



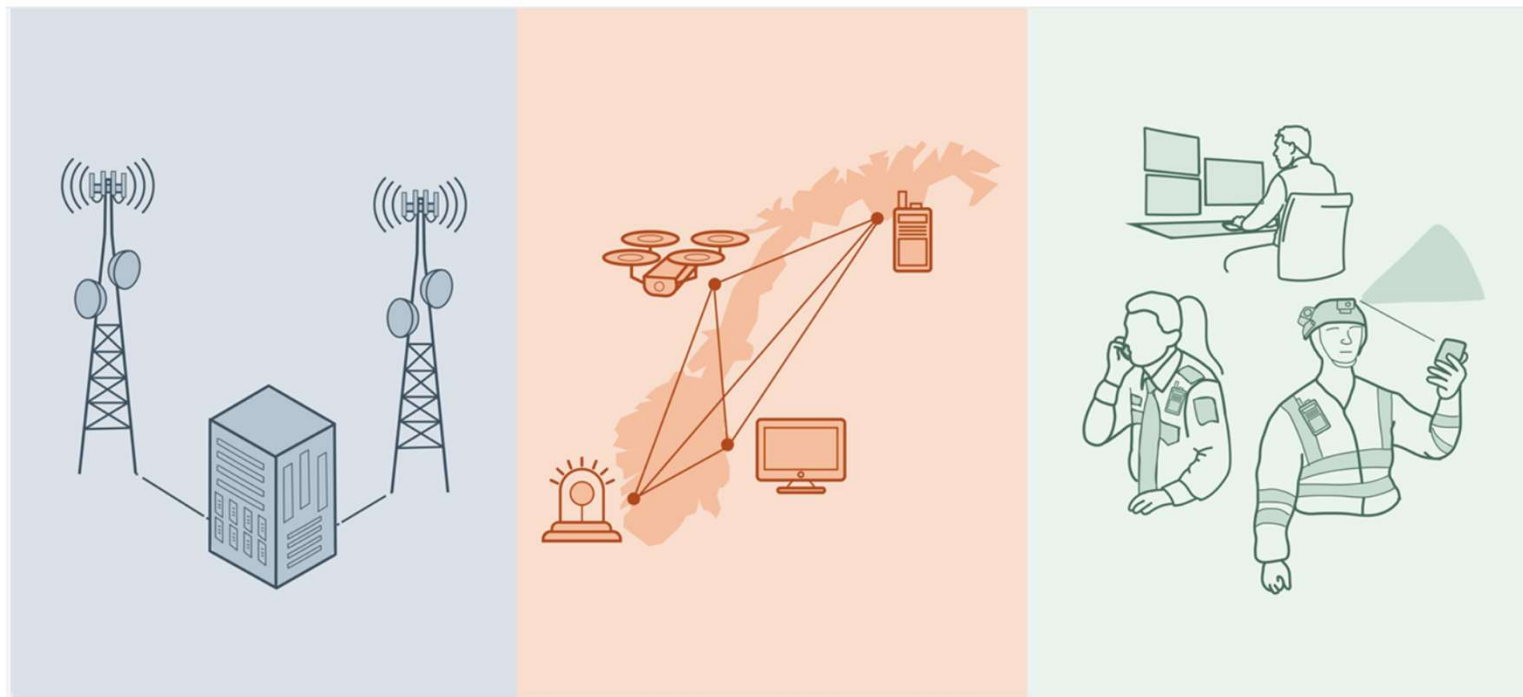
Utfordringer ved bruk av kommersiell mobilteknologi for å realisere fremtidens nødnett.

Haakon Bryhni, Jan Marius Evang

Center for Resilient Networks and Applications (CRNA), SimulaMet

simulamet

Nye nødnett - basert på mobilteknologi



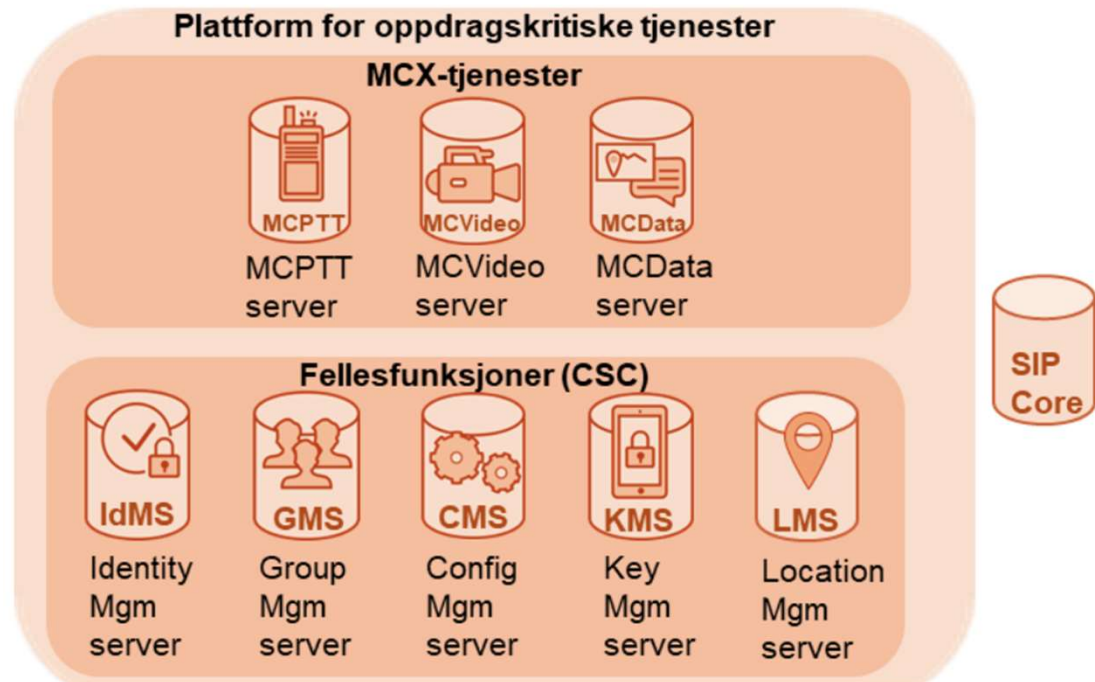
Source: DSB

simulamet

Mission Critical Communications (MCX)



MCX
applikasjoner



simulamet

Sivile nett og kommersiell mobilteknologi for nødnett?

Sivile mobilnett og kommersiell mobil-teknologi er ikke tilstrekkelig forberedt for kritisk kommunikasjon og mangler grunnleggende funksjoner for robusthet.

Hvilke utfordringer må løses for å etablere fremtidens nødnett basert på mobilteknologi?

Fordeler ved å bruke kommersielle nett og teknologi til nødnett

Kommersielle nett

- Allerede etablert infrastruktur
- God dekning der det er folk
- Eksisterende driftsorganisasjon
- Kostnadsdeling med betalende kunder



Kommersiell teknologi

- Global standard
- Komponenter med høyt volum
- Rikt utvalg av terminaler
- God tilgjengelighet (kunnskap, deler, systemer, terminaler)



Privat samband

- Unngå å avsløre nødnett-aktivitet (eks: TETRA-detektorer)



simulamet

Utfordringer 1

Manglende dekning

- Nasjonalparker
- For helikopter, droner og fly
- Ved katastrofer

Tradisjonelt sentralisert infrastruktur (“telefonsentralen”)

- Redundante komponenter i samme geografiske område
- Primær / sekundær datasenter for sentrale komponenter er ikke nok

Robust roaming

- Nasjonal roaming - avhengig av kjernenett hos valgt operatør - roaming slutter å virke ved utfall
- Internasjonal roaming - avhengig av felles standarder, interoperabilitet
- MCX migration - autentisering, krypteringsnøkler, rolle/gruppe definisjon

simulamet

Utfordringer 2

Overbelastning

- Kan oppstå ved store ansamlinger av abonnenter
- Kan oppstå ved utfall av deler av nettet
- Kommunikasjon for nødnett løses med prioritet, men dette er vanskelig å måle

Robuste nettverk

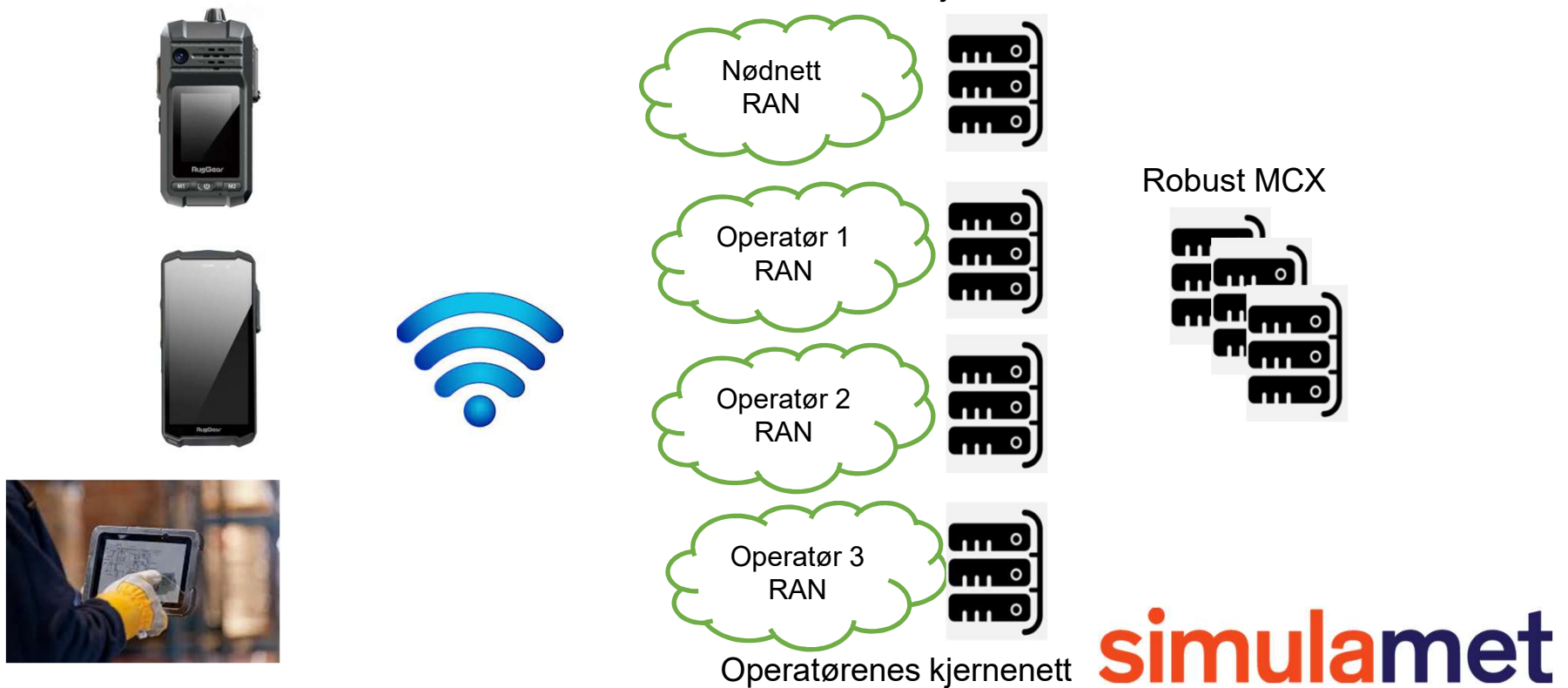
- Redundant samband til basestasjoner (lag 1, 2 og 3)
- Redundans i transportnettet (landsdekkende)
- Sikker synkronisering (IEEE 1588v2 for kablet nett, GPS, alternativer?)

Fysisk robusthet

- Strømforsyning (kablet strøm som første alternativ, UPS med betydelig batterikapasitet for strømbrydd, solceller, generator/fuelcell for reservekapasitet)
- Fiberfremføring til basestasjoner (med forsikring om fysisk adskilt fremføring)
- Reservesamband (integrated backhaul, dedikert radiolink)
- Lite utstyr i eget lager - supplering av utstyr kan ha lang leveringstid

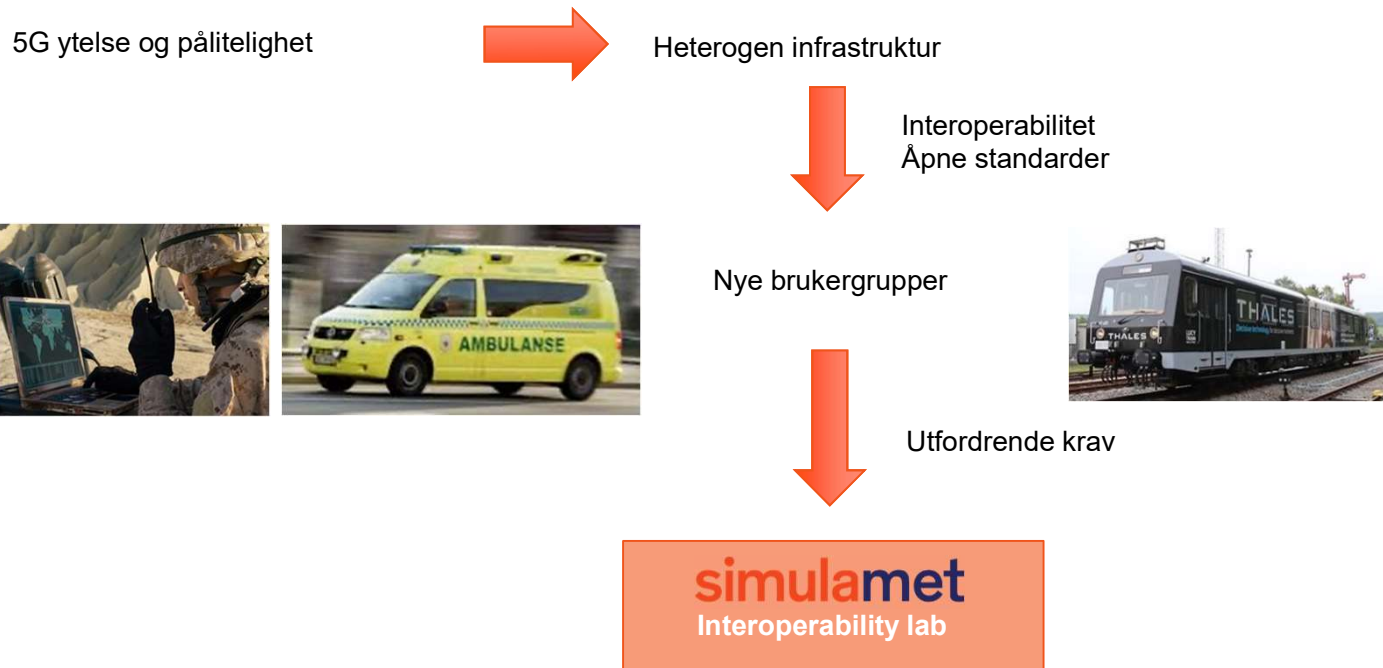
simulamet

Kombinasjon av sivile nett og dedikert nødnett



simulamet interoperability lab

“SMIL”



simulamet

Foreløpige erfaringer fra våre målinger

Roaming tar lang tid

- I verste fall 15 minutter for å gjennomføre roaming til annen operatør
- Roame tilbake til hovedoperatør tar minst 6 minutter
- Prioritetsliste over operatører påvirker tid for roaming, kan ikke påvirkes av bruker

Roaming er ikke alltid optimal

- Operatørens EDGE foretrekkes fremfor roamingpartners 5G
- Valg av terminalens strategi for roaming kan ikke enkelt påvirkes av abonnent

Handover

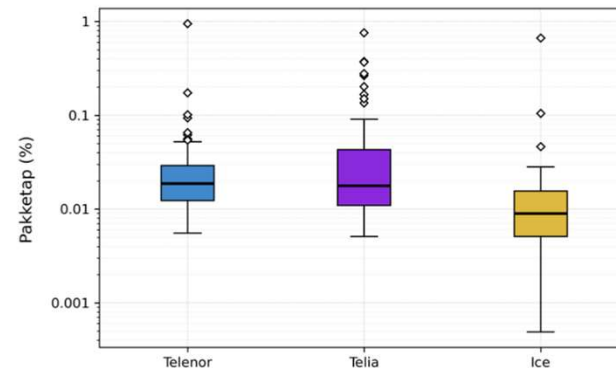
- I optimale tilfeller raskt og uten utfall av samband
- Varierende scenario gir mellom 2 - 30 sekunder for å gjøre handover mellom celler

Prioritetsabonnement

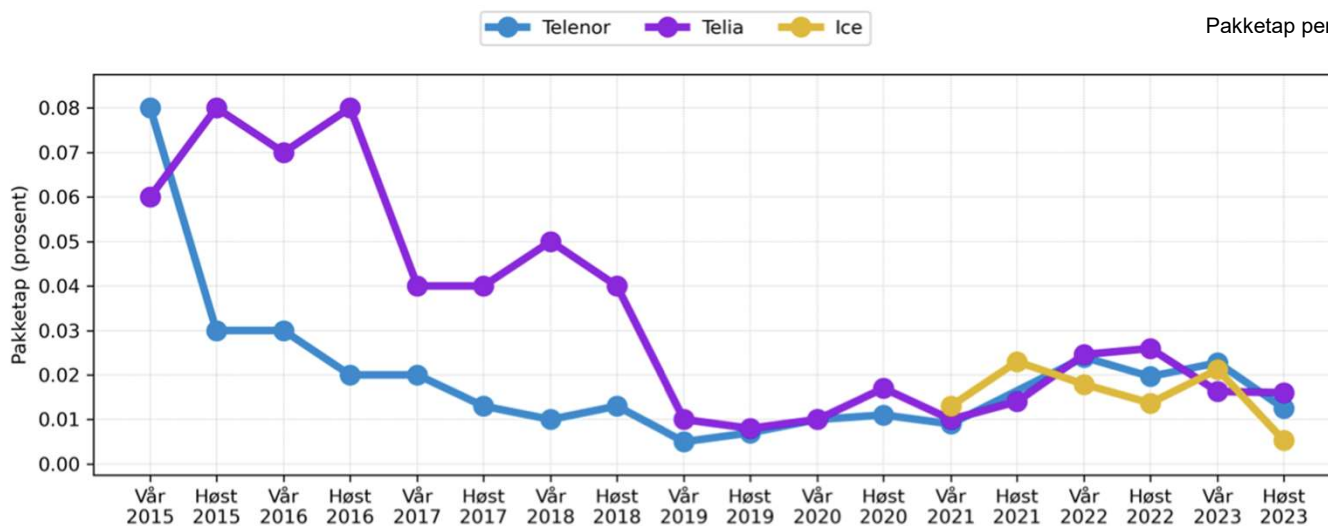
- Det tar for lang tid å gjennomføre roaming
- Ved grisgrendt dekning gir ikke Prioritetsabonnement god nok tjeneste for tidskriske samband

Måleresultater, pakketap

- Pakketap normalt ca 0.01% i 2023, tidvis opp til 1%
- Positiv utvikling av pakketap over tid



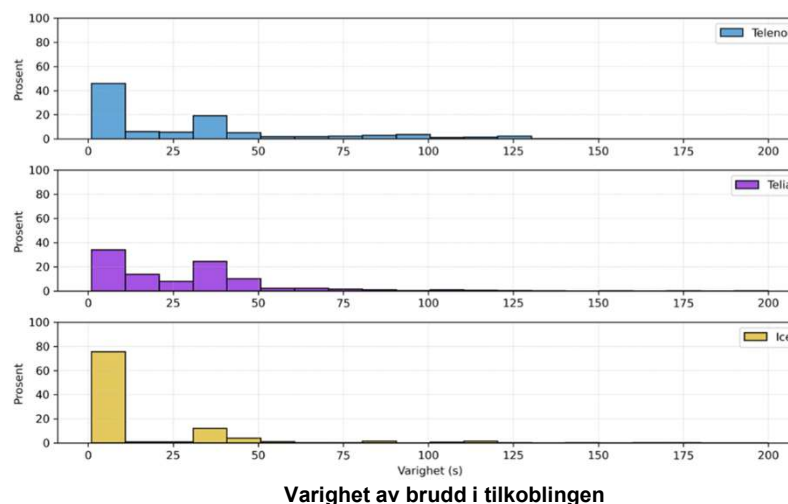
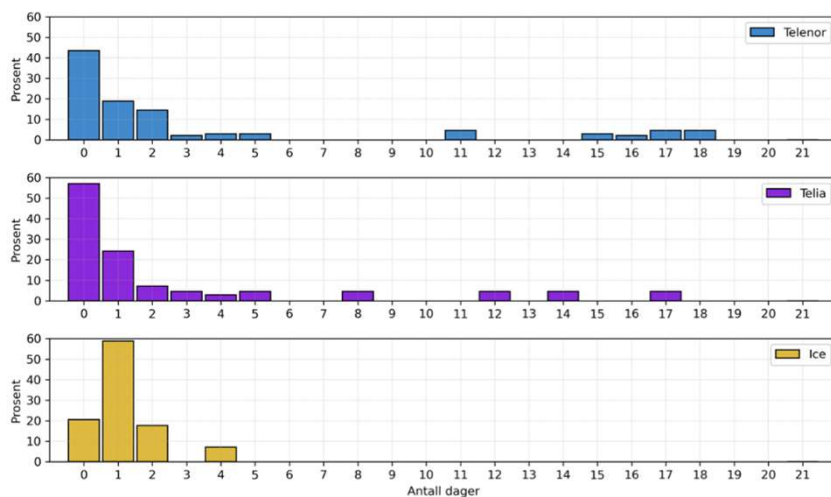
Pakketap per operatør i 2023.



Utvikling i median tapsrate 2015-2023.

Måleresultater, nedetid og varighet av brudd

- Nedetid: antall dager forbindelsene hos hver operatør opplever vesentlig nedetid, her definert som minst ett minutt nedetid totalt i løpet av døgnet. De fleste forbindelsene hos alle operatørene opplever få slike dager.
- Varighet av brudd: Fordelingen av varighet for brudd i tilkoblingen over alle forbindelser for hver operatør. De fleste feilene er kortvarige, og det store flertallet varer under ett minutt.



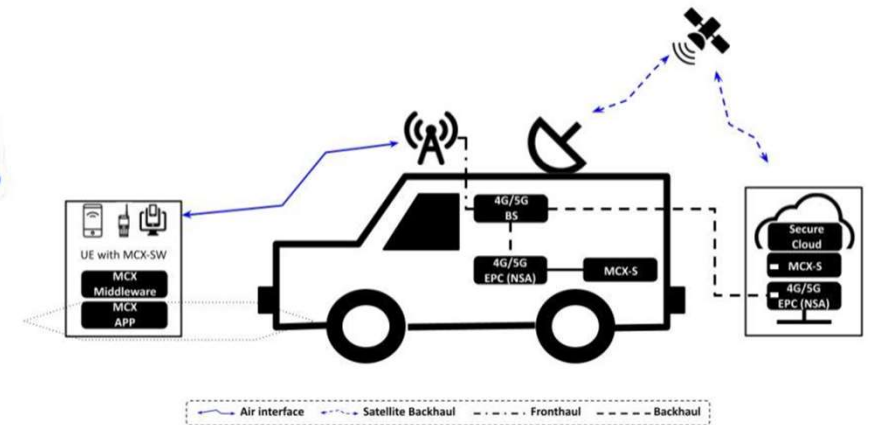
Antall dager med nedetid over ett minutt. Telenor (øverst), Telia (midten) og Ice-mobil (nederst).

Kilde: Norske Mobilnett 2023 (Simula Met)

Varighet av brudd i tilkoblingen
simulamet

Mulige løsninger

- Forsterket EKOM
- Styrket robusthet i alle ledd
- Nye basestasjoner for luftdekning
- (Mobile) rekkeviddeforlengere + Satellitt
- Regional autonomi
- Formalisert samarbeid under planlegging og i form av katastrofeøvelser
- Optimalisering av nasjonal roaming (hvis det blir en del av løsningen)
- Prioritet for nødnett i de kommersielle nettene.
- Grundig testing og pilotering
- **Mål: Sikre at nytt nødnett blir minst like bra som nåværende**



Eksempel på Cell on Wheels test-plattform

Konklusjon

Det er betydelige utfordringer

- Dekning (nasjonalparker, tunneller, helikopter/fly/droner)
- Robust operasjon ved katastrofer (naturlig, sabotasje, krise, krig)
- Dagens kostnadsoptimaliserte nett (dekningsmangler, enkle fibersamband, batteritid, ...)
- Dagens sentraliserte infrastruktur
- Håndtering av overbelastning (prioritet)

Utfordringene kan løses

- Redundante kjernefunksjoner, nett og fysisk infrastruktur
- Løsninger for lokalt autonomt samband
- Optimalisere roaming
- Robuste applikasjoner

Arbeidet må startes nå

- Informasjon fra leverandørene (RFI)
- Laboratorie- og feltforsøk
- Testing med pilotbrukere

Tillit blant brukerne må fortjenes

- Testing med pilotbrukere
- Fortløpende Kvalifisering, akseptansetester
- Samarbeid mellom aktørerene (operatører, leverandører, brukerorganisasjoner, myndigheter)

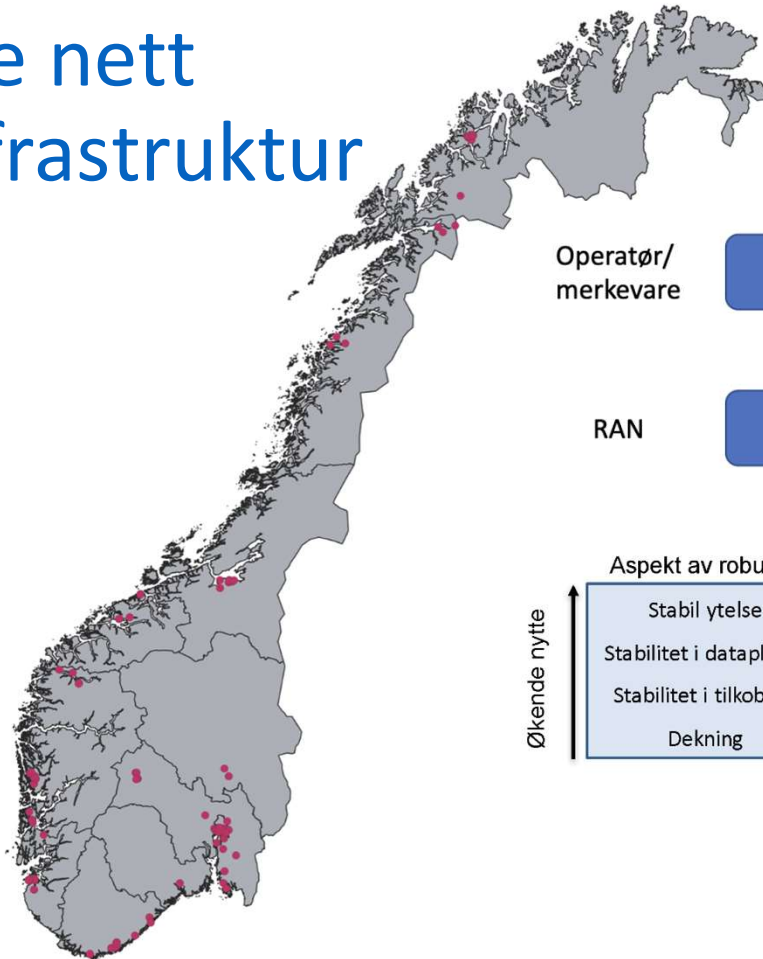
simulamet

SimulaMet - Centre for Resilient Networks and Applications

- Analyserer kritiske komponenter, risikofaktorer og suksesskriterier i fremtidens nødnett
- Gjennomfører målinger av norske mobilnett over lang tid på oppdrag fra Digitaliseringsdepartementet og publiserer årlig rapport om Norske mobilnett
- Har etablert testomgivelse for fremtidens nødnett basert på vår egen 5G-lab *SimulaMet Interoperability Lab* (SMIL)
- Er uavhengig rådgiver i teknologivalg for myndigheter og industri
- Studerer utvalgte problemstillinger som f.eks. robusthet, sikkerhet, applikasjoner, handover, synkronisering, bruk av kunstig intelligens i nettverk mv.
- Åpen for forskningssamarbeide og oppdragsforskning

simulamet

Robuste nett måleinfrastruktur



Operatør/
merkevare

Telenor

Telia

Ice mobil

RAN

Telenor

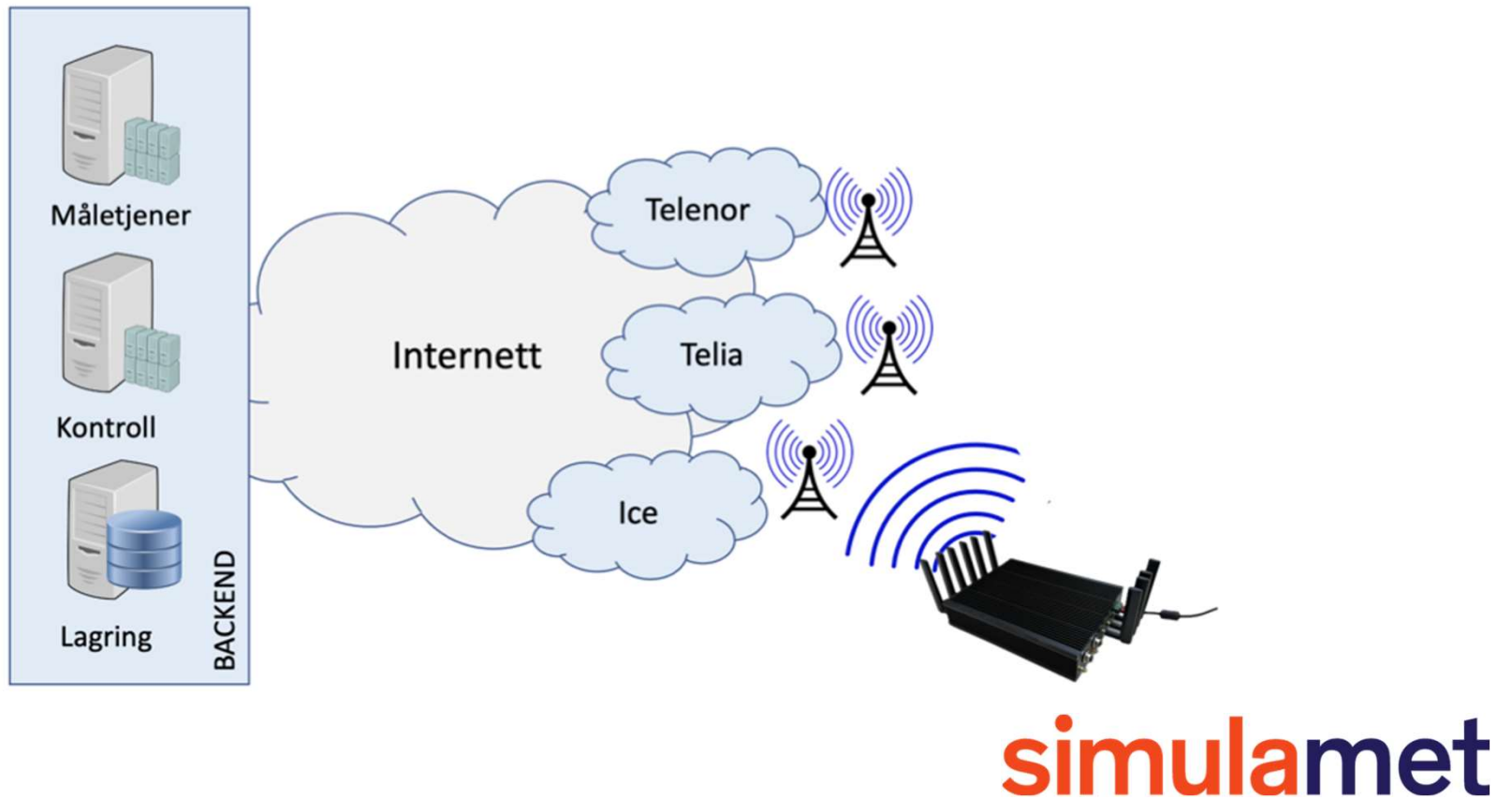
Telia

Ice

	Aspekt av robusthet	Brukeropplevelse	Målte metrikker
Økende nytte ↑	Stabil ytelse	Gode tjenester	Hastighet, web, video
	Stabilitet i dataplanet	Kan sende data	Pakketap, større hendelser
	Stabilitet i tilkobling	Koblet til nettet	Feilfrekvens, nedetid
	Dekning	Kommunikasjon mulig	Type nettverk tilgjengelig

simulamet

SimulaMet måleinfrastruktur for kommersielle nett



Kritisk bruk av mobilnett

