



МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
MONGOLIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

СИСТЕМИЙН СЭТГЭЛГЭЭНИЙ ЛАБОРАТОРИ



Монгол Улсын ногоон эрчим хүчний бодлого, төлөвлөлтийг системийн динамик загварчлалын аргаар тооцоолох нь

Б.Ууганбаяр, А.Элбэгжаргал, Б.Энхжаргал

Системийн динамик загварчлал

Системийн динамик загварчлалын арга зүйг 1960–аад оны эхээр АНУ-ын Массачусетийн Технологийн Их сургуулийн Слоаны Менежментийн сургууль дээр Ж.Форестер болон түүний хамтран ажиллагсад анх үндэслэсэн.

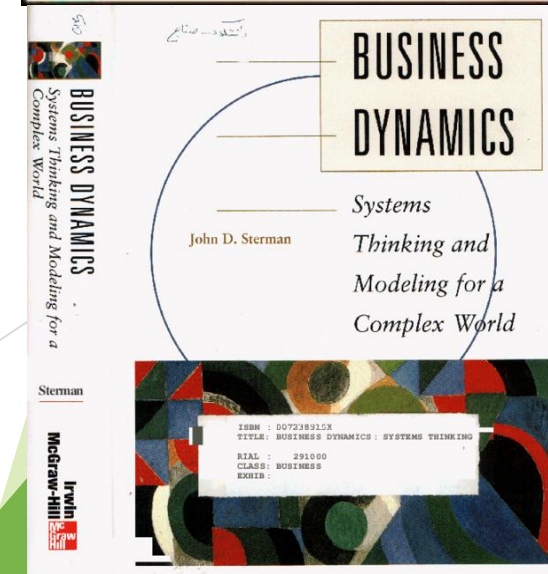
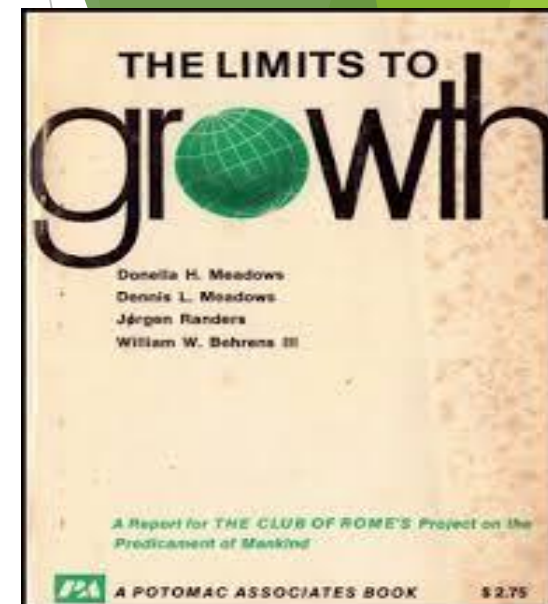
Системийн динамик загвар нь тухайн асуудлыг бүтэн системээр авч үздэг учраас үнэн бодит байх магадлал өндөртэй, маш олон хувилбараар туршилт симуляцийг хийж, сайн муу янз бүрийг эффектийг харах, ойлгох, удирдах зориулалттай юм.

- Ж.Форестер. *Аж үйлдвэрийн динамик*, 1961 он.
- Ж.Форестер. *Хотын динамик*, 1969 он.
- Д.Мидоус. *Өсөлтийн хязгаар*, 1972 он.
- Ж.Стерман *Бизнесийн динамик*, 2000 он.
- Д.Бадарч *Системийн сэтгэлгээ*, 2014 он.
- Д.Бадарч, Б.Очирбат, А.Энхамгалан *Системийн динамик загварчлалын үндэс*, 2002 он.

Jay Wright Forrester



Born	July 14, 1918 Anselmo, Nebraska
Died	November 16, 2016 (aged 98) Concord, Massachusetts
Alma mater	University of Nebraska–Lincoln (B.S., 1939) MIT (M.S., 1945)
Known for	MIT Whirlwind Random-access memory System dynamics
Awards	IEEE Medal of Honor (1972) Howard N. Potts Medal National Medal of Technology and Innovation (1989) Computer History Museum Fellow (1995) ^[1]
	Scientific career
Institutions	MIT Sloan School of Management (1956)



Судалгааны ажлын зорилго

Монгол Улсын Эрчим хүчний хэрэглээ болон үйлдвэрлэлийн зөрүү хэдэн онд гарах бэ? энэ зөрүүг бид ямар төслүүдээр нөхөж болох бэ? Хөгжлийн бодлого, төлөвлөлтийн баримт бичигт тусгагдсан Нүүрсний болон сэргээгдэх эрчим хүчний төслүүдийн эдийн засгийн, байгаль орчны эффект ямар байх вэ? гэдэг асуултуудад хариулт өгөх нь энэхүү судалгааны ажлын үндсэн зорилго юм.

Загварыг системийн динамик загварчлалын аргаар VensimDSS програм дээр боловсруулж, Рунге-Куттын 4 дүгээр эрэмбийн тоон аргаар бодож тооцоолж, эрчим хүчний салбарт хэрэгжих төсөл тус бүрийн Монгол Улсын эрчим хүчний дутагдалыг хэрхэн нөхөж буй болон эдийн засаг, байгаль орчны суурь үзүүлэлтэнд хэрхэн нөлөөлж буйг гарган харуулсан.

Энэхүү системийн динамик загварыг Монгол Улсын эрчим хүчний салбарын эрэлт, нийлүүлэлтийн урт болон дунд хугацааны ерөнхий төлвийг харах, сэргээгдэх эрчим хүчийг нэмэгдүүлэх бодлого боловсруулах, удирдлагын шийдвэр гаргалтыг дэмжих хэрэгсэл болгон ашиглах боломжтой юм.

38 сектор

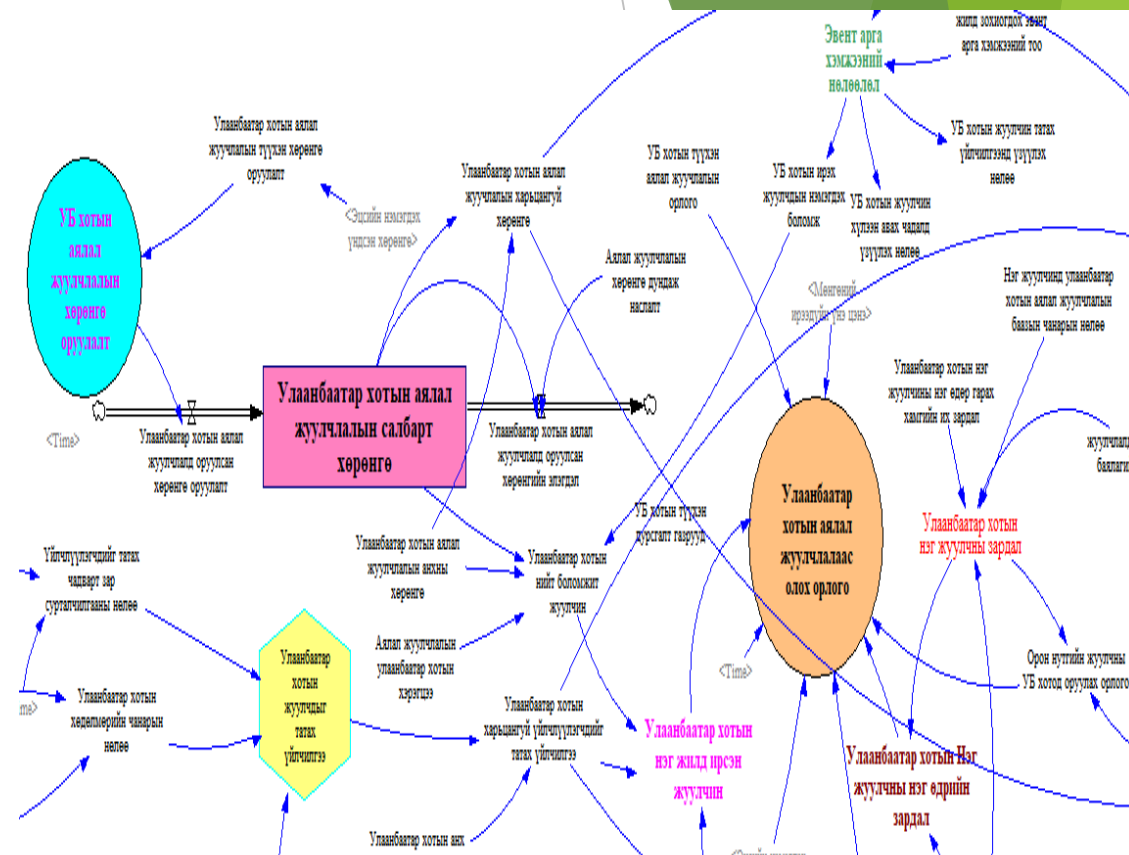
37
дифференциал
тэгшитгэл

2000 гаруй
хувьсагч,
параметр

40 гаруй үндсэн
хүчин зүйл

Судалгааны арга, аргачлал

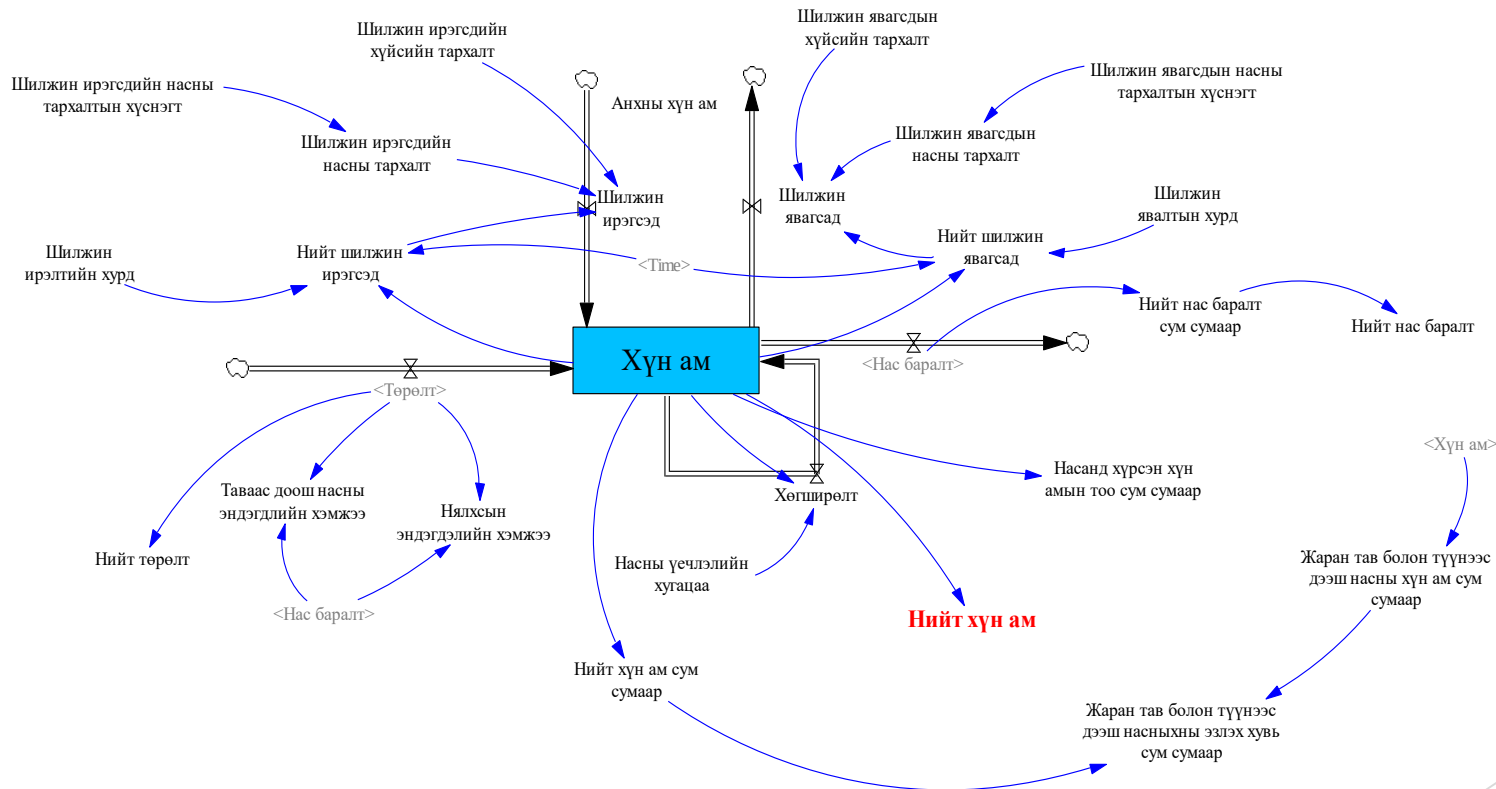
- Эдийн засгийн салбаруудыг Мал аж ахуй, Газар тариалан, Худалдаа үйлчилгээ, Аялал жуулчлал, Боловсруулах үйлдвэрлэл, Барилгын үйлдвэрлэл, Уул уурхайн үйлдвэрлэл, Дулаан ба цахилгаан үйлдвэрлэл гэсэн 8 салбараар, 21 аймаг болон Улаанбаатар хотоор тус тус салган загварчилсан.
- Худалдаа үйлчилгээ, Аялал жуулчлал, Боловсруулах үйлдвэрлэл, Барилгын үйлдвэрлэл, Уул уурхайн үйлдвэрлэл, Дулаан ба цахилгаан үйлдвэрлэлийг загварчлахын тулд Кобба-Дугласын $Y=A*K^{(1-e)}*L^e$ үйлдвэрлэлийн функцийг ашигласан. Энэ функцийг сонгон авсан нь салбарын үндсэн хөрөнгө, хөрөнгө оруулалт, ажиллах хүчний тоо, хөдөлмөрийн бүтээмж гэх мэт хэд хэдэн үзүүлэлтүүдийг гарган авах боломжтой бөгөөд боловсрол, эрүүл мэнд болон дэд бүтцийн эдийн засагт үзүүлэх нөлөөг тооцоолох, туршилт симуляци хийхэд илүү эвтэйхэн байдаг гэх мэт олон учир шалтгаантай холбоотой юм.
- Эдийн засгийн салбаруудын хоорондын уялдаа холбоог Леонтьевийн орц-гарцын загвар буюу салбар хоорондын тэнцэл дээр суурилан гаргасан.



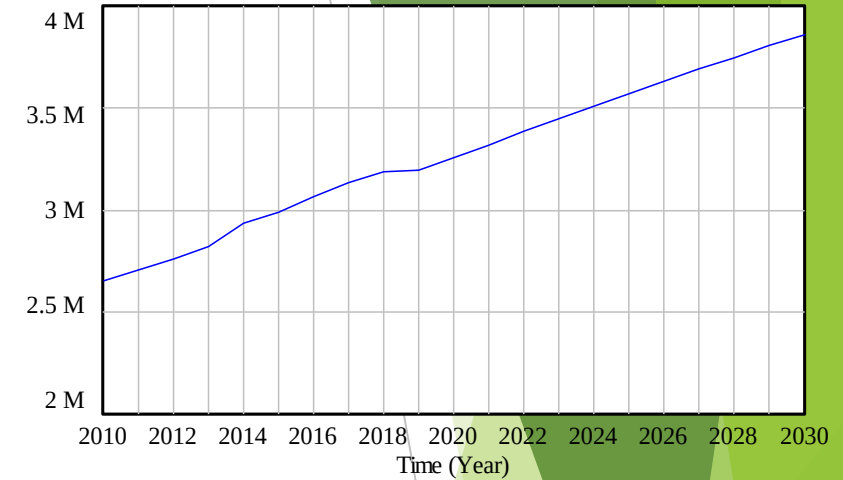
Хүн амын тоо

Хүн амын өсөлтийн тооцоонд $\frac{dP}{dt} = kP$ тэгшитгэл бүхий $P(t) = P_0 e^{kt}$ байх экспоненциал хуулийг ашигласан бөгөөд Монгол Улсын Үндэсний Статистикийн хорооны 1212.mn сайт болон Монгол Улсын статистикийн эмхэтгэлийг /2010-2019/ эх сурвалж болгосон.

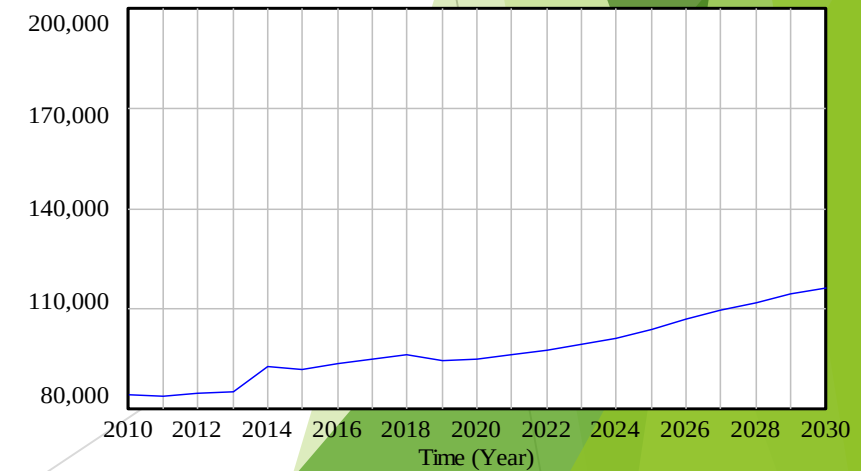
$$\frac{d(\text{Хүн ам})}{dt} = (\text{Төрөлтийн хувь} - \text{Нас баралтын хувь} + \text{Шилжин ирэгсэдийн хувь} - \text{Шилжин явагсадын хувь}) * \text{Хүн ам}$$



Монгол улсын нийт хүн ам



Нийт хүн ам аймаг аймгаар



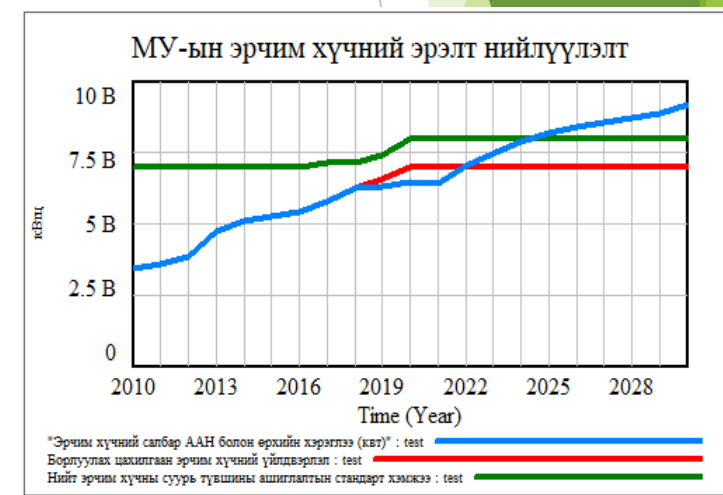
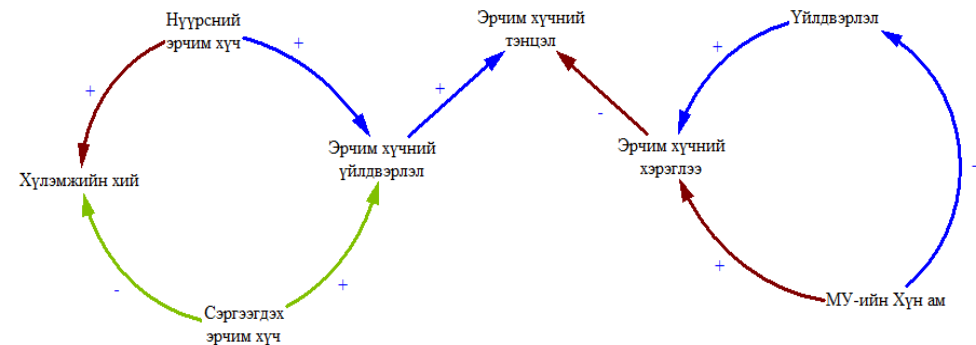
[ийт хүн ам аймаг аймгаар[Архангай] : current

Эрчим хүчний хэрэглээ ба үйлдвэрлэл

- Монгол Улсын эрчим хүчний хэрэглээг хүн амын өсөлт, эдийн засгийн 8 салбарын өсөлт дээр тулгуурлан тооцоолсон.



- Нөгөө талаас эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн хэмжээг 2010-2021 онуудад суурилагдсан хүчин чадлаас хамааруулан тооцоолсон бөгөөд үйлдвэрлэлийн хэмжээг тус салбарт хэрэгжих төслүүдийн нөлөөгөөр нэмэгддэг байхаар, туршилт симуляци хийж болохоор загварчилсан.

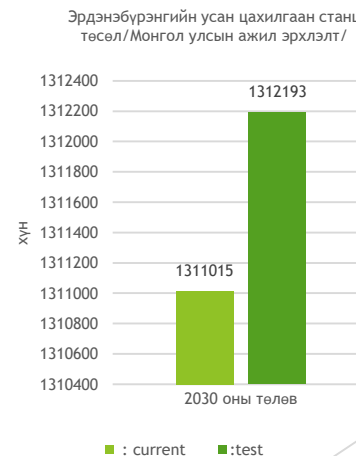
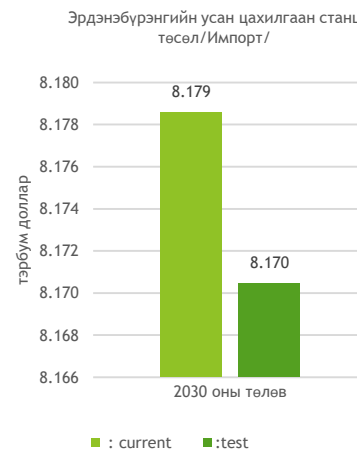
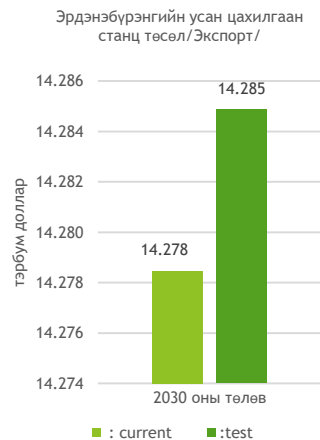
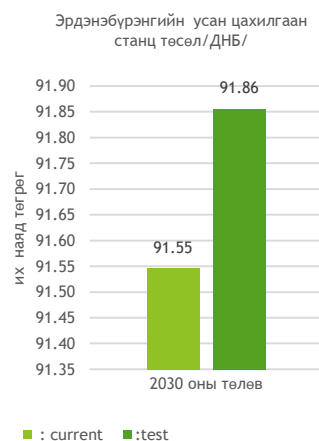


Загварын тооцооноос харвал эрчим хүчний хэрэглээ нэмэгдсээр 2022 онд эрчим хүчний хэрэглээ ба үйлдвэрлэл тэнцэж 2023-2024 онд суурьлагдсан хүчин чадал, стандарт үйлдвэрлэлээс давах магадлалтай болсныг харуулж байна. 20 хувийн нөөцтэй байх зарчмаар тооцвол эрчим хүчний хэрэглээ нь үйлдвэрлэлээсээ 2021-2022 онд давсан байна.

Туршилт, симуляцийн үр дүн

1. Эрдэнэбүрэнгийн усан цахилгаан станц

Загварт Эрдэнэбүрэнгийн усан цахилгаан станцийг 2025 онд ашиглалтанд орсноор тооцвол цахилгаан үйлдвэрлэл 8 хувиар өсч, эрчим хүчний дутагдалыг 14,6 хувиар бууруулна. Эрдэнэбүрэнгийн цахилгаан станц ашиглалтанд орсноор Монгол Улсын дотоодын нийт бүтээгдэхүүнийг 0,3 хувиар, экспортыг 0,05 хувиар, шууд болон шууд бус ажлын байрны тоо 1100-аар нэмэгдэх боломжтой бол импорт 0,1 хувиар буурах боломжтой байна.



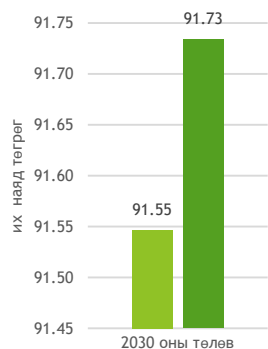
Туршилт, симуляцийн үр дүн

► Дулааны 3 дугаар цахилгаан станцын өргөтгөл

2022 онд “Дулааны 3 дугаар цахилгаан станцыг 250 Мвт-аар өргөтгөх төсөл”-ийг 2023 онд ашиглалтанд оруулснаар Монгол Улсын эрчим хүчний дутагдал 2025 он хүртэл байхгүй болж байна. Гэвч энэ төсөл нь нүүрсний хэрэглээг нэмэгдүүлэх тул хүлэмжийн хийн ялгаралыг 28 хувиар, хог хаягдалын хэмжээг 162616 тонноор нэмэгдүүлж байна.

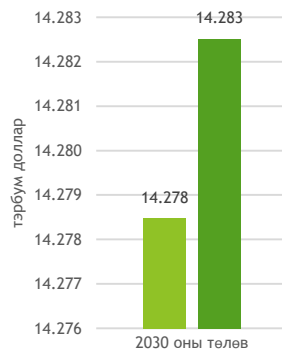
3-р цахилгаан станцыг өргөтгөснөөр Монгол Улсын дотоодын нийт бүтээгдэхүүнийг 0,2 хувиар, экспортыг 0,03 хувиар, шууд болон шууд бус ажлын байрны тоо 350-аар нэмэгдэх боломжтой бол импортыг 0,7 хувиар бууруулах боломжтой байна.

Дулааны 3-р цахилгаан станцыг өргөтгөх төсөл/ДНБ/



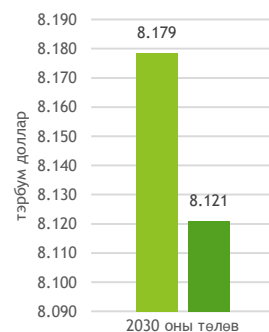
■ : current ■ :test

Дулааны 3-р цахилгаан станцыг өргөтгөх төсөл/Экспорт/



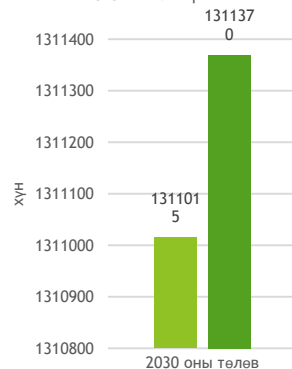
■ : current ■ :test

Дулааны 3-р цахилгаан станцыг өргөтгөх төсөл/Импорт /



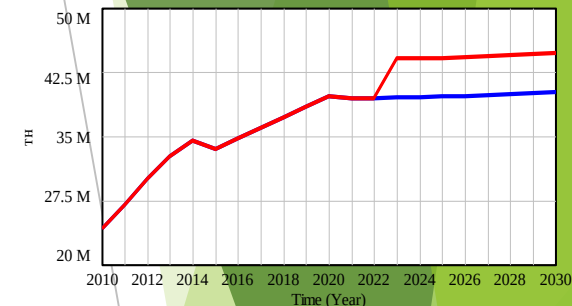
■ : current ■ :test

Дулааны 3-р цахилгаан станцыг төсөл /ажил эрхлэлт/



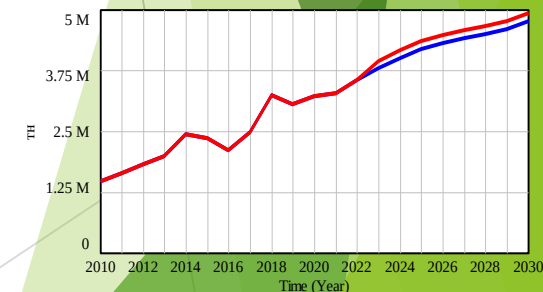
■ : current ■ :test

Нийт хүлэмжийн хийн ялгарал



Нийт хүлэмжийн хийн ялгарал : test
Нийт хүлэмжийн хийн ялгарал : current

Жил болгон гардаг хогны хэмжээ



Жил болгон гардаг хогны хэмжээ : test
Жил болгон гардаг хогны хэмжээ : current

Дүгнэлт

Монгол Улсад ногоон эрчим хүчний системийг хөгжүүлэх стратегийн хүрээнд авч үзсэн дөрвөн өөр эрчим хүчийг хөгжүүлэх хувилбаруудын нийгэм, эдийн засаг, байгаль орчинд үзүүлэх үр нөлөөг гаргасан.

- ▶ **Хувилбар1:** “Алсын хараа 2050”-д тусгагдсан 5 нүүрсний цахилгаан станцыг барихад нийт 5.95 ихнаяд төгрөг шаардлагатай бөгөөд үүнийг барьж чадвал Монгол Улс 2030 он хүртэл эрчим хүчний дутагдалгүй байна. Гэвч эдгээр нүүрсний цахилгаан станцуудыг ашигласнаар хүлэмжийн хийн ялгарал 2030 онд 67 сая тоннд хүрч одоогийн түвшнээс 1.8 дахин нэмэгдэхээр байна.
- ▶ **Хувилбар2:** Монгол Улсын Сэргээгдэх эрчим хүчний хэмжээ 2020 онд нийт эрчим хүчний 10 орчим хувийг эзлэж байна. Үүнийг дахин **15 хувь** болгон нэмэгдүүлэхэд 90 Мвт-ын хүчин чадалтай сэргээгдэх эрчим хүчний станц 7 хэрэгтэй бөгөөд ойролцоогоор 5,7 ихнаяд төгрөгийн хөрөнгө оруулалт хэрэгтэй бөгөөд хүлэмжийн хийн ялгаралын хэмжээг 7,5 хувиар бууруулж байна.
- ▶ **Хувилбар3:** Сэргээгдэх эрчим хүчний хэмжээг **40 хувьд** хүргэхэд 90 Мвт-ын хүчин чадалтай сэргээгдэх эрчим хүчний станц 15 хэрэгтэй бөгөөд ойролцоогоор 12,27 ихнаяд төгрөгийн хөрөнгө оруулалт хэрэгтэй бөгөөд хүлэмжийн хийн ялгаралыг 20 хувиар бууруулж чадаж байна.
- ▶ **Хувилбар4:** 2030 он гэхэд Монгол Улсад бараг 12 ГВт суурилагдсан хүчин чадалтай сэргээгдэх эрчим хүч суурилуулах боломжийг олгох бөгөөд ингэснээр хүн ам, үйлдвэрлэл хурдацтай өсөн нэмэгдэж буй Зүүн хойд азид эрчим экспортлох боломжтой болох юм.

Одоогоор нүүрсний 5 цахилгаан станцыг барьж, эрчим хүчний дутагдалаас гарах хэрэгтэй байгаа бөгөөд 2030 оноос хувилбар3-ыг хэрэгжүүлэх нь зүйтэй гэж бид үзсэн.

Загварын бичлэг

Microsoft Teams

Meeting in "General"

2022-05-25 01:27 UTC

Recorded by

Elbegjargal Ariya

Organised by

Elbegjargal Ariya

Channel

General

**АНХААРАЛ ТАВЬСАНД
БАЯРЛАЛАА**