



Utredning 2,3 GHz tildeling

Rapport

12. februar 2024

Sammendrag

I Nkoms tildelingsbrev for 2023 står det at Nkom skal «Følge opp Nasjonal kommunikasjonsmyndighets frekvensstrategi mot 2030, herunder utarbeide tiltak for en effektiv og bærekraftig utnyttelse av frekvensene og legge til rette for næringsutvikling og innovasjon». Prosjektet har sett på hva som vil være den samfunnsmessig mest hensiktsmessige bruken av frekvensbåndet 2300-2400 MHz (2,3 GHz-båndet), og om det er hensiktsmessig å tildele båndet nå eller ved et senere tidspunkt. Prosjektet har også, sammen med konsultentselskapet Analysys Mason sett på modeller for hvordan flere ulike brukere kan ta i bruk samme frekvensressurs, og på den måten oppnå mer effektiv frekvensbruk.

Siden de tidligere tildelte tillatelsene i 2,3 GHz-båndet gikk ut i desember 2022 har det vært tildelt en rekke testtillatelser for test av 5G-teknologi i båndet. Nkom har samarbeidet med noen av aktørene som har hatt disse testtillatelsene for å få mer kompetanse om muligheter og begrensninger i frekvensbåndet.

2,3 GHz-båndet er et frekvensbånd med båndbredde, og egenskaper, som gir en god balanse mellom dekning og kapasitet. Det er også slik at det er mye tilgjengelig utstyr som kan benytte dette frekvensbåndet. Det er derfor viktig at det blir brukt på en måte som gir den mest hensiktsmessige samfunnsnytteten.

Gjennom dialog med bransjen ble det i 2022 konkludert med at det var interesse for å ta i bruk 2,3 GHz-båndet til en rekke ulike formål. I etterkant av denne dialogen åpnet Nkom opp for lokale private nett i 3,8-4,2 GHz. Dette har trolig resultert i noe reduksjon i behovet for 2,3 GHz. Det vi har sett er at det er særlig brukere med andre behov med tanke på forholdet opplink/nedlink enn det de kommersielle mobiloperatørene benytter i sine nett som viser interesse. Propagasjonsegenskapene til båndet gjør at det egner seg bedre enn frekvenser høyere oppe i spekteret for å oppnå dekning uten fri sikt.

Med tanke på dagens sikkerhetspolitiske situasjon anbefaler prosjektet at 2,3GHz-båndet tildeles brukere med behov knyttet til beredskapsoppgaver de har. Eksempel på slike brukere er DSB, NRK og Forsvaret. Prosjektet anbefaler videre at en tildeling utsettes til DSB har gjennomført en vurdering rundt frekvensbehov til nytt luft-bakke-luft nett i samband med nytt nødnett. DSB har indikert at dette skal være gjennomført i løpet av Q2 2024.

Prosjektet anbefaler at det tas i bruk en modell for frekvensdeling der hver bruker får tildelt en del av frekvensbåndet (f.eks. 10 MHz), men også vil kunne ta i bruk hele båndet dersom det ikke er i bruk i

det geografiske området de skal opprette nett. For et eventuelt luft-bakke-luft nett bør det settes av en del av frekvensbåndet (f.eks. 30 MHz) som er eksklusivt for dette nettet. I en slik modell vil det være plass til kun et begrenset antall brukere. Det vil derfor være nødvendig med en kartlegging av aktuelle kandidater. Det vil også være en forutsetning for at en slik modell skal fungere at brukerne benytter samme rammestruktur.

Inntil DSBs behov for frekvensressurser til et luft-bakke-luft nett er avklart anbefaler prosjektet at Nkom fortsetter å tildele midlertidige testtillatelser.

Innholdsliste

1 Innledning	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Oppdrag og mål	6
2 Frekvensressursen	6
2.1 2,3 GHz	6
2.1.1 Økosystem og erfaringer fra andre land	8
2.2 Hensyn til andre tjenester	9
2.3 Frekvensbruk	9
2.4 Frekvensressurser tildelt offentlig mobilkommunikasjon.....	10
2.5 Frekvensdeling	12
2.5.1 Internasjonalt	12
2.5.2 Delingsmodeller.....	14
3 Innspill fra relevante brukere	22
3.1 Forsvaret.....	22
3.2 5G for PMSE anvendelser	22
3.3 DSB (Nødnett).....	23
3.4 Droner	24
3.5 Fast trådløst bredbånd	24
4 Utstyrstilgang	24
5 Konklusjon	26

Figurliste

Figur 1: Kanalplan beskrevet i ECC/DEC/(14)02	10
Figur 2: Spektrum tildelt for offentlig mobilkommunikasjon i 10 europeiske land (Analysys Mason)....	10
Figur 3: Spektrumsbeholdning offentlige mobilnett i Norge 1966-2021 (Analysys Mason).....	11
Figur 4: LSA modell	16

Tabeller

Tabell 1: Oversikten viser spektrumsmengder og ikke plassering i båndet. Hver firkant er 10 MHz. Sekundærtjenester er ikke inkludert. Noen land oppgir ikke nøyaktig hvor mye spektrum som er tildelt de spesifikke tjenestene. I slike tilfeller har vi tilordnet lik (Analysys Mason)	7
Tabell 2	8
Tabell 3: oversikt over mulige tildelingsalternativer (Analysys Mason).....	14
Tabell 4: Fordeler og ulemper med noen av de vanligste lisensmetodene (Analysys Mason)	14
Tabell 5: Eksempel på automatiske dynamiske frekvensdelingsmodeller	17
Tabell 6: Eksempel på andre hierarkiske frekvensdelingsmodeller	18
Tabell 7: Land som har innført geografisk frekvensdeling i 2,3 GHz-båndet	18
Tabell 8: Eksempel på frekvensdelingsmodeller utviklet av CEPT og Nkom	18
Tabell 9: Klubbmodellen (Analysys Mason)	19
Tabell 10: Oversikt fra Ericsson om bruk av 2,3 GHz i industrien	26

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Regjeringen har et mål om å være i front med satsning på 5G, og ønsker å legge til rette for tidlig etablering. Et viktig virkemiddel for å oppnå dette målet er å gjøre tilgjengelig frekvensressurser.

I september 2022 publiserte Nkom en utredning av hvilke frekvensressurser det ville være hensiktsmessig å tildele de kommende årene¹. 2,3 GHz-båndet er et av båndene som er omtalt i rapporten. Anbefalingen i denne rapporten var å avvente tildelingen av 2,3 GHz-båndet til det er mer avklart hvilken bruk av frekvensbåndet som gir størst samfunnsnytte.

2,3 GHz-båndet er harmonisert for mobilkommunikasjon og benyttes til dette i store deler av verden, med god tilgang til utstyr. I Norge har frekvensbåndet i hovedsak vært benyttet til medieproduksjon og PMSE (Programme Making and Special Events).

Det har vært interesse for å ta i bruk 2,3 GHz-båndet til flere ulike formål. Ettersom dette er et frekvensbånd som med sine egenskaper, og tilgjengelig båndbredde, gir en god balanse mellom dekning og kapasitet, vil dette båndet være godt egnet til en rekke ulike bruksområder. Når det i tillegg finnes mange mobiltelefonmodeller som kan benytte dette frekvensbåndet, er det ekstra viktig å legge til rette for en mest mulig samfunnsnyttig utnyttelse av båndet.

¹ <https://nkom.no/frekvenser-og-elektronisk-utstyr/frekvenser-til-mobilkommunikasjon-og-5g/tildeling-av-flere-frekvensband-til-mobilkommunikasjon-og-5g>

Tillatelsene til PMSE som var tildelt i båndet gikk ut 31. desember 2022.

1.2 Oppdrag og mål

Prosjektet skal sikre at bransjeaktørenes utfordringer er kjent slik at man i størst mulig grad kan arbeide for å legge til rette for god frekvensutnyttelse. Som en del av det videre arbeidet ønsker vi blant annet å se nærmere på mulighetene for frekvensdeling i dette båndet.

Nkom har utstedt flere testtillatelser til 5G, og de etablerte test-pilotene i frekvensbåndet må følges for å høste erfaringer til våre videre vurderinger.

Spesielt må nød- og beredskapsstatenes og forsvarrets behov og kapasitet for (dedikert) luft-bakke-luftkommunikasjon avklares.

Prosjektet skal levere en rapport som gir en anbefaling om fremtidig bruk av 2,3 GHz-båndet som kan benyttes som utgangspunkt for fremtidig tildeling av frekvensressursene.

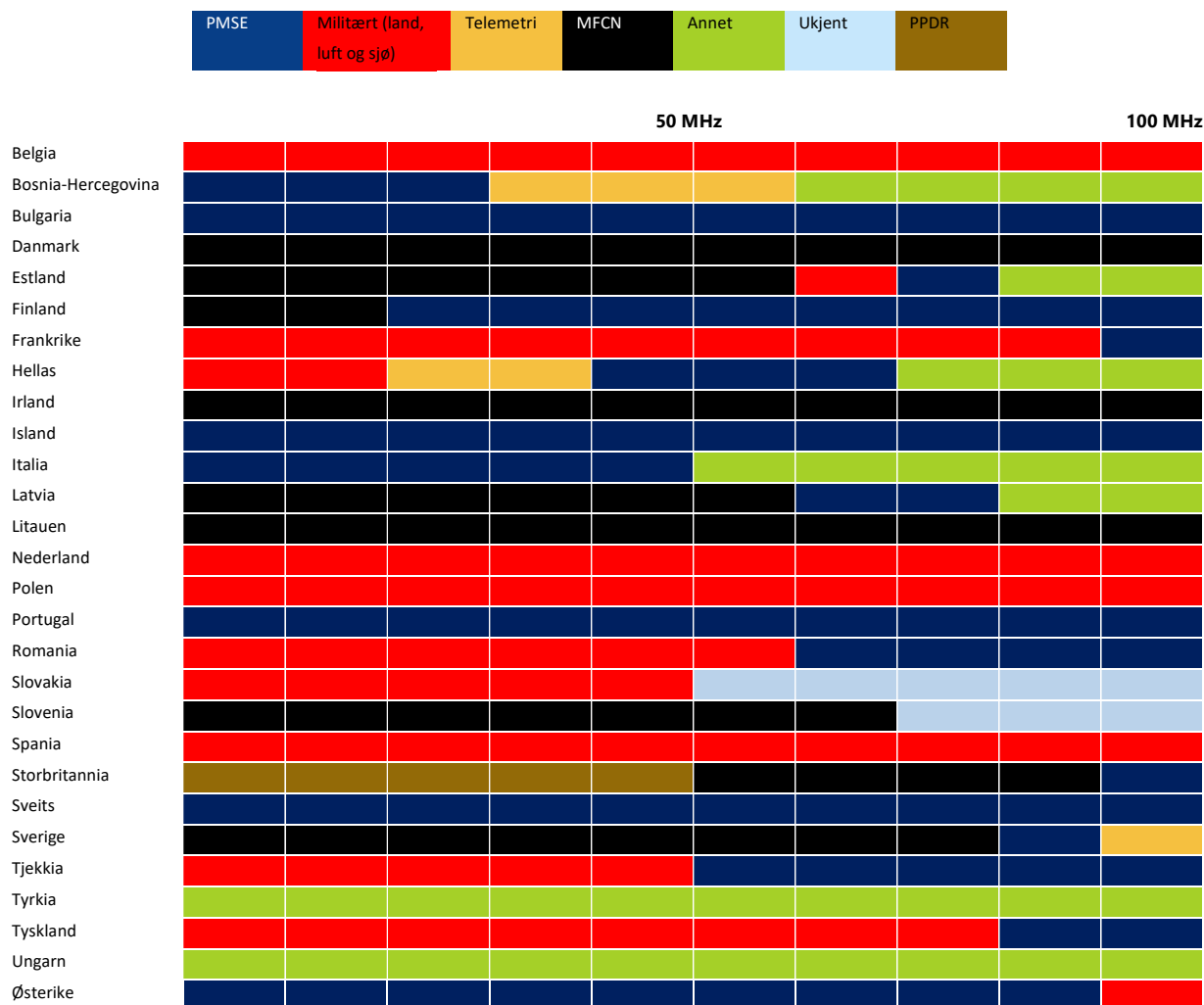
2 Frekvensressursen

2.1 2,3 GHz

2,3 GHz frekvensbåndet er allokert til mobiltjenesten på ko-primær basis av ITU Radio Regulations i alle tre ITU-regioner. Hele båndet 2300-2400 MHz er avsatt til MFCN (Mobile/Fixed Communications Networks) i Norge. På grunn av utfordringer med å oppfylle kravene til beskyttelse av bruken i 2,4 GHz-båndet er det i realiteten 90 MHz som er mulig å benytte (2300-2390 MHz). Det er foreløpig ingen EC-implementeringsbeslutning som harmoniserer bruken av 2,3 GHz-båndet i EU. De harmoniserte tekniske vilkår for innføring av MFCN i 2,3 GHz-båndet er definert i ECC DEC (14)02².

I Europa har båndet hovedsakelig vært brukt til video PMSE (mobile videolinker), militær virksomhet og annen type delt bruk, men nyere tildelinger viser at også enkelte europeiske land har begynt å tildele dette båndet til offentlig mobilkommunikasjon. 2,3 GHz-ressursene som er tildelt i disse europeiske landene har blitt tatt i bruk. Analysys Mason har sett på bruken av 2,3 GHz båndet i 28 land i Region 1 (europeiske land med tilgjengelig informasjon), se tabell 1.

² [ECCDEC1402.PDF \(cept.org\)](https://www.eccpt.org/ECCDEC1402.PDF)



Tabell 1: Oversikten viser spektrumsmengder og ikke plassering i båndet. Hver firkant er 10 MHz. Sekundærtjenester er ikke inkludert. Noen land oppgir ikke nøyaktig hvor mye spektrum som er tildelt de spesifikke tjenestene. I slike tilfeller har vi tilordnet lik (Analysis Mason)

I Norge har frekvensbåndet i hovedsak vært benyttet til medieproduksjon og PMSE (Programme Making and Special Events) de siste årene, men det finnes også andre tildelinger og fribruk. PMSE brukte proprietære løsninger og aktørene ønsket å bruke mer avanserte overføringsteknologier som 5G. Tillatelsene til PMSE i båndet løp ut i 31. desember 2022.

CEPT ECC PT1 har nylig ferdigstilt rapport 347³ som foreslår oppdateringen av harmoniserte tekniske og regulatoriske forutsetninger for innføringen av 5G MFCN- og AAS (Aktive Antenne System) i båndet 2300-2400 MHz. Den siste endringen av ECC DEC (14)02 gjelder innføring av MFCN med AAS og tilhørende spektrumsmaske.

³ [ECC Report 347](#)

2.1.1 Økosystem og erfaringer fra andre land

Utenfor Europa er 2,3 GHz-båndet et veletablert frekvensbånd til bruk for offentlig mobilkommunikasjon, og etter hvert også i noen europeiske land. Det er derfor et velutviklet økosystem på plass for dette båndet. Et velutviklet økosystem er et av elementene som gjør at dette båndet er ettertraktet og godt egnet for en rekke ulike bruksområder. Den dominerende teknologien er 4G, og det er gode grunner til å tro at det vil komme økosystem for dette båndet for 5G også, drevet av den utstrakte bruken av båndet i ikke-europeiske land. Enkelte europeiske land har tildelt dette båndet til offentlig mobilkommunikasjon de siste årene, se Tabell 2.

Auksjonsår	Land	Antall MHz	Frekvensbånd inkludert i auksjonen
2022	Irland	100	700/2100/2300/2600
2021	Danmark	40	1500/2100/2300/3600 + 26 GHz
2021	Slovenia	70	700/1500/2100/2300/3600 + 26 GHz
2021	Sverige	80	2300/3600
2019	Danmark	60	700/900/2300
2018	Storbritannia	40	2300/3600
2016/2006	Estland	60	
2014	Litauen	80	
2012	Latvia	60	

Tabell 2

Sverige:

I Sverige er båndet (2300-2380 MHz) tildelt Teracom som ikke er en tradisjonell mobiloperatør, men som har ansvaret for nødkommunikasjon. Båndet er (sammen med 2x5 MHz i 450 MHz-båndet) benyttet til å bygge et luft-bakke-luft nett⁴. Dekning i luften muliggjør en rekke ulike funksjoner for mobilkommunikasjon fra 200 meter og oppover. For eksempel vil det være mulig å kommunisere med droner og helikopter. Den øverste delen av båndet (2380-2400 MHz) benyttes til PMSE, militær og sivil telemetri.

Danmark:

Slik det fremgår av tabell 2, ble båndet tildelt i to auksjoner i Danmark. I den første auksjonen var 100 MHz tilgjengelig. Det var satt et frekvenstak på 60 MHz, og det var knyttet dekningsforpliktelser⁵ til en 40 MHz-blokk som ikke ble solgt. De resterende 40 MHz i båndet ble deretter auksjonert ut uten frekvenstaket og dekningsforpliktelser. Danske frekvensmyndigheter informerte i møte med Nkom om

⁴ <https://www.ericsson.com/4962a0/assets/local/cases/customer-cases/2022/mission-critical-5g-in-the-skies-teracom-case-study.pdf>

⁵ Dekningskravet innebar å tilby utendørs mobil taletjeneste og mobil bredbåndstjeneste med minimum 50/5 Mbit/s hastighet, og i noen tilfeller 30/3 Mbit/s, til 98 prosent av adressene som myndighetene hadde angitt.

at det var lite etterspørsel etter spektrum til industrien i dette båndet, og at industriens hovedfokus var i 3,5 GHz-båndet.

Storbritannia:

40 MHz (2350-2390 MHz) ble gjort tilgjengelig for offentlige mobilnett i en auksjon i 2018. 2320-2350 MHz disponeres av Ministry of Defence, og deler av dette båndet brukes til Emergency Services/ (PPDR⁶). Nødnett skal i hovedsak realiseres i kommersielle nett, men myndighetene har allikevel vurdert at det finnes et ekstra behov for spektrum (utenfor kommersielle nett) for spesifikke nødnettselementer som for eksempel luft-bakke-luft nett og nomadiske «dekningsbobbler» (småceller montert på kjøretøy).

Tyskland:

I Tyskland er hele båndet i bruk til militære anvendelser. Deler av båndet 2320-2400 MHz er også i bruk til PMSE, PPDR, industri og radioamatørvirksomhet (sekundær basis).

Finland:

I Finland benyttes 2300-2400 MHz til video PMSE. Delbåndet 2300-2320 MHz er også tatt i bruk til lokale/private nett fra 2020.

2.2 Hensyn til andre tjenester

Radioamatørene er sekundærbrukere i 2,3 GHz båndet (maksimalt utstrålt effekt 100 W e.i.r.p.), og fribruksforskriften tillater innendørsbruk til ultrabredbånd (§34a og §34b), materialanalyse og ultrabredbåndsutstyr og ultrabredbånd radar for undersøkning av grunn og vegger (§32).

I frekvensbåndet under 2,3 GHz finner vi laveffekt video PMSE, der 2260- 2290 MHz er tildelt til Telenor. I frekvensbåndet over, i 2400-2483,5 MHz, tillater fribruksforskriften bruk til diverse kortdistanseutstyr (§8(24)), bevegelsesregistrerende radioutstyr (§23(1)) og bredbånd dataoverføring 29(§8(7)).

2.3 Frekvensbruk

Frekvensbånd 2300-2400 MHz er allokert til mobiltjenesten på co-primær basis av ITU Radioreglement i alle tre ITU-regioner.

ECC DEC (14)02 anbefaler at frekvenser bør tildeles basert på 20 blokker på 5 MHz:

⁶ Public Protection and Disaster Relief

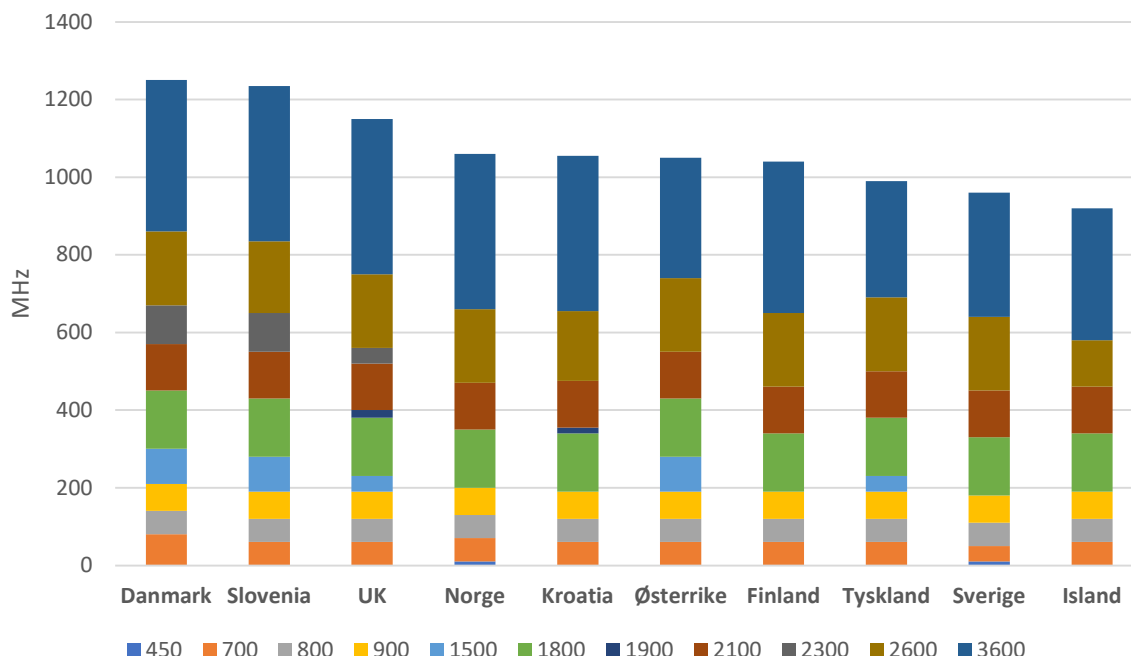
MFCN TDD																				
frequency [MHz]	2300	2305	2310	2315	2320	2325	2330	2335	2340	2345	2350	2355	2360	2365	2370	2375	2380	2385	2390	2395
Channel bandwidth [MHz]	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	2305	2310	2315	2320	2325	2330	2335	2340	2345	2350	2355	2360	2365	2370	2375	2380	2385	2390	2395	2400

Figur 1: Kanalplan beskrevet i ECC/DEC/(14)02

Basert på ECC- rapport 347 ble det i ECC DEC (14)02 gjort oppdateringen av harmoniserte tekniske og regulatoriske forutsetninger for innføringen av 5G MFCN- og AAS i 2,3 GHz båndet. Krav i 2390-2400 MHz er strengere enn i lavere del av båndet for å beskytte bruk i 2400-2483,5 MHz. Ifølge noen av utstyrsprodusenter, er disse kravene urimelige og kan føre til at de siste 10 MHz forblir ubrukt. ECC DEC (14)02 definerer maksimal tillat e.i.r.p for systemer uten AAS, og maksimal TRP for systemer med AAS.

2.4 Frekvensressurser tildelt offentlig mobilkommunikasjon

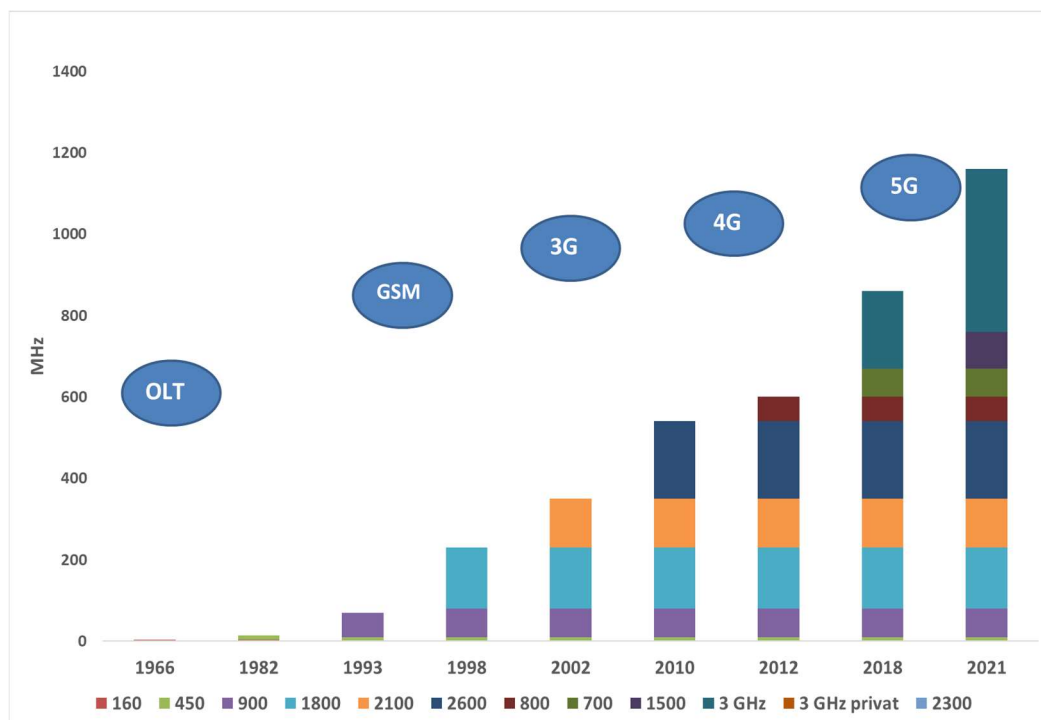
Norge har tildelt en stor mengde spektrum til offentlig mobilkommunikasjon sammenlignet med mange andre europeiske land. Figur 2 viser en oversikt over spektrum tildelt offentlig mobilkommunikasjonen i 10 europeiske land.



Figur 2: Spektrum tildelt for offentlig mobilkommunikasjon i 10 europeiske land (Analysys Mason)

I Norge planlegger Nkom, i tillegg til frekvensmengden som er oppgitt i figur 2, å tildele 90 MHz i 1500 MHz-båndet i fjerde kvartal i 2024.

Tilgjengelig spektrumsbeholdning for offentlig mobilkommunikasjon har økt over tid i Norge, med store hopp rundt 200 (3G), 2010 (4G) og 2021 (5G).



Figur 3: Spektrumsbeholdning offentlige mobilnett i Norge 1966-2021 (Analysys Mason)

Trafikken i offentlige mobilnett øker fortsatt, men mye mindre enn før.

- 104% økning i 2018, 21% i 2022 – Globalt (Analysys Mason 2023)
- 24% økning i mobiltrafikk i 2022 – Norge (Nkom statistikk)
- 17% vekst i databruk per mobilt bredbånd-abonnement; ned fra 29% vekst i perioden 2017-2021 (OECD)

Mange av 5G tjenestene som var antatt å føre til en stor økning i databruken har ikke slått til (Kilde AM 2023):

- HD Video (strømming)
 - Brukes primært hjemme over fast bredbånd
- C-V2X/Kjøretøy
 - Ligger langt unna i tid
- Utvidet og virtuell virkelighet (AR og VR)
 - Brukes primært over fast bredbånd

Selv om dataveksten er mindre enn før er det mange aktører som jobber for en økning av tilgjengelig IMT-spektrum internasjonalt.

2.5 Frekvensdeling

En viktig oppgave for Nkom er å forvalte frekvensressursene på en slik måte at vi oppnår mest mulig samfunnsnytte. Det er ønskelig med minst mulig detaljregulering, og ha minimumsregulering og proporsjonalitet med mindre det er utfordringer som ikke kan løses uten myndighetens styring. For å oppnå dette ønsket Nkom å se på mulighetene som ligger i frekvensdeling. Konsulentfirma Analysys Mason fikk, etter en utlysning, oppdraget med å se nærmere på ulike modeller for frekvensdeling og hvilken modell som passet best for dette frekvensbåndet.

Oppdraget fra Nkom var:

- Finn en realistisk og hensiktsmessig løsning for hvordan noen få utvalgte tjenester kan dele på frekvensressursen
- Det kan f.eks. være tjenester med beredskapsansvar
- Løsningen må være enkel å administrere, og ikke medføre store utviklingskostnader

2.5.1 Internasjonalt

EUs Radio Spectrum Policy Group (RSPG) ønsker at administrasjonene skal endre tankesett når det gjelder spektrumstildeling. De ønsker at myndigheter, brukere og industrien skal jobbe mot mer effektiv spektrumsbruk gjennom i større grad dele på ressursene både i tid og i rom. De ønsker mer testing av frekvensdeling, både i lisensierte frekvensbånd og i fribruksbånd, eller en kombinasjon av disse. De ønsker også testing mellom ulike typer brukere, både mellom like typer tjenester og ulike typer tjenester. For å få til dette ser de for seg å bruke en kombinasjon av ulike virkemiddel som for eksempel frivillige avtaler, incentivordninger eller å pålegge forpliktelser⁷. Gjennom EU direktiv 2018/1972 gis muligheten til å gi brukerne ansvar for å koordinere frekvensbruken seg imellom.

ECC har utviklet to ECC-rapporter som omhandler deling og tilstøtende bånd kompatibilitetsstudier mellom MFCN i båndet 2300-2400 MHz og andre tjenester/systemer:

- ECC-rapport 172 som dekker ikke-AAS MFCN-systemer
- ECC-rapport 347 som dekker AAS MFCN-systemer.

Ifølge [ECC-rapport 172](#) bør frekvensbruken synkroniseres og koordineres dersom flere MFCN eller andre trådløse bredbånd nett skal operere i umiddelbar nærhet, og i tilstøtende frekvensblokker. Dersom ikke-synkroniserte systemer blir benyttet vil det være nødvendig med stor frekvensseparasjon, eller svært lav utgangseffekten.

[ECC-rapport 347](#), avsnitt 3.2.3 omtale synkronisert og ikke-synkronisert bruk. Mellom tilstøtende TDD MFCN-nettverk antas det at sameksistens kan håndteres på samme måte som det som er gjort for

⁷ [RSPG21-022](#)

MFCN i 3400-3800 MHz-båndet, hvor synkronisert drift anbefales sterkt for å unngå store separasjonsavstander.

Rapporten skiller mellom tre scenarier:

1. Makronett i samme område
2. Mikronett og makronett i samme område
3. Innendørs mikronettverk og makronett i samme område

For det første scenarioet er synkronisering av nettene sterkt anbefalt for å unngå guard-bånd mellom de ulike nettverkene, og installasjon av spesielle filtre som skal til for å muliggjøre usynkronisert (eller halvsynkronisert) drift. Separasjonsavstand for 2,3 GHz nettene kan håndteres som for 3,4-3,8 GHz-båndet. Studiene i ECC Report 296 viser at minimumsavstander som kreves mellom usynkroniserte makronettverk kan være opptil 60 km for ko-kanal bruk og opptil 14 km ved bruk nabokanaler i 3,4-3,8 GHz-båndet

Når det gjelder det andre scenarioet kan bruk av nabokanaler i usynkroniserte, eller halvsynkroniserte mikronett, være mulig med nøye planlegging dersom det ikke finnes makronett på stedet.

Fris sikt mellom basestasjoner i mikronett må unngås.

For scenario 3 kan det med en installasjon som er tilpasset omgivelsene, som for eksempel takmontert installasjon, plassering av innendørs basestasjoner vekk fra vinduer, ekstra skjerming rundt bygninger o.l. tillates ikke-synkroniserte nett.

Ved en eventuell tildeling av hele eller deler av frekvensbåndet til MFCN, vil det, på lik linje med andre mobilbånd, være nødvendig å koordinere bruken med naboland for å unngå interferens mellom nettverk som opererer i samme kanal, men også i tilstøtende kanaler. Synkronisering av nettene ved grensen anbefales.

2.5.2 Delingsmodeller

Frekvensdeling kan baseres på individuelle tillatelser, generelle tillatelser eller en kombinasjon av disse.

Individuelle tillatelser (eksklusive rettigheter)		Generelle tillatelser (ikke-eksklusive rettigheter)	
Individuelle lisenser	Forenklede lisenser		Fribruk
Individuell frekvensplanlegging og koordinering Nkom tildeler individuelle lisenser	Individuell frekvensplanlegging og koordinering Forenklet prosedyre sammenlignet med individuelle lisenser Begrenset antall frekvensbrukere	Ingen individuell frekvensplanlegging Begrenset koordinering Registrering/Notifisering Ubegrenset antall frekvensbrukere	Ingen individuell frekvensplanlegging og koordinering Ingen registrering/Notifisering Ubegrenset antall frekvensbrukere
F. eks. offentlig mobiltelefoni		F.eks. radiolinje 70 GHz	F.eks. Fribrukforskriften

Tabell 3: oversikt over mulige tildelingsalternativer (Analysys Mason)

De ulike tildelingsalternativene har sine fordeler og ulemper. Tabell fire gir en oversikt over fordeler/ulemper, og hensyn som må tas med i vurdering av hvilken tildelingsmetode som passer best å benytte for 2,3 GHz-båndet.

Frekvensdelingsmetode	Beskrivelse	Hva krever denne metoden	Fordeler/Ulemper
Fribruk	Generell tillatelse for bruk av frekvenser Retter seg primært mot utstyr	Oppdatering av fribrukforskriften Vanligvis lav effekt og/eller felles type signalering/kommunikasjon	Enkel metode å administrere Ingen utviklingskostnader Metoden egner seg dårlig for planlagt bruk i 2300 MHz-båndet
Forenklede lisenser uten planlegging/koordinering	Bruk av frekvenser hvor det kreves en registrering av utstyret før det tas i bruk. Frekvensmyndigheten har mulighet til å gripe inn ved interferens	Ingen begrensning på antall brukere Bruk hvor faren for interferens er liten, f.eks. fast bruk i høye frekvensbånd med smale antennediagrammer	Enkel metode å administrere Vil kreve en enkel registreringsløsning Metoden egner seg dårlig for planlagt bruk i 2300 MHz-båndet
Forenklede lisenser med planlegging/koordinering	Bruk av frekvenser hvor tildeling kan skje med forenklede prosedyrer. «Overlappende» frekvenstillatelser kan være aktuelt.	Begrenset antall spektrumsbrukere En forventning om at den totale frekvensmengden tilgjengelig er tilstrekkelig for å dekke alle brukernes behov	Relativ enkel metode å administrere Ingen utviklingskostnader Vil kreve en betydelig innsats fra brukerne dersom «overlappende» tillatelser og 3GPP utstyr skal brukes Kan dekke alle brukeres frekvensbehov i stor grad
Eksklusive lisenser	Sendertillatelser eller spektrumstillatelser som gir innehaverne eksklusiv rett til bruk av frekvenser på en geografisk lokasjon eller området	Begrenset antall spektrumsbrukere Spektrumstillatelse (sendertillatelse er ikke aktuelt for den planlagte bruken)	Relativ enkel metode å administrere Ingen utviklingskostnader Mindre koordinering mellom brukerne Vil kreve innsats fra brukerne ved bruk av 3GPP-utstyr Vil dekke brukernes frekvensbehov i forskjellig grad

Tabell 4: Fordeler og ulemper med noen av de vanligste lisensmetodene (Analysys Mason)

Frekvensdeling defineres som felles utnyttelse av samme frekvensressurs av mer enn én bruker i geografi, tid eller rom.

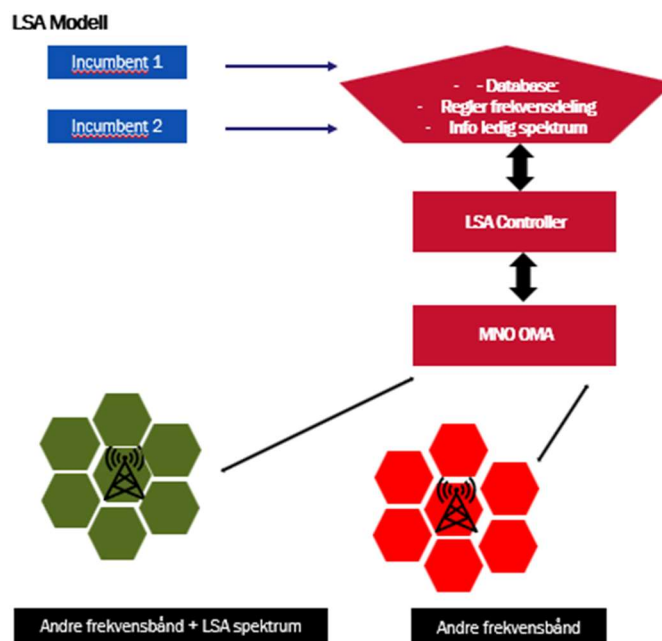
- Geografisk deling
 - Samme tid, men forskjellige geografiske lokasjoner
- Deling i tid
 - Samme lokasjon, men forskjellige tider
- Deling i tid og sted
 - Samme tid, samme lokasjon

Geografisk deling er mest vanlig for mobilteknologi. Deling i tid kalles ofte dynamisk frekvensdeling. Ved dynamisk frekvensdeling tildeles gjerne tillatelse til å ta i bruk frekvenser ved hjelp av et automatisert system med geo-lokasjons database. Andre teknikker, som sensing eller beacons, kan også benyttes til å kontrollere frekvensbruken.

Avhengig av hvor mange radiotjenester som skal ha prioritet kan vi dele de ulike frekvensdelingsmodellene inn i to grupper.

- Flat (horisontal) frekvensdeling
 - Horisontal frekvensdeling kan defineres som deling mellom brukere med like rettigheter
 - Horisontal frekvensdeling brukes vanligvis i et frekvensbånd dedikert for en definert radiotjeneste og med lisensierte operatører, eller til fribruksformål
 - Eksempel på bruk av modellen
 - Fribruk
 - Lisensassistert aksess (LAA) 5 GHz
 - Private frekvensdelingsavtaler
- Hierarkisk frekvensdeling
 - Hierarkisk frekvensdeling kan defineres som deling mellom brukere med ulike rettigheter
 - Modellen passer godt for deling mellom ulike radiotjenester i samme frekvensbånd
 - Eksempel på bruk av modellen
 - Ultra Wide Band
 - TV White Space
 - UK Ofcom «Local Access»

Et eksempel på en hierarkisk delingsmodell er Lisensiert delt tilgang (LAS-Licensed Shared Access og eLSA) i 2,3 GHz-båndet. Dette er en modell som vil kreve store utviklingskostnader.



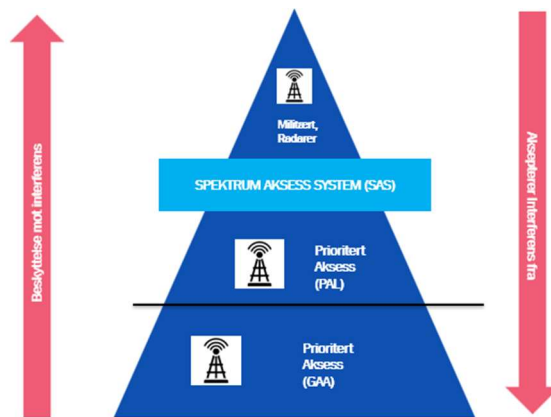
Figur 4: LSA modell

Ledig spektrum i frekvensbånd som er lisensiert til eksisterende brukere («incumbents») kan brukes av andre. Begge typer brukere er beskyttet mot interferens. Modellen ble utviklet for å gi operatører (MNO) tilgang til frekvensbånd med eksisterende brukere. LSA ligner på amerikanske SAS (Spectrum Access System) men SAS er noe mer avansert (sensing + tredje lags lisensiering). Denne modellen benyttes for Citizen Broadband Radio Service (CBRS).

Det finnes ingen ferdig utviklet programvare som tilbyr en LSA-løsning for offentlig mobiltelefoni sammen med beredskap/reportasje. Analysys Mason har ikke funnet noen land som har implementert denne modellen i arbeidet med denne analysen.

Det er også verdt å merke seg Nkoms utgangspunkt for å ta i bruk frekvensdeling; løsningen må være enkel å administrere, og ikke medføre store utviklingskostnader

CBRS er en hierarkisk 3-lags dynamisk spektrumsdelingsmodell som er tilpasset det nord-amerikanske markedet.



CBRS benytter frekvensbåndet 3550-3700 MHz, og er en unik løsning for frekvensdeling. SAS (Spektrum Aksekk System) består av dynamiske databaser, og har tre brukernivå.

- Lag 1: Radarer (incumbents)
- Lag 2: 70 MHz lisenser, auksjon
- Lag 3: Opportunistisk fribruk i hele båndet

Analysys Mason fant bare ett eksempel på automatisk dynamisk frekvensdeling utenfor USA. I Japan har de en løsning i 2,3 GHz-båndet for deling (geografisk) mellom nye 5G tjenester og eksisterende radiolinjebukere og brukere av reportasjeutstyr.

Frekvensdelingsmetode	Beskrivelse	Hva krever denne metoden	Fordeler/Ulemper
USA 6GHz	Det er fribruk med lav effekt i 6 GHz-båndet i USA, men det tillates høyere effekt dersom en kontrollenhet (AFC-Automated Frequency Controller) er installert. En AFC sørger for at radiolinjer og flere andre radiotjenester ikke blir forstyrret. ECC/SE45 studerer muligheten for en tilsvarende løsning i Europa for nedre 6 GHz.	<ul style="list-style-type: none"> • Geolokasjonsdatabase • AFC • Programvare • Automatisert system 	<ul style="list-style-type: none"> • Tilpasset det amerikanske markedet • ECC rapport våren 2024 kan åpne for en europeisk løsning
USA CBRS (Citizen Broadband Radio Service) 3 GHz	Dynamiske databaser (kalles også for spektrum aksekk systemer – SAS) brukes for å håndtere «tre lag» med frekvensbrukere: Militære radarer, brukere med prioritet (typisk mobiloperatører og brukere med mer opportunistisk tilgang («General Authorized Access»). Frekvensbåndet som brukes er 3550-3700 MHz.	<ul style="list-style-type: none"> • Geolokasjonsdatabase • AFC • Programvare • Automatisert system • Manager 	<ul style="list-style-type: none"> • Tilpasset det amerikanske markedet
Japan 2300 MHz	I frekvensbåndet 2330-2370 MHz er det dynamisk frekvenstilldeling mellom nye 5G mobile tjenester og eksisterende brukere (radiolinjer/reportasjeutstyr).	<ul style="list-style-type: none"> • Ser ut til å ligne på det europeiske systemet hvor 5G mobil får tilgang i geografiske områder hvor frekvensene ikke brukes av «incumbents» 	<ul style="list-style-type: none"> • Tilpasset det japanske markedet

Tabell 5: Eksempel på automatiske dynamiske frekvensdelingsmodeller

Andre hierarkiske frekvensdelingsmodeller virker ikke særlig tilpasset for den planlagte norske frekvensbruken.

Frekvensdelingsmetode	Beskrivelse	Hva krever denne metoden	Fordeler/Ulemper
UK Ofcom lokale lisenser	Kalles «Local Access License» i UK. Det er mulig for selskaper å søke om tilgang til en rekke frekvensbånd som er lisensiert til mobiloperatørene (800, 900, 1800, 2600, 3400) på lokasjoner hvor frekvensene ikke brukes eller er planlagt brukt	<ul style="list-style-type: none"> • Manuell saksbehandling • Koordinering med mobiloperatørene 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatiserte prosedyrer krever utviklingskostnader • Manuelle prosedyrer vil kreve en del ressurser
UK Ofcom delt – aksess lisenser	Det er mulig å søke om tilgang til flere frekvensbånd (1800, 2390-4000, 3800-4200 MHz og 26 GHz) lisensiert til mobiloperatørene i definerte områder.	<ul style="list-style-type: none"> • Forskjellig regelverk i hvert frekvensbånd • Manuell saksbehandling • Koordinering med mobiloperatørene 	<ul style="list-style-type: none"> • Mange bruksbegrensninger • Automatiserte prosedyrer krever utviklingskostnader

Tabell 6: Eksempel på andre hierarkiske frekvensdelingsmodeller

3 land i Europa har innført geografisk spektrumsdeling for private nett i 2300-2400 MHz båndet

Land	Tilgjengelig spektrum (MHz)	Kommentar
UK	2390-2400	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Private 5G nett ▪ Innendørs og lav-effekt ▪ Geografisk deling
Spania	2370-2390	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Private 5G nett ▪ 10 MHz reservert for strøm, gass og vann-selskaper ▪ Geografisk deling
Finland	2300-2320	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Private 4G/5G nett ▪ Geografisk deling

Tabell 7: Land som har innført geografisk frekvensdeling i 2,3 GHz-båndet

Både CEPT og Nkom har utviklet en rekke delingsmodeller, men ingen av disse er relevante for dette prosjektet.

CEPT	Nkom
Deling mellom forskjellige kategorier lav-effekt radioutstyr	Trådløse mikrofoner i frekvensbånd for TV
Deling for «underlay» systemer som Ultra Wide Band	Private nett i frekvensbåndet 3800-4200 MHz
Dynamisk frekvensvalg for å beskytte radarer i 5 GHz-båndet fra RLAN	Radiolinjer 70 GHz
«TV white space»	
PMSE frekvensdeling	
Deling mellom radiolinjer og ikke-koordinerte jordstasjoner	

Tabell 8: Eksempel på frekvensdelingsmodeller utviklet av CEPT og Nkom

Hva er felles for brukerne som har meldt behov for frekvensressurser i 2,3 GHz-båndet?

- De ønsker å benytte 3GPP teknologi
- De har definert et stort frekvensbehov
- De har et beredskapsbehov
- De har en landsdekkende virksomhet
- De ønsker en mobil og nomadisk frekvensbruk
- De har krav til pålitelighet, tilgjengelighet og sikkerhet
- De finner ikke at tjenester de ønsker å realisere fullt ut dekkes av mobiloperatørens tilbud
- De er alle statlige/statseide selskaper

På bakgrunn av dette kan vi slå fast at følgende delingsmodeller ikke passer for deling mellom beredskapsbrukere i 2,3 GHz-båndet.

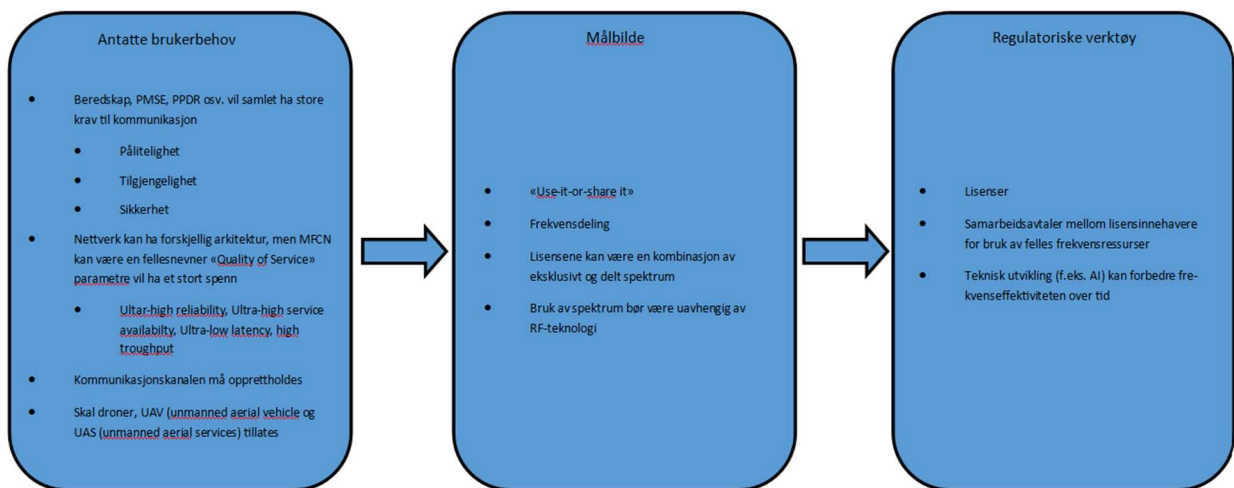
- Geografisk frekvensdeling
- Eksklusive lisenser (bortsett fra DSB AGA)
- Forenklede lisenser uten planlegging/koordinering
- Fribruk

For 2,3 GHz-båndet kan en horisontal frekvensdeling mellom tilnærmet likeverdige operatører være en god løsning.

Frekvensdelingsmetode	Beskrivelse	Hva krever denne metoden	Fordeler/Ulemper
Klubbmodell	Et begrenset antall aktører i et frekvensbånd med individuelle, men ikke eksklusive, rettigheter. Lisensinnehaverne kan alltid bruke sine egne frekvenser, men også andre aktørers frekvenser der de ikke er i bruk. Hver lisensinnehaver har førsterett til sine egne frekvenser. Kostnadsdeling er mulig.	<p>Frekvenstillatelse fra Nkom</p> <p>Brukerne er ansvarlig for å koordinere frekvensbruken seg imellom for å kunne sameksistere</p> <p>Kommersielle avtaler mellom aktørene</p> <p>Mulighet for å introdusere tredjeparts frekvensmanager</p> <p>Antakelig rimelig likeverdige aktører/ samme type teknologi</p>	<p>Enkel metode å administrere</p> <p>Ingen utviklingskostnader</p> <p>Frekvensbrukerne er ansvarlig for koordinering</p> <p>Nkom er ansvarlig for hvilke regler som skal gjelde for koordinering</p> <p>Mulighet for framtidig automatisert modell?</p>

Tabell 9: Klubbmodellen (Analysys Mason)

Mangelen på kommersielle systemer for dynamisk frekvensdeling fører til at brukerne må utføre frekvenskoordinering seg imellom.



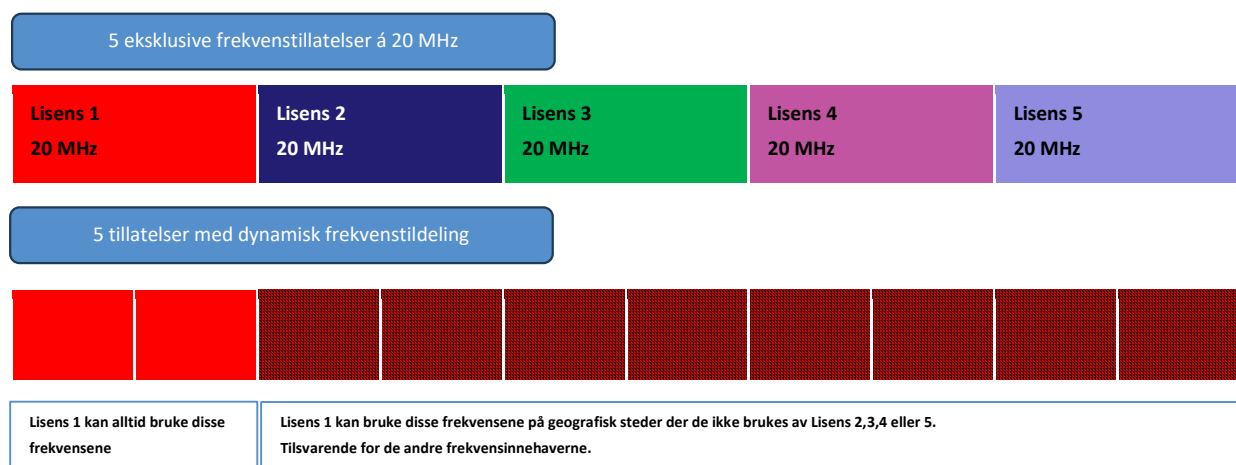
Før en eventuell endelig tildeling av 2,3 GHz-båndet til beredskapsbrukere må DSB sitt behov for frekvensressurser avklares. DSB har meldt at dette behovet skal være avklart i løpet av Q2 2024. Frem til da er det mulig å tildele midlertidige tillatelser slik at konseptet med dynamisk frekvensdeling kan prøves ut. Det kan ta lang tid å utrede DSBs frekvensbehov og det kan ta enda lengre tid før frekvensene tas i bruk. Et AGA-nett vil kreve en eksklusiv frekvenstillatelse, mens andre DSB-applikasjoner, som taktiske celler, droner, sensorer kan muligens løses i andre frekvensbånd eller i løsninger tilbudt av kommersielle mobiloperatører. I påvente av en utredning av DSBs frekvensbehov kan hele eller deler av frekvensbåndet midlertidig brukes av andre med beredskapsbehov. Rammebetingelsene for slik bruk må være klare slik at sedvanerett over tid ikke kan hevdes av disse midlertidige brukerne. På sikt kunne man tenke seg en permanent løsning hvor DSB var «incumbent» i frekvensbåndet (gitt at en utredning konkluderer med DSB som hovedbruker) og andre brukere med beredskapsbehov fikk tildelt frekvenser ved behov via en automatisert løsning

Modellen Analysys Mason kaller «Klubb-modellen» egner seg godt for et begrenset antall aktører med beredskapsbehov.

- Det er vanskelig å gi klare rammebetingelser for andre aktører mens frekvensbehovet for nødnett utredes
- Det vil antagelig begrense etterspørselen noe
- Dersom etterspørselen er begrenset, kan selvsagt Nkom fortsette med tidsbegrensede tillatelser på spesifikke geografiske lokasjoner
- Et frekvensbånd som er under utredning gir allikevel muligheter for å teste ut nye konsepter for frekvensdeling
- “Klubb-modellen” peker seg ut som den mest effektive måten å dele frekvenser på (i fravær av automatiserte systemer)

- Modellen kan betegnes som en opportunistisk (OSA) og dynamisk spektrumsaksess (DSA)
- Modellen er mest kjent fra 26 GHz-tildelingen i Italia
- Egner seg godt dersom antallet aktører med beredskapsbehov er begrenset
- Tillatelsene gir individuelle, men ikke eksklusive rettigheter i frekvensbåndet
- Hver lisensinnehaver får tildelt en begrenset del av frekvensbåndet og har alltid førsterett til å bruke denne frekvensressursen
- Hver lisensinnehaver kan dynamisk bruke hele båndet i områder hvor ikke frekvensene brukes av andre lisensinnehavere
- Avtaler/koordinering mellom lisensinnehaverne er nødvendig. Det er også mulig for en tredjepart å administrere slike avtaler.
- Ordningen er enkel for Nkom å administrere
- Ordningen krever ingen utviklingskostnader

For mobile og nomadiske brukere vil dynamisk frekvensdeling gi tilgang til mer spektrum enn eksklusive tillatelser.



Denne modellen gir aktørene mulighet for å ha førsterett på bruk av en eksklusiv spektrumsmengde, og mulighet til å få tilgang til en større spektrumsmengde. I et frekvensbånd på 100 MHz vil fem aktører ha mulighet til alltid å ha tilgang på 20 MHz (gitt at båndet deles likt mellom de fem aktørene).

Dersom «Klubb-modellen» blir valgt krever dette bruksavtaler og koordinering mellom tillatelsesinnehaverne. Nkom vil ved tildeling sette krav til at tillatelsesinnehavere må opprette en koordineringsavtale med alle andre brukere som får tillatelse innenfor denne modellen. Tillatelsesinnehavere vil være ansvarlige for frekvenskoordineringen.

En utfordring med modellen er at det kan være vanskelig å innlemme nye brukere i modellen på et senere tidspunkt. Det må allerede fra start settes opp et regelverk for å ta med nye brukere i modellen. Modellen egner seg også best med et relativt lite antall brukere.

3 Innspill fra relevante brukere

3.1 Forsvaret

Forsvaret ønsker å bygge et antall nomadiske nett som kan benyttes over hele landet. De har gjort tester med ulike frekvensbånd for å finne ut hvilket frekvensbånd som er mest hensiktsmessig til deres bruk. Resultatet av testene har vist at 2,3 GHz-båndet er det frekvensbåndet som gir den beste kombinasjonen av kapasitet og rekkevidde, også uten «Line of Sight».

Et annet moment som er viktig for Forsvaret er tilgang på utstyr. 2,3 GHz er det laveste frekvensbåndet de får tak i utstyr i.

Når det gjelder nød- og beredskapskommunikasjon kan Forsvaret i fremtiden få en viktig rolle med å bidra til å opprette og/eller gjenopprette dekning i områder uten dekning av de kommersielle mobilnettene. Forsvaret driver patruljerende virksomhet i store deler av landet, og vil ha mulighet til å komme raskt til vanskelig tilgjengelige områder (helikopter, båt mm.).

Å ha sikker tilgang til frekvensressurser er av avgjørende betydning for å etablere slik beredskap.

3.2 5G for PMSE anvendelser

NRK har siden høsten 2020 gjennomført testing og utprøving av 5G private nett for å finne hvilke muligheter slike nett kan gi de til å løse to konkrete behov. Disse behovene er:

- Sikre NRKs hovedberedskapsoppdrag, samt å tilfredsstille kravet om å informere publikum ved informasjonsdekning av kriser, katastrofer og ved andre nyheter av nasjonal interesse.
- Overgang til IP-protokoll og massemarkedsteknologi for produksjon av arrangementer på spredte lokasjoner, og på en nomadisk måte.
- Anvendelse av teknologi som kan tilby høy gjennomstrømming og lav forsinkelse, for å kunne dekke høy kvalitet på mediaoverføring og sanntidsmediedekning

Samtlige behov krever trådløs teknologi, gjerne på steder der det ikke alltid kan påregnes at offentlige mobilnett er tilgjengelig, enten på grunn av manglende dekning eller liten kapasitet. Dette skaper et ad hoc-behov for tilgang til ledig spektrum uavhengig av tid og sted. NRK ser på 5G som teknologi som skal dekke de ovennevnte behov. Det er grunn til å tro at tilgang på ressurser i 2,3 GHz-båndet vil redusere behov for ressurser i 2,2 GHz-båndet (som benyttes i dag).

NRK informerer om at tester de har gjennomført har vist at 3,6 GHz-båndet har klare begrensninger i forhold til 2,3 GHz-båndet når det gjelder dekning og penetrasjon i skog.

Rammestruktur som favoriserer opplink er av avgjørende betydning for NRK, for å oppnå tilfredsstillende overføringskapasitet. Dette skiller seg fra rammestrukturen i kommersielle mobilnett, som favoriserer nedlink. NRK mener en eventuell tildeling i 2,3 GHz-båndet ikke bør låses til en bestemt rammestruktur, og at ulike brukere bør ha mulighet til å benytte ulik rammestruktur etter behov.

For å kunne utnytte det fulle potensialet som høykvalitet trådløs produksjon gir, mener NRK at det er nødvendig med 80 MHz. Når situasjonen krever det ser de likevel for seg at det vil være hensiktsmessig å dele båndet med andre aktører.

Av budsjettmessige hensyn er det viktig for NRK med forutsigbarhet, og de ber derfor om klare signaler fra Nkom om fremtidig tilgjengelighet av spektrum for ad hoc-bruk.

3.3 DSB (Nødnett)

DSB har i dag et luft-bakke-luft-nett i tilknytning til Nødnett. Dette nettet benytter frekvenser i frekvensbåndet 380-385/390-395 MHz. Ca. 90 basestasjoner sørger for dekning til luftfartøy opp til ca. 5000 fot over bakken, i rundt 99% av fastlands-Norge. Nettet benyttes i dag kun til talekommunikasjon. I dialog med Nkom beskriver DSB de viktigste behovene de har når det gjelder luft-bakke-luft-nett:

- God dekning (opp til 10 000 fot)
- Økt kapasitet (tale, data og video)

Nye bruksområder (droner), og det å kunne ta i bruk ny funksjonalitet (data og video), er hovedargumenta for å bygge ett nytt luft-bakke-luft-nett i samband med etablering av nytt nødnett.

Erfaringer tilsier at det ikke er hensiktsmessig å benytte kommersielle mobilnett beregnet for bruk på bakken for tjenester i luften. Mobilnett planlagt for bakkedekning gir dårlig signalstyrke og sambandsbrudd for luftfartøyene, og samtidig interferensproblemer i bakkenettet. Problemene øker med høyde og flyhastighet.

I Sverige benytter statseide Teracom 2320-2380 MHz for AGA som tilbys samfunnsviktige aktører. I tillegg vil 20 MHz benyttes for flyttbar mobil dekning, såkalte taktiske bobler. *Myndigheten för samhällsskydd och beredskap* (MSB) har per i dag avtale med Teracom på drift, utvikling og forvaltning av det svenske TETRA-nettet.

I Storbritannia har mobiloperatøren EE bygd luftdekning for UK Home Office med 5 MHz TDD-spektrum ved 2345 MHz. Kommunikasjon med luftfartøy er designet slik at bakkenettet (800 og 1800 MHz)

benyttes ved takeoff og landing, mens AGA-nettet benyttes fra 500 fot over bakken. 5 MHz gir en begrenset kapasitet tilstrekkelig for tale i grupper, men ikke for dataintensive tjenester som video.

3.4 Droner

DSB har mange brukere i sitt luft-bakke-luft-nett som benytter droner (brann, helse, politi mfl.). Bruken av droner, og behovet for sikker kommunikasjon med disse, er økende. 2, 3 GHz-båndet er et frekvensbånd som kan være godt egnet til å dekke dette behovet.

3.5 Fast trådløst bredbånd

Med muligheten til å benytte 3800-4200 MHz til private nett ser behovet for å benytte 2,3 GHz-båndet til å være veldig redusert. De tre operatørene med landsdekkende nett har ikke meldt behov for ressursene i 2, 3 GHz-båndet, og operatører med lokale nettverk vil trolig få dekket sitt behov for frekvensressurser gjennom tilgang til 3800-4200 MHz-båndet.

4 Utstyrstilgang

2,3 GHz-båndet ble inkludert i 3GPP Release 15.2 i 2018. Antall land med 2,3 GHz-lisenser forventes å øke til over 50. Båndets globale økosystem modnes godt, men det er for tiden mer aktivitet for 4G LTE. I CEPT land er spektrumbruken regulert slik at brukere i 2,4 GHz båndet blir beskyttet. Dette kan føre til utfordringer for utvikling av utstyr som skal dekke 2390-2400 MHz delen av båndet.

I 2022 mottok Nkom informasjon om økosystemet for 2,3 GHz fra Nokia og Ericsson. Nkom har bedt om en oppdatering på erfaringer så langt i forskjellige markeder, og om situasjonen har endret seg siden i fjor.

Nokia ser på 2,3 GHz som hvilken som helst TDD bånd. De allerede finnes rundt 300 telefonmodeller som støtter bruk av det båndet for 5G. Nokia opplyste at for 2,3 GHz utstyr har de kunder i Asia, Australia og Europa. I Europa leverer de til Storbritannia der Telefonika har en 30MHz blokk. (ved søk på Internettet finner vi at de har brukt 5G massive MIMO i 2,3 GHz for å øke kapasitet i kritiske områder.⁸). I tillegg leverer de utstyr til et luft-bakke-luft nett, for dekning til helikopter⁹.

⁸ [O2 Partners With Nokia To Launch Massive MiMo Pilot To Boost UK 5G \(forbes.com\)](https://forbes.com)

⁹ [EE, Nokia to Build Air-to-Ground Network for ESN \(rrmediagroup.com\)](https://rrmediagroup.com)

Nokias 5G FWA mottaker støtter også dette båndet, og de regner med at deres konkurrenters CPEer gjør det samme. På infrastrukturens side så finnes det produkter som støtter dette båndet (4T4R, 8T8R og mMIMO (AAS)).

Nokia opplyser at bruk av avanserte antenne løsninger (AAS) er avhengig av markedets kapasitetsbehov. Nokia har flere produkter i dag som er europeiske varianter. Der det kan bli størst problem er terminaler. Nokia er med på standardiseringen og som global aktør ønsker de at Europa følger resten av verden, slik at det er mulig å godkjenne samme produkt og slippe å ha egen variant for Europa. En del håndholdte terminaler støtter bare de første 80MHz, dvs. 2300-2380 og det kan være pga. lekkasje inn i 2400 MHz-båndet.

Nokia mener at, istedenfor den strenge reguleringen av spektrumsbruk i 2,3 GHz, bør det lages strengere krav for mottakere i 2,4 GHz for å håndtere interferens som kommer fra øverste 10 MHz i 2,3 GHz båndet. I praksis betyr dette at Europa vil mest sannsynlig ikke vil kunne benytte fordelene av et globalt økosystem og det kan ta lang tid å få terminaler og mest sannsynlig blir de dyrere.

Ericsson gir oversikt over bruken av 2,3 GHz for industri, se tabell 10

Country	Band	5G band?	Regul Method	Geography definition	Restrictions	Comments
Finland	B40	No (LTE)	Local license	Factories, ports, airports, power plants, mines	To be used within 6 months	Traficom has public information on the local licenses in band 40, see Lokala 4G/5G-nät Traficom under Gällande radiotillstånd på frekvensbandet 2300–2320 MHz och 24,25–25,1 GHz Traficom , 21 licenses as of 230331
Spain	B40	No	Local license	No information	No information	Allocated to utilities several years ago, < 2020. Intention is to extend the spectrum. No web site for application found.
UK	B40		Local license	Low power license: circles radius 50 m (Also medium power license, per BS license)	Only upper 10MHz of B40. Interference from WiFi expected	Enabling Opportunities for Innovation. Opened for applications December 2019 Licenses are publicly available via the SIS system , see under «Licenses». As of 230331, 33 low power licenses, 0 medium power licenses.

Brazil	B40					We believe Brazil has made it possible for industry to use parts of B40/n40 in a secondary licensing scheme, see Espectro — Agência Nacional de Telecomunicações (www.gov.br) under Redes privadas/Private networks
--------	-----	--	--	--	--	---

Tabell 10: Oversikt fra Ericsson om bruk av 2,3 GHz i industrien

Ericsson også opplyser om at de har en rekke 2,3 GHz produkter på markedet, både klassiske og AAS. De opplever stor interesse for AAS i markedet, for å gi god macro dekning. Ericsson har også [innendørsløsninger \(se webside\)](#) i 2,3 GHz.

5 Konklusjon

Prosjektet ser ikke et umiddelbart behov for å tildele langvarige frekvenstillatelser i 2,3 GHz-båndet per nå. Det har ikke vært betydelig utvikling når det gjelder behov for frekvensressurser til offentlige mobilnett eller lokale private nett for industri og lokale bredbåndsaktører siden Nkom i 2022 vurderte tildeling av flere frekvensbånd til mobilkommunikasjon og 5G¹⁰. I samsvar med konklusjonen den gangen er det tildelt en rekke testtillatelser i båndet for å gi aktuelle brukere anledning til å teste teknologien.

Etter Russlands invasjon av Ukraina har behov for frekvensressurser til beredskapsaktører blitt mer aktuelt, og vi ser at særlig Forsvaret har gjort mye testing av bruk av 5G teknologi. Også DSB og NRK, som også er aktører med beredskapsbehov, har meldt økt interesse for 2,3 GHz båndet.

Prosjektets anbefaling er å sette av hele, eller deler av, båndet til beredskapsbruk. Det anbefales videre å ta i bruk frekvensdeling der den enkelte aktør får tildelt en større eller mindre del av båndet, men får anledning til å ta i bruk hele spektrumet som er avsatt til beredskapsbruk dersom det er ledig. For å kunne utnytte ressursene mest mulig effektivt er det anbefalt at aktørene som får tildelt frekvensressurser kommer frem til en felles rammestruktur, slik at nettene er synkronisert. Det må også etableres en ordning for koordinering av frekvensbruken.

Eksempel på fordeling:

Organisasjon	Spektrumsmengde
DSB	20 MHz
NRK	20 MHz
Forsvaret	20 MHz

¹⁰ <https://nkom.no/frekvenser-og-elektronisk-utstyr/frekvenser-til-mobilkommunikasjon-og-5g/tildeling-av-flere-frekvensband-til-mobilkommunikasjon-og-5g>

Med en slik fordeling vil vi ha 40 MHz som vi kan tildele andre aktuelle aktører dersom slike kommer til på et senere tidspunkt.

Dette er ment som et eksempel, og mengden spektrum som skal tildeles til den enkelte vil være noe som må vurderes nærmere i en endelig tildelingsprosess.

Prosjektet anbefaler videre å vente med en tildeling til DSB har vurdert behovet for et eget luft-bakke-luft-nett, og dermed om de har behov for frekvensressurser til et slikt nett. DSB har gitt tilbakemelding om at en slik vurdering trolig vil være klar i løpet av Q2 2024. Inntil dette er avklart anbefaler prosjektet at Nkom fortsetter å tildele kortvarige testtillatelser til aktører som ønsker å teste bruk av 2,3 GHz-båndet til 5G.