



Дугаар 21 (1), 2021

ISBN 2312-8534

ГАЗАРЗҮЙН АСУУДЛУУД GEOGRAPHICAL ISSUES



Монгол Улсын Их Сургууль
Шинжлэх Ухааны Сургууль
Газарзүйн тэнхим



МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ
ШИНЖЛЭХ УХААНЫ СУРГУУЛЬ

Газарзүйн Асуудлууд Сэтгүүл
Journal of Geographic Issues

Volume 21 (1)

ISSN 2312-8534

2021

Улаанбаатар хот
2021.07.10

Редакцын зөвлөл

Ерөнхий редактор:

Доржсүрэнгийн Амартүвшин
Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль
Цахим шуудан: a.dorjsuren@num.edu.mn

Хариуцлагатай редактор:

Дашлэгцэгийн Ганпүрэв
Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль
Цахим шуудан: ganpurev@num.edu.mn

Сэтгүүлийн зөвлөлийн гишүүд:

Вандансамбуу Батцэнгэл (Нийгэм эдийн засгийн газарзүй)	Монгол Улсын Их Сургууль
Ембүү Батчулуун (Физик газарзүй, газарзүйн боловсрол)	Монгол Улсын Боловсролын Их Сургууль
Сумъяа Эрдэнэсүх (Цаг уур, уур амьсгал)	Монгол Улсын Их Сургууль
Пүрэвцэрэн Мягмарцэрэн (Газрын менежмент)	Монгол Улсын Их Сургууль
Очирбат Батхишиг (Хөрс судлал)	Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн
Йорг Янцен (Хөгжлийн газарзүй)	Берлиний Чөлөөт Их Сургууль, Герман
Жон Л. Ван Жендерен (Зайнаас тандан судлал)	Твентийн Их Сургууль, Нидерланд
Нисола Палмер (Аялал жуулчлал)	Шеффиелд Халлам Их Сургууль, Их Британи
Түгжамба Навчаа (Нийгмийн газарзүй)	Монгол Улсын Боловсролын Их Сургууль
Батсайхан Нямдаваа (Физик газарзүй)	Монгол Улсын Их Сургууль

Дугаарын хянан магадлагч нар:

А.Амарбаяр	Монгол Улсын Их Сургууль
Д.Даваадорж	Монгол Улсын Их Сургууль
М.Уртнасан	Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн
Ц.Сэр-Од	Монгол Улсын Боловсролын Их Сургууль
Н.Галиймаа	Шинжлэх Ухаан, Технологийн Их Сургууль
Д.Түвшинбаяр	Хөдөө Аж Ахуйн Их Сургууль
Ж.Ундармаа	Хөдөө Аж Ахуйн Их Сургууль
Д.Сандэлгэр	Монгол Улсын Их Сургууль
У.Хишигдалай	Хүмүүнлэгийн Ухааны Их Сургууль

Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүл 2001 оноос өнөөг хүртэл жилд 1-2 дугаар, хоймсон, нууц хянан магадлагаа (double blind review)-тай хэвлэгдэж байна. Тус сэтгүүл Монголын Газарзүйн шинжлэх ухааны шинэ мэдлэгийг түгээх улмаар физик газарзүй, нийгэм эдийн засгийн газарзүйн болоод салбар дундын судалгааны бүтээлүүдийг ёс зүйтэй, шударга шүүлтүүрээр шигшиж хэвлэхийг зарчим болгон ажиллаж байна.

Хаяг: Монгол Улсын Их Сургууль, Хичээлийн 2 дугаар байр, 225 тоот. Бага тойруу, Их сургуулийн гудамж - 1, Сүхбаатар дүүрэг, Улаанбаатар хот, Монгол улс.

Цахим шуудан: geographicissues@gmail.com.

© Нүүр хавтасны зургийг Р.Эрдэнэмөнх “Сутай Хайрхан”

Гарчиг

Монгол малчдын улирлын нүүдлийг ‘GPS’ замналын шинэ аргаар хэмжсэн судалгааны зарим үр дүн
П.Мягмарцэрэн, С.Мөнхнаран, Б.Чинбат, Д.Ганпүрэв, И.Мягмаржав, Х.Тэйкнэр, Х.Кноф 4

Нуурын хотгорын хэв шинжид тектоник хагарлын нөлөө (Ачит, Үүрэг нуурын жишээн дээр)
Э.Алтанболд 17

Өгий нуур орчмын газрын гадаргын өөрчлөлт ба антропоген нөлөө
Р.Гантулга, Э.Алтанболд, Д.Сандэлгэр, Д.Батсүрэн 30

Монголд аялсан Хятад жуулчдын аяллын хэв шинжийн судалгаа
Л.Оюунчимэг, Н.Гантуяа 41

Барилгын сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал, эрчим хүчний хэрэглээний харилцан хамаарал (Орон сууцны хорооллын жишээн дээр)
Д.Дорлигжав, Д.Ганпүрэв, Э.Алтанболд, Э.Төгс-Эрдэнэ, Д.Энх-Амгалан, Д.Даваадорж, Э.Номин-Эрдэнэ, Б.Жаргалсайхан 58

Баян-Өлгий аймгийн бэлчээрийн ургамал ургах хугацааны чийг, дулааны горим ба ургамлын хөгжлийн үе шат илрэх хугацаа (Уур амьсгалын ялгаатай бүсэд байрлах 4 сумын жишээн дээр)
Б.Наранзаяа, Д.Сандэлгэр, Э.Мөнхцэцэг 78

Contents

Mongolian herders’ seasonal movement: novel research approach using GPS trajectory data
P.Myagmartseren, S.Munkhnaran, B.Chinbat, D.Ganpurev, I.Myagmarjav, H.Teickner, C.Knoth 4

Effect of tectonic fault on lake depression type: Case study of Achit and Uureg lakes in Mongolia
E.Altanbold 17

Anthropogenic impact of land cover changes in the Lake Ugii area
R.Gantulga, E.Altanbold, D.Sandelger, D.Batsuren 30

A study of Chinese outbound tourists’ travel patterns in Mongolia
L.Oyunchimeg, N.Gantuya 41

Correlation between building shading, direct sunlight, and energy consumption (Case study of apartment blocks in Ulaanbaatar, Mongolia)
D.Dorligjav, D.Ganpurev, E.Altanbold, E.Tugs-Erdene, D.Enkh-Amgalan, D.Davaadorj, E.Nomin-Erdene, B.Jargalsaikhan 59

Heat and water regime for plant growth stages in Bayan-Ulgii province, Mongolia
B.Naranzaya, D.Sandelger, E.Munkhtsetseg 76

**Барилгын сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал, эрчим хүчний хэрэглээний харилцан хамаарал
(Орон сууцны хорооллын жишээн дээр)
Correlation between building shading, direct sunlight, and energy consumption
(Case study of apartment blocks in Ulaanbaatar, Mongolia)**

© Д.Дорлигжав*, Д.Ганпүрэв, Э.Алтанболд, Э.Төгс-Эрдэнэ, Д.Энх-Амгалан, Д.Даваадорж,
Э.Номин-Эрдэнэ, Б.Жаргалсайхан

D.Dorligjav*, D.Ganpurev, E.Altanbold, E.Tugs-Erdene, D.Enkh-Amgалан, D.Davaadorj, E.Nomin-Erdene,
B.Jargalsaikhan

Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль

Department of Geography, School of Arts & Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: dorligjavdonorov@num.edu.mn

*Corresponding author: dorligjavdonorov@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2021.02.23
Засварласан: 2020.04.13
Зөвшөөрөгдсөн: 2020.07.07

Хураангуй

Дэлхийн хүн амын ердөө 3 хувь нь 19 дүгээр зууны эхэн гэхэд хот суурин газарт амьдарч байсан бол өнөөдөр дэлхийн хүн амын 56 гаруй хувь нь хот суурин газарт төвлөрч байна. Хотжилтын энэхүү үйл явц Монгол улсад мөн адил хурдтай явагдаж байгаа ба 2019 оны байдлаар хотжилтын түвшин 67.2 хувьтай байна. Хотжилтын үр дүнд хүн амын төвлөрөл, барилга байгууламжийн нягтшил эрчимтэй өссөнөөр сүүдэрлэлт ихсэх, барилгад тусах нарны шууд тусгалын хэмжээ буурах зэрэг үзэгдэлтэй уялдаатай эрчим хүчний хэрэглээ нэмэгдэх, үл хөдлөх хөрөнгийн үнэлгээ буурах, ард иргэдийн эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэх зэрэг асуудлууд бий болж байна. Мөн хот суурин газар өсөн нэмэгдэх тутам дэлхийн дийлэнх улс орон хот суурин газрыг байгальд ээлтэй эко, ногоон хотын үзэл баримтлалын дагуу хөгжүүлэх хандлагатай байна. Бид судалгаандаа Улаанбаатар хотын Сүхбаатар дүүргийн 11 дүгээр хороо, 7 дугаар хорооллын нутаг дэвсгэрт орших 0.54 га талбай бүхий Хангай хотхоныг сонгож авч 'LSS Chronolux' функцээр нэгж блок дахь 350 айл өрх бүрийн аль нэг цонхоор нарны шууд тусгал тусах хугацааг 350 цэгт тодорхойлж, Shadow analysis функцийг ашиглан тухайн цэг бүр дэх тасралтгүй сүүдэрлэгдэх хугацааг тооцоолон сүүдрийн дүн шинжилгээг хийж, нарны шууд тусгал тусах хугацаа, сүүдэрлэлтийн хугацаа, нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээний харилцан хамаарлыг E-views 6.0 програм ашиглан дүн шинжилгээ хийсэн. Судалгааны талбайд сүүдэрлэлт нь дунджаар 314.6 минут, хамгийн их хугацаа 586 минут, хамгийн бага хугацаа нь 52 минут байна. Судалгааны талбайд нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ нь 575.5 кВт.ц байна. Нарны нийлмэл цацраг тусах хугацаа, сүүдэрлэх хугацаа гэсэн хувьсагчууд нь нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтийн 58.7 хувь ($R^2=0.587$)-ийг тайлбарлаж байна. Нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ нь нарны нийлмэл цацраг тусах хугацаатай сөрөг, сүүдэрлэх хугацаатай эерэг хамааралтай байна.

Түгэхүү үгс: Орон сууцны хороолол, барилгажилт, хотжилт, нарны шууд тусгал, сүүдэрлэлт, эрчим хүчний хэрэглээ

Abstract

At the beginning of the 19th century, only 3 percent of the world's population lived in urban areas, but today more than 56 percent of the world's population live in urban areas. This process of urbanization is also accelerating in Mongolia, and as of 2019, the urbanization rate is 67.2 percent. As a result of urbanization, the rapid increase in population and building density has led to increased shading, reduced solar radiation in buildings, increased energy consumption, lower real estate values, and adverse health effects. Moreover, as the number of urban areas increases, most countries in the world tend to develop urban areas in accordance with the concept of eco-friendly and green cities. There is a growing need to study how the energy efficiency, an important factor in the eco-friendly and green city concept, is related to urbanization, building density, direct sunlight, and shading. In our study, we selected 0.54-hectare Khangai town in the 11th Khoroo and 7th khoroolol of Sukhbaatar district in Ulaanbaatar and used 'LSS Chronolux' to determine the time of direct sunlight through one of the windows of each of the 350 households in the block at 350 points. Moreover, shadow analysis was performed using the Shadow analysis tool to calculate the continuous shading time at each point, and the correlation between the combined solar radiation duration, shading time, and energy consumption per capita was analyzed using E-view 6.0 software. The average shading in the study area was 314.6 minutes, with a maximum of 586 minutes and a minimum of 52 minutes. The average energy consumption per capita in the study area is 575.5 kWh. The variables of combined solar radiation exposure time and shading time explain 58.7 percent ($R^2=0.58.7$) of the change in energy consumption per capita. Per capita energy consumption has negative correlation with the combined solar exposure time and a positive correlation with the shading time.

Keywords: Housing, construction, urbanisation, direct sunlight, shading, energy consumption

© Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр:

Д.Дорлигжав: Судалгааны ажлын нэгтгэл, бичвэр; Д.Ганпүрэв: Судалгааны ажлын нэгтгэл, бичвэр; Э.Алтанболд: Байрзүйн холболт хийх, нарны траектор тохируулга; Э.Төгс-Эрдэнэ: Сүүдэрлэх хугацааны тооцоолол; Д.Энх-Амгалан: Материал бүрдүүлэлт; Д.Даваадорж: 3-н хэмжээст зураглал; Э.Номин-Эрдэнэ: Гадаад эх сурвалж орчуулга; Б.Жаргалсайхан: Нарны шууд тусгал тооцоолол.

2312-8534/© 2021 Зохиогчийн бүх эрх хуулиар хамгаалагдсан.

Оршил

XIX зууны эхэн гэхэд дэлхийн хүн амын ердөө 3 хувь нь хот суурин газарт амьдарч байсан бол өнөөдөр дэлхийн хүн амын 50 гаруй хувь нь хот суурин газарт төвлөрч байна (Чинбат *et al.*, 2018). Хотжилтын энэхүү үйл явц Монгол улсад мөн адил хурдтай явагдаж байгаа ба 2019 оны байдлаар хотжилтын түвшин 67.2 хувьтай байна. Хотжилтын үр дүнд хүн амын төвлөрөл, барилга байгууламжийн нягтшил эрчимтэй өссөн. Бүтээн байгуулалт, барилгажилт нэмэгдсэнээр сүүдэрлэлт ихсэж, нарны шууд тусгал тусах хугацаа буурч, эрчим хүчний хэрэглээ нэмэгддэг байна (Islam and Islam, 2015). Барилгын сүүдэрлэлт их, нарны шууд тусгал тусах хугацаа бага байх нь ард иргэдийн эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөтэйгөөс гадна суурьшлын бүс, гудамж талбайн эрчим хүчний хэрэглээ, газрын үнэд ч нөлөөлдөг (Krajsovics and Gregogova, 2015). Нөгөө талаас иргэдийг эрүүл, ая тухтай орчинд ажиллах, амьдрах нөхцөлийг бүрдүүлэхийн тулд тухайн нутаг дэвсгэрт шинээр барилгажуулахдаа зэрэгцээх бусад барилга байгууламжид сүүдэрлэгдэхээргүй байх, оршин суугчдын амрах, тоглох талбайг сүүдэрлэхгүйгээр байршуулах, зонхилох өрөө тасалгааны цонхоор нар хангалттай тусахаар төлөвлөх шаардлагатай (БХБЯ, 2007).

Монгол улсын хувьд 2007 оны 11 дүгээр сарын 1-ний өдрөөс эхлэн “Орон сууц, олон нийтийн барилгажилтын нарны тусгал (эвэрлэлтийн) хангамж” БНБД 23-04-07-г баримтлан ерөнхий төлөвлөгөө болон барилгын зураг төслийн үе шатанд дагаж мөрдөх эрх зүйн орчин бүрдсэн(БХБЯ, 2007). Гэсэн хэдий ч тухайн аргачилсан зааврын хэрэгжилт зураг төслийн үе шатанд туйлын хангалтгүй байна (Цэвэлмаа, 2013). Орон сууцны хороолол дах нарны шууд тусгал нь тухайн орон сууцны өрөө, гаднах талбайд нарны туяа тасралтгүй тусах хугацааг гол үзүүлэлт болгодог ба уг хугацаа хэдэн цагаас багагүй байх ёстойг уур амьсгалын бүс нэг бүрээр тогтоон, холбогдох норм, дүрэмд тусгадаг тул мэргэжилтэн уг заалтыг хангахуйц зураг төслийн шийдэл гаргах ёстой. Ийм шийдэлд хүрэхэд сууцны барилгын эзлэхүүн-төлөвлөлтийн онцлог, тэдгээрийн харилцан байрлал, газарзүйн байршил, давхрын тоо, барилга хоорондын зай зэрэг олон хүчин зүйл нөлөөлөх тул нарийн судалгаа, тооцоо шаардана (Гомбо, 2014).

Нийслэлийн ерөнхий төлөвлөгөөний газар нь 2018 оноос “Архитектур төлөвлөлтийн даалгавар”-т БНБД 23-04-07-гийн 3.2. дэх заалтын дагуу барилгын загвар зураг батлуулахад барилгын сүүдэр, нарны нийлмэл цацраг (нарны шууд тусгал) тусах хугацааг хагас жил болон бүтэн жилээр тооцоолсон зураглалыг барилгын зураг төсөл зохиогч байгууллагуудаас шаардах болсон. Энэ нь нарны шууд тусгал тусах хугацаа, сүүдэрлэлт нь орон сууцны хорооллын төлөвлөлт төдийгүй, хотын орон зайн төлөвлөлтөд нөлөөлөх чухал хүчин зүйл гэдгийг тодотгож байна. Мөн олон улс орнууд өөрийн газарзүйн байршил, уур амьсгал, онцлогоос хамааруулан нарны нийлмэл цацраг орон сууцны барилгад тусах хамгийн бага хэмжээг тодорхойлсон стандартуудыг мөрддөг (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Олон улсын нарны шууд тусгал тусах хугацааны стандарт

Д/Д	Улсын нэр	Стандарт хэмжээ	Стандарт, норм, нормативын нэр
1	Чех улс	1.5 цагаас багагүй	Барилгын техникийн шаардлагын тухай 28/2009 тоот журам, Стандарт SN 73 4301:2004.
2	Эстони улс	3 цагаас багагүй	Стандарт EVS 894: 2008 + A1: 2010 (Орон сууцны болон оффисын байрны гэрэлтүүлэг).
3	Герман улс	Өвлийн улиралд 1 цагаас доошгүй, бусад үед хамгийн багадаа 4 цаг	Bebaungsplan 2007 (Хот төлөвлөлт) Төлөвлөж буй барилгын өдрийн гэрэлтүүлгийн нөлөөг үнэлэх, Стандарт: DIN 5034-1: 2010-7.
4	Итали улс	2 цагаас багагүй	Бүс нутгийн байгаль орчны тогтвортой байдлыг үнэлэх протокол нь тэдгээрийн журамд шууд тусгагдсан.
5	Нидерланд улс	3 цагаас багагүй	Зарим хотуудад ‘TNO’ стандарт гэж нэрлэдэг.
6	Польш улс	Хамгийн багадаа 1.5 цаг	Дэд бүтцийн яамны дүрэм № 620/2002-т Барилга байгууламж, тэдгээрийн техникийн шаардлагыг хангах.
7	Словак улс	1-3 цагийн хооронд	Словак улсын эрүүл мэндийн яамны дүрэм 259/2008; Байгаль орчны яамны дүрэм 532/2002; Стандарт: STN 73 4301: 2005.

Эх сурвалж: Darula *et al.*, 2015

Өнөө цагт хотуудын өмнө тулгараад буй нэн тэргүүний асуудлууд нь эрчим хүчний хэрэглээ, ус хангамж, хог хаягдлын менежментийн тухай асуудал юм (Hannallah and Faragalal, 2012). Мөн хот суурин газар өсөн нэмэгдэх тутам дэлхийн дийлэнх улс орон хот суурин газрыг байгальд ээлтэй эко, ногоон хотын үзэл баримтлалын дагуу хөгжүүлэх хандлагатай байна (Bibri and Krogstie, 2019; Bibri and Krogstie, 2020). Эко хот нь “хүрээлэн буй орчинтойгоо дасан зохицох” үзлээс үүдэлтэй бөгөөд туйлын зорилго нь нүүрстөрөгчийн хаягдлыг бууруулах, энергийг сэргээгдэх эрчим хүчээр хангах, эрчим

хүчний хэрэглээг бууруулах, байгалийн тогтцыг хотын орчинд идэвхтэй бий болгож, эрүүл аюулгүй байдлыг цогцлоох, эдийн засгийн хөгжлийг дэмжих, ядуурлыг бууруулах, дээд зэргийн үр ашигтай байдлыг бий болгох юм (Bibri, 2018; Joss, 2011; Zhou *et al.*, 2012). Тус үзэл баримтлалын чухал хүчин зүйл болох эрчим хүчний зүй зохистой хэрэглээний талаарх асуудал нь хотжилт, барилга байгууламжийн нягтшилтай хэрхэн хамааралтай байгааг судлах хэрэгцээ шаардлага байсаар байгаа ба манай улсын хувьд барилгын сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал тусах хугацаа, эрчим хүчний хэрэглээний харилцан хамаарлын талаарх шинжлэх ухааны үндэслэлтэй судалгаа дутмаг байна.

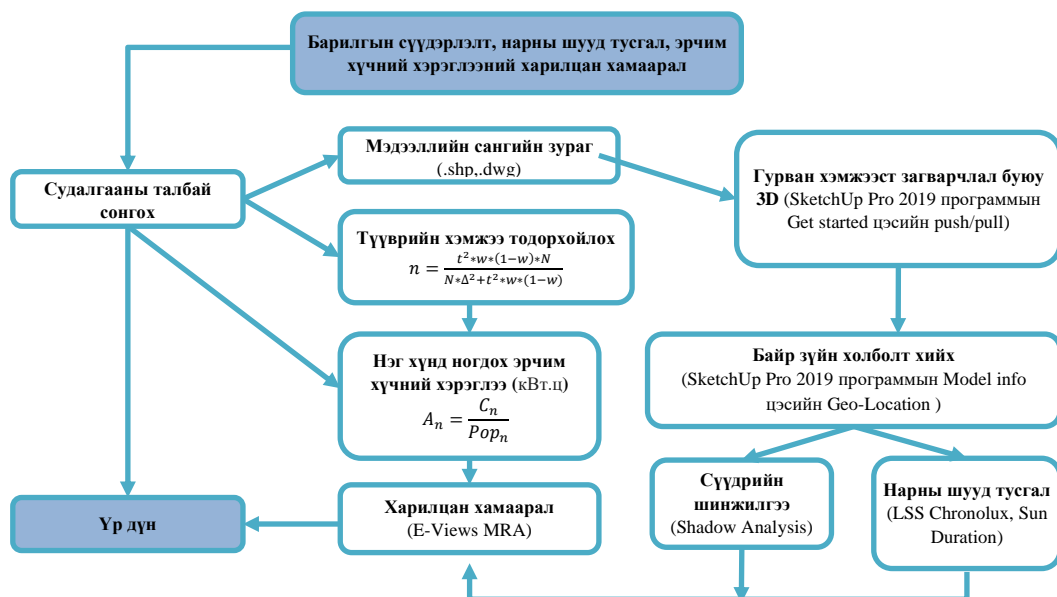
Судалгааны зорилго, зорилт

Судалгааны талбайд барилгын сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал, эрчим хүчний хэрэглээнд хэрхэн нөлөөлж буйг тодорхойлохыг зорилоо. Уг зорилгыг хэрэгжүүлэхийн тулд дараах зорилтуудыг дэвшүүлж байна.

- Судалгааны талбайд Кадастрын мэдээллийн сангийн зураг ашиглан тодруулга зураглал үйлдэх;
- Орон сууцны барилгын гурван хэмжээст зураглал үйлдэж, байршилтай нь байрзүйн холболт хийх;
- Орон сууцны барилгын давхар бүрийн нүүрэн талд нар тусах хугацааг тодорхойлох;
- Орон сууцны барилгын сүүдэрлэх хугацааг тодорхойлох;
- Нэг хүнд ногдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээг тооцох;
- ‘MRA’ (multiple regression analysis) загвараар сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал, эрчим хүчний хэрэглээ, харилцан хамааралд шинжилгээ хийх.

Судалгааны арга зүй, мэдээ материал

Бид судалгаагаа суурь судалгаа, материал боловсруулалт, шинжилгээ, үр дүн гэсэн 3 үе шаттайгаар хийж, суурь судалгааны үе шатанд судалгааны талбайн Кадастрын мэдээллийн сангийн зураг ашиглан тодруулга зураглал үйлдэж, төлөөлөх чадвар бүхий айл өрх бүрийн эрчим хүчний хэрэглээний судалгааг гүйцэтгэсэн. Материал боловсруулалтын үе шатанд ‘SketchUp Pro 2019’ программ хангамжийн ‘Get started’ цэсийн ‘push/pull’ функц ашиглан ашиглан гурван хэмжээст зураг үйлдэж, ‘Geo-Location’ тохируулгыг ашиглан байр зүйн холболт хийж, нарны нийлмэл цацраг (нарны шууд тусгал), сүүдэрлэлтийн шинжилгээ гүйцэтгэх боломжийг бүрдүүлсэн. Үр дүн хэсэгт ‘SketchUp Pro 2019’ программ хангамжийн ‘LSS Chronolux’ функцийг ашиглан орон сууцны давхар бүрийн нүүрэн талд нарны шууд тусгал тусах хугацааг тодорхойлж, ‘Shadow analysis’ функцийг ашиглан сүүдэрлэх хугацааг тодорхойлж, өрх бүрээр нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээг тооцоолж, ‘E-views’ программ хангамжийг ашиглан олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээнд тулгуурласан ‘MRA’ загвараар сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал, эрчим хүчний хэрэглээний харилцан хамаарлыг тодорхойлсон (Зураг 1).



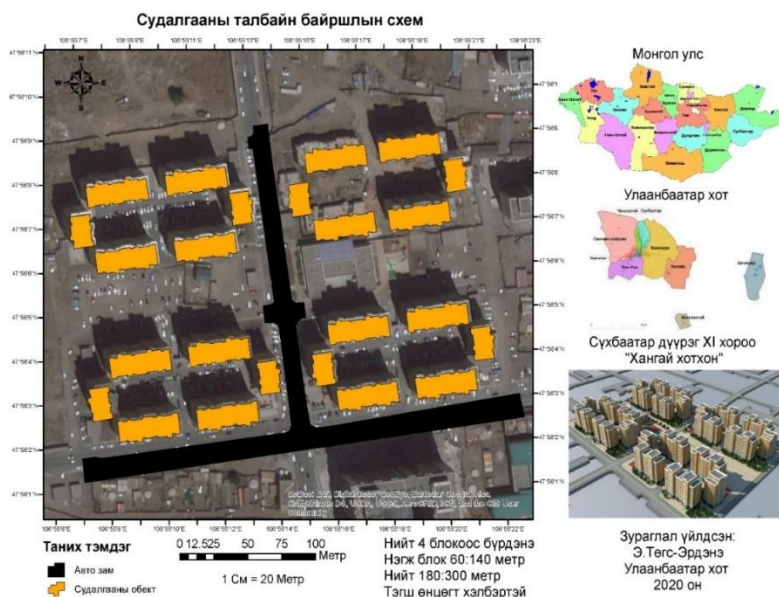
Зураг 1. Арга зүйн схем

Хүснэгт 2. Ашигласан мэдээ материал

Мэдээ материал	Эх сурвалж	Төрөл
Мэдээллийн сангийн зураг	Газар зохион байгуулалт, Геодези, Зураг зүйн газар	.shp, dwg
Хүн амын тоо	СБД-ийн 11 дүгээр хороо	Excel, sheet
Эрчим хүчний хэрэглээ	Улаанбаатар Цахилгаан түгээх сүлжээ ТӨХК	Excel, sheet

Судалгааны талбай

Улаанбаатар хотын Сүхбаатар дүүргийн 11 дүгээр хороо буюу 7 дугаар хорооллын нутаг дэвсгэрт орших 0.54 га талбай бүхий Хангай хотхоныг сонгож авсан (Зураг 2). Тус хотхон 2014 онд ашиглалтад орсон, урт нь 300 метр, өргөн нь 180 метр тэгш өнцөгт хэлбэртэй, 4 нэгж блокоос бүрдсэн төлөвлөлттэй бөгөөд 2800 өрх амьдарч байна. Тухайн орон сууцны хорооллын айл өрхийг төлөөлөх чадвар бүхий 350 өрхийг санамсаргүй түүврийн аргаар сонгож авч судаллаа.



Зураг 2. Судалгааны талбайн байршлын схем

Түүврийн хэмжээг тодорхойлох: Орон сууцны хорооллын айл өрхийг төлөөлөх чадвар бүхий түүврийн хэмжээг дараах байдлаар тооцсон. Үүнд:

$$n = \frac{t^2 * w * (1-w) * N}{N * \Delta^2 + t^2 * w * (1-w)} \quad (I)$$

t - Баталгааны коэффициент буюу Стьюдентийн тархалтын чухал утга юм. Итгэх магадлал нь 95.4 хувь байхад t=2 байдаг.

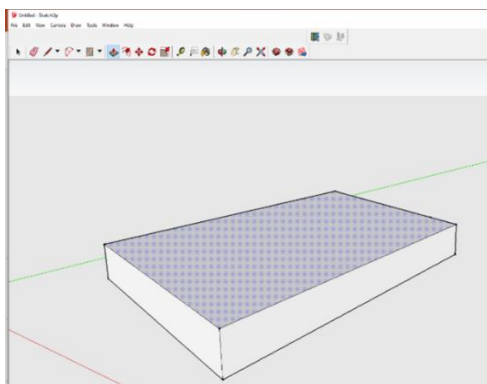
W - Харьцангуй хэмжигдэхүүний дунджаасаа хазайх хазайлтын квадрат буюу дисперс;

n - Түүврийн хэмжээ;

N - Эх олонлогийн тоо;

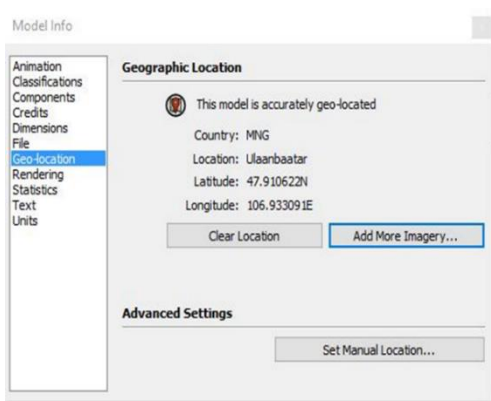
Δ - алдааны хязгаар, бидний судалгаагаар 5 хувь буюу 0.05 байна.

Гурван хэмжээст зураг үйлдэх: Судалгааны талбайн гурван хэмжээст зураглалыг 'SketchUp Pro 2019' программын 'Get started' цэсийн 'push/pull' функц ашиглан барилга бүрийг бодит өндрийн хэмжээгээр үйлдэнэ (Зураг 3). Ингэж 3 хэмжээс зураглалын гүйцэтгэснээр тухайн орон сууцны хорооллын бодит дүрслэл бий болж түүнийг ашиглан сүүдрийн болон нарны шууд тусгал тусгах хугацааг тооцоолох боломж бүрдэх юм.



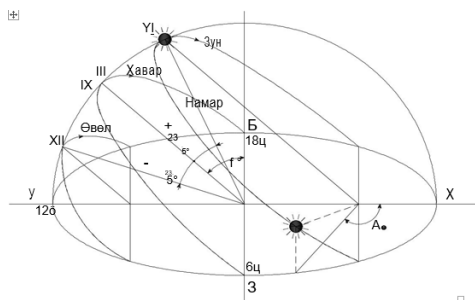
Зураг 3. 3-н хэмжээст зураглал хийх ерөнхий схем

‘Geo-Location’ тохируулгыг ашиглан байр зүйн холболт хийх: ‘SketchUp Pro 2019’ программын ‘Model info’ цэсийн ‘Geo-Location’ тохируулгыг ашиглан байр зүйн холболт хийж, нарны бүсийн UTC+08:00 тохиргоог ашиглав. Уг тохиргоог хийснээр 3 хэмжээс зураглалд бүхий орон сууцны хороолол дээгүүр тэнгэрийн мандлаар нарны явж өнгөрөх замыг зааж өгөн сүүдрийн болон нарны шууд тусгах тусгах хугацааг тооцоолов.

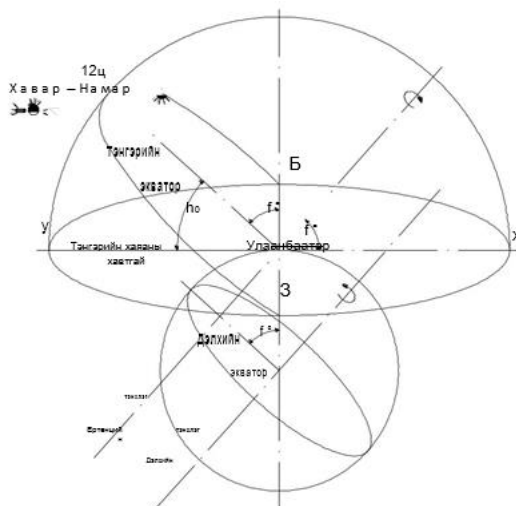


Зураг 4. Байрзүйн холболт хийх схем

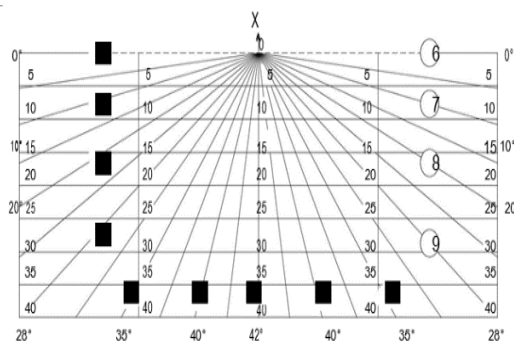
‘LSS Chronolux’ (нарны шууд тусгал тооцох): ‘SketchUp Pro 2019’ программын ‘LSS Chronolux’ функцийг ашиглан “Орон сууц, олон нийтийн барилга, сууцны хорооллын нутаг дэвсгэрт нарын гэрлийн шууд тусгалын үргэлжлэх хугацааг тодорхойлох аргачилсан заавар”-н дагуу нарны шууд тусгалыг тооцоолохын тулд тухайн өргөрөгт тэнгэрийн мандлаар нарны явж өнгөрөх замыг дүрсэлж, түүний координатууд буюу тэнгэрийн хаяанаас дээш өгөгдсөн өндөр h , болон хэвтээ өнцөг азимут A -г тодорхойлох хэрэгтэй. Үд дунд нарны өнцөг хавар намар 0° -тай тэнцүү байх ба зун өвөлд харгалзан $+23.5$ ба -23.5° -тай байдаг байна (БНБД 23-04-07). Тухайн өргөрөгт тэнгэрийн мандлаар нарны явж өнгөрөх замыг дараах схемийн дагуу дүрслэв (Зураг 5, 6 болон 7).



Зураг 5. Зуны нар буцах, хавар намрын өдөр шөнө тэнцэх, өвлийн нар эргэх өдрүүдийн нарны траектор
Эх сурвалж: БНБД 23-04-07



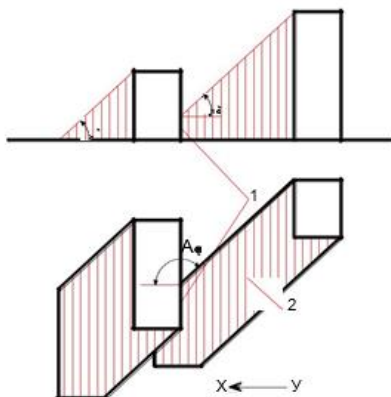
Зураг 6. Хойд өргөргийн 48°-т орших цэг дээр нарны хөдөлгөөнийг харуулсан схем
Эх сурвалж: БНБД 23-04-07



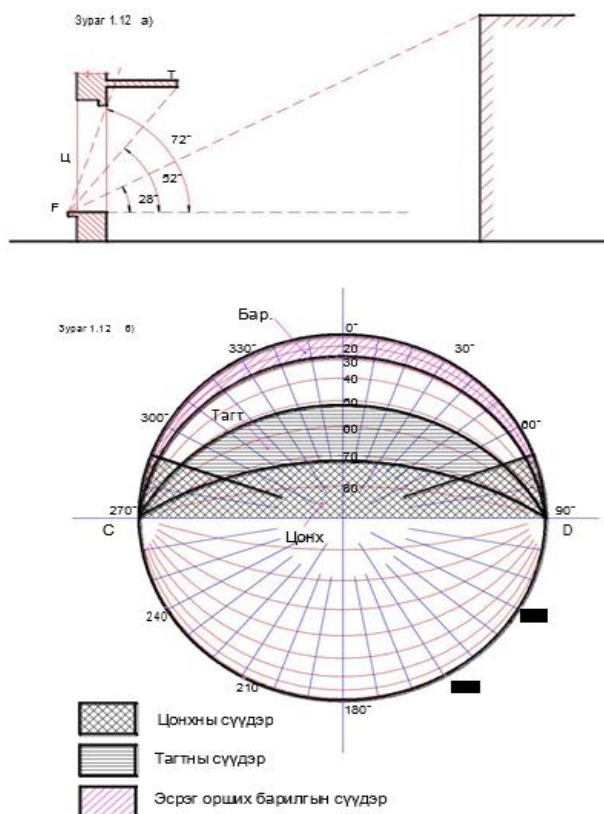
Зураг 7. Нарны тусгалын үргэлжлэх хугацааг тодорхойлох ба сүүдэр байгуулахад зориулагдсан нарны график

Эх сурвалж: БНБД 23-04-07

‘Shadow analysis’ (сүүдэрлэлт тооцох): ‘SketchUp Pro 2019’ программын ‘Shadow analysis’ функцийг ашиглан орон сууцны хороололд сүүдэрлэгдэх хугацаа (минут)-г тооцоолов (Raju *et al.*, 2019; Lee and Kim, 2010). Уг шинжилгээний тусламжтай 350 өрх бүрд тусах сүүдэрлэлтийг 2 цаг тутамд минутаар тооцоолох боломжтой. Зэргэлдээ барилгаар сүүдэрлэгдэх нөхцөлийг тодорхойлохын тулд нарны цацрагийн чиглэлийг тооцож, унасан сүүдрийн байгуулалтыг гүйцэтгэх дүрмийн тусламжтайгаар сүүдрийн байрлалыг зөв тодорхойлох хэрэгтэй (Зураг 8 болон 9).



Зураг 8. Барилгын нүүр тал эсрэг орших барилгаар сүүдэрлэгдэх жишээ.
Эх сурвалж: БНБД 23-04-07



Зураг 9. Сүүдэрлэлт байгуулах арга
Эх сурвалж: БНБД 23-04-07

‘MRA’ – Олон хувьсагчтай регрессийн шинжилгээ:

$$Y = c + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_n \cdot x_n \tag{II}$$

Y = хамаарах хувьсагч;

c = тогтмол тоо;

β_n = n үл хамраах хувьсагчийн коэффициент;

x_n = n үл хамаарах хувьсагч.

‘MRA’ нь олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн, хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг арга бөгөөд үүнд хамааран хувьсагч нь өөр олон хүчин зүйл буюу үл хамаарах хувьсагчаас хамааралтай үед хэрэглэгддэг статистикийн арга юм (Kauko and d'Amato, 2008). Энэ арга нь хувьсагчид хоорондоо шугаман хамааралтай гэж үздэг бөгөөд хамаарах хувьсагч нь үл хамаарах хувьсагчийн функцээр илэрхийлэгддэг. Их хэмжээний тоон мэдээлэл, өгөгдөл ашиглах тусам ‘MRA’ үр дүн нь илүү нарийвчлалтай гардаг (Kauko and d'Amato, 2008). Уг загварын үл хамаарах хувьсагчдын параметрийн утгаас хамаарч хамааран хувьсагчийн өөрчлөлтийг тайлбарладаг.

Эрчим хүчний хэрэглээ: Нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээг дараах томъёогоор тооцоолно. Үүнд:

$$A_n = \frac{C_n}{Pop_n} \tag{III}$$

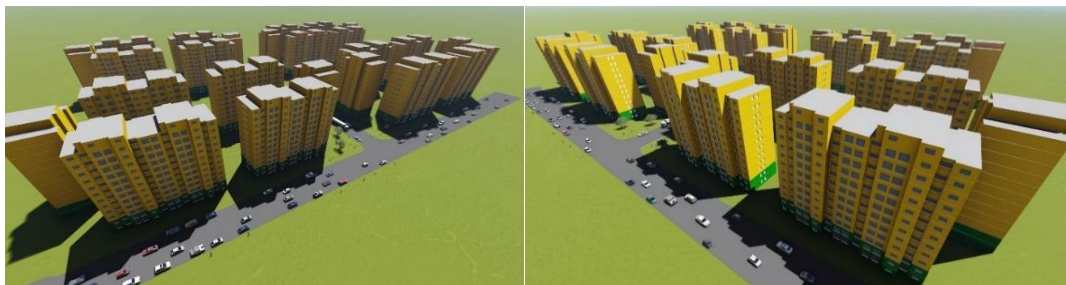
A_n – n-р айлын нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ (кВт.ц);

C_n – n-р айлын жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ (кВт.ц);

Pop_n – n –р айлын нийт хүн амын тоо.

Судалгааны үр дүн
3-н хэмжээст зураглал

Судалгааны талбайн 3-н хэмжээст зураглалыг ‘SketchUp Pro 2019’ программын ‘Get started’ цэсийн ‘push/pull’ функц ашиглан барилга бүрийг бодит өндрийн хэмжээгээр гүйцэтгэсэн (Зураг 10).



Зураг 10. Судалгааны талбайн гурван хэмжээст харагдах байдал

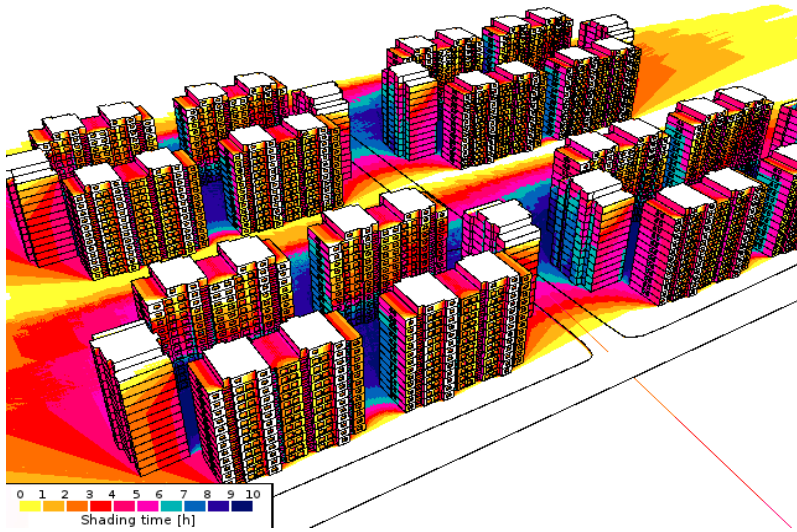
Түүврийн хэмжээ: Судалгааны талбайд 95.4 хувийн итгэлтэйгээр, +/-5 хувийн хазайлттайгаар эх олонлогоо төлөөлөх түүврийн хэмжээ нь 350 өрх айл байхаар байна.

$$n = \frac{2^2 \cdot 0,25 \cdot 2800}{2800 \cdot 0,05^2 + 2^2 \cdot 0,25} = 350$$

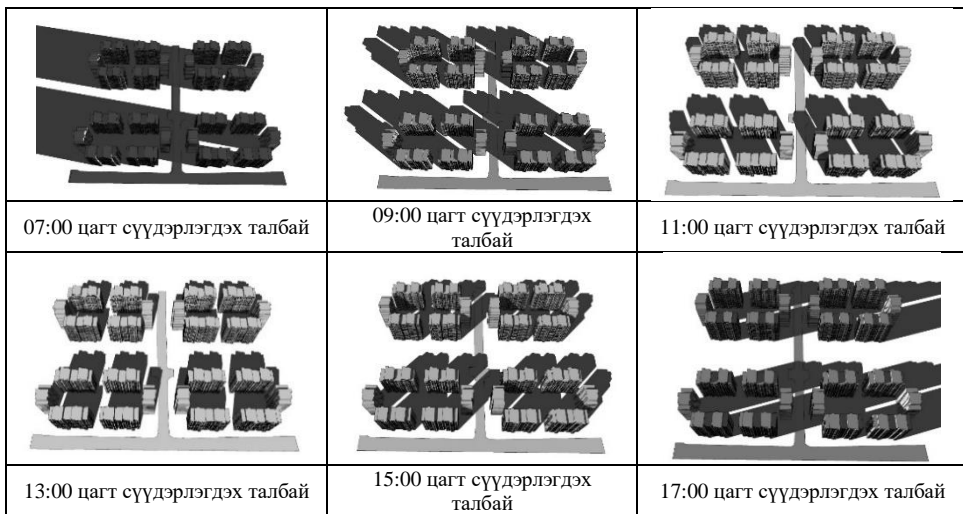
Сүүдрийн дүн шинжилгээ (Shadow analysis): Улаанбаатар хот орших хойд өргөргийн $f=48^\circ$ -ын (Улаанбаатар хот нь $X\Theta47^\circ56'$ дээр оршино) нутаг дэвсгэр дээгүүр тэнгэрийн мандлаар нарны явж өнгөрөх үед өдөр, шөнө тэнцэх өдөр буюу 3 дугаар сарын 22 болон 9 дүгээр сарын 22-ны өдрийн нарны траекторт барилга, байгууламжийн сүүдрийн уналтыг хагас жилээр тооцоолсон. Уг тооцоололд нар мандахаас, нар шингэх хүртэл бүх минутын зураглалыг гаргасан. 09:00 цагт нар тэнгэрийн мандалд уртрагийн $131^\circ1'$, өргөргийн $20^\circ1'$, 12:00 цагт уртрагийн $180^\circ1'$, өргөргийн $40^\circ52'$, 15:00 цагт уртрагийн $141^\circ39'$, өргөргийн $35^\circ55'$ -д тус тус байрлалтай байна (Зураг 11). Бүтэн жилийн тэнгэрийн мандлаар нарны явж өнгөрөх замыг 6 дугаар сарын 22 болон 12 дугаар сарын 22-ны өдрөөр тооцож барилга, байгууламжийн сүүдрийн уналтыг тооцоолсон болно.

07:00 цагт сүүдэрлэгдэх талбай	09:00 цагт сүүдэрлэгдэх талбай	11:00 цагт сүүдэрлэгдэх талбай
13:00 цагт сүүдэрлэгдэх талбай	15:00 цагт сүүдэрлэгдэх талбай	17:00 цагт сүүдэрлэгдэх талбай

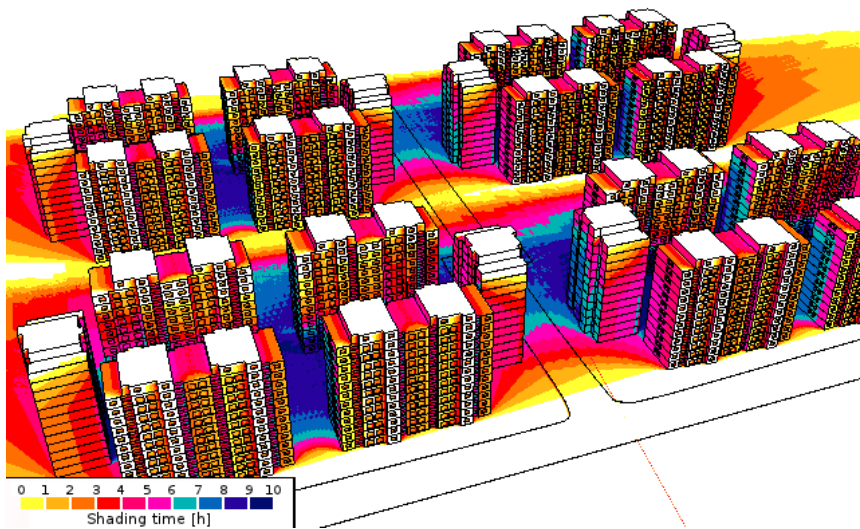
Зураг 11. 3 дугаар сарын 22-ны өдрийн 2 цаг тутмын сүүдэрлэгдэх талбай



Зураг 12. 3 дугаар сарын 22 буюу хагас жилийн сүүдэрлэгдэх талбай

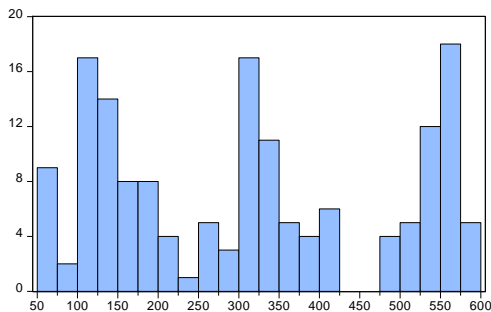


Зураг 13. 9 дүгээр сарын 22-ны өдрийн 2 цаг тутмын сүүдэрлэгдэх талбай



Зураг 14. 9 дүгээр сарын 22 буюу хагас жилийн сүүдэрлэгдэх талбай, хугацаа (цаг)

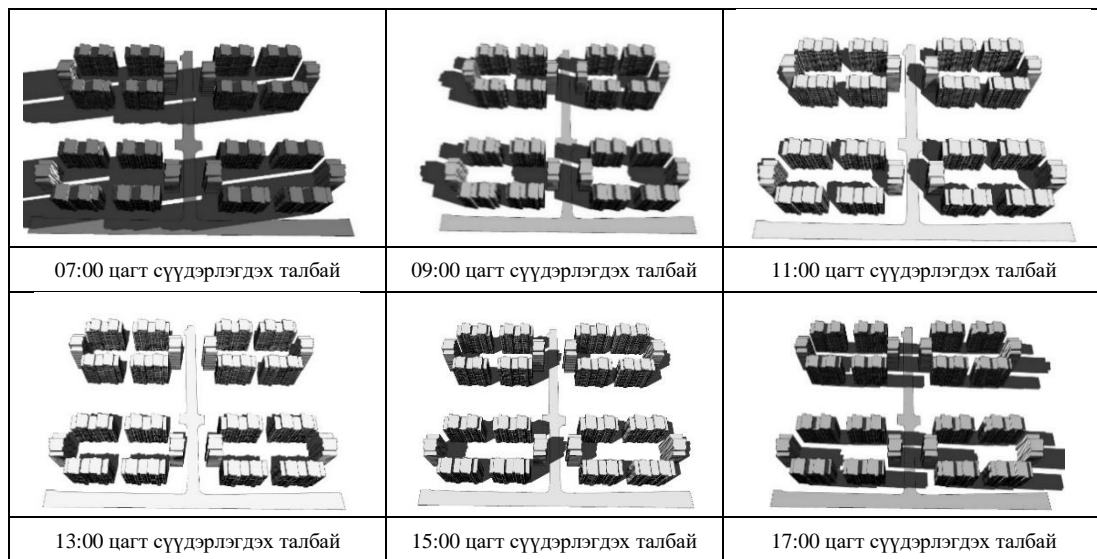
Тухайн талбайд сүүдэр тусах хугацааг 07:00-17:00 цаг хүртэл 10 цагийн хугацаанд тооцоолсон (Зураг 12). 3 болон 9 дүгээр сар Зураг 8-д ын 22-ны өдрийн сүүдэрлэлтийн хугацааг харахад өглөөний 7 цаг болон 17 цагийн үед хамгийн их байна. Өдрийн 11-13 цагийн хооронд сүүдэрлэлт хамгийн бага байдаг байна (Зураг 14). Судалгааны талбайд 0-1 цагийн хугацаанд сүүдэрлэгдэх талбай нь хорооллын зах хэсгээр 8-10 цагийн туршид сүүдэрлэгдэх талбай нь төв хэсгээр ялангуяа 1-2 давхрын байршилд хамгийн их байна. Зарим байршилд бүхэл өдрийн турш сүүдэртэй байдаг байна (Зураг 14).



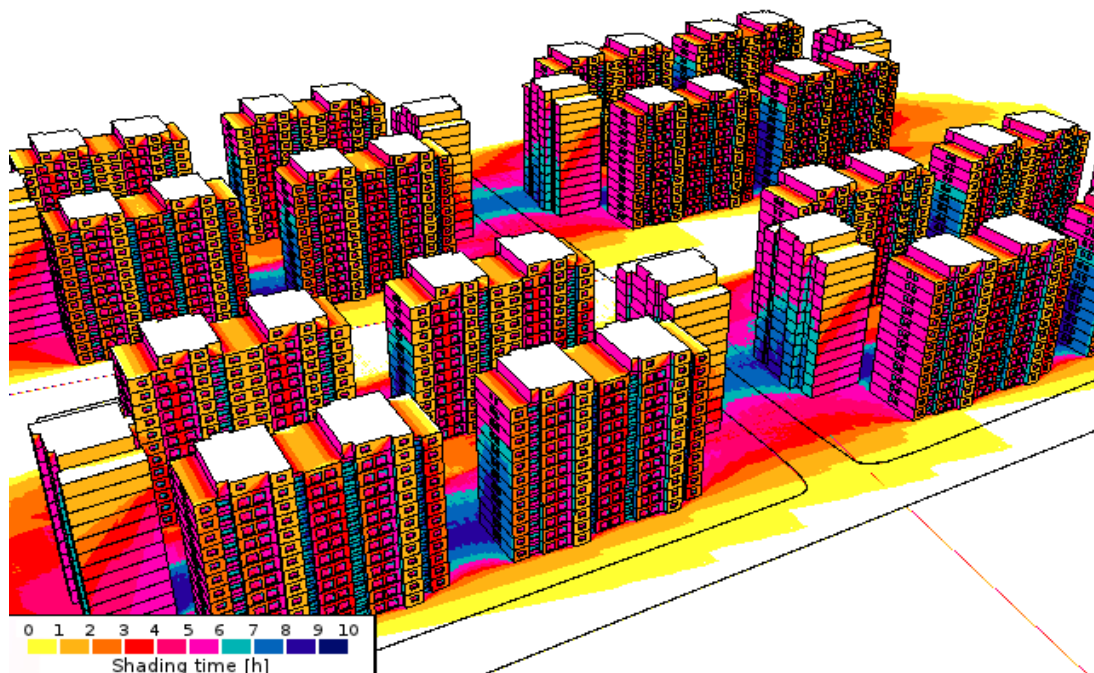
Сүүдэрлэх хугацаа/мин/	
Ажиглалтын тоо	350
Дундаж	314.6519
Медиан	324.0000
Хамгийн их	586.0000
Хамгийн бага	52.00000
Стандарт хазайлт	174.0945
Скевнес	0.183520
Куртосис	1.651193
Итгэх магадлал	0.001609

Зураг 15. Сүүдэрлэх хугацаа (минут)

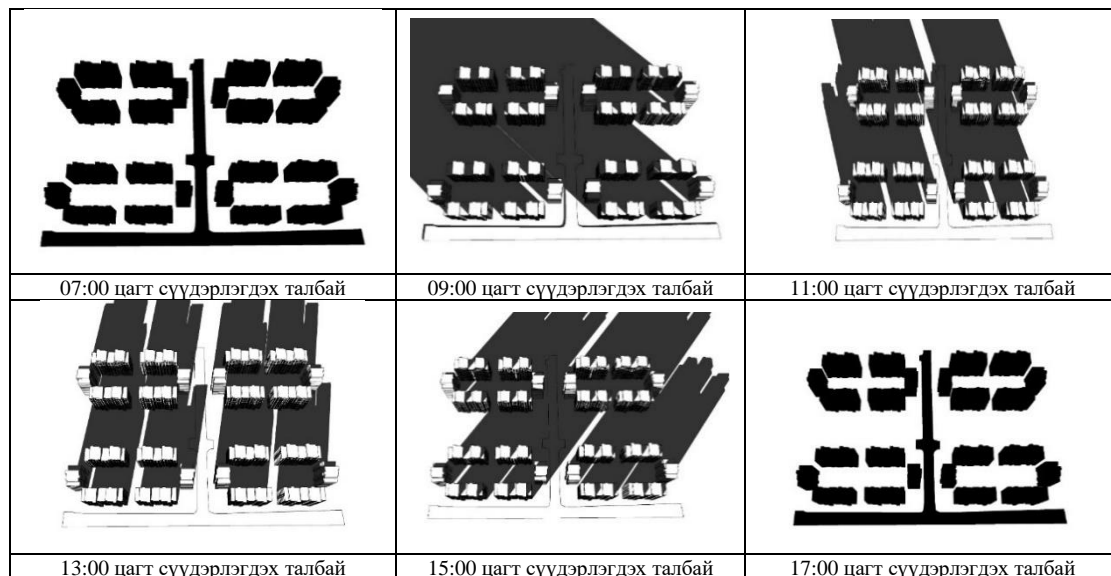
Сүүдэрлэгдэх хугацааг 350 байршилд тооцоолоход хамгийн их нь 586 минут, хамгийн бага нь 52 минут, дунджаар 314.6 минут байна (Зураг 15). Судалгааны талбайд өдрийн ихэнх хугацаанд сүүдэрлэлттэй байдаг нь харагдаж байна.



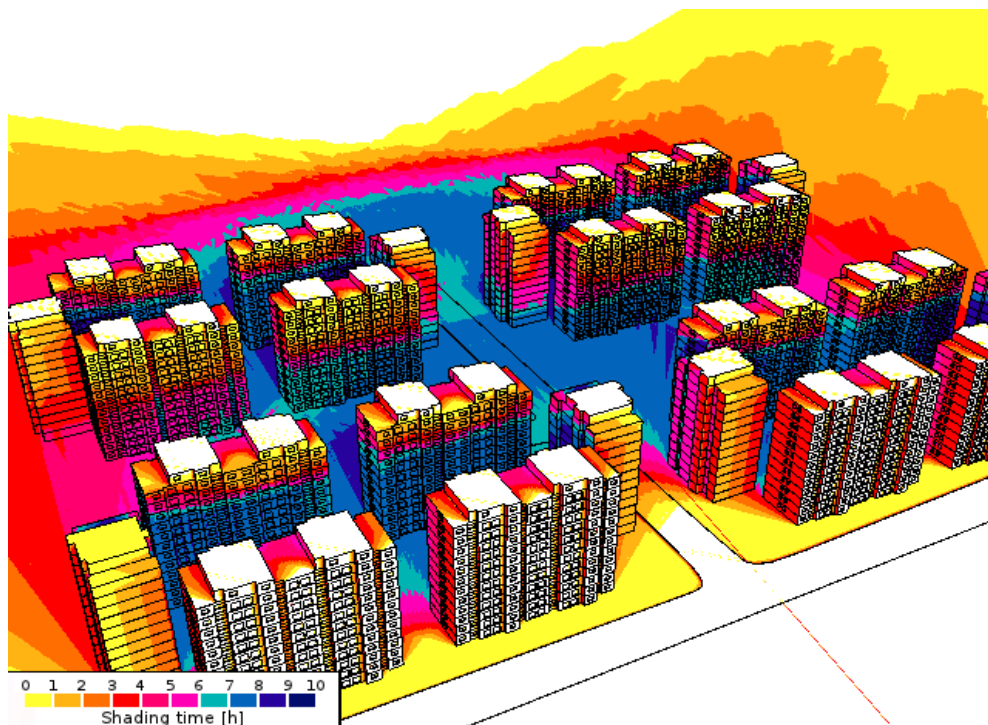
Зураг 16. 6 дугаар сарын 22-ны өдрийн 2 цаг тутмын сүүдэрлэгдэх талбай



Зураг 17. 6 дугаар сарын 22 буюу бүтэн жилийн сүүдэрлэгдэх талбай, хугацаа (цаг)

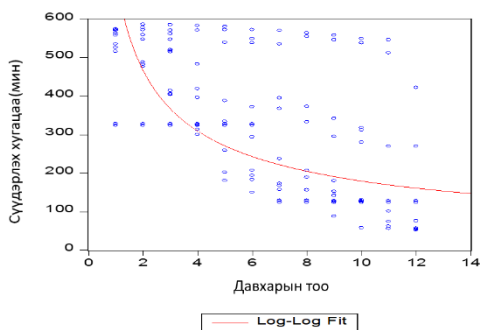


Зураг 18. 12 дугаар сарын 22-ны өдрийн 2 цаг тутмын сүүдэрлэгдэх талбай



Зураг 19. 12 дугаар сарын 22 буюу бүтэн жилийн сүүдэрлэгдэх талбай, хугацаа (цаг)

6 болон 12 дугаар саруудын 22-ны өдрийн сүүдэрлэлтийн хугацааг харахад өглөөний 7 цаг болон 17 цагийн үед хамгийн их байна. Өдрийн 11-13 цагийн хооронд сүүдэрлэлт хамгийн бага байдаг байна (Зураг 17 болон 19). Судалгааны талбайд 0-1 цагийн хугацаанд сүүдэрлэгдэх талбай нь хорооллын зах хэсгээр 8-10 цагийн туршид сүүдэрлэгдэх талбай нь төв хэсгээр ялангуяа 1-2 давхрын байршилд байна. Зарим байршилд бүхэл өдрийн турш сүүдэртэй байдаг байна (Зураг 19).

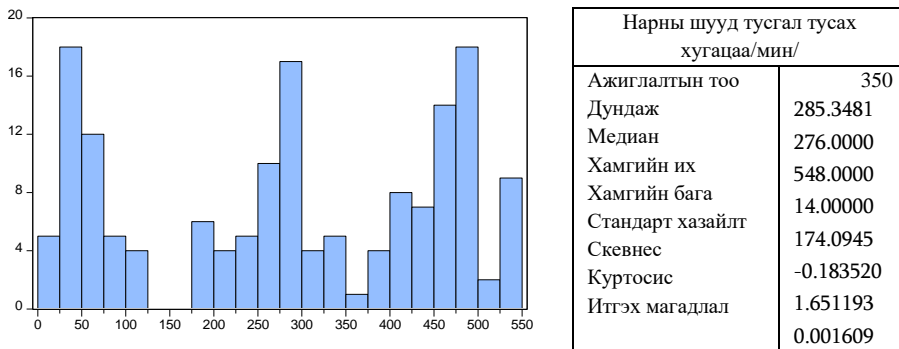


	Барилгын давхаржилт (давхрын тоо)	Сүүдэрлэх хугацаа (минут)
Барилгын давхаржилт (давхрын тоо)	1	-0.638952
Сүүдэрлэх хугацаа (минут)	-0.638952	1

Зураг 20. Барилгын давхар, сүүдэрлэх хугацааны харилцан хамаарал

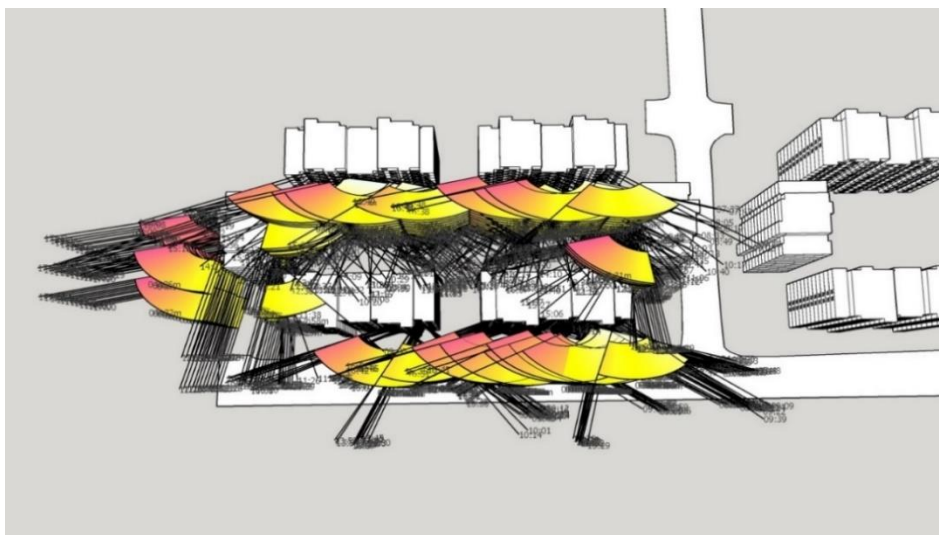
Барилгын давхаржилт, барилгын сүүдэрлэх хугацаа хоорондын корреляци хамаарал нь сөрөг, хамаарлын хүч нь дунд зэрэг байна ($R=-0.63$). Барилгын давхаржилт нэмэгдэх тусам сүүдэрлэх хугацаа буурдаг, давхаржилт багасах тусам сүүдэрлэх хугацаа нэмэгддэг байна (Зураг 20).

Орон сууцны өрөөнд нарны шууд тусгал тусах хугацаа (LSS Chronolux): Тухайн хэмжилт судалгааг хийхдээ тус судалгааны талбай дах 350 айл өрхийг сонгон өрх бүрийн цонхоор нарны шууд тусгал тусах хугацааг нийт 350 цэгт тодорхойлсон (Зураг 21).

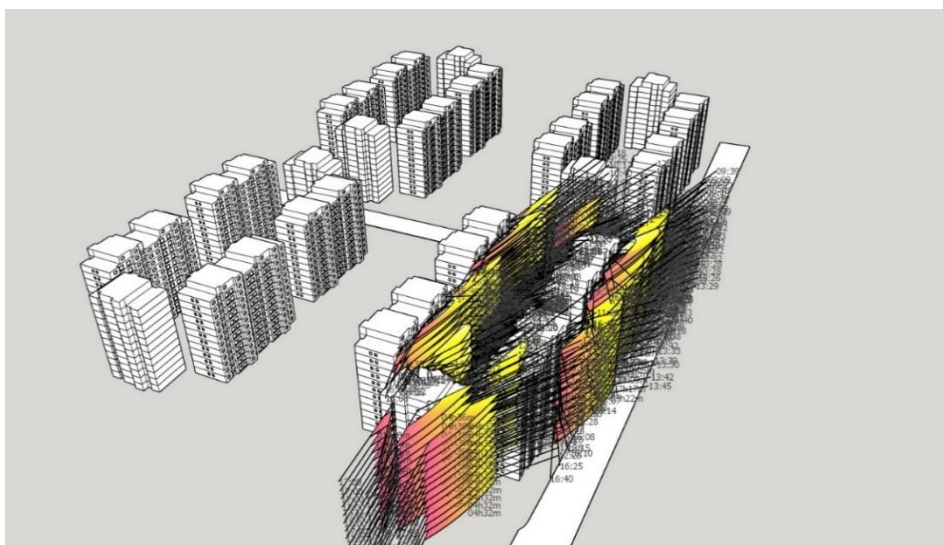


Зураг 21. Нарны шууд тусгал тусах хугацаа (минут)

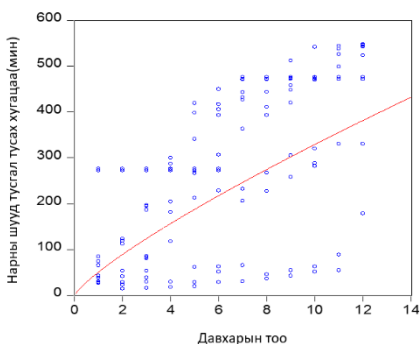
Нарны шууд тусгал тусах хугацаа нь судалгааны талбайд хамгийн их нь 548 минут, хамгийн бага нь 14 минут, дунджаар 285.3 минут байна (Зураг 21).



Зураг 22. Айл өрх бүрийн аль нэг цонхоор нарны шууд тусгал тусах хугацааг тооцоолсон байдал



Зураг 23. Айл өрх бүрийн аль нэг цонхоор нарны шууд тусгал тусах хугацааг тооцоолсон байдал

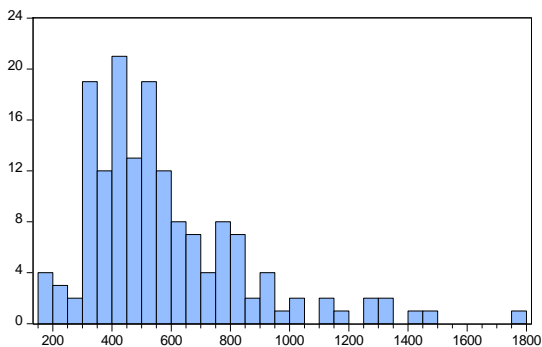


	Барилгын давхаржилт (давхрын тоо)	Нарны шууд тусгал тусах хугацаа (минут)
Барилгын давхаржилт (давхрын тоо)	1	0.63895
Нарны шууд тусгал тусах хугацаа (минут)	0.63895	1

Зураг 24. Барилгын давхар, нарны шууд тусгал тусах хугацааны харилцан хамаарал

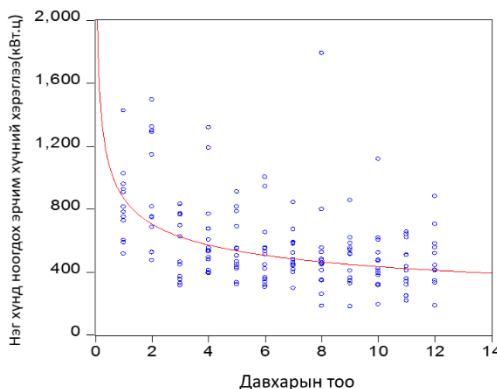
Барилгын давхаржилт, нарны шууд тусгал тусах хугацаа хоорондын корреляци хамаарал нь эерэг, хамаарлын хүч нь дунд зэрэг байна ($R=0.63$). Барилгын давхаржилт нэмэгдэх тусам нарны шууд тусгал тусах хугацаа нэмэгдэж, давхаржилт багасах тусам нарны шууд тусгал тусах хугацаа буурдаг байна (Зураг 24).

Эрчим хүчний хэрэглээ:



Нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ	
Ажиглалтын тоо	350
Дундаж	575.5839
Медиан	514.0850
Хамгийн их	1790.000
Хамгийн бага	181.0000
Стандарт хазайлт	273.2968
Скевнес	1.585885
Куртосис	6.134185
Итгэх магадлал	0.000000

Зураг 25. Нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ (кВт.ц) Нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ нь хамгийн ихдээ 1790 кВт.ц, хамгийн багадаа 181 кВт.ц, дунджаар 575.5 кВт.ц байна (Зураг 25).



Зураг 26. Нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ, давхаржилтын харилцан хамаарал

Нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ, давхаржилтын харилцан хамаарал нь сул, сөрөг байна. Барилгын давхаржилт нэмэгдэх тусам нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ буурах хандлагатай байна (Зураг 26).

Барилгын сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал тусах хугацаа, эрчим хүчний хэрэглээний харилцан хамаарал: Барилгын сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал тусах хугацаа, эрчим хүчний хэрэглээний харилцан хамаарлыг тодорхойлохдоо эхлээд корреляци хамаарлыг тооцож (Хүснэгт 3), дараа нь олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээнд тулгуурлан ‘MRA’ загварчлал (Хүснэгт 4)-аар нөлөөллийг тооцоолов.

Хүснэгт 3. Барилгын сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал тусах хугацаа, эрчим хүчний хэрэглээний харилцан хамаарал

	Барилгын давхаржилт (давхрын тоо)	Нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ (кВт.ц)	Сүүдэрлэх хугацаа (минут)	Нарны шууд тусгал тусах хугацаа (минут)
Барилгын давхаржилт (давхрын тоо)	1	-0.43770	-0.63895	0.63895
Нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ (кВт.ц)	-0.43770	1	0.615549	-0.615549
Сүүдэрлэх хугацаа (минут)	-0.63895	0.61554	1	-0.91435
Нарны шууд тусгал тусах хугацаа (минут)	0.63895	-0.61554	-0.91435	1

Дээрх үр дүн (Хүснэгт 3)-г харахад барилгын давхаржилт, нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ хоорондоо дунд зэрэг сөрөг хамааралтай (-0.43), барилгын давхаржилт, сүүдэрлэх хугацаа нь дунд зэрэг сөрөг хамааралтай (-0.63), барилгын давхаржилт, нарны шууд тусгал тусах хугацаа нь дунд зэрэг эерэг хамааралтай (0.63), нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ, сүүдэрлэх хугацаа нь дунд зэрэг эерэг хамааралтай (0.61), нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ, нарны шууд тусгал тусах хугацаа нь дунд зэрэг сөрөг хамааралтай (-0.61), сүүдэрлэх хугацаа, нарны шууд тусгал тусах хугацаа нь хүчтэй сөрөг хамааралтай (-0.91) байна. Нарны шууд тусгал тусах хугацаа нэмэгдэх тусам сүүдэрлэх хугацаа буурдаг байна (Хүснэгт 3).

Судалгааны таамаглалын дагуу сүүдэрлэлт ихтэй байх нь эрчим хүчний хэрэглээг нэмэгдүүлж байна гэж үзсэн. Энэхүү таамаглалыг батлахын тулд нийт өгөгдлөөс сүүдэрлэлт багатай байх орон сууцны хорооллын нүүрний хэсгийн айл өрхийн эрчим хүчний жилийн дундаж хэрэглээ, сүүдэрлэх хугацаатай корреляци хамаарал багатай байх ёстой.

Хүснэгт 4. Нүүрэн хэсгийн барилгын сүүдэрлэлт, эрчим хүчний хэрэглээний харилцан хамаарал

	Нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ (кВт.ц)	Сүүдэрлэх хугацаа (минут)
Нэг хүнд ноогдох жилийн дундаж эрчим хүчний хэрэглээ (кВт.ц)	1	0.057843
Сүүдэрлэх хугацаа (минут)	0.057843	1

Нүүрэн хэсгийн барилгын сүүдэрлэлт, эрчим хүчний хэрэглээ нь хоорондоо хамааралгүй (0.05) нь харагдаж байна (Хүснэгт 4). Энэ нь нүүрэн хэсэгт сүүдэрлэлт бага байдаг, эрчим хүчний хэрэглээнд нөлөө үзүүлдэггүй гэж үзэж болохоор байна. Харин бусад сүүдэрлэлт ихтэй хэсгүүдэд энэ үзүүлэлт нь эрчим хүчний хэрэглээнд нөлөөлдөг байна.

Хүснэгт 5. Олон хүчин зүйлийн шугаман регрессийн шинжилгээнд тулгуурласан ‘MRA’ загварын үр дүн

Хамааран хувьсагч: Нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ (кВт.ц)				
Арга: Хамгийн бага квадратын арга				
Хугацаа: 11/01/20 цаг: 15:17				
Ажиглалтын утга: 350				
Хувьсагч	Параметрийн утга	Стандарт алдаа	T-статистик	Итгэх магадлал
C	-8711.994	7924.258	-1.099408	0.0733
Сүүдэрлэх хугацаа(мин)	1.59708	1.30859	1.209129	0.0285
Нарны шууд тусгал тусах хугацаа (мин)	-1.40687	1.19962	-1.141608	0.0354
Давхарын тоо	-0.63106	0.65640	-0.959604	0.0318

Дитерминацийн коэффициент	0.587908	Хамааран хувьсагчийн дундаж	575.5839
Засварлагдсан дитерминацийн коэффициент	0.575984	Хамааран хувьсагчийн стандарт хазайлт	273.2968
Регрессийн стандарт алдаа	215.8899	'Akaike'-ын критери	13.61240
Квадрат үлдэгдлийн нийлбэр 'SSR'	7177698.	'Schwarz'-ын шалгуур	13.68994
F-статистик	32.53210	'Durbin-Watson'-ны статистик	2.097157
Итгэх магадлал (F-статистик)	0.000000		

Олон хүчин зүйлийн шугаман регресс нь хувьсагчдын хамаарлыг шугаман гэж таамагладаг учир үнэлэгдсэн коэффициентыг тайлбарлахад тохиромжтой байдгаараа давуу талтай. Параметруудийг үнэлэхдээ хамгийн бага квадратын 'OLS' арга хэрэглэсэн. Өөрөөр хэлбэл бодит утга үнэлэгдсэн утга хоёрын зөрүүний квадратуудын нийлбэрийг хамгийн бага байлгах \hat{a}_i параметруудийг олох оптимизацийн бодлого бодогдоно гэсэн үг юм. Тухайлбал, X_1 хувьсагч (сүүдэрлэх хугацаа) 1 нэгжээр нэмэгдэхэд у хамааран хувьсагч (нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ) $\hat{\beta}_1$ -аар нэмэгдэнэ/буурна гэх байдлаар тайлбарлагдана.

'MRA' загварын үр дүнг харахад орон сууцны хороололд нарны шууд тусгал тусах хугацаа (минут), сүүдэрлэх хугацаа (минут), давхаржилтын өөрчлөлт нь нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтийн 58.7 хувь ($R^2=0.587$)-ийг тайлбарлаж байна. Загварын параметруудийн утгаас хамааруулж тайлбарлавал бусад хувьсагчууд тогтмол үед сүүдэрлэлтийн хугацаа 1 минутаар нэмэгдэхэд нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ 1.5 кВт.ц-аар нэмэгддэг, нарны шууд тусгал тусах хугацаа 1 минутаар нэмэгдэхэд нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ 1.4 кВт.ц-аар буурдаг, барилгын давхар 1-ээр нэмэгдэхэд нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ 0.6 кВт.ц-аар буурдаг. Нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээнд хамгийн их нөлөөлөгч хувьсагч нь сүүдэрлэх хугацаа 1.5 байна. Сүүдэрлэлтийн хугацаа, нарны шууд тусгал тусах хугацаа, барилгын давхаржилт гэсэн хувьсагчдын $*p > 0.05$ байгаа тул нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтийг тайлбарлахад статистикийн хувьд ач холбогдолтой гэж үзэж болохоор байна (Хүснэгт 5).

Дүгнэлт

Барилгын сүүдэрлэлт, нарны шууд тусгал, эрчим хүчний хэрэглээнд хэрхэн нөлөөлж буйг тодорхойлохын тулд Улаанбаатар хотын Сүхбаатар дүүргийн 11 дүгээр хороо буюу 7 дугаар хорооллын нутаг дэвсгэрт орших 0.54 га талбай бүхий Хангай хотхоны 350 өрхийг сонгож авч судалсан. Тухайн байршилд Кадастрын мэдээллийн сангийн зураг ашиглан тодруулга зураглал үйлдэж, 'SketchUp Pro 2019' программ хангамжийн 'Get started' цэсийн 'push/pull' функц ашиглан ашиглан гурван хэмжээст зураг үйлдэж, 'LSS Chronolux' функцийг ашиглан орон сууцны давхар бүрийн нүүрэн талд нарны шууд тусгал тусах хугацаа, 'Shadow analysis' функцийг ашиглан сүүдэрлэх хугацааг тодорхойлсны үндсэн дээр нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтийг олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээнд тулгуурласан 'MRA' загвараар тодорхойлсон.

Сүүдэрлэгдэх хугацааг 350 байршилд тооцоолоход хамгийн их нь 586 минут, хамгийн бага нь 52 минут, дунджаар 314.6 минут байна.

Нарны шууд тусгал тусах хугацаа нь судалгааны талбайд хамгийн их нь 548 минут, хамгийн бага нь 14 минут, дунджаар 285.3 минут байна.

Нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ нь хамгийн ихдээ 1790 кВт.ц, хамгийн багадаа 181 кВт.ц, дунджаар 575.5 кВт.ц байна.

Барилгын давхаржилт, нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ хоорондоо дунд зэрэг сөрөг хамааралтай (-0.43), барилгын давхаржилт, сүүдэрлэх хугацаа нь дунд зэрэг сөрөг хамааралтай (-0.63), барилгын давхаржилт, нарны шууд тусгал тусах хугацаа нь дунд зэрэг эерэг хамааралтай (0.63), нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ, сүүдэрлэх хугацаа нь дунд зэрэг эерэг хамааралтай (0.61), нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ, нарны шууд тусгал тусах хугацаа нь дунд зэрэг сөрөг хамааралтай (-0.61), сүүдэрлэх хугацаа, нарны шууд тусгал тусах хугацаа нь хүчтэй сөрөг хамааралтай (-0.91) байна. Нарны шууд тусгал тусах хугацаа нэмэгдэх тусам сүүдэрлэх хугацаа буурдаг байна.

'MRA' загварын үр дүнг харахад орон сууцны хороололд нарны шууд тусгал тусах хугацаа (минут), сүүдэрлэх хугацаа (минут), давхаржилтын өөрчлөлт нь нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтийн 58.7 хувь ($R^2=0.587$)-ийг тайлбарлаж байна.

Загварын параметруудийн утгаас хамааруулж тайлбарлавал бусад хувьсагчууд тогтмол үед сүүдэрлэлтийн хугацаа 1 минутаар нэмэгдэхэд нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ 1.5 кВт.ц-

аар нэмэгддэг, нарны шууд тусгал тусах хугацаа 1 минутаар нэмэгдэхэд нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ 1.4 кВт.ц-аар буурдаг, барилгын давхар 1-ээр нэмэгдэхэд нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээ 0.6 кВт.ц-аар буурдаг. Нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээнд хамгийн их нөлөөлөгч хувьсагч нь сүүдэрлэх хугацаа (1.5) байна.

Сүүдэрлэлтийн хугацаа, нарны шууд тусгал тусах хугацаа, барилгын давхаржилт гэсэн хувьсагчдын $*r > 0.05$ байгаа тул нэг хүнд ноогдох эрчим хүчний хэрэглээний өөрчлөлтийг тайлбарлахад статистикийн хувьд ач холбогдолтой гэж үзэж болохоор байна.

Ном зүй

- Барилга, хот байгуулалтын яам (БХБЯ). (2007) Монгол улсын барилгын норм ба дүрэм (Эрүүл ахуйн норм) БНБД 23-04-07, Орон сууц, олон нийтийн барилга, сууцны барилгажилтын бүсийн нарны тусгалын (ээвэрлэлтийн) хангамж, Улаанбаатар: Барилга, хот байгуулалтын яам.
- Гомбо, Ж. (2014) Хотжихуйн онол ба амьдрах орчин. Улаанбаатар: bitpress.
- Цэвэлмаа, Д. (2013) Орон сууц, олон нийтийн барилга барилга, барилгажилтын бүсийн нарны тусгал тооцох арга зүйн асуудал, Улаанбаатар: Барилга, хот байгуулалтын яам.
- Чинбат, Б., Заяа, Ч., Базарханд, Ц., Цахиур, С., Рэгзмаа, Ч., ба Нарангэрэл, Г. (2018) Хот ба бүс нутаг төлөвлөлт. Улаанбаатар: Нийслэлийн Зураг төслийн хүрээлэн.
- Bibri, S.E., and Krogstie, J. (2019) ‘A scholarly backcasting approach to a novel model for smart sustainable cities of the future: strategic problem orientation’, *City, Territory and Architecture*, 6 (3), <http://dx.doi.org/10.1186/s40410-019-0102-3> .
- Bibri, S.E., and Krogstie, J. (2020) ‘Smart Eco-City Strategies and Solutions for Sustainability: The Cases of Royal Seaport, Stockholm, and Western Harbor, Malmö, Sweden’, *Urban Science*, 4 (1), <https://doi.org/10.3390/urbansci4010011> .
- Bibri, S.E. (2018) *Smart Sustainable Cities of the Future: The Untapped Potential of Big Data Analytics and Context Aware Computing for Advancing Sustainability*. Berlin: Springer.
- Joss, S. (2011) ‘Eco-cities: The mainstreaming of urban sustainability; key characteristics and driving factors’, *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 6 (3), pp.268–285. <http://dx.doi.org/10.2495/SDP-V6-N3-268-285> .
- Hannallah, H.H., and Faragallah, R.M. (2012) ‘Zero-Carbon Cities as a New Realization of Sustainable Cities’, *BUE-FISC*, pp.124.
- Krajcsovics, L., and Gregorova, J. (2015) ‘Innovative building design with solar radiation analysis’, *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 13 (3), pp.372-376.
- Lee, T., and Kim, T. (2010) ‘Generation of 3D Building Models from Commercial Image database through Shadow Analysis’, *ASPRS 2010 Annual Conference*. Боломжтой: http://www.asprs.org/a/publications/proceedings/sandiego2010/sandiego10/Lee_T.pdf (Нэвтэрсэн: 2020.10.06)
- Raju, P.L.N., and Chaudhary, H., and Jha, A.K. (2014) ‘Shadow analysis technique for extraction of building height using high resolution satellite single image and accuracy assessment’. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-8, 2014, 09–12 December. Hyderabad: ISPRS Technical Commission VIII Symposium. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-8-1185-2014> .
- Darula, S., Christoffersenb, J., and Malikova, M. (2015) ‘Sunlight and insolation of building interiors’, *Energy Procedia*, 78, 6th International Building Physics Conference, IBPC, pp.1245-1250.
- Islam, T., and Islam, K.Z. (2015) Analysis of building shadow in urban planning. *Urban Science*, pp.112.
- Kauko, T., and d’Amato, M. (2008) *Mass Appraisal Methods: An International Perspective for Property Valuers*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Zhou, N., He, G., and Williams, C. (2012) *China’s Development of Low-Carbon Eco-Cities and Associated Indicator Systems*. Report LBNL-5873E, Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory.