцрлэгийн хөрс)	1 Хороолол ар дэнж (АТП-4878)	Хайр хайрга
ТЭЦ IV урд (Худаг КТПН-407)	Сайр сайрга	1 Хороолол ар дэнж	Шавранцар
Сонсголон (Элеганс АТП-1167)	Хайр хайрга	Баянзүрх товчоо (АТП2847)	Сайр сайрга
Хүүшийн зоорь (АТП-017)	Сайр сайрга	Баянзүрх товчоо (АТП367)	Хайр хайрга
Био камбинат (АТП-4467)	Хайр хайрга	Дэнжийн мянга (АТП2724)	Хайр хайрга
Био камбинат (АТП-890)	Сайр сайрга	Дэнжийн мянга (АТП079)	Хайр хайрга
Био камбинат (АТП-4417)	Шавранцар	Гандан тасганы овоо (АТП395)	Асгамал (Цэцрлэгийн хөрс)
Зүүн салаа (АТП-2694)	Шавранцар	Гандан тасганы овоо (КТПН3080)	Асгамал (Цэцрлэгийн хөрс)
Зүүн салаа (АТП-1462)	Шавранцар	Баянхошуу (АТП3865)	Хайр хайрга
Баруун салаа (АТП-4915)	Шавранцар	Баянхошуу (АТП748)	Хайр хайрга
Баруун салаа (АТП-5083)	Хайр хайрга	3, 4 хорооллын ар дэнж (КТПН4271)	Шавранцар
Улиастай (АТП-2642)	Хайр хайрга	3, 4 хорооллын ар дэнж (АТП3778)	Асгамал (Цэцрлэгийн хөрс)
Улиастай (КТПН-2643)	Хайр хайрга	Баруун түрүүн (АТП2553)	Элс
Найрамдал (АТП1683)	Хайр хайрга	Тахилт (АТП2056)	Хайр хайрга
Найрамдал (КТПН-1682)	Хайр хайрга	Тахилт (АТП4365)	Хайр хайрга
Найрамдал (АТП-1755)	Хайр хайрга	Хайлааст (АТП3787)	Хайр хайрга
Шарга морьт (АТП2044)	Шавранцар	Хайлааст (АТП3785)	Хайр хайрга
Шарга морьт (АТП-977)	Шавранцар	Налайх Бүс нуур (АТП)	Элсэнцэр
Сэлбэ гол (АТП-1147)	Хайр хайрга	Налайх (АТП7200)	Хайр хайрга
Сэлбэ гол (АТП-3512)	Хайр хайрга	Төв аймаг (АТП8358)	Чулуу, чулуулаг
1 Хороолол ар дэнж (АТП-2693)	Шавранцар	Төв аймаг (ХТП8025)	Хайр хайрга



### 5.3.2 Дэд станцуудын газардуулах байгууламжийн хэмжилтийг явуулсан холболтын схемүүд

Дэд станцууд нь бүгд хүрээ хэлбэртэй, олон тооны босоо ба хэвтээ электродуудыг ашигласан хүрээ хэлбэрийн газардуулах байгууламжтай учир 5.1 хэсэгт заасан потенциалын уналтын арга буюу 3 электродтой хэмжилтийг ашигласан болно. Гүйдлийн хэлхээний хэмжилтэнд С гэсэн нэмэлт электродыг 40 см гүнд нэмэлтээр суулгаж, потенциалын уналтын хэмжилтэнд Р гэсэн нэмэлт электродыг мөн 40 см гүнд нэмэлтээр тус тус суулгаж хэмжилтийг явуулав. Бүх газардуулах байгууламжууд нь хүрээ хэлбэртэй байгаа учир ОХУ-ын практикт өргөн ашиглагддаг зураг 5.16б-д заасан ( $2\Delta - 2\Delta - \Delta$ ) гэсэн гурвалжин хэлбэртэй схемийг ашиглаж бүх хэмжилтийг явуулав.

### 5.4 Улаанбаатар хот орчмын дэвсгэр нутагт өндөр хүчдлийн дэд станцуудын газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжсэн протокол ба үр дүн.

Хөрсний эсэргүүцэлболон газардуулах электродуудын эсэргүүцлийн хэмжилт

Байрлал: ШУТИС полигон (ХТП-159)

Хүснэгт 1

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		ХТП- 159 азардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	KEW-4106(Япон)			9 — $\frac{E}{E_s}$	9 — $\frac{E}{E_s}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 2-ES 5-S(P) 6-H(C)	1-E 5-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.01.05	-29°C	- 16°C	-	-	-	101.8	542 (2037.9) R <sub>h</sub> limit	0.37
2018.01.08	-34°C	- 18°C	-	-	-	102	343 (1289.7) R <sub>h</sub> limit	0.41
2018.01.12	-21°C	- 10°C	-	-	-	104	445 (1673.2) R <sub>h</sub> limit	0.46
2018.01.16	-25°C	- 16°C	-	-	-	105.3	488 (1834.9) R <sub>h</sub> limit	0.42
2018.01.19	-23°C	- 12°C	-	-	-	107	655 (2462.8) R <sub>h</sub> limit	0.43
2018.01.27	-24°C	- 16°C	-	-	-	109	1260 (4737.6) R <sub>h</sub> limit	0.47
2018.01.31	-25°C	-	-	-	-	109.6	1063	0.50

		15°C					(3996.9) R <sub>h</sub> limit	
2018.02.01	-25°C	- 17°C	1063 (6675.6) R <sub>h</sub> lim ; R <sub>s</sub> lim	580 (10927.2) R <sub>h</sub> limit	551 (20761.7) R <sub>h</sub> limit	110	998 (3752.5) R <sub>h</sub> limit	0.47
2018.02.06	-22°C	- 12°C	1979 (12428.1) R <sub>h</sub> lim ; R <sub>s</sub> lim	489 (9212.8) R <sub>h</sub> limit	508 (19141.4) R <sub>h</sub> limit	110	871 (3275) R <sub>h</sub> limit	0.26
2018.02.12	-24°C	-8°C	1278 (8025.8) R <sub>h</sub> lim ; R <sub>s</sub> lim	268 (5049.1) R <sub>h</sub> limit	448 (16880.6) R <sub>h</sub> limit	112	643 (2417.7) R <sub>h</sub> limit	0.45
2018.02.23	-15°C	- 10°C	1379 (8660.1) R <sub>h</sub> lim ; R <sub>s</sub> lim	325 (6123) R <sub>h</sub> limit	360 (13564.8) R <sub>h</sub> limit	116	704 (2647.1) R <sub>h</sub> limit	0.44
2018.02.27	-19°C	- 13°C	1795 (11272.6) R <sub>h</sub> lim ; R <sub>s</sub> lim	86 (1620.2) R <sub>h</sub> lim ; R <sub>s</sub> lim	327 (12321.4) R <sub>h</sub> limit	118	439 (1650.6) R <sub>h</sub> limit	0.54
2018.03.05	-19°C	-8°C	1905 (11963.4) R <sub>h</sub> lim ; R <sub>s</sub> lim	99 (1865.2) R <sub>h</sub> lim ; R <sub>s</sub> lim	360 (13564.8) R <sub>h</sub> limit	121	492 (1849.9) R <sub>h</sub> limit	0.47
2018.03.09	-8°C	+3°C	936 (5878.1) R <sub>h</sub> limit	112 (2110.1) R <sub>h</sub> limit	142 (5350.6) R <sub>h</sub> limit	121	232 (872.3) R <sub>h</sub> limit	0.53
2018.03.12	-6°C	+1°C	628 (3943.8)	118 (2223.1) R <sub>h</sub> limit	104 (3918.7) R <sub>h</sub> limit	120	154 (579.1) R <sub>h</sub> limit	0.70
2018.03.16	-9°C	+3°C	586 (3680.1) R <sub>h</sub> limit	192 (3617.3) R <sub>h</sub> limit	93 (3504.2) R <sub>h</sub> limit	120	175 (658) R <sub>h</sub> limit	0.66 R <sub>s</sub> limit
2018.03.19	-2°C	+4°C	511 (3209.1)	114 (2147.8) R <sub>h</sub> limit	62 (2336.2) R <sub>h</sub> limit	120	128 (481.3) R <sub>h</sub> limit	0.69
2018.03.26	+1°C	+15° C	165 (1036.2)	45 (847.8)	12 (452.2)	114	115 (432.4)	0.77
2018.04.02	-10°C	+3°C	184 (1155.5) R <sub>h</sub> limit	27 (508.7)	10 (376.8)	112	112 (421.1)	0.7 R <sub>s</sub> limit
2018.04.06	-9°C	+5°C	155 (973.4)	37 (697.1)	152 (5727.4) R <sub>h</sub> limit	113	113 (424.9)	0.76
2018.04.09	-2°C	+7°C	130	27 (508.7)	11 (414.5)	116	107 (402.3)	0.77

			(816.4)					
2018.04.16	+3°C	+18° C	65 (408.2) R <sub>h</sub> limit	234 (4408.6) R <sub>h</sub> limit	221 (8327.3) R <sub>h</sub> limit	302 R <sub>h</sub> limit	169 (635.4) R <sub>h</sub> limit	136.6 R <sub>h</sub> limit
2018.04.23	0°C	+16° C	78.5 (492.9)	5.3 (99.9)	225 (8478) R <sub>h</sub> limit	88.3	90.06 (338.6)	0.81
2018.04.27	+8°C	+25° C	25.6 (160.8) R <sub>h</sub> limit	29.3 (552) R <sub>h</sub> limit	28.0 (1055) R <sub>h</sub> limit	107.5 R <sub>h</sub> limit	472 (1774.7) R <sub>h</sub> limit	549 R <sub>h</sub> limit
2018.05.09	+5°C	+15° C	6.6 (41.5) R <sub>s</sub> limit	9.0 (169.6)	3.0 (113)	154.3 R <sub>h</sub> limit	70.6 R <sub>h</sub> limit	88.7 R <sub>h</sub> limit
2018.05.16	+1°C	+18° C	25.4 (159.5) R <sub>h</sub> limit	19.8 (373) R <sub>h</sub> limit	16.3 (614.8) R <sub>h</sub> limit	115.4 R <sub>h</sub> limit	165.7 (623) R <sub>h</sub> limit	128.6 R <sub>h</sub> limit
2018.05.25	+5°C	+10° C	25.9 (162.7) R <sub>h</sub> limit	152 (2863.7) R <sub>h</sub> limit	29.6 (1115.3) R <sub>h</sub> limit	116.8 R <sub>h</sub> limit	79.1 (297.4) R <sub>h</sub> limit	293 R <sub>h</sub> limit
2018.05.30	+12° C	+30° C	21.8 (136.9) R <sub>h</sub> limit	21.4 (403.2) R <sub>h</sub> limit	24.1 (908.1) R <sub>h</sub> limit	246 R <sub>h</sub> limit	144.9 (544.8) R <sub>h</sub> limit	198.3 R <sub>h</sub> limit
2018.06.04	+10° C	+29° C	15.4 (96.7) R <sub>h</sub> limit	38.2 (719.7) R <sub>h</sub> limit	190 (7459.2) R <sub>h</sub> limit	189.7 R <sub>h</sub> limit	84.9 (319.2) R <sub>h</sub> limit	132.9 R <sub>h</sub> limit
			<b>Megger DET4TC2 (AHY)</b>					
			1-C1 2-P1 3-P2 4-C2	1-C1 4-P1 5-P2 6-C2	1-C1 5-P1 7-P2 8-C2	9-C1,P1 10-C2,P2	9-C1P1 1-C2 6-P2	10-C1,P1 9-C2 6-P2
2018.02.01	-25°C	- 17°C	-	-	-	103.7	0.3 кОм (1128) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.56 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.01.12	-24°C	-8°C	-	-	-	106.6	0.2 кОм (752) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.59 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.02.27	-19°C	- 13°C	-	-	-	115.1	<0.1 кОм (369) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.68 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.05	-19°C	-8°C	-	-	-	120.2	<0.1 кОм (369) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.58 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	121.9	<0.1 кОм (369) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.64 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

2018.03.12	-6°C	+8°C	92.8 (582.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	110 (2072.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	15 (565.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	120.9	129.6 (487.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.75 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.16	-9°C	+1°C	102.5 (644) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	13 (489.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	121.4	132.5 (498.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.66 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.19	-2°C	+4°C	78 (490) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	82 (1544.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	12 (452.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	120.8	127.9 (480.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.78 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.26	+1°C	+15° C	161.2 (1012.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	41.4 (779.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.50 (320.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	111.8	116.2 (436.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.69 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.04.02	-10°C	+3°C	105.4 (661.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	23.0 (433.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.83 (219.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	107.8	113.6 (247.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.72 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.04.06	-9°C	+5°C	142 (891.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	25 (471) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6 (226.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	109.7	120.2 (452) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.66 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.04.09	-2°C	+7°C	125.0 (785) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	22.1 (416.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.77 217.4 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	101.7	108.6 (408.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.73 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.04.16	+3°C	+18° C	74.3 (466.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	16.02 (301.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.73 (178.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	97.6	98.0 (368.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.67 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.04.23	0°C	+16° C	78.6 (493.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	11.85 (223.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	Δ R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	91.6	92.1 (346.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.69 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.04.27	+8°C	+25° C	75.6 (474.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	10.0 (188.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.87 (145.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	86.0	86.4 (324.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.73 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.05.09	+5°C	+15° C	69.6 (437.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.95 (168.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.63 (136.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	81.0	80.8 (303.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.72 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.05.16	+1°C	+18° C	73.6 (462.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	7.87 (148.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.29 (123.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	76.8	76.3 (286.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.83 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.05.25	+5°C	+10° C	73.4 (460.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	7.48 (140.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.14 (118.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	75.9	75.6 (284.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.29 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.05.30	+12° C	+30° C	73.5 (461.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	<0.01 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	Δ R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub> <sup>x</sup>	76.9	76.5 (287.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.74 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.06.04	+10° C	+29° C	79.5 (499.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	7.44 (140.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	Δ R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub> <sup>x</sup>	75.1	74.6 (280.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.72 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.13	+6°C	+18° C	73.6 (462.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.86 (91.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.55 (96.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		53.9 (202.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.12 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.27	-7°C	+3°C	56.2	36.2	2.9		60.1	2.45

			(352.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	(682) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	(110.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		(226) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.11.03	-5°C	- 12°C	110.4 (693.3)	23.1732 (436.8)	3.3 (124.44)		64.6 (242.9)	1.62

			Φ4103-М1 (ОХУ)					
			1-Т1 2-П1 3-П2 4-Т2	1-Т1 4-П1 5-П2 6-Т2	1-Т1 5-П1 7-П2 8-Т2	9-Т1, П1 10-П2, Т2	9-Т1, П1 1-Т2 6-П2	10-Т1, П1 9-Т2 6-П2
2018.02.01	-25°C	-17°C	-	-	-	(100) 10.8	400 (1504)	(300) 0.7
2018.01.12	-24°C	-8°C	55 (345)	28 (528)	7.8 (294)	(10) 9.8	550 (2068)	(300) 9.4
2018.02.27	-19°C	-13°C	48 (301)	50 (942)	12 (452)	(3000) 9.4	440 (1655)	(30) 1.4
2018.03.05	-19°C	-8°C	52 (327)	35 (659)	13 (490)	(300) 4.2	600 (2256)	(30) 0.8
2018.03.09	-8°C	+3°C	38 (239)	30 (565)	9 (339)	(300) 4.2	400 (1504)	(10) 1.2
2018.03.12	-6°C	+8°C	50 (377)	30 (565)	5 (188)	(300) 4	(300) 800 (3008)	(10) 0.8
2018.03.16	-9°C	+1°C	50 (314)	30 (565)	7.5 (282.6)	(300) 4.1	(100) 700 (2632)	(10) 0.9
2018.03.19	-2°C	+4°C	57 (358)	45 (848)	9 (339)	(300) 3.8	(100) 420 (1580)	(10) 0.6
2018.03.26	+1°C	+15°C	50 (314)	40 (754)	10 (377)	(300) 3.9	(300) 380 (1430)	(10) 0.7
2018.04.02	-10°C	+3°C	32 (201)	30 (565)	7.9 (298)	(300) 3.8	(300) 380 (1430)	(10) 0.8 савлав
2018.04.06	-9°C	+5°C	47 (296)	40 (754)	10 (377)	(300) 3.83	(100) 378 (1422)	(10) 0.98
2018.04.09	-2°C	+7°C	43 (270)	25 (471)	21 (781)	(300) 3.59	(300) 850	(3) 2.5

							(3196)	
2018.04.16	+3°C	+18°C	75 (471)	35 (659)	16 (603)	(300) 3.21	(100) 950 (3572)	(3) 2.60
2018.04.23	0°C	+16°C	70 (440)	32 (603)	14.1 (532)	(100) 9.1	(300) 900 (3384)	(10) 0.9
2018.04.27	+8°C	+25°C	80 (502)	26 (490)	11.1 (418.3)	(100) 8.58	(300) 750 (2820)	(10) 8.8
2018.05.09	+5°C	+15°C	60 (377)	32 (603)	12.4 (467)	(100) 8.1	(100) 790 (2970)	(3) 2.7
2018.05.16	+1°C	+18°C	65 (408)	30 (565)	19 (746)	(300) 2.58	(300) 700 (2632)	(10) 0.63
2018.05.25	+5°C	+10°C	80 (502)	26 (490)	12 (448)	(1000) 3.81	(300) 750 (2820)	(10) 0.81
2018.05.30	+12°C	+30°C	55 (345)	50 (942)	20 (750)	(300) 2.41	(300) 720 (2707)	(10) 0.9
2018.06.04	+10°C	+29°C	80 (502)	70 (1319)	20 (750)	(300) 1.1	(300) 710 (2670)	(10) 0.8
<b>DUOYI DY4100 (Хятад)</b>								
			x	x	x	9-E 10-P,C	9-E 1-C 6-P	10-E 9-C 6-P
2018.02.01	-25°C	-17°C	-	-	-	(2000) 97.5	(2000) 194.0 (729.4)	(100)
2018.01.12	-24°C	-8°C	-	-	-	(2000) 102	(2000) 489 (1838.6)	(20) 0.11
2018.02.27	-19°C	-13°C	-	-	-	(2000) 130	(2000) 2000< (7144)	(20) 1.50
2018.03.05	-19°C	-8°C	-	-	-	(2000) 130	(2000) 2000< (7144)	(20) 1.48
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(2000) 129	(2000) 423 (1590.5)	(20) 1.28

2018.03.12	-6°C	+8°C	-	-	-	(200) 131	(200) 199 (748.2)	(200) 1.70
2018.03.16	-9°C	+1°C	-	-	-	(200) 133	(200) 259 (973.8)	(20) 1.61
2018.03.19	-2°C	+4°C	-	-	-	(200) 129	(200) 169 (635.4)	(20) 1.50
2018.03.26	+1°C	+15°C	-	-	-	(200) 121	(200) 112 (421.1)	(20) 1.48
2018.04.02	-10°C	+3°C	-	-	-	(200) 121	(200) 110 (413.6)	(20) 1.6
2018.04.06	-9°C	+5°C	-	-	-	(200) 117	(200) 110 (413.6)	(200) 1.3
2018.04.09	-2°C	+7°C	-	-	-	(200) 115	(200) 104 (391.1)	(200) 0.8
2018.04.16	+3°C	+18°C	-	-	-	(200) 101	(200) 93 (349.7)	(20) 1.6
2018.04.23	0°C	+16°C	-	-	-	(200) 88.5	(200) 86.5 (325.2)	(20) 0.47
2018.04.27	+8°C	+25°C	-	-	-	(200) 82.4	(200) 80.2 (301.6)	(200) 0.7
2018.05.09	+5°C	+15°C	-	-	-	(200) 76.7	(200) 75.0 (282)	(20) 0.73
2018.05.16	+1°C	+18°C	-	-	-	(200) 72.2	(200) 71.6 (269.2)	(200) 0.78
2018.05.25	+5°C	+10°C	-	-	-	(200) 72.1	(200) 70.6 (265.5)	(20) 0.86
2018.05.30	+12°C	+30°C	-	-	-	(200) 73.2	(200) 71.5 (268.8)	(20) 0.87
2018.06.04	+10°C	+29°C	-	-	-	(200) 71.1	(200) 69.8 (262.5)	(20) 0.79

Байрлал: ТЭЦ IV урд (Худаг КТПН-406)

Хүснэгт 2

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		КТПН-406 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	KEW-4106(Япон)			9 - $\frac{E}{E_s}$	9 - $\frac{E}{E_s}$ 1-H(C) 6-S(P)	10 - $\frac{E}{E_s}$ 9-H(C) 6-S(P)
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 2-ES 5-S(P) 6-H(C)	1-E 5-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.01.20	-28°C	-22°C	-	-	-	1050 (3948) R <sub>h</sub> limit	-	1.5 R <sub>h</sub> limit
2018.01.24	-25°C	-17°C	-	-	-	(20кОм) 1,34 (5038.4) R <sub>h</sub> lim	-	(20кОм) 1.17
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(2000) 524 (1970.3)	-	(200) 18.3 R <sub>c</sub> limit
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(2000) 806 (3030.6)	-	(2000) 92
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(2000) 1396 (5249)	-	(2000) 105
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(2000) 1456 (5474.6)	-	(200) 77.7
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(2000) 986 (3707.4)	-	(200) 28.2
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(2000) 853 (3207.3)	-	(200) 196
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(200) 16.2 (60.9) R <sub>h</sub> >limit	-	(200) 68.7 R <sub>h</sub> >limit
2018.05.04	5°C	+15°C	-	-	-	(200) 12.2 (45.9) R <sub>h</sub> >limit	-	(20) 53.5 R <sub>h</sub> >limit
2018.05.16	1°C	+18°C	-	-	-	(200) 14.9 (56.1)	-	(20) 45.4 R <sub>h</sub> >limit



						R <sub>h</sub> >limit		
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(200) 14.1 (53) R <sub>h</sub> >limit	-	(200) 36.4 R <sub>h</sub> >limit
			<b>Megger DET4TC2 (АНУ)</b>					
			1-C1 2-P1 3-P2 4-C2	1-C1 4-P1 5-P2 6-C2	1-C1 5-P1 7-P2 8-C2	9-C1,P1 10-C2,P2	9-C1P1 1-C2 6-P2	10-C1,P1 9-C2 6-P2
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	798 Ом (3000.5)	-	96.7 Ом R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	808 Ом (3038.1)	-	97.4 R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	1.4 кОм (5264)	-	109,7 Ом R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	1.457 кОм (5478.3)	-	79.2 Ом R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	991 Ом (3726.2)	-	28.7 Ом R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	903 Ом (3395.3)	-	21.6 Ом R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	172.7 Ом (649.4)		13.9 Ом R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	96 Ом (361)		6.8 Ом R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.05.16	1°C	18°C	-	-	-	86 Ом (323.4)		5.8 Ом R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	85 Ом (319.6)		5.6 Ом R <sub>P</sub> R <sub>C</sub>
2018.09.26	7°C	19°C	38.7 (243.04)	27.5 (518.1)	12.3 (406.9)	128 (507.6)		7.4
2018.10.12			41 (257.48)	35 (659.4)	11.5 (433.32)	128.4 (509.2)		10.9
2018.11.23			48 (301.44)	36 (678.04)	12.3 (463.5)	135 (535.4)		12

<b>Φ4103-M1 (ОХУ)</b>							
	1-T1 2-П1 3-П2	1-T1 4-П1 5-П2	1-T1 5-П1 7-П2	9-T1, П1 10-П2, Т2	9-T1, П1 1-T2 6-П2	10-T1, П1 9-T2 6-П2	

			4-T2	6-T2	8-T2			
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(1000) 640 (2406.4)	-	(100) 90
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(100) 520 (1955.2)	-	(100) 250
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(100) 750 (2820)	-	(100) 290
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(3000) 1450 (5452)	-	(100) 750
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(3000) 950 (3572)	-	(30) 270
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(1000) 850 (3196)	-	(30) 23.2
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(300) 900 (3384)	-	(30) 4.6
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	(300) 800 (3008)	-	(30) 3.4
2018.05.16	1°C	+18°C	-	-	-	(300) 1450 (5452)	-	(30) 2.5
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(300) 1300 (4888)	-	(30) 2.4
			<b>DUOYI DY4100 (Хятад)</b>					
			x	x	x	9-E 10-P,C	9-E 1-C 6-P	10-E 9-C 6-P
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(2000) 716 (2692.2)	-	(200) 51.4
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(2000) 683 (2568.1)	-	(200) 57.1
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(2000) 1270 (4775.2)	-	(200) 49.8
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(2000)	-	(200)

						1350 (5076)		42.7
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(2000) 935 (3515.6)	-	(200) 22.4
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(2000) 873 (3282.5)	-	(200) 16.8
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(2000) 168 (631.7)	-	(20) 11.3
2018.05.04	5°C	+15°C	-	-	-	(200) 112 (421.1)	-	(20) 9.6
2018.05.16	1°C	+18°C	-	-	-	(200) 107 (402.3)	-	(20) 9.5
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(2000) 97 (364.7)	-	(20) 8.6

**Байрлал: Сонголон (Элеганс АТП-1167)**

**Хүснэгт 3**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-1167 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	KEW-4106(Япон)			9 - $\frac{E}{Es}$	9 - $\frac{E}{Es}$ 1-H(C) 6-S(P)	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 2-ES 5-S(P) 6-H(C)	1-E 5-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.01.13	-27°C	-16°C	-	-	-	(2000) 498 (1872.5) Rs Limit	-	(200) 4
2018.01.20	-28°C	-22°C	-	-	-	(2000) 775 (2914)	-	(20) 3
2018.01.24	-25°C	-17°C	-	-	-	(2000) 730 (2744.8)	-	(200) 3.7
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(2000) 681 (2560.6)	-	(20) 7.9
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(2000)	-	(20)

						668 (2511.7)		5.14
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(2000) 655 (2462.8)	-	(20) 4.02
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(2000) 538 (2022.9)	-	(20) 3.45
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(2000) 369 (1387.5)	-	(20) 4.1
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(2000) 325 (1222)	-	(20) 3.58
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(2000) 330 (1240.8)	-	(2000) 451
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	(200) 153.1 (575.7) R <sub>h</sub> Limit	-	(2000) 451
2018.05.16	9°C	18°C	-	-	-	(200) 148.9 (559.9) R <sub>h</sub> Limit	-	(200) 3.1 R <sub>h</sub> Limit
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(200) 170.6 (641.5) R <sub>h</sub> Limit	-	(200) 4.5 R <sub>s</sub> Limit
			<b>Megger DET4TC2 (AHY)</b>					
			1-C1 2-P1 3-P2 4-C2	1-C1 4-P1 5-P2 6-C2	1-C1 5-P1 7-P2 8-C2	9-C1,P1 10-C2,P2	9-C1P1 1-C2 6-P2	10-C1,P1 9-C2 6-P2
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	608 (2286.1)	-	4.17 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	583 (2192.1)	-	4.24 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	655 (2462.8)	-	4.44 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	544 (2045.5)	-	4.59 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	368 (1383.7)	-	3.99 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	333	-	3.72

						(1252.1)		R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	103.4 (388.8)		2.9 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.05.04	5°C	+15°C	-	-	-	66.4 (249.7)		2.55 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.05.16	1°C	+18°C	-	-	-	69.0 (259.5)		2.53 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	39 (146.6)		2.18 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.07.23	+14°C	+25°C	15.53 (97.5) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	6.23 (117.4) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	3.01 (113.4) ) R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>		60.4 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>	3.56 R <sub>p</sub> ; R <sub>c</sub>
2018.09.27	+5°C	+9°C	19.2 (120.6)	3.7 (69.7)	2.3 (86.7)		135 Ом	39 Ом

			Φ4103-M1 (ОХУ)					
			1-Т1 2-П1 3-П2 4-Т2	1-Т1 4-П1 5-П2 6-Т2	1-Т1 5-П1 7-П2 8-Т2	9-Т1, П1 10-П2, Т2	9-Т1, П1 1-Т2 6-П2	10-Т1, П1 9-Т2 6-П2
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(1000) 850 (3196)	-	(10) 3.6
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(1000) 860 (3234)	-	(10) 2
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(1000) 590 (2218)	-	(10) 4.6
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(1000) 400 (1504)	-	(10) 4.6
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(1000) 580 (2180)	-	(10) 4
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(1000) 1050 (3948)	-	(10) 3.7
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(300) 1100 (4136)	-	(10) 3.2
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	(300) 800 (3008)	-	(10) 3.2

2018.05.16	1°C	+18°C	-	-	-	(300) 950 (3572)	-	(10) 3.1
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(300) 1160	-	(10) 3.1
			<b>DUOYI DY4100 (Хятад)</b>					
			x	x	x	9-E 10-P,C	9-E 1-C 6-P	10-E 9-C 6-P
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(2000) 617 (2319.9)	-	(200) 13.6
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(2000) 580 (2180.8)	-	(200) 12.4
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(2000) 720 (2707.2)	-	(20) 4.7
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(2000) 825 (3102)	-	(20) 5.3
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(2000) 410 (1541.6)	-	(20) 5.2
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(2000) 370 (1391.2)	-	(20) 4.1
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(2000) 142 (533.9)	-	(20) 3.9
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	(200) 98.5 (370.4)	-	(20) 3.54
2018.05.16	1°C	18°C	-	-	-	(200) 68.3 (256.8)	-	(20) 3.6
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(200) 41.2 (154.9)	-	(20) 3.5

Байрлал: Хүүшийн зоорь (АТП-017)

Хүснэгт 4

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-017 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	KEW-4106(Япон)			$9 - \frac{E}{E_S}$	$9 - \frac{E}{E_S}$ 1-H(C) 6-S(P)	$10 - \frac{E}{E_S}$ 9-H(C) 6-S(P)
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 2-ES 5-S(P) 6-H(C)	1-E 5-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.01.20	-28°C	-22°C	-	-	-	(2000) 308 (1158.1)	-	(2000) 294
2018.01.24	-25°C	-17°C	-	-	-	(2000) 322 (1210.7)	-	(200) 16.7 R <sub>S</sub> limit
			-	-	-	(20кОм) 4 кОм (15040)	-	(200) 18.7 R <sub>S</sub> limit
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(2000) 524 (1970.2)	-	(200) 18.3 R <sub>S</sub> limit
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(2000) 425 (1598)	-	(200) 19.8 R <sub>S</sub> limit
			-	-	-	(20кОм) 5.51кОм (18991.8)	-	(200) 19.9 R <sub>S</sub> limit
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(2000) 502 (1887.5)	-	(200) 20.7 R <sub>S</sub> limit
			-	-	-	(20кОм) 5.54 кОм (20830.4)	-	(200) 21.5 R <sub>S</sub> limit
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(2000) 527 (1981.5)	-	(200) 20.3
			-	-	-	(20 кОм) 4.84 кОм (18198.4)	-	(200) 23.5
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(2000) 487 (1831.1)	-	(200) 14.9
			-	-	-	(2000)	-	(200)

						1148 Ом (4316.5)		14.9
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(2000) 426 (1601.8)	-	(200) 11.2
			-	-	-	(2000) 986 Ом (3707.4)	-	(200) 11.5
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(2000) 848 (3188.5) R <sub>h</sub> limit	-	(200) 10.4
						(2000) 415 Ом (1560.4)	-	(200) 10.4
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	(2000) 388 (1458.9) R <sub>h</sub> limit	-	(200) 9.7
						(2000) 426 Ом (1601.8)	-	(200) 9.7
2018.05.16	1°C	18°C	-	-	-	(2000) 368 (1383.7) R <sub>h</sub> limit	-	(200) 9.4
						(2000) 416 Ом (1564.2)	-	(200) 9.4
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(2000) 328 (1233.3) R <sub>h</sub> limit	-	(200) 8.6
						(2000) 371 Ом (1395)	-	(200) 8.6
			<b>Megger DET4TC2 (AHY)</b>					
			1-C1	1-C1	1-C1	9-C1,P1	9-C1P1	10-C1,P1
			2-P1	4-P1	5-P1	10-C2,P2	1-C2	9-C2
			3-P2	5-P2	7-P2		6-P2	6-P2
			4-C2	6-C2	8-C2			
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	527 (1981.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	20.1 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	435 (1635.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	20.8 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
			-	-	-	5.53 кОм (20792.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	21,4 Ом R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>



2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	469 (1763.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	21.6 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
			-	-	-	5.73 кОМ (21544.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	22.8 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	744 (2797.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	18.9 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
			-	-	-	5.16 кОМ (19401.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	20.6 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	790 (2970.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	15 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
			-	-	-	1.192 кОМ (4481.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	15 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	850 (3196) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	11.5 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
			-	-	-	910 (3421.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	13.6 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	671 (2523) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		10.6 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
						427 (1605.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		10.5 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	356 (1338.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		9.6 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
						411 (1545.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		9.6 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.05.16	1°C	18°C	-	-	-	316 (1188.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		7.3 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
						403 (1515.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		7.6 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	316 (1188.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		7.3 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
						398		6.9

						(1496.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.07.30	+17°C	+25°C	22.8 (143.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	10.72 (201.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.45 (167.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	198 (744.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		5.95 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
						151.9 (571.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		5.90 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.27	+5°C	+9°C	64 (401.9)	21.4 (403.2)	8 (301.4)			7.8 Ом

			Φ4103-М1 (ОХУ)					
			1-Т1 2-П1 3-П2 4-Т2	1-Т1 4-П1 5-П2 6-Т2	1-Т1 5-П1 7-П2 8-Т2	9-Т1, П1 10-П2, Т2	9-Т1, П1 1-Т2 6-П2	10-Т1, П1 9-Т2 6-П2
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(300) 960 (3610)	-	(30) 7.9
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(300) 660 (2482)	-	(30) 6,8
			-	-	-	(15000) 660 (2482)	-	(30) 6,9
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(1000) 300 (1128)	-	(30) 7,5
			-	-	-	(15000) 400 (1504)	-	(30) 7,2
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(1000) 660 (2482)	-	(30) 6.9
			-	-	-	(3000) 800 (3008)	-	(30) 7
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(1000) 510 (1918)	-	(30) 5
			-	-	-	(3000) 380 (1429)	-	(30) 5,2
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(1000) 480	-	(30) 4.6

						(1805)		
			-	-	-	(3000) 750 (2820)	-	(30) 3.8
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(1000) 440 (1655)	-	(30) 3.6
			-	-	-	(1000) 550 (2068)	-	(30) 3.6
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	(1000) 450 (1692)	-	(30) 3.4
			-	-	-	(1000) 500 (1880)	-	(30) 3.4
2018.05.16	1°C	18°C	-	-	-	(1000) 650 (2444)	-	(30) 3.1
			-	-	-	(1000) 800 (3008)	-	(30) 3.1
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(1000) 800 (3008)	-	(30) 2.7
			-	-	-	(1000) 950 (3572)	-	(30) 2.6
<b>DUOYI DY4100 (Хятад)</b>								
			x	x	x	9-E 10-P,C	9-E 1-C 6-P	10-E 9-C 6-P
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(2000) 401 (1507.8)	-	(200) 20.5
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(2000) 371 (1395)	-	(200) 19.3
			-	-	-	(2000) 1934 (7271.8)	-	(200) 12.9
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(2000) <... (7523.8)	-	(200) 21.4
			-	-	-	(2000) 523	-	(200) 21.2

						(1966.5)		
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(2000) 756 (2842.6)	-	(200) 23.3
			-	-	-	(2000) <... (7523.8)	-	(200) 23.3
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(2000) 880 (3308.8)	-	(200) 16
			-	-	-	(2000) 1260 (4737.6)	-	(200) 16
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(2000) 950 (3572)	-	(200) 14.5
			-	-	-	(2000) 1150 (4324)	-	(200) 15.2
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(2000) 750 (2820)	-	(200) 11
			-	-	-	(2000) 500 (1880)	-	(200) 11
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	(2000) 420 (1579.2)	-	(20) 10
			-	-	-	(2000) 482 (1812.3)	-	(20) 9.8
2018.05.16	1°C	18°C	-	-	-	(2000) 412 (1549.1)	-	(200) 9.6
			-	-	-	(2000) 475 (1786)	-	(200) 9.4
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(2000) 380 (1428.8)	-	(200) 12.3
			-	-	-	(2000) 453 (1703.3)	-	(200) 12.1

Байрлал: Био камбинат (АТП-4467)

Хүснэгт 5

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-4467 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	KEW-4106(Япон)			9 – $\frac{E}{E_S}$	9 – $\frac{E}{E_S}$ 1-H(C) 6-S(P)	10 – $\frac{E}{E_S}$ 9-H(C) 6-S(P)
			1-E 2-ES 3-S(P) 4- H(C)	1-E 2-ES 5-S(P) 6-H(C)	1-E 5-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.01.20	-28°C	-22°C	-	-	-	(200) 401 (1507.8)	-	(200) 401
2018.01.24	-25°C	-17°C	-	-	-	(200) 154.1 (579.4) R <sub>S</sub> Limit	-	? H. vol
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(200) 892 (3353.9)	-	(200) 169
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(200) 936 (3519.4)	-	(200) 175
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(200) 1050 (3948)	-	(200) 186.7
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(200) 1073 (4034.5)	-	(200) 125.7
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(200) 692 (2601.9)	-	(200) 43.9
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(200) 406 (1526.6)	-	(200) 55.6
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(200) 271 (1019) R <sub>S</sub> Limit	-	(20) 14.2
2018.05.04	5°C	+15°C	-	-	-	(200) 216 (812.2) R <sub>h</sub> Limit	-	(20) 8.7
2018.05.16	1°C	+18°C	-	-	-	(200) 221 (831) R <sub>h</sub> Limit	-	(20) 10.5

2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(2000) 234 (879.8) R <sub>h</sub> Limit	-	(200) 23.9
			1-C1 2-P1 3-P2 4-C2	1-C1 4-P1 5-P2 6-C2	1-C1 5-P1 7-P2 8-C2	9-C1,P1 10-C2,P2	9-C1P1 1-C2 6-P2	10-C1,P1 9-C2 6-P2
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	898 (3376.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	182.6
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	939 (3530.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	180.5 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	1054 (3963) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	191 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	1074 OM (4038.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	127.6 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	698 OM (2624.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	44.3 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	542 OM (2037.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	2.4 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	347 (1304.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	14.2 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	252 (947.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	7.6 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.05.16	1°C	18°C	-	-	-	247 (928.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	7.3 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	211 (739.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	-	11.5 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.07.18	+14°C	+24°C	9.09 (57.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.16 (116.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.54 (171.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	131 (492.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		6.50 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.08.31	+12°C	+22°C	6.68 (42) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.29 (80.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.72 (177.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	125.1 (470.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		6.10 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

2018.09.28	+3°C	-2°C	15 (94.2)	7.2 (135.7)	6.3 (237.4)	156 (586.6)		15.6
------------	------	------	--------------	----------------	----------------	----------------	--	------

			Ф4103-М1 (ОХУ)						
			1-Т1 2-П1 3-П2 4-Т2	1-Т1 4-П1 5-П2 6-Т2	1-Т1 5-П1 7-П2 8-Т2	9-Т1, П1 10-П2, Т2	9-Т1, П1 1-Т2 6-П2	10-Т1, П1 9-Т2 6-П2	
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(1000) 820 (3083)	-	(300) 1.4	
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(1000) 780 (2930)	-	(300) 1.4	
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(3000) 1050 (3948)	-	(300) 6.4	
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(1000) 790 (2970)	-	(300) 4.2	
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(1000) 680 (2560)	-	(100) 4.6	
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(1000) 570 (2140)	-	(100) 4.9	
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(1000) 1670 (6280)	-	(30) 4.5	
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	(1000) 875 (3290)	-	(30) 9.4	
2018.05.16	1°C	18°C	-	-	-	(1000) 870 (3271)	-	(30) 9.1	
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(1000) 950 (3572)	-	(30) 8.3	
			DUOYI DY4100 (Хятад)						
			х	х	х	9-Е 10-Р,С	9-Е 1-С 6-Р	10-Е 9-С 6-Р	
2018.02.03	-26°C	-15°C	-	-	-	(2000) 871	-	(2000) 116	

						(3275)		
2018.02.09	-25°C	-20°C	-	-	-	(2000) 939 (3530.6)	-	(200) 103
2018.02.23	-15°C	-10°C	-	-	-	(2000) 1010 (3797.6)	-	(200) 102.4
2018.03.09	-8°C	+3°C	-	-	-	(2000) 1055 (3966.8)	-	(200) 82
2018.03.23	-3°C	+14°C	-	-	-	(2000) 680 (2556.8)	-	(200) 38.3
2018.03.30	-3°C	+8°C	-	-	-	(2000) 542 (2037.9)	-	(200) 26.4
2018.04.20	-0°C	+12°C	-	-	-	(2000) 344 (1293.4)	-	(20) 13.0
2018.05.04	5°C	15°C	-	-	-	(2000) 231 (868.6)	-	(20) 9.4
2018.05.16	1°C	18°C	-	-	-	(2000) 205 (770.8)	-	(20) 9.3
2018.06.08	9°C	26°C	-	-	-	(200) 183 (688.1)	-	(20) 9.5

**Байрлал: Био камбинат (АТП-890)**

**Хүснэгт 6**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-2694 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	9 - $\frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.20	+18°C	+25°C	29.0 (182.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	17.5 (329.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	9.38 (353.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		104.0 (391.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.37 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.08.31	12°C	22°C	34.5 (216.7)	20.1 (378.7)	11.63 (438.2)		110.0 (413.6)	5.95 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>



			R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	
2018.09.28	-2°C	3°C	90 (565.2)	108 (2034.7)	5 (188.4)		138 (518.9)	8.4

**Байрлал: Био камбинат (АТП-4417)**

**Хүснэгт 7**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл (ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-2694 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.20	+18°C	+25°C	3.31 (20.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.75 (33) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.83 (106.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		80.4 (302.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	9.54 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.08.31	+12°C	+22°C	5.09 (32) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	9.08 (171.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	7.60 (286.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		78.8 (296.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.28 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.28	-2°C	+3°C	5.5 (34.6)	5 (94.2)	2.6 (98)		122.6 (461)	26.2

**Байрлал: Зүүн салаа (АТП-2694)**

**Хүснэгт 8**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-2694 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{E_S}$	10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.20	+18°C	+25°C	35.2 (221.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.12 (153) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.56 (209.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		71.8 (270) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	25.4 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.08	+3°C	+18°C	26.3 (165.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	19.5 (367.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	13.9 (523.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		56 (210.6)	29.1
2018.09.29	-2°C	+8°C	5.8 (36.4)	3.9 (73.5)	2.6 (98)		22 (82.7)	4.4

**Байрлал: Зүүн салаа (АТП-1462)**

**Хүснэгт 9**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-1462 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 – $\frac{E}{E_S}$	9 – $\frac{E}{E_S}$	10 – $\frac{E}{E_S}$
			1-E 2-ES 3-S(P) 4- H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.20	+18°C	+25°C	2.14 (13.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.72 (88.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.00 (75.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		55.6 (209.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.0 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.13	+6°C	+18°C	8.22 (51.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.25 (80.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.74 (103.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		31.5 (118.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.96 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.29	-2°C	+8°C	6.6 (41.5)	3.4 (64.1)	1.9 (71.6)		32 (120.3)	4.2

**Байрлал: Баруун салаа (АТП-4915)**

**Хүснэгт 10**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-4915 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 – $\frac{E}{E_S}$	9 – $\frac{E}{E_S}$	10 – $\frac{E}{E_S}$
			1-E 2-ES 3-S(P) 4- H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.20	+18°C	+25°C	19.7 (123.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.66 (163.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.77 (142.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		51.3 (192.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.71 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.13	+6°C	+18°C	4.85 (30.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.15 (78.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.14 (118.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		38.9 (146.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.30 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.29	-2°C	+8°C	3 (18.8)	5.8 (109.3)	1.05 (39.6)		39 (146.6)	5.4

**Байрлал: Баруун салаа (АТП-5083)**

**Хүснэгт 11**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП- 5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.20	+18°C	+25°C	2.88 (18.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	7.15 (134.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.37 (51.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		29.0 (109) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.57 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.13	+6°C	+18°C	4.57 (28.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.60 (30.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.12 (42.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		18.7 (70.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.57 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.29	-2°C	+8°C	3.6 (22.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.1 (58.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.8 (67.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		21.6 (81.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.9 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Улиастай (АТП-2642)**

**Хүснэгт 12**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП- 5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.16	+12°C	+23°C	9.69 (60.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.52 (122.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.50 (169.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		34.7 (130.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.78 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.07.20	+18°C	+25°C	11.61 (72.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.96 (168.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.76 (217) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		44.8 (168.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.14 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.22	-5°C	+5°C	11.74 (73.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.43 (158.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.90 (184.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		42.6 (160.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.29 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Улиастай (КТПН-2643)**

**Хүснэгт 13**

Он сар	Агаарын температур °C	Хөрсний эсэргүүцэл (ВЭЗ) Ом	Туршуул Электрод	АТП-5083 Газардуулга
-----------	-----------------------	--------------------------------	---------------------	-------------------------

өдөр	шөнө өдөр		Megger DET4TC2 (АНУ)			№ 9 (Ом)		№10 (Ом)
	шөнө	өдөр	1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)	9 - $\frac{E}{ES}$ 10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$	9 - $\frac{E}{ES}$ 1-H(C) 8-S(P)	10 - $\frac{E}{ES}$ 1-H(C) 8-S(P)
2018.07.16	+12°C	+23°C	4.34 (27.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.76 (127.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.50 (131.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		52.1 (195.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.07 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.07.20	+18°C	+25°C	17.1 (107.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.94 (168.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.31 (200.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		56.9 (213.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.15 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.22	-5°C	+5°C	18.1 (113.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	9.90 (186.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.09 (229.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		56.6 (212.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.95 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

Байрлал: Найрамдал (АТП1683)

Хүснэгт 14

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$ 10 - $\frac{S(P)}{H(C)}$	9 - $\frac{E}{ES}$ 1-H(C) 8-S(P)	10 - $\frac{E}{ES}$ 1-H(C) 8-S(P)
2018.07.17	+12°C	+25°C	12.31 (77.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.49 (103.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.04 (227.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		112.6 (423.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.95 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.03	+8°C	+17°C	7.19 (45.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.94 (93.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.90 (147) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		63.7 (239.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.17 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.30	-2°C	+11°C	4 (25.1)	3.9 (73.5)	3 (113.1)		70 (263.2)	7.8

Байрлал: Найрамдал (КТПН1682)

Хүснэгт 15

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$ 1-H(C)	10 - $\frac{E}{ES}$ 1-H(C)
			1-E 2-ES	1-E 4-ES	4-E 6-ES			

			3-S(P) 4- H(C)	5-S(P) 6-H(C)	7-S(P) 8-H(C)	$10 - \frac{S(P)}{H(C)}$	8-S(P)	8-S(P)
2018.07.17	+12°C	+25°C	5.55 (34.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.66 (87.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.48 (206.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		57.6 (216.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.93 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.03	+8°C	+17°C	4.90 (30.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.03 (57.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.68 (63.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		39.4 (148.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.48 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Найрамдал (АТП1755)**

**Хүснэгт 16**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			$9 - \frac{E}{E_S}$	$9 - \frac{E}{E_S}$	$10 - \frac{E}{E_S}$
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.12	+3°C	+16°C	46.3 290.8 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	16.35 (308) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	8.17 (307.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		175.3 (659.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.18 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.26	+7°C	+19°C	47.6 (298.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	15.6 (293.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	10.4 (391.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		178.4 (670.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.04 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

**Байрлал: Шарга морьт (АТП2044)**

**Хүснэгт 17**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП- 5083 Газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			$9 - \frac{E}{E_S}$	$9 - \frac{E}{E_S}$	$10 - \frac{E}{E_S}$
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.07.24	+14°C	+25°C	10.31 (64.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.87 (129.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	4.55 (171.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		67.4 (253.4) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.62 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.05	+6°C	+11°C	12.11 (76.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.93 (111.7) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	5.47 (206.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		60.7 (228.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	3.03 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

			$R_C$					
2018.10.26	-7°C	+4°C	14.34 (90.1) $R_P$ ; $R_C$	6.38 (120.2) $R_P$ ; $R_C$	4.98 (187.6) $R_P$ ; $R_C$		67.1 (252.3) $R_P$ ; $R_C$	4.73 $R_P$ ; $R_C$

**Байрлал: Шарга морьт (АТП977)**

**Хүснэгт 18**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			$9 - \frac{E}{E_S}$	$9 - \frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.05	+6°C	+11°C	2.65 (16.6) $R_P$ ; $R_C$	2.70 (50.9) $R_P$ ; $R_C$	<0.01 $R_P$ ; $R_C$		19.7 (74.1) $R_P$ ; $R_C$	2.76 $R_P$ ; $R_C$
2018.10.26	-7°C	+4°C	4.26 (26.8) $R_P$ ; $R_C$	3.72 (70.1) $R_P$ ; $R_C$	2.04 (76.9) $R_P$ ; $R_C$		22.25 (83.7) $R_P$ ; $R_C$	27.2 $R_P$ ; $R_C$

**Байрлал: Сэлбэ гол (АТП1147)**

**Хүснэгт 19**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			$9 - \frac{E}{E_S}$	$9 - \frac{E}{E_S}$	
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.05	+6°C	+11°C	7.85 (49.3) $R_P$ ; $R_C$	3.12 (58.8) $R_P$ ; $R_C$	2.26 (85.2) $R_P$ ; $R_C$		17.4 (65.4) $R_P$ ; $R_C$	8.5 $R_P$ ; $R_C$
2018.10.26	-7°C	+4°C	7.33 (46) $R_P$ ; $R_C$	4.05 (76.3) $R_P$ ; $R_C$	2.31 (87) $R_P$ ; $R_C$		18.9 (71.1) $R_P$ ; $R_C$	1.74 $R_P$ ; $R_C$

**Байрлал: Сэлбэ гол (АТП3512)**

**Хүснэгт 20**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	10 - $\frac{E}{ES}$
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.09.05	+6°C	+11°C	4.12 (25.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.08 (39.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.43 (53.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		30.19 (113.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	0.83 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.10.25	-4°C	+1°C	6.34 (39.8) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.31 (43.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.7 (64.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		12.35 (46.5) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	13 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>

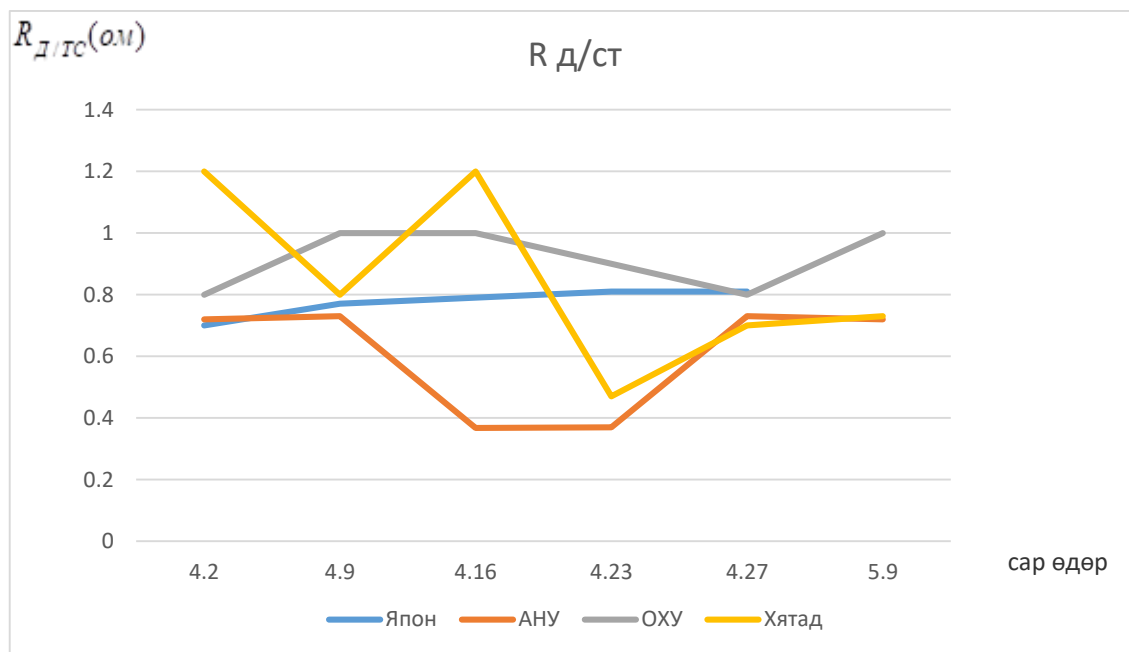
**Байрлал: 1 Хороолол ар дэнж (АТП2693)**

**Хүснэгт 21**

Он сар өдөр	Агаарын температур °C		Хөрсний эсэргүүцэл(ВЭЗ) Ом			Туршуул Электрод № 9 (Ом)		АТП-5083 газардуулга №10 (Ом)
	шөнө	өдөр	Megger DET4TC2 (АНУ)			9 - $\frac{E}{ES}$	9 - $\frac{E}{ES}$	10 - $\frac{E}{ES}$
			1-E 2-ES 3-S(P) 4-H(C)	1-E 4-ES 5-S(P) 6-H(C)	4-E 6-ES 7-S(P) 8-H(C)			
2018.08.09	+11°C	+22°C	19.04 (119.6) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	7.38 (139) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.86 (70.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		132.2 (497.1) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	1.46 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.04	+8°C	+21°C	15.66 (98.3) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	6.90 (130) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.50 (94.2) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>		127.9 (480.9) R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>	2.09 R <sub>P</sub> ; R <sub>C</sub>
2018.09.26	+7°C	+19°C	15.2 (95.5)	6.89 (130)	2.84 (107)		128.2 (482)	2.58

### 1. ШУТИС полигон ХТП-159

График 1.1



### 1. ТЭЦ-4 урд (худаг КТПН-407)

График 2.1

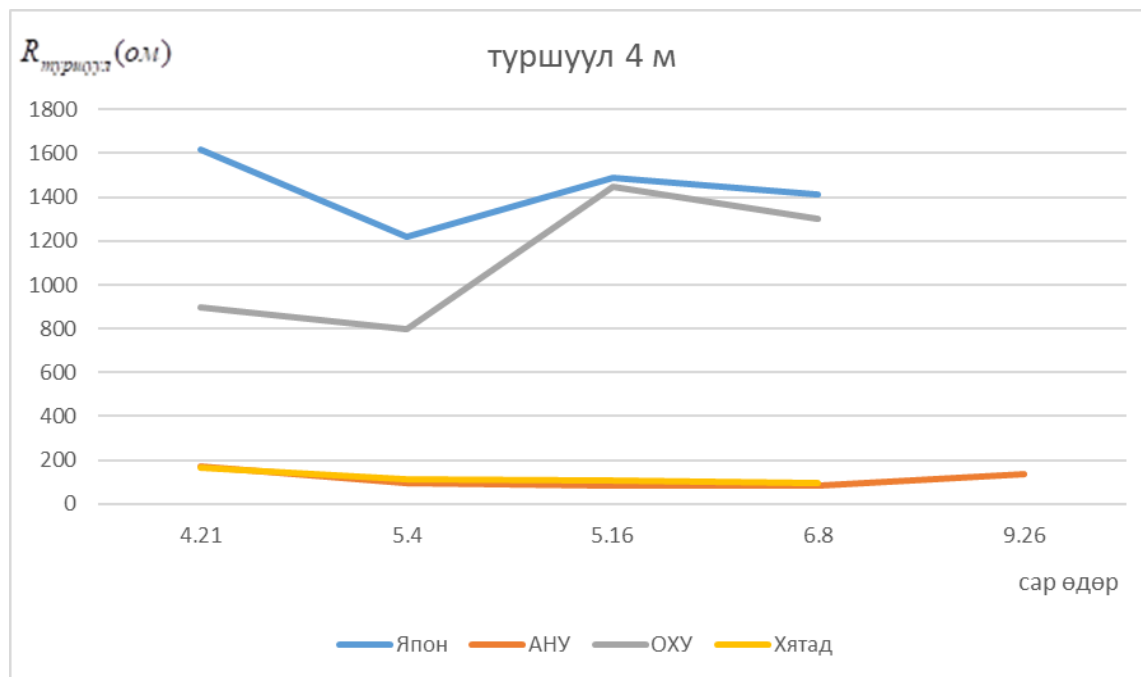
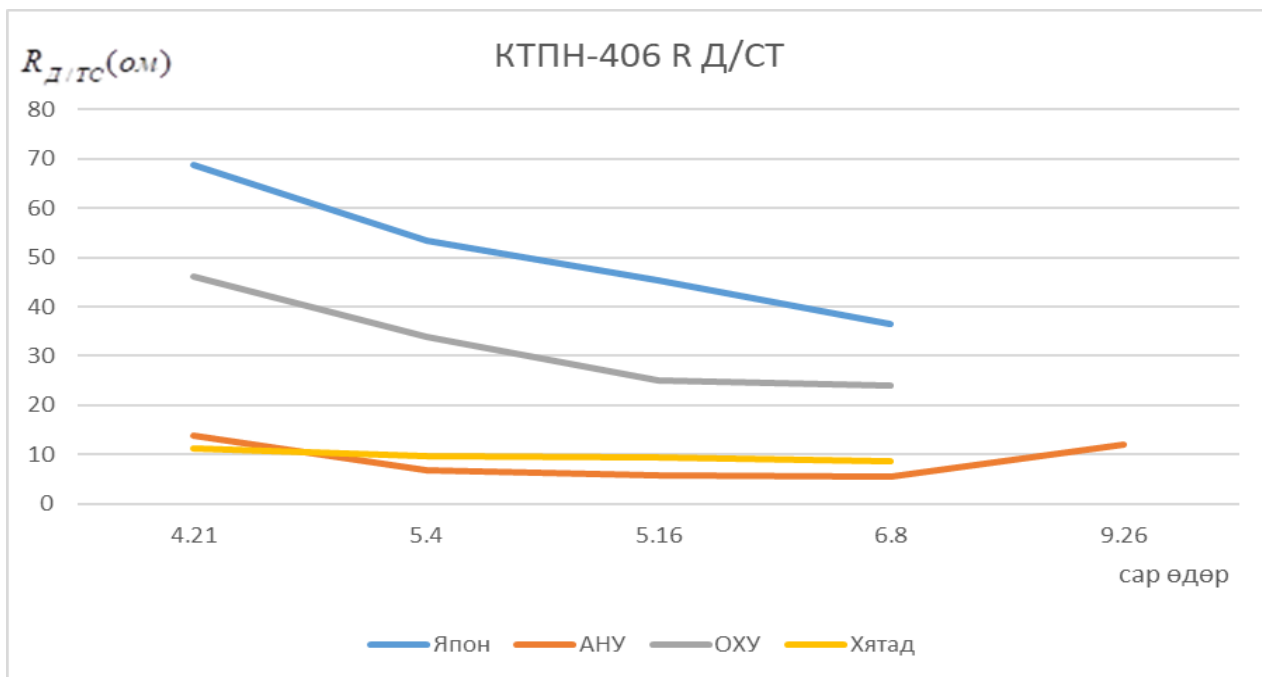




График 2.2



## 2. Сонголон (Элеганс АТП-1167)

График 3.1

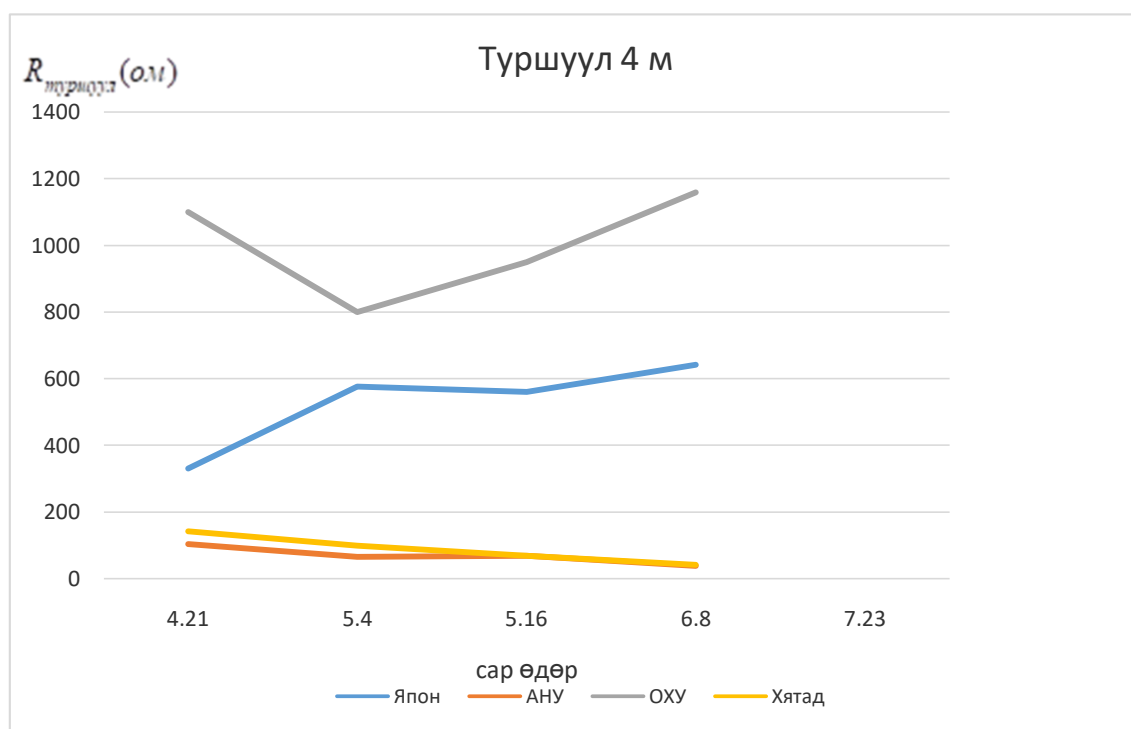
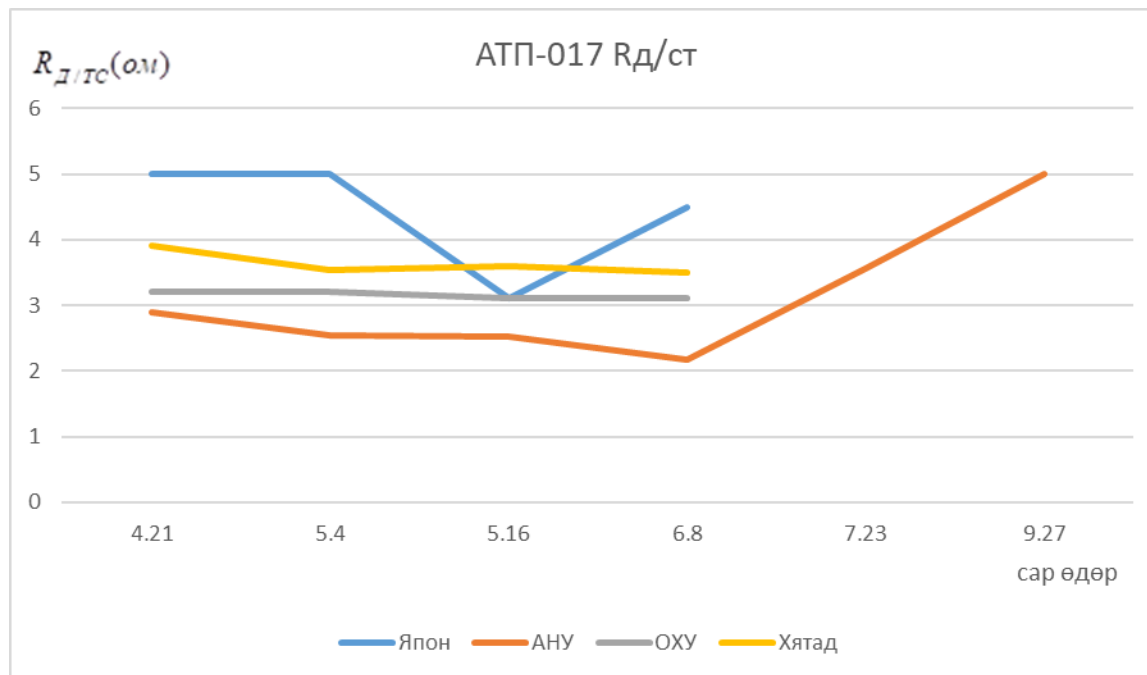


График 3.2



### 3. Хүүшийн зоорь (АТП-017)

График 4.1

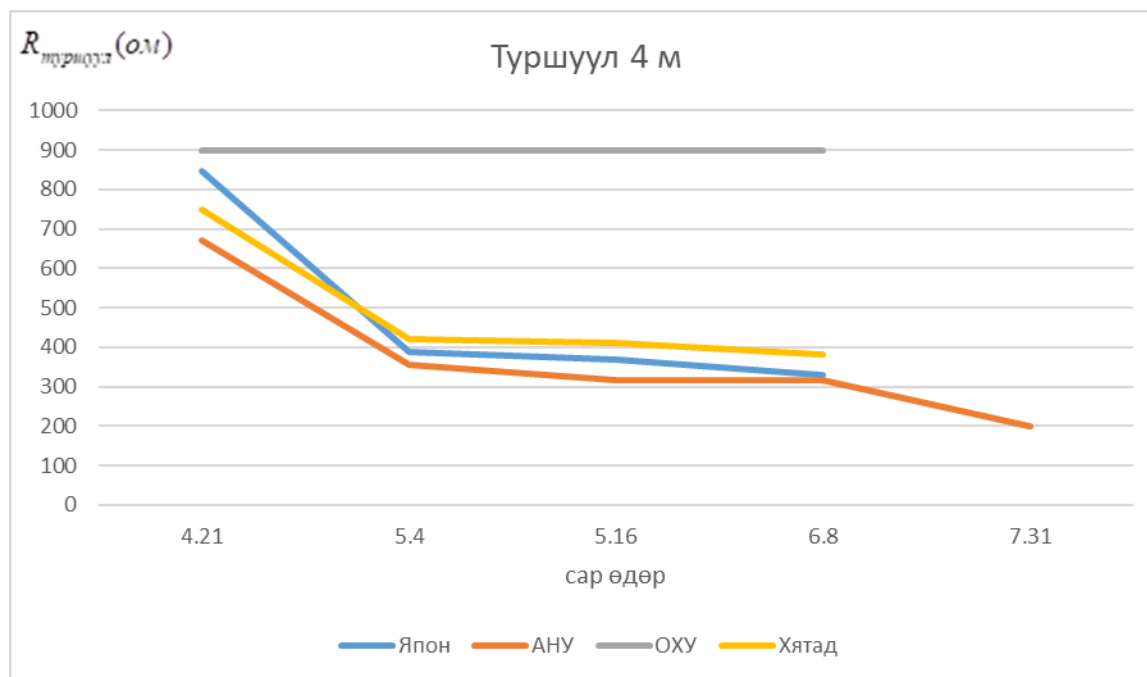


График 4.2

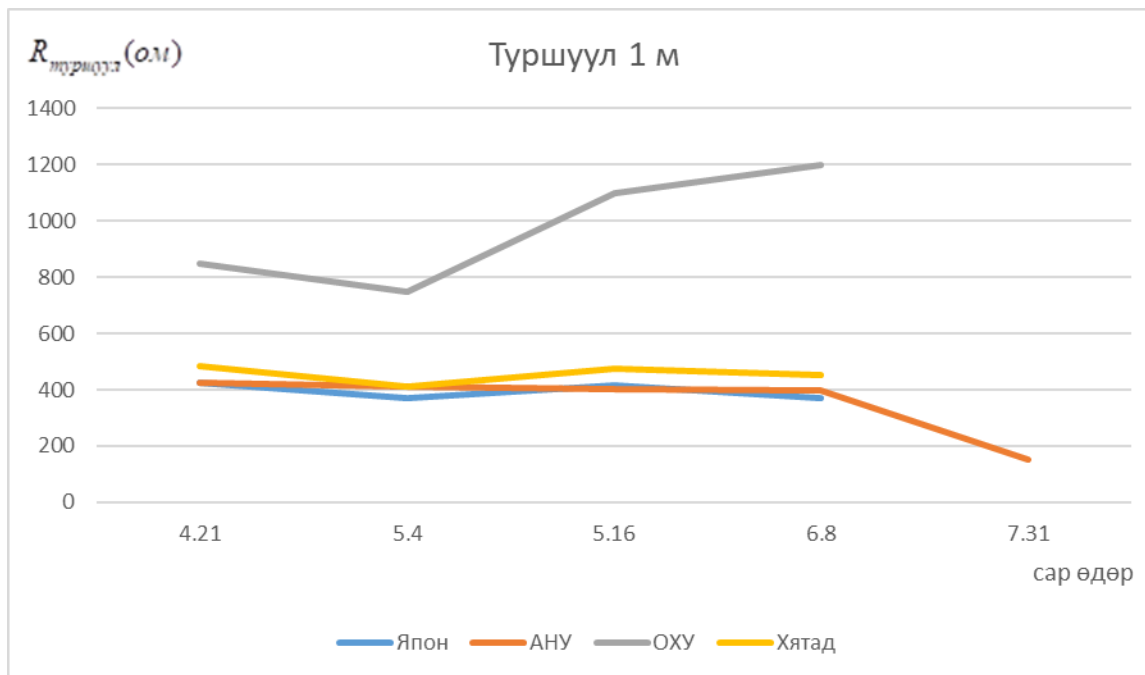
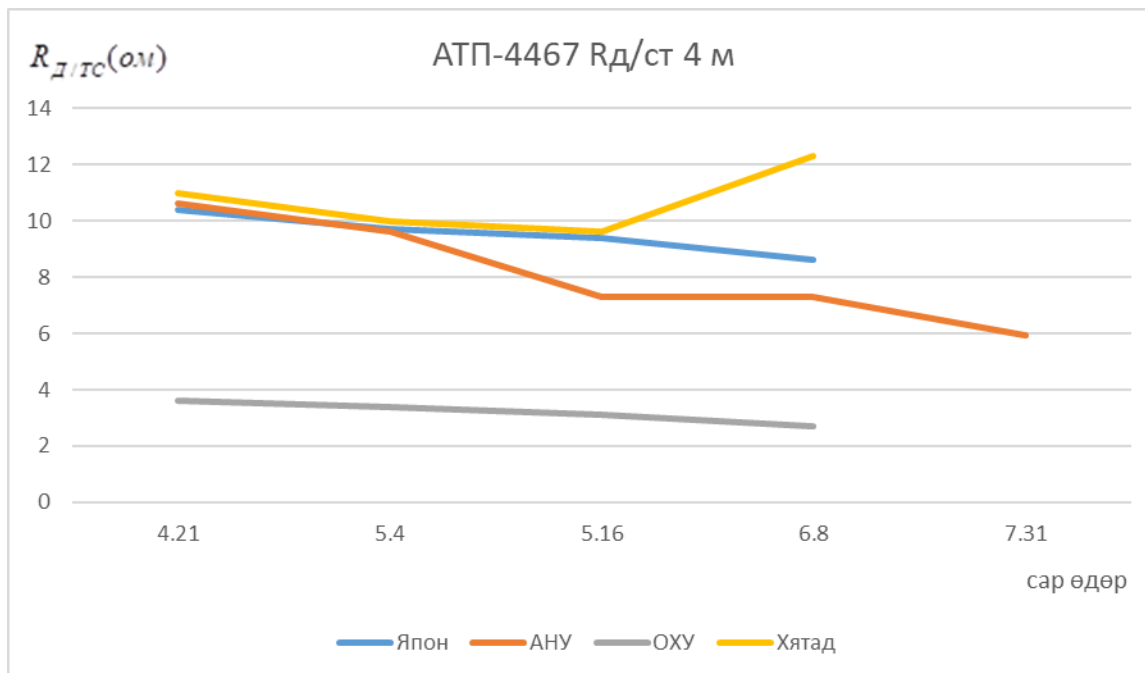


График 4.3



#### 4. Био комбинат (АТП-4467)

График 5.1

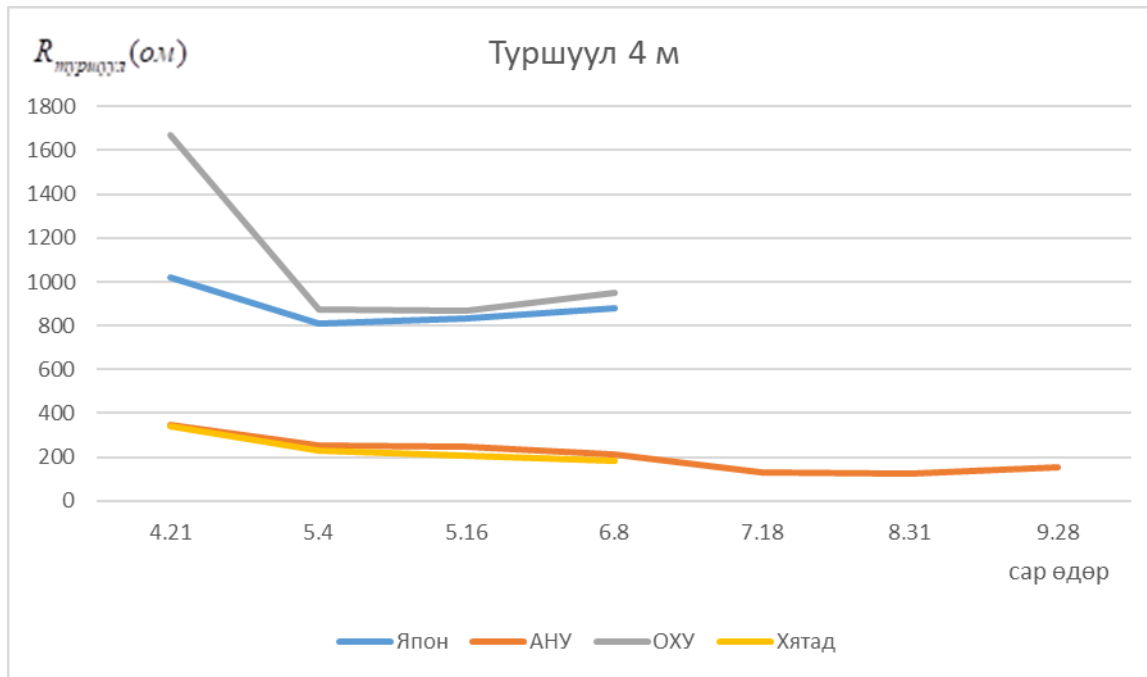
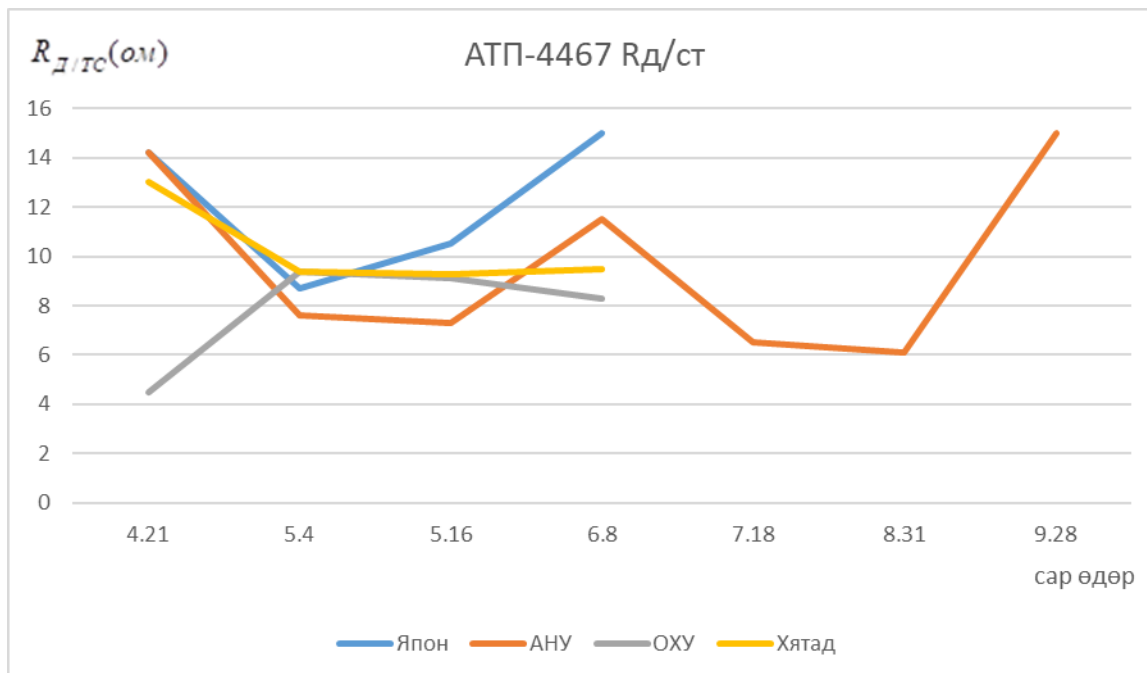
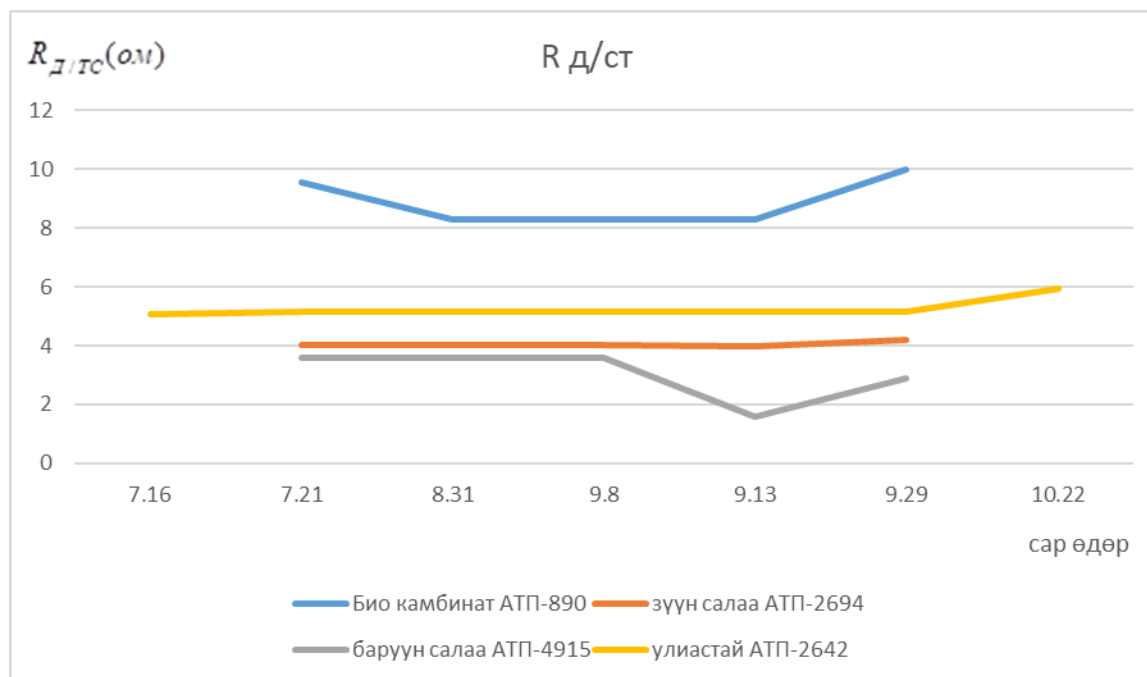


График 5.2



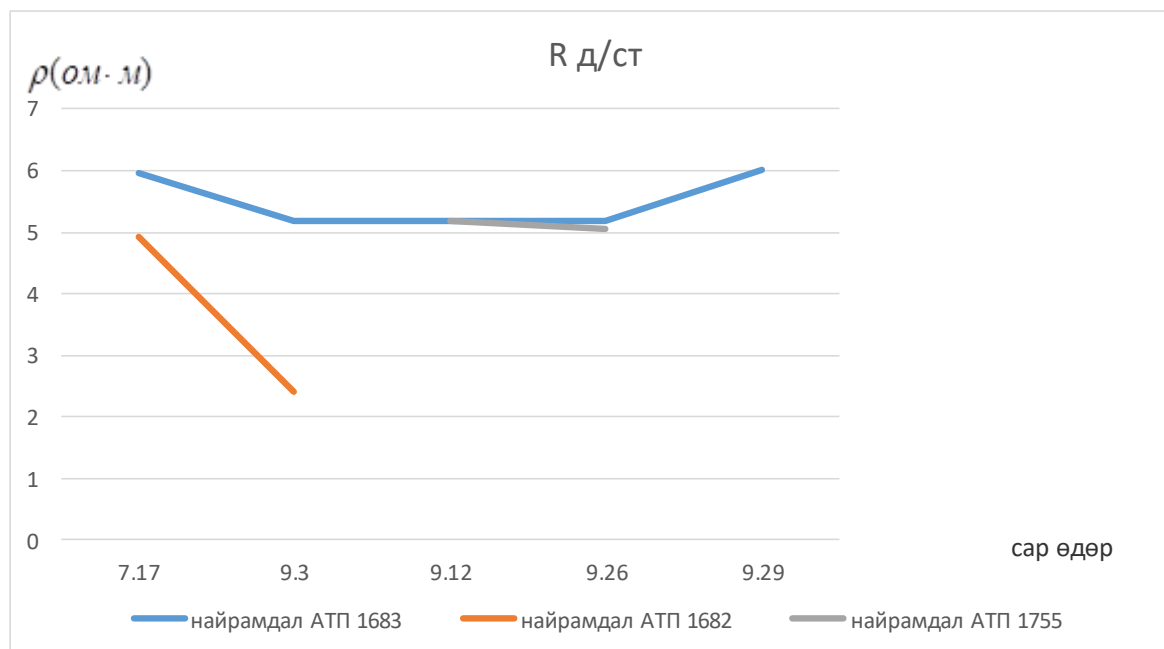
#### 5. Megger (АНУ) багажаар хэмжсэн Био, Зүүн салаа, Баруун салаа, Улиастайн график

График 6.1



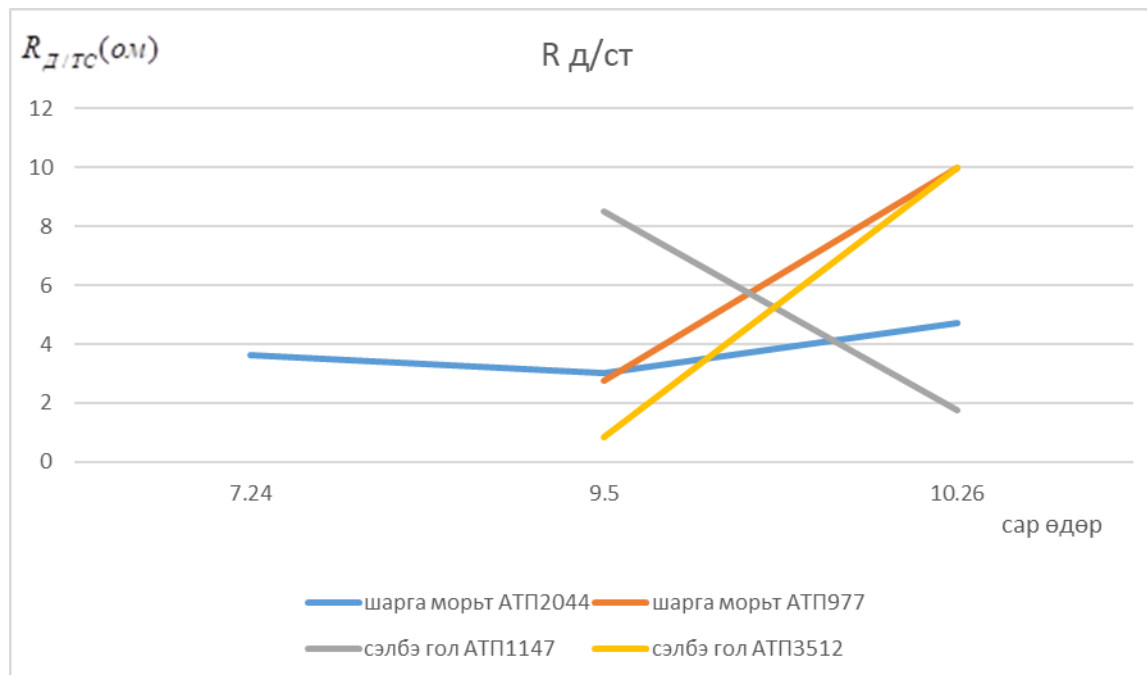
### 6. Megger багажаар хэмжсэн Найрамдлын график

График 7.1



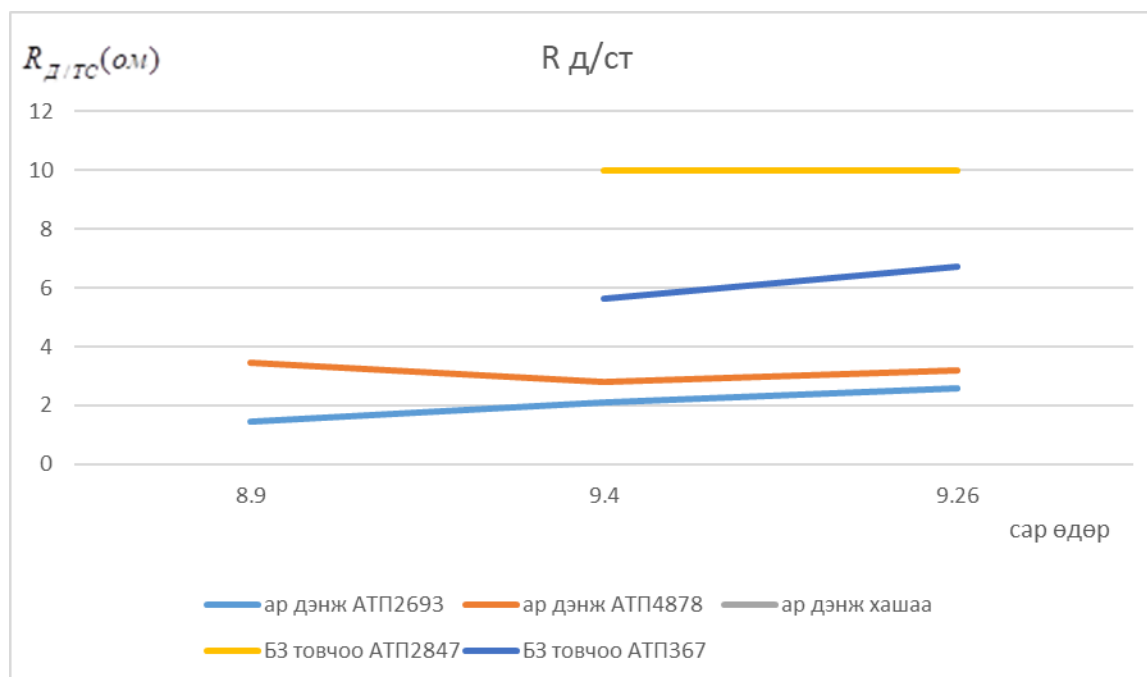
## 7. Megger багажаар хэмжсэн Шарга морьт, Сэлбийн график

График 8.1



## 8. Megger багажаар хэмжсэн Ар дэнж, Баянзүрх товчоон график

График 9.1



## VI бүлэг

### **Улаанбаатар хот орчмын хөрсний төрөл ангилалуудын хөрсний хувийн эсэргүүцлийг тодорхойлсон ажлын үр дүн**

Улаанбаатар хот орчмын ул хөрсний төрөл, бүтэц, тэдгээрийн онцлогийн талаар мэргэжлийн байгууллагын судалгааны материал дээр тулгуурлан хөрсний цахилгаан эсэргүүцлийг өөрсдийн хүч бололцоо, хэмжилтийн техник хэрэгсэл, газардуулгын эсэргүүцлийг тодорхойлох схем боловсруулж хэмжилтийн үр дүнгээр боловсруулалт хийж “Улаанбаатар хотын хөрсний цахилгаан эсэргүүцлийн мужлалын зураг”-г боловсрууллаа. Зураг 6.1-д

Бүлэгт Улаанбаатар хотын байршил, нутаг дэвсгэрийн байгаль, газар зүйн онцлог, уур амьсгал, ус зүй, хурдас чулуулаг, гидрогеологийн нөхцөл, хөрсөн бүрхэвч, уул зүйн тогтолцоо, гадаргын ус, нарны гэрэлтүүлэлт, агаарын болон хөрсний дулаан, хүйтний горим, салхины горим, хур тунадас, чийгшил, агаар мандалын зарим үзэгдэл зэргийг судалгааны материалын үзүүлэлт дээр тулгуурлан тооцоолсон болно.

Мөн Улаанбаатар хот орчмын олон жилийн цэвдэг чулуулгийн судалгааны материал дээр тулгуурлан ул хөрсний хөлдөлт, гэсэлт нь хөрсний цахилгаан эсэргүүцэлд болон эрчим хүчний цахилгаан байгууламжид хэрхэн нөлөөлөх талаар дорвитой үр дүнд хүрсэн гэж үзэж байна.

Ул хөрсний улирлын гэсэлтийн гүний өөрчлөлтийн шугаман тренд [см/жил]; ул хөрсний жилийн дундаж температурын өөрчлөлтийн шугаман тренд [град/жил]-ээр судалгааны ажлын хүрээнд Богдхаан уулын Хүүшийн ам, Налайхын Бүс нуур дахь дэд станцуудыг зориуд сонгон хэмжилт хийж бусад хэмжилтийн утгуудтай харьцуулалт хийж тооцоолсон болно.

1970-1990 онуудад Улаанбаатар хотын бүсэд хотжилт хүчтэй явагдаж, өргөжин тэлж барилгажилтын ерөнхий төлөвлөгөөнд зориулсан инженер-геологийн судалгааны болон олон тооны тухайлсан барилга байгууламж, дэд бүтцийн трассын дагуух ажлын зургийн ажлууд эрчимтэй явагдаж ирсэн.

Улаанбаатар хот орчмын нутаг дэвсгэрийн хөрсөн бүрхэвчийг судалж, хөрсний ангилалын жагсаалтыг өндөр уулын хөрс, ойн хөрс, уулын хээрийн хөрс, хээрийн хөрс, чийгт гармын хөрс, давсархаг хөрс, голын татмын хөрс гэх мэтээр ангилан гаргасан.

## Хүснэгт 6.1

### Улаанбаатар хотын Ул хөрсний инженер-геологийн ангилал, тэдгээрийн шинж чанарын нэгдсэн үзүүлэлтүүд

Д/д	Хамгийн их зузаан (м)	Хөрсний төрөл ангилал	Өнгө тэмдэглэл	Физик шинж чанарын үзүүлэлтүүд		Цахилгаан үзүүлэлтүүд				
				Байгалийн чийг		Нягт, г/см		Хөрсний хувийн эсэргүүцлүүд $\rho$ , Ом*м		
						Хөрсний нягт		Хязгаар		Дундаж утга
				W	%	г	Доод	Дээд		
1	5.2	<b>Шавар</b> Цайвар шаргалаас бор шаргал өнгөтэй шавар	①	(0.654-0.118)/0.214	(2.23-1.78)/2.01	60	487	110		
2	16	<b>Шавранцар</b> Хөх саарлаас улаан хүрэн өнгөтэй шавранцар	②	(0.216-0.062)/0.134	(2.27-1.63)/2.11	40	180	96		
3	>10	<b>Элс</b> Хольц багатай элс	③	(0.168-0.014)/0.085	(2.38-1.93)/2.15	40	400	49		
4	9	<b>Элсэнцэр</b> Цайвар шаргалаас бор шаргал өнгөтэй хайргархаг элсэнцэр	④	(0.185-0.018)/0.103	(2.33-1.64)/2.14	150	800	135		
5	21.5	<b>Хайр хайрга</b> Бор шаргал өнгөтэй хайр хайрга	⑤	(0.209-0.026)/0.116	(2.33-1.91)/2.15	90	241	110		
6	25.6	<b>Сайр сайрга</b> Бор шаргалаас цайвар шаргал өнгөтэй, элсэнцэрээр чигжигдсэн сайр сайрга	⑥	(0.197-0.010)/0.083	(2.39-1.92)/2.22	200	1000	330		
7	200	<b>Чулуу чулуулаг</b> Бор шаргал улаан хүрэн өнгөтэй шавранцараар чигжигдсэн сайр сайрга, хайр хайрга, бул чулуутай	⑦	(0.171-0.012)/0.095	(2.36-2.02)/2.24	50	320	156		
8	16	<b>Цэцэрлэгийн хөрс</b> Асгамал хөрс	⑧			40	316	142		



1990-1995 онуудын эдийн засгийн хүндрэлтэй жилүүдэд инженер-геологийн зураглал, судалгааны ажлууд зогсонги байдалд орсон боловч “Орхон-Гидрогео” ХХК /Т. Бээжинхүү/ зэрэг хувийн хэвшлийнхэн дээрх ажлуудыг цаг алдалгүй үргэлжлүүлэн 2015 онд “Улаанбаатар хотын бүс нутгийн инженер-геологийн нөхцөл” судалгааны материал бэлдэж хотжилт, барилгажилтад инженер-геологийн хөрсний тогтоцын зураглалыг боловсруулж тооцоо судалгаанд ихээхэн ашиглагдаж байна.

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Улаанбаатар хот орчмын ул хөрсний нэгдсэн ангилал, инженер-геологийн элементийн төрөл зэргийг хөрсний цахилгаан эсэргүүцэлтэй хэрхэн нөхцөлдөж байгааг, цаг уурын өөрчлөлтөөс хамаарч хөлдөлт, гэсэлт, өвөл, зун цахилгаан байгууламжийн газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжээ ямархуу түвшинд хэлбэлзэж байгааг зарим орнуудын стандарт болон хэмжилтийн үр дүнтэй харьцуулан тодорхой дүгнэлтэнд хүрлээ.

“Орхон-Гидрогео” ХХК /Т.Бээжинхүү/-ийн инженер-геологийн том масштабын зураглал, судалгааны материалыг “Улаанбаатар хотын авто замын сүлжээ” зураглалтай уялдуулан холбож Улаанбаатар хот орчмын барилга, авто зам, цахилгаан байгууламжуудыг нэгтгэсэн “Улаанбаатар хотын хөрсний цахилгаан эсэргүүцлийн мужлалын зураглал”-ыг анх удаа боловсрууллаа.

Олон улсын стандарт, хэмжилтийн материалууд ОХУ, Казахстан, АНУ-ын газар зүйн онцлог, хөрсний судалгааны материалыг харьцуулан Улаанбаатар хот орчмын хөрсний тогтоцын ерөнхий зураглалыг 14 үндсэн ул хөрсөнд нэгтгэн гаргалаа. Хүснэгт 6.2 – д үзүүлсэн.

## Хүснэгт 6.2

### Улаанбаатар хот орчмын хөрсний цахилгаан шинж чанарын төрөл ангилалууд, тэдгээрт харгалзах хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн тооцооны утгууд

Д/д	Хамгийн их зузаан (м)	Хөрсний төрөл ангилал	Өнгө тэмдэглэл	Физик шинж чанарын үзүүлэлтүүд		Цахилгаан үзүүлэлтүүд		
				Байгалийн чийг		Нягт, г/см	Хөрсний хувийн эсэргүүцлүүд ρ, Ом·м	
				W	%	г	Хязгаар	
					Доод	Дээд	Дундаж утга	
1	5.2	<b>Шавар</b> Цайвар шаргалаас бор шаргал өнгөтэй шавар	①	(0.654-0.118)/0.214	(2.23-1.78)/2.01	60	487	110
2	16	<b>Шавранцар</b> Хөх саарлаас улаан хүрэн өнгөтэй шавранцар	②	(0.216-0.062)/0.134	(2.27-1.63)/2.11	40	180	96
3	>10	<b>Элс</b> Хольц багатай элс	③	(0.168-0.014)/0.085	(2.38-1.93)/2.15	40	400	49
4	9	<b>Элсэнцэр</b> Цайвар шаргалаас бор шаргал өнгөтэй хайргархаг элсэнцэр	④	(0.185-0.018)/0.103	(2.33-1.64)/2.14	150	800	135
5	21.5	<b>Хайр хайрга</b> Бор шаргал өнгөтэй хайр хайрга	⑤	(0.209-0.026)/0.116	(2.33-1.91)/2.15	90	241	110
6	25.6	<b>Сайр сайрга</b> Бор шаргалаас цайвар шаргал өнгөтэй, элсэнцэрээр чигжигдсэн сайр сайрга	⑥	(0.197-0.010)/0.083	(2.39-1.92)/2.22	200	1000	330
7	200	<b>Чулуу чулуулаг</b> Бор шаргал улаан хүрэн өнгөтэй шавранцараар чигжигдсэн сайр сайрга, хайр хайрга, бул чулуутай	⑦	(0.171-0.012)/0.095	(2.36-2.02)/2.24	50	320	156
8	16	<b>Цэцэрлэгийн хөрс</b> Асгамал хөрс	⑧			40	316	142
9		<b>Хар шороон хөрс</b>				10	60	30
10		<b>Хадан хөрс</b>				5000	50000	20000
11		<b>Хөлдүү цэвдэг хөрс</b>				2000	20000	5000
12		<b>Туул голын ус</b>	Тэрэлж					166
			Гачуурт					120
			Амгалан					100
			ТЭЦ-3					36
			Сонгино					20
13		<b>Цөөрмийн ус</b>	<b>Ногоон нуур</b>				23	
14		<b>Гол горхины ус</b>	Бэлх					38
			Сэлбэ, МУБИС					30

Улаанбаатар хотын хөрсний цахилгаан эсэргүүцлийн мужлалын зургийг боловсруулахдаа 4 үндсэн зорилго, чиглэл тавьж хэмжилтийн үр дүн, судалгааны материалд тулгуурлан тодорхой дарааллын дагуу ул хөрсийг нэг үет хөрс болгон боловсруулсан болно. Үүнд:

1. Улаанбаатар хот орчмын ул хөрсийг ангилах ажиллагаа.

Улаанбаатар хот орчмын ул хөрсний ерөнхий төлөв байдлыг гаргаж голын ай сав газар; уул толгод; энгэрлэг газар; усны урсгалын тогтоц; гуу жалга; шаварлаг; элс; элсэнцэр; хайрга; сайрга гэж ерөнхий байдлаар ангилж, бүсчлэн өнгө өгч зураглалыг гаргасан. Ул хөрсний ангилал, гүн, чийгшэл, цахилгаан эсэргүүцлийн утгуудыг эксперт-шинжилгээний аргаар боловсруулсан болно.

2. 2015 онд хийгдсэн ШУТИС-ийн БАС-ийн “Авто замын сүлжээ”-ний зураглалыг координат, масштабын дагуу давхцуулан ашигласан болно.

3. Ул хөрсний голлох бүтцийн сонголт (хөрсийг ангилсаны үр дүнгээр)

4. Ул хөрсний шинж чанараас хамааруулан хэмжилтийн цэг болгон УБЦТС ТӨХК-ийн эзэмшлийн 42 дэд станцыг тус компанийн шуурхай үйлчилгээний диспетчерийн албатай хамтран сонголт хийж Улаанбаатар хотын хөрсний цахилгаан эсэргүүцлийн мужлалын зурагт байрлуулан хэмжилт туршилтыг гүйцэтгэсэн.

Инженер-геологийн зураглал дээр хэмжилтийн үр дүнг ашиглан Улаанбаатар хотын ул хөрсний инженер-геологийн ангилал, тэдгээрийн шиж чанарын үр дүнг ашиглан үзүүлэлтүүдийг ул хөрсний 8 төрөл бүрээр тодорхойлсон.

Гарсан үр дүнг зарим нэг орны хөрсний судалгааны материалтай харьцуулан Монгол улсын хэмжээнд анх удаа гаргасан нь УБЦТС ТӨХК болон бусад үйлдвэр, албан байгууллага, төмөр зам, холбоо, барилга байгууламжийн үйл ажиллагаанд тодорхой мэдээлэл, өгөгдөхүүн болгон ашиглах боломжтой гэж үзэж байна. Мөн “Улаанбаатар хот орчмын хөрсний хувийн эсэргүүцэл ба газардуулгын улирлын коэффициент тодорхойлох” судалгааны ажлын дүнгээр Монгол Улсын Цахилгаан тоноглолын ашиглалтын дүрэм (ПУЭ), нормд тодорхой засвар, өөрчлөлт орохыг үгүйсгэхгүй болохыг хүлээн зөвшөөрч байна.

## VII бүлэг

### **Улаанбаатар хот орчмын дэвсгэр нутаг дээрх газардуулах байгууламжийн цахилгааны эсэргүүцлийн өөрчлөлтийн улирлын коэффициентийг тогтоосон ажлын үр дүн**

Эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай өвлийн хамгийн бага температур нь  $-49.0^{\circ}\text{C}$  хүрдэг, зуны хамгийн их температур нь  $+39.4^{\circ}\text{C}$  хүртэл, хур тунадас харьцангуй багатай жилд 233-271 мм-ийн тунадас унадаг, хөрсний хөлдөлтийн гүн нь 1.5 – 3.5 м хэмжээнд хэлбэлздэг, салхины дундаж хурд нь 1.3 – 4.4 м/сек байх Улаанбаатар хот орчмын бүс нутгийн хувьд цахилгааны газардуулах байгууламжийн цахилгаан эсэргүүцлийн жилийн хэлбэлзлэлийн хязгаарыг тогтоож, зураг төсөл, ашиглалтын практикт ажиллах нь нэн чухал ач холбогдолтой техникийн асуудал юм.

Төрөл бүрийн газардуулах байгууламжийн найдвартай горим ажиллагаа, хүмүүсийн аюулгүй байдлыг бүрэн хангах эсэх нь газардуулах байгууламжийн цахилгаан үзүүлэлт, тэдгээрийн параметруудийн жилийн турших хэлбэлзлэлээс ихээхэн хамаарах ба энэ төрлийн судалгаа, хэмжилт туршилтын энэхүү гэрээт эрдэм шинжилгээний ажлын хүрээнд Монгол улсад анх удаа хийгдэж байна. Газардуулах байгууламж ба түүний байрлуулсан хөрсний цахилгаан шинж чанарын талаар энэхүү тайлангийн III бүлэгт дэлгэрэнгүй тайлбарлаж, олон улсын туршлага, стандартуудаас хэсэгчлэн үзүүлсэн болно.

Улаанбаатар хотын хөрс нь зун, хавар, намрын улиралд үндсэндээ нэгэн төрлийн бүтэцтэй байх ба харин өвлийн улирал, ялангуяа 1 ба 2-р саруудад хөрсний дээд хэсэг дундажаар 1.5–3.5 м-ийн гүнд хөлдөх тул дээд хэсгийн хөрсний хувийн эсэргүүцэл нь өвөлдөө  $\rho=5000$  Ом.м-ээс дээш болтлоо ихсэж үндсэндээ хөрсний хөлдүү дээд хэсэг нь бараг тусгаарлах шинж чанартай болж байна.

Иймд Улаанбаатар хотын хувьд өвлийн улиралд газардуулах байгууламжуудын хөрсний зөвхөн 2 м-ээс доош байрласан хэсгүүдээр гүйдэл гүйж, эргэн тойронд нь потенциалийн тархалт үүсч, газардуулгын системийн цахилгаан хэлхээ битүүрэх боломжтой юм.

Гэрээт ажлын тайлангийн V бүлэгт хавсаргасан Улаанбаатар хотын олон тооны дэд станцуудад газардуулах байгууламжийн ерөнхий эсэргүүцлийг хэмжсэн хэмжилтийн үр дүн, мөн ажлын IV бүлэгт хавсаргасан 4 м-ийн гүнд суулгасан туршуул электродууд дээр сар бүрт хэмжсэн хэмжилтийн материалуудыг гол тулгуур үндэс болгохын зэрэгцээ Улаанбаатар хотын Амгалан, Буянт-Ухаа, Дамбадаржаа, МУИС, Морин, Тахилт, Улаанхуаран, Хүрэл тогоот гэсэн 8 цэгт байрлах Ус цаг уурын станцуудын газардуулгын үзүүлэлтэд нөлөөлөх үндсэн

хүчин зүйлүүдийг харьцуулан тооцож, эдгээр хэсэг мужлал бүрээр цахилгааны газардуулах байгууламжийн улирлын коэффициентуудыг харьцуулан бодож гаргав.

Улирлын коэффициентууд нь газардуулгын байгууламжийн дээд хөлдөлтийн хэсэг 0.8 – 1.0 м-ийн гүнд байрлах хэвтээ электродуудад, харьцангуй өндөр байх ба харин хөлдөлтийн гүнээс доош 3 – 4 м-ийн гүнд байрлах босоо электродуудад харгалзах газардуулгын эсэргүүцлийн улирлын өөрчлөлтүүд нь харьцангуй бага байх зарчимтай тул хөрсний өнгөн хэсэгт байрласан газардуулгын хэвтээ электродууд болон хөрсний гүнд байрлуулсан босоо электродуудад улирлын коэффициентуудыг ялгавартайгаар тогтоосон болно.

Газардуулах байгууламжийн газардуулгын эсэргүүцлийн улирал сар бүрийн хэмжилтийн үр дүн, мөн хөрснөөс доош 4 метрийн гүнд байрласан туршуул электродуудын эсэргүүцлийн сар бүрийн хэмжилт судалгааг үндэслэн Улаанбаатар хотын цаг агаарын үндсэн бүсүүдэд харгалзах янз бүрийн гүнд байрласан газардуулах байгууламжуудын эсэргүүцлийн улирлын коэффициентийн тооцооны тогтоосон утгуудыг Хүснэгт 7.1-д харьцуулан үзүүлэв.

**Хүснэгт 7.1**

**Улаанбаатар хотын цаг агаарын станцуудын ажиглалтын үндсэн үзүүлэлтүүд ба тэдгээр хэсгүүдэд харгалзах газардуулгын эсэргүүцлийн өөрчлөлтийн улирлын коэффициентийн тооцооны утгууд**

Уур амьсгалын үндсэн үзүүлэлтүүд	Амгалан	Буянт-Ухаа	Дамба-даржаа	МУИС	Морин-Уул	Тажилт	Улаан хуаран	Хүрэл-тогоот
Агаарын жилийн дундаж температур, °C	-1.2°	-2.6°	-2.1°	-0.5°	-1.3°	-0.6°	-1.7°	-2.5°
1-р сарын дундаж	-22.2°	-25.7°	-23.1°	-21.2°	-18.3°	-21.7°	-21.7°	-18.9°
7-р сарын дундаж	+16.2°	+17.2°	+15.6°	+17.5°	+15.5°	+17.8°	+16.5°	+14.5°
Агаарын үнэмлэхүй их температур	-	+39.4°	-	+33.8°	+32.8°	+36.2°	+33.5°	+31.6°
Агаарын үнэмлэхүй бага температур	-	-49.0°	-	-36.0°	-39.2°	-39.6°	-39.0°	-36.3°
Гадна агаарын тооцооны температур, °C								
Хамгийн хүйтэн үеийн 1 хоног	-	-36.7°	-35.7°	-31.4°	-28.3°	-31.8°	-33.7°	-30.5°
Хамгийн хүйтэн үеийн 3 хоног	-	-35.3°	-34.6°	-30.3°	-27.3°	-30.5°	-32.7°	-29.3°
Хамгийн хүйтэн үеийн 5 хоног	-	-34.2°	-33.6°	-28.9°	-26.2°	-29.4°	-31.6°	-27.8°
Агаар сэлгэлтийн температур, °C	-	-29.9°	-25.8°	-25.0°	-18.1°	-21.0°	-23.0°	-21.0°
Хамгийн халуун нэг хоногийн температур, °C	-	+25.8°	+24.1°	+26.4°	+22.7°	+25.8°	+24.7°	+22.5°
Хур тунадас, мм								
Жилд унах дундаж хэмжээ	-	248.8	-	271.2	233.1	269.2	245.2	413.7
Хоногт унах хамгийн их	-	74.9	-	53.8	38.2	79.7	68.6	72.5

Жил сарын салхины хурд, м/сек	-	2.3	-	1.3	4.4	2.4	-	-
Цасан бүрхүүлийн норматив ачаалал, кг/м <sup>2</sup>	50	50	50	50	50	60	70	70
Салхины шахац, кг/м <sup>2</sup>	50	35	35	35	50	35	35	27
Галалгааны хугацааны тооцооны үзүүлэлтүүд:								
Галлагаа эхлэх өдөр	15.IX	15.IX	11.IX	17.IX	15.IX	18.IX	15.IX	15.IX
Галлагаа дуусах өдөр	13.Y	12.Y	13.Y	8.Y	15.Y	8.Y	13.Y	17.Y
Үргэлжлэх хоног	240	239	244	233	242	232	240	244
Усны хөлдөлтийн үргэлжлэх хугацаа	210	210	210	210	210	210	210	210
Төв нь газрын гадаргаас доош 0.7-0.8 м-ийн гүнд байхаар байрлуулсан 3м-ийн урттай босоо электродуудын газардуулгын эсэргүүцлийн улирлын өөрчлөлтийн коэффициентийн утга: K <sub>1</sub>	1,3	1,7	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3
0.8-1.0 м-ийн гүнд байрлуулсан хэвтээ электродуудын газардуулгын эсэргүүцлийн улирлын өөрчлөлтийн коэффициентийн утга: K <sub>2</sub>	4,1	7,0	4,1	4,5	4,2	5,5	4,5	4,8

**Улаанбаатар хот орчмын хөрсний цахилгаан эсэргүүцэл болон дэд станцуудын газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжилт судалгааг явуулсан цэгүүд, дэд станцуудын жагсаалт**

- ШУТИС полигон (ХТП-159)
- ТЭЦ IV урд (Худаг КТПН-407)
- Сонсголон (Элеганс АТП-1167)
- Хүүшийн зоорь (АТП-017)
- Био камбинат (АТП-4467)
- Био камбинат (АТП-890)
- Био камбинат (АТП-4417)
- Зүүн салаа (АТП-2694)
- Зүүн салаа (АТП-1462)
- Баруун салаа (АТП-4915)
- Баруун салаа (АТП-5083)
- Улиастай (АТП-2642)
- Улиастай (КТПН-2643)
- Найрамдал (АТП1683)
- Найрамдал (КТПН-1682)
- Найрамдал (АТП1755)
- Шарга морьт (АТП2044)

- Шарга морьт (АТП977)
- Сэлбэ гол (АТП1147)
- Сэлбэ гол (АТП3512)
- 1 Хороолол ар дэнж (АТП2693)
- 1 Хороолол ар дэнж (АТП4878)
- 1 Хороолол ар дэнж (Цэеэ багш хашаа)
- Баянзүрх товчоо (АТП2847)
- Баянзүрх товчоо (АТП367)
- Дэнжийн мянга (АТП2724)
- Дэнжийн мянга (АТП079)
- Гандан тасганы овоо (АТП395)
- Гандан тасганы овоо (КТПН3080)
- Баянхошуу (АТП3865)
- Баянхошуу (АТП748)
- 3, 4 хорооллын ар дэнж (КТПН4271)
- 3, 4 хорооллын ар дэнж (АТП3778)
- Баруун түрүүн (АТП2553)
- Тахилт (АТП2056)
- Тахилт (АТП4365)
- Хайлааст (АТП3787)
- Хайлааст (АТП3785)
- Налайх Бүс нуур (АТП)
- Налайх (АТП7200)
- Төв аймаг (АТП8358)
- Төв аймаг (ХТП8025)

## VIII бүлэг

### Судалгааны ажлын эцсийн дүгнэлт, зөвлөмжүүд

1. УБЦТС ТӨХК-ийн захиалгаар Улаанбаатар хот орчмын хөрсний хувийн эсэргүүцэл ба газардуулах байгууламжийн цахилгаан эсэргүүцлийн улирлын өөрчлөлтийг сар, улирал бүрээр, 4 төрлийн хэмжүүрийн багажаар нийт 210 цэгт тодорхойлсон нь Монгол улсад анх удаа хийгдсэн эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай нутаг дэвсгэрт жилийн 4 улиралд хөрсөн доор явагдах цахилгааны процессийг судлах, тэдгээрийн ашиглалтын онцлог, аюулгүй ажиллагааны нөхцлийг тодорхойлоход чиглэгдсэн шинэ ажил боллоо.

2. Хөрсний хувийн эсэргүүцлийг хэмжих арга аргачлалуудаас туршуул электрод (4м-ийн гүн)-ийн хэмжилтийн арга, босоо цахилгаан орныг ашиглах Вернерийн 4 электрод (ВЭЗ)-ийн аргуудыг хэмжилтэнд хослуулан ашигласан нь хэмжилтийн алдааг багасгаж, цахилгаан соронзон зохицолтой багажуудыг Улаанбаатар хотын бүс нутаг, цахилгаан соронзон нөлөөллийн орчимд зөв зүйтэй сонгож цаашид хэмжилт явуулан ашиглалтын практикт хэрэглэхэд үр дүнгээ өгөх юм.

3. Улаанбаатар хот орчмын хөрсний физик-механик шинж чанарыг судалсан инженер-геологийн судалгааны ажлууд байдаг боловч хөрсөөр цахилгаан гүйдэл гүйх үеийн шинж чанарын судалгаа огт байдаггүй болно. Энэ ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотын хөрсийг цахилгаан шинж чанарын үүднээс шавар, шавранцар, элс, элсэнцэр, хайр хайрга, сайр сайрга, чулуу чулуулаг хөрс, цэцэрлэгийн болон асгамал хөрс гэсэн 8 төрөлд хуваан үзэж тэдгээрийн Улаанбаатар хотын бүс нутагт тархсан бүсчлэл мужлалуудыг (II бүлэг) тогтоож улмаар, тухайн бүсчлэлүүдэд хэмжилтийн цэгүүдийг сонгон авсан нь ажлын үр дүнг үнэмшилтэй болгоход ач холбогдолтой болов.

4. 200 гаруй хэмжилтийн цэгүүдийн сар бүрийн хэмжилтийн утгуудад физик-математикийн боловсруулалт хийхийн зэрэгцээ хөрш зэргэлдээ болон ойролцоо уур амьсгалтай улс орнуудын эрдэмтэн судлаачдын судалгааны материал, дүрэм заавар стандартчиллыг харьцуулан тооцсон болно.

5. Хөрсний эсэргүүцлийн судалгааны ажлын тооцоо үр дүнгээр Хүснэгт 6.1-д үзүүлсэн Улаанбаатар хот орчмын хөрсний цахилгаан шинж чанарын төрөл ангилалууд тэдгээрт харгалзах хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн тооцооны утгуудыг харьцуулан гаргасан нь Улаанбаатар хотод баригдах эрчим хүч, холбоо, мэдээллийн барилга байгууламжийн зураг төсөл, ашиглалтын дүрэм заавруудад ашиглах материал болж чадсан болно.



6. Улаанбаатар хотын дэвсгэр нутгийн янз бүрийн цэгүүдэд байрлах 42 тооны дэд станцууд (ТП, АТП, КТПН)-д хүрээ хэлбэрийн томовтор газардуулах байгууламжийн бүрэн эсэргүүцлийг хэмжихэд 3 электродтой потенциалын аргыг сонгон авч 2D-2D-D гэсэн туслах электродуудын гурвалжин хэлбэрийн байрлал сонгосон нь хэмжилтийн алдааг багасгасан зөв зүйтэй арга хэмжээ болсон.

7. Дэд станцын газардуулгын сар улирлын хэмжилтийг явуулахад Япон, Орос, Хятад, АНУ-д хэрэглэгддэг багажуудаас гадны нөлөөлөл шуугианд тэсвэртэй, тогтвортой заалттай багаж нь АНУ-ын Megger (DET4TC2) маркын тоон хэмжүүр, ОХУ-д үйлдвэрлэгдэж ашиглагдаж байгаа Ф4103-М1 маркын зүүн хэмжүүрт багаж байлаа.

8. Улаанбаатар хотын дэвсгэр нутаг дээрхи 42 дэд станцын улирал саруудын харьцуулсан хэмжилтийн үр дүн мөн Улаанбаатар хотын цаг уурын ажиглалтын 8 газрын олон жилийн хэмжилтийн үр дүн, ул хөрсний хөлдөлт гэсэлтийн өдөр хоногийн тоог харгалзан тооцож Хүснэгт 7.1-д харьцуулан үзүүлсэн. Улаанбаатар хотын цаг агаарын станцуудын хэсгүүдэд харгалзах газардуулгын эсэргүүцлийн улирлын өөрчлөлтийн коэффициентүүдийн тооцооны утгуудыг бодож гаргасан нь ажлын зорилго даалгаварт нийцсэн болно.

9. Судалгааны ажлын үр дүнгээр гаргаж Хүснэгт 7.1-д жагсаасан газардуулах байгууламжийн улирлын коэффициентүүдийн тоон утгуудыг Улаанбаатар хотын дэвсгэр нутагт баригдах барилга байгууламжуудын газардуулгын төсөл, тооцоог зөв зүйтэй хийх, ажиглалтын явцад газардуулгын системээр гүйх гүйдлийг зөв тодорхойлох, аюулгүй ажиллагааны нөхцөлд улирлаас хамааруулан үнэлэлт дүгнэлт гаргахад ашиглах бүрэн бололцоотой, чухал ач холбогдолтой үр дүн болж гарсан байна.

10. Улаанбаатар хотын хэмжээнд дэд станцуудын орчимд ихээхэн хөдөлмөр зарцуулалт гаргаж газрын доор 4 м-ийн гүнд зоосон туршуул электродууд нь цаашдын судалгаанд жил бүр ашиглаж болох үл хөдлөх хяналтын цэгүүд болох юм.

## Ашигласан ном, хэвлэл

1. Цэрэндорж З, Эрдэнэтөгс Ц  
Аянга хамгаалалт, газардуулга Үндсэн сурах бичиг. Улаанбаатар ШУТИС. 2018 он
2. Типы грунтов республики Казахстан и их удельные электрические сопротивления (карта)  
Алматы .2006.г. [www.zandz.kz](http://www.zandz.kz) ГОСТ Р 50571-2013
3. Удельное сопротивление грунта, использование в расчетах.
4. Бээжинхүү.Т  
Улаанбаатар хотын бүс нутгийн инженер-геологийн нөхцөл. Улаанбаатар. 2015 он
5. Правила устройства электро-установок. Москва. 2008г.
6. Долин.П.А  
Справочник по технике безопасности. Москва. 1984г.
7. Долин.П.А, Медведев.В.Т и др.  
Электробезопасность теория и практика. Москва. МЭИ 2008г.
8. Марголин.Н.Ф  
Токи в земле. Москва 1947г.
9. Краякин.Р.Н  
“Заземляющие устройства электроустановок” Справочник. Москва. 2002г.
10. Бургсдорф.В.В, Якобс.А.И  
Заземляющие устройства электроустановок. Москва. 1987г.
11. Марченко.М.Н  
Вертикальное электрическое зондирование. МГУ. Москва. 2013г.
12. Tagg.G.F  
“Earth resistances” George Newnes Limited. London. (1964)
13. “Recommended Guide for Measuring Ground Resistance and Potential Gradients in the Earth” AIEE (IEEE) №81.
14. “Master Test Code for Resistance Measurement.” AIEE (IEEE) №550.

15. Curdts.E.B

“Some of the Fundamental Aspects of Ground Resistance Measurement.” AIEE (IEEE) Paper №58-106 transactions, v 0177, 1958.

16. Лхагва.Д, Баярмаа.Л

Монгол улсын нутаг дэвсгэрт холбооны тоног төхөөрөмжийн босоо ба хэвтээ газардуулагчийн жилийн туршид өөрчлөгдөх эсэргүүцлийн хэмжээг тогтоосон бүсчлэл.

Улаанбаатар ХҮШИ, 1998 он.