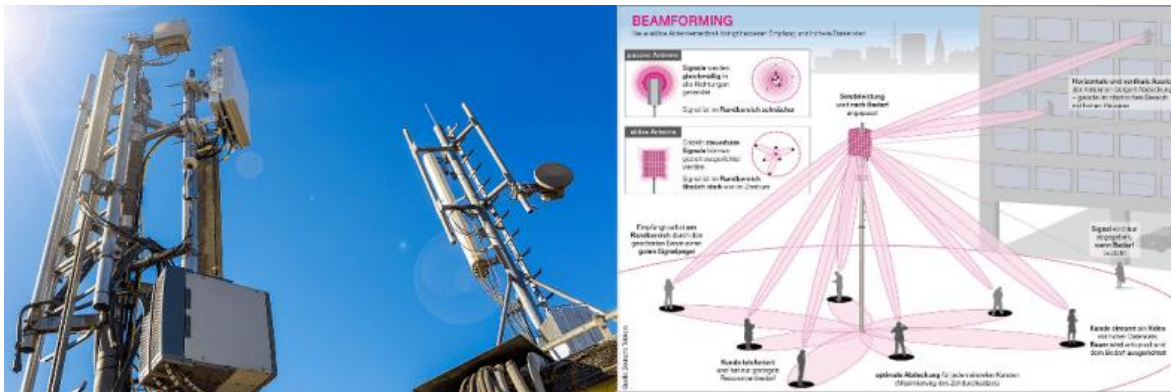


5G og andre sendere: Hvilke frekvenser bruker de? Og er det viktig?

Denne teksten ble først publisert på <http://einarflydal.com> den 9.6.2022



Ulike antenner som inngår i 5G-konseptet (til v.), og en illustrasjon av strålene fra «fasearrangerte antennerekker» (hentet fra boka *Pockett, Susan: Stråletåka – Helse- og miljøforurensningen fra mikrobølgene* (2020), 237 s.)

Jeg får stadig spørsmål om hvilke frekvenser som er tatt i bruk av 5G, og om jeg vet når sendere ulike steder ble tatt i bruk. Spørsmålene kommer gjerne fra folk som har opplevd at de plutselig har fått noen diffuse helseplager og lurer på om de skyldes 5G-sendere som nylig er kommet i drift i nærheten.

Slikt holder jeg ikke oversikt over. Og som du vil se av teksten, er kanskje ikke frekvensen det viktigste å bry seg om.

Vi får gå løs på temaet noenlunde systematisk:

5G-sendere

5G rulles ut over landet, og basestasjonene er forholdsvis gjenkjennelige på at de gjerne består av et flatt, kvadratisk, forholdsvis lite panel og et rektangulært større panel.

Men «5G» er ikke navnet på noen enhetlig teknologi, men på et slags nytt konsept der flere teknologier og programvareløsninger inngår. Og det dreier seg slett ikke bare om frekvenser. I 5G-



konseptet inngår også mindre systemer som plasseres nede på bakken og danner «småceller» (se [bloggpost 16.02.2021](#)). Dette åpner for en flora av ulike antenner, som f.eks. i en slik «smartbenk» som her er fotografert på ferie i Kroatia.

Byens turistkontor og bystyre var sikkert stolte over disse «smartbenkene» da de ble satt opp som del av et framtidsrettet prøveprosjekt. Nå står de der på rekke og rad. Ingen virker.

(Kan du tenke deg noe så dumt som å sette rumpa, med noen av kroppens mest følsomme organer for DNA-skader, ned på et solcellepanel med en mikrobølgesender, som sender lavfrekvente, polariserte, koordinerte elektriske pulser – altså nettopp noe som det er særdeles godt dokumentert øker hyppigheten av nettopp slike skader? Mer om det under.)

5G-basestasjoner settes i test og prøvedrift før de settes i regulær drift, og datoer offentliggjøres normalt ikke. Frekvenser som basestasjonene i nærheten av deg bruker, finner du på <http://finnsenderen.no> – når de er blitt registrert der. Det ser ut til at det tar litt tid. Dårlig informasjon om oppstartstidspunkt gjør det vanskeligere å vite om det er senderen som gir helseplagene – dessuten kan de jo uansett først oppstå etter en tid.

På finnsenderen.no angis det en beregnet eksponering – altså hvor sterk strålingen på stedet du markerer. Du blir kanskje beroliget av å få vite at senderen er *særdeles* svak (vi snakker under milliondeler) i forhold til hva som skal til for å skape *oppvarmingsskader*. Men det er jo en tøvete referanse å bruke når det er tale om dagliglivet, og ikke om spesielle yrker og omgang tett på kraftige sendere: Du får ikke oppvarmingsskader av mobilmaster som står langt unna, heller ikke av WiFi eller mobiler, men det er særdeles grundig dokumentert at du kan få andre skader likevel.

Det er ganske enkelt bransjeinteresser, politikk og faglige skylapper som holder igjen fra å erkjenne at det ikke bare er oppvarming som gir skader, og derfor burde legges til grunn for strålevernet. Det dokumenteres klart i den nye boka «[Debatten om mikrobølgene – Fra jakten på svar til bransjeforsvar](#)».

Hvilke frekvenser er i bruk?

Når vi snakker om radiofrekvenser, mener vi nesten alltid «grunnfrekvenser» eller «bærebølger». De danner grunnlaget, eller bæreren, som frakter informasjonen. Og den «kodes» inn som avvik fra bærebølgen i form av brå, varierende pulser.

I våre omgivelser brukes det mange flere radiofrekvenser enn du aner. De som brukes til WiFi og for at din smarttelefon skal få forbindelse med teleoperatørens trådløse nettverk, er bare en liten del. AMS-målere bruker sine, mobilnettene bruker flere og stadig høyere frekvenser, militære radarer har sine, bilradarer, fjernkontroller, etc. etc. har sine.

Frekvensbruken forvaltes av NKOM, som har nettopp frekvensforvaltning som en av sine viktigste oppgaver. Tabellen du finner som vedlegg til denne teksten viser store deler av, men ikke all, frekvensbruken. Den er utarbeidet av [EMF Consult AS](#).

Et vanlig måleapparat til en tusenlapp eller tre kan bare måle en liten del av hele dette frekvensspekteret. (For å se liste over instrumenter og hva de kan måle, se vedlegget, men husk at her snakker vi proft utstyr, og ganske andre priser.)

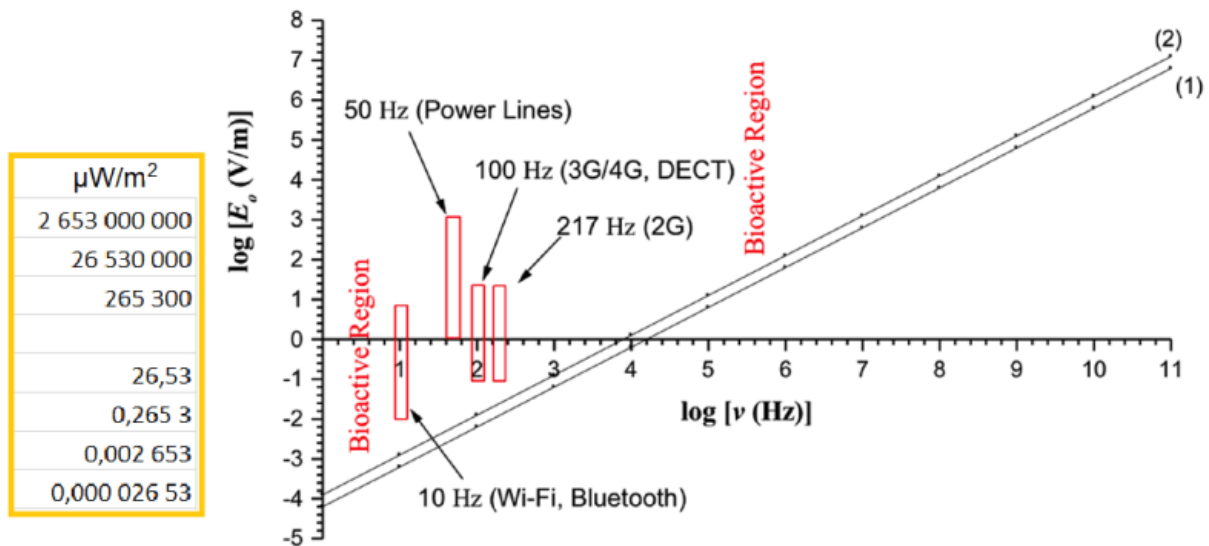
Vi er nok for mye opptatt av frekvensspekteret og hvilke frekvenser som tas i bruk. For det later til å ikke være de høye grunnfrekvensene, *men de lave frekvensene som dannes av pulsene som inngår*, som står for det meste av de biologiske virkningene.

Det er kombinasjoner av frekvens, intensitet og pulsing som står for helsevirkningene

Jo lavere frekvens, jo svakere intensitet er nødvendig for å gi biologisk virkning. Dette er et hovedbudskap i artikkelen til Panagopoulos m.fl. som jeg omtalte i [bloggpost 28.5.2022](#): Det er de svært lave frekvensene som dannes av *pulsing* – jevnlig eller ujevne plutselige skiftninger i intensitet

– som har størst biologisk virkning, mens *grunnfrekvensen*, som er den vi alltid refererer til når vi snakker om frekvensbruken, og kanskje er på flere GHz, er gjerne for svak.

Figuren i artikkelen til Panagopoulos m.fl. er derfor verd å ta en nøyere titt på:



Figuren bruker logaritmiske skalaer, som betyr at for hvert heltall legger du på en ny null. Her er litt mer forklaringer:

Loddrett bruker skalaen Volt per meter (V/m). I den gule rammen til venstre har jeg føyd til omregninger til mikrowatt per kvadratmeter av en del av verdiene: F.eks. tilsvarer 1 på den loddrette aksene 265 300 $\mu\text{W}/\text{m}^2$.

De to diagonalene avgrensner det biologiske følsomhetsområdet for frekvenser og styrker – trekanten øverst til venstre – som er godt påvist i forskningen og følger av den biofysiske modellen som Panagopoulos m.fl. legger fram.

Figuren viser f.eks. at ved en frekvens på bare 10 Hz, som er frekvensen til en fast pulsing fra WiFi, trengs det bare en eksponeringsintensitet på 0,26 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ for å gi biologiske reaksjoner (altså 1 vannrett og -2 loddrett).

Både fakta på bakken og velfundert teori viser altså at biologiske reaksjoner oppstår ved særdeles langt svakere eksponeringer enn de 10 000 000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (dvs. 10 Watt per kvadratmeter) som Strålevernets grenseverdier angir som anbefalt grense i sine 1998-retningslinjer, og som nå er blitt ytterligere hevet til det flerdobbelte for å passe til 5G. Og da er det jo ikke så rart at man kan påstå at «strålingen er langt under grenseverdiene»!

Strålevernet bruker grunnfrekvensen (bærebølgen), som for WiFi er på 2,6 og 5,2 GHz, ikke pulsene, som grunnlag. Pulsene har særdeles langt lavere frekvenser. Da kreves det altså så liten eksponering som 0,26 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, før strålingen er biologisk aktiv, dvs. påvirker ionekanalene i celleveggene slik at de åpnes og lukkes på tidspunkter de ikke skal. Dermed må cellen jobbe med å kompensere, og det betyr celledress, som kan ha alvorlige skadevirkninger på sikt.

Dersom man tester med en ren bærebølge – altså uten pulser på 2,6 GHz, som ligger ved 9-tallet på den vannrette aksene, vil man trenge en eksponeringsintensitet (loddrett akse) på rundt 5. Det tilsvarer rundt 265 000 Watt per kvadratmeter, så da ville man vel brenne opp. Bruker man altså en ren bærebølge uten pulser til testen, får man bekreftet at mikrobølger brukt i dagliglivet ikke kan skade annet enn ved oppvarming! Det er derfor ikke rart at tester utført med slik stråling ikke finner

skader: de skaper ikke cellestress på annen måte enn med oppvarming, og så sterke er de ikke i praksis.

Det er nok derfor heller ikke i særlig grad 5G-signalets styrke, mens dets *pulsingsegenskaper*, som gir helsevirkningene.

Dette forteller at det nok er viktig å måle intensitet (signalstyrken), men at pulsingen er vel så viktig. Ulik pulsing kan gi ulikt sterke biologiske virkninger, og noen er mer vare for visse typer enn andre, ser det ut til. Derfor legger EUROPAEM-retningslinjene (2016) vekt på hva slags signaltype og modulasjon (som bestemmer kodingsmetode og pulsingsmønster) det er snakk om, mens ICNIRPs retningslinjer nettopp ikke gjør det, fordi «strålingen uansett er så svak».

Vi er inne i en tid der dette blir stadig bedre forstått og stadig bedre påvist, mens Strålevernets retningslinjer derfor blir stadig mer meningsløse.

Einar Flydal, den 9. juni 2022

EUROPAEM-retningslinjene 2016:

Igor Belyaev, Amy Dean, Horst Eger, Gerhard Hubmann, Reinhold Jandrisovits, Markus Kern, Michael Kundi, Hanns Moshhammer, Piero Lercher, Kurt Müller, Gerd Oberfeld, Peter Ohnsorge, Peter Pelzmann, Claus Scheingraber og Roby Thill: EUROPAEM EMF-retningslinjer 2016 for forebyggelse, diagnosticering og behandling af EMF-relaterede helbredsproblemer og sykdomme (originalens referanse: Rev Environ Health. 2016 Sep 1;31(3):363-97. doi: 10.1515/reveh-2016-0011)

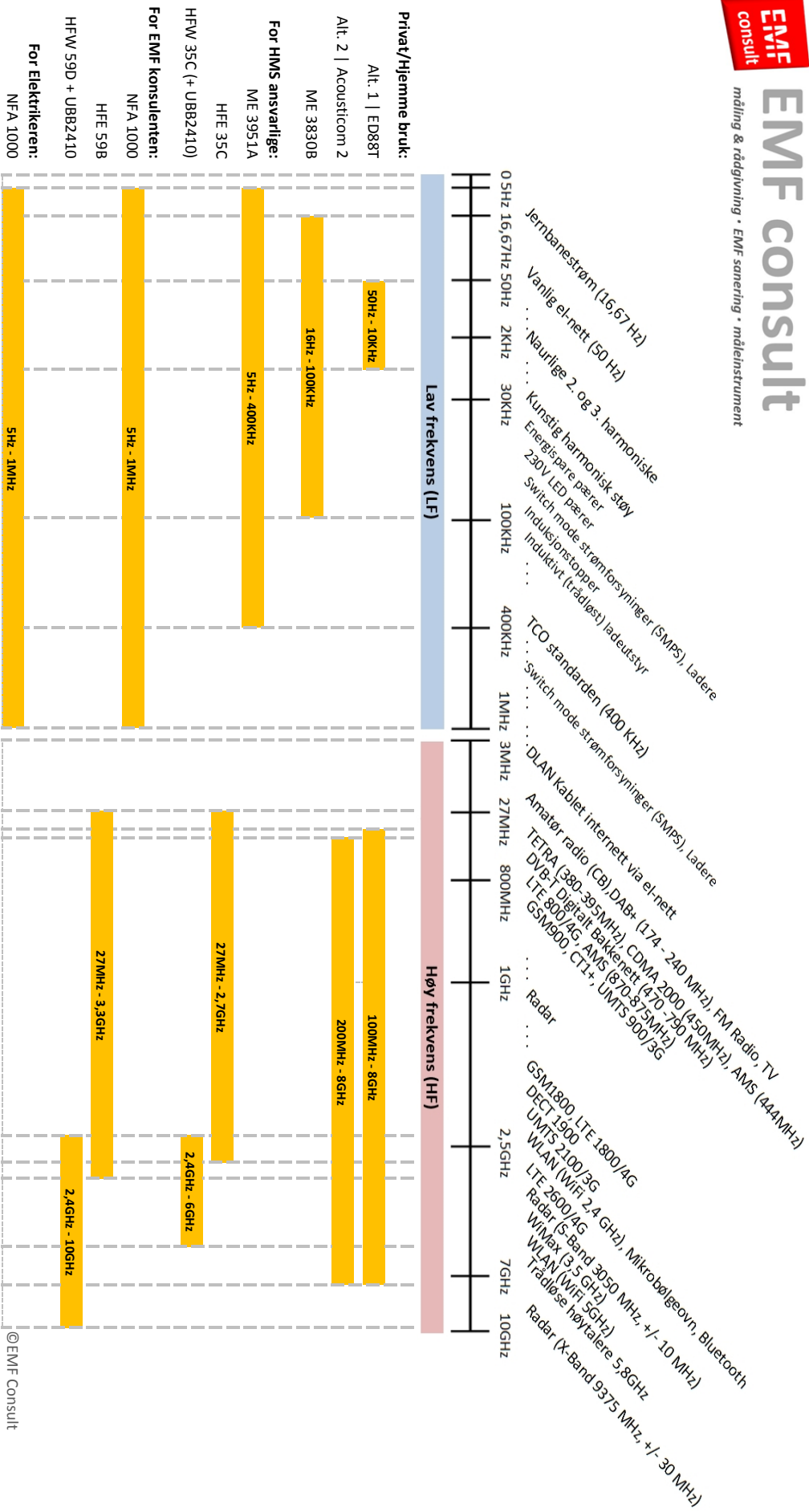
Du laster ned dansk versjon gratis fra min blogg.

Frekvensområde	Benyttes til	Blokkoppling
87.5 - 108 MHz	FM-båndet for radiokringkasting	
108 - 118 MHz	Flvavgasjon	
118 - 136 MHz	Flyteleton	
150 - 170 MHz	VHF Data, Høysenderio/Brannvesen (Analog VHF)	
174 - 230 MHz	VHF+ radiokringkasting i VHF Bånd III, Kanal 1-12 (A-D)	32 blokker à 1.5 MHz
230 - 240 MHz	DAB+ radiokringkasting i VHF Bånd III, Kanal 13 (A-F)	6 blokker à 1.5 MHz
380 - 385 MHz	TETRA Nødnett mobile sendere (uplink)	
390 - 395 MHz	TETRA Nødnett basestasjon (downlink)	
399.9 - 403 MHz	Satellitt (Earth to Space)	
410 - 430 MHz	Sivilt TETRA-nett for bl.a. kollektivtransport	
433 MHz	LoRa nettverk, fjernkontroller til Kran, bilpløkker osv	
444.675 - 444.725 MHz	Kamstrup Smartmåler (AMS)	
450 MHz-båndet	LTE (4G) - (Dekningsbånd)	
452.5 – 457.5 MHz	FDD uplink Ice net	1 blokk à 5 MHz
462.5 – 467.5 MHz	FDD downlink Ice net	1 blokk à 5 MHz
470 - 694 MHz	Digitalt bakkenett for TV i Norge	28 blokker à 8MHz
700 MHz - båndet	5G frekvenser - (Dekningsbånd)	
703 - 712 MHz	FDD Uplink Telenor	2 blokker à 5 MHz
713 - 722 MHz	FDD Uplink Telia	2 blokker à 5 MHz
723 - 733 MHz	FDD uplink Ice net	2 blokker à 5 MHz
758 - 767 MHz	FDD downlink Telenor	2 blokker à 5 MHz
768 - 777 MHz	FDD downlink Telia	2 blokker à 5 MHz
778 - 788 MHz	FDD downlink Ice net	2 blokker à 5 MHz
791 - 862 MHz	LTE (4G) IoT - (Dekningsbånd)	
791 - 800 MHz	FDD downlink Ice net	2 blokker à 5 MHz
801 - 810 MHz	FDD downlink Telia	2 blokker à 5 MHz
811 - 821 MHz	FDD downlink Telenor	2 blokker à 5 MHz
832 - 841 MHz	FDD uplink Ice net	2 blokker à 5 MHz
842 - 851 MHz	FDD uplink Telia	2 blokker à 5 MHz
852 - 862 MHz	FDD uplink Telenor	2 blokker à 5 MHz
868 - 868.8 MHz	LoRa og Zlgbee nettverk	
869.525 – 875.350 MHz	Aidon Smartmåler (AMS)	12 kanaler à 100kHz
870.100 – 875.900 MHz	Nur/Kaita Smartmåler (AMS)	
900 MHz-båndet	GSM (2G), UMTS (3G), LTE (4G) IoT - (Dekningsbånd)	
880 - 885 MHz	FDD uplink Ice net	1 blokk à 5 MHz
885.1 - 899.8 MHz	FDD uplink Telia	3 blokker à 5 MHz
899.9 - 915 MHz	FDD uplink Telenor	3 blokker à 5 MHz
925 - 930 MHz	FDD downlink Ice net	1 blokk à 5 MHz
930.1 - 944.8 MHz	FDD downlink Telia	3 blokker à 5 MHz
944.9 - 960 MHz	FDD downlink Telenor	3 blokker à 5 MHz
960 - 1164 MHz	Flykommunikasjon (Glidepath)	
1164 - 1300 MHz	GPS satellitter (L-båndet)	
1350 - 1400 MHz	Fly, marine og landbasert kommunikasjon (militært)	
1400-1427 MHz	Satellitt (radio astronomi og romforskning)	
1500 MHz	Planlagt 5G - 1,5 GHz-båndet, L-båndet	
1427-1518 MHz	FDD Downlink (RadioInje)	18 blokker à 5 MHz
1518 - 1610 MHz	GPS satellitter (L-båndet)	
1800 MHz-båndet	GSM (2G), LTE (4G) IoT - (Kapasitetsbånd)	
1710 - 1715 MHz	FDD uplink Telia	1 blokk à 5 MHz
1715 - 1745 MHz	FDD uplink Telenor	6 blokker à 5 MHz
1745 - 1765 MHz	FDD uplink Telia	4 blokker à 5 MHz
1765 - 1785 MHz	FDD uplink Ice net	4 blokker à 5 MHz
1805 - 1810 MHz	FDD downlink Telia	1 blokk à 5 MHz
1810 - 1840 MHz	FDD downlink Telenor	6 blokker à 5 MHz
1840 - 1860 MHz	FDD downlink Telia	4 blokker à 5 MHz
1860 - 1880 MHz	FDD downlink Ice net	4 blokker à 5 MHz
1880 - 1900 MHz	DECT telefon og BabyCall, DECT ULE smartbus og alarm	
1900 MHz-båndet:	UMTS (3G), LTE (4G) - (Kapasitetsbånd), Planlagt 5G	
1920.3 - 1940 MHz	FDD uplink Telia	4 blokker à 5 MHz
1940.1 - 1959.8 MHz	FFD uplink Telenor	4 blokker à 5 MHz
1959.9 - 1979.7 MHz	FDD uplink Ice net	4 blokk à 5 MHz
2110.3 - 2130 MHz	FDD downlink Telia	4 blokker à 5 MHz
2130.1 - 2149.8 MHz	FDD downlink Telenor	4 blokk à 5 MHz
2149.9 - 2169.7 MHz	FDD downlink Ice net	4 blokk à 5 MHz
2300 - 2400	Fremtidig utvidelse av 4G (LTE) (fra 2023)	
2400 - 2483.5 MHz	Zlgbee, 29 kanaler (overlapper WiFi)	20 blokker à 5 MHz
	Kanal 2 MHz bredde	

Frekvensområde	Benyttes til	Blokkoppling
2402 - 2480 MHz	Bluetooth, 79 kanaler (overlapper WiFi)	Kanal 2-3 MHz bredde
2412 - 2484 MHz	WiFi 2,4 GHz-båndet	
2412 MHz	Kanal 1	Kanal 5 MHz bredde
2417 MHz	Kanal 2	Kanal 5 MHz bredde
2422 MHz	Kanal 3	Kanal 5 MHz bredde
2427 MHz	Kanal 4	Kanal 5 MHz bredde
2432 MHz	Kanal 5	Kanal 5 MHz bredde
2437 MHz	Kanal 6	Kanal 5 MHz bredde
2442 MHz	Kanal 7	Kanal 5 MHz bredde
2447 MHz	Kanal 8	Kanal 5 MHz bredde
2452 MHz	Kanal 9	Kanal 5 MHz bredde
2457 MHz	Kanal 10	Kanal 5 MHz bredde
2462 MHz	Kanal 11	Kanal 5 MHz bredde
2467 MHz	Kanal 12	Kanal 5 MHz bredde
2472 MHz	Kanal 13	Kanal 5 MHz bredde
2484 MHz	Kanal 14	Kanal 5 MHz bredde
2420 - 2495 MHz	Mikrobølgeovn (overlapper WiFi)	
2500 MHz-båndet	LTE (4G) - (Kapasitetsbånd)	
2500 - 2520 MHz	FDD uplink Telia	4 blokker à 5 MHz
2520 - 2560 MHz	FDD uplink Telenor	8 blokker à 5 MHz
2560 - 2570 MHz	FDD uplink Nextnet	2 blokker à 5 MHz
2570 - 2620 MHz	TDD Cayman	10 blokker à 5 MHz
2620 - 2640 MHz	FDD downlink Telia	4 blokker à 5 MHz
2640 - 2680 MHz	FDD downlink Telenor	8 blokker à 5 MHz
2680 - 2690 MHz	FDD downlink Nextnet	2 blokker à 5 MHz
2700 - 2900 MHz	S-bånd - Flyplass overvåkingstradar	
2900 - 3100 MHz	S-bånd - Maritim skipstradar	
3400 - 3800 MHz	5G - (Kapasitetsbånd), Pionerbånd	
3400 - 3600 MHz	Tilrettelagt for WiMax (RadioInje)	40 blokker à 5 MHz
3610 - 3700 MHz	TDD Telenor	18 blokker à 5 MHz
3700 - 3800 MHz	TDD Telia	20 blokker à 5 MHz
5170 - 5735 MHz	WiFi 5 GHz-båndet	
5170 - 5190 MHz	Kanal 36	Kanal 20 MHz bredde
5190 - 5210 MHz	Kanal 40	Kanal 20 MHz bredde
5210 - 5230 MHz	Kanal 44	Kanal 20 MHz bredde
5230 - 5250 MHz	Kanal 48	Kanal 20 MHz bredde
5250 - 5270 MHz	Kanal 52	Kanal 20 MHz bredde
5270 - 5290 MHz	Kanal 56	Kanal 20 MHz bredde
5290 - 5310 MHz	Kanal 60	Kanal 20 MHz bredde
5310 - 5330 MHz	Kanal 64	Kanal 20 MHz bredde
5490 - 5510 MHz	Kanal 100	Kanal 20 MHz bredde
5510 - 5530 MHz	Kanal 104	Kanal 20 MHz bredde
5530 - 5550 MHz	Kanal 108	Kanal 20 MHz bredde
5550 - 5570 MHz	Kanal 112	Kanal 20 MHz bredde
5570 - 5590 MHz	Kanal 116	Kanal 20 MHz bredde
5590 - 5610 MHz	Kanal 120	Kanal 20 MHz bredde
5610 - 5630 MHz	Kanal 124 (OBS - samme som værradar)	Kanal 20 MHz bredde
5630 - 5650 MHz	Kanal 128 (OBS - samme som værradar)	Kanal 20 MHz bredde
5650 - 5670 MHz	Kanal 132	Kanal 20 MHz bredde
5670 - 5690 MHz	Kanal 136	Kanal 20 MHz bredde
5690 - 5710 MHz	Kanal 140	Kanal 20 MHz bredde
5710 - 5730 MHz	Kanal 144	Kanal 20 MHz bredde
5735 - 5755 MHz	Kanal 149	Kanal 20 MHz bredde
5755 - 5775 MHz	Kanal 153	Kanal 20 MHz bredde
5775 - 5795 MHz	Kanal 157	Kanal 20 MHz bredde
5795 - 5815 MHz	Kanal 161	Kanal 20 MHz bredde
5815 - 5835 MHz	Kanal 165	Kanal 20 MHz bredde
5620 og 5640 MHz	Værradar Meteorologisk institutt Norge	
9000 - 9200 MHz	X-bånd - Flyplass trafikkontroll/værradar	
9200 - 9500 MHz	X-bånd - Maritim skipstradar	
24 - 24.25 GHz	Bilradar (byttes til 77GHz pga 5G)	
24.25 - 27.5 GHz	NR (5G) - 26 GHz-båndet	
24.250 - 27.500 GHz	TDD uplink	16 blokker à 200 MHz
24.250 - 27.500 GHz	TDD downlink	16 blokker à 200 MHz
76 -77 GHz	Automotive LRR (Long Range Radar) Band	1 GHz båndbredde
77 - 81 GHz	Automotive SRR (Short Range Radar) Band	4 GHz båndbredde

Frequency Division Duplex (FDD) requires two separate channels, uplink and downlink.

Time Division Duplex (TDD) uses a single frequency band for both transmit and receive.



Forkortelser:

HMS (Helse, Miljø og Sikkerhet)	LTE (Long Term Evolution) - 4G standard
EMF (Elektromagnetiske Felt)	WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
TCO (Tjänstemännens CentralOrganisation)	Wi-Fi (Wireless Fidelity)
GSM (Global System for Mobile Communications)	WLAN (Wireless Local Area Network)
UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) - 3G standard	DLAN (Direct Local Area Network)
CDMA (er navn på en 3G standard brukt av bl.a. ICE)	CT1+ (Cordless Telephone)
DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial)	DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications)
TETRA (Terrestrial Trunked Radio)	RADAR (Radio Detection And Ranging)