



ХАРИЛЦАА ХОЛБООНЫ  
ЗОХИЦУУЛАХ  
ХОРОО



# СҮЛЖЭЭ, ҮЙЛЧИЛГЭЭНИЙ ОЛОН УЛСЫН НЭВТРЭЛТИЙН БАЙДАЛ

Ч.Пүрэвсүрэн  
Зохицуулалтын газрын Технологи хөгжлийн төвийн  
мэргэжилтэн

2024.09.30

## Гарчиг

<b>1</b>	<b>5G СҮЛЖЭЭНИЙ НЭВТРЭЛТИЙН БАЙДАЛ</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>5G СҮЛЖЭЭНД НЭВТЭРЧ БҮЙ ҮЙЛЧИЛГЭЭ</b> .....	<b>5</b>
2.1	FIXED WIRELESS ACCESS (УТАСГҮЙ СУУРИН ХАНДАЛТ - ӨРХИЙН ИНТЕРНЭТ) .....	6
2.2	ҮҮРЭН ХОЛБООНЫ ЯРИАНЫ ҮЙЛЧИЛГЭЭ.....	7
2.3	5G ХУВИЙН ХӨДӨЛГӨӨНТ СҮЛЖЭЭ (PRIVATE MOBILE NETWORK), 5G ВИРТУАЛЬ ХУВИЙН ХӨДӨЛГӨӨНТ СҮЛЖЭЭ (VIRTUAL PRIVATE MOBILE NETWORK) .....	7
2.4	5G БУСАД ДЭВШИЛТЭТ ҮЙЛЧИЛГЭЭ .....	11
<b>3</b>	<b>5G СҮЛЖЭЭНИЙ ӨНДӨР ХӨГЖИЛТЭЙ ОРНУУД</b> .....	<b>13</b>
3.1	БНХАУ .....	13
3.1.1	Зах зээлийн байдал .....	14
3.1.2	Онцлох үйл ажиллагаа .....	15
3.2	Европын холбооны улсууд.....	16
3.2.1	Зах зээлийн байдал .....	17
3.2.2	Онцлох үйл ажиллагаа .....	18
3.3	БНСУ 19 .....	
3.3.1	Зах зээлийн байдал .....	19
3.3.2	Онцлох үйл ажиллагаа .....	20
<b>4</b>	<b>5G СҮЛЖЭЭ ХӨГЖИЖ БҮЙ ОРНУУД</b> .....	<b>21</b>
4.1	МАЛАЙЗ .....	21
4.2	ШИНЭ ЗЕЛАНД .....	24
<b>5</b>	<b>АЗИ НОМХОН ДАЛАЙН БҮС НУТГИЙН НӨХЦӨЛ БАЙДАЛ</b> .....	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ</b> .....	<b>28</b>

## Хүснэгтийн жагсаалт

Хүснэгт 3-1: БНХАУ-д 5G сүлжээнд зориулан хуваарилсан давтамжийн мэдээлэл	14
Хүснэгт 3-2: 5G сүлжээний давтамжийн хуваарилалт, БНСУ [7]	19
Хүснэгт 4-1: Малайзын төрийн өмчит, 5G сүлжээний бөөний үйлчилгээ үзүүлэгч DNB компанийн эзэмшиж буй давтамжийн зурвас [7]	22
Хүснэгт 4-2: Шинэ Зеландын 5G давтамжийн нөхцөл байдал [7]	24
Хүснэгт 5-1: Ази Номхон Далайн бүс нутгийн орнууд	25
Хүснэгт 5-2: 5G сүлжээ суурилуулж, үйлчилгээг зах зээлд нэвтрүүлсэн болон туршилтын журмаар нэвтрүүлсэн улсууд	26
Хүснэгт 5-3: 5G сүлжээний туршилт хийсэн улсууд	27
Хүснэгт 5-4: 5G сүлжээ оруулахаар төлөвлөсөн, суурилуулалт эхлүүлсэн улсууд	27
Хүснэгт 5-5: Зөвхөн 4Ж сүлжээ ашиглаж буй бүс нутгийн улсууд	27

## Зургийн жагсаалт

Зураг 1-1: Дэлхий даяар 5G сүлжээнд хөрөнгө оруулалт хийж буй оператор компанийн тоо (2024.03) [1]	3
Зураг 1-2: 5G сүлжээний нэвтрэлт дэлхий даяар (2024.03)	4
Зураг 1-3: Зах зээл дээр борлуулагдаж байгаа 5G сүлжээний төгсгөлийн төхөөрөмжийг төрлөөр нь ангилсан байдал (2024.03)	4
Зураг 1-4: Дэлхий даяар 5G сүлжээнд ашиглаж буй давтамжийн зурвасын тархалт, 2024 оны 3-р сарын байдлаар	5
Зураг 1-5: Нийт үүрэн холбооны хэрэглэгчдээс 5G багцтай хэрэглэгчдийн эзлэх хувь [7]	5
Зураг 2-1: Fixed Wireless Access (FWA) буюу утасгүй суурин хандалтын сүлжээний бүдүүвч зураг	6
Зураг 2-2: 100К Еврогоос дээш үнэтэй 4Ж, 5G хувийн сүлжээ байгуулагдсан улс орнууд	8
Зураг 2-3: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг технологиор ангилсан байдал	8
Зураг 2-4: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг аж үйлдвэрийн салбар болон 4Ж, 5G технологиор ангилсан байдал	9
Зураг 2-5: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг ашиглаж буй салбарууд (100К Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалттай 1,427 ХХС)	9
Зураг 2-6: Хөдөлгөөнт хувийн сүлжээг салбараар, нууцлалтай болон нээлттэй байдлаар ангилсан нь	10
Зураг 2-7: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд ашиглагдаж буй давтамжийн зурвасын байдал (100К Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалттай 297 ХХС)	10
Зураг 2-8: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээний тоогоор улс орнуудыг жагсаасан нь (100К Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалттай 770 ХХС)	11
Зураг 2-9: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг бүс нутгаар ангилсан байдал (100К Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалттай 1,427 ХХС)	11
Зураг 2-10: Сүлжээний хэрчимд мөрдөх 5G/5G сүлжээний чанарын үзүүлэлтийн тохиргоо [11]	13
Зураг 3-1: Европын холбооны “Цахим арван жил – 2030” бодлогын баримт бичгийн гүйцэтгэлийн шалгуур үзүүлэлтүүдийн төлөв, 2023 оны 9-р сарын байдлаар [5]	17
Зураг 3-2: БНСУ-ын үүрэн холбооны салбарын хэрэглэгчийн тоо, 2023 оны жилийн эцсийн гүйцэтгэл [8]	20
Зураг 3-3: БНСУ-ын үүрэн холбооны зах зээлийн 4Ж, 5G хэрэглэгчийн тоо (сая) (эх сурвалж: Солонгосын харилцаа холбооны хорооны 2023 оны жилийн тайлан)	20
Зураг 3-4: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд зориулсан давтамжийн зурвас [9]	21
Зураг 4-1: Малайзын 5G сүлжээний хамрах хүрээ, 2024 оны 8-р сарын байдлаар (ягаан өнгө нь 5G сүлжээг илэрхийлнэ) [10]	22
Зураг 4-2: DNB компанийн 5G бүтээгдэхүүн, үйлчилгээний хөгжлийн замнал	23
Зураг 4-3: Зүүн Өмнөд Азийн орнуудын 5G сүлжээний олдоцын үзүүлэлт [6]	24

Энэхүү судалгаа нь 5G сүлжээний олон улсын нэвтрэлтийн түвшин, нөхцөл байдал, тухайн сүлжээнд нэвтэрч буй шинэлэг үйлчилгээний талаар танилцуулах зорилготой.

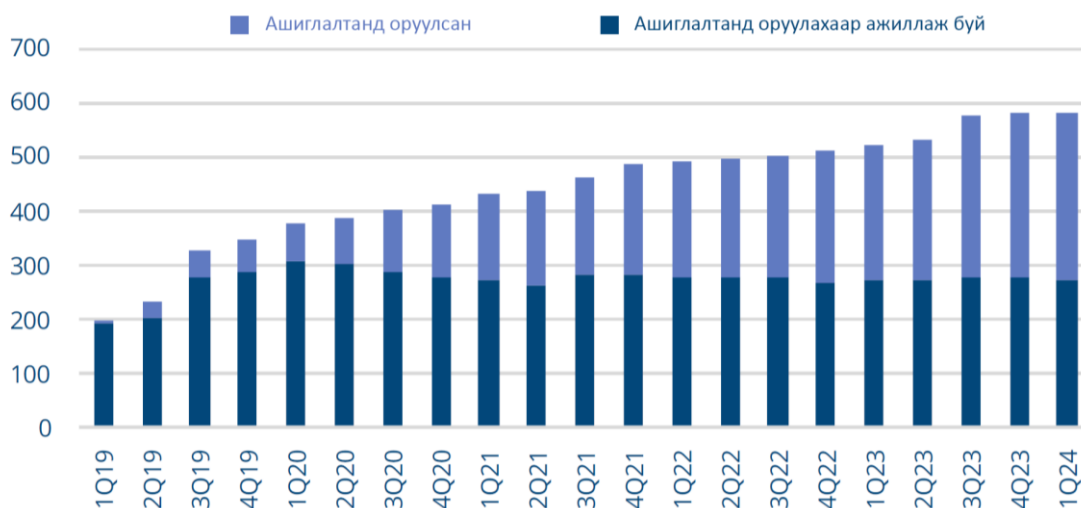
## 1 5G сүлжээний нэвтрэлтийн байдал

Дэлхийн хөдөлгөөнт холбооны тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгчдийн ассоциаци (Global mobile Suppliers Association - GSA) нь дэлхий даяар нэвтэрч буй Хөдөлгөөнт холбооны сүлжээний нэвтрэлтийн нөхцөл байдлыг тогтмол судлан мэдээллэдэг.

Тус байгууллагаас мэдээлсэнээр 2024 оны 3-р сарын байдлаар дэлхийн 175 орны 585 оператор компани 5G сүлжээг турших, лиценз авах, төлөвлөх, суурилуулах, ашиглалтанд оруулах зэргийн аль нэгийг хийсэн байна. Эдгээрээс 118 орны 310 оператор компани 3GPP байгууллагын стандартад нийцсэн 5G сүлжээний багадаа нэг үйлчилгээг зах зээлд нэвтрүүлжээ.

Үйлчилгээ эхлүүлсэн оператор компаниудын 48% буюу 71 орны 153 оператор компани 5G утасгүй суурин хандалт (Fixed Wireless Access) үйлчилгээг сүлжээндээ нэвтрүүлсэн байна.

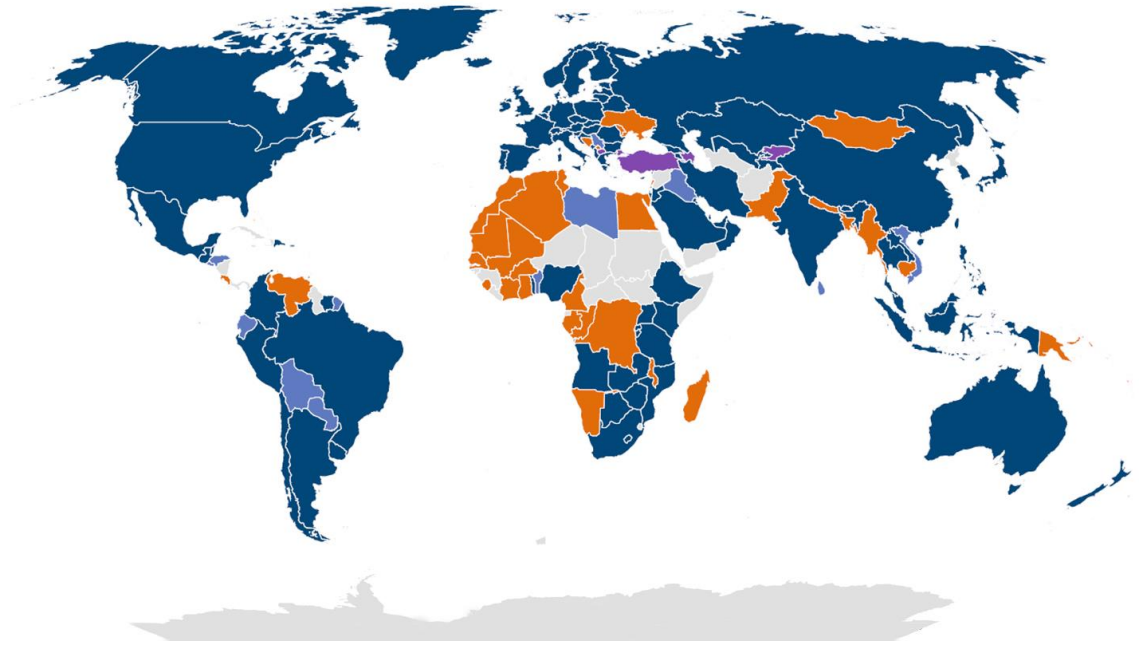
124 оператор компани 5G SA сүлжээнд хөрөнгө оруулалт хийж буй бөгөөд эдгээрээс 49 оператор компани 5G SA сүлжээг зах зээлд нэвтрүүлэн, нийтийн үйлчилгээг нээсэн байна.



Зураг 1-1: Дэлхий даяар 5G сүлжээнд хөрөнгө оруулалт хийж буй оператор компанийн тоо (2024.03) [1]

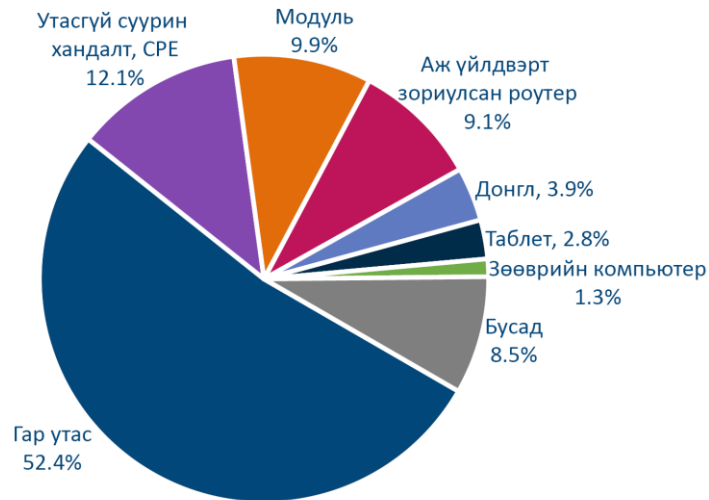
Дараах зурагт 5G сүлжээний нэвтрэлтийн төлөвийг дэлхийн улс орнуудын түвшинд харуулсан.

- 5G сүлжээ зах зээлд нэвтэрсэн
  - Суурилуулалт хийгдэж буй
- Түршилт хийгдэж буй, төлөвлөлтөд орсон
  - Сүлжээ суурилуулагдсан, soft launch



Зураг 1-2: 5G сүлжээний нэвтрэлт дэлхий даяар (2024.03)

2024 оны 1-р улирлын байдлаар 5G сүлжээнд ажиллах зориулалттай 2,601 төгсгөлийн төхөөрөмж зах зээл дээр борлуулагдаж байгаа нь 2 жилийн дотор 2 дахин өссөн тоо ажээ. Нийт төхөөрөмжийн 52% гаруй нь гар утас, 12% нь өрхийн интернэтийн модем, 10% орчим нь төхөөрөмжийн модулиуд, 9% нь аж үйлдвэрт зориулсан төхөөрөмж байгаа нь төгсгөлийн төхөөрөмжийн дийлэнх хэсгийг бүрдүүлж байна.



Зураг 1-3: Зах зээл дээр борлуулагдаж байгаа 5G сүлжээний төгсгөлийн төхөөрөмжийг төрлөөр нь ангилсан байдал (2024.03)

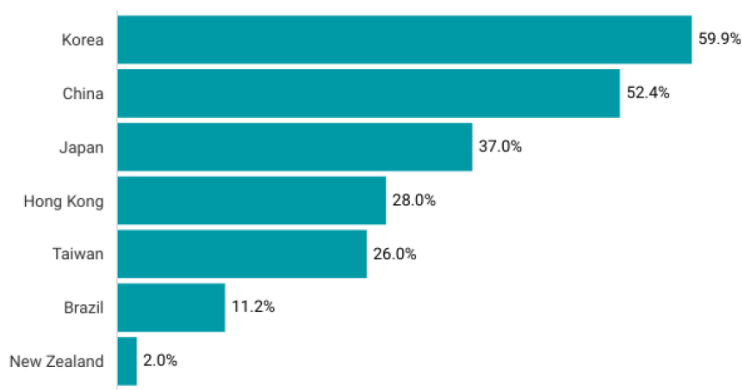
Дэлхий даяар 5G сүлжээнд хамгийн их хэрэглэгдэж байгаа давтамжийн зурвасуудад n77 (3,300-4,200 МГц), n78 (3,300-3,800 МГц), 700 МГц, 26/28 ГГц, 2.5 ГГц, 2.1 ГГц зэрэг орж байна.



Зураг 1-4: Дэлхий даяар 5G сүлжээнд ашиглаж буй давтамжийн зурвасын тархалт, 2024 оны 3-р сарын байдлаар

Зах зээл дээр борлуулагдаж буй хэрэглэгчийн төхөөрөмжүүдээс **n78** (3,300-3,800 MHz), **n41** (2,496-2,690 MHz), **n1** (1,920-1,980 MHz, 2,110-2,170 MHz), **n77** (3,300-4,200 MHz), **n28** (703-748 MHz, 758-803 MHz) давтамжийн зурвас дээр хамгийн олон төгсгөлийн төхөөрөмж ажиллах чадвартай байна.

5G хэрэглэгчийн нэвтрэлт буюу үүрэн холбооны нийт хэрэглэгчдээс 5G багц авсан хэрэглэгчдийн эзлэх хувь гэсэн үзүүлэлтээр Ази Номхон далайн бүс нутагт тэргүүлж байгаа улсуудыг доорх графикт харуулав.



© Cullen International

Зураг 1-5: Нийт үүрэн холбооны хэрэглэгчдээс 5G багцтай хэрэглэгчдийн эзлэх хувь [7]

## 2 5G сүлжээнд нэвтэрч буй үйлчилгээ

Оператор компаниуд 5G сүлжээг нэвтрүүлэхдээ дийлэнхдээ байгаа 4Ж сүлжээнийхээ үндсэн системийг (core) ашиглах, аажмаар 5G сүлжээний үндсэн системийг нэвтрүүлэх замыг сонгож байна. 5G сүлжээний үндсэн системийг нэвтрүүлсэн компани, улс орны тоо сүүлийн жилүүдэд гэхдээ нэлээд өсөлттэй байгаа билээ.

Одоогоор 5G үйлчилгээг зах зээлд нэвтрүүлсэн нийт операторуудын 20% орчим буюу 49 оператор компани 5G үндсэн систем SA-г ашиглалтанд оруулсан байна.

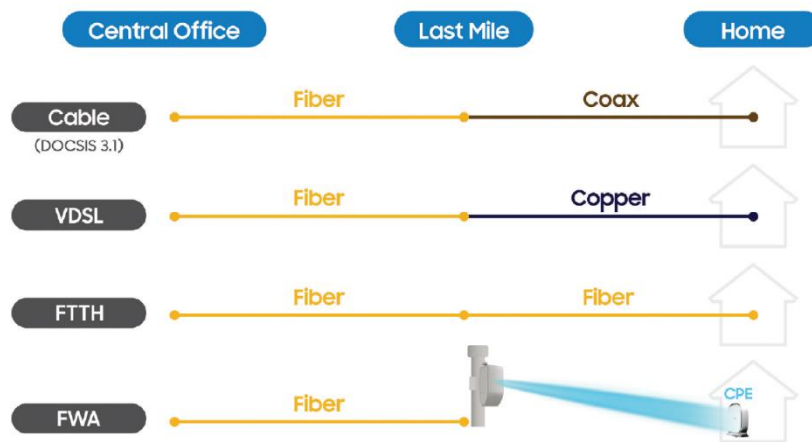
5G сүлжээний тусгаар бус сүлжээг (Non-Standalone) нэвтрүүлсэн тохиолдолд эхний байдлаар өргөтгөсөн хөдөлгөөнт өргөн зурвасын үйлчилгээ (eMBB)-г нэвтрүүлэх боломжтой болох ба оператор компаниуд интернэт үйлчилгээний багцуудаа сайжруулах боломж нээгдэнэ гэсэн үг юм.

Оператор компаниуд 5G сүлжээг нэвтрүүлэхэд маш өндөр хөрөнгө оруулалт хийх шаардлага гарч байгаа тул борлуулалтын орлогоо өсгөн, хөрөнгө оруулалтын өгөөжийг нэмэгдүүлэх нь нэн чухал асуудал болж байна. Хувь хэрэглэгчийн зах зээл (B2C) үүрэн холбооны оператор компаниудын хувьд борлуулалтын давамгайлах сегмент байдаг бол 5G сүлжээний үед байгууллага хэрэглэгчийн зах зээл (B2B) илүү чухал болж, борлуулалтаа өсгөх боломжтой сегментэд тооцогдож байна. Энэ нь 5G хөдөлгөөнт холбооны технологийн шийдэлтэй шууд холбоотой юм.

5G сүлжээ нь интернэт сүлжээ, интернэт протоколд суурилсан программ хангамжтай өндөр түвшинд интеграц хийгдэх чадвартай тул сүлжээний хэрчим, хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ, программ хангамжиар тодорхойлогдох сүлжээ SDN, үүлэн тооцоолол, ирмэг тооцоолол зэрэг технологийг ашиглан байгууллага, компаниудад тусгайлан зориулсан үйлчилгээ, шийдлийг нэвтрүүлэх чадвартай. Эдгээр шийдэл нь үйлдвэрлэлийг автоматжуулах, тээвэр логистикийн хяналт удирдлагыг сайжруулах, эрүүл мэндийн салбарын мэдээлэл түгээлтийг бодит хугацаанд, өндөр хурдаар гүйцэтгэх зэрэг давуу талуудыг бий болгох юм.

## 2.1 Fixed Wireless Access (Утасгүй суурин хандалт - өрхийн интернэт)

Утасгүй суурин хандалт (FWA) шийдэл нь үүрэн холбооны 5-р үеийн сүлжээг ашиглан интернэт хэрэглэгчийн сүлжээний эцсийн холболт (last mile)-г үүрэн холбоогоор шийдэх боломжтой өндөр хурд, багтаамж бүхий шийдэл юм. Шилэн кабелийн сүлжээнд хэрэглэгчийн эцсийн холболтын дэд бүтэц нь өндөр хөрөнгө оруулалт шаарддаг, урт хугацаанд өгөөж өгдөг бол 5G сүлжээний FWA шийдэл нь сүлжээг хурдтай нэвтрүүлэх, хэрэглэгчийн тоог огцом нэмэгдүүлэх шийдэл болж чаддаг. Зураг 2-1-т утасгүй суурин хандалтын бүдүүвч схемийг харуулав.



Зураг 2-1: Fixed Wireless Access (FWA) буюу утасгүй суурин хандалтын сүлжээний бүдүүвч зураг



Монгол улсад 4Ж сүлжээ нэвтрүүлсэн операторуудын хувьд FWA бүтээгдэхүүн болох Гэр интернэт, Манай интернэт, Skynet зэрэг бүтээгдэхүүн нь тухайн операторуудын тэргүүлэх бүтээгдэхүүн болж чадсан.

## 2.2 Үүрэн холбооны ярианы үйлчилгээ

Хэрэглэгчийн сүлжээний дугаарлалт дээр суурилсан уламжлалт ярианы үйлчилгээ нь 5G сүлжээнд нэвтрүүлэх боломжтой. VoNR технологи, IMS холболтын системийг ашиглан, 5G сүлжээнд уламжлалт ярианы үйлчилгээг нэвтрүүлдэг. Гэхдээ уг үйлчилгээ нь хэрэглэгчийн гар утасны чадамж, тохиргооноос хамаарах ба 5G сүлжээний хамрах хүрээ тасралтгүй байхыг шаардана.

Иймээс дийлэнх операторууд одоогийн байдлаар ярианы үйлчилгээг Fallback зарчмыг ашиглан, өмнөх үеийн сүлжээ рүү автоматаар шилждэг горимоор ажиллуулж байна.

## 2.3 5G хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (Private mobile network), 5G виртуаль хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (Virtual private mobile network)

5G хувийн хөдөлгөөнт сүлжээний (ХХС) шийдэл нэвтрүүлэх тал дээр улс орнууд өөр өөр бодлого, тактик барьж байна. 5G хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ болон 5G виртуаль хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (ВХХС) нь хоорондоо ялгаатай.

5G хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ нь аль нэг компани, байгууллага зөвхөн өөрийн хэрэглээндээ зориулж, 5G сүлжээний үндсэн систем, радио хандалтын сүлжээг хязгаарлагдмал газар нутаг, хэрэглэгчийн хүрээнд нэвтрүүлэн жижиг оврын сүлжээ үүсгэхийг хэлнэ. ХХС-ийг төлөвлөх, суурилуулах, ашиглалтад оруулах, цаашдын ашиглалт үйлчилгээг зохион байгуулахтай холбоотойгоор ХХС ашиглалтад оруулж буй компани, байгууллага дараах шийдлийн нэгийг сонгодог.

- Үүрэн холбооны оператор компаниар гүйцэтгүүлэх
- Өөрөө гүйцэтгэх буюу вендор компанитай шууд харьцах

ХХС-ийг ашиглаж буй компани, байгууллага нь ямар ч тохиолдолд 5G ХХС-ийнхээ хөрөнгө оруулалт болон систем интеграцлал, ашиглалт үйлчилгээний зардлыг бүрэн өөрөө хариуцна.

Харин 5G виртуаль хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ нь үүрэн холбооны оператор компанийн нийтэд үйлчилгээ үзүүлдэг сүлжээний хэсгийг сүлжээний хэрчим (Network slicing) технологи ашиглан, виртуаль байдлаар ХХС болгон зохион байгуулж ашиглахыг хэлдэг.

Аж үйлдвэр өндөр хөгжсөн Герман улс 5G ХХС-г дэмжиж, 3.7-3.8 ГГц дэх 100 МГц зурвасыг хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд ашиглуулахаар хуваарилсан байна. Уг зурвас дээр Siemens, Bosch, Rohde & Schwartz, Porsche зэрэг компани Ericsson, Nokia, Qualcomm зэрэг вендор компанитай шууд хамтран 5G ХХС нэвтрүүлсэн байна. Харин Холбооны Армийн Их сургууль болон BMW, Mercedes-Benz, BASF зэрэг компаниуд нь Deutsche Telecom, Vodafone зэрэг оператор компанитай хамтран 5G ХХС-г ашиглалтад оруулан, судалгаа шинжилгээ, үйлдвэрийн цахим шилжилтдээ ашиглаж эхэлсэн байна.

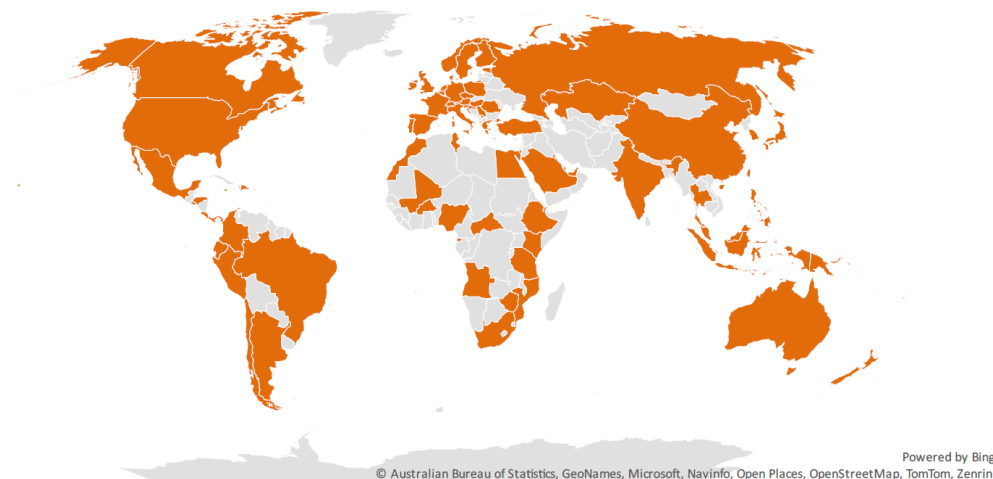
Хятад улсад нам, дунд давтамжийн зурвасыг оператор компаниудад олгосон ба тус зурвасуудад сүлжээний хэрчим ашиглан ВХХС үүсгэх боломжтой. Харин өндөр



давтамжийн 25 ГГц-ийн зурваст хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ байгуулж болохоор зохицуулжээ.

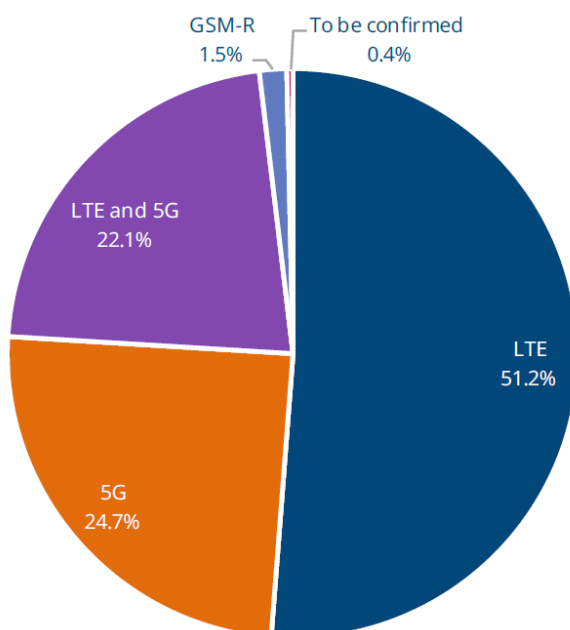
GSA судалгааны байгууллагаас 2024 оны 6-р сард нийтэлсэн судалгаанд 4Ж, 5G хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд 50К-100К Евро хооронд болон 100К Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалт хийсэн сүлжээг хамруулсан байна.

Дараах зурагт 100К Еврогоос дээш үнэтэй хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ байгуулагдсан улс орнуудыг харуулсан байна.



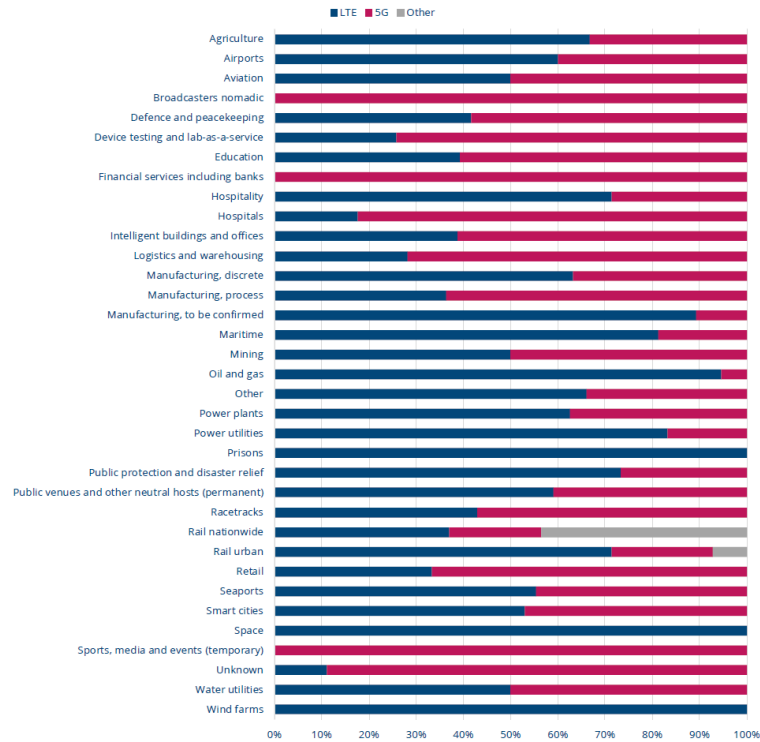
Зураг 2-2: 100К Еврогоос дээш үнэтэй 4Ж, 5G хувийн сүлжээ байгуулагдсан улс орнууд

Судалгаанд тусгагдсан 100К Еврогоос дээш үнэтэй хувийн 1,427 сүлжээг технологийн шийдлээр ангилж үзэхэд одоогоор 4Ж сүлжээ давамгайлж байгаа хэдий ч 5G сүлжээ рүү шилжих нь хүчтэй нэмэгдсээр байна.



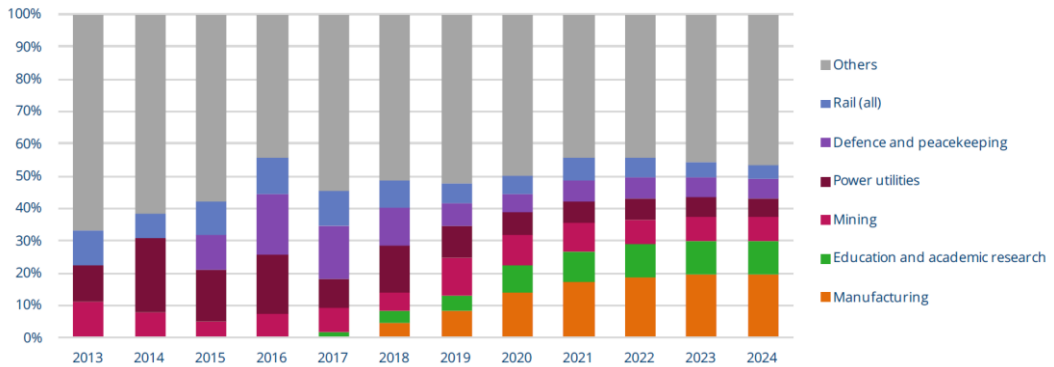
Зураг 2-3: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг технологиор ангилсан байдал

Судалгаанд тусгагдсан хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнүүдээс эрүүл мэнд, эмнэлгийн салбар 5G сүлжээг илүүтэй сонгож байгаа бол газрын тос, хий, уул уурхайн салбарт 4Ж ХХС түлхүү хэрэглэгдэж байжээ. Гэхдээ 2022 оноос хойш нэвтэрсэн 667 хувийн сүлжээний 55% нь 5G ХХС байна.



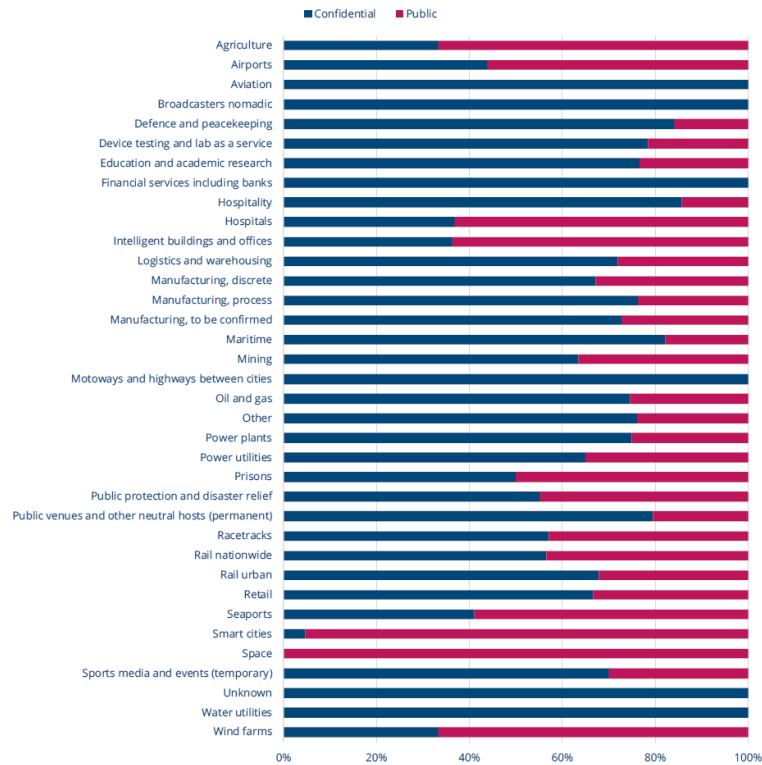
Зураг 2-4: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг аж үйлдвэрийн салбар болон 4Ж, 5G технологиор ангилсан байдал

ХХС хамгийн их нэвтрүүлсэн салбарт бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэл (manufacturing), боловсрол, уул уурхай, эрчим хүч, батлан хамгаалах, төмөр замын салбарууд орж байна.



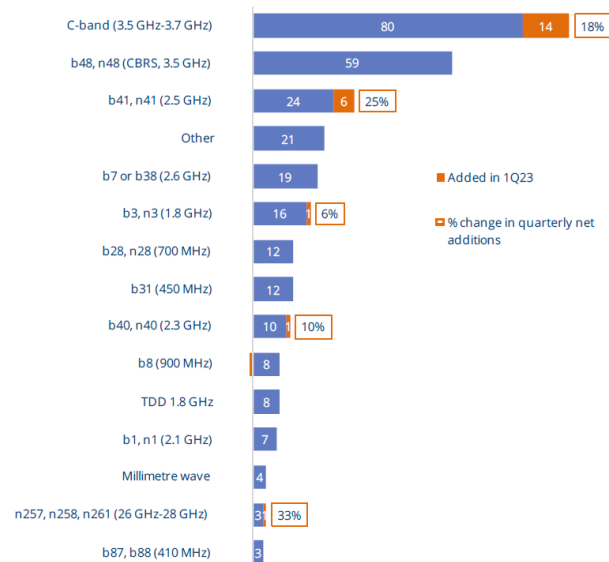
Зураг 2-5: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг ашиглаж буй салбарууд (100К Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалттай 1,427 ХХС)

ХХС нь ашиглагдаж буй салбараас шалтгаалан зарим нь нийтэд харагддаг бол зарим нь бүрэн нууцлагдсан байдаг байна.



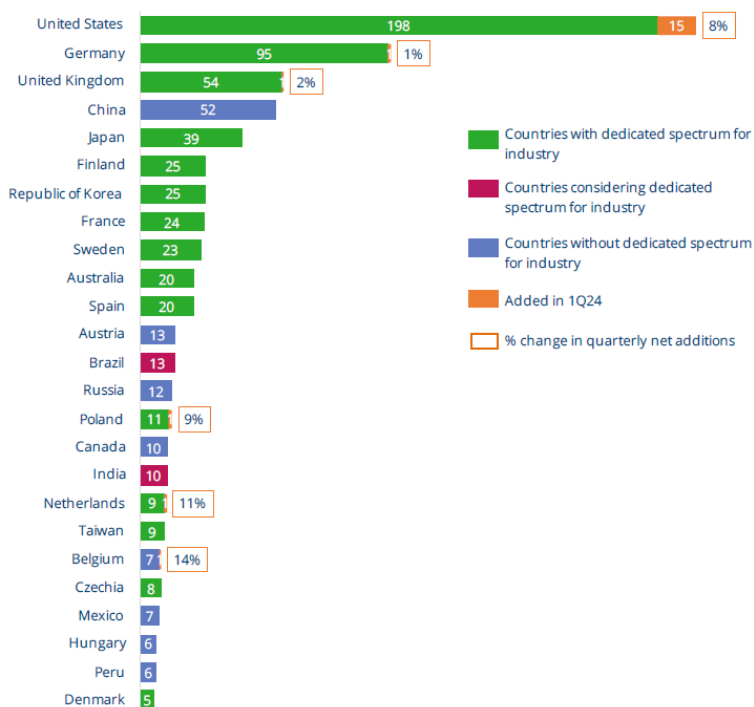
Зураг 2-6: Хөдөлгөөнт хувийн сүлжээг салбараар, нууцлалтай болон нээлттэй байдлаар ангилсан нь

Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд 3.5 Гц орчимд байрлах C-band, CBRS давтамжийн зурвас өргөн ашиглагдаж байна. Дараах зурагт ХХС-д ашиглагдаж буй давтамжийн зурвасыг ангилан харуулсан.



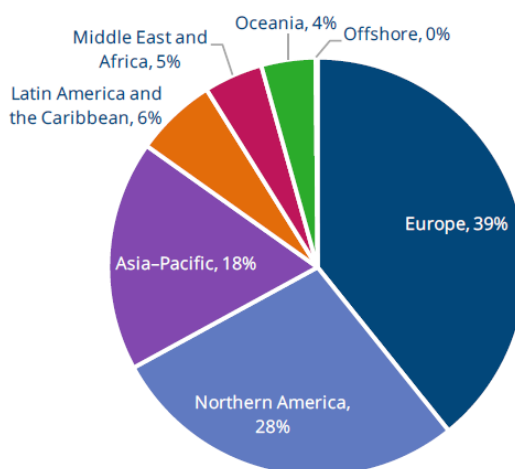
Зураг 2-7: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд ашиглагдаж буй давтамжийн зурвасын байдал (100K Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалттай 297 ХХС)

Улс орнуудын зохицуулах байгууллагууд хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд зориулан давтамжийн зурвас хуваарилах нь нийтлэг болж байна. Франц, АНУ, Герман, Нэгдсэн Хаант улс, Япон зэрэг орнууд тусгайлсан зурвасыг хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ байгуулахад зориулан хуваарилсан бөгөөд тухайн орнууд ХХС нэвтрэлтээр тэргүүлж байна.



Зураг 2-8: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээний тоогоор улс орнуудыг жагсаасан нь (100К Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалттай 770 ХХС)

Дараах зурагт 100К Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалттай 1,427 ХХС-ийн байрлалыг бүс нутгаар ангилан харуулсан байна.



Зураг 2-9: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг бүс нутгаар ангилсан байдал (100К Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалттай 1,427 ХХС)

GSA байгууллагын судалгаанд 5G ХХС вендор компани дэлхий даяар 50 гаруй байгаа ба 2024 оны 2-р сарын байдлаар 77 улсад 1,384 ХХС ашиглалтанд орсон гэж дурьджээ.

#### 2.4 5G бусад дэвшилтэт үйлчилгээ

5G тусгаар сүлжээ (SA) нь 5G технологийн бүрэн хүчин чадлыг нээж, шинэ дэвшилтэт үйлчилгээг зах зээлд нэвтрүүлэх боломжийг бүрдүүлнэ.

Үүнд сүлжээний хэрчим (network slicing), VoNR, RedCap, NTN, 5G Broadcast зэрэг технологийн шинэ шийдлүүд орно.

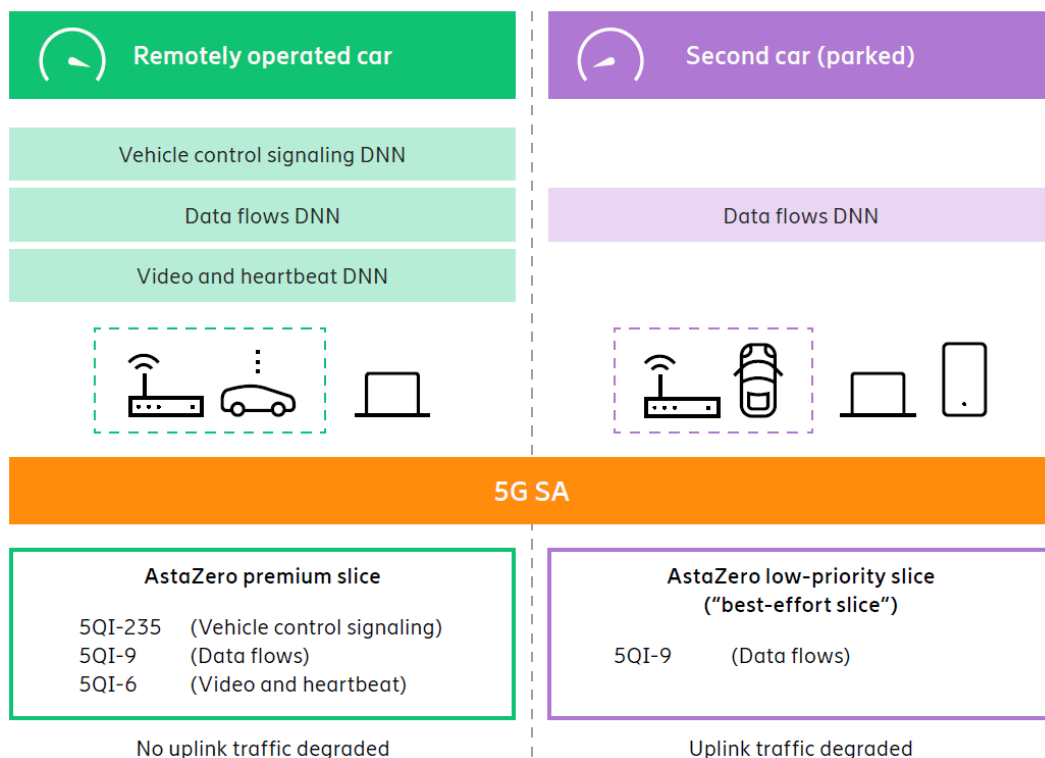
5G RedCap (Reduced Capability) буюу 5G бууруулсан чадамж шийдэл нь бага хурд ашигладаг ба төхөөрөмжийн цэнэг алдалтыг багасгах зориулалттай шийдэл юм. RedCap төхөөрөмж нь нэвтрүүлэх ганц, хүлээн авах хоёр антеннтай, нэг эсхүл цөөн тооны 5G давтамжийн зурвасыг дэмждэг, зурвасын агрегаци хийдэггүй, ТС-д зөвхөн ажилладаг ба уг нөхцөл нь төхөөрөмж нэг цэнэгээр урт хугацаанд ажиллах давуу талыг үүсгэдэг. Видео хяналт, эрчим хүчний ухаалаг сүлжээний хяналт, аж үйлдвэрийн автоматжуулалт, хүн зүүдэг ухаалаг төхөөрөмжүүдийн холболтыг 5G RedCap ашиглан шийдвэрлэх боломжтой.

2024 оны 4-р сарын байдлаар 13 орны 17 оператор компани RedCap-д суурилсан үйлчилгээг нэвтрүүлэхээр ажиллаж байгаа ажээ. Үүнээс Кувейтын stc, Хятадын CU, CT, CM зэрэг компаниуд RedCap үйлчилгээг зах зээлд нэвтрүүлж чадсан байна.

5G өргөн нэвтрүүлэг (5G Broadcast)(5G ӨН) шийдэл нь нэг цэгээс олон цэгт зэрэг хүргэх дамжуулалтын зарчмыг ашигладаг. АНУ, Испани, Герман зэрэг улсууд 5G ӨН шийдлийн туршилт хийсэн байна. Ж: Германд ТВ-ийн Free-to-Air шууд эфирийг 5G ӨН сүлжээгээр цацаж, хүлээх авах чадвартай хэрэглэгчийн төхөөрөмж дээр үзэж болох 5G сүлжээг Халле хотод 2 жилийн хугацаатай үүсгэн туршсан байна. Одоогоор бизнесийг өгөөжийг хэрхэн шийдвэрлэх нь тодорхойгүй байгаа тул 5G ӨН нь арилжаанд нэвтрээгүй байна.

Энэтхэг улсад 5G үйлчилгээ 2022 онд зах зээлд нэвтэрсэн бөгөөд түүнээс хойш сүлжээний тэлэлт, хэрэглэгчийн тооны өсөлтөөр дэлхийд тэргүүлэгч болсон байна. Тус улсын үүрэн холбооны оператор компани Bharti Airtel нь 2022 оны 10-р сард 5G үйлчилгээг зах зээлд нэвтрүүлсэн ба жилийн дотор 5G сүлжээний хамрах хүрээг 3,500 хот суурин, 20,000 тосгонд хүргэсэн байна. Тус компани нь хувь болон байгууллага хэрэглэгчийн нийт зах зээлээс өндөр хэрэглээтэй, технологийн нарийн шийдлийг эрэлхийлдэг, төлбөрийн өндөр чадвартай хэсэгт төвлөрөх бодлого барьж байна. Үүний хүрээнд бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэл, тээвэр, эрүүл мэнд, боомт, уул уурхай зэрэг салбарын томоохон компаниудад SA хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ нэвтрүүлэх тал дээр амжилттай ажиллаж байгаа ажээ.

Шведийн үүрэн холбооны оператор компани Телиа нь Судалгааны Институтиудын Холбоотой хамтран сүлжээний хэрчим технологийг ашиглан, өөрөө явагч автомашины хөгжүүлэлтийн орчин үүсгэсэн байна. Сүлжээний өндөр чанарын хэрчим (premium slice) болон энгийн хэрчим (best-effort slice) ашиглан, өөрөө явагч автомашиныг алсаас хянахад 5G сүлжээний чанарын үзүүлэлтийг хэрхэн зохион байгуулах судалгаа хийжээ. Доорх зурагт Телиа компани нь 5QI чанарын үзүүлэлтүүдийн сонголт, тохиргоог ашиглан судалгааны AstaZero гэж нэрлэсэн сүлжээний хэрчмүүдийг хэрхэн зохион байгуулсаныг харуулжээ.



Зураг 2-10: Сүлжээний хэрчимд мөрдөх 5QI 5G сүлжээний чанарын үзүүлэлтийн тохиргоо [11]

5G тусгаар сүлжээ (SA)-нд нэвтрүүлж болох үйлчилгээний төрөл болон тухайн үйлчилгээнд ашиглагдах дамжууллын хурд, хоцролт, найдвартай байдлын түвшингийн тохиргоонд хязгаар байхгүй гэж үзэхүйц бөгөөд хөгжүүлэлтийг улс орнууд, оператор компаниуд эрчимтэй хийж, туршиж байна.

### 3 5G сүлжээний өндөр хөгжилтэй орнууд

#### 3.1 БНХАУ

Хятадын үүрэн холбооны гурван том оператор компани 5G үйлчилгээг 2019 оны 10-р сарын 31-нд албан ёсоор нээсэн байна. Үүнээс хойш сүлжээний тэлэлт, хэрэглэгчийн өсөлт, шинэлэг үйлчилгээ зэргээр дэлхийд тэргүүлэх зах зээл болсон юм.

2020 оны 10-р сард China Broadcasting Network (CBN) компани үүрэн холбооны тусгай зөвшөөрөлтэй болсон ба тус компани нь Үндэсний радио, телевизийн захиргаанаас гаралтай, төр 51%-ийг нь эзэмшдэг, Хятадын үүрэн холбооны зах зээлд шинээр бий болсон компани ажээ.

БНХАУ нь 2025 онд нийт улсыг хамарсан 5G сүлжээтэй болох бодлогыг хэрэгжүүлж байгаа ба үүнтэй холбоотой 2 их наяд ам.долларын хөрөнгө оруулалт хийгдэж, 5.5 сая 5G сүлжээний бааз станцыг суурилуулна гэж тооцоолжээ.

Давтамжийн хувьд дараах байдлаар 5G сүлжээний зурвасыг олгосон байна.

Дд		Давтамж	Зурвасын өргөн	Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч
1	Нам давтамж	700 MHz	2x45 MHz	China Broadcasting Network (CBN)
2		824-835/869-880 MHz	2x11 MHz	China Telecom (CT)
3		904-915/949-960 MHz	2x11 MHz	China Unicom (CU)
4	Дунд давтамж	1,940-1,965/2,130-2,155 MHz	2x15 MHz	CU
5		1,920-1,940/2,110-2,130 MHz	2x20 MHz	CT
6		2,515-2,675 MHz	160 MHz	China Mobile (CM)
7		3.3-3.4 GHz	100 MHz	CU, CT, CBN (shared indoor use)
8		3.4-3.5 GHz	100 MHz	CT
9		3.5-3.6 GHz	100 MHz	CU
10		4.8-4.9 GHz	100 MHz	CM
11		6,425-7,125 MHz	700 MHz	Хятад улс 2023 онд IMT-д хуваарилсан.
12	Өндөр давтамж	24.75-25.15 GHz	700 MHz	5G хувийн сүлжээнд ашиглахаар хуваарилсан. Анхны зөвшөөрлийг Commercial Aircraft Corp of China гэдэг компани авсан.

### 3.1.1 Зах зээлийн байдал

БНХАУ-ын үүрэн холбооны зах зээлд 4 оператор компани өрсөлдөж байна. Эдгээр нь China Mobile, China Telecom, China Unicom, China Broadcasting Network компаниуд юм. Бүх 4 оператор нь 2020 оноос 5G тусгаар сүлжээ (SA) байгуулан, ашиглалтанд оруулсан.

Хятадын 5G сүлжээний хэрэглэгчийн тоо 2023 оны жилийн эцсийн байдлаар 1 тэрбум 394 саяд хүрсэн гэж тус улсын Аж үйлдвэр, мэдээллийн технологийн яамнаас мэдээлсэн.

#### China Mobile (CM)

Чайна Мобайл компани нь нээлттэй хувьцаат компани бөгөөд үүрэн холбооны зах зээлд тэргүүлдэг. Хятадын 5G сүлжээний хэрэглэгчийн зах зээлийн 57% эзэлдэг буюу 795 сая хэрэглэгчтэй. Нийт үүрэн холбооны хэрэглэгчийн тоо нь 991 сая ажээ.

Тус компани үүрэн холбооны нийт 3.38 сая бааз станц суурилуулан ажиллуулдаг ба 2.6 ГГц давтамжийн зурваст ажилладаг 5G бааз станцын тоо нь 1 сая гаруй ажээ. China Broadcasting Network компанитай хамтран 700 МГц давтамжийн зурваст ажилладаг 5G бааз станц 600 мянга гаруйг мөн ашиглалтад оруулсан байна.

5G гар утасны сарын 30ГБ дата багц нь 18 ам.доллар, 300ГБ дата багц нь 80 ам.доллар орчим байдаг байна. FWA үйлчилгээ нь хурднаас хамаараад сарын төлбөр нь 3-12 ам.долларын үнэтэй.

#### China Telecom (CT)

Чайна Телеком компани нь улсын компани бөгөөд 5G хэрэглэгчийн зах зээлийн 22.8% эзэлдэг. 319 сая 5G хэрэглэгчтэй, нийт үүрэн холбооны хэрэглэгчийн тоо нь 408 сая ажээ.



5G сүлжээний бааз станцын суурилуулалт дээр China Telecom, China Unicom компаниуд хамтран ажилладаг ба хамтдаа 1 сая орчим бааз станцыг суурилуулан ашиглалтад оруулсан байна.

FWA үйлчилгээний жилийн багцын үнэ нь 50-166 орчим ам.долларын үнэтэй.

### **China Unicom (CU)**

Чайна Юником компани нээлттэй хувьцаат компани ба төрийн болон хувийн хэвшлийн хувьцаа эзэмшигчидтэй. 5G зах зээлийн 18.6% эзэлж, 260 сая хэрэглэгчтэй.

5G сүлжээний дэд бүтцийг байгуулахдаа China Telecom компанитай хамтран ажилладаг. Бүх хот, мужийн төв, томоохон тосгон суурингуудыг сүлжээндээ бүрэн хамруулсан.

FWA үйлчилгээний жилийн багцыг 67 ам.доллараар санал болгодог. Гар утасны сарын 30ГБ дата багц 18 ам.доллар, 300ГБ дата багц 80 ам.доллар орчим байдаг.

### **China Broadcasting Network (CBN)**

CBN компани 5G зах зээлийн 1.6%-ийг эзэлж, 20 сая хэрэглэгчтэй. Тус компани 2031 он хүртэл CM компанитай 5G сүлжээг хамтран байгуулах, хамтран эзэмших гэрээтэй ажилладаг ажээ. Хамтын ажиллагааны хүрээнд одоогоор 700 МГц давтамж дээр ажиллах 600,000 5G бааз станцыг ашиглалтад оруулаад байгаа юм байна.

FWA үйлчилгээг 2022 оны 6-р сард зах зээлд нэвтрүүлсэн ба сарын багцыг 4-28 ам.долларын үнэтэй борлуулдаг. Гар утасны сарын 10ГБ дата багц 3 ам.доллар, 398ГБ дата багц 81 ам.доллар байдаг байна.

#### **3.1.2 Онцлох үйл ажиллагаа**

5G сүлжээний аж үйлдвэрийн салбар дах хэрэглээг нэмэгдүүлэх талаар Хятадын төрийн зүгээс онцгойлон анхаарч ажиллаж байна.

2025 он хүртэлх хөгжлийн зорилтуудад дараахыг тусгасан байдаг. Үүнд:

- 10,000 хүн ам тутамд 26ш 5G бааз станц
- Хувь хэрэглэгчийн нэвтрэлт 56%
- 4.5 тэрбум төгсгөлийн төхөөрөмжийн холболт
- 5,000 виртуаль хувийн сүлжээ
- Аж үйлдвэрийн том аж ахуйн нэгжийн 5G хэрэглээний нэвтрэлт 35%

5G сүлжээг дэмжих төрийн бодлогыг хэрэгжүүлэгчээр Аж үйлдвэр, мэдээллийн технологийн яам, Үндэсний эрчим хүчний захиргаа, Үндэсний эрүүл мэндийн хороо, Боловсролын яам зэрэг төрийн 10 байгууллага томилогдон ажиллаж байна.

4 оператор компани нь хоёр хоёроороо буюу CM CBN-тэй, CT CU-тай гэрээ байгуулан, 5G бааз станц суурилуулах, ашиглахад хамтран ажиллахаар тохирсон байдаг байна.

2023 оны байдлаар 5G IoT юмсын интернэтийн төхөөрөмжийн холболтын тоо 36.6 саяд хүрсэн нь 2022 онтой харьцуулахад 618% өссөн үзүүлэлт ажээ.

БНХАУ-д 5G сүлжээний шилдэг үйлчилгээ, аппликэйшн хөгжүүлэх “Дэлбээ цом” нэртэй, улс даяар зохион байгуулагддаг тэмцээн 2018 оноос жил бүр зохион байгуулагдаж байна. Уг тэмцээнд 2018 онд 189 багийн 330 төсөл өрсөлдөж байсан бол 2023 онд 16,000 багийн 45,728 төсөл танилцуулагдан өрсөлдсөн, маш өргөн хүрээг хамардаг тэмцээн болон өргөжсөн байна. Төслүүдээс ухаалаг хот, аж үйлдвэрийн интернэт, мэдээлэл боловсруулалт, нийтийн аюулгүй байдал, ухаалаг зогсоол, соёлын аялал жуулчлал, ухаалаг түгээлт, ухаалаг хөдөө аж ахуй зэрэг салбаруудын шийдэл дийлэнх хувийг бүрдүүлдэг байна.

“Дэлбээ цом” тэмцээнд эхний байруудад шалгаран, амьдралд нэвтэрч, үр дүнгээ өгсөн төслүүдэд ухаалаг үйлдвэр, түргэн тусламж, далд уурхай, цахилгаан дамжуулах сүлжээний ухаалаг шийдлүүд ордог байна.

“Дэлбээ цом” тэмцээнд тэргүүлсэн төслийг нэвтрүүлснээр олон компани, байгууллага зардал хэмнэх, бүтээмж нэмэгдүүлэх боломжийг бүрдүүлж чадсан ба Ж: Хятадын далайд нефть, хий олборлох корпораци нь 5G сүлжээний шийдлийг нэвтрүүлснээр үйлдвэрлэлийн хурдыг 50% нэмэгдүүлж, өргөх механизм дээр өндөрт ажилладаг ажилтны тоог 33% бууруулсан байна.

Бээжингийн түргэн тусламжийн төв нь 5G сүлжээгээр төв эмнэлгүүдтэй онлайн холболттой байснаар түргэн тусламжийн тохиолдолд хариу арга хэмжээ авах хугацааг 15 минутаар бууруулж чадсан байна. Үүнд 5G сүлжээг ашиглан түргэний тэрэг хуваарилах, өвчтөнийг зөөх явцад онлайн эмчийн үзлэг хийх, төв эмнэлгийн хүлээн авах явцыг удирдах зэрэг үйлдлийн бүтээмжийг сайжруулсан байна. Мөн нүүрсний нэг далд уурхай 5G сүлжээний шийдэл ашиглан, аюулгүй ажиллагааг сайжруулж, далд уурхайн өрөмдлөгт ажиллах ажилтны тоог 50% бууруулсан байна.

5G сүлжээг өргөн хүрээнд ашиглах боломжтой аж үйлдвэрийн салбаруудад эрчим хүч, үйлдвэр, эрүүл мэнд, боловсрол, далайн боомт, нефтийн үйлдвэр, аялал жуулчлал, мэдээллийн технологийн салбарууд орж байна.

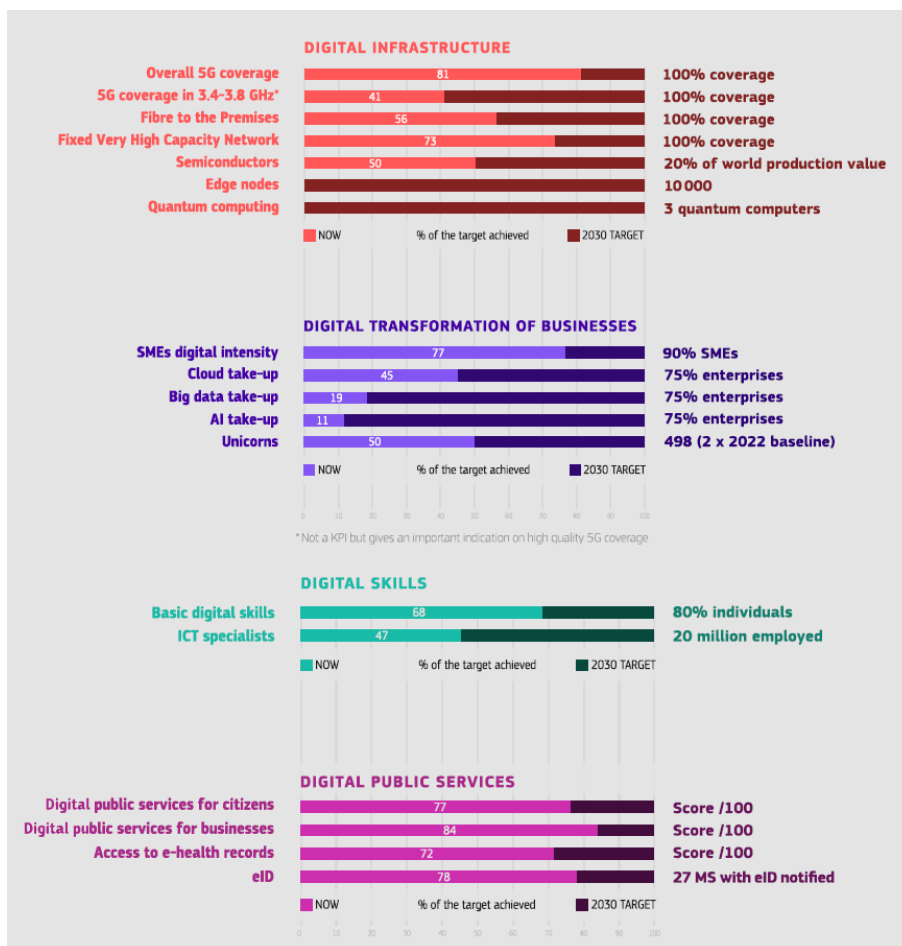
### 3.2 Европын холбооны улсууд

Европын Холбооны (ЕХ) улсуудын хүн амын суурьшлын бүсийг хамарсан 5G сүлжээний хамрах хүрээ 2020 онд 14%-тай байсан бол 2023 онд 81%-д хүрч онцгой сайжирсан байна. Гэвч 2023 оны 2-р сарын үзүүлэлтээр ЕХ-ны улсуудын үүрэн холбооны хэрэглэгчдийн дунджаар дөнгөж 6.4% нь 5G үйлчилгээг ашиглаж эхэлсэн гэсэн статистик гарсныг Cullen International байгууллагын судалгаанд дурьдсан байна.

Европын парламент 2022 оны 12-р сарын 14-нд “Цахим арван жил – 2030” бодлогын баримт бичиг баталж, хэрэгжилтийн түвшинг үнэлэх түлхүүр үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон. Хөгжлийн зорилтыг дөрвөн багц чиглэлээр тодорхойлж, гүйцэтгэлийн шалгуур үзүүлэлтүүдийг (KPI) заасан.

1. Цахим дэд бүтэц
2. Хувийн хэвшлийн цахим шилжилт
3. Хүн амын цахим ур чадвар
4. Төрийн үйлчилгээний цахим шилжилт

Дараах зурагт гүйцэтгэлийн шалгуур үзүүлэлтүүдийн 2023 оны үр дүнг харуулсан байна.



Зураг 3-1: Европын холбооны “Цахим арван жил – 2030” бодлогын баримт бичгийн гүйцэтгэлийн шалгуур үзүүлэлтүүдийн төлөв, 2023 оны 9-р сарын байдлаар [5]

Дээрх зургаас харахад ЕХ-ны цахим дэд бүтцийн хөгжлийг тодорхойлох тэргүүн үзүүлэлтэд 5G сүлжээний хамрах хүрээ, түүн дотроо 3.4-3.8 ГГц давтамжийн зурвас дээр ажиллах 5G сүлжээний хамрах хүрээг оруулсан нь Европын холбоо 5G сүлжээний хөгжлийг онцгой чухалд авч үзэж буйг харуулж байгаа юм.

### 3.2.1 Зах зээлийн байдал

ЕХ-ны улсуудын үүрэн холбооны операторууд 5G сүлжээний хамрах хүрээг 2023 оны үзүүлэлтээр маш сайн нэмэгдүүлсэн ажээ. Германы Vodafone, Telefonica компаниуд хүн амын 90% гаруйг 5G сүлжээний хүрээнд хамруулсан гэж мэдээлсэн.

Шведийн Telia групп нь үйл ажиллагаа явуулж буй Швед, Финланд, Дани, Литва, Эстони улсуудад нийт хүн амын 84%-ийг 5G сүлжээний хүрээнд хамруулаад байгаа юм байна.

ЕХ-ны улсуудад 5G сүлжээнд зориулан олгосон давтамж янз бүр байгаа ба олон улсад өргөн хэрэглэгдэж буй дунд давтамжийн 3.6 ГГц-ийн зурвас хангалттай түвшинд ашиглагдахгүй байгаа сул тал байгаа ажээ. Иймээс Европын холбооны “Цахим арван жил – 2030” бодлогын баримт бичигт 3.6 ГГц-ийн алтан давтамж дээрх 5G сүлжээний хамрах хүрээг хүн амын 100%-д хүргэх зорилтыг тусгасан байна.

ЕХ-ны бүх 27 гишүүн оронд 5G сүлжээ нэвтэрч эхэлсэн гэж үзэж байгаа ба нийт 356,000 5G бааз станц одоогоор суурилуулсан байна. Давтамж ашиглалтын

хувьд дийлэнх нь 4Ж сүлжээний давтамжийн зурвасыг Dynamic Spectrum Sharing (DSS) горимоор хамтран ашиглах шийдлийг нэвтрүүлсэн байна.

### 3.2.2 Онцлох үйл ажиллагаа

2023 оны судалгаагаар ЕХ-ны 5G сүлжээний хамрах хүрээний зорилтыг хангахад 36 тэрбум гаруй ам.долларын хөрөнгө оруулалт шаардлагатай гэж үзсэн байна. Европын Холбоо шинээр 7 жилийн төсвийн цикльд шилжсэн бөгөөд 2021-2027 онд 1.07 их наяд Еврогийн төсөв баталсан.

Дээрх төсөвт 5G сүлжээний хөрөнгө оруулалттай холбоотой дараах хөтөлбөрүүд туссан байна. Үүнд:

- Европын тэнгэрийн хаяа (эрдэм шинжилгээ)
- Европыг холбох нь (цахим дэд бүтцийг дэмжих 2 тэрбум Евро)
- Цахим Европ хөтөлбөр (7.5 тэрбум Евро)

“Европыг холбох нь” хөтөлбөрийн хүрээнд 2022 онд ЕХ 258 сая Еврогийн дэмжлэгийг 5G болон Гигабит сүлжээний дэд бүтцийг сайжруулахад зарцуулсан байна.

Европын Холбооны гишүүн орнууд 5G сүлжээний давтамж олгохдоо уялдаатай бодлого барьж ажилладаг. Гишүүн орнууд одоогоор нам давтамж (700 МГц), дунд давтамж (3.4 ГГц, 3.7 ГГц), өндөр давтамж (26 ГГц) дээр зурвас олгосон байна.

#### **Нам давтамж (703-788 МГц)**

Нийтлэгээр 2x30 МГц зурвас олгох бодлого барьж буй. 27 гишүүн орноос 24 нь уг давтамж дээр 5G зурвас олгосон ба үндэсний 3-4 оператор компанид ТЗ олгосон байдаг байна. Дуудлага худалдаан дээр уг давтамжийн зурваст Германд 20.54 E.cent/MHz/pop, Францад 70.19 Ecent/MHz/pop, Италид 56.21 E.cent/MHz/pop, Испанид 35.53 E.cent/MHz/pop төлсөн байна.

Тусгай зөвшөөрлийн нөхцөл шаардлагад Германд 3 жилийн дотор нийт өрхийн 98%-ийг сүлжээнд хамруулах, Францад 2027 онд нийт өрхийн 98%, 2030 онд 99.6%-ийг сүлжээнд хамруулах, Италид давтамж олгосноос 3 жилийн дотор нийт хүн амын 80%-ийг сүлжээнд хамруулах, Испанид 2025 он гэхэд бүх хотуудыг 5G сүлжээнд хамруулсан байх гэх зэргээр, улс орон бүр өөрөөр тусгажээ. Сүлжээг хамтран ашиглах чиглэлд Германд үүрэгжүүлж, ялгаваргүй хандахыг, Францад MVNO-д нээлттэй хандахыг үүрэгжүүлсэн бол Итали, Испанид энэ чиглэлээр үүрэг ногдуулаагүй байна.

#### **Дунд давтамж (3.4-3.8 МГц)**

27 гишүүн орноос 23 нь уг давтамж дээр 5G зурвас олгосон ба үндэсний 3-4 оператор компанид мөн ТЗ олгосон байна. Дуудлага худалдааны үнэ тухайн орноос хамаарч 13-46 E.cent/MHz/pop байсан ба ТЗ-г 18-20 жилийн хугацаагаар олгосон байна. Сүлжээ хамтран ашиглах үүргийг Франц, Итали тусгасан.

Германы зохицуулах байгууллага BundesNetzAgentur нь 3.7-3.8 МГц хоорондох 100 МГц зурвасыг хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд ашиглуулахаар шийдвэрлэж, байршлаас хамааруулан олголт хийдэг ба түрүүлж хүсэлт гаргасанд, түрүүлж олгох зарчмаар давтамж эзэмшүүлж, гэрээ байгуулдаг байна. 2021 оны 6-р сарын байдлаар 123 тусгай зөвшөөрөл олгосон ба эдгээрт жишээ нь автомашин

үйлдвэрлэгч Audi, BMW, Daimler, Mercedes-Benz, Porsche зэрэг аж үйлдвэрийн том тоглогчид орсон байна. ХХС-д олгосон давтамжийн зурвасыг 1 жилээс илүү хугацаанд ашиглаагүй тохиолдолд эргэн хураах Use-It-Or-Lose-It зарчмыг BnetzA хатуу баримталдаг.

### **Өндөр давтамж (26 МГц)**

27 гишүүн орны 9 нь одоогоор өндөр давтамж дээр зурвас олгосон байна. Италид 4 үндэсний оператор болон суурин өргөн зурвасын үйлчилгээ үзүүлэгч Fastweb компаниуд нь тус бүр 200 МГц зурвасын ТЗ авчээ. Дуудлага худалдааны үнэ 0.27 E.cent/MHz/pop байсан ба 19 жилийн хугацаатай ТЗ олгогджээ.

### **3.3 БНСУ**

2019 оны 4-р сард хувь хэрэглэгчдэд 5G сүлжээний үйлчилгээг хүргэснээрээ БНСУ нь 5G үүрэн сүлжээний үйлчилгээг зах зээлд нэвтрүүлсэн анхны улс болсон билээ. Түүнээс хойш 85 хотод 5G сүлжээ орсноор, хүн амын 90% 5G үйлчилгээ авах боломжтой болсон байна.

Давтамжийн хуваарилалт дараах байдалтай байна.

*Хүснэгт 3-2: 5G сүлжээний давтамжийн хуваарилалт, БНСУ [7]*

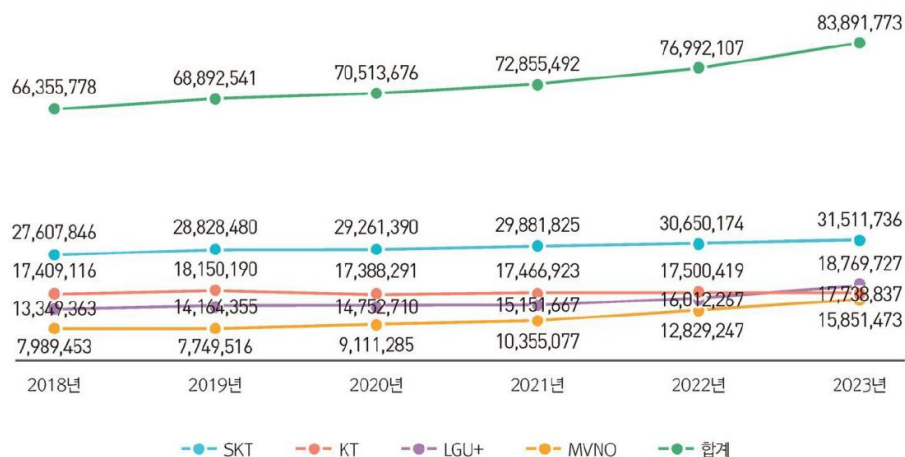
Дд		Давтамж	Зурвасын өргөн	Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч
1	Дунд давтамж	3.40-3.50 MHz	100 MHz	LG U+
2		3.50-3.60 MHz	100 MHz	KT
3		3.60-3.70 MHz	100 MHz	SK Telecom
4		4.72-4.82 MHz	100 MHz	Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ
5	Өндөр давтамж	26.5-27.3 GHz	800 MHz	KT
6		27.3-28.1 GHz	800 MHz	LG U+
7		28.1-28.9 GHz	800 MHz	SK Telecom
8		28.9-29.5 GHz	600 MHz	Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ

Дунд давтамжийн зурвасын үнэ хаялтад үндэсний оператор 3 компани нийлээд 2.27 тэрбум ам.доллар санал болгосон ба энэ нь дунджаар 15.74 US\$cent/MHz/pop үнэ болсон байна. Тусгай зөвшөөрөл нь 2019.12.01-нээс 10 жилийн хугацаатай ба 10 жилийн дотор тус бүр 150,000 бааз станц ашиглалтад оруулах нөхцөлтэй. 3 компани 5G сүлжээний дэд бүтцээ арилжааны нөхцөлөөр нээлттэй хуваалцах, хамтран ашиглах үүрэгтэй ажээ.

#### **3.3.1 Зах зээлийн байдал**

2021 оны гүйцэтгэлээр Солонгосын дотоод зах зээлийн харилцаа холбооны үйлчилгээний салбарын борлуулалт 28 тэрбум ам.долларыг давсан байна.

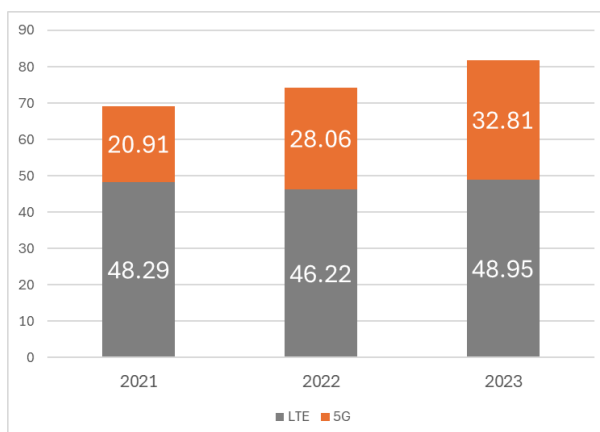
Дараах зурагт үүрэн холбооны хэрэглэгчийн тоог 2023 оны жилийн эцсийн байдлаар харуулсан.



Materials | Ministry of Science and ICT (February 8, 2024). <Status of wireless communication service subscriptions (as of the end of December 2023)>.

Зураг 3-2: БНСУ-ын үүрэн холбооны салбарын хэрэглэгчийн тоо, 2023 оны жилийн эцсийн гүйцэтгэл [8]

Хэрэглэгчийн тоогоор SK Telecom компани давамгайлж, 37.6% эзэлж байгаа бол LG U+ компани 22.4%, KT 21.1%, виртуаль операторууд 18.9% тус тус эзэлж байна.



Зураг 3-3: БНСУ-ын үүрэн холбооны зах зээлийн 4Ж, 5G хэрэглэгчийн тоо (сая) (эх сурвалж: Солонгосын харилцаа холбооны хорооны 2023 оны жилийн тайлан)

2023 оны гүйцэтгэлээр 5G сүлжээний хэрэглэгчийн тооны зах зээлд SK Telecom 48%, KT 30%, LG U+ 21%-ийг тус тус эзэлж байна.

### 3.3.2 Онцлох үйл ажиллагаа

2023 оны 2-р сард Солонгосын засгийн газар “K-Network 2030” стратегийн хөтөлбөрийг баталж, 473.1 сая долларыг 5G сүлжээний нэмэлт сайжруулалт, 6Ж сүлжээний хөгжүүлэлтийг дэмжихэд зарцуулахаар төсөвлөсөн байна. Мөн 2026 он гэхэд 6 ГГц-ээс доош давтамжид 510 МГц, 24 ГГц-ээс дээш давтамжид 2 ГГц зурвасыг тус тус 5G сүлжээнд зориулан олгохоор төлөвлөжээ.

Солонгосын Шинжлэх Ухаан Мэдээллийн Технологийн Яам (ШУМТЯ) нь оператор компаниудыг сүлжээ байгуулах зардлаа хуваалцвал татварын хөнгөлөлт, аюулгүй байдлын үйлчилгээ зэрэг урамшуулал олгодог. Сүлжээ байгуулах хөрөнгө

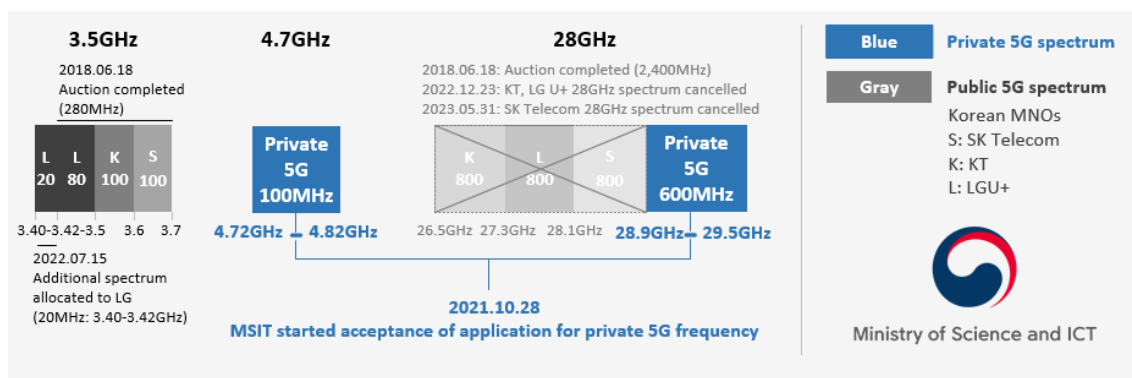


оруулалтаа хуваалцсанаар оператор компаниуд 756.6 сая ам.долларыг хэмнэх боломжтой гэж үзжээ.

Солонгосын ШУМТЯ нь хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд (ХХС) зориулан 4.7 ГГц дээр 100 МГц зурвас, 28 ГГц дээр 600 МГц зурвасыг 2021 оны 10-р сараас олгож эхэлсэн байна. ХХС-ийг дараах 2 нөхцөлөөр байгуулах боломжтой.

- Хувийн 5G оператор (Private 5G operator): байгууллага хэрэглэгчдэд ХХС үйлчилгээ үзүүлдэг хувийн 5G оператор
- Өөрөө хэрэглэгч байгууллага (Enterprise Do-It-Yourself): Компани, байгууллагууд өөрийн ХХС байгуулахаар давтамжийн ТЗ авах

2024 оны 2-р сарын байдлаар 35 компани, байгууллагад 56 байршилд ХХС байгуулах зориулалтаар 5G ХХС давтамж олгосон байна.



Зураг 3-4: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд зориулсан давтамжийн зурвас [9]

## 4 5G сүлжээ хөгжиж буй орнууд

### 4.1 Малайз

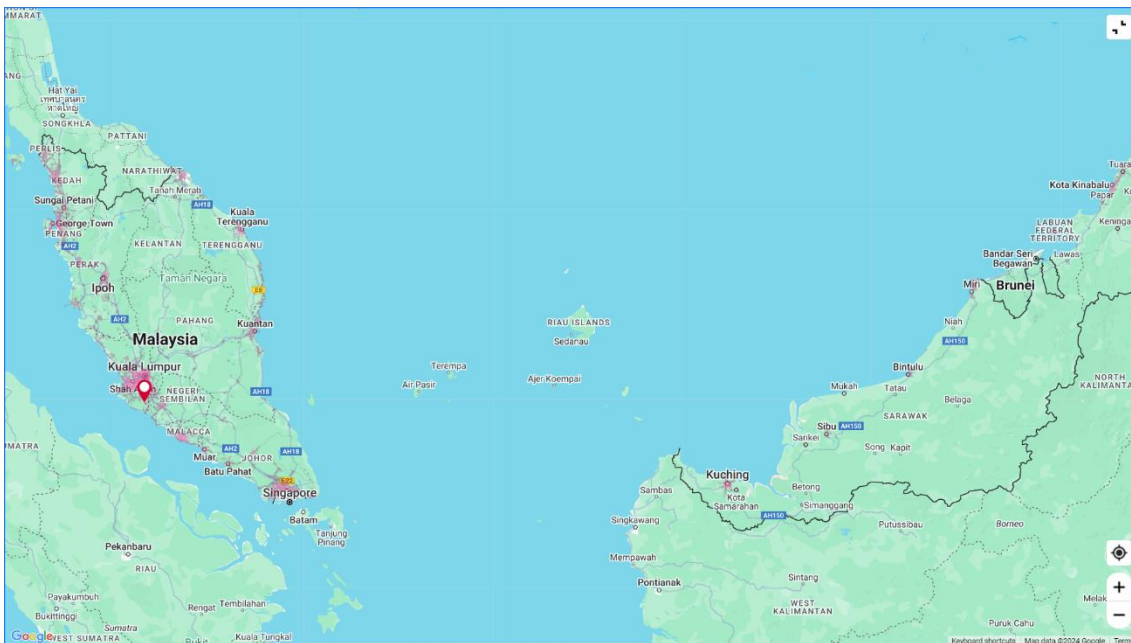
Малайз улс нь 34.6 сая хүн амтай, 330,803 кв.км газар нутагтай, Зүүн Өмнөд Азид орших, үндсэн хуультай, Хаант улс юм. Тус улсын ДНБ 1.3 их наяд ам.доллар ба нэг хүнд ногдох ДНБ 39,030 ам.доллар ажээ.

2021 оны 2-р сард Малайзын Засгийн газар “Малайзын цахим эдийн засгийн төсөл” хөтөлбөрийг нээх үедээ 5G сүлжээг төрийн мэдлийн, бөөний үйлчилгээ үзүүлэгч DNB (Digital Nasional Berhad) компани дангаар байгуулах шийдвэр гаргаснаа мэдэгдэж байсан нь дэлхий даяар маш цөөн нэвтэрсэн Single-Wholesale-Network (SWN) загвар юм. Тус компани 2024 он гэхэд Малайзын хүн ам оршин суудаг газар нутгийн 80%-ийг 5G сүлжээнд хамруулах зорилт тавьжээ. 2021 оны 7-р сард DNB нь Шведийн Эрикссон компаниар 5G сүлжээний төлөвлөлт, суурилуулалт хийлгэхэд нийт 2.34 тэрбум ам.доллар зарцуулахаа мэдэгдэж байв. [7]

2023 оны 12-р сард Малайзын үүрэн холбооны оператор CelcomDigi, Maxis, U Mobile, Telekom Malaysia, YTL компаниуд 5G сүлжээний бөөний үйлчилгээ үзүүлэгч DNB компанид тус бүр 14%-ийн хувьцаа эзэмших болсон ба энэ нь нийт хувьцааны 70% бөгөөд нийт 248.93 сая ам.доллар төлжээ. Үлдсэн 30% хувьцааг Малайзын Засгийн газар эзэмшиж байна.



2024 оны 1-р сарын байдлаар DNB компанийн 5G сүлжээний хамрах хүрээ Малайзын хүн ам сууршдаг газар нутгийн 80.2% -д хүрсэн гэж үзжээ. Дараах зурагт хамрах хүрээг 2024 оны 8-р сарын байдлаар харуулсан.



Зураг 4-1: Малайзын 5G сүлжээний хамрах хүрээ, 2024 оны 8-р сарын байдлаар (ягаан өнгө нь 5G сүлжээг илэрхийлнэ) [10]

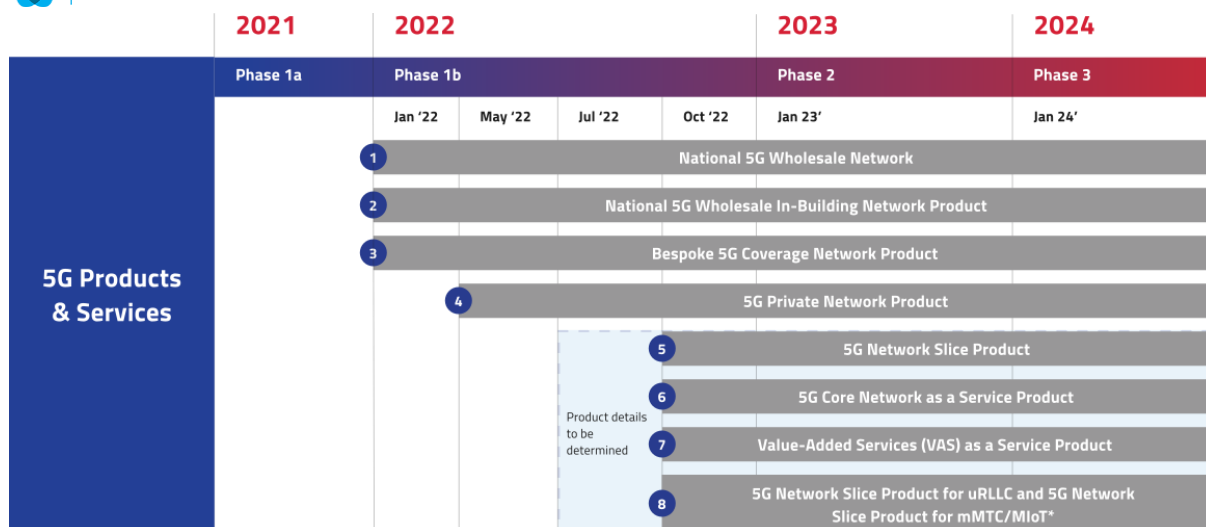
Зах зээлд эзлэх хувь Celcom Digi 47% (20.6 сая хэрэглэгч), Maxis 28% (12.1 сая хэрэглэгч), U Mobile 19% (8.5 сая хэрэглэгч), YTL Communications 4% (1.7 сая хэрэглэгч), Telekom Malaysia 2% (1 сая хэрэглэгч) гэсэн үзүүлэлттэй байна. Эдгээр 5 компани бүгд DNB-тэй гэрээ байгуулж, 5G үүрэн холбооны үйлчилгээг хэрэглэгчдэд хүргэдэг. Бүгд гар утсанд зориулсан 5G багцууд санал болгодог бол Maxis, U Mobile, YTL Communications компаниуд утасгүй суурин интернэтийн (5G FWA) багцыг мөн борлуулж байна. 5G тусгаар сүлжээнд суурилсан үйлчилгээ хараахан нэвтрээгүй байна.

2023 оны 5-р сард Малайзын Засгийн газар 5G сүлжээ байгуулах тусгай зөвшөөрлийг 2024 онд багтаан 2 дох компанид олгохоо зарласан ба 2024 оны 7-р сард Celcom Digi компани ТЗ авах хүсэлтээ MCMC-д хүргүүлээд байгаа ч одоогоор шийдэгдээгүй байна. Хоёр дох 5G бөөний сүлжээ байгуулах нь үйлчилгээний бүрэн зогсолтоос сэргийлэх, нөөц сүлжээ бий болгох ач холбогдолтой гэж үзжээ.

DNB компани 5G сүлжээндээ дараах давтамжийн зурвасуудыг ашиглаж байна.

Хүснэгт 4-1: Малайзын төрийн өмчит, 5G сүлжээний бөөний үйлчилгээ үзүүлэгч DNB компанийн эзэмшиж буй давтамжийн зурвас [7]

Дд	Давтамж	Зурвасын өргөн	Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч
1	700 MHz band	2x20 MHz	DNB
2	3.5 GHz band	200 MHz	DNB
3	26-28 GHz band	1600 MHz	DBB

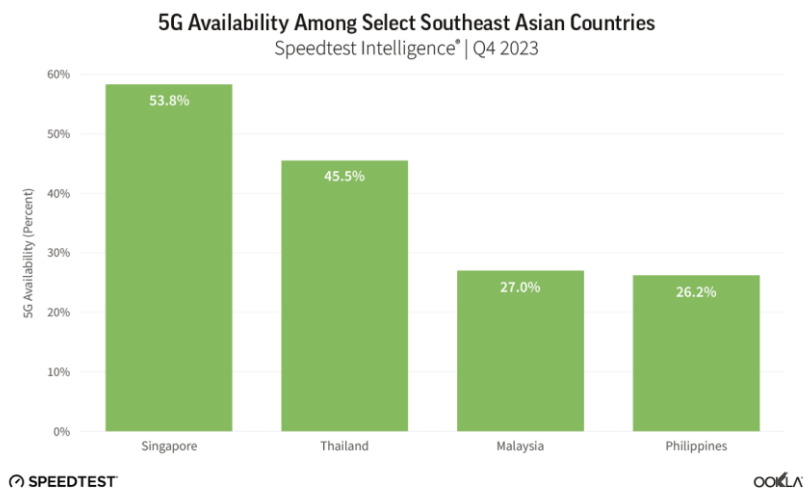


Зураг 4-2: DNB компанийн 5G бүтээгдэхүүн, үйлчилгээний хөгжлийн замнал

Дээрх зурагт DNB компанийн 5G бүтээгдэхүүн үйлчилгээний дунд хугацааны төлөвлөлтийг харуулсан. Үүнээс харахад тус компани 2023 оноос 5G тусгаар сүлжээний (SA) uRLLC, mMTC үзүүлэлтийг хангасан сүлжээний хэрчим үйлчилгээг зах зээлд нэвтрүүлэхээр тусгасан байна.

Connectivity intelligence буюу холбохуйн шинжилгээ судалгаагаар дэлхийд тэргүүлэгч Оокла компанийн 2023 оны эцсээр нийтэлсэн судалгаанд Малайзын 5G бөөний сүлжээний хурд, найдвартай байдал нь бүс нутагтаа тэргүүлж байгаа тухай дурьджээ. [6]

- Малайзын 5G сүлжээний медиан татах хурд 451.79 Мбит/сек байгаа нь Сингапурын 329.73 Mbps, Тайландын 129.40 Mbps, Филиппины 125.14 Mbps хурдаас их байна.
- Хурдны тууштай байдлын үзүүлэлтийг хэмжихдээ татах 25 Мбсек, илгээх 3 Мбсек хурднаас дээш заасан хэмжилтийн хувийг тооцдог ба Малайзын 5G сүлжээний хурдны тууштай байдал 97.3% байсан байна. Энэ нь уг үзүүлэлтээр дэлхийд тэргүүлдэг Хойд Мацедонийн 94.1%, Арабын Эмиратийн 93.9% гэсэн үзүүлэлтээс илүү сайн байгаа ажээ.
- Малайзын 5G сүлжээний татах хурдыг хэмжсэн хамгийн муу үзүүлэлтүүдийн 10%-ийг дундажлахад 203.49 Мбсек байгаа нь тус улсын 4Ж сүлжээний медиан татах хурд 37.23 Мбсек-ээс хамаагүй илүү байна.
- “5G сүлжээний олдоц” гэх үзүүлэлт нь идэвхтэй төхөөрөмж тухайн сүлжээнд холбоотой байсан хугацааны хувийг илэрхийлдэг байна. Уг үзүүлэлт 2023 онд 21%-иас 27% болж сайжирсан байна.



Зураг 4-3: Зүүн Өмнөд Азийн орнуудын 5G сүлжээний олдоцын үзүүлэлт [6]

RCR Wireless News судалгааны байгууллагаас мэдээлснээр 2024 оны 4-р сарын байдлаар Малайзын 5G хэрэглэгчийн тоо 11.9 саяд хүрснээр нэвтрэлт 35.4% болсон байна. Нийт 7,065 5G бааз станц ашиглалтад орсноор хүн ам оршин суух бүсийг хамрах хүрээ 81.5%-д хүрсэн гэж үзэж байгаа билээ. [12]

#### 4.2 Шинэ Зеланд

Шинэ Зеланд улс нь 5.4 сая хүн амтай, 268,021 кв.км газар нутагтай, үндсэн хуультай, Commonwealth-д хамаардаг, Номхон далайн баруун өмнөд хэсэгт орших арал улс юм. Тус улсын ДНБ 280 орчим тэрбум ам.доллар ба нэг хүнд ногдох ДНБ 53,809 ам.доллар ажээ.

Шинэ Зеландын Бизнес, Инновац, Хөдөлмөрийн Яамны (Ministry of Business, Innovation and Employment) Давтамжийн Менежментийн Газар (Radio Spectrum Management - RSM) нь хуулийн бүрэн эрхийн хүрээнд радио долгионы төлөвлөлт, олголт, ашиглалт, зохицуулалтыг хариуцан ажилладаг байна. 5G сүлжээнд 3.30-3.80 ГГц, 24-30 ГГц-ийн цараанаас хуваарилан ашиглах бодлого барьдаг.

Хүснэгт 4-2: Шинэ Зеландын 5G давтамжийн нөхцөл байдал [7]

Дд		Давтамж	Зурвасын өргөн	Тусгай зөвшөөрөл эзэмшигч
1	Дунд давтамж	3.30-3.40 MHz	100 MHz	Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ Газар зүйн бүс заасан хүрээнд
2		3.40-3.80 MHz	80 MHz	2degrees
3			80 MHz	One NZ
4			80 MHz	Spark
5			100 MHz	Interim Maori Spectrum Commission (IMSC)
6		24-30 GHz	Tbd	Тодорхой болгохоор ажиллаж буй

Үүрэн холбооны үндэсний операторууд Spark, One NZ, 2degrees нь 5G давтамжийн зурвастаа тус бүр 14.53 сая ам.долларын төлбөрийг Засгийн газарт 2023-2025 онд хуваан төлөх ажээ. Уг төлбөр нь алслагдсан, бизнес өгөөж муутай бүсүүдийн сүлжээ сайжруулахад зарцуулагдана.

Засгийн газраас оператор компаниудад 2020 онд Ковидтой холбогдуулан 5G давтамжийн түр хугацааны шууд олголт хийсэн ба 2023 онд 20 жилийн хугацаатай давтамжийн тусгай зөвшөөрөл болгожээ.

Худалдааны Хорооны (Commerce Commission) 2024 оны 6-р сарын тайланд үүрэн өргөн зурвасын нийт хэрэглэгчдийн 2% (5,500) 5G сүлжээний багц ашигладаг гэж мэдээлжээ. 2022 оны байдлаар үүрэн өргөн зурвасын нийт 291,000 хэрэглэгч байгаагаас 99% нь 4Ж, 1% нь 5G сүлжээ ашиглаж байсан байна. [7]

## 5 Ази Номхон Далайн бүс нутгийн нөхцөл байдал

GSA байгууллагын 2024 оны 9-р сарын судалгаанд [13] Ази, Номхон далайн бүс нутагт хамаарах 50 орны 178 оператор компанийн 4G (LTE), 5G сүлжээний суурилуулалт, ашиглалт, 2G, 3G сүлжээгээ унтраасан, унтраахаар төлөвлөж буй байдал зэрэг мэдээлэл дурьдагдсан.

Судалгаанд дараах 50 орон дурьдагдсан. Үүнд:

*Хүснэгт 5-1: Ази Номхон Далайн бүс нутгийн орнууд*

ДД	Улс	Дэд бүс
1	China	Eastern Asia
2	Hong Kong SAR	Eastern Asia
3	Japan	Eastern Asia
4	Macao SAR	Eastern Asia
5	Mongolia	Eastern Asia
6	Republic of Korea	Eastern Asia
7	Taiwan	Eastern Asia
8	Australia	Oceania
9	Cocos (Keeling) Islands	Oceania
10	Cook Islands	Oceania
11	Fiji	Oceania
12	Guam	Oceania
13	Kiribati	Oceania
14	Marshall Islands	Oceania
15	Micronesia	Oceania
16	Nauru	Oceania
17	New Caledonia	Oceania
18	New Zealand	Oceania
19	Niue	Oceania
20	Norfolk Island	Oceania
21	Northern Mariana Islands	Oceania
22	Palau	Oceania
23	Papua New Guinea	Oceania
24	Samoa	Oceania
25	Solomon Islands	Oceania
26	Tokelau	Oceania
27	Tonga	Oceania
28	Tuvalu	Oceania
29	Vanuatu	Oceania
30	Wallis and Futuna	Oceania

31	Brunei	South-eastern Asia
32	Cambodia	South-eastern Asia
33	Indonesia	South-eastern Asia
34	Laos	South-eastern Asia
35	Malaysia	South-eastern Asia
36	Myanmar	South-eastern Asia
37	Philippines	South-eastern Asia
38	Singapore	South-eastern Asia
39	Thailand	South-eastern Asia
40	Timor-Leste	South-eastern Asia
41	Vietnam	South-eastern Asia
42	Bangladesh	Southern Asia
43	Bhutan	Southern Asia
44	India	Southern Asia
45	Maldives	Southern Asia
46	Nepal	Southern Asia
47	Pakistan	Southern Asia
48	Sri Lanka	Southern Asia
49	Mayotte	Sub-Saharan Africa
50	Seychelles	Sub-Saharan Africa

Эдгээр улсуудын ихэнх нь Ази Номхон Далайн Цахилгаан Холбооны Байгууллага (АРТ)-ын гишүүн орнууд юм.

Эдгээрээс дараах орнуудад 5G сүлжээ суурилагдаж, үйлчилгээ зах зээлд нэвтэрсэн байна.

*Хүснэгт 5-2: 5G сүлжээ суурилуулж, үйлчилгээг зах зээлд нэвтрүүлсэн болон туршилтын журмаар нэвтрүүлсэн улсууд*

	Улс	Технологи	Нөхцөл байдал
1	Australia	5G	5G deployed in network, services launched
2	Bhutan	5G	5G deployed in network, services launched
3	Brunei	5G	5G deployed in network, services launched
4	China	5G	5G deployed in network, services launched
5	Fiji	5G	5G deployed in network, precommercial
6	Guam	5G	5G deployed in network, services launched
7	Hong Kong SAR	5G	5G deployed in network, services launched
8	India	5G	5G deployed in network, services launched
9	Indonesia	5G	5G deployed in network, services launched
10	Japan	5G	5G deployed in network, services launched
11	Laos	5G	5G deployed in network, services launched
12	Macao SAR	5G	5G deployed in network, precommercial
13	Malaysia	5G	5G deployed in network, services launched
14	Maldives	5G	5G deployed in network, services launched
15	New Zealand	5G	5G deployed in network, services launched
16	Northern Mariana Islands	5G	5G deployed in network, services launched
17	Philippines	5G	5G deployed in network, services launched
18	Republic of Korea	5G	5G deployed in network, services launched
19	Seychelles	5G	5G deployed in network, services launched

20	Singapore	5G	5G deployed in network, services launched
21	Sri Lanka	5G	5G deployed in network, services launched
22	Taiwan	5G	5G deployed in network, services launched
23	Thailand	5G	5G deployed in network, services launched
24	Vietnam	5G	5G deployed in network, precommercial

Бүс нутгийн дараах улсууд 5G сүлжээний туршилт хийсэн байна.

*Хүснэгт 5-3: 5G сүлжээний туршилт хийсэн улсууд*

	Улс	Технологи	Нөхцөл байдал
1	Bangladesh	5G	Evaluating/testing/trialling
2	Cambodia	5G	Evaluating/testing/trialling
3	Mongolia	5G	Evaluating/testing/trialling
4	Myanmar	5G	Evaluating/testing/trialling
5	Pakistan	5G	Evaluating/testing/trialling
6	Papua New Guinea	5G	Evaluating/testing/trialling

Дараах улсууд 5G сүлжээ оруулахаар төлөвлөсөн, суурилуулалт эхлүүлсэн байна.

*Хүснэгт 5-4: 5G сүлжээ оруулахаар төлөвлөсөн, суурилуулалт эхлүүлсэн улсууд*

	Улс	Технологи	Нөхцөл байдал
1	Nepal	5G	Planned
2	Vanuatu	5G	Planned
3	Samoa	5G	Deploying

Дараах улсуудад 5G сүлжээ нэвтрүүлэх талаар төлөвлөлт хийгдээгүй, одоогоор 4G сүлжээ ашиглаж байна.

*Хүснэгт 5-5: Зөвхөн 4Ж сүлжээ ашиглаж буй бүс нутгийн улсууд*

	Улс	Технологи	Нөхцөл байдал	Хүн ам (Мянга)	Газар нутаг (кв.км)
1	Cocos (Keeling) Islands	LTE Mobile	Launched	0.6	14
2	Cook Islands	LTE Mobile	Launched	15	236
3	Kiribati	LTE Mobile	Launched	121	811
4	Marshall Islands	LTE Mobile	Launched	42	181
5	Mayotte	LTE Mobile	Launched	320	374
6	Micronesia	LTE Mobile	Launched	113	702
7	Nauru	LTE Mobile	Launched	12	21
8	New Caledonia	LTE Mobile	Launched	271	18
9	Niue	LTE Mobile	Launched	2	261
10	Norfolk Island	LTE Mobile	Launched	2.2	34
11	Palau	LTE Mobile	Launched	18	459
12	Solomon Islands	LTE Mobile	Launched	735	29
13	Timor-Leste	LTE Mobile	Launched	1,354.6	14.9
14	Tokelau	LTE Mobile	Launched	1.5	10
15	Tonga	LTE Mobile	Launched	100	748

16	Tuvalu	LTE Mobile	Launched	12	26
17	Wallis and Futuna	LTE Mobile	Launched	11.5	142

5G сүлжээ төлөвлөөгүй, туршаагүй улсууд нь Номхон далайн арлын орнууд байгаа бөгөөд 600-с 1.3 сая хүн амтай жижиг зах зээлүүд ажээ.

Тус судалгаанд 50 орны 178 оператор компанийн сүлжээ, үйлчилгээг авч үзсэн ба сонирхолтой нэмэлт нэг мэдээлэл нь оператор компаниуд 2G, 3G сүлжээгээ унтраасан, унтраахаар төлөвлөж буй тухай юм.

2G сүлжээтэй холбоотой:

- 7 орны (Australia, China, Macao, New Zealand, Pakistan, Singapore, Taiwan) 17 компани 2G сүлжээгээ 2015-2021 оны хооронд бүрэн унтраасан.
- 5 орны (Bangladesh, India, Myanmar, New Zealand, Pakistan) 5 компани 2G сүлжээгээ 2025 он гэхэд унтраахаар төлөвлөсөн байна.

3G сүлжээтэй холбоотой:

- 7 орны (China, India, Japan, Malaysia, Pakistan, Philippines, Taiwan) 14 компани 3G сүлжээгээ 2020-2024 оны хооронд бүрэн унтраасан.
- 2 орны (Australia, Indonesia) 2 компани 3G сүлжээгээ унтраах явцтай
- 9 орны (Australia, Bangladesh, India, Indonesia, Japan, New Zealand, Singapore, Sri Lanka, Thailand) 15 компани 3G сүлжээгээ 2026 он гэхэд унтраасан байхаар төлөвлөсөн байна.

Ази Номхон далайн бүс нутаг дотор Зүүн Азийн дэд бүсэд Монгол улс харъяалж байгаа бөгөөд 5G сүлжээ суурилуулах, үйлчилгээ нэвтрүүлэх тал дээр хамгийн хоцорсон орны тоонд орсон байдалтай байна. Манай дэд бүсэд харъяалагдаж буй БНХАУ, Япон, БНСУ зэрэг улсууд нь 5G сүлжээний хамрах хүрээ, төрөл бүрийн үйлчилгээний нэвтрүүлэлтээр дэлхийд тэргүүлж байгаа юм.

## 6 Ашигласан материалын жагсаалт

Энэхүү танилцуулгыг бэлтгэхдээ дараах судалгааны эх үүсвэр, тайлан, материалыг ашигласан болно.

- [1] GSacom.com
- [2] [www.cullen-international.com](http://www.cullen-international.com)
- [3] ITU Academy online training, 5G technology development and its applications, co-hosted with China Academy of Information Communications Technology
- [4] 5gobservatory.eu
- [5] 2030 Digital Decade, report, European Commission, 2023.09.29
- [6] <https://www.ookla.com/articles/malaysia-5g-swn-q4-2023>
- [7] 5G and beyond, Sep 2024, report by Cullen International
- [8] <https://www.kcc.go.kr/user.do?boardId=1078&page=A02050300&dc=K02050300>
- [9] <https://www.netmanias.com/en/post/oneshot/15751/5g-private-5g/private-5g-frequency-allocation-status-in-korea-56-locations-updated-2024-02-02>
- [10] [www.digital-nasional.com.my](http://www.digital-nasional.com.my)





- [11] Ericsson Mobility Report, June 2024
- [12] <https://www.rcrwireless.com/20240520/5g/malaysia-ends-april-over-7000-5g-sites-nationwide>
- [13] GSA, GAMBoD (GSA Analysor for Mobile Broadband Data)