



ХАРИЛЦАА ХОЛБООНЫ
ЗОХИЦУУЛАХ
ХОРОО



Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (Private Mobile Network)

2025.06.19

Гарчиг

1	5G ХУВИЙН ХӨДӨЛГӨӨНТ СҮЛЖЭЭ ГЭЖ ЮУ ВЭ?	3
1.1	Бие даасан хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (STANDALONE Non-PUBLIC Network SNPN)	4
1.2	Нийтийн сүлжээтэй нэгдмэл хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (PUBLIC NETWORK INTEGRATED Non-PUBLIC Network PNI-NPN)	6
1.3	Нэгдмэл радио сүлжээ болон хяналтын давхаргатай ХХС	7
1.4	Нийтийн сүлжээтэй нэгдмэл ХХС	9
1.5	3GPP СТАНДАРТ БА ХУВИЙН ХӨДӨЛГӨӨНТ СҮЛЖЭЭ	10
2	ХХС-ИЙН ОЛОН УЛСЫН НЭВТРЭЛТИЙН БАЙДАЛ	12
2.1	БАРИМТАЛЖ БУЙ БОДЛОГО, ЧИГ ХАНДЛАГА	16
2.2	ДАВТАМЖИЙН ХУВААРИЛАЛТ	19
2.3	ХХС-нд дугаар олголт	27
2.3.1	E.164 numbers	28
2.3.2	Mobile Country Codes and Mobile Network Codes (MCC-MNC)	28
2.4	ХХС ашиглан нэвтрүүлсэн үйлчилгээ, шийдлүүд	30
3	МОБАЙЛ ВИРТУАЛ СҮЛЖЭЭ	37
3.1	МОБАЙЛ ВИРТУАЛ СҮЛЖЭЭ (MVNO): ТЕХНОЛОГИ БА БИЗНЕС МОДЕЛЬ	37
3.1.1	Branded reseller	38
3.1.2	Light-MVNO	39
3.1.3	Full-MVNO	39
3.1.4	Network enablers	40
3.1.5	MVNO хэрхэн ажилладаг вэ?	40
3.2	Өмнөд Азийн Цахилгаан холбооны зохицуулагчдын зөвлөл (SATRC) MVNO жишээ:	43
3.2.1	Бангладеш	43
3.2.2	Бутан	44
3.2.3	Энэтхэг	45
3.2.4	Иран	47
3.2.5	Пакистан	48
3.2.6	Шри Ланк	50
3.2.7	Шилдэг туршлагууд	51
4	5G ХХС-нд MVNO-ийн БОЛОМЖУУД	52
5	АВАХ АРГА ХЭМЖЭЭНИЙ САНАЛУУД	55
6	АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ	58

Хүснэгтийн жагсаалт

No table of figures entries found.

Зургийн жагсаалт

No table of figures entries found.

Энэхүү судалгаа нь 5G технологи ашиглан Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (Private Mobile Network), Виртуаль хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (Virtual Private Mobile Network) байгуулан ашиглах боломж, ач холбогдол, улс орнуудын туршлага, чиг хандлагыг тодорхойлж гаргах зорилготой.

1 5G Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ гэж юу вэ?

Үйлдвэрлэл, уул уурхай, эрүүл мэнд зэрэг төрөл бүрийн салбарт цахим шилжилт хийгдэж, үүлэн тооцоолол, юмсын интернэт, хиймэл оюун, баяжуулсан бодит байдал, блокчэйн зэрэг технологи улам ихээр нэвтрэх нь гарцаагүй болсон. Эдгээр технологиудын нэвтрэлт холбогдохуй (connectivity) дээр суурилах бөгөөд өндөр хурдтай, өндөр найдваржилттай мобайл сүлжээ холбогдохуйн чухал хэсгийн нэг нь болсон байна.

Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг шинээр байгуулж буй байгууллагуудаас гадна, одоогоор TETRA, P25, Дижитал хөдөлгөөнт радио (DMR), GSM-R болон Wi-Fi зэрэг технологид суурилсан хувийн сүлжээ ашиглаж байгаа олон байгууллага бий. Эдгээр хуучин сүлжээ нь дуу хоолой болон мессеж дамжуулах хязгаарлагдмал чадвартай тул, бодит цагийн видео, IoT төхөөрөмжийн сүлжээ, баяжуулсан бодит байдал (AR), автомат удирдлагатай системүүд зэрэг өндөр хурд, бага хоцрогдолтой, аюулгүй өргөн зурвасын шинэ хэрэгцээг хангаж чадахгүй байна.

Иймд эдгээр хэрэглэгчдийн дунд LTE болон 5G технологид суурилсан хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд шилжих эрэлт нэмэгдсэн. LTE болон 5G нь илүү хурдан өгөгдөл дамжуулах чадвар, найдвартай байдал, сүлжээний хуваалт (network slicing), edge computing болон хүчтэй аюулгүй байдлын архитектурыг дэмждэг тул хуучин технологийн хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг орлох хамгийн тохиромжтой шийдэл юм.

Хэр их хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ үйл ажиллагаа явуулж байгаа тоог яг нарийн тогтоох нь хүндрэлтэй байдаг. Учир нь эдгээр мэдээллийг олон нийтэд нийтэлдэггүй тохиолдол олон. Түүнчлэн, хувийн сүлжээ ашиглаж буй байгууллагуудын тоог хянах ч мөн адил төвөгтэй байдаг. Энэхүү зах зээлийн талаарх мэдээллийг сайжруулахын тулд GSA (Global mobile Suppliers Association) нь дэлхий даяарх хувийн LTE болон 5G сүлжээний хэрэглэгчийн хэрэгжилтийн мэдээллийг агуулсан мэдээллийн санг хөтлөн явуулж байна.

Хөдөлгөөнт холбооны 4-р үеийн сүлжээнд хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (XXC) (Private Mobile Network) өргөн нэвтэрч эхэлсэн ба улс орнууд 5-р үеийн сүлжээний XXC шийдлийг түлхүү ашиглаад эхэлсэн. GSA байгууллагын судалгаанд 2024 оны 2-р улирлын байдлаар дэлхийн 80 оронд 1,600 гаруй XXC ашиглагдаж байгаа тухай дурджээ.

Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ нь дараах 2 төрөлд ангилагдаж байна. Үүнд:

- Тусгаар, бие даасан XXC: нийтийн сүлжээнээс салангид, бие даасан хувийн сүлжээ
- Нийтийн сүлжээтэй нэгдмэл XXC: үүнд нийтийн сүлжээний радио сүлжээтэй нэгдмэл, нийтийн сүлжээний радио болон хяналтын давхаргын сүлжээтэй нэгдмэл, нийтийн сүлжээний хэрчим гэсэн 3 төрлийн шийдлийг дурддаг

Шалгуур	Standalone XXC	Shared Ran and/or control	Virtual Slice
Хэрэгжүүлэх хугацаа	Их	Багаас дунд	Бага
XXC хэрэглэгчдэд зориулсан зардлыг тохируулах	Их	Багаас дунд	Бага
XXC хэрэглэгчийн үр чадвар	Их	Дунд	Бага
Өгөгдлийн аюулгүй байдал/эзэмшигч/	Өндөр	Дунд	Бага
Сүлжээний аюулгүй байдал	Өндөр	Өндөр	Өндөр
Уян хатан, дасан зохицох чадвартай (орон зайн, хүчин чадал, технологи)	Өндөр	Багаас дунд	Багаас дунд
Өндөр хүртээмжтэй байхаар тохируулах боломж	Өндөр	Бага	Бага
Цаг хугацааны өндөр мэдрэмжтэй програмуудад (TSN) тохируулах боломж	Өндөр	Өндөр	Багаас дунд
XXC хэрэглэгчдэд хяналт тавих, оношлох боломж	Өндөр	Багаас дунд	Багаас дунд

Эх сурвалж: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy - Guidelines for 5G Campus Networks – Orientation for Small and Medium-Sized Businesses, April 2020

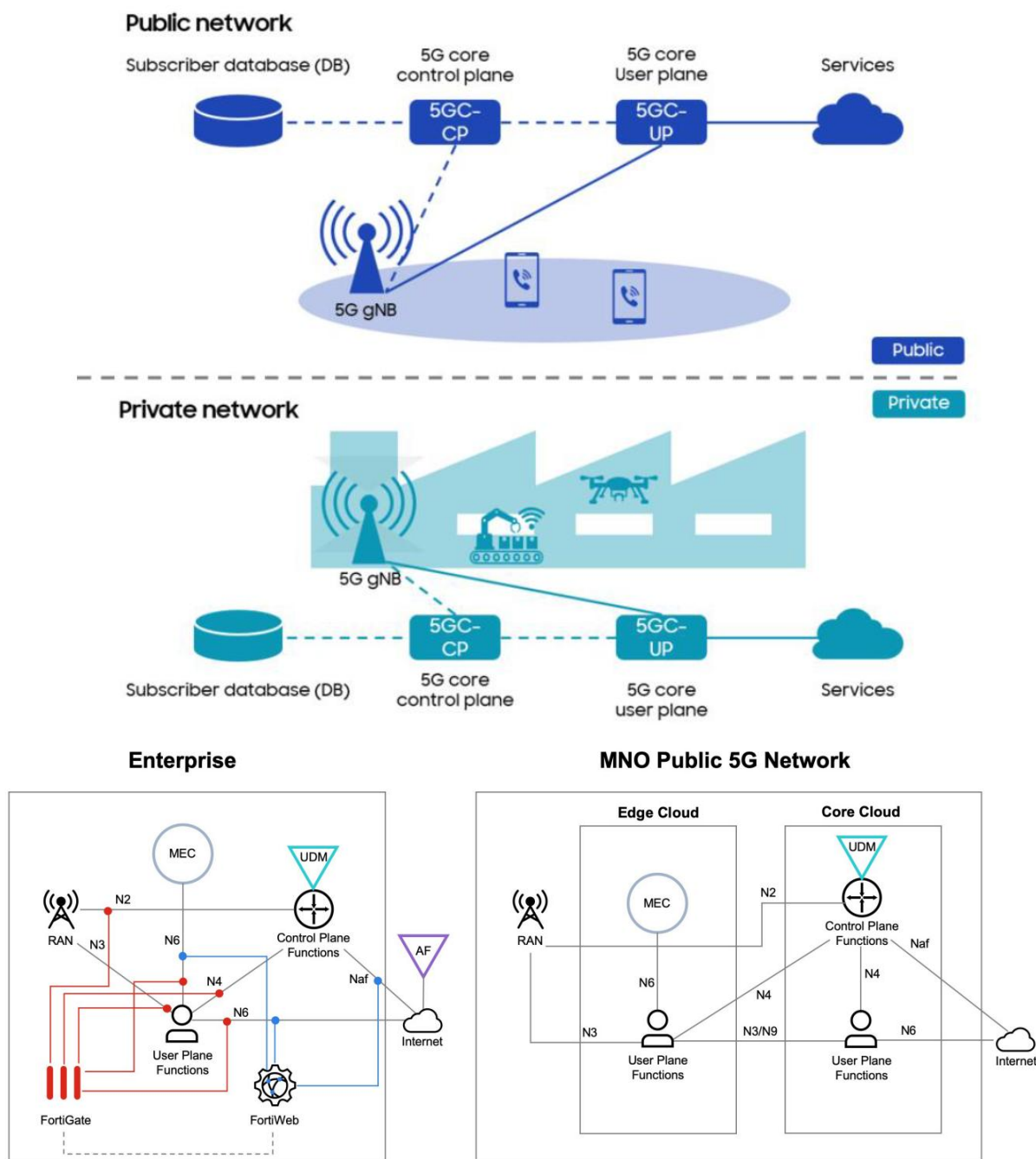
Шалгуур	Standalone XXC	Shared Ran and/or control	Virtual Slice
ТЭЗҮ	орон зайн, хууль эрх зүйн, зохион байгуулалтын шаардлага	MNO болон IT-д тавигдах орон зайн болон интеграцийн шаардлага	орон зайн, техникийн болон интеграцийн шаардлага
Хууль эрх зүйн урьдчилсан нөхцөл (лиценз авах)	давтамжийн лиценз авах	-	-
Дэмжлэг	газар дээрх 1, 2-р түвшний үүрэн холбоо, үйлчилгээнд шууд нэвтрэх	2-р түвшний үйлчилгээ болон 5G core, стандарт мэдээллийн технологийн дэмжлэг, үйлчилгээ үзүүлэгчийн дэмжлэг авна	Стандарт мэдээллийн технологийн дэмжлэг, үйлчилгээ үзүүлэгчийн дэмжлэг авна
Сүлжээний төлөвлөлт	радио сүлжээ, дэд бүтэц, үйлчилгээний архитектур	локал систем болон 5G бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг нэгтгэх, холбох, MNO сүлжээний төлөвлөлтөд туслах	локал системтэй нэгтгэх, MNO сүлжээний төлөвлөлтөд туслах
Суурилуулалт, ашиглалтын эхлэл	Урьдчилсан туршилт, хүлээн авалт, систем, дэд бүтцийг суурилуулах, үйлчилгээг нэвтрүүлэх	Систем, дэд бүтцийг суурилуулах, үйлчилгээг нэвтрүүлэх	үйлчилгээг нэвтрүүлэх
Компанийн IT-тэй нэгтгэх	үйлчилгээ ба эрхийн менежмент, аюулгүй байдал	үйлчилгээ ба эрхийн менежмент, аюулгүй байдал	эрхийн менежмент, холбох үйлчилгээ
Үйл ажиллагаа	бүрэн удирдлага, үйлчилгээний хяналтад шууд хандах	SLA-г хянах, local 5G бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг ажиллуулах	зөвхөн SLA хяналт

Эх сурвалж: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy - Guidelines for 5G Campus Networks – Orientation for Small and Medium-Sized Businesses, April 2020

1.1 Бие даасан хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (Standalone Non-Public Network SNPN)

Сүлжээний бүх функцүүд буюу gNB, 5G цөмийн хяналтын давхарга, хэрэглэгчийн давхарга зэрэг нь XXC байгуулсан этгээдийн өмч байх ба нийтийн сүлжээнээс тусгаарлагдсан байна.

5G цөм ашиглагдах тул 5G сүлжээний бүх функц, давуу талуудыг тухайн бие даасан XXC-д нэвтрүүлэх боломжтой. Давтамжийн зурвасын хувьд олон орнуудад XXC-д тусгайлан зориулсан, тусгай зөвшөөрөлтэй давтамжийн зурвас ашиглаж байгаа бөгөөд хамгийн түгээмэл ашиглагдаж байгаа нь n77 давтамжийн зурвас байна.



Зураг 1-1: 5G бие даасан хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ [4]

Энэ хувилбарын хувьд хувийн болон нийтийн 5G сүлжээний хооронд ямар нэгэн харилцан хамаарал огт байхгүй. Ийм төрлийн суурилалтуудыг (deployment) тухайн байгууллага нь үүрэн холбооны оператор(MNO)-той, эсвэл технологийн ханган нийлүүлэгч вендор компаниудтай хамтран байгуулж, удирдах боломжтой ч техник технологийн мэдлэг, чадамж дутмаг байх нь ихэнх тохиолдолд байгууллагууд өөрсдөө ийм шийдлийг хэрэгжүүлэхээс зайлсхийдэг. Үүрэн холбооны оператор(MNO)-оос бүрэн хараат бус, өндөр хамгаалалттай хувийн сүлжээ нь радио хандалтын сүлжээ (RAN), хяналтын давхарга (control plane), өгөгдлийн давхарга (data plane), мөн хязгаарласан ирмэгийн тооцооллын (MEC) бүрдэл хэсгүүдийг байгууллагын байршил дээрээ агуулна. Хувийн 5G сүлжээнд ашиглагдах давтамж нь **зөвшөөрөлтэй (licensed)**, **зөвшөөрөлгүй (unlicensed)** эсвэл үүрэн холбооны операторын эзэмшдэг 5G давтамжийг түрээслэн ашигладаг байна. Хэрвээ тухайн

хувийн сүлжээг оператор(MNO) өөрөө барьж байгуулан, ажиллуулж эсвэл удирдаж байгаа бол операторын давтамжийг ашиглаж болно. Хувийн сүлжээгээр үзүүлж буй үйлчилгээ болон хэрэгжүүлж буй хэрэглээний тохиолдлуудаас шалтгаалан, дараах сүлжээнүүдтэй холболт хийх шаардлагатай болдог. Үүнд:

- Байгууллагын дата төв (data center)
- Хамтрагч байгууллагууд болон гэрээт гүйцэтгэгчдийн систем/аппликейшнүүд
- Нийтийн үүлэн үйлчилгээ (public cloud)
- Хуулийн дагуу мэдээлэл хянах (lawful interception)
- Бусад гадаад сүлжээтэй уялдах (interworking)

Эдгээрийг хангахын тулд пакет өгөгдлийн сүлжээ (packet data network - PDN) болон интернэт холболт шаардлагатай болдог.

Бие даасан ХХС байгуулсан тохиолдолд хуулийн этгээд харилцаа холбооны сүлжээ байгуулах, ашиглах тал дээр туршлага дутагдах эрсдэл гарах магадлалтай ч тухайн сүлжээг өөрийн салбарт үр бүтээлтэй ашиглах, өөрийн салбарын цахим шилжилтийг үр дүнтэй сайжруулахад илүү бүтээмжтэй ажиллах магадлалтай. Мобайл сүлжээ төлөвлөх, суурилуулах, ашиглахдаа ХХС байгуулах хуулийн этгээд нь тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгч вендор компани, эсхүл харилцаа холбоо, мэдээллийн технологийн оператор компанитай хамтран ажиллах боломжтой байдаг.

1.2 Нийтийн сүлжээтэй нэгдмэл хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (Public Network Integrated Non-Public Network PNI-NPN)

Нэгдмэл радио сүлжээтэй ХХС

ХХС байгуулахдаа радио сүлжээний хэсгийг нийтийн сүлжээний дэд бүтэц хамтран ашиглах шийдэл юм. Ингэхдээ ХХС-д зориулан олгосон давтамжийн зурвас ашиглах, эсхүл тусгай зөвшөөрөлтэй мобайл операторын давтамжийг ашиглах боломжтой. 5G core нь ХХС эзэмшигч этгээдийн өмч байна.

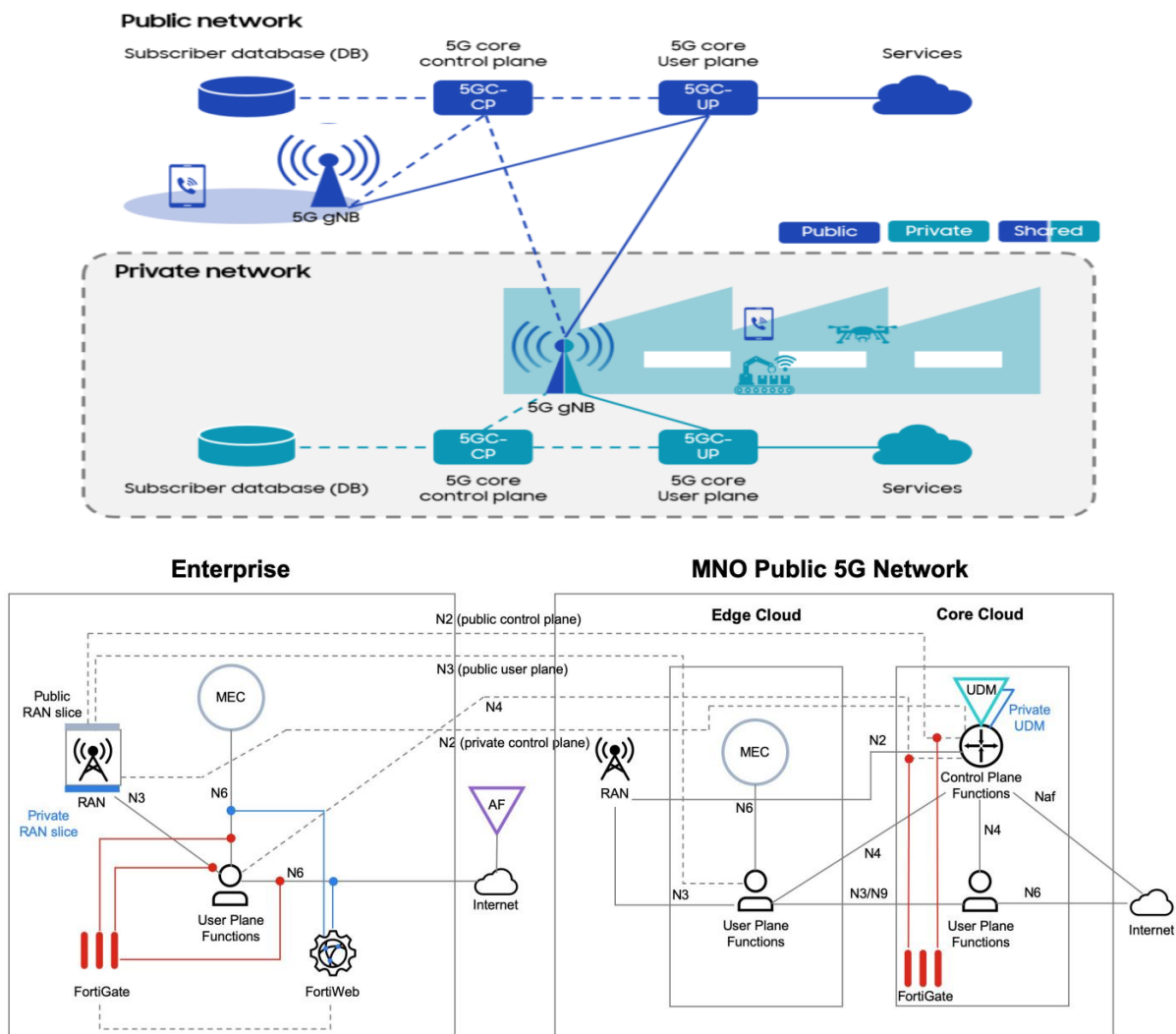
Энэ хувилбар нь бие даасан ХХС-тэй илүү дүйцэхүйц байдаг. Зураг 1-2-т үзүүлснээр хувийн сүлжээний хяналтын болон хэрэглэгчийн ачаалал ХХС-ний 5Ж үндсэн сүлжээнд(core) холбогдох тул гадагш алдагдахгүй.

Энэхүү архитектурт RAN (байгууллагын байршилд байрласан gNB-ууд) нь **RAN түвшинд хийсэн сүлжээний хуваалт (slicing)**-аар дамжуулан **хувийн болон нийтийн 5G сүлжээний хооронд хуваалцагддаг**.

Үүнд дараах хуваалтууд орно:

- **Хувийн сүлжээний slice** – Хувийн сүлжээнд холбогдсон бүх UE/IoT төхөөрөмжийн хяналтын болон өгөгдлийн урсгал **зөвхөн байгууллагын дотоод хувийн сүлжээнд үлдэж**, түүний бүрэлдэхүүн хэсгүүдээр үйлчлүүлнэ.
- **Нийтийн сүлжээний slice** – Нийтийн сүлжээнд холбогдсон UE/IoT төхөөрөмжийн хяналтын болон өгөгдлийн урсгал нь **байгууллагын байрлалаас гарч**, тухайн гар утасны операторын олон нийтийн 5G сүлжээгээр үйлчлүүлнэ.

Бүх төрлийн архитектурын хувьд, **гаднах PDN холболт** (интернэт болон бусад сүлжээнүүд рүү холбогдох) болон **MEC (edge computing)** шийдэлтэй холболт шаардлагатай байх магадлал өндөр.



Зураг 1-2: Нэгдмэл радио сүлжээтэй нийтийн болон хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ [4]

1.3 Нэгдмэл радио сүлжээ болон хяналтын давхаргатай ХХС

Энэ хувилбарт хувийн болон нийтийн сүлжээ нь нэгдмэл радио сүлжээ (RAN) ашиглах ба сүлжээний хяналтын давхаргын функц (core control plane) нь нийтийн сүлжээнээс хийгдэнэ. Энэхүү архитектурт **байгууллагын байршил дахь RAN ба хяналтын (control) түвшний үйлчилгээг гар утасны сүлжээний оператор (MNO) өөрийн нийтийн сүлжээгээр** дамжуулан үзүүлдэг. Гэсэн ч эдгээр нь **тусгай зориулалтын хувийн сүлжээний хэрчмээр (slice)** дамжуулан **нийтийн RAN болон хяналтын түвшнээс логик хувилбараар тусгаарлагдсан** байдаг.

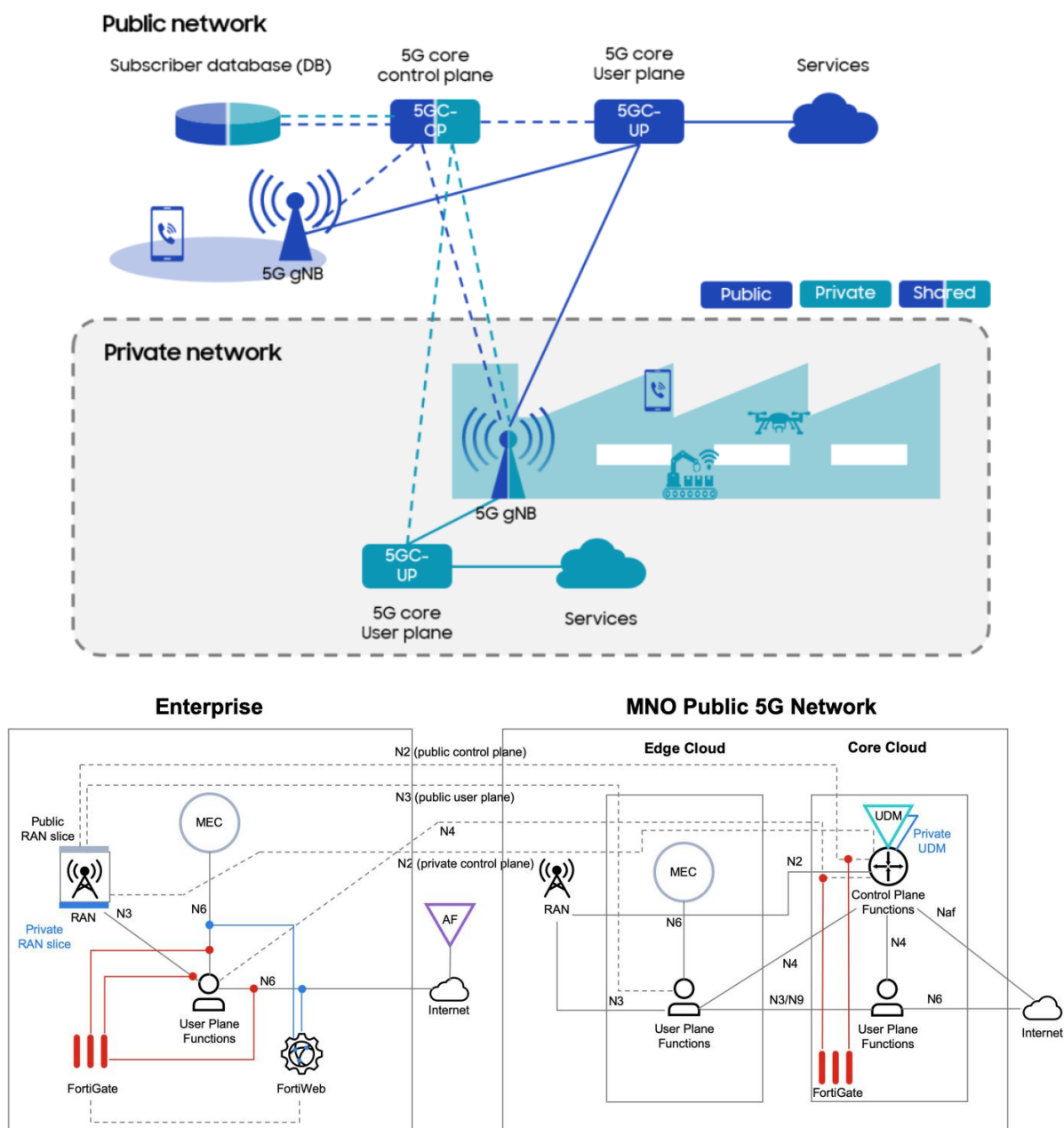
Энэхүү архитектурын гол зорилго нь:

- Байгууллагын өгөгдлийг **дотоод сүлжээнд нь хадгалах, MNO-ийн нийтийн сүлжээнээс тусгаарлах;**

- Control plane үйлдлүүдийг хувийн сүлжээний бүрэлдэхүүнүүд (жишээ нь, UPF болон гадаад application function – AF)–тэй аюулгүй холбох шаардлагыг хангах юм.

Гэхдээ анхаарах зүйл нь: **control plane-ийн үйл ажиллагаа MNO-ийн нийтийн сүлжээнд явагддаг** тул энэ явцад **байгууллагын мэдрэмтгий мэдээлэл** (жишээ нь, UE/IoT төхөөрөмжийн мэдээлэл) MNO-ийн үндсэн сүлжээний UDM-д хадгалагдах магадлалтай. Иймээс **control plane болон мэдээллийн нууцлалыг MNO бүрэн хариуцах ёстой**.

Харин **өгөгдлийн түвшний функц (data plane) болон MEC** нь байгууллагын байршилд байрладаг тул **маш бага хоцролт шаарддаг аппликейшнүүдийг** дэмжих боломжийг бүрдүүлдэг.



Зураг 1-3: Радио сүлжээ болон хяналтын давхаргын функц
нийтийн сүлжээтэй нэгдмэл ХХС

ХХС-ний хэрэглэгчийн бүртгэл, үйлчилгээний идэвхжүүлэлт зэрэг хяналтын функцүүд нийтийн сүлжээнд буюу оператор компанийн сүлжээнд хийгдэнэ. Өөрөөр хэлбэл, ХХС-ний хэрэглэгч нь оператор компанийн хэрэглэгчтэй адил операторын нийтийн сүлжээнд бүртгэгдэх тул хувийн сүлжээ, тухайн оператор компанийн нийтийн сүлжээ хооронд чөлөөтэй шилжих боломжтой.

Дата ачаалал нь хувийн хөдөлгөөнт сүлжээний хэрэглэгчийн давхаргад замчлагдах тул маш бага хоцролттой холболтыг дэмжинэ. Ирмэг тооцоолол ашиглагдах боломжтой.

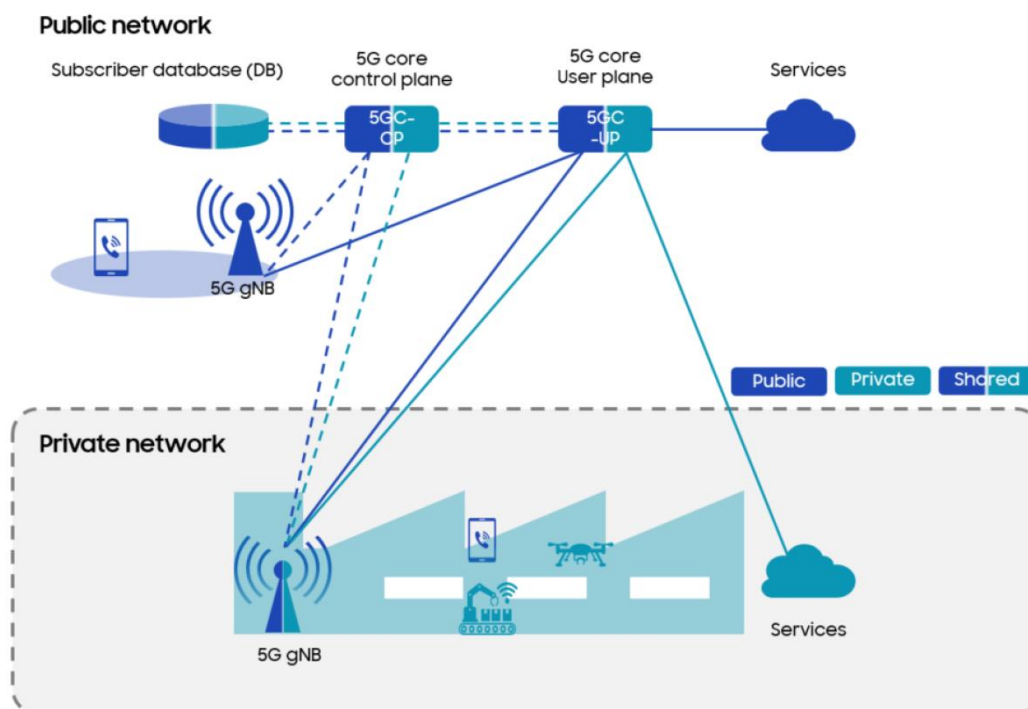
1.4 Нийтийн сүлжээтэй нэгдмэл ХХС

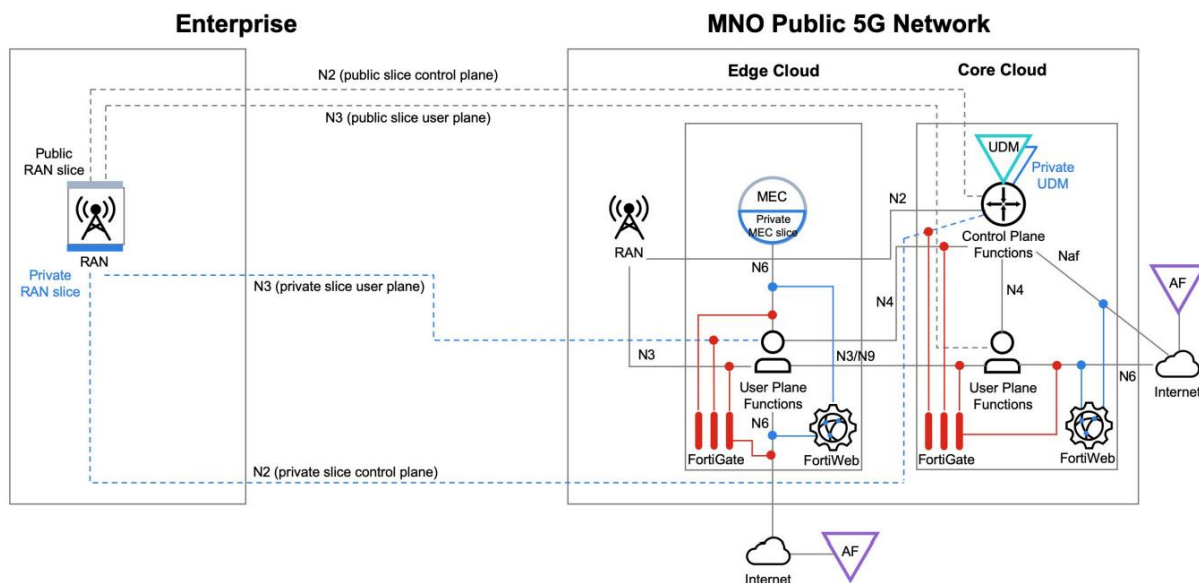
Оператор компанийн нийтийн сүлжээг 5Ж сүлжээний хэрчим технологи ашиглан виртуаль ХХС үүсгэн ашиглах хувилбар юм. Энэ тохиолдолд сүлжээний нууцлал, аюулгүй байдлыг оператор компани бүрэн хариуцах ба нийтийн сүлжээнд гэмтэл саатал гарах үед хувийн сүлжээ мөн ажиллахгүй.

Энэхүү архитектурт байгууллагын хувийн хөдөлгөөнд сүлжээ нь нийтийн 5G дэд бүтцийн дээр бий болгосон **эхнээс нь төгсгөл хүртэлх (end-to-end) сүлжээний хэрчим (эсвэл хэд хэдэн хэрчим)**-ээр хангагдсан **логик сүлжээ** юм.

Байгууллагын байршилд зөвхөн **gNB төхөөрөмж** суурилуулагдаж, тухайн газар дахь **UE/IoT төхөөрөмжүүдийг** үйлчилгээгээр хангана.

MEC болон UPF нь **боломжит хамгийн ойр байрлалд**, шаардлагатай тохиолдолд **байгууллагын дотор** байрладаг бөгөөд энэ нь **бага хоцролттой кейсүүдийг хэрэгжүүлэх** боломжийг олгодог.





Зураг 1-4: Нийтийн сүлжээнд үүсгэсэн ХХС

Хувийн сүлжээний хэрэглэгч нийтийн сүлжээнд шилжин ажиллах боломжтой байна. Сүлжээний ашиглалт үйлчилгээг оператор компанид бүрэн хариуцуулах боломжтой.

Хувийн сүлжээний хэрэглэгчдийн (үйлдвэрлэлийн) үүднээс авч үзвэл, бие даасан хувийн сүлжээ нь сүлжээний тохиргоо, менежментэд хамгийн уян хатан байдлыг өгдөг боловч техникийн чадамжийг хадгалах, суурилуулах зардал өндөр байхыг шаарддаг.

1.5 3GPP стандарт ба хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ

5G нь [TS23.501] стандартаар **үйлчилгээнд суурилсан архитектур (Service-Based Architecture)** ашиглахаар зохион байгуулагдсан тул, үндсэн сүлжээний хяналтын(control plane) болон өгөгдлийн урсгалын (data plane) функцүүдийг заавал операторын төв байршилд төвлөрүүлэхгүйгээр, **өөр өөр байрлалд тараан байрлуулах** боломжтой болсон.

3GPP хувийн хөдөлгөөнт сүлжээний (NPN) хөгжүүлэлт:

- **Release 15:** Бүрэн тусгаарлагдсан бие даасан хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ (SNPN – Standalone Non-Public Network)-г танилцуулсан.
- **Release 16:** SNPN төхөөрөмжүүдийн шаардлагыг боловсронгуй болгосон. Гэхдээ SNPN нь өөр SNPN сүлжээнд холбогдох, эсвэл **нийтийн гар утасны сүлжээ (PLMN – Public Land Mobile Network)**-тэй холбогдохыг хориглосон ч TS23.501 стандартын **5.30-р хэсэг нь (TS 23.501 – 5.30.2.7 хэсэгт) PLMN-аар дамжуулан SNPN-д нэвтрэхийг дэмждэг. SNPN дээр холбогдсон хэрэглэгч төхөөрөмж (UE) нь PLMN-ийн N3IWF (non-3GPP interworking function)-аар дамжуулан нийтийн сүлжээний үйлчилгээ (жишээ нь IMS, яаралтай тусламж, AAA гэх мэт) авах боломжтой гэж заасан.** SNPN төхөөрөмжүүд нь

PLMN-ийн хувьд “итгэлгүй (untrusted)” төхөөрөмж гэж үзэгддэг, хэрвээ PLMN-д бүртгэгдээгүй бол нийтийн сүлжээ ашиглах боломжгүй.

Нийтийн сүлжээний операторууд нь **хатуу зохицуулалтын болон хууль эрх зүйн шаардлагад** захирагддаг боловч, **бие даасан хувийн сүлжээнүүд (SNPN)** дээр эдгээр хязгаарлалт тавигддаггүй, илүү уян хатан байдаг. **3GPP Release 16** нь NPN-үүдийг илрүүлэх (discover), таних (identify), сонгох (select), нэвтрэх хяналт (access control) хэрэгжүүлэх боломжийг тодорхойлсон.

3GPP Release 17 шинэчлэл:

- **SNPN-д AAA (Authentication, Authorization, Accounting)** үйлчилгээг хэрэгжүүлэх боломжтой болсон.
- **5G холболтод зориулсан хэрэглэгчийн төхөөрөмжийг (UE) бүртгэх, алсаас тохируулах (onboarding, remote provisioning)** боломжтой болсон.
- **IMS суурьтай дуу хоолой, яаралтай тусламжийн үйлчилгээ** SNPN дээр ашиглагдах боломжтой болсон.

3GPP-ийн дараагийн судалгаанууд хувийн сүлжээний (NPN) чадамжуудыг цаашид **өргөтгөх, сайжруулах** чиглэлд үргэлжилж байна.

3GPP стандартаар тодорхойлсон N2-N6 интерфэйсүүд буюу сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг холбодог сүлжээний холболтын цэгүүдээр 5G сүлжээний радио сүлжээ, core буюу үндсэн сүлжээ болон гадаад өгөгдлийн сүлжээнүүдийг холбож өгдөг.

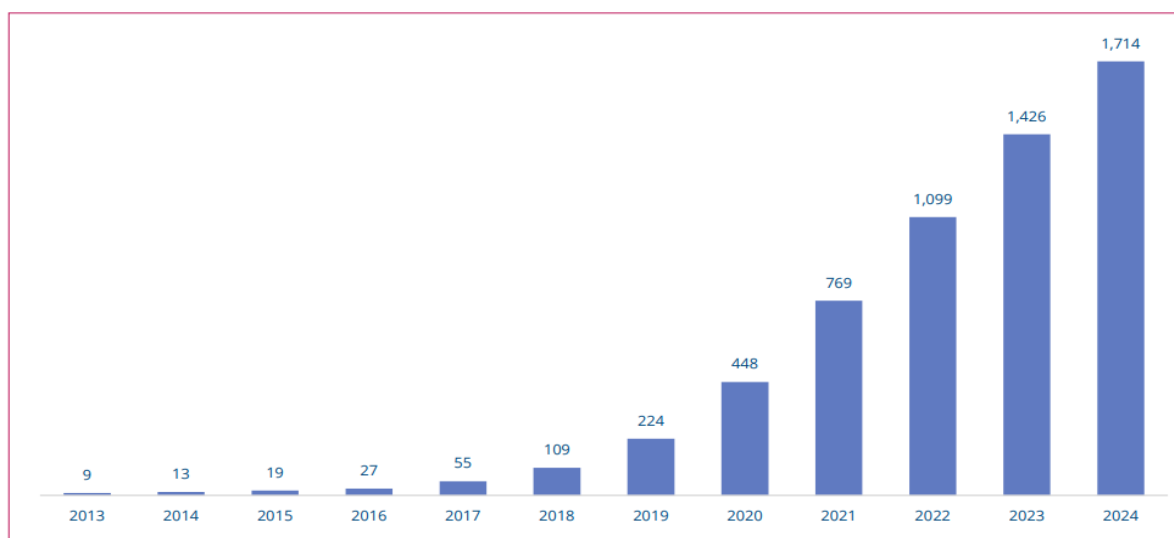
N2-N6 интерфэйс бүрийн тайлбар

Интерфэйс	Холбогдож буй бүрэлдэхүүн хэсгүүд	Үүрэг
N2	gNB (5G антенн) ↔ AMF (Access Management Function)	Хэрэглэгчийн бүртгэл, хөдөлгөөний удирдлага, дуудлагын тохиргоо гэх мэт control-plane дохиоллын мэдээллийг дамжуулна.
N3	gNB ↔ UPF (User Plane Function)	Хэрэглэгчийн интернэтийн дата болон хэрэглээний урсгалыг дамжуулдаг user-plane интерфэйс.
N4	SMF (Session Management Function) ↔ UPF	Хурдны урсгалыг удирдах, өгөгдлийн замын тохиргоог хийх control интерфэйс .
N5	PCF (Policy Control Function) ↔ AF (Application Function)	Хэрэглээний түвшний шаардлагын дагуу policy буюу бодлогын удирдлага хийхэд ашиглагдана. Жишээ нь: видео апп өндөр хурдтай сүлжээ шаардах.

N6	UPF ↔ Гадаад өгөгдлийн сүлжээ (жишээ нь: интернет)	Төв сүлжээг гадаад сүлжээнүүдтэй холбох интерфэйс. Энэ нь хэрэглэгчийн интернет эсвэл бусад сүлжээнд хандах сүүлийн гарц юм.
-----------	--	--

2 ХХС-ийн олон улсын нэвтрэлтийн байдал

GSA байгууллагын судалгаанд дэлхийн 80 гаруй улсад 1,714 гаруй бие даасан хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ 2025 оны 1-р улирлын байдлаар ашиглагдаж буйг дурдсан ба үүний дөрөвний нэг нь 5Ж тусгаар сүлжээний технологи дээр суурилсан ажээ. Үлдсэн хэсэг нь 4Ж, 5Ж тусгаар бус сүлжээ, GSM-R зэрэг өмнөх үеийн хөдөлгөөнт холбооны шийдэлд суурилсан. Хувийн үүрэн холбооны сүлжээний зах зээлийн тоглогч нь тоног төхөөрөмж, технологийн ханган нийлүүлэгчид, үүрэн холбооны операторууд, системийн интеграторууд болон хувийн сүлжээний эцсийн хэрэглэгчид (заримдаа өөрсдийн дэд бүтцийг суурилуулах, ажиллуулах үүрэг хүлээдэг) зэрэг өргөн хүрээний үйлчилгээ үзүүлэгчдийн маркет юм. Түүнчлэн, ихэвчлэн "hyperscalers" гэж нэрлэгддэг дэлхийн хэмжээний үүлэн үйлчилгээ үзүүлэгчид гар утасны операторууд эсвэл сүлжээний ханган нийлүүлэгчидтэй хамтран хувийн хөдөлгөөнт сүлжээний шийдлүүдийг санал болгодог байна.



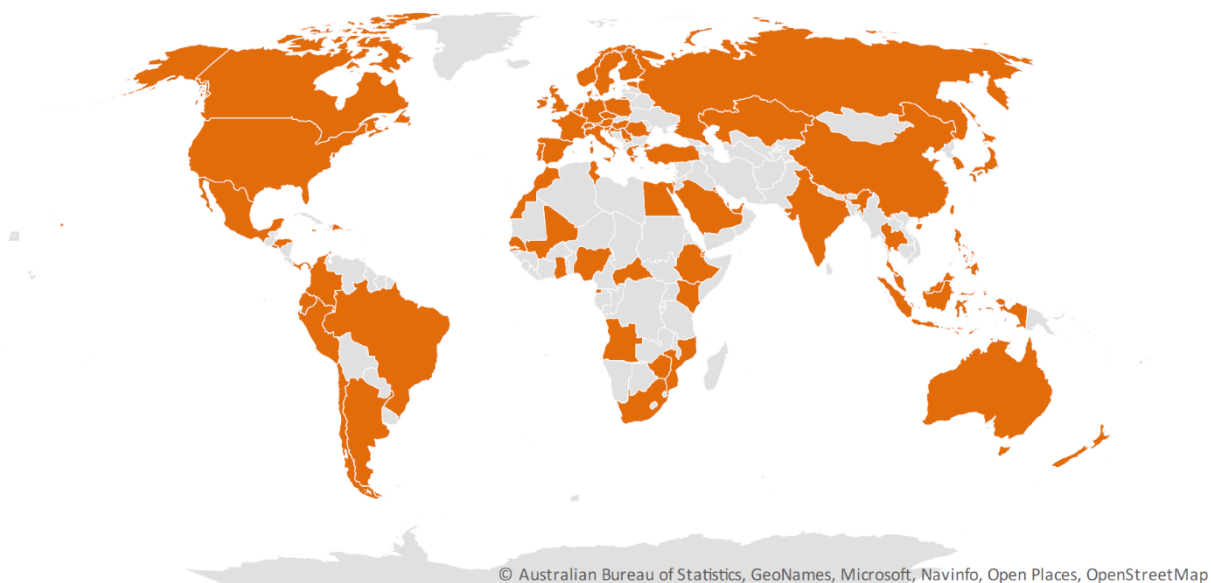
Зураг 2-1: Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ байгуулсан хэрэглэгч-GSA 2025 report
Шинээр нэмэгдэж буй ХХС-үүд 5Ж технологийг илүү сонгох болсон байна.

50 гаруй вендор компани хувийн хөдөлгөөнт сүлжээний тоног төхөөрөмжийн шийдэл нийлүүлж буй тухай мөн судалгаанд дурджээ.

GSA байгууллага 2013 оноос эхлэн Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээний хөгжлийг ажиглан, судалгааны тайлан жил бүр гаргаж байна. Уг судалгаанд хамруулсан ХХС нь дараах нөхцөлийг хангасан байдаг.

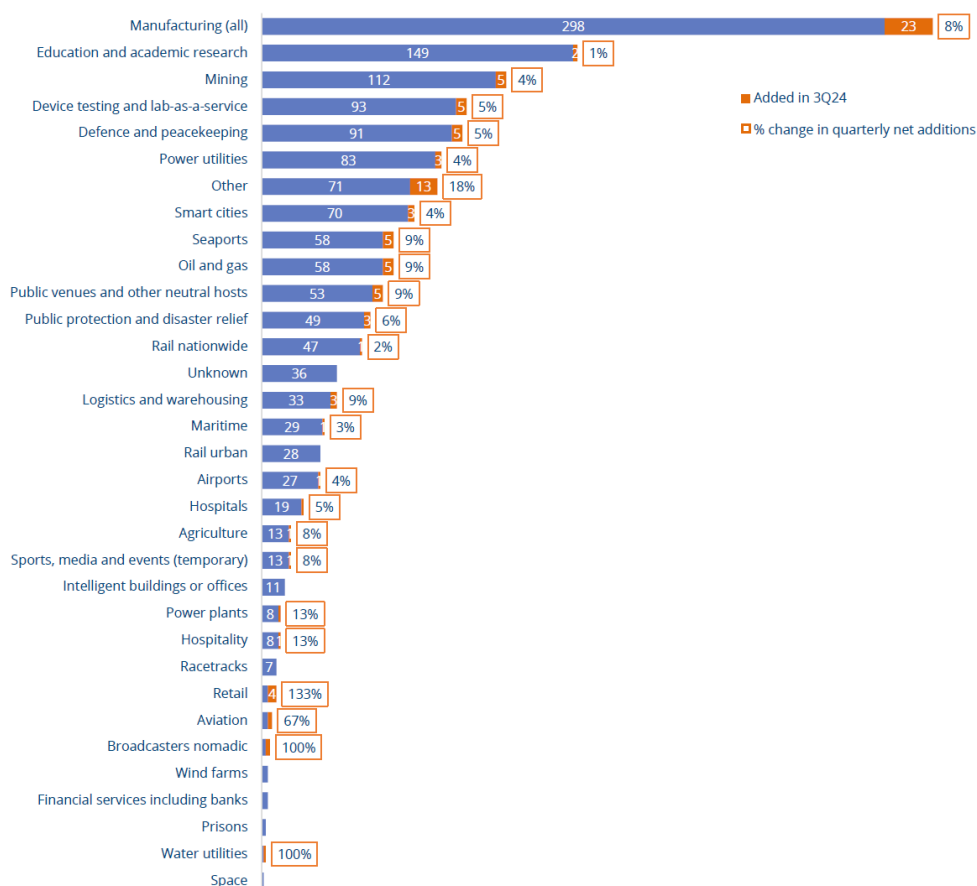
- 4Ж, 5Ж үүрэн холбооны технологид суурилсан байх
- Бие даасан тусгаар сүлжээ байх
- 100,000 Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалт хийгдсэн байх (2024 оноос эхлэн 50,000 Еврогоос дээш хөрөнгө оруулалт хийгдсэн ХХС-ийг мөн судалгаанд хамруулах болсон)

- Зөвхөн нэг хуулийн этгээд буюу хувийн хэвшлийн нэг компани, төрийн нэг байгууллагын хэрэгцээнд зориулагдсан байх



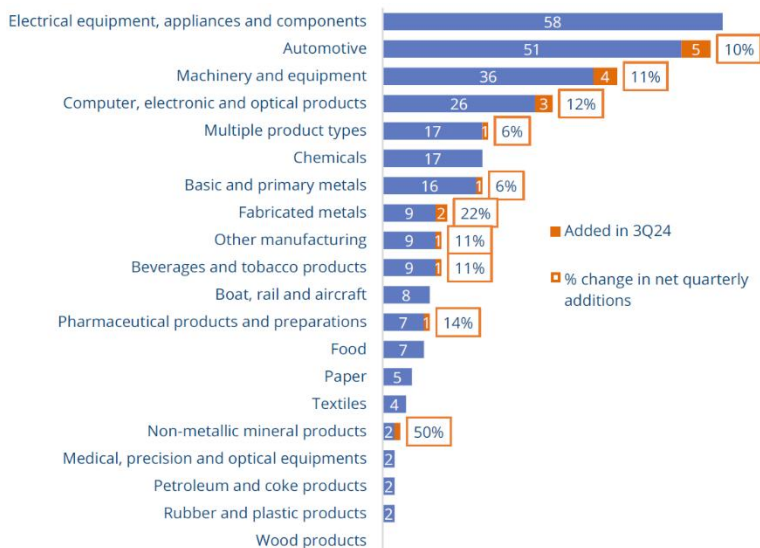
Зураг 2-2: ХХС байгуулагдсан улс орнууд [6]

[6] судалгаанд дурдсанаар ХХС-ийг үйлдвэрүүд, эрдэм шинжилгээний байгууллага, уул уурхай, батлан хамгаалах, эрчим хүчний салбар тэргүүлэн ашиглаж байгаа ажээ. Дараах зурагт ХХС ашиглаж буй салбаруудыг харуулжээ.



Зураг 2-3: ХХС ашиглагдаж буй салбарууд [6]

ХХС хамгийн өргөн хэрэглэгдэж буй үйлдвэрлэлийн салбарыг нарийвчлан харвал цахилгаан хэрэгсэл, автомашин, үйлдвэрийн тоног төхөөрөмж, компьютер электроник, химийн үйлдвэр зэрэг дэд салбарууд тэргүүлж байна.



Зураг 2-4: ХХС нэвтрүүлсэн үйлдвэрлэлийн дэд салбарууд

Экосистемийн тоглогчид	5G ХХС зах зээл дээрх үйл ажиллагаа	Жишээ
MNO	Нийтийн сүлжээний операторуудын хувийн 5G орон зай дахь үйл ажиллагаа нь 5G сүлжээнд хөрөнгө оруулалт хийх хэрэгцээ, аж ахуйн нэгжийн сегмент дэх томоохон боломжуудаас үүдэлтэй. Үүрэн операторуудад хэд хэдэн давуу тал бий: шаардлагатай бүх техник хангамжид хандан ажиллах 5G сүлжээний талаарх тэдний туршлага; янз бүрийн хэмжээтэй, янз бүрийн байршилд байгаа аж ахуйн нэгжүүдийг дэмжиж хүрч үйлчлэх цар хүрээ; мөн өөрсдийн давтамж.	Airtel, AIS, Singtel, SK Telecom, Telstra, Verizon.
Сүлжээний тоног төхөөрөмж нийлүүлэгчид	Сүлжээний тоног төхөөрөмж нийлүүлэгчид(вендор) нь 5G ХХСүлжээг байгуулах, ажиллуулахад шаардлагатай тоног төхөөрөмж болон зарим программ хангамжийг хангадаг. Вендорууд нь 5G ХХСүлжээ нэвтрүүлэхийг зорьж буй аж ахуйн нэгжүүд болон операторуудад нийлүүлэгчийн үүрэгтэйгээр ажилладаг. Тэдний энэ салбар дахь давуу тал нь олон жилийн турш нийтийн сүлжээнд зориулсан RAN болон үндсэн сүлжээний төхөөрөмж, бусад сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг бүтээж ирсэн туршлагаас үүдэлтэй юм.	Ericsson, Huawei, Nokia, Samsung, ZTE

Системийн интеграторууд	Системийн интегратор компаниуд нь 5G ХХСүлжээ нэвтрүүлэхэд аж ахуйн нэгжүүдэд дэмжлэг үзүүлж, тохирох RAN болон үндсэн сүлжээний тоног төхөөрөмж нийлүүлэгчийг тодорхойлоход тусалдаг бөгөөд сүлжээг бүрдүүлэх, ашиглалтад оруулах үйл явцыг хариуцдаг. Системийн интегратортой хамтран ажилласнаар аж ахуйн нэгжүүдэд илүү их өөрчлөн тохируулах боломжууд болон тоног төхөөрөмж нийлүүлэгчид, операторууд болон бусад экосистемийн оролцогчидтой харилцан уялдаа, нийцтэй байдлыг шийдвэрлэх боломжууд нэмэгддэг. Мөн системийн интеграторууд, ялангуяа аж үйлдвэрийн салбарт зориулан тусгай спектртэй орнуудад, урьдчилан нэгтгэсэн шийдлүүдийг нийлүүлэх боломжтой.	Accenture, Aqura, Capgemini, IBM, NEC, Tech Mahindra, TTK Communications, Wipro
Cloud providers	Томоохон үүлэн үйлчилгээ үзүүлэгчид хувийн 5G сүлжээг дэмжих шийдлүүдийг санал болгодог. Эдгээрийг "hyperscaler" гэж нэрлэдэг бөгөөд тэд хувийн 5G зах зээлийн өсөлтөөс илүү их хувийг хүртэх сонирхолтой байдаг. Үүний тулд тэд хувийн сүлжээний шийдлүүдийг өөрсдийн edge (захын тооцоолол) үйлчилгээтэй нэгтгэн, эцсийн хэрэглэгчидтэй харилцах цэгүүдийн тоог нэмэгдүүлэхийг зорьдог. Зах зээлд нэвтрэх стратегийн гол түлхүүр нь энгийн байдал бөгөөд үүнийг тэдний "plug-and-play" буюу залгаад ажиллуулах боломжтой "private 5G-in-a-box" (бэлэн багц) шийдлүүд харуулж байна. 2021 онд Amazon Web Services (AWS) радио болон үндсэн сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгүүд, тооцооллын платформ (Outposts), спектр (CBRS)-ийг багтаасан урьдчилан бэлдсэн шийдлийг танилцуулсан.	Amazon (AWS), Alphabet (Google Cloud), Microsoft (Azure)
Мэргэшсэн борлуулагчид болон удирддаг үйлчилгээ үзүүлэгчид	5G сүлжээ нэвтрүүлэхэд чиглэсэн тусгай зориулалтын нийлүүлэгч компаниуд нь сүлжээний зураг төсөл, суурилуулалт, аюулгүй байдал болон үйл ажиллагааны хяналт зэрэг тогтмол үйлчилгээ, мөн бүрэн бэлэн (turnkey) удирдлагатай шийдлүүдийг санал болгодог. АНУ-д Federated Wireless компани өөрийн хувийн утасгүй холбооны шийдлийг AWS Marketplace болон Microsoft Azure Marketplace-ээр дамжуулан төрсгөл хүртэлх удирдлагатай үйлчилгээ (end-to-end	CTS, Boingo, Fujitsu, Kajeet, WWT

	managed service) хэлбэрээр санал болгодог. Үүлэн үйлчилгээ үзүүлэгч нартай байгуулсан түншлэл нь үйлчилгээг захиалах, төлбөр төлөх үйл явцыг хялбаршуулахад тусалдаг.	
Цамхагийн компаниуд	Цамхагийн компаниуд уламжлалт үүрэн холбооны суурин цэгийн бизнес моделээс хальж, холболтын үнэ цэнийн сүлжээн дэх шинэ боломжуудыг эрэлхийлж байна. Хувийн 5G нь тэдний анхаарлын төвд орж ирсэн гол салбаруудын нэг болж, олон нийтийн сүлжээг байршуулж ирсэн туршлага болон одоо байгаа хөрөнгөө ашиглан экосистемийн бусад оролцогчидтой хамтран ажиллах боломжийг бүрдүүлж байна. АНУ-д American Tower Company (ATC) нь AWS-тэй хамтран Лас Вегас дахь худалдааны төвд хувийн 5G утасгүй сүлжээний гүйцэтгэлийг туршиж байгаа бол Европт Cellnex компани нь Nokia-тай хамтран хувийн сүлжээний төслүүд дээр ажиллаж байна.	ATC, Cellnex, Edotco
Startups	Байр сууриа олсон тоглогчдоос гадна, зөвхөн хувийн 5G сүлжээ нэвтрүүлэхэд чиглэсэн технологийн шинэ гарааны компаниудын давалгаа гарч ирж эхэлж байна. Эдгээр стартапууд нь сүлжээний үндсэн дэд бүтцийн бүтээгдэхүүнчлэл нэмэгдэж буй боломжийг ашиглан байгууллагын хэрэглэгчдэд онцлогтой, ялгарах үйлчилгээ үзүүлэхэд чиглэж байна. Тухайлбал, тэд салбарын нарийн мэргэшсэн мэдлэг, сүлжээний туршлага, физик дэд бүтэц, системийн интеграцчлалыг хослуулан хэрэглэгчийн тусгай хэрэгцээг хангаж чаддаг.	A5G networks, Celona, Chuan Chih, Inseego, Cradlepoint, Sierra Wireless

Source: GSMA Intelligence

2.1 Баримталж буй бодлого, чиг хандлага

Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд давтамж хуваарилах асуудлаар улс орнууд ялгаатай бодлого баримталж байгаа ба дараах гурван ангилалд үндсэндээ чиглэдэг. Үүнд:

- ХХС-д зориулан тусгайлан давтамжийн зурвас хуваарилах
- Давтамжийн зурвасыг хамтран ашиглах
- Үндсэн оператор компаниуд виртуаль ХХС үйлчилгээ үзүүлэх, эсхүл давтамж түрээслүүлэх



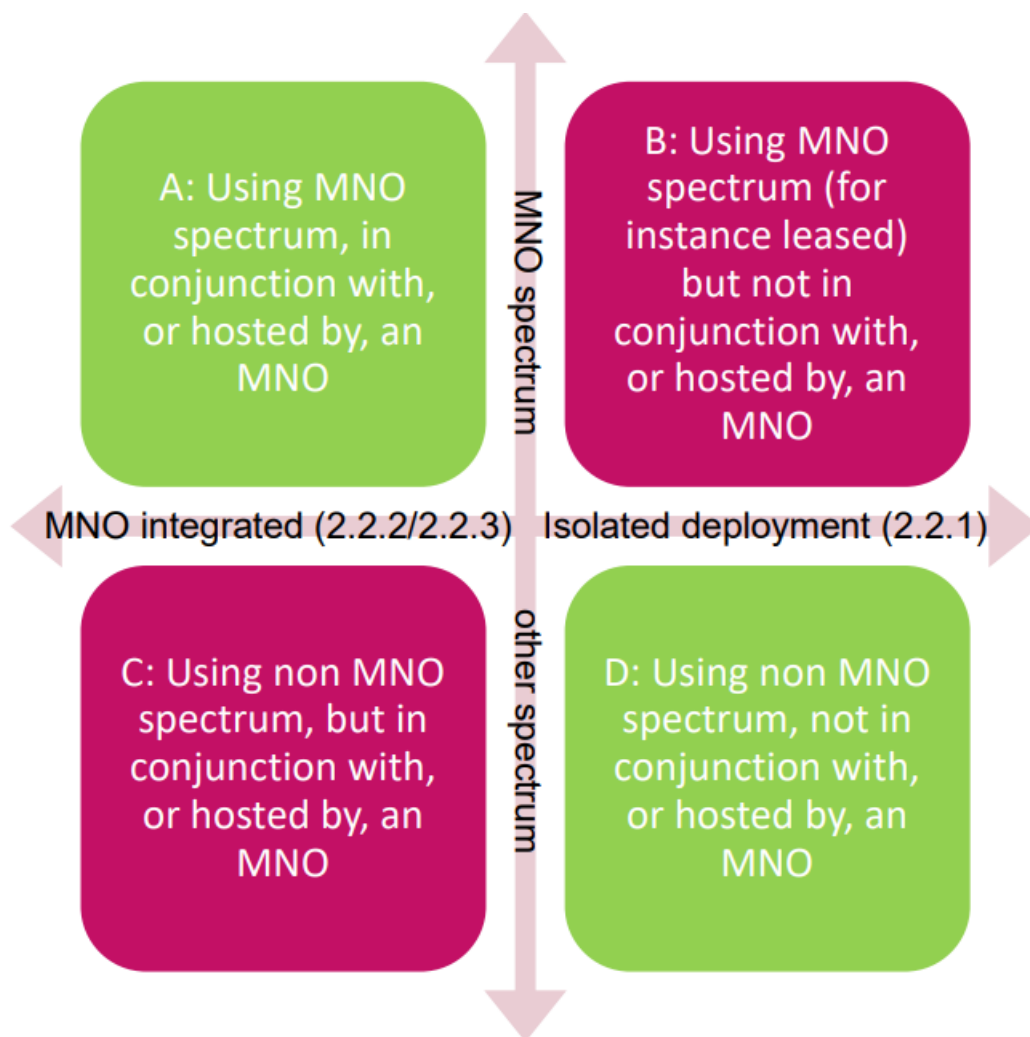
Зураг 2-5: Хөдөлгөөнт хувийн сүлжээнд давтамж ашиглуулах хувилбарууд [5]

АНУ, Герман, Франц, Өмнөд Солонгос, Япон зэрэг хөгжингүй орнууд тусгайлан давтамжийн зурвас ХХС-д зориулан хуваарилсан бол Хятад, Финлянд зэрэг оронд үндсэн оператор компани 5Ж сүлжээний хэрчим технологи ашиглан виртуаль ХХС үйлчилгээ үзүүлэх шийдлийг ашиглаж байна.

Set-aside-spectrum буюу тусгайлан давтамж олгох бодлого барьж буй орнууд ихэнхдээ хөгжингүй, өндөр технологи, аж үйлдвэр маш сайн хөгжсөн орнууд байна. Тухайн орнуудад аж үйлдвэрийн цахим шилжилтэд 5Ж сүлжээний ХХС өргөн хэрэглэж байгаа ажээ.

Аж үйлдвэр өндөр хөгжсөн Герман улс 5G ХХС-г дэмжиж, 3.7-3.8 ГГц дэх 100 МГц зурвасыг хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнд ашиглуулахаар хуваарилж, хүсэлт гаргасан компаниудад тусгай зөвшөөрөл олгодог байна. Уг зурвас дээр, жишээ нь: 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.

ХХС байгуулан ашиглах хуулийн этгээд нь харилцаа холбооны компани биш тохиолдолд 5Ж ХХС төлөвлөх, суурилуулах, ашиглалт үйлчилгээг зохион байгуулахад шаардлагатай хүн хүч, мэдлэг туршлагыг бий болгох шаардлага гардаг хэдий ч 5Ж ХХС-ийг ашиглан үйлдвэрлэл, логистик, судалгаа шинжилгээ зэрэг үйл ажиллагаагаа цахимжуулах, автоматжуулахад дэвшилтэт шийдлийг илүү хурдтай, оновчтой нэвтрүүлж чаддаг байна.



Зураг 2-6: Architecture and spectrum options matrix – эх сурвалж BEREC

BEREC (Body of European Regulators for Electronic Communications) нь Европын холбооны хэмжээнд **цахим холбооны зохицуулалттай холбоотой бодлого, заавар, зөвлөмж боловсруулах, зохицуулагч байгууллагуудын хамтын ажиллагааг хөнгөвчлөх** зорилготой **бие даасан зохицуулагч байгууллагын сүлжээ** юм. BEREC нь дээрх зурагт үзүүлсэн ХХС-ний бүх хувилбарууд (A, B, C, D) практикт оршдог эсэх, мөн эдгээрийг ангилах аргачлалыг нэг мөр болгох нь үр өгөөжтэй эсэх талаар сонирхон судалсан байна.

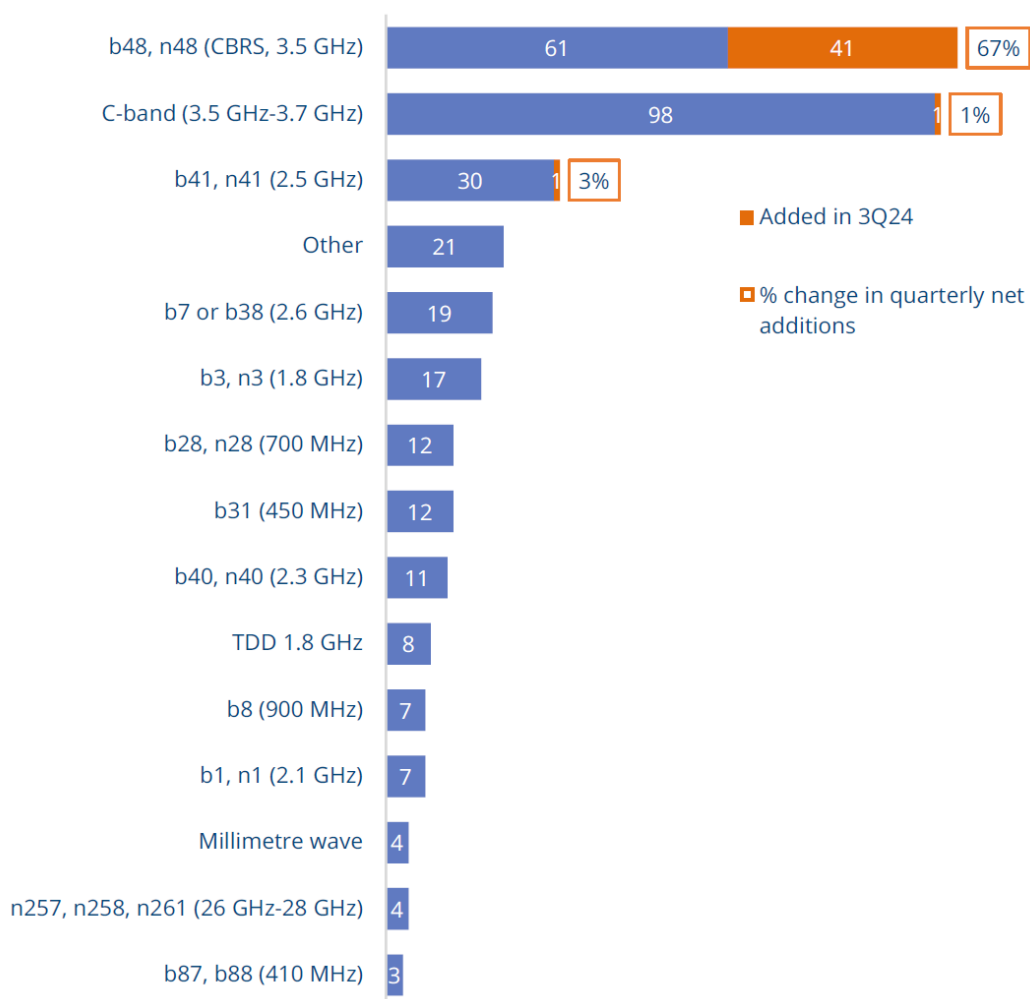
- А болон D хувилбарууд (дээрх тайлбаруудыг үзнэ үү) нь Европын улсуудын зохицуулагч байгууллагуудад практик жишээтэй тул маш сайн ойлгомжтой байдаг.
- В хувилбар (MNO-ийн давтамж ашигладаг боловч MNO-той хамтран ажилладаггүй, эсвэл MNO-той хост хийдэггүй сүлжээний архитектур ашигладаг) нь зарим Европын орнуудад ашиглагдаж байх магадлалтай боловч ихэнх тохиолдолд эдгээр сүлжээг зохицуулах байгууллагад тусгайлан бүртгэх шаардлагагүй байдаг эсвэл давтамжийн түрээсийн зохицуулалтын хүрээнд ордог тул зохицуулах байгууллагууд тэдгээрийг шууд авч үзээгүй байна.
- С хувилбар (MNO-ийн давтамж ашигладаггүй боловч MNO-той хамтарч, эсвэл MNO-ийн хост хийж буй сүлжээний архитектур ашигладаг) нь Европын олон

оронд хязгаарласан байдаг(жишээлбэл өрсөлдөөний нөхцөл болон MNO-ийн эзэмшдэг давтамжийн хэмжээтэй холбоотойгоор). Зөвшөөрөгдсөн тохиолдолд эдгээр сүлжээг заримдаа тусдаа сүлжээгээр бүртгэдэг, бусад тохиолдолд MNO-ийн сүлжээний нэг хэсэг гэж үздэг байна.

Дээр дурдсанчлан, хувийн сүлжээнүүдийг хэрэгжүүлэх олон төрлийн загварууд бий. Эдгээр нь нийтийн сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг ашиглаж байгаа эсэх, мөн аль хэсгийг нь ашиглаж байгаагаараа ялгаатай байдаг. ХХС-үүд нь мөн ашиглаж буй давтамжийн зурвасаараа ялгаатай. RSPG-ийн 2023 оны 10-р сард гаргасан “5G хөгжлийн чиг хандлага болон ирээдүйн 6G-ийн давтамжийн хэрэгцээ, утасгүй өргөн зурваст сүлжээнүүдийн нэвтрэлтийн талаарх зөвлөмж”-д туссан хувийн 5G сүлжээний талаар хийсэн өргөн хүрээтэй судалгаа нь энэхүү тайланд зайлшгүй тусгах ёстой чухал эх сурвалж юм. Уг баримт бичиг нь Европын холбооны давтамжийн төлөвлөлт, ашиглалт, дэд бүтцийн хөгжил, зохицуулалтын уялдаа, судалгаа, инновацын хэрэгцээний талаар авч үзсэн байдаг. Асуулгын үр дүнгээс харахад улс орнуудын талаас илүү нь хувийн операторуудад зориулсан тусгай **спектрийн зурвас** эсвэл **давтамжийн хүрээ** хуваарилсан байдаг.

2.2 Давтамжийн хуваарилалт

Улс орнуудын барьж буй бодлого, шийдвэрээс шалтгаалан ХХС-д ашиглах давтамжийн хуваарилалт янз бүр байгаа хэдий ч тусгайлан давтамж хуваарилсан эсэх гэдгээрээ ангилагдана. Дараах зурагт ХХС-д ашиглагдаж буй давтамжийн зурвасуудыг харуулсан.



Зураг 2-6: ХХС-д ашиглагдаж буй давтамжийн зурвас [6]

Citizens Broadband Radio Service (CBRS) давтамжийн зурвас нь АНУ-д ХХС зориулалтаар олгогддог ба 3.55-3.70 ГГц давтамжид байрлах 150 МГц өргөнтэй спектр юм. N48 зурвас нь 3.3-3.8 ГГц давтамжийн спектр ба олон улсад ХХС зориулалтаар өргөн хэрэглэгдэж байна.

ЕХ-ны улс орнууд ХХС байгуулах байгууллагуудыг(салбарын хэрэглэгч) давтамжаар хангах хандлага

Тусгайлсан давтамж:

- салбарын хэрэглэгчдийн онцгой хэрэглээнд зориулж спектр хуваарилах
- орон нутагт олгодог
- лицензийн нөхцөл нь ихэвчлэн эрчим хүчний хязгаарлалттай болон алслагдсан бүсүүдийг багтаадаг
- "ашиглах эсвэл алдах" нөхцөлтэй

Давтамж хуваалцах:

- хэд хэдэн хэрэглэгчдэд спектрт нэгэн зэрэг хандах боломжийг олгоно
- салбарын хэрэглэгчдэд үүрэн холбооны операторууд, засгийн газар, цэрэг, хиймэл дагуулын операторуудад хуваарилагдсан ч ашиглагдаагүй (газарзүйн хувьд) спектрт хандах боломжийг олгоно

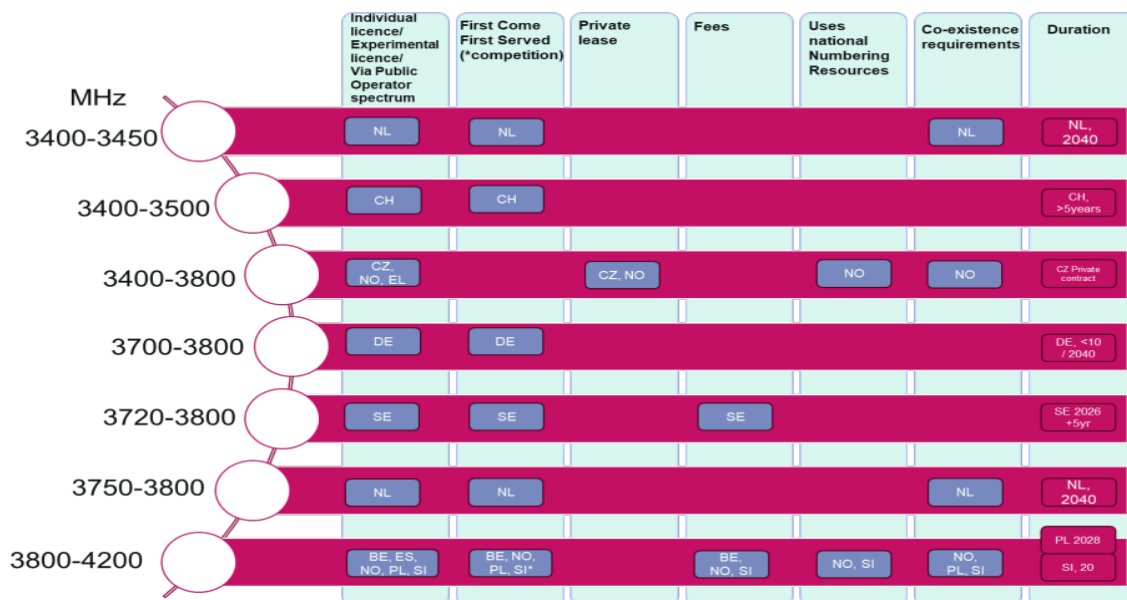
Үүрэн холбооны операторуудын sub лиценз:

- үүрэн холбооны операторуудад давтамж хуваарилах нь хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг хүргэх нөхцөлийг багтаасан
- сүлжээгээ ашиглан хувийн сүлжээг байрлуулах, сүлжээний хэрчмийг хийх
- тусдаа давтамж ашиглан хувийн сүлжээг байрлуулах
- өөрийн сүлжээг байрлуулахыг хүссэн салбарын хэрэглэгчдэд давтамжаа түрээслэх

Дээр дурдсанчлан, Европын улс орнуудад хувийн 5G сүлжээнүүдэд хамгийн түгээмэл ашиглагдаж буй давтамжийн хүрээ нь 3400–4200 МГц юм. Германд уг спектрийн хүрээнд ойролцоогоор 400 сүлжээ бүртгэгдсэн бол Швед (PTS) 3700 МГц-ийн зурваст 90 зөвшөөрөл, 26 ГГц-ийн зурваст 4 зөвшөөрөл олгосон байна. Испани 3800–4200 МГц-ийн хүрээнд 43 түр хугацааны туршилтын зөвшөөрөл олгосон ч эдгээрээс зөвхөн 10 нь одоо хүчинтэй байгаа. Норвегид ойролцоогоор 30 сүлжээ бий. Словени 3800–3900 МГц-ийн зурваст түр хугацаагаар ажиллаж буй нэг сүлжээ байгаа талаар BEREC-ийн судалгаанд мэдээлсэн бөгөөд 2025 онд 3800–4200 МГц-ийн зурвасыг орон нутгийн сүлжээнд бүрэн нээхээр төлөвлөсөн байна. Бусад улс орнуудын зохицуулах байгууллагууд нэг байгаа эсвэл огт сүлжээ байхгүй гэж мэдээлжээ. Доорх хүснэгтэд дурдагдсан орнуудын зохицуулах байгууллагууд тусгай нөхцөл (жишээлбэл, төлбөр төлөх, бусад сүлжээнүүдтэй зэрэгцэн орших нөхцөл) бүхий зөвшөөрөл олгодог гэж мэдээлсэн байна. Зөвшөөрөл нь 5-аас 20 жилийн хугацаатай олгогддог ба олонх нь 2040 он хүртэл хүчинтэй байгаа бөгөөд энэ нь урт

хугацааны хөрөнгө оруулалтыг дэмжих боломжийг бүрдүүлдэг (Германы жишээгээр).

Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээний тоогоор Герман 400 орчим сүлжээгээр тэргүүлж байна.



Зураг 2-7: ЕХ-ны улс орнуудад ХХС-д ашиглагдаж буй давтамжийн зурвас [10]

Дунд зурвасын давтамж хуваарилалт

Европын Улс	Давтамж MHz	LTE/NR band	Зурвас	Тайлбар
Бельги	3800-4200	n77	TBD	Considering allocation
Хорват	2570-2620	B38	50 MHz	Available 2022
	3400-3480	n78	80 MHz	Allocated in 2021 with a licensing/leasing option
Чех	3400-3480	B42/B43/n78	2*20 MHz	Allocated in 2020 to two MNOs with a leasing option
	3640-3700			
Дани	3740-3800	B43/n78	60 MHz	Allocated in 2021 to MNOs with a leasing option
Финланд	2300-2320	B40	20MHz	Available 2020 - local access licenses
	3410-3800	B42/B43/n78	TBD	Allocated in 2018 to MNOs with a leasing option
Франц	2575-2615	B38	40 MHz	Available 2019
	3490-3800	B42/B43/n78 n77	4x50MHz	Allocated in 2020 to four MNOs with a leasing option
	3800-4200		100 MHz	Local licenses available on a trial basis from 2019. Trial extended to December 2023
Герман	3700-3800	B43/n78	100 MHz	Available 2019 - local access licenses
Грек	3410-3800	B42/B43/n78	TBD	Allocated in 2021 to MNOs with a leasing possibility
Нидерланд	3410-3450	B42/B43/n78	40+50 MHz	Available with restrictions. New regulation by 2026.
	3750-3800			
Норвеги	3400-3800	B42/B43/n78 n77	TBD	Allocated in 2021 to MNOs with a leasing option
	3800-4200			Available 2022 - local access licenses
Польш	3800-4200	B42/n78	70 MHz	Available 2023 - local access licenses
Испани	2370-2390	B40 n77	20 MHz	• Available
	3800-4200		TBD	• Considering allocation
Швед	3720-3800	B43/n78	80 MHz	Available 2021 - local and regional licenses
Их Британи	1781.7-1785	B3, B40, n77	3+3, 10, 400 MHz	Available 2019 - local access licenses
	1876.7-1880,			
	2390-2400,			
	3800-4200			

Эх сурвалж: Ericsson White Paper - 5G spectrum for local industrial networks, April 2023

Улс	Давтамж MHz	LTE/NR band	Зурвас	Тайлбар
Бразил	3700-3800	B43/n78	100 MHz	Allocated in 2022 with a local licensing option
Чили	3750-3800	B43/n78	50 MHz	Allocation postponed
Хятад	5925-7125	TBD	TBD	Under investigation
Япон	2575-2595	B41 n79	20MHz	Available 2019

	4600-4900		300 MHz	Available 2020
Солонгос	4720-4820	n79	100 MHz	Available 2021
Тайван	4800-4900	n79	100 MHz	Considering allocation
АНУ	3550-3700	B48/n48	<150 MHz	Available 2020
Канад	3800-3980	n/d	n/d	For commercial MNO operations
АНЭУ	3800-4200	n/d	n/d	Consultation in August 2021
Саудын Араб	3800-4000	n/d	n/d	MNOs in 2022 4.0-4.2 light licensing; coexistence with FSS
Египет	3400-4200	n/d	n/d	Under consideration
Лаос	3700-4200	n/d	n/d	Potentially if FSS below is protected
Вьетнам	3800-4200 4400-4500	n/d	n/d	Not before 2024
Филиппин	3800-4200	n/d	n/d	In long-term if MNO backhaul migration is done

Эх сурвалж: Ericsson White Paper - 5G spectrum for local industrial networks, April 2023

Өндөр зурвасын давтамж хуваарилалт

Европын Улс	Давтамж GHz	LTE/NR band	Зурвас	Тайлбар
Дани	24.25-24.65	n258	400 MHz	Available 2021
Финланд	24.25-25.1	n258	850 MHz	Available 2020
Герман	24.5-27.5	n258	800 MHz	Available 2021
Грек	26.5-27.5	n258	TBD	Allocated in 2021 to CSPs with a leasing possibility
Норвеги	24.25-25.1	n258	850 MHz	Considering allocation
Испани	24.25 - 24.70	n258	TBD	Considering allocation
Швед	24.25-25.1	n258	850 MHz	Available 2021
Их Британи	24.25-26.5	n258	<2.25 GHz	Available 2019
Австрали	24.25-27.5 27.5-29.5	n258 n257	50MHz channels	Available 2020
Бразил	27.5-27.9	n257	TBD	Allocated in 2022 with a local licensing option
Хонг Конг	27.95-28.35	n257/n261	400 MHz	Available 2021
Япон	28.2-28.3 28.3-29.1	n257/n261	100MHz 800 MHz	Available 2019 Available 2020
Солонгос	28.9-29.5	n257	600 MHz	Available 2021

Source: GSMA - The Impact of Spectrum Set-Asides on 5G, June 2023 EY research

ЕХ-ны улс орнуудын тусгай зөвшөөрлийн нөхцөл, тусгай зөвшөөрлийн төлбөр

Улс	Frequency band	Салбарын хэрэглэгчдийг давтамжаар хангах арга	Тусгай зөвшөөрлийн нөхцөл/ТЗ/	ТЗ төлбөр
Герман	3.3 GHz – 3.4 GHz	Аж үйлдвэрийн салбарын хэрэглэгчдэд зориулагдсан - орон нутгийн хандалтын лицензүүд	- Тусгай зөвшөөрлийг зөвхөн тухайн байрны өмчлөгч эсвэл түрээслэгч өргөдөл гаргах эрх бүхий өргөдлийн процессын үндсэн дээр хуваарилдаг - Тусгай зөвшөөрлийг 10 хүртэлх жилийн хугацаатай олгож, хамгийн багадаа 2040 оны 12-р сар хүртэл сунгах боломжтой. - Тусгай зөвшөөрлийг ‘ашиглах-эсвэл-алдах’-ыг ашиглан олгодог - спектрийг томилогдсоноос хойш нэг жилийн дотор ашиглах ёстой бөгөөд аливаа шилжүүлгийг зохицуулагчаар баталгаажуулсан байх ёстой - Хэрэглэгчид газарзүйн хувьд ойр байгаа бусад хэрэглэгчидтэй зохицуулалт хийх, зурваст байгаа хэрэглэгчдийг хамгаалах (жишээ нь, FSS газрын станцууд) зэрэг хөндлөнгийн оролцоогүй хэрэглээг хангах ёстой.	- ТЗ зардлыг ашиглах зурвасын өргөн, ТЗ үргэлжлэх хугацаа, хамрах хүрээг харгалзан энгийн томъёогоор тооцоолно. - Лицензийн хураамж = $€1000 + B \cdot t \cdot 5 \cdot (6 \cdot a1 + a2)$, “B” нь МГц-ийн зурвасын өргөн - 10 МГц-ээс 100 МГц-ийн хооронд, интервал 10 МГц, - Гэрээний хугацаа “t” жил; “a” гэдэг нь орон сууцны болон замын хөдөлгөөний бүс (a1) болон бусад бүс (a2) хооронд байгаа талбайн гадаргуу юм.
Их Британи	3.8-4.2 GHz зурвас, түүнчлэн 1800 MHz, 2300 MHz, 26 GHz зурваст үндэсний үүрэн	Аж үйлдвэрийн салбарын хэрэглэгчдэд зориулагдсан - орон нутгийн	Давтамжийн ТЗ-г өргөдөл гаргах үйл явцын үндсэн дээр түрүүлж ирсэн нь түрүүлж үйлчилдэг зарчмаар олгодог.	ТЗ-н төлбөр £80 / 10 MHz / жил

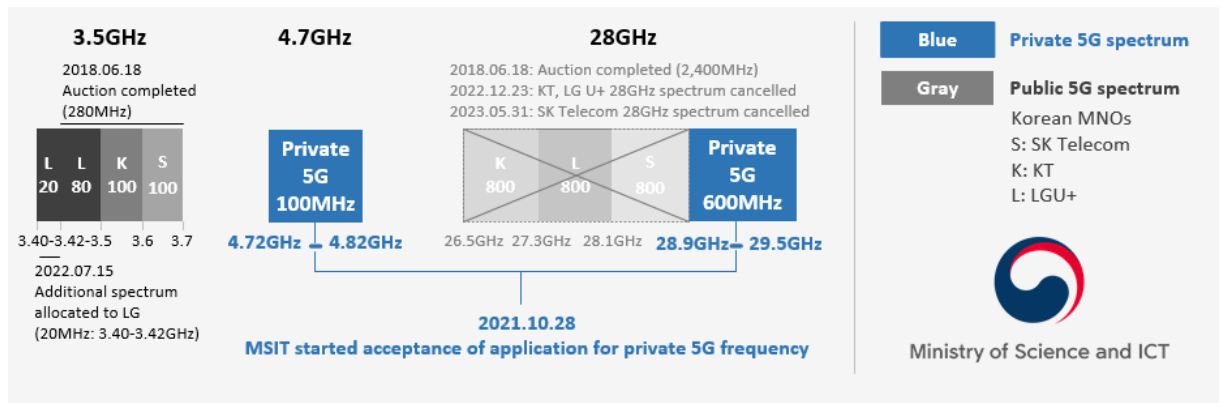
	холбооны операторуудад хуваарилагдаагүй давтамжууд.	хандалтын лицензүүд	•Тусгай зөвшөөрлийг "ашиглах эсвэл алдах" аргыг ашиглан олгодог. •Тусгай зөвшөөрлүүд нь 50 м-ийн радиуст бага чадалтай олон бааз станц, эсвэл хотын бус газарт нэг цахилгаан станцыг байрлуулах боломжийг олгодог. Дунд чадлын суурь станцын газарзүйн хязгаарлалт	
Их Британи	Операторын эзэмшдэг ашиглагдаагүй давтамж	Shared access - local access licenses	Орон нутгийн хандалтын лиценз нь операторууд байрлуулаагүй, төлөвлөөгүй газруудад тусгай зөвшөөрлөөр олгогдсон үүрэн холбооны спектрийг ашиглах боломжийг олгодог • Лицензийн 3 жилийн хугацаа • Операторууд үндэслэлтэй эсэргүүцэлтэй тулгарвал тусгай зөвшөөрөл олгохоос татгалзахыг Ofcom-оос хүсч болох бөгөөд ашиглах эрх нь хөндөгдөөгүй боловч тасалдлыг багасгахын тулд тусгай зөвшөөрөл эзэмшигчтэй хамтран ажиллах ёстой.	Нэг удаагийн төлбөр нь нэг зурваст 950 фунт стерлинг бөгөөд нэг байршил эсвэл бүсийг хамарна
Польш	3.8– 4.2 GHz зурвас (3800-3900 нь орон нутгийн засаг захиргааны нэгжүүдэд зориулагдсан)	Аж үйлдвэрийн салбарын хэрэглэгчдэд зориулагдсан - орон нутгийн хандалтын лицензүүд	• Байгууллага бүр 10 МГц-ийн өргөнтэй блокуудын хүсэлт гаргаж болно, гэхдээ нийтдээ 100 МГц-ээс ихгүй байна. • Нэг аж ахуйн нэгж дээд тал нь 20 нийгэмлэгт зурвасын өргөн авах хүсэлт гаргаж болно. • Давтамжийн ТЗ-г өргөдлийн процессын үндсэн дээр түрүүлж ирсэн нь түрүүлж өгдөг. • ТЗ ашиглах зөвшөөрөлтэй 50 м-ийн радиуст байгаа бага чадлын олон суурь станц, эсвэл хот тосгоноос гадна нэг дунд хүчин чадалтай суурь станц байрлуулахыг зөвшөөрнө. • Газарзүйн хязгаарлалт тавидаг.	• Нэг удаагийн хураамж – 18 евро (өөрийн ашиглах) / 435 евро (оператор) • Сарын хураамж – 22 EUR / 10 MHz / сар (хотод) – 561 EUR / 10 MHz / сар (хөдөө)
Грек	3.4 GHz – 3.8 GHz	Үүрэн холбооны операторуудын sub лиценз	3500 МГц-ийн ТЗ эзэмшигчийн үүрэг: а) Заасан хэрэглэгчийн хэрэгцээнд нийцсэн хувийн сүлжээг байршуулах хувийн сүлжээний гэрээ хэлэлцээр хийх б) Тусгай зөвшөөрөл олгох 3500 МГц спектрийг заасан бүсэд	Операторууд эдгээр байршуулалтад боломжийн, үл ялгаварлан гадуурхах төлбөр авах боломжтой
Финланд	20 MHz in the 2300 MHz band and 850 MHz in the 26 GHz band	Аж үйлдвэрийн салбарын хэрэглэгчдэд зориулагдсан	Аж ахуйн нэгжүүд, түүнчлэн судалгаа, боловсролын байгууллагуудад (эсвэл ийм хэрэглэгчдэд үйлчилгээ үзүүлдэг операторуудад) зориулсан лицензүүд • 6 жилийн хугацаатай лиценз • Өргөдөл гаргагчдад нэг бүрчлэн олгоно	Төлбөр нь хүссэн зурвасын өргөн болон хүн амын хамрах хүрээнээс хамаарна.

Source: GSMA - The Impact of Spectrum Set-Asides on 5G, June 2023 EY research

Азийн орнуудаас БНСУ 2021 оны 10-р сарын 28-нд Өмнөд Солонгосын Засгийн газар, тодруулбал Шинжлэх Ухаан, Мэдээлэл Харилцаа Холбооны Технологийн Яам (MSIT), хувийн 5G (Private 5G) технологийг аж үйлдвэрүүдэд нэвтрүүлэх, дижитал өөрчлөлтийг дэмжих зорилгоор хувийн 5G сүлжээнд зориулсан тусгай давтамжуудыг нээлттэй болгож эхэлсэн. Үүнд дараах хоёр зурвас багтаж байна:

- **4.7GHz зурваст 100 MHz өргөн зурвас**
- **28GHz зурваст 600 MHz өргөн зурвас**

Эдгээр давтамжууд нь тусгай зөвшөөрөлтэйгээр зөвхөн хувийн сүлжээнд ашиглагдах бөгөөд олон салбарт (үйлдвэрлэл, эрүүл мэнд, логистик, эрчим хүч г.м.) аж ахуйн нэгжүүдийн дижитал шилжилтийг дэмжих гол дэд бүтэц гэж үзэж байна.



Зураг 2-8: БНСУ-ын ХХС-нд хуваарилсан давтамж Source: Ministry of Science and ICT

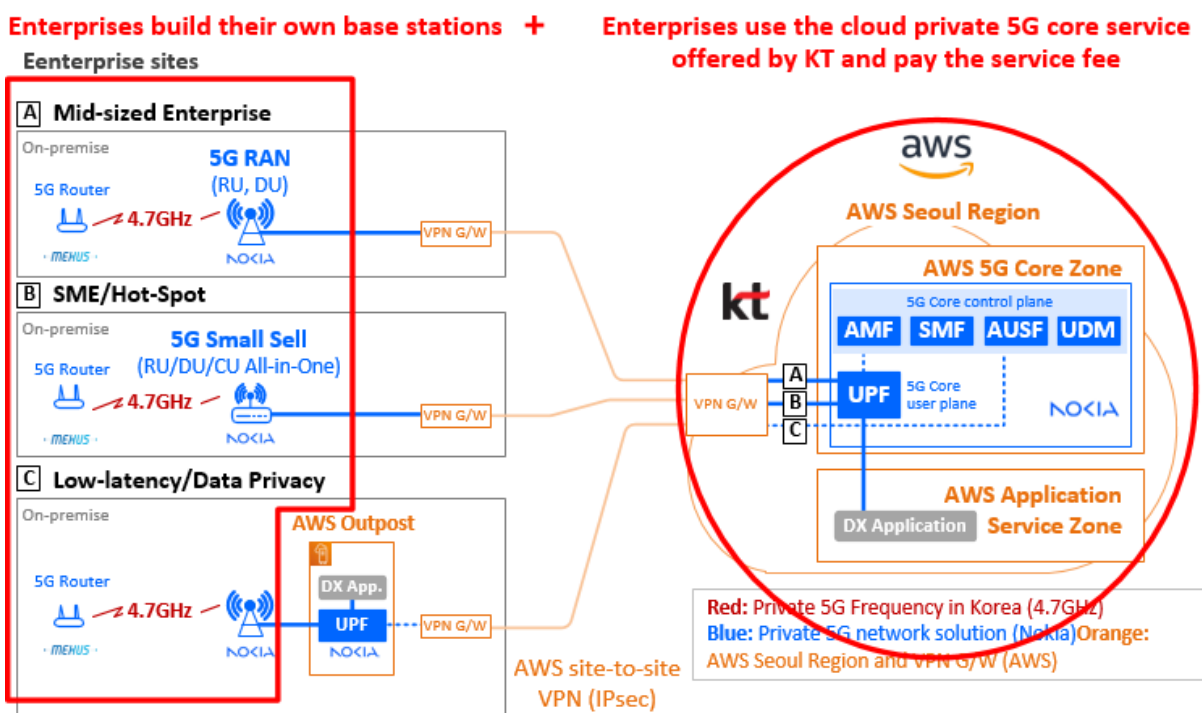
MSIT-аас олгож буй хувийн 5G давтамжийг дараах **хоёр үндсэн хэлбэрээр** ашиглах боломжтой:

- Хувийн 5G оператор (Private 5G Operator)**
MSIT-ээс **нийтийн харилцаа холбооны үйлчилгээ үзүүлэгч (common carrier)** хэлбэрээр зөвшөөрөл авсан аж ахуйн нэгжүүд хувийн 5G оператор болж, бусад аж ахуйн нэгжүүдэд 5G сүлжээний үйлчилгээ үзүүлж болно. Тэд MSIT-аас шууд давтамжийн хуваарилалт авна. Бусад аж ахуйн нэгжүүдэд хувийн 5G сүлжээний үйлчилгээ үзүүлэхийг хүссэн байгууллага нь MSIT-аас **нийтийн харилцаа холбооны үйлчилгээ үзүүлэгч (common carrier)** хэлбэрээр **албан ёсны зөвшөөрөл** авах шаардлагатай. Ийнхүү зөвшөөрөл авсан хувийн 5G оператор нь хэрэглэгч аж ахуйн нэгжийн байршилд ашиглах зорилгоор **давтамжийн хүсэлт гаргаж**, түүний дагуу **хувийн 5G сүлжээ байгуулах үйлчилгээ** үзүүлдэг. Энэ тохиолдлыг Засгийн газар **"Хувийн 5G давтамжийн хэрэглээний төрөл 3: Давтамж хуваарилалт (Type 3 – frequency allocation)"** гэж ангилдаг. Эдгээр операторууд нь үйлчлүүлэгчийн талбайд сүлжээ суурилуулж, **сарын үйлчилгээний төлбөр авдаг**. Ихэнх тохиолдолд **5G төхөөрөмжийг үнэ төлбөргүй буюу хямд үнээр өгдөг** бөгөөд **анхны хөрөнгө оруулалтыг бууруулах** зорилгоор ийм загварыг сонгодог. **2023 оны 6-р сарын 7-ны байдлаар Өмнөд Солонгост 11 хувийн 5G оператор** бүртгэгдсэн байна.
- Аж ахуйн нэгжийн өөрийн сүлжээ (Enterprise DIY)**
Аж ахуйн нэгжүүд нь **өөрийн байрлалд ашиглах зорилгоор MSIT-д хувийн 5G давтамжийн хүсэлт гаргаж**, түүний дагуу **өөрийн дотоод хувийн 5G сүлжээг байгуулж ашигладаг**. Энэ нь үйлдвэр, агуулах, эмнэлэг, сургууль гэх мэт байгууламжид зориулсан сүлжээ байх боломжтой. Энэ тохиолдлыг Засгийн газар **"Хувийн 5G давтамжийн хэрэглээний төрөл 1: Давтамж оноолт (Type 1 – frequency designation)"** гэж нэрлэдэг. Ийм аж ахуйн нэгжүүд нь **5G суурь станц, цөм сүлжээ, MEC төхөөрөмжүүдийг** системийн интегратор (SI) эсвэл үйлдвэрлэгч вендор компаниас **шууд худалдан авч**, тухайн тоног төхөөрөмж нь **компанийн өмч** болдог. **Хувийн 5G сүлжээг зөвхөн тухайн байгууллагын ажилтнууд дотоод хэрэглээнд ашиглаж болохоос, бусад компанид үйлчлэх эрхгүй**. **2023 оны 6-р сарын 7-ны**

байдлаар Өмнөд Солонгост 10 аж ахуйн нэгж өөрийн гэсэн хувийн 5G сүлжээ байгуулсан байна.

Нийтдээ 2023 оны 6-р сарын 7-ны байдлаар 21 компанийн 36 байршилд хувийн 5G давтамжийг хуваарилсан байна.

2023 оны 5-р сарын 3-нд “AWS Seoul Summit” арга хэмжээний үеэр КТ компани хувийн 5G сүлжээг түргэн нэвтрүүлэх зорилгоор AWS (Amazon Web Services) болон Nokia-тай хамтран cloud дээр суурилсан хувийн 5G сүлжээний стратегия танилцуулсан. Гол онцлог нь 5G цөм сүлжээ (5G Core) нь AWS-ийн Сөүл бүсэд байрласан нийтийн үүлэн орчинд байрладаг, аж ахуйн нэгжийн талбай дээр зөвхөн 5G RAN (радио сүлжээний хэсэг)-г байрлуулна. Харин 5G цөм сүлжээ нь үүлэн орчинд байрлаж, олон аж ахуйн нэгж хамтран ашиглах боломжтой (энэ аргыг 5G Core Sharing гэж нэрлэдэг). Энэ шийдлийн үндсэн дээр КТ компани нь хувийн 5G сүлжээ байгуулахыг хүсэж буй, ялангуяа жижиг, дунд аж ахуйн нэгжүүдэд зориулан “үүлэн дээрх 5G цөм сүлжээ”-г захиалгаар ашиглуулах үйлчилгээ санал болгож байна. Учир нь жижиг, дунд компаниуд бүрэн хэмжээний 5G сүлжээ (цөм, радио, MEC зэрэг)-г худалдан авч байгуулах нь өртөг өндөртэй байдаг. Иймд КТ нь 5G цөм сүлжээг “үйлчилгээ хэлбэрээр” (Core-as-a-Service) санал болгож, компаниуд core сүлжээ худалдан авах шаардлагагүй болж байна гэсэн үг юм. Энэ хэсэг нь 5G сүлжээний хамгийн үнэтэй хэсэг юм. Аж ахуйн нэгж MSIT-д хандан хувийн 5G давтамжийн зөвшөөрөл авна. Өөрийн талбай дээр суурь станц (RAN)-аа байгуулна. Энэ нь тухайн компанийн өмч болно. КТ компанийн үүлэн дээр байрласан 5G цөм сүлжээг ашиглахын тулд сар бүрийн захиалгын төлбөр төлдөг.

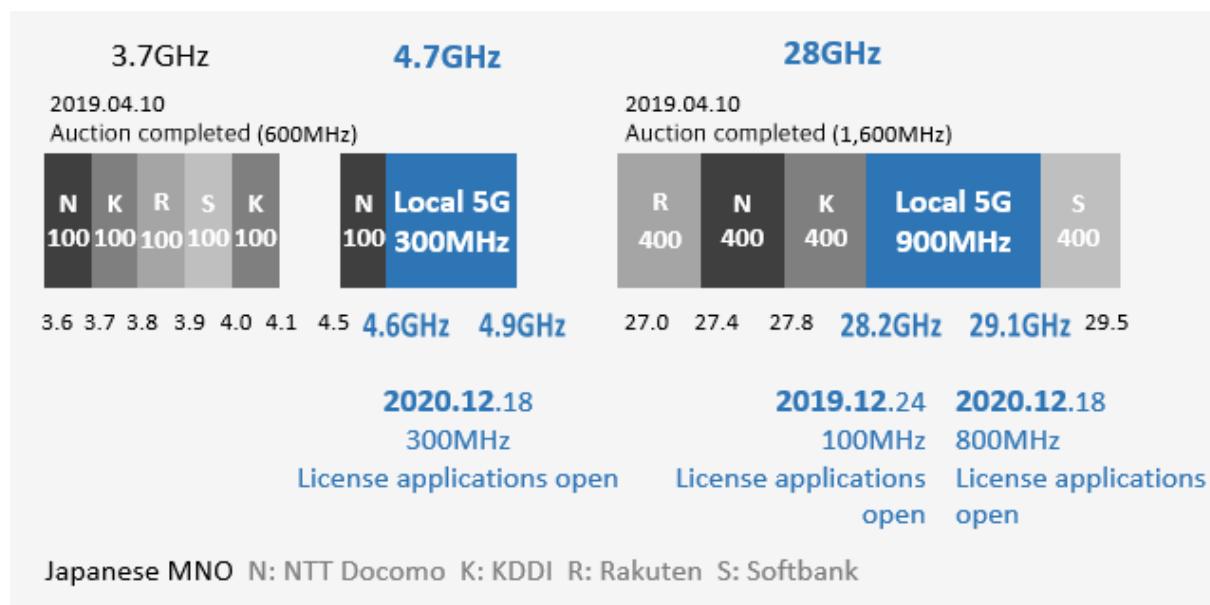


Зураг 2-9: Эх сурвалж: [KT's AWS Cloud-based Private 5G network deployment in Korea](#), 2023.05.20

Япон улс нь 2019 онд хувийн 5G-д зориулсан тусгай давтамжийг (local 5G гэж нэрлэдэг) зах зээлд нээлттэй болгосон бөгөөд энэ нь БНСУ-аас хоёр жилийн өмнө гэсэн үг юм. Япон улсын хувьд, NTT Docomo, KDDI зэрэг оператор компаниудад (MNO) хувийн 5G оператор болохыг хориглодог. БНСУ-д ч мөн адил, SK Telecom,

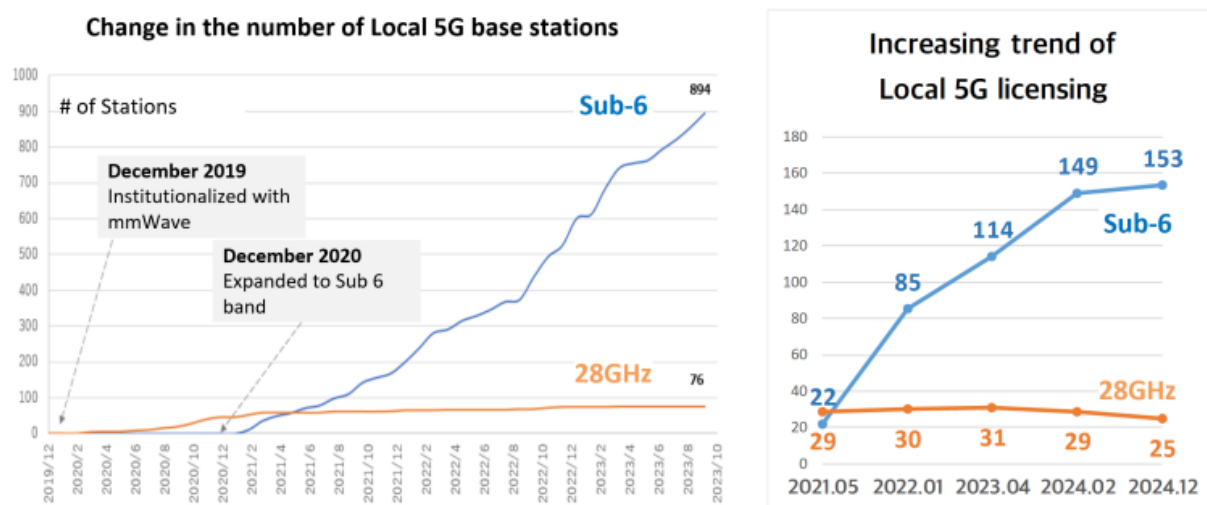
КТ, LG U+ зэрэг нийтийн хөдөлгөөнт сүлжээний операторууд (MNO) нь хувийн 5G оператор болж болохгүй зохицуулалт байдаг. Энэ нь БНСУ-ын Шинжлэх ухаан, мэдээлэл, харилцаа холбооны технологийн яам (MSIT)-аас гаргасан монополь үүсэх эрсдэлийн эсрэг бодлого юм. Дээрх хувилбарын хувьд КТ нь өөрөө MSIT-ээс хувийн 5G давтамж авч, өөр байгууллагад үйлчилгээ үзүүлж, төлбөр авах эрхгүй (энэ нь Type 3 – Давтамж хуваарилалт ангилал бөгөөд MNO-д хориотой). Гэхдээ КТ нь MSIT-ээс хувийн 5G давтамжийн зөвшөөрөл авсан (Type 1 – Давтамж оноолт) аж ахуйн нэгжүүдэд үүлэн дээрх 5G core сүлжээний үйлчилгээ үзүүлэх боломжтой. Өөрөөр хэлбэл, аж ахуйн нэгж нь өөрөө хувийн сүлжээгээ байгуулж байгаа тохиолдолд, КТ нь цөм сүлжээний захиалгын үйлчилгээ үзүүлж, төлбөр авах нь хууль ёсны үйл ажиллагаа юм гэж MSIT-ээс тодруулга өгсөн байна. Хэрвээ MNO-уудыг хувийн 5G оператор болгон зах зээлд оролцуулахыг зөвшөөрвөл, дараах сөрөг үр дагавар гарна гэж ЗГ-ын бодлого тодорхойлогчид нь үздэг байна. Тэд хэдийнээ олон жилийн турш нийтийн 5G сүлжээний дэд бүтцийг зохион байгуулж, барьж, ажиллуулсан туршлагатай. Үүний улмаас хувийн 5G сүлжээний зах зээлийг тэр чигт нь давхар эзэгнэх магадлал өндөр бөгөөд энэ нь нийтийн 5G зах зээл дэх өнөөгийн монополь байдлыг дахин давтах болно. Засгийн газраас бодлогын хувьд хүлээж буй зүйл нь шинэ хувийн 5G операторууд олноор бий болгох, B2B зах зээлд өрсөлдөөн үүсгэх, шинэ экосистем, олон төрлийн үйлчилгээ нэвтрүүлэх юм байна.

Японы Дотоод Хэргийн болон Харилцаа Холбооны Яам (Ministry of Internal Affairs and Communications) нь аж үйлдвэрийн дижитал шилжилтийг дэмжих зорилгоор дараах хувийн 5G (local 5G) зориулалттай давтамжуудыг үе шаттайгаар нээжээ. 2019 оны 12-р сард 28 GHz-ийн миллиметрийн долгионы зурвасын (28.2–28.3 GHz) хэсгийг анхлан нээсэн байна. 2020 оны 12-р сард Sub-6 GHz зурваст 4.7 GHz (4.6–4.9 GHz) болон 28 GHz миллиметрийн долгионы өргөтгөл (28.3–29.1 GHz) зурвасуудыг нэмэлтээр нээсэн байна. Үүний үр дүнд аж ахуйн нэгжүүд нь Японы Дотоод Хэргийн болон Харилцаа Холбооны Яамнаас local хувийн 5G давтамжийн зөвшөөрөл авах боломжтой болсон бөгөөд өөрсдийн байршилд, нийтийн сүлжээнээс (MNO) хамааралгүйгээр, бие даасан хувийн 5G сүлжээ байгуулах боломжтой болсон байна.



Зураг 2-10: Япон улс дахь 5G ХХС-ий давтамж

Японы 5GMF-ийн тайланд дурдсанаар Sub-6 (4.7 GHz) суурь станцын тоо хурдан өсөж байна. Харин mmWave (28 GHz) суурь станцын тоо харьцангуй тогтвортой, өсөлтгүй байдалтай байна (доорх Зураг (а)-д үзүүлсэн).



Зураг 2-11: Япон улс дахь 5G ХХС-ий бааз станц, хувийн 5G сүлжээний тусгаа зөвшөөрөл

Давтамж эзэмшигчдийн хувьд Японы ДХХЯ-ны мэдээлсэнээр 2021 оны 5-р сард 4.7 GHz давтамжийн лиценз эзэмшигч нь 22 байгууллага, 28 GHz давтамжийн лиценз эзэмшигч нь 29 байгууллага байсан бол 2024 оны 12-р сар гэхэд 4.7 GHz давтамжийн эзэмшигч нь 153 байгууллага, 28 GHz давтамжийн эзэмшигч нь 25 байгууллага болж нэмэгдсэн байна.

2.3 ХХС-нд дугаар олголт

Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг дангаар нь (standalone) эсвэл нийтийн сүлжээнд нэгтгэсэн (public network integrated) хэлбэрээр хэрэгжүүлж болдог (1-р хэсгийг үзнэ үү). Энэ нь дугаарлалтын нөөцийн хүртээмж, хуваарилалттай холбоотой асуудалд нөлөөлдөг. Хувийн сүлжээнд холбогдсон эцсийн хэрэглэгчид тухайн сүлжээндээ танигдах шаардлага байдаг.

Үүнийг шийдэх нэг арга нь хувийн сүлжээнүүд ITU TSB-ээс 2018 онд олгосон хамтарсан Mobile Country Code (MCC=999) дээр суурилсан дугаарлалтын нөөц (жишээлбэл, IMSI) ашиглах явдал юм. Өөр нэг арга нь үндэсний E.212 дугаарлалтын төлөвлөгөөнд тусгайлан Mobile Network Code (MNC) хуваарилах явдал юм.

Гэвч хамтран MCC999-г ашиглаж буй хөрш хувийн сүлжээнүүдийн хувьд ижил MCC дээр суурилсан дугаар нь цаашид таних боломжгүй болох эрсдэл бий. Ийм нөхцөлд хөрш сүлжээнүүдийн хооронд зохицуулалт хийх шаардлагатай болдог.

Энэхүү асуудал нь хувийн сүлжээнүүдийн тусгаар байдал, тоон нөөцийн удирдлагын уялдаа, аюулгүй байдлын тогтолцоонд нөлөөлж болох тул бодлогын түвшинд анхаарч үзэх нь зүйтэй юм.

2.3.1 E.164 numbers

Бие даасан (standalone) хувийн сүлжээний үйлчилгээ үзүүлэгчид өөрийн сүлжээнд холбогдсон хэрэглэгчийн төхөөрөмжийг танихын тулд дурын дугаарлалтын дарааллыг ашиглах боломжтой. Зохицуулагч байгууллагууд E.164 дугаарлалтын блокуудыг зөвхөн олон нийтэд хүртээмжтэй, дугаарт суурилсан цахим харилцаа холбооны үйлчилгээ (ECS) үзүүлэхээр төлөвлөж буй үйлчилгээ үзүүлэгчдэд олгодог. Хэрэв хувийн сүлжээг нийтийн сүлжээтэй холбож яриа эсвэл SMS үйлчилгээ үзүүлэхээр тохируулсан бол нийтийн сүлжээнд холбогдох, мөн тэндээс дуудлага хүлээн авахын тулд заавал E.164 төрлийн нийтийн дугаарлалтын нөөц хэрэгтэй болдог. BEREC-ийн асуумжид хариулсан ЗБ-уудаас зөвхөн 2 улс (Австри – AT, Чех – CZ) бие даасан хувийн сүлжээнд зориулан E.164 дугаарлалтын хүсэлт хүлээн авсан байна. Харин нийтийн сүлжээнд нэгтгэгдсэн хувийн сүлжээнүүд (public network integrated) ихэвчлэн тухайн сүлжээтэй хамтран ажиллаж буй хөдөлгөөнт операторын (MNO) ашиглаж буй дугааруудыг хэрэглэдэг. Асуумжид хариулсан орнуудын дунд зөвхөн нэг зохицуулах байгууллага (Чех – CZ) ийм төрлийн хувийн сүлжээнд зориулсан E.164 дугаарлалтын хүсэлт хүлээн авсан гэж мэдээлсэн байна.

2.3.2 Mobile Country Codes and Mobile Network Codes (MCC-MNC)

Бие даасан хувийн сүлжээг ажиллуулж буй оролцогч талууд дараах дөрвөн төрлийн Mobile Country Code (MCC) ба Mobile Network Code (MNC) хослолыг ашиглах боломжтой байдаг

- **Газарзүйн MCC-ийн дор өвөрмөц MNC оноох:** Бельги, Испани, Франц (BE, ES, FR) зэрэг гурван улсын зохицуулах байгууллага нь өөрийн давтамжийн зурвастай хувийн хөдөлгөөнт сүлжээнүүдэд 2 эсвэл 3 оронтой өвөрмөц MNC кодыг оноодог. Энэ төрлийн MNC нь нийтийн сүлжээнд холбогдох шаардлагатай, улс даяар өргөн хамрах хүрээ, найдвартай ажиллагаа шаардах хувийн сүлжээнүүдэд илүү тохиромжтой байдаг байна.

- **Газарзүйн MCC-ийн дор хувийн сүлжээнүүдэд хуваалцан ашиглуулахаар MNC оноох:** Энэ төрлийн MNC-ийг 7 орон (BE, CZ, DE, IT, FI, HU, SE) ашиглаж байна. Гэхдээ зохицуулах байгууллагуудын зүгээс ийм MNC-ийг ашиглаж буй хувийн болон олон нийтийн сүлжээний хооронд **харилцан ажиллах боломж (interoperability)** байхгүй гэдгийг анхааруулсан.

- **ITU-T-ийн E.212 зөвлөмжөөр хуваалцсан хэрэглээнд зориулан олгосон MCC 999:** Энэ төрлийн MCC/MNC-г 16 улсын зохицуулах байгууллага (AT, CH, CY, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, HR, IT, MT, NL, NO, PT, SE, SI) санал болгож, 3 улс (BE, DE, HU) үүнийг бусад хувилбаруудтай адил гэж үзсэн байна. MCC 999 нь **зөвхөн тухайн хувийн сүлжээнд хэрэглэгддэг** бөгөөд гадны сүлжээнд ашиглах боломжгүй тул **орон нутгийн хамрах хүрээтэй хувийн сүлжээнд илүү тохиромжтой**.

- **ITU-T-аас олгодог 901 болон 902 дугаартай хамтарсан MCC-ийн дор MNC ашиглах:** Эдгээр MCC-г зөвхөн ITU-T-ийн E.212 зөвлөмжийн A болон H хавсралтад заасан шалгуурыг хангасан байгууллагуудад олгодог. Ихэнхдээ олон улсад холбогдсон сүлжээ бүхий, 2 ба түүнээс дээш оронд арилжааны зориулалтаар үйл ажиллагаа явуулах операторууд энэ төрлийг ашигладаг.

Нийтийн сүлжээнд нэгтгэгдсэн хувийн сүлжээнүүдийн хувьд эдгээр нь тухайн MNO-гийн ашиглаж буй MNC-г шууд ашиглах эсвэл зохицуулах байгууллагаас газарзүйн MCC дор шинэ MNC хүсэх боломжтой. BEREC-ийн асуулгад хариулсан орнуудын дунд 6 зохицуулах байгууллага нийтийн сүлжээнд нэгтгэсэн хувийн сүлжээнд зориулсан MNC хүсэлтийг хүлээн авч байсан байна.

MCC/MNC оноох аргачлалууд:

- **Шууд оноох (spectrum эзэмшигчдэд):** 5 улсын зохицуулах байгууллага (CZ, DE, ES, HU, PT) газарзүйн MCC-ийн доорх MNC-г спектрийн эрх эзэмшигчдэд шууд оноодог.
- **Чөлөөтэй ашиглах боломжтой (шууд хуваарилалтгүй):** 3 улс (NL, FR, SE) нь газарзүйн MCC-ийн доорх MNC-г, 8 улс (CH, CZ, DE, DK, ES, FI, FR, SE) нь MCC 999 доорх MNC-г зохицуулалтгүйгээр чөлөөтэй ашиглахыг зөвшөөрдөг.

Болзошгүй асуудал ба зохицуулалт:

MNC-г хуваалцан ашиглах явцад **давхцал, интерференц** үүсэх эрсдэлтэй. Учир нь нэг бүс нутагт ижил MCC/MNC ашиглагдвал төхөөрөмжүүд өөр сүлжээнд холбогдох оролдлого хийж болзошгүй болдог байна. Зохицуулах байгууллагуудын ихэнх нь зохицуулалтыг талуудын хоорондын хариуцлага гэж үздэг. **4 улсын зохицуулах байгууллага (BE, DK, NL, PT)** зохицуулалтыг оролцогч талуудын хооронд үлдээдэг бол **5 улсын зохицуулах байгууллага (AT, CZ, DE, MT, NL)** дараах арга хэмжээг хэрэгжүүлсэн буюу хэрэгжүүлэхээр төлөвлөж байна:

- **Газарзүйн MCC-ийн MNC:** CZ, DE, NL – давтамжийн лицензийн нөхцөлд талууд заавал тохиролцох шаардлага тавьсан.
- **MCC 999-ийн MNC:** AT, DE – хувийн сүлжээний үйлчилгээ үзүүлэгчдэд ашиглаж буй MNC болон хамрах хүрээгээ зохицуулах байгууллагад мэдэгдэхийг зөвлөж, үүнийг өөр сүлжээ байгуулах сонирхолтой талуудад албан бусаар эсвэл нийтэд зориулсан лавлагааны маягаар дамжуулж мэдээлэх боломжтой гэж үзсэн. MT – ийм хүсэлт гарвал дээрх зарчмаар ажиллах бодолтой байгаагаа BEREC-ээс авсан асуулгад хариулсан байна.

Үйлдлийн системтэй холбоотой хязгаарлалт:

Хувийн сүлжээнд холбогдсон терминал төхөөрөмжүүдийн үйлдлийн систем (OS)-ийн хувьд зарим MCC/MNC хослолыг ашиглахад хязгаарлалт байж болзошгүй. Мөн OS хөгжүүлэгчдийн зүгээс зарим үйлчилгээ, функцүүдэд хандах хязгаарлалт тавьсан тохиолдол BEREC-ийн “Том контент ба аппликейшн үйлчилгээ үзүүлэгчдийн харилцаа холбооны зах зээлд нэвтрэх талаарх тайлан”-д тусгагдсанаар эдгээр хязгаарлалтууд нь OS хөгжүүлэгч, терминал үйлдвэрлэгчээс хамаарч өөр өөр байж болно.

Issuer Identifier Numbers (IINs)

Газарзүйн IIN (Issuer Identification Number) нь ITU-аас гишүүн орнуудад хуваарилагддаг. Үүний дараа тухайн улсын **харилцаа холбооны зохицуулах байгууллагууд** уг IIN-ийг холбогдох этгээдүүдэд оноодог. IIN бүртгүүлэх хүсэлтийг ихэвчлэн зохицуулах байгууллагууд бөглөн тухайн улсаа төлөөлөн ITU-д илгээдэг.

BEREC-ийн асуулгад хариулсан орнуудын дунд **2 улсын зохицуулах байгууллага (Герман – DE, Швед – SE)** нь **бие даасан хувийн сүлжээнүүдээс IIN авах хүсэлт** хүлээн авч байсан байна.

eUICC Identifier (EID)

EID (eUICC Identifier)-ийг харин **GSMA байгууллага шууд олгодог**. BEREC-ийн судалгаанд Герман улс (Герман – DE) **нийтийн сүлжээнд нэгтгэгдсэн хувийн сүлжээ** нь **EID авах хүсэлт** гаргасан гэж мэдэгдсэн байна.

2.4 ХХС ашиглан нэвтрүүлсэн үйлчилгээ, шийдлүүд

ХХС-г ашиглан дижитал шилжилт хийж буй аж үйлдвэр, байгууллагуудад ихээхэн ашиг тусыг үзүүлж байна:

- Сайжруулсан холболт: ХХС нь байгууллагын хэмжээнд найдвартай өндөр хурдны сүлжээгээр хангадаг.
- IoT интеграцлал: ХХС нь IoT төхөөрөмжүүдийн сүлжээг хөнгөвчлөх боломжтой бөгөөд энэ нь бизнесүүдэд бодит цагийн мэдээлэл цуглуулах, дүн шинжилгээ хийх боломжийг олгодог. Цуглуулсан мэдээллийг дараа нь түүний үйл явцыг сайжруулах, автоматжуулалтыг хэрэгжүүлэхэд ашиглаж болно.
- Өгөгдлийн аюулгүй байдал: ХХС нь өндөр түвшний аюулгүй байдлыг санал болгодог бөгөөд энэ нь эмзэг өгөгдлийг илгээхэд маш тохиромжтой. Энэ нь эрүүл мэнд, санхүү зэрэг салбаруудад зайлшгүй шаардлагатай боловч үүгээр хязгаарлагдахгүй.
- Бага хоцролт: ХХС нь сүлжээний хоцролтыг багасгаж чаддаг бөгөөд энэ нь баяжуулсан бодит байдал(AR), виртуал бодит байдал(VR), бие даасан тээврийн хэрэгсэл зэрэг хурдан өгөгдөл дамжуулах шаардлагатай салбарууд болон программуудад тохиромжтой.
- Тохируулах: Байгууллагууд өөрсдийн хэрэгцээнд нийцүүлэн ХХС-ээ өөрчилж тохируулдаг. Ингэхэд хамрах хүрээ, хүчин чадал, үйлчилгээний чанар зэрэг шаардлагууд багтдаг.
- Зардлын үр ашиг: Цаг хугацаа өнгөрөхөд ХХС нь уламжлалт сүлжээнээс, ялангуяа IoT байршуулалтаас илүү хэмнэлттэй байж болно.
- Бүтээмж нэмэгдэнэ: Ажилтнууд алслагдсан болон хөдөлгөөнт орчинд аль алинд нь холбоотой байж, үр дүнтэй ажиллах боломжтой.
- Алсын удирдлага: ХХС-г алсаас удирдах боломжтой бөгөөд энэ нь засвар үйлчилгээ, хяналтын үйл ажиллагааг хялбаршуулдаг.
- Аж үйлдвэрийн хэрэглээ: ХХС нь үйлдвэрлэл, уул уурхай, ложистик, хөдөө аж ахуй, эрүүл мэнд зэрэг үйл ажиллагааг өөрчлөх, шийдвэр гаргахад чухал ач холбогдолтой салбаруудад ашигтай байдаг.

Хувийн сүлжээний бизнесийн үндсэн загварууд (өмнөх бүлэгт авч үзсэн) янз бүрийн байршуулалтын загваруудыг зөвшөөрдөг, үүнд:

Ази номхон далайн бүс нутагт ХХС 5G сүлжээ ашигласан кэйс:

Нисэх: Эдотко нь Малайзын Лангкави олон улсын нисэх онгоцны буудалд хувийн хөдөлгөөнт 5G-г байрлуулсан байна. Хуучин сүлжээний шийдлүүд нь нисэх онгоцны буудлуудад ажилтнууд, зорчигчид болон нисэх онгоцны буудлын бүх эд хөрөнгийг шаардлагатай холболтоор хангахад хүндрэл учруулж байна. Үүний зэрэгцээ шинэ, сайжруулсан нисэх онгоцны буудлын терминалууд үйл ажиллагааны туршид аюулгүй байдал, үр ашгийг дээшлүүлэхийн тулд холбогдсон төхөөрөмжүүдийг улам бүр ашиглаж байна. Хувийн 5G сүлжээнүүд нь нисэх онгоцны буудлуудад аюулгүй байдлын камер, паспорт сканнер, гэрэлтүүлэг, зүүж болох шил зэрэгт шаардлагатай

дэд бүтцийг бий болгож, хамгийн найдвартай, бат бөх утасгүй холболтыг бий болгодог. Малайзын цамхгийн компани Edotco болон АНУ-ын харилцаа холбооны компани Peatalk Corporation Лангкави олон улсын нисэх онгоцны буудалд 3.5 GHz спектрийг ашиглан хувийн 5G сүлжээг суурилуулжээ. Компаниуд нисэх онгоцны буудлын ухаалаг ашиглалтын анхны дөрвөн тохиолдол дээр анхаарлаа хандуулсан: нисэх онгоцны тэргэнцэрт суурилуулсан ухаалаг төхөөрөмжөөр дамжуулан хөрөнгийн менежмент; агаарын чанарын хяналт; аюулгүй байдлыг сайжруулахын тулд бодит цагийн нүүр таних; болон нийтийн Wi-Fi-г сайжруулсан. Хувийн 5G нь нисэх буудлын операторуудад төлөвлөлт, байршуулалтаас эхлээд үйл ажиллагаа, шинэчлэлт хүртэл утасгүй дэд бүтцээ бүрэн харж, хянах боломжийг олгодог. Энэ нь нисэх онгоцны буудлын операторуудад хөрөнгөө үр ашигтай удирдах, Лангкави олон улсын нисэх онгоцны буудалд байдаг шиг шинэлэг шинэ үйлчилгээг нэвтрүүлэхэд хялбар болгодог.

Европ-д ХХС 5G сүлжээ ашиглаж буй кэйс:

Хэрэглээ - Автомашин

Автомашины компаниуд 5G технологийн өндөр хурд, бага хоцролтыг ашиглан үйлдвэрлэлийн үр ашиг, нарийвчлалыг сайжруулж, бодит цагийн хяналтаар зогсолтыг багасгахыг зорьдог.

- Mercedes Benz (5G private network):

Юунд 5G ХХС-г ашигласан бэ? Мерседес Бенз нь Telefónica Deutschland болон Ericsson-той хамтран дэлхийн анхны 5G ХХС-г Sindelfingen байрлах "Factory 56" үйлдвэртээ дэд бүтцийг нь үүсгэсэн. Хэрхэн бүтээсэн бэ? Telefónica Deutschland болон Ericsson нар 20,000 гаруй квадрат метр талбайд олон тооны дотор антенн болон 5G төвүүдийг барьсан байна. Үр өгөөж нь Мэдээллийг холбох, угсрах шугам дээр үйлдвэрлэлийг хянах замаар үйлдвэрлэлийн үр ашиг, нарийвчлалыг нэмэгдүүлсэн. Хувийн хөдөлгөөнт 5G сүлжээ нь үйлдвэрлэлийн нууц мэдээллийг гуравдагч этгээдэд өгөхөөс сэргийлсэн байна.

- Ford (Automated vehicle production): Форд компани цахилгаан машин үйлдвэрлэх лазер гагнуурын технологийг сайжруулахын тулд Эссекст 5G хувийн хөдөлгөөнт сүлжээ байгуулахаар Vodafone компанитай хамтран ажиллажээ. Vodafone-ийн 5G туршилтын төхөөрөмж нь гагнуурын явцад болон дараа нь зураг авах, хиймэл оюун ухаан боловсруулахад туслах бөгөөд ингэснээр үйлдвэрлэлийн хүлцлийг сайжруулж, дахин боловсруулалтыг арилгах болно. Үйлдвэрлэлийн шугамын зогсолтыг багасгаж, үйлдвэрлэлийн саатлыг багасгасан байна. 5G туршилтын шугам нь Форд инженерүүдэд HoloLens системийг ашиглан асуудлыг бодит цаг хугацаанд нь засах өндөр зурвасын интернэт болгож өгсөн байна.
- Volkswagen (Remote Monitoring, Inspection, and Diagnostics): Volkswagen олон тооны хөрөнгийг алсаас хянах, удирдах зорилгоор хувийн 5G сүлжээний талаар Nokia-тай хамтран ажиллаж байна. 5G сүлжээ нь үйлдвэрлэсэн тээврийн хэрэгсэлд утасгүй мэдээлэл байршуулах, робот болон утасгүй угсрах хэрэгслүүдийн ухаалаг сүлжээг бий болгоно. 5G туршилтын шугамын суурилуулалт нь мэдрэгч, машин, тээврийн хэрэгсэл болон бусад тоног

төхөөрөмжийг өргөн зурвасын интернэт, хоцролт багатай холбох боломжоор хангаж байна.

Аж үйлдвэрлэлийн хэрэглээ

Аж үйлдвэрийн компаниуд орон нутгийн үйлдвэрлэлийн хэрэглээгээ илүү их холболттой, илүү хурдан, найдвартай сүлжээтэй болгохын тулд 5G ХХС-ий шийдлүүдээр холбож байна.

- ABB (Factory Robot and Machine Interactions): ABB болон Ericsson нар хамтран уян хатан роботжуулсан үйлдвэрлэл болон машин механизмын харилцан үйлчлэлд зориулж 5G-ээр дамжуулах уян хатан байдлыг бий болгохоор хамтран ажиллаж байна. Хоёр компани хоёулаа 5G-ийг дэмждэг шинэлэг шийдлүүдийг нэгтгэхийн тулд 5G-ийг дэмждэг техник хангамж, программ хангамжийн шийдлүүдийг нэгтгэж эхэлжээ. Ингэснээр үйлдвэрийн төхөөрөмжүүдэд саадгүй холболт хийх, холбогдсон үйлчилгээг бэхжүүлэх, аюулгүй ажлын байр бий болгож, сул зогсолтыг багасгаж, эрчим хүчний зарцуулалтыг бууруулна.

Химийн аж үйлдвэрийн компаниуд мэдээлэл дамжуулах программууд болон алсаас хянах, засвар үйлчилгээ хийх үйл ажиллагааг сайжруулах зорилгоор хувийн хөдөлгөөнт 5G сүлжээг байгуулж байна.

- BASF (Хувийн 5G сүлжээ): BASF нь Cellnex Telecom компанитай хамтран Испанийн химийн үйлдвэрт анхны 5G хувийн сүлжээг суурилуулжээ. Cellnex нь Masmóvil, Nokia, Lenovo нартай хамтран BASF-ийн Таррагона байгууламжид өгөгдлийг автоматаар тооцоолох боломжийг олгох 5G туршилтын болон edge тооцооллын шийдлийг боловсруулахаар ажиллаж байна. 5G дэд бүтэц нь үйлсийн интернэт (IoT), их өгөгдөл, хиймэл оюун, виртуал болон нэмэгдүүлсэн бодит байдлыг хэрэгжүүлэх зэрэг хэрэглээний программуудыг өндөр зурвасын интернэтээр хангах зорилготой.
- Albemarle корпораци (Хувийн 5G сүлжээ): Albemarle нь Хойд Каролина дахь литийн уурхайн байгууламжид хувийн хөдөлгөөнт 5G/LTE болон Wi-Fi сүлжээг байрлуулахын тулд Nippon Telegraph and Telephone (NTT) компанитай хамтран ажиллаж байна. NTT нь хувийн 5G болон Wi-Fi сүлжээг байршуулж, Albemarle корпорацид дижитал шилжилт хийхэд нь тусална. Albemarle нь 5G дэд бүтэц, нэгдсэн технологийг ашиглан хосолмол ажлын процессоо сайжруулж, алсаас судалгаа хийх, туслах, засвар үйлчилгээ хийх замаар зардлаа бууруулах бодлого барьж байна.

Тээврийн компаниуд үйл ажиллагааны үр ашгийг дээшлүүлж, хэрэглэгчийн туршлагыг сайжруулахын тулд 5G сүлжээний өргөн зурвасын интернэт, хоцролт багатай боломжийг ашиглаж байна.

- Lufthansa Technik хэд хэдэн инновацын төслийг турших зорилгоор хоёр тусдаа аж үйлдвэрийн зэрэглэлийн 5G хувийн утасгүй сүлжээг байгуулжээ. Lufthansa Technik нь хурдан, өндөр нарийвчлалтай видео холбоосоор хөдөлгүүрийн бие

даасан эд ангиудын шалгалтыг хамтран туршина. Компанийн нисэхийн үйлчлүүлэгчид хөдөлгүүрийн эд ангиудын үзлэгт алсаас оролцох боломжтой бөгөөд цаашид аялах шаардлагагүй болно.

Улс	Жишээ	Давтамж
Герман	BMW, BASF компаниуд 5G ХХС ашиглаж байна	3.7–3.8 GHz (BNetzA тусгай зөвшөөрөл)
Япон	NTT болон Rakuten – аж үйлдвэрийн зориулалтаар 5G ХХС хөгжүүлж байна	4.6–4.9 GHz
АНУ	CBRS (Citizens Broadband Radio Service) бүс – орон нутгийн ХХС-үүд	3.55–3.7 GHz
БНСУ	SK Telecom – ухаалаг үйлдвэрт зориулсан ХХС	4.7 GHz (төрөөс зориулалтын хуваарилалт)

Country	Company /Entity	Operator	Equipment vendor	Overview
Austria	Automotive manufacturer Magna Steyr	A1 Austria	Nokia	In Austria, there was a deal struck by A1 and Nokia to provide wireless private networks to enterprises ¹ . The partnership has already deployed private 5G networks at various locations and customers including at the automotive manufacturer site Magna Steyr, and at science and technology park in Klagenfurt south Austria. It is worth noting that, the spectrum band being used for its private networks has not been published but A1 holds 140 MHz of spectrum in the 3.4 – 3.8 GHz band which uses for 5G network and capacity expansion of the existing mobile network.
Austria	5G playground Carinthia	A1 Austria	Nokia	
Austria	Vienna airport	A1 Austria	Nokia	
Austria	Siemens renewable energy microgrid	A1 Austria	Nokia	
Belgium	Port of Antwerp	Proximus		As introduced in Error! Reference source not found. , there are a number of private 5G network deployments in Belgium that are being delivered by a number of different telecommunications players. Most notably, which has deployed a private 5G network at the Port of Antwerp to support a range of different operations from tugboat connectivity to drone deployments and surveillance. Proximus has secured spectrum in the 3.4 – 3.8 GHz band which it can use for its private 5G network deployments.
Belgium	Port of Zeebrugge		Nokia and Citymesh	5G-ready private wireless connectivity. Connectivity to more than 100 endpoints across the entire port operations.
Belgium	Brussels Airport		Nokia and Citymesh	The network commenced commercial operation in mid-2020 and is used for a range of applications including Beyond Visual Line of Sight drone operations. Citymesh has spectrum rights in the 3410 – 3510 MHz band

Country	Company /Entity	Operator	Equipment vendor	Overview
Croatia	5G private network solutions	Croatian Telecom	FER	Private 5G network solutions to be deployed in Rijeka, Split and Osijek to support solution in automation, robotics, edge and fog computing
Czech Republic	5G Campus network University of Ostrava	T-Mobile	Ericsson	Exploit and support experimental development of individual use cases of 5G technology and the Internet of Things in Industry 4.0
Czech Republic	Czech Institute of Informatics, Robotics and Cybernetics (CIIRC CVUT)	T-Mobile	Ericsson	5G campus network will enable scientists, students and industrial companies to develop innovative solutions for smart manufacturing and Industry 4.0.
Czech Republic	5G Campus network University of Prague (planned)	T-Mobile	Ericsson	5G standalone campus network at the Czech University of Agriculture to focus on IoT connectivity with an agriculture focus
Denmark	Grundfos (pump manufacturer)	TDC NET	Ericsson	The project is a trial-run, with a view to a broader 5G-enabled Industry 4.0 deployment across its factories.
Denmark	Maersk Port of Aarhus	Three		Currently a private 4G network upgradeable to 5G for enterprise services
Estonia	Thinnect OÜ		Nokia	5G Standalone network to enhance the Estonian Cyber Range's Industry 4.0 capabilities.
Finland	Fortum Power and Heat (State owned energy company)		EDZCOM	Traficom has granted the firm a 20 MHz portion of spectrum locally in the 2300 – 2320 MHz band at the site
Finland	KymiRing motor		Nokia, EDZCOM (Cellnex)	Nokia is to implement an industrial-grade private 5G network at the KymiRing motor racing circuit in Finland. It will be completed in 2021 by EDZCOM, a European provider of edge connectivity solutions with particular expertise in broadcasting. It is part of Cellnex, which is probably better known for its towerco business.
Finland	Qualcomm, UROS	Elisa		Finnish network operator Elisa has deployed a private 5G network for a new-generation IoT hub developed by UROS and Qualcomm set to open this year in Oulu, Finland.

Country	Company /Entity	Operator	Equipment vendor	Overview
				The Innovation Centre is the first facility in Finland to utilise private 5G networking in IoT product development and validation. The network itself is already up and running and will serve all IoT ecosystem partners at the hub facility
Finland	Sandvik mining		Nokia	The network will enable fast, reliable and secure voice and video communications in a mining setting, which presents highly challenging deployment conditions. Its 5G capability will also be used for automated mining processes, enabling remote machine operations over 4K video links between deep underground and the surface control centre.
Finland	Konecranes		Nokia and Edzcom	Support digital transformation and research and development of the digitalised factory and port solutions.
Finland	Steveco shipping terminals in Kotka		Edzcom and Athonet	Two shipping terminals in Kotka to support full automation and business critical usage including secure, operational continuity and improve efficiency.
Finland	Agnico Eagle Finland Oy Kittilä mine		Nokia, Digita	Deployment a private 5G standalone network to support autonomous vehicles, positioning and mechanical operations. The network will also enhance operational efficiency and support the highest level of safety for teams working at the mine
France	TransDev (mobility)		Ericsson	Currently a 4G network operating in the 2575 -2595 MHz band in Rouen
France	Schnieder Electric	Orange		September 2020: Currently working on private 5G solution to support the energy company with its digital transformation
France	Lacroix	Orange	Ericsson	November 2020: French electronics manufacturer Lacroix Group has appointed Orange to deploy an indoor 5G network from Ericsson at a factory in France (Montrevault-sur-Evre) to run the rule over its value as a springboard for Industry 4.0, and as a foundation stone for its 'flagship' new 'factory-of-the-future'. Orange will manage a virtualized network core, distributed between the premises of Orange and the Lacroix plant. The spectrum band utilised for the new 5G network is unconfirmed

Country	Company /Entity	Operator	Equipment vendor	Overview
France	ADP Group (Hub One) Air France		Ericsson	Acquired a 10-year 4G and 5G license by ARCEP in February 2020 to be used in Paris' airports. Air France will also benefit from HubOne's 40 MHz. The 4/5G network will serve a professional ecosystem of more than 120,000 people who work at the three Paris airports every day, across about 1,000 companies of differing sizes and sectors.
France	EDF		Thales and Ericsson	Acquired a 10-year licence in the 2.6 GHz TDD band (20 MHz)
France	Private 5G connectivity to enterprise networks in the PB5 La Défense building in Paris		Colt Technology Services, Icade, ADVA, Airspan Networks, Athonet, Accedian and Tibco	A collaboration led by Colt to bring benefits of private 5G networks to real estate using disaggregated architecture. This is a pilot to explore the varied use cases for the coworking space environment managed by the Imagin'Office. Use cases include creation of immersive experiences for the future workplace
Germany	BMW Group Leipzig plant.	T-Mobile	Ericsson	The campus network at the BMW Group plant in Leipzig is initially based on the LTE standard. In addition to the private campus network, the public network will transmit the same signal strength. This ensures a perfect connection even for terminal devices that are not allowed to transmit in the private network. Ericsson and Telekom are currently working together to further develop the functionalities of campus solutions based on 5G standalone. The development includes a 5G dual-slice solution that can also integrate the industry spectrum. The company bought spectrum in the 3.7-3.8 GHz band.
Germany	Bosch		Ericsson	Bosch acquired a 3.7—3.8 GHz local licence. The company is preparing to set up campus local area networks. Bosch started to build a private industrial 5G network at its semiconductor factory in Reutlingen, in Baden-Württemberg in Germany, to test for Industry 4.0 compatibility and network

Country	Company /Entity	Operator	Equipment vendor	Overview
				optimisation, along with industrial partners including ABB, Ericsson, Orange, and T-Systems.
Germany	Centre Connected Industry (CCI)	Deutsche Telekom	Ericsson	Switched on a 5G standalone private network in April 2020, at the Centre Connected Industry (CCI) at RWTH Aachen Campus. The end to end private network system is based on Ericsson's 5G standalone technology running in Deutsche Telekom's 5G spectrum. The network is currently built as an indoor solution integrated with an autonomous logistics device to demonstrate possible industry use cases.
Germany	Deutsche Messe	Deutsche Telekom	Siemens	February 2021: Trade fair operator Deutsche Messe secured a private 5G licence from German network agency BNetzA for the Hanover fairground, home to Germany's flagship Industrie 4.0 event. Deutsche Telekom will set up "one of the largest 5G zones in Europe" and "Europe's largest 5G exhibition centre". The network will cover 1.4 million square metres, including all 30 halls and buildings at the site, as well as outdoor space
Germany	German electric microcar company e.GO Mobile AG (Aachen complex)	Vodafone	Ericsson	June 2019: In e.GO's Factory 1, where the e.GO Life model is manufactured, an Ericsson Private Networks solution – spanning 5G Core and 5G New Radio solutions from Ericsson's 5G Platform – will deliver secure and almost real-time data networking across the production chain, from digital material management to autonomous vehicle control.
Germany	Lufthansa, airline's aircraft hangar in Hamburg airport	Vodafone	Nokia	March 2020: The private network covers an area of 8,500 square metres. Lufthansa acquired a 3.7–3.8 GHz local licence. The idea is the new private 5G network, offering "industrial grade" reliability, alongside ring-fenced latency and bandwidth performance, precludes customers from physically attending inspections; instead they are able to provide live high-definition video feeds of their engine overhauls in their own facilities to the Lufthansa Technik team in Hamburg.
Germany	Mercedes-Benz, Sindelfingen plant	Telefonica	Ericsson	Ericsson and Telefónica Germany built the network in the 220,000sq m complex and will hand over to Mercedes-Benz upon

Country	Company /Entity	Operator	Equipment vendor	Overview
				completion for operation. Initial applications will be factory automation and use to guide autonomous vehicles. The 730 million EUR Factory 56 facility is part of a 2.1 billion EUR "future-oriented" car plant and the administrative area in Sindelfingen, in Germany. The company claimed that the factory will have zero-carbon production, and a 25 percent jump in efficiency compared with the old assembly line at the site
Germany	Port of Hamburg	Deutsche Telekom	Nokia	February 2018: Deutsche Telekom and Nokia partnered in 5G network slicing trials on private deployment on site at the port of Hamburg
Germany	Rohde & Schwarz		Nokia	November 2020: The network is running in the 3.7-3.8 GHz band. Rohde & Schwarz has installed a private 5G network from Nokia at its plant in Teisnach, Germany. The network test company wants to run the rule over cellular-enabled Industrie 4.0 applications in a dedicated 5G setup
Germany	Siemens		Qualcomm (5G test network)	ate 2019: Proof-of-concept project at the Siemens Automotive Test Centre in Nuremberg, Germany, demonstrating the first private 5G standalone (SA) network in a real industrial environment using the 3.7-3.8GHz band. The goal is to research the capabilities of 5G stand-alone networks for industrial applications. Siemens provided the industrial set-up (including the control systems and the IO devices) while Qualcomm provided the test network and equipment. Siemens has been reported in the press as having applied for local licences at six of its factory sites in German
Germany	Volkswagen			Volkswagen will start construction of its own 5G mobile networks in 122 factories in Germany in 2020. Construction of VW's 5G SA network in Wolfsburg is complete and will be used to test a mix of requirements but also wireless upload of data to manufactured vehicles and intelligent networking of robots and wireless assembly tools

Country	Company /Entity	Operator	Equipment vendor	Overview
Germany	Porsche		Ericsson	Private 5G network deployed at Porsche's production complex. The network is used to support production with networking, digitalisation and automation. Currently in a pilot phase.
Greece	Calpak ² (solar thermal manufacturer)	COSMOTEL	Ericsson	LTE based private campus network for smart manufacturing but is 5G enabled and can be upgraded to 5G when needed.
Hungary	Fixconn Komarom factory ³	Vodafone	Ericsson	Support for manufacturing in the factory to improve efficiency and remove lots of cabling
Hungary	East-West Gate Intermodal Terminal (EWG) ⁴	Vodafone	Huawei	Private 5G network built for internal communications and operation of technological devices including fully automated overhead cranes. The network aims to increase efficiency and improve working conditions in a large container terminal
Ireland	Irish Manufacturing Research	Vodafone	Ericsson	Vodafone has deployed what is being considered Ireland's first private standalone (SA) 5G network at Irish Manufacturing Research's (IMR) facility in Mullingar. IMR, an independent not-for-profit manufacturing and industrial energy efficiency research organization, will use the dedicated 5G network to develop and demonstrate smart manufacturing use cases in automated production lines and mobile robots, as well as augmented reality (AR) and virtual reality (VR) displays
Italy	Exor International	TIM	Athonet	Private 5G network deployed for factory automation and new digital services.
Netherlands	Shell, ABB and ExRobotics	KPN	Huawei	First industrial 5G-applications in Rotterdam harbour in the Netherlands. Thanks to 5G mobile networks manufacturing can be optimised, industrial maintenance can be better predicted and safety further improved. By using Ultra High Definition (UHD)-

Table 1: Examples of 5G private networks outside the EU-27

Country	Company/Entity	Operator	Equipment Vendor	Comments
China	Bluetron	China Telecom	ZTE	The network is being used to test out a new machine vision application. This combines the 5G network, with its network slicing capabilities, and mobile edge computers to provide enhanced machine vision analytics. The 5G network enables fast backhaul of the video streams to the MEC facilities in network slices that guarantee the latency, jitter and packet loss parameters.
China	West China Second University Hospital in Sichuan Province	China Mobile	Huawei	The 5G network, augmented with mobile edge computing facilities has been used to showcase a variety of new applications including a hospital management system that incorporates data about patients, waiting times, asset location, and live video camera feeds to provide a visual smart hospital management system.
China	Haier	China Mobile	Huawei	China Mobile, Huawei and Haier have completed a deployment of edge computing, 5G and machine vision into Haier's manufacturing environment. With this solution top of the range stainless steel refrigerators are visually inspected, in near realtime, to screen out production defects
China	Yangquan Coal	China Mobile		China Mobile, and Yangquan Coal Group successfully built the first 5G underground coal mine network in China. With the help of this "super Gigabit uplink" underground network, supporting a peak uplink rate of 1100Mbps, the network enables high definition audio and video communication, rapid data transmission and remote intelligent control of equipment.
Japan	Fujitsu	Japan	Fujitsu Telecom Networks	Japan's first commercial private 5G radio station license from the Kanto Bureau of Telecommunications.

Country	Company/Entity	Operator	Equipment Vendor	Comments
				- Spectrum: 28.2 GHz to 28.3 GHz spectrum for 5G and 2.575 GHz to 2.595 GHz spectrum for LTE. - System configuration: 5G-NSA for data transmission, LTE for connection control between base stations and land mobile stations. About 28,000 square meters on the grounds of Fujitsu ShinKawasaki Technology Square.
Japan	Mitsubishi Electric C.			Allowed to test a local 5G system in a limited area using the 28.2 GHz-28.3 GHz spectrum band. Mitsubishi Electric said that it expects to launch demonstration tests at other business sites as well as establish new 5G infrastructure at its business sites and laboratories.
Japan	Toyota Production Engineering Corporation's manufacturing sites		Nokia	5G ready private network to support IoT devices, equipment digitisation and visualisation. Nokia: connectivity piece—base stations, radios and core network equipment and Digital Automation Cloud for scalable operations and management. Japanese NS Solutions Corporation (ICT solution provider): wireless area design, license application support, system construction, and on-going maintenance and operation
Japan	OMRON Corporation	NTT DOCOMO	Nokia	Espoo, Finland – Nokia, NTT DOCOMO, INC. and OMRON Corporation have agreed to conduct joint field trials using 5G at their plants and other production sites. Aims to establish the feasibility of a layout-free production line using Autonomous Mobile Robots (AMRs). By taking advantage of 5G's tech, the solution will see AMRs automatically conveying components to the

Country	Company/Entity	Operator	Equipment Vendor	Comments
				exact spot where they are required based on communication with production line equipment.
Japan	Sony/Nuro Wireless 5G internet		TBC but interested vendors include Fujitsu, NEC, Sharp and Kyocera	Nuro Wireless 5G internet was set up to provide 5G connectivity for residential complexes in areas not covered by public 5G. It can also support businesses with specific needs such as factory automation
Russia	EVRAZ	Mobile TeleSystems PJSC (MTS)	Ericsson	Ericsson and Mobile TeleSystems PJSC (MTS) announced plans to jointly deploy a commercial LTE/5G-ready private network at steel and mining company EVRAZ's digital Sheregheskaya mine in south-central Russia. The private network will be built on the Ericsson Dedicated Networks solution.
South Korea	Naver Cloud		Naver Cloud	A private 5G network will be set up in a building near Seoul to test robots controlled by a cloud system to coexist with human workers. The aim is to use AI, robots and autonomous technology to establish a smart office using private 5G networks. Naver cloud will collaborate with Naver Labs that will bring the AI and robotic capability.
Taiwan	Inventec		Affirmed Networks (Microsoft), ASOCS	October 2020: Electronics manufacturer Inventec deployed a 5G standalone (5G SA) network at its plant in Taiwan, to bring automation and intelligence to its production line.
United Kingdom	AE Aerospace	EE (BT)		AE Aerospace, a manufacturer in England's West Midlands, is the first UK SME to deploy a 5G private network, working with government-backed initiatives West Midlands 5G (WM5G), and Worcestershire 5G (W5G) and its technology partner BT. The 5G network is provided by BT's mobile arm, EE.

Country	Company/Entity	Operator	Equipment Vendor	Comments
				AE Aerospace operates a high precision engineering facility that produces parts for customers including Rolls Royce, Raytheon UK and Moog.
United Kingdom	Aerospace manufacturer Leonardo	Telefonica		Telefonica and Italy-based aerospace manufacturer Leonardo have announced a deal to collaborate on private 5G for Industry 4.0, including for the "high-pace" manufacturing of the "nextgeneration" Tempest combat aircraft system, a joint defence project between the UK, Italy, and Sweden.
United Kingdom	Centrica Storage Limited, the gas storage and processing unit of UK gas and electricity supplier Centrica.	Vodafone	Ericsson	Centrica Storage Limited, the gas storage and processing unit of UK gas and electricity supplier Centrica.
United Kingdom	Ford, electric vehicle production site in Essex	Vodafone		The project has received state funding as part of a GBP65 million (USD81 million) investment in 5G by the UK government. The facility is scheduled for completion in the autumn 2020. The aim is to reduce delays in manufacturing, increase bandwidth across the campus, improve security and reliability, and increase productivity.
United Kingdom	Port of Felixstowe	Three UK	Ericsson, Siemens	The port's installation is part of the government's 5G Trials and Testbeds Programme which is intended to drive investment and innovation in 5G and to support the development of new use cases and commercial deployment.
United Kingdom	Basingstoke and Deane Borough Council		Cellnex UK	Cellnex UK has been awarded a 10 year contract to deliver a private 5G network to support local authority businesses providing 5G connectivity to develop, trial and introduce new projects and services. The network will provide both indoor and outdoor private 5G coverage.

3 Мобайл виртуал сүлжээ

3.1 Мобайл виртуал сүлжээ (MVNO): Технологи ба бизнес модель

MVNO (Mobile Virtual Network Operator) буюу **Хөдөлгөөнт Хувийн Сүлжээний Үйлчилгээ Үзүүлэгч** нь өөрийн гэсэн сүлжээний дэд бүтэцгүйгээр, бусад үүрэн операторын (жишээ нь MNO – Mobile Network Operator) дэд бүтцийг түрээслэн хэрэглэгчдэд хөдөлгөөнт холбооны үйлчилгээ үзүүлдэг байгууллага юм.

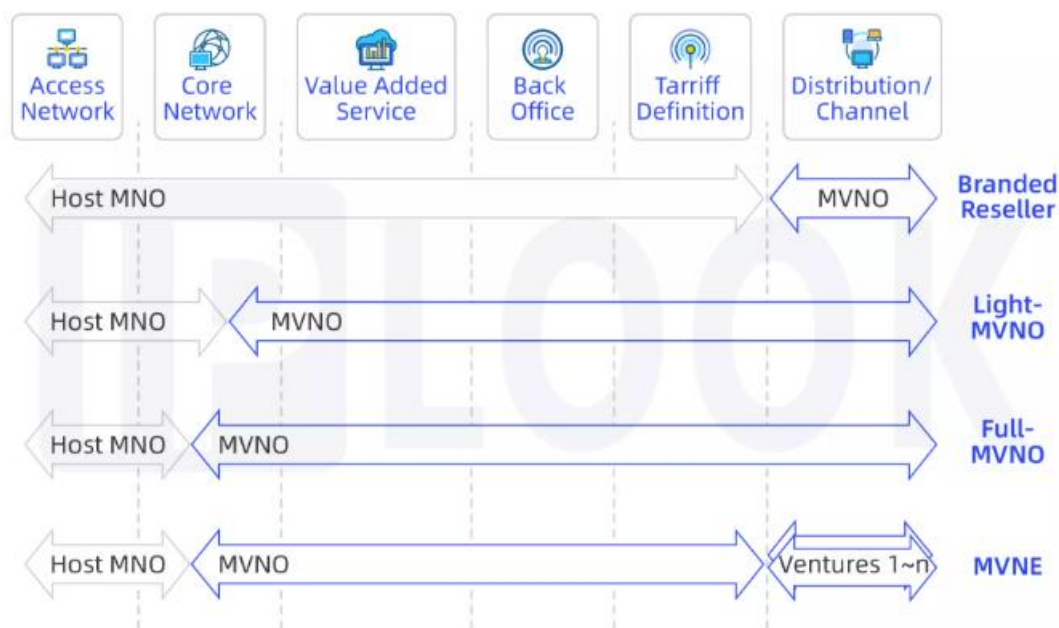
MVNO ангилал (ITU, GSMA) тодорхойлноор:

Төрөл	Шинж чанар
Full MVNO	Өөрийн SIM, billing, core системтэй
Light MVNO	MNO-ийн core network ашигладаг
Brand Reseller	Зөвхөн брэнд, хэрэглэгчийн үйлчилгээ үзүүлдэг

Niche MVNO | Тусгай сегментэд (оюутан, гадаад иргэн, IoT) зориулсан үйлчилгээ
MVNO нь үүрэн операторын сүлжээг ашиглан дараах төрлийн үйлчилгээ үзүүлдэг:

- Утасны дуудлага
- Мессеж (SMS/MMS)
- Мобайл интернет
- Олон улсын роуминг
- Дата багц, нэмэлт үйлчилгээнүүд

Гол онцлог нь MVNO нь сүлжээний антена, бааз станц, үндсэн дамжуулах тоног төхөөрөмжгүй, зөвхөн маркетинг, хэрэглэгчийн үйлчилгээ, үнийн бодлого, брэндинг дээр төвлөрдөг.

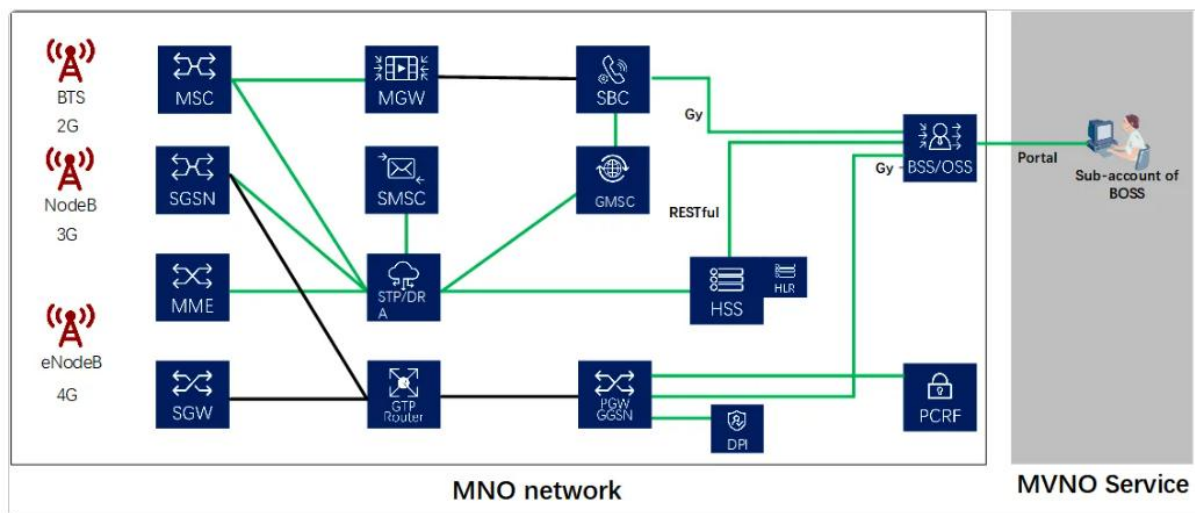


Зураг 3-1: MVNO төрөл

MVNO зах зээл дээрх бизнесийн янз бүрийн загварууд нь өртгийн сүлжээг хэрхэн өөрчлөн зохион байгуулахад суурилдаг. Иймээс бизнесийн дөрвөн үндсэн загвар нь: Branded Reseller, Light-MVNO, Full-MVNO, Network enablers юм.

3.1.1 Branded reseller

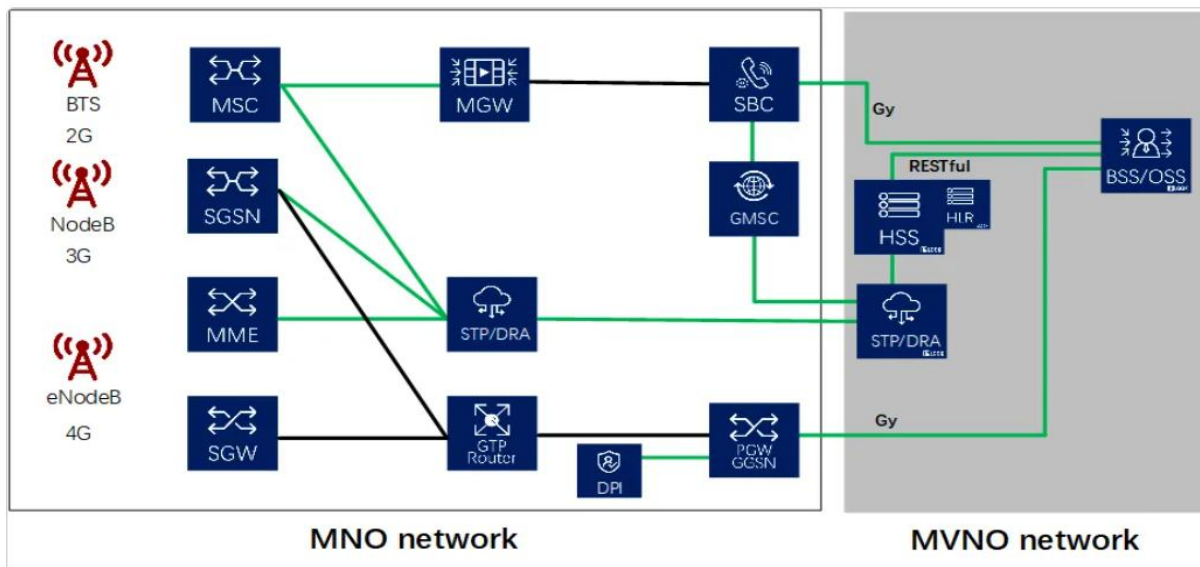
Брэнд ашиглагч борлуулагч нь хамгийн хөнгөн буюу энгийн MVNO (хөдөлгөөнт виртуал сүлжээний оператор) бизнесийн загвар бөгөөд энэ тохиолдолд шинэ хөрөнгө оруулагч нь зөвхөн өөрийн брэндийг болон зарим тохиолдолд борлуулалтын сувгаа л хангадаг. Харин үндсэн үүрэн холбооны оператор (MNO) нь сүлжээний нэвтрэх дэд бүтэц, үйлчилгээний багцын тодорхойлолт зэргийг бүхэлд нь хариуцдаг. Энэ загвар нь хамгийн бага хөрөнгө оруулалт шаарддаг тул хэрэгжүүлэхэд хамгийн хурдан байдаг. Гэвч бизнесийн гол хөшүүргүүд нь үндсэн сүлжээ эзэмшигч оператор (MNO эсвэл MVNE)-ийн мэдэлд үлддэг. Иймээс шинэ MVNO үйл ажиллагаа явуулагч нь үйлчилгээний үнэ цэнэ, өрсөлдөх давуу талаа хянах боломж маш бага байдаг.



Зураг 3-2: Branded reseller сүлжээний топологи

3.1.2 Light-MVNO

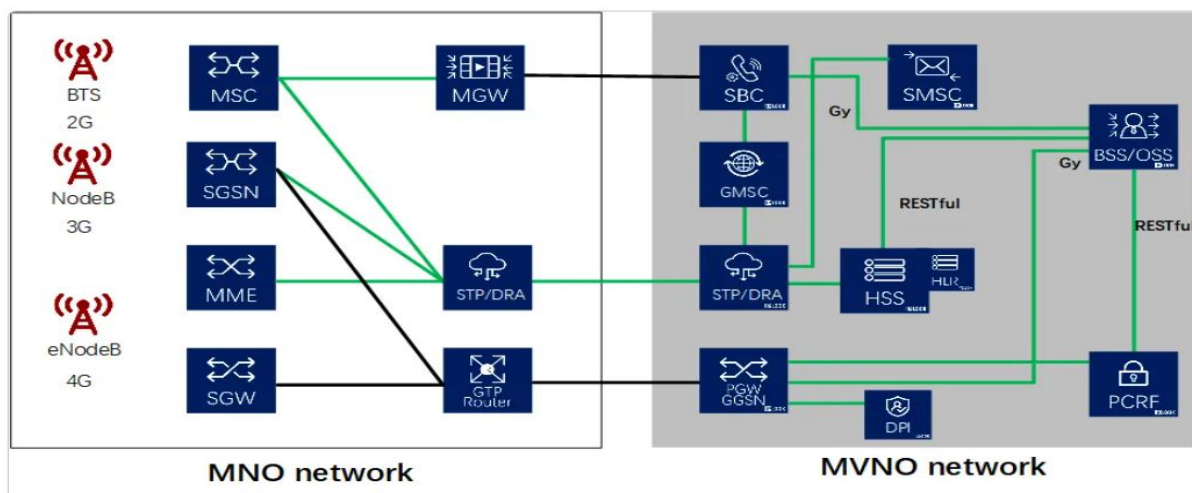
Light-MVNO нь брэнд ашиглагч борлуулагч (branded reseller) болон бүрэн хэмжээний MVNO (full-MVNO)-ийн хооронд орших завсрын бизнесийн загвар юм. Энэ загвар нь шинэ бизнес эрхлэгчдэд маркетинг, борлуулалтын чиглэлүүдийг хянах боломж олгодог бөгөөд зарим тохиолдолд цөм сүлжээ (core network), дотоод процессууд (back-office), нэмэлт өртөг шингэсэн үйлчилгээний тодорхойлолт болон тэдгээрийн ажиллагаанд илүү их хяналт тавих боломжийг олгодог.



Зураг 3-2: Light-MVNO сүлжээний топологи

3.1.3 Full-MVNO

Full-MVNO нь шинэ бизнесийн хувьд хамгийн бүрэн хэмжээний загвар бөгөөд үүнд үндсэн үүрэн холбооны оператор (MNO) нь зөвхөн нэвтрэх сүлжээний дэд бүтэц болон цөм сүлжээний зарим хэсгийг хангаж, харин шинэ MVNO бизнес нь үнэ цэнийн сүлжээний бусад бүх бүрэлдэхүүн хэсгийг хариуцан гүйцэтгэдэг. Энэ төрлийн MVNO бизнесийн загварыг ихэвчлэн одоогийн харилцаа холбооны үйлчилгээ эрхэлдэг, одоо байгаа үйл ажиллагаан дээрээ үндэслэн синержи буюу нэгдмэл ашиг тусыг бий болгох боломжтой тоглогчид сонгон ашигладаг.

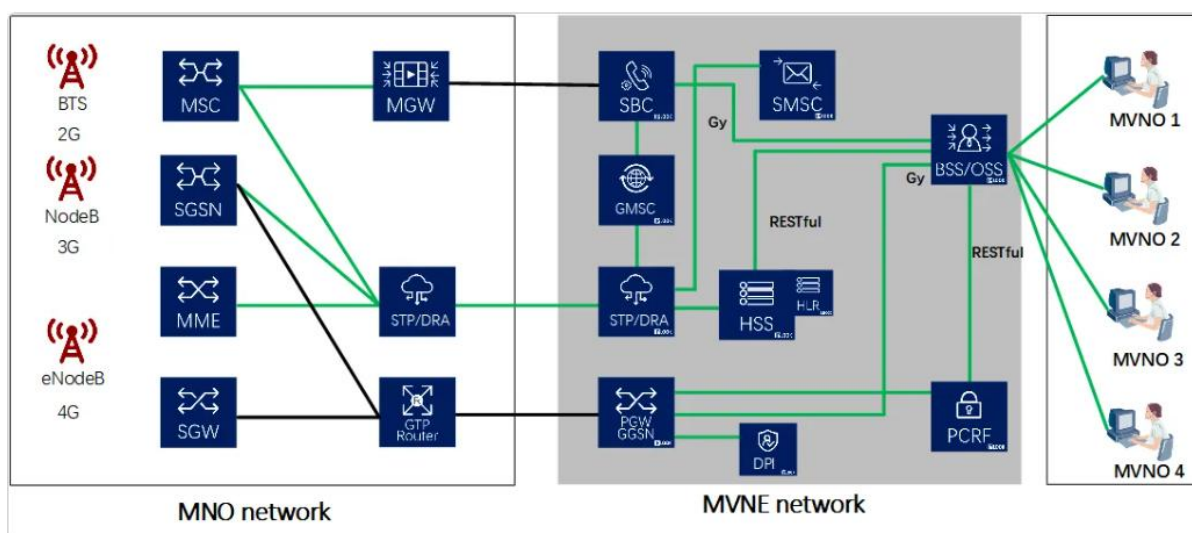


Зураг 3-3: Full-MVNO сүлжээний топологи

3.1.4 Network enablers

Сүлжээний дэмжигч гэж нэрлэгддэг Mobile Virtual Network Enabler (MVNE) буюу Хөдөлгөөнт Виртуал Сүлжээний Дэмжигч нь MVNO үйл ажиллагааг эхлүүлэхэд шаардлагатай дэд бүтцийг хангахад төвлөрдөг гуравдагч этгээдийн үйлчилгээ үзүүлэгч юм. MVNE нь хост MNO (үндсэн үүрэн холбооны оператор) болон MVNO бизнесийн хооронд байрлаж, нэмэлт өртөг шингэсэн үйлчилгээ, дотоод процесс, үйлчилгээний загварчлал зэрэг өргөн хүрээний үйлчилгээг үзүүлж чадна.

MVNE нь жижиг хэмжээний MVNO бизнесүүдийн хэрэгцээг нэгтгэж, хост MNO-той илүү ашигтай нөхцөлөөр хэлэлцээр хийх боломжийг бүрдүүлдэг тул MVNO бизнест орох босгыг бууруулдаг. Тэдгээр MVNE нь ийм давуу талуудынхаа заримыг MVNO түншүүддээ хуваалцдаг. Түүнчлэн, MVNO-г MVNE-ээр дамжуулан “бүгд багцад”-хандлагаар түргэн шуурхай эхлүүлэх боломж нь MVNO зах зээл хурдацтай тэлэхэд ихээхэн нөлөө үзүүлсэн.



Зураг 3-4: MVNE-MVNO сүлжээний топологи

3.1.5 MVNO хэрхэн ажилладаг вэ?

1. MVNO ба MNO хоёр гэрээ байгуулна: MVNO нь үндсэн операторын сүлжээг тодорхой нөхцөлтэйгөөр ашиглах эрхтэй болдог.

2. Сүлжээ түрээслэх (Wholesale): MNO нь дотоод дэд бүтцээ тодорхой тарифын дагуу MVNO-д түрээслүүлдэг.
3. Брэнд, үйлчилгээний багц гаргах: MVNO нь өөрийн гэсэн брэнд, хэрэглэгчдэд тохируулсан үнэ, багц, үйлчилгээтэй гарч ирдэг.
4. Хэрэглэгчийн үйлчилгээ: MVNO нь хэрэглэгчдэд үйлчилгээ үзүүлэх, SIM карт түгээх, аппликейшн хөгжүүлэх, хэрэглэгчийн дэмжлэг үзүүлэх зэрэг ажлыг өөрөө гүйцэтгэдэг.

MVNO буюу мобайл виртуал сүлжээний операторууд нь өгөгдөл (data) болон ярианы үйлчилгээ (voice)-г илүү уян хатан багц, хямд үнээр дахин борлуулдаг үйлчилгээ үзүүлэгчид юм. MVNO-ууд нь өөрсдийн үндсэн сүлжээний дэд бүтэц, давтамжийн нөөцгүй байдаг.

Үүрэн холбооны үндсэн операторууд (MNO) нь ашиглагдахгүй үлдэх магадлалтай илүүдэл сүлжээний хүчин чадлаа бөөний үнээр MVNO-д дамжуулан ашиглуулж, орлого олох зорилгоор тэдэнтэй хамтран ажилладаг.

GSMA-ийн мэдээлснээр 2023 оны эцсийн байдлаар дэлхий даяар үүрэн холбооны операторууд (MNO) нийт **1,038 хөдөлгөөнт виртуал сүлжээний оператор (MVNO)** болон **277 MNO-ийн дэд брэнд**-ийг хост хийж (үйл ажиллагаа эрхлүүлж) байна. Энэ нь үндсэн брэндүүдээс гадна дэлхий даяар MNO-уудаар хост хийгдсэн **1,300 гаруй үүрэн холбооны үйлчилгээ үзүүлэгч** байгааг харуулж байна.

Дэд брэндүүд нь MVNO-оос ялгаатай. Тэд тухайн MNO-ийн **100% эзэмшилд** байдаг бөгөөд **нэр брэндийн хувьд бие даасан мэт харагдавч** бодит байдал дээрээ үндсэн оператороороо бүрэн удирдуулдаг.

Дэлхий даяар MVNO-ууд нь зах зээлийн янз бүрийн сегментэд идэвхтэй ажиллаж байна. Үүнд:

- "Хямд үнэтэй үйлчилгээ" (Discount)
- "Харилцаа холбооны цогц үйлчилгээ үзүүлэгч" (Telecom MVNO – жишээлбэл суурин утас, интернэт зэрэгтэй хосолсон үйлчилгээ) гэсэн хэлбэрүүд нь нийт MVNO зах зээлийн **47 хувийг** бүрдүүлдэг хамгийн түгээмэл хэлбэрүүд юм. (Эх сурвалж: GSMA Intelligence, 2016)

Дэлхийн хэмжээнд MVNO-ууд нь нийт үүрэн хэрэглэгчдийн **ойролцоогоор 10%-ийг** эзэлж байна. **Европт** виртуал операторуудын хэрэглэгчийн тоо **100 саяас давсан үзүүлэлтэй** байна. Тэндхийн MVNO-уудын **дөрөвний нэг** нь хямд үнэтэй үйлчилгээ үзүүлэгч (discounters) хэлбэрээр ажилладаг.

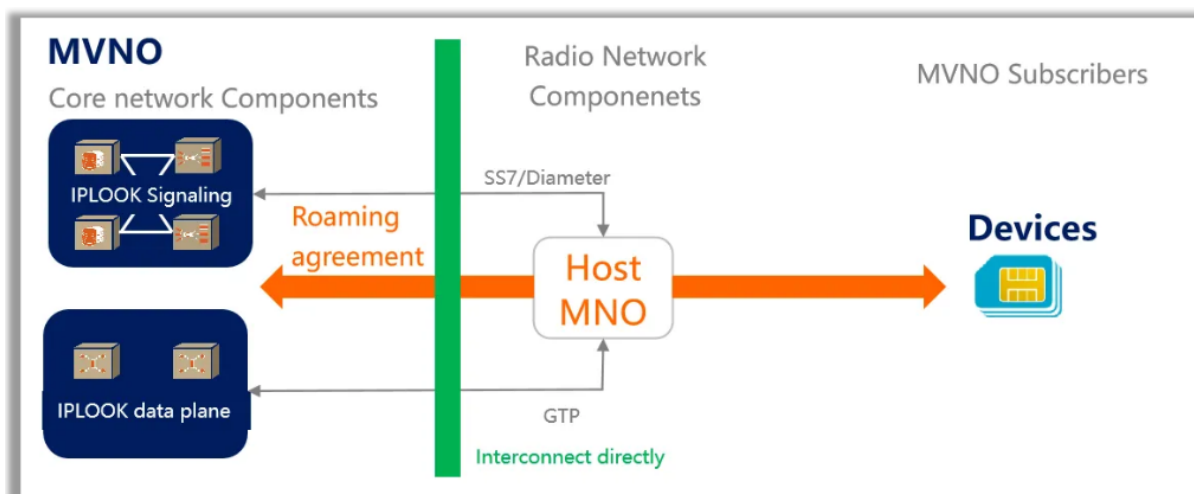
Pyramid Research-ийн 2015–2020 оны таамаглалын дагуу **data-MVNO** болон **M2M (machine-to-machine) MVNO** нь Европ дахь хамгийн ирээдүйтэй сегментүүд байх төлөвтэй байна.

M2M, үүлэн технологи (cloud), мобайл санхүү (mobile money) зэргийг ашиглах хандлага, дата хэрэглээний өсөлт нь цаашид MVNO-уудын эрэлт хэрэгцээг нэмэгдүүлнэ гэж үзэж байна.

Items	Branded reseller	Light MVNO	Full MVNO	MVNE
Direct connect with MNO/MVNOs	Handled by MNO	Self-managed	Self-managed	Self-managed
Forward signaling or traffic to other MVNOs	Doesn't support	Self-managed	Self-managed	Self-managed
Write SIM card	Handled by MNO	Self-managed	Self-managed	Self-managed
Select eSIM vendor	Handled by MNO	Self-managed	Self-managed	Self-managed
Full OTA process	Handled by MNO	Self-managed	Self-managed	Self-managed
Swap host MNO dynamically	Doesn't support	Self-managed	Self-managed	Self-managed

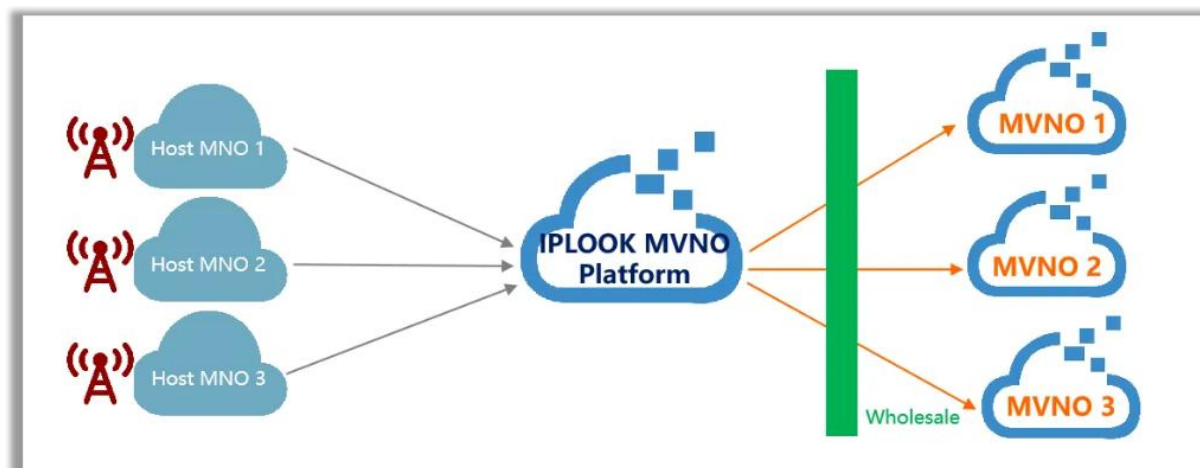
Зураг 3-5: Light MVNO/ Full MVNO/ MVNE-ийн давуу тал

MVNO үндсэн сүлжээний платформ нь роумингын зардлыг бууруулахын тулд MNO/MVNO-тэй шууд холбогдоно.



Зураг 3-6: Роуминг

Үндсэн сүлжээний (core) платформтой MVNO нь хэд хэдэн MNO-той холбогдох боломжтой бөгөөд илүү өрсөлдөхүйц үнийг сонгохын тулд динамикаар сүлжээ хооронд шилжих боломжтой болдог. Үүний зэрэгцээ MVNO нь бусад MVNO-гийн үндсэн сүлжээтэй(core) холбогдон бөөний (wholesale) үйлчилгээ үзүүлэх боломжтой болдог.



Зураг 3-7: MNO/MVNO-той харилцан холболт

MVNO-уудын тулгамдаж буй асуудлууд

Сүүлийн 15 жилийн хугацаанд MVNO-ууд Европ болон Америкт голчлон үүрэн холбооны зах зээлд өрсөлдөөнийг нэмэгдүүлж, шинэлэг тариф, үйлчилгээг нэвтрүүлэн, тодорхой хэрэглэгчийн ниш сегментүүдийг MNO-оос хямд өртгөөр татан оролцуулсаар ирсэн. Гэвч өнөөгийн нөхцөл байдал өөрчлөгдсөн байна. MVNO-уудын **ашгийн хэмжээ маш бага**, дийлэнх тохиолдолд **алдагдалтай** хэвээр байна. **GSMA Intelligence**-ийн судалгаагаар дэлхийн нийт MVNO-уудын **тал хувь нь** салбарын өөрчлөгдөж буй нөхцөл байдалд **цохигдох эрсдэлтэй** гэж үзжээ.

3.2 Өмнөд Азийн Цахилгаан холбооны зохицуулагчдын зөвлөл (SATRC) MVNO жишээ:

Мобайл виртуал сүлжээний оператор (MVNO) нь үүрэнгийн үйлчилгээ үзүүлэгч эсвэл нэмэлт үнэ цэнтэй үйлчилгээ үзүүлэгч байж болно. MVNO-ийг хэрхэн тодорхойлох талаар янз бүрийн үзэл бодол байдаг гэдгийг онцлон тэмдэглэх хэрэгтэй. Түүнчлэн Ази тивийн ихэнх улс орнууд MVNO-ий талаар албан ёсны байр сууриа хараахан тодорхойлоогүй байна. Давтамжийн зөвшөөрөлтэй үүрэн холбооны операторууд бусад үйлчилгээ үзүүлэгчидтэй давтамжаа хуваалцах тал дээр ихэвчлэн болгоомжилсон байр суурьтай байдаг.

SATRC бүсийн MVNO-тай холбоотой одоогийн нөхцөл байдал / зохицуулалтын хандлагыг тодорхойлох үүднээс MVNO-уудын зохицуулалтын хүрээний янз бүрийн талуудыг хамарсан **асуулгын хуудас** боловсруулан судалгаа хийсэн ба SATRC-ийн ихэнх гишүүн орнууд MVNO-д зориулсан тусгай **зохицуулалтыг нэвтрүүлээгүй** байна. **Энэтхэг, Иран, Пакистан** улс MVNO-д зориулсан зохицуулалтыг боловсруулсан цөөн тооны орнуудын тоонд орж байна.

3.2.1 Бангладеш

Бангладеш улсад MVNO-д зориулсан тусгай зөвшөөрлийн тогтолцоо одоогоор байхгүй. BTRC (Бангладешийн Харилцаа холбооны зохицуулах хороо)-ийн үзэж буйгаар өнөөгийн зах зээлийн нөхцөл байдлыг харгалзан үзвэл, тус улсын

үүрэн холбооны салбарт MVNO-ийг нэвтрүүлж өрсөлдөөнийг нэмэгдүүлэх орчин бүрдээгүй байна.

MNO-ууд аль хэдийн **маш хямд үнээр үйлчилгээ үзүүлж** байгаа бөгөөд тэд **өнөөгийн давтамжийн багтаамжаа бүрэн ашиглаж**, үйлчилгээний чанарыг (QoS) сайжруулахад хүндрэл бий гэжээ. Өөрөөр хэлбэл, MVNO-д **хуваалцах илүү багтаамж (capacity)** байхгүй тул MVNO-ууд орж ирээд MNO-оос **хямд үйлчилгээ үзүүлэх боломжгүй** гэсэн үг. Гэсэн ч **BTRC MVNO-ийг ирээдүйд зах зээлийн өрсөлдөөнийг нэмэгдүүлэх нэгэн чухал хэрэгсэл** гэж үзэж байна.

Зах зээлийн өнөөгийн нөхцөл байдал:

- Яриа, дата болон бусад үйлчилгээний **үнэ маш бага**
- **Өрсөлдөөн өндөр**
- **ARPU (Нэг хэрэглэгчээс олж буй дундаж орлого)** маш бага
- MNO-уудын хамрах хүрээ хангалттай
- Шинэ хэрэглэгчийн ниш сегмент (бизнес боломж) **хязгаарлагдмал**

Иймээс BTRC-ийн үзэж буйгаар MVNO-ийн нэвтрэлтийг **тодорхой урьдчилсан нөхцөлийг хангасны дараа**, зах зээлд **өрсөлдөөнийг хадгалах хэрэгсэл** болгон хэрэгжүүлэх төлөвтэй байна.

Зохицуулалтын хүрээ:

- Бангладешийн Харилцаа холбооны зохицуулалтын тухай хууль (2001)-ын дагуу MVNO-д харилцаа холбооны ангиллын тусгай зөвшөөрөл олгоно.
- MVNO-ууд өөрийн **дамжуулах сүлжээг хөгжүүлэхийг хориглоно**, учир нь энэхүү чиг үүргийг хэрэгжүүлэх тусгай зөвшөөрөлтэй бусад этгээдүүд бий.
- **Үндэсний дугаарлалтын төлөвлөгөө (2017)**-ийн дагуу BTRC нь MVNO операторуудад зориулан **дугаарын блок хуваарилах** үүрэгтэй.

3.2.2 Бутан

Бутан улс MVNO-д зориулсан албан ёсны зохицуулалтын тогтолцоо хараахан боловсруулаагүй байна. Зарчмын хувьд тус улсын зохицуулагч байгууллага MVNO-ийг зах зээлд өрсөлдөөнийг дэмжих, хадгалах **альтернатив хэрэгсэл** гэж үздэг. Бутаны үүрэн холбооны зах зээл маш жижиг (ойролцоогоор **700,000 хэрэглэгчтэй**) тул MVNO-ийг нэвтрүүлэх боломжийг зохицуулагч одоогоор нарийвчлан судлаагүй байна.

Зохицуулалтын заалтууд:

- Бутаны Мэдээлэл, Харилцаа холбоо ба Хэвлэл мэдээллийн тухай хууль (2006)-ын дагуу MVNO нь **ICT үйлчилгээний ангилал** дор тусгай зөвшөөрөл авна.

- Энэ ангилалд хамаарах операторууд **өөрсдийн үндсэн сүлжээ (core network)** болон **дамжуулах сүлжээг (transmission network)** хөгжүүлэхийг зөвшөөрөхгүй.
- Тэдгээр операторууд **ICT байгууламж эсвэл үйлчилгээтэй (нэгдсэн тусгай зөвшөөрөлтэй) дэд бүтцийг хамтран ашиглах** шаардлагатай.

Давтамжийн тухай:

- MVNO нь **MNO-тай адил нөхцөлөөр давтамжийн зөвшөөрөл авах боломжтой** гэж үздэг.
- Бутанд давтамжийг **"түрүүлж хүсэлт гаргасан нь авдаг"** зарчмаар олгодог бөгөөд **ирээдүйд бусад операторуудад зориулах хангалттай давтамжийн нөөц хадгалагддаг** байна.

Тусгай зөвшөөрөл авах үйл явц:

- MVNO нь тусгай зөвшөөрлийн мэдүүлгээ өгөхөөс өмнө **MNO-тай гэрээ байгуулсан байх** шаардлагатай.
- **MNO-тай байгуулсан гэрээний агуулга** нь MVNO тусгай зөвшөөрөл олгох шаардлага хангасан эсэхийг тодорхойлоход ашиглагдана.

Зохицуулагчийн байр суурь:

- Хэрвээ MVNO-ийг албан ёсоор нэвтрүүлэхээр шийдвэл, **MNO-ууд MVNO-оос ирэх хүсэлтийг хүлээн авах үүрэгтэй болох** нь зайлшгүй чухал гэж зохицуулагчид нь үздэг.
- Үүнийг заавал мөрдөхгүй бол MVNO-ийг амжилттай хэрэгжүүлэхэд **саад учирч болзошгүй**.

3.2.3 Энэтхэг

Энэтхэг улс MVNO (Mobile Virtual Network Operator)-ийн тогтолцоог нэвтрүүлэх зөвлөлдөх үйл явцыг **2008 оны тавдугаар сард** эхлүүлсэн. Энэхүү зөвлөлдөх баримт бичигт MVNO-ий ойлголт, тодорхойлолт, хэрэгцээ шаардлага, нэвтрүүлэх хугацаа, MVNO загварууд, давуу талууд болон техник, тусгай зөвшөөрөл, зохицуулалтын асуудлуудыг хэлэлцсэн байна. MVNO-той холбоотой асуудлыг Энэтхэгийн Харилцаа Холбооны Яам (DoT) болон Харилцаа холбооны зохицуулах газар (TRAI) олон жилийн турш хэлэлцсээр иржээ.

2014 онд “Үйлчилгээ үзүүлэхэд зориулсан тусгай зөвшөөрлийг сүлжээний тусгай зөвшөөрлөөс салгах” асуудлаар дахин зөвлөлдөж эхэлсэн бөгөөд **2016 оны тавдугаар сард DoT-аас “Нэгдсэн тусгай зөвшөөрлийн удирдамж (VNO-д зориулсан)”-ыг** албан ёсоор гаргажээ.

MVNO-ийн тусгай зөвшөөрөл олгох үйл явцын гол онцлогууд:

- MVNO нь өөрийн гэсэн тусгай зөвшөөрлийн болон зохицуулалтын тогтолцоотой бие даасан үйлчилгээ үзүүлэгчээр тодорхойлогдоно.
- MVNO нь Full (бүрэн), Intermediate (дунд зэрэг), Thin (сул)-ийн аль ч загварыг сонгох боломжтой.
- MNO ба MVNO хоорондын гэрээ нь зах зээлийн зарчмаар явагдана.
- MVNO-д тусгай зөвшөөрлийг Indian Telegraph Act-ын дагуу олгоно.
- MVNO-ий үйлчилгээний газар нь тухайн гэрээлсэн MNO-ийхтэй ижил байх шаардлагатай.
- Үйлчилгээний талбарт зориулсан хөрөнгийн хэмжээ тухайн MNO-ийнхоо хөрөнгийн хамгийн багадаа 10%-тай тэнцэх санхүүгийн чадамжтай, 10% капитал хөрөнгөтэй ямар ч Энэтхэгийн компани MVNO тусгай зөвшөөрөл авах боломжтой.
- Тусгай зөвшөөрөл олгохоос өмнө MNO-той гэрээ хийсэн байх ёстой.
- MNO-д MVNO холбох тоонд хязгаар байхгүй.
- Спектрийн төлбөрийг MNO хариуцна.
- Дугаар хуваарилалт, дугаар шилжүүлэлт, харилцан холболт, роумингийн асуудлыг гэрээ хийсэн MNO шийдвэрлэнэ.
- MVNO үйл ажиллагаагаа зогсоох эсвэл MNO, MVNO хоёрын хооронд хийгдсэн гэрээ цуцлагдсан нөхцөлд хэрэглэгчийн эрхийг хамгаална.
- MVNO-д өргөтгөх үүрэг (roll-out obligation) байхгүй.
- Банкны баталгаа: FBG – 2 улирлын тусгай зөвшөөрлийн төлбөртэй тэнцүү, PBG – MNO-ийн 5%.
- Элсэх хураамж: 500,000 – 75 сая рупи (ойролцоогоор 7,500 – 1.1 сая ам.доллар); Хамгийн бага санхүүгийн чадамж: pan-India болон бүс нутаг, дүүрэг тус бүрээс хамааран 10 сая – 100 сая рупи.
- Жилийн тусгай зөвшөөрлийн төлбөр нь MNO-той ижил.
- Нэгдэх, худалдан авах үйлдлүүдэд MNO-ийнхтэй адил зохицуулалт үйлчилнэ.
- VNO нь өөрийн network equipment (BTS, BSC, MSC) суурилуулах эрхтэй ч core network болон бусад оператортой холбогдох харилцан холболтын тоног төхөөрөмж суурилуулах эрхгүй.
- Нэг MNO-д хэдэн ч VNO хамаарах боломжтой, үйлчилгээний бүс нутагт орох VNO-ий тоонд хязгаар байхгүй.

MVNO-ийг хэрэгжүүлэх үйл явц ба жишээ: 2016 оны аравдугаар сард MVNO тусгай зөвшөөрлийн мэдүүлэг хүлээн авч эхэлсэн бөгөөд Энэтхэгийн Харилцаа холбоо, мэдээллийн технологийн яам (DoT) нь **62 компанид зөвшөөрөл олгосон** ба тэдгээрийн 57 нь Энэтхэгт MVNO үйлчилгээ үзүүлэхээр болжээ. Жишээ нь, **пан-Индия үйлчилгээ (дата + яриа)** үзүүлэх гэж буй оператор нь **7.5 сая рупи**-ийн элсэх хураамж, **10 сая рупи**-ийн санхүүгийн чадамжтай байх шаардлагатай. Харин нэг бүс нутагт үйлчилгээ үзүүлэх оператор нь **500,000 рупи**-ийн элсэх хураамж, **1 сая рупи**-ийн санхүүгийн чадамжтай байх ёстой. MVNO-д **давтамжийн тусгай зөвшөөрөл олгохгүй**, харин MNO-оос үйлчилгээг бөөнөөр худалдан авч, **өөрийн нэрийн дор зарна**.

MVNO холбоо ба анхны жишээ: Энэтхэгт MVNO-ууд **Virtual Network Operators Association of India (VNOAI)** хэмээх холбоо байгуулсан. VNOAI-аас **NSO** ба **VNO**-д тусгай зөвшөөрлийн төлбөр, ашиглалтын хураамж хоёр давхардаж буй талаар TRAI ба DoT-т хандсан тул хэлэлцэж байна. Энэтхэг дэх анхны MVNO бол **Aerovoyce** бөгөөд **BSNL** (төрийн өмчит үүрэн холбооны компани) болон **AdPay** (гар утасны төлбөр тооцооны үйлчилгээ үзүүлэгч)-ийн хамтарсан **виртуал үүрэн холбооны оператор** юм. **2017 онд Tamil Nadu мужид** (Салем, Коймбатор, Танджавур, Куддалор, Каньякумари хотууд) үйлчилгээгээ эхлүүлсэн. Aerovoyce нь **Rs 300 crore** (ойролцоогоор USD 40 сая)-оос дээш хөрөнгө оруулалт хийж, **SIM картад мобайл төлбөр тооцооны үйлчилгээг** нэгтгэсэн бүтээгдэхүүн санал болгож байна. Уг заавар нь Виртуал Сүлжээний Оператор (VNO)-ын ерөнхий заалт, санхүүгийн нөхцөл, лицензийн нөхцөл, аюулгүй байдлын шаардлагыг бүхэлд нь хамарсан байдаг.

3.2.4 Иран

Иран улс MVNO (Mobile Virtual Network Operator)-ийн **хоёр төрлийн загвар** хэрэгжүүлж байна:

1. Full MVNO (Бүрэн виртуал оператор): Өөрийн мобайл дэд бүтцийн зарим хэсгийг, тухайлбал **дуудлага шилжүүлэх төвүүд (switching centers)** байгуулна. Гэхдээ **радио сүлжээний хэсгийг(RAN)** байгуулж болохгүй. Өөрийн үйлчилгээний платформ, нэхэмжлэхийн систем (billing), хэрэглэгчийн үйлчилгээ (customer care)-тэй байна.

2. Light MVNO (Хөнгөн виртуал оператор): Өөрийн дуудлага шилжүүлэх төвүүдийг байгуулах эрхгүй.

MVNO-ууд дараах үйлчилгээг үзүүлэх боломжтой: Интернэт үйлчилгээ, Үндэсний мэдээллийн сүлжээнд суурилсан үйлчилгээ, Онцгой (хувийн) сүлжээний үйлчилгээ, Яриа (voice), Мэдээллийн болон контент үйлчилгээ, Нэмэлт үнэ бүхий үйлчилгээ (Value Added Services – VAS)

Ираны MVNO зохицуулалтын онцлох зүйлс:

- **Үүрэн холбооны үндсэн оператор (MNO)** нь хамгийн багадаа хоёр **MVNO-той нийтлэг зарчим бүхий, шударга, ялгаварлалгүй бөөний худалдааны (whole sale)** гэрээ байгуулах шаардлагатай.
- Гэрээ нь **харилцан тохиролцсон** нөхцөлтэй байна.
- Талууд **харилцаа холбооны зохицуулах хорооноос (CRA)** гаргасан зохицуулалтыг дагаж мөрдөх үүрэгтэй.

MNO нь MVNO-ий хэрэглэгчдэд: **бүх үүрэн болон суурин сүлжээний дунд роуминг, харилцан холболт-ын үйлчилгээг ижил нөхцөл, тарифын дагуу үзүүлэх ёстой.** Үндсэн оператор нь MVNO-д түргэн тусламж, цагдаа, аюулгүй байдлын байгууллагын дуудлагад холбогдох боломжийг олгох ёстой.

MVNO лиценз олгох үйл явц (2015-2016): Ираны Харилцаа холбооны зохицуулах байгууллага (CRA) 2015-2016 онд **MVNO-ийн бүртгэлийн уриалга гаргаж, 51 компанийн мэдүүлгийг хүлээн авчээ. 2016 оны 8-р сар** хүртэл шаардлагатай бичиг баримтыг бүрдүүлэн хүргүүлсэн байх ёстой байсан. Мэдүүлгийг боловсруулсны үндсэн дээр CRA нь **24 компанид MVNO үйлчилгээ үзүүлэх зөвшөөрөл олгосон.** Эдгээр MVNO-ууд нь **Ираны 3 том үүрэн операторын аль нэгтэй гэрээ байгуулсан байх** шаардлагатай байсан.

2024 оны байдлаар Иранд нийт **8 MVNO** идэвхтэй үйл ажиллагаа явуулж байна. (5 Full-MVNO, 3 light MVNO)

Бэрхшээлүүд: 2018 оны 7-р сарын 3–5-ны хооронд Балба улсад зохион байгуулагдсан **SATRC-ийн бодлого, зохицуулалт, үйлчилгээний семинар-ын** үеэр Ираны тал дараах **бэрхшээлүүдийг** онцолсон: **Дугаарлалт (numbering), Роумингийн зохицуулалт, Сүлжээ хоорондын харилцан холболт (interconnection), Тарифын хэлэлцээрийн хүндрэлүүд.** Эдгээр асуудлууд нь MVNO болон үндсэн операторуудын хоорондын зохицуулалт, гэрээний хүрээнд гарч буй **хамгийн том хүндрэлүүд** юм.

3.2.5 Пакистан

Пакистаны Харилцаа Холбооны Зохицуулах Газар (PTA) нь **2015 оны Харилцаа холбооны бодлогын 9.11.1-р заалтыг үндэслэн** улсдаа MVNO (Mobile Virtual Network Operator) үйлчилгээг зөвшөөрсөн. Пакистан нь **Өмнөд Азид MVNO зохицуулалтын хүрээг хамгийн түрүүнд нэвтрүүлсэн орон** бөгөөд 2012 онд MVNO-ийн тусгай журам гаргасан.

Пакистан дахь MVNO үйл ажиллагааны гол нөхцөл, шаардлагууд:

Лиценз олгох ба арилжааны гэрээ:

- **Үндсэн оператор (MNO)** нь **хэдэн ч MVNO-тай** арилжааны гэрээ байгуулах боломжтой.
- MVNO мөн адил **олон MNO-тай гэрээ байгуулж** ажиллах эрхтэй.

- **MVNO-ийн үйл ажиллагааны хүрээг MNO ба MVNO-ийн хоорондын гэрээнд тодорхой зааж өгөх ёстой.**
- **MNO нь MVNO-тай хийсэн гэрээгээ РТА-д ирүүлж батлуулах бөгөөд батлагдсаны дараа тухайн компани MVNO лицензийн хүсэлтээ гаргана.**
- **MVNO нь сүлжээний тоног төхөөрөмж (радио, дамжуулах, дуудлага шилжүүлэх төхөөрөмж гэх мэт) суурилуулах эрхгүй.**
- **РТА-аар батлуулсан гэрээг талууд зөвшөөрөлгүйгээр өөрчлөх боломжгүй.**

Дугаар хуваарилалт:

- **MVNO-д утасны дугаар хуваарилах үйл явц тусгай журмын дагуу явагдана.**

Үйлчилгээний чанар ба үндэсний аюулгүй байдал:

- **Үйлчилгээний чанарын хариуцлага нь MVNO-д ногдоно.**
- **MVNO нь өөрийн брэнд нэр, зах зээлд өөрийн гэсэн SIM, хэрэглэгчийн өмчлөлтэй байх тул хэрэглэгчдэд РТА-ийн тогтоосон чанарын шалгуурт нийцсэн үйлчилгээ үзүүлэх үүрэгтэй.**
- **MNO-тай гэрээ байгуулахдаа тус тусын чанартай холбоотой үүрэг хариуцлагыг тодорхой зааж өгөх шаардлагатай.**
- **Үндэсний аюулгүй байдлыг хангах үүрэг MVNO-д ногдох ба гэрээнд үүнтэй холбоотой заалтууд заавал тусгагдана.**

Хэрэглэгчийн үйлчилгээ ба үйлчилгээний үргэлжлэл:

- **MVNO нь үйлчилгээгээ эхэлсний дараа MNO нь тасралтгүй үйлчилгээ үзүүлэх ёстой.**
- **MNO нь РТА-ийн зөвшөөрөлгүйгээр MVNO-д үйлчилгээгээ зогсоох эрхгүй.**
- **MVNO нь хэрэглэгчдэд үйлчилгээгээ зогсоох бол 3 сарын өмнө урьдчилсан мэдэгдэж, РТА-ийн зөвшөөрлийг авсан байх шаардлагатай.**
- **MVNO нь өөрийн хэрэглэгчдийг шууд өмчлөх тул, тооцооны маргаан болон хэрэглэгчийн асуудлыг шийдвэрлэх бүрэн үүрэг хариуцлагатай.**
- **Арилжааны ёс зүй, үйлчилгээний гэрээний стандарт-ыг РТА-д танилцуулан, батлуулж мөрдөх үүрэгтэй.**

Төлбөр, хураамж:

MVNO-ийн анхны лицензийн хураамж нь 5 сая ам.доллар. MVNO нь MNO-тай адил зохицуулалтын бүх хураамжийг төлнө.

Роумингийн гэрээ:

- MVNO нь бусад операторуудтай харилцан тохиролцсон нөхцөлөөр роумингийн гэрээ хийх эрхтэй.

Лицензийн хугацаа ба сунгалт:

- MVNO лиценз нь эхнийх нь 10 жилийн хугацаатай олгогдоно.
- Хугацаа дуусахад талуудын харилцан тохиролцооны үндсэн дээр дахин 10 жилээр сунгаж болно.

Энэхүү зохицуулалт нь Пакистаны MVNO оролцогчдод харьцангуй чөлөөтэй, өрсөлдөх боломж бүхий орчныг бүрдүүлдэг бөгөөд РТА нь MNO ба MVNO хоорондын шударга тогтолцоог хангах үүрэгтэй байна.

3.2.6 Шри Ланк

Шри Ланкийн Харилцаа Холбооны Зохицуулах Хороо (Telecommunication Regulatory Commission of Sri Lanka – TRCSL) нь 2015 онд MVNO (гар утасны виртуал сүлжээний оператор) нэвтрүүлэх тухай зөвлөлдөх баримт бичиг гаргажээ. Зохицуулагч байгууллага MVNO-г нэвтрүүлэх нь чөлөөт зах зээлийн зарчимд суурилсан хөгжил бөгөөд одоо байгаа харилцаа холбооны дэд бүтцийг үр ашигтай ашиглахад хувь нэмэр оруулна гэж үздэг.

Шри Ланка дахь MVNO-н зохицуулалтын гол зүйлс:

Тусгай зөвшөөрөл (Лиценз): MVNO үйл ажиллагаа эрхлэхийн тулд тусгай зөвшөөрөл (лиценз) авах шаардлагатай. Лиценз авахын тулд тогтоосон маягтаар өргөдөл гаргаж, тогтоосон хураамж төлнө.

Спектрийн эрх: MVNO-д тусгайлан давтамж хуваарилахгүй. MVNO нь MNO-оос хамаарч үйл ажиллагаагаа явуулна.

MNO-той гэрээ байгуулах ба хэрэглэгчийн хамгаалалт: MVNO нь үйл ажиллагаагаа MNO-тай хийсэн гэрээгээр дамжуулан явуулна. Хоорондоо зөрчилдөөн гарах эрсдэлтэй тул гэрээнд хэрэглэгчийг хамгаалах заалтыг оруулах ёстой.

Үйлчилгээний хамрах хүрээ: MVNO нь MNO-н хамардаггүй бүс нутгуудад үйлчилгээ хүргэх үүрэгтэй.

Дуудлага, роуминг, харилцан холболт: MVNO нь MNO-гийн дотоод, олон улсын дуудлага ба роумингийн гэрээг ашиглана. MVNO өөр операторуудтай харилцан холболт хийх эсвэл роумингийн гэрээ байгуулах эрхгүй.

Тариф ба хэрэглэгчийн хамгаалалт: MVNO нь зохицуулагчийн тогтоосон тарифын шаардлагыг мөрдөх ёстой. Хэрэглэгчийн бүртгэл, шалгалттай холбоотой бүх журамд нийцэх ёстой.

Тооцоолол ба хэрэглэгчийн мэдээлэл: MVNO нь өөрийн хэрэглэгчдийн тооцооны системтэй байх ба биллингийн мэдээллээ хадгалах үүрэгтэй. Биллийн

форматыг **үйлчилгээ эхлэхээс өмнө зохицуулагчаар батлуулна**. Тооцоотой холбоотой маргааныг өөрөө шийдвэрлэнэ.

Хэрэглэгчийн үйлчилгээ: MVNO нь **өөрийн хэрэглэгчдэд зориулсан тусдаа үйлчилгээний төвтэй байх ёстой**.

Тоног төхөөрөмж ба стандарт: MVNO-ийн ашиглаж буй тоног төхөөрөмж нь **зохицуулагчаас тогтоосон стандартад нийцсэн байх ёстой**.

Үйлчилгээний чанар: MVNO нь **өөрийн хэрэглэгчдэд үзүүлж буй үйлчилгээнд үйлчилгээний чанарын хариуцлага хүлээнэ**. MNO-д хамаарах стандартыг ижил утгаар MVNO-д хамааруулна.

Үндэсний аюулгүй байдал: MVNO нь **үндэсний аюулгүй байдлыг хангах шаардлагыг мөрдөнө**.

Үйлчилгээ таслах нөхцөл: MVNO-ийн үйл ажиллагаа эхэлсний дараа MNO нь **үйлчилгээг тасралтгүй үзүүлэх үүрэгтэй**. MNO нь **MVNO-д үйлчилгээ үзүүлэхээ зогсоох эсвэл гэрээг цуцлахдаа зохицуулагчийн зөвшөөрөл авах шаардлагатай**.

Эдгээр зохицуулалтууд нь Шри Ланка дахь MVNO-ийн хөгжлийг **шинэ бизнесүүдийн оролцоог дэмжих, хэрэглэгчдийн эрхийг хамгаалах, MNO ба MVNO хоорондын шударга харилцааг зохицуулах** зорилготой юм.

3.2.7 Шилдэг туршлагауд

Түүхийн хувьд MVNO-ийн гарал үүсэл нь Европ болон Хойд Америкт хамаардаг. 1999 онд Европт анхны MVNO болох “Virgin Mobile UK” нээгдсэнээр MVNO-гийн тоо эрс өссөн. Одоогоор Европт 600 гаруй MVNO үйл ажиллагаа явуулж, олон төрлийн хэрэглэгчдэд яриа болон дата үйлчилгээ үзүүлж байна. АНУ-ын MVNO зах зээл ч мөн адил зохих хэмжээнд тэлж, өнөөдөр тус улсад 113 гаруй MVNO ажиллаж байна. Европ MVNO бизнесийг хөгжүүлэхэд эерэг, өрсөлдөөнт орчныг бүрдүүлж ирсэн бөгөөд энэ хүрээнд бөөний хүртээмжийг шаардсан зохицуулалтыг хэрэгжүүлж ирсэн. Эхэндээ ихэнх зохицуулагчид "ажиглагч" байр суурь баримталж, MNO-ууд болон MVNO-гийн харилцааг анхааралтай ажиглаж байжээ. Харин дараа нь шаардлагатай тохиолдолд зохицуулалтын арга хэмжээ авдаг болсон. Европын холбооны гишүүн улсууд болон үндэсний зохицуулах байгууллагууд (NRAs) нь радио давтамжийн эрх олгох үйл явцад бөөний хүртээмжийг заавал оруулах болсон. Жишээлбэл, Герман (анх зөвхөн агаарын цаг ашиглуулах), Ирланд (2100 MHz-ийн давтамжийн эрх олголтод MVNO хандалтыг багтаасан лиценз санал болгосон) зэрэг улсад ийм практик хэрэглэсэн.

Зохицуулагч MVNO зохицуулалт эдийн засгийн хувьд үндэслэлтэй эсэхийг хэрхэн үнэлэх вэ?

Үүнийг үнэлэхийн тулд тухайн улсын утасгүй холбооны зах зээл дэх өрсөлдөөний түвшин, боломжит өрсөлдөөн, зах зээлд нэвтрэх нөхцөл зэрэг үзүүлэлтүүдийг судлах шаардлагатай. Хэрэв MVNO-гийн нэвтрэлттэй холбоотойгоор зах зээлийн

бүтэлгүйтэл илэрч байгаа бол энэ нь өрсөлдөөнийг сааруулж буйг илтгэнэ. Тиймээс хэрэв эдийн засгийн шинжилгээгээр өрсөлдөөнт орчин хангалттай байна гэж дүгнэгдсэн бол зохицуулалт илүүдэл болохоос гадна сөрөг нөлөөтэй байж болзошгүй. Харин зах зээл бүтэлгүйтэж байгаа бол зохицуулалт шаардлагатай байж болно. Хэрвээ MVNO-г заавал нэвтрүүлэх зохицуулалт нь эдийн засгийн үндэслэлгүй байвал энэ нь хэрэглэгчид, салбар, өрсөлдөөн болон эдийн засагт сөргөөр нөлөөлнө. Зохицуулалтыг дэмжигчид MNO-нууд бөөний хандалтыг арилжааны нөхцөлөөр сайн дураараа олгодоггүй, хэрэглэгчийн сонголтыг хязгаарлаж, өрсөлдөөнт платформд нэвтрэх боломжийг хаадаг гэж үздэг. Иймд зохицуулалт зайлшгүй шаардлагатай гэж үздэг. Тэд өрсөлдөөн нэмэгдэх нь үйлчилгээний чанарыг сайжруулна гэж итгэдэг. Харин эсрэг байр суурь баримтлагчид MVNO-гийн үр өгөөж одоогоор батлагдаагүй, зах зээлийн бүтэлгүйтэл тодорхой бус, харин гар утасны зах зээл уг чанартаа өрсөлдөөнтэй тул зохицуулалт шаардлагагүй гэж үздэг.

Европын олон оронд MVNO-гийн амжилт тухайн орны зохицуулагч болон ЕХ-ны шийдвэрээс ихээхэн хамаарсан байдаг. Жишээ нь, Их Британид MNO-нууд өөрсдийн сүлжээг MVNO-д сайн дураараа нээсэн бол, Дани зэрэг бусад улсад өрсөлдөөний асуудлыг үндэслэн зохицуулагчийн зүгээс хууль гаргаж, SMP эзэмшигчдийг MVNO гэрээ байгуулахыг үүрэг болгосон байдаг байна.

4 5G ХХС-нд MVNO-ийн боломжууд

Хөдөлгөөнт виртуал сүлжээний операторууд (MVNO) нь харилцаа холбооны салбарт өөрийн дэд бүтэцгүйгээр үүрэн холбооны үйлчилгээг хэрэглэгчдэд хүргэдэг. Тэд үндсэн үүрэн холбооны операторууд (MNO)-оос сүлжээний багтаамжийг түрээслэн авч, өөрийн брэндээр дахин борлуулдаг. Ихэвчлэн тодорхой хэрэглэгчийн сегментэд чиглэсэн тусгай үйлчилгээ үзүүлдэг бөгөөд үнийн загвар, хэрэглэгчийн үйлчилгээ, нэмэлт өртөг шингэсэн үйлчилгээгээрээ ялгардаг. Гэсэн ч MVNO-ууд дараах бэрхшээлүүдтэй тулгардаг байна:

- **MNO-д өндөр хамааралтай байх** – MVNO-ууд MNO-оос сүлжээний хандалтыг хамаарч авдаг тул үнэ, чанар, спектрийн хуваарилалтад хяналт багатай.
- **Ашгийн хэмжээ багатай** – Сүлжээний багтаамжийг бөөний үнээр худалдан авдаг тул ашиг багатай, зөвхөн холболтоос гадна шинэ орлогын эх үүсвэр олох шаардлагатай.
- **Ялгарал хязгаарлагдмал** – MNO-ууд ижил төрлийн багцуудыг санал болгосноор MVNO-ууд зах зээлд онцгойрох нь хэцүү болдог.

Хувийн 5G сүлжээний гарц ба MVNO-гийн шинэ боломжууд: Хувийн 5G сүлжээний хэрэглээ нэмэгдэхийн хэрээр MVNO-ууд зөвхөн хэрэглэгч төвтэй зах зээлээс гадна байгууллагуудад чиглэсэн үйлчилгээ үзүүлэгчээр байр сууриа өргөжүүлэх боломжтой болж байна.

Байгууллагад зориулсан шийдлүүд: MVNO-ууд байгууллагуудад зориулсан бүрэн шийдэл (сүлжээний удирдлага, захиалгат тохиргоо, нэмэлт үйлчилгээ) санал болгох замаар стратегийн түнш болж чадна. Үүнд:

- **Үйлдвэрлэл** – URLLC ашиглан автоматжуулалт, урьдчилан оношлох засвар, робот удирдлагыг дэмжих.
- **Эрүүл мэнд** – Алсын хагалгаа, бодит цагийн хяналт, мэдээллийн аюулгүй дамжуулалт.
- **Ложистик, агуулах** – Автоматжуулалт, V2X харилцаа, хөрөнгийн хяналтыг сайжруулах.
- **Жижиглэн худалдаа ба смарт кампус** – AI, өгөгдлийн шинжилгээнд тулгуурласан ухаалаг шийдлүүд.

Сүлжээний хэрчим(network slicing) ба хувийн LTE/5G үйлчилгээ: Сүлжээний хэрчим – 5G-ийн виртуал сүлжээний боломжийг ашиглан тусгай хэрэгцээнд тохируулсан сувгууд үүсгэх. **Хувийн LTE/5G үйлчилгээ** – Аж ахуйн нэгжүүдийн дотоод чадавх сул үед MVNO нь менежмент бүхий хувийн сүлжээний үйлчилгээ үзүүлж чадна (спектрийн түрээс, аюулгүй байдал, IT integration).

Орлогын шинэ эх үүсвэр: IoT ба Edge Computing шийдлүүд – Автоматжуулалт, хиймэл оюун ухаанд суурилсан өгөгдлийн боловсруулалт. **Кибер аюулгүй байдал ба нийцлийн үйлчилгээ** – Аюулгүй байдлын удирдлага, салбарын шаардлагад нийцэх байдал. **Үүлэн систем ба AI шинжилгээ** – Үүлэн платформоор дамжуулан сүлжээ оновчлох, урьдчилсан шинжилгээ хийх.

Харилцаа холбооны салбар дахь үр нөлөө

Хувийн 5G сүлжээ нь харилцаа холбооны салбарыг өөрчилж, байгууллагууд сүлжээний хяналтыг илүүтэйгээр гартаа авах нөхцөл бүрдүүлж байна. Ингэснээр MNO-оос хамаарал багасаж, MVNO, систем интегратор, технологийн үйлчилгээ үзүүлэгчдийн хувьд шинэ зах зээлийн боломжууд нээгдэх боломжтой. MVNO-ууд уламжлалт дахин борлуулагчийн үүргээс гарч, байгууллагын сүлжээний шийдэл үзүүлэгч болох замаар стратегийн тэлэлт хийх боломжтой. Хэрэв тэд сүлжээний хэрчим, edge computing, үүлэн үйлчилгээний нэгдлийг амжилттай хэрэгжүүлж чадвал хөгжиж буй телеком экосистемд гол тоглогч болж чадна. Мөн хувийн ба нийтийн сүлжээг хослуулсан загвар эрчимтэй хөгжихийн хэрээр MVNO-уудын үүрэг улам бүр нэмэгдэнэ.

- RAN төхөөрөмж болон CN дэд бүтцийн хооронд нягт уялдаа холбоотой
- Өндөр уян хатан чанар (Бүх NF-ууд байранд байдаг)
- CP, UP, MP нь сайтыг орхигүй (тусгаарлах) учир нууцлалын түвшин, аюулгүй байдал өндөр
- Одоо байгаа IT-тэй нэгтгэх боломжтой
- Онцгой хандалт, нөөц хуваалцахгүй
- QoS-ийн бүрэн хяналт, удирдлага
- Хэрэглэгчийн бүрэн хяналт, удирдлага жигж аж ахуйн нэгж (эзэмшил ба засаглал)
- Суурилуулахад маш уян хатан

- Аппликейшн/үйлчилгээтэй нягт уялдаатай (жишээ нь сүлжээний статус руу шууд нэвтрэх)
- Хэрэглээний хувьд ирээдүйд шинэчлэл хийхэд илүү уян хатан
- Шийдэл нь урт хугацаанд аж ахуйн нэгж/үйлдвэрийн хэрэгцээнд илүү зохицсон болж, эцсийн хэрэглэгчийн зардал, хүчин чармайлтыг бууруулах магадлалтай
- 5G сүлжээний системийг аж ахуйн нэгжийн тусгай шаардлагад уян хатан тохируулах боломжтой.

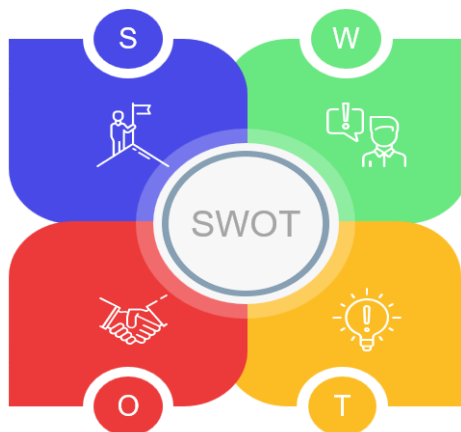


- Бусад сонголттой харьцуулахад илүү үнэтэй байх магадлалтай (CAPEX өндөр)
- Нийтийн RAN-тай холбоход дутагдалтай
- Сайтаас гадуурх холболт/үйлчилгээний тасралтгүй байдал байхгүй
- Томоохон, олон салбартай аж ахуйн нэгжүүдэд өргөтгөх чадвар дутмаг
- Хэрэглэгч байгууллагын засаглал, үүрэг хариуцлага нь 5G сүлжээний мэдлэгийг шаарддаг тул үүнийг шинээр хөгжүүлж, засварлахад өртөг өндөртэй байдаг.
- Хэрэв MNO эсвэл үйлчилгээ үзүүлэгчийн менежментийн хэлбэрээр ажиллуулбал илүү өртөгтэй байх магадлалтай
- Суурилуулахад төвөгтэй байдал ихтэй
- Засвар үйлчилгээний хувьд нарийн, төвөгтэй, хүчин чармайлт их гаргах шаардлагатай

- Их хэмжээний хөрөнгө оруулалт хийх шаардлагатай
- Вендорын үнэ ба/эсвэл дэмжлэг үзүүлэх загваруудын хувьд уян хатан бус/тохиромжгүй
- MNO роуминг гэрээний хувьд сул байр суурьтай
- Зохицуулагдсан нөөцийн өртөг болон хүртээмжийн асуудал (жишээ нь спектр, IMSI)
- MNO/үйлчилгээ үзүүлэгчийн дэмжлэг бага

Зураг 4-1: NPN SWOT анализ, эх сурвалж: Co-funded by the Horizon 2020 programme of the European Union in collaboration with Taiwan

- Бүрэн хувийн шийдлээс бага зардалтай
- Сайтаас гадуурх mobility/үйлчилгээг тасралтгүй явуулах боломжтой
- Мэдээллийн технологийн дэд бүтцэд үзүүлэх нөлөө бага
- Аж ахуйн нэгж радио байршуулалт, ашиглалтын талаар голчлон анхаарах шаардлагагүй
- Local UPF-ээр дамжуулан user plane-ны мэдээллийн аюулгүй байдал, нууцлал сайн
- Засвар үйлчилгээний төвөгтэй байдал нь бага
- Суурилуулах нарийн төвөгтэй байдал нь бага



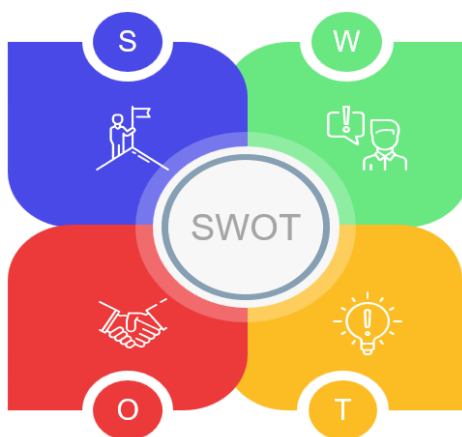
- Томоохон аж ахуйн нэгжүүдэд өргөтгөх боломж ихтэй
- Гуравдагч этгээдэд сүлжээний үйлчилгээ үзүүлэх боломжтой
- Outdoor хэрэглээнд ашиглахад тохиромжтой шийдэл байж магадгүй
- RAN-ийн өдөр тутмын үйл ажиллагааг мэргэшсэн үйлчилгээ үзүүлэгчид шилжүүлэх боломжтой
- Олон тооны RAN операторуудын хослол

- Хангалттай RAN дэд бүтэц байгаа эсэхээс хамаардаг
- MNO-н RAN-г ашигласан тохиолдолд зөвхөн SLA-уудаар дамжуулан QoS баталгаа өгдөг
- RAN нь аж ахуйн нэгжийн эзэмшилд биш, өөрсдөө удирдаагүй бол аюулгүй байдлыг хангах тал дээр асуудалтай байх магадлалтай
- Мэдээллийн технологийн дэд бүтцийг гуравдагч этгээдэд үзүүлэх
- Гуравдагч талын SP-үүд оролцож, (edge) үүл зэрэг элементүүдийг удирдаж байвал засаглалын зарим нэгэн асуудал бий болдог.
- Тодорхой шаардлагыг хангах уян хатан чанар нь бага

- Байгууллагын сүлжээнээс гадуурх control plane-ны өгөгдөл нь гадны хортой хүчин зүйлсийн эмзэг байдлыг илрүүлдэг
- Нийтийн дэд бүтцийг тасалдуулах эрсдэлтэй
- MNO-ын RAN стратегис хамааралтай байгаа нь ирээдүйн өргөтгөл эсвэл шинэчлэлийг хязгаарлаж болзошгүй
- MNO нь нэг сайт дээр олон янзын аж ахуйн нэгжийн SLA болон хэрэглэгчийн QoS-ийн шаардлагуудыг авч үзэх шаардлагатай байж магадгүй бөгөөд нарийн төвөгтэй байдлыг нэмэгдүүлэх боломжтой.
- MNO нь MVNO-той гэрээ байгуулахаас татгалзах, MVNO-ийн мэргэжлийн мэдлэг дутмаг байдал зэрэг

Зураг 4-2: MVNO SWOT анализ, эх сурвалж: Co-funded by the Horizon 2020 programme of the European Union in collaboration with Taiwan

- Уян хатан байршуулалт, тохируулж болох хуваарилалтын (split) сонголттой
- Нийтийн сүлжээнд харилцан ажиллах боломжтой -> off-site mobility, үйлчилгээний үргэлжлэл хангагдана
- Хувийн сүлжээ (Private mobile network) болон MVNO загварын онцлогийг хослуулсан
- Ерөнхийдөө аюулгүй байдал, нууцлал илүү өндөр — байгууллага нь хувийн эсвэл MNO-гийн RAN-ийг сонгох чөлөөтэй бөгөөд user plane өгөгдөл (User Plane, UP) тухайн байршлаасаа гардаггүй
- QoS буюу үйлчилгээний чанарт бүрэн хяналт тавих боломжтой
- Төрөл бүрийн edge байршуулалтыг нэг удирдлагын төвөөс удирдах боломжтой бөгөөд хэрэглэгчийн өгөгдлийн (UP) нууцлалыг хадгалж чадна
- Бизнесийг хурдан бөгөөд хямд зардлаар эхлүүлэх боломжтой
- Дотоод байгууллагууд (interenterprise) болон гуравдагч талууд (intraenterprise)-д зориулсан тусгайлан тохируулсан үйлчилгээг санал болгох боломжтой
- Өөр өөр зах зээл болон хууль эрх зүйн орчинд (жишээ нь: спектрийн зохицуулалттай холбоотой) уян хатан, өргөтгөх боломжтой
- Энэхүү загварыг MVNO-оос бүрэн хувийн сүлжээ рүү шилжих урт хугацааны стратегийн нэг хэсэг гэж үзэж болно

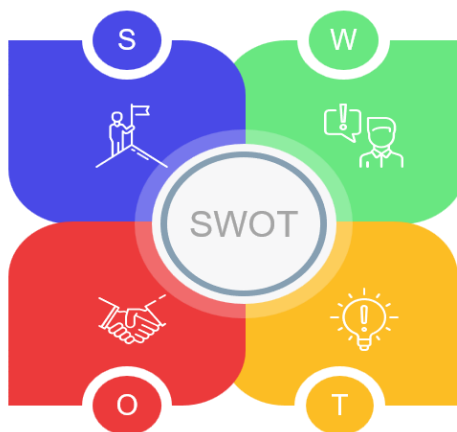


- Зардал их гарах боломжтой (анхны хөрөнгө оруулалт болон давтамж, үйл ажиллагааны зардал)
- Төвөгтэй байдал их
- Байгууллага MNO-гийн RAN-ийг хянаж чадахгүй тохиолдолд аюулгүй байдлын эрсдэл хэвээр байх магадлалтай
- Нууцлал нь тээвэрлэлт (transport)-ийн өмчлөлөөс хамаарна
- RAN-ийг удирдахын тулд байгууллага нэмэлт 5G мэдлэгтэй байх шаардлагатай
- Удирдлагын функциуд (CP NFs)-руу холболт тасарвал edge талын байршлууд удирдлагагүй болох эрсдэлтэй
- Хувийн болон нийтийн үндсэн сүлжээ (core)-тэй хэрэглэгчийн төхөөрөмж (UE) болон RAN-ийг баталгаажуулах нь нэмэлт хүчин чармайлт шаарддаг
- Бүрэн нууцлал (түүнд CP өгөгдөл ч багтана) хангахын тулд тээврийн сүлжээний өмчлөл зайлшгүй шаардлагатай
- Тээврийн сүлжээний найдвартай байдал нь удирдлагын төвийн үр нөлөөнд нөлөөлж болзошгүй
- Удаан хугацааны турш үргэлжлэх үйл ажиллагаанд олон тал оролцоно
- MNO-гийн RAN стратегид хамааралтай байх нь ирээдүйд өргөтгөл, шинэчлэлд хязгаар үүсгэж болзошгүй
- Аж ахуйн нэгжийн үндсэн сүлжээ болон олон улсын янз бүрийн MNO-гийн RAN хоорондын (төрөл бүрийн үйлдвэрлэгч, улс орон даяар) уялдаа холбооны асуудал үүсэх боломжтой
- MNO-уудтай роумингийн гэрээ байгуулах шаардлагатай

Зураг 4-3: HYBRID SWOT анализ, эх сурвалж: Co-funded by the Horizon 2020 programme of the European Union in collaboration with Taiwan

- Танилцуулсан хувилбаруудын дундаас хамгийн бага зардалтай
- Байгууллагаас шаардах оролцоо, үүрэг хариуцлага бага
- Дэлхийн хэмжээнд холболт болон үйлчилгээний үргэлжлэл хялбархан хангагдана

- Технологи нэвтрүүлэхэд зориулсан эхний түвшний шийдэл
- Олон байршилтай тохиргоонд зарим тохиолдолд хэрэглэгчийн өгөгдөл (UP) 3GPP сүлжээнээс гарах шаардлагагүй байж болох тул (жишээ нь: баталгаажуулалт, аюулгүй байдал гэх мэт) нэмэлт ашиг тустай
- Байгууллагууд голчлон edge тооцоолол болон аппликейшнуудийн үйл ажиллагаанд анхаардаг
- Үйлчилгээний чанарыг (QoS) сайжруулах зорилгоор MNO тусгай зориулалтын RAN байршуулж өгдөг



- Нууц өгөгдөл (жишээ нь: CP, MP) байршлаас гардаг тул хамгийн өндөр түвшний аюулгүй байдлын эрсдэлтэй
- MNO эсвэл тоног төхөөрөмж нийлүүлэгчийн стратегид бүрэн хамааралтай
- Байгууллага аль ч бүрэлдэхүүн хэсэг дээр удирдлага, хяналт хэрэгжүүлэх боломжгүй тул MNO болон тэдний SLA-д бүрэн найдах шаардлагатай
- Аппликейшнууд гуравдагч этгээдийн хандалтай эсвэл удирдлагатай төхөөрөмжүүд дээр ажилладаг
- Bump-in-the-wire төрлийн MEC нь гүнзгий хяналтын технологи (DPI) шаарддаг нь гүйцэтгэл болон аюулгүй байдлын хувьд эрсдэл дагуулдаг
- Байгууллагын мэдээллийн технологийн удирдлагын системтэй уялдуулах нь төвөгтэй эсвэл бүр боломжгүй байж болзошгүй
- Орон нутгийн сүлжээнд гаргах холболт (breakout) хүндрэлтэй байж болзошгүй (I-UPF заавал тухайн байршилд байх шаардлагатай)
- Аюулгүй байдлын механизм сонгох уян хатан байдал бага — учир нь USIM эрхийн бичиг (credentials) үргэлж шаардлагатай
- MNO-гийн оролцоотой холбоотойгоор уян хатан байдал бага
- Байгууллагын хэрэгцээнд тохирсон шийдлүүд ховор байх магадлалтай
- MNO-ийн бизнесийн хүрээнээс гадна өргөтгөх боломж хязгаарлагдмал
- Байгууллагын сүлжээнээс гадуурх control plane-ны өгөгдөл нь гадны хортой хүчин зүйлсийн эмзэг байдлыг илрүүлдэг
- Нийтийн дэд бүтцийг тасалдуулах эрсдэлтэй
- MNO-ын RAN стратегияс хамааралтай байгаа нь ирээдүйд өргөтгөл эсвэл шинэчлэлтийг хязгаарлаж болзошгүй
- MNO нь нэг сайт дээр олон янзын аж ахуйн нэгжийн SLA болон хэрэглэгчийн QoS-ийн шаардлагуудыг авч үзэх шаардлагатай байж магадгүй бөгөөд нарийн төвөгтэй байдлыг нэмэгдүүлэх боломжтой.
- MNO нь MVNO-той гэрээ байгуулахаас татгалзах, MVNO-ийн мэргэжлийн мэдлэг дутмаг байдал зэрэг

Зураг 4-4: MNO's private core network SWOT анализ эх сурвалж: Co-funded by the Horizon 2020 programme of the European Union in collaboration with Taiwan

5 Авах арга хэмжээний саналууд

I. Хувийн хөдөлгөөнт сүлжээг (PMN) MNO-оор дамжуулан хэрэгжүүлэх бодлого, зохицуулалтын санал

1. Бодлогын чиглэл

- MNO-д суурилсан PMN архитектурыг (PNI-NPN, virtual slice) дэмжих бодлого баримтлах.
- Хувийн сүлжээг MNO-н сүлжээгээр байгуулах нь илүү үр ашигтай, өртөг багатай, найдвартай гэдгийг хууль, бодлогын түвшинд тодорхойлох.

- MNO-уудын үл ашиглагдаж буй давтамжийг PMN-д зориулан түрээслэх, дэд түрээслэх эрхийг нээлттэй болгох.

2. Зохицуулалтын санал

Харилцаа холбооны зохицуулалтын хүрээнд:

- Шинэ зөвшөөрлийн ангилал нэвтрүүлэх: “Үйлдвэрлэлийн зориулалттай 5G сүлжээний эрх”.
- Сүлжээний архитектурын хувилбар тус бүрт (SNPN, PNI-NPN, Virtual Slice) тусгай зөвшөөрлийн шаардлага, шалгуур тогтоох.

3. Давтамжийн зохицуулалтын хүрээнд:

- Давтамжийн түрээсийн болон хуваалцах зохицуулалтыг тусгайлан боловсруулж, MNO-уудын давтамжийг дэд түрээслэх (sub-licensing) боломжийг тодорхой болгох.
- Үүрэн холбооны операторын сүлжээнд суурилсан PMN үүсгэх тусгай зөвшөөрөл (PNI-NPN deployment) нэвтрүүлэх.
- MNO-д дараах шаардлагууд тавих:
 - Сүлжээний хэрчим (network slice)-ээр дамжуулан PMN үүсгэх үйлчилгээ санал болгох.
 - PMN хэрэглэгчийн дата болон control-plane урсгалыг дотоод сүлжээнд тусгаарлах нөхцөлөөр хангах.
 - Мэдээллийн нууцлалыг MNO баталгаажуулан хариуцах.
- MNO–Enterprise гэрээний зохицуулалт:
 - Үнийн ил тод байдлыг хангах (SLA, тарифын хүрээ).
 - Өрсөлдөөнийг хязгаарлахгүй байх нөхцөл (non-discriminatory terms).
- Шаардлагатай үед MNO-д хөнгөлөлттэй татвар, тусгай зөвшөөрлийн өргөтгөл олгох, хэрвээ PMN хөгжүүлэх үүрэг хүлээвэл.

4. Авах арга хэмжээ

- MNO зориулсан PMN үйлчилгээний стандарт гарын авлага (5G slicing, MEC, edge deployment).
- Нийтийн сүлжээнд суурилсан PMN туршилтын төсөл хэрэгжүүлэх (жишээ: боловсрол, логистик, үйлдвэрлэл).
- Бизнес болон техникийн загварын шийдлүүдийг төрөөс баталгаажуулах, MNO ба хэрэглэгчийн хоорондын хариуцлагын заагийг нарийвчлан заах.

- MNO-д network-as-a-service, slice-as-a-service үйлчилгээ санал болгох үүрэг бүхий тусгай зохицуулалт боловсруулах.

II. MVNO хөгжүүлэх бодлого, зохицуулалт, арга хэмжээ

1. Бодлогын чиглэл

- MVNO-г хөгжүүлж, өрсөлдөөн нэмэгдүүлэх, үнэ бууруулах, үйлчилгээний хүртээмжийг сайжруулах үндсэн зорилго тодорхойлох.
- Full MVNO хүртэл хөгжүүлэх шаталсан стратеги баримтлах.
- MNO-ууд MVNO-д үндсэн сүлжээний хүртээмжийг шууд өгч, хөнгөлөлттэй нөхцөлөөр хамтран ажиллах үүрэгтэй байх эрх зүйн үндсийг бий болгох.

2. Зохицуулалтын санал

- MVNO-ийн лицензийн ангилал, шалгуур, үйлчилгээний хязгаарлалт тодорхойлох (жишээ: branded reseller, light MVNO, full MVNO).
- MNO-уудыг дараах байдлаар зохицуулах:
 - Сүлжээгээ бусдад нээлттэй түрээслэх үүрэг (fair access).
 - MVNO-уудад техникийн интерфэйс, өгөгдлийн урсгалыг ашиглуулах нөхцөл.
 - Үйлчилгээ үзүүлэгчээс ялгаварлан гадуурхахгүй байх шаардлага.
- Төрийн болон олон нийтийн үйлчилгээ үзүүлэхдээ MVNO-г сонгох эрхийг нээлттэй болгох (жишээ: төрийн хөнгөлөлттэй дата багц, цахим иргэний үйлчилгээний багц).
- Зохицуулах байгууллагын баталгаажуулсан тарифын шалгуур, MNO–MVNO гэрээний шалгуур бүхий маягт, протокол боловсруулах.

3. Авах арга хэмжээ

- Шинэ MVNO үйлчилгээ эрхлэгчдэд зориулсан хөрөнгө оруулалтын хөнгөлөлт (татвар, дэд бүтэц түрээс).
- Нийтийн үйлчилгээний салбарт (боловсрол, эрүүл мэнд, аялал жуулчлал) MVNO-нээр дамжуулан сегментчилсэн багц үйлчилгээ нэвтрүүлэх.
- Өрсөлдөөний зах зээл дээр MVNO-г дэмжих хууль эрх зүйн орчныг бий болгох, өрсөлдөөний хяналт хэрэгжүүлэх.

6 Ашигласан материалын жагсаалт

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

- [1] GSacom.com
- [2] www.cullen-international.com
- [3] GSA, GAMBoD (GSA Analysor for Mobile Broadband Data)
- [4] Samsung, “Private Networks Vol.2 – Architectures and Features for Industrial Scenarios”, Oct 2021
- [5] Spectrum policy trends 2024, GSMA, Feb 2024
- [6] Private Mobile Networks, Member report, GSA, Dec 2024
- [7] https://www.gsmaintelligence.com/research/research-file-download?file=the-mvno-model%2C-global-footprint-and-outlook-1482139690924.pdf&id=18809144&utm_source=chatgpt.com
- [8] <https://www.iplook.com/info/mvno-models-i00016i1.html>
- [9] <https://www.itu.int/itunews/issue/2001/08/mvno.html>
- [10] https://www.berec.europa.eu/system/files/2025-03/BoR%20%2825%29%2033%20BEREC%20Report%20on%20the%20Evolution%20of%20Private%205G%20Networks%20and%20interrelation%20with%20public%20networks%20in%20Europe_0.pdf
- [11] <https://www.itu.int/en/ITU-T/inr/forms/Pages/iin.aspx>.
- [12] eUICC Identity Scheme - Device Services (gsma.com).
- [13] <https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2024/03/EU4D-Telecom-Rules-Report-on-5G-private-network-development.pdf>
- [14] <https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-5g-regulation-and-law/china>
- [15] <https://5g-conni.eu/wp-content/uploads/2022/08/861459-5G-CONNI-D2.2-Final-Report-on-Private-5G-Network-Architecture-and-Operator-Models-v1.0.pdf>
- [16] <https://www.fortinet.com/content/dam/fortinet/assets/white-papers/wp-securing-5g-private-mobile-networks.pdf>