

ДЦС-4 ДЭЭР 100 МВТ/250 МВТ.ЦАГ ЧАДАЛТАЙ ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СТАНЦ АШИГЛАЛТАНД ОРУУЛАХ СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТАЙЛАН



ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ
ЯАМ



Ажлын хэсгийн ахлагч:

ДҮТ ХХК-ийн тэргүүн дэд захирал
бөгөөд ерөнхий диспетчер

/Б.Баатар/

Ажлын хэсгийн гишүүд:

ДҮТ ХХК-ийн РХАА-ны дарга

/Ч.Амарсанаа/

ДҮТ ХХК-ийн ЗУХ-ийн дарга

/Б.Биндэрьяа/

ДҮТ ХХК-ийн ТТШХ-ийн дарга

/М.Наранбат/

ДҮТ ХХК-ийн ГТА-ны а/инженер

/А.Чойдорж/

ДЦС-4 ТӨХК-ийн СХА-ны инженер

/Э. Ганбат/

ДЦС-4 ТӨХК-ийн СХА-ны инженер

/П. Энхболор/

Ажлын хэсгийн нарийн бичгийн дарга:

ДҮТ ХХК-ийн ТТШХ а/инженер

/Д. Ариунбаяр/

АГУУЛГА

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ.....	3
СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ЗОРИЛГО	4
1. ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СУДАЛГАА.....	4
1.1 ЭРЧИМ ХҮЧ ХУРИМТЛУУРЫН ТЕХНОЛОГИУД.....	4
1.2 ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН ТӨРӨЛ, ҮНИЙН СУДАЛГАА, ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ХҮРЭЭ.....	6
1.3 ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СИСТЕМИЙН БҮТЭЦ	9
1.3.1 Эрчим Хүч Хуримтлуурын Системийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд	10
1.4 НЭГДСЭН СҮЛЖЭЭНД ХОЛБОХ АРГА ХЭЛБЭРҮҮД.....	11
1.5 ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СИСТЕМИЙГ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМД АШИГЛАХ ХЭЛБЭР	12
1.5.1 Ашиглаж буй байдал	12
1.5.2 Эрчим хүчний сүлжээнд ашиглагдаж буй хэлбэр	13
1.6 ЗАЙ ХУРААГУУРЫН ХИМИЙН БҮТЭЦ,ТӨРӨЛ.....	16
1.6.1 Lead–Acid (PbA) буюу Хар тугалга хүчлийн зай хураагуур	16
1.6.2 Nickel-Cadmium (Ni-Cd) буюу Никель-Кадми зай хураагуур.....	17
1.6.3 Nickel–Metal Hybrid (Ni–МН) буюу Никель-Металл зай хураагуур	18
1.6.4 Lithium-Ion (Li-Ion) зай хураагуур.....	19
1.6.5 Sodium-Sulfur (Na-S) зай хураагуур.....	21
1.6.6 Redox Flow (RFB) зай хураагуур	22
1.7 1-Р БҮЛГИЙН ДҮГНЭЛТ БУЮУ ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СИСТЕМИЙН АШИГЛАЛТЫН ХЭЛБЭР, СУУРИЛУУЛАХ ЦЭГ.....	23
1.7.1 Энерги хуримтлуулах зай хураагуурын системийн суурилуулах боломжит цэг	24
2. 100 МВТ/250 МВТ.ЦАГ ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СТАНЦЫГ НЭГДСЭН СҮЛЖЭЭНД ХОЛБОХ СХЕМИЙН СОНГОЛТ, ТҮҮНИЙ ГОРИМЫН ТООЦОО	25
2.1 ХЭВИЙН ГОРИМЫН ҮЕИЙН ЧАДЛЫН УРСГАЛЫН ТООЦОО	26
ХУВИЛБАР-1: “ИХБ-4”-ИЙН 110 КВ ТАЛД АШ-118 ГАРГАЛГЫГ АШИГЛАН ХОЛБОХ.....	26
ХУВИЛБАР-2: “ИХБ-4” ДЭЭР 110 КВ-ЫН АШ-109-Н ГАРГАЛГАД ХОЛБОХ.....	29
ХУВИЛБАР-3: “ИХБ-4”-ИЙН 110 КВ-ЫН ШИНД ШУУД ХОЛБОХ	30
2.2 100 МВТ-ЫН ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СТАНЦЫН СИСТЕМИЙН ДАВТАМЖИЙН ТОГТВОРЖИЛТОНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛӨЛ	32
2.3 ГОРИМЫН ТООЦООНЫ ДҮГНЭЛТ.....	35
3 ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СИСТЕМИЙН ЭДИЙН ЗАСГИЙН ТООЦООЛОЛ.....	36
3.1 ДЭЛХИЙ НИЙТЭД ЭРЧИМ ХҮЧ ХУРИМТЛУУРЫН СИСТЕМИЙН ТӨСЛҮҮДИЙН ӨРТӨГ-ҮР АШГИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮНДСЭН СУУРЬ ҮНЭЛГЭЭНИЙ ТАЛААР.....	36
3.1.1 Нэгж зай хураагуурын (cell) үнэ:	36
3.1.2 Системийн түвшний эрчим хүчний хуримтлуурыг бүрэн суурилахад шаардагдах хөрөнгийн өртгийн үнэлгээ	37
3.1.3 Хэрэглэгчийн түвшний эрчим хүчний хуримтлуурыг бүрэн суурилахад шаардагдах хөрөнгийн өртгийн үнэлгээ.....	37
3.2 ЗАЙ ХУРААГУУРЫН АШИГЛАЛТЫН ХУГАЦАА.....	38
3.3 “ДЦС-4” ТӨХК-ИЙГ ТҮШИГЛЭН 100 МВТ/250 МВТ.ЦАГ ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СТАНЦ СУУРИЛУУЛИХ ҮЕИЙН ЭДИЙН ЗАСГИЙН ТООЦОО	39
3.3.1 Хөрөнгө оруулалтын зардлын тойм тооцоо.....	39
3.3.2 Үр ашгийн тооцоо (ДЦС-4 ТӨХК-ийн тооцооллоор)	40
1-Р ТООЦООЛЛООР	40
2-Р ТООЦООЛЛООР	42
3.3.3 Үр ашгийн тооцоо (ДҮТ ХХК-ийн тооцооллоор).....	44
4 ДҮГНЭЛТ.....	46
АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ	47
ХАВСРАЛТ 1.....	48
ХАВСРАЛТ 2.....	49

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ

Монгол улсын эрчим хүчний системд 2023 - 2025 оны хооронд шинээр эрчим хүчний үүсгүүр ажилд орох төлөв харагдаж байгаа хэдий ч төвийн бүсийн нэгдсэн системд чадлын дутагдал үүсэх магадлал тун өндөр болоод байна. Харамсалтай нь уг эрчим хүчний дутагдлыг ОХУ-ын эрчим хүчний систем болон сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрүүдээр хангаж ажиллах боломж нь хязгаарлагдмал юм.

Монгол улсын эрчим хүчний системийн найдвартай, тогтвортой байдлын үндэс нь эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн дийлэнх хувийг хангадаг ДЦС-4 ТӨХК-ийн үйл ажиллагаатай шууд холбоотой ба үүнийг 2018 оны 9 сарын 15-ны өдөр гарсан системийн хэмжээний аваарын үед нэгдсэн системийн найдвартай ажиллагаа хэрхэн алдагдсанаар тайлбарлаж болох юм.

Эрчим хүчний шинэ тогтвортой үүсгүүр ашиглалтанд орох хүртэл нэгдсэн сүлжээний найдваржилтыг дээшлүүлэх, болзошгүй аваарын үед ашиглах бэлтгэл чадалтай байх, бүрэн хэмжээний “0” зогсолтын үед үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг түргэн сэргээх гэсэн үндсэн шаардлагаас гадна импортын эрчим хүчний хэрэглээг багасгах, шөнийн бага ачааллын үед ОХУ-руу үр ашиггүй урсаж байгаа цахилгаан эрчим хүчийг хуримтлуулж, шаардлагатай цагуудад ашиглах, ДЦС-ийн ачааллын хэлбэлзлийг бууруулж эдийн засгийн үр ашигтай тогтвортой ажиллагааг хангах гэх мэт зориулалтаар дэлхий нийтэд нэгэнт хэрэглээд үр ашиг нь туршлагаар нотлогдсон, ойрын хугацаанд хамгийн богино хугацаанд хэрэгжүүлэх боломжтой ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СТАНЦ-ыг Монгол эрчим хүчний системд нэвтрүүлэх хэрэгтэй байна.

Түүнчлэн 2018 онд Сэргээгдэх эрчим хүчний системд үр ашгийг нэмэгдүүлэх, нэгдсэн сүлжээнд үзүүлэх нөлөөллийг бууруулах, үйлдвэрлэлийг диспетчерийн зохицуулалттайгаар явуулах зорилгоор судалгааны ажил хийгдэж нарны эрчим хүчний үүсгүүр дээр суурилуулагдсан чадлын 20 хувь, салхины ЭХ-ний үйлдвэрлэлд суурилуулагдсан чадлын 40 хувьд энерги хуримтлуулах зай хураагуурын станц ашиглах талаар шийдвэр гарсан.

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ЗОРИЛГО

ДҮТ ХХК-ийн урьдчилсан тооцооллоор сэргээгдэх эрчим хүчний үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг чадлын алдагдал багатайгаар нэгдсэн сүлжээнд нийлүүлэх, хүчдэлийн болон давтамжийн тохируулга хийх, эх үүсгүүрийн чадлын дутагдлыг нөхөх, дамжуулах сүлжээний нэвтрүүлэх чадварыг нэмэгдүүлэх, аваарын нөөцөд ажиллах, станцыг сэргээх зорилгоор ДЦС-4 ТӨХК дээр 100 МВт, 220 кВ-ын Улаанбаатар дэд станц дээр 50-100 МВт, 220 кВ-ын Багануур дэд станц дээр 30-80 МВт, 220 кВ-ын Чойр дэд станц дээр 20-30 МВт, Салхит СЦС дээр 20-30 МВт-ын зай хураагуурын станц суурилуулах шаардлагатай гэж тодорхойлсон болно (Хавсралт 1).

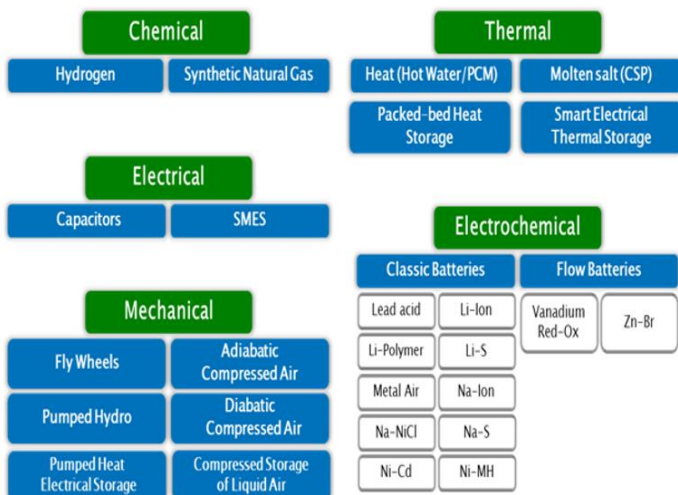
Дээрх цэгүүдээс нэн шаардлагатай цэг нь ДЦС-4 ТӨХК бөгөөд нэгж блок тасрахад түүний дутагдсан чадлыг тодорхой хэмжээнд нөхөж нэгдсэн сүлжээний тогтворжилтыг хангах зорилгоор 100 МВт-ын гаралтын чадалтай, 250 МВт.цаг энерги хуримтлуулах боломжтой зай хураагуурын станцыг ажиллагаанд оруулах ажлыг бодит ажил хэрэг болгон тодорхой шийдэл боловсруулах нь судалгааны ажлын гол зорилго юм.

1. ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СУДАЛГАА

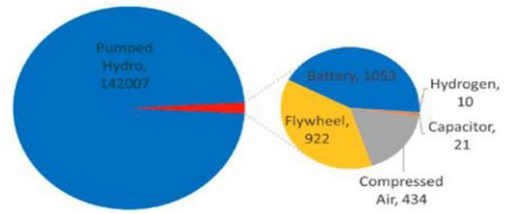
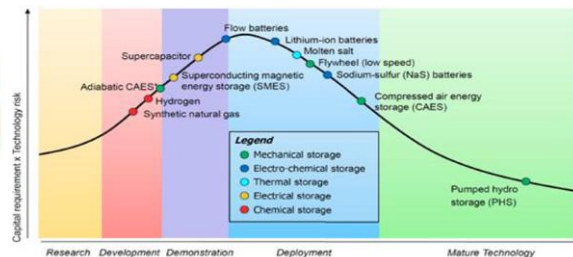
1.1 ЭРЧИМ ХҮЧ ХУРИМТЛУУРЫН ТЕХНОЛОГИУД

Эрчим хүчийг хадгалах, хуримтлуулах арга хэлбэр маш олон төрөл байдаг ба эдгээрийг химийн, дулааны, цахилгааны, цахилгаан-химийн, механикийн гэсэн төрлүүдэд хувааж авч үздэгээс (зураг 1.1) хамгийн ирээдүйтэй технологи нь усан цэнэгт цахилгаан станц (PHS) гэж үздэг байна.

Үйлдвэрлэсэн эрчим хүч, энергийг хадгалах үүрэгтэй учир энерги хадгалах усан цахилгаан станц буюу ЭХУС гэж нэрлэнэ. Заримдаа усан цэнэгт цахилгаан станц гэсэн нэр томъёо хэрэглэгддэг. Энэ нь эрчим хүчний системийн оргил ачааллын үед ашиглагдах станц ба өөр өөр түвшинд байрласан усан сангуудын хооронд усыг шилжүүлэн ашигладаг. Эрчим хүчний бага хэрэглээтэй үед, эрчим хүчний системийн илүүдэл эрчим хүчээр доод усан сангаас дээд усан санд усыг шахуургаар шахаж дүүргэнэ. Хэрэглээ ихдээд ирэхэд уг гаргасан усны потенциал энергээр эрчим хүч үйлдвэрлэх ба ус дээд усан сангаас доод усан санд шилжинэ. Эрчим хүч хадгалах уг цахилгаан станц нь эрчим хүчний системийн үр ашгийг дээшлүүлж эрчим хүчийг хадгалах нэг хэрэгсэл болдог учир томоохон энергийн сүлжээнд зохицуулагчийн үүрэгтэй оролцоно. Энерги хадгалах усан станц нь эрчим хүчний үүсвэр гэхээсээ илүү нөөцлөгч хэмээн үзэх ба ашигт үйлийн коэффициент нь 0.8 ба түүнээс дээш байдаг (зураг 1.2)

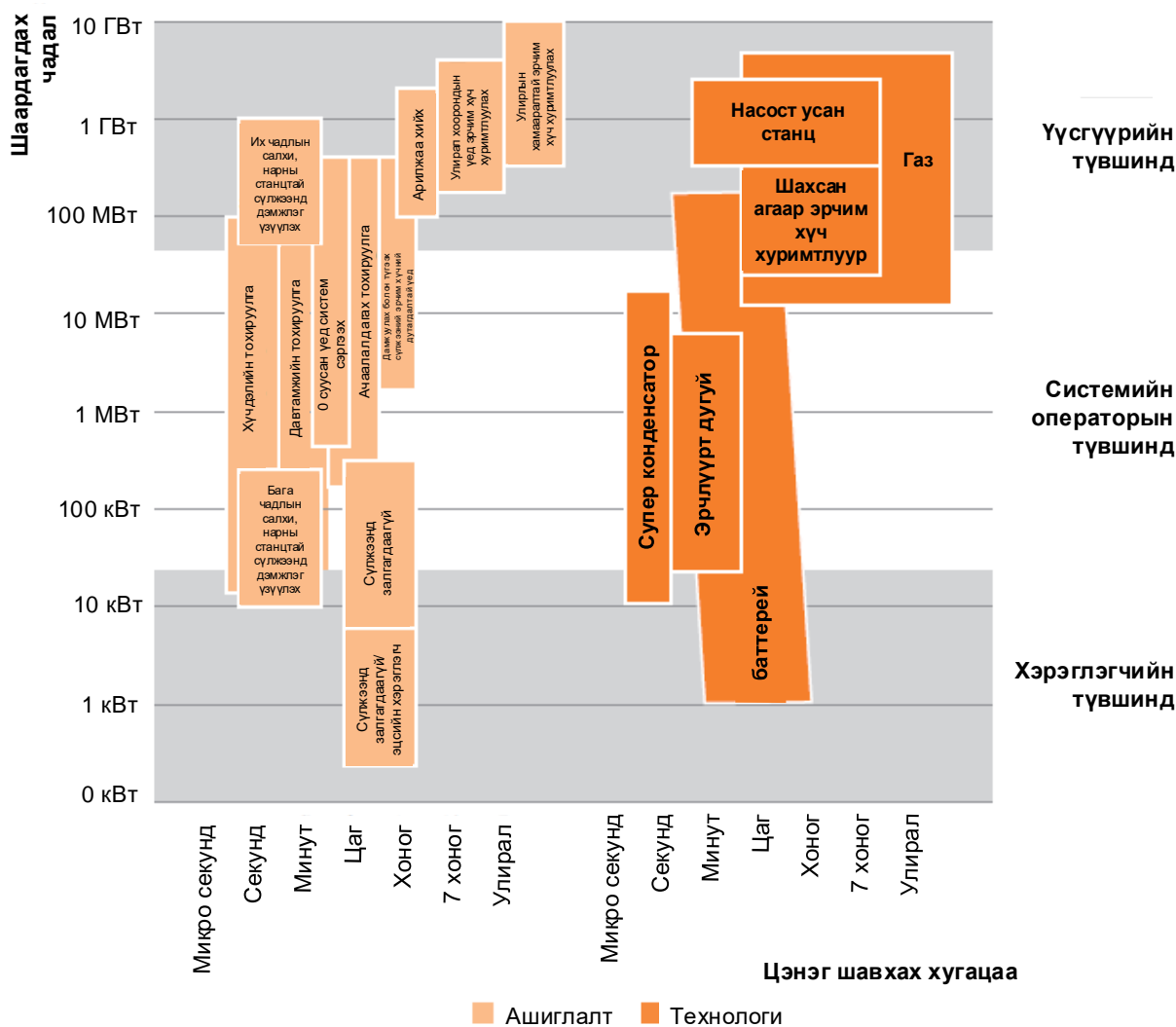


Зураг 1.1 Энерги хуримтлуурын төрлүүд



Зураг 1.2 Энерги хуримтлуурын төрлүүд

Мөн бусад голлох энерги хуримтлуулах системүүдийг дурдвал зай хураагуур (battery), эрчлүүрт дугуй (flywheel), шахсан агаар (compressed air), багтаамжийн конденсаторууд (capacitor) болно. Ашиглагдаж байгаа систем болон түүнд зохицсон энерги хуримтлуулах төхөөрөмжүүдийн ашиглаж болох чадлын хэмжээ цэнэг алдалтын хугацааны хамаарлыг зураг 1.3-т үзүүлэв.



Зураг 1.3 Энерги хуримтлуурын технологиудын ашиглалт

Эдгээрээс харьцуулахад МУ-ын ЭХС-д ЭХ-ны шинэ тогтвортой үүсгүүр ашиглалтанд орох хүртэл НС-ний найдваржилтыг дээшлүүлэх, болзошгүй аваарын ашиглах аваарын бэлтгэл чадалтай байх, бүрэн хэмжээний “0” зогсолтын үед үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг түргэн сэргээх гэсэн үндсэн шаардлагаас гадна импортын ЭХ-ны хэрэглээг багасгах, шөнийн бага ачааллын үед ОХУ-руу үр ашиггүй урсаж байгаа ЦЭХ-ийг хуримтлуулж шаардлагатай цагуудад ашиглах, ДЦС-ийн ачааллын хэлбэлзлийг бууруулж ЭЗ-ийн үр ашиг тогтвортой ажиллагааг хангах г.м зорилгоор сүүлийн үеийн өндөр технологийн хуримтлуурууд дотроос зай хураагуурын системийг ашиглах нь тохиромжтой байна.

1.2 ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН ТӨРӨЛ, ҮНИЙН СУДАЛГАА, ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ХҮРЭЭ

Эрчим хүч хуримтлуурын системд ашиглагддаг зай хураагуурын технологиуд нь энергийн нягт, цэнэг хураах болон цэнэг шавхалтын хувь, ашиглалтын хугацаа, байгаль орчинд ээлтэй зэрэг үзүүлэлтүүдээсээ хамаарч өөр хоорондоо ялгагддаг.

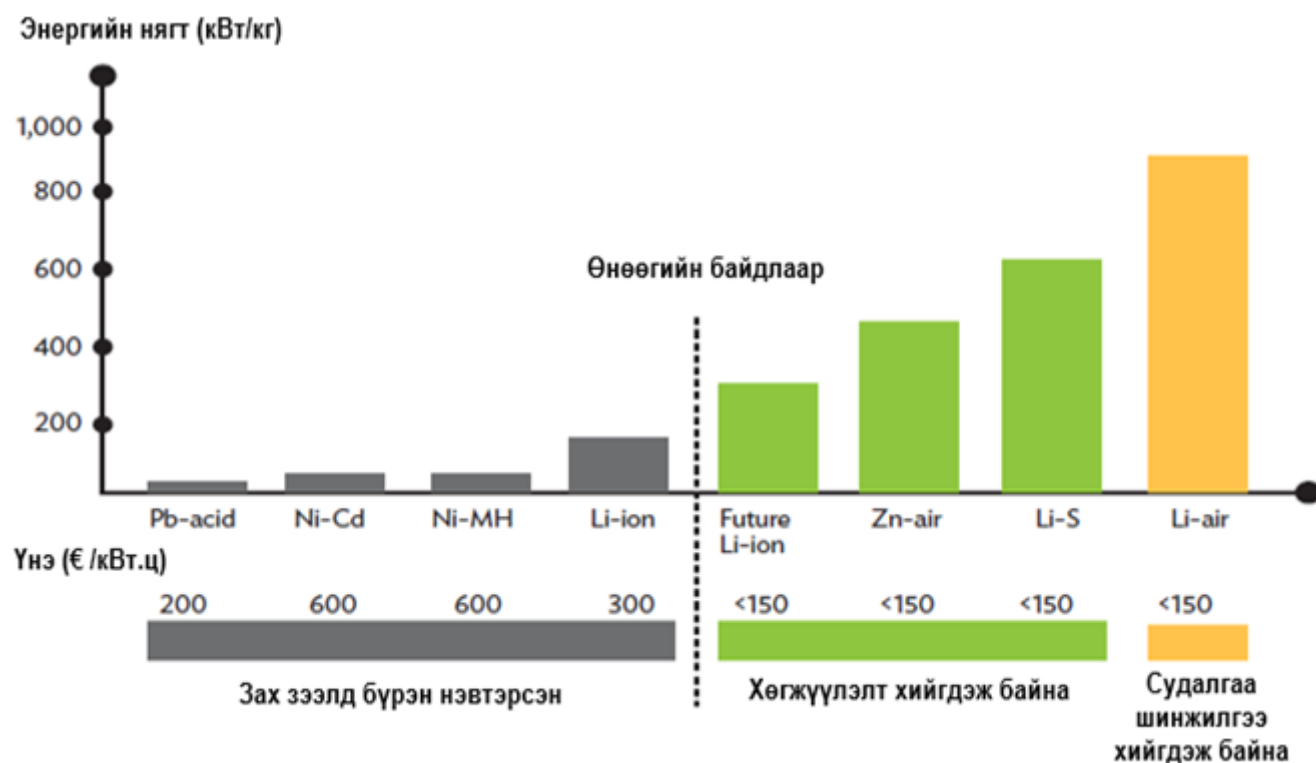
Энергийн нягт нь нэг зай хураагуурын системийн нэгж эзлэхүүнд (м^3) эсвэл жинд(кг) агуулагдах энергийн хэмжээгээр тодорхойлогддог. Литийн цэнэгт (Lithium-Ion) дэвшилтэт төрлийн зай хураагуур нь 1 кг хэмжээнд 150 – 250 Вт.цаг эрчим хүч хадгалдаг ба атрын сульфат (NaS) зайны үзүүлэлтээс 1.5 – 2 дахин, Урсгалын буюу анодын (redox flow) зайны үзүүлэлтээс 2 – 3 дахин, Хар тугалганы (lead Acid) зайны үзүүлэлтээс 5 дахин их үзүүлэлттэй юм.

	Энергийн нягт (кВт/кг)	Цэнэг шавхалтын хувь (%)	Ашиглалтын хугацаа (жил)	Байгаль орчинд ээлтэй байдал
Li-ion 	1 (150-250)	1 95	1 (10-15)	Ээлтэй
NaS 	2 (125-150)	2 (75-85)	3 (10-15)	X
Flow 	3 (60-80)	2 (70-75)	3 (20-25)	X
Ni-Cd 	4 (40-60)	4 (60-80)	4 (5-10)	X
Lead Acid 	5 (30-50)	5 (60-70)	5 (3-6)	X

Зураг 1.4 Төрөл бүрийн зай хураагууруудыг үзүүлэлтээр нь эрэмбэлсэн байдал

Цэнэг хураах болон цэнэг шавхалтын хувь гэдэг нь зай хураагуур хэр үр ашигтай ажиллах боломжтойг тодорхойлсон үзүүлэлт буюу хэрэв тухайн зай хураагуурын цэнэг шавхалтын хувь 75% гэж үзвэл тус зай хураагуур 100 кВт.цаг эрчим хүчийг хуримтлуулсан тохиолдолд 75 кВт.цаг эрчим хүчийг ашиглаж болно гэсэн үг юм. Lithium төрлийн ай хураагуурын цэнэг шавхалтын хувь нь 95% байдаг бол lead төрлийн зай хураагуур 60-70%, redox flow зай хураагуур 70-75% байдаг байна.

Түүнчлэн дараагийн чухал нэг ойлголт нь ашиглалтын хугацаа бөгөөд тухайн зай хураагуур тус бүр өөрийн гэсэн циклийн тоотой(ай хураагуур цэнэгээ хураагаад эргүүлээд шахах 1 бүтэн процесс) шууд хамааралтай зүйл юм. Үүнээс гадна өөр нэг чухал үзүүлэлт бол байгаль орчинд хэр ээлтэй, ашиглалтын хугацаа дуссаны дараа дахин ашиглагдаж болдог эсэх асуудал юм. Энэ талаар хийгдсэн судалгааны үр дүнг Зураг 1.4-т тодорхой харуулсан. Зурагт 1.4-т үзүүлснээр **Lithium төрлийн зай хураагуур нь хамгийн тохиромжтой** байна.

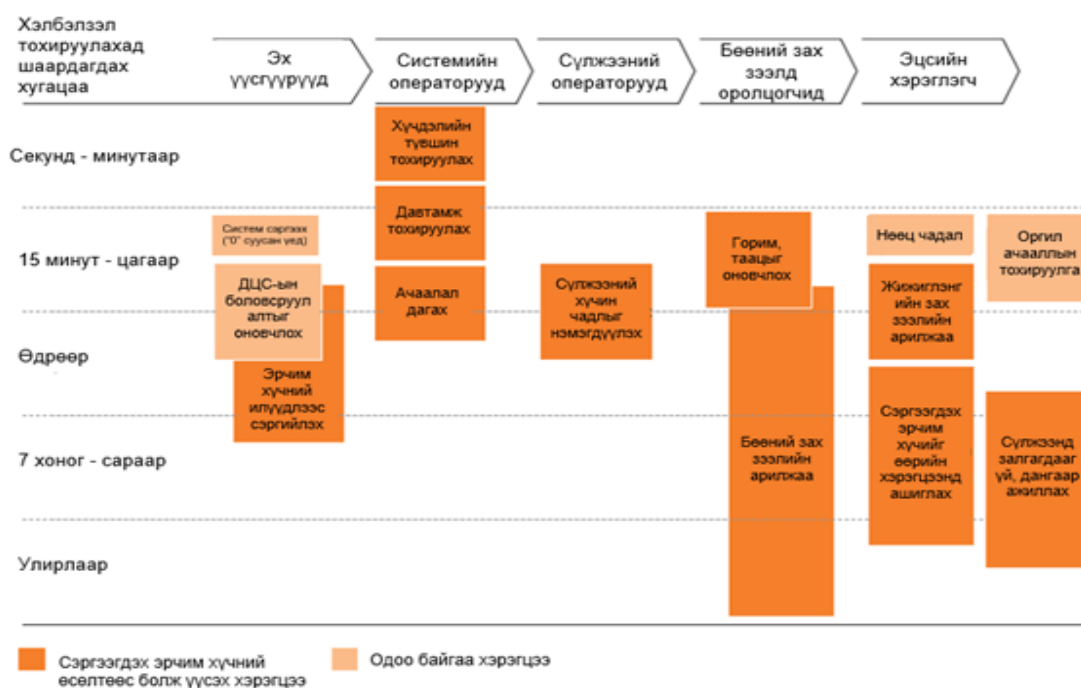


Зураг 1.5 Төрөл бүрийн зай хураагуурын одоогийн төлөв ба ирээдүйн үнэ

Зай хураагуурын технологиудад гарсан шинэчлэлтэй холбоотойгоор сүүлийн үед өндөр энергийн нягттай зай хураагуурыг үйлдвэрлэх болсон ба дараагийн үеийн зай хураагуурын технологиуд lithium-ion, zinc-air, lithium – sulfur, lithium – air зэргийг дурдаж болох юм. Түүнчлэн эдгээр зай хураагуурын үнэ 50 евро /кВт хүртэл буурах хандлагатай байна (Зураг 1.5)

Энерги хуримтлуулах зай хураагуурын төхөөрөмжүүдийг тухайн ашиглалтын онцлог, зориулалт зэргээс нь хамаарч тохирох үзүүлэлттэйг сонгон ашигладаг.

Томоохон хэмжээний эрчим хүчний системийн аваар гарч, систем унасан (“0” суух) үед системийг сэргээх журмаар үүсгүүрийн шинд зай хураагуурын системийг холбож ашигладаг бөгөөд 15 – 30 минутын турш эрчим хүч хангаж ажиллах чадвартай байхаар, системийн тогтвортой үйл ажиллагааг хангах, давтамжийн тохируулгын хувьд 15 минутаас 1 цагийн хугацаатай эрчим хүч хангаж ажиллах чадах зай хураагуурыг сонгодог. Харин хүчдэлийн түвшин тохируулгын ашиглалтад хугацааны интервал илүү богино үзүүлэлттэй зай хураагуурыг ашигладаг.



Зураг 1.6 Зай хураагуурын системүүдийг системийн үйл ажиллагаанд ашиглаж буй байдал

Дамжуулах түгээх шугам сүлжээний түвшинд хуримтлуурын систем нь шугам сүлжээний ажиллагаа, эрчим хүчний зах зээлийн бүтэц болон түүний ашиглалтын хугацаа зэргээс хамаарна.

Зураг 1.6-аас харвал зай хураагуурын систем нь энэ тохируулгын үйл ажиллагаанд чухал үүрэгтэйгээр, өргөн цар хүрээнд оролцох бололцоотой нь харагдаж байна. Ямар зорилгоор ашиглах гэж байгаагаар нь зай хураагуурын төрлийг сонгох ба хүснэгт 1.1-ээр төрөл бүрийн зай хураагуурын цэнэг шавхах хугацааг харуулав.

Цэнэг шавхах хугацаа	Харьцаа (кВт.ц/кВт)	Технологиуд
Богино (секунд – минут)	1- ээс бага (энергийн хэмжээ 1 кВт.ц, чадлын хэмжээ 1 кВт)	<ul style="list-style-type: none"> Хос давхаргатай конденсатор (Double-Layer Capacitor) Супер дамжуулагч соронзон эрчим хүч хуримтлуур (Superconducting Magnetic Energy Storage) Эрчлүүрт дугуй хуримтлуур (Flywheel Energy Storage)
Дунд (минут – цаг)	1-10 хооронд (1 кВт чадалтай системд энергийн хэмжээ 1 кВт.ц - 10 кВт.ц байдаг)	<ul style="list-style-type: none"> FES, EES (PbA, Li-Ion, NaS зай хураагуур) Зай хураагуурын технологиудын техникийн үзүүлэлтүүд нь өөр хоорондоо ойролцоо байдаг
Урт (өдөр - сар)	10-аас их	<ul style="list-style-type: none"> Redox flow зай хураагууруудын цэнэг шавхах хугацаа дунд болон урт гэсэн үзүүлэлтийн хооронд хэлбэлздэг. Энерги чадлын харьцаа нь 5 – 30 хооронд байдаг. DLC болон FES технологиуд нь өндөр чадлын нягттай боловч бага энергийн нягттай юм. Li-Ion зай хураагуур нь чадал, энергийн өндөр нягттай NaS, Na-NiCl₂ зай хураагуурын энергийн нягт нь PbA, Ni-Cd зай хураагуурын төрлөөс өндөр боловч Ni-MH, Li-Ion төрлийн зай хураагуураас бага чадлын нягттай юм. Metal-Air зай хураагуурын хувьд хамгийн өндөр энергийн нягттай технологид тооцогддог.

1.3 ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СИСТЕМИЙН БҮТЭЦ



Зураг 1.7 Зай хураагуурын системийн бүтэц

Зураг 1.7-д үзүүлсний дагуу эрчим хүчний хуримтлуурын систем байх ба түүнийг бүрдүүлэгч бүрэлдэхүүн хэсгүүд нь системийн найдвартай үйл ажиллагаа, эрчим хүчний шугам сүлжээ, системийн шаардлагыг хангаж байхаар загварчлагддаг.

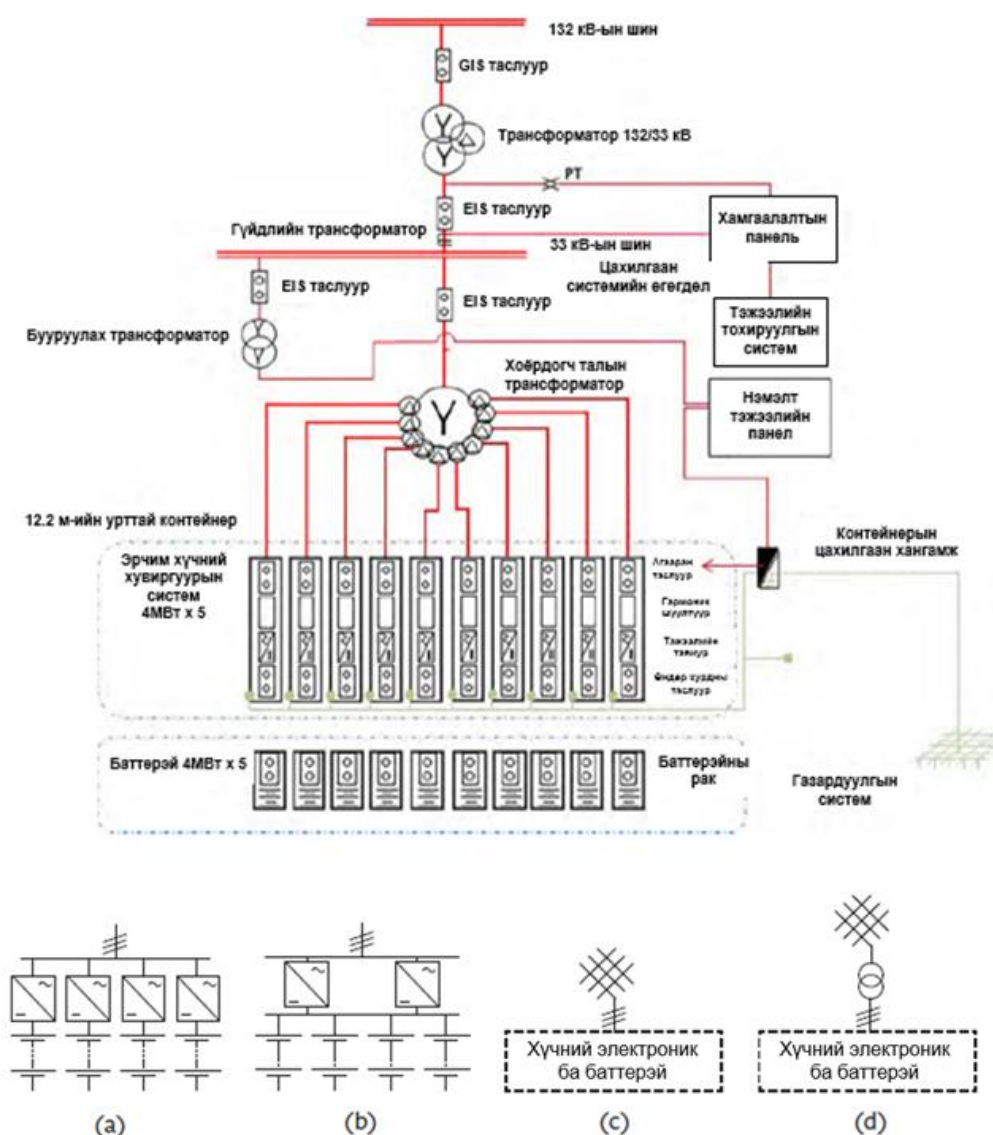
1.3.1 Эрчим Хүч Хуримтлуурын Системийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд

- **Зай хураагуурын систем** нь олон тооны зай хураагуурыг техникийн үзүүлэлтийн дагуу буюу хүчдэл, чадлын хэмжээнд нийцүүлж холбосон систем байна. Уг систем нь зай хураагуурын зохицуулалтын систем (BMS - Battery Management System) болон зай хураагуурын дулааны зохицуулалтын системүүдтэй (B-TMS - Battery Thermal Management System) уялдаж ажилладаг. BMS нь зай хураагуурын системийн нэгж зай хураагуур буюу cell-уудыг буруу ажиллахаас сэргийлэх, найдвартай ажиллагааг хангах журмаар хүчдэл, температур, гүйдлийг тохируулах, цуваагаар холбогдсон cell бүхий цэнэг хэмжээнүүдийг балансруулж тохируулах зориулалттай систем юм. Харин B-TMS системийн хувьд зай хураагуурын системийн ашиглалтын үед рак доторх зай хураагууруудын халалтыг зохицуулж, үйлдвэрлэгчээс заасан техникийн үзүүлэлтийн дагуу ажиллуулах боломжийг хангадаг систем юм.
- Зай хураагуурын системийн найдвартай ажиллагааг хангахад удирдлага хяналтын, эрчим хүчний зохицуулалтын **EMS систем** болон системийн **дулааны зохицуулалтын системүүдийг** ашигладаг. Удирдлага хяналтын систем нь зай хураагуурын системийн ерөнхий үйл ажиллагааг хянах, системийн операторын SCADA системтэй заримдаа нийлмэл шийдлээр холбогдож ажиллах, цаашлаад галын хамгаалалтын системтэй уялдаж ажилладаг. **EMS систем** нь зай хураагуурын системээс боловсруулсан эрчим хүчний чадлын урсгалыг тохируулах болон түгээх сүлжээнд холбогдож буй эрчим хүчний тохируулга хийдэг систем юм. **Дулааны зохицуулалтын систем** нь агуулах контейнерын халаалт, салхилуур, агааржуулалтыг удирдах зориулалттай систем юм.
- **Эрчим хүчний хувиргуурын систем** нь хэд хэдэн багц хүчний электроник төхөөрөмжүүдээс бүрдэх ба зай хураагуурын системээс боловсруулагдсан эрчим хүчийг сүлжээ рүү хувиргаж дамжуулах зориулалттай систем юм. Үүнээс гадна электроникийн төхөөрөмжүүдийн хүчдэлийн өөрчлөлт болон халалтыг хянах зориулалттай тоног төхөөрөмжүүдээс бүрддэг.

1.4 НЭГДСЭН СҮЛЖЭЭНД ХОЛБОХ АРГА ХЭЛБЭРҮҮД

Зураг 1.8-д том чадлын энерги хуримтлуулах зай хураагуурын системийг сүлжээнд холбогдох ерөнхий топологи схемийг үзүүлэв.

Ерөнхий холболтуудыг тухайн инвертерийн системийн чадал болон зай хураагуурын тоо ширхгийг үндэслэж багц байдлаар холбож өгдөг. Зураг 1.8 (а)-д инвертерийн тоног төхөөрөмж бүр тухайн багц зай хураагууруудтай холбогдсон бол 9(b)-д нэг үндсэн тогтмол гүйдлийн шинийг дамжуулж параллель байдлаар инвертерүүдийг холбож ашигласан байна. Зураг 1.8 (с)-д нам хүчдэлийн түвшинд холбогдсон байдлыг үзүүлсэн бол зураг 1.8 (d)-д өндөр хүчдэлийн түвшинтэй трансформатор ашиглаж холбосон байна. Зарим тохиолдолд контейнер бүтэцтэй зай хураагуурын систем нь контейнер дотроо жижиг трансформаторуудыг агуулж байхаар загварчлагдсан байдаг.



Зураг 1.8 Том чадлын энерги хуримтлуулах зай хураагуурын схем

1.5 ЭНЕРГИ ХУРИТМЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СИСТЕМИЙГ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ СИСТЕМД АШИГЛАХ ХЭЛБЭР

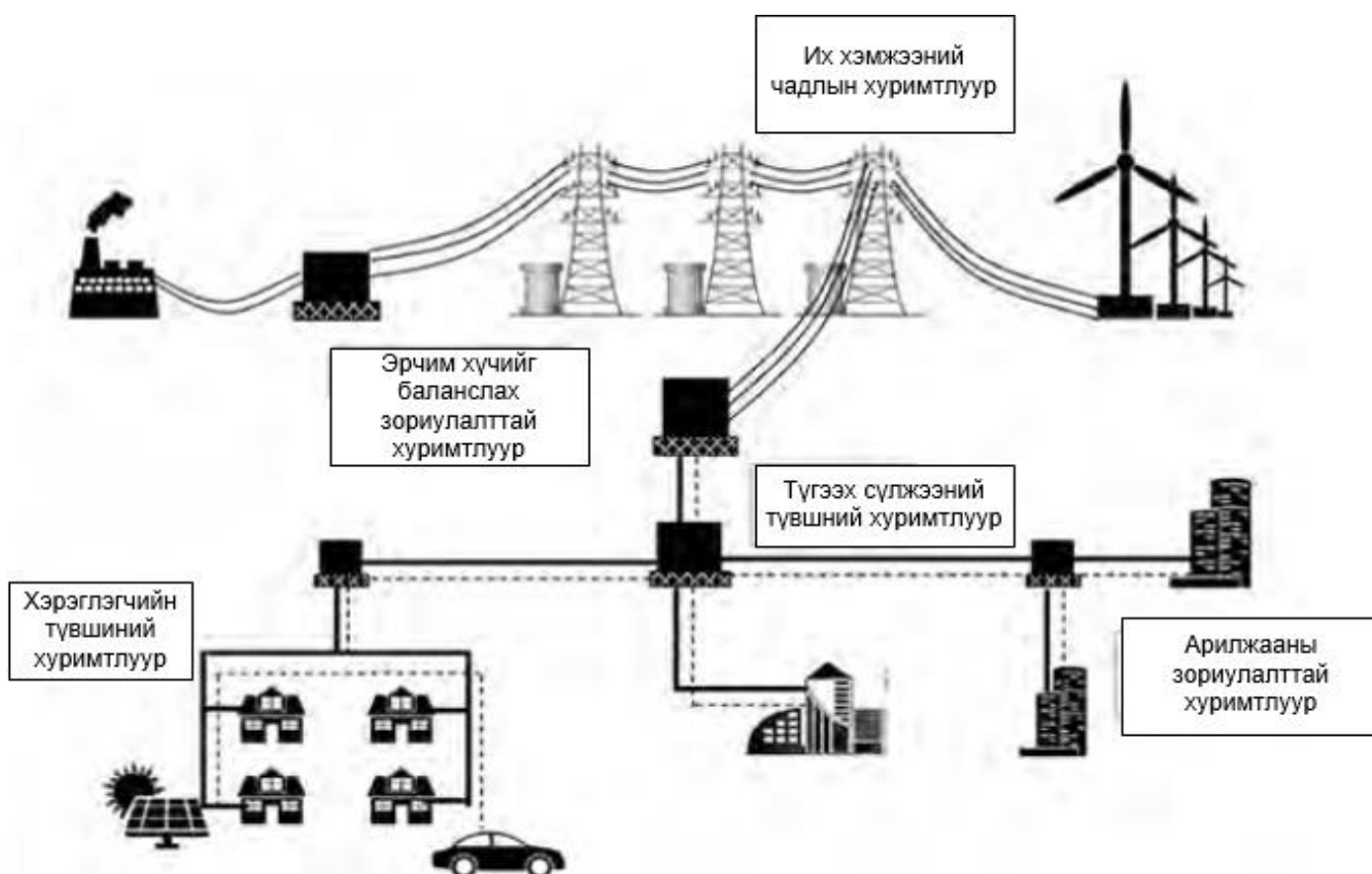
1.5.1 Ашиглаж буй байдал

Зай хураагуурын системийг эрчим хүчний сүлжээнд ашиглаж буй байдлыг оролцогч талуудын хүрээнд нь ангилбал:

Хүснэгт 1.2

Оролцогч талууд	Ашиглалтын төрөл
Шугам сүлжээг эзэмшигч	Оргил ачааллын зохицуулалт эсвэл системийн шинэчлэлтийн ажлыг хөнгөвчлөх
Сүлжээний оператор	Туслах үйлчилгээ буюу давтамжийн тохируулга эсвэл хүчдэлийн тохируулга
Хэрэглэгчийн түвшний үйлчилгээ үзүүлэгч	Нарны эрчим хүчийг хуримтлуулж өөртөө зарцуулах, нөөц тэжээл, оргил ачааллын төлбөрийг хөнгөлөх гэх мэт

Эрчим хүчний системд холбогдож буй байдлыг үзүүлбэл:



Зураг 1.9 Энерги хуримтлуурын системүүд эрчим хүчний системд холбогдож буй байдал

1.5.2 Эрчим хүчний сүлжээнд ашиглагдаж буй хэлбэр

Энерги хуримтлуулах зай хураагуурын системийн сүлжээний түвшинд хэрхэн ашиглаж буй байдлын хүснэгтээр үзүүлэв.

Хүснэгт 1.3

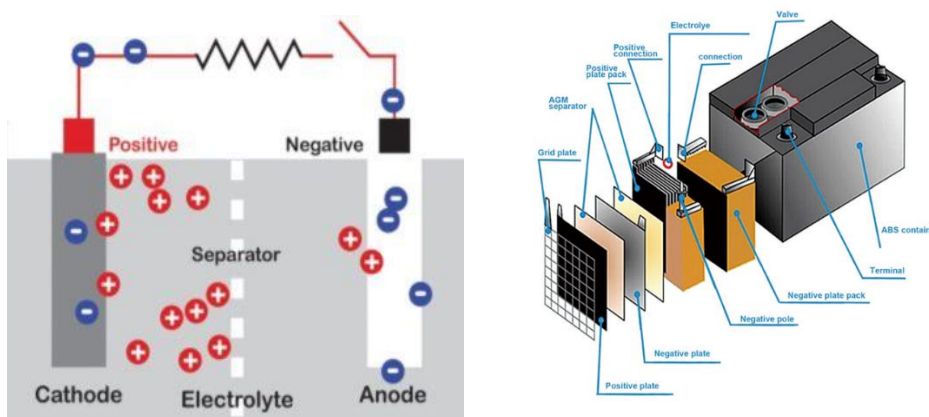
Эрчим хүчний системийн зориулалттай ашиглалт	Техникийн ерөнхий шаардлага
<p>Цахилгаан энергийн цагийн зохицуулалт хийх (Арбитрын үйл ажиллагаа) Эрчим хүчний салбар нь арилжааны бөөний зах зээлийн бүтэцтэй, үнэ тарифын хэлбэлзэл өндөр улс орнуудад уг зориулалтаар зай хураагуурын хуримтлуурын системийг ашигладаг. Эрчим хүчийг хоногийн хямд үнэтэй үед системээс худалдан авч зай хураагуурын системийг цэнэглээд системийн өндөр үнэтэй, оргил ачааллын цагуудад шаардлагатай үед эргүүлэн зарж арилжааны ашиг олдог аргачлал юм. Түүнчлэн зарим улс оронд системийн нийт боловсруулалтад сэргээгдэх эрчим хүчний үйлдвэрлэлээс болж илүүдэл гарах тохиолдол сэргээгдэх эрчим хүчийг хязгаарлалтанд оруулахгүйгээр эрчим хүчийг хуримтлуулах тохиолдол бий.</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 1 – 500 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 1 цагаас доош</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 250 дээш удаа</p>
<p>Суурилагдсан хүчин чадал нэмэгдүүлэх Шинээр цахилгаан үйлдвэрлэх эх үүсгүүр барих эсвэл бөөний эрчим хүчний зах зээлээс их хэмжээний чадлын худалдан авах хэрэгцээг бууруулах журмаар зай хураагуурын системийг ашигладаг.</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 1 – 500 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 2 - 6 цагаас доош</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 5 – 100 удаа</p>
<p>Эрчим хүчний тохируулга хийх Сүлжээний чадлын урсгалыг зохицуулж, эрчим хүчний үйлдвэрлэлт хэрэглээг тэнцвэржүүлэх, цахилгаан системийн давтамжийн тохируулга хийх зориулалттайгаар зай хураагуурын хуримтлуурын системийг ашигладаг.</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 10 – 40 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 15 минут - 1 цаг хүртэл</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 250 - 10000 удаа</p>
<p>Системийн нөөц үүсгэх Цахилгаан системийн үйлдвэрлэлд гэнэтийн аваар саатал үүссэний улмаас учирч болох чадлын дутагдлыг хангах зорилгоор ашигладаг. Ерөнхийдөө системийн хамгийн том станцын хүчин чадлын 15-20%-тай тэнцүү хэмжээтэй байхаар хуримтлуурын системийг сонгодог.</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 10 – 100 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 15 минут - 1 цаг хүртэл</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 20 - 50 удаа</p>

<p>Хүчдэлийн тохируулга хийх Хүчдэлийн бууралт бий болох үед реактив чадлыг боловсруулж байх зорилгоор тодорхой шаардлагатай цэгүүдэд суурилуулдаг. Уг зай хураагуурын системийн хувиргуурын төхөөрөмж (инвертэр) хүчдэлийн тохируулга хийх бүрэн боломжийг хангасан байх шаардлагатай (гүйдэл хүчдэлийн өнцгийн зөрүүгүй $\cos\varphi=1$).</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 1 – 10 МВАр</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа:</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ:</p>
<p>Систем сэргээх Системд томоохон хэмжээний аваар болж систем 0 суусан үед системийн сэргээхэд дэмжлэг үзүүлэх журмаар актив чадлын системд нийлүүлж ажилладаг.</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 5 - 50 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 15 минут - 1 цаг хүртэл</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 10 - 20</p>
<p>Ачаалал дагах/ Сэргээгдэх эрчим хүчний өсөлттэй уялдуулж ашиглах Ачаалал дагах процессын үед зай хураагуурын системийн гаралт хэд хэдэн минутын интервалтайгаар өөрчлөгдөж байдаг. Гаралтын өөрчлөлт нь сүлжээний тухайн тодорхойлогдсон цэгт эрчим хүчний нийлүүлэлт болон ачааллын зөрүү үүссэн тохиолдолд үүсдэг.</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 1 - 100 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 15 минут - 1 цаг хүртэл</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ:</p>
<p>Дамжуулах сүлжээний шинэчлэлтийг ажлыг хөнгөвчлөх Дамжуулах сүлжээний өргөтгөл шинэчлэлт, шинэ үүсгүүрийн ажил зарим тохиолдолд урт хугацаанд хийгддэг бөгөөд эдгээрийг хурдан шийдвэрлэх нэг арга зам бол зай хураагуурын системийг суурилуулах явдал байдаг. Тухайлбал системийн оргил ачааллын үед зарим цэгүүдэд ачаалал ихсэх тохиолдол гардаг бөгөөд үүнийг зохицуулахын тулд бага хэмжээний чадалтай зай хураагуурын систем суурилуулах тохиолдол бий.</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 10 - 100 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 2 - 8 цаг хүртэл</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 10 - 50</p>
<p>Дамжуулах сүлжээний ачаалал Дамжуулах шугам сүлжээний дэд бүтцийн буруу зохион байгуулалт, дамжуулах чадвараас болоод диспетчерийн зохицуулалтад ордог эрчим хүчний үүсгүүрүүд зарим цэгүүдэд эрчим хүчийг нийлүүлэх боломжгүй байдаг бөгөөд шугам сүлжээний эрчим хүч дамжуулах боломжит хэмжээ ихсэх тохиолдол байдаг. Хэрэглээний өсөлттэй уялдуулж дамжуулах шугам сүлжээний өргөтгөлийн ажил хийгдээгүйн улмаас уг дамжуулах системийн ачааллын түгжрэл үүсдэг байна. Иймд хуримтлуурын системүүд нь дээрх асуудалтай холбоотой өртөг зардал,</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 10 - 100 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 1 - 4 цаг хүртэл</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 50 - 100</p>

<p>торгуулиас сэргийлэх арга хэмжээ авах боломжийг бүрдүүлдэг.</p>	
<p>Түгээх сүлжээний шинэчлэлтийг ажлыг хөнгөвчлөх болон хүчдэл тохируулга Дээр дамжуулах сүлжээний ашиглалттай ижил ойлголт бөгөөд түгээх сүлжээний дэд станц, трансформатор эсвэл агаарын шугамын дамжуулагч утас зэргийн шинэчлэх, өргөтгөх ажилуудыг хөнгөвчилж өгдөг.</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 500 кВт - 10 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 1 - 4 цаг хүртэл</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 50 - 100</p>
<p>Эрчим хүчний чанар Цахилгаан эрчим хүчний чанарын үйлчилгээ нь хэрэглэгч талд тавигдах зай хураагуурын системээр дамжиж хэрэглэгчийн эрчим хүчний чанарыг сайжруулах процесс юм. Чанаргүй эрчим хүч үүсэх хэлбэрүүдээс дурдвал:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Хүчдэлийн магнитуд утганд өөрчлөлт үүсэх (богино хугацааны хүчдэлийн савлалт эсвэл уналт, урт хугацааны хүчдэлийн өсөлт эсвэл хазайлт үүсэх гэх мэт) ▪ Хэрэглэгчид ирж буй давтамжид өөрчлөлт орох ▪ Чадлын коэффициент бага байх (гүйдэл хүчдэлийн өнцгийн зөрүү өндөр байх) ▪ Гармоник (гүйдэл хүчдэлийн давтамж, синусоидод гажилт үүсч үндсэн давтамжийн хэлбэрээс өөр болох) ▪ Хэрэглэгчийн хэрэглэж буй эрчим хүч тасалдах 	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 100 кВт - 10 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 10 секунд</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 10 - 200</p>
<p>Хэрэглээний төлбөрийн зохицуулалт Хэрэглэгч зай хураагуурын хуримтлуурыг оргил ачааллын цагууд дахь өндөр үнэ төлбөрийг бууруулах журмаар суурилуулан ашигладаг бөгөөд тухайн эрчим хүч ханган нийлүүлэгч байгууллагуудтай гэрээ хийж ажилуулдаг.</p>	<p>Хуримтлуурын системийн чадал: 50 кВт - 10 МВт</p> <p>Цэнэг шавхах хугацаа: 1 - 4 цаг хүртэл</p> <p>Жилийн циклийн хамгийн доод хэмжээ: 50 - 500</p>

1.6 ЗАЙ ХУРААГУУРЫН ХИМИЙН БҮТЭЦ, ТӨРӨЛ

1.6.1 Lead–Acid (PbA) буюу Хар тугалга хүчлийн зай хураагуур



Зураг 1.10 Lead-Acid зай хураагуурын бүтэц, загвар

Тус зай хураагуур нь автомашин болон бусад ачааллын өндөр гүйдэл шаарддаг хэрэглээнд ашигладаг. Үндсэн ашигтай тал нь анхны угсралтын өртөг бага, олон жил ашиглагдаж байгаа болон дахин ашиглахад үр ашигтай технологи юм.

Хүснэгт 1.4 Сул болон давуу тал

Давуу тал	Сул тал
<ul style="list-style-type: none"> Өртөг бага, үйлдвэрлэхэд хялбар Вт.цаг-ын үнэ бага Тодорхой хэмжээнд өндөр чадал гаргах, өндөр хэмжээний гүйдэл урсах боломжтой Өндөр болон бага температурт сайн ажилладаг Зай хураагуурын cell (нэгж) бүрийг хянаж байх BMS (Battery Management System) систем шаарддаггүй 	<ul style="list-style-type: none"> Бага энергийн нягттай Удаан цэнэглэгддэг: бүрэн ханасан цэнэгээ авахад 14-16 цаг зарцуулдаг Шүлт буюу sulfation (шүлт үүссэнээр тухайн зай хураагуурын элэгдэл хорогдол нэмэгддэг) үүсэхээс сэргийлж байнгын цэнэгтэйгээр битүүмж орчинд хадгалах шаардлагатай Хязгаарлагдмал ашиглалтын хугацаатай, олон удаагийн цэнэглэх болон цэнэг шавхалтад элэгдэл үүсдэг Flooded төрлийн Lead-Acid зай хураагууруудад ус шаардагддаг Flooded төрлийн Lead-Acid зай хураагууруудад тээвэрлэлтийн шаардлага өндөр Байгаль орчинд хортой

Хүснэгт 1.5 Төрөл

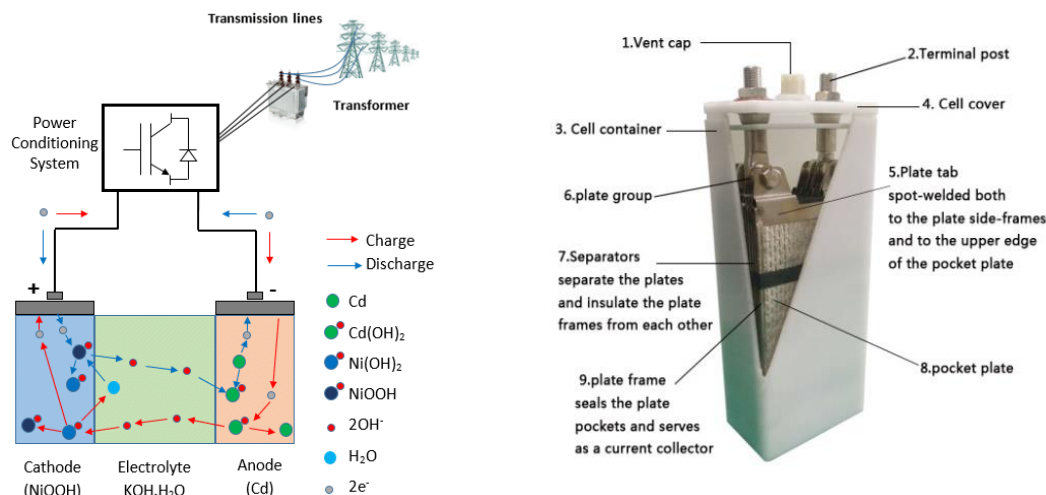
Төрөл	Тайлбар
Битүүмжилсэн (Sealed) эсвэл засвар үйлчилгээний шаардлагагүй (maintenance-free)	1970 онд зохион бүтээгдсэн. Өндөр ачаалалтай цэнэглэх болон маш түргэн цэнэг шавхах үед агаар сэлгэлтийг тохируулахын тулд хавхлагыг шинээр суурилуулж өгсөн бөгөөд энэ нь зай хураагуур дотор өндөр хэмжээний даралт үүсэхэд хийг гадагшлуулах зориулалттай юм.
Асаалтын журмаар ашигладаг (Starter)	Их чадлын ачааллыг даах чадвартай хөдөлгүүрийг асааж, богино хугацаанд ажиллуулах зориулалттай. Тус зай хураагуур нь өндөр хэмжээний гүйдэл боловсруулах чадвартай боловч өндөр цэнэг шавхалт хийх боломжгүй юм.

Өндөр цэнэг шавхалтын зориулалттай (deep cycle)	Тэргэнцэр, гольфын машин, сэрээт ачигч тэрэг(по) зэрэгт удаан хугацааны турш эрчим хүчийг хангахад ашигладаг. Эдгээр төрлийн зай хураагуурыг хамгийн их нөөц чадалтай, олон удаагийн цэнэг шавхалтын цикл үзүүлэх шаардлагатай үед ашигладаг.
---	---

Хүснэгт 1.6 Ашиглалт

Төрөл	Ашиглалт
Sealed Lead-Acid (SLA)	Жижиг чадлын UPS, аваарын гэрэлтүүлэг болон тэргэнцэрт ашигладаг. Бага өртгөөр бүтдэг, засвар үйлчилгээ хийх шаардлага бага зэргээс хамаарч эмнэлгийн салбарын тоног төхөөрөмжинд ашиглах нь түгээмэл байдаг.
Valve-regulated lead acid (VRLA)	Үүрэн телефоны цамхаг, интернет үйлчилгээний газар, банк, эмнэлэг, нисэх буудлын нөөц тэжээлд ашигладаг.
Absorbent glass mat (AGM)	Мотоциклыг асаалтын систем, микро-хибрид машины асаах болон зогсоох функцэд ашиглахаас гадна усанд шумбагч тоног төхөөрөмж, зарим аяллын зориулалттай автобусуудад ашигладаг.

1.6.2 Nickel-Cadmium (Ni-Cd) буюу Никель-Кадми зай хураагуур



Зураг 1.11 Nickel-Cadmium зай хураагуурын бүтэц, загвар

Nickel-Cadmium зай хураагуур нь дахин цэнэглэх шаардлагатай тоног төхөөрөмж болох зөөврийн компьютер, гар өрөм, бичлэгийн төхөөрөмж болон бусад жижиг зайг ашиглаж ажилладаг цахилгаан хэрэгслүүдэд ашигладаг.

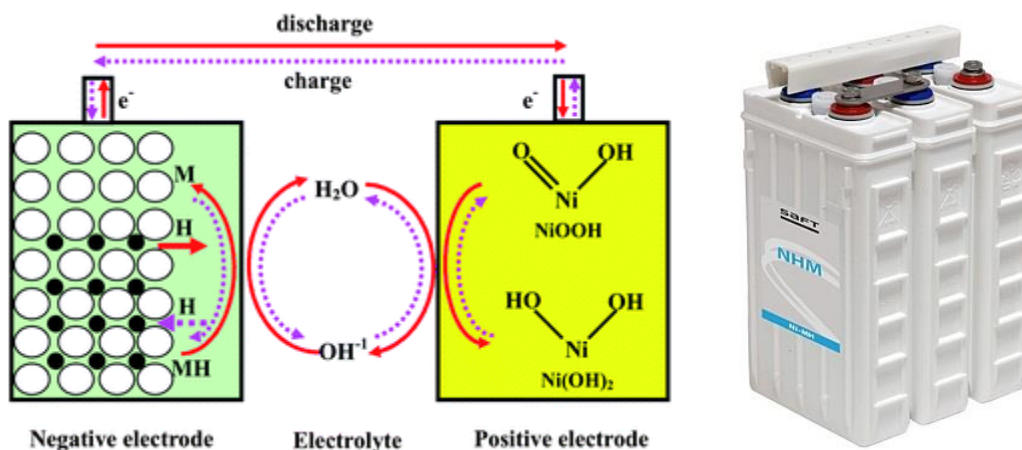
Хүснэгт 1.7 Сул болон давуу тал

Давуу тал	Сул тал
<ul style="list-style-type: none"> Ашиглалтын стандартыг зөв мөрдсөн тохиолдолд олон тооны цэнэг шавхалтын цикл хийх боломжтой Өндөр ачаалал авалгүйгээр маш богино хугацааны цэнэг шавхах боломжтой цорын ганц зай хураагуур 	<ul style="list-style-type: none"> Шинэ зай хураагуурын технологи, системүүдтэй харьцуулахад харьцангуй бага энергитэй Хугацааны мөчлөгтэйгөөр бүрэн цэнэг шавхалт хийх шаарддаг Cadmium нь хорт металл бөгөөд газарт булах аргачлалыг ашиглах боломжгүй

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ачаалал доор ажиллах сайн үзүүлэлттэй ▪ Битүү хадгалалтын орчны хугацаа урт, цэнэгийг бүрэн шавхаад хадгалах боломжтой ▪ Хадгалах болон тээвэрлэхэд хялбар ▪ Бага температурт үед сайн ажилладаг ▪ Эдийн засгийн хувьд ашигтай, хямд ▪ Үзүүлэлт, хэмжээний өргөн сонголттой 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Цэнэг алдах хувь өндөр, цэнэглэсний дараа дахин цэнэглэх шаардлагатай байдаг ▪ Нэгж зай бүрийн хүчдэл 1.20В учир олон нэгж зайг холбож өндөр хүчдэлийн түвшин гаргаж авах шаардлагатай болдог
--	--

1.6.3 Nickel–Metal Hybrid (Ni–MH) буюу Никель-Металл зай хураагуур

Никель-метал шингэн зайны химийн шинж чанар нь устөрөгчийн энергийн өндөр түвшний концепцид зориулж боловсруулсан металлын хайлшийн энерги хадгалах шинж чанар бүхий битүүмжилсэн никель-кадмий зайны батлагдсан эерэг электродын химийн хослол юм.



Зураг 1.12 Nickel-Metal Hybrid зай хураагуурын бүтэц, загвар

Ni – MH зай нь бусад цэнэглэдэг зай хураагуураас үзүүлэлтээр давж гардаг бөгөөд хүчин чадал өндөр хүчдэлийн уналт багатай байдаг.

Ni – MH зай хураагуур нь өндөр чанартай зөөврийн цахим бүтээгдэхүүнүүдэд өргөн хэрэглэгдэж байгаа бөгөөд энэ нь зай хураагуурын үзүүлэлт, ялангуяа ажиллах хугацаа зэрэг нь худалдан авалт хийх шийдвэрийг харгалзан үзэх явдал юм.

Хүснэгт 1.8 Сул ба давуу тал

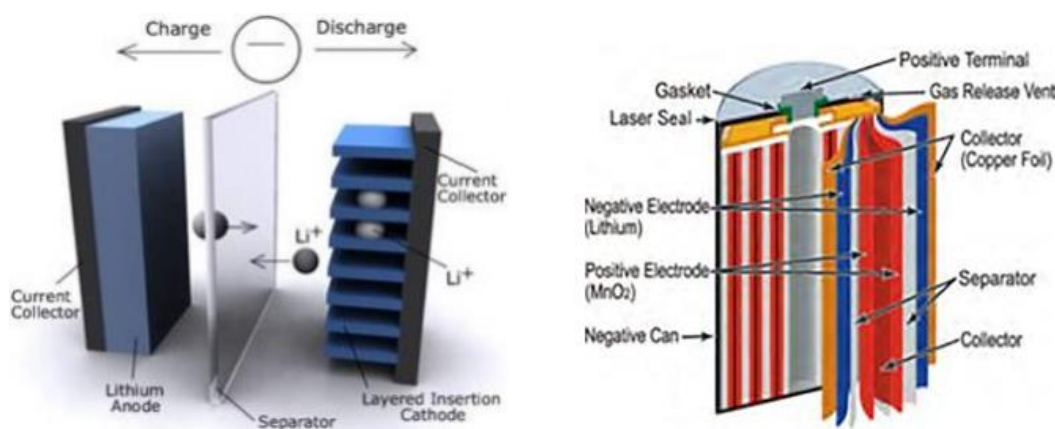
Давуу тал	Сул тал
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Өндөр энергийн нягттай тул хязгаарлагдмал орчинд ашиглахад бүрэн тохиромжтой ▪ Ni-Cd д орсон Cadmium нь хорт металл гэсэн ойлголтоос бүрэн салсан технологи учир ашиглалт болон ашиглалтын дараа устгал хийх бүрэн боломжтой болсон ▪ Ni-Cd зайнд байсан бүтцийг дахин загварчилж, хялбар болгосон 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ашиглалтын (амьдралын) хугацаа хязгаарлагдмал бөгөөд өндөр гүйдэлтэй, өндөр цэнэг шавхалтын горимоор олон удаа (200-300 цикл) ажилуулсан тохиолдолд техникийн үзүүлэлтүүд буурч эхэлдэг. Иймд нам цэнэг шавхалтын горимоор ажиллуулах нь зохимжтой юм. ▪ Цэнэг шавхалтын үеийн гүйдлийн хэмжээ хязгаарлагдмал ба өндөр

- Бусад зайнд технологиудын хажууд хүйтэн нөхцөлд ажиллах чадвар өндөр (-20°C)

гүйдлийн ачаалал дор зайг ажиллуулах тусам элэгдэл хорогдол үүсдэг. Хамгийн тохиромжит ачааллын гүйдлийн үзүүлэлтийг 0.2-0.5C байхаар сонгож авах нь зохимжтой.

- Цэнэглэх горимын алгоритм нь төвөгтэй бөгөөд Ni-MH зай нь цэнэг хураах үедээ өндөр хэмжээний дулаан ялгаруулах, Ni-Cd зайг бодвол удаан цэнэглэгдэх талтай.
- Цэнэгээ алдах хувь нь өндөр буюу Ni-Cd төрлийн зайтай харьцуулахад ойролцоогоор 50% байдаг. Шинээр өөр төрлийн химийн орцтой хольж болох ч энергийн нягт буурдаг сул талтай.

1.6.4 Lithium-Ion (Li-Ion) зай хураагуур



Зураг 1.13 Lithium-Ion зай хураагуурын бүтэц, загвар

Li-Ion зай хураагуурын химийн орц нь бусад технологиудыг бодвол илүү энергийн нягттай бөгөөд харьцангуй аюул багатай гэж үздэг. Зай хураагуурын ашиглалтын (амьдралын) хугацааг уртасгах зорилгоор тогтмол хуваарийн дагуу цэнэглэх болон цэнэг шавхах циклийг тааруулж өгөх шаардлагагүй. Li-Ion төрлийн зайг ихэвчлэн камер, тооны машин, зөөврийн компьютер, гар утас болон цахилгаан машины технологид сүүлийн жилүүдэд өргөнөөр ашиглаж байна.

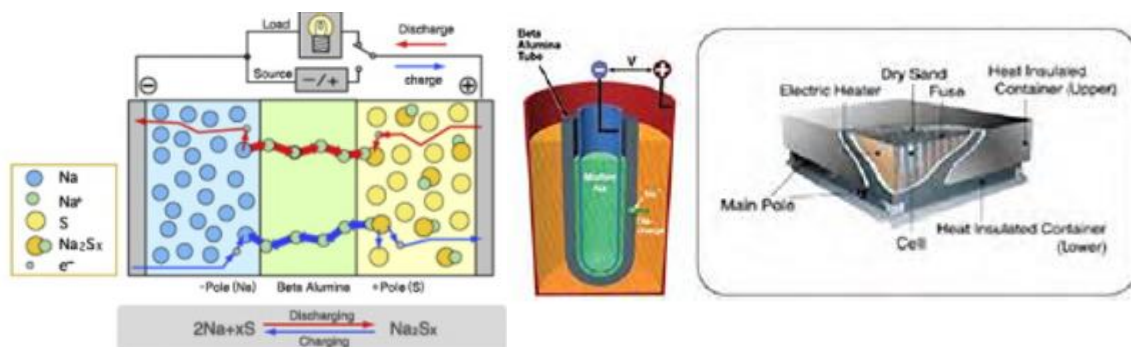
Давуу тал	Сул тал
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Өндөр энергийн болон чадлын нягттай ▪ Олон тооны циклийн үзүүлэлт болон битүү хадгалалтын орчны хугацаа урт, засвар үйлчилгээ шаарддаггүй ▪ Өндөр чадал, бага дотоод эсэргүүцэл, колумбын үр ашиг өндөр ▪ Цэнэглэх горимын алгоритм хялбар бөгөөд цэнэглэх хугацаа харьцангуй богино 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Зай хураагуурт халалт үүсч дэлбэрэх аюулаас сэргийлж хамгаалалтын хэлхээг оруулж өгөх шаардлагатай байдаг ▪ Өндөр температурын нөхцөл өндөр хүчдэлийн горимоор цэнэг хураасан тохиолдолд зай нурах тохиолдол үүсдэг ▪ 0°C-тай үед богино хугацааны цэнэг шавхах боломжгүй ▪ Олон тоогоо тээвэрлэх үед тээвэрлэлтийн үеийн нөхцөлийг бүрдүүлэх шаардлагатай болдог

Хүснэгт 2.10 Төрөл

Төрөл	Тайлбар
Lithium cobalt oxide (LiCoO ₂)	Уг зайны бүтцийн хувьд катод нь cobalt oxide байдаг бол анод нь graphite carbon ашиглан хийгддэг. Цэнэг шавхах процессын үед lithium ion-ууд анодоос катод руу шилждэг. Цэнэглэх үед уг процесс эсрэгээр явагдана. LiCoO ₂ зайны хувьд харьцангуй бага ашиглалтын хугацаатай, температурын тохируулах шаардлагатай бөгөөд ачаалал авах боломж нь хязгаарлагдмал байдаг.
Lithium manganese oxide (LiMn ₂ O ₄)	1983 онд тус төрлийн зайны талаар анх Materials Research Bullet сэтгүүлд дурдагдсан. Уг зайнд ашиглагдсан технологийн бүтэц нь дотоод эсэргүүцлийг багасгаж, гүйдэл урсах нөхцөлийг илүү оновчилж өгсөн. Түүнчлэн тус технологийн бүтцийн тусламжтайгаар халалтыг тэсвэрлэх температурын хэмжээ ихэсч, аюулгүй ажиллагааг нэмэгдүүлсэн боловч циклийн тоо, ашиглалтын хугацаа хязгаарлагдмал болж ирсэн байдаг.
Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide (LiNiMnCoO ₂ эсвэл NMC)	Li-Ion системүүд дотроос хамгийн амжилттай технологи бөгөөд Nickel Manganese Cobalt нэгдэл нь оновчтой шийдлүүдийг нэг болж өгсөн явдал юм.
Lithium iron phosphate (LiFePO ₄)	1996 онд Техасын их сургуулийн судлаачид цэнэглэгддэг зай хураагуурын системийн катодыг phosphate-аар хийж болохыг олж мэдсэн бөгөөд дотоод эсэргүүцлийг бүүруулж, өндөр гүйдэл урсах үзүүлэлттэй, ашиглалтын хугацаа урт, халалтыг тэсвэрлэх температурын хэмжээ ихэсч, аюулгүй ажиллагааг нэмэгдүүлсэн зай хураагуурын шийдэл болж өгсөн байна.
Lithium titanate (Li ₄ Ti ₅ O ₁₂)	Titanate-р анод хийх шийдэл 1980-оос хойш улбаатай. Тус зай хураагуурын давуу тал нь нэгж зай буюу cell-ын хүчдэлийн хэвийн түвшин 2.40В, хурдан цэнэг хураах боломжтой, өндөр хэмжээний гүйдэл урсгах 10С үзүүлэлттэй зай юм. Энгийн Li-Ion зайны циклийн тооноос өндөр бөгөөд хэрэглэхэд аюулгүй, маш бага температурт цэнэг шавхах боломжтойгоос гадна -30°C

температурын нөхцөлд нийт чадлын 80% хүртэл цэнэглэх боломжтой .

1.6.5 Sodium-Sulfur (Na-S) зай хураагуур



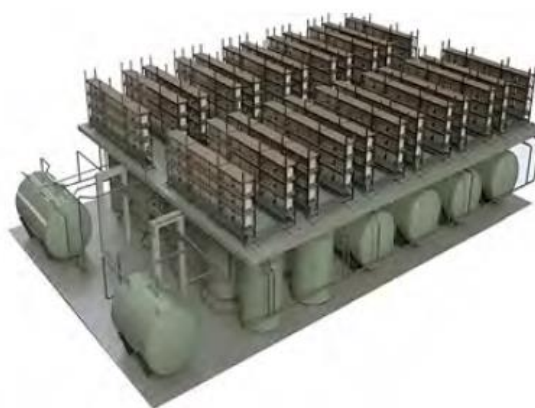
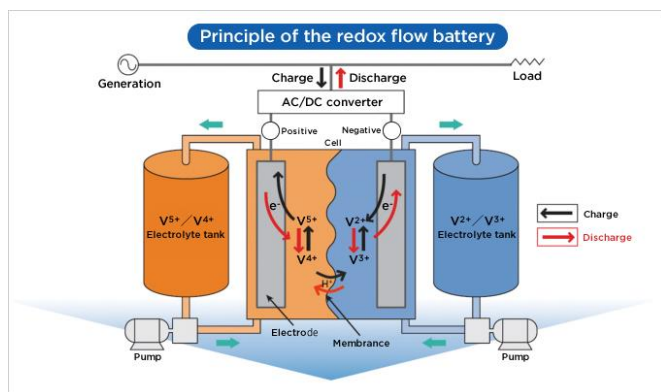
Зураг 1.14 NaS зай хураагуурын бүтэц, загвар

Sodium болон Sulfur-ын нэгдлээс бүрдсэн зай бөгөөд өндөр энергийн нягттай, цэнэг шавхах болон цэнэглэх үеийн үр ашиг өндөртэй (89-92%), ашиглалтын хугацаа урт, анхдагч түүхий эдийн материал маш хямд зай хураагуур юм. Хэдийгээр техникийн үзүүлэлтүүд сайн боловч ашиглалтын үеийн ажиллах температур 300°C-350°C байдаг бөгөөд байнгын суурин байдаг, цахилгаан эрчим хүчний системийн хэмжээний үйл ажиллагааны зориулалттайгаар ашиглахад тохиромжтой.

Хүснэгт 1.11 Сул болон давуу тал

Давуу тал	Сул тал
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ахдагч түүхий эдийн материал хямд учир өртөг бага ▪ Шингэн электродуудтай учир, ашиглалтын хугацаа урт ▪ Цэнэглэх горимын алгоритм хялбар бөгөөд цэнэглэх хугацаа харьцангуй богино ▪ Техникийн үзүүлэлтээс шалтгаалсан ашиглалтын хувьд уян хатан ▪ Энергийн өндөр үр ашигтай ▪ Өндөр температурт ажилладаг, битүүмж сайтай учир гадаад орчны нөлөөнд температурын нөлөөнд бага автдаг ▪ Цэнэг дүүрэх, цэнэг шавхаж дуусахад хүчдэл өсөх үзэгдэл үүсдэг тул цэнэгийн хэмжээг тодорхойлох боломжтой 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 300°C хэмээс температурын нөхцөлд ажилладаг ▪ Металл натрийн төрөлхийн урваллаг шинж чанараас болж устай задрах үед шатамхай болдог ▪ Зайн шингэнийг гадагш урсгаж алдахгүйн тулд нэмэлт зардлаар битүүмж сав хийх шаардлагатай болдог ▪ Нарийн ашиглалтын горим болон засвар үйлчилгээ шаарддаг

1.6.6 Redox Flow (RFB) зай хураагуур



Зураг 1.15 Redox зай хураагуурын бүтэц, загвар

Тус зай хураагуур нь маш сайн ашиглалтын урт хугацааны үзүүлэлттэй бөгөөд электрод болон электролит ямар нэгэн элэгдэл үүсэх магадлал тун бага байдаг. Учир нь тэдгээр электрод, электролитуудыг хамгийн аюулгүй шатамхай бус материалаар хийдэг ба хэвийн температурын горимд ажиллах боломжтой юм.

Хүснэгт 1.12 Сул болон давуу тал

Давуу тал	Сул тал
<ul style="list-style-type: none"> RFB зай хураагуурын системийн хувьд ашиглалтын хугацааг 20 жил гэж үздэг бөгөөд дотоод эд ангиуд нь элэгдэж хуучралгүйгээр маш өндөр тооны зай хураагуурын цикл хийх боломжтой байдаг. Тус зай хураагуур нь бие биенээсээ үл хамаарсан эрчим хүчний боловсруулалт болон чадлын нөөц боломжтой. Түүнчлэн ганц системээр богино болон урт хугацааны турш эрчим хүч боловсруулах боломжийг олгосноор эрчим хүч боловсруулахад зардлын үр ашигтай нөхцөлийг бүрдүүлдэг Хэвийн температурын нөхцөлд ажилладаг, шатамхай бус материалаар угсрагддаг тул аюулгүй ажиллагааны хувьд найдвартай 	<ul style="list-style-type: none"> Зай хураагуурын инженерийн загварын хувьд олон дэд систем, тоног төхөөрөмжүүдээс (насос, мэдрэгч, химийн шингэний урсац, эрчим хүчний зохицуулалтын систем, хоёрдогч бак гэх мэт) бүрддэг тул төвөгтэй. Маш бага энергийн нягт, олон дэд систем тоног төхөөрөмжүүдтэй тул том зай талбай эзэлдэг

Хүснэгт 13.13 Төрөл

Төрөл	Тайлбар
Vanadium Redox зай хураагуур (VRB)	Хоёр төрлийн vanadium-ын электролитуудыг (V^{2+}/V^{3+} болон V^{4+}/V^{5+} ашигладаг) бөгөөд тус электролитууд устөрөгчийн ионыг мембранаар дамжуулан солилцдог.
Polysulfide–bromine зай хураагуур (PSB)	Sodium sulfide (Na_2S_2) болон sodium tribromide ($NaBr_3$) нарыг электролитуудаар ашигладаг. Цэнэг хураах болон цэнэг шавхах үед мембранаар натрийн ионууд (Na^+) нэвтрэх процесс явагддаг
Zinc–bromine (Zn–Br) зай хураагуур	Электротуудыг zinc болон bromine-оор хийдэг.

1.7 1-Р БҮЛГИЙН ДҮГНЭЛТ БУЮУ ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СИСТЕМИЙН АШИГЛАЛТЫН ХЭЛБЭР, СУУРИЛУУЛАХ ЦЭГ

1-бүлэгт бичигдсэн тайлангийн үр дүнг дараах байдлаар дүгнэж болно.

- Монгол улсын эрчим хүчний нэгдсэн системд эхний ээлжинд ашиглах бололцоотой зай хураагуурын төрөл нь Литийн Ион (Lithium-Ion) зай бөгөөд химийн орц нь бусад технологиудыг бодвол илүү энергийн нягттай, харьцангуй аюул багатай, дэлхий нийтэд нийт хэрэглээний 70 орчим хувьд нь ашиглаж байгаа байдал, монгол улсын цаг уурын онцлогт нийцсэн зэргийг үндэслэн их ачааллын үеийн чадлын дутагдлыг нөхөх, аваарын үеийн бэлтгэл чадлын нөөц, цахилгаан станцыг сэргээхэд бэлэн байлгах чадлын зорилгоор ашиглах нь зүйтэй юм.
- Литийн ион зайг дээрх зорилгоор ашиглахад өдөрт 2 удаагийн цэнэг шавхах болон хураах циклээр ажиллуулна гэж тооцоолбол:
 - **365 хоног X 2 цикл X 15 жил =10950 цикл** буюу үүнээс дээшхи шаардлагыг хангасан бүтэц бүхий литийн ион зай хураагуур байх шаардлагатай. Уг шаардлагыг хангах Литийн Ион төрлийн зайнуудаас Lithium-Iron-Phosphate эсвэл Nickel Manganese Cobalt байж болно гэсэн дүгнэлтэд хүрлээ.
- Эрчим хүчний шинэ тогтвортой үүсгүүр ашиглалтанд орох хүртэл нэгдсэн сүлжээний найдваржилтыг дээшлүүлэх, болзошгүй аваарын ашиглах аваарын бэлтгэл чадалтай байх, бүрэн хэмжээний “0” зогсолтын үед үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааг түргэн сэргээх гэсэн үндсэн шаардлагаас гадна импортын эрчим хүчний хэрэглээг багасгах, шөнийн бага ачааллын үед ОХУ-руу үр ашиггүй урсаж байгаа ЦЭХ-ийг хуримтлуулж шаардлагатай цагуудад ашиглах, ДЦС-ийн ачааллын хэлбэлзлийг бууруулж, эдийн засгийн үр ашиг тогтвортой ажиллагааг хангах гэх мэт зорилгоор энэ системийг ашиглах ба байршлын хувьд хамгийн тохиромжтой хувилбар нь ДЦС-4 ТӨХК гэж үзэж байна.
- ДЦС-4 ТӨХК дээр одоо шууд бэлэн ашиглаж барилга угсралт хийх боломжтой тохиромжит, сул зай байгаа ба уг цэг дээр 100 МВт/250МВт.цаг чадалтай энерги хуримтлуулах зай хураагуурын станцыг байршуулах бүрэн боломжтой байна.

1.7.1 Энерги хуримтлуулах зай хураагуурын системийн суурилуулах боломжит цэг



Зураг 1.16 100 МВт/250МВт.цаг чадалтай Энерги Хуримтлуулах Зай Хураагуурын Станцын байрлах цэг

ДЦС-4 ТӨХК-ийн градир №4-ийн зүүн талд байрлуулах 150*90 метрийн харьцаатай талбайд энерги хуримтлуулах зай хураагуурын станцыг суурилуулах боломжтой гэсэн дүгнэлтэд хүрсэн. Зураг 1.16-т 100 МВт/250МВт.цаг чадалтай Энерги Хуримтлуулах Зай Хураагуурын Станцын байршлын цэгийг дүрслэв. План зургийг боловсруулахад контейнер бүтэцтэй зай хураагуурын болон инвертерийн систем зэргийн стандарт хэмжээг баримталж, lithium-ion зайны энергийн нягттай үзүүлэлт зэргийг авч үзсэний үндсэн дээр боловсруулсан хэмжээ болно.

2. 100 МВт/250 МВт.ЦАГ ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СТАНЦЫГ НЭГДСЭН СҮЛЖЭЭНД ХОЛБОХ СХЕМИЙН СОНГОЛТ, ТҮҮНИЙ ГОРИМЫН ТООЦОО

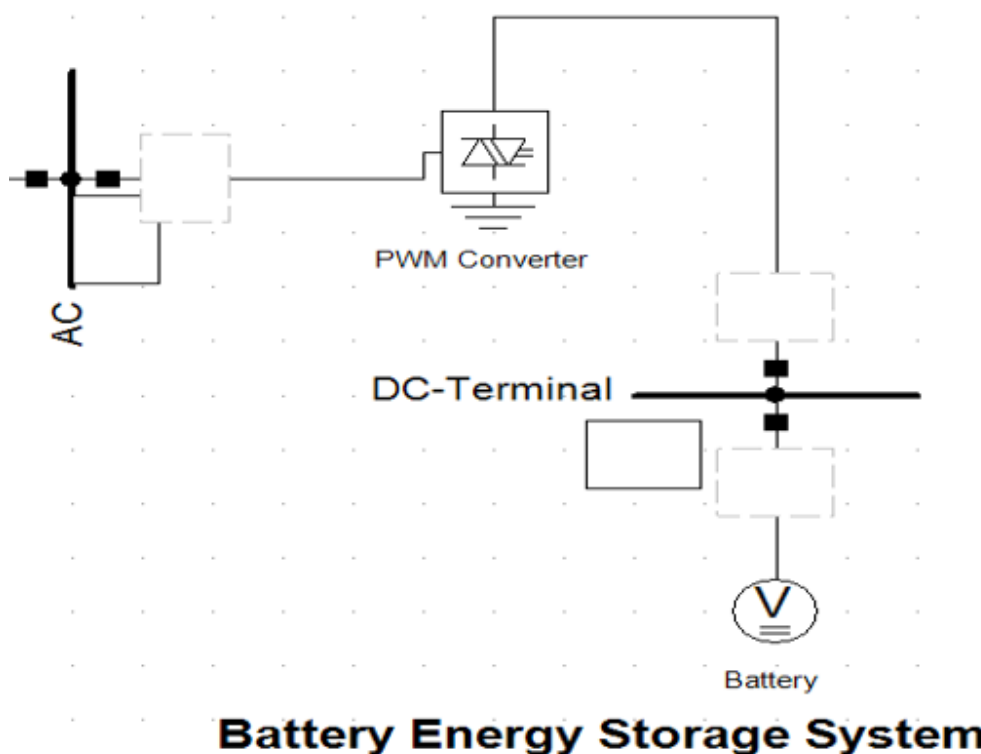
Төвийн бүсийн нэгдсэн сүлжээнд 100 МВт-ын хүчин чадалтай зай хураагуурын станцыг нэгдсэн сүлжээнд холбож өвлийн их ачааллын үеийн горим болон тогтворжилтын тооцоог хийсэн.

Холболтын цэгийг дараах 3 хувилбараар сонгож хийсэн.

Үүнд:

Хүснэгт 2.1 Холболтын хувилбар

Хувилбар	Холболтын цэг
№1	“ИХБ – 4” дээр 110 кВ талд АШ-118 гаргалгыг ашиглан холбох
№2	“ИХБ-4” дээр 110 кВ-ын АШ-109-н гаргалгыг ашиглан холбох
№3	“ИХБ-4”-ийн 110 кВ-ын шинд шууд холбох

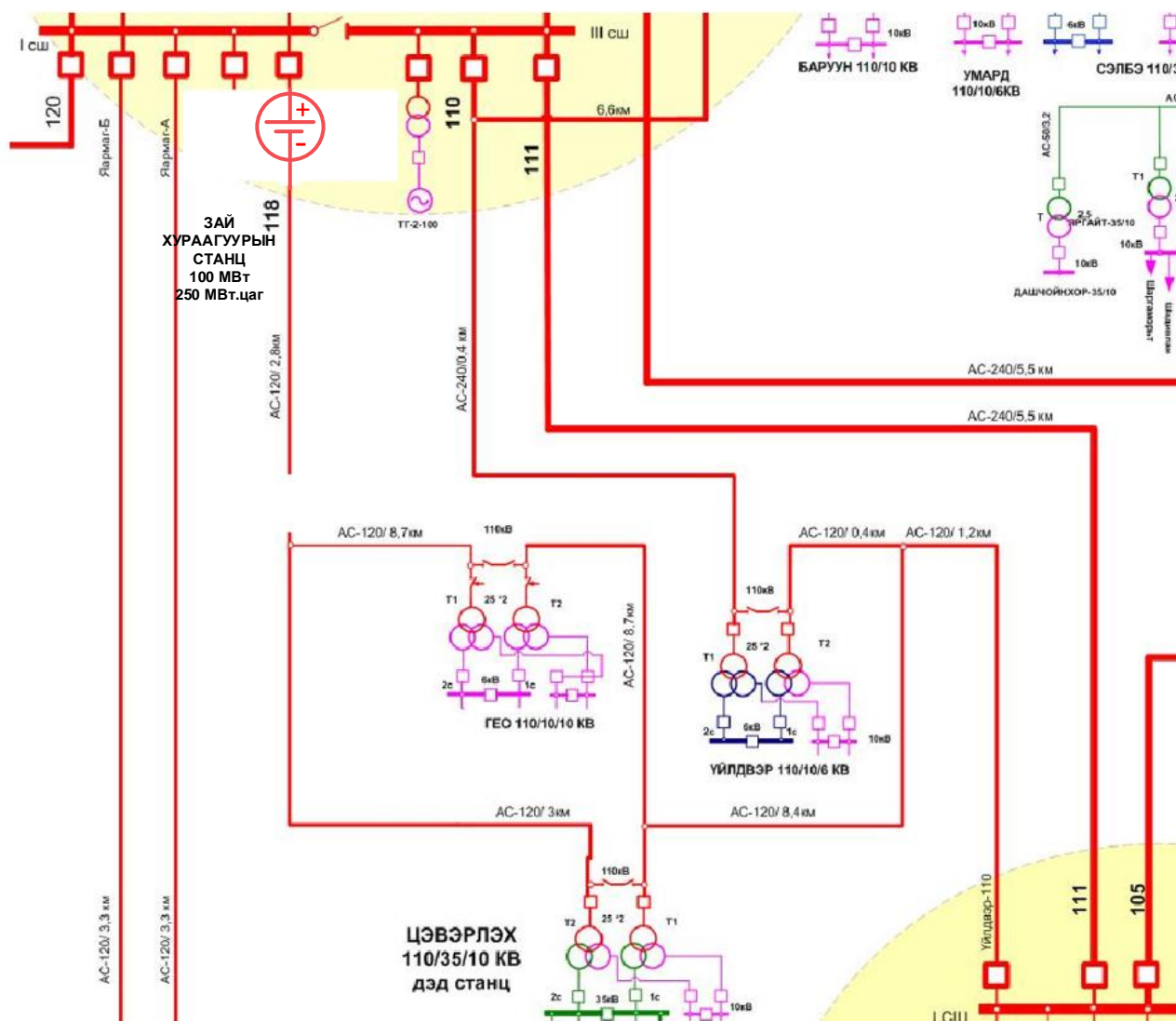


Зураг 2.1 DigSILENT Power Factory програм хангамж дээр Энерги Хуримтлуулах Зай Хураагуурын Станцыг загварчилсан байдал

2.1 ХЭВИЙН ГОРИМЫН ҮЕИЙН ЧАДЛЫН УРСГАЛЫН ТООЦОО

ХУВИЛБАР-1: “ИХБ-4”-ИЙН 110 КВ ТАЛД АШ-118 ГАРГАЛГЫГ АШИГЛАН ХОЛБОХ

АШ-118-г ИХБ-4 дээр салгаж 100 МВт-ын зай хураагуурын станцыг /ЗХС/ тус шугамын гаргалгад холбоно. Энэ үед АШ-118 ИХБ-4 тасархай үлдэх ба Гео, Цэвэрлэх, Үйлдвэр дэд станцууд зөвхөн ИХБ-4 болон ИХБ-3-аас гарч буй Үйлдвэр-110 АШ-аас тэжээгдэнэ.



Зураг 2.2 100 МВт-ын зай хураагуурын станц системд холбох холболтын схем

АШ-118 болон Үйлдвэр-110 ЦДАШ дээр 110 кВ-ын Цэвэрлэх, Гео, Үйлдвэр дэд станцууд тэжээгддэг. Дээрх дэд станцуудын хамгийн их ачаалал болон АШ-118, Үйлдвэр-110 АШ-ын урсгалыг 2019 оны өвлийн их ачааллын хяналт хэмжилтээс авч дараах хүснэгт 2.2, 2.3-т үзүүлэв. Эдгээр ачааллын мэдээгээр чадлын урсгалын тооцоо хийсэн болно.

Хүснэгт 2.2 Дэд станцуудын одоогийн байгаа ачааллын хяналт хэмжилт утга

№	Дэд станцын нэр	Гаргалга	P /МВт/	Q /МВАр/
1	Цэвэрлэх	10 кВ Оролт-1	4	1
		10 кВ Оролт-2	5.1	1
		35 кВ Оролт-1	0.5	0.2
		35 кВ Оролт-2	12	4.2
2	Гео	10 кВ Оролт-1	6.3	0.6
		10 кВ Оролт-2	5.7	0.3
		10 кВ Оролт-3	5.4	0.6
		10 кВ Оролт-4	7.2	1.5
3	Үйлдвэр	6 кВ Оролт-1	0	0
		6 кВ Оролт-2	1.2	0.5
		10 кВ Оролт-1	0	0
		10 кВ Оролт-2	17.2	2

Хүснэгт 2.3 АШ-118 болон Үйлдвэр-110 ЦДАШ-ын чадлын урсгал

№	Ангилал	Шугамын нэр	P/МВт/	Q/МВАр/
1	Хяналт хэмжилтийн мэдээ	АШ-118	29	9.5
		Үйлдвэр-110	38	8.5
2	Тооцооны үр дүн	АШ-118	32	9.5
		Үйлдвэр-110	39	8.5

Одоогийн байдлаар буюу 100 МВт-ын зай хураагуурын станцыг холбохоос өмнө АШ-118-р 29 МВт, Үйлдвэр-110 АШ-аар 38 МВт тус бүр урсаж байна. Чадлын урсгалын тооцоог хэвийн горимын үед хийж бодит болон хуурмаг чадлыг хүснэгт 2.3-т үзүүлэв.

АШ-118-г ИХБ-4 дээр таслах үеийн чадлын урсгалын тооцоо, зангилаа дэд станцуудын хүчдэлийн түвшинг хүснэгт 2.4-т үзүүлэв.

Дэд станцуудын хүчдэлийн түвшин хэвийн зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байна. Харин энэхүү схемээр ажиллах үед ИХБ-3-аас гарсан Үйлдвэр-110 АШ-аар 72.1 МВт буюу 98.8% ачаалахаар байна. Хэрэв ДЦС-2 дээр Цэвэрлэх-35 АШ-ыг залгасан тохиолдолд ИХБ-3-аас гарсан Үйлдвэр-110 АШ-аар 63.1 МВт буюу 86.4% ачаалахаар байна.

Гэвч Цэвэрлэх-35 АШ-ыг залгахад одоогийн РХАБ шаардлага хангахгүй тул зайлшгүй тодорхой цэгүүд дээр реле хамгаалалтыг шинэчлэх, нэмэлтээр 110 кВ талд таслуур суурилуулах гэх мэт техник зохион байгуулалтын арга хэмжээ авахаар байна. Түүнчлэн, АШ-118 ИХБ-4 талдаа тасархай, Цэвэрлэх-35 ДЦС-2 болон Цэвэрлэх дэд станц дээр залгаатай ажиллах үед ИХБ-3 дээр Үйлдвэр-110 тасрахад Холбоо-А,Б-ээр тус бүр 50 МВт буюу 210%, Цэвэрлэх-35 АШ-аар 90 МВт буюу 520%-иар хэт ачаалахаар байна. Энэхүү горимын төлөв нь ДЦС-2 болон 110 кВ-ын Цэвэрлэх, Гео, Үйлдвэр дэд станцуудыг “0” суулгахаар байна.

Иймээс АШ-118-г ИХБ-4 талд тасалж, ИХБ-4 болон ИХБ-3-аас Үйлдвэр-110 АШ, мөн Цэвэрлэх-35 АШ-аар 110 кВ-ын Гео, Цэвэрлэх, Үйлдвэр дэд станцуудыг хангах энэхүү схем найдваргүй байна.

Мөн 110/35/10 кВ-ын Цэвэрлэх дэд станц дээр шинэ цэвэрлэх байгууламжийг ЦЭХ-ээр хангах 20 МВт-ын хэрэглээ нэмэгдсэн тохиолдолд энэхүү горимын хувилбараар ажиллах боломжгүй болно. Өөрөөр хэлбэл АШ-118-г ИХБ-4 дээр тасалж болохгүй горим үүснэ.

Хүснэгт 2.4 Дэд станцуудын хэвийн горимын хүчдэлийн утга

№	Горимын хувилбар	Дэд станцын нэр	Өндөр талын хүчдэл /кВ/	Дунд талын хүчдэл /кВ/	Нам талын хүчдэл /кВ/
1	АШ-118 тасархай, Цэвэрлэх-35 тасархай	ИХБ-4	111	-	-
		ИХБ-3	111	-	-
		Үйлдвэр	111	10	6
		Гео	109	10	10
		Цэвэрлэх	109	35.2	9.7
2	АШ-118 тасархай, Цэвэрлэх-35 залгаатай	ИХБ-4	111	-	-
		ИХБ-3	111	-	-
		Үйлдвэр	111	10	6.1
		Гео	109	10	10
		Цэвэрлэх	110	35.5	9.7

Хүснэгт 2.5 АШ-118-г ИХБ-4 дээр таслах үеийн шугамын дамжуулах чадвар

№	Горимын хувилбар	Шугамын нэр	P/МВт/	Ачааллах хувь
1	АШ-118 тасархай, Цэвэрлэх-35 тасархай	Үйлдвэр-110	72.1	98.8
2	АШ-118 тасархай, Цэвэрлэх-35 залгаатай	Үйлдвэр-110	63.1	86.4
		Цэвэрлэх-35	8.8	54.5
3	Үйлдвэр-110 тасрах үеийн горим	Холбоо-А	50	210
		Холбоо-Б	50	210
		Цэвэрлэх-35	90	520
4	Цэвэрлэх дэд станц дээр Гео, Үйлдвэр-110 АШ чадал хязгаарлах автоматикаар таслах	Цэвэрлэх-35	25	161
5	Үйлдвэр-110 тасрах үед ДЦС-2 дээр Цэвэрлэх-35 АШ-г чадал хязгаарлах автоматикаар таслах	Цэвэрлэх-35	0	0

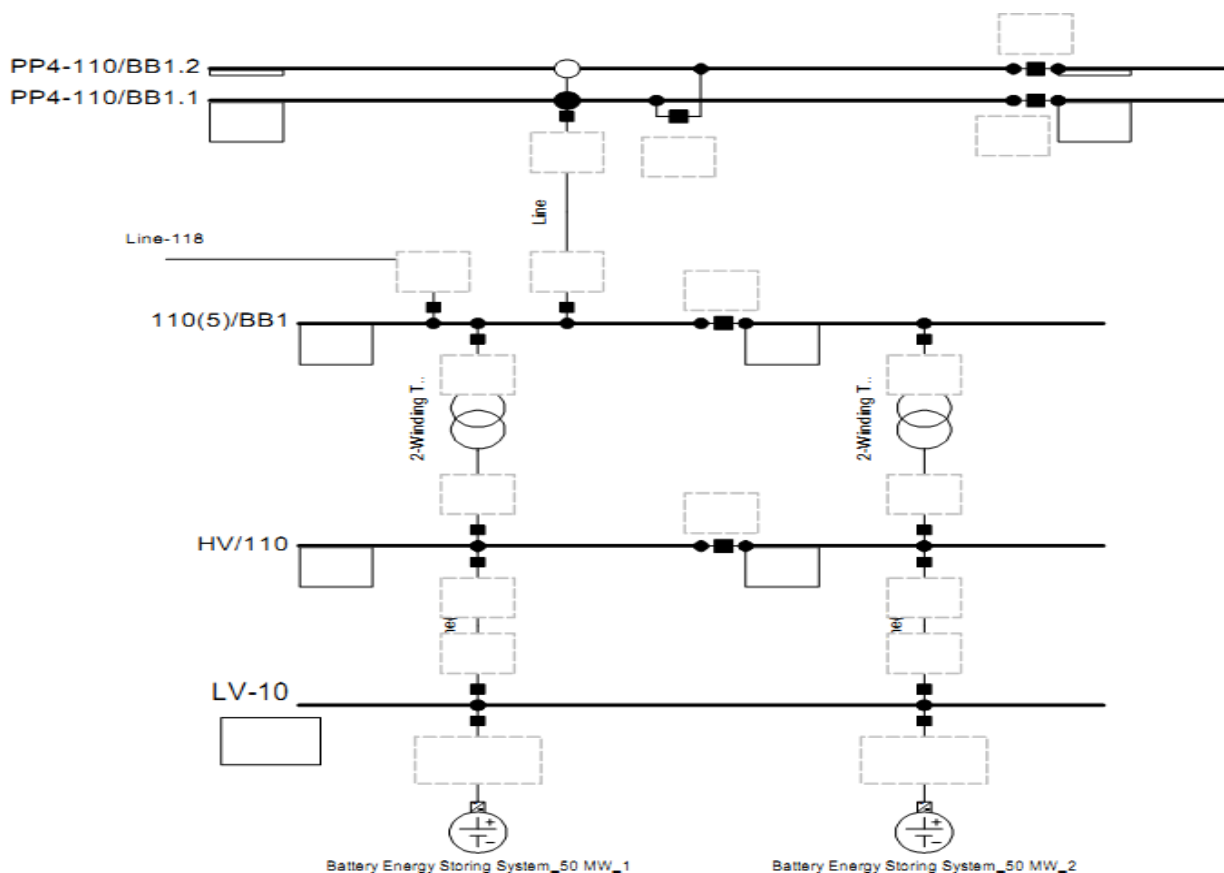
- АШ-118 дээр богино залгаа үүсэхэд АШ-109-н реле хамгаалалт 2 талдаа ажиллаж гэмтлийг устгана. Хэрэв АПВ амжилтгүй залгах тохиолдолд АШ-110 дээр АШ-109-н урсгал нэмэгдэж хэт ачааллах горим үүснэ. Хэрэв энэхүү горимын үед АШ-109 тасарвал Улаанбаатар хотын 110 кВ-ын тойруугийн дэд станцууд “0” суухаар байна.

Хүснэгт 2.6 110 кВ-ын ЦДАШ-уудын чадлын урсгал ба ачааллах хувь

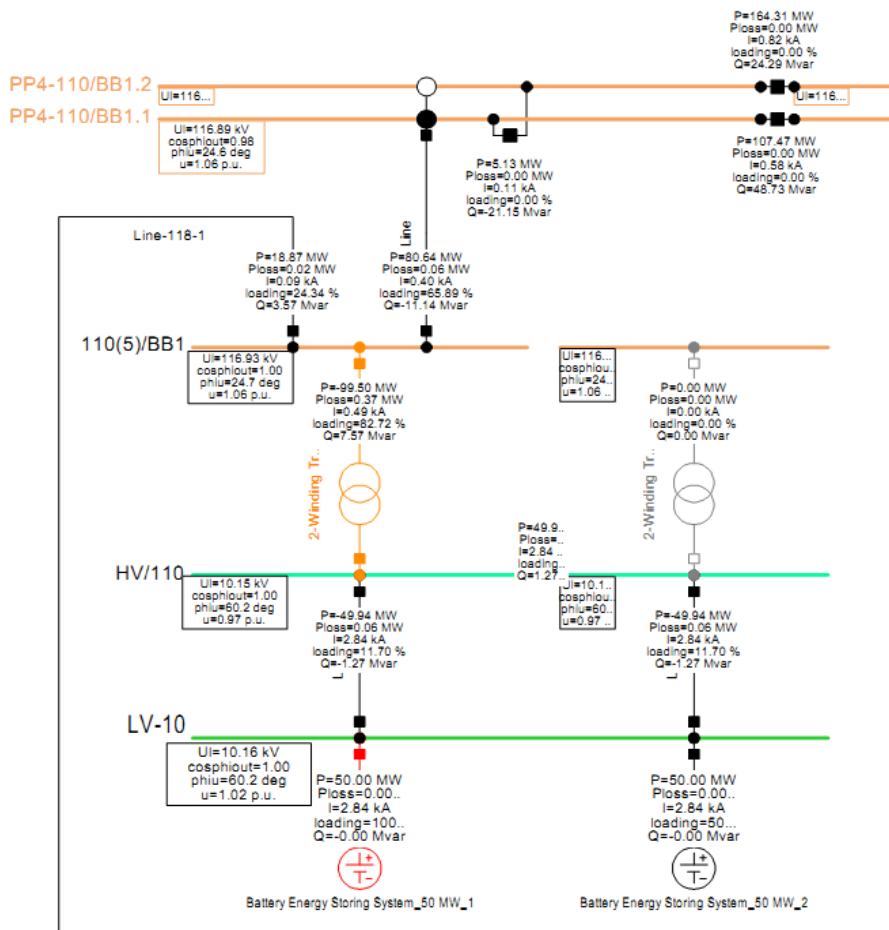
№	Шугамын нэр	Р/МВт/	Ачааллах хувь
1	Үйлдвэр-110	24.9	32.9
2	АШ-118	31.5	40.4
3	АШ-110	58	37
4	АШ-109	122	75

ХУВИЛБАР-3: “ИХБ-4”-ИЙН 110 КВ-ЫН ШИНД ШУУД ХОЛБОХ

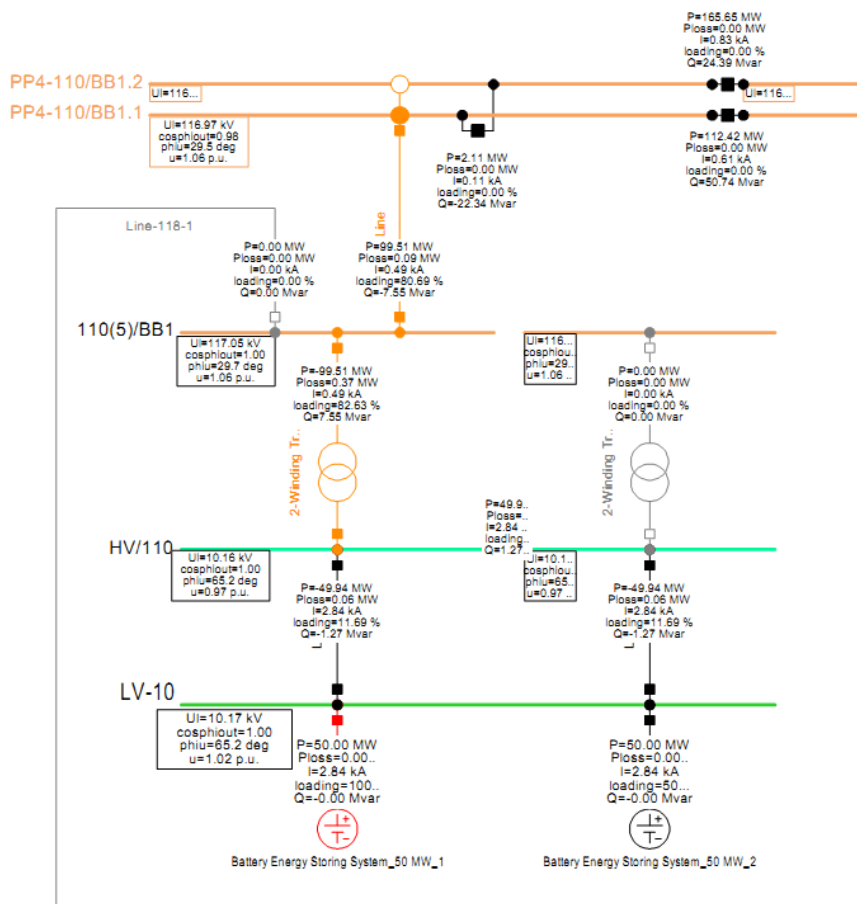
100 МВт-ын зай хураагуурын станцыг ИХБ-4 дээр АШ-118-н гаргалгаар холбож, зай хураагуурын станцын хуваарилах байгууламжаас одоогийн АШ-118-г холбох хувилбарт авч үзсэн. Энэхүү холболтын схемийг зураг 2.4-т үзүүлэв.



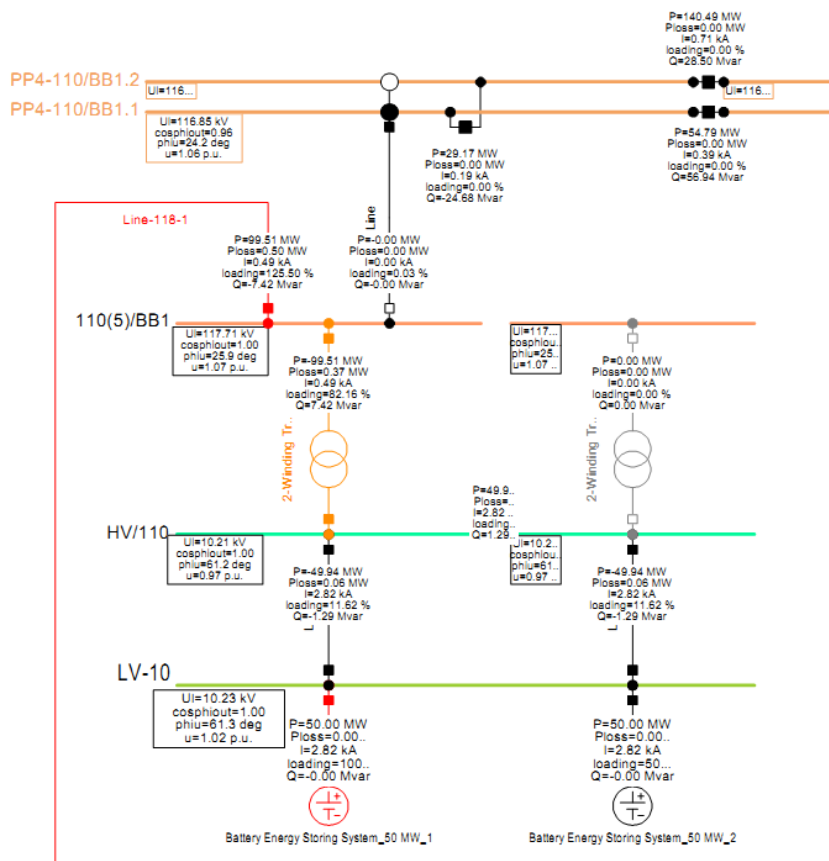
Зураг 2.4 100 МВт-ын зай хураагуурын станцыг сүлжээнд холбох схем



Зураг 2.5 100 МВт-ын зай хураагуурын станцын холбогдсон үеийн тооцоо



Зураг 2.6 100 МВт-ын зай хураагуурын станц холбогдсон үед АШ-118 тасархай үеийн чадлын урсгалын тооцоо

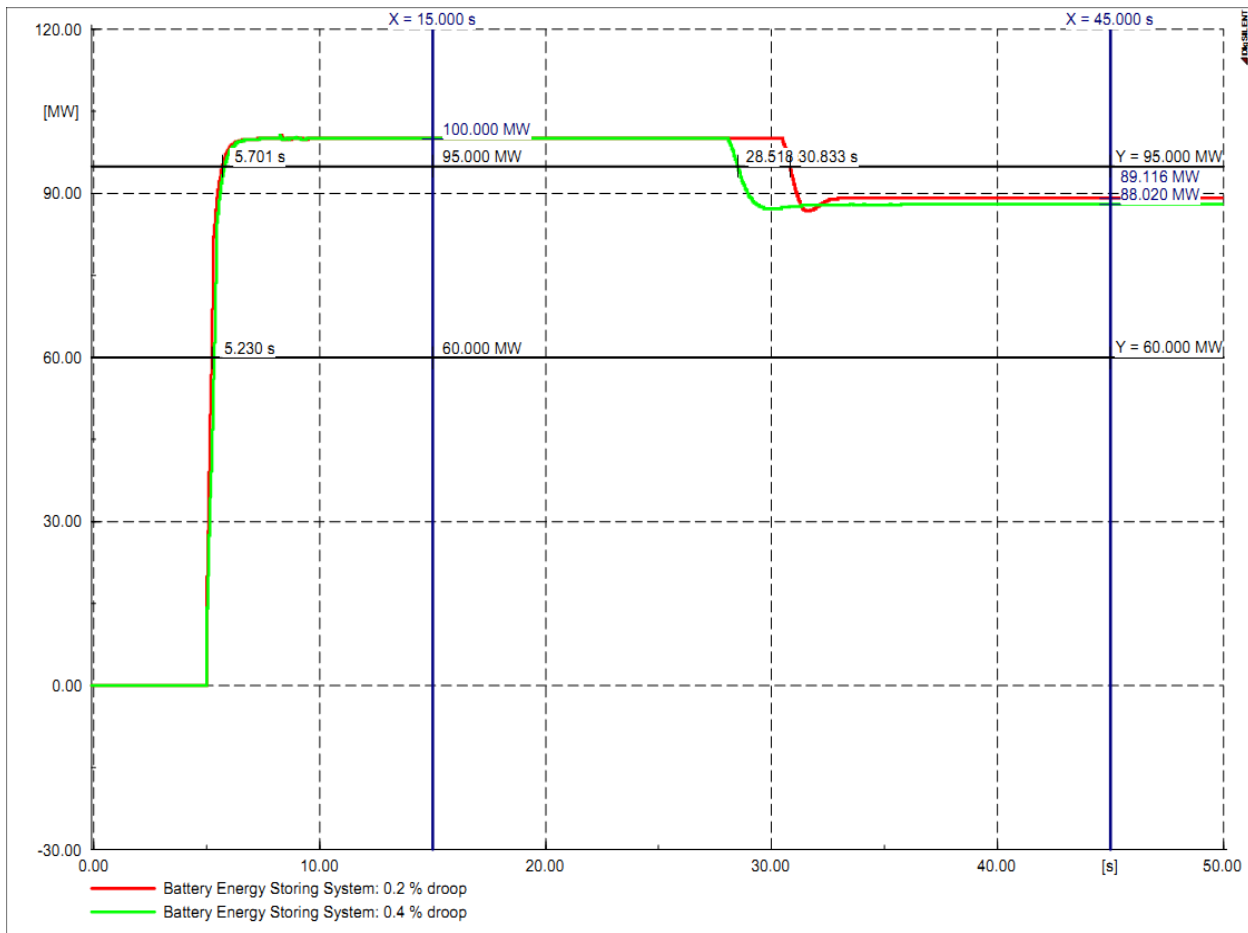


Зураг 2.7 100 МВт-ын зай хураагуурын станц холбогдсон үед ИХБ-4-тэй холбосон холбоос тасрах үеийн чадлын урсгалын тооцоо

2.2 100 МВТ-ЫН ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СТАНЦЫН СИСТЕМИЙН ДАВТАМЖИЙН ТОГТВОРЖИЛТОНД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛӨЛ

Энэхүү давтамжийн тогтворжилтын тооцоонд хариу үйлчлэл өндөртэй зай хураагуурын техникийн үзүүлэлтийг ашигласан. Учир нь одоогийн байдлаар зай хураагуурын станцын инвертерийн техникийн үзүүлэлт тодорхой бус байгаа тул стандарт өгөгдлийг ашигласан.

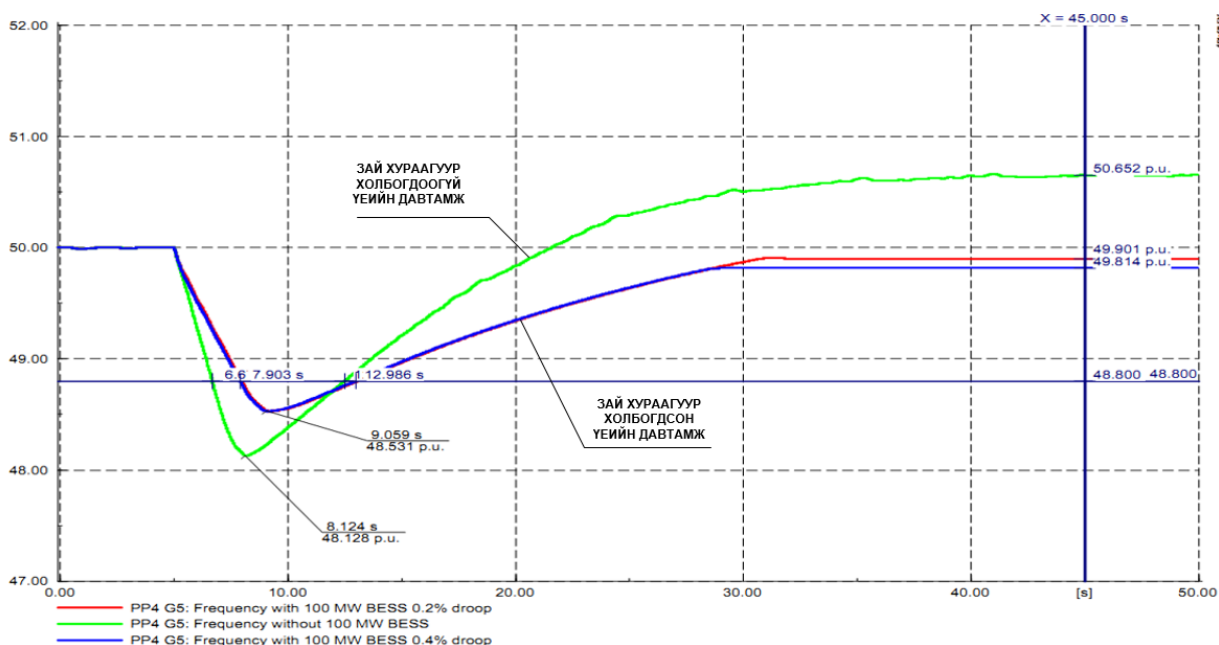
Тооцоонд авсан зай хураагуурын станцын үзүүлэлтээр давтамжийн зөрүү үүсэхэд 0.23 секундэд 60 МВт, 0.70 секундэд 95 МВт хүртэл авах ба 30 секундын дараа ачааллаа 88 МВт хүртэл бууруулахаар байна. Тухайн сонгосон зай болон инвертерийн шинж чанараас хамаараад энэхүү хариу үйлчлэх утга өөрчлөгдөж болно.



Зураг 2.8 100 МВт-ын зай хураагуурын станцын хариу үйлчлэл

Хэрэв системд 100 МВт-ын зай хураагуурын станц холбогдсон тохиолдолд ОХУ-аас тусдаа гарахад үүсэх давтамжийн уналтын хурд өөр өөр байна. Тухайлбал, ОХУ-аас 180 МВт чадал авч байхад АШ-257, АШ-258 зэрэг тасрахад нэгдсэн системд 100 МВт-ын зай хураагуурын станц холбогдоогүй тохиолдолд давтамж 48.12 Гц хүртэл унаснаар АЧР ажиллаж хэрэглэгчийг тасалснаар давтамжийг 50.6 Гц хүртэл өсгөхөөр байна. Энэ үед ойролцоогоор 180 МВт орчим хэрэглэгчийг АЧР-ын үйлчлэлээр тасалж давтамжийг өсгөх арга хэмжээ авахаар байна.

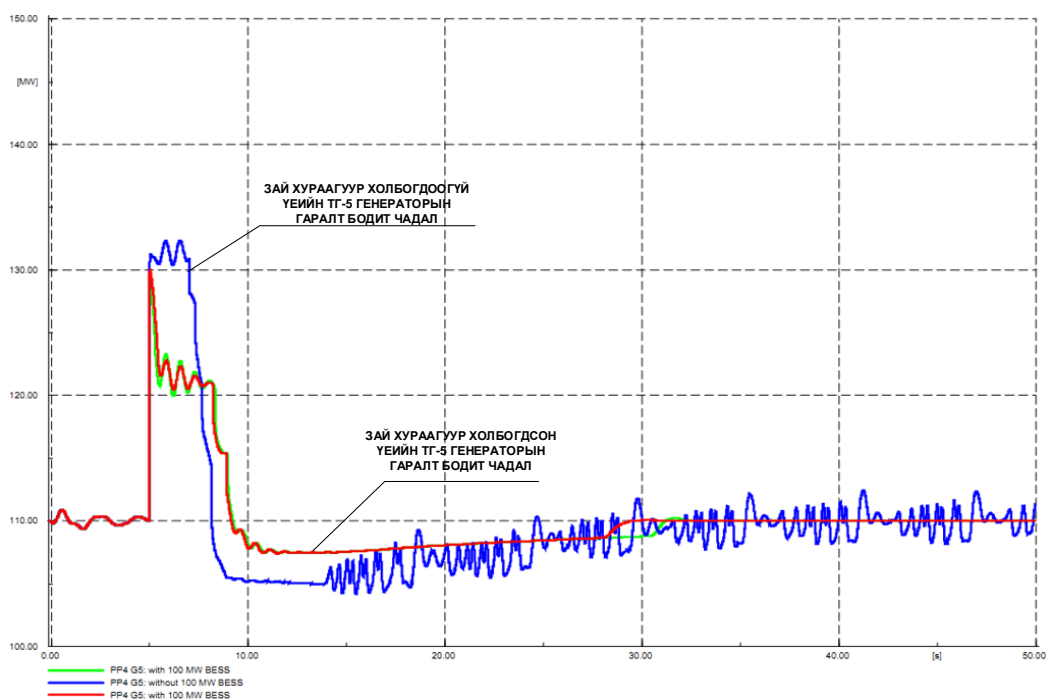
100 МВт-ын зай хураагуурын станц холбогдсон тохиолдолд давтамж 48.53 Гц хүртэл унахад зай хураагуурын станцаас хурдан хугацаанд 100 МВт чадлыг систем рүү нийлүүлэх ба энэ үед ойролцоогоор 80 МВт орчим хэрэглэгчийг АЧР-ын үйлчлэлээр тасалж системийн давтамжийг 49.90 Гц хүртэл өсгөх бололцоотой байна.



Зураг 2.9 100 МВт-ын зай хураагуурын станцын давтамжийн тогтворжилтонд үзүүлэх нөлөөлөл

ОХУ-аас тусдаа гарах үеийн давтамжийн тогтворжилтын тооцооноос харахад 100 МВт-ын зай хураагуурын станц холбогдох нь системийн давтамжийн уналтын хурдыг багасгах, АЧР-аар таслах хэрэглэгчийн хэмжээг тодорхой хувиар бууруулах давуу талтай байна.

Нэгдсэн системд 100 МВт-ын хурдан үйлчилгээтэй зай хураагуурын станц холбогдсоноор зэрэгцээ ажиллаж буй генераторуудын савлалтыг багасгах эерэг нөлөөтэй байна. Тухайлбал, ДЦС-4 дээрх ТГ-5-н гаралтын бодит чадлын хэлбэлзэл багасахаар байна. ТБНС ОХУ-ын системээс тусдаа гарахад 100 МВт-ын зай хураагуурын станц холбогдсон болон холбогдоогүй үеийн генераторын савлалт өөр өөр байна. Тооцооны үр дүнг зураг 2.10-т үзүүлэв.



Зураг 2.10 100 МВт-ын зай хураагуурын станц генераторуудын ажиллагаанд үзүүлэх нөлөөлөл

2.3 ГОРИМЫН ТООЦООНЫ ДҮГНЭЛТ

100 МВт-ын гаралтын чадалтай 250 МВт.цагийн багтаамжтай зай хураагуурын станцыг ИХБ-4 дээр АШ-118-н гаргалгаанд холбож, зай хураагуурын станцын 110 кВ-ын хуваарилах байгууламжаас одоогийн АШ-118-г холбох хувилбарыг схемийн хувьд найдвартай, оновчтой холболт гэж үзсэн.

Хүснэгт 2.7 Тооцооны дүгнэлтийн хураангуй

Хувилбар	Холболтын цэг	Дүгнэлт
№1	“ИХБ-4” дээр 110 кВ талд АШ-118 гаргалгыг ашиглан холбох	Горим ажиллагааны хувьд хүндрэлтэй
№2	“ИХБ-4” дээр 110 кВ-ын АШ-109-н гаргалгыг ашиглан холбох	Горим ажиллагааны хувьд хүндрэлтэй
№3	“ИХБ-4”-ийн 110 кВ-ын шинд шууд холбох	Тооцооны үр дүнгээр оновчтой

Төвийн бүсийн нэгдсэн сүлжээнд 100 МВт-ын гаралтын чадалтай 250 МВт.цаг багтаамжтай зай хураагуурын станц ИХБ-4-н 110 кВ-ын шинд холбогдсоноор горим ажиллагаанд дараах эерэг нөлөө үзүүлнэ. Үүнд:

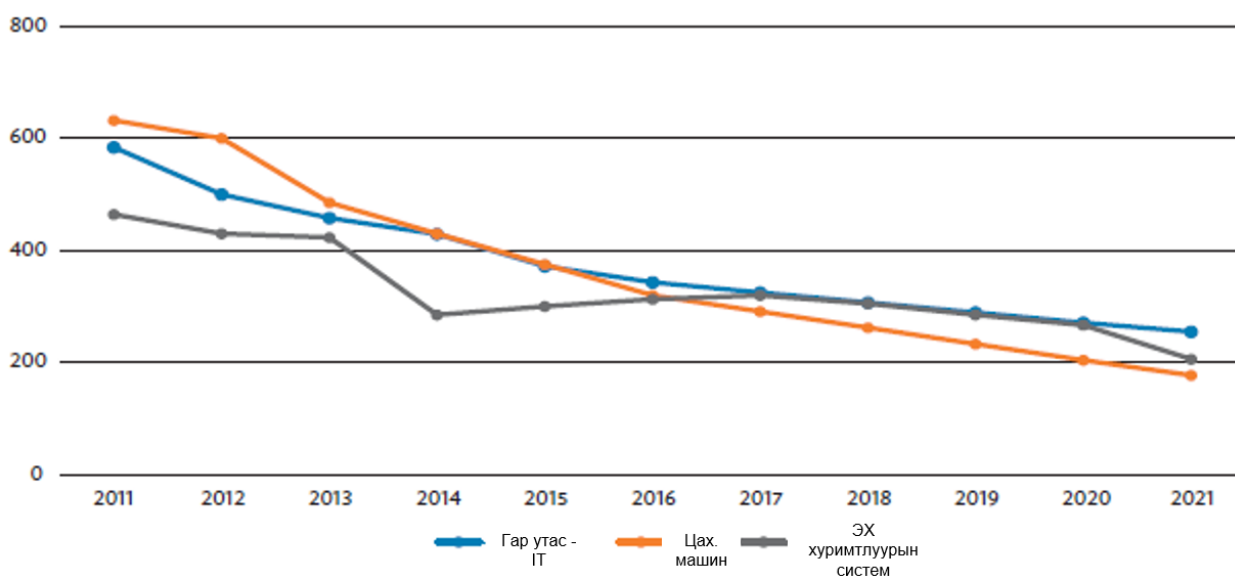
- Өвлийн оргил ачааллын цагуудад 100 МВт-ын чадлаар 2.5 цаг горим ажиллагаанд оролцож, ОХУ-аас авах импортын чадлыг тодорхой хувиар багасгах
- Шөнийн бага ачааллын цагуудад СЭХ-ний эх үүсвэрээс үйлдвэрлэсэн чадлыг экспортоор гаргахгүйгээр зай хураагуурын станцыг цэнэглэж оргил ачааллын цагуудад оролцсоноор эдийн засгийн үр ашигтай горим зохицуулалтыг хийх боломжтой
- ОХУ-ын эрчим хүчний системээс тусдаа гарах үед давтамжийн тохируулгад богино хугацаанд 80-100 МВт-аар оролцож давтамжийн уналтын хурдыг багасгана. Энэхүү зай хураагуурын станцын чадлын нөөц нь системийн хэмжээнд АЧР-аар таслах хэрэглэгчийн хэмжээг 80-100 МВт-ын хооронд багасгах боломжтой
- Зай хураагуурын станцын тоноглолын /инвертер/ сонголтоос хамаараад системийн гол зангилаа цэг болох ИХБ-4-н 110 кВ-ын шинийн хүчдэлийн тохируулгад тодорхой хэмжээнд оролцоно. Өөрөөр хэлбэл, сонгосон инвертерийн хуурмаг чадал тохируулах чадамжаас хамаараад хүчдэлийн тохируулгад зай хураагуурын станцын оролцох оролцоо өөр байна. Иймээс зай хураагуурын станцын инвертерийг сонгохдоо дээрх нөхцөлийг авч үзэх шаардлагатай.
- Төвийн бүсийн нэгдсэн сүлжээний хэмжээнд аваар үүсэж ОХУ-аас сэргээх боломжгүй болсон үед 100 МВт-ын чадалтай 250 МВт.цагийн зай хураагуурын станцаас сэргээх боломжтой болно. Гэхдээ тухайн үеийн сэргээх боломж нь зай хураагуурын станцын цэнэглэлтийн түвшингээс хамаарна.
- Нэгдсэн системд хурдан маневр хийх чадвартай 100 МВт-ын чадалтай 250 МВт.цагийн зай хураагуурын станц холбогдсоноор системийн найдвартай тогтвортой ажиллагаа нэмэгдэнэ.

3 ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СИСТЕМИЙН ЭДИЙН ЗАСГИЙН ТООЦООЛОЛ

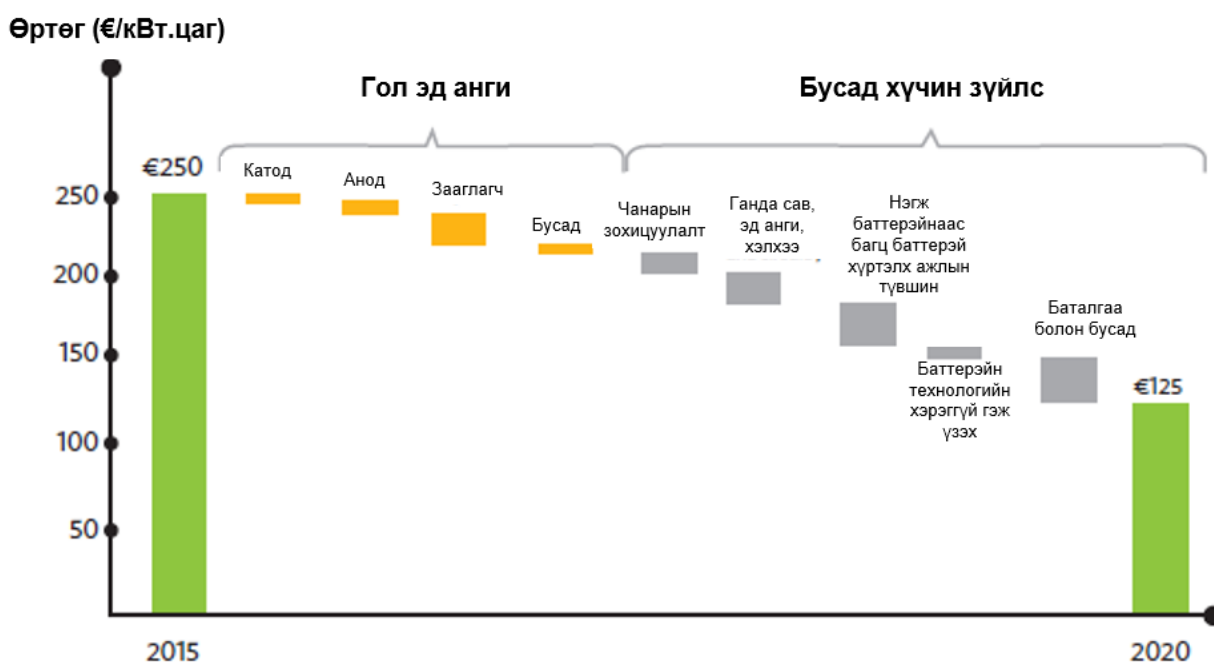
3.1 ДЭЛХИЙ НИЙТЭД ЭРЧИМ ХҮЧ ХУРИМТЛУУРЫН СИСТЕМИЙН ТӨСЛҮҮДИЙН ӨРТӨГ-ҮР АШГИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮНДСЭН СУУРЬ ҮНЭЛГЭЭНИЙ ТАЛААР

3.1.1 Нэгж зай хураагуурын (cell) үнэ:

Үнийн дүн шинжилгээ нь дараах байдлаар төсөөлөгдөж байгаа бөгөөд lithium-ion cell-ын хувьд зай хураагуурын үйлдвэрлэлтийн тоо хэмжээ ихэссэнтэй холбоотойгоор дараагийн хэдэн жилийн турш буурах хандлагатай байна (IRENA, 2017).



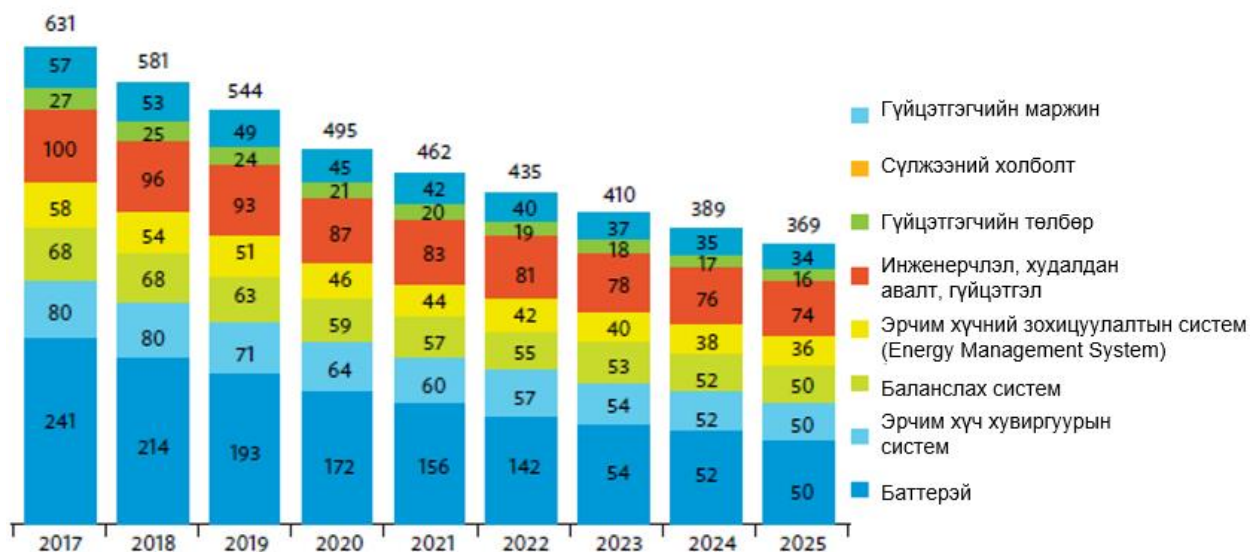
Зураг 3.1 Lithium-Ion зай хураагуурын цаашдын үнэ (\$/кВт.цаг)



Зураг 3.2 Зай хураагуурын үнийн задаргаа (2015-2020 он)

3.1.2 Системийн түвшний эрчим хүчний хуримтлуурыг бүрэн суурилахад шаардагдах хөрөнгийн өртгийн үнэлгээ

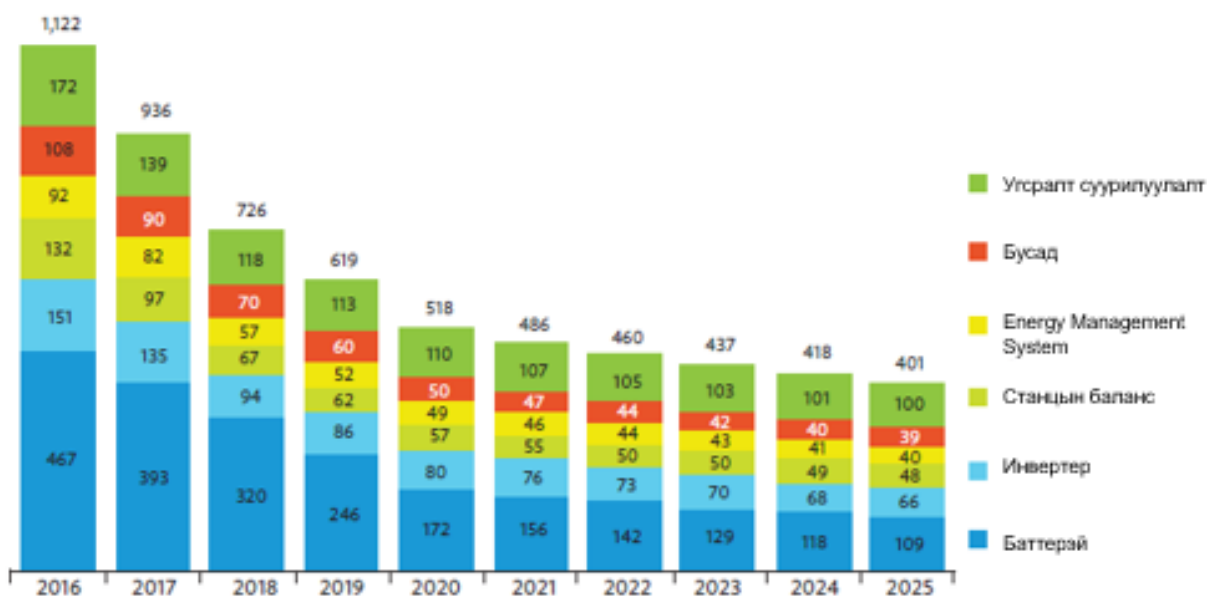
Эрчим хүчний хуримтлуурын систем бариж байгуулах өртөг цаашид буурах хандлагатай байна.



Зураг 3.3 1МВт/1 МВт.ц харьцаатай Энерги Хуримтлуулах Зай Хураагуурын Системд ноогдох үнэ (2017 он)

3.1.3 Хэрэглэгчийн түвшний эрчим хүчний хуримтлуурыг бүрэн суурилахад шаардагдах хөрөнгийн өртгийн үнэлгээ

Дараагийн хэдэн жил ахуйн хэрэглэгчдийн хуримтлуурын системийн үнэ буурах хандлагатай байна.



Зураг 3.4 3кВт/7 кВт.ц харьцаатай Энерги Хуримтлуулах Зай Хураагуурын Системд ноогдох үнэ (2017 он)

3.2 ЗАЙ ХУРААГУУРЫН АШИГЛАЛТЫН ХУГАЦАА

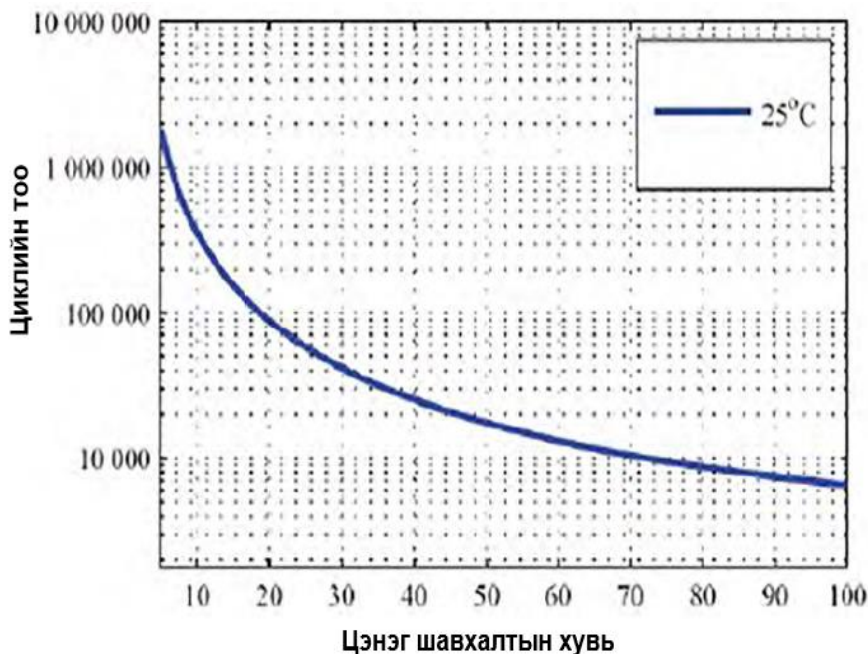
Зай хураагуурын ашиглалтын хугацаанд (циклийн тоогоор) cell-ийн химийн бүтэц болон насжилтаас хамааралтай. Cell нь анод, катод гэсэн материалаас бүрддэг.

Зураг 3.1 Lithium-Ion төрлийн зай хураагууруудын харьцуулалт

Катод	Анод	Энергийн нягт (Втт.цаг/кг)	Циклийн тоо
LFP	Graphite	85-105	200-2000
LMO	Graphite	140-180	800-2000
LMO	LTO	80-95	2000-25000
LCO	Graphite	140-200	300-800
NCA	Graphite	120-160	800-5000
NMC	Graphite, silicone	120-140	800-2000

Зай хураагуурын насжилт нь цэнэг шавхах болон хураах үед үүсдэг бөгөөд үндсэн байх цэнэгээс 20%-иас доош ортол цэнэг шавхах үед насжилт үүсдэг.

Жишээлбэл 7 Вт.цагийн чадалтай NMC төрлийн зай хураагуурын цэнэгийг 90%-иас доош оруулахгүйгээр шавхсан тохиолдолд 50000 цикл хийх боломжтой болдог бол яг ийм үзүүлэлттэй зай хураагуурыг 100% цэнэгийг шавхаж хэрэглэхэд 500 цикл л болдог. Зай хураагуурын ашиглалтын хугацааг урт байлгахыг хүсвэл нийт 80% цэнэг алдалтаас сэргийлэх шаардлагатай юм.



Зураг 3.5 Lithium-Iron-Phosphate зай хураагуурын ашиглалтын хугацааны муруйг жишээ болгон оруулав.

Уг муруйнаас үзэхэд зай хураагуурын цэнэгийн техникийн өгөгдсөн хэмжээнээс их хувиар буюу цэнэг шавхах хамгийн их хэмжээг (depth of discharge) нэмэгдүүлэх тусам тухайн зай хураагуурын насжилт нэмэгдэж, циклийн тоо буурсаар байдаг гэж тодорхойлж болно.

3.3 “ДЦС-4” ТӨХК-ИЙГ ТҮШИГЛЭН 100 МВТ/250 МВТ.ЦАГ ЭНЕРГИ ХУРИМТЛУУЛАХ ЗАЙ ХУРААГУУРЫН СТАНЦ СУУРИЛУУЛИХ ҮЕИЙН ЭДИЙН ЗАСГИЙН ТООЦОО

3.3.1 Хөрөнгө оруулалтын зардлын тойм тооцоо

Дээр дурдсан судалгаанаас хөрөнгө оруулалтын зардлыг дараах байдлаар тооцоолж болно.

Хүснэгт 3.2 Зай хураагуурын системийн нөхцөл

Тоног төхөөрөмж/характеристик	Үзүүлэлт
Ашиглалт: Бизнесийн бус зориулалт	<ul style="list-style-type: none"> Оргил ачаалалд оролцох Тэг зогсолтоос сүлжээг сэргээх аваарын бэлтгэл Импортын урсгал хаах Үйлдвэрлэлийн үр ашгийг дээшлүүлэх.
Зай хураагуурын төрөл	Lithium-Iron-Phosphate
Зай хураагуурын чадлын хэмжээ	100 МВт / 250МВт.цаг
Өдөр тутмын циклийн тоо	2 цикл
Цэнэг шавхах боломжит хэмжээ	80%
Ашиглалтын үр ашиг (АҮК)	85%
Ашиглалтын хугацаа (нэгж зайны хувьд)	11000 цикл / өдөрт 2 цикл = 15 жил
Ашиглалтын хугацаа (станцын хүрээнд)	15 жил
Төслийн нийт хугацаа	15 жил

Хүснэгт 3.3 Эдийн засгийн тооцоо

Тоног төхөөрөмж	Үзүүлэлт	Тоног төхөөрөмжийн үнэ (ам \$)	Тоо (ш)	Нийт өртөг (ам \$)
Зай хураагуур	250 МВт.цаг * 0.2 сая \$/ МВт.цаг	50 сая		50 сая
Хүчний хувиргуур	250 МВт.цаг * 0.11 сая \$/ МВт.цаг	27.5 сая		27.5 сая
Өндөр хүчдэлийн трансформатор 63 МВА		1.5 сая	2	3 сая
Дунд хүчдэлийн трансформатор		0.08 сая	50	4 сая
Зай хураагуурын контейнер		0.05 сая	50	2.5 сая
Хүчний хувиргуурын контейнер		0.05 сая	50	2.5 сая
Суурилуулалт		2 сая	1	2 сая
Нэгж зайг солих хугацаа		0.5 сая	1	0.5 сая
Төслийн нийт зардал				92 сая
Үнийн бууралттай тооцоолол (10%)				82.8 сая

Дээр гаргасан тооцооллыг практик дээр суурилуулсан ойролцоо төслүүдийн хөрөнгө оруулалттай харьцуулж үзвэл:

- 2016 онд Тесла компанийн Өмнөд Австралид 314 МВт чадалтай салхин паркд суурилуулсан 100 МВт/129 МВт.цаг чадалтай зай хураагуурын төслийн үнэ 50 сая доллар буюу 1 МВт цаг нь 389 \$.

- БНСУ-ын Hyundai Electric компанийн суурилуулсан 150 МВт чадалтай хуримтлуурын нийт зардал 45 сая доллар буюу 1 МВт.цаг нь 350\$.
- Францын Aiko electric компанийн суурилуулсан NMC төрлийн зай хураагуур бүхий 50 МВт/ 100 МВт.цаг чадалтай хуримтлуурын өртөг 40 сая доллар буюу 1 МВт.цаг нь 400\$.

Эдгээр төслүүдээс харахад ДЦС-4 ТӨХК дээр суурилуулах 100 МВт/250 МВт.цаг зай хуримтлуурын төслийн зардал **92 сая доллар** буюу **1МВт.цаг нь 368 доллар** болж байгаа нь бодит ойролцоо үнэ гэж үзэж байна.

Хэрэв энэ төслийг эхлүүлэх тохиолдолд цаашид энерги хуримтлуулах зай хураагуурын технологийн үнийн бууралттай хамааруулан 10 хувийн үнийн бууралт гарна гэж тооцоолбол төслийн нийт зардал 82.8 сая долларт бүрэн багтах боломжтой юм. Иймд төслийн нийт зардлыг **82.8 сая америк долларт** багтан гэсэн үндэслэл тооцоологдов.

3.3.2 Үр ашгийн тооцоо (ДЦС-4 ТӨХК-ийн тооцооллоор)

Үр ашгийн тооцоог дараах үндсэн 3 үр ашгийн нийлбэр хэмээн тооцоолох боломжтой юм.

Үүнд:

1. ОХУ-аас авч байгаа импортын эрчим хүчийг бууруулж экспортыг тэглэж, ДЦС-4 ТӨХК-ийн хямд тарифаар цэнэглэн оргил ачаалалд оролцох тооцооллын эдийн засгийн үр ашиг.
2. ДЦС-4 ТӨХК-ийн бага ачааллын үед техникийн минимум ачааллыг нэмэгдүүлэн ачааллын дээд доод хязгаарын зөрүүг багасгасан эдийн засгийн үр ашгийн тооцоолол.
3. Шууд бус ашиг буюу эрчим хүчний тасралтгүй найдвартай ажиллагааны хувь хэмжээгээр тодорхойлогдоно.

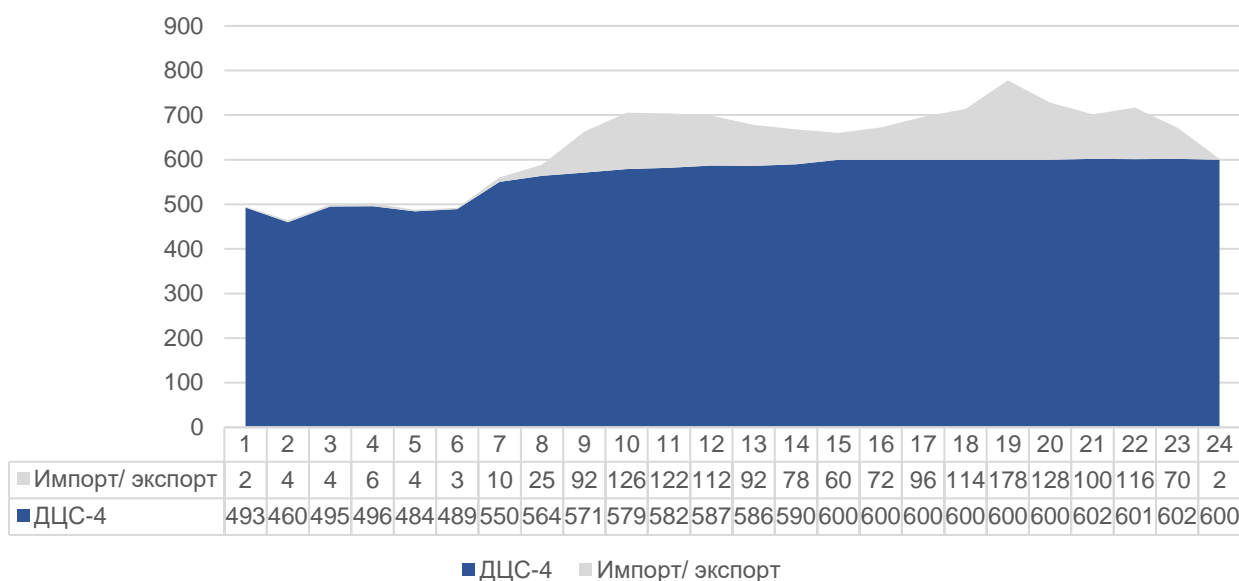
1-Р ТООЦООЛЛООР

Энэхүү тооцооллоор дараах үр ашигууд үүсэх боломжтой гэж үзэж байгаа бөгөөд үүнд:

- ОХУ-аас авах импортын эрчим хүчний хэмжээг бууруулна
- Дотоодын эрчим хүчээр хэрэглэгчдийг хангах боломж бүрдэнэ

Тооцоог 2018 оны 12-р сарын 05-ны өдрийн хоногийн ачаалалд ДЦС-4 оролцсон байдал ба ОХУ-аас авсан ЦЭХ-ний хэмжээг зэргийг авч үзэж тооцоог боловсруулбал:

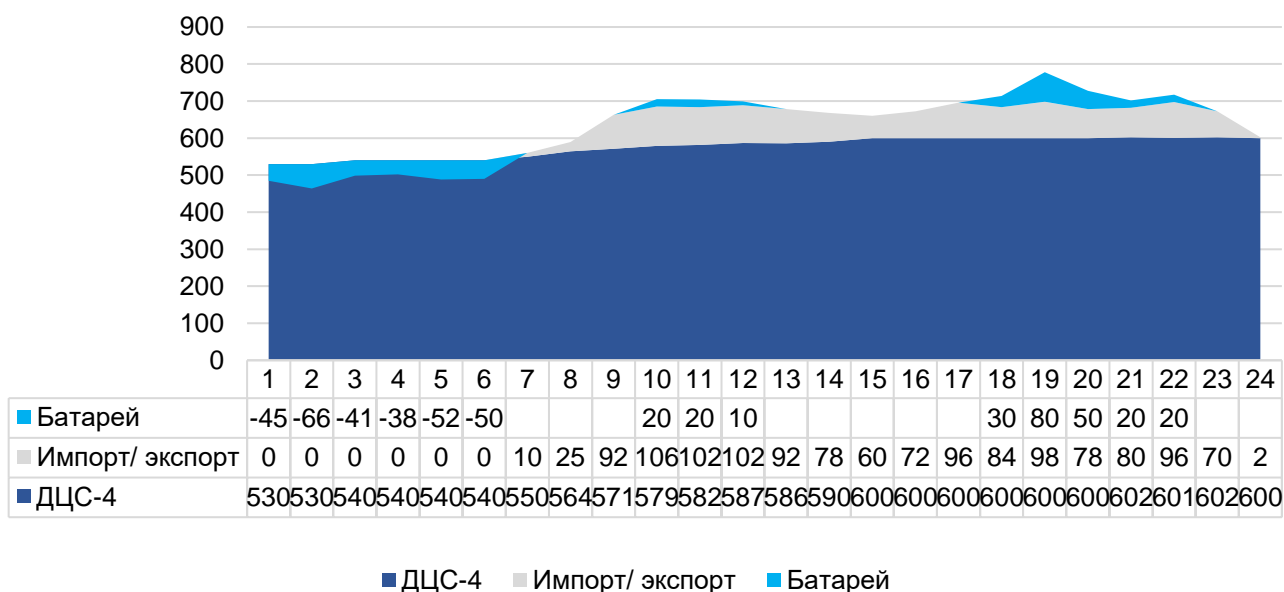
Нөхцөл: ДЦС-4 ачааллын хэлбэлзэл 460 / 600МВт.



Зураг 3.6 2018 оны 12-р сарын 05-ны өдрийн өвлийн их ачааллын өгөгдөл

Дээрх өгөгдөл дээр зай хураагуурын станцыг системийн үйл ажиллагаанд оролцож буй байдлаар таац боловсруулбал дараах байдалтай байна.

Нөхцөл: ДЦС-4 ачааллын хэлбэлзэл 530 / 600МВт.



Зураг 3.7 2018 оны 12-р сарын 05-ны өдрийн өвлийн их ачааллын өгөгдөл дээр зай хураагуурын станцтай хамт тооцоолсон байдал

Дээрх графикуудыг харьцуулж үзвэл ДЦС-4-ийн доод ачаалал 460МВт-аас 530МВт болон нэмэгдэнэ. Мөн ОХУ-аас авах эрчим хүчний хэмжээ 178МВт-аас 133МВт буурна.

(Өндөр чадлаар цэнэглэх нь зай хураагуурын насжилтад муугаар нөлөөлөх тул 00-06 цагийн хооронд ДЦС-4 тогтмол ачаалалтай ажиллаж 40-60МВт чадлаар цэнэглэнэ гэж тооцсон болно.)

Энэ ажиллагааны үеийн эдийн засгийн үр ашгийг тооцвол:

ОХУ-аас 1 хоногт авах эрчим хүчний хэмжээ 1616МВт-аас 1343МВт болж 273МВт-аар буурна. Энэ эрчим хүчийг мөнгөн дүнгээр илэрхийлбэл **1 хоногт 49 сая төгрөг**. Үүний **4 сая төгрөг** нь шөнийн бага ачааллын үед экспортын урсгалын бүрэн 00 барьж ажилласнаар гарах бөгөөд **45 сая төгрөг** нь оргил ачааллын үед зай хураагуурын түгээлтээс олох орлого болно.

Зай хураагуурыг 1 хоногт 1 удаа бүрэн цикл хийж ажиллана гэж 1 жилийн дүнгээр тооцвол **12.8 тэрбум төгрөг** болно гэж үзэж байна.

Зай хураагуурыг цэнэглэх 293 МВт эрчим хүчийг ДЦС-4-ийн өөрийн өртгөөр тооцвол **14 сая төгрөг** болно. Зай хураагуурын түгээх эрчим хүчний үнийг аж ахуй нэгжид борлуулах үнээр **140.5₮/кВт.цаг** гэж урьдчилан тооцвол **1 хоногт 41 сая төгрөгийн орлого** болох боломж бүрдэхээр тооцоологдож байна.

Зай хураагуурын хүчин чадлыг **1 жилд 2%-аар** буурахаар тооцож, ашиглалтын хугацааг **2020-2035 он** гэж тооцоо хийхэд нийт ашиглалтын хугацаанд олох орлого нь **181.8 тэрбум төгрөг** байна.

Хүснэгт 3.4 Эдийн засгийн тооцоо

Тооцооны нэр	Дүн
Түгээлт	1,241,000,000 кВт
Зай хураагуурын тариф	140.50 ₮/кВт.цаг
Нийт орлого	181,871,287,500₮ (Түгээлтийг 1 жил тутам 2%-аар бууруулж, тарифыг 5 жил тутам 5%-аар өсгөж тооцвол)
Анхны хөрөнгө оруулалт	219,420,000,000₮ (82.8 сая долларыг 1\$=2650₮ тооцоолов)

Дээрх эрчим хүчийг цэнэглэх эрчим хүчний зардал нь ДЦС-4 ТӨХК-ийн өөрийн өртгөөр тооцоход **73.9 тэрбум** төгрөг байна.

Хүснэгт 3.5 Эдийн засгийн тооцоо

ДЦС-4 ТӨХК-ийн өөрийн өртгөөр	ДҮН
Цэнэглэх цахилгаан эрчим хүчний хэмжээ	1,489,200,000 кВт
Тариф	49.65 ₮/кВт.цаг
Өртөг	73,938,780,000₮

2-Р ТООЦООЛЛООР

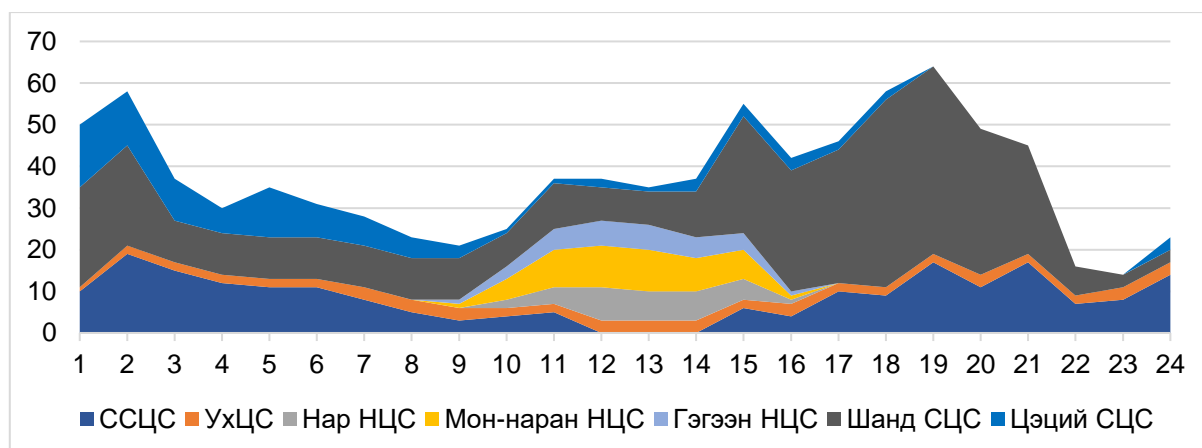
Энэхүү тооцооллоор дараах үр ашигууд үүсэх боломжтой гэж үзэж байгаа бөгөөд үүнд:

- ДЦС-4 ТӨХК-ийн хоногийн ачааллын хэлбэлзэл буурна
- Үндсэн тоноглолуудын дээд, доод ачааллын зөрүү буурснаар ашигт ажиллагаа нэмэгдэнэ

- Мөн үндсэн тоноглолуудын насжилтад байнгын хувьсах ачаалалд ажиллах нь муугаар нөлөөлдөг байдал буурч, тоноглолын насжилтад сайнаар нөлөөлнө
- Тоноглолуудын доод ачаалал нэмэгдсэнээр жишмэл түлшний хувийн зарцуулалт буурч, хэмнэлт гарна.

Зуухны дээд, доод ачааллын үеийн түлшний зарцуулалтаар үзвэл 1тн нүүрсээр үйлдвэрлэх уурын бүтээмжийн зөрүү 0.2 тн байна. Турбогенераторын ачааллын хэлбэлзлээс шалтгаалан 1 тн уураар үйлдвэрлэх ЦЭХ хэмжээ 10 кВт хүртэл хэлбэлзэнэ. Эндээс урьдчилсан тооцоо хийж үзэхэд станцын доод ачаалал 70 хүртэл МВт-аар нэмэгдсэнээр гарах түлшний хэмнэлт нь өвлийн их ачааллын үед 1 хоногт 1 сая төгрөг хүртэл байна.

Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдийн тогтвортой бус үйлдвэрлэлээс шалтгаалан сүлжээнд гардаг хүндрэл буурч дулааны цахилгаан станцуудын найдвартай ажиллагаа дээшилнэ. 2018 оны 12-р сарын 05-ны өдрийн хоногийн ачаалалд ДЦС-4-с бусад ДЦС-уудын дээд, доод ачааллын зөрүү 1-5МВт байсан бол СЭХ-ний эх үүсвэрүүд ямар байдлаар оролцсоныг авч үзье.



Зураг 3.8

Сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдийн системд үзүүлэх хэлбэлзлийг зай хураагуурын станц суурилуулснаар шийдэх боломжтой бөгөөд дээрх ачааллаас шалтгаалан ДЦС-4 тохируулах горимд ачаалал өөрчлөхөд гардаг хүндрэл үгүй болж системийн найдвартай ажиллагааг хангана.

2019 оны эхний хагас жилийн байдлаар ДЦС-4-т ДГ-ийн зөрчлөөр 26.7 сая төгрөгийн торгууль тавигдсан байна. Энэ дүнгээр тооцон таамаг гаргавал 1 жилд ДЦС-4-т хамаарах ДГ-ийн зөрчлийн торгууль ойролцоогоор 50 сая төгрөг болно. Мөн ДЦС-4 хамгийн сүүлд гарсан аваарын зогсолтоос шалтгаалан 93.5 сая төгрөгийн торгууль авсан байна. Зай хураагуурын хуримтлуур суурилуулснаар ДЦС-4 тохируулах горимд, хувьсах ачаалалд ажиллах үеийн хүндрэлийг шийдвэрлэх боломжтой юм.

Дээрх 1 болон 2-р тооцооллын үр ашгийг нэгтгэн дүгнэвэл:

- 1 жилд
 - ОХУ-аас импортоос 16 тэрбум төгрөгийн хэмнэлт,
 - Түгээлтээс 12.8 тэрбум төгрөгийн орлого,
 - Станцын доод ачаалал нэмэгдсэнээс 360 сая төгрөгийн хэмнэлт гарна.
- Шууд бус хэмнэлт
 - СЭХ-ний эх үүсвэрүүдээс шалтгаалсан хүндрэлийг шийднэ.
 - ДЦС-4-ийн доод ачаалал нэмэгдэж үндсэн тоноглолын насжилт нэмэгдэнэ.
 - Системийн найдвартай ажиллагаа хангагдана.

Дээрх нэг жилийн орлого болон хэмнэлтийг нэмбэл.

Жилд **29,160,000,000₮** бөгөөд ашиглалтын хугацаа болох **15 жилээр** тооцвол **437,400,000,000₮** болох ба үүнээс **ДЦС-4 ТӨХК-ийн өртөг 73,938,780,000₮**-ийг тооцвол нийт **363,461,220,000₮** болохоор тооцоологдож байна.

3.3.3 Үр ашгийн тооцоо (ДҮТ ХХК-ийн тооцооллоор)

Үр ашгийн тооцоог 2019 оны 12-р сарын 10-ны өдрийн байдлаар тооцоолбол зай хураагуурын станц дараах байдалтайгаар эрчим хүчний системийн үйл ажиллагаанд оролцохоор байна.

Хүснэгт 3.6

Огноо	2019 оны 12-р сарын 10-ны өдөр																								мян.кВт.ц
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Цагууд	849	822	841	825	813	822	891	931	997	1031	1060	1027	1025	1022	1005	1030	1054	1124	1180	1108	1073	1039	996	935	23500
ДЦС-4	503	476	495	479	467	476	545	582	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	588	13611
ДЦС-3	142	142	142	142	142	142	142	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	142	142	3438
ДЦС-2	20	20	20	20	20	20	20	20	16	16	16	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20	20	444
ДДЦС	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	1008
ЭДЦС	26	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	641
Салхит ЦС	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	160
Нар НЦС	0	0	0	0	0	0	0	2	3	4	6	8	8	8	7	7	5	3	1	0	0	0	0	0	62
Моннаран НЦС	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	6	6	8	4	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	44
Цэций СЦС	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	160
Шанд СЦС	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	160
Ухаа худаг	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24
ЭҮ-ийн ДЦС	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	1032
Гэгээн НЦС	0	0	0	0	0	0	1	2	6	8	10	10	10	9	7	5	3	1	0	0	0	0	0	0	72
Сүмбэр НЦС	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	8	8	8	8	7	7	5	3	1	0	0	0	0	0	67
Бөхөг НЦС	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	11	12	13	12	9	7	5	3	1	0	0	0	0	88
Зай хураагуур	-47	-74	-55	-71	-83	-74	-5			18	20	16	5				29	25	34	16	25	45	3		274
Импорт	0	0	0	0	0	0	0	0	54	80	80	80	80	70	72	65	80	80	80	80	80	80	80	50	1191

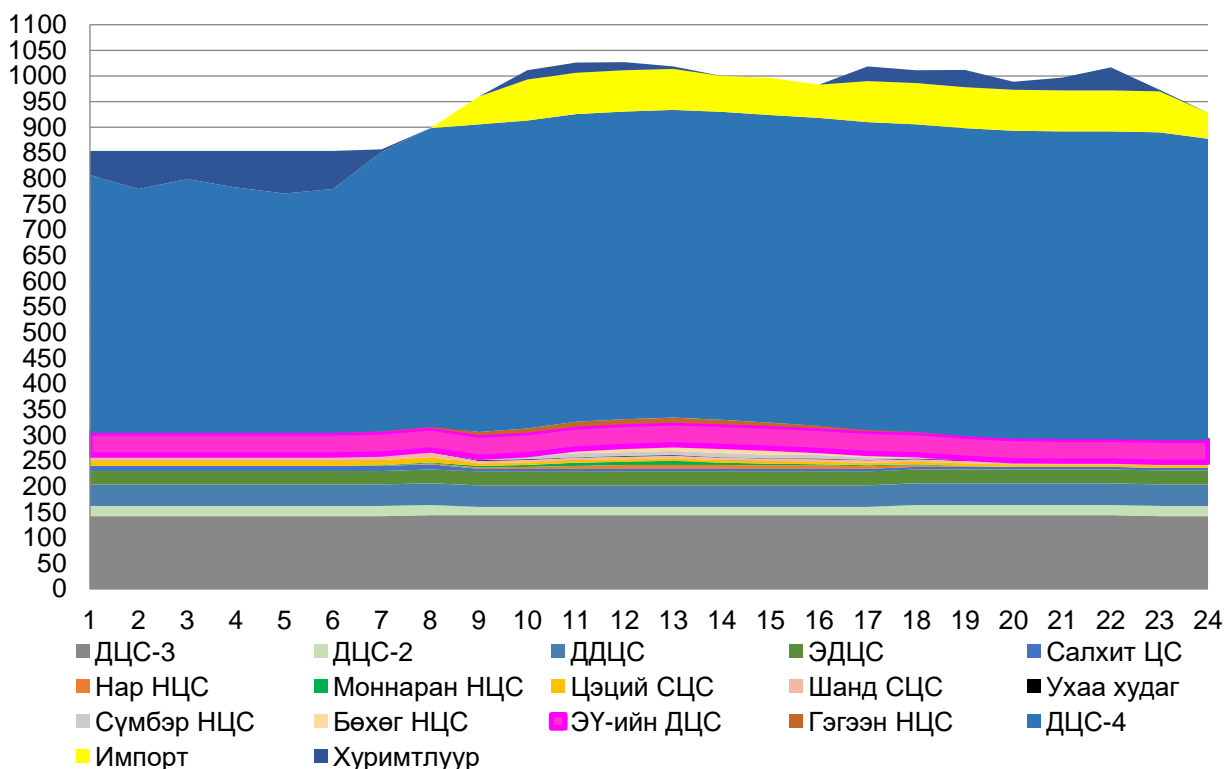
Дээрх тооцоог боловсруулахад өнгөрсөн жилийн мөн үеэс хэрэглээг 5%-иар нэмэгдүүлж тооцсон болно.

2019 оны 12 сарын 10 –ны өдрийн 24 цагийн хэмжилтээр зай хураагуурын станцыг ашиглалтанд орсон гэж тооцоолол хийвэл дараах үр ашиг гарахаар байна.

Үүнд:

- Чадлын тарифаас 30 МВт–ийн хэмнэлт гарна.
- Импортын хазайлт сард 10000 МВт.цаг энерги хэмнэнэ.
- ДЦС-ын үйлдвэрлэл энэ хэмжээгээр нэмэгдэнэ.

2019-12-10 хоногийн ачааллын график



Нэг өдрийн тооцооллоор зай хураагуурыг ашигласан тооцоог дараах байдлаар хялбарчлан тооцоолбол.

- Импортын максимум чадлын тарифын хэмнэлт
30 МВт х 33 сая ₮/МВт = **990,000,000₮** (сард)
- Жилээр тооцвол 990,000,000₮ х 12 = **11,880,000,000₮** (жилд)
- Импортын хазайлт сард дунджаар
10,000МВт х 10,000₮/МВт= **100,000,000₮** (сард)
- Жилээр тооцвол 100,000,000₮ х 12 = **1,200,000,000₮** (жилд)

Хүснэгт 3.7 Эдийн засгийн тооцоо

№	Хэмнэлт	Сард гарах хэмнэлт	Жилд гарах хэмнэлт	Төслийн нийц хугацаа 15 жилд гарах хэмнэлт
1	Импортын максимум чадлын тарифын хэмнэлт	990,000,000₮	11,880,000,000₮	178,200,000,000₮
2	Импортын хазайлт сард дунджаар	100,000,000₮	1,200,000,000₮	18,000,000,000₮
3	ДЦС-4 нэмэлт үйлдвэрлэл		12,800,000,000₮	192,000,000,000₮
4	Станцын доод ачаалал нэмэгдсэнээс		360,000,000₮	5,400,000,000₮
	Нийт			393,600,000,000₮

4 ДҮГНЭЛТ

- Монгол улсын эрчим хүчний нэгдсэн системийн нэн шаардлагатай чадлын дутагдлыг хамгийн түргэн хугацаанд хангах боломжтой хэрэгжүүлэх бодит арга хэмжээ бол энерги хуримтлуулах зай хураагуурын станцыг ашиглах явдал мөн юм.
- Эрчим хүчний үүсгүүрүүд баригдаж ирээдүйд горимын тохируулгын системүүд бүрэн утгаараа ажиллаж эхлэхэд энерги хуримтлуулах зай хураагуурын станцын үүрэг буурах, үнэ буух хандлагатай байгаа боловч ойрын 5 жилийн хугацаанд нэгдсэн сүлжээний тогтвортой, найдвартай ажиллагааг хангахад ДЦС-4 дээрх 100 МВт/ 250 МВт.цагийн зай хураагуурын системийг хэрэгжүүлсэн төслийн ач холбогдол нэн чухал юм.
- Энерги хуримтлуулах зай хураагуурын станцын ашиглалтыг системийн горим тохируулгын бүхий л хэлбэрт ашиглаж болох тул үр өгөөжтэй технологи бөгөөд монгол улсын эрчим хүчний системийн үйл ажиллагаанд тохирох систем юм.
- Эдийн засгийн үр ашгийн хувьд бодит хэмнэлтүүдийг гаргахаас гадна, сэргээгдэх эрчим хүчний савлалт, импортын эрчим хүчний оролцоог бууруулах боломж бий гэдгийг судалгаагаар тооцоолов.
- Зай хураагуурын технологийн хувьд Lithium-Ion зай хураагуур монгол улсын эрчим хүчний системийн онцлогт нийцсэн, техникийн үзүүлэлтүүдийн хувьд бусад зай хураагуурын технологиудаас илүү тохиромжтой гэж үзэв.
- Зай хураагуурын станцыг ДЦС-4 ТӨХК дээр байрлуулах бөгөөд 3 хувилбараар горим тооцоог боловсруулсан. Үүнээс 3-р хувилбар буюу “ИХБ-4”-ИЙН 110 КВ-ЫН ШИНД ШУУД ХОЛБОХ хувилбар хамгийн тохиромжит хувилбар гэсэн дүгнэлтэд одоогоор хүрээд байна.
- Төслийн эхний хөрөнгө оруулалтыг нөхөх хугацаа хамгийн ихдээ 10 жил болох боловч ашгаар үнэлэгдэхгүй эрчим хүчний найдвартай ажиллагаа, чанар, тоноглолын насжилт, магадалшгүй аваар зэргийг тооцоолоогүй болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- ДЦС-4 ТӨХК, “Батарей уримтлуурын төхөөрөмжийг хэрэгжүүлэх судалгааны ажил”, 2018
- ДҮТ ХХК, “Сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрт батарей хуримтлуурын төхөөрөмжийг суурилуулах зохистой хувь хэмжээг тогтоох нь” судалгааны ажлын тайлан, 2018
- ДҮТ ХХК “НС-нд батарей хуримтлуурын системийг суурилуулах шаардлагатай цэгүүд, чадал энергийн тооцоо”, 2018
- ADB, Handbook on battery energy storage system, 2018
- P.Larson, P.Borjesson, “Cost models for battery energy storage system”, KTH School of Industrial Engineering and Management Energy technology, 2018
- K. C. Divya and J. Ostergaard, "Battery energy storage technology for power systems- An overview," *Electric Power Systems Research*, vol. 79, no. 4, pp. 511-520, Apr 2009.
- B. Scrosati and J. Garche, "Lithium batteries: Status, prospects and future," *Journal of Power Sources*, vol. 195, no. 9, pp. 2419-2430, May 2010.
- M. Etezadi-Amoli, K. Choma, and J. Stefani, "Rapid-Charge Electric-Vehicle Stations," *Ieee Transactions on Power Delivery*, vol. 25, no. 3, pp. 1883-1887, Jul 2010.
- M. M. Thackeray, C. Wolverton, and E. D. Isaacs, "Electrical energy storage for transportation-approaching the limits of, and going beyond, lithium-ion batteries," *Energy & Environmental Science*, vol. 5, no. 7, pp. 7854-7863, Jul 2012.
- F.Y. Cheng, J.Liang, Z. L. Tao, and J. Chen, “Functional Materials for Rechargeable Batteries,” *Advanced Materials*, vol.23, no. 15, pp. 1695-1715, Apr 2011.
- ARENA, “AECOM: Energy Storage Study”, *Australian Renewable Energy Commission*, July 15, Available: <https://arena.gov.au/assets/2015/07/AECOM-Energy-Storage-Study.pdf>
- IRENA, “Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030”, *International Renewable Energy Agency*, Oct 2017, Available: http://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Oct/IRENA_Electricity_Storage_Costs_2017.pdf

ХАВСРАЛТ 2



ДИСПЕТЧЕРИЙН ҮНДЭСНИЙ ТӨВ КОМПАНИЙН ГҮЙЦЭТГЭХ ЗАХИРЛЫН ТУШААЛ

2019 оны 07 сарын 23 өдөр

Дугаар А/193

Улаанбаатар

Ажлын хэсэг байгуулах тухай

Монгол Улсын Төрийн болон орон нутгийн өмчийн тухай хуулийн 20 дугаар зүйлийн 20.1.10, Эрчим хүчний системийн тасралтгүй, найдвартай байдлын хангах зорилгоор судалгаа хийх шаардлагыг үндэслэн ТУШААХ нь:

1. Эрчим хүчний системийн тасралтгүй, найдвартай байдлын хангах зорилгоор 100MW хүртэлх эрчим хүч хуримтлуурын эх үүсвэрийн техник, эдийн засгийн үр өгөөжийг судлан танилцуулах ажлын хэсгийг дараах бүрэлдэхүүнтэй томилсугай.

Ажлын хэсгийн
ахлагч:
Гишүүд:

Б.Баатар /Тэргүүн дэд захирал бөгөөд
ерөнхий диспетчер/
Ч.Амарсанаа /Реле хамгаалалт,
автоматикийн албаны дарга/
Б.Биндэръяа /Захиргаа удирдлагын
хэлтсийн дарга/
М.Наранбат /Техник технологи
шинэчлэлийн хэлтсийн дарга/
А.Чойдорж /Горим тооцоо, судалгааны
хэлтсийн ахлах инженер/
Э.Ганбат /"ДЦС-4" ТӨХК-ийн Судалгаа
хөгжлийн албаны инженер-
тохиролцсоноор/
П.Энхболор /"ДЦС-4" ТӨХК-ийн Судалгаа
хөгжлийн албаны инженер-
тохиролцсоноор/

Нарийн бичгийн
дарга:

Д.Ариунбаяр /Техник технологи
шинэчлэлийн хэлтсийн ахлах инженер/

2. Судалгааны ажлын тайланг 8 дугаар сарын 15-ны дотор багтаан танилцуулахыг ажлын хэсгийн ахлагч /Б.Баатар /-д үүрэг болгосугай.

3. Тушаалын хэрэгжилтэнд хяналт тавьж ажиллахыг Захиргаа удирдлагын хэлтсийн дарга /Б.Биндэръяа/-д үүрэг болгосугай.

ГҮЙЦЭТГЭХ ЗАХИРАЛ

Г.Балжинням Г.БАЛЖИННЯМ



1020403