

Хөдөлгөөнт Холбооны Сайтын Дэд Бүтэц, Цахилгаан Хангамжийг Ногоон Технологид Тулгуурлан Оновчтой Шийдэх Боломж

Н.Эрдэнэхүү

ШУТИС, МХТС Мэдээллийн сүлжээ профессорын багийн тэргүүлэх профессор, Док(PhD)
erdenekhuu@sict.edu.mn

Хураангуй - Сүүлийн жилүүдэд дэлхийн дулааралд маш ихээр нөлөөлж байгаа хүлэмжийн хийн найрлага дахь нүүрстөрөгчийн давхар исэл(CO₂)-ийг бууруулах ажилд дэлхий нийтээр ихээхэн хүчин чамайлт гаргаж байна. Мэдээлэл холбооны технологи(ICT)-ийн салбарын хувьд нүүрстөрөгчийн давхар ислийн 2%-ийн үүсгэж байгаа хэдий ч энэ нь бага тоо биш бөгөөд ногоон технологийг нэвтрүүлэх замаар энэ хувийг бууруулах бүрэн боломжтой. 2020 он гэхэд мэдээлэл холбооны технологийн оновчтой ашигласнаар 7.8 Гига тонн CO₂ буюу нийт нүүрстөрөгчийн давхар ислийг 15%-аар бууруулах боломжтой гэж үзэж байгаа юм.[www.smart2020.org]

Энэхүү илтгэлийн хүрээнд Мэдээлэл холбооны технологийн салбарын бүрэлдэхүүнд багтдаг цахилгаан холбооны секторын хөдөлгөөнт холбооны сайтуудын дэд бүтэц, цахилгаан хангамжийг хэрхэн оновчтой шийдсэнээр тэндээс үүсэх CO₂-ийн хэмжээг хэрхэн бууруулж болон арга замуудыг судлан тодорхой санал зөвлөмжүүдийг дэвшүүлж байна.

Түлхүүр үг: Хүлэмжийн хий, CO₂, ногоон ICT, цахилгаан хангамж

1. УДИРТГАЛ

Агаар мандал дахь хүлэмжийн хий(Green House Gas-GHG) нь Озон буюу O₃, усны уур буюу H₂O, метан буюу CH₄ азотын хий буюу N₂O, нүүрстөрөгчийн давхар исэл CO₂ зэргийн агуулдаг. Хүлэмжийн хий нь дэлхийн температурт ихээр нөлөөлдөг бөгөөд хэрэв хүлэмжийн хий байгаагүй бол агаарын дундаж температур одоогийн байгаа 14°C-ээс даруй 33°C-ээр бага байх байжээ.

Аж үйлдвэрийн эрин үе эхлэсэн 1750-аад оноос чулуужсан түлш болох нүүрсийг дэлхий даяар өргөн хэрэглэх болсон нь агаар мандал дахь нүүрстөрөгчийн давхар исэл нэмэгдэх гол хүчин зүйл болсон. Агаар мандал дахь хүлэмжийн хийн нөлөөгөөр дэлхийн дулаарал нэмэгдсэн нь туйлын мөсөн давхарга хайлах, хар салхи, цунами, зуд зэрэг байгалийн аюултай үзэгдлүүд бий болох, цөлжилт хурдацтай явагдах гол хүчин зүйл болж байгаа юм. Иймээс дэлхий нийтээрээ дэлхийн дулаарлыг бууруулах асуудалд анхаарлаа хандуулж байгальд

ээлтэй ногоон технологи хөгжүүлэх, хэрэглэхийг уриалан, улс орон бүр томоохон ажлуудыг зохион байгуулж үр дүнд хүрсээр байгаа юм.

Мэдээлэл холбооны технологийн(ICT) салбар дэлхийн хүлэмжийн хийн нийт нүүрстөрөгчийн давхар ислийн 2 хувийг үйлдвэрлэж байгаа бөгөөд энэ нь дэлхийн иргэний агаарын тээврийн салбарын үүсгэж байгаа хэмжээтэй ижил түвшинд байгаа юм. Мэдээлэл холбооны технологийн салбарт ногоон технологи эрчимтэй нэвтрүүлснээр дээрх хувийг бууруулахад зогсохгүй бусад салбарт ICT-г хэрэглэснээр үлдсэн 98 хувийн нүүрстөрөгчийн давхар ислийг мэдэгдэхүйц хэмжээгээр бууруулах боломжтой гэж үздэг.

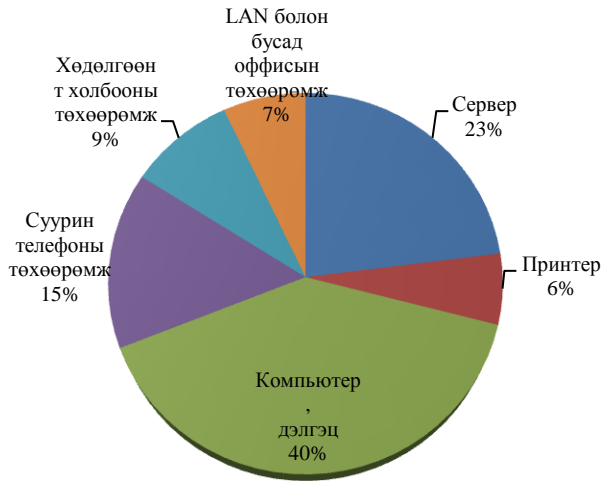
2. Хүлэмжийн хийн ӨӨРЧЛӨЛТӨД МЭДЭЭЛЭЛ ХОЛБООНЫ ТЕХНОЛОГИЙН САЛБАРЫН ҮЗҮҮЛЭХ

Мэдээлэл холбооны технологийн салбарт ногоон технологи эрчимтэй нэвтрүүлэхгүй бол өнөөгийн эрчээрээ үйлдвэрлэл, хэрэглээ улам бүр нэмэгдэх ба хүснэгт 1-д үзүүлснээр 2020 гэхэд дэлхийн нийт нүүрстөрөгчийн давхар ислийн 3 хувийг бий болгох төлөвтэй байгаа юм. [www.smart2020.org]

Хүснэгт 1. Нүүрстөрөгчийн давхар ислийн хэмжээ

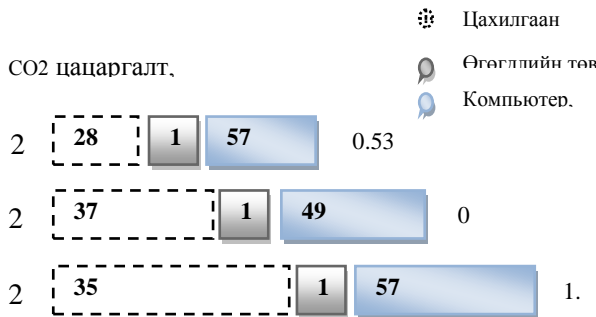
Үзүүлэлт	Гига тонн CO ₂ 2002 оны байдлаар	Гига тонн CO ₂ 2020 оны байдлаар
Нийт CO ₂ цацаргалт	40	51.9
ICT салбарын CO ₂ цацаргалт	0.540 (0.11 Нэгдмэл тоног төхөөрөмжүүдээс, 0.43 сүлжээний хэрэглээнээс)	1.43 (0.35 Нэгдмэл тоног төхөөрөмжүүдээс, 1.08 сүлжээний хэрэглээнээс)
Нийт хэмжээнд эзлэх хувь	1.3%	2.8%

Зураг 1-д үзүүлснээр ICT салбарын үүсгэж байгаа CO₂-ийн хэмжээг ашиглагдаж байгаа тоног төхөөрөмжүүдээр нь ангилан харуулбал хамгийн их хувийг компьютер дагадлах хэрэгсэл, принтер эзэлж байна.



Зураг 1. ICT төхөөрөмжүүд, тэдгээрийн үүсгэж байгаа CO₂-ийн хувь хэмжээ.
[Эх сурвалж: Gartner Group (2007)]

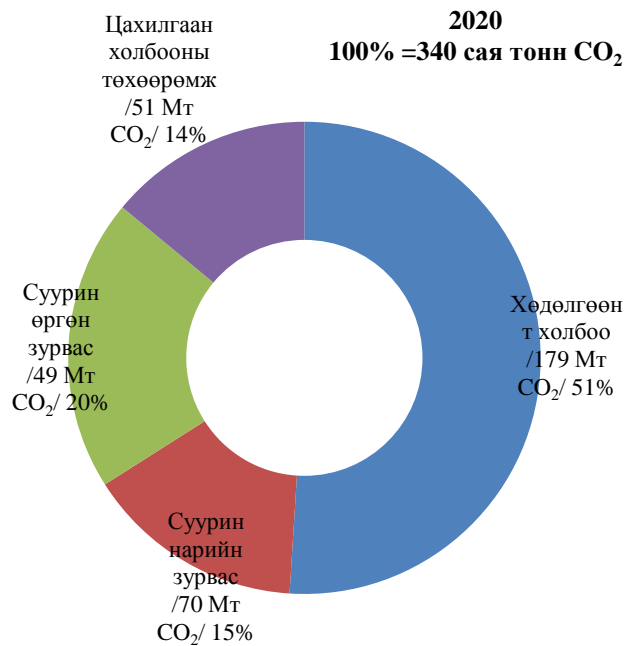
ICT салбарын үүсгэж байгаа CO₂-ийн үүсгүүрийг цахилгаан холбоо, өгөгдлийн төв, компьютер дагадлах хэрэгсэл, принтер гэсэн 3 секторт (зураг 2) хувааж болно. Судалгаагаар 2020 он гэхэд дэлхийн нийт хүн амын 1/3 нь компьютертэй, 80 хувь гар утас хэрэглэдэг, 20 өрх тутмын нэг нь өргөн зурвасын сүлжээнд холбогдоно гэж үзэж байна. Мөн 2020 он гэхэд дэлхийн хөгжиж байгаа орнууд дэлхийн ICT салбараас үүсгэж байгаа CO₂-ийн 60 гаруй хувийг үйлдвэрлэх, ICT салбарын цахилгаан хангамжийн хэрэглээ 70 орчим хувиар нэмэгдэх төлөвтэй байгаа юм.



Зураг 2. ICT салбарын секторуудын үүсгэж байгаа CO₂-ийн хувь хэмжээ
/Эх сурвалж: <http://www.smart2020.org/>

Цахилгаан холбооны сектороос үүсгэгдэж байгаа CO₂-ийн хэмжээ 2020 он гэхэд 25%-аас 30% болж өсөх хандлагатай байгаа бөгөөд үүний 51% нь хөдөлгөөнт холбооны тоног төхөөрөмжөөс үүсэхээр байна.

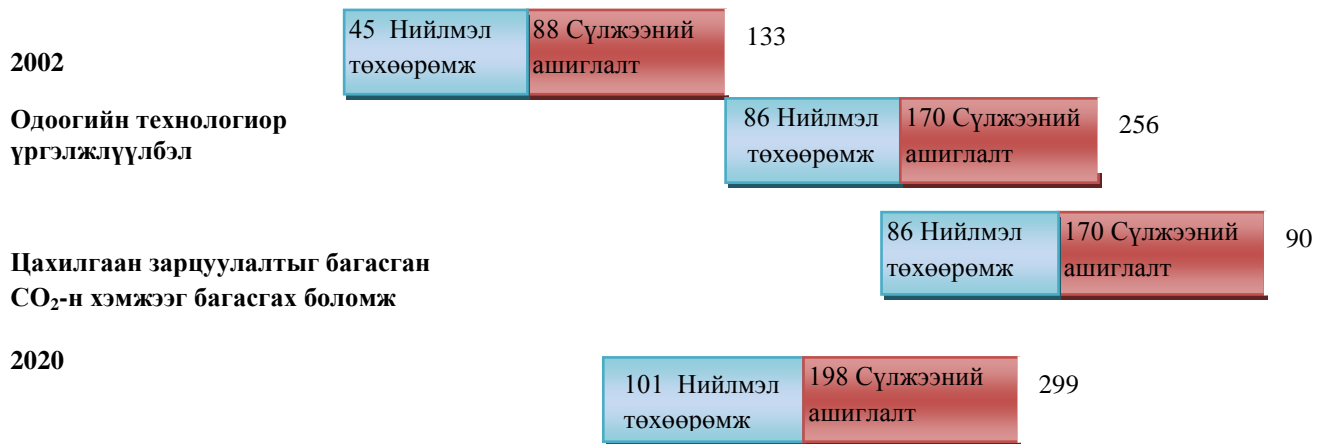
Хөдөлгөөнт холбооны үйлдвэрлэлд ирэх 5 жилд 800 тэрбум орчим ам.долларын хөрөнгө оруулалт хийгдэх ба түүний 550 тэрбум ам.доллар нь хөдөлгөөнт өргөн зурвасын үйлчилгээнд зориулагдаж 2.4 тэрбум хүн гар утсаараа интернэт хэрэглэдэг болох юм. Цахилгаан холбооны тоног төхөөрөмжөөс үүсгэгдэх CO₂-ийн хэмжээ 2002 онд 18 сая тонн байсан бол 2020 он гэхэд 3 дахин нэмэгдэж 51сая тонн болох хандлагатай байна. Үүнийг үүсгэж байгаа гол төхөөрөмжүүд болох гар утасны тоо 1.1 тэрбумаас 4.4 тэрбум, замчлалын төхөөрөмж 67 саяас 898 сая, IPTV хэрэглэгчийн төхөөрөмж (STB) 0-387сая хүртэл өсөх юм. (Зураг 3)



Зураг 3. 2020 он гэхэд цахилгаан холбооны секторын тоног төхөөрөмж дэд бүтцээс үүсгэх CO₂-ийн хувь хэмжээ.
/Эх сурвалж: <http://www.smart2020.org/>

Цахилгаан холбооны сектороос үүсгэгдэж байгаа CO₂-ийн хэмжээ 2002-2007 онд 150 сая тонноос 300 сая тонн хүртэл өссөн бөгөөд 2020 он гэхэд 350 сая тонн болох төлөвтэй байна. Энэ нь өргөн зурвасын үйлчилгээ, хөдөлгөөнт холбооны үйлчилгээний өсөлттэй шууд холбоотой байгаа юм.

Цахилгаан холбооны секторын дэд бүтцээс үүсгэгдэх CO₂-ийн хэмжээ 2002 онд 133 сая тонн байсан бол 2020 он гэхэд 299 сая тонн болох хандлагатай байна. Зураг 4-т үзүүлснээр хэрэв CO₂-ийн хэмжээг бууруулах ямар нэг алхам хийхгүй гэж үзвэл дээрх тоо 389 сая тонн байх ба энэ чиглэлд улс орон бүр тодорхой арга хэмжээ авснаар 90 сая тонн хүртэл хэмжээгээр CO₂-ийг бууруулах боломжтой гэж үзэж байгаа юм.



Зураг 4. 2020 он гэхэд цахилгаан холбооны секторын дэд бүтцээс үүсгэгдэх CO₂-ийн хувь хэмжээ./сая тонн/
[Эх сурвалж: <http://www.smart2020.org>]

Өгөгдлийн төвийн хувьд түүний үүсгэж байгаа нийт CO₂-ийн тал хувь нь сервер, хадгалах төхөөрөмжтэй холбоотой бол 5% орчим нь үл тасалдах тэжээл UPS, 45% орчим нь хөргөлтийн системээс хамаарч үүсч байна. 2020 он гэхэд 122 сая орчим сервер хэрэглээнд байх урьдчилсан судалгаа байгаа бөгөөд тэдгээрт виртуаль технологи, үүлэн технологи ашиглах мөн хөргөлтийн системийн боловсронгуй болгох замаар цахилгаан зарцуулалтын багасгах, CO₂-ийн цацаргалтын бууруулах боломжтой юм.

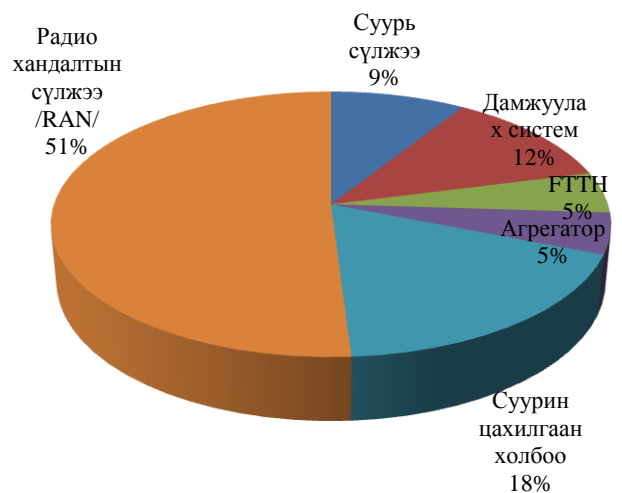
3. ЦАХИЛГААН ХОЛБООНЫ СҮЛЖЭЭНД НОГООН ТЕХНОЛОГИ НЭВТРҮҮЛЭХ БОЛОМЖ

Цахилгаан холбооны сүлжээ нь хандалтын сүлжээ, суурь сүлжээ, агрегатор буюу сүлжээний төв гэсэн үндсэн 3 хэсгээс тогтдог. Эдгээр сүлжээний 3 шатанд аль алинд нь тоног төхөөрөмж ажиллагаанд орж хэрэглэгдэх үед цахилгаан зарцуулалт бий болж түүгээр дамжин CO₂ үүсэх процесс явагдана. Иймээс цахилгаан холбооны секторын үүсгэж байгаа хүлэмжийн хийн хэмжээг бууруулна гэвэл цахилгаан зарцуулалтыг багасгах зорилгоор дараах арга технологиудыг ашиглах ёстой. Үүнд:

- Сүлжээ төлөвлөлтийг сайн хийх
- Дэд бүтцийг дундын байдлаар ашиглах
- Цахилгаан энергийн хэмнэлттэй технологи ашиглах
- Хоёрдогч цахилгаан үүсгүүрийг түлхүү ашиглах
- Төвийн эрчим хүчийг үр ашигтай ашиглах

Цахилгаан холбооны сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн цахилгаан зарцуулалтыг зураг 5-д үзүүлсэн байдлаар дундажлан харуулж болно.

Зургаас харахад радио хандалтын сүлжээнд хамгийн их буюу 51%, суурин цахилгаан холбоонд 18% ноогдож байна.



Зураг 5. Цахилгаан холбооны сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгүүдээс үүсгэгдэх CO₂-ийн хувь хэмжээ. [2]

Радио хандалтын сүлжээ (RAN) нь хөдөлгөөнд холбооны сүлжээний гол бүрэлдэхүүн хэсэг бөгөөд энэ хэсэгт дээрх аргуудыг оновчтой ашигласнаар цахилгаан зарцуулалтыг ихээхэн бууруулах боломжтой болох юм.

3.1 Цахилгаан холбооны сүлжээний үүсгэх CO₂-ийн хэмжээг тооцоолох арга

Цахилгаан холбооны сүлжээний үүсгэх CO₂-ийн хэмжээг бууруулахын тулд эхлээд хэр хэмжээний CO₂ үүсэж байгааг тооцоолох, дараах тохирох технологийг ашиглан CO₂-ийн хэмжээг бууруулах арга хэмжээ авах ёстой. Юуны өмнө хатуу түлш шатаах үед үүсэх цахилгаан энергийн хэмжээ ба түүнээс үүсэх CO₂-ийн хэмжээ хоорондоо ямар хамааралтайг авч үзье.

Нүүрсний ялгаруулах энергийн хэмжээ ойролцоогоор 24 Мж/кг, хэрэв КВт/цагаар хэмжвэл

6.67 КВт/цаг-кг болно. Нүүрсний цахилгаан станцын ашигт ажиллагааны коэффициент дунджаар 30% байдаг гэвэл 1 кг нүүрс шатаахад ялгарах 6.67 КВт/цаг энергийн 30% буюу 2.0 КВт/ц нь цахилгаан эрчим хүч болон хувирна. Жишээ нь, 100Вт чадал зарцуулдаг чийдэн бүтэн жил асаалттай байна гэвэл жилд 876 КВт/ц (100 Вт × 24 цаг × 365(өдөр) = 876000 Вт/ц = 876 КВт/ц) эрчим хүч хэрэглэнэ. Энэ хэмжээний эрчим хүчийг гарган авахын тулд : 876 КВт/цаг : 2.0 КВт/цаг = 438 кг нүүрс зарцуулна. Гэхдээ цахилгаан дамжуулах үед гарах шугамын цахилгаан эсэргүүцлийн алдагдал (5-10%) байдгыг тооцвол үүнээс илүү хэмжээний нүүрс хэрэгтэй болох юм.

Нүүрсэнд агуулагдах нүүрстөрөгчийн хэмжээ хамгийн багадаа 50% буюу 1кг нүүрс 0.5кг-аас дээш хэмжээний нүүрстөрөгч агуулдаг. 1 кг нүүрс шатаахад, 1/24 кмоль CO₂ ялгарах ба 1/24 кмоль х 44 кг/кмоль = 11/6 кг буюу ойролцоогоор 1.83 кг CO₂ болно. 1 кг нүүрсний 29.9% нь 2 КВт/ц цахилгаан болон хувирах учир бид 1 КВт/ц цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэхэд 0.915 kg CO₂ үүсгэж байна. Орчин үед энэ тоо цахилгаан станцын ашигт үйлийн коэффициентоос хамааран дунджаар 0,658 kg CO₂ болсон байна. 1999 онд АНУ-ийн мэдээллийн агентлагаас гаргасан судалгаагаар бусад төрлийн бүтээгдэхүүн шатаахад үүсэх нүүртөрөгчийн давхар ислийн хэмжээг 0.881 кг CO₂/КВт (тос), 0.569 кг CO₂/КВт (байгалийн хий) гэж тогтоосон байдаг юм.

Одоо цахилгаан холбооны секторын үүсгэх CO₂-ийн хэмжээг тооцоолох аргачлалыг тайлбарлая.[2]

Нийт CO₂-ийн хэмжээ (C_T) нь хандалтын сүлжээний хувьд дараах 4 ангилалд хуваагдана.

- Газрын утсан дамжуулал(C_L)

- Хөдөлгөөнт холбооны сүлжээ(C_M)

- Суурин өргөн зурвас сүлжээ(C_{FB})

- FTТх сүлжээ (C_{FT})

Эдгээрээс гадна дараах 3 хэсэг нь суурь сүлжээ, агрегатор, дамжуулах сүлжээнээс үүсэх CO₂-ийн хэмжээ хэмжээг илэрхийлнэ.

- Суурь сүлжээ(Рүтер/NGN/IP суурь/ өгөгдлийн төв/бусад) (C_C)

- Агрегатор(C_A)

- Дамжуулах сүлжээ(C_{TX})

Тухайн сүлжээнд сэргээгдэх цахилгаан үүсгүүр ашиглаж байгаа тохиолдолд тэндээс үүсгэгдэх CO₂-ийн хэмжээг тэгтэй тэнцүү гэж үзэж болно. Харин сүлжээнд төвийн эрчим хүч эсвэл дизель генератор ашиглаж байвал CO₂-ийн хэмжээг тодорхой аргачлалаар тооцоолон гаргана.

Тухайн сүлжээнд зарцуулж байгаа цахилгаан энергийн хэмжээ нь КВт-аар илэрхийлэгдэх ба төвийн эрчим хүчний сүлжээнээс "Р" КВт чадлыг "х" цаг, дизель генератороос "z" KVA чадлыг "у" цаг хэрэглэсэн гэвэл генераторын ашигт үйлийн коэффициент "η" үед дараах байдлаар тодорхойлогдоно.

$$C = 0.365 (0.658P_x + (0.528 \text{ yz} / \eta)) \text{ [тонн]}$$

Олон улсад ашиглагдаж байгаа судалгаагаар генераторт 1л дизель түлш зарцуулахад 2,65кг CO₂ үүсгэдэг байна. Ихэнх бааз станцуудад дунджаар 15КВт чадалтай дизель генератор ашиглаж байгаа бөгөөд энэ нь цагт 2л түлш зарцуулдаг.

Нийт CO₂-ийн хэмжээ нь:

$$(C_T) = (C_L) + (C_M) + (C_{FB}) + (C_{FT}) + (C_C) + (C_A) + (C_{TX}) + (C_P) \text{ [тонн]}$$

Энд C_P нь дэд бүтцээр хангах үйлчилгээ үзүүлэлч байгаа тохиолдолд түүний үүсгэх CO₂-ийн хэмжээг харуулна.

Энэхүү судалгаанд хөдөлгөөнт холбооны сайтуудын хувьд цахилгаан зарцуулалтыг багасгах боломжийг судалж байгаа учраас зөвхөн хөдөлгөөнт холбооны сүлжээнд хувьд CO₂-ийн хэмжээг хэрхэн тооцоолох аргыг доор үзүүлэв.

Хөдөлгөөн холбооны сүлжээний хувьд (C_M) нь дараах хэсгүүдээс тогтоно.

Үүнд:

- Үндсэн холболтын төв(C_{MSC}). Энэ нь GGSN,SGSN гэх мэт бүх төвлөрсөн хяналтын дэд системүүд байна.
- Бааз станцын хяналтын төв(C_{BSC})
- Бааз станцын нэвтрүүлэх хүлээн авах төхөөрөмж(BTS) (C_{BTS})
- Гар утас(C_M)

Гар утасны хувьд үйлдвэрлэгч талаас өөр өөр ногоон хөтөлбөр хэрэгжүүлж байгаатай холбоотой тооцоонд оруулсангүй. Зах зээлд гар утас үйлдвэрлэгчид маш олон байгаа бөгөөд олон улсын судалгаанд үндэслэн Монгол улсад 2 сая гар утас байна гэж үзээд 10 хүнтутмын нэг нь цэнэглэгчээ байнга цахилгааны үүрэнд залгаатай байлгадаг гэвэл цахилгаан зарцуулалт ямар байхыг жишээ болгон хүснэгт 2-д үзүүлэв.

Хүснэгт 2. Гар утасны цахилгаан зарцуулалтын дундаж үзүүлэлт

Үзүүлэлтүүд	Гар утас цэнэглэх үед	Цэнэглэгч цахилгааны үүрэнд залгаатай байх үед
Хэрэглэх чадал	(2.5-3)Вт	0.45Вт
Долоо хоногт 2 цагаар 2 удаа цэнэглэхэд	4 цаг*2.8Вт=11.2Вт/цаг	0.45Вт*164 цаг=73.8 Вт/цаг
Жилд хэрэглэх чадал	11.2*52=582Вт/цаг	73.8*52=3837.6Вт/цаг
Хэрэглэсэн чадлын АУК	13% ашигтай	87% үр ашиггүй
Үүсгэх CO ₂ -ийн хэмжээ	0,383 кг	2,53 кг
2 сая гар утаснаас үүсгэх CO ₂	766 тонн	506 тонн (1/10 нь)
Хэрэглэх нүүрсний хэмжээ	1164 тонн	769 тонн

Хэрэв хөдөлгөөнт холболтын төв P_{MMS} , кВт чадлыг төвийн эрчим хүчнээс “ x_{MMS} ” цаг, “ z_{MMS} ” KVA чадлыг дизель генератороос “ y_{MMS} ” цаг хэрэглэсэн гэвэл:

$$C_{MSC} = 0.365(0.658x_{MMS}P_{MMS} + (0.528 y_{MMS}z_{MMS} / \eta))$$

[тонн]

Дээрхтэй адилаар Бааз станцын хяналтын төв(C_{BSC}), бааз станцын нэвтрүүлэх хүлээн авах төхөөрөмж(BTS) (C_{BTS}) дээр тооцооны томъёог гаргавал дараах байдалтай байна.

$$C_{BSC} = 0.365 (0.658x_{MBSC}P_L + (0.528 y_{MBSC}z_{MBSC} / \eta))$$

[тонн];

$$C_{BTS} = 0.365 (0.658x_{MBSC}P_{MBSC} + (0.528 y_{MBSC}z_{MBSC} / \eta))$$

[тонн];

Эндээс нийт CO₂-ийн хэмжээ нь:

$$C_M = C_{MSC} + C_{BSC} + C_{BTS} \text{ [тонн]}$$

Орчин үед 3G, 4G сүлжээнд 2.1, 2.3 ГГц болон түүнээс давтамжийг ашиглаж байгаа бөгөөд 2G сүлжээнд ашигладаг 900 МГц давтамжтай харьцуулахад чөлөөт орчны унтралт их байх учраас гаралтын чадал өндөр байх шаардлагатай. Энэ нь хөдөлгөөнт холбооны сайтуудыг дундын байдлаар ашиглах шаардлагатай уялдаж байгаа юм.

Монгол Улсад хөдөлгөөнт холбооны 4 оператор үйл ажиллагаа явуулж байгаа бөгөөд бүх сум, суурин газарт үйлчилгээгээ оруулах зорилготой. Мобиком 300 гаруй, Юнител 200 гаруй гэх мэт нээлттэй байгаа мэдээллээс ойролцоогоор 750 орчим бааз станц байна гэж үзвэл тэдгээрийн цахилгаан зарцуулалт болон цацаргаж байгаа CO₂-ийн хэмжээ ямар байхыг хүснэгт 3-д үзүүлэв.

Хүснэгт 3. Бааз станцуудын үүсэх CO₂-ийн хэмжээ

Оператор ууд	Бааз станцын тоо	Эрчим хүчний үүсгүүр/ бааз станцын чадал	Зарцуулах чадал
Мобиком	300	Төвийн эрчим хүч/1300Вт	3416400 кВт/цаг
Юнител	200		2227600кВт /цаг
Скайтел	150		1708200 кВт/цаг
Ж-мобайль	100		1138800 кВт/цаг
Нийт хэрэглэх чадал			8491000 кВт/цаг
Үүсгэх CO ₂ хэмжээ			5587 тонн
Хэрэглэх нүүрсний хэмжээ			8491н

3.2 Хөдөлгөөнт холбооны сайтуудын үүсгэх со2-ийн хэмжээг бууруулах боломжууд

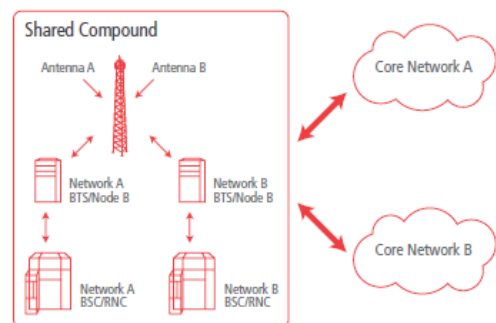
Хөдөлгөөнт холбооны сүлжээний радио хандалтын сүлжээ(RAN) нь цахилгаан холбооны сектор дотроо хамгийн их цахилгаан зарцуулалттай болохыг 5 дугаар зургаас харж болно. Энэ үзүүлэлтийг 3 дахь

хэсэгт заасан олон аргуудаар багасгах боломжтой бөгөөд энэ судалгааны хүрээнд хөдөлгөөнт холбооны сайтын дэд бүтцийг дундын байдлаар ашиглах боломж, мөн сайтын цахилгаан тэжээлийн хангамжийг хэрхэн оновчлох гэсэн хоёр чиглэлийг онцлон авч үзсэн юм.

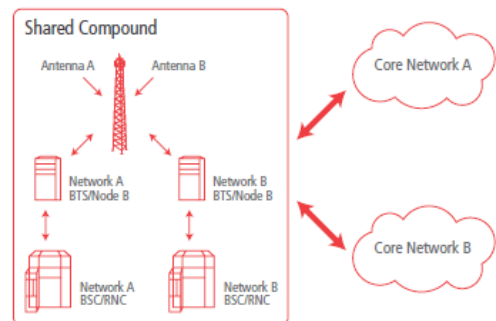
3.2.1 Дэд бүтцийг дундын байдлаар ашиглах боломж

Хөдөлгөөнт холбоонд бааз станцуудыг суурилуулан бүрхэлтүүд үүсгэх замаар холбоо зохион байгуулдаг. Хөдөлгөөнт холбооны операторууд GSM суурьтай, CDMA суурьтай технологийн алийг нь хэрэглэж байгаагаас хамаарч дэд бүтэц буюу сайтуудаа тус тусад нь байгуулж ирсэн уламжлалтай. Гэвч орчин үед хөрөнгө оруулалтын болон үйл ажиллагааны зардлаа багасгах, цахилгаан эрчим хүч хэмнэх улмаар CO₂-ийн хэмжээг бууруулахад хувь нэмрээ оруулах зорилгоор хөдөлгөөнт холбооны сайтуудыг дундын байдлаар зохион байгуулж ашиглах хэлбэр өргөн дэлгэрч байна. Сайтыг дундын байдлаар зохион байгуулахдаа идэвхигүй, идэвхитэй гэсэн 2 аргыг хэрэглэж байна.

Идэвхигүй (Passive sharing) арга гэдэг нь физик сүлжээний түвшинд цамхаг, кабель, тоног төхөөрөмжийн өрөө, агааржуулалт, хөргөлтийн систем, дохиоллын систем, цахилгаан тэжээлийн систем зэргийг дундын байдлаар ашиглах хэлбэр юм. Тодруулбал эдгээр тоног төхөөрөмжүүдийн нэгдлийг ерөнхийд нь сайт гэж нэрлэх бөгөөд сайтыг дундын байдлаар ашиглах гэж хэлж болно.



a)



b)

Зураг 6. а) Цамхаг б) Сайт дундын байдлаар ашиглах хэлбэр [4]

Энэ аргыг ашигласан үед хөрөнгө оруулалтын болон үйл ажиллагааны зардлыг 30% хүртэл хэмжээгээр буурах боломжтой. Мөн цамхаг үйлдвэрлэх болон хөргөлтийн системд зарцуулах цахилгаан эрчим хүч хэмнэгдэнэ.

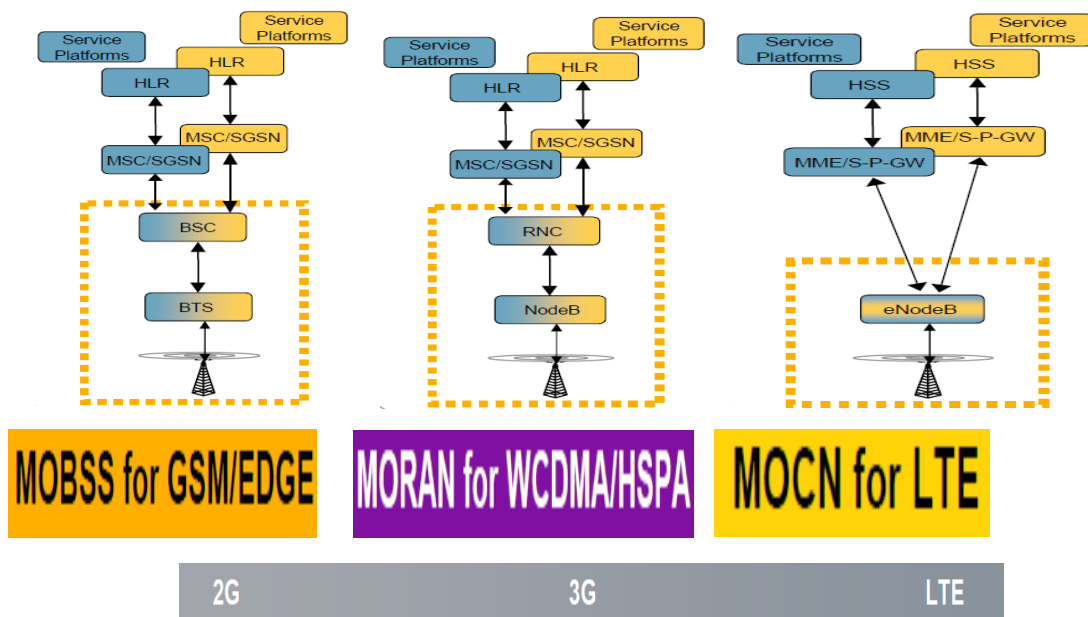
Идэвхитэй (Active sharing) арга нь антенны систем, суурь дамжуулах систем, бааз станцыг дундын байдлаар ашиглаж байгаа хэлбэрийг хэлнэ. Идэвхитэй буюу радио хандалтын сүлжээний түвшинд дундын байдлаар ашиглах арга хэрэглэснээр хөрөнгө оруулалтын болон үйл ажиллагааны зардлыг 40% хүртэл хэмнэх боломж бүрддэг.

sharing) дээр суурилсан сүлжээг дундын байдлаар ашиглах технологи байдаг бөгөөд одоогоор өргөн дэлгэр ашиглахгүй байна.

3.2.2 Сайтын цахилгаан хангамжийн оновчлох боломж

Хөдөлгөөнт холбооны сүлжээнд хамгийн гол төхөөрөмж нь бааз станц бөгөөд сүлжээний нийт цахилгаан энерги зарцуулалтын 70 орчим хувийг бааз станцуудад зарцуулдаг гэсэн судалгаа байдаг. Иймээс цахилгаан энергийн хэмнэлт бий болгох, мөн байгальд ээлтэй цахилгаан үүсгүүр ашигласнаар сүлжээний үр ашгийг нэмэгдүүлэх боломжтой.

Хөдөлгөөнт холбооны сайтуудын цахилгаан



Зураг 6. Идэвхитэй аргууд /Радио хандалтын сүлжээ(RAN)-г

Энэ тохиолдолд цахилгаан зарцуулалт (25-30)% буурах боломжтой. Идэвхитэй аргын хувьд зураг 6-д үзүүлсэний дагуу 2G буюу GSM/EDGE сүлжээнд олон оператор бааз станцын дэд систем(MOBSS)-ийн хувьд, 3G буюу WCDMA/HSPA сүлжээнд олон оператор радио хандалтын сүлжээ(MORAN)-ний хувьд, LTE сүлжээнд олон оператор суурь сүлжээ(MOCN)-ний хувьд тус тус дундын байдлаар сүлжээ үүсгэн ашиглаж болно.

Эдгээр аргууд нь практик өргөн хэрэглэгдэж байгаа бөгөөд MOCN арга нь LTE сүлжээний хувьд 3GPP Rel.8 бичиг баримтаар стандартчилагдсан байдаг. Эдгээр технологидыг хэрэглэж байгаа жишээг дурдвал Швед улсад 2 оператор дундын хөрөнгө оруулалтаар MOCN технологийг, Англи улсад 2 оператор хамтарсан хөрөнгө оруулалтаар MORAN технологийг гэх мэт нэвтрүүлэн ашиглаж байна. Дээрх аргуудаас гадна рөүминг(Roaming based

тэжээлийг дараах аргуудаар шийдэж байна. Үүнд:

- Төвийн эрчим хүч+дизель генератор+(UPS)
- Нарны үүсгүүр+дизель генератор+(UPS)
- Салхин үүсгүүр+дизель генератор+(UPS)
- Нарны үүсгүүр+салхин үүсгүүр+дизель генератор+(UPS)

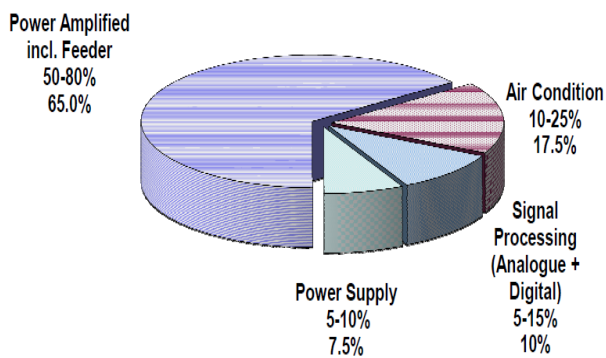
Дээрх аргуудын хувьд төвийн эрчим хүч, дизель генератор ашиглах хэлбэр нь CO₂ үүсгэдэг байгаль ээлгүй технологиуд болно.

Монгол улсад үйл ажиллагаа явуулж байгаа 4 операторуудын хувьд бүх сум суурин газарт сүлжээтэй байх зорилгоор үе шаттайгаар сүлжээний өргөтгөл хийж ирсэн. Бааз станцыг шинээр суурилуулахдаа тухайн сум суурин газар төвийн эрчим хүчний үүсгүүртэй бол төвийн эрчим хүч+дизель генератор+(UPS) хувилбараар, төвийн эрчим хүчинд холбогдоогүй бол нарны

үүсгүүр+дизель генератор+(UPS) гэсэн хувилбараар голлон цахилгаан тэжээлийг шийдэж байна.

Олон улсын туршлагаас харахад ногоон технологид тулгуурласан цахилгаан тэжээлийн шийдэл хийхдээ 2КВт хүртэл чадал шаардагдах бааз станцуудад нарын үүсгүүр голлон ашиглаж байгаа бол 2КВт-аас дээш чадал хэрэглэх томоохон бааз станцуудад нарын үүсгүүр, салхин үүсгүүрийг хамтатган ашиглаж байна. Эдгээр шийдлүүдийн хувьд төвийн эрчим хүчийг нөөц байдлаар ашиглагдаж байна. Судалгаагаар өдөрт 6-8 цаг нартай байдаг газруудад нарын үүсгүүр, салхины хурд 1.7м/с-ээс дээш байгаа газарт салхин үүсгүүр ашиглах боломжтой гэж үздэг. Монгол орны хувь ихэнх бүс нутагт дээрх үзүүлэлтүүд хангагдах учраас ногоон технологийн цахилгаан үүсгүүрийг өргөн ашиглан болно.

Сайтын цахилгаан хангамжийг оновчлох өөр нэг арга нь эрчим хүчний хэмнэлттэй технологиудыг нэвтрүүлэх явдал юм. Зураг 7-оос тухайн бааз станцын хувьд цахилгаан зарцуулалт хэрхэн хуваарилагддагыг харж болно.



Зураг 7. Бааз станцын цахилгаан зарцуулалтын хуваарилалт [2]

Одоогоор бааз станцын чадал хамрах хүрээнээс шалтгаалж дунджаар (1200-2500)Вт байгаа бөгөөд нийт чадлын 65% чадлын өсгүүрт, 20% орчим нь хөргөлтийн системд, 10% орчим нь тэжээлийн үүсгүүрт, үлдсэн хувь нь дохио боловсруулах төхөөрөмжид тус тус зарцуулагдаж байна. Дээрх цахилгаан зарцуулалтын хувь хэмжээг багасгахын тулд хөдөлгөөнт холбооны операторууд дараах арга технологиудын нарийвчлан судалж одоогийн байгаа болон шинээр суурилуулах сайтууддаа ашиглах нь зүйтэй.

1. Одоо ашиглаж байгаа хөргөлтийн систем нь төхөөрөмжийн өрөөний доторх агаарыг халсан үед нь хөргөх, өвлийн цагт нэмэлт халаагуур залгах замаар өрөөг халаах технологи байна. Бусад улс орны туршлагаас харахад гадаа байрлах боломжтой(outdoor) бааз станц

ашигласнаар хөргөлтийн систем зарцуулах чадлыг багасгаж байна. Мөн агаарын урсгалаар хөргөх, агаар сэлгэх технологи(Natural cooling system)-г голлон ашиглаж эрчим хүчийг 25% хүртэл хэмнэж болно.

2. Их чадлын өсгүүрт зарцуулж байгаа цахилгаан энергийг хэмнэхийн тулд өсгүүрийн АҮК-ийг дээшлүүлэх хэрэгтэй. Үүний тулд өсгүүрийг урьдчилан гажуудуулах хэлхээтэй хамтатган ашиглах нь хамгийн үр ашигтай. Мөн гаралтын өсгүүр антенн хооронд холбосон фидер буюу коаксиаль шугаманд үүсэх алдагдал их байдаг учраас өсгүүр антенн хооронд шууд холбох технологи нэвтрүүлснээр цахилгаан зарцуулалтыг 35% хүртэл багасгах боломжтой.

4. ДҮГНЭЛТ.

1. Монгол улс ногоон хөгжлийг дэмжиж байгаа энэ цаг үед мэдээлэл технологийн салбар жилд ямар хэмжээний нүүрстөрөгчийн давхар исэл үүсгэж байгааг нарийвчлан судалж тогтоох шаардлагатай. Боломжтой бол бүх салбарт энэ чиглэлээр судалгаа хийж Монгол улсын үйлдвэрлэж байгаа CO₂-ийн хэмжээг тогтоож дараа энэ чиглэлд ямар ажил зохион байгуулахаа хэрхэн бууруулахаа төлөвлөх нь зүйтэй боловуу.
2. ХХЗХ, МТШХХГ хамтран ногоон ICT хөтөлбөр гаргах, цаашилбал энэ салбарт үйл ажиллагаа явуулж байгаа байгууллага бүр жилд 2 удаа цахилгаан зарцуулалтын болон ногоон технологи хэрхэн нэвтрүүлж байгаа талаар тайлан гаргаж өгдөг байх эрх зүйн орчин бүрдүүлэх хэрэгтэй.
3. ХХЗХ-ноос хөдөлгөөнт холбооны операторуудын дундын байдлаар ашиглаж байгаа (идэвхигүй төхөөрөмжүүдийн түвшинд) болон цаашид дундын болгох боломжтой бааз станцын дэд системийн тоог гаргаж цахилгаан эрчим хүчний хэмнэлтийг тооцоолон оператор бүрээр ногоон технологийг дэмжих талд хугацаатай төлөвлөлт хийлгэдэг болгох.
4. LTE технологи нэвтрүүлэхдээ операторууд харилцан тохиролцож идэвхитэй сүлжээний хэсгээ хэрхэн дундын байдлаар ашиглах талаар тодорхой бодлого боловсруулан ХХЗХ, МТШХХГ танилцуулах.
5. Хөдөө орон нутагт төдийгүй хот, аймгуудад ашиглаж байгаа бааз станцын дэд системийг сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээр тэжээх, бааз станцын чадал, технологи, хөргөлтийн

системийг оновчлох талаар судалгаа хийж үр дүнг хэрэгжүүлэх.

6. Хөдөлгөөнт холбооны операторууд ногоон технологийг дэмжиж байгаа дэлхийн операторуудыг нэгтгэсэн(220 гаруй орны 800 гаруй оператор) GSMA(GSM Association) нийгэмлэгт гишүүнээр элсэж үйл ажиллагаанд нь идэвхитэй оролцдог болох.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

- [1] <http://www.smart2020.org/>
- [2] “Recommendations on Approach towards Green Telecommunications” by TRAI, April 2011.
- [3] “Communication Overview of energy saving aspects in 2G and 3G Mobile communication Networks” by Md Moklesur Rahman, November 2009.
- [4] “Infrastructure Sharing and Renewable Energy Use in Telecommunication Industry for Sustainable Development” by Dilupa Ranatunga, 2011.
- [5] “Infrastructure Sharing in practice: Sharing mobile Networks” by Panya Vornpuan, 2010
- [6] “Infrastructure Sharing Mobile Networks Operators” by Dr Thomas Frisanco
- [7] “Mobile Infrastructure Sharing” by GSMA
- [8] “Green Cellular Networks: A Survey, Some Research Issues and Challenges” by Ziaul Hasan, 2011
- [9] <http://www.gsma.com/aboutus/history>

Зохиогчийн тухай

Норинпэлийн Эрдэнэхүү нь ШУТИС-ийн МХТС-д 1996 онд радио холбооны бакалаврын зэрэг, 1997 онд радио холбооны магистрын зэргээр тус тус эзэмшсэн. 2007 онд “Сансрын трасст радио долгионы тархалтанд нөлөөлөх зарим хүчин зүйлийн судалгаа” сэдвээр доктор(Ph.D)-ын зэрэг хамгаалсан. МХТС-д мэдээллийн сүлжээ багийн тэргүүлэх профессороор ажилладаг. Хиймэл дагуулын систем, радио долгион тархалт, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлүүд, радио телевизийн өргөн нэвтрүүлгийн тоон систем, Ногоон технологийн чиглэлээр судалгааны ажил гүйцэтгэдэг.