



ХАРИЛЦАА ХОЛБООНЫ ЗОХИЦУУЛАХ ХОРОО

**ХӨДӨЛГӨӨНТ ХОЛБООНЫ 5-Р ҮЕИЙН СҮЛЖЭЭНД АКТИВ ДЭД БҮТЭЦ ХАМТРАН
АШИГЛАХ ТЕХНОЛОГИЙН ШИЙДЭЛ, ЗОХИЦУУЛАЛТЫН ОЛОН УЛСЫН ЧИГ
ХАНДЛАГА**

2025.11.03



Агуулга

1. Оршил	3
2. Дэд бүтэц хуваалцах төрлүүд	3
2.1. Технологи	4
2.2. Газар зүй	5
2.3. Архитектур	5
2.4. Түншлэл	6
2.5. Эх үүсвэр	6
3. 5G сүлжээний идэвхтэй дэд бүтэц хуваалцах (Active Sharing) гэж юу вэ?	8
3.1. Актив дэд бүтэц хамтран ашиглах технологийн шийдэл (Technical Solutions)	9
3.2. Шууд ба шууд бус ашиг тус	20
3.3. Техникийн сорилтууд	21
4. Олон улсын зохицуулалтын чиг хандлага	23
4.1. Операторуудын хамтын ажиллагаа	26
4.2. Сүлжээний дэд бүтцийг хамтран ашиглах зохицуулалтын аргачлал	30
4.3. Хятад улсын туршлага	35
4.4. Малайз	36
4.5. БЕРЕК улс орнууд	47
4.6. Тайланд	48
4.7. Нигер	49
5. Давуу тал, сорилт ба боломжууд	49
6. Open RAN (O-RAN) технологи	52
7. Дүгнэлт ба зөвлөмж	56
8. Эх сурвалж	59



1. Оршил

5G сүлжээ нь IMT-2020 стандартад нийцсэн, өндөр хурдтай, бага хүлээлттэй, өндөр нягтралтай IoT холболтыг дэмжих шинэ үеийн хөдөлгөөнт сүлжээ юм. Энэ сүлжээ нь eMBB, URLLC, mMTC зэрэг технологийн давуу талуудыг ашиглан өндөр хурдтай интернэт, найдвартай real-time холболт, олон мянган IoT төхөөрөмжийг нэг дор холбох боломжийг олгодог. Гэвч 5G сүлжээний хөрөнгө оруулалт өндөр байдаг. Шинэ RAN станцууд, 5G core сүлжээ, спектрийн лиценз зэрэг нь операторуудад ихээхэн өртөг үүсгэдэг ба сүлжээний хэрэглээ өндөр байх тусам эдгээр зардлыг нөхөх шаардлага нэмэгддэг. Үүний улмаас операторууд ашигт ажиллагаагаа нэмэгдүүлэх, хөрөнгө оруулалтыг хурдан нөхөх стратеги эрэлхийлэх шаардлагатай болдог. Энэ нөхцөлд актив дэд бүтцийг хамтран ашиглах нь үр ашигтай шийдэл болдог. Сүүлийн жилүүдэд мобайл сүлжээний дэд бүтцийн хуваалцах үйлчилгээнд тулгуурласан хэрэглээ, бизнесийн хэрэгцээ өсөн нэмэгдсээр байна. Радио станц, антен, цахилгаан эрчим хүч, талбай зэрэг дэд бүтцийг хуваалцах нь хөрөнгө оруулалтын өртгийг бууруулж, богино хугацаанд сүлжээний хамрах хүрээг өргөжүүлдэг. Мөн хамтран ашиглах замаар операторууд шинэ технологи, үйлчилгээ нэвтрүүлэх боломжтой болж, эдийн засгийн үр ашгийг нэмэгдүүлдэг байна. Дэд бүтцийг "идэвхтэй" болон "идэвхгүй" гэж хоёр ангилдаг.

2. Дэд бүтэц хуваалцах төрлүүд

Өргөн утгаар нь авч үзвэл, сүлжээн дэх бараг бүх хэсгийг хамтран ашиглаж болох бөгөөд үүнд үйл ажиллагааны дэмжлэгийн систем (OSS) ба бизнесийн дэмжлэгийн систем (BSS) орно. Энэхүү баримт бичигт "сүлжээ" гэдэг нь бүх төрлийн радио болон суурин харилцаа холбооны сүлжээг илэрхийлэх ба хиймэл дагуулын сүлжээг оруулаагүй болно. Дэд бүтцийг хамтран ашиглах хамгийн энгийн нэг арга нь дараах байдлаар хуваах юм:

Пассив (Идэвхгүй) дэд бүтэц: Сайтууд, жижиг матч, цамхаг, барилга, шон, хоолой, тоног төхөөрөмжийн өрөө, цахилгаан хангамж, HVAC(агааржуулалт, хөргөлт) кабелийн суваг, харуул хамгаалалт зэрэг зөвхөн суурь байгууламжууд, цахилгаан бус дэд бүтцийг хамтран ашиглах. Үүнийг хамтран ашиглах нь харьцангуй энгийн бөгөөд өргөн хэрэглэгддэг. Ихэвчлэн үүрэн холбооны операторуудын хооронд идэвхтэй үйл ажиллагааны уялдаа холбоо шаардахгүй, зөвхөн зай талбай болон физик дэмжих дэд бүтцийг хамтран ашиглахыг хэлдэг.

Актив (Идэвхтэй) дэд бүтэц: Радио долгион үүсгэж, хүлээн авдаг электрон төхөөрөмжүүд. Үүнд, бааз станц, антенн, дамжуулагч болон бусад цахилгаан тоног төхөөрөмжүүд багтана. Энэ хэсгийг хамтран ашиглах нь илүү нарийн төвөгтэй технологийн шийдлүүдийг шаарддаг.

Зураг 1 нь ОУЦХБ, Өмнөд африкийн холбооны орнуудын зохицуулагчдын холбооноос (CRASA) 2018 онд Өмнөд Африкийн хөгжлийн хамтын нөхөрлөлийн орнуудад мэдээлэл, харилцаа холбоо болон өргөн нэвтрүүлгийн дэд бүтцийг хамтран ашиглах судалгаагаар ямар ч хамтын ашиглалтын тохиолдлыг тодорхойлоход ашиглаж болох таван хэмжээст (эсвэл шинж чанарын) үзүүлэлтийг харуулсан байна.



Зураг 1: Дэд бүтцийг хамтран ашиглахын таван хэмжээст үзүүлэлт. Эх сурвалж: CRASA and ITU 2018 Coleago Consulting

2.1. Технологи

Технологийн төрөл нь хамтран ашиглахад хамаарах технологийг тодорхойлдог, жишээлбэл: 2G, 3G, 4G, 5G, WiFi, xDSL, DOCSIS гэх мэт. Зарим тохиолдолд, аль нэг шалтгааны улмаас хоёр MNO зөвхөн 4G-г хамтран ашиглахад тохиролцсон боловч 2G эсвэл 3G-г хамтран ашиглаагүй тохиолдлууд бий. Швед улсад хамгийн нарийн зохицуулалттай жишээ нь: хоёр 3G сүлжээ нь хамтран ашиглагддаг (TeliaSonera/Tele2 болон Telenor/Hutchison), харин хамтран ашиглагддаг 4G сүлжээ нь Telenor/Tele2 юм. Зохицуулалтын орчныг боловсруулахад, боломжийн хэмжээгээр технологи-нейтрал хэллэгийг ашиглах нь чухал бөгөөд ирээдүйн технологийн хөгжлийг харгалзан үзэх ёстой

Мобайл сүлжээний дэд бүтцийг үйлчилгээ хэлбэрээр (Mobile Network Infrastructure as a Service, MNlaaS) ашиглах байдал түгээмэл болж, сүлжээний дэд бүтцийн уян хатан байдал өссөн нь хөрөнгө оруулалтын (CAPEX) болон үйл ажиллагааны зардлыг (OPEX) бууруулах том боломжийг олгож байна. Харилцаа холбооны сүлжээний технологийн хувьд зах зээлийн хэрэгцээ, салбар бүрийн онцлог нь харилцан адилгүй тул ганц технологи бүгдэд тохирох боломжгүй. Харин шийдэл нь “нэгдмэл (converged)” хэлбэртэй байх ёстой бөгөөд O-RAN нь Хувийн сүлжээ, Wi-Fi, 4G/5G-ийн нэгдсэн шийдлийг дэмжих шаардлагатай платформыг бүрдүүлж өгдөг.

5G технологи нь найдвартай байдал, аюулгүй байдал, хоцрогдол бага, олон тооны IoT төхөөрөмж дэмжих чадвар, өндөр хурдтай мобайл дата зэрэг шинэ, сайжруулсан чадамжуудыг дэмждэг хүчирхэг технологи юм.



2.2. Газар зүй

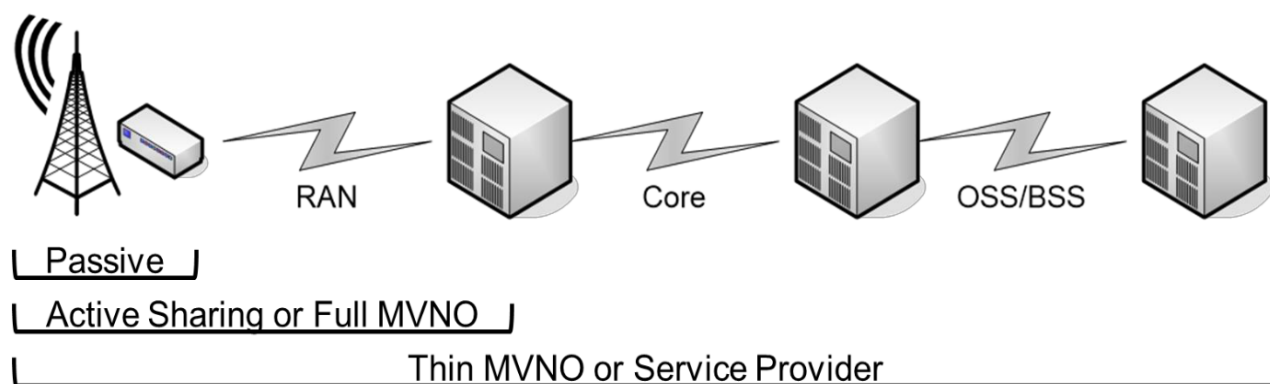
Газар зүй нь хамтран ашиглах үйл ажиллагаа улс орны аль хэсэгт явагдахыг тодорхойлдог. Ихэвчлэн, энэ нь хүн амын нягтрал (хотын, хотын зах, хөдөө эсвэл алслагдсан бүс нутаг) болон засаг захиргааны хязгаараар тодорхойлогддог. Харин гар утасны сүлжээний хувьд, барилга дотор болон гадаа байрлах антены ялгааг ч мөн авч үзэж болно.

Хотын бүсүүд нь ихэвчлэн сүлжээний чанар, барилга доторх хамрах хүрээ, үйлчилгээний онцлог гэх мэт өрсөлдөөнд ашигтай боломжуудыг илүү ихээр санал болгодог тул MNO-ууд ийм бүсэд хамтран ашиглахгүй байх нь стратегийн хувьд ухаалаг шийдэл байж болно. Хотын сайтуудыг хамтран ашиглах нь орон зай, цацрагийн хязгаарлалт, төлөвлөлтийн зохицуулалт зэрэг асуудлуудыг дагуулж болно.

Олон улсад төрийн бодлого нь улсынхаа өргөн зурвасыг тэлэх бодлогын зорилт тавьдаг. Энэ нь хөдөө орон нутгийн иргэдэд хүрэх сүлжээний хүртээмжийг хангахыг зорьдог тул, дэд бүтцийг хамтран ашиглах нь үйл ажиллагааны зардал, бага орлоготой хөдөө орон нутгийн нөхцөлд чухал түлхэц болдог.

2.3. Архитектур

Архитектурын хэмжээ нь дэд бүтцийг хамтран ашиглахыг тодорхойлоход ашигладаг үзүүлэлт юм. Энэ нь хамтран ашиглах (идэвхгүй болон идэвхтэй) хөрөнгө ба холбоотой үйл ажиллагааг тодорхойлдог. Идэвхтэй хөрөнгүүд нь технологийн хамрах хүрээнээс хамааран ялгаатай байдаг.



Зураг 2: Хөдөлгөөнт сүлжээний дэд бүтцийг хамтран ашиглах

Зураг 2-т үзүүлсэн хөдөлгөөнт сүлжээний дэд бүтцийг хамтран ашиглах үндсэн төрлүүд:



1. Идэвхгүй хамтран ашиглалт (Passive sharing) – Сайтууд, цамхагууд, шонгууд, хоолой, тавцан, байр, тоног төхөөрөмжийн өрөө, цахилгаан хангамж, HVAC (агааржуулалт, хөргөлт), аюулгүй байдал гэх мэт цахилгааны бус дэд бүтцийг хамтран ашиглах.
2. Идэвхтэй хамтран ашиглалт (Active sharing) – RAN буюу суурин хандалтын сүлжээнд байгаа идэвхтэй (цахилгаан) дэд бүтцийг хамтран ашиглах; идэвхтэй хамтран ашиглалтын тодорхой тохиолдлууд болох антенны хамтын ашиглалт, MORAN, MOCN-ийг доор дэлгэрүүлэн үзнэ.
3. Антенны хамтын ашиглалт (Antenna sharing) – Идэвхгүй хамтын ашиглалттай адил боловч антеннууд, фидер, өсгөгч, комбайнерууд оролцоно.
4. MORAN (Multi-Operator RAN) – RAN дахь идэвхтэй (цахилгаан) дэд бүтцийг олон оператор хамтран ашиглах, жишээлбэл BTS/BSC, Node B/RNC, eNode B гэх мэт.
5. MOCN (Multi-Operator Core Network) – MORAN-тэй адил боловч давтамжийн спектрийг мөн хамтран ашиглана.
6. MVNO (Mobile Virtual Network Operator) – Бусад операторын RAN болон спектрийг ашиглах зөвшөөрөлтэй оператор; MVNO нь спектрийн лиценз эзэмшдэггүй бөгөөд цөм сүлжээгээ эзэмшдэг (heavy/thick/full) эсвэл эзэмшдэггүй (light/thin) байж болно.
7. Roaming – Нэг MNO-ийн хэрэглэгчид адил улсын хоёр дахь MNO-ийн сүлжээнд нэвтрэх боломжтой; ихэвчлэн тодорхой газарзүйн бүсэд хязгаарлагддаг; энэхүү баримт бичгийн хүрээнд олон улсын роумингийг оруулаагүй болно.
8. Дамжуулах сүлжээний хамтын ашиглалт (Transmission sharing) – Backhaul эсвэл үндсэн дамжуулах сүлжээг хамтран ашиглах, жишээлбэл microwave, шилэн кабель, терминалын төхөөрөмж, чиглүүлэгч (router) гэх мэт.
9. GWCN хамтын ашиглалт (GWCN sharing) – Хөдөлгөөнт үндсэн сүлжээг (core network) хамтран ашиглах, MSC болон SGSN зэрэг тоног төхөөрөмжийг багтаана.

2.4. Түншлэл

Хамтран ашиглах гэрээнд оролцож болох боломжит түншүүд нь дараах байгууллагуудыг багтаана: MNO, суурин сүлжээний оператор, кабелийн телевизийн үйлчилгээ эрхлэгч, газрын өргөн нэвтрүүлгийн байгууллага, нийтийн үйлчилгээний компани, цамхгийн компани гэх мэт, хамтран ашиглах дэд бүтцийг эзэмшдэг эсвэл түрээсэлдэг байгууллагууд.

Зохицуулалтын үүднээс авч үзвэл, тухайн зохицуулах байгууллагын эрхлэх асуудлын хүрээ эсвэл одоогийн лицензийн тогтолцоо нь холбогдох байгууллагад хамаарахгүй тохиолдолд хүндрэл үүсч болзошгүй. Ийм нөхцөл байдал нь ихэвчлэн нийтийн үйлчилгээний байгууллага өөр зохицуулах байгууллагын хяналтын хүрээнд багтдаг тохиолдолд гардаг.

2.5. Эх үүсвэр

Дэд бүтцийг хамтран ашиглахад олон төрлийн эх үүсвэрийн боломжууд байдаг бөгөөд үүнийг Зураг 3–7-д харуулсан болно. Эх үүсвэрийн зохицуулалт нь хамтран ашиглах гэрээний өрсөлдөөний талтай холбоотой асуудлыг авч үзэхэд онцгой чухал юм.

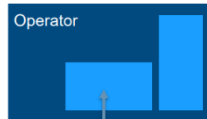


Unilateral: Нэг түнш нөгөө түншдээ хөрөнгө/үйлчилгээ үзүүлэх гэрээ.

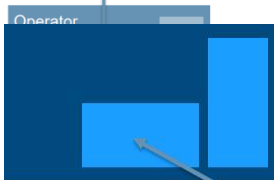
Bilateral: Хоёр түнш хөрөнгөө хуваалцах гэрээ.

Ихэвчлэн сайт хуваалцах, роуминг, MVNO, LLU гэх мэтэд ашиглагддаг

Жишээ: T-Mobile and 3(roaming) in Austria, Celcom and Altel in Malaysia.



Зураг 3: Unilateral эсвэл Bilateral

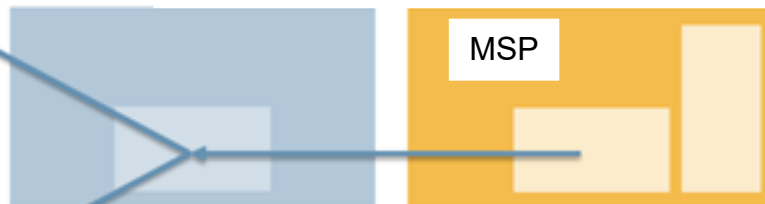


Зураг төсөл боловсруулах, барих, ажиллуулах үүрэгтэй хамтрал. Хөрөнгө эзэмшиж эсвэл эзэмшихгүй байж болно.

Зураг 4: Joint Venture (JV)



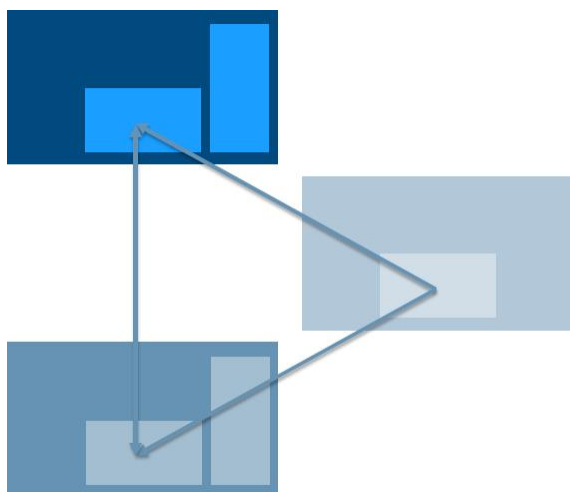
JV нь зураг төсөл боловсруулах, барих болон ашиглалтад оруулах нийт үйл ажиллагааг ерөнхийд нь хариуцдаг боловч Managed Service Provider (MSP)-уудад тодорхой ажлуудыг гадагш (outsourcing) хийдэг.



Example: MBNL (EE and 3) in UK outsources to Ericsson.



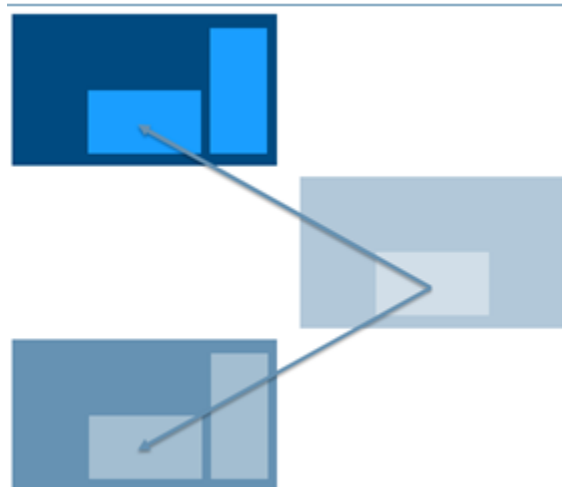
Зураг 5: JV outsources to Managed Service Provider(MSP)



Хамтарсан байгууллага нь зураг төсөл боловсруулах, барилга угсралт болон ашиглалтын ажлыг ерөнхийд нь хариуцдаг. Гэсэн хэдий ч эдгээр ажлын зарим хэсгийг нэг эсвэл хоёр тал нь дахин гадаад гүйцэтгэгчээр (outsourcing) хийлгэх боломжтой.

Жишээ: 3GIS(TeliaSonera and 3) in Sweden: Cornerstone (Vodafone and O2) in UK.

Зураг 6: JV outsources back to partners



Зураг төсөл боловсруулах, барих болон ашиглалтын ажлыг бие даасан компани хариуцна. Хөрөнгийн эзэмшигч нь уг компани байх бөгөөд операторууд багахан хэмжээний хувьцаа эзэмшинэ.

TowerCo examples: Abertis(Spain), Helios Tanzania, TIM (Italy).

Open Access examples: Rwanda and Mexico

Зураг 7: Independent third party (neutral host)

3. 5G сүлжээний идэвхтэй дэд бүтэц хуваалцах (Active Sharing) гэж юу вэ?

5G сүлжээний идэвхтэй дэд бүтэц хуваалцах (Active sharing) гэдэг нь хоёр буюу түүнээс олон оператор нэг дор сүлжээний идэвхтэй элементийг, тухайлбал радио станц (Base Station), радио хандалтын сүлжээ (RAN), spectrum (давтамжийн нөөц), ба сүлжээний удирдлагын системийг (core network) хамтран ашиглах технологи юм. Энэ нь зөвхөн физик дэд бүтцийг бус, мөн сигнал дамжуулах, өгөгдөл боловсруулалт, сүлжээний нөөц удирдлага зэрэг идэвхтэй үйл ажиллагааг хуваалцаж буйг илэрхийлдэг.

Энгийнээр тайлбарлавал, уламжлалт аргаар оператор бүр өөрийн станц, антен, нөөцөө бие даан ажиллуулдаг бол идэвхтэй хуваалцахад хэд хэдэн оператор нэг сүлжээний элементүүдийг үнэгүй биш, тохиролцоонд үндэслэн ашиглаж, үйлчлүүлэгчдэд өндөр хурд, найдвартай холболт хүргэж чаддаг.

Энэ нь операторууд сүлжээнийхээ идэвхтэй хэсгүүд болох радио давтамж, радио хандалтын сүлжээ, бааз станц, антен болон бусад тоног төхөөрөмжийг хамтран ашиглахыг хэлнэ. Энэ



арга нь нэгдсэн нэг физик сүлжээгээр дамжуулан олон логик сүлжээг бий болгох боломжийг олгодог.

Уламжлалт байдлаар мобайл сүлжээний хуваалцах үйл явцыг физик сүлжээний элементүүдийг хамтран ашиглах болон логик сүлжээний хуваалт гэж ойлгож болно. Энэ тохиолдолд хуваалцах нөөцийг нарийвчлан тодорхойлох болон хэрэглэгчдэд тохирох сүлжээ хуваалцах хувилбарыг сонгох нь харьцангуй энгийн байдаг.

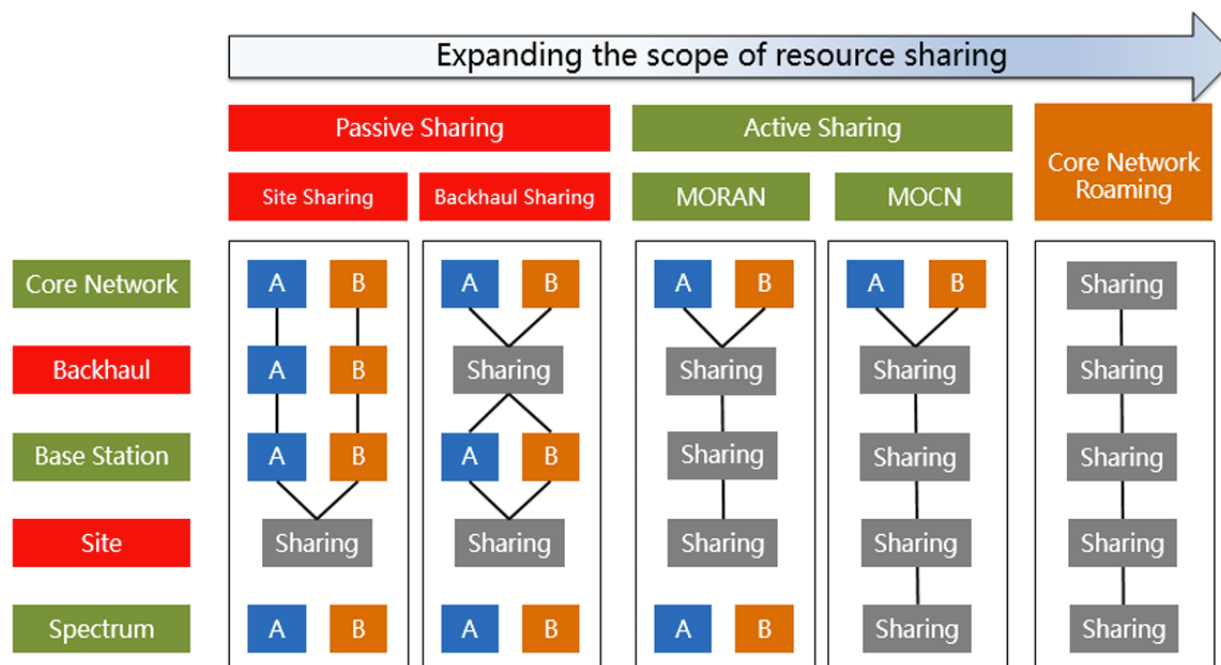
Харин орчин үеийн харилцаа холбооны системд мобайл сүлжээг хуваалцах үйл явц улам бүр нарийн төвөгтэй болжээ. Энэ нь давтамжийн зурвас хуваалцах, физик сүлжээний элементүүдийг хуваалцах, тооцооллын нөөцийг хуваалцах, хадгалалтын нөөц хуваалцах, логик сүлжээний сегмент хуваалцах, виртуалчилсан сүлжээний функц хуваалцах, домэйн үйлчилгээ хуваалцах зэрэг олон үйл ажиллагааг хамарч болдог болсон.

Эдгээр хуваалцах хувилбар, механизм нь хэрэглэгчдэд уян хатан байдал олгож, өөрийн үйлчилгээнд тохирсон сүлжээ хуваалцах шийдлийг сонгох боломжийг олгодог. Гэхдээ ийм уян хатан байдал нь хуваалцах болон нэвтрүүлэх янз бүрийн хослолоор дамжин аюулгүй байдлын эрсдэл бий болгох эсвэл нэмэгдүүлэх тохиолдол элбэг байдаг. Идэвхтэй сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгийг хуваалцах хамгаалалтын арга хэмжээ нь MNO-ууд болон хэрэглэгчид бусадтай хамтран ашиглах эсвэл ашиглахгүй байх сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгийн төрлийг идэвхтэйгээр тодорхойлоход чиглэнэ. Идэвхтэй сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгүүд нь сүлжээний зайлшгүй чухал хэсэг бөгөөд идэвхтэй болохын тулд (сүлжээний элемент эсвэл сүлжээний функц) тохиргоо шаарддаг. Тиймээс эдгээр хөрөнгийг сүлжээний дэд бүтцээс ялган тодорхойлж, хамгаалах нь тодорхой төрлийн халдлагаас сэргийлэх чухал үйл явц юм.

3.1. Актив дэд бүтэц хамтран ашиглах технологийн шийдэл (Technical Solutions)

Идэвхтэй сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгийг хамтран ашиглахтай холбоотой хамгаалалтын арга хэмжээ нь MNO болон хэрэглэгч талууд хамтран ашиглах эсвэл дангаар ашиглах бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг тодорхойлох, ялгах, зохицуулах үйл явц юм. Идэвхтэй сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгүүд нь сүлжээний зайлшгүй чухал хэсэг бөгөөд тэдгээрийг сүлжээнд идэвхтэй (network elements эсвэл network functions) болгохын тулд ихэвчлэн тохиргоо хийх шаардлагатай байдаг.

Актив дэд бүтцийг хамтран ашиглах хэд хэдэн үндсэн технологийн шийдэл байдаг. Сүлжээ хуваалцах хамгийн түгээмэл ангилал нь технологи юм. Дараах зурагт хуваалцаж болох нэгжүүдээс хамаарсан дэд бүтцийг хуваалцах төрлүүдийг тоймлон харуулав (Зураг 8).



Зураг 8. Network Resource Sharing Models (Source: GSMA)

Идэвхгүй дэд бүтэц /passive sharing/ хуваалцах гэдэг нь үүрэн холбооны станцын электрон бус дэд бүтэц, тухайлбал, цахилгаан хангамж, удирдлагын систем, болон дамжуулах сүлжээ зэрэг физик элементүүдийг хуваалцах явдал юм. Энэ хэлбэрийг цааш нь суурь станцуудын физик байршлыг хуваалцах **байршил хуваалцах**, мөн радио хянагчаас суурь станц руу чиглэсэн дамжуулах сүлжээг хуваалцах **дамжуулах шугамыг хуваалцах** гэж ангилж болно. Идэвхгүй дэд бүтцийг хуваалцах нь хамгийн энгийн бөгөөд байршил бүрээр хэрэгжүүлэх боломжтой байдаг. Энэ нь операторуудад байршлыг хялбархан хуваалцаж, хуваалцсан байршлаасаа хамаарч стратегийн өрсөлдөх чадвараа хадгалах боломжийг олгодог. Энэ хэлбэрийн хуваалцах аргад сүлжээний тоног төхөөрөмж нь тусдаа хэвээр үлддэг тул ашиглахад илүү хялбар байдаг. Гэсэн хэдий ч, зардлыг хэмнэх боломж нь бусад хэлбэртэй харьцуулахад хязгаарлагдмал юм.

Идэвхитэй дэд бүтцийг хуваалцах гэдэг нь радио хандалтын сүлжээ (антенн/трансивер, суурь станц, дамжуулах сүлжээ, хянагчаас бүрдэнэ) болон үндсэн сүлжээ (сервер, үндсэн сүлжээний функц) зэрэг сүлжээний электрон дэд бүтцийг хуваалцах явдал юм. Энэ хэлбэрийг цааш нь дараах гурван үндсэн төрөлд ангилж болно. Үүнд: **MORAN (Multi-Operator Radio Access Network)**: Радио хандалтын сүлжээг хуваалцаж буй оператор бүр өөрийн спектрийг ашигладаг хэлбэр; **MOCN (Multi-Operator Core Network)**: Радио хандалтын сүлжээ болон спектрийг хамтран ашигладаг хэлбэр; **GWCN (Gateway Core Network Sharing)**: Сервер болон үндсэн сүлжээний тодорхой функцүүдийг хамтран ашигладаг буюу үндсэн сүлжээг хуваалцах хэлбэр.

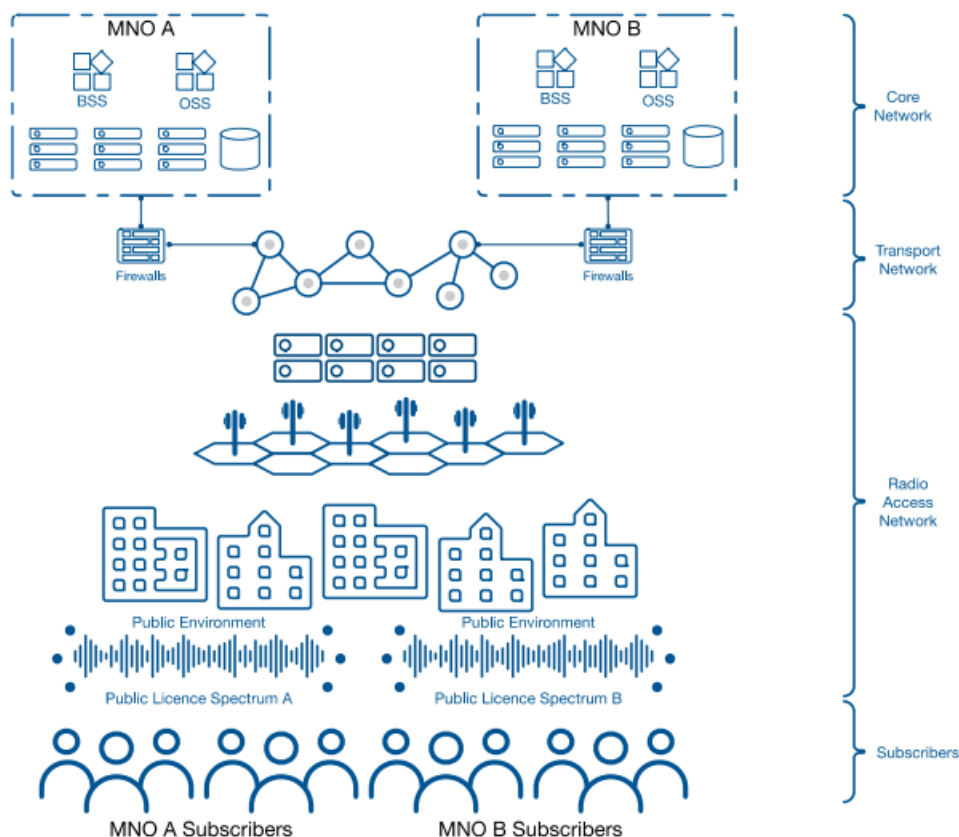
Байршлыг хуваалцахтай адилаар, MORAN болон MOCN-ийг байршил бүрээр хэрэгжүүлж, стратегийн ялгааг бий болгох боломжтой. Гэсэн хэдий ч, сүлжээний тоног төхөөрөмжийн ашиглалтыг хуваалцах шаардлагатай (эсвэл ядаж л үүссэн асуудлыг оролцогчидтой



хуваалцах ёстой) тул байршлыг хуваалцахаас илүү нарийн төвөгтэй болгодог. Зардлыг хэмнэх боломж нь байршлыг хуваалцахаас илүү өндөр юм. Үндсэн сүлжээг хуваалцах нь зардлыг хэмнэх илүү их боломжийг олгодог боловч ажиллуулах, стратегийн ялгааг хадгалахад нарийн төвөгтэй байдаг.

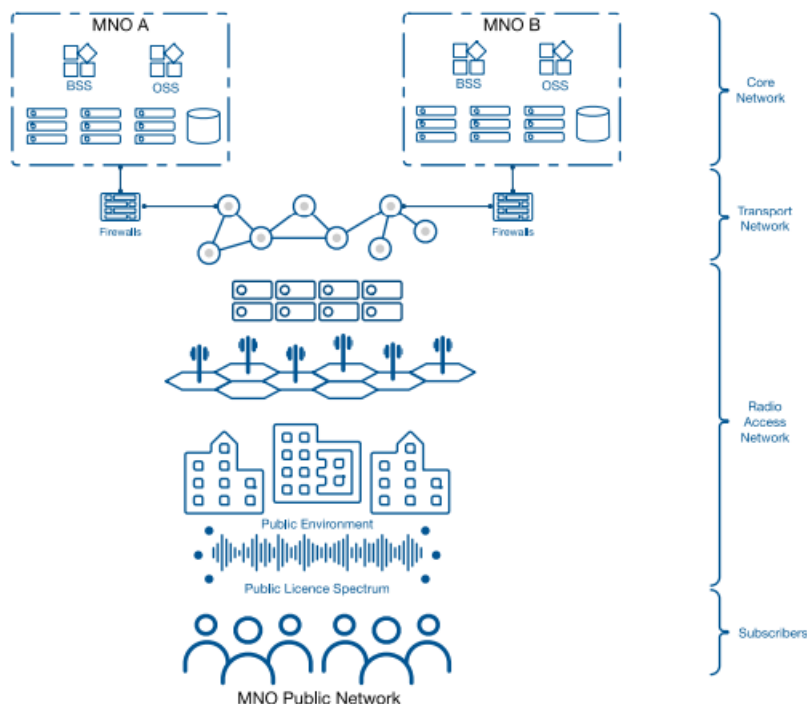
Эцэст нь, зурагт харагдахгүй байгаа ч **үндэсний роуминг** нь идэвхтэй дэд бүтцийг хуваалцах нэг арга юм. Үндэсний роуминг нь тухайн улсын хэмжээнд хийгдэх роуминг гэрээг хэлдэг. Жишээлбэл, Vodafone Испанийн хэрэглэгч нь Telefónica-ийн хамрах хүрээ давхцахгүй бүсэд нэвтрэх үед тэдний сүлжээгээр роуминг хийх боломжтой бөгөөд мөн эсрэгээрээ Telefónica-ийн хэрэглэгч Vodafone-ийн сүлжээг ашиглан роуминг хийж болно. Энэ арга нь үндсэн сүлжээг хуваалцахаас багагүй, эсвэл илүү их хэмжээний зардлыг хэмнэх боломжийг олгодог. Гэсэн ч үндэсний роуминг нь нарийн төвөгтэй байдлыг дагуулдаг (жишээлбэл, дохио хүчтэй үед зочилсон сүлжээгээр биш өөрийн сүлжээгээр явах гэх мэт) мөн зохицуулагчид өрсөлдөөнийг бууруулж болзошгүй гэж үзвэл зохицуулалтын асуудал үүсэж болно.

MORAN (Multi-Operator Radio Access Network) Энэ нь нэг станц дээр хэд хэдэн операторын тоног төхөөрөмжийг байрлуулах шийдэл юм. Тухайлбал, нэг цамхаг дээр Мобиком, Юнител, Скайтел гурвын антенн, тоног төхөөрөмжүүдийг тус тусад нь байрлуулж, тэдгээр нь өөр өөрийн үндсэн сүлжээ рүү холбогдох боломжтой. Энэ нь олон операторын хувьд нэг байрлалыг хуваалцах боломжийг олгодог. MORAN (Multi-Operator Radio Access Network) буюу Олон операторын радио хандалтын сүлжээ нь гар утасны операторуудад өөрийн гэсэн үндсэн сүлжээтэй байхын зэрэгцээ нэг радио хандалтын сүлжээг хуваалцах боломжийг олгодог сүлжээний хуваалтын тохиргоо юм. Операторууд ижил радио хандалтын сүлжээнд өөрсдийн зориулалтын радио давтамжийг ашигладаг. Энгийнээр хэлбэл, MORAN нь операторуудад үүрэн холбооны станцын түвшний параметруудийг хянах, радио хянагч, дамжуулах шугам, суурь станц, үүрэн холбооны станцын байршлыг хуваалцах боломжийг олгодог боловч спектрийг хуваалцдаггүй. Операторууд өөрсдийн хэрэглэгчдэд үйлчлэхийн тулд бие даасан үүрэн холбооны хамрах хүрээтэй байдаг. Зураг 9-д хоёр оператор радио хандалтын сүлжээгээ хуваалцаж, өөрсдийн спектрийг ашиглан хэрэглэгчдэд үүрэн холбооны үйлчилгээ үзүүлж буйг доорх топологид харуулав.



Зураг 9. (Source: GSMA)

MOCN (Multi-Operator Core Network) Энэ бол илүү дэвшилтэт шийдэл юм. Энд нэг операторын суурилуулсан **нэг иж бүрэн тоног төхөөрөмжийг** (тухайлбал, бааз станц) хэд хэдэн оператор ашиглана. Нэг бааз станц хэд хэдэн операторын сүлжээнд нэгэн зэрэг холбогдож, үйлчлүүлэгчдийг хүлээн авах боломжтой. Үүнийг хэрэгжүүлэхийн тулд нэмэлт программ хангамж болон тохиргоо хийгдэх шаардлагатай. Жишээ нь, нэг станц дээр 100 хэрэглэгч холбогдсон гэхэд, тэр 100 хэрэглэгчийн 40 нь Мобиком, 30 нь Юнител, 30 нь Скайтел байж болно. Энэ нь компаниудын хувьд хөрөнгө оруулалтыг эрс хэмнэх боломжийг олгодог. **MOCN (Multi-Operator Core Network)** буюу **олон операторын үндсэн сүлжээ** нь гар утасны операторууд өөр өөрийн үндсэн сүлжээг хадгалан ашиглахын зэрэгцээ ижил радио давтамжийн хүрээнд нэг радио хандалтын сүлжээг хамтран ашиглах боломжийг олгодог сүлжээний хуваалцах тохиргоо юм. Энгийнээр хэлбэл, MOCN нь операторуудад радио хянагч, дамжуулах шугам, суурь станц, үүрэн холбооны станцын байршил, мөн спектрийг хуваалцах боломжийг олгодог. Эцэст нь, операторууд нэг үүрэн холбооны хамрах хүрээнд байх болно. Зураг 10-д хоёр оператор радио хандалтын сүлжээгээ хуваалцаж, ижил спектрийг ашиглан хэрэглэгчдэд үүрэн холбооны үйлчилгээ үзүүлж буйг харуулав.



Зураг 10. (Source: GSMA)

MORAN MOCN хоёрын ялгаа

MORAN тохиргоонд олон бие даасан зөөгчийг ашиглаж, оператор бүрийн PLMN ID-г тухайн зөөгчөөр дамжуулан цацдаг. **Baseband Unit (BBU)**-уудыг хамтран ашиглах бөгөөд тэдгээр нь ижил үйлдвэрлэгчийн **Remote Radio Unit (RRU)** болон **Active Antenna Unit (AAU)**-тай холбогдсон байдаг. Зөөгч бүрийг операторууд тус тусад нь удирдаж, тохируулдаг. Ийнхүү радио хандалтын сүлжээний дэд бүтэц нь оператор тус бүрт зориулсан логик болон физикийн хувьд тусгаарлагдсан үүрэн холбооны нөөц ба үндсэн сүлжээний холболтыг хангадаг.

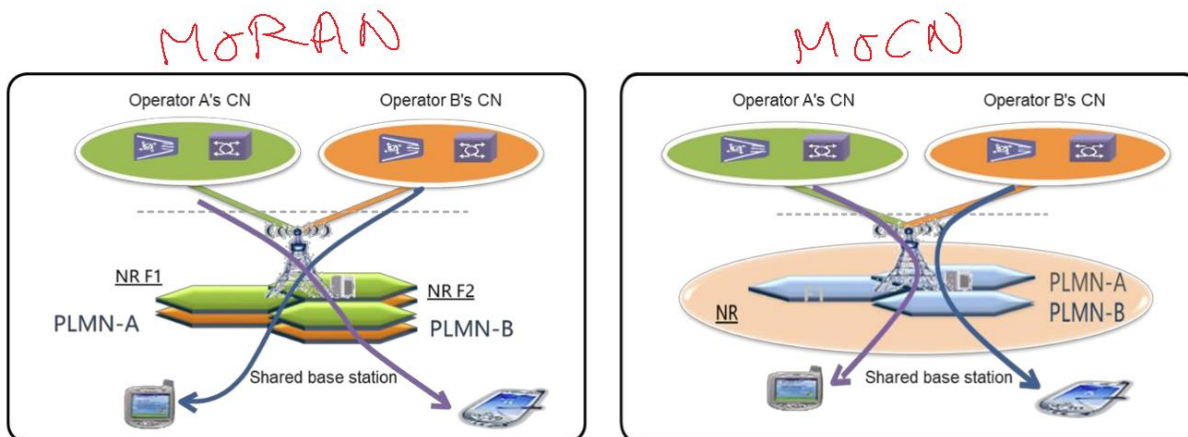
MORAN шийдэл нь радио хандалтын сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцах, ашиглалт, засвар үйлчилгээ хийхэд хялбар бөгөөд операторууд хуваалцсан сүлжээнд үйлчилгээ болон нэвтрүүлэлтийн бие даасан байдлаа хадгалах шаардлагатай үед илүү тохиромжтой.

MOCN-д нэг буюу хэд хэдэн зөөгчийг давтамж хуваалцахад зориулж тохируулдаг. Операторууд өөрсдийн үүрэн холбооны станцуудыг физик болон логикийн хувьд хуваалцдаг; үүрэн холбооны станц бүрд олон тооны **Public Land Mobile Networks (PLMNs)**-ийг цацдаг. Оролцогч операторуудын хооронд радио нөөцийг хуваалцах нь үйлчилгээний түвшний гэрээний дагуу хийгддэг.

Үүрэн холбооны станцын түвшний тодорхой параметрууд болон онцлог шинж чанаруудыг бүх операторууд харилцан тохиролцох шаардлагатай. Хуваалцсан үүрэн холбооны станцад хандаж буй хэрэглэгчийн төхөөрөмж (**UE**) нь цацагдаж буй **PLMN**-уудын нэгийг сонгон авч, энэ сонголтоо **gNodeB**-д дамжуулдаг. Улмаар **gNodeB** нь хэрэглэгчийн төхөөрөмжийг

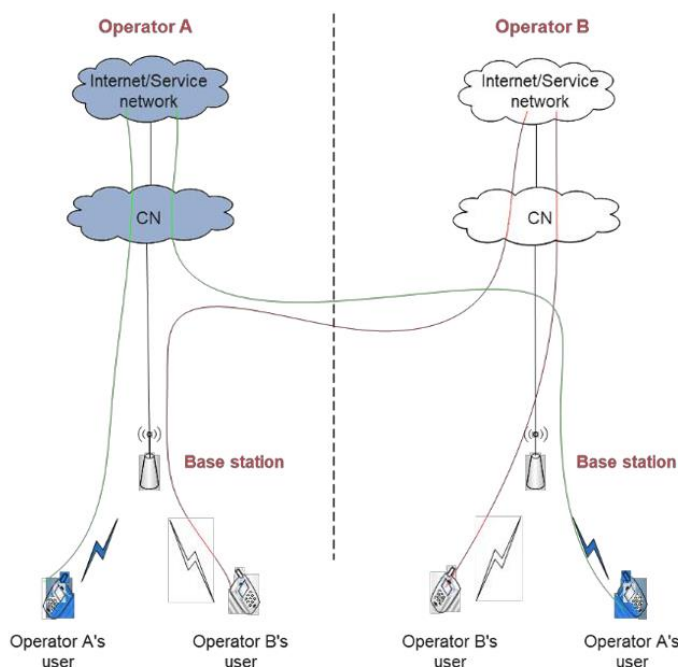


сонгогдсон операторын үндсэн сүлжээнд холбодог. **МOCN** нь ихэвчлэн А оператор спектрийн лицензтэй, харин нөгөө оператор спектрийн лицензгүй боловч А операторын спектрийг хамтран ашиглах шаардлагатай тохиолдолд ашиглагддаг сүлжээний хуваалцах хэлбэр юм (Зураг 11).



Зураг 11. (Source: GSMA)

RAN Sharing (Радио Сүлжээ Хуваалцах) Энэ нь дээрх хоёр шийдлийн ерөнхий нэр томьёо гэж ойлгож болно. Энэ нь тухайн операторууд бие биеийнхээ радио сүлжээний тоног төхөөрөмжийг ямар нэг байдлаар хуваалцаж байгаа бүх л хэлбэрийг хамардаг(Зураг 12). Энэ нь газар зүйн хувьд алслагдсан, хүн ам сийрэг суурьшсан бүс нутагт үйлчилгээний хамрах хүрээг хурдан, хямд өртгөөр нэмэгдүүлэхэд маш үр дүнтэй байдаг.



Зураг 12. Network Architecture for RAN Sharing (Source: GSMA)



Gateway Core Network Sharing (GWCN) нь сүлжээ хуваалцах архитектурын нэг хэлбэр бөгөөд үүнд операторууд зөвхөн радио хандалтын сүлжээ (RAN) бус, харин үндсэн сүлжээний (Core Network) зарим чухал зангилааг ч хамтран ашигладаг. Энэ нь MOCN буюу зөвхөн RAN-ийг хуваалцах байдлаас илүү нарийн бүтэц бөгөөд MME, SGSN, MSC зэрэг зангилаануудыг операторууд хоорондоо хуваалцах боломжтой байдаг. Энэхүү арга нь хөрөнгө оруулалт хэмнэх, сүлжээний хүртээмжийг өргөжүүлэх зэрэг олон давуу талтай бөгөөд 3GPP-ийн TS 23.251 болон ETSI TS 32.130 зэрэг техникийн стандартуудаар албан ёсоор хүлээн зөвшөөрөгдсөн архитектур юм.

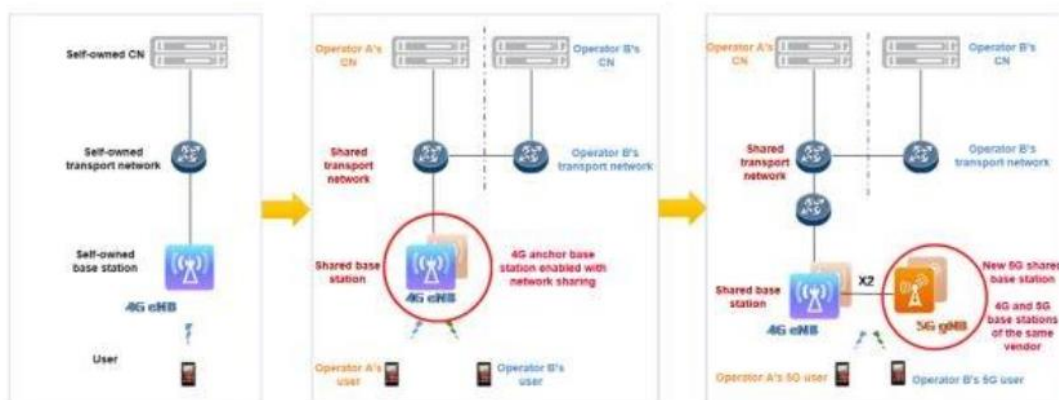
Sharing form	Pros	Cons
Passive infrastructure sharing	• Significant CAPEX/OPEX savings • Lowered risk of site acquisition • Full differentiation and complete control of spectrum • Control over sites to be shared • No/little regulatory obstacles • Easy migration to other sharing forms. • Environmental benefits	• Availability of free space in existing sites (if existing sites are to be shared) • Similar cell planning may be required
MORAN, MOCN	• Limited marginal CAPEX savings compared to Site Sharing • Substantial marginal OPEX savings compared to passive infrastructure sharing • Control over base stations to be shared • Reduction of network footprint by sharing operators	• Regulatory approval necessary • Complexity of operation • Requires long term commitment between operators • Difficult to exit from sharing agreement
Core Network sharing	• Further CAPEX/OPEX savings compared to MORAN/MOCN • Significant investment can be diverted to services • Maximum sharing for operators sharing existing infrastructure	• Regulatory approval necessary • Complexity of operation and tight integration • Challenging to differentiate quality of service
National Roaming	• Significant CAPEX/OPEX savings • Clear ownership of equipment • Differentiation based on service layer • Low risk solution for both incumbent and new entrant	• Regulatory approval necessary • Interconnection required • Reduced control over the network (e.g., outage of visited network can affect home network service) • End to end inter-PLMN QoS and inter-PLMN handover very challenging

Comparison of infrastructure sharing forms (technology)(Source:GSMA)

NSA-аас SA руу шилжих сүлжээний хөгжлийн явц (Evolution from NSA Sharing to SA Sharing)

NSA (Non-Standalone) үе шатны сүлжээ хуваалцахын хувьд операторууд үндсэн сүлжээгээ бие даан байгуулдаг. Харин **5G суурь станцуудыг** хамтран ашиглаж, **4G anchor** суурь станцуудыг шаардлагын дагуу хуваалцдаг тул сүлжээний архитектур харьцангуй төвөгтэй бүтэцтэй болдог. Зураг 2.5-д үзүүлсэнчлэн UE тусгаарлалт ба харилцан ажиллах байдлыг хангахын тулд 4G ба 5G суурь станцуудын хооронд X2 интерфейс шаардлагатай байдаг. Хамтран байгуулах ба хуваалцах шийдлийг хэрэгжүүлэхийн тулд дараах хоёр хүндрэлтэй асуудлыг шийдэх шаардлагатай:

1. 4G ба 5G суурь станцуудыг нэг үйлдвэрлэгчээс хангах.
1. 4G anchor суурь станц ба 5G суурь станцуудыг нэг газарт байрлуулах.



Зураг 13. 4G хуваалцахаас NSA хуваалцахад шилжих хөгжил

NSA (Non-Standalone) сүлжээ хуваалцах хоёр төрлийн техникийн шийдэл байдаг: **хоёр тулгуурт (dual-anchor)** шийдэл болон **нэг тулгуурт (single-anchor)** шийдэл. Зураг 14-т эдгээрийг үзүүлэв.



Зураг 14. Хоёр тулгуурт (зүүн зураг) ба Нэг тулгуурт (баруун зураг) шийдлүүд

	хоёр тулгуурт шийдэл	нэг тулгуурт шийдэл
Sharing	4G суурин станцуудыг хуваалцдаггүй, харин 5G суурин станцууд нь өөрийн 4G суурин станц (anchor station)-тай холбогддог. 4G болон 5G суурин станцуудын хооронд TX2 интерфэйс шаардлагатай бөгөөд эдгээрийг нэг ижил үйлдвэрлэгчийн төхөөрөмжөөр хангах ёстой.	5G суурин станцууд нь ижил хуваалцсан 4G гол суурин станцтай холбогддог бөгөөд бүх суурин станцуудыг нэг л нийлүүлэгч хангах ёстой бөгөөд нэг газарт байрлах шаардлагатай.
Онцлог	- Сүлжээг хурдан нэвтрүүлэх нь хэрэглэгчийн туршлагыг сайжруулдаг. - Сүлжээг байрлуулах газруудад тавигдах шаардлагууд чанд байдаг.	Сүлжээг байрлуулах газруудад тавигдах шаардлагууд бага байдаг.

Хүснэгт 1. Хоёр ба Нэг голт шийдлийн харьцуулалт

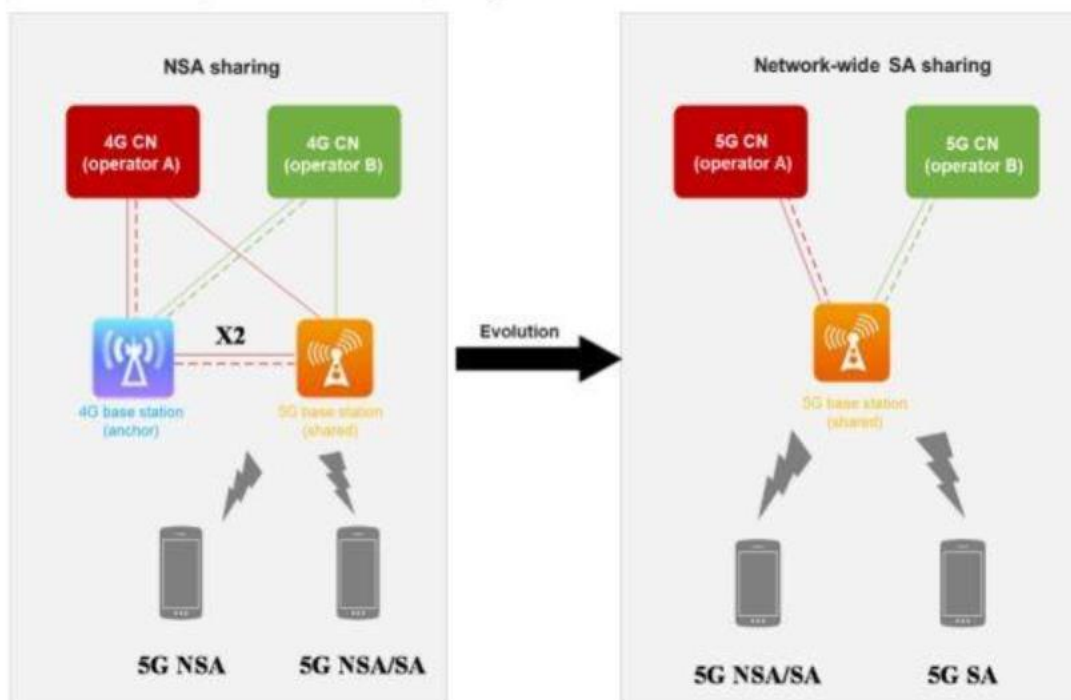
Хоёр тулгуурын (Dual-Anchor) шийдэл нь бүх операторын 4G суурь станцууд болон хостинг операторын 5G суурь станцууд нэг үйлдвэрлэгчээс хангагдсан тохиолдолд тохиромжтой. Үгүй бол X2 интерфэйсийн нийцлийн асуудал үүсэж болзошгүй. Хоёр

тулгуурын шийдэл нь одоогийн 4G сүлжээнд бага хэмжээний өөрчлөлт оруулах замаар 5G сүлжээг хурдан хамтран байгуулах ба хуваалцах боломжийг олгодог.

Нэг тулгуурын (Single-Anchor) шийдэл нь операторуудын 4G суурь станцуудын үйлдвэрлэгч өөр өөр тохиолдолд хэрэглэдэг. Гэсэн хэдий ч энэ шийдэл нь одоогийн 4G сүлжээг дахин байгуулах буюу шинэ 4G anchor байгуулах нарийн төвөгтэй ажлыг шаарддаг. Энэхүү шийдлээр 4G non-anchor суурь станцуудыг оролцуулаагүй байхад 5G сүлжээг хуваалцаж болно.

NSA үе шатанд дууны үйлчилгээ зөвхөн LTE сүлжээгээр дамждаг, үүнд Voice over LTE (VoLTE) багтана.

NSA sharing-ийн нарийн төвөгтэй техникийн шийдлүүд нь ихээхэн хэмжээний дахин бүтээн байгуулах ажлыг шаарддаг бөгөөд энэ нь сүлжээний менежмент болон оновчлолд хүндрэл учруулдаг. Тиймээс сүлжээний чанарыг сайжруулахын тулд SA sharing руу аль болох хурдан шилжих шаардлагатай.



Зураг 15. NSA-с SA sharing-руу шилжилт

5G SA sharing руу шилжсэний дараа операторууд зөвхөн 5G суурь станцуудыг тус тусын 5GC-тэй холбох шаардлагатай бөгөөд 5GC-г дахин байгуулах шаардлагагүй болно. Мөн тээвэрлэлтийн сүлжээг шаардлагын дагуу өргөтгөж, 5G суурь станцуудын хувьд суурь станц хуваалцах функцийг идэвхжүүлэх, харин 4G суурь станцуудыг **хөрш эсүүд (neighbour cells)** болгон тохируулах шаардлагатай. Ингэснээр 5G сүлжээ 4G-ээс бүрэн салж, төвөгтэй anchor зохицуулалтын шийдэл шаардахгүй болно. Үүний үр дүнд 5G сүлжээний бүтэц хялбар, оновчтой болохын зэрэгцээ 4G болон 5G сүлжээнд хэрэглэгчийн туршлага, үйлчилгээний чанар сайжирна.

SA үе шатанд дууны үйлчилгээнд хоёр шийдэл байдаг: Voice over New Radio (VoNR) ба Evolved Packet System (EPS) fallback.

EPS fallback нь UE-ийг 5G суурь станцуудыг хуваалцсан тохиолдолд операторынхоо LTE сүлжээнд, эсвэл 5G ба 4G суурь станцуудыг хуваалцсан тохиолдолд хостинг операторын LTE сүлжээнд буцааж холбох боломжийг олгодог (NSA үе шатанд 4G суурь станцуудыг хуваалцсан бол дахин байгуулах шаардлагагүй), Зураг 16-г үзнэ үү.



Зураг 16. Төхөөрөмжүүдийн операторын LTE сүлжээнд буцах процесс

Fallback-ийн дараа дууны үйлчилгээг LTE сүлжээгээр дамжуулан үзүүлдэг бөгөөд энэ нь дууны үйлчилгээ тасралтгүй байхыг хангадаг, харин NR сүлжээнд зөвхөн өгөгдлийн үйлчилгээ л явагдана. Хэрэв UE дууны дуудлага эхлүүлэхэд gNodeB нь NR сүлжээнд IP Multimedia Subsystem (IMS) дууны сувгийг байгуулж байх үед handover үүсдэг. Энэ тохиолдолд gNodeB нь 5GC-д чиглүүлэлт (redirection) эсвэл inter-RAT handover хүсэлт илгээдэг. UE LTE сүлжээнд буцаж холбогдсоноор VoLTE дээр суурилсан дууны үйлчилгээг хэрэгжүүлдэг.

EPS fallback нь 5G UE-үүдэд дууны үйлчилгээ үзүүлдэггүй NR сүлжээнд байрлах боломжийг олгодог. Fallback процедурт саатал (latency) үүсдэг тул дуудлагын байгуулах хугацаа уртсдаг.

VoNR шийдэлд зөвхөн 5G суурь станцуудыг хуваалцах шаардлагатай. NR сүлжээ 5GC-тэй, харин LTE сүлжээ Evolved Packet Core (EPC)-тэй холбогддог. NR сүлжээнд VoNR-ийг дууны үйлчилгээг үзүүлэхэд ашигладаг ба 5G сүлжээний ирмэг дээр UE-ийг N26 интерфэйсээр дамжуулан LTE сүлжээнд шилжүүлж, дууны үйлчилгээг LTE дээр үргэлжлүүлдэг. VoNR нь дууны чанарыг сайжруулж, UE-ийн бүх өгөгдөл болон дууны үйлчилгээг нэг NR сүлжээнд хэрэгжүүлэх боломжийг олгодог.



3.2. Шууд ба шууд бус ашиг тус

Шууд ашиг тус:

Сүлжээний дэд бүтцийг хамтран ашигласнаар түншүүдийн капитал хөрөнгө оруулалт (CapEx) болон үйл ажиллагааны зардал (OpEx) буурах давуу талтай. Хамтын ашиглалтыг хэрэгжүүлэх нөхцөл байдлаас хамааран нэмэлт эхлэлийн зардал гарч болох бөгөөд жишээ нь: тоног төхөөрөмжийг шилжүүлэх, сайтуудыг задлах, ажилтнуудыг хамтарсан компани (JV) руу шилжүүлэх, шинэ процесс/OSS интерфэйс үүсгэх гэх мэт. Гэхдээ эдгээр зардлууд нь ихэвчлэн шинэ CapEx-д хэмнэлт хийх давуу талаар давуулагддаг. Ихэвчлэн 3–5 жилийн дараа OpEx-ийн хуримтлагдсан хэмнэлт нь CapEx-ийн хэмнэлтээс давдаг. Сүлжээг хамтран ашигласнаас үүсэх хэмнэлт нь шинэ сүлжээ байгуулах үед хамгийн өндөр байдаг бол хуучин (legacy) сүлжээг нэгтгэхэд ихэвчлэн сайтуудыг задлах эсвэл өөрчлөх, тоног төхөөрөмжийг шилжүүлэх эсвэл устгах шаардлагатай тул цэвэр хэмнэлтийг бууруулдаг.

Шууд бус ашиг тус:

Эдгээр нь олон талын бөгөөд (Зураг 17) тухайн компани хэмнэсэн хөрөнгөө хэрхэн ашиглахаас хамаарна.

Хэрэглэгчид, төр засаг болон байгаль орчинд хүрэх шууд бус ашиг тус

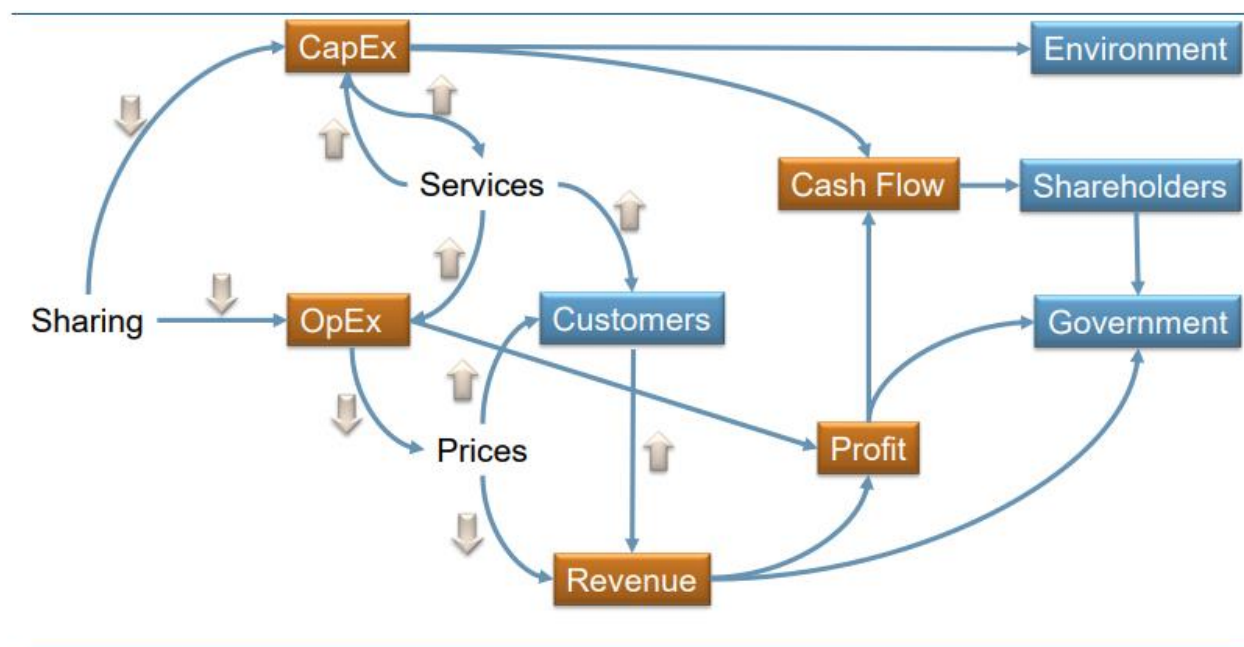
Хэрэглэгчид: Операторууд хамтран ашигласнаар хэмнэсэн хөрөнгөө шинэ буюу сайжруулсан үйлчилгээ хүргэх, газарзүйн шинэ байршилд үйлчилгээгээ өргөжүүлэх, үйлчилгээний чанараа сайжруулах, үнийн бууралтад дахин хөрөнгө оруулснаар хэрэглэгчид шууд ашиг хүртдэг.

Төр засаг: Үүний үр дүнд орлогын нэмэгдэл, компанийн ашгийн нэмэгдэл, ажлын байр болон хөрөнгө оруулалтын өсөлт зэрэг нь нэмэгдэж, улмаар борлуулалтын татвар, корпорацийн татвар, хувь хүний орлогын татвар нэмэгдэх замаар төрд ашиг өгдөг.

Олон судалгаанд (жишээлбэл ITU [2], ЕС [3]) харуулж байгаагаар, (гар утас болон суурин) өргөн зурвасын сүлжээний хэрэглээ, хүртээмж нэмэгдэх нь үндэсний бүтээмж, хөрөнгө оруулалтыг өсгөдөг, энэ нь ДНБ, ажил эрхлэлтийн түвшин болон татварын орлого нэмэгдэхэд тусалдаг байна.

Байгаль орчинд үзүүлэх эерэг нөлөө:

- Эрчим хүчний хэмнэлт нэмэгдэж, инженерүүдийн зорчих хөдөлгөөн буурснаар карбон хөлийн мөр багасах, мөн замын хөдөлгөөний саатал буурах зэрэг давуу талууд бий болно.
- Радио холбооны цамхгуудтай холбоотой орчны бохирдол багасах.



Зураг 17: Дэд бүтцийг хамтран ашигласнаас гарах шууд ба шууд бус ашиг тус

3.3. Техникийн сорилтууд

Дэд бүтцийг хамтран ашиглах нь түншүүд болон зохицуулах байгууллагууд (NRA)-д эрсдэл үүсгэж болзошгүй (Хүснэгт 3). Хамтын ашиглалтын гэрээ байгуулахаас өмнө түнш байгууллагууд өөрсдийн эрсдэлийн дүн шинжилгээг хийх нь тэдний үүрэг бөгөөд ихэвчлэн бизнесийн кейсийг батлах процессын нэг хэсэг болдог.

Эрсдэлүүд нь тухайн гэрээ бүрд онцлогтой байдаг ч ихэвчлэн гардаг эрсдэлүүдийн жишээг Хүснэгт 2-т үзүүлсэн. Түншүүд эрсдэлийг хэрхэн бууруулах талаар төлөвлөгөө боловсруулж тодорхойлох шаардлагатай байдаг.

Эрсдэл	Тодорхойлолт
Түншийн хоорондын зөрчил	Түншүүдийн хооронд итгэл алдалт, хүндэтгэл дутагдах, маргаан үүсэх.
Эзэмшигчийн өөрчлөлт	Нэг түншийн эзэмшигч өөрчлөгдөх (жишээ: Австрали, Ирланд, Их Британи).
Эзэмшлийн стратегийн мэдээллийн алдагдал	Стратегийн нууц мэдээлэл санаатай болон санамсаргүй байдлаар өрсөлдөгчид дамжих.
Техникийн тохирохгүй байдал	Ихэвчлэн хуучин идэвхтэй тоног төхөөрөмжөөс үүсдэг.
Хуучин сүлжээ, систем эсвэл гэрээ	Хуучин сүлжээ, систем, гэрээ нь хамтран ашиглалтад саад учруулж, ашиг тусыг бууруулах нөхцөл үүсгэдэг.
Хэрэглэгчийн туршлага	Эцсийн хэрэглэгчийн үйлчилгээний менежментэд саад гарах.
Ашгийн хэт их үнэлгээ	Ихэвчлэн нэг буюу хоёр түнш хамтран ашиглах туршлага дутмаг үед гардаг.

Хүснэгт 2: Түншүүдэд тулгарах эрсдэлийн жишээ



Эрсдэл	Тодорхойлолт
Хоцрогдол	Хамтын ашиглалтыг хүсэх эсвэл хэлэлцэх процессийг нэг тал хойшлуулдаг.
Татгалзах	Нэг тал ямар ч үндэслэлгүйгээр хамтран ашиглахыг татгалздаг.
Ялгаварлан гадуурхалт	Өргөдөл гаргасан талын дагуу нөхцөл, шаардлага ялгаатай байх.
Өндөр үнэ	Хамтран ашиглах үнэ нь хэт өндөр ашиг орлогыг багтаасан байна
Маргаан	Давтамжтай маргаан нь NRA-д шаардлагагүй ачаалал үүсгэдэг.

Хүснэгт 3: Зохицуулах байгууллагад тулгарч болзошгүй эрсдэлийн жишээ

5G active sharing-ийг хэрэгжүүлэхэд тулгарах техникийн сорилтууд нь харилцаа холбооны операторууд болон сүлжээний үйлчилгээ эрхлэгчдэд олон талт хүндрэлүүдийг үүсгэдэг. Эдгээр сорилтууд нь технологийн уялдаа холбоо, аюулгүй байдал, ажиллагааны найдвартай байдал зэрэг олон хүчин зүйлтэй холбоотой байдаг. Гол техникийн сорилтуудыг дурдвал:

1. Сүлжээний архитектурын уялдаа холбоо

- Оператор бүр өөр өөр vendor-ийн (жишээ нь: Huawei, Ericsson, Nokia гэх мэт) тоног төхөөрөмж ашигладаг байж болзошгүй. Энэ нь сүлжээний уялдаа холбоог бүрэн хангахад хүндрэл учруулдаг.
- RAN (Radio Access Network) болон core network-ийн уялдаа, зохицуулалт шаардлагатай.
- Шинэ технологийн үе шатанд (жишээ нь, SA vs NSA deployment) зөрүү гарч болзошгүй.

2. Сүлжээний тохиргоо ба оновчлол

- Шинэчлэл хийхэд тохиргооны нарийн төвөгтэй байдал нэмэгдэнэ.
 - Antenna sharing, spectrum sharing, active RAN sharing гэх мэт төрөл бүрийн тохиргоо хийх шаардлагатай.
- Dynamic network slicing ашиглах тохиолдолд нөөц хуваарилалт, траффик менежмент илүү нарийн болно.
- Оператор бүр өөрийн хэрэглэгчдэд зориулсан SLA (Service Level Agreement)-тай байдаг бөгөөд sharing нөхцөлд үүнийг хангах хэцүү болдог.

3. Аюулгүй байдал ба өгөгдлийн нууцлал

- Сүлжээг хуваалцсанаар нэг операторын аюулгүй байдлын зөрчил нөгөөд нөлөөлж болзошгүй.



- Хэрэглэгчийн өгөгдөл, байрлалын мэдээлэл зэрэг нь сайн тусгаарлагдаагүй тохиолдолд нууцлал алдагдах эрсдэлтэй.
- Security domain-уудыг тусад нь зохицуулах шаардлагатай.

4. Үйл ажиллагааны менежмент

- Операторууд нь өөр өөр network operations center (NOC), хяналтын системтэй байдаг.
- Fault management, performance monitoring, troubleshooting зэрэг нь илүү төвөгтэй болно.
- Хуваалцсан тоног төхөөрөмж эвдрэх үед хариуцлагын хуваарилалт тодорхой байх шаардлагатай.

5. Хүчдэл, хөргөлт, газарзүйн байрлал

- Active sharing нь техникийн дэд бүтцийн (power, cooling, physical space) шаардлагыг нэмэгдүүлнэ.
- Суурин байрлалын аль аль талд сүлжээний оновчтой байдлыг хангах нь хүндрэлтэй.

6. Сүлжээний шинэчлэл, өргөтгөл

- Нэг оператор шинэчлэл хийхийг хүсэхэд нийт сүлжээний өөрчлөлт шаардлагатай болж магадгүй.
- Roadmap-уудын уялдаа байхгүй тохиолдолд стратегийн зөрчил гарч болзошгүй.

7. Спектр хуваарилалт ба зохицуулалт

- Спектрийг динамик байдлаар хуваалцах бол энэ нь техник талаасаа ихээхэн төвөгтэй.
- Зохицуулагчийн зүгээс техникийн стандарт, хуваарилалт, зөвшөөрлийн асуудал гарч ирдэг.

4. Олон улсын зохицуулалтын чиг хандлага

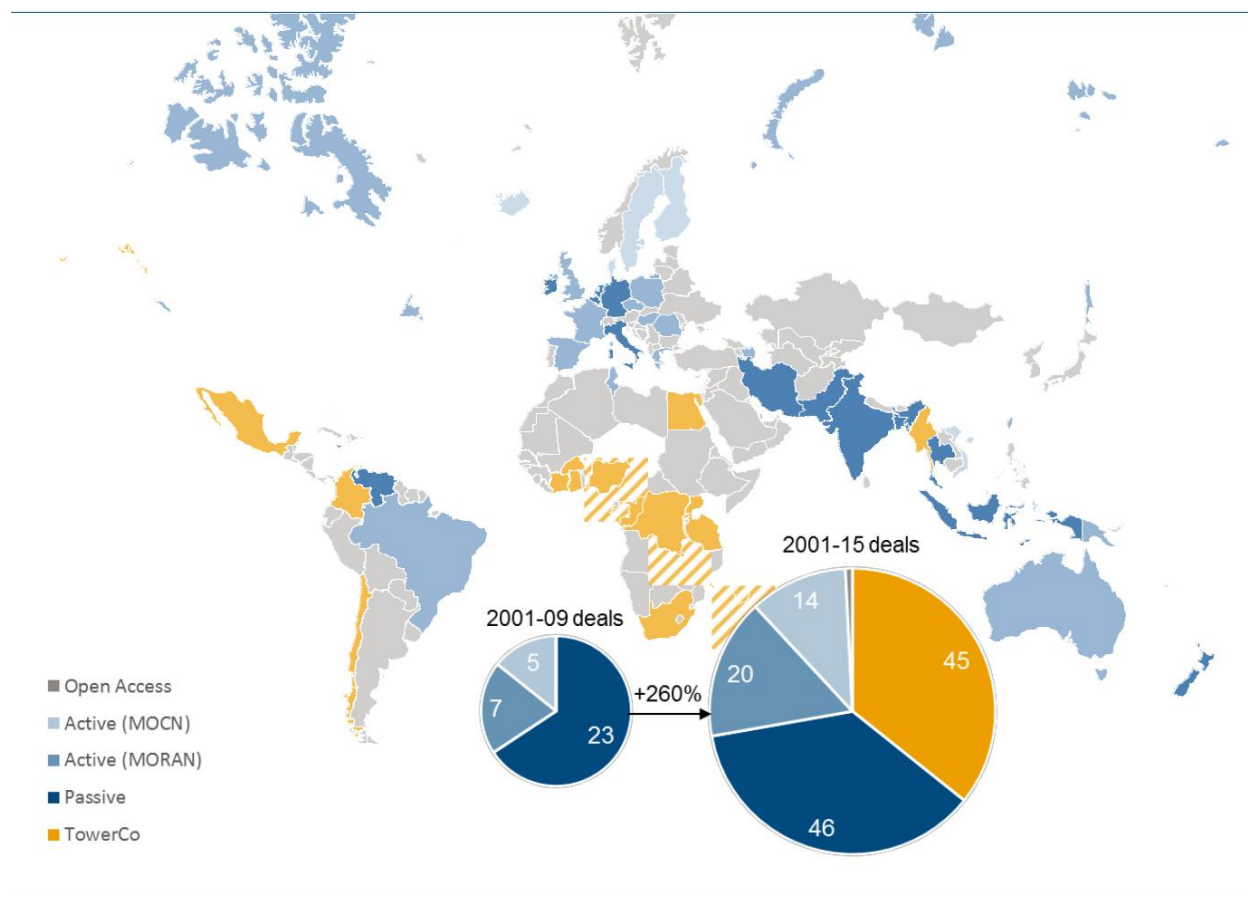
Сүлжээний дэд бүтцийг хамтран ашиглах нь шинэ зүйл биш юм. Энэ нь янз бүрийн хэлбэрээр хэрэгжиж ирсэн бөгөөд ихэвчлэн зохицуулах байгууллагуудаас шинэ оролцогчдод дэмжлэг үзүүлэх зорилгоор дэмжих эсвэл шаардсан хэлбэртэй байдаг.

- Гар утасны сүлжээнд: үндэсний роуминг, цамхаг/сайт хуваалцах.
- Суурин сүлжээнд: шон/хоолой хуваалцах, local loop unbundling.

Зохицуулалтын бодлого боловсруулах, зохицуулалтын хүрээг хөгжүүлэх явцад NRA-ууд одоогийн болон ирээдүйн чиг хандлага, хамтын ашиглалт үүсэх магадлалтай гол хүчин зүйлсийг анхаарах хэрэгтэй болдог. Дэд бүтцийг хамтран ашиглах байдлыг суурин сүлжээнээс илүүтэйгээр хөдөлгөөнт сүлжээнд тодорхой харьцуулж харж болдог. Зураг 18



нь 2015 оны эцсээр нийтэд мэдээлсэн улс орнуудын “хамтран ашиглах үйл явцад хэр гүнзгий орсон” байдлыг өнгөөр дүрслэн харуулсан байна. Энэхүү газрын зурагт үндэсний роуминг болон MVNO-уудыг оруулаагүй.



Зураг 18: Хөдөлгөөнт сүлжээний хамтран ашиглалт 2015 оны эцэст

Дүрэм журам тогтоогч байгууллагууд зардал багатайгаар улс даяар 5G сүлжээг өргөжүүлэхийн тулд тодорхой хэмжээгээр сүлжээ хуваалцах (жишээ нь идэвхтэй дэд бүтэц хуваалцах болон спектр хуваалцах) шаардлагатай гэдэг санааг улам бүр нээлттэй хүлээн зөвшөөрөх болсон. **Европын Электрон Харилцаа Холбооны Зохицуулагчдын Хороо (BEREC)**-ны 2018 оны тайланд дурдсанаар, Европын зохицуулах байгууллагууд сүлжээ хуваалцах талаар нийтлэг байр суурь бий болгохыг эрмэлзэж байгаа бөгөөд ялангуяа 5G сүлжээний өргөн цар хүрээтэй нэвтрэлтээс гадна түүнд тулгарах хүндрэлүүд (сайтуудыг шилэн кабелиар холбох шаардлага нэмэгдэх, 10 дахин олон микро-сайт/жигжиг үүр суурилуулах, барилгын дотор талын хангамж болон өндөр давтамж ба миллиметрийн долгионы ашиглалт) үүнийг улам чухал болгож байна.

Европ дахь 5G спектрийн дуудлага худалдааны үеэр хэд хэдэн зохицуулагч байгууллагууд тодорхой нөхцөл дор идэвхтэй сүлжээ хуваалцах боломжтой болохыг, зарим тохиолдолд харилцаа холбооны бус байгууллагууд ч үүнд оролцож болохыг илэрхийлсэн. Жишээлбэл,



2019 онд Австрийн Харилцаа Холбоо, Телевизийн Зохицуулах Газар 3.5 ГГц-ийн спектрийн дуудлага худалдааны үеэр идэвхтэй дэд бүтэц хуваалцах (спектр хуваалцахыг ч багтаасан) боломжийг тодорхой нөхцөл дор зөвшөөрч болохыг заасан (ерөнхийдөө, хамгийн том гурван хотыг эс тооцвол бусад газар хуваалцах боломж байж болно гэж үзсэн). Гэвч аливаа идэвхтэй дэд бүтэц хуваалцах гэрээг хэрэгжүүлэхийн өмнө албан ёсны зөвшөөрөл авах ёстой. Германы **Bundesnetzagentur** зохицуулагч байгууллага мөн тодорхой нөхцөл дор (бүсчилсэн/хөдөө орон нутагт) идэвхтэй сүлжээ хуваалцахыг зөвшөөрдөг ч спектрийг нэгтгэн ашиглахыг хараахан зөвшөөрөөгүй байна. Харин Дани, Швед зэрэг зарим улс оронд үндэсний хэмжээнд спектр хуваалцахтай хамт идэвхтэй сүлжээ хуваалцахыг зөвшөөрдөг бөгөөд энэ нь жижиглэнгийн зах зээлийн өрсөлдөөнийг гажуудуулахгүй байх нөхцөлтэй. Нөгөө талаас, өрсөлдөөнт зах зээлд тэргүүлэгч операторууд сүлжээ хуваалцах хэлэлцээрт оролцсон тохиолдолд илүү хатуу байр суурь баримталдаг. Жишээлбэл, 2019 онд **Proximus** болон **Orange Belgium** бүх технологийн MORAN сүлжээ хуваалцах хэлэлцээр байгуулахаа зарласан бөгөөд энэ нь Бельгийн Өрсөлдөөний Газрын хяналтад орж, 2020 оны 3-р сарын 18-наас эхлэн хэлэлцээрийн ажлыг дахин үргэлжлүүлсэн байдаг. Мөн Европын Комисс Чех улсад **O2/CETIN** ба **T-Mobile** операторуудын сүлжээ хуваалцах гэрээг шалгаж байгаа бөгөөд энэ нь өрсөлдөөнийг хязгаарлахгүй эсэхийг тодруулах зорилготой. Эдгээр тохиолдолд өрсөлдөөний байгууллагуудын гарган тавьж буй гол асуудал нь тухайн хуваалцах гэрээ хүн амын 70-80 хувийг хамарч байгаа нь гурав дахь тоглогчийг сүлжээ хуваалцах боломжгүй болгож, зах зээлийн өрсөлдөх чадварыг алдагдуулж байна гэсэн асуудал юм. Маш олон 5G сүлжээ хуваалцах гэрээнүүдийн хувьд ялангуяа хөдөө орон нутгийн сүлжээ хуваалцахад анхаарч, хамгийн нягтарсан хот суурин газруудыг уг тохиролцоонд хамруулахгүй байхыг зааж өгсөн байдаг. Жишээлбэл, 2019 онд **TIM** болон **Vodafone Italy** операторуудын хооронд байгуулсан идэвхтэй сүлжээ хуваалцах гэрээнд 100,000-аас цөөн хүн амтай хот, суурин газрыг л хамруулах талаар тусгайлан заасан байдаг.

Сүлжээний дэд бүтцийг хамтран ашиглахад сүүлийн таван жилийн хугацаанд дараах дөрвөн тод чиг хандлага ажиглагдаж байна:

- MNO-уудын хоорондох хамтын ашиглалтын JV: Олон зах зээлд сайтуудыг хуваалцах нь эхэндээ цөөн хувь хэмжээний сайтуудыг харилцан солилцох хэлбэртэй байсан бол, хамтарсан компани (JV) үүсгэснээр хамтран ашиглах сайтуудын тоо болон зардлын хэмнэлтийг нэмэгдүүлэх боломжтой болжээ, ихэвчлэн хамтран ашиглах хөрөнгө оруулалтын 25–40%-ийг хэмнэх. Мөн RAN хамтын ашиглалтын хүрээ идэвхгүй (passive)-аас идэвхтэй (MORAN) руу шилжиж, зарим тохиолдолд давтамжийн спектрийг хамтран ашиглах (MOCN) хүртэл өргөжиж байна.
- Цамхаг худалдаа: MNO-ууд цамхгаа гуравдагч этгээдэд зарж эсвэл хамтарсан компани байгуулах замаар дахин түрээслэх хэлбэр. Эдгээр худалдааны ихэнх нь Африкт явагдсан (2014 оны эцсээр бүх цамхгийн бараг 40% нь зарагдсан) бөгөөд одоо бусад бүс нутагт ч ийм хэлцэл нэмэгдэж байна. Цамхгийн компаниудын урт хугацааны баталгаатай мөнгөн урсгал болон өсөлтийн боломжууд нь хувийн хөрөнгө оруулалт татах боломжийг нэмэгдүүлж, цаашдын гэрээ хэлцлийг дэмжиж байна.



- Дотоодын MNO-уудын нэгдэл (in-market consolidation): Хамтран ашиглах хэлэлцээний үр дүнд зарим хувьцаа эзэмшигчид илүү эрс шинэ санаа авч, нэгдлийн талаар бодож эхэлж байна.
- Нээлттэй хүртээмжтэй үндэсний өргөн зурвасын сүлжээ (open-access national broadband networks): Үндэсний өргөн зурвасын зорилгыг биелүүлэхэд шийдлийн нэг хэсэг болдог; үүнийг төрийн өмчит компани (SOE), жишээ нь Энэтхэгийн BBNL, Австралийн NBN, эсвэл публич-приват түншлэл-ээр, жишээ нь Малайзын HSBB, Танзани NICTBB хэрэгжүүлдэг.

4.1. Операторуудын хамтын ажиллагаа

Дэлхий даяарх бараг бүх харилцаа холбооны зах зээлд сүлжээ хуваалцах нь түгээмэл практик боловч хуваалцах загваруудын хүрээ олон янз байдаг бөгөөд “нэг загвар бүх нөхцөлд таарна” гэсэн ойлголт байхгүй.

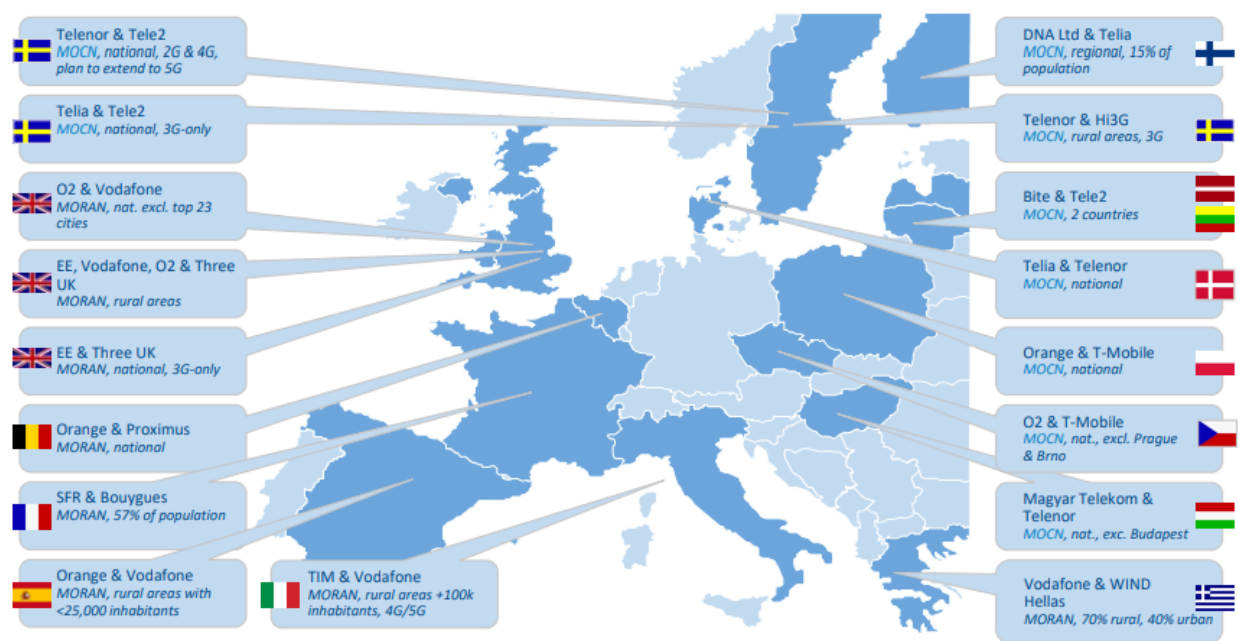
Идэвхгүй дэд бүтцийг (жишээ нь: сайт, цамхаг хуваалцах) хамтран ашиглах нь маш түгээмэл бөгөөд зарим тохиолдолд албан бус байдлаар, энгийн дэд бүтцийн бөөний гэрээ хэлбэрээр ч хэрэгждэг.

Сүлжээ хуваалцах хамгийн тохиромжтой цаг бол шинэ технологийг нэвтрүүлэхийн өмнөх үе юм (жишээ нь өнөөдөр бол 5G). Учир нь хамтын ажиллагааны гол шалтгаан нь зөвхөн зардлын оновчлол бус, мөн ирээдүйд илүү хөрөнгө оруулалт хийхээс (CAPEX) зайлсхийхэд оршдог.

Идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцах загвар нь 2010 оноос хойших арван жилд 4G нэвтрүүлэлттэй зэрэгцэн түгээмэл болсон. Олон зах зээлд (ялангуяа Ази, Африк, Ойрх Дорнод, Латин Америк болон Европын зарим улс оронд) давтамжийг хамтран ашиглахыг зохицуулалтаар хориглодог тул MORAN загвар хамгийн түгээмэл байдаг (UK-д O2 ба Vodafone; Испанид Orange ба Vodafone; Францад SFR ба Bouygues Telecom).

Харин зохицуулалт нь давтамжийг хамтран ашиглахыг зөвшөөрдөг зах зээлд (жишээ нь: Хойд Америк, Европын зарим улс, Ази-Номхон далайн бүс) MOCN загвар буюу давтамж хамтран ашиглах идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцах хэлбэр их ажиглагддаг. Үүнд: Шведэд Telenor ба Tele2-ийн хамтарсан компани Net4Mobility, Данид Telia ба Telenor, Польшид Orange ба T-Mobile зэрэг жишээг дурдаж болно.

Европын зах зээлийн ихэнх хэсэгт сүлжээ хуваалцах загвар нь сүлжээний идэвхтэй давхаргад хүртэл тодорхой хэмжээгээр өргөжсөн байдаг (Зураг 19-ийг харна уу).



Зураг 19. Эх сурвалж: European Commission

5G-ийн гарч ирснээр өмнө нь сүлжээ хуваалцахад оролцож байгаагүй зах зээлүүд болон операторуудад шинэ давлагааг бий болгожээ. 5G нь радио хандалтын сүлжээ болон дамжуулах сүлжээнд маш их хөрөнгө оруулалт шаарддаг. Үүний шалтгаанууд нь:

- Шинэ зурвасуудын өртөг өндөр (700–800 МГц, 3.5–3.7 ГГц, 20–26 ГГц).
- C-band (3.5–3.7 ГГц)-д 1.6–1.8 дахин илүү суурин станц, мм-ийн долгионы зурваст (20–26 ГГц) макро/микро станцаас 10 дахин их жижиг станц байгуулах шаардлага.
- Ихэнх суурин (70–80 хувь)-д шилэн кабелийн backhaul хэрэгтэй бөгөөд нэг цэг дээр хэд хэдэн салбар/идэвхтэй антенн (AAU)-тай тэнцэх $n \times 10$ Gbps дамжуулах хүчин чадал шаарддаг.
- AAU болон massive MIMO (жишээлбэл, хотын төвд 64x64) бүхий 5G станцууд.

Эдгээр хөрөнгө оруулалтууд нь аль хэдийн 3–4 оператор давхардсан сүлжээтэй бүс нутагт хэрэгжихээр байгаа тул ирээдүйн дэд бүтцийн өргөтгөлийг оновчтой болгох хүчтэй боломжийг сүлжээ хуваалцах хэлбэрээр бий болгож байна.

Одоогоор MORAN/MOCN гэрээ хэлцэлтэй операторууд хамтын ажиллагаагаа өргөжүүлж, 5G-г хамруулах чиглэлд ажиллаж байна (UK-д Vodafone/O2, Испанид Vodafone/Orange, Польшид Orange/T-Mobile). Бельгид саяхан байгуулагдсан шинэ сүлжээ хуваалцах гэрээний хүрээнд Proximus болон Orange бүх технологид (5G-г ч оролцуулсан) MORAN хуваалцах шийдэл хэрэгжүүлэхээр төлөвлөсөн байна. Үүний тулд тэд аль хэдийн хамтарсан компани M-Wingz-ийг байгуулж, хамтын сүлжээ төлөвлөлт, үйл ажиллагааг хөнгөвчлөх ажлыг эхлүүлээд байна.



Дэлхий даяарх ихэнх MNO-ууд (Mobile Network Operator) 5G сүлжээг нэвтрүүлэхдээ одоогийн 4G сүлжээг шат дараатай шинэчилж (non-standalone) нэвтрүүлдэг. Ингэснээр 4G-ийн давхарга болон ирээдүйн 5G-ийн давхарга хоорондоо нягт уялдаатай болж (нэг core болон spectrum anchoring ашиглан) хөгждөг. Үйлдвэрлэгч нийлүүлэгчид ч энэ замыг дэмждэг. Учир нь ингэснээр 5G-д шилжих үйл явцыг хялбаршуулж, төхөөрөмжүүдийн ихэнх нь хараахан 5G-д бэлэн биш байсан ч 5G сүлжээний хүчин чадлыг эртнээс ашиглах боломжийг олгодог. Энэ загварыг хэрэгжүүлсэн эхний жишээнүүд сайн үр дүн үзүүлж эхэлсэн. Жишээлбэл, 2020 оны 6-р сард Өмнөд Солонгос улс дэлхийд хамгийн олон 5G гар утасны хэрэглэгчтэй (3 операторын нийт 6 сая гаруй хэрэглэгч) болсон тухай мэдээлсэн. Тэд 4G ба 5G сүлжээний хооронд идэвхтэй шилжилт хийснээр хурд, хоцролт, батареины хэрэглээний тэнцвэрийг хангаж, >1 Gbps хурдыг хэрэглэгчдэд сарын 60–70 ам.долларын үнээр санал болгосон бөгөөд 2020 оны 1-р улиралд дамжуулсан өгөгдлийн 24 хувийг 5G аль хэдийн эзэлсэн байжээ. Мөн 2G/3G зэрэг хуучин технологиуд нь 5G рүү шилжих үйл явцад 4G-ийн адил ач холбогдолтой биш байна. Операторууд 5G төвтэй сүлжээ хуваалцах гэрээнээс 2G/3G-ийг хасах, цаашид эдгээр хуучин технологийг зогсоож, ашиглагдаж буй давтамжийг дахин 4G/5G-д ашиглах (re-farming) чиглэл бодож эхэлжээ.

Өмнө нь ихэнх идэвхтэй сүлжээ хамтран ашиглах (JV) санаачлагууд зөвхөн 4G дээр төвлөрдөг байсан (жишээ нь Швед дэх **Net4Mobility**, Их Британид **EE** болон **Three**), эсвэл 4G нэвтрүүлэлтийг дэмжихийн зэрэгцээ үндсэн 2G/3G сүлжээг хуваалцах хэлбэртэй байсан (жишээ нь Польшид **Orange** ба **T-Mobile**, Их Британид **O2** ба **Vodafone**, Испанид **Orange** ба **Vodafone**). 5G-ийн шинэ үеийн сүлжээний хамтын ажиллагааны гэрээнүүд илүү сонгомол шинжтэй болж, ихэвчлэн зөвхөн 4G/5G-д төвлөрч, хуучин 2G/3G технологийг хамтын ажиллагааны хүрээнээс хасч байна. Жишээлбэл, АНУ-д **T-Mobile** болон **Sprint**-ийн хамтын ажиллагаа нь 4G болон 5G (**MOCN**) сүлжээг хуваалцахад чиглэсэн. 2020 оны 5-р сард тэд **Sprint**-ийн 2,500 MHz зурвасын 40 MHz, **T-Mobile**-ийн 2,500 MHz болон 1,700 MHz зурвасын 20 MHz-ийг ашиглан LTE ба 5G-ийн агрегацийн загвараар гигабитээс дээш хурд амжилттай туршсан. Өөр нэг жишээ бол Өмнөд Солонгост **KT Corp**, **SK Telecom** болон **LG Uplus** компаниудын хамтын ажиллагаа юм. Тэд 17 орон нутгийн захиргаа/засаг захиргаатай хамтран 3.5 GHz болон 28 GHz зурвасын суурин дээр суурилсан идэвхтэй сүлжээ хуваалцах (4G ба 5G) төслийг хэрэгжүүлжээ. **Arthur D. Little** компани мөн хэд хэдэн сүлжээ хамтын ажиллагааны гэрээ байгуулахад оролцож, зөвхөн 4G/5G-д чиглэсэн хэлбэрийг хөгжүүлэхэд дэмжлэг үзүүлсэн бөгөөд хуучин технологийг хамруулахгүйгээр хэрэгжүүлжээ. Үүнд:

1. **2019–2020 онд** Arthur D. Little хэд хэдэн операторт зөвхөн 4G/5G-д чиглэсэн MORAN/MOCN хамтын ажиллагааны түншлэл боловсруулахад тусалсан. Зарим нь зөвхөн концепцийн шатандаа үлдсэн бол зарим нь хэрэгжилтийн шатанд хүрсэн. Эдгээрийн заримд 2G/3G хамтрах хүрээнээс хасагдсан. Үүний шалтгаан нь:
 - хуучин MORAN/MOCN технологийг шилжүүлэх өндөр зардлаас зайлсхийх,
 - операторууд хоорондын хуучин технологийн ялгаа (жишээ нь, нэг оператор зөвхөн 2G үндэсний роумингийн гэрээтэй байсан гэх мэт).
2. Arthur D. Little мөн шинэ MNO-д дэмжлэг үзүүлсэн. Тэр нь цэвэр 5G сүлжээ байгуулж, 5G төхөөрөмж олон нийтэд хүртээмжтэй болтол 4G роуминг ашиглан зөвхөн 5G-д

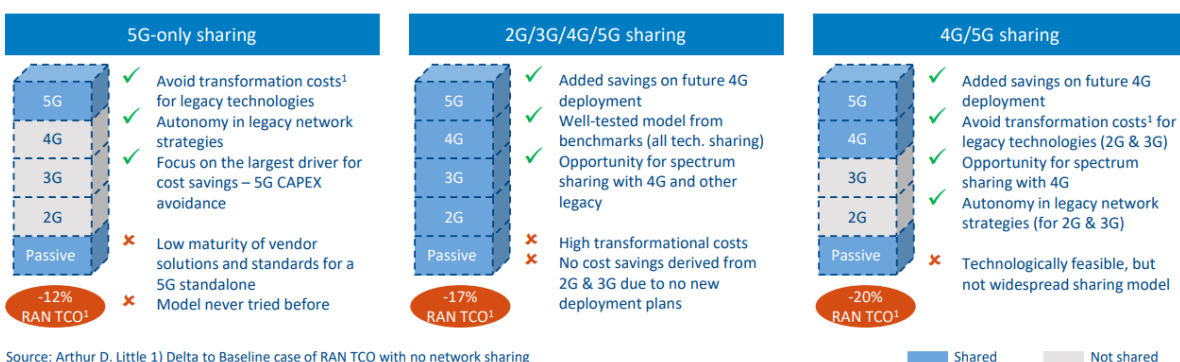


чиглэсэн хамтын ажиллагааг сонирхож байсан. Энэ операторын хувьд сүлжээний чанарын үйлчилгээ (QoS) болон нийт өмчлөлийн өртөг (TCO) нь хуучин технологийн нийцтэйгээс илүү чухал KPI гэж үзсэн.

3. **2019 онд** Европын нэг кабелийн компани 3.5 GHz зурвас худалдан авч, 5G суурилсан FWA-гаар (Fixed Wireless Access) үйлчилгээг өргөжүүлэхээр төлөвлөсөн. Тус компани 5G суурилсан MOCN хуваалцах боломжийг үнэлж, өөрийн тогтмол шугам сүлжээ өргөтгөхгүй бүсүүдэд илүүдэл багтаамжаасаа худалдахыг зорьж байна.

Зарим оператор зөвхөн ирээдүйн 5G сүлжээгээ хуваалцах талаар бодож байгаа боловч худалдааны зориулалттай цэвэр 5G дэд бүтэц хараахан бүрэн хөгжөөгүй, мөн олон нийтэд 5G төхөөрөмжийн нэвтрэлт бага байгаа тул ийм төрлийн зөвхөн 5G-д чиглэсэн идэвхтэй хамтын ажиллагааны загварууд одоогоор өргөн тархаагүй байна.

Figure 2: 5G active network-sharing technology options (Arthur D. Little case experience in 2019, anonymized)



Зураг 20.Эх сурвалж: Arthur D.Little 1. Delta to Baseline case of RAN TCO with no network sharing

Зөв технологийн загварыг сонгохын тулд асуух ёстой гол асуултууд нь:

1. Аль нь хамгийн их нөлөөтэй вэ (жишээ нь, 5G, 4G, сүлжээний оновчлол) манай зардал хэмнэх боломжид?
2. Сүлжээний аль хэсгийг MORAN/MOCN руу шинэчлэх/хувиргах шаардлагатай вэ?
3. Түнш операторуудын технологийн хөгжлийн замд (ялангуяа сүлжээний ашиглалтаас гаргах төлөвлөгөө) ялгаа байгаа юу?
4. 5G-ийн хувьд надад ямар шинэ тоног төхөөрөмж нийлүүлэгчийн сонголт байна вэ? Хадгалах шаардлагатай хуучин тоног төхөөрөмж нийлүүлэгчийн гэрээ бий юу?
5. Миний сүлжээ хуваалцах төлөвлөгөө 5G үйлчилгээний зах зээлд нэвтрэлтэд хэрхэн нөлөөлөх вэ?



6. Бизнесийн таатай тооцоолол байгаа нөхцөлд, хувиргалт/оновчлолын болон өдөр тутмын үйл ажиллагааны төвөгтэй ямар түвшинг оператор тус бүр хүлээн зөвшөөрч чадах вэ?

Эдгээр асуулт бүр тодорхой технологийн загварт давуу тал олгож байгааг 1-р хүснэгтэд онцлон харуулсан. Өнөөдөр операторуудын гаргаж буй шийдвэр нь дараагийн арван жилийн турш 5G өргөтгөлийн мөчлөгийн туршид хүчинтэй хэвээр байх тул сүлжээ хуваалцах технологийн загвар нь урт хугацааны сүлжээний стратегитайгаа нийцэж байгаа эсэхийг маш сайн нягталж баталгаажуулах шаардлагатай.

	Criteria	5G-only sharing	4G/5G sharing	2G/3G/4G/5G sharing
1	Key driver for savings	5G ambition <i>Savings potential relies fully on high 5G ambition (e.g., fast rollout, nationwide coverage)</i>	4G densification and 5G ambition <i>Ideal for operators that still expect some 4G deployment in the next three to five years</i>	Maximizing operational benefits and grid optimization <i>A lean venture, with maximal synergies between the MNOs</i>
2	Ease of upgrade to MORAN/MOCN configurations	Limited upfront costs <i>Legacy is left as-is, with no additional sharing-upgrade costs</i>	Only the 4G layer needs to be upgraded for MORAN/MOCN <i>Avoid investments into legacy equipment that is not generating further savings</i>	The whole MNO grid should be MORAN/MOCN-ready <i>Upgrade the entire grid to MORAN configurations for both MNOs</i>
3	Flexibility to sunset legacy	Each MNO can pursue independent strategies on legacy roadmaps <i>Full independence in legacy network</i>	MNOs can independently sunset 2G/3G, depending on their own roadmaps for transition to VoLTE <i>Ideal for operators with high asymmetry in 2G/3G usage and plans (e.g., incumbents vs. newer players)</i>	MNOs need to align on 2G/3G sunset <i>Need to find an optimal, compromise strategy that suits both partners</i>
4	Vendor selection	Full flexibility to focus on 5G vendors; no need to harmonize legacy vendors <i>In many cases, the most innovative 5G solutions are coming from new vendors</i>	Flexibility to choose different vendors for 4G/5G vs. legacy 2G/3G <i>MNOs need to harmonize 4G layer before proceeding to sharing, allowing the retention of any beneficial vendor deals in 2G/3G and focusing on future innovation</i>	Vendor lock-in for all technologies (2G/3G/4G/5G) <i>The best 4G/5G vendors may not be the same as the best legacy vendors, yet MNOs would have reduced choice due to legacy</i>
5	Impact on services	Seamless handover between 4G and 5G through different vendors may be tricky yet allows MNOs to focus fully on 5G services <i>Better for MNOs that focus on 5G-centric use cases and/or expect strong 5G device penetration</i>	Keeping 4G and 5G together allows synergies in handling data capacity <i>Keep 4G and 5G together, without disrupting 2G and 3G</i>	Keep full technology stack together to minimize any disruption of services <i>Minimal risk on user-facing services</i>
6	Complexity of sharing venture	Easy to set up and run <i>MNOs share the least, minimizing operational complexity</i>	Medium complexity, as only 4G/5G is shared, and legacy is kept separate <i>High complexity, due to creating duplications of 2G/3G</i>	More complex, as all technologies are shared, and transformation might take longer <i>Optimizes legacy the most for the leanest shared network</i>

Source: Arthur D. Little

Зураг 21. Эх сурвалж: Arthur D. Little

4.2. Сүлжээний дэд бүтцийг хамтран ашиглах зохицуулалтын аргачлал

Олон улсын ихэнх оронд одоо хэрэгжиж буй зохицуулалтын хүрээ нь аль хэдийн тодорхой хамтын ашиглалтын бодлого, зарчмуудыг агуулсан байдаг.

Энэ хэсгийн зорилго нь NRA-ууд өөрийн одоогийн зохицуулалтын хүрээг хэрхэн сайжруулах боломжтойг тодорхойлоход чиглэгдэж байгаа бөгөөд эхлэх цэг болон нөхцөл байдал нь (Зураг 22) бусад NRA-аас үргэлж ялгаатай байдаг.



Зураг 22. The Guidelines in Context

ОУЦХБ, CRASA гаргасан гарын авлагыг ашиглахын тулд одоогийн нөхцөл байдлыг ойлгож, ойрын ирээдүйд хэрхэн өөрчлөгдөж болохыг урьдчилан тооцоолох нь чухал юм. Анхаарах гол чиглэлүүд нь:

- Бодлого, төлөвлөгөө: Өрсөлдөөний бодлого, спектр, өргөн зурвасын сүлжээ, хүн бүрт хүртээмж, санхүүгийн (салбарын тусгай төлбөр, татвар) асуудлуудыг хамарна.
- Зохицуулах мандат: Дээрх бодлого, төлөвлөгөөний хүрээнд, жишээ нь, радио, телевизийн зохицуулагч нь харилцаа холбооны зохицуулагчтай тусдаа байж болох; холбогдох салбарын татвар нь сангийн яам эсвэл орон нутгийн захиргааны мэдэлд байх; үнийн зохицуулалт нь өрсөлдөөний байгууллагын хяналтад байх; орон нутгийн захиргаа нь төлөвлөлтийн зөвшөөрөл олгох; гэх мэт.
- Лицензийн дэглэм: Төхөөрөмж, үйлчилгээ, технологи зэрэгт хамаарна.

Эдгээр зарчмуудыг дэлхий даяарх шилдэг туршлагыг судалж, CRASA гишүүд болон SADC бусад NRA-уудын судалгаагаар тодорхойлсон сорилтуудтай харьцуулан баталгаажуулсан байна. Тус бүрийн зарчим нь ямар учиртай, практикт хэрхэн хэрэгжүүлэх ёстой талаараа тайлбарлагдсан.

4.2.1. (P1) Зохицуулалтын хүрээ нь дэд бүтцийг хамтран ашиглах бүх талбарыг хамарч, салбарын бүх оролцогчдод хамаарах ёстой

Зохицуулалтын ил тод байдал нь ICT салбарт хөрөнгө оруулалтыг дэмждэг (ITU-ийн ICT Regulation Toolkit [6]-ыг үзнэ үү). Гэвч орчин үеийн зохицуулалтын хүрээ нь дэд бүтцийг хамтран ашиглах бүх талыг хамардаггүй – жишээ нь, зарим нь зөвхөн идэвхгүй (passive) эсвэл хөдөлгөөнт сүлжээнд төвлөрдөг – үүний улмаас бусад боломжит хамтын ашиглалтын хэлцлийн талаарх тодорхойгүй байдал үүсдэг. Хамтын ашиглалтын боломжит түншлэл ихэвчлэн тодорхой бус зохицуулалтыг тодруулахад их цаг, хүч зарцуулдаг. Энэ нь түншүүд, тэдний хэрэглэгчид, засгийн газар болон улс оронд өргөн хүрээнд хүртэх ашиг тусыг удаашруулах эсвэл багасгах үр дагавар үүсгэдэг. Зохицуулалтын тодорхой байдал үүнийг бүр ч төвөгтэй болгож болно, учир нь NRA нь салбарын бүх оролцогчийг зохицуулах шаардлагатай мандаттай биш байдаг. Жишээ нь:



- Зарим оронд радио, телевизийн зохицуулагч нь хөдөлгөөнт холбооны зохицуулагчтай тусдаа байдаг (жишээ нь, Маврики, Замби, Зимбабве – SADC).
- Ихэнх оронд бусад төрийн яам, зохицуулах байгууллагууд нь хэрэглээний болон тээвэрлэлт зэрэг салбаруудыг хариуцдаг, эдгээр салбарын компаниуд ICT болон радио, телевизийн компаниудад сонирхолтой дэд бүтцийг эзэмшиж болох юм.

Энэхүү зарчмыг хэрэгжүүлэх арга:

- Бүх оролцогчдыг зохицуулалтын хүрээг хөгжүүлэх, хэрэгжүүлэх явцад оролцуулна (4.2-р хэсэг, ялангуяа 4.2.1-р хэсэгт дурдсан боломжит оролцогчдын жагсаалтыг үзнэ үү).
- Салбар хоорондын засаглал, үйл явц (P4, P7, P8), стандартууд (P7) ба системүүдийг тогтооно.
- 2.1-р хэсгийн “хамтын ашиглалтын таван хэмжээс”-ийг ашиглан зохицуулалтын хүрээ нь бүх боломжит технологи, архитектур, түншүүдийг хамарч буй эсэхийг шалгана.

Салбар хоорондын асуудлыг шийдэх хэд хэдэн арга зам байдаг, жишээ нь:

- Бразил: Гурван салбарын зохицуулагчийн хамтарсан дүрэм журам гаргасан.
- Нэг NRA, олон салбарт хариуцлага хүлээдэг: Жишээ нь, Гамбиагийн Public Utilities Regulatory Authority (PURA) ба Руандын Utility Regulatory Authority (RURA).
- Коста Рика: Эдийн засаг, үйлдвэрлэлийн яам, Шинжлэх ухаан, технологийн яам болон SUTEL (NRA)-ийг багтаасан төрийн комисс байгуулсан.
- Их Британи: National Joint Utilities Group нь замын ажилд чиглэсэн, өөрөө зохицуулдаг салбарын холбоо юм.

4.2.2. (P2) Өрсөлдөөнд сөргөөр нөлөөлөхгүй бол бүх төрлийн хамтран ашиглах хувилбарыг зөвшөөрөгдөх ёстой

Зарим оронд идэвхтэй хамтын ашиглалт эсвэл спектрийн нэгдэл (MOCN) нь хөрөнгө оруулалт эсвэл өрсөлдөөнд сөргөөр нөлөөлж болзошгүй гэж үзэн зөвшөөрдөггүй. Гэвч ямар ч улсаас үүнийг батлах нотолгоо байхгүй (харин эсрэг нь үнэхээр магадлалтай), тиймээс бүх төрлийн хамтын ашиглалтыг зөвшөөрч, зөвхөн өрсөлдөөний хууль, дүрэм журмыг дагаж мөрдөх ёстойг тодорхой заах нь зөвлөмж болгож буй арга юм.

Энэхүү зарчмыг хэрэгжүүлэх арга:

- 2.1-р хэсгийн “хамтын ашиглалтын таван хэмжээс”-ийг ашиглан зохицуулалтын хүрээ нь бүх боломжит технологи, архитектур-ыг хамарч буй эсэхийг шалгана.
- Зохицуулалтын хүрээ нь аль төрлийн хамтын ашиглалтын хэлцлийг NRA болон өрсөлдөөнийг хянах байгууллагын зөвшөөрөл шаардах, түүнтэй холбоотой үйл явц, товлосон хугацааг тодорхой зааж өгөх ёстой.
- Үнэлгээ хийх үндсэн зарчим, шаардлагыг тодорхой зааж өгөх, жишээ нь:
 - Хяналт: Түнш бүр өөрийн үйлчилгээ дээрээ бие даасан хяналтаа хадгалах ёстой.
 - Нууцлал: Хамтран ашиглаж буй дэд бүтцийг зохион байгуулах, барих, ажиллуулахад шаардагдах өрсөлдөөнтэй холбоотой өгөгдлөөс өөр мэдээллийг солилцохгүй.

4.2.3. (P3) Салбарын бүх оролцогчид заавал хамтран ашиглах ёстой гэж заасан дэд бүтцийг хамтран ашиглах хүсэлт гаргах эрхтэй

Энэхүү зарчим нь P4 ба P7-тэй хамтран дэд бүтцийг хамтран ашиглахыг хөнгөвчилж, дэмжихэд чиглэгддэг.

Энэхүү зарчмыг хэрэгжүүлэх арга:



- NRA нь заавал хамтран ашиглах ёстой дэд бүтцийн төрлийг тодорхойлж, аль операторуудад хамаарахыг зааж өгөх; ихэвчлэн үүнд:
 - Гадны байгууллагын эзэмшилд байсан ч идэвхгүй радио холбоо болон харилцаа холбооны дэд бүтцийг багтаана.
 - MVNO-уудын идэвхтэй радио сүлжээний дэд бүтэц
 - Эзэмшигч нь SMP-тэй (Significant Market Power) гэж тодорхойлогдсон дэд бүтэц (3.1.5-р хэсгийн P5 зарчмыг үзнэ үү)
- P1 зарчимд бий болгосон салбар хоорондын засаглал-ыг ашиглан, салбарууд болон улсын/орон нутгийн засаг захиргаа дамнан ажиллах стандарт процессийг (цагийн хязгаар бүхий) хөгжүүлэх

4.2.4. (P4) Салбарын бүх оролцогчид хүсэлт ирүүлсэн тохиолдолд өөрсдийн (заавал хамтран ашиглах ёстой) дэд бүтцийг хамтран ашиглах талаар хэлэлцээр хийх үүрэгтэй

Энэхүү зарчим нь P3 (3.1.3-р хэсэг)-ийг хэрэгжүүлэхэд зайлшгүй шаардлагатай. Зарим дэд бүтцийн эзэмшигчид хүсэлтэд хариу өгөхөд хэт удаан хугацаа зарцуулах эсвэл техник, бизнесийн боломжгүй гэх шалтгаанаар ярилцахгүйгээр хүсэлтийг шууд татгалзах тохиолдол олон байдаг. Тиймээс салбарын бүх оролцогчид хүсэлт ирүүлсэн тохиолдолд өөрсдийн (заавал хамтран ашиглах дэд бүтцийг) техник, бизнесийн боломжит нөхцөлд тохирсон хугацаанд хэлэлцээр хийх үүрэгтэй, гэхдээ NRA-тай өөрөөр тохиролцоогүй бол.

Энэхүү зарчмыг хэрэгжүүлэх арга:

- P1 зарчимд бий болгосон салбар хоорондын засаглал-ыг ашиглан салбарууд болон улсын/орон нутгийн засаг захиргаа дамнан ажиллах стандарт процесс-г (цагийн хязгаар бүхий) хөгжүүлэх.
- Хамтын ашиглалтыг татгалзах үндэслэл юу болохыг стандарт процесс-д зааж өгөх.
- Хэлцлийн хамгийн доод боломжит стандартыг тогтоох загварыг өгч, маргааны магадлалыг бууруулах; анхаарах зүйл: загвар санал зөвлөмжийн шинж чанартай байна.

4.2.5. (P5) Идэвхгүй эсвэл идэвхтэй дэд бүтцийн зах зээлд SMP-тэй (Significant Market Power) гэж тодорхойлогдсон операторууд нь NRA-аар баталгаажуулсан лавлагааны санал (reference offer)-ыг нийтэд зарлах ёстой

Энэхүү зарчмыг хэрэгжүүлэх арга:

NRA:

- Зах зээлийг тодорхойлно.
- Оператор SMP-тэй эсэхийг тодорхойлоход зах зээлийн дүн шинжилгээ хийнэ.
- SMP-ийн тодорхойлолтыг (х жилийн) хугацааны эцэст дахин үнэлнэ; жишээ нь, Хонг Конг, Румын улс LLU-г дараа нь чөлөөлсөн, учир нь өрсөлдөөн ихэссэн.

SMP-тэй оператор:

- NRA-аар баталгаажсан лавлагааны санал (reference offer)-ыг тодорхой хугацааны дотор нийтэд зарлана.

Зохицуулалтын хүрээ:

- Үйл явц ба хугацааны хязгаар-ыг тодорхойлно.
- Үнэ тогтоолтын зааварчилгааг өгнө (4.2.6 P6-р хэсгийг үзнэ үү), үүнд одоо мөрдөж буй үнийн төлөвөөс шинэ зохицуулсан үнийн төлөв рүү шилжих “glide path”-ийг ашиглах.



4.2.6. (P6) Дэд бүтцийн хамтын ашиглалтын худалдааны нөхцөлүүд нь ил тод, шударга/эдийн засгийн хувьд боломжтой, ялгаварлан гадуурхалтгүй байх ёстой

Энэхүү зарчмыг хэрэгжүүлэх арга:

- Энэхүү зарчмыг P4-р заримд заасан загвар саналд (4.2.4-р хэсэг) тусгах ёстой.
- Зохицуулалтын хүрээ нь үнийн зааварчилгаа-ыг багтаах ёстой, ингэснээр маргаан гарах магадлалыг бууруулж, SMP-тэй операторын тохиолдолд ашиглах боломжтой болно (4.2.5 P5-ыг үзнэ үү).

Зөвлөмж болгож буй арга:

- Доод-тал (bottom-up) LRIC+ (Long-Range Incremental Cost Plus) загварыг ашиглах.
- Боломжтой бол SADC орнуудын харьцуулалтаар (benchmarking) LRIC загварын үр дүнг баталгаажуулж, маргааныг шийдвэрлэхэд дэмжлэг үзүүлэх.
- Дараа нь LRIC загварыг тохируулах, баталгаажуулахад ашиглах дээд-тал (top-down) FAC загвартай гибрид загварт шилжих талаар авч үзэх.

4.2.7. (P7) Шинэ дэд бүтцийн баталгаажуулах процесс нь цаг хугацаанд нийцсэн, үр дүнтэй, дэд бүтцийг хамтран ашиглахыг дэмжсэн байх ёстой

Энэхүү зарчмыг хэрэгжүүлэх арга:

- P1 зарчимд бий болгосон салбар хоорондын засаглал-ыг ашиглан салбарууд болон улсын/орон нутгийн засаг захиргаа дамнан ажиллах процесс хөгжүүлэх.
- Процесс дараах онцлогтой байх ёстой:
 - Цаг хугацаанд нийцсэн: Алхам бүрт хамгийн их хугацааны хязгаар тогтоосон байх.
 - Үр дүнтэй: Бүх талууд процессын зохион байгуулалтад оролцож, үр ашгийг хамгийн их болгох, тасралтгүй сайжруулах.
 - Дэд бүтцийг хамтран ашиглахыг дэмжих:
 - Салбар хоорондын дэд бүтцийн хамтын ашиглалтын мэдээллийн сан үүсгэх.
 - Хүсэлт гаргасан этгээд хуваалцах боломжтой дэд бүтэц аль хэдийн байгаа эсэхийг харуулах.
 - Шинэ дэд бүтэц хамтран ашиглах зориулалттайгаар бүтээгдсэн байх; бусад талуудын сонирхолд үндэслэнэ

4.2.8. (P8) Маргааныг шийдвэрлэх процесс нь салбар хоорондын, бичгээр баримтжуулсан, цаг хугацаанд нийцсэн, үр дүнтэй байх ёстой

NRA-ууд ихэвчлэн өөрийн зохицуулах эрхийн хүрээнд гарсан ямар ч маргааныг шийдвэрлэх ерөнхий процессоор ажилладаг. Салбар хоорондын маргаан гарсан тохиолдолд энэ процессыг шалгаж, шаардлагатай бол өөрчлөх нь чухал.

Энэхүү зарчмыг хэрэгжүүлэх арга:

- Стандарт процесс нь дэд бүтцийн хамтын ашиглалтаас үүссэн бүх маргаанд хамаарах эсэхийг шалгах, ялангуяа бусад салбар эсвэл орон нутгийн засаг



захиргааны байгууллагатай холбоотой бол; Бразил улс үүнийг гурван салбарын зохицуулагч хамтран гаргасан журмаар хэрэгжүүлсэн жишээтэй.

- Процесс нь дараах шинж чанартай байх ёстой:
 - Бичгээр баримтжуулсан
 - Цаг хугацаанд нийцсэн: Алхам бүрд хамгийн их хугацааны хязгаар тогтоосон
 - Үр дүнтэй: Бүх талууд процессын зохион байгуулалтад оролцож, үр ашгийг хамгийн их болгох, тасралтгүй сайжруулах.

4.2.9. (P9) Дэд бүтцийн хамтын ашиглалтын зохицуулах хүрээ нь үндэсний өргөн зурвасын (broadband) төлөвлөгөө, USF бодлого болон ирээдүйн технологийн хөгжлийг харгалзан үзсэн байх ёстой

Энэ хэсгийн эхэнд тайлбарласанчлан, амжилттай хэрэгжихийн тулд дэд бүтцийн хамтын ашиглалтын зохицуулах хүрээ нь бусад төрийн бодлого, ялангуяа өргөн зурвасын (broadband) болон USF-тэй холбоотой бодлогоор уялдсан байх ёстой. Мөн боломжтой бол урт хугацаанд хэрэглэхийн тулд технологийн хувьд төвийг сахисан байх шаардлагатай.

Энэхүү зарчмыг хэрэгжүүлэх арга:

- Боломжийн хэмжээнд дэд бүтцийн хамтын ашиглалтын зохицуулах хүрээ нь (4.2.3-р хэсгийг үзнэ үү):
 - Үндэсний өргөн зурвасын төлөвлөгөө ба USF бодлогын зорилгыг дэмждэг байх, жишээ нь, хөдөө орон нутгийн өргөн зурвасын сүлжээг хангах.
 - Технологийн хувьд төвийг сахисан байх, ингэснээр виртуалчлал (SDN болон NFV), 5G хөгжлийг дэмжих боломжтой.

4.3. Хятад улсын туршлага

Хятадын China Telecom болон China Unicom компаниуд 2019 оноос хойш 5G сүлжээг хамтран байгуулж, хуваалцсанаар олон амжилтад хүрсэн. Тэдний туршлагаас харахад:

- **Технологийн шийдэл:** Хоёр оператор нэг физик сүлжээгээр дамжуулан өөрсдийн бие даасан логик сүлжээг ажиллуулсан. Энэ нь сүлжээний үйл ажиллагааг саадгүй, харилцан хамааралгүйгээр явуулах боломжийг олгосон.
- **Бизнесийн загвар:** Үйлчилгээний нөхцөл, үнэ тогтоолт, хэрэглэгчийн өгөгдөл зэрэг нь тус тусын операторуудын хүрээнд хэвээр үлдсэн. Ингэснээр үйлчилгээний өрсөлдөөн хэвийн үргэлжилсэн байна.
- **Хяналт, зохицуулалт:** Сүлжээний үйл ажиллагааг удирдах, зохицуулах талаар нэгдсэн удирдлагын систем боловсруулсан нь амжилттай хэрэгжүүлэлтийн гол хүчин зүйл болсон.

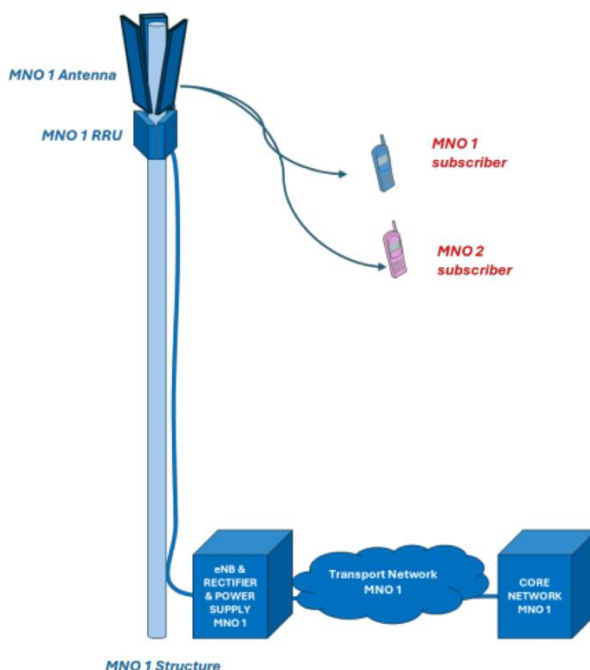
5G сүлжээг идэвхтэй хуваалцах нь операторуудын зардлыг бууруулж, үр ашгийг нэмэгдүүлэхээс гадна, хэрэглэгчдэд өндөр хурдтай, өргөн хамрах хүрээтэй сүлжээний үйлчилгээг түргэн хүргэхэд чухал ач холбогдолтой юм.



4.4. Малайз

Малайз улсад 5G сүлжээний идэвхтэй дэд бүтэц (RAN) болон сүлжээний нөөцийг хуваалцах стратеги хэд хэдэн хэлбэрээр хэрэгжиж байна. Энэ нь 5G хөгжүүлэлтийн зардлыг бууруулж, сүлжээний нэвтрэлтийг хурдасгах зорилготой юм.

ИДЭВХТЭЙ СҮЛЖЭЭ ХУВААЛЦАХ (ACTIVE NETWORK SHARING)



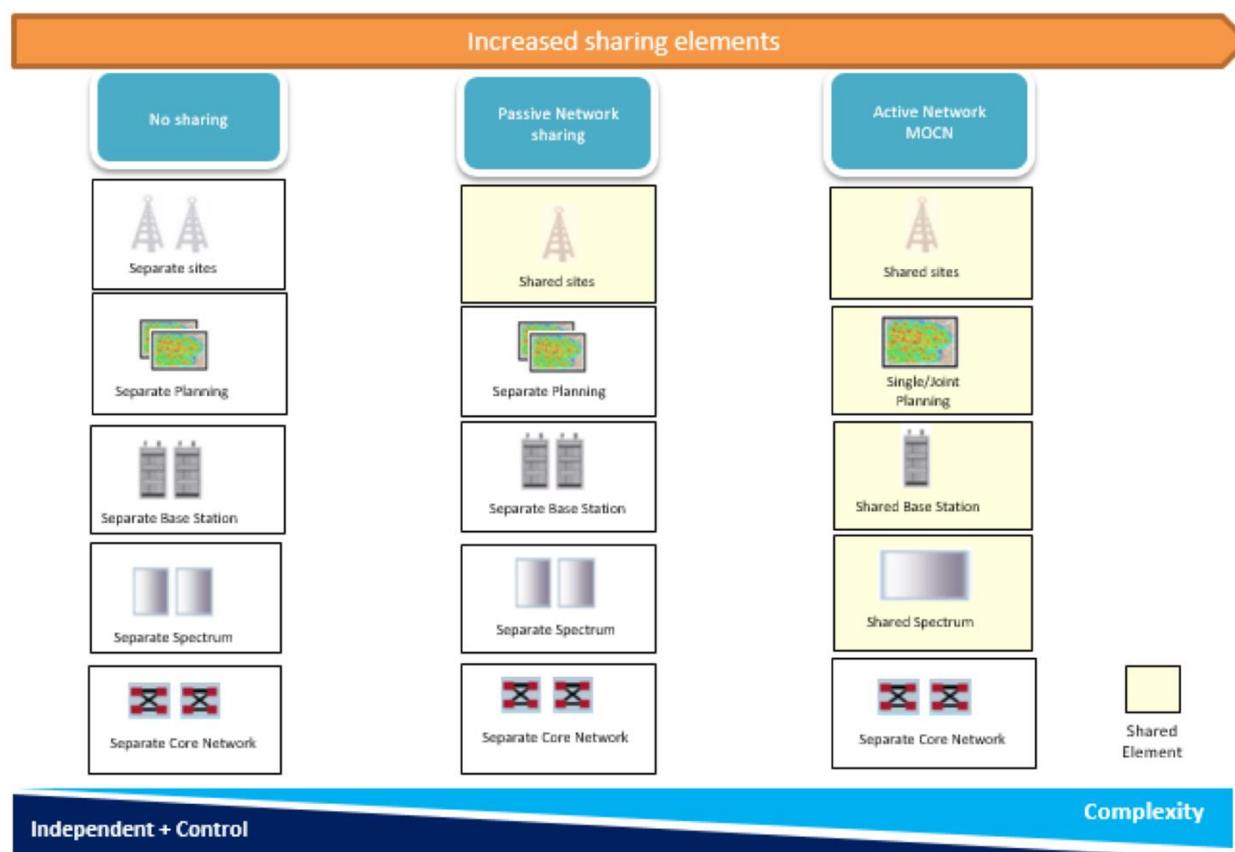
Зураг 23. Идэвхтэй дэд бүтэц хуваалцах

Идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцах (Active Infrastructure Sharing (Зураг 23)) нь электрон болон дохио боловсруулах үүрэгтэй сүлжээний бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг хамтран ашиглахыг хэлдэг. Энэ төрлийн хуваалцах дэд бүтэц нь сүлжээний гүйцэтгэл болон үйл ажиллагааны хяналтад илүү их нөлөө үзүүлдэг бөгөөд операторуудын нягт уялдаа, хамтын ажиллагаа, мөн хууль эрхзүйн шаардлагыг чанд мөрдөхийг шаарддаг. Идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцах жишээнд радио хандалтын сүлжээ (RAN)-ийг хамтран ашиглах ордог бөгөөд үүнд антен, давтамжийн зурвас (spectrum), радио төхөөрөмж, дамжуулах сүлжээ (transport network) зэрэг бүрэлдэхүүн хэсгүүд багтана. MNO-уудын дунд хэрэгжиж буй Сүлжээний дэд бүтэц хуваалцах санаачилга нь дараах MCMC-аас тодорхойлсон долоон тэргүүлэх чиглэлд гар утасны сүлжээний хамрах хүрээ болон чанарыг сайжруулахад чиглэгдсэн болно.

- Highways & Protocol Routes
- Public University
- Hospital
- Event Place
- Tourism Spot
- National Stadium
- Military Basecamp



Эдгээр чиглэлүүд нь хамгийн багадаа нэг MNO байршсан сайт дээр үндэслэн тодорхойлогддог бөгөөд бусад MNO-уудыг сүлжээний дэд бүтцийг хостлох MNO-тай хамтран ашиглах сонголттой болгож өгдөг. Энэхүү аргын үр дүнд хэрэглэгчдэд илүү сайн үйлчилгээ үзүүлэх ба MNO-уудын хооронд хамтын ажиллагааг дэмжих боломжийг олгодог. Долоон тэргүүлэх чиглэлийн доторх газруудыг цаг хугацаа тутамд дахин хянан, тохиролцох шаардлагатай байдаг.



Зураг 24. Бид даасан сүлжээ ба Идэвхгүй дэд бүтэц хуваалцах ба Идэвхтэй дэд бүтэц хуваалцах

Сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцах энэхүү арга нь ямар нэгэн сүлжээ муу хамрагдсан бүсэд ч найдвартай сүлжээний хүртээмжийг хангах замаар ажилчид, оюутнууд, өвчтөнүүд, жуулчид, арга хэмжээний оролцогчид, цэргийн албан хаагчид зэрэг олон хэрэглэгчдэд ашиг тустай байдаг. Дээр дурдсан долоон тэргүүлэх чиглэлээс гадна, MNO-ууд бичгээр тохиролцож, харилцан эсвэл олон талт дэд бүтцийн хуваалцах хэлцлийг өөр бүсэд өргөжүүлэх боломжтой. RAN хуваалцах хэрэгжилтэд бүрэн шилжихээс өмнө, MNO-ууд тасралтгүй туршилт явуулсан ба үүнд таван сайт оролцсон бөгөөд MNO-ууд тус бүр нэг сайтыг солилцооны үндсэн дээр оруулсан. Энэ туршилтын үе шат нь сүлжээний нэвтрүүлэлт ба туршилтыг хамарч, MOCN шийдлийн гүйцэтгэлийг MNO бүр өөрийн сайтын хувьд баталгаажуулах зорилготой юм. Энэхүү туршилтын гол зорилго нь MNO-уудын бүх



үйлчилгээ MCMC-ын Үйлчилгээний Чанарын Заавал Биелүүлэх Стандарт (MSQoS)-д нийцэхийг хангах явдал юм.

Sites progress for the 6-way trial sites

					
Site Name	Prima Gambang	Kem Pengakap, Bukit Putus	WCE Banting	Ikon Tengkolok, Bukit Putus	Tanjung Asam
Location	Kuantan, Pahang.	Kuala Pilah, Negeri Sembilan	Banting, Selangor	Kuala Pilah, Negeri Sembilan	Jln Gertak Sanggul, Pulau Pinang
Status	6-way MOCN On Air 7 Nov 2024	6-way MOCN On Air 15 Nov 2024	6-way MOCN On Air 29 Nov 2024	6-way MOCN On Air 3 Dec 2024	6-way MOCN On Air 31 Dec 2024
Benefit	Provide continuous coverage to more than 2000 population at nearby village and 1000 commuters daily at main trunk road	Provide continuous coverage to more than 3000 commuters daily at main trunk road and tourist attraction area	Provide continuous coverage to more than 3000 commuters daily at the new highway and Kampung Orang Asli (KOA)	Provide continuous coverage to more than 3000 commuters daily for main trunk road and tourist attraction area (Replica Tengkolok, waterfall)	Provide continuous coverage to more than 350 daily commuters at the main trunk road and population of 500 at nearby village
Structure					

Зураг 25. Туршилтын сайт

Сайтуудыг сонгох ба хуваалцах шийдэл

Энэ баримт бичиг нь дөрвөн үндсэн газарзүйн бүсийг ялгаж үздэг: (а) хотын бүс, (b) хотын ойр орчмын бүс, (с) хөдөө тосгон, болон (d) алслагдсан бүс. Доор үзүүлсэн Зураг 26-д MNO-ууд сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцахыг хэрэгжүүлэх боломжтой бүсүүдийг харуулсан байна.

Sharing Area Demarcation				
Service Expectation	High speed, competitive option, deep coverage		Mobility & continuity	Remote access
Complexity	Very High	High	Moderate	Low
Sharing Methodology	Passive Infrastructure Sharing and/or Active Infrastructure Sharing			
Collaboration Arrangement	Parity Collaboration and/or Non-Parity Collaboration			

Зураг 26. Бүс нутгийн хил хязгаар болон сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцах шийдлүүд



1.1.1. Бүсийн зааг ба Сүлжээний дэд бүтцийн хуваалцах шийдлүүд

Бүсийг зааглах нь MNO-уудыг тогтвортой, зардал бага, үр ашигтай, хэрэгцээнд нийцсэн Сүлжээний дэд бүтцийн хуваалцах шийдлийг боловсруулж хэрэгжүүлэх боломжийг олгодог. Энэ нь 4G үйлчилгээний хурд ба дотоод орчны сайжруулалт шаардсан хотын бүс, хөдөлгөөн ба тасралтгүй үйлчилгээг шаардсан хөдөө тосгоны бүс, болон үйлчилгээний хүртээмж ба боломжийг чухалчилсан алслагдсан бүс зэрэг бүсүүдийн хэрэгцээг хангахад чиглэгддэг. MNO-уудын сонгосон сайтуудыг сайтар үнэлж, сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцахад тохиромжтой эсэхийг бизнесийн стратеги, байршуулах боломж, үйл ажиллагааны хүчин зүйлс-ийг харгалзан авч үздэг. Ийм үнэлгээний явцад, хостлох MNO нь хамгийн боломжит шийдэл ба хамтын ажиллагааны зохицуулалтыг (тэнцвэртэй эсвэл тэнцвэргүй хамтын ажиллагаа) шийдвэрлэх эрхтэй. Доор дурдсан хүн амын босго ба бүсийн ангилал нь уян хатан лавлах үзүүлэлт маягтай бөгөөд сүлжээний дэд бүтцийн хуваалцах зохицуулалтыг MNO-уудын удирдлагын зөвшөөрөлтэйгөөр тус бүрд нь үнэлэх шаардлагатай. Үүнээс гадна, MNO бүрийн оролцох шийдвэр нь тухайн MNO-ын онцгой нөхцөл, үйл ажиллагааны шаардлага, бизнесийн стратегиас хамаарах боломжтой гэдгийг хүлээн зөвшөөрнө. Эдгээр бүсэд MNO-уудын сонгосон эсвэл санал болгосон сайтууд ба сүлжээний дэд бүтцийн хуваалцах аргачлалыг хостлох MNO-уудын шийдвэрээр, тэдний үзэж байгаагаар боломжтой гэж үзсэн нөхцөлд, хамааралтай талуудын бичгээр тохиролцсон гэрээгээр хэрэгжүүлэх юм.

Бүс	Бүсийн тодорхойлолт	Дэд бүтэц хуваалцах арга
Хотын бүс, хотын ойр орчмын бүс	- Хүн амын нягтаршил ихтэй бүсүүд - Хэрэгцээ ихтэй хурдны замууд, бага сааталттай сүлжээний өндөр эрэлттэй - Макро сүлжээ, IBS, жижиг cell (small cells) болон нягт сүлжээний давхаргууд зэрэгт их хэмжээний хөрөнгө оруулалт шаардсан нарийн төвөгтэй дэд бүтэц	Идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцах MNO-ууд идэвхтэй 4G MOCN RAN хуваалцах аргыг мөн авч үзэж болно, ялангуяа сайтуудын ашиглалт бага ба хүчин чадал багатай бүсэд.
Хөдөө, тосгон	• Сайтын хамрах хүрээнд 400–1000 хүн амтай бүс • Хязгаарлагдмал бизнесийн үйл ажиллагаа • Өргөн хамрах хүрээ болон хөдөлгөөний шаардлагаас шалтгаалан сүлжээний дэд бүтцэд их хэмжээний хөрөнгө оруулалт ба зардал шаардлагатай	Идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцах 4G MOCN RAN хуваалцах нь MNO-ууд хязгаарлагдмал бизнесийн үйл ажиллагаатай бүсэд хангалттай үйлчилгээ үзүүлэхийг баталгаажуулж, хамрах хүрээг илүү үр ашигтайгаар өргөтгөх үед онцгой үр дүнтэй байдаг.
Алслагдмал бүс нутаг	• Сайтын хамрах хүрээнд 400-аас доош хүн амтай бүс • Дэд бүтцийг шинээр барих шаардлага гарч болох	Идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцах 4G MOCN RAN хуваалцахыг сайтуудын ашиглалт бага, траффик



	бөгөөд зардал өндөр байж болно	багатай ба хүчин чадал багатай бүсэд хэрэгжүүлэх хэрэгтэй. Энэ нь MNO-уудын хувьд хамрах хүрээг үр ашигтай өргөжүүлэх, минимал буюу огт бизнесийн үйл ажиллагаагүй бүсэд хангалттай үйлчилгээ үзүүлэхэд онцгой ашигтай юм.
--	--------------------------------	--

Техникийн болон хэрэгжилт, үйл ажиллагаа ба засвар үйлчилгээ

Сүлжээний дэд бүтэц хуваалцах Техникийн ба Хэрэгжилтийн (T&I) болон Үйл ажиллагаа ба Засвар үйлчилгээ (O&M) нь зардал бага, үр ашигтай, үр дүнтэй, өндөр чанартай харилцаа холбооны үйлчилгээг хүргэх үндсэн хүчин зүйл юм. Эдгээрийн давуу талыг хамгийн ихээр хүртэхийн тулд, MNO-ууд стратеги болон санаачилгуудтай зохицуулан ажиллаж, сүлжээний дэд бүтэц хуваалцахыг хэрэгжүүлэх нь зөвхөн үйл ажиллагааны үр ашгийг хангаад зогсохгүй үйлчилгээний чанар болон хэрэглэгчийн туршлагыг сайжруулахад чиглэсэн байдлыг баталгаажуулсан болно.

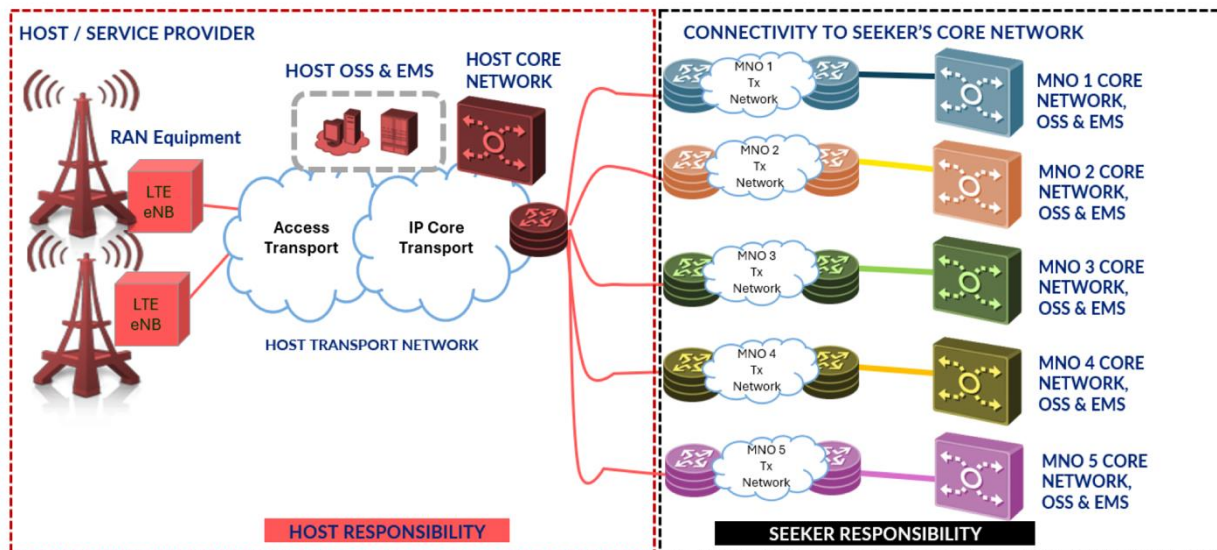
1.1.2. Техник ба Хэрэгжилтийн ерөнхий зааварчилгаа (T&I)

Энэхүү зааварчилгаа нь хостлох MNO болон дэд бүтэц хамтран ашиглахаар хайж буй MNO-д зориулсан өндөр түвшний T&I зааварчилгаа бөгөөд MOCN RAN хуваалцах загварын хүрээнд хамтран ашиглах нөөцүүдээр хэрэгжүүлэх, байрлуулах зохицуулалтыг агуулдаг.

T&I-ийн гарын авлагад MOCN хост сүлжээ нь өөр өөр хостинг MNO-уудын хэрэглэгчдэд саадгүй холболтыг хөнгөвчлөх, үйлчилгээ үзүүлэх, сүлжээг үр ашигтай байршуулах, хуваалцсан дэд бүтцийн урт хугацааны тогтвортой байдлыг хангахын тулд нэг RAN дэд бүтэц дээр олон MNO-г дэмжихэд шаардлагатай гол элементүүдийг тодорхойлсон байх ёстой. Эдгээр гол элементүүд нь дараах зүйлсийг багтаана:

- Зорилтот бүсэд (жишээлбэл, хангалт муутай ба/эсвэл хөдөө тосгоны бүс) хуваалцахын үндсэн гол зарчмууд;
- Сүлжээний өндөр түвшний архитектур, гар утасны сайтын загвар ба радио нөөцийн хуваарилалт хостлох MNO болон хуваалцах дэд бүтэц хайж буй MNO-уудын дунд;
- Гол сүлжээний параметруудийн зохицуулалт (жишээ нь, Public Land Mobile Network (PLMN) ба хөдөлгөөний стратеги) хостлох ба хуваалцах дэд бүтэц хайж буй MNO-уудын дунд, харилцан зөрчилгүй хамтын оршихуйг хангах;
- Технологи болон санал болгож буй үйлчилгээ (жишээ нь, Voice over Long Term Evolution (VoLTE) болон ерөнхий өгөгдлийн үйлчилгээ);
- Үйл ажиллагааны гол үзүүлэлтүүд (KPI)-ийн тодорхойлолт, Үйлчилгээний чанар (QoS) ба Үйлчилгээний түвшний гэрээ (SLA)-г хадгалах, хэрэглэгчдэд хамгийн оновчтой туршлага үзүүлэх боломжийг хангах.

MNO-уудын дунд **ердийн MOCN RAN хуваалцахын физик холболтын загвар** нь дараах байдалтай байна:



Зураг 27. MOCN RAN хуваалцах

1.1.3. Үйл ажиллагаа ба Засвар үйлчилгээ (O&M)-ийн ерөнхий зааварчилгаа

O&M гарын авлага нь MOCN RAN хуваалцах загварт оролцож буй MNO-уудад зориулсан өндөр түвшний O&M зааварчилгаа юм.

O&M гарын авлага нь дараах зүйлийг агуулсан байх ёстой:

- Сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцах зохицуулалтын дор гар утасны үйлчилгээ үзүүлэхэд шаардлагатай үйл ажиллагааны протоколууд, засвар үйлчилгээний үйл ажиллагаа ба удирдлагын процедур-ыг тодорхойлох;
- MOCN RAN хуваалцах орчин дахь үйлчилгээний үйл ажиллагаа ба засвар үйлчилгээний үндсэн зарчмууд ба процедур-ыг тогтоох;
- Хостлох MNO-уудад лавлах баримт бичиг болж, тасралтгүй үйлчилгээ, үр ашигтай сүлжээний ажиллагаа ба хамтран ашиглах дэд бүтцийн урт хугацааны тогтвортой байдлыг хангах шаардлагатай алхмуудыг тодорхойлох;
- MOCN RAN хуваалцахад оролцож буй бүх талууд үйл ажиллагааны тодорхой стандартуудыг баримтлах, ингэснээр үр ашигтай үйлчилгээ үзүүлэх ба хамтран сүлжээ удирдах боломжийг дэмжих.

MOCN RAN хуваалцахад үйлчилгээний O&M-ийг амжилттай хэрэгжүүлэх шалгуур, процесс ба үйл ажиллагаанд дараах зүйлс орно (гэхдээ үүгээр хязгаарлагдахгүй):

Алдааны удирдлага ба Яаралтай засвар үйлчилгээ

- MNO-уудад алдааны түвшнийг ангилах, сэргээх хугацаа, мэдэгдэх болон дээшлүүлэх процедур, яаралтай засвар үйлчилгээ хийх хүсэлтүүдийн лавлахыг зааж өгнө.



Төлөвлөгдсөн засвар үйлчилгээ ба өөрчлөлтийн удирдлага

- Хостлох MNO-ууд төлөвлөгдсөн засвар үйлчилгээг гүйцэтгэх үүрэгтэй бөгөөд сүлжээний дэд бүтцэд гарах өөрчлөлтийг зохицуулах.
- Үүнд урьдчилан сэргийлэх засвар үйлчилгээ, программ хангамжийн шинэчлэлт ба дэд бүтцийн өөрчлөлтийг төлөвлөх ба үйлчилгээний тасалдал хамгийн бага байхаар зохион байгуулах багтана.

Хэрэглэгчийн алдааг шийдвэрлэх

- Хэрэглэгчээс ирсэн алдааг шийдвэрлэх бат бөх процесс зайлшгүй шаардлагатай.
- O&M гарын авлага нь хостлох MNO, хуваалцах дэд бүтэц хайж буй MNO ба эцсийн хэрэглэгчийн хооронд үйлчилгээг сайжруулах арга замууд, шийдвэрлэх хугацаа, харилцаа холбооны протоколуудыг дэлгэрэнгүй заасан байх ёстой бөгөөд ингэснээр хэрэглэгчдэд түргэн ба үр дүнтэй дэмжлэг үзүүлэх боломжтой болно.

O&M-ий гүйцэтгэлийг баталгаажуулах

- Хостлох ба хуваалцах дэд бүтэц хайж буй MNO-ууд O&M-ий гүйцэтгэлийг тасралтгүй хянах, баталгаажуулах үүрэгтэй.
- Энэ нь тохиролцсон гүйцэтгэлийн стандартуудыг биелүүлэх, хамтран ашиглах сүлжээний нөөцийг үргэлжлүүлэн оновчтой ашиглах боломжийг олгодог.

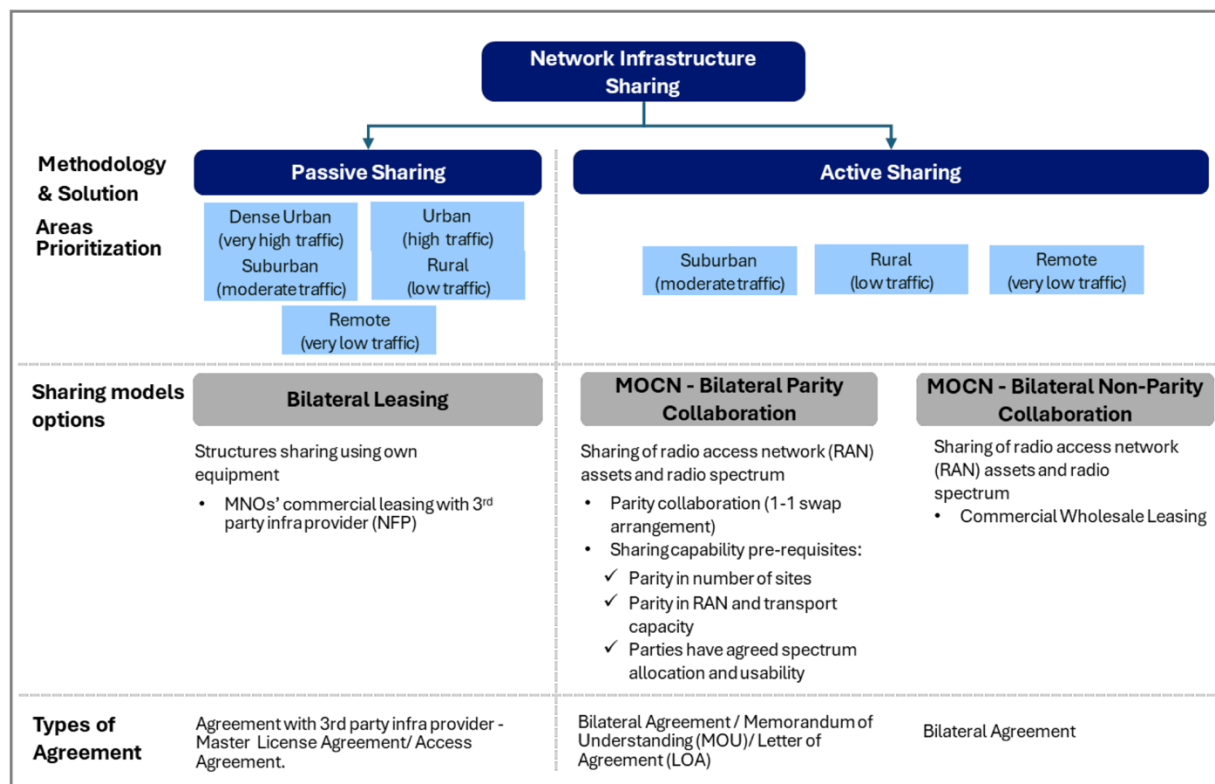
Хамтын ажиллагааны зохицуулалт

Энэхүү зааварчилгаа нь MNO салбарын Сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцахад чиглэсэн хамтын ажиллагааны арга барилыг тодорхойлсон.

Хоёр шийдэл тодорхойлогдсон:

(a) Тэнцвэртэй хамтын ажиллагаа (Parity Collaboration) ба

(b) Тэнцвэргүй хамтын ажиллагаа (Non-Parity Collaboration), доорх диаграммд үзүүлсэн байдлаар.



Зураг 28. Сүлжээний дэд бүтэц хуваалцах

Сүлжээний дэд бүтэц хуваалцахад MNO-ууд тэнцвэрийг (parity) хангахыг зорьдог. Үүнд нөөц, давтамжийн зурвас, технологи, сайтын онцлог болон бусад хүчин зүйлсийн ялгааг зохицуулах орно. Гэсэн хэдий ч, бүх байршил эсвэл тохиргоог тэнцвэрийн зохицуулалт буюу солилцоогоор шийдвэрлэх боломжгүй тул MNO-уудыг Идэвхгүй болон Идэвхтэй дэд бүтцийг хуваалцахад хоорондоо тохиролцсон бизнесийн нөхцөлүүдийг хэлэлцэхийг дэмждэг. Хэлэлцээр нь тэнцвэргүй байдлын шалтгааныг тодорхойлж, шийдвэрлэх боломжийг олгодог. Бизнесийн зохицуулалт нь тэнцвэргүй байдлыг шийдвэрлэх ба уян хатан байдлыг хангах хувилбар болж өгдөг. Бизнесийн хэлэлцээрийн явцад MNO-ууд хамтран ажиллаж, засгийн газрын санаачилгыг хэрэгжүүлэхэд, ялангуяа харилцаа холбооны салбарын сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцах үйл ажиллагааг дэмжих боломжийг бүрдүүлнэ.

1.1.4. ТЭНЦВЭРТЭЙ ХАМТЫН АЖИЛЛАГАА (PARITY COLLABORATION)

Идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцахад зориулсан тэнцвэртэй хамтын ажиллагаа

Энэхүү хэсэг нь MNO-уудын хоорондын бизнесийн бус идэвхтэй тэнцвэртэй хамтын ажиллагааны зааварчилгааг, сайт солилцооны үндсэн дээр дэд бүтцийг хуваалцах аргаар тодорхойлсон. Тэнцвэрийн гол зарчмыг баримтлан, энэхүү хамтын ажиллагаа нь сүлжээний хамрах хүрээ, хүчин чадал ба чанарыг төрөл бүрийн газарзүйн бүсэд сайжруулах зорилготой.

(а) Сайтуудыг сонгоход харилцан тохиролцох



MNO-ууд хуваалцах сайтуудаа хамтдаа тодорхойлж, бичгээр гэрээ байгуулан, ил тод ба хариуцлагатай байдлыг хангах ёстой. Өндөр эрэмбэтэй болгох нь бүх талын үйл ажиллагаа ба стратегийн хэрэгцээг хангах сайтууд юм.

(b) Сайт солилцооны тэнцвэр

MNO-ууд солилцох сайтуудын тоо болон үнэ цэний хувьд тэнцвэрийг хангах ёстой, үүнд гадна болон IBS сайтууд орно. Сайтууд адил төрлийн ангилалд солилцогдох ёстой (жишээ нь: гадна сайтууд зөвхөн өөр нэг гадна сайтад солигдох, IBS сайт зөвхөн өөр IBS сайтад солигдох).

(i) **Гадна сайтууд: сайтаар тооцно.** Сайтууд нь бүтцийн хувьд харьцангуй ижил утгатай байх ёстой (жишээ нь, 4 хөлтэй, 3 хөлтэй цамхаг, монополь гэх мэт) ба газарзүйн ач холбогдол (хот, хотын ойр орчмын болон хөдөө бүс)-ыг харгалзан үзнэ.

(ii) **IBS сайтууд: антенн бүрээр тооцно.** Тэнцвэрийг төхөөрөмжийн эквивалент (антеннууд, Distributed Antenna Systems), сайтын үнэлгээ, барилгын онцлог (хэмжээ, нарийн төвөгтэй байдал)-аар хангана.

(c) RAN дахь тэнцвэр

MNO-ууд солилцох RAN-ийн хүчин чадлыг байгаа байдлаар тэнцвэржүүлэх ёстой (ямар нэг шинэчлэлт хийх шаардлагатай бол хостлох MNO-оор зөвшөөрөгдөж, тохиролцох). Хуваалцах дэд бүтэц нь давтамжийн зурвас, технологийн хэрэглээ, траффик боловсруулах хүчин чадлыг харгалзан шаардлагатай эквивалент боломжуудыг хангана.

(d) Дамжуулалт/Тээвэрлэх хүчин чадал

MNO-ууд оролцож буй сайтуудын RAN хүчин чадлыг хангах дамжуулалт/тээвэрлэх хүчин чадлыг хангах ёстой (ямар нэг шинэчлэлт хийх шаардлагатай бол хостлох MNO-оор зөвшөөрөгдөж, тохиролцох). Дамжуулалтын шугмын сайжруулалт (жишээ нь, шилэн кабель, микроволны холбоос) нь хостлох MNO-оор зөвшөөрөгдөж, тэнцвэртэй хэрэгжүүлэх ёстой бөгөөд ингэснээр хостлох болон хайж буй MNO-уудын зардал ба үйл ажиллагааны тэнцвэрийг хангана.

(e) Давтамжийн зурвас (spectrum) хуваарилалт ба нэгдэл

MNO-ууд давтамжийн зурвас хуваарилалт/нэгдлийг бичгээр тохиролцох ба ашиглалт боломжийг зөвшилцөх ёстой. Давтамжийн зурвасыг хуваарилах ба нэгдлийн үр ашгийг оновчтой болгох, саад тотгорыг багасгах, тасралтгүй сайн сүлжээний чанарыг хангах тодорхой зааврыг тогтоох хэрэгтэй. Хэрэв давтамжийн ялгаа (жишээ нь, зурвасын хэмжээний ялгаа эсвэл FDD ба TDD-ийн хэрэглээ) байгаа бол MNO-ууд харилцан зөвшилцсөн бичгээр нөхцөл / механизм тогтоож, энэ ялгаа удирдах боломжтой байж, зорилтот бүсэд хамрах хүрээг хангах зорилгыг биелүүлэх ёстой.

(f) Public Land Mobile Network (PLMN) ID

MNO-ууд тооцсон сайтуудад нээх PLMN ID-үүдийн жагсаалтыг бичгээр тохиролцоно.



(g) Physical Resource Block (PRB) хуваарилалт

MNO-ууд хамтран ашиглаж буй давтамжийн зурвас дотор PRB-ийн хуваарилалтыг бичгээр тохиролцох, ингэснээр тэнцүү зурвас хуваарилалт ба гүйцэтгэлийн бууралтгүй байхыг хангана.

1.1.5. ТЭНЦВЭРГҮЙ ХАМТЫН АЖИЛЛАГАА

(Идэвхгүй ба Идэвхтэй Дэд Бүтцийн Хуваалцахад хоёуланд нь)

Сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцахад тэнцвэрийг хангаж чадахгүй тохиолдолд, MNO-ууд тэнцвэргүй хамтын ажиллагааны загварыг сонгож болно. Энэхүү загвар нь тэнцвэргүй байдлыг шийдвэрлэх, MNO-уудын дунд шударга байдлыг хангах хоёр талт бизнесийн зохицуулалтыг нэвтрүүлдэг.

(a) Тэнцвэргүй хамтын ажиллагаа ихэвчлэн дараах үед үүсдэг:

(i) **Сайтын үнэ цэнэ тэнцвэргүй байх:** Нэг MNO-ийн сайт нь санхүү, үйл ажиллагаа эсвэл стратегийн хувьд илүү өндөр үнэ цэнэтэй байх.

(ii) **Дэд бүтцийн онцлог тэнцвэргүй байх:** Технологи, хүчин чадал (жишээ нь, RAN тоног төхөөрөмж, backhaul боломж), газарзүйн ач холбогдлын ялгаа.

(iii) **Нөөцийн хувь нэмэр тэнцвэргүй байх:** Нэг MNO илүү их нөөц оруулсан байх (жишээ нь, давтамжийн зурвас, цамхгийн бүтэц, газар).

(b) Бизнесийн төлбөрийн харилцан тохиролцоо

Тэнцвэргүй нөхцөлд, MNO-ууд хоёр талт эсвэл олон талт бизнесийн нөхцлийг хэлэлцэн тохиролцож байгуулах боломжтой. Ийм нөхцөлийг холбогдох MNO-ууд бичгээр тохиролцох ба зөвшилцсөн байх ёстой.

4.4.6. ХАМТЫН АЖИЛЛАГААНЫ ШУДАРГА ЁС БА НИЙЦЭЛ

Хамтын ажиллагааны зохицуулалтад хориглох заалтыг хоёр талт гэрээгээр удирдана. Энэ гэрээнд хуваалцах дэд бүтэц хайж буй MNO(s) ба хостлох MNO(s)-ийн хоорондын бүх нөхцөл, зохицуулалтыг бичгээр тохиролцох шаардлагатай.

Хуваалцах дэд бүтэц хайж буй MNO(s) нь гуравдагч талтай шинэ сүлжээний хамтын ажиллагааны зохицуулалтыг хийх гэж буй тохиолдолд хуучин хостлох MNO-д мэдээлж, хэлэлцэх, мөн шинэ сүлжээний хамтын ажиллагаатай холбоотой мэдээллийг гэрээнд орохоос өмнө хуваалцах ёстой.

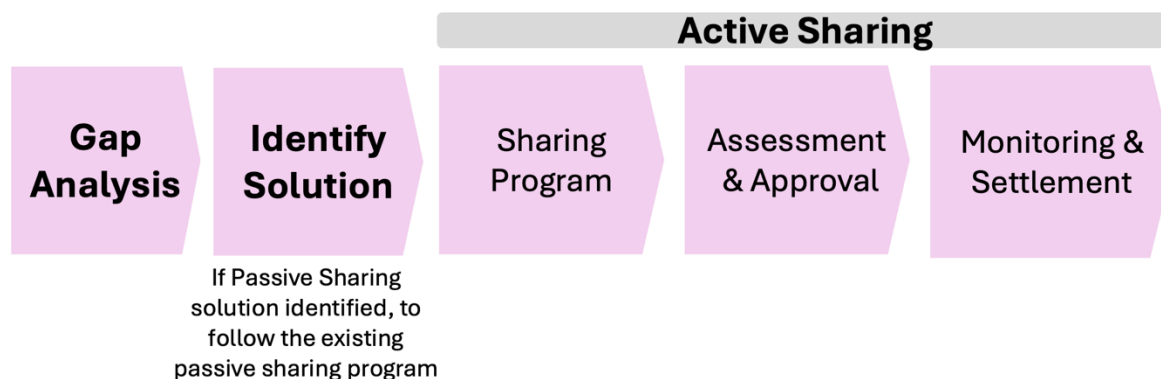
Хуваалцах дэд бүтэц хайж буй MNO(s) нь хуучин сүлжээний хамтын ажиллагааны зохицуулалтыг шинэ хостлох MNO-д мэдээлэх ёстой. Хуучин хамтын ажиллагааг ил болгох нь хуваалцах дэд бүтэц хайж буй MNO(s) ба гуравдагч талын хоорондын нууцлалын гэрээнд захирагдана.



Энэхүү хуваалцах зарчим нь Сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцах хамтын ажиллагааны шударга ёс, тэнцвэрийг хадгалахад үйлчилнэ.

1.1.6. ПРОЦЕСС

Сүлжээний дэд бүтцийг хуваалцахад хамрах хүрээний зөрүүтэй бүсүүдэд салбарын хамтын ажиллагааг төвлөрүүлэн зохион байгуулах үйл явц дараах байдалтай байна:



Зураг 29. Процесс

(1) Хамрах хүрээний зөрүү (Gap analysis)

Хамрах хүрээний зөрүү гэдэг нь сүлжээ байхгүй эсвэл сул/хязгаарлагдмал сүлжээ бүхий бүс, энд нэг буюу ямар ч MNO хамрах хүрээгүй байж болно. Бүх MNO-ууд өөрийн хэмжээнд ийм дүн шинжилгээ хийх ба хуваалцах сонирхолтой сайтуудаа тодорхойлно. Дараа нь сонирхсон MNO(s) нь тухайн сайтуудыг эзэмшигч MNO-д хандана.

(2) Шийдлийг тодорхойлох (Identify Solution)

Хостлох MNO ба хуваалцах дэд бүтэц хайж буй MNO(s) нь техникийн өгөгдөл, шаардлагыг солилцож, дэлгэрэнгүй шийдлийг боловсруулах ёстой. Хостлох MNO-ийн дүн шинжилгээний үр дүн дараах байдлаар гарч болно:

(a) Идэвхгүй дэд бүтцийн хуваалцах (Passive Infrastructure Sharing); эсвэл

(b) Идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцах (Active Infrastructure Sharing).

(3) Идэвхтэй дэд бүтцийн хуваалцах (Active Infrastructure Sharing)

(a) Хуваалцах хөтөлбөр (Sharing Program)

Холбогдох MNO-ууд нь сайт солилцох ба/эсвэл хуваалцах замаар тэнцвэрийг хангах зэрэг хуваалцах хөтөлбөрт тохиролцох ёстой. Үүнд сайтын зохион байгуулалт, хүчин чадал ба/эсвэл ашиглагдаж буй давтамжийн зурвас (spectrum) багтана. Хэрэв тэнцвэрийг хангаж чадахгүй бол холбогдох MNO-ууд нь бизнесийн гэрээгээр хамтын ажиллагааг хэрэгжүүлнэ.



(b) Үнэлгээ ба зөвшөөрөл (Assessment & Approval)

Холбогдох МНО-ууд нь нарийвчилсан дүн шинжилгээ хийх ба шаардлагын дагуу хүсэлтээ гаргах, ингэснээр зохицуулалт, зөвшөөрлийн процессын дагуу байхыг баталгаажуулна.

(c) Хяналт ба тохиролцоо (Monitoring and Settlement)

Сонгогдсон сайтуудын дэд бүтцийг хуваалцахад зөвшөөрч тохиролцсоноос хойш, хамтын ажиллагааны зохицуулалтыг (тэнцвэртэй ба тэнцвэргүй) хянах шаардлагатай бөгөөд холбогдох МНО-ууд ийм хяналт, ажиглалт хийх механизм байгуулах ёстой.

4.5. БЕРЕК улс орнууд

Body of European Regulators for Electronic Communications (BEREC)-ийн хүрээнд Европын холбооны орнуудад 5G болон бусад сүлжээний дэд бүтэц хуваалцах буюу network-sharing-ийн талаар тодорхой журам, зөвлөмжүүд, чиглэлүүд гаргасан байна.

Гол журам, байр суурь:

BEREC нь “European Electronic Communications Code (EECC)” болон бусад холбооны дүрмүүдийн хүрээнд, үндэсний зохицуулах байгууллагууд (NRAs) — жишээ нь Европын улс бүрийн харилцаа холбооны зохицуулагч байгууллагууд — нийтээр ашиглах боломжтой **«дэд бүтэц хуваалцах тухай нийтлэг байр суурь»** баримт бичгийг („Common Position on Infrastructure Sharing“) боловсруулсан. Энэ баримтад, дэд бүтэц хуваалцах төрөл, асуудлууд, хуваалцах хэлбэрүүд, ямар нөхцлөөр зөвшөөрөгдөх, ямар нөхцөлд болгоомжлох гэх мэт зүйлсийн чиглэлийг заасан.

Жишээ нь, “passive sharing” ба “active sharing” гэдэг ойлголтуудыг тодорхойлсон:

- **Passive sharing:** операторуудын сүлжээний идэвхигүй буюу сигнал боловсруулахгүй элементүүд (маст, сайт, тэгш талбарын байгууламж, суурь тоног төхөөрөмж)-г хуваалцах.
- **Active sharing:** операторууд сүлжээний идэвхтэй элементүүд (жишээ нь радио access network (RAN)-ийн элементүүд, передатчик, хүлээн авагч, идэвхтэй антенн систем, түгээх болон боловсруулах төхөөрөмж)-ийг хамтран ашиглах хэлбэр.

BEREC-ийн баримт бичиг дээр:

“‘Active sharing’ гэдэг нь хоёр ба түүнээс дээш операторууд өөрсдийн сүлжээний идэвхтэй элементүүдийг хамтран ашиглахыг хэлнэ” гэсэн байна.

Мөн BEREC баримт бичигт дэд бүтэц хуваалцах нь **өрсөлдөөн, хөрөнгө оруулалт, хэрэглэгчийн эрх ашиг** зэрэг олон хүчин зүйлийг тэнцвэртэй авч үзэх ёстой гэж заасан.

Бодлогын чиглэлүүд, анхаарал хандуулах асуудлууд

BEREC-ийн 2018/2019 онд гаргасан тайланд дурдсанаар:

- Өндөр хүн амын нягтралтай (хот эсвэл орон нутгийн төвлөрсөн) бүсэд **дэд бүтцэд чиглэсэн өрсөлдөөн** (оператор бүр өөрийн сүлжээтэй байх) нь боломжтой гэж үздэг.



Энэ тохиолдолд active sharing-ийг автоматаар дэмжихгүй, харин анхааралтай хандах ёстой.

- Харин хүн ам багатай (орон нутгийн алслагдсан) бүсэд операторуудын хувьд бие даасан бүрэн сүлжээ байгуулах боломж хязгаарлагдмал гэж үзэх бөгөөд тэдэнд active sharing эсвэл хамтран хуваалцах хэлбэрүүдийг **үр ашигтай, шаардлагатай** гэж үздэг.
- Торгууль, мэдээллийн солилцоо, өрсөлдөөнд нөлөөлөх боломж зэрэг үүднээс зохицуулагч байгууллагууд (NRAs) сүлжээ хуваалцах хэлэлцээрүүдийг **тоон мэдээлэлд үндэслэн, нөхцөл байдлыг харьцуулан** дүгнэж, хэрэглэх эсэхээ шийддэг.
- Одоогийн байдлаар олон оронд active sharing гэрээ хэлэлцээрүүд нь арилжааны үндсэн (олон улсын зохицуулалт шаардлагагүй) хэлбэрээр операторууд өөрсдөө хэлэлцэж байгуулсан бөгөөд зарим оронд журам, хөнгөлөлт, хангалтгүй эсэх гэх мэт асуудлууд байна.

4.6. Тайланд

Thailand-д 5G дэд бүтцийг хуваалцах (network sharing) зарим хэлбэрүүд хэрэгжиж байна.

Хэрэгжиж буй жишээнүүд

AIS болон төрийн мэдлийн National Telecom (Thailand) (NT) хоёр байгууллагын хооронд 2023 оны 9 сард 13,500 сүлжээний станц (base-stations) ашигласны үндсэн дээр RAN (Radio Access Network) хуваалцах хэлэлцээр байгуулсан байна.

Энэ хэлэлцээрээр AIS нь NT-д тоног төхөөрөмж түрээслэн өгөх ба NT нь өөрийн 700 MHz спектрээс заримыг AIS-д шилжүүлэхээр тохиролцсон байна. Тиймээс энэ нь “идэвхтэй” буюу operator-ууд RAN-аа эсвэл станцуудыг хамтран ашиглах хэлбэрийн жишээ юм.

Мөн True Corporation болон dtac хоёр оператор нэгдсэний дараа дэд бүтцийн интеграцийн талаар судалгаа гарсан. Ялангуяа “network sharing” эсвэл дэд бүтэц хуваалцах хэлбэр бүрэн боловсроогүй ч операторуудын хоорондын нэгдэл, үйл ажиллагааны уялдаа, техникийн уялдаа холбооны асуудлууд ажиглагдсан байна.

Хязгаарлалтууд, анхаарах зүйлс

Сүлжээ хуваалцах гэрээ хэлэлцээрийн хамрах хүрээ одоогоор бүх оператор, бүх сүлжээний станц эсвэл бүх бүс нутагт биш, тодорхой станцууд эсвэл операторуудын хооронд хийгдэж байгаа.

Техникийн болон зохицуулалтын хувьд нарийн тохиролцоо шаардсан: оператор бүрийн систем, спектрийн эрх, SLA буюу үйлчилгээний түвшин, мэдээллийн тусгаарлалт зэрэг асуудалд анхаарал хандуулах хэрэгтэй.



Интеграцийн үйл явц зарим тохиолдолд удаан явж байгаа: судалгаагаар True/dtac нэгдсэний дараа техник хуваарилалт, үйлчилгээний нэгтгэл бүрэн явагдаж чадаагүй зэрэг асуудал гарсан.

4.7. Нигер

Нигер улсын харилцаа холбооны хороо нь Нигерийн харилцаа холбооны тухай хуульд заасны дагуу байршил хуваалцах (co-location) ба дэд бүтцийг хуваалцах журмыг 2021 онд гарган мөрдөж байна. Тус журамд хуваалцах боломжтой дэд бүтцийн төрөл, хамтран ашиглахад тохиромжгүй дэд бүтцийн төрлийг тусгасан байна. Журмаар дараах зохицуулалтуудыг хийсэн байна:

- Co-Location/Infrastructure sharing-ийн талаах хэлэлцээр хийх дүрэм
- Дэд бүтцийг хамтран ашиглах нөхцөл
- Харилцаа холбооны нэг элемент болох байршил хуваалцах
- Хамтран ашиглах байршил, дэд бүтцийг хуваалцах ерөнхий дүрэм
- Ашиглалтын санамж, стандарт практик жагсаалт
- Багтаамжийн хуваарилалт
- Хандалтыг татгалзах зохицуулалт
- Багтаамжийг захиалах эрх
- Дахин хөгжүүлэх буюу бусад байршилд шилжүүлэх
- Тусгаарлалт
- Стандартчилал
- Идэвхтэй дэд бүтцийг хуваалцах дүрэм
- Идэвхтэй дэд бүтцийг хамтран ашиглах ерөнхий нөхцөл
- Идэвхтэй дэд бүтцийг ашиглах үйл ажиллагааны дүрэм
- Техникийн үзүүлэлт
- Үйл явцын үзүүлэлт
- Үйл ажиллагаа ба засвар үйлчилгээ
- Инженерийн үзүүлэлт
- Бизнесийн үзүүлэлт
- Хорооны үүрэг
- Хуульд заасан заалт болон Маргаан шийдвэрлэх журам
- Дэмжих арга хэмжээ
- Журмын өөрчлөлтийг хороо нь хуульд өөрчлөлт орох бүрд хуулийн зүйл заалтад нийцүүлэн хянаж журмыг шинэчлэх.
- Хэрэглэсэн үг, ойлголтын тайлбар тодорхойлолт

5. Давуу тал, сорилт ба боломжууд

5G active sharing (идэвхтэй сүлжээний хуваалцах) нь харилцаа холбооны операторууд радио сүлжээний идэвхтэй элементүүдийг (жишээ нь: антенн, радио тоног төхөөрөмж, RAN)



хамтран ашиглахыг хэлнэ. Энэ нь 5G хөгжүүлэлтийг хурдасгах, зардлыг бууруулах, дэд бүтцийн давхардлыг арилгах зорилготой. Гэвч хэрэгжүүлэхэд сорилт, эрсдэл ч дагалддаг.

Давуу талууд:

1. Хөрөнгө оруулалтын зардал буурна (CAPEX)

- Active sharing хийх үед радио тоног төхөөрөмжийг хамт ашигладаг тул оператор бүр өөрсдийн RAN системийг дангаар барих шаардлагагүй.
- Base station, active антенн, тэжээлийн систем зэргийг хуваалцаж болно.

2. Үйл ажиллагааны зардал буурна (OPEX)

- Сайт засвар, техник үйлчилгээ, эрчим хүч, хөргөлтийн зардлыг хуваалцдаг.
- Давхардсан систем ажиллуулах шаардлагагүй.

3. Хүртээмжийг хурдасгана

- Ялангуяа хөдөө, алслагдсан бүсэд хамтран сүлжээ тавих нь хурдан бөгөөд зардал багатай.
- Үндэсний хэмжээнд 5G сүлжээний нэвтрэлтийг түргэсгэнэ.

4. Тогтвортой хөгжил (Sustainability)

- Дэд бүтэц давхардахгүй тул хүрээлэн буй орчны нөлөөлөл бага.
- Энергийн хэмнэлттэй систем бий болгоно.

5. Технологийн шилжилт хялбар

- Шинэ үеийн 5G SA/NSA технологид хурдан шилжих боломжтой.
- Network slicing зэрэг дэвшилтэт боломжуудыг хамтран ашиглах нөхцөл бүрдэнэ.

Сорилтууд:

1. Техникийн уялдаа

- Vendor-уудын төхөөрөмж ялгаатай байж болзошгүй (Huawei, Ericsson, Nokia гэх мэт).
- Сүлжээний оновчлол, траффик хуваарилалт нарийн төвөгтэй болно.

2. Аюулгүй байдал ба өгөгдлийн тусгаарлалт

- Хэрэглэгчийн өгөгдөл болон үйл ажиллагааны мэдээллийг оператор хооронд **найдвартай тусгаарлах** шаардлагатай.
- Аюулгүй байдлын зөрчил нэг операторт гарвал нөгөөд нөлөөлж болзошгүй.

3. Өрсөлдөөнд үзүүлэх нөлөө



- Хэт их хуваалцах нь операторуудын ялгарал (differentiation)-ыг бууруулж, өрсөлдөөнд саад болж болно.
- Зарим улс оронд зохицуулагч байгууллагын зөвшөөрөл шаардлагатай.

4. Үйл ажиллагааны зохицуулалт

- Хуваалцсан сүлжээнд гарсан гэмтэлийг хэн хариуцах вэ?
- Сүлжээний шинэчлэл хийх үед аль оператор нь шийдвэр гаргах вэ?

5. Санамсаргүй хамаарал

- Нэг оператор системээ шинэчлэхэд бусад оператор хамааралтай болдог.
- Vendor lock-in (нэг нийлүүлэгчээс хэт хамаарах) эрсдэлтэй.

Боломжууд:

1. Хөдөө орон нутагт хамтран хөгжүүлэх стратеги

- Low-ARPU бүсэд (ашиг багатай) хамтран сүлжээ тавих стратеги нь илүү амжилттай.
- Universal Service Fund болон төрийн оролцоотой хамтарч дэд бүтцээ хуваалцаж болно.

2. Network slicing ашиглан үйлчилгээ ялгаруулах

- Оператор бүр хуваалцсан RAN дээр өөр өөр үйлчилгээг “слайс” байдлаар нэвтрүүлж болно.
- Ингэснээр өрсөлдөх чадвараа хадгалах боломжтой.

3. Open RAN (O-RAN) ашиглан илүү уян хатан систем бий болгох

- Vendor lock-in бууруулах, стандартчилагдсан архитектур руу шилжих.
- Операторууд өөрсдийн slice-уудыг удирдах боломжтой болно.

4. Бизнес загварын шинэчлэл

- InfraCo (Infrastructure Company) загвар буюу операторууд тусгай дэд бүтэц хариуцсан байгууллага байгуулах.
- Олон оператор хамтарсан joint venture байгуулж, shared network ашиглах.

Хураангуйлбал:

Ангилал	Тайлбар
Давуу тал	Зардал хэмнэх, 5G хөгжүүлэлтийг хурдасгах, тогтвортой байдал
Сорилт	Техник, аюулгүй байдал, өрсөлдөөний эрсдэл
Боломж	Network slicing, O-RAN, InfraCo загварууд



6. Open RAN (O-RAN) технологи

Open RAN (O-RAN) технологи нь уламжлалт хөдөлгөөнт холбооны сүлжээний тоног төхөөрөмж, программ хангамжийг **нээлттэй стандарт** дээр суурилан **модуляраар салгаж**, олон үйлдвэрлэгч нийлүүлж болох шинэ архитектур юм.

Үндсэн ойлголт:

- **RAN (Radio Access Network)** – Баз станцын радио хэсэг (антенн, радио модуль, дижитал блок) болон түүний хяналтын хэсгийг хэлдэг. Уламжлалт байдлаар Ericsson, Nokia, Huawei зэрэг нийлүүлэгчид бүхэлд нь “хаалттай” байдлаар нийлүүлдэг байсан.
- **Open RAN** – RAN-ийг **нээлттэй интерфэйс, програмчлагдах боломжтой архитектур** болгон задалж, харилцан уялдаатай олон төрлийн нийлүүлэгчид ашиглах боломжтой болгодог.

Open RAN-ийн үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэг:

1. **RU (Radio Unit)** – Антенн болон радио давтамжийн модуль.
2. **DU (Distributed Unit)** – Доод түвшний процессинг (real-time).
3. **CU (Centralized Unit)** – Дээд түвшний процессинг (non-real-time).
4. **RIC (RAN Intelligent Controller)**
 - **Near-Real-Time RIC** – 10мс–1с хооронд хариу үзүүлэх, slicing, QoS.
 - **Non-Real-Time RIC** – AI/ML дээр суурилсан урт хугацааны оновчлол.
5. **O-RAN интерфэйсүүд** – eCPRI, Open Fronthaul гэх мэт нээлттэй API-ууд.

Архитектурын онцлог

O-RAN архитектур нь нээлттэй байдал, уян хатан бүтэц, автоматжуулалт ба сүлжээний ухаалаг хяналтыг дэмждэг тул хувийн утасгүй сүлжээ (PWN)-г нэвтрүүлэхэд онцгой хамааралтай байж чадна. Өмнөх 1-р бүлэгт дурдсан олон төрлийн хэрэглээний тохиолдлууд, шаардлагууд нь O-RAN-ийг нэвтрүүлснээр олон нийлүүлэгчийн орчинд нээлттэй, уян хатан, найдвартай шийдлүүдийг авч хэрэгжүүлэх боломжтой.

O-RAN-ийн логик архитектурыг Зураг 2-т харуулсан бөгөөд энэхүү бүтэц нь төрөл бүрийн бүрэлдэхүүн хэсэг болон интерфэйсүүдээс бүрддэг.

O-RAN архитектурын гол онцлогууд

Нээлттэй байдал ба олон нийлүүлэгчтэй уялдах чадвар

O-RAN нь RAN (Radio Access Network) бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг нээлттэй интерфэйсүүдээр салгаж өгдөг тул өөр өөр үйлдвэрлэгчийн шийдлүүд хоорондоо уялдан ажиллах боломж бүрддэг. Ингэснээр байгууллагууд зөвхөн нэг нийлүүлэгчээс бүрдэх иж бүрэн системд хамааралгүйгээр, өөрсдийн хэрэгцээнд нийцсэн шийдлийг чөлөөтэй сонгох боломжтой болно.



Модуляр архитектур ба уян хатан байдал

O-RAN нь модуляр сүлжээний архитектур-ыг нэвтрүүлдэг ба үүгээр дамжуулан тус бүрдээ бие даан хөгжүүлж, байршуулж болох функциональ модулиуд-ыг ашигладаг. Энэхүү модуляр байдал нь байгууллагууд өөрсдийн сүлжээний хэрэгцээнд тулгуурлан тодорхой модулийг солих, шинэчлэх боломж-той болгодог бөгөөд системийг бүхэлд нь өөрчлөх шаардлагагүй.

Аюулгүй байдлын сайжруулалт

O-RAN систем дэх аюулгүй байдал, нууцлалын шаардлагыг тодорхойлох, архитектур ба протоколуудыг боловсруулах үүргийг WG11 гүйцэтгэдэг. O-RAN нь ухаалаг, автомат хаалттай хяналт, сүлжээний зүсэлт (slicing) зэрэг дэвшилтэт үйлдлүүдийг дэмждэг нь үйлчилгээний түвшний гэрээ (SLA)-г хангахад дэмжлэг болдог. Мөн O-RAN нь Zero Trust Architecture (ZTA) буюу “Итгэлцэлгүй” загварыг дэмждэг — энэ нь ялгаатай аюулгүй байдлын түвшинтэй олон нийлүүлэгчийн бүрэлдэхүүн-ийг хамт ажиллуулах үед чухал ач холбогдолтой. ZTA-г ашигласнаар байгууллагууд дотоод ба гадаад аюул заналын эсрэг интерфэйс болон сүлжээний функцуудыг хамгаалах боломж-той болно.

Хиймэл оюун ухаан / машин сургалт (AI/ML)-д суурилсан оновчлол

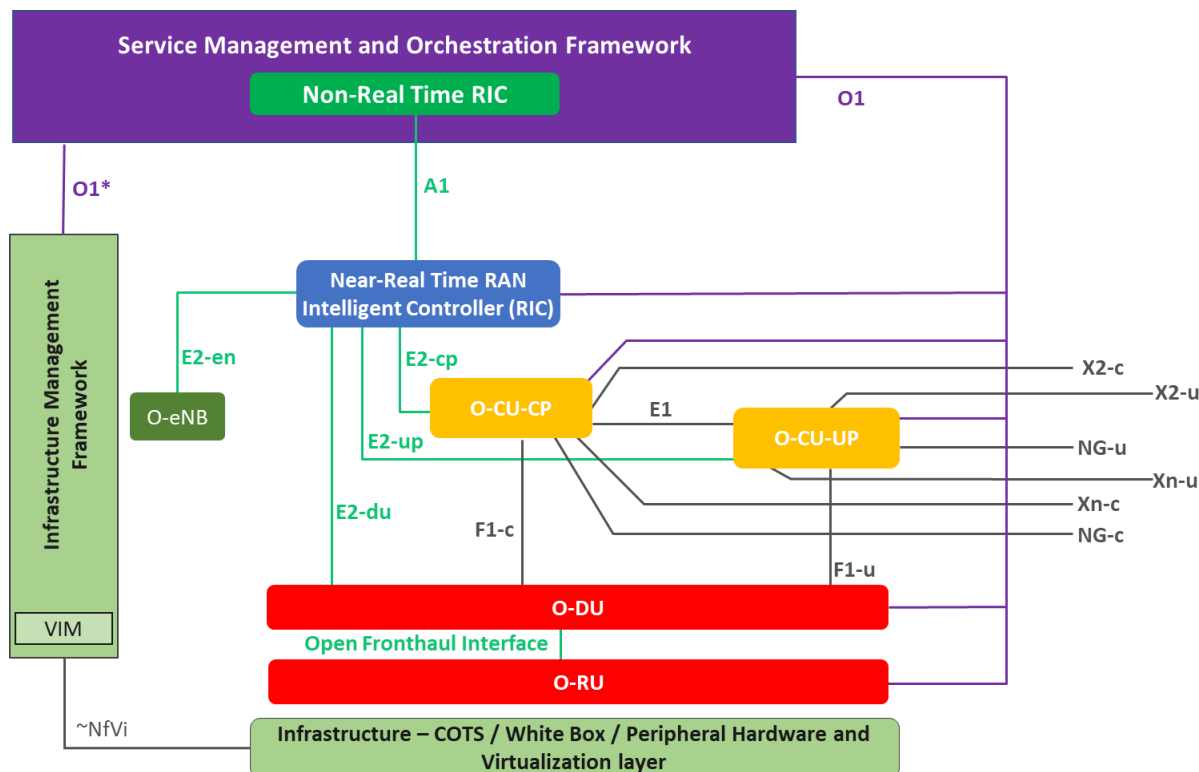
O-RAN архитектур нь WG1-д заасны дагуу хиймэл оюун ухаан (AI) болон машин сургалт (ML)-ын загваруудыг агуулдаг бөгөөд үүгээр сүлжээг ухаалаг, бодит цагийн хяналтаар удирдах боломжтой. SMO (Service Management and Orchestration) болон RIC (RAN Intelligent Controller) зэрэг бүрэлдэхүүнүүд нь автомат оновчлол, динамик нөөц хуваарилалт, сүлжээний өөрөө оновчлол зэрэг чухал үйлдлүүдийг байгууллагын орчинд хэрэгжүүлэх боломжийг бий болгодог. Ингэснээр ажиллагааны төвөгшлийг бууруулж, үр ашгийг нэмэгдүүлдэг.

Динамик нөөцийн хуваарилалт

O-RAN нь дистрибьют хийсэн бүрэлдэхүүнүүдийг (жишээ нь, O-DU, O-CU) уян хатан хуваарилж, бодит цагийн хэрэгцээний дагуу техникийн болон програм хангамжийн түвшинд нөөцийг үр ашигтай хуваарилах боломж олгодог. Энэ нь саатлыг бууруулж, хөдөлгөөнт байдал өндөртэй болон их нөөц шаардсан орчинд хэрэглэгчийн туршлагыг сайжруулна.

Спектрийн уян хатан байдал

O-RAN-ийн нээлттэй Front Haul интерфэйс (Open FH) нь байгууллагуудад өөрсдийн PWN-ийн хэрэгцээнд тохирсон давтамжийн зурвас болон чадлын түвшинг дэмждэг радио нэгжүүд (O-RU)-ийг сонгох боломжийг олгодог. Ингэснээр байгууллага бүр өөрийн зориулалтад хамгийн тохирсон тоног төхөөрөмжийн сонголт хийж, спектр ашиглалтыг оновчтой болгох боломжтой болно.



Зураг 30.

Давуу тал:

- **Vendor lock-in-ээс ангижрах** → Олон үйлдвэрлэгчийн төхөөрөмжийг хослуулан ашиглаж болно.
- **Өртөг бууруулах** → Тоног төхөөрөмж болон программын зардал багасна.
- **Инноваци, AI/ML интеграц** → RIC дээр хиймэл оюун ашиглан сүлжээний гүйцэтгэлийг оновчтой болгоно.
- **Уян хатан, өргөтгөх боломжтой** → Edge computing болон 5G/6G-д бэлтгэгдсэн.

Сул тал ба сорилт:

- **Гүйцэтгэлийн эрсдэл** → Олон vendor хооронд interoperability асуудал гарч болно.
- **Аюулгүй байдал** → Нээлттэй интерфэйсүүд нь шинэ төрлийн кибер эрсдэл дагуулна.
- **Операторын нөөцийн бэлтгэл** → Инженерүүдийн сургалт, шинэ экосистемийн удирдлага шаарддаг.
- **Эхний хөрөнгө оруулалт** → Оролцогчдын хамтын ажиллагаа, туршилтын зардал өндөр.

Олон улсын чиг хандлага:



- **NTT DoCoMo (Япон), Rakuten Mobile** – O-RAN-г хамгийн түрүүнд арилжаанд нэвтрүүлсэн.
- **Европын холбоо** – Open RAN-г 5G-ийн өрсөлдөөн, нийлүүлэлтийн гинжин хэлхээг төрөлжүүлэх чухал технологи гэж үздэг.
- **АНУ** – AT&T, Verizon, Dish Network зэрэг операторууд O-RAN туршиж байна.
- **O-RAN Alliance** – Дэлхийн 300+ гишүүнтэй холбоо, стандартчилал, API хөгжүүлэлт хийж буй.

Дүгнэлт:

Open RAN технологи нь 5G болон цаашдын 6G сүлжээний уян хатан, олон нийлүүлэгчийн орчин бүрдүүлэх, өртөг бууруулах, хиймэл оюуны удирдлага нэвтрүүлэх чухал шийдэл болж байна. Гэхдээ бодит хэрэглээнд гүйцэтгэл, аюулгүй байдал, зохицуулалтын сорилтуудыг даван туулах шаардлагатай.

Давуу тал, сорилт ба боломжууд:

- MNO-уудаас хүлээн зөвшөөрөгдөхөд хүндрэлтэй : Ихэнх операторууд O-RAN-ийг зөвхөн нийтийн 5G сүлжээнд анхаарч байгаа. Гэвч хувийн 5G сүлжээгээр эхэлж, дараа нь өргөтгөх боломж илүү практик байж болох юм.
- Салбар бүрийн мэдлэг дутмаг байдал : 5G хувийн сүлжээний үр ашигт итгэх хандлага нэмэгдэж байгаа ч, олон байгууллага энэ төрлийн шийдэл хэрэгцээг нь хангаж чадах талаар мэдлэггүй байна.
- Нийцтэй байдал ба интеграцийн төвөгшил : Олон нийлүүлэгчтэй бүрэлдэхүүнүүдийн хооронд seamless уялдааг бий болгох нь хүндрэлтэй. O-RAN Alliance үүнийг шалгах тусгай Testing Specification боловсруулсан.
- Стандартын хөгжлийн шат : O-RAN бол хөгжлийн шатандаа яваа стандарт. Гэсэн ч уламжлалт RAN-тай харьцуулахад технологийн зөрүү багасч байна.
- Нийлүүлэгчдийн экосистем бүрэн төлөвшөөгүй : Нээлттэй RAN экосистемийг зарим MNO-ууд боломжтой гэж үзэж байгаа ч, энэ систем одоо л бүрэлдэж байна.
- Аюулгүй байдал : Шинэ интерфэйс, салангид функцууд нэмэгдэх нь эмзэг байдал үүсгэж болзошгүй. WG11 аюулгүй байдлын шаардлагыг боловсруулж буй.
- Эрчим хүчний үр ашиг : O-RU-ууд нь нийт RAN-ийн цахилгаан хэрэглээний 80%-ийг эзэлдэг тул уламжлалт шийдлийн түвшинд хүрэх шаардлагатай. O-RAN нь үүнд shutdown функц зэрэг хэмнэлтийн шийдлүүд багтаасан.

Боломжууд:

- Нийлүүлэгчдийн олон төрөл ба түүнээс хамаарал багасгах – олон нийлүүлэгчийн уялдаа холбоог хангадаг нээлттэй интерфэйсийн ачаар хэрэгждэг. Өөр өөр нийлүүлэгчийн бүрдэл хэсгүүдийг хослуулан ашигласнаар зардлыг бууруулж, зах зээлийн өрсөлдөөн нэмэгдэнэ.



- Инноваци ба хэрэглээнд нийцүүлэн өөрчлөх боломж – хоорондоо нийцтэйгээр ажиллах гуравдагч талын шийдлүүдийг багтаасан өрсөлдөөнт экосистемийг бүрдүүлнэ. O-RAN дахь салангид бүтэц (disaggregation) нь нээлттэй, стандартад нийцсэн интерфэйс ашиглан гүйцэтгэлийг нэмэгдүүлж, хэрэглэгчийн туршлагыг сайжруулснаар илүү олон сонголт гаргах боломж олгодог.
- Cloud-н орчинд шилжүүлэх ба сүлжээний виртуалчлал – RAN-ийн салангид бүтэц нь програм хангамжийг ердийн төхөөрөмж, үүлэн платформ ашиглан cloud-native үйлчилгээнүүд хэлбэрээр ажиллуулах боломжийг олгодог. Энэ нь байгууллагын 5G хувийн сүлжээг байгууллагын дотоод IT системтэй хялбар уялдуулах боломжийг бүрдүүлдэг.
- Edge computing болон локал үйлчилгээнүүд – сүлжээний функцуудыг уян хатан байрлуулах боломжтой, жишээлбэл O-DU-г хэрэглэгчийн объектод, физик байршилд ойрхон буюу орон нутгийн/edge дата төвд байрлуулах боломжтой.
- Сүлжээний автоматжуулалтыг сайжруулах – SMO, RIC болон олон төрлийн xApp/rApp-уудын тусламжтайгаар хиймэл оюун ухаан (AI), машин сургалтын (ML) хэрэгслүүд, ухаалаг, програмчлагдах бодлогуудаар сүлжээний үйл ажиллагааг оновчтой болгодог. Энэ нь хувийн сүлжээнд шаардлагатай үед ашиглагдаж болох чухал чадамж юм. Үүний зэрэгцээ, O-RAN нь Нийтийн бус тээврийн удирдлагын функц (Non-Public Transport Management Functions)-ийг 統 нэгтгэхээр ажиллаж байгаа ба энэ нь WG1, WG5, WG6, WG10, WG11 гэх мэт олон ажлын хэсэгт нөлөөлөх ажлын хүрээ бөгөөд бүхэл бүтэн O-RAN холбоосын гүйцэтгэл, уялдааг сайжруулах зорилготой.
- 5G болон түүнээс цаашхийг дэмжих – O-RAN Alliance-ийн nGRG Focus Group нь O-RAN-ийн талаарх олон хөгжлийн чиглэлийг судлан ажиллаж байна.

5G хувийн сүлжээнд O-RAN-ийг нэвтрүүлэх нь нээлттэй, өргөтгөх боломжтой, зардал багатай холбооны шийдэл рүү хандсан шинэчлэлийн томоохон алхам болж байна. O-RAN-ийн нээлттэй интерфэйс, модуляр бүтэц, олон нийлүүлэгчийн орчин нь байгууллагуудад өндөр гүйцэтгэлтэй, уян хатан, хамгаалалттай хувийн сүлжээ байгуулах боломж олгож байна.

Технологийн дэвшил, хэрэглэгчийн өсөн нэмэгдэж буй хэрэгцээнд нийцүүлэн инноваци, автоматжуулалт, AI, cloud шийдлүүд-ийг уялдуулахад O-RAN чухал түлхүүр болж байна. Байгууллагууд илүү хараат бус, ирээдүйд тэсвэртэй харилцаа холбооны системд шилжихийн хэрээр, O-RAN нь эдийн засаг, ажиллагаа, аюулгүй байдлын төв шийдэл болж гарч ирж байна.

7. Дүгнэлт ба зөвлөмж

5G Active Sharing нь операторууд сүлжээний идэвхтэй элементүүдийг (RAN, антенн, тоног төхөөрөмж) хамтран ашигласнаар зардлыг бууруулж, сүлжээний цар хүрээг хурдан өргөжүүлэх дэвшилтэт арга юм. Гэвч амжилттай хэрэгжүүлэхийн тулд техникийн уялдаа, аюулгүй байдал, зохицуулалтын тодорхой бодлого шаардлагатай.

Гол дүгнэлтүүд:

1. Зардал хэмнэх үр ашигтай арга



- Active sharing нь хөрөнгө оруулалт (CAPEX), үйл ажиллагааны зардал (OPEX)-ыг бууруулж, хөдөө орон нутагт сүлжээний хүртээмжийг хурдасгах стратегийн гарц болдог.
- 2. Техникийн болон аюулгүй байдлын төвөгтэй байдал
 - Идэвхтэй сүлжээ хуваалцах нь өндөр уялдаа холбоог шаарддаг — RAN болон core network-үүдийн уялдаа, SLA хангамж, өгөгдлийн тусгаарлалт маш чухал.
- 3. Өрсөлдөөнд давхар нөлөөтэй
 - Сүлжээ хуваалцсанаар үйлчилгээний ялгарал буурах магадлалтай тул операторуудын стратеги, слайсинг, хэрэглэгчдэд хүргэх үнэ цэн дээр анхаарах шаардлагатай.
- 4. Бодлогын болон зохицуулалтын орчин чухал
 - Зохицуулагч байгууллагаас тодорхой заавар, нөхцөл (жишээ нь: аль үед sharing зөвшөөрөх, аль нөхцөлд анхаарах) гаргах нь хэрэгжилтийг амжилттай болгоно.
- 5. Олон улсын туршлагаас суралцах боломжтой
 - Гадны улс орнуудын туршлага нь Монголд тохирох загвар, бодлогын суурь болж чадна.

Зөвлөмжүүд:

1. Төслийн өмнөх шатанд нарийн судалгаа хийх
 - Сүлжээний архитектур, техникийн боломжууд, operator vendor-ийн уялдаа зэрэгт үндэслэн feasibility study хийх.
 - Сүлжээ хуваалцах 3 түвшин (passive, active, core) тус бүрээр техникийн болон эдийн засгийн тооцоолол гаргах.
2. Операторууд хоорондын MoU/гэрээ стратегийг боловсруулах
 - SLA, fault handling, шинэчлэлийн шийдвэр гаргалт, өгөгдөл тусгаарлалт, ашиглалтын хуваарь гэх мэт нарийн зохицуулалттай гэрээ байгуулах.
3. Зохицуулалтын бодлого боловсруулах (ХХЗХ, ЦХИХХЯ, бусад)
 - Active sharing-ийг ямар нөхцөлд дэмжих, ямар бүс нутагт зөвшөөрөх, өрсөлдөөнд үзүүлэх нөлөөг хэрхэн үнэлэх талаарх бодлого боловсруулж, тайлбар бүхий зааварчилгаа гаргах.
4. Network Slicing болон O-RAN технологийг судалж хэрэглэх
 - Active sharing-ийг хэрэгжүүлж байх үед оператор тус бүр өөрийн slice-тэй байж, үйлчилгээний ялгарал, хяналтыг хадгалах боломжтой.



- O-RAN архитектур нь vendor lock-in багасгаж, илүү уян хатан sharing шийдлийг дэмждэг.

5. Пилот төслөөр хэрэгжүүлж турших

- Хөдөө, хүн ам сийрэгтэй бүс нутагт эхний sharing туршилт хийж, техникийн, үйл ажиллагааны, хэрэглэгчийн туршлага дээр үндэслэн үндэсний хэмжээнд өргөжүүлэх эсэхийг шийдэх.

5G active sharing бол сүлжээний хөгжүүлэлтийн зардлыг хуваалцаж, цар хүрээг хурдан өргөжүүлэх дэвшилтэт арга боловч үүнийг зөв хэрэгжүүлэхэд техникийн нарийвчлал, операторуудын уялдаа, зохицуулалтын тодорхой бодлого шаардлагатай.



8. Эх сурвалж:

1. Djamal-Eddine Meddour, Tinku Rasheed and Yvon Gourhant, “On the Role of Infrastructure sharing for Mobile Network Operators in Emerging Markets”, Computer Networks, Vol. 55, Issue 7, 16 May 2011, Pages 1576-1591
2. GSMA, “Mobile Infrastructure Sharing”
3. 3GPP TS 33.117, Release 17, “Catalogue of general security assurance requirements”
4. GSMA, “The Network Equipment Security Assurance Scheme (NESAS)”
5. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/technologies/networks/gsma_resources/infrastructure-sharing-an-overview/
6. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Documents/Infrastructure_portal/CRASA-ITU-IS_Guidelines_Final_Jan2018.pdf
7. https://www.mcmc.gov.my/skmmgovmy/media/General/Resources/Industry/2025/Industry-Guideline-for-Network-Infrastructure-Sharing_fnl.pdf
8. <https://ncc.gov.ng/media/1019/view>
9. <https://beta.datahub.itu.int/data/?e=701&i=100014&s=3985&v=chart>
10. https://www.bicma.gov.bt/data/publications/rules-regulations-guidelines/Rules_and_Regulations_on_ICT_Infrastructure_Sharing_2019.pdf
11. https://www.mcmc.gov.my/skmmgovmy/media/General/Resources/Industry/2025/Industry-Guideline-for-Network-Infrastructure-Sharing_fnl.pdf
12. <https://eaco.int/admin/docs/publications/MODEL%20GUIDELINES%20FOR%20CO-LOCATION%20AND%20INFRASTRUCTURE%20SHARING.pdf>