

**БАЙГАЛЬД СУУРИЛСАН ШИЙДЭЛ (NBS)-ИЙГ АШИГЛАН УУР
АМЬСГАЛЫН ӨӨРЧЛӨЛТӨӨС ҮҮДЭЛТЭЙ ҮЕРИЙН ЭРСДЭЛИЙГ
БУУРУУЛАХ БОЛОМЖ ТҮҮНИЙ ЗАРДАЛ, ҮР АШГИЙН ШИНЖИЛГЭЭ:
УЛААНБААТАР ХОТЫН ЖИШЭЭ**

Д. Оюунцэцэг Б. Билгүцдэй***

Хураангуй: Сүүлийн жилүүдэд цаг уурын өөрчлөлтөөс хамааралтай байгалийн гамшиг ихээхэн тохиолдож байгаа ба Улаанбаатар хотын хүн амын өсөлт, хотын зохисгүй төлөвлөлт, өсөн нэмэгдэж буй хотжилт, барилгажилт зэргийн харилцан хамаарал нь нийгэм, эдийн засаг, байгаль орчинд ихээхэн дарамт учруулж байна. Үүнд үерийн гамшиг тохиолдох, хотын дулааны арал¹ буюу хотын хэт халаалтын бүс зэрэг багтаж байна. Үүнтэй уялсан байгальд суурилсан шийдлүүд (NBS) нь учирч буй эрсдэл, дарамтыг бууруулах, түүнчлэн хотыг илүү амьдрахад таатай болгохын тулд авч хэрэгжүүлдэг олон тооны экосистемийн үйлчлэл дээр тулгуурласан стратеги юм. Тус шийдэл нь судалгааны түвшинд өргөн цар хүрээтэйгээр яригдаж байгаа хэдий ч бодит амьдрал дээр хэрэгжүүлэхэд техникийн болон санхүүгийн олон саад бэрхшээлтэй тулгардаг. Иймд тус судалгааны ажил нь Улаанбаатар хотын уур амьсгалын өөрчлөлтөөс хамааралтай үерийн нөлөөг бууруулах зорилгоор байгальд суурилсан ямар төрлийн шийдэл (Nature Based Solution-NBS) хэрэгжүүлэх нь зүйтэй, мөн түүний үр өгөөжтэй эсэхийг туршиж зорилготой юм. Энэ хүрээнд NBS-д суурилсан хоёр төрлийн хувилбар боловсруулсан (*i. UHI болон үерийн эрсдэлийг хамтад нь шийдвэрлэх*, *ii. зөвхөн үерийн эрсдэл бууруулах*) ба холбогдох зардал, үр ашгийг тооцоолж, харьцуулан NBS-ийн хөрөнгө оруулалтын үр ашгийг шинжилсэн. Цөөн тооны шийдэл үр дүнтэй байсан ба эдийн засгийн үр өгөөжийн хувьд өөр өөр үр дүн ажиглагдсан. Үерийн эрсдэлийг бууруулахад чиглэсэн NBS нь ялангуяа ой модтой ногоон байгууламж барих, борооны ус нөөцлөх, голын байгалийн урсацгыг сэргээх ажлуудыг хийсэн тохиолдолд хамгийн их үр ашигтай байх үр дүн гарсан.

Түлхүүр үгс: Байгальд суурилсан шийдлүүд (NBS); хот суурин газар; эдийн засгийн үнэлгээ; ногоон дэд бүтэц; хотын дулааны арлын нөлөө (UHI); хотын үер; тогтвортой хөгжил хангасан хот; ногоон хотжилт; уур амьсгалын өөрчлөлт; ногоон шийдэл; санхүү

**POSSIBILITIES OF FLOOD RISK REDUCTION RESULTED BY
CLIMATE CHANGE USING NATURE-BASED SOLUTIONS (NBS) AND
ITS COST-BENEFIT ANALYSIS: ULAANBAATAR CITY CASE**

Abstract: In recent years, interdependence between natural disasters resulted by climate change and increasing population, urbanization and improper urban planning is leading to relevant environmental, economic, and social pressures on Ulaanbaatar city which include increasing flood risks and the urban heat island (UHI) effect. Nature-based solutions (NBS) are the strategy based on numerous ecosystem services that reduce related risks and pressures besides making a city more resilient and livable. However these solutions are being highly discussed in the research papers, and there are multiple barriers to implementing it including technical and financial problems. Therefore, this paper aims to define what kind of nature-based solutions are compatible with reducing flood risk resulting from climate change and to test whether it has the benefits or not. According to this, NBS-based 2 scenarios are developed (*i. To reduce both risks of flood and UHI ii. To reduce flood risk*) and made cost-benefit analysis of the NBS investment amount. Several solutions have effectiveness against risks and economic value was various. The most effective nature-based solutions to reduce flood risk were green forested areas, rain gardens, and restoration of rivers for the control of infiltrations.

Key words: Nature-Based Solutions (NBS); urbanization; economic evaluation; green infrastructure; urban heat island (UHI) effect; urban flood; sustainable developed city; green urbanization; climate change; green solution; finance

* МУИС, Бизнесийн сургууль, (E-mail): oyun_tsetseg@num.edu.mn, <https://orcid.org/0009-0009-0021-6028>

** МУИС, Бизнесийн сургууль, (E-mail): gug.bilguudei@gmail.com

¹ Urban heat island (UHI) - Хотын дулааны арал буюу UHI нь хотын ойролцоох бүс нутгаас харьцангуй дулаан байдаг. Энэхүү дулаан нь том хотуудын хүн ам, машин, автобус, галт тэрэгний эрчим хүчнээс үүдэлтэй. <https://education.nationalgeographic.org/resource/urban-heat-island/>

Удиртгал

НҮБ-ын эдийн засаг, нийгмийн асуудал эрхэлсэн газрын (UN DESA) зүгээс дэлхийн хүн амын 55 гаруй хувь нь хот суурин газарт амьдардаг бөгөөд 2050 он гэхэд энэ тоо тухайлбал Европт 68-84% хүртэл өсөх төлөвтэй байна гэж мэдээлжээ. (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2019). Хотжилт, хотын хүн амын өсөлт нь байгаль орчин, нийгэм, эдийн засгийн хэд хэдэн сорилтыг бий болгож, иргэдийн сайн сайхан байдал, мөн хүрээлэн буй байгаль орчинд сөрөг нөлөө үзүүлж болзошгүй байдаг.

Тухайлбал барилгажилт болон хиймэл материалаар хөрсийг бүрхсэнээс үүдэн бий болох хөрсний битүүмжлэл нь хот байгуулалт, тэлэлттэй холбоотой хөрсний эвдрэлийн түгээмэл бөгөөд хүндрэлтэй хэлбэрүүдийн нэг юм. Энэ нь газрын ашиглалт, газрын бүрхэвчийн шинж чанарыг эрс өөрчилж, газар нутаг, атмосферийн нөхцөл байдалд нөлөөлж (Riccardo Scalenghe, 15 March 2009), ихэвчлэн хот суурин газрын дотор болон эргэн тойрон дахь бичил цаг уурын динамикийг өөрчлөхөд хүргэдэг (Fini.A, July 2017). Хотуудад тулгарч буй өнөөгийн болон ирээдүйн сорилтуудын дундаас уур амьсгалын өөрчлөлттэй холбоотой асуудлууд голлох үүрэг гүйцэтгэдэг. Үүнд хөрсний битүүмжлэлээс үүдэлтэй үерийн аюул, ус үл нэвтрэх талбайг нэмэгдүүлэх замаар хотуудын гидрологийн мөчлөгийг өөрчилсний улмаас борооны усыг барих, хадгалах, нэвчих чадварыг бууруулдаг нь өндөр эрчимтэй, богино хугацааны хур тунадас орох үед ялангуяа үерийн өндөр эрсдэл үүсгэдэг.

Хотжилттой холбоотой газар ашиглалтын улмаас үүдэх хөрсний бүтцийн өөрчлөлтүүд нь хотын дулааны арлын (УНН) бий болгож буй хүчин зүйлсийн нэг бөгөөд энэ нь хот доторх агаарын температурыг ойр орчмын хөдөө орон нутагтай харьцуулахад нэмэгдүүлдэг. Ингэснээр цаг уурын өөрчлөлт, гэнэтийн ширүүн бороо, газрын гадаргын халалтын улмаас хөрс нь ус шингээх чадамж буурдаг зэргээр үерийн эрсдэлийг нэмэгдүүлэх хүчин зүйл болдог. Ойрын ирээдүйд дэлхий дахинд халууны долгионы давтамж нэмэгдэж, энэ нь хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх улмаар нас баралт, өвчлөлийг нэмэгдүүлэх, ялангуяа эмзэг бүлгийн хүмүүст (жишээлбэл, өндөр настан, хүүхэд, орон гэргүй иргэд) илүү нөлөөлөх магадлалтай байна (Santamouris.M, 2015). Хотын дулааны арал нь нөгөө талдаа бизнесийн орчинд бүтээмж бууруулах,

халуунаас хамааралтай стресс нэмэгдүүлэх зэрэг сөрөг нөлөө үзүүлдэг. Тиймээс уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицох, холбогдох эрсдэлийг бууруулах (гамшгийн эрсдэлийг бууруулах) зэрэгт богино болон урт хугацааны үр дүнтэй төлөвлөлт, менежментийн зохих арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэх шаардлагатай юм.

Иймд байгалийн экосистемийн үйл явцыг дуурайсан байгальд суурилсан шийдлүүд (NBS) нь экосистемийн олон эерэг үйлчлэл үзүүлэх, гамшигт илүү тэсвэртэй, амьдрахад тохиромжтой хотуудыг бий болгоход дэмжлэг үзүүлэх чадвартай тул эдгээр эрсдэлийг бууруулах боломжтой шийдэл гэж олон улсад улам бүр хүлээн зөвшөөрөгдөж байна. НҮБ-ын Байгаль орчны Ассамблейн 2022 онд гаргасан 5 дугаар тогтоол (UNEA-5 тогтоол)-д байгальд суурилсан шийдлүүд (United Nations, 10 January 2023) (NBS)-ийг *“онгон дагшин болон өөрчлөлтөд орсон хуурай газрын нөөц, цэвэр ус, усны экосистемыг хамгаалах, хадгалах, нөхөн сэргээх, тогтвортой ашиглах, удирдахын зэрэгцээ нийгэм, эдийн засаг, байгаль орчны сорилтыг үр дүнтэй, дасан зохицох байдлаар шийдвэрлэх, хүний сайн сайхан байдал, экосистем, биологийн олон янз байдлын үр өгөөжийг нэгэн зэрэг хангадаг цйл ажиллагаа юм”* гэж тодорхойлсон байна. Тийм ч учраас 2030 он хүртэлх Биологийн олон янз байдлын стратеги, Ногоон дэд бүтцийн стратеги, Европын ойн шинэ стратеги, Газар ашиглалт, газар ашиглалтын өөрчлөлт, ойн аж ахуйн журам (LULUCF), Олон нийтийн хөдөө аж ахуйн бодлого, Усны тухай заавар, Уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицох стратеги, Гамшгийн эрсдэлийг бууруулах Сендайн баримт бичгийг хэрэгжүүлэх үйл ажиллагааны төлөвлөгөө гэх мэт баримт бичгүүдэд байгальд суурилсан шийдлүүд (NBS)-ийг чухалчлан авч үзэж байна.

Байгальд суурилсан шийдлүүд (NBS) нь хот суурин газрын экологи, нийгэм, эдийн засгийн үр өгөөжийг нэмэгдүүлэхэд хувь нэмэр оруулдаг ба агаар бохирдуулагчийг өөртөө шингээх, CO₂-ыг ялгах, үерийн хяналт, усны нөөцийн менежментийг сайжруулах, хот болон түүний эргэн тойрон дахь усыг цэвэршүүлэх, температурыг бууруулах боломжийг бий болгодог (Seddon.N, 2021). Мөн хот доторх ургамал, усны байгууламжийг ногоон, цэнхэр дэд бүтэц болгон стратегийн хувьд нэвтрүүлэх нь сүүдэрлэх, ууршуулах, ууршуулах замаар гадаргын болон агаарын температурыг бууруулах үүний зэрэгцээ байгалийн аюул, уур

амьсгалын эрс тэс нөлөөллөөс урьдчилан сэргийлэхээс гадна биологийн олон янз байдлыг хадгалах эсвэл нэмэгдүүлэх боломжтой байдаг. Ерөнхийд нь дүгнэхэд байгальд суурилсан шийдлүүд (NBS) нь саарал дэд бүтэц болон бусад уламжлалт шийдлүүдтэй харьцуулахад илүү хэмнэлттэй байх талаар зарим нотолгоо байдаг ба урт хугацаандаа эдийн засгийн үр өгөөжийг бий болгох, эрүүл эдийн засгийг бий болгоход хувь нэмрээ оруулах боломжтой.

Хэдийгээр эрдэм шинжилгээний судалгааны материалуудад NBS-ийн боломжуудыг улам бүр хүлээн зөвшөөрч байгаа хэдий ч хот суурин газарт тэдгээрийг хэрэгжүүлэхэд томоохон саад бэрхшээл байсаар байна. Эдгээрийн дотроос санхүүжилтийн хязгаарлагдмал байдал болон холбогдох бүх оролцогч талуудын оролцооны дутмаг байдал, төрийн байгууллагын бүх шатны бодлогын нэгдмэл байдал, хувийн хэвшил, ААН, иргэд газар эзэмшсэн, мөн суллах боломжгүй байдал нь голлох бэрхшээлийг үүсгэдэг. Дээр дурдсан асуудлууд дээр тулгуурлан энэхүү судалгаа нь үерийн эрсдэлд хотын тэсвэрлэх чадварыг сайжруулахад NBS-ийн хэд хэдэн шийдлүүд үр өгөөжтэй эсэхийг судалгааны болон тоон анализаар шинжлэх зорилготой юм.

Зорилт:

1. Үерийн болон хэт халалтын эрсдэлийг бууруулах байгаль орчинд суурилсан хамгийн оновчтой шийдлийг тодорхойлж, тэдгээрийн үр нөлөөг сонгон авсан уур амьсгалын хоёр эрсдэлийн эсрэг турших, зардал, үр ашгийг шинжлэх;
2. Уур амьсгалд тэсвэртэй хот төлөвлөлтийг дэмжих ирээдүйн бодлого боловсруулахад чиглэсэн санал, зөвлөмж гаргах.

Судлагдсан байдлын тойм

NBS буюу байгальд суурилсан шийдлүүдийг хэрэгжүүлэх түүний үр ашигтай байдлын талаарх судалгааны ажлууд сүүлийн жилүүдэд багагүй хийгдсэн байдаг. Тухайлбал, (Wilby & Keenan 2012; Edwards et al. 2021; Feldmeyer et al. 2021) нарын бүтээл, (Faivre et al. 2018) болон (Lupp et al. 2021) нарын судалгаануудыг дурьдаж болно. Эдгээр судалгаанууд нь NBS нь байгалиас өгөгдсөн, зардал багатай, байгаль орчин, нийгэм, эдийн засгийн үр өгөөжийг нэгэн зэрэг цогцлоох боломжтой шийдэл гэж тодорхойлсон ба саарал шийдлүүдээс ялгаатай нь ихэвчлэн моно-функциональ шинж чанартай

байдаг NBS нь эдийн засгийн эмзэг байдлыг бууруулж, орон зайг хөгжүүлэхэд дэмжлэг үзүүлэх нийгэм, эдийн засгийн сорилтуудыг шийдвэрлэх чадвартай байдагаараа давуу талтайг онцолсон байна. Саарал шийдлүүдтэй харьцуулахад зөв зохион бүтээсэн NBS нь ашиглалтын зардал бага байх ба урт хугацааны туршид илүү үр ашигтай байх талаар (Naumann et al. 2014)-д дурдсан. Мөн NBS-д хөрөнгө оруулалт хийснээр тогтвортой аялал жуулчлалыг нэмэгдүүлж, операторууд, бизнес эрхлэгчид болон орон нутгийн үйлдвэрлэгчдэд шинэ ногоон ажлын байр бий болгож чадна (Boyle & Kuhl 2021) гэж тодорхойлсон байна. Улмаар NBS-ийн үр нөлөөг үнэлэхэд анхаарах асуудлын нэг нь тэдний гүйцэтгэлийг хянах үе шаттай холбоотой байдаг.

Урьдчилан тодорхойлсон зорилтуудтай үр дүнг харьцуулах, бодлого боловсруулагчидтай хамтран зураг төсөл боловсруулах, засвар үйлчилгээ хийх үйл ажиллагааг оновчтой болгох, шийдвэр гаргах үйл явцад идэвхтэй оролцох замаар амжилттай хэрэгжүүлж болно (Kumar et al. 2021). Эрсдэлийг бууруулах, уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицоход NBS-ийн эерэг нөлөөллийн талаарх олон тооны нотлох баримт, судалгаанууд боловсруулагдсан (Kabisch et al, 2016) ба ялангуяа тэдгээрийг стратегийн хувьд зөв төлөвлөж, удирдаж, шийдлүүдийн хоорондох уялдааг сайн хангаж чадвал амжилттай хэрэгжих юм (Albert et al., 2019; Палмер et al, 2015; Рэймонд et al, 2017b). Гэсэн хэдий ч NBS-ийг бүрэн үр дүнтэй хэрэгжүүлэхэд хэд хэдэн тодорхойгүй байдал байсаар байгаа бөгөөд сорилт, асуудлууд хэрхэн тулгарч болохыг судлахын зэрэгцээ бэлэн мэдлэгийг ашиглан тэдгээрийг нэвтрүүлэх, түгээн дэлгэрүүлэх шаардлагатай байна (Cohen-Shacham et al., 2016; Kabisch et al., 2016; Schanze, 2017; Thorne et al., 2015).

Онол, арга зүй

Энэхүү судалгаа нь Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэр дэх хотын хэт халалтын нөлөө болон хотын үерийн эрсдэлийг шийдвэрлэхийн тулд байгальд суурилсан янз бүрийн шийдлийн хослолыг турших, дүн шинжилгээ хийх кэйс анализын арга мөн зардал, үр ашгийн тооцоолол хийх аргыг ашигласан. Ингэхдээ *i. Үерийн эрсдэлтэй бүсүүдийг сонгох ii. Тохирох шийдлүүдийг тодорхойлох iii. Шийдлүүдийн хослол, хувилбаруудыг боловсруулах iv. Үр ашгийн тооцоо боловсруулах* гэсэн дарааллаар судалгааг боловсруулсан.

Зардал үр ашгийн шинжилгээний хүрээнд гамшгийн нөлөөллийг бууруулах шийдлийн эдийн засгийн үр ашигтай байдлыг тооцоолохдоо үр ашиг/зардлын харьцаа (В/С)-г ашигласан. Учир нь энэ нь зардал тус бүрд ногдох үр ашгийг тооцох замаар үр дүнг гаргах маш ойлгомжтой хэрэгсэл юм. Үр ашиг/зардлын харьцаа В/С нь гамшгийн эрсдэлийг бууруулах болон энэ

чиглэлийн шийдвэр гаргагчидтай харилцахад ихэвчлэн ашиглагддаг. В/С нь гамшгийн нөлөөллийг бууруулах шийдлийн үр өгөөж болон түүнийг бүтээх нийт зардлын хоорондын харьцаагаар тодорхойлогддог. Үерийн эрсдэлийн удирдлагын хүрээнд зардлыг бууруулах арга хэмжээг бүрэн хэрэгжүүлэхэд шаардагдах хөрөнгө оруулалтын хэмжээг тодорхойлж, эрсдэлийн үнэлгээний дүн шинжилгээ хийх, баригдсан дэд бүтцийг барьж байгуулах, засвар үйлчилгээ хийхэд шаардагдах хөрөнгө оруулалтыг багтаасан болно. Үр ашигийг тодорхойлохдоо тухайн шийдлийг хэрэгжүүлсний үр дүнд эд хөрөнгөд учирч болзошгүй хохирлоос зайлсхийсэн хохирлыг мөнгөн дүнгээр тооцох бөгөөд үүнд үндсэн хөрөнгүүд, байгаль орчин, эдийн засгийн үйл ажиллагаанд учирсан биет хохирлыг багтаасан болно. Бусад шууд бус үр өгөөж нь жишээлбэл, эдийн засгийн өсөлт, яаралтай тусламжийн зардлыг бууруулах, нөхөн сэргээх хугацааг багасгах зэрэг орно.

Энэхүү судалгаагаар В/С-ийг дараах тэгшитгэлээр тооцоолсон.

$$B/C = \frac{\int_0^1 D_1(P)dP - \int_0^1 D_2(P)dP}{\frac{C}{T}}$$

Үүнд:

- D1 ба D2 (₮) нь шийдлийг хэрэгжүүлэхээс өмнө болон дараа хүлээгдэж буй хохирол.
- P (жил⁻¹) нь нэг жилийн хугацаанд үерийн аюулаас давах магадлал (энэ нь буцах хугацааны урвуу).
- C (₮) нь нөлөөллийг бууруулах шийдлийг зардал.
- T (жил) нь шийдлийн ашиглалтын хугацаа юм.

Тэгшитгэл нь инфляцийг тэг гэж далд байдлаар тооцдог. Гэвч шийдлийг хэрэгжүүлэх нийт зардлын дүн шинжилгээ хийх мөчид нөхцөл байдалтай уялдуулан, үерийн нөлөөллийг бууруулах арга хэмжээний ашиглалтын хугацаанд үнэлж, хөнгөлөлтийн хувь хэмжээг харгалзан ирээдүйн хохирлыг мөн адил тооцох ёстой.

i. Үерийн эрсдэлтэй бүсүүдийг сонгох

Улаанбаатар хотын үерийн эрсдэл болон цаашид авч хэрэгжүүлэх арга хэмжээний талаарх судалгааг Нийслэлийн Бодлогын судалгаа, шинжилгээний төвийн зүгээс монгол эрдэмтэдтэй хамтран 2022 онд боловсруулсан ба Улаанбаатар хотод голын, шар усны болон уруйн үер гэсэн гурван төрлийн үерийн эрсдэл байна гэж тодорхойлсон. Тодруулбал, найман байршилд голын

үер, гурван байршилд шар усны, 75 байршилд уруйн үер ²болох эрсдэлтэй. Дээрх 75 байршлаас хүн ам төвлөрсөн, эрсдэл өндөртэй нь 20 байршил байгаа талаар дурдсан³ ба эдгээр нь Партизан, Ногоон толгой, Шарга морьт, Гачуурт, Биокомбинат, Богдхан уулын дархан цаазат газар багтжээ. Үүнээс Сонгинохайрхан дүүргийн Нарангийн гол, Баруунсалаа, Зүүнсалаа орчимд эрсдэлийн зэрэг өндөр 20 байршил багтсан байна. Үерт өртөх суурьшлын бүсийг дүүрэг, хороогоор нь танилцуулбал:

- Сүхбаатар дүүрэг: 13, 15,16,18,20, 1,7,8,10,11,12
- Чингэлтэй дүүрэг: 7,11,12, 13,14,15,16
- Баянзүрх дүүрэг: 1,2,3,6,25,15,26,17,18
- Хан-Уул дүүрэг: 15
- Баянгол дүүрэг: 2,6,8,10,11,13,19,22,23, 20,25
- Сонгинохайрхан дүүрэг: 1,2, 3,4,5,7,8,9,10, 12, 13,14,15,16,17,20, 22, 23, 25, 26, 28, 29,30,31, 34, 35, 36, 38, 40,41,42

Дээрх 20 байршлыг энэхүү судалгааны зорилгод нийцүүлэн үерийн эрсдэлтэй бүс нутагт оруулсан болно. Доорх зургуудад үерийн эрсдэлтэй бүсүүдийн байршлын мэдээлэл, тоон үзүүлэлт мөн хотын хэт халаалттай бүсүүдийн байршлын үзүүлэлтийг харуулав.

Зураг 1. Үерт өртөх суурьшлын бүс



² <http://ontsgoisur.gov.mn/lesson/100>

³ <https://ulaanbaatar.mn/news/18472>

Зураг 2. Үерийн эрсдэлтэй бүсэд суурьшсан айл өрх



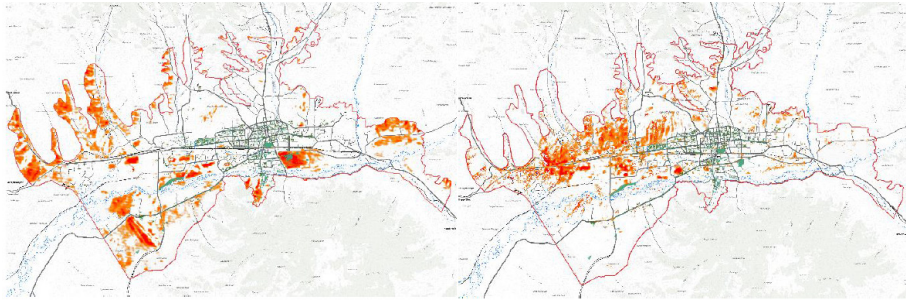
Улаанбаатар хотын хэмжээнд 389.8 га газар үерийн эрсдэлтэй гэж бүртгэгдсэн ба нийт 30,111 хүнд үерийн эрсдэл нөлөөлөхөөр байна. Харин үерийн эрсдэлтэй бүсэд суурьшсан айл өрх 79.8 га газрыг хамарч байгаа юм.

Зураг 3. Үерийн эрсдэлтэй бүсэд суурьшсан айл өрхийн тоон мэдээлэл⁴



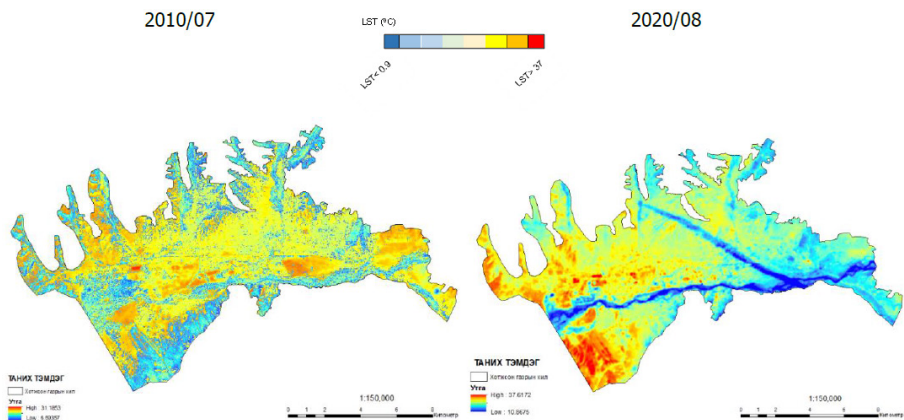
⁴ <https://ikon.mn/n/2xps>

Зураг 4. 2010, 2020 оны хаврын хамгийн их температур, 2020 оны ногоон байгууламжийн давхцал



2020 оны байдлаар ногоон байгууламжийн мэдээн дээр 2010, 2020 оны хамгийн их температурыг ялган авч зураглалыг давхцуулан гаргасан 2022 оны судалгаа болон хамгийн өндөр температур бүхий байршлуудын зурган мэдээллийг харуулав.

Зураг 5. 2010, 2020 оны 8-р сарын УНІ⁵



ii. Боломжит NBS-ийг тодорхойлох, сонгох

Олон улсад ашигладаг хамгийн түгээмэл бөгөөд оновчтой шийдлүүдийн талаар судалсан олон улсын хэвлэлийн тойм, судалгааны материалд тулгуурлан 25 өөр NBS-ийн багцыг тодорхойлсон бөгөөд үүнд УНІ нөлөө болон үерийн

⁵ Улаанбаатар Хотын Дулааны Арал (УНІ)-ын Оронзайн тархалтын зураглалыг боловсруулах нь, Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, <https://sudalгаа.gov.mn/ulaanbaatar-khotyn-dulaany-aryn-sudalгаа-urban-heat-island-txi>

эрсдэлийг бууруулах 14 шийдлийг сонгосон. Мөн сонгосон NBS бүрийн хувьд түлхүүр мэдээллийг цуглуулж, зарим шалгуур үзүүлэлтүүд дээр үндэслэн шийдлүүдийг сонгов. Үүнд:

- Санхүүгийн үр өгөөж/ашигтай байдал талаас: Аль болох зардал багатай хэдий ч эрсдэлийг бууруулах магадлал өндөр, мөн нийгэм, эдийн засагт үзүүлэх ирээдүйн үнэ цэн өндөр шийдлүүдийг сонгосон. Нөгөө талдаа маш өндөр өртөгтэй шийдлүүдийг хассан (жишээ нь, босоо хэлбэртэй өндөр ургамлан байгууламж барих г.м);
- Ногоон шийдэл NBS-д зонхилсон эсэх: Цемент, тоосго, хуванцар гэх мэт уламжлалт, хиймэл шийдлүүдийг хассан (жишээ нь, ус хурах хуванцар систем);
- Уур амьсгалын эрсдэл дэх шууд нөлөөлөл талаас: Уур амьсгалын эрсдэлийг бууруулахын тулд нүсэр шийдлүүдийг хэрэгжүүлэх шаардлагатай байдаг ба NBS-ийн хүрээнд эдгээрийг тооцоогүй (жишээ нь, газар доорх усны нөөц, цөөрөм).

Дээр дурдсаны дагуу Хүснэгт 1.-т тусгасан 25 шийдэл дундаас хамгийн тохиромжтой 14 шийдлийг сонгосон ба шийдэл бүрийн эрсдэлийг бууруулах эсэх, үр өгөөж зэргийг доорх хүснэгтээр тайлбарлав⁶.

Хүснэгт 1. NBS шийдлүүд, тайлбар

№	Нэр	Эрсдэл		Тайлбар
		Хотын дулааны арал	Үерийн эрсдэл	
1	Моджуулсан ногоон бүс - Forested green areas	х	х	Хотын ногоон парк, бусад ногоон байгууламж бүхий хэсэг бий болгох үүн дотор мод тарих нь хамгийн үр дүнтэй
2	Ус хурах хүрээлэн - Rain gardens	х	х	Ус хурах, шүүх зориулалт бүхий жижиг цэцэрлэгт хүрээлэн ба усыг цуглуулж хог хаягдлыг өөртөө цуглуулан шүүгдсэн усыг хөрсөнд шингээдэг.
3	Хот доторх хүрээлэн - Urban gardens	х	х	ХАА-д чиглэсэн шийдэл ба үр тариа, хүнсний ногооны ургалт дэмжих зорилгоор ус цуглуулж хөрсний үржил шимийг нэмэгдүүлэх шийдэл

⁶ Nature-Based Solutions Modeling and Cost-Benefit Analysis to Face Climate Change Risks in an Urban Area: The Case of Turin (Italy)

4	Дээврийн цэцэрлэг - Intensive green roofs	x	x	Барилгын дээвэр болон террас дээр байрлах шим тэжээл өндөртэй өтгөн ургамлаас бүрдэх цэцэрлэг
5	Extensive green roofs	x	x	-
6	Ногоон фасад - Traditional green facade	x		Хашаа, хайс, барилгын гадна фасадыг бүрэн болон хэсэгчилсэн байдлаар ургамлаар бүрэх, хийх
7	Green facades “double skin”	x		
8	Green or living walls	x		
9	Vertical forest	x		
10	Замын хажуух мод, ургамал - Roadside trees and green paths	x	x	Төмөр зам, хурдны зам, авто зам зэрэг дулаан ялгаруулах мөн үерт автах эрсдэл бүхий бүтээн байгуулалтын дэргэд ногоо байгууламж тарих
11	Green rails	x	x	
12	Ногоон тавилга - Green urban furniture	x		Автобусны зогсоолын бүхээг, сандал гэх мэт байгалийн материалаар хийсэн гадаа тавилга
13	Нэвчүүлэх гадаргуу - Permeable surfaces		x	Нэвчилтийн гадаргуу нь борооны усыг гадаргуугаар дамжин ус хадгалах цөөрөм рүү нэвтрэх боломжийг олгодог ба ихэвчлэн SuDS-ийн эхэнд тавьдаг
14	Борооны ус нөөцлөх-Rainwater harvesting		x	Борооны усыг цуглуулж хадгалах, дараа нь ашиглах систем.
15	Ус тунгаах хотгор сав газар - Infiltration basins		x	Энэ нь ус үл нэвтрэх гадаргуугаас урсах урсцыг хадгалах, тунадас, бохирдуулагч бодисыг тогтворжуулах, усыг доод хөрсөнд нэвчүүлэх зориулалттай бүтээгдсэн ургамал бүхий хотгор газар юм. Нэвчилтийн савнууд нь ширүүн борооны үеийг эс тооцвол хуурай байдаг бөгөөд тэдгээрийг бусад үйл ажиллагаанд (жишээлбэл, амралт зугаалга) ашиглаж болно. Тэд SuDS-ийн нэг хэсэг болгон гадагшлах урсгалыг хадгалах, хянах боломжийг олгодог. Энэхүү арга нь хөрсний ус зайлуулах байгалийн чадварыг сайжруулдаг.

16	Ус нэвчүүлэх хайрга - Infiltration trenches		х	Ус үл нэвтрэх гадаргуугаас ус нэвчих боломжийг олгодог ба ингэснээр урсцын хурдыг саармагжуулах, усыг хөрсөнд шингээх боломж бий болдог
17	Drainage wells		х	
18	Swales		х	
19	Vegetated canals and streams		х	
22	Retention basins		х	
23	Ус хурах цөөрөм- Retention ponds		х	Усны урсцыг бууруулах ба тус цөөрмөөр дамжин үерийн ус эрчимтэй бус аажмаар урсах, халих нөхцөл бүрддэг
24	Geocellular storage system		х	
25	Blue roofs		х	
24	Гол мөрний байгалийн үйл ажиллагааг сэргээх - Restoration of rivers for the control of infiltrations		х	Голын гольдролыг нөхөн сэргээх; голын гольдролын материалыг нөхөн сэргээх; далангийн хамгаалалтыг шинэчлэх
25	Голын урсцыг салаалах -Creation of floodplains and riparian forests		х	Усан болон хуурай газар хоорондох ус урсах сувгуудыг нэмэгдүүлэх

Мөн доорх хүснэгтээр байгууламжийн хөрөнгө оруулалтын зардал болон ашиглалтын зардлыг 2023 онд Италийн Турин хотын жишээн дээр суурилж боловсруулсан 1м² тутмын дүнгээр нэгж тутамд тооцов. Харин шууд бус зардал болох удирдлагын зардал, дизайн, газар эзэмших зэрэг зардлуудыг тооцоход хүндрэлтэй тус хасч тооцов. NBS бүрийн утгыг дунджаар тооцож жилийн утга болгон хувиргаж, 9%-р хөнгөлөлтийн хувь (r)-р 2029 оны байдлаарх нэгж зардлыг тооцсон.

Хүснэгт 2. NBS шийдлүүдийн өртөг, зардал⁷

Нэр	Анхны хөрөнгө оруулалт 2024 (₮/м2)		2025-2030 он хүртэлх ашиглалтын зардал өнөөгийн ханшаар r=9% (₮/м2)					
	Суурьлуулалтын зардал	Ашиглалтын зардал	2025	2026	2027	2028	2029	5 жилийн нийт зардал
Моджуулсан ногоон бүс	4864	9176	8350	7598	6915	6292	5726	39745
Ус хурах хүрээлэн	3980	1106	1006	915	833	758	690	8182
Хот доторх хүрээлэн	14187	14187	12910	11748	10691	9729	8853	68119
Дээврийн цэцэрлэг	285588	202675	184434	167835	152730	138984	126476	1056047
Ногоон фасад	368500	12898	11737	10680	9719	8844	8048	417529
Замын хажуудах мод, ургамал	124479	126101	114752	104424	95026	86474	78691	603845
Ногоон тавилга	773850	8844	8048	7324	6665	6065	5519	807470
Нэвчүүлэх гадаргуу	294800	0	0	0	0	0	0	294800
Борооны ус нөөцлөх	239525	11055	10060	9155	8331	7581	6899	281550
Ус тунгаах хотгор сав газар	119763	2322	2113	1922	1749	1592	1449	128588
Ус нэвчүүлэх хайрга	294800	7812	7109	6469	5887	5357	4875	324498
Ус хурах цөөрөм	51590	11055	10060	9155	8331	7581	6899	93615
Гол мөрний байгалийн үйл ажиллагааг сэргээх арга хэмжээ	14003	6265	5701	5188	4721	4296	3909	37817
Голын урсацыг салаалах	2764	184	168	153	139	126	115	3464

Мөн шийдэл тус бүрийг эрсдэлийг бууруулах нөлөөллийн чадамжаар нь 0-3 онооны хооронд үнэлсэн ба тус үнэлгээг бусад улсын жишгээс иш татсан⁸.

⁷ Nature-Based Solutions Modeling and Cost-Benefit Analysis to Face Climate Change Risks in an Urban Area: The Case of Turin (Italy)

⁸ Nature-Based Solutions Modeling and Cost-Benefit Analysis to Face Climate Change Risks in an Urban Area: The Case of Turin (Italy)

Хүснэгт 3. NBS шийдлүүдийн эрсдэл бууруулах чадамж

№	Нэр	Үерийн эсрэг үр дүнтэй байдал		УНН эсрэг үр дүнтэй байдал		Байгаль орчны үгөөж		Нийт оноо	
		1.9	63%	3	100%	2.3	77%	7.2	80%
1	Моджуулсан ногоон бүс	1.9	63%	3	100%	2.3	77%	7.2	80%
2	Ус хурах хүрээлэн	1.6	53%	1.5	50%	1.7	57%	4.8	53%
3	Хот доторх хүрээлэн	1.2	40%	2	67%	1.6	53%	4.8	53%
4	Дээврийн цэцэрлэг	1	33%	1.5	50%	1	33%	3.5	39%
5	Ногоон фасад	0.1	3%	1	33%	0.7	23%	1.8	20%
6	Замын хажуух мод, ургамал	1.6	53%	3	100%	2.2	73%	6.8	76%
7	Ногоон тавилга	1	33%	2	67%	1	33%	4	44%
8	Нэвчүүлэх гадаргуу	1	33%	2	67%	1	33%	4	44%
9	Борооны ус нөөцлөх	0.7	23%	0	0%	0.7	23%	1.4	16%
10	Ус тунгаах хотгор сав газар	0.1	3%	0	0%	0.5	17%	0.6	7%
11	Ус нэвчүүлэх хайрга	1.6	53%	1.5	50%	2	67%	5.1	57%
12	Ус хурах цөөрөм	1	33%	0	0%	1.2	40%	2.2	24%
13	Гол мөрний байгалийн үйл ажиллагааг сэргээх арга хэмжээ	1.6	53%	1.5	50%	2.1	70%	5.2	58%
14	Голын урсацыг салаалах	1.2	40%	0	0%	1.6	53%	2.8	31%
15	Голын урсацыг салаалах	2.8	93%	2	67%	3	100%	7.8	87%

iii. NBS хувилбар боловсруулалт, тооцоолол

Сонгосон NBS болон тэдгээрийн онцлогт тулгуурлан Улаанбаатар хотын үерийн эрсдэл бүхий нийт байршил, өндөр эрсдэл бүхий суурьшлын бүс болон УНН газрын зургийг ашиглан NBS-ийн шийдлүүдийн хослолыг гаргасан.

Хувилбар бүрийн хувьд нийт эрсдэл бүхий 389.8 га талбай болон зөвхөн үерийн өндөр эрсдэл бүхий айл өрхийн амьдарч буй 79.8 га газрыг тус тусад нь харгалзан үзэж 2 тусдаа тооцоолол боловсруулсан.

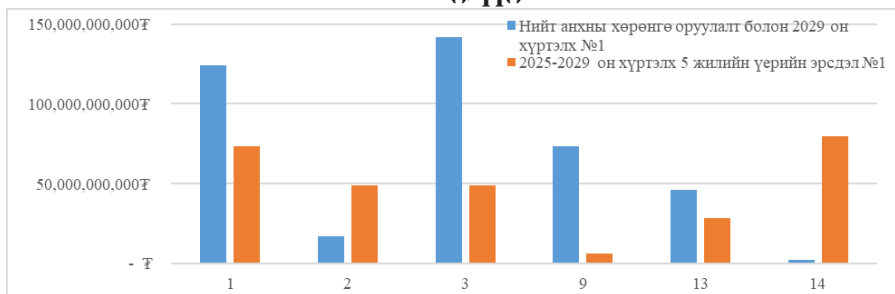
Байгальд суурилсан нийт 14 шийдэл (NBS)-ийг үер болон УНН-ийн эсрэг үр дүнтэй байдал болон байгаль орчин нийгэм эдийн засгийн үр дүнтэй байдлаар 1-3 онооны хооронд олон улсын жишгээр үнэлж үр өгөөжийг хувьчилсан ба мөн шийдэл бүрийг хэрэгжүүлэх суурь зардлуудыг 1м² тутамд тооцож үүнийгээ нийт эрсдэл бүхий байршлын талбайд хувьчлан тооцож шийдэлд шаардлагатай хөрөнгө оруулалт болон 5 жилийн хугацаан дахь ашиглалтын зардлыг тооцсон. Мөн хөрөнгө оруулалтын тооцоолол хийхдээ дэлхийн банкнаас боловчруулсан

NBS гарын авлага болон Италийн Турин хотод хийгдсэн судалгаануудын хөрөнгө оруулалтын дүнгээс иш татан тооцсон. 5 жилээр тооцсон шалтгаан нь тус шийдлүүдийг байгууламж гэж тооцон үндсэн хөрөнгөөр үнэлж 5 жилээр элэгдүүлэхээр тооцов. Нөгөө талдаа үр өгөөжийг хэмжихдээ жил бүр тус эрсдэлийн улмаас зарцуулж буй хохирлыг тооцон 5 жилээр үнэлж нийт хохирлын хэмжээг тооцов. Ингэхдээ Монгол Улсын Ерөнхийлөгчийн ивээл дор хоёр дахь удаагаа зохион байгуулж буй “Ногоон санхүүжилт-Олон улсын чуулган 2023”-д тавьсан илтгэлээс иш татан ДНБ-ийн 0.8%-аар тооцсон⁹. Ингээд зардал болон үр ашгийн шинжилгээг боловсруулж дараах тооцоолол гарсан.

График 1. Нийт эрсдэл бүхий байршлын зардал ашгийн анализ №1



График 2. Нийт эрсдэл бүхий байршилд хэрэгжүүлэх боломжтой NBS шийдлүүд

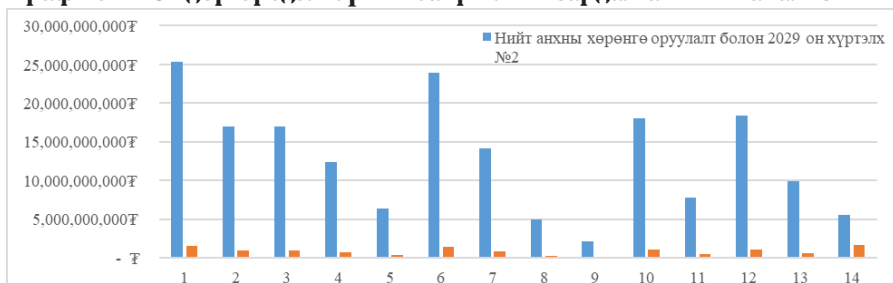


Хүснэгт 4. NBS шийдлүүдийн зардал үр ашгийн шинжилгээ

⁹ <https://montsame.mn/mn/read/321184>

№	Name	Нийт эрстэл бүхий газар га №1	Өмлөр эрстэл бүхий газар га №2	Уер, ЦШ эсрэг үр дүнтэй байдал (Б/О үр өгөөж)	Нийт анхны хөрөнөг оруулалт боловч 2029 он хүртэл №1	Нийт анхны хөрөнөг оруулалт боловч 2029 он хүртэл №2	Нийт анхны хөрөнөг оруулалт боловч 2029 он хүртэл №1	Нийт анхны хөрөнөг оруулалт боловч 2029 он хүртэл №2	2025-2029 он хүртэлх 5 жилийн үерийн эрстэл №1	2025-2029 он хүртэлх 5 жилийн үерийн эрстэл №2	№1 амнигтай байдал	№2 амнигтай байдал
1	Моджуулах ногоон бүс - Forested green areas	312	64	80%	123 940 807 914₮	25 373 207 982₮	73 600 000 000₮	1 472 000 000₮	-	-	50 340 807 914₮	23 901 207 982₮
2	Ус урсах хэрээлэн - Rain gardens	208	43	53%	17 010 468 730₮	16 915 471 988₮	49 066 666 667₮	981 333 333₮	981 333 333₮	981 333 333₮	32 056 197 937₮	15 934 138 655₮
3	Хот доторх хэрээлэн - Urban gardens	208	43	53%	141 615 713 343₮	16 915 471 988₮	49 066 666 667₮	981 333 333₮	981 333 333₮	981 333 333₮	92 549 046 676₮	15 934 138 655₮
4	Дээрлийн илэрвэл - Intensive green roofs	152	31	39%	1 600 849 818 158₮	12 334 198 323₮	35 777 777 778₮	715 555 556₮	-	-	1 565 072 040 378₮	11 618 642 769₮
5	Ногоон фесал - Traditional green fields	78	16	20%	325 505 793 094₮	6 343 301 996₮	18 400 000 000₮	368 000 000₮	368 000 000₮	368 000 000₮	307 105 793 094₮	5 975 301 996₮
6	Замын жижүүх мөд, ургамал - Roadside trees and green paths	295	60	76%	1 778 417 908 335₮	23 963 585 317₮	69 511 111 111₮	1 390 222 222₮	1 390 222 222₮	1 390 222 222₮	1 708 906 797 223₮	22 573 363 094₮
7	Ногоон тавилга - Green urban furniture	173	35	44%	1 398 896 999 001₮	14 096 226 657₮	40 888 888 889₮	817 777 778₮	817 777 778₮	817 777 778₮	1 358 008 110 112₮	13 278 448 879₮
8	Нявчүүлэх шааруу - Rainwater surfaces	61	12	16%	178 753 617 778₮	4 933 679 330₮	14 311 111 111₮	286 222 222₮	286 222 222₮	286 222 222₮	164 442 506 667₮	4 647 457 108₮
9	Ваннаг хөтгөр сан газар - Infiltration basins	26	5	7%	73 165 475 646₮	2 114 433 999₮	6 133 333 333₮	122 666 667₮	122 666 667₮	122 666 667₮	67 032 142 313₮	1 991 767 332₮
10	Ус гявчүүлэх хайрга - Infiltration trenches	221	45	57%	284 033 222 645₮	17 972 688 987₮	52 133 333 333₮	1 042 666 667₮	1 042 666 667₮	1 042 666 667₮	231 899 889 311₮	16 930 022 321₮
11	Ус гявчүүлэх хайрга - Infiltration trenches	95	20	24%	309 195 839 459₮	7 752 924 661₮	22 488 888 889₮	449 777 778₮	449 777 778₮	449 777 778₮	286 706 950 570₮	7 303 146 883₮
12	Ус урсах цөөрөм-Retention ponds	225	46	58%	210 837 758 265₮	18 325 094 654₮	53 155 555 556₮	1 063 111 111₮	1 063 111 111₮	1 063 111 111₮	157 682 202 709₮	17 261 983 543₮
13	Гол шөрлийн байрлалын үйл ажиллагааг сэргээх арга хэмжээ - Restoration of rivers for the control of infiltrations	121	25	31%	45 861 339 582₮	9 867 358 660₮	28 622 222 222₮	572 444 444₮	572 444 444₮	572 444 444₮	17 239 117 360₮	9 294 914 215₮
14	Голын урсгалыг салаах - Creation of floodplains and riparian forests	68	14	87%	2 340 576 434₮	5 497 528 396₮	79 733 333 333₮	1 594 666 667₮	1 594 666 667₮	1 594 666 667₮	77 392 756 900₮	3 902 861 730₮

График 3. Өндөр эрсдэл бүхий байршлын зардал ашгийн анализ №2



ҮР ДҮН

Нийт NBS-ийн шийдлүүдийн зардлын хэмжээг үерийн үеийн эрсдэлээс учрах жил бүрийн хохиролтой уялдуулан График 1 болон Хүснэгт 4-с харахад 14-р шийдэл буюу Голын урсацыг салаалах шийдэл хамгийн өндөр үр өгөөжтэй харагдаж байна. Нөгөө талдаа NBS-ийн зарим шийдлүүд өртөг өндөртэй болохыг мөн Хүснэгт 4-өөс харж болно. Тиймээс тус 14 шийдлээс хамгийн үр өгөөж өндөртэй байх боломжтой 6 шийдлийг ялган авсан ба эдгээрийн 5 шийдэл нь ашигт ажиллагаанаас илүү зардал нь өндөр байна (График 2). Гэсэн хэдий ч тус шийдлүүдийг хэрэгжүүлснээр хүн амын эрүүл мэнд, байгаль орчны тэнцвэрт байдал зэрэг тогтвортой хөгжил талаас нийгэм эдийн засагт оруулах хувь нэмэр өндөр юм. Харин График 3-т харуулсны дагуу зөвхөн эрсдэл өндөр бүсэд суурьшсан айл өрхүүдэд зориулан NBS хэрэгжүүлэх нь үр өгөөжгүй болохыг харуулж байна. Иймд дараах арга хэмжээнүүдийг авч хэрэгжүүлснээр Монгол улсын эдийн засаг болон Тогтвортой хөгжилд хувь нэмэр оруулах ач холбогдолтой юм. Үүнд:

1. Дээр дурдсан нийт 14 шийдлээс моджуулсан ногоон бүс, ус хурах хүрээлэн, хот доторх хүрээлэн, борооны ус нөөцлөх, гол мөрний байгалийн үйл ажиллагааг сэргээх, голын урсацыг салаалах ба түүнийг дагасан моджуулалт хийх шийдлүүдийг хэрэгжүүлэх;
2. Эдгээр шийдлийн үр өгөөж, зардлын тооцоог нарийвчлан боловсруулж бодлогын шийдвэр гаргалтад тусган ажиллах;

Цаашид дээрх шийдлүүдийн нийгэм эдийн засгийн үр өгөөж зэрэг далд өгөөжүүдийг нарийвчлан тооцож зардал ашгийн шинжилгээг илүү оновчтой боловсруулах нь зүйтэй ба нөгөө талдаа байгальд суурилсан шийдлүүдийг илүүтэйгээр хэрэгжүүлж эхлэх нь Монгол улсын нийгэм эдийн засаг, байгаль орчин хийгээд олон улсын өмнө хүлээсэн амлалтаа биелүүлэх зэрэгт өндөр ач холбогдолтой болох нь олон улсын судалгаа болон Монгол улсын нөхцөл байдлаас харагдаж байна.

Ашигласан материал

- Arnbjerg-Nielsen e. a. (2013) Impacts of Climate Change on Rainfall Extremes and Urban Drainage Systems: A Review. *Water Sci. Technol.* 68, 16–28.
- Costa, S. e. a. (2021). Effectiveness of Nature-Based Solutions on Pluvial Flood Hazard Mitigation: The Case Study of the City of Eindhoven (the Netherlands). *Resources*, 10- 24.
- EEA. *Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2016. An Indicator-Based Report*; EEA: Copenhagen, Denmark, 2017; ISBN 9789292138356.
- Escobedo. F.J. e. a. (2019). Urban Forestry & Urban Greening Urban Forests, Ecosystem Services, Green Infrastructure and Nature-Based Solutions: Nexus or Evolving Metaphors? *Urban For. Urban Green.* 37, 3–12.
- Fini. A, e. a. (July 2017). Nature Based Solutions to Mitigate Soil Sealing in Urban Areas: Results from a 4-Year Study Comparing Permeable, Porous, and Impermeable Pavements. . 2017, 443–454. *Environ. Res. Volume 156*, 443-454.
- Harlan, S.L., and Ruddell. D.M. (2011). Climate Change and Health in Cities: Impacts of Heat and Air Pollution and Potential Co-Benefits from Mitigation and Adaptation. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 3, 126–134.
- Heaviside. C., Macintyre's., and Vardoulakis. (2017). The Urban Heat Island: Implications for Health in a Changing Environment. *Curr. Environ. Health Rep.* 296–305.
- Koko. A.F. e. a. (2021). Spatiotemporal Influence of Land Use/Land Cover Change Dynamics on Surface Urban Heat Island: A Case Study of Abuja Metropolis, Nigeria. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 10, 272.
- Liu. J., and Niyogi. D. (2019). Meta-Analysis of Urbanization Impact on Rainfall Modification. *Sci. Rep.* 7301.
- Palafox-Ju6rez. e. a. (2021). Impact of Urban Land-Cover Changes on the Spatial-Temporal Land Surface Temperature in a Tropical City of Mexico. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 10, 76.

- Parker, J.; Simpson, G.D.; Miller, J.E. (2020). Nature-Based Solutions Forming Urban Intervention Approaches to Anthropogenic Climate Change: A Quantitative Literature Review. *Sustainability*. 7439.
- Riccardo Scalenghe, A.-M. (15 March 2009). The Anthropogenic Sealing of Soils in Urban Areas. *Landsc. Urban Plan.* 2009, 90, 1–10. *Landscape and Urban Planning*, Volume 90, Issues 1–2, 1-10.
- Rosenzweig, C. e. a. (2018). Solecki, W.D.; Romero-Lankao, P.; Mehrotra, S.; Dhakal, S.; Ibrahim, S.A. *Climate Change and Cities Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*; Cambridge University Press: Cambridge, UK. pp. xvii–xlii.
- Rousi, E. e. a. (2022) Accelerated Western European Heatwave Trends Linked to More-Persistent Double Jets over Eurasia. *Nat. Commun.* 3851.
- Santamouris.M., e. a. (2015). On the Impact of Urban Heat Island and Global Warming on the Power Demand and Electricity Consumption of Buildings-A review. *Energy and Buildings.*, 119–124.
- Scalenghe, R. and Ajmone-Marsan, F. (2009). The Anthropogenic Sealing of Soils in Urban Areas. *Landsc. Urban Plan.* 90, 1–10.
- United Nations. (10 January 2023). United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme. The United Nations Environment Assembly (pp. 3-5). Kenya. The United Nations.
- Seddon, N, e. a. (2021). Getting the Message Right on Nature-Based Solutions to Climate Change. *Global Change Biology*, Volume27, 1518–1546.
- Vardoulakis, S., Kinney, P. and Grand. (2019). Challenges in Sustainable Cities and Health. *Front. Sustain.*
- Wouters, H. e. a. (2017). Heat Stress Increase under Climate Change Twice as Large in Cities as in Rural Areas: A Study for a Densely Populated Midlatitude Maritime Region. *Geophys. Res. Lett.* 44, 8997–9007.