



NATIONAL UNIVERSITY OF MONGOLIA
SCHOOL OF ART AND SCIENCES
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY

Geographical Issues

Газарзүйн Асуудлууд

Volume 26 (02)

ISSN: 2312-8534

2026

Ulaanbaatar

Spatial Changes in Land Use and Building Density of the Baga Toiruu Area, Ulaanbaatar city

Byambatogtokh Baatarsaikhan¹, Dorligjav Donorov^{1*}, Ganpurev Dashlegtseg¹, Davaadorj Delgerdalai¹, Dabuxile Gongzhabu¹, Harigui Batsuren^{2,3}

¹ Department of Geography, School of Art and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar 210646, Mongolia

² School of Architecture, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China

³ School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China

*Corresponding author: dorligjavidonorov@num.edu.mn

Received: 2026.01.28

Revised: 2026.04.17

Accepted: 2026.04.20

Abstract

By examining the interrelationships among urban spatial structure, building density, height distribution, street networks, and green space organization, it is possible to evaluate balanced urban development. The Baga Toiruu area, the historic core of Ulaanbaatar, represents a zone of high spatial and cultural significance, concentrating administrative, educational, cultural, and commercial functions. Recent redevelopment has intensified building density and height, leading to the degradation of traditional urban morphology and a decline in green and open spaces. This study presents the first GIS-based application in Ulaanbaatar using a fishnet grid approach to quantify morphological change through three indices: the Building Coverage Index (BCI), Building Height Index (BHI), and Green Space Index (GI). The research analyzes changes across 243.3 ha of redevelopment land using orthophoto imagery, land-use data, and spatial datasets for the years 2010, 2015, 2020, and 2025. A total of 1,067 grids (50 × 50 m) were generated to assess spatial patterns and temporal trends. Results indicate that between 2010 and 2025, the proportion of areas classified as “very low” GI increased from 42% to 56%, while high and very high BCI categories rose from 5% to 9%. The average BHI increased from 3.34 to 3.56, demonstrating a clear inverse relationship among the indices. Increased building density and height correspond directly with reduced green space coverage, providing quantitative evidence of growing morphological imbalance. These findings highlight the need for planning strategies that preserve historical urban structure, regulate building density and height, and ensure the long-term sustainability of green spaces in central Ulaanbaatar.

Keywords: Urban morphological change; redevelopment; fishnet grid; spatial analysis; green space index; building index; building height index

Бага тойруу орчмын газар ашиглалт, барилгажилтын өөрчлөлтийн судалгаа

© Баатарсайхан Бямбатогтох¹, Доноров Дорлигжав^{1*}, Дашлэгцэг Ганпүрэв¹, Дэлгэрдалай Даваадорж¹, Гонгоржав Давшил¹, Батсүрэн Харгуй^{2,3}

¹ Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Улаанбаатар 210646, Монгол Улс

² Архитектурын сургууль, Өвөр Монголын Аж үйлдвэрийн Их Сургууль, Хөх хот 010051, БНХАУ

³ Архитектурын сургууль, Цинхуа Их сургууль, Бээжин 100084, БНХАУ

*Холбоо баригч зохиогч: dorligjavidonorov@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2026.01.28

Засварласан: 2026.04.17

Зөвшөөрөгдсөн: 2026.01.20

Хураангуй

Хотын орон зайн бүтэц, барилгын нягтрал, өндөржилтийн тархалт, гудамж замын сүлжээ болон ногоон байгууламжийн зохион байгуулалтын харилцан хамаарлыг судалснаар хотын хөгжлийн тэнцвэрт байдлыг үнэлэх боломж бүрддэг. Улаанбаатар хотын түүхэн төв болох Бага тойруу нь засаг захиргаа, боловсрол, соёл, худалдааны үйл ажиллагаа төвлөрсөн, орон зайн болон соёлын өндөр ач холбогдолтой бүс нутаг юм. Сүүлийн жилүүдэд хийгдсэн дахин төлөвлөлтийн үр дүнд барилгын нягтрал, өндөржилт эрчимтэй нэмэгдэж, уламжлалт хот байгуулалтын морфологийн бүтэц алдагдаж, ногоон болон задгай талбайн хэмжээ буурч байна. Энэхүү судалгаа нь Улаанбаатар хотод анх удаа газарзүйн мэдээллийн систем (GIS)-д суурилсан fishnet торон аргачлалыг ашиглан морфологийн өөрчлөлтийг Барилгажилтын индекс буюу Building Coverage Index (BCI) Барилгажилтын өндрийн индекс буюу Building Height Index (BHI), Ногоон байгууламжийн индекс буюу Green Index (GI) гэсэн гурван үзүүлэлтээр үнэлсэн болно. Судалгаанд 2010, 2015, 2020, 2025 онуудын ортофото зураг, газар ашиглалтын болон орон зайн өгөгдөлд тулгуурлан Бага тойруу орчмын 243.3 га дахин төлөвлөлтийн талбайд 50 × 50 м хэмжээтэй 1067 тор үүсгэж, орон зайн болон цаг хугацааны өөрчлөлтийг тодорхойлсон. Үр дүнгээс үзэхэд 2010–2025 оны хооронд “маш бага” ангиллын GI 42%-аас 56% хүртэл өссөн бол BCI-ийн “өндөр” болон “маш өндөр” ангиллын нийлбэр 5%-аас 9% болж нэмэгдсэн байна. Мөн BHI-ийн дундаж утга 3.34-өөс 3.56 болж өссөн нь эдгээр индексүүдийн хооронд тодорхой сөрөг хамаарал байгааг харуулж байна. Өөрөөр хэлбэл, барилгын нягтрал, өндөржилт нэмэгдэхийн хэрээр ногоон байгууламжийн хамрах хүрээ буурч байгаа нь хотын морфологийн тэнцвэр алдагдаж байгааг тоон байдлаар нотолж байна. Бага тойруу орчмын цаашидын хөгжлийн төлөвлөлтөд түүхэн хот байгуулалтын бүтцийг хадгалах, барилгын нягтрал ба өндөржилтийг зохистой түвшинд хязгаарлах, ногоон байгууламжийн тогтвортой байдлыг хангах бодлого, шийдлийг хэрэгжүүлэх шаардлагатайг онцолж байна.

Түлхүүр үгс: хотын морфологи өөрчлөлт; дахин төлөвлөлт; fishnet grid; орон зайн шинжилгээ; ногоон байгууламжийн индекс; барилгажилтын индекс; барилгажилтыг өндрийн индекс

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: **Б.Бямбатогтох, Д.Дорлигжав, Л.Ганпүрэв:** Онолын үндэслэл, үндсэн бичвэр, өгүүлийн эх бэлтгэл, үр дүнгийн хяналт; **Г.Давшил, Б.Харгуй:** Аргагүй боловсруулалт, зураглал боловсруулалт, үр дүнгийн хяналт; **Д.Даваадорж:** Мэдээлэл цуглуулалт, үр дүнгийн хяналт.

Оршил

Хотын морфологи өөрчлөлтийн судалгаанууд нь хотын орон зайн хэлбэршил, төлөвлөлтийн бүтэц, барилгажилтын хэв шинж, газрын ашиглалтын зохион байгуулалтыг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр судалдаг хот байгуулалтын онолын чухал чиглэлд тооцогддог (Whitehand, 1981; Levy, 1999; Larkham, 2005). Цаашлаад хотын орон зайн бүтэц, барилгажилтын нягтрал, өндөршлийн тархалт, гудамж-замын сүлжээ, ногоон байгууламжийн зохион байгуулалтын харилцан хамаарлыг тодорхойлох замаар хотын хөгжлийн тэнцвэрийн үнэлгээг хийх боломжийг бүрдүүлдэг (Kropf, 2009; Conzen, 2019).

Хотын морфологийн өөрчлөлт нь эдийн засгийн өсөлт, хүн амын төвлөрөл, үл хөдлөх хөрөнгийн зах зээлийн өөрчлөлт, хотын орон зайн төлөвлөлт, хот байгуулалтын бодлогын нөлөөлөл зэрэг олон хүчин зүйлийн улмаас тасралтгүй хувьсан өөрчлөгдөх орон зайн процесс бөгөөд хотын тогтвортой хөгжлийн чухал индикатор болдог (Conzen, 2019; Jia, Liu & Wang, 2022).

Хотын морфологийн өөрчлөлтийг давхар талбайн харьцаа (FAR), барилга бүрхцийн харьцаа (BCR), өндөржилтийн индекс, ногоон индекс, газрын ашиглалтын эрчимжилт, хотын тэлэлтийн индекс (Urban Sprawl Index) зэрэг нийлмэл индикаторын системээр хэмжих нь шинжлэх ухааны үндэслэлтэй үнэлгээний түгээмэл аргачлал болдог (Polsby & Popper, 1991; Ewing et al., 2002; Jia, Liu & Wang, 2022). Хотын экологийн морфологийн өөрчлөлтийг тодорхойлоход ногоон байгууламжийн индекс өргөн хэрэглэгддэг бөгөөд энэ индекс нь ногоон байгууламжийн хамрах талбай болон ургамлын нягтралыг хэмжих замаар экологийн чанарын өөрчлөлтийг тодорхойлдог (Kabisch et al., 2017).

Хотын газар ашиглалт, барилгажилтын өөрчлөлтийг тоон үндэслэлтэйгээр тодорхойлох нь хот байгуулалтын шинжлэх ухаанд чухал ач холбогдолтой (Le et al., 2022). Эдгээр индикаторууд нь хотын морфологийн тэнцвэр, барилгажилтын эрчимшил, өндөршлийн хэт төвлөрлийг тоон үзүүлэлтээр үнэлэх боломжийг бүрдүүлдэг (Conzen, 2019) бөгөөд түүний өөрчлөлт нь тухайн нутаг дэвсгэрийн даац, орон зайн төлөвлөлт, хүртээмжтэй байдал, агаарын солилцоо, дулааны тэнцвэрт байдал, орчны агаарын чанар, амьдрах орчны чанар зэрэгт шууд нөлөөлдөг байна (Jia, Liu & Wang, 2022).

Хотын орон зайн өөрчлөлтийг тоон аргаар тайлбарлах оролдлого Ази тивд харьцангуй богино хугацаанд гүнзгийрч ирсэн. Liu, Li & Chen (2023) нарын бүтээлд Азийн хотуудад барилга дээшээ өсөх тусам доороо юу алдагддагийг, тухайлбал ногоон орон зай хэрхэн агших, бичил уур амьсгал хэрхэн муудах үйл явцыг тоон аргаар баримтжуулсан. Yang (2014)-ын Бээжин хотын жишээн дэх судалгаанд хотын хуучин бүсүүд газрын ашиглалтын мэдээллийн шинжилгээгээр ямар хурдтай өөрчлөгдөж чадахыг тэр тодорхой харуулсан.

Аргазүйн хувьд Le, Wang & Shi (2022) нарын 'BCR' болон 'FAR'-ийг тусдаа биш, хамтад нь харах үед хотын морфологийн бодит байдал илүү тодорхой харагддаг. Fuller & Gaston (2009) нар хот нягтарх тусам ногоон талбай буурах нь дагалдах үйл явц гэсэн бол Tan & Li (2015) нар энийг Азийн хэмжээнд нотолсон байдаг.

Монгол Улсад энэ чиглэлийн судалгааны санаачилгууд Хятад, Өмнөд Солонгос зэрэг улсуудтай харьцуулахад цөөн хэдий ч заримыг энд дурдвал Myagmartseren (2017) нар Улаанбаатар хотын хөгжлийн шийдвэр гаргалтыг орон зайн аргаар шинжилсэн нь чухал эхлэл байсан ч морфологийн индексүүдийг нэгэн зэрэг ашиглаагүй байна. Purevtseren et al. (2018) нар газар ашиглалтын фрактал бүтцийг шинжилж, Boldbaatar et al. (2024) нар газрын тохиромжтой байдлыг судалсан нь үнэ цэнтэй судалгаа болсон хэдий ч цаг хугацааны морфологийн хэв шинжийг дагнан хэмжээгүй болно. Өөрөөр хэлбэл Улаанбаатар хотын хүн амыг 1990 онтой харьцуулахад 3 дахин, суурьшлын бүсийн нутаг дэвсгэр 6 дахин нэмэгдэж, эрчимтэй хотжилт, барилгажилт бий болж, хотын морфологид ихээхэн өөрчлөлт орж байна (Баянтөр, 2005; Amarsaikhan et al., 2014; Myagmartseren et al., 2017; Dorligjav et al., 2022; Boldbaatar et al., 2024)

Улаанбаатарын тодорхой нэг бүсийн морфологийн өөрчлөлтийг ‘BCI’, ‘BNI’, ‘GI’ гурвыг нэгэн зэрэг ашиглан 15 жилийн хугацааны шинжилгээгээр хэмжсэн, тоон үзүүлэлтийг орон зайн зураглалтай хослуулсан судалгаа хомс байна.

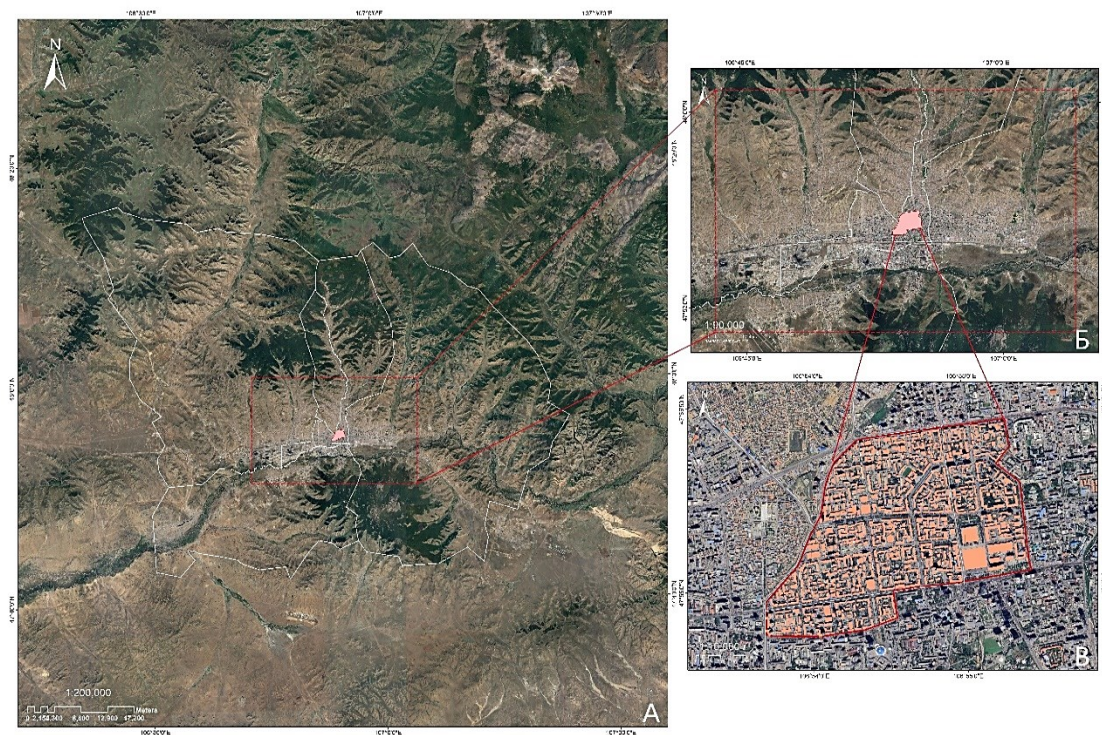
Улаанбаатар хотын төв хэсгийн барилгажилт нь 1960–1970 оны хооронд баригдсан тул ихэнх барилгын ашиглалтын хугацаан дуусах дөхөж байна (Баянтөр & Гантөмөр, 1972; НИТХ, 2020). Үүнтэй уялдан 2013 онд батлагдсан “Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөний тодотгол, 2030 он хүртэлх хөгжлийн чиг хандлага” баримт бичигт гэр хорооллын дахин төлөвлөлт, ашиглалтын шаардлага хангахгүй, ашиглалтын хугацаа дууссан нийтийн зориулалттай орон сууцыг буулгаж шинээр барих гэсэн хотыг дахин хөгжүүлэх хоёр гол төслийг тусгасан (НЕТГ, 2013). Бага тойруу орчимд сүүлийн 10 гаруй жилийн хугацаанд ашиглалтын шаардлага хангахгүй орон сууцны барилгыг буулган дахин төлөвлөн барилгажуулах төслүүд хэрэгжиж байгаа бөгөөд одоогийн байдлаар ашиглалтын шаардлага хангахгүй, насжилт өндөртэй нийт 376 барилга байгааг мэргэжлийн байгууллагууд тогтоосон байна (НЗДТГ, 2025). Энэ нь тухайн бүсэд ашиглалтын шаардлага хангахгүй барилга байгууламжийг буулган дахин барилгажуулах үйл ажиллагаа идэвхтэй үргэлжлэхийг илтгэж байна.

Улаанбаатар хотын төвийн хэсэг бүтээн байгуулалтынхаа эхэн үед 4–5 давхар орон сууц болон төрийн захиргааны барилгууд давамгайлсан нам төлөвлөлт бүхий орон зайн бүтэцтэй байсан (Баянтөр & Гантөмөр, 1972; Баянтөр, 2005) боловч 2000-аад оноос хойш өндөр барилгажилтын төвлөрөл давамгайлсан шинэ морфологийн хэв шинж рүү огцом шилжсэн нь тухайн бүсийн төлөвлөлтийн зохистой харьцааг алдагдуулж эхэлсэн байна (Amarsaikhan et al., 2014; Батбаяр & Энхболд, 2021; Цолмон нар, 2021). Энэхүү хурдтай морфологийн шилжилт нь төвийн дэд бүтцийн хүчин чадал, авто замын ачаалал, инженерийн шугам сүлжээний даац болон газрын ашиглалтын зохион байгуулалтын үндсэн бүтэцтэй зөрчилдөх нөхцөл байдлыг үүсгэсэн (Энхтуяа, 2019; Amarsaikhan et al., 2023; Nyam-Osor et al., 2024).

Бага тойруу орчмын нутаг дэвсгэр нь 1954 онд хийгдсэн Улаанбаатар хотын анхны ерөнхий төлөвлөгөөнд тусгагдсан орон зайн төлөвлөлт, хэв шинжийг хадгалж ирсэн (Баянтөр & Гантөмөр, 1972; Баянтөр, 2005) бөгөөд олон тооны түүх, соёлын дурсгалт барилга байгууламж оршдог (Баянтөр & Баатарцоож, 2007). Бага тойруу орчмын морфологийн өөрчлөлт, газар ашиглалт, барилгажилтын төлөв, шалтгаан, нөлөөллийг барилгажилтын индекс, ногоон байгууламжийн индекс, барилгажилтын өндрийн индекс гэсэн тоон индикаторуудын үндсэн дээр тодорхойлохыг зорьсон.

Судалгааны талбай

Улаанбаатар хотын төвд орших Бага тойруу орчмын бүс бөгөөд Сүхбаатар дүүргийн 4, 5, 6, 8 дугаар хороо болон Чингэлтэй дүүргийн 1, 2, 3, 4, 5, 6 дугаар хорооны нийт 243.3 га газрыг хамарна (Зураг 1). Бага тойруу нь нийслэлийн төвийн хамгийн өндөр нягтралтай, түүхэн–соёлын өвийн барилгажилт болон орон сууцны хорооллын холимог бүтэц давамгайлсан (Баянтөр & Баатарцоож, 2007), морфологийн олон давхарга давхацсан бүс юм. Тус бүс нь Улаанбаатар хотын төрийн захиргаа, соёлын төв, худалдаа үйлчилгээ, боловсролын байгууллагуудын төвлөрөлтэй тул функцийн олон талт байдал, өндөр төвлөрөл, замын сүлжээний ачааллын өсөлт зэрэг хотын төвийн морфологид нийтлэг илэрдэг онцлогуудыг агуулдаг (Purevtseren et al., 2018; Энхтуяа, 2019).



Зураг 1. Судалгааны талбайн байршил А) Улаанбаатар хот Б) Барилгажсан талбай В) Бага тойруу орчим

Судалгааны талбайд буюу Бага тойруу орчимд 2025 оны байдлаар 15,340 өрх, нийт 54,196 хүн ам оршин сууж байна. Тус бүсэд нийт 908 барилга байгууламж бүртгэгдсэн бөгөөд үүнд инженерийн дэд бүтцийн 17, нийгмийн дэд бүтцийн 94, олон нийтийн зориулалттай 155, орон сууцны 322, мөн төрийн захиргааны 81 барилга байгууламж тус тус багтаж байна (Хүснэгт 1). Орон сууцны барилгууд нь угсармал бетон болон бетон суурьтай, тоосгон өрлөг бүхий даацын ханатай, угсармал бетон хучилт болон модон хучилттай барилгууд юм.

Хүснэгт 1. Орон сууц, өрхийн тоо (Эх сурвалж: ХБХСГ, 2025)

№	Орон сууцны тоо	Ашиглалтад орсон он	Өрхийн тоо
1	83	1954-1961	3881
2	37	1962-1976	1618
3	43	1977-1986	2248
4	5	1987-1990	155
5	134	1991-2013	5920
6	20	2014-2025	1518

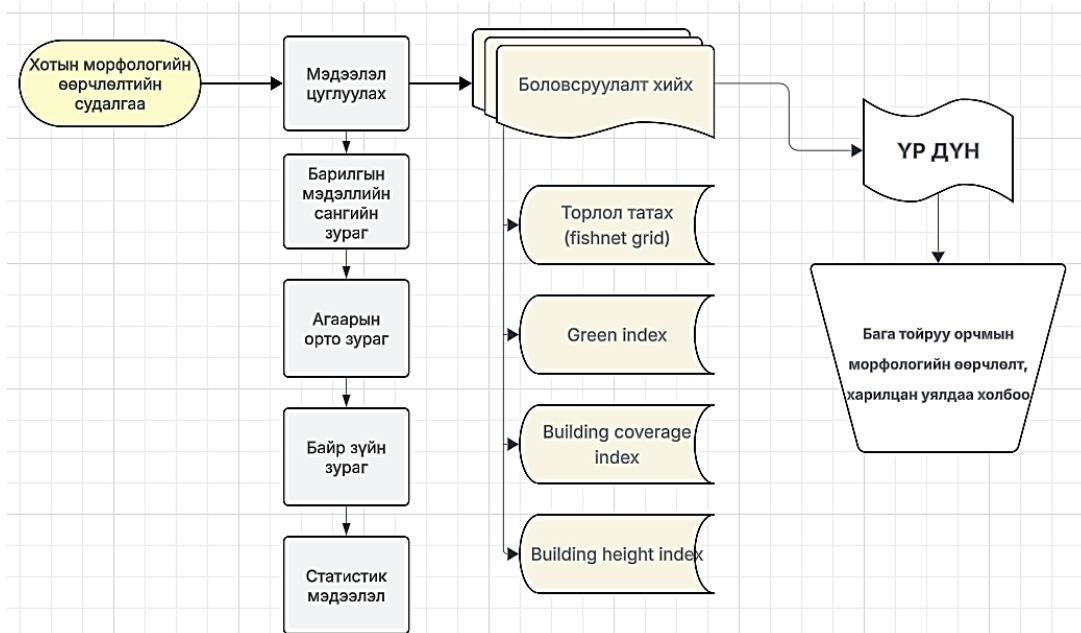
Судалгааны материал, аргазүй

Судалгаанд хотын морфологийн өөрчлөлтийг илэрхийлэх үндсэн үзүүлэлтүүд болох ногоон байгууламжийн индекс, барилгажилтын индекс, барилгажилтын өндрийн индексийн харилцан уялдаа, тэдгээрийн цаг хугацааны өөрчлөлтийн зүй тогтлыг тодорхойлоход чиглэсэн дүн шинжилгээг хийнэ (Conzen, 1960; Batty, 2005).

Хотын морфологийн үзүүлэлтүүдийн богино болон дунд хугацааны өөрчлөлтийг тодорхойлох зорилгоор урт хугацааны орон зайн шинжилгээний аргыг хэрэглэж, индексүүдийн өөрчлөлтийн чиг хандлагыг харьцуулан үнэлнэ (Moudon, 1997; Jia, Liu & Wang, 2022). Мөн хотын морфологийн бүтцэд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тодорхойлох зорилгоор ногоон байгууламж,

барилгажилтын нягтрал, өндөржилтийн түвшнийг тоон үзүүлэлтээр илэрхийлж, торон нэгжид (fishnet grid) суурилсан индексийн тооцоог гүйцэтгэсэн (Kropf, 2009; Le et al., 2022). Үүний зэрэгцээ ногоон байгууламжийн хэмжээ, барилгажилтын эрчимжилт болон өндөржилтийн өсөлт хоорондын уялдааг үнэлэхэд морфологийн үзүүлэлтүүдийг хамтатган ашиглаж, хотын орон зайн бүтцийн өөрчлөлтийг цогц байдлаар тодорхойлсон (Kabisch et al., 2017; Liu, Li & Chen, 2023).

Судалгаанд Бага Тойруу орчмын дахин төлөвлөлтийн төсөл хэрэгжиж буй 243.3 га талбайн 2010-2025 онуудын өөрчлөлтийг тодорхойлно (Зураг 2).



Зураг 2. Судалгааны арга зүйн бүдүүвч

Ногоон байгууламжийн индекс (GI) тооцох: энэ нь хотын экологийн чанар, орчны тэнцвэрт байдал, иргэдийн амьдрах орчны аюулгүй байдалд нөлөөлөх гол хүчин зүйл болох ногоон орчны хэмжээ, хүртээмж, тархалтын байдлыг тоон хэлбэрээр илэрхийлдэг морфологийн үзүүлэлт юм (WHO, 2016; Kabisch et al., 2017). Энэхүү индекс нь тодорхой нэгж талбайд ногоон байгууламжийн эзлэх талбайн харьцааг 0–1 хооронд нормчилсон утгаар илэрхийлдэг бөгөөд ногоон орчны нягтаршил, ялгарал, тасралтгүй байдал зэргийг үнэлэхэд өргөн ашиглагддаг (Liu et al., 2023). Орчин үеийн хот судлал болон морфологийн шинжилгээнд ногоон байгууламжийн индекс нь хотын дулааны арал үүсэх эрчмийг бууруулах, агаарын чанарыг сайжруулах, борооны усны шингээлтийг дэмжих зэрэг экологийн үр нөлөөг үнэлэх үндсэн хэмжигдэхүүн гэж тооцогддог (UN-Habitat, 2012; Jia, Liu & Wang, 2022).

$$GI = \frac{\sum A_{green}}{A_{total}} \tag{1}$$

GI – ногоон байгууламжийн индекс

A green – тухайн торлол дахь ногоон байгууламжийн хэмжээ (м²)

A total – тухайн торлолын нийт талбай (м²)

Судалгааны талбайн ногоон байгууламжийн орон зайн тархалт, эзлэх хэмжээ болон нягтралыг нарийвчлалтайгаар үнэлэхийн тулд газарзүйн мэдээллийн систем (ГМС)-д тулгуурласан торлолын ‘fishnet grid’ аргачлал ашигласан. Энэхүү арга нь ижил хэмжээтэй нэгж талбаруудад ногоон байгууламжийн хэмжээ, тархалтыг стандартчилсан байдлаар харьцуулах боломжийг бүрдүүлдэг тул хотын морфологийн шинжилгээнд өргөн хэрэглэгддэг арга зүйд

тооцогддог (McGarigal et al., 2012; Liu et al., 2021). Ногоон байгууламжийн нягтралын зураглалыг бэлтгэхдээ эхний ээлжид судалгааны талбайг бүрхсэн 50:50 метрийн хэмжээтэй 1067 ширхэг торлол үүсгэсэн. Торлолоор нэгж талбаруудыг тэгшитгэсэн нь орон зайн нягтралыг харьцуулахад хэмжээсний ялгааг арилгах, олон хүчин зүйлийн оролцоотой хотын морфологийн шинжилгээнд өгөгдлийн тогтвортой суурь бий болгох чухал алхам юм.

Ногоон байгууламжийн индексийн ангиллыг (WHO, 2016; Kabisch et al., 2017; Liu et al., 2023)-ын судалгаанд хэрэглэсэн стандартад тулгуурлан тогтоосон бөгөөд судалгааны талбайн утгуудын тархалтыг харгалзан 5 шатлалаар ялгасан (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Ногоон байгууламжийн индексийн ангилал

№	“GI”-ийн утга	Ангилал	Тайлбар
1	0.00-0.05	Маш бага	Ногоон байгууламж дутагдалтай бүс
2	0.05-0.15	Бага	Хязгаарлагдмал ногоон орчинтой бүс
3	0.15-0.30	Дунд	Тэнцвэртэй ногоон орчны харьцаатай бүс
4	0.30-0.50	Сайн	Ногоон байгууламж дунд ба өндөр бүс
5	>0.50	Маш сайн	Экологийн тогтвортой бүс

Барилгажилтын индекс (BCI) тооцох: энэ нь хотын морфологийн хөгжил, орон зайн зохион байгуулалтын хэвтээ чиглэлийн нягтралыг хэмжихэд ашиглагддаг үндсэн үзүүлэлтүүдийн нэг бөгөөд тухайн нэгж талбайд барилга байгууламж эзлэх талбайн хэмжээг тодорхойлсны үндсэн дээр хотын орон зайн бүтцийн нягтрал, хүрээлэн буй орчин дахь барилгажилтын тархалт, нээлттэй орон зайн харьцааг илэрхийлдэг (Kropf, 2009; UN-Habitat, 2012; Le et al., 2022). Мөн хотын төвлөрөл, барилгажилтын ачаалал, ногоон байгууламжийн хэмжээ, хотын дулааны арал зэрэг экологийн болон орон зайн асуудлыг тоон хэлбэрээр илрүүлэх боломжийг бүрдүүлдэг (Batty, 2005; Liu et al., 2023; Shi et al., 2025).

$$BCI = \frac{\sum A \text{ building}}{A \text{ total}} \tag{2}$$

BCI – барилгажилтын индекс

A Building – тухайн торлол дахь барилгуудын суурийн талбай (м²)

A total – тухайн торлолын нийт талбай (м²)

Судалгааны талбайг 50:50 метрийн 1067 ширхэг торлол татаж, торлол тус бүрийн барилгажсан талбайн эзлэх хувийг тооцсон. Барилгажилтын индекс нь 0–1 хооронд илэрхийлэгддэг ба 1-д ойртох тусам барилгажилт өндөр, нээлттэй орон зай багатай гэсэн утгыг илэрхийлнэ (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Барилгажилтын индексийн ангилал

№	“BCI”-ийн утга	Ангилал	Тайлбар
1	0.0-0.2	Маш сул	Барилга маш бага, задгай талбай ихтэй
2	0.2-0.4	Бага	Нам давхрын барилга зонхилно
3	0.4-0.6	Дунд	Барилгажилт, задгай талбай тэнцвэртэй
4	0.6-0.8	Өндөр	Барилгажсан талбай ихтэй
5	0.8-1.0	Маш өндөр	Маш их барилгажсан талбайтай

Барилгажилтын өндрийн индекс (BNI) тооцох: энэ нь хотын босоо морфологийн бүтцийг хэмжихэд ашиглагддаг үндсэн үзүүлэлтүүдийн нэг бөгөөд тухайн орон зайн барилгажилтын өндөржилтийн түвшин, тэдгээрийн тархалтын онцлог болон эзлэхүүнийг тоон хэлбэрээр илэрхийлдэг (Batty, 2005). Энэхүү индекс нь барилгын өндөр болон түүний суурийн талбайн үржвэрийг нийт талбайд харьцуулсан утгаар тооцогддог бөгөөд өндөр барилгуудын орон зайн морфологид үзүүлэх нөлөөллийг илүү бодитойгоор тусган харуулдаг (Kropf, 2009).

Барилгажилтын өндрийн индекс нь тухайн бүсийн барилгажилтын өндөршлийн дундаж түвшнийг илэрхийлж, хотын босоо хөгжлийн чиг хандлага болон орчны морфологийн өөрчлөлтийг тодорхойлоход чухал үүрэгтэй (Whitehand, 2001; Perera et al., 2021; Liu, Zhang & Zhao, 2023).

$$BNI = \frac{\sum(H_i * A_i)}{A_{total}} \tag{3}$$

BNI – Барилгын өндрийн индекс

H_i – тухайн торлол дахь барилгын өндөр (м)

A_i – тухайн торлол дахь барилгын суурийн талбай (м²)

A total – тухайн торлолын нийт талбайн хэмжээ (м²)

Судалгааны талбайг 50:50 метрийн 1067 ширхэг торлол татаж, торлол тус бүрийн барилгажилтын өндөр болон суурийн талбайг нийт талбайд харьцуулан барилгажилтын өндрийн индексийг тооцоолсон. Барилгын өндрийн индекс (BNI)-ийг нэгж талбай доторх барилгын өндөр болон барилгажилтын нягтралыг хамтад нь илэрхийлэх морфологийн нийлмэл үзүүлэлт болгон тооцсон бөгөөд нам, дунд, өндөр гэсэн ерөнхий түвшинд нэгтгэн ангилсан (Хүснэгт 4).

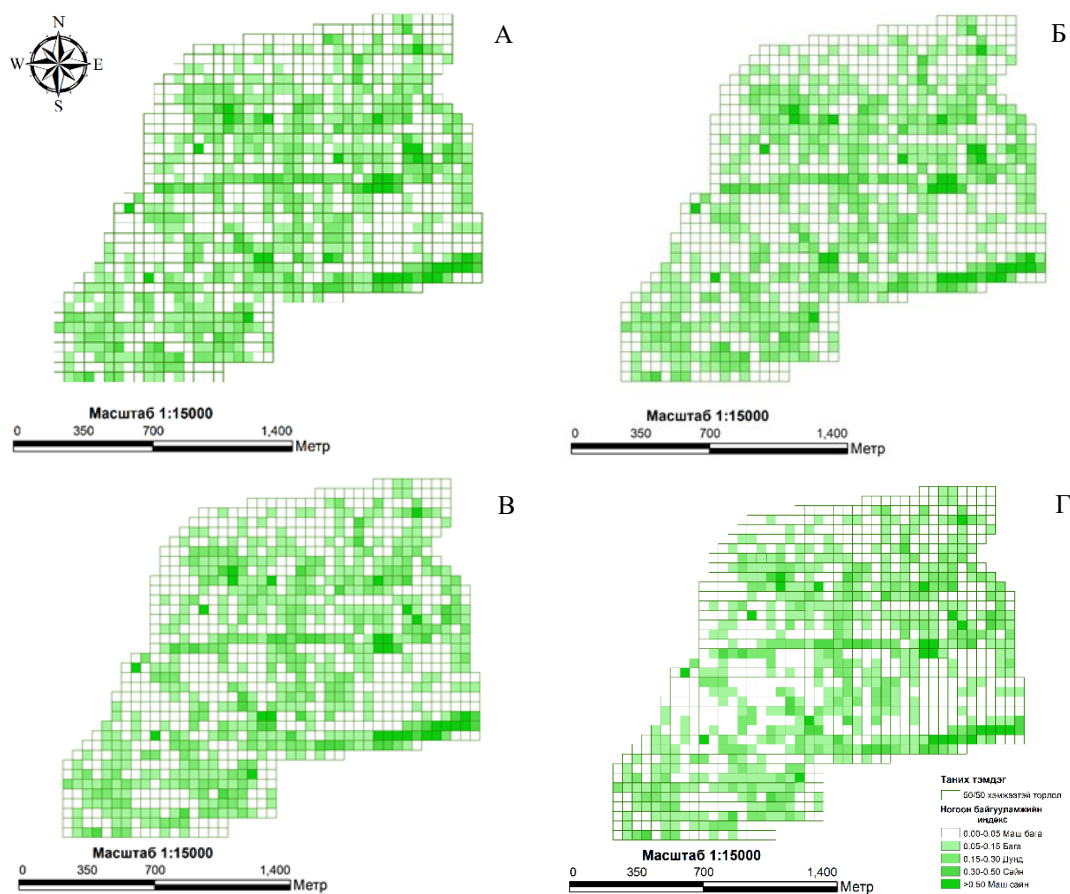
Хүснэгт 4. Барилгажилтын өндрийн индекс ангилал

№	“BCI”-ийн утга	Ангилал	Тайлбар
1	0-4	Нам	Нам, сийрэг барилгажилт давамгайлсан бүс
2	4-9	Дунд	Дундаж өндөржилттэй бүс
3	>9	Өндөр	Өндөр барилга байгууламж нягт, морфологийн ачаалал ихтэй бүс

Судалгааны үр дүн

Ногоон байгууламжийн индекс (GI)-ийн тооцоо: Бага тойруу орчмын ногоон байгууламжийн индекс маш бага түвшин (0.00–0.05) орон зайн хувьд нийт судалгааны бүсийн дагуу өргөн тархсан бөгөөд ялангуяа төвийн хэсэгт илүү өндөр төвлөрөлтэй байна. Бага (0.05–0.15) болон дунд (0.15–0.30) түвшний ангилалд хамаарах хэсэг нь зүүн болон баруун зах хэсгээр харьцангуй жигд тархсан байна. Харин сайн (0.30-0.50) болон маш сайн (>0.50) түвшний индекс бүхий хэсгүүд нь баруун өмнөд, зүүн өмнөд хэсэгт болон гол гудамж зам дагуу алаг цоог, тасралттай тархсан байна. Судалгааны талбайн хэмжээнд ногоон байгууламжийн тархалт нь гол авто замуудын дагуух хамгаалалтын ногоон байгууламж болон томоохон төрийн захиргааны, сургууль, соёл, олон нийтийн барилга байгууламжийн ойролцоо байна.

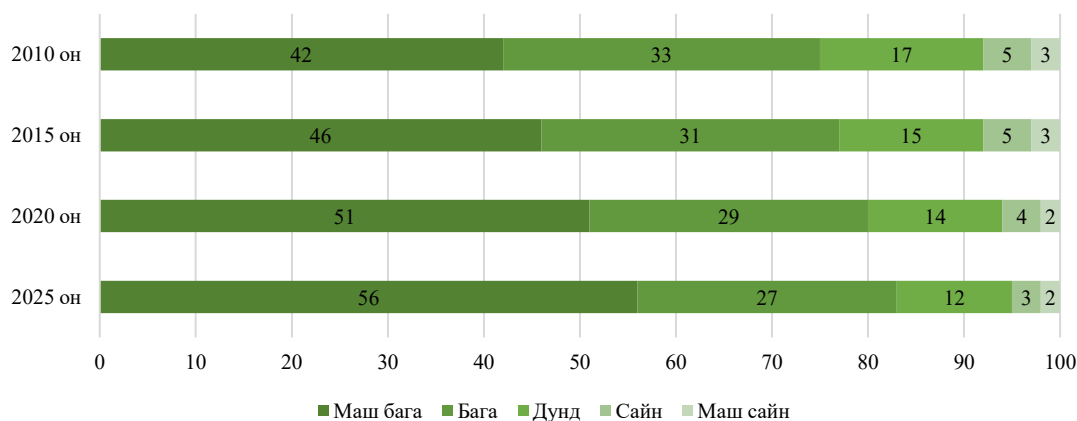
Бага тойруу орчмын ногоон байгууламжийн индексийн орон зайн тархалтын (2010–2025 он). а) 2010 он, б) 2015 он, в) 2020 он, г) 2025 онуудын өнгөний шатлал нь WHO (2016), Kabisch (2017) нарын стандартад тулгуурлан тогтоосон 5 ангиллыг илэрхийлэх бөгөөд орон зайн хувьд цөөн, тасархай бүтэцтэй байгааг харж болно (Зураг 3).



Зураг 1. Ногоон байгууламжийн индекс А) 2010 Б) 2015 В) 2020 Г) 2025 оны байдлаар

2010 онд Бага тойруу орчмын ногоон байгууламжийн индексийн тархалтад маш бага ангилал (0.00–0.05) зонхилж, нийт 496 нүд буюу 42.0 хувийг, бага түвшин (0.05–0.15) 317 нүд буюу 33 хувийг, дунд түвшин (0.15–0.30) 169 нүд буюу 17 хувийг, сайн түвшин (0.30–0.50) 52 нүд буюу 5 хувийг, маш сайн түвшин (>0.50) 32 нүд буюу 3 хувийг тус тус эзэлж байсан байна. Харин 2025 оны байдлаар маш бага түвшин 56 хувь, бага түвшин 27 хувь, дунд түвшин 12 хувь, сайн түвшин 3 хувь, маш сайн түвшин 2 хувь болж бүх түвшний ногоон байгууламжийн индекс буурсан байна.

2025 онд маш бага ангиллын (0.00-0.05) нүднүүдийн тархалт судалгааны бүсийн төв хэсгээс гадна баруун талын гудамж зам дагуу нэмэгдэж, ногоон байгууламжийн хомсдол орон зайн хувьд улам өргөжсөн байна. Бага (0.05-0.15) болон дунд (0.15-0.30) түвшний ангиллууд зүүн хойд болон баруун өмнөд захад төвлөрч, сайн (0.3-0.5) ангилал нь судалгааны талбайн захын байрлалд шилжих хандлага үргэлжилжээ. Харин маш сайн (>0.50) бүхий нүднүүд өмнөд захын задгай талбайнуудын ойролцоогоор цөөн тоогоор үлдсэн бөгөөд ногоон байгууламжийн өндөр чанартай, харилцан уялдаатай цогц бүтэц бүрэлдээгүй гэж үзэж болно. Цаашдаа ногоон байгууламжийн чанарыг илтгэх сайн (0.30–0.50) болон маш сайн (>0.50) ангилалд хамаарах ногоон байгууламжийн талбайн хэмжээ цаашид ч буурсан хэвээр байх төлөвтэйг харуулж байна (зураг 4).

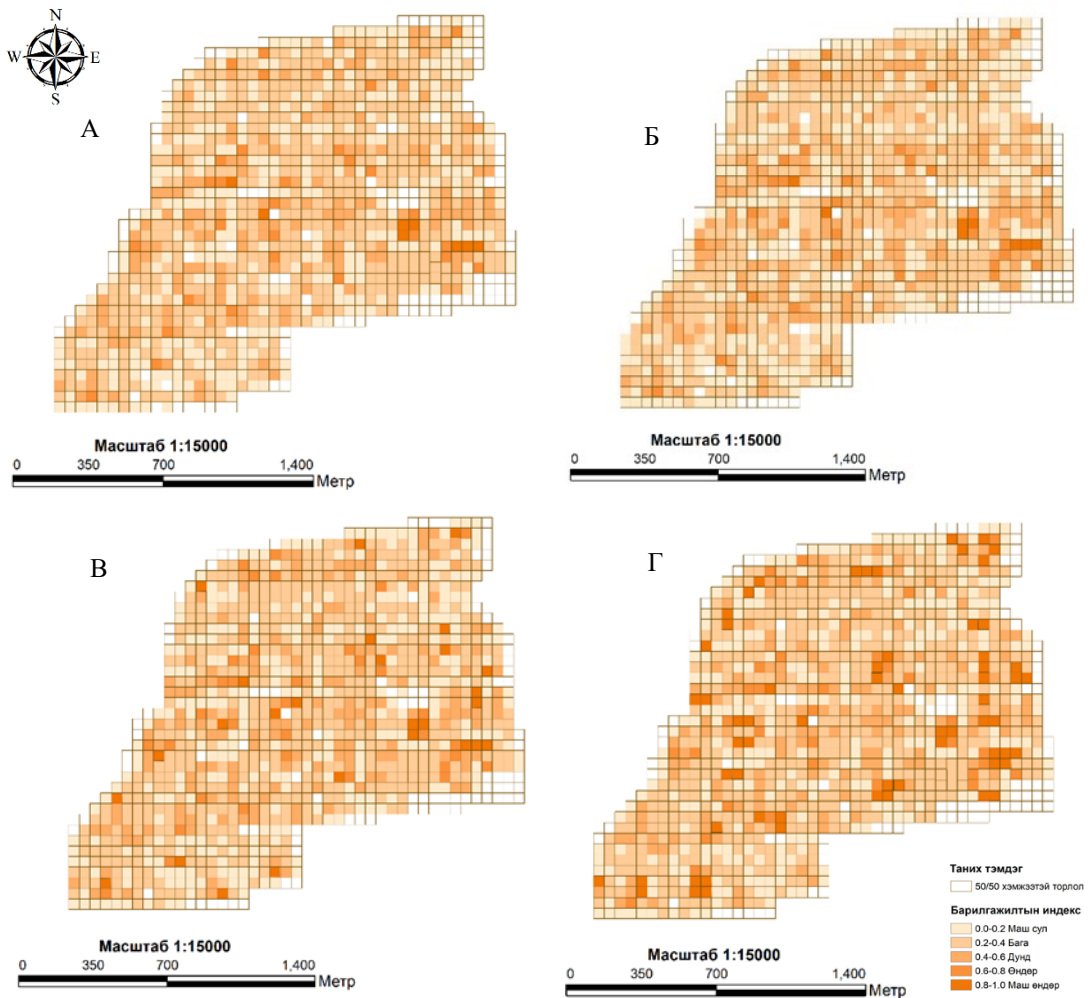


Зураг 4. Ногоон байгууламжийн индексийн өөрчлөлт, эзлэх хувиар (2010-2025 он)

Бага тойруу орчим нь хотын төвийн бүсэд байрладаг, газрын нөөц багатай, дэд бүтэц төвлөрсөн учир барилгажилтын дарамт хамгийн өндөртэй хэсэг юм. Тиймдээ ч өнгөрсөн хугацаанд хот байгуулалтын төлөвлөлтийн баримт бичгүүдэд энэхүү орон зайд өндөр нягтралтай барилгажилт, дэд бүтэц, үйлчилгээний төвлөрлийг дэмжиж ирсэн байна. Үүний нөлөөгөөр 2010–2025 оны хооронд тус бүсэд байсан сул чөлөөтэй талбай, ногоон байгууламжууд хатуу хучилттай талбайгаар солигдон багасаж, шинэ авто зам, өндөр барилга, худалдааны төвүүд бий болсон байна. Өөрөөр хэлбэл, газар ашиглалтын өөрчлөлт, хүн амын төвлөрлийг дагасан бүтээн байгуулалтын явцад ногоон байгууламжийн талбайг багасгаж байгаа нь ногоон байгууламжийн индекс бууралтын үзүүлэлтээс харагдаж байна.

Барилгажилтын индекс (BCI)-ийн тооцоо: 2010 оны байдлаар Бага тойруу орчмын барилгажилтын индексийн ерөнхий түвшин дунд байна. Барилгажилтын индексийн ангиллаар авч үзвэл, дунд түвшний ангилал давамгайлж, маш сул болон бага индексийн тархалт харьцангуй бага хувийг эзэлж байна. Өндөр болон маш өндөр индекс зөвхөн зарим цэгүүдэд ажиглагдаж, эдгээр нь голчлон төв хэсэг болон гол гудамж дагуу байрлалтай, олон давхар барилгатай газруудад хамаарч байна. 2010 оны байдлаар тус бүсэд томоохон шинэ барилгажилтын ажил бага хийгдэж байсан нь барилгажилтын нягтрал дунд түвшинд тогтворжих нөхцөлийг бүрдүүлж байсан.

Бага тойруу орчмын барилгажилтын индексийн орон зайн тархалтын ангиллын хязгаар нь Kropf (2009), UN-Habitat (2012)-ын стандартад тулгуурлах бөгөөд масштаб нь 4 оны зурагт нэгэн адил хэрэглэгдсэн болно (Зураг 5).



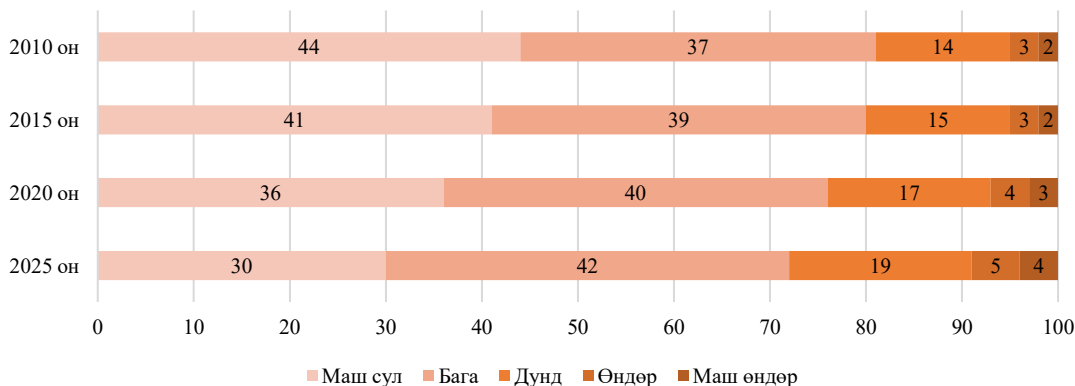
Зураг 5. Барилгажилтын индекс А) 2010 Б) 2015 В) 2020 Г) 2025 оны байдлаар

Судалгааны талбайд 2010 оны байдлаар маш сул түвшний (0.0–0.2) индекс бүхий 470 нүд буюу нийт талбайн 44.0 хувийг, бага түвшний (0.2–0.4) индекс бүхий 395 нүд буюу 37 хувийг, дунд түвшний (0.4–0.6) индекс бүхий 149 нүд буюу 14 хувийг, өндөр түвшний (0.6–0.8) индекс бүхий 32 нүд буюу 3 хувийг, маш өндөр түвшний (0.8–1.0) индекс бүхий 21 нүд буюу 2 хувийг тус тус эзэлж байсан байна. Барилгажилтын индекс харьцангуй багаас дунд түвшинд байв (Зураг 5).

Судалгааны талбайд 2025 оны байдлаар маш сул түвшин 30 хувийг, бага түвшин 42 хувийг, дунд түвшин 19 хувийг, өндөр түвшин 5 хувийг, маш өндөр түвшин 4 хувийг тус тус эзэлж байна. 2025 оны байдлаар Бага тойруу орчмын барилгажилтын индекс өндөр болон маш өндөр түвшинд хүрсэн байна. Барилгажилтын индексийн өндөр, маш өндөр ангилал бүхий бүсүүд зонхилж, бага болон маш сул ангиллын талбай үндсэндээ бараг үгүй болсон байна. Сүүлийн жилүүдэд хэрэгжсэн барилгажилт, дахин төлөвлөлтийн төслүүдийн үр дүнд өмнө нь барилга багатай байсан цөөн талбайд шинээр олон давхар барилга, байгууламж баригдаж, нийт бүсийн барилгажилтын нягтрал эрс нэмэгдсэн байна. Үүний үр дүнд тус бүс нь судалгааны хугацаанд хотын хамгийн өндөр барилгажилтын нягтралтай бүс болсон байна.

2010–2025 оны хооронд Бага Тойруу орчмын барилгажилтын индекс тогтмол өсөх хандлагатай байна. Хамгийн бага индекс бүхий талбайн хэмжээ буурч, эсрэгээр нь дунд болон өндөр түвшний ангилалд хамаарах барилгажилтын индекс бүхий талбайн хэмжээ нэмэгдэж байна.

Энэ нь тухайн бүсэд барилгын нягтрал нэмэгдэж, газар ашиглалтын эрчимжилт өсөж буйг харуулж байна (Зураг 6).



Зураг 6. Барилгажилтын индексийн өөрчлөлт, эзлэх хувиар (2010-2025 он)

Энэхүү өөрчлөлт нь цаашид ч нэмэгдэх хандлагатай бөгөөд хотын төвийн бүсэд барилгын үйл ажиллагаа идэвхжиж, төлөвлөлтийн бодлого өндөр давтамжтай барилгажилтыг дэмжсэнтэй холбоотой гэж үзэж байна.

Барилгажилтын өндрийн индекс (ВНИ)-ийн тооцоо: 2010 онд Улаанбаатар хотын Бага тойруу орчимд барилгын өндрийн тархалт нь голчлон нам давхар (0–4) барилгууд давамгайлж, тэдгээр нь бүс нутгийн ихэнх хэсэгт жигд тархсан байв. Дунд давхар (4–9) барилгууд зөвхөн цөөн тооны бөөгнөрөл байдлаар, ялангуяа баруун өмнөд болон төвийн хэсэгт ажиглагдаж байжээ. Өндөр (>9) барилга энэ үед цөөхөн байсан байна.

2010 онд 0–4 буюу нам барилгажилт 751 нүд буюу 70.4%-ийг эзэлж, судалгааны бүсэд давамгайлж байна. 4–9 буюу дунд барилгажилт 251 нүд буюу 23.8%, харин >9 буюу өндөр барилгажилт 65 нүд буюу ердөө 6.1%-ийг бүрдүүлж байсан нь тухайн үед нам давхар бүхий хот байгуулалтын бүтэц зонхилж байсныг илтгэнэ.

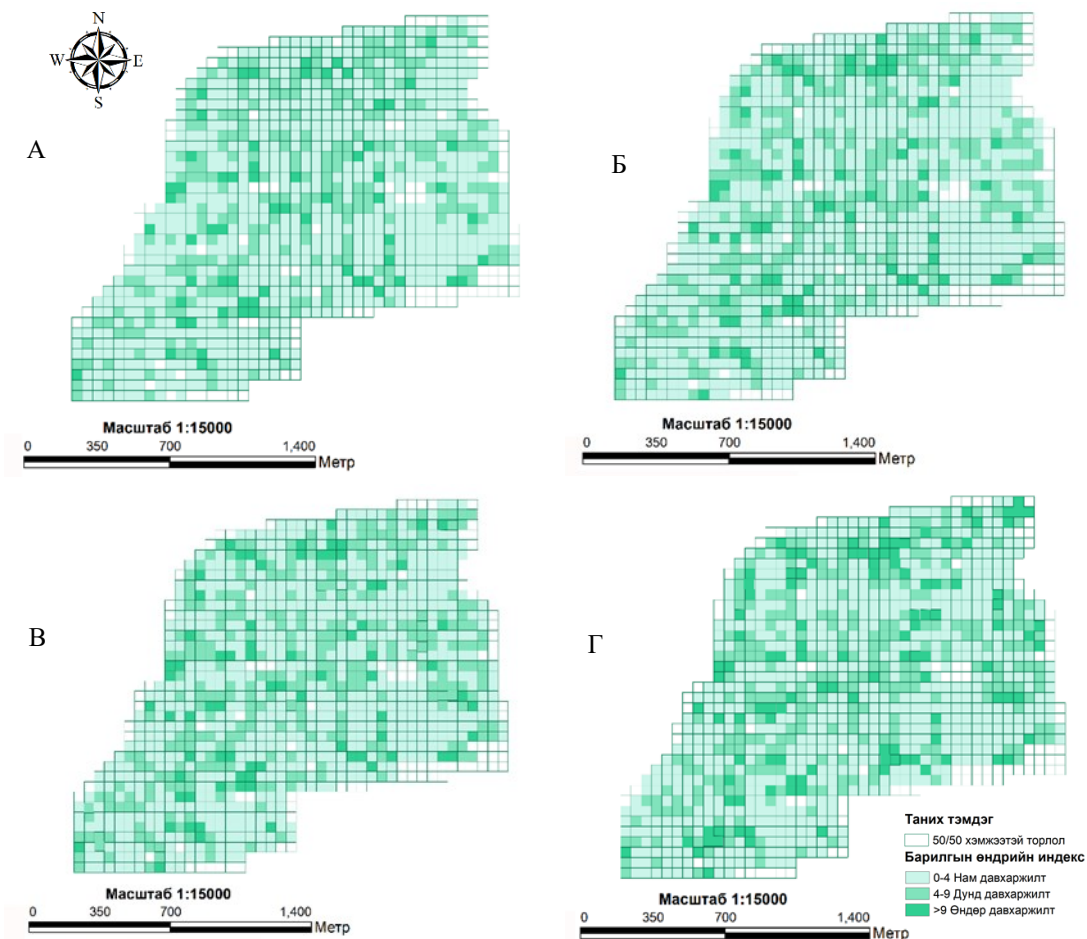
2025 оны байдлаар 0-4 нам давхаржилтын ангилал 640 нүд буюу 60.1% болж цаашид буурсан бол 4–9 дунд барилгажилт 310 нүд буюу 29.0%, >9 дээш өндөр барилгажилт 117 нүд буюу 11.1%-ийг эзэлж байна. Өндөр барилгажилт өмнөх онуудтай харьцуулахад илүү тогтвортой өсөлттэй болж, төвийн бүс дагуу болон томоохон тээврийн тэнхлэгүүдийн орчимд төвлөрөх хандлага тодорхой ажиглагдаж байна (зураг 7).

Судалгааны талбайд 2010–2025 оны хооронд нам давхар (0–4) барилгын эзлэх нүдний тоо 2010 онд 751 байсан бол 2025 онд 640 болж тасралтгүй буурсан нь хотын төвийн бүсэд нам барилга давамгайлах байдал аажмаар суларч байгааг илтгэнэ. Үүний зэрэгцээ дунд давхар (4–9) барилгажилт 251-ээс 310 болж, өндөр давхар (>9) барилгажилт 65-аас 117 хүртэл тогтмол өссөн нь босоо чиглэлийн хөгжлийн эрчим нэмэгдсэнийг харуулж байна.

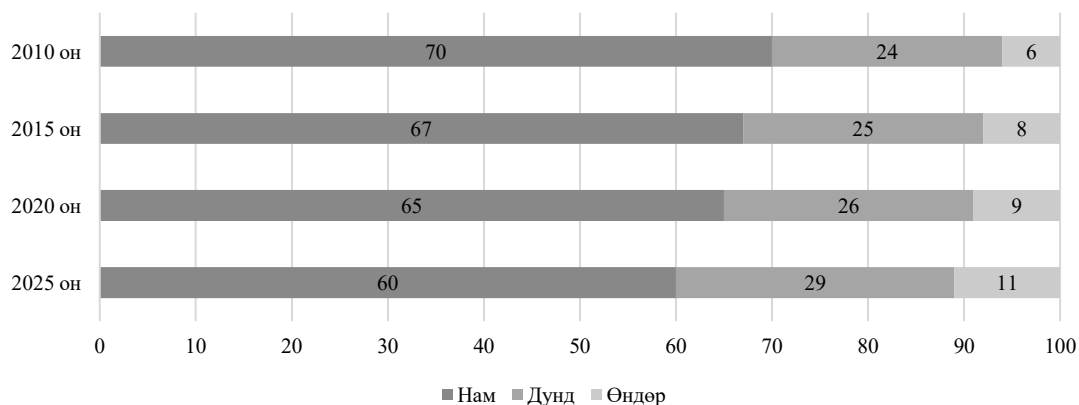
Дундаж өндөржилтийн индексийн хувьд 2010 онд 3.34 байсан бол 2025 онд 3.56 болж өссөн нь барилгажилтын бүтцэд чанарын өөрчлөлт явагдаж, илүү өндөр, нягт барилгажилт давамгайлах болсныг илэрхийлнэ. Ялангуяа 2015–2020 оны хооронд дундаж индексийн өсөлт эрчимжсэн нь дахин төлөвлөлт, шинэ барилгын төслүүд төвийн бүсэд төвлөрснийг харуулж байна. Харин 2020–2025 онд өсөлтийн хурд саарах хандлага ажиглагдаж байгаа нь барилгажилтын өндөржилт тодорхой дээд хязгаарт хүрч тогтворжих боломжтойг харуулж байна. Судалгааны талбайд 2010–2025 оны хооронд барилгажилтын өндөр нь нам давхар барилгажилтын бүтэц давамгайлсан хэв шинжээс дунд, өндөр давхар барилгажилт зонхилсон хотын төвийн нягтралтай морфологид шилжих үйл явц явагдсан байна. Энэхүү өөрчлөлт нь цаашид дэд бүтэц, ногоон байгууламжийн

хүртээмж, хотын бичил уур амьсгалд үзүүлэх нөлөөг цогцоор нь үнэлэх шаардлагатайг харуулж байна.

Бага тойруу орчмын барилгажилтын өндрийн индексийн орон зайн тархалтын хувьд (2010–2025 он). а) 2010 он, б) 2015 он, в) 2020 он, г) 2025 оны ангиллын утгыг Batty (2005), Whitehand (2001)-ын тулгуурлан тогтоосноор зурагт нэгэн адил хэрэглэгдсэн (Зураг 7).



Зураг 7. Барилгын өндрийн индекс А) 2010 Б) 2015 В) 2020 Г) 2025 оны байдлаар



Зураг 8. Барилгажилтын өндрийн индекс, эзлэх хувиар (2010-2025 он)

Индексүүдийн харилцан уялдаа: 2010–2025 оны хугацааны шинжилгээний нэгтгэсэн дүнгээс харахад 'GI', 'BCI', 'BNI' гурван үзүүлэлт хоорондоо тодорхой урвуу хамааралтайгаар өөрчлөгдсөн байна. Тухайлбал, 'GI'-ийн "маш бага" ангилал 14 нэгж хувиар нэмэгдэж, 'BCI'-ийн "өндөр–маш өндөр" ангилал 4 нэгж хувиар өссөн бол 'BNI'-ийн дундаж утга 0.22 нэгжээр нэмэгдсэн нь барилгажилтын нягтрал болон өндрийн хамтарсан өсөлт нь ногоон байгууламжийн хомсдолыг шугаман бус байдлаар хурдасгадгийг илтгэж байна. Орон зайн хуваарилалтаар авч үзвэл, 'BCI' болон 'BNI' өндөр байгаа торлолуудад 'GI' нь зүй ёсоор доогуур үзүүлэлттэй байгаа нь дээрх урвуу хамааралтайг орон зайн хэмжээнд баталж байна (Зураг 3, 5, 7). Энэ зүй тогтол нь Бага тойруу орчмын дахин төлөвлөлтийн бодлогод гурван индексийг тусдаа биш, нэгдсэн морфологийн тэнцвэрийн хэмжүүр болгон ашиглах шаардлагатайг шууд харуулж байна.

Хэлэлцүүлэг

Энэхүү судалгааны үр дүнгээс харахад 2010–2025 оны хооронд Бага тойруу орчмын ногоон байгууламжийн индексийн "маш бага" (0.00–0.05) ангиллын эзлэх хувь 42.0 хувиас 56.0 хувь болж огцом нэмэгдсэн нь хотын төвийн бүсийн ногоон байгууламжийн хомсдол улам гүнзгийрч байгааг илтгэж байна. Kabisch et al. (2017)-ын хийсэн Европын хотуудын харьцуулсан судалгааны дүнгээс үзэхэд хотын төвийн бүсэд ногоон байгууламжийн хамрах хувь буурах нь барилгажилтын нягтрал өсөхтэй шууд урвуу хамааралтай бөгөөд энэхүү зүй тогтол Бага тойруу орчмын үр дүнтэй бүрэн нийцэж байна. Мөн WHO (2016)-ын тогтоосон нэг хүнд ногдох ногоон байгууламжийн доод стандарт 9 м² байхад Бага тойруугийн нэг хүнд ногдох ногоон байгууламж ердөө 3–5 м² байгаа нь (Уранчимэг Б., 2019) уг стандартаас хавьгүй доогуур байгааг харуулж байна. Энэ нь Fuller & Gaston (2009)-ын хотын ногоон орон зайн хэмжээ хүн амын нягтралтай урвуу хамааралтай гэсэн дүгнэлттэй нийцэж байна. Tan & Li (2015)-ын Ази тивийн томоохон хотуудад хийсэн судалгаанд ч мөн адил хотжилт эрчимжсэн бүсүүдэд ногоон байгууламжийн хувь тасралтгүй буурч байгааг тогтоосон нь Бага тойруугийн өөрчлөлтийн хэв маяг нь бүс нутгийн хотжилтын ерөнхий чиг хандлагатай нийцэж байна.

BCI индексийн хувьд 2010 онд "маш сул" ангилал 44.0 хувийг эзэлж байсан бол 2025 онд 30.0 хувь болж буурсан бол "өндөр" болон "маш өндөр" ангиллын нийлбэр 5 хувиас 9 хувь болж нэмэгдсэн нь газрын ашиглалтын эрчимжилт огцом өссөнийг харуулж байна. Le et al. (2022)-ын хийсэн харьцуулсан шинжилгээнд хотын газрын ашиглалтын эрчимжилт нь барилгажилтын бүрхцийн харьцааг 0.6-аас дээш болгох үед тухайн бүсийн дулааны арал үүсэх, агаарын солилцоо алдагдах эрсдэл мэдэгдэхүйц нэмэгддэгийг тогтоосон байдаг. Бага тойруу орчмын зарим хэсгийн 'BCI' "маш өндөр" (0.8–1.0) ангилалд хүрсэн нь энэхүү эрсдэлтэй бүсэд нэвтэрч байгааг илтгэнэ. UN-Habitat (2012)-ын хотын төлөвлөлтийн удирдамжид хотын төвийн бүсийн барилгажилтын бүрхцийн дээд хязгаарыг 60–70 хувиар зөвлөдөг бол судалгааны зарим талбайн 'BCI' үүнээс хэтэрсэн байгаа нь олон улсын хэм хэмжээнд тулгуурлан Бага тойруугийн барилгажилтын нягтралыг хязгаарлах шаардлагыг бодлогын түвшинд хөндөх нэн тулгамдсан зайлшгүй асуудал болж байна.

2010 онд дундаж 'BNI' 3.34 байсан бол 2025 онд 3.56 болж өссөн нь тоон хувьд бага мэт боловч өндөр барилгажилтын (>9) эзлэх хувь 6.1 хувиас 11.1 хувь болж бараг 2 дахин нэмэгдсэн нь босоо чиглэлийн хөгжил тасралтгүй эрчимжиж байгааг илтгэнэ. Liu, Li & Chen (2023)-ын Азийн хотуудад хийсэн судалгаанд өндөр барилгажилт нягт газрын ашиглалттай хослох үед агаарын урсгал, байгалийн гэрлийн нэвтрэлт болон бичил уур амьсгалд сөрөг нөлөө мэдэгдэхүйц нэмэгддэгийг тогтоосон бөгөөд энэхүү нөлөөлөл Бага тойруугийн хувьд ч адилхан хамааралтай. Yang (2014)-ын Бээжин хотын морфологийн судалгааны дүнтэй харьцуулахад Бага тойруу орчим нь ижил төстэй хурдацтай хотжилтын шилжилтийн үйл явцыг туулж байгаа боловч Бага тойруугийн талбайн хэмжээ харьцангуй бага тул бодлогын хариу арга хэмжээ илүү чиглэсэн, нарийвчилсан байх шаардлагатай болно. Conzen (2019)-ийн онолын үүднээс авч үзвэл, хотын

түүхэн бүсийн морфологийн бүтэц нь нэгэнт эвдэрсэн тохиолдолд сэргээн засварлах нь маш хүндрэлтэй тул урьдчилан сэргийлэх бодлогын шийдэл хамгийн үр дүнтэй гэж үздэг.

‘GI’ буурч, ‘BCI’ болон ‘BNI’ нэгэн зэрэг өсөх хандлага нь зөвхөн тоон тодорхойлолтоос гадна хотын морфологийн тэнцвэргүй байдлыг цогцоор нотолж байна. Jia, Liu & Wang (2022)-ын судалгаанд тодорхойлсноор, барилгажилтын нягтрал болон өндрийн индекс хамтдаа өсөх үед ногоон байгууламжийн бууралт шугаман биш, харин хурдсах хандлагатай байдаг нь Бага тойруугийн 2010–2025 оны өгөгдлүүдтэй нийцэж байна — ‘GI’-ийн "маш бага" ангилал 14 нэгж хувиар буурсан нь ‘BCI’ болон ‘BNI’-ийн өсөлтийн хурдтай харьцуулахад харьцангуй эрчимтэй байна. Энэ нь Бага тойруугийн цаашдын хөгжлийг төлөвлөхөд гурван индексийг тусдаа биш, харилцан уялдаатайгаар ашиглан морфологийн тэнцвэрийн үнэлгээ хийх нь олон улсын туршлагад нийцэх хамгийн зөв арга зам болно (Kropf, 2009; Conzen, 2019).

Бага тойруу орчмын хот байгуулалт болон дахин төлөвлөлтийн бодлого нь барилгажилтын нягтрал, өндөржилтийн зохистой харьцааг хангахын зэрэгцээ ногоон байгууламжийг хамгаалах, сэргээхэд чиглэсэн морфологийн тэнцвэрт шийдэлд тулгуурлах шаардлагатай байна. Энэхүү морфологийн өөрчлөлт нь хотын экологи-орчны тэнцвэрт байдалд ноцтой сөрөг нөлөө үзүүлж байна. Ногоон байгууламжийн бууралт нь агаарын бохирдлыг бууруулах, хөрсний чийг хадгалах, салхи нэвтрүүлэх зэрэг экосистемийн үйлчилгээг багасгаж, дулааны арал үүсэх эрсдэлийг нэмэгдүүлдэг (Kabisch et al., 2017). Мөн хотын дотоод бичил уур амьсгалын өөрчлөлт нь оршин суугчдын эрүүл мэнд, амьдрах орчны тав тухтай байдалд сөргөөр нөлөөлдөг болохыг тогтоосон (Liu, Li & Chen, 2023). Мөн хотын төвийн бүсийн нэг хүнд ногдох ногоон байгууламж 3–5 м² байгааг тэмдэглэсэн нь ДЭМБ-ын (9–15 м²) доод стандартаас хавьгүй доогуур түвшинд байгааг илтгэнэ (Уранчимэг, 2019; Nyam-Osor et al., 2024).

Энэхүү зүй тогтолтой уялдан, хот төлөвлөлт, бодлого боловсруулах түвшинд дараах шийдлийг хэрэгжүүлэх шаардлагатай. Юуны өмнө барилгажилтын нягтралыг зохистой түвшинд хязгаарлах, төлөвлөлтийн даалгаварт нийт талбайн 30–40 хувийг ногоон байгууламж байхаар төлөвлөх шаардлагыг хатуу мөрдүүлэх хэрэгтэй (Цолмон нар, 2021; Le et al., 2022). Мөн морфологийн зохицлыг хангах үүднээс (BCI), (BNI) болон (GI)-ийг хамт ашиглан орон зайн төлөвлөлт хийх нь олон улсын туршлагад нийцнэ (Conzen, 2019). Барилга байгууламжийн дотоод ногоон байгууламж, ногоон дээвэр, дээшээ тархсан ногоон байгууламжийн хэлбэрийг дэмжих архитектурын бодлого мөн адил ач холбогдолтой (Liu et al., 2023). Түүнчлэн дахин төлөвлөлтийн хүрээнд ашиглалтын шаардлага хангахгүй хуучин барилгуудыг буулган дахин төлөвлөхдөө түүхэн цаг хугацаанд хөгжиж ирсэн хотын орон зайн бүтэц, зохиомж, харилцан уялдаа, барилга хоорондын зай, барилгын өндрийн зохистой харьцаатай, ногоон орчны төлөвлөлт бүхий барилгажилтыг дэмжих бодлого чухал байна.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаа нь Улаанбаатар хотын Бага тойруу орчмын 243.3 га талбайд 2010–2025 оны хугацаанд явагдсан хотын морфологийн өөрчлөлтийн чиг хандлагыг ГМС-д суурилсан ‘fishnet grid’ аргачлалаар тодорхойлж, ‘BCI’, ‘BNI’, ‘GI’ гурван индексийн харилцан уялдааг тоон үзүүлэлтээр нотолсноор тавьсан зорилгодоо хүрсэн.

Ногоон байгууламжийн "маш бага" ангиллын эзлэх хувь 42.0 хувиас 56.0 хувь болж нэмэгдсэн бол барилгажилтын "өндөр" болон "маш өндөр" ангиллын нийлбэр нэмэгдэж, барилгажилтын өндрийн дундаж индекс 3.34-өөс 3.56 болж өссөн нь гурван үзүүлэлт хоорондоо тодорхой урвуу хамааралтайг тогтоолоо.

Судалгааны явцад тулгарсан гол хүндрэл нь 2010–2025 оны завсрын жилүүдийн орто зураг болон барилгын өндрийн өгөгдлийн нарийвчлал, бүрэн бүтэн байдлыг баталгаажуулах явдал байсан бөгөөд энэ нь индексүүдийн тооцооны үнэн зөв байдалд тодорхой хязгаарлалт үүсгэсэн. Мөн тус судалгаа дахин төлөвлөлтийн бодлого, хэрэгжилтийн хоорондын уялдааг байршлын

өгөгдлийн тусламжтайгаар тодорхой хэмжээнд илрүүлсэн хэдий ч бодлогын шийдвэр гарсан цаг хугацаа болон морфологийн өөрчлөлтийн хоорондох шалтгаан-үр дагаврын хамаарлыг нарийн тогтоох нь цаашдын судалгааны нэн тэргүүний зорилт хэвээр байна. Иймд хотын дахин төлөвлөлтийн бодлогод 'BCI', 'BNI', 'GI'-ийг хамтад нь ашиглан морфологийн тэнцвэрийн доод болон дээд хязгаарыг тогтоох, ногоон байгууламжийн эзлэх хувийг нийт талбайн 30-аас доошгүй хувьд хадгалах шаардлагыг хуулийн хэмжээнд бататгах нь зайлшгүй шаардлагатай.

Ном зүй

1. Амарсайхан, Д., & Пүрэвт-Очир, Л. (2018). *Улаанбаатар хотын орон зайн бүтэц, фрактал шинж чанарын шинжилгээ*. Шинжлэх Ухаан, Технологийн Их Сургууль (ШУТИС), Улаанбаатар.
2. Батбаяр, Ж., & Мягмар, Н. (2019). *Улаанбаатар хотын төвийн барилгажилтын нягтралын орон зайн шинжилгээ*. Улаанбаатар.
3. Батбаяр, Ж., & Энхболд, А. (2021). *Төвийн бүсийн морфологийн өөрчлөлтийн дүн шинжилгээ*. Нийслэлийн Иргэдийн Төлөөлөгчдийн Хурал (НИТХ), Улаанбаатар.
4. Баянтөр, М. (2005). Улаанбаатар хот орчмын хотжилтын өнөө ба хэгийн төлөв. *Газарзүйн асуудлууд*, 4, 3-12. Улаанбаатар.
5. Баянтөр, М., Баатарцоож, Г. (2007). Улаанбаатар дахь хөшөө дурсгалууд аялал жуулчлалын нөөц болох нь. *Газарзүйн асуудлууд*, 5, 10–26. Улаанбаатар.
6. Баянтөр, М., Гантөмөр, Х. (1972). БНМАУ-ын хот суурингийн 50 жил дэх хөгжилт ба хот байгууламжийн газарзүйн зарим асуудалд. Монгол орны газарзүйн асуудал, 11, 199-215. Улаанбаатар.
7. Ганхуяг, Н. (2021). *Өндөр барилгажилтын морфологид үзүүлэх нөлөө*. Улаанбаатар.
8. Золжаргал, Г. (2022). *Хотын төвлөрөл ба морфологийн хэлбэрийн хамаарал*. Улаанбаатар.
9. Мягмарсүрэн, С., & Бацсүри, Н. (2020). *Хотын морфологи өөрчлөлтийг зайнаас тандан судлах нь*. Улаанбаатар.
10. Нийслэлийн Ерөнхий төлөвлөгөөний газар. (2013). *Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөний тодотгол, 2030 он хүртэлх хөгжлийн чиг хандлага*. Улаанбаатар.
11. НИТХ. (2020). *Улаанбаатар хотын хөгжлийн дүн шинжилгээ*. Улаанбаатар.
12. НИХБХГ. (2021). *Ногоон байгууламжийн хүртээмж ба экологи-морфологийн үнэлгээ*. Улаанбаатар.
13. Уранчимэг, Б. (2019). *Ногоон байгууламжийн хүртээмж ба амьдрах орчны чанарын судалгаа*. Улаанбаатар.
14. ҮАБЗ. (2024). *Орон сууцны насжилт, ашиглалтын үнэлгээний бодлогын баримт бичиг*. Улаанбаатар.
15. Цолмон, Д., Гантулга, Г., Дорлигжав, Д., Базарханд, Ц., Алтанболд, Э., Дөлгөөн, Т. (2021). Улаанбаатар хотын хотжилтын түвшинд нөлөөлөгч хүчин зүйлсийн судалгаа. *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудал*, 42 (1), 174-184.
16. Энхжаргал, Б. (2021). *Барилгын өндөржилтийн орон зайн тархалтын шинжилгээ*. Улаанбаатар.
17. Энхтуяа, Ш. (2019). *Төвийн бүсийн төлөвлөлт ба морфологийн зохицлын судалгаа*. Улаанбаатар.
18. Amarsaikhan Damdinsuren, Enkhmanlai Amarsaikhan, Tsogzol Gurjav, Munkh-Erdene Altangerel, Jargaldalai Enkhтуяа, Enkhjargal Damdinsuren, Bat-Erdene Tsedev & Byambadolgor Batdorj. (2023) Urban land use change study in Ulaanbaatar city using RS and GIS. *Journal of Institute of Mathematics and Digital Technology* 5:1, pages 40-49.

19. Angel, S., Parent, J., Civco, D., & Blei, A. (2016). *Atlas of urban expansion*. New York: New York University.
20. Batty, M. (2005). *Cities and complexity: Understanding cities with cellular automata, agent-based models, and fractals*. Cambridge, MA: MIT Press.
21. Ben-Joseph, E. (2012). *The code of the city: Standards and the hidden language of place making*. Cambridge, MA: MIT Press.
22. Boldbaatar G, Gombodorj G, Donorov D, Andriambololonaharisoamalala R, Indra M, Purevtseren M (2024) Land suitability analysis in monocentric post-socialist city: Case of Ulaanbaatar, Mongolia. *PLoS ONE* 19(8): e0308762.
23. Carmona, M. (2010). *Urban design and morphological change*. London: Routledge.
24. Conzen, M. (2019). *Thinking about urban form*. New York: Peter Lang.
25. Conzen, M. R. G. (1960). *Alnwick, Northumberland: A study in town-plan analysis*. London: Institute of British Geographers.
26. Amarsaikhan, D., Janzen, J., Egshiglen, E., & Gantuya, R. (2014). Urban land use change study in Mongolia using spatial techniques. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 5(1), 35-43.
27. Dorligjav, D., Gantulga, G., Bazarkhand, T., Byambakhishig, S., Enkh-Amgalan, D., Bayantumen, P., & Tsolmon, D. (2022). A study of the Factors Affecting the Population's Residence in Ulaanbaatar City: *Geographical Issues*, 22(02), 56–74.
28. Ewing, R. (1996). *Best development practices: Doing the right thing and making money at the same time*. Chicago, IL: APA Planning Press.
29. Ewing, R., Pendall, R., & Chen, D. (2002). *Measuring sprawl and its impact*. Washington, DC: Smart Growth America. Available at: <http://www.smartgrowthamerica.org>
30. Fuller, R. A., & Gaston, K. J. (2009). The scaling of green space in cities. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1661), 289–296.
31. Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press.
32. Kabisch, N., Qureshi, S., & Haase, D. (2017). Human–environment interactions in urban green spaces – a systematic review of contemporary issues and prospects. *Urban Forestry & Urban Greening*, 21, 1–6.
33. Kropf, K. (2009). Aspects of urban form. *Urban Morphology*, 13(2), 105–120.
34. Levy, A. (1999). Urban morphology and the problem of the modern urban fabric. *Urban Morphology*, 3(2), 79–85.
35. Le, Q., Wang, Y., & Shi, X. (2022). Measuring urban morphological changes using FAR/BCR indicators. *Urban Studies*, 59(4), 812–829.
36. Liu, Y., Li, X., & Chen, Y. (2023). Vertical urban growth and morphological transformation in Asian cities. *Landscape and Urban Planning*, 230, 104–115.
37. Marshall, S. (2011). *Urban coding and planning*. London: Routledge.
38. McGarigal, K., Cushman, S. A., & Ene, E. (2012). *FRAGSTATS v4: Spatial pattern analysis program for categorical maps*. Amherst, MA: University of Massachusetts.
39. Moudon, A. V. (1997). Urban morphology as an emerging interdisciplinary field. *Urban Morphology*, 1(1), 3–10.
40. Myagmartseren, P., Buyandelger, M., & Brandt, S. A. (2017). Implications of a spatial multicriteria decision analysis for urban development in Ulaanbaatar, Mongolia. *Mathematical Problems in Engineering*, 2017(1), 2819795.
41. Nyam-Osor, N., Dorligjav, S., Magsar, A., Sumiya, E., Bumtsend, T., Shaariibuu, G., Matsumoto, T. (2024). Estimation of Greenhouse Gas Emissions from Wastewater Treatment in Ulaanbaatar and a Potential Approach for Emission Reductions. In *EcoDesign for Sustainable Products, Services and Social Systems II* (pp. 127-141). Singapore: Springer Nature Singapore.

42. Polsby, D. D., & Popper, R. (1991). Compactness and the geometry of districting. *The Journal of Law and Economics*, 34(2), 565–567.
43. Purevtseren, M., Tsegmid, B., Indra, M., & Sugar, M. (2018). The Fractal Geometry of Urban Land Use: The Case of Ulaanbaatar City, Mongolia. *Land*, 7(2), 67.
44. Soltani, A. (2016). Urban form and energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 873–883.
45. Tan, P., & Li, X. (2015). Urban green space dynamics in Asian mega-cities. *Environmental Management*, 56(1), 123–138.
46. UN-Habitat. (2012). Urban planning for city leaders. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). Available at: <https://local2030.org/library/67/Urban-Planning-for-City-Leaders.pdf>
47. Whitehand, J. W. R. (1981). Background to the urban morphology of British cities. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 6(4), 400–416.
48. Whitehand, J. W. R. (2001). British urban morphology: The Conzenian tradition. *Urban Morphology*, 5(1), 13–29.
49. WHO. (2016). *Urban green spaces and health: A review of evidence*. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe.
50. Yang, J. (2014). Urban expansion and morphology in Beijing. *Cities*, 39, 1–10.
51. Zhao, W. (2019). 3D morphological indicators and thermal environment. *Building and Environment*, 148, 32–45.