БАТЛАВ.

ЦАГ УУР, ОРЧНЫ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ГАЗРЫН

ДАРГА Э.БАТТУЛГА

2025 оны 12 сарын 31 өдөр

ӨВӨРХАНГАЙ АЙМГИЙН ХАРХОРИН СУМАНД С-ДОЛГИОНЫ ЗУРВАСЫН ХОС ТУЙЛТДОППЛЕР ЦАГ УУРЫН РАДАР СУУРИЛУУЛАХ АЖЛЫН ДААЛГАВАР, ТЕХНИКИЙН ТОДОРХОЙЛОЛТ

1.Ажлын даалгавар

№	Ажлын нэр төрөл	Тайлбар
1.1	Үндэслэл	"Алсын хараа-2050" Монгол Улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлогын хүрээнд 2021-2030 онд хэрэгжүүлэх үйл ажиллагааны 6.4.13 дахь заалт; Засгийн газрын 2024-2028 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөр; Монгол Улсын 2026 оны төсвийн тухай хуулийн 2 дугаар хавсралт код- УТ2601300863
1.2.	Ажлын зорилго	Ховд аймгийн Буянт суманд өндөр чадлын хатуу төлөвт өсгөгч (SSPA) дээр суурилсан С-зурвасын хос туйлт Допплерийн цаг уурын радарын системийг бүрэн угсарч, ашиглалтад оруулахад оршино.
1.3.	Байршил	Өвөрхангай аймаг, Хархорин сум.
1.4.	Захиалагч байгууллага	Байгаль орчин, уур амьсгалын өөрчлөлтийн яам, Цаг уур, орчны шинжилгээний газар
1.5.	Төсөвт өртөг	Нийт төсөвт өртөг 9.9 тэрбум төгрөг. (НӨАТ багтсан) Худалан авалт, суурилуулалт, туршилт, сургалт, бусад шаардлагатай бүх ажлын зардал багтсан.
1.6.	Гүйцэтгэх хугацаа	Гэрээ байгуулснаас хойш 10 сар хүртэл
1.7.	Техникийн ерөнхий шаардлага	Радарын систем нь тендерийн "Техникийн тодорхойлолт" баримтад заасан бүх техникийн үзүүлэлт, параметр, хэмжилтийн шаардлагыг бүрэн хангасан байна. Үүнд: • Ажиглалтын алслалт (Reflectivity 450 км) • Range resolution ≤75 м • Dual-pol параметрүүд (Z, V, W, ZDR, ФDP, ρHV) • Attenuation, beam blockage, earth curvature correction • STAR (Simultaneous H/V) горим • Data format: BUFR, NetCDF, HDF5, GRIB2, NEXRAD Level-II
1.8.	Хамрах хүрээ	Гүйцэтгэгч нь дараах ажлуудыг бүрэн гүйцэтгэнэ: 1.Тоног төхөөрөмж нийлүүлэлт • С-зурвас, хос туйлт Допплерийн цаг уурын радар (SSPA суурьтай), радом, • 15-20 м ган цамхаг • Сервер, NAS хадгалалт, Workstation • UPS, дизель генератор, цахилгаан хангамж • Аянга-ниргэлт, газардуулгын иж бүрэн систем

		2. Суурилуулалт, тохируулга • Радар, антенн, радом, цамхгийн угсралт • Bore-sight, Sun calibration, • Антены чиглэлтийн шалгалт (≤0.1°)
		3. Туршилт, хүлээлгэн өгөх 3.1 FAT – Factory Acceptance Test (Үйлдвэрийн хүлээн авах туршилт) 3.2 SAT – Site Acceptance Test (Талбай дээрх хүлээн авах туршилт)
		4. Сургалт, баримт бичиг • Радарын мэдээллийг ашиглагч (синоптик, нислэгийн удирдагч), засварын инженерийн сургалт • Ашиглалтын гарын авлага - Англи, Монгол хэлээр • As-built зураг, схем • Калибровк, туршилтын тайлан
1.9	Баталгаат хугацаа ба засвар үйлчилгээ	• Баталгаат хугацаа: ≥ 24 сар • Тоног төхөөрөмж, системийн жилийн хугацаанд хийгдэх засвар үйлчилгээний гэрээ (Annual Maintenance Contract AMC) нөхцөлтэй • Сэлбэг, программын шинэчлэл багтсан байна
1.10	Хүлээлгэн өгөх үр дүн	• Бүрэн ажиллагаатай радарын систем • SAT-ийн баталгаажсан тайлан • Шалгалт тохируулга, coverage, PBB-ийн тооцоо • Сургалт дууссан тухай протокол • Баталгаат хугацааны гэрчилгээ
1.11	Ажил гүйцэтгэхэд тавигдах ерөнхий шаардлага	Ажил гүйцэтгэхэд явцад бүх ажлыг Монгол улсад мөрдөж буй хууль тогтоомж, хөдөлмөр хамгаалал, аюулгүй ажиллагааны холбогдох дүрэм журам, стандартыг чанд баримталж ажиллана.

2. Техникийн тодорхойлолт

ХҮСНЭГТ 1: Хатуу төлөвт чадлын өсгөгч (Solid state Power Amplifier) дээр суурилсан С долгионы зурвасын, хос туйлт Допплерийн цаг уурын радарын системийн техникийн тодорхойлолт		
2.1	Хэмжилтийн алслалт/ Range of observation	1. Ойлт (Reflectivity) 450 км-т 2. Хурд болон спектрийн өргөн 230 км-т
2.2	Зайн нарийвчлал/ Range Resolution	1. Дохионы ойлт нь ≥ 75 м байх 2. Хурд болон спектрийн өргөн нь≤ 75 м (эсвэл түүнээс илүү сайн) байх
2.3	Хамгийн их тодорхой зай (давхцалгүй хамгийн их илрүүлэх зай) Max. Unambiguous Range	1. Доорх 2.11-т заасан PRF-тэй нийцсэн (250 км эсвэл илүү) 2. 2-р ээлжийн (second trip echo) болон олон давталтын эхо шүүлтүүртэй байх
2.4	Хоёрдмол бус хурд (Unambiguous Velocity)	1. 230 км-д 30 м/с эсвэл илүү 2. 115 км-д 60 м/с эсвэл илүү (ambiguity resolver ашиглан) Нэмэлт шаардлага: 3. Доорх 2.11-т заасан PRF-тэй нийцсэн байх 4. Nyquist хурдын тодорхойгүй байдлыг арилгах / ялган тодорхойлохдоо ambiguity resolution 4 дахин нарийвчлалтай хийх чадвартай байх
2.5	Илрүүлэх багтаамж/ Detection capability	С-зурвасын радар нь дараах илрүүлэх чадварыг бодитоор хангах шаардлагатай: 1. 230 км зайд ≥13 dBZ доод босготой хур тунадас илрүүлэх чадвар. 2. 0–150 км зайд ≥4 dBZ доод босготой хур тунадас илрүүлэх чадвар. 3. SSPA радарын хувьд short pulse горимд 1.0 μs болон/эсвэл 2.0 μs импульсийн өргөн ашиглахыг зөвшөөрнө. Урт зайд (≥150 км) шаардлагатай бол pulse compression технологи ашиглан дээрх гүйцэтгэлийг хангана. 4. PRF, RPM, waveform болон signal processing-ийн тохиргоо нь 2.3 (Unambiguous Range ≥250 км), 2.4 (Unambiguous Velocity ≥30 m/s @250

		км), мөн 2.11 (PRF тохиргоо)-той нийцсэн байдлаар дээрх илрүүлэх чадварыг хангах ёстой.
2.6	VSWR	1. 1.3:1 байх ба зохих хамгаалалтын интерлоктой байна.
2.7	Хайлт хийх хугацаа/ Scan Time	1. –2°-аас +40° хүртэл 10 давхаргын өндрийн (volume) сканыг бүх үндсэн эгшнийг хамруулан 8 минут эсвэл түүнээс бага хугацаанд дуусгах.
Дамжуулагч/Transmitter		
2.8	Дамжуулагчийн төрөл/ Transmitter Type	1. Өндөр чадлын хатуу төлөвт өсгөгч Solid State power Amplifier transmitter based
2.9	Долгионы давтамжийн хүрээ зайц/(Frequency Range)	5.5–5.7 GHz
2.10	Илгээгдэж буй чадал (Transmitted power)	1. Антены тэжээлийн оролт дээрх нэрлэсэн хамгийн бага чадал нь суваг бүрт 2 кВт эсвэл түүнээс өндөр байх ба 2.5-д заасан илрүүлэх чадварыг хангах ёстой.
2.11	Импульсийн давталтын давтамж / Pulse repetition frequency	1. Зай болон хурдны шаардлагыг (2.3 ба 2.4 үзнэ үү) хангахуйц байх.
2.12	Импульсийн өргөн / Pulse width	1. NLFM технологиор (Non-Linear FM) хажуугийн спектрийн түвшин –40 dB-ээс бага байхаар ажиглалтын зай, илрүүлэх чадварыг хангах импульсийн өргөнийг сонгоно.
2.13	Дамжуулагчийн туйлшрал/ Transmitter Polarization	1. Хэвтээ, босоо болон STAR (Simultaneous Transmit & Simultaneous Receive) горимууд
2.14	Давтамжийн долгионы харьцаа VSWR	1. хамгийн ихдээ 1.3:1, зохих аюулгүйн харилцан түгжээтэй байх (interlock).
2.15	Радарын дамжуулагчийн идэвхтэй цацралтын хугацаа / нийт хугацаа. /(Duty Ratio)	1. 10% хүртэл
2.16	Аюулгүй ажиллагааны шаардлага (Safety Feature)	1. Бүх шаардлагатай аюулгүйн харилцан түгжээ (interlock), төлөвийн параметр, аналог параметрийн хяналт, лог бичлэгүүд системд багтсан байх. Дэд систем болон ажилтнуудын аюулгүй байдлыг хангасан байх.

		Сонгомол секторуудад RF цацрал хаах (blanking) боломжтой байх.
Антен, Бүрхүүл, Цамхаг/Antenna, Radome &Tower		
2.17	Антен/ Antenna	1. Парабол антен. Хэвтээ болон босоо туйлшралын зэрэгцээ дамжуулалт хийх боломжтой horn-feed бүхий, туйлшралын долгионыг парабол хэлбэрийн хатуу гадаргуу бүхий тусгагч дээр чиглүүлдэг бүтэцтэй.
2.18	Антены чиглэлийн диаграмм/ Side lobe	1. антены үндсэн чиглэлийн диаграммаас: Side lobe > 35 dB.
2.19	Цацрагийн диаграммын давхцал (Тухайн чиглэлд илгээгдэж буй дохионы багц Pattern Coincidence)	1. Хэвтээ болон босоо сувгуудын хоорондын зөрүү 0.1 градусаас бага байх.
2.20	Хажуугийн дэлбээний түвшин (Side lobe)	1. Антены үндсэн чиглэлийн диаграммаас 12° хүртэл –27 dB, 12°-оос цааш –30 dB буюу түүнээс бага байх
2.21	Антенаас цацагдах радарын цацрагийн –3 dB түвшинд тодорхойлогдох өнцгийн өргөн.	1. HPBW ≤1.0 байх ба өөрийн санал болгож буй антены HPBW- утгыг тодорхойлж ирүүлнэ
2.22	Хэвтээ чиглүүлэлт / Azimuth steering	1. 360° эргэлттэй, ±0.05° нарийвчлалтай, 0–6 rpm хүрэх чадвартай.
2.23	Босоо чиглүүлэлт / Vertical Steering	1. –2°-аас +92° хүртэл, ±0.05° нарийвчлалтай.
2.24	Туйлшрал	1. Хэвтээ, босоо болон СТАР горим Horizontal, Vertical and STAR (simultaneous transmit and receive) mode
2.25	Хайлт хийх хурд	1. 6 эрг/мин хүртэл
2.26	Хүчдэлийн зогсолтын долгионы харьцаа (Voltage Standing Wave Ratio VSWR) (Radome-той хамт)	1. хамгийн ихдээ 1.3:1, зохих аюулгүйн харилцан түгжээтэй байх (interlock).
2.27	Хайлт хийх горим/ (Scan strategy)	1. Олон төрлийн хайлтын хийх горимын төлөвлөгчтэй байх.Хайлтын өөр өөр даалгавар хооронд автоматаар шилжих боломжоор хангасан байх
2.29	Тоочих нарийвчлал (Pointing accuracy)	1. 0.1° (Цамхгийн гажилт + серво тогтвортой байдал нийлсэн), 6 rpm хүртэл.

2.30	Хэвтээ хурд – Ажиллагааны горим	1. 3°/сек (0.5 rpm) – 36°/сек (6 rpm) хүртэл, CW (цагийн зүүний дагуу) болон CCW (цагийн зүүний эсрэг чиглэлийн дагуу) аль ч чиглэлд. Тохируулгын горим: 0.6°/сек (0.1 rpm) – 36°/сек (6 rpm)
2.31	Босоо хурд – Ажиллагааны горим	1. 3°/сек (0.5 rpm) – 18°/сек (3 rpm), дээш болон доош. 2. Тохируулагын горим: 0.6°/сек (0.1 rpm) – 18°/сек (3 rpm)
2.32	AZ & EL тэнхлэгийн хурдны өсөлт (Acceleration)	1. Хамгийн багадаа 10°/сек² байх ба 2.7-д заасан хайлтын хугацааг хангах.
2.33	Цахилгааны чадал даах чадвар (Power Handling) Системийн элементүүд хамгийн их оргил (peak) болон дундаж (average) RF чадлыг гэмтэл, сааталгүйгээр даах хүчин чадал	1. 2.9-т заасан техникийн үзүүлэлтүүдийг хангах.
2.34	Ажиллагааны горимууд	1. Бэлэн байдлын горим (Standby Mode) 2. Operate Mode: Хайлт (0.5–6 rpm), ✓ Азимут сектор скан, ✓ Өндрийн RHI скан, ✓ Эзэлхүүнт хайлт (Эзэлхүүнт хайлтын (volume scan), ✓ Томилох горим (Designate mode), ✓ Компьютерээр томилох горим (Computer-designate mode) 3. Тохируулгын горим (Calibration Mode): ✓ Нарны дагуу чиглүүлэлт (Sun Calibration) ✓ Радарын антены чиглэлийг бодит координаттай нь тааруулах тохируулга. (Bore-sight) 4. Оношилох Горим (Diagnostic Mode): ✓ Системийн оношилгоо.
2.35	Цамхаг/Tower	1. Радарын цамхгийн өндрийг радарын үндсэн ажиллагаанд нөлөөлөхгүй, ойрын саадыг арилгах хэмжээнд сонгох бөгөөд энэ зорилгод 15–20 м нэрлэсэн өндөр нь оновчтой байна. 2. 250 км/ц салхины ачаалал даах (survival/operational). 3. 130 км/ц салхинд харгалзах нарийвчлал (2.28)-ыг хангах. 4. Байршлын газар хамаарах газар хөдлөлтийн нормыг баримтлах.

		5. Бүтцийн дизайныг гуравдагч мэргэжлийн байгууллагаар баталгаажуулсан байх
2.36	Радом (Radome)	1. Хөөс-сэндвич бүтэцтэй, цагаан өнгөтэй, засвар үйлчилгээний ажилтан орох боломжтой бөмбөгөр хэлбэр. 2. Дохио нэвтрүүлэх алдагдал: 3. C-band: 0.2 dB нэг чиглэлд буюу түүнээс бага 4. RF хэмжилтийн баталгааг гуравдагч байгууллага гаргасан байх. 5. Дотор талд ус нэвчилтийг хянах зорилгоор CCTV суурилуулах. Камерын тоо нь бүх талбайг бүрхэхээр сонгогдоно.
2.37	Салхины ачаалал даах чадвар/Wind load	1. Дундаж 200 км/цаг хүртэлх 2. Өрөвхийлөлт ажиглагдсан үед 250 км/цаг хүртэлх хурдтай салхи
2.38	Аянгын хамгаалалт Lightening Protection	1. Радомын орой дээр газардуулгатай аянгын саваа 2. Агаарын навигацын гэрэл (aviation warning lamp) суурилуулах.
2.39	Авионик гэрэлтүүлэг / Obstruction lights	1. Радомын дээр Aviation warning Lamp 2. Давхар LED гэрлийн систем ✓ Нарны зайн тэжээлтэй, автомат ON/OFF ✓ Үйлчилгээний шат, дээш гарах нүх багтсан байх.
Хүлээн авагч/Receiver		
2.40	Төрөл/type	1. Олон сувагтай дижитал хүлээн авагч. H & V туйлшрал болон STAR горимд ажиллах боломжтой. SSPA дамжуулалтын дохиог тохирсон шүүлтүүрээр боловсруулах боломжтой. импульсийг matched filter-д ашиглан хүлээн авсан сигналтай тохируулан боловсруулах боломжтой байх
2.41	Дижиталчлал (Digitization)	1. IF түвшинд дижиталчлал хийн I болон Q дохио үүсгэнэ.
2.42	Шуугианы диаграмм/ Noise figure	1. ≤3dB
2.43	Шугаман динамик зай/ Linear dynamic range	1. ≥95dB

2.44	Хамгийн бага ялгарах дохио (MDS – Minimum Discernible Signal)	1. - 108 dBm эсвэл түүнээс сайн (@ 2 MHz IF bandwidth, дохио боловсруулах блокийн оролтод).
Радарын дохио боловсруулагч/Radar Signal Processor		
2.45	Допплер боловсруулалт/	1. Pulse Pair болон FFT аргууд (хэрэглэгч сонгох боломжтой).
2.46	Шуугиан (цаг уурын бус байнаас ойсон дохио) дарах/ Clutter suppression	1. ≥40 dB түвшний газрын болон бусад статик клаттер дохиог дарах боломжтой байх. b) шувуу, шавж зэрэг цаг уурын бус эх үүсвэрийн цуурайг туйлшралын хэмжилтэд тулгуурлан таних, шүүх боломжтой байх
2.47	Хэмжигдэж, дэлгэцэнд харуулах параметрүүд/ Parameters to be measured and displayed	1. **Ойлт (Reflectivity ZH, ZV)** ✓ Динамик хүрээ: –31–аас +90 dBZ ✓ Нарийвчлал (resolution): 0.1 dB ✓ Үнэн зөв байдал: ≤1 dB @ SNR > 10 dB Зай: ✓ 230 км хүртэл Зайн ялгарал: ✓ Δr < 75 м Радарын хоёр туйлшралт тусгалын (Reflectivity Z_H болон Z_V) хэмжилт дараах техникийн үзүүлэлтүүдийг хангана: Динамик муж (Dynamic Range): −31 dBZ to +90 dBZ Радар нь сул (манан, сул бороо) болон маш хүчтэй (мөндөртэй хүчтэй аадар, convective core) тусгалуудыг ханган хэмжих өргөн динамик мужтай байна. Задлан ялгах чадвар (Resolution): 0.1 dB Reflectivity хэмжилт 0.1 dB нарийвчлалтай байх ба хур тунадасны жижиг өөрчлөлтүүдийг ялган харах чадвартай байна. Нарийвчлал (Accuracy): ≤1 dB @ SNR > 10 dB

		Сигнал/дуу чимээний харьцаа 10 dB-ээс өндөр үед Reflectivity-ийн алдаа 1 dB-ээс ихгүй байна. Энэ нь тоон хур тунадасны үнэлгээ (QPE) болон dual-polarization алгоритмуудын үнэн зөв ажиллагааг баталгаажуулна. Хэмжилтийн баталгаатай зай (Maximum Range for Reflectivity): – 230 км хүртэл Энэ хүрээ дотор Reflectivity-ийн хэмжилт итгэлцүүртэй, стандарт шаардлага хангасан байна. Зайны нягтрал (Range Resolution): Δr < 75 m Радарын range gate нь 75 метрээс бага байна. Энэ нь convective storm structure, microburst, wind-shear, outflow boundary зэрэг өндөр нарийвчлал шаардсан үзэгдлүүдийг илрүүлэхэд зайлшгүй хэрэгтэй. 2. **Радиаль хурд (Radial Velocity VH)** ✓ Nyquist хурд: ±30 м/с ✓ Нарийвчлал: 0.1 м/с ✓ Үнэн зөв байдал: ≤1 м/с @ SNR > 10 dB, σv = 4 м/с Зай: ✓ 230 км ✓ Δr < 75 м Радарын Допплерийн радиаль хурд (V_H) хэмжилт нь дараах техникийн үзүүлэлтүүдийг бүрэн хангана: Nyquist хурд: ±30 м/с Допплер хэмжилтийн нэг скан бүрт хурдны “unambiguous velocity” хүрээ ±30 м/с-аас багагүй байна. Энэ хүрээ нь салхи, конвектив урсгал, microburst/outflow boundary, нисэхийн аюултай хурдны shear-үүдийг алдагдалгүй илрүүлэх боломжийг хангана. Нарийвчлал (Resolution): 0.1 м/с Радиаль хурд 0.1 м/с нарийвчлалтай хэмжигдэх бөгөөд жижиг хурдны градиент,

		shear болон convergence/divergence бүсүүдийг мэдрэх чадвартай байна. Үнэн зөв байдал (Accuracy): ≤1 м/с @ SNR > 10 dB, σ_v = 4 м/с SNR ≥ 10 dB нөхцөлд хурдны хэмжилтийн системийн алдаа ≤1 м/с байна. Допплерийн хурдны стандарт хазайлт (σ_v) нь 4 м/с-аас ихгүй байх ба convective storm dynamics болон нисэхийн аюултай үзэгдлийн үнэн зөв илрүүлэлтэд шаардлагатай чанарыг хангана. Хэмжилтийн баталгаатай зайн хүрээ: C-band радар: 230 км хүртэл Энэ зайд радарын Допплерийн хурд хэмжилт тогтвортой, стандартын дагуу найдвартай байна. Зайны нягтрал (Range Resolution): Δr < 75 м Range gate-ийн хэмжээ 75 метрээс бага байх бөгөөд микро хэмжээний хурдны шилжилт, boundary layer урсгал, microburst core болон нисэхийн аюултай нислэгийн орчны хурдны өөрчлөлтүүдийг өндөр нарийвчлалтай илрүүлэх боломжийг олгоно. 3. **Спектрийн өргөн (Spectrum Width σH)** ✓ Хамгийн их утга: 10 м/с ✓ Нарийвчлал: 0.1 м/с ✓ Үнэн зөв байдал: ≤2 м/с @ SNR > 10 dB Зай: ✓ 230 км ✓ Δr < 75 м Радарын Допплерийн спектрийн өргөн (σ_H) хэмжилт нь тухайн эзлэхүүн доторх зорилтот биетүүдийн хурдны тархалт, салхины тогтворгүй байдал, турбулент шинж чанарыг тодорхойлох үндсэн параметр юм. Систем нь дараах техникийн үзүүлэлтүүдийг хангана:

		Хамгийн их утга (Maximum Measurable Width): ≥10 м/с Турбулент конвекц, microburst core, gust front, shear line зэрэг өндөр өөрчлөлттэй бүсүүдэд спектрийн өргөн ≥10 м/с хүртэл хэмжих чадвартай байна. Нарийвчлал (Resolution): 0.1 м/с Спектрийн өргөн 0.1 м/с нарийвчлалтай хэмжигдэж, жижиг хэмжээний турбулент өөрчлөлтүүд болон нисэхийн аюултай бүсийн дотоод бүтэц илрэх боломжтой. Үнэн зөв байдал (Accuracy): ≤2 м/с @ SNR > 10 dB SNR ≥ 10 dB нөхцөлд спектрийн өргөний системийн алдаа 2 м/с-аас хэтрэхгүй байна. Энэ нь допплерийн найдвартай ажиллагаа, shear/turbulence бүсүүдийн үнэн зөв баримжаа гаргалтад зайлшгүй шаардлагатай үзүүлэлт. Хэмжилтийн баталгаатай зайн хүрээ: C-band радар: 230 км хүртэл Энэ зайд σ_H хэмжилт стандарт шаардлага хангасан, тогтвортой үнэлгээ өгнө. Зайны нягтрал (Range Resolution): Δr < 75 м Range gate ≤ 75 метр байх бөгөөд boundary layer turbulence, microburst, outflow boundary болон convective storm structure-ийн нарийн ширийн өөрчлөлтийг илрүүлэх боломжийг хангана. 4. **Дифференциал тусгалын харьцаа (Differential Reflectivity (ZDR)** ✓ Динамик хүрээ: –5–аас +8 dB ✓ Нарийвчлал: 0.01 dB ✓ Үнэн зөв байдал: ≤0.2 dB @ SNR > 10 dB Зай: ✓ 230 км ✓ Δr < 75 м

		Радарын хос туйлт хэмжилтийн ZDR параметр нь зорилтот биетүүдийн хэлбэр, чиглэл, дуслын хэмжээний тархалт болон хайлалтын бүсийн бүтэцтэй холбоотой гол үзүүлэлт бөгөөд систем нь дараах техникийн шаардлагыг хангана: Динамик хүрээ: −5 dB–аас +8 dB Сул бороо, цас, хайлалтын бүс болон конвектив үүл (ихэвчлэн supercell эсвэл хүчтэй multicell) доторх мөндөр үүсэж, хуримтлагдсан хамгийн эрчимтэй бүс (convective hail core) хүртэлх бүх нөхцөлд ZDR-ийн хэмжилтийг бүрэн хамарч ажиллана. Нарийвчлал: 0.01 dB Дуслын хэмжээний жижиг өөрчлөлт, ZDR arc, мөндөр - бороо холилдсон хур тунадас (hail–rain) тусгаарлалт зэрэг нарийн бүтэцтэй шинжүүдийг өндөр нарийвчлалтай илрүүлэх боломжтой. Үнэн зөв байдал: ≤0.2 dB @ SNR > 10 dB SNR 10 dB-ээс дээш үед системийн хэмжилтийн алдаа 0.2 dB-аас хэтрэхгүй. QPE, HCA (Hydrometeor Classification) болон хайлалтын давхарга илрүүлэлтийн найдвартай ажиллагааг хангана. Хэмжилтийн баталгаатай зай: 230 км Зайны нягтрал: Δr < 75 м 75 метрээс бага range gate нь convective storm structure доторх ZDR-ийн микро бүсүүд, melting layer transition, hail shaft зэргийг өндөр нарийвчлалтай харуулах боломжийг олгоно. 5. **Дифференциал Фаз (ФDP)** ✓ Динамик хүрээ: –180° – +180° ✓ Нарийвчлал: 0.1° ✓ Үнэн зөв байдал: ≤2° @ SNR > 10 dB Зай: 230 км Δr < 75 м

		ΦDP нь бороо, хайлалтын үе, дуслын концентраци болон attenuation-той бүсүүд дэх фазын өөрчлөлтийг үнэлэх суурь хос туйлт параметр бөгөөд дараах техникийн үзүүлэлтүүдийг хангана: Динамик хүрээ: −180° – +180° Хүчтэй бороо, шугаман хэлбэрийн сунасан бүтэцтэй хүчтэй конвектив үүлсийн бүс (convective line), цас/мөс бороо болж хайлж буй изотерм бүс (melting band) зэрэг өндөр фазын өөрчлөлттэй орчинд хэмжилт алдагдахгүй. Нарийвчлал: 0.1° ΦDP нарийвчлал нь KDP (Specific Differential Phase) тооцоолол болон R(KDP) загварын борооны хэмжээ тодорхойлолтод зайлшгүй шаардлагатай. Үнэн зөв байдал: ≤2° @ SNR > 10 dB Фазын системийн алдаа 2°-оос ихгүй байх нь QPE-ийн алдааг бууруулах, hail core attenuation-ыг үр дүнтэй засварлах үндэс болдог. Хэмжилтийн баталгаатай зай: C-band: 230 км Зайны нягтрал: Δr < 75 м ΦDP-ийн range resolution нь convective storm-ийн фазын градиент, hail shaft phase shift, melting layer-ийн фазын profile зэргийг нарийвчлалтай илрүүлэх боломжийг олгоно. 6. **Корреляцийн коэффициент (ρHV)** ✓ Динамик хүрээ: 0 – 1 ✓ Нарийвчлал: 0.005 ✓ Үнэн зөв байдал: ≤0.05 @ SNR > 10 dB ✓ Зай: 230 км Δr < 75 м Хос туйлт радарын үндсэн параметр болох ρHV нь тухайн радарын нэг хэмжилтийн эзлэхүүн (resolution

		volume) доторх зорилтот биетүүдийн хэлбэр, бүтэц, төрлийн нэгэн төрлийн байдлыг илэрхийлдэг бөгөөд гидрометеорийн ангилал (HCA), чанарын хяналт (QC), clutter шүүлтүүрийн гол үзүүлэлт юм. Систем нь дараах техникийн шаардлагыг хангана: Динамик хүрээ: 0 – 1 Өндөр нэгэн төрлийн (ρHV → 1.0) болон олон төрлийн холимог зорилт (hail–rain mix, melting layer) бүхий орчинг бүрэн ялган хэмжих өргөн хүрээтэй байна. Нарийвчлал: 0.005 Hydrometeor Classification, melting layer detection, clutter suppression, QC алгоритмд шаардагдах өндөр нягтаршилтай хэмжилт. Үнэн зөв байдал: ≤0.05 @ SNR > 10 dB SNR ≥ 10 dB үед системийн хэмжилтийн алдаа 0.05-аас ихгүй байна. Энэ нь фазын тогтвортой байдал, dual-pol бүтээгдэхүүний найдвартай байдалд зайлшгүй шаардлагатай. Хэмжилтийн баталгаатай зай: C-band: 230 км Зайны нягтрал: Δr < 75 м 75 метрээс бага range gate нь melting layer transition, hail core, biological echoes болон mixed-phase бүсүүдийн нарийн ширийн ялгааг илрүүлэх боломжийг олгоно. Системийн дизайн параметрүүд нь дээрх бүх нарийвчлалын шаардлагыг хангах ёстой бөгөөд туршилтыг coupler port-д өгсөн симуляцийн дохиогоор хийх болно.
		1. Системийн найдвартай байдал, туйлшралын параметрүүдийн үнэн зөв байдлыг батлахын тулд дотоод автомат болон программчлагдсан калибровк хийх боломжтой байх. Калибровкын одоогийн утгуудыг харуулах боломжтой байна. Тухайн

2.48	Тохируулга/Calibration	зориулалтын дохио үүсгэгчийг (signal generator) тус бүрийн талбайд хангана. 2. Гадаад тохируулга: Стандарт тоног төхөөрөмж ашиглан хүлээн авагчийн шугаман чанар, динамик хүрээ зэргийг баталгаажуулах. Бүх тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл, кабель, тестийн дагалдах хэрэгслийг бүрэн багцаар нийлүүлэх. 3. Радарын тохируулгын параметрүүд автоматаар шинэчлэгдэх боломжтой байх. 4. Тохируулгын багц дараах хэсгүүдийг багтаана: ✓ Хүлээн авагчийн нэг цэгийн калибровк (богино болон урт импульсийн горимд) ✓ Илгээгчийн оргил хүчний хэмжилт Системийн шум (noise figure) хэмжилт 5. Систем нь бүрэн автомат тохируулгын процедуртай байх ✓ системийн параметрүүд болон хүлээн авагчийн хэмжилтүүдийг баталгаажуулах. 6. Түргэн шалгалтын тохируулга (Quick Calibration) 7. Радарын систем нь internal reference болон/эсвэл built-in test signal ашиглан хүлээн авагчийн мэдрэмж болон динамик хүрээг богино хугацаанд баталгаажуулах түргэн шалгалтын тохируулга хийх боломжтой байна.Уг боломжийг FAT болон SAT үе шатанд бодит шалгалтаар нотолж, шалгалтын давтагдах чадвар болон тогтвортой байдлыг харуулна. 8. Радар нь дохио сулралыг засварлан нөхөх, (attenuation correction) хийх боломжтой байх.

2.49	Нар болон Бөмбөрцгийн калибровк (Sun Calibration)	1. Антены чиглэлтийн нарийвчлал (≤0.1°)-ыг батлах зорилгоор автомат болон гар ажиллагаатай горимтой байна. 2. Нарны чиглэлд чиглүүлэн антены өсөлт, чиглэлтийн нарийвчлал, ✓ хүлээн авагчийн тогтвортой байдлыг шалгана. ✓ Нарны флюксийн утгыг гадаад эх сурвалжаас авч ашиглана. 3. FAT (Factory Acceptance Test) болон SAT (Site Acceptance Test) үеэр бүрэн ажиллагааг нотлон харуулна. 4. Туршилтын үр дүнг хадгалах скриптээр ажиллах боломжтой байх.
2.50	Хэмжих үндсэн үзүүлэлтүүд / Base Parameters to be measured	
2.50.1	Бодит хугацааны боловсруулалт (Real-time Processing)	1. Base product үүсгэх зорилгоор FPGA суурьтай эсвэл түүнтэй дүйцэхүйц боловсруулагчийг ашиглана. 2. Шаардлагатай FPGA board болон workstation-уудыг нийлүүлнэ.
2.50.2	Зэрэгцээ сигналыг боловсруулах чадвар (Parallel Signal Processing Computing Capability)	1. I & Q өгөгдлийг өндөр хурдтайгаар түгээх чадвартай байх. 2. Multi-node processing: Олон компьютер зэрэгцээ байдлаар I & Q өгөгдөлд хандаж, боловсруулалт, дүрслэл хийх боломжтой байх. 3. ЦУОШГ-ын ирээдүйд үүсгэх радарын сүлжээнд нэгдэх боломжтой системийн шаардлагыг дэмждэг байх.
2.50.3	Өгөгдлийн гаралтууд (Base Product Data Outputs)	1. Алсын сервер / төв сервер рүү дамжуулахад – 8-bit багагүй 2. Дотоод хадгалалт, өгөгдөл цуглуулалт – 16-bit багагүй
2.50.4	Симуляцын аргаар H/V дамжуулалт (Simultaneous Horizontal / Vertical Transmit) Доорх бүтээгдэхүүнүүдийг нэгэн зэрэг үүсгэнэ:	
a	Засварласан эргэн ойлголт (Corrected Reflectivity)	Zh, Zv [dBZ]
b	Засварлаагүй эргэн ойлголт (Uncorrected Reflectivity)	UZh, UZv [dBZ]
c	Радиаль хурд (Radial Velocity)	Vh, Vv [m/s]
d	Спектрийн өргөн (Spectral Width)	Wh, Wv [m/s]

e	RHOHV – Хөндлөн корреляцийн коэффициент	RHOHV
f	Дифференциал фаз	PHIDP [°]
g	Дифференциал ойлт	ZDR [dB]
h	Клаттер чадал (Clutter Power)	CCORh, CCORv [dB]
i	Дохионы чанарын индекс (SQI)	SQIh, SQIv
j	Signal Noise Ratio SNR	SNRh, SNRv [dB]
k	Inphase / Quadrature signal H/V	Ih, Iv, Qh, Qv
l	Чадлын спектр/ Power spectrum H/V	PsH,PsV –
2.50.5	Хэвтээ туйлшралтай дамжуулалт (Horizontal Transmit)	
a	Засварласан ойлт/ Corrected reflectivity	Zh [dBZ]
b	Засварлаагүй ойлт/ Uncorrected reflectivity	UZh [dBZ]
c	Zv [dBZ]	Zv [dBZ]
d	Spectral width	Wh [m/s]
f	Depolarization Ratio	LDR [dB]
g	Дохионы чанарын индекс /Signal quality index H	SQIh
h	Clutter power H	CCORh
2.50.6	Босоо туйлшралтай дамжуулалт (Vertical Transmit)	
a	Засварласан ойлт/ Corrected reflectivity	Zv [dBZ]
b	Засварлаагүй ойлт/ Uncorrected reflectivity	UZv [dBZ]
c	Радиаль хурд	Vv [m/s]
d	Спектрийн өргөн	Wv [m/s]
e	Depolarization Ratio	LDR [dB]

f	Signal Noise Ratio	SNRv [dB]
g	Дохионы чанарын индекс/ Signal quality index V	SQIv
h	Clutter power V	CCORv
2.51	Радар Контроллер (Radar Controller)	1. Радарын бүх ажиллагааг удирдах зориулалттай workstation дээр суурилсан хяналтын програм хангамжтай байх. Радарын өгөгдөл дүрслэх, анализ хийх, сургалт болон операторын өдөр тутмын ашиглалтад зориулагдсан workstation, desktop болон зөөврийн компьютерууд нь Windows суурьтай үйлдлийн систем дээр ажиллах боломжтой байна.. Үүнд: ✓ Долгионы параметрүүд (waveform parameters) ✓ Хайлтын параметрүүд ✓ Сигнал боловсруулах параметрүүд ✓ Ажиллагааны горимын сонголт ✓ Хайлтын стратегийн төлөвлөлт эргийг UI интерфейсээс шууд тохируулах боломжтой. Удаан хугацааны ажиглалтын даалгаварыг (scheduler)-ийг мөн хамруулна. 2. Радарын хяналт нь системийн төлөв байдлын шалгалт (Health Check) үзүүлэлтүүдийг харуулна. Үүнд интерлок, аналог параметрүүд, бүх дэд системийн төлөвүүд орно. 3. I&Q өгөгдлийг бичиж авах болон дахин тоглуулах боломжтой байх. 4. Супер хэрэглэгч / энгийн хэрэглэгчийн түвшний тохиргоонуудтай байх. Эдгээрийн нарийвчилсан мэдээллийг гүйцэтгэлийн үе шатанд өгнө.
2.52		1. NRT (Near Real-Time) бүтээгдэхүүн үүсгэх, дэлгэцэд харуулах зориулалттай 2 ширхэг өндөр гүйцэтгэлтэй workstation нийлүүлнэ: ✓ Intel Xeon Gold (хамгийн сүүлийн үеийн) 2 CPU ✓ 128 GB RAM

2.39	Дагалдах тоног төхөөрөмж/ Peripherals:	✓ 4 TB SATA HDD (RAID 1) – NVIDIA 8GB GPU – 10G NIC – 32-inch IPS LED monitor – RAID 1 тохиргоотой байх (өгөгдөл алдагдахаас хамгаална) 2. Оффлайн бүтээгдэхүүн боловсруулах зориулалттай мөн 2 ширхэг өндөр гүйцэтгэлтэй workstation: ✓ Дээрхтэй ижил үзүүлэлттэй, RAID1, 10G NIC, 32-inch дэлгэцтэй. ✓ Сүлжээ болон өгөгдлийн солилцоонд ашиглагдана. 3. Зөөврийн компьютер (Notebook/Laptop): ✓ Intel Core i7, 13-р үе ✓ 32 GB RAM ✓ 1 TB SSD ✓ 4+ USB port ✓ HDMI ✓ 1 Gbps Ethernet ✓ Утасгүй хулгана + гар ✓ 15" LED дэлгэц ✓ Windows (latest) ✓ A) болон B) workstation-уудын аль алиныг орлохуйц ажиллагаатай байна. 4. Дэлгэц, хяналтад ашиглах 2 ширхэг Desktop компьютер ✓ Intel Core i7 (13-р үе эсвэл дүйцэх), ✓ 32 GB RAM ✓ 1 TB SSD ✓ 6+ USB port ✓ HDMI ✓ 1 Gbps Ethernet ✓ 32" IPS LED дэлгэц ✓ Windows (latest) 5. 55-inch UHD 4K LED дэлгэц ✓ Олон цонхтой байдлаар радарын бүтээгдэхүүнүүдийг харуулах зориулалттай ✓ Өндөр гүйцэтгэлтэй компьютер дагалдана. 6. GPS суурьтай NTP сервер ✓ Сүлжээний цагийг бүхэл системд тааруулах үүрэгтэй. 7. NAS хадгалалтын систем (RAID-6, Dual Controller) ✓ Нийт кэш: 48 GB буюу түүнээс их ✓ 4×10 GbE порт

		✓ NFS v3, CIFS зэрэг протоколуудыг дэмжих ✓ Радарын Base Product өгөгдлийг 5+ жил хадгалах хүчин чадалтай ✓ Автоматаар хадгалалт хийгдэнэ. 8. I&Q өгөгдлийг оффлайн горимд бичих ба тоглуулах боломжтой байх. ✓ NAS Storage-д I&Q өгөгдөл хадгалагдана. 1 цагийн тасралтгүй бүрэн зурвасын I&Q архивлалт хийх боломжтой. 9. Вэб ба сүлжээний браузерээр алсаас удирдах, хянах боломжтой байх. 10. Архивлалт нь энэхүү баримтын 3-р бүлэг (Data Archival)-ийн дагуу хийгдэнэ. 11. Архивын өгөгдлийн формат нь 4-р бүлэг (Data Format)-т заасан дүрмийг дагана. 12. Бүх програм хангамжийн лиценз: ✓ Олон хэрэглэгчийн ✓ Нээлттэй, ямар ч төхөөрөмжид түгжээ байхгүй ✓ Радарын бүх лиценз ЦУОШГ-ийн нэр дээр бүртгэгдсэн байх. 13. Бүх сервер, компьютерүүд нь Firewall, Antivirus зэргээр бүрэн хамгаалагдсан байх.
Цахилгаан хангамж/Power Requirements		
2.53	Цахилгаан хангамж/ Power	1. Радарын систем нь дараах тэжээлийн нөхцөлд бүрэн ажиллагаатай байх ёстой: ✓ 380V ±10%, 50 ±2% Hz, 3-фазын AC тэжээл эсвэл ✓ 220V ±10%, 50 ±2% Hz, нэг фазын AC тэжээл.
2.54	Онлайн тог баригч/ Online UPS	1. Хоёр ширхэг онлайн UPS-ийг нөөцийн (redundant) горимоор суурилуулна. ✓ Хамгийн бага хүчин чадал: 15 kVA буюу түүнээс өндөр. ✓ Бүхэл радарын систем, дэд систем болон туслах тоног төхөөрөмжийг 30 минут тасралтгүй тэжээх чадвартай.

		✓ Автомат сэлгэгчтэй (changeover facility) — нөөц UPS рүү автоматаар шилжих. ✓ Тохирох хүчдэлийн тогтворжуулалт ба шаардлагатай power factor-ыг хангана. 2. Нийлүүлэгч нь дараах тооцоонуудыг гаргаж өгөх: ✓ UPS хүчин чадлын тооцоо ✓ Зай (battery) тооцоо ✓ Ачааллын задлал (load breakup)
2.55	Дизель Генератор (DG Set) Цахилгаан үүсгүүр	✓ Хамгийн багадаа 20 kVA хүчин чадалтай эсвэл түүнтэй дүйцэх дизель генератор. ✓ AMF (Automatic Mains Failure) самбартай ✓ Үндсэн цахилгаан хангамж тасармагц автоматаар асах. ✓ Радарын бүх чухал хэсгийг бүрэн тэжээх чадвартай. ✓ Бүх цаг агаарын нөхцөлд ажиллах зориулалттай дуу намсгагчтай (silent) тусдаа бүрхүүлтэй.
2.56	Байр (Equipment Enclosure)*	1. Станцын тоног, төхөөрөмж суурилуулах байр (Equipment Enclosure) нь шаардлагатай орон зайг тооцсон, дулаан алдагдалгүй, эрчим хүчний хэмнэлттэй байдлаар шийдсэн байна. 2. Батлагдсан зураг, төслийн дагуу барьж ашиглалтанд өгөх 3. Аюулгүй байдлын тоноглолууд: ✓ Галын дохиоллын систем ✓ Утаа болон дулааны мэдрэгчүүд ✓ Камерын хяналтын систем (Surveillance System) ✓ Онцгой байдлын холбооны хэрэгсэл (intercom/radio) 4. Кабелийн менежмент ба сервер тавиур: ✓ Дотоод сүлжээний rack ✓ Радарын workstation, серверүүдийг байрлуулах хангалттай зай Гадна талд: ✓ Дизель генераторын зориулалтын тусдаа байшин (canopy) ✓ Түлш хадгалах сав (fuel tank)

2.57	Шаардлагатай Үзүүлэлтүүд (Features)	1. Систем нь тоног төхөөрөмжийн цахилгаан хангамжийг багтаасан алсын хяналт болон удирдлагатай байх. ✓ Радарын бүх ажиллагааг алсаас хянах, асаах/унтраах боломжтой. 2. Үндсэн өгөгдөл (Radar processor-ийн гаралт) нь автоматаар: ✓ Хатуу диск дээр ✓ NAS хадгалалт дээр шахсан (compressed) хэлбэрээр хадгалагдана. ✓ Дотоод компьютерын дискэн дээр сүүлийн 3 сарын бүх өгөгдөл байнга байх ёстой. 3. Радом нь дараах шаардлагыг хангана: ✓ Tuned sandwich бүтэцтэй эсвэл түүнтэй дүйцэхүйц ✓ Өндөр уулын нөхцөлд ажиллахад тохиромжтой ✓ Бага алдагдалтай (low-loss) байх 4. Бүхэл радарын системийг ган цамхаг дээр бүрэн угсарсан хэлбэрээр нийлүүлнэ. ✓ Бүрэн ажиллагаатай, угсарч дууссан байдлаар захиалагчид хүлээлгэн өгнө. 5. Бүх радарын электрон тоног төхөөрөмж, workstation, UPS, бичиг хэрэг, гарын авлага, багаж хэрэгсэл зэргийг байрлуулах зориулалттай агааржуулалттай тоног төхөөрөмжийн байр (equipment shelter) хангалттай хэмжээтэй байна. 6. Систем болон цамхаг дээр байрласан бүх элементүүдийг хамгаалах аянга-ниргэлтийн хамгаалалт бүрэн суурилуулсан байх. ✓ Ground bar буюу газардуулгын систем ✓ Бусад зохих газардуулгын механизмууд ✓ Цахилгааны газардуулга (maintenance-free earthing) болон радарын бүх дагалдах хэрэгслийн газардуулгын шаардлагыг хангана. ✓ Early streamer emission (ESE) аянга-ниргэлтээс хамгаалах систем ✓ Аянгын ниргэлтийн (flash / stroke) тоо, давтамжийг автоматаар тоологч (Lightning flash counter)

		✓ Гүн химийн гель (chemical gel) бүхий газардуулгын нүх ✓ Зэс хавтан бүхий газарт холбоход ашиглагдах газардуулгын байгууламж → Эдгээрийг нийлүүлэгч / үйлдвэрлэгч бүрэн хангана. 7. Радарын систем нь сонгогдсон байршилд бүрэн угсарсан ган цамхаг дээр суурилуулсан хэлбэрээр нийлүүлэгдэнэ. ✓ Тохирох бетонон суурь ✓ Хэрэв шаардлагатай бол гидравлик тэгшлэгч систем (hydraulic levelling) ✓ Сүлжээний тоног төхөөрөмж (networking hardware) ✓ Дизель генератор (DG) – үндсэн тэжээл тасарсан үед бүх чухал бүрэлдэхүүнүүдийг автоматаар удаан хугацаанд тэжээнэ ✓ UPS + батарей Генераторын түлшний сав Дизель генератор нь: ✓ Үндсэн цахилгаан тасармагц автоматаар асах ✓ Цахилгаан эргэн ирэхэд автоматаар унтрах Бүх систем нь дараах үйлдлүүдийг хийж чадах ёстой: ✓ Удаан хугацааны цахилгаан тасалдал ✓ DG-г ажиллуулахад шаардагдах дизель дуусах → Энэ тохиолдолд систем аюулгүй горимоор автоматаар унтрах боломжтой байх.
2.58	Програм хангамж (Software)	1. Систем нь өгөгдөл боловсруулах болон дүрслэх зориулалтын батлагдсан (proven) программ хангамжтай байх. Программ хангамж нь дараах 3 хэмжээст (3D) дүрслэл хийх боломжтой байна: ✓ Ойлт (Reflectivity) ✓ Радиаль хурд (Velocity) ✓ Спектрийн өргөн (Spectrum width) ✓ Бороо хур тунадасны хэмжээ (Rain rate) ✓ Газрын гадаргын 3 хэмжээст загвар (3D terrain) 2. Нийлүүлэх гэж буй программ хангамж нь дэлхийн аль нэг Үндэсний Цаг Уурын Албан (National Weather Service) -ы стандартыг

		хангасан, хамгийн багадаа хоёр (2) байршил дээр ашиглагдан, туршигдсан программ байх шаардлагатай.
2.59	Fencing and Site Levelling	1. Ерөнхий Нийлүүлэгч нь радарын байрлалд дараах ажлуудыг бүрэн хариуцна: ✓ Талбайн цэвэрлэгээ ✓ Газрын түвшинг тэгшилж засах ✓ Радарын тоног төхөөрөмжийг хамгаалсан, удаан эдэлгээтэй хашаа барих ✓ Эдгээр нь радарын аюулгүй ажиллагаа, хяналттай нэвтрэх нөхцөлийг бүрэн хангах ёстой. 2. Хашааны техникийн шаардлага (Fencing Specifications) ✓ Хашааны хэмжээ: Ойролцоогоор 30м × 30м ✓ Барилгын материал: өндөр чанартай, удаан эдэлгээтэй ган тор, багана, бэхэлгээ ✓ Хашаа нь салхи, цаг агаарын нөлөө, гаднын нэвтрэлтээс найдвартай хамгаалахуйц бат бөх хийх ёстой. ✓ Хашааны бүх материал нь гадна орчинд удаан хугацаанд ашиглагдах, зэврэлтэд тэсвэртэй (corrosion-resistant) чанартай байна. ✓ Хашааны өндөр нь хамгийн багадаа 2.5 метр байх \ ✓ Радарын талбай руу нэвтрэх үндсэн хаалгыг найдвартай түгжээтэй, зөвхөн хяналттай нэвтрэх боломжтой байдлаар хийж гүйцэтгэнэ. ✓ Газрын тэгшилгээний стандарт (Site Levelling Standards) ✓ Байршлын талбайг 3 метрийн хүрээнд тэгшилж засварлах бөгөөд радарын тоног төхөөрөмжийг аюулгүй, тогтвортой байрлуулахад тохиромжтой түвшинд хийнэ. ✓ Газрын шаардлагатай нөхөөс шороо, шорооны нягтруулалт (soil filling & compaction) зэрэг бүх ажлыг нийлүүлэгч гүйцэтгэх бөгөөд үер/ус тогтохоос сэргийлсэн зөв ус зайлуулах нөхцөлийг хангах ёстой. ✓ Тэгшилгээний ажил нь холбогдох инженерийн стандартад бүрэн нийцсэн байна. 3. Гүйцэтгэх хугацаа болон хяналт (Timeline and Inspection)

		✓ Хашаа барих болон газрын тэгшилгээний бүх ажил нь радарын тоног төхөөрөмжийг нийлүүлэх болон суурилуулахын өмнө бүрэн дууссан байх ёстой. ✓ ЦУОШГ нь хашаа болон тэгшилгээний ажлыг радар суурилуулахын өмнө хяналт хийж, баталгаажуулах эрхтэй. ✓ Хяналтын явцад илэрсэн аливаа дутагдлыг нийлүүлэгч өөрийн зардлаар даруй засварлаж гүйцэтгэнэ. 4. Хашааны засвар үйлчилгээ (Maintenance of Fencing) ✓ Баталгаат хугацаа хугацаанд хийх шаардлагатай аливаа засвар, тохируулга нь нийлүүлэгчийн бүрэн хариуцлага байна.
2.61	Ажиллагааны температур (Operating Temperature)	–40°C-аас +53°C хүртэл

3. Радарын Өгөгдлийн Архив (ARCHIVAL OF RADAR DATA)

3.1 Base Data Архивлалт

- ✓ Радар процессороос гарч буй үндсэн өгөгдлүүд болох:
- ✓ Ойлт (Reflectivity)
- ✓ Радиаль хурд (Velocity)
- ✓ Спектрийн өргөн (Spectrum Width)
- ✓ Хос туйлшралын параметрүүд (Dual-pol parameters)

→ эдгээрийг автоматаар хатуу дискэн дээр хадгална.

Base Parameters өгөгдлийг архивлах зорилгоор SATA диск бүхий RAID-6 архитектуртай сүлжээнд холбогдсон хадгалалтын төхөөрөмж (NAS) нийлүүлнэ.

3.2 Принтер ба Сканнерын нийлүүлэлт

Радарын байр тус бүр болон төв сервер дээр дараах төхөөрөмжүүдийг нийлүүлнэ:

3.2.1 2-in-1 A4 хэмжээтэй лазер принтер + сканнер

- ✓ 600 dpi (эсвэл түүнээс өндөр) хэвлэх чанартай
- ✓ 1200 dpi (эсвэл түүнээс өндөр) сканнер
- ✓ Автомат хуудас эргүүлэх (auto-duplex) боломжтой

→ Нийт: 1 ширхэг

3.2.2 Өнгөт Ink-Tank принтер

• 600 dpi болон түүнээс өндөр чанартай

→ Нийт: 1 ширхэг

3.3 Blue-Ray архив төхөөрөмж

- ✓ Гадаад Blue-ray DVD бичигч

- ✓ Дараах дагалдах хэрэгслүүдийг нийлүүлнэ:
- ✓ 12 ширхэг давхар давхаргат (dual-layer) Blue-ray R/W диск
- ✓ 50 ширхэг Blue-ray DVD/R диск

3.4 I&Q өгөгдөл
I&Q өгөгдлийг:

- ✓ Бичиж авах
- ✓ Хадгалах
- ✓ Оффлайн горимд дахин тоглуулах боломжтой байх.

3.5 Хатуу дискний хамгаалалт
АМС үйлчилгээний гэрээнд дараах заалт заавал орно:
→ Хатуу диск эвдэрсэн тохиолдолд ЦУОШГ тухайн дискийг өөртөө хадгалж үлдэх эрхтэй. (гадаад үйлчилгээ үзүүлэгчид буцаан өгөх шаардлагагүй).

4. ӨГӨГДЛИЙН ФОРМАТУУД (DATA FORMATS)

4.1 Дижитал өгөгдөл (Digital Data)

4.1.1
Систем нь дараах боломжтой байх ёстой:

- ✓ RAW өгөгдөл (I & Q) архивлах
- ✓ Туйлшралын Допплер цаг агаарын радарын үндсэн өгөгдөл болон бүтээгдэхүүнүүдийг: BUFR, NETCDF, GRIB2, HDF5, KML, KMZ форматууд болон NEXRAD Level-II форматад үүсгэх чадвартай байх.

4.1.2
Нийлүүлэгч компани нь бүх форматын нарийвчилсан техникийн мэдээллийг ЦУОШГ-тэй зөвшилцөн бүрэн гаргаж өгнө.
Энэ нь радарын бүх ажиллагааны параметрүүд болон төлөв байдлын (health) параметрүүдийг хамарна.

4.1.3
RAW өгөгдлөөс дараах өгөгдлүүдийг боловсруулж Cartesian координат руу хөрвүүлнэ:

- ✓ Цаг тутмын хур тунадас (RAINFALL mm/hr)
- ✓ Хуримтлагдсан хур тунадас (RAINFALL ACCUMULATED mm)
- ✓ Сонгосон өндрүүдэд байх хэвтээ салхи (Horizontal Winds)

→ Эдгээр өгөгдөл нь HDF5 болон NetCDF форматад мөн бэлэн байх ёстой.

4.1.4
BUFR, NETCDF, HDF5, GRIB2, NEXRAD Level-II форматуудын:

- ✓ Encoding (бичлэг)
- ✓ Decoding (уншилт)

зэрэг бүх программ хангамжийг Linux эсвэл Windows лицензтэй платформ дээр нийлүүлнэ.
Программ хангамж нь хэрэглэгчийн хэрэгцээ болон ЦУОШГ-ийн техникийн тодорхойлолтын дагуу радарын өгөгдлийг шаардлагатай формат руу хөрвүүлэх чадвартай байх.

4.1.5
NetCDF өгөгдөл дараах стандартуудад нийцсэн байна:

- ✓ NCAR CFRadial
- ✓ ЦУОШГ-NetCDF

Мөн ЦУОШГ-NetCDF, HDF5, BUFR-OPERA форматуудын нарийвчилсан техникийн баримтыг ЦУОШГ нь амжилттай шалгарсан нийлүүлэгчид өгнө.
→ Нийлүүлэгч нь эдгээрийг ашиглан бүх шаардлагатай программын хөгжүүлэлт хийнэ.

4.1.7
Бодит цагийн радарын хур тунадасны мозайк (Real-time radar rainfall mosaic) үүсгэх чадварыг техник-үнэлгээний үеэр нийлүүлэгч компанид заавал Demonstration (Demo) хийлгэж шалгана.
Энэ Demonstration (Demo) нь ялгаатай давтамжийн зурвастай DWR (Doppler Weather Radar) төхөөрөмжүүдийн мэдээллийг нэгтгэсэн байх ёстой.

4.1.8 Радарын бүх бүтээгдэхүүнийг (Radar Products) тендерийн баримтад заасан шаардлагын дагуу нийлүүлэгч компани техник-үнэлгээний (Technical Evaluation) үеэр бүрэн үзүүлж нотолно.

4.1.9 Бодит цагийн хур тунадасны мозайк (Implementation of Real-Time Rainfall Mosaic)
Энэхүү RFP хүрээнд нийлүүлэгдэх бүх DWR (Doppler Weather Radar)-ийн өгөгдлийг нэгтгэн давтамжийн зурвас харгалзахгүйгээр иж бүрэн мозайк (composite mosaic) үүсгэх програмчлал болон ажиллагаа нийлүүлэгчийн бүрэн хариуцлага байна.
Техникийн үнэлгээний хороо радарын бүтээгдэхүүнүүдэд хандаж, шалгах боломжтой байх ёстой.

4.1.10 Proprietary өгөгдлийн формат
Хэрэв нийлүүлэгчийн өгөгдлийн формат проприетар (хаалттай) бол, форматын бүтцийн тайлбар болон decoding программ, кодыг бүрэн хэлбэрээр ЦУОШГ-д нийлүүлэх шаардлагатай.

4.1.11 Формат хөрвүүлэгч (Data Format Converter)
Амжилттай шалгарсан нийлүүлэгч нь дараах хөрвүүлэгч программ хангамжийг нийлүүлнэ:

- ✓ RAW датаг ASCII формат руу хөрвүүлэх
- ✓ Бүх радарын бүтээгдэхүүнийг ASCII руу хөрвүүлэх

4.2 Зураглалын өгөгдөл (Image Data)

4.2.1 Автомат зураг үүсгэх чадвар
Систем нь дараах форматууд дахь өндөр нягтралтай зураг файлуудыг автоматаар үүсгэж вэб хуудас болон HD дэлгэцэд ашиглах боломжтой байна:
JPEG, GIF, TIFF, GEOTIFF, PNG

- ✓ Зураг бүрт дараах боломжтой байх:
- ✓ Эзэлхүүнт хайлтын (volume scan) бүрийн дараа автоматаар файл үүсгэх
- ✓ UTC болон IST цагийг зураг дээр давхар харуулах
- ✓ Зурган файлд олон бүтээгдэхүүнийг хамтад нь оруулах боломжтой байх

Файл нэршлийн стандарт (File Naming Convention)
Дараах файлууд автоматаар үүснэ:

4.2.1.1 caz_stn.gif
• Max Z
• 250 км (C-band)

4.2.1.2 ppz_stn.gif
• PPI Z
• 450 км (C-band)

4.2.1.3 ppi_stn.gif
• PPI Z
• 150 км (C-band)

4.2.1.4 ppv_stn.gif
• PPI V
• 250 км (C-band)

4.2.1.5 vp2_stn.gif
• VVP
• 30 км Range / 10 км өндөр хүртэл (up to 10 km)

4.2.1.6 sri_stn.gif
• SRI
• 150 км (C-band)

4.2.1.7 pac_stn.gif
• PAC
• 150 км (C-band)
• 24 цагийн хуримтлагдсан хур тунадасны зураг

5. SOFTWARE/ПРОГРАММ ХАНГАМЖ

5.1 Үйлдлийн программын онцлогууд (FEATURES)

Радарын систем нь дараах боломжуудыг багтаасан, меню-тулгуурласан GUI интерфейстэй байх ёстой:

5.1.1 Радар ажиллуулах (Operating the radar)

5.1.2 Ажиллагааны скан параметрүүдийг тохируулах

5.1.3 Цаг агаарын бүтээгдэхүүнүүдийн (weather products) тохиргоо

5.1.4 Анхааруулга ба сэрэмжлүүлэг (alerts & warnings) үүсгэх

5.1.5 Системд ашиглагдаж буй сүлжээний харилцаа холбооны тоног төхөөрөмжийн тохиргоо

5.1.6 Дэлгэц дээрх зураглалыг Монголын газрын зураг дээр давхарлан харуулах, улс, аймаг, сумдын хилүүдийг багтаах.
Мөн Аймаг, Сум/багийн хилүүдийг нэмж оруулах боломжтой байх.

5.1.7 Антен, хүлээн авагч, динамик хүрээ зэрэгт автомат тохируулга хийх

5.1.8 Радарын төлөв байдлыг BITE ашиглан хянах (Built-In Test Equipment)

5.1.9 Хайлтын параметрүүдийн тохиргоог GUI-аар хялбар солих боломжтой байх

5.1.10 Үндсэн бүтээгдэхүүн (Base Product) үүсгэх

5.1.11 Base Product-ийг дараах боломжтойгоор дэлгэцэд харуулах:
- ✓ Томруулах (zoom)
- ✓ Өргөрөг/уртрагийн координат харуулах

- ✓ Сонгосон параметрүүдийг харуулах
- ✓ Өнгөний кодчлолтой дэлгэц

5.1.12 Хэрэглэгчийн тогтоосон босго дээр үндэслэн дуу- дүрсний (audio-visual) анхааруулга үүсгэх

5.1.13 Анхааруулгыг (visual/text) хэрэглэгчдэд харилцаа холбооны сувгаар автоматаар дамжуулах

5.1.14 Өмнөх (архив) өгөгдлөөс бүтээгдэхүүнүүдийг дахин боловсруулж, дэлгэцэд харуулах боломжтой байх

5.1.15 Нэгэн зэрэг олон параметрийн өгөгдлийг зэрэгцүүлэн харуулах

5.1.16 Бүх Base data бүтээгдэхүүнүүдийг нэг терминал дээр сонгон харуулах боломжтой байх
→ Энэ нь үндсэн ажиллагаа ба эрдэм шинжилгээний аль алинд ашиглагдана.

5.1.17 Зөвшөөрөлгүй нэвтрэхээс хамгаалах зориулалтын хамгаалалтын программ хангамж багтсан байх
5.1.18 Хүчтэй борооны улмаас үүсэх дохионы сулралын залруулга "attenuation correction" ыг оновчтой гүйцэтгэх

- ✓ ZDR, ΦDP, KDP, ρHV зэрэг хос туйлт параметрүүдэд тулгуурласан алгоритм ашиглана.

5.2 SOFTWARE PRODUCTS
Радарын программ хангамж нь дараах бүх бүтээгдэхүүнүүдийг үүсгэх боломжтой байх.
Бүтээгдэхүүн бүрийн алгоритм болон техникийн зааврыг нийлүүлэгч бүрэн өгнө.

5.2.1 Base Products (Үндсэн бүтээгдэхүүнүүд)

5.2.1.1 Шүүлтүүргүй I & Q өгөгдлийг архивлах болон дахин тоглуулах боломжтой байх.
Архивласан RAW I/Q өгөгдлөөс бүх төрлийн Суурь бүтээгдэхүүн (анхдагч радарын бүтээгдэхүүн)-ийг үүсгэнэ.

5.2.1.2 Систем нь RAW өгөгдөлд дараах засваруудыг хийсний дараа Z, V, σ болон туйлшралын бүх бүтээгдэхүүнүүдийг үүсгэнэ. Үүнд:

Хур тунадасны улмаас үүсэх дохионы сулралын залруулга
→ Хур тунадаснаас шалтгаалсан дохионы сулралтыг засварлаж, ойлтын болон хур тооцооны алдааг бууруулах.

Дэлхийн мурийлтын засвар (Earth curvature correction)
→ Дэлхийн мурийлт болон стандарт атмосферийн хугарал (k-factor)-ын нөлөөг харгалзан тухайн чиглэлд илгээгдэж буй дохионы багцын бодит өндрийг засах

Зай ихсэх тусам үүсэх дохионы сулралтыг тэнцвэржүүлэх засвар. (Range normalization)
→ Алслалтаас шалтгаалсан дохионы сулралтыг тэнцвэржүүлж, бүх зайд харьцуулж болохуйц хэмжилт үүсгэх

Тухайн чиглэлд илгээгдэж буй дохионы багц хаагдлын залруулга Beamblockage correction

→ Рельеф, барилга, саадаас үүсэх partial/total тухайн чиглэлд илгээгдэж буй дохионы багц хаагдалыг тооцон засварлах.

Гадаад эх үүсвэрийн интерференс даралт (External interference suppression)
→ Харилцаа холбоо, цахилгаан төхөөрөмжөөс үүсэх хөндлөнгийн интерференсийг илрүүлж дарах.

Цаг уурын бус цуурайг устгах (Non-meteorological echo removal)
→ Цаг уурын бус echo (шавж, шувуу, clutter)-г шүүн ялгаж устгах

Second-trip echo recovery
→ Unambiguous range-ээс давсан, давхацсан цуурайг илрүүлж, зөв зайд нь сэргээн байршуулах

Газраас ойсон ойлтыг устгах (Ground reflection removal)
→ Газрын гадаргаас үүсэх тогтвортой тусгалыг (ground clutter) илрүүлж устгах

Bright band correction
→ Хайлах давхаргад (melting layer) үүсэх ойлтын хэт өсөлтийг засварлах.

→ Эдгээр бүх засварыг хийж байж Base Product-ийг үүсгэх

5.2.1.3 Хэрэглэгчийн тодорхойлж хадгалсан параметрүүд болон сонгосон хайлтын даалгаврын (scan schedule) -ийн дагуу бүтээгдэхүүнүүд автоматаар үүснэ.

5.2.1.4 Архивласан RAW өгөгдлийг ашиглан offline mode-оор бүх бүтээгдэхүүнүүдийг дахин боловсруулах боломжтой байх.

5.3 PRIMARY PRODUCTS (Анхан шатны бүтээгдэхүүнүүд)

5.3.1 Maximum Display (Z, V, σ)
Систем дараах чадвартай байна:

- ✓ Z, V, σ – үндсэн бүтээгдэхүүнүүдийн хамгийн их утгыг тооцоолон харуулах
- ✓ Хэвтээ чиглэлд: East-West болон North-South
- ✓ Босоо баганад: хэрэглэгчийн тодорхойлсон өндрийн интервал
- ✓ 0–18 км хүрээтэй, 2 км-ийн босоо масштаб бүхий программ хангамжийн хажуу талд байрлах интерфейсийн удирдлагын цэс зураглал гаргана.

5.3.2 PPI (Plan Position Indicator) (Z, V, σ)
Систем нь дараах чадвартай байх:

- ✓ Бүх төрлийн RAW өгөгдлөөс PPI бүтээгдэхүүн үүсгэх
- ✓ Хамгийн доод өнцгөөс хамгийн дээд босоо өнцөг (босоо өнцөг) хүртэл
- ✓ Хэрэглэгчийн сонгосон босоо өнцөг бүрээр
- ✓ Төлөвлөгдсөн хайлт хийх дараалын дагуу автоматаар боловсруулна..

5.3.3 CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator)
Систем нь Эзлэхүүнт хайлтын (volume scan) өгөгдлөөс хэрэглэгчийн тодорхойлсон босоо өндөрт гео-хэвтээ огтлол (CAPPI) үүсгэхийн тулд интерполяци хийж, 1–18 км өндрийн хооронд Z, V, σ параметрүүдийг дүрслэн харуулна.

5.3.4 PCAPPI (Pseudo-CAPPI)
Систем нь дараах аргаар PCAPPI үүсгэнэ:

- ✓ Радарын ойролцоо хэсэгт хамгийн өндөр босоо өнцөг scan-ийн өгөгдлийг ашиглана

- ✓ Хол зайд радарын туяа хэрэглэгчийн тодорхойлсон өндрийн хавтгайг огтлохгүй тохиолдолд хамгийн доод босоо өнцгийн хайлтын өгөгдлийг ашиглана

→ Ийм хосолсон өгөгдлөөс 1–18 км өндрийн хооронд Z, V, σ параметрүүдийг харуулна.

5.3.5 VCUT (Vertical Cut)
Систем нь хэрэглэгчийн заасан хоёр цэгээр дайрсан босоо хавтгайг сонгон, Эзлэхүүнт хайлтын (volume scan) өгөгдлөөс үндсэн бүх бүтээгдэхүүнүүдийг (Z, V, σ) интерполяци хийж, сонгосон параметрүүдийг босоо огтлол хэлбэрээр дүрслэн харуулна.

5.3.6 EBASE (Echo Base)
- ✓ Систем нь Эзлэхүүнт хайлтын (volume scan) өгөгдлөөс
- ✓ Хэрэглэгчийн заасан босго утга (threshold)-аас дээш
- ✓ Эхо дохио үзэгдэх хамгийн доод өндөрлөгийг автоматаар тодорхойлж, Z, V, σ параметр тус бүрээр хэрэглэгчид харуулна.

5.3.7 ETOP (Echo Top)
Систем нь Эзлэхүүнт хайлтын (volume scan) өгөгдлөөс
- ✓ Хэрэглэгчийн босго утгыг хангаж буй
- ✓ Эхо дохионы хамгийн дээд хилийг автоматаар тодорхойлох ба Z, V, σ сонгосон параметрүүдийг ETOP бүтээгдэхүүн хэлбэрээр харуулна.

5.3.8 HAIL WARNING (Мөндөрийн анхааруулга)
Систем нь баталгаатай мөндөр илрүүлэх алгоритмд тулгуурлан PPI дэлгэц дээр хэрэглэгчийн сонгосон талбар(ууд)-д мөндөр анхааруулах тэмдэг (hail warning symbol) автоматаар байршуулна.

5.3.9 HYDROMETEOR CLASSIFICATION
Систем нь дараах туйлшралын параметрүүдэд тулгуурлан гидрометеорийн ангиллын бүтээгдэхүүн үүсгэнэ:
- ✓ ZDR
- ✓ ΦDP
- ✓ KDP
- ✓ ρHV

Гидрометеор ангиллыг өөрийн орны цаг уурын нөхцөлд тохируулан, шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр параметрүүдийг өөрчлөн тохируулах боломжтой байх ёстой.
Энэ ангиллын хүрээнд мөндөр илрүүлэх алгоритм нь заавал багтсан байна.

5.4 Цаг уурын дэд бүтээгдэхүүнүүд (Derived Meteorological Products)

5.4.1 Хурдны бүтээгдэхүүнүүд (Velocity Products)
Систем нь дараах хурдны бүтээгдэхүүнүүдийг үүсгэж, дэлгэцэд харуулна:

5.4.1.1
Тогтмол босоо өнцөг (босоо өнцөг) болон тогтмол налуу зайд (slant range) азимутын дагуух радиаль хурдны (VAD) огтлол.

5.4.1.2
Хэрэглэгчийн тодорхойлсон тогтмол зайд, тодорхой өндрийн болон азимутын өнцгүүдэд харгалзах радиаль хурдны зураглал.

5.4.1.3
Радарын дээрх босоо баганад (vertical column) хэвтээ салхины хурд болон чиглэлийг салхины барб тэмдэглэгээтэйгээр өөр өөр өндөрт харуулна.
• Мөн divergence болон convergence бүтээгдэхүүн багтана.
→ (VVP_1)

5.4.1.4
Радарын төвөөс 30 км радиуст, 10 км хүртэл өндөрт радиаль хурдны өгөгдлөөс стандарт алгоритмаар боловсруулсан хэвтээ салхины босоо профайл (vertical wind profile) үүсгэнэ.
• Үр дүн нь салхины барб хэлбэртэй
• Цаг хугацааны дараалаар (time-series) хэрэглэгчийн сонгосон хугацаанд харуулна
→ (VVP_2)

5.4.1.5
Хэрэглэгчийн сонгосон өндрийн давхаргад
хэвтээ салхины векторууд (UWT) -ийг барб хэлбэрээр харуулна.
- ✓ Доор нь Reflectivity эсвэл Velocity мэдээллийг давхарлан харуулах боломжтой
- ✓ PPI болон CAPPI форматаар гарна.

5.4.2 Гидрологийн бүтээгдэхүүнүүд (Hydrological Products)
Систем нь дараах гидрологийн бүтээгдэхүүнүүдийг гаргана:

5.4.2.1
Туйлшралын моментүүд болон Z–R харьцаанд тулгуурласан хур тунадасны интенсив (Rainfall Intensity)
- ✓ Хэрэглэгчийн сонгосон газрын гадарга орчмын давхаргад
- ✓ Газар дээрх тогтмол өндрийн утгаар
- ✓ Фазын шилжилтийн (Freezing layer height) өндрийг динамикаар тохируулах боломжтой

→ Энэ өндрийн мэдээллийг ЦУОШГ текст файл хэлбэрээр өгнө.

5.4.2 Гидрологийн бүтээгдэхүүнүүд

5.4.2.2
Хэрэглэгчийн тодорхойлсон атмосферт давхаргад агуулагдах усны агууламжийн агшин зуурын тооцоолол (VIL)ба PPI дэлгэц дээр харуулах боломжтой байх.

5.4.2.3
Туйлшралын параметр болон Z–R харьцаанд тулгуурлан хэрэглэгчийн сонгосон хугацааны интервалд хур тунадасны хуримтлал (PAC)-ыг үүсгэх.

5.4.2.4
Хэрэглэгчийн тодорхойлсон ус хурах сав газар (catchment basin)-т сонгосон хугацааны интервалд орсон нийт хур тунадасны хэмжээг тооцоолох.

5.4.2.5
Хэрэглэгчийн шаардлагын дагуу голын сав газрын газрын зураг (river basin map)-ийг давхарлан харуулах боломжтой.

5.4.2.6
Радарын систем нь хурын хувин болон диздрометерээс ирж буй бодит цагийн өгөгдлийг (жишээ нь текст, CSV зэрэг стандарт форматтай) автомат хүлээн авч, цаг хугацаа болон байршлын дагуу радарын бүтээгдэхүүнтэй уялдуулах боломжтой

байна. Уг гадаргын хэмжилтийн өгөгдлийг радарын зураглалтай хамтатган (overlay) харуулах боломжтой байх ба энэ боломжийг нэмэлт тохиргоо шаардахгүйгээр FAT/SAT үе шатанд нотлон харуулна Хур тунадасны интенсив, хурд, хуримтлал зэрэг бүтээгдэхүүнүүдийг хурын хувин (rain gauge) болон дистрометрийн бодит цагийн мэдээллээр бодит хугацаанд тохируулах боломжтой. Хурын хувин болон дистрометрийн өгөгдөл нь радарын зураглалын хамт харуулна.
→ ЦУОШГ нь эдгээр мэдээллийг текст форматтайгаар өгнө.
5.4.2.7
Хур тунадасны хэмжээ болон хурдны бүтээгдэхүүнүүдийг хурын хувин болон дистрометрийн өгөгдлөөр онлайн тохируулах боломжтой байх.

5.4.2.8
Систем нь ойлтын болон хос туйлт хэмжилтүүдийг газрын гадаргын хэвтээ хур тунадасны зураглал (horizontal rainfall map) болгон хөрвүүлнэ.

5.4.2.9
Систем нь зөвхөн Z(h) бус, туйлшралын параметрүүдийн хослолыг ашиглан илүү нарийвчилсан хур тунадасны хурдны (rain rate) мэдээлэл үүсгэх.

5.4.2.10
Туйлшралын параметрт тулгуурласан алгоритм ашиглан мөндөр, цаг уурын бус (non-meteorological) эхо, дохионы сулралаас үүсэх нэгж хугацаанд орж буй хур тунадасны хэмжилтийн алдааг засварлах бүрэн боломжтой байх.
5.4.3 Нисэхийн бүтээгдэхүүнүүд (Aviation Products)

5.4.3.1
Систем нь салхины хурдны дараах уламжлалуудыг тооцно:
- ✓ Радиаль
- ✓ Азимут
- ✓ North–South
- ✓ East–West

→ Эдгээрээс хэвтээ, босоо, 3 хэмжээст салхины shear-ийг гаргана.

5.4.3.2
Систем нь дараах аюулт үзэгдлүүд дээр дуу чимээ, clutter, интерференс өөрчлөгдөхөд босгыг даган өөрчилж, жинхэнэ дохиог найдвартай ялгах босго ашиглан анхааруулах бүтээгдэхүүн үүсгэх чадвартай байх:
- ✓ Microburst
- ✓ Meso-cyclone
- ✓ Wind shear

5.4.3.3
Хэрэглэгчийн тодорхойлсон агаар мандлын давхаргад хамгийн их турбулентын (maximum turbulence) хэмжээг тооцож дээрээс харах (top-view) хэлбэрээр харуулна.

5.4.4 Анхааруулга ба урьдчилсан мэдээний бүтээгдэхүүнүүд

5.4.4.1
Систем нь дараах үзэгдлүүдийн анхааруулах тэмдэг (warning symbols)-ийг
Огноо, цагийн дүрслэл дээр автоматаар бий болгон харуулна:

Thunderstorm (Аянгатай аадар борооо)
→ Хүчтэй конвекц, аянга цахилгаан, аюулт үзэгдэл бүхий хур тунадас агуулсан үүлний системийг илрүүлэх.

Hailstorm (Мөндөртэй бороо)
→ Мөндөр дагалдсан хүчтэй конвекцийн үзэгдэл, ихэвчлэн өндөр ойлт бүхий мөндрийн голомтыг илрүүлэх.

Dust storm (Шороон шуурга)
→ Салхины нөлөөгөөр шороо, тоос өргөгдөн тархсан үзэгдэл илрүүлэх; радар дээр weak echo хэлбэрээр ажиглагдана.

Meso-cyclone (Мезоциклон)
→ Конвекцийн үүл доторх дунд хэмжээний эргэлттэй агаарын масс; допплерийн хурдны талбараар илрүүлэх.

Convergence (Агаарын урсгалын нийлэлт)
→ Доод давхаргад агаарын урсгалууд нийлж дээш чиглэсэн хөдөлгөөн үүсэх бүс илрүүлэх.

Divergence (Агаарын урсгалын сарнил)
→ Агаарын урсгал тархан холдох бүс; уруудах хөдөлгөөнтэй холбоотой салхийг илрүүлэх.

Gust fronts (Салхины түрэлт, шуурганы урд хязгаар)
→ Конвекцийн системийн урд хэсэгт байрлах хүчтэй салхины огцом өөрчлөлттэй заагийг илрүүлэх.

5.4.4 Анхааруулга ба урьдчилсан мэдээний бүтээгдэхүүнүүд

5.4.4.2
Систем нь үүл хур тунадасны шилжилтийн хурд болон чиглэлийг тооцоолох бүрэн чадвартай байх.

5.4.4.3
Систем нь хэрэглэгчийн тодорхойлсон дараах нөхцөлүүдийн аль нэг нь биелсэн үед анхааруулах дохио (warning) автоматаар үүсгэнэ:

- ✓ Ойлт/Reflectivity
- ✓ Хурд/Velocity
- ✓ Нэгж баганад агуулагдах хур тунадас/VIL
- ✓ Хур тунадасны эрчимшил/Rainfall intensity
- ✓ Тодорхой хугацааны интервалд хуримтлагдсан хур тунадасны нийт хэмжээ/ Rainfall accumulation
- ✓ Нөөлөг салхи/Wind shear

5.4.4.4
Систем нь шуургатай холбоотой tornado, gust front–ийг илрүүлж, дэлгэц дээр зураг (visual) болон бичгээр анхааруулга өгөх чадвартай.

5.5 Текст ба тоон мэдээлэл хэлбэрээр дамжуулагддаг радарын бүтээгдэхүүнүүд (Alphanumeric Products)
Систем нь бүх төрлийн бүтээгдэхүүнүүдийг (base, primary, derived) ASCII хүснэгтэн формат хэлбэрээр гаргах боломжтой байх.

6.1 Built-In Test Equipment (BITE)

6.1.1

Радарын техник хангамж болон программ хангамжийн ажиллагааг тасралтгүй хянах, хамгийн сүүлийн үеийн технологид тулгуурласан орчин үеийн BITE систем нийлүүлнэ.

6.1.2
BITE процессор нь радарын систем доторх бодит цагийн аналог ба тоон утгуудыг хэмжиж боловсруулан, тэдгээрийн утга зөвшөөрөгдөх хязгаараас гарах үед алдааны мэдэгдэл (error message) үүсгэнэ.

6.1.3
BITE процессор нь радарын систем доторх модуль / PCB бүрийн оролт болон гаралтын дохиог стандарт утгаас хазайсан эсэхийг тасралтгүй хянах ёстой.

6.1.4
Алдаа гарсан тохиолдолд дуут дохио (audio alarm) ажиллана.

6.1.5
Сүлжээнд холбогдсон бүх радарын статусын төвлөрсөн хяналтыг хангана.

7. Сүлжээ болон Харилцаа холбооны системийн зохицуулалт (Networking & Communication)

7.1
Бодит хугацааны хэлбэрээр дараах өгөгдлийг төв сервер рүү дамжуулах зохих харилцаа холбооны тоног төхөөрөмж болон программ хангамж нийлүүлнэ:

- ✓ Дижитал радарын өгөгдөл
- ✓ Реал-тайм зураг (images)

→ Дамжуулалт нь найдвартай, тасралтгүй байх шаардлагатай.

7.2
Радарын талбай, тохируулгын талбай болон команд-хяналтын төвүүдэд шаардлагатай бүх сүлжээний тоног төхөөрөмжийг нийлүүлэгч бүрэн хангана.

7.3
Радарын өгөгдлийг GSM, VPN, болон интернэтээр дамжуулахад шаардлагатай интерфейсүүдийг нийлүүлэгч бүрэн хангана.

7.4
Эдгээр хяналтын төвүүд нь радарын бүх ажиллагааг хянах, удирдах боломжтой байна.
Тус төв бүрийн хариуцсан радарын өгөгдөл нь:
• Бодит цагийн дэлгэцэд
• Радарын төлөв байдлын параметрүүд болон
• Цаг агаарын бүтээгдэхүүнүүдийг
ажиллагааны горимд хянах зориулалтаар ашиглагдана.

7.5
Харилцаа холбооны суваг (communication link)-ийг ЦУОШГ хангана.
→ Нийлүүлэгч нь шаардлагатай өргөн зурвасын хэмжээг (bandwidth) тодорхой заана.

7.6
Команд-хяналтын төвүүдэд нийлүүлэх тоног төхөөрөмж, программ хангамжийн бүх нийлүүлэлт (deliverables) нь Annexure-III-ийн дагуу байна.

7.8 GIS Overlay

Бүх радарын өгөгдлийг GIS газрын зураг дээр давхарлан харуулах боломжтой байх.
Мөн дараах газрын зураг эх үүсвэрүүдийг давхарлан харуулах боломжтой байх:

- ✓ Google Maps
- ✓ OpenStreetMap
- ✓ ESRI / ArcGIS

→ Мөн локал GIS серверийг OpenStreetMap өгөгдлөөр суурилуулж, ашиглах боломжтой байх.

Overlay хийх бүтээгдэхүүнүүд:
7.8.1 Reflectivity
7.8.2 Rainfall
7.8.3 Rainfall, Velocity, Hydrometeor Classification-д суурилсан анхааруулгууд
7.8.4 GIS программын **perpetual license** шаардлагатай бол нийлүүлэгч үнэгүй олгоно
7.8.5 Аймаг, сумын хилийн shape файл-уудыг ЦУОШГ нийлүүлэгчид өгнө

8. СУУРИЛУУЛАЛТ (INSTALLATION)**

8.1
Бүх суурилуулалтын ажил, түүний дотор иргэний барилгын ажил (civil works) нь нийлүүлэгчийн хариуцлага. ЦУОШГ-ийн ажилтнууд суурилуулалтын үйл явцад оролцож хяналт тавина.
Суурилуулалтад шаардлагатай бүх материалуудыг нийлүүлэгч хангана.

8.2
Бүх радарын систем нь бүрэн ажиллагаатай байдлаар, тогтоогдсон хүлээн авагч талд (consignee)** хүргэгдэн нийлүүлэгдэнэ. Энэ хүрээнд шаардлагатай цементэн бетон суурь
Суурилуулалтад шаардлагатай:

- ✓ Газар хөдлөлийн бүсийн шаардлагад нийцсэн бетон суурь
- ✓ Хэрэв шаардлагатай бол гидравлик тэгшлэгч систем (hydraulic levelling)
- ✓ Сүлжээний тоног төхөөрөмж
- ✓ UPS + батарей
- ✓ Гурван фазын хүчдэлийн тогтворжуулагч

→ Эдгээр бүхнийг нийлүүлэгч бүрэн хангана.

8.3 Ган цамхаг дээрх суурилуулалтын шаардлага

- ✓ Радарын систем нь талбай дээр 15-20 м өндөр, цайрдсан ган цамхаг дээр суурилна.
- ✓ Цамхаг нь 60 см зузаан бетонон суурьтай байна.
- ✓ Радарын антен болон радом нь уг цамхаг дээр байрлана.
- ✓ Цамхаг нь радарын бүх динамик ачааллыг— хүчтэй салхины ачааллыг оруулаад —даах бүтцийн чанартай байх.
- ✓ Цамхгийг нийлүүлэгч өөрөө босгон байгуулна.

8.4 Радомын үйлчилгээний талбай

- ✓ Радомын суурийн эргэн тойронд 1 метр өргөнтэй алхах/шалгах (walk/inspection) талбай байна.
- ✓ Энэхүү талбай нь 1.5 м өндөртэй хамгаалалтын хашлага (safety railing)-тай байх.
- ✓ Хашлага нь радарын энгийн ажиллагаанд дохиог хаахгүй байх ёстой.

8.5 Иргэний барилгын ажлын бүрэн хариуцлага
Радар болон дагалдах бүх тоног төхөөрөмжийн суурилуулалт, site preparedness буюу талбайн бэлэн байдлын бүх ажил нь нийлүүлэгчийн бүрэн хариуцлага байна.

8.6 Газрын тэгшилгээ ба хашаа

- ✓ Талбайг 3 м хүртэл тэгшлэх
- ✓ Ойролцоогоор 30 м × 30 м хэмжээтэй хашаа барих

→ Эдгээр ажлыг нийлүүлэгч гүйцэтгэнэ.

8.7 Иргэний ба цахилгааны бүх шаардлагын зураг, схем

Суурилуулалтын өмнө нийлүүлэгч дараах материалыг ЦУОШГ-д өгнө:

- ✓ Цахилгааны угсралтын зураг
- ✓ Антен ба радомын суурилуулалтын диаграм
- ✓ Иргэний барилгын бүх шаардлагын тусдаа жагсаалт

8.8 Давтамжийн зөвшөөрөл (Frequency Clearance)

Харилцаа холбооны зохицуулах хорооноос Допплерийн цаг уурын радарыг ажиллуулахад шаардлагатай давтамжийн зөвшөөрлийг нийлүүлэгч бүрэн хариуцаж авна.

- ✓ Харилцаа холбооны зохицуулах хорооноос зөвшөөрөл олгогдсоны дараа ЦУОШГ-д шаардлагатай радиодолгион ашиглах зөвшөөрөл, гэрчилгээ-г бүрэн өгөх ёстой.
- ✓ Хуулийн дагуу шаардагдах бүх баримтыг ЦУОШГ нийлүүлэгчид гаргаж өгнө.

8.9 Гадны дохионы нөлөөний хэмжилт (Noise Survey)

Суурилуулах талбайд гадны дохионы нөлөөний хэмжилтийг нийлүүлэгч гүйцэтгэнэ.

8.10 Газрын газардуулга (Electrical Earthing)

Радар болон бүх дагалдах тоног төхөөрөмжид зориулж chemical-gel earthing буюу түүнээс илүү технологиор газардуулга хийнэ.

8.11 Аянгын хамгаалалт (Lightning Protection)

- ✓ Радомын орой дээр аянгын ниргэлтээс хамгаалагч төхөөрөмж суурилуулна.
- ✓ Аянга хамгаалалт нь химийн гель ашигласан гүн газардуулга + зэс хавтан суурьтай байх.
- ✓ Газардуулгын эсэргүүцлийг хэмжиж, стандартын дагуу баталгаажуулна.

8.12 Surge Protection

Бүх талбайд гадаад хүчдэлийн өсөлтөөс хамгаалах төхөөрөмж (Surge Protection Device) суурилуулна.

8.13 Aviation Warning Lamps

Антен/радомын орой дээр, зохих өндрийн дагуу нисэхийн анхааруулах дохиоллын гэрлүүдийг нийлүүлэгч суурилуулна.

8.14 Tower Installation – Power & Communication

Цамхаг барих, радарыг угсрах, commissioning хүртэлх үе шатуудад шаардлагатай цахилгаан хангамж болон холбооны бүх нөхцөлийг амжилттай шалгарсан нийлүүлэгч өөрөө бүрэн хангана.

Харин суурилуулалт ба ашиглалтад бүрэн авсны дараа, радарын хэвийн ажиллагаанд шаардагдах цахилгаан болон холбооны нөхцөлийг ЦУОШГ хариуцна.

8.15 Accommodation & Transportation

ЦУОШГ нь нийлүүлэгчийн суурилуулалтын багийн байр, хоол, тээвэрлэлтийн дэмжлэгийг заавал хангахгүй байж болно.

8.16 Радиодолгион ашиглах зөвшөөрөл, гэрчилгээ & ХАРИЛЦАА, ХОЛБООНЫ ЗОХИЦУУЛАХ ХОРОО –ны зөвшөөрөл

Нийлүүлэгч нь гадны дохионы нөлөөний хэмжилтийг хийж, ХАРИЛЦАА, ХОЛБООНЫ ЗОХИЦУУЛАХ ХОРОО-оос авах шаардлагатай радиодолгион ашиглах зөвшөөрөл, гэрчилгээ бүрэн хариуцна.
→ Хуулийн дагуу шаардагдах бүх бичиг баримтыг ЦУОШГ нийлүүлэгчид өгнө.

АЖЛЫН ДААЛГАВАР, ТЕХНИКИЙН ТОДОРХОЙЛОЛТ БОЛОВСРУУЛСАН:

АЖЛЫН ХЭСГИЙН АХЛАГЧ: Д.УЛАМБАЯР

ГИШҮҮД: Л.ОЮУНЖАРГАЛ

Ж.УЯНГА

Ц.ДОВЧИН

Ч.НАРАНБААТАР

АЖЛЫН ХЭСГИЙН НАРИЙН БИЧИГ: Э.БАТТҮШИГ