



Frekvensstrategi 2021

– Prioriteter i Energistyrelsens frekvensadministration

Kontor/afdeling

Center for Tele

Dato

8. december 2021

J nr. 2021 – 10045

/sesw

Indhold

1. Frekvensstrategi.....	2
2. Indhold og struktur.....	5
3. Radiokæder.....	5
4. Mobilt bredbånd.....	10
5. Private net.....	12
6. Vurdering af frekvensbehov på øvrige områder.....	16
7. Klima.....	23
8. Statens brug af frekvenser.....	25
9. Internationalt samarbejde og inddragelse af interessenter.....	27
10. Ikke-harmoniseret frekvensanvendelse.....	27

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700

E: ens@ens.dk

www.ens.dk



1. Frekvensstrategi

Energistyrelsen administrerer de danske frekvensressourcer og er derigennem med til at sikre grundlaget for danskernes adgang til trådløse kommunikationsteknologier. Effektiv anvendelse af de naturligt begrænsede frekvensressourcer og rettidig adgang til frekvenser er med til at gøre Danmark til et af verdens førende højteknologiske samfund. Med den hastige teknologiske udvikling opstår løbende nye tjenester, der har brug for radiofrekvenser. Samtidigt udfases gamle tjenester og frigiver frekvensressourcer. Der er derfor et behov for, at frekvensstrategien opdateres med jævne mellemrum, så den adresserer de væsentligste initiativer, der bør gennemføres på frekvensområdet i fremtiden. Dermed understøtter frekvensstrategien, at der er frekvenser til rådighed, når behovene opstår.

Frekvensstrategien er et arbejdsdokument, som Energistyrelsen udarbejder med inddragelse af danske interessenter. Frekvensstrategien udgør det telefaglige udgangspunkt for en kommende revision af det frekvenspolitiske rammemandat, som fastsættes af ministeren, og som indeholder bindende retningslinjer for Energistytrelsens overordnede prioritering af frekvensanvendelse i Danmark, jf. § 3 i frekvensloven¹.

Den tidligere frekvensstrategi er fra 2016 (ajourført i 2018), og flere af initiativerne i denne er ikke længere aktuelle. En ny frekvensstrategi er derfor nødvendig for at sikre, at frekvensressourcerne anvendes effektivt og kan stilles til rådighed, når markedet efterspørger dem.

Frekvensadministrationen er ikke udelukkende et nationalt anliggende. Hovedparten af de regler, som bliver fastsat i danske regler på frekvensområdet, er et resultat af internationale beslutninger og aftaler, som Danmark er forpligtet til at følge. Internationale beslutninger og aftaler i ITU², CEPT³ og EU-regi udgør på den måde rammen, inden for hvilken den danske frekvensstrategi fastlægges.

International harmonisering og koordinering af radiofrekvenser har væsentlig betydning for, at der ikke sker uønskede forstyrrelser af kommunikationen og for, at radioudstyr kan forhandles og bruges i hele EU. Harmoniseringen giver mulighed for, at fx mobiltelefoner og andet trådløst udstyr kan sælges og anvendes i mange lande, og at der skabes eksportmuligheder for danskudviklede løsninger.

Energistyrelsen varetager danske interesser i internationale fora om frekvensallokeringer ved at påvirke de beslutninger, der træffes, og ved at udveksle information og viden. Denne information og viden er væsentlig for, at danske interessenter på et tidligt tidspunkt kan opfange væsentlige tendenser i den

¹ Lov om radiofrekvenser, jf. lovbekendtgørelse nr. 151 af 27. januar 2021.

² Den Internationale Telekommunikationsunion: itu.int.

³ Den Europæiske Konference af Post- og Telemyndigheder, cept.org.



teknologiske udvikling på det trådløse område. I den forbindelse er det samtidig væsentligt, at Energistyrelsen får relevante faglige bidrag fra danske interessenter.

Frekvensstrategien beskriver flere initiativer, som Energistyrelsen vil sætte i værk for at forbedre inddragelsen af danske interessenter. Energistyrelsen vil gøre det mere enkelt for interessenterne at finde informationer om igangværende initiativer i det internationale frekvenssamarbejde og kommende harmoniseret frekvensanvendelse. Hensigten er at forbedre mulighederne for interessenter for at bidrage kvalificeret til udviklingen på frekvensområdet.

Energistyrelsen har gennemført en analyse af den nuværende anvendelse af frekvenser og har vurderet de fremtidige behov for frekvenser til en række forskellige formål. Som led i arbejdet har styrelsen fået gennemført en undersøgelse af frekvensbehovene til fremtidens radiotjenester, som er beskrevet i en rapport af 25. september 2020 fra Analysys Mason⁴ (herefter konsulentrapporten). Konsulentrapporten beskriver endvidere en række overvejelser omkring muligheder for forbedringer i tilladelsesregimet på radiokædeområdet.

Endelig har Energistyrelsen holdt en workshop den 20. maj 2021 (herefter workshoppen), hvor interessenter har bidraget med synspunkter – både vedrørende konsulentrapporten og andre relevante forhold.

På baggrund af analyserne foreslår Energistyrelsen følgende strategi for frekvensadministrationen de kommende år:

Frekvensstrategi 2021

- **Radiokæder**

Energistyrelsen ændrer administrativ praksis således, at tilladelser til brug for radiokædemål udstedes med et vilkår om, at der kan anvendes både vandret og lodret polarisation på en linkforbindelse.

Energistyrelsen vil undersøge muligheder og interesse for at tage frekvensbåndene 48,5-50,2 GHz, 50,9-52,6 GHz, 92-94 GHz og 94,1-100 GHz i brug.

Energistyrelsen vil undersøge muligheden for at anvende "light licensing" i visse frekvensbånd med lav risiko for forstyrrelser.

⁴ Spectrum needs for future radio services and the licensing of fixed links in Denmark: ens.dk/sites/ens.dk/files/Tele/amreport_250920.pdf



Energistyrelsen vil undersøge, om der er behov for at stille brugskrav i de enkelte fladetilladelser for at sikre effektiv frekvensudnyttelse.

- **Mobilt bredbånd og private net**

Energistyrelsen vil arbejde for, at 40 GHz-frekvensbåndet bliver harmoniseret til brug for mobilt bredbånd i Europa.

Energistyrelsen vil støtte, at 66-71 GHz fortsat skal være tilgængeligt på tilladelsesfri basis med lige adgang for både eksisterende og kommende tjenester, så evt. anvendelse til mobilt bredbånd må ske i overensstemmelse med gældende harmonisering.

Energistyrelsen vil arbejde for at muliggøre ibrugtagning af frekvensbåndet 470-694 MHz til mobilt bredbånd, når det ikke længere er relevant til antenne-tv. Sidstnævnte vil være tilfældet, når der måtte være truffet mediepolitisk beslutning herom.

Energistyrelsen vil deltage i arbejdet med europæisk harmonisering af frekvensbåndet 3,8-4,2 GHz til mobilt bredbånd, der forventes at indebære, at en del af frekvensbåndet kan benyttes til private net.

Energistyrelsen vil arbejde for at imødekomme ønsker til etablering af private net, samtidig med at der er tilstrækkelig adgang til frekvenser til brug for offentligt tilgængelige mobilkommunikationsnet og -tjenester.

- **Frekvensdeling**

Energistyrelsen vil undersøge, om frekvensdeling kan være relevant i visse frekvensbånd, fx til radiokæder og private net.

- **SRD, herunder RLAN/wi-fi**

Energistyrelsen vil arbejde for bred harmonisering af frekvenser til wi-fi og andet kortrækkende udstyr i Europa og globalt.

- **LMR – Landmobil radio**

Energistyrelsen vil arbejde for bedre udnyttelse af de eksisterende frekvensressourcer, herunder undersøge muligheden for at udstede tilladelser med båndbredder ned til 6,25 kHz og for at stille tekniske krav, som afhjælper trængslen i frekvenstilladelser.

- **PMSE – Trådløse mikrofoner mv.**

Energistyrelsen vil inddrage relevante interessenter i arbejdet med at sikre, at der fortsat er tilstrækkelige frekvensressourcer til PMSE.

- **Klima**



Energistyrelsen vil undersøge, hvordan frekvensadministration og trådløse teknologier kan understøtte den grønne dagsorden, herunder udvikling og anvendelse af nye mere klimavenlige løsninger.

- **Internationalt samarbejde og inddragelse af interessenter**

Energistyrelsen vil identificere relevante interessenter og undersøge, hvordan de bedst inddrages i Energistyrelsens prioriteter i det internationale frekvenssamarbejde.

- **Ikke-harmoniseret frekvensanvendelse**

Energistyrelsen vil udarbejde en vejledningstekst om anvendelse af frekvenser, der ikke er harmoniseret på internationalt niveau.

I det følgende er baggrunden for Energistyrelsens arbejde med frekvensstrategien beskrevet nærmere.

2. Indhold og struktur

Første del i afsnit 3, 4 og 5 handler om Energistyrelsens strategi for radiokæder, mobilt bredbånd og private net, som er områder, der kræver særligt stort fokus på både kort og længere sigt.

Dernæst følger i afsnit 6 vurderinger af frekvensbehov på andre udvalgte områder og i afsnit 7-10 en række andre opmærksomhedspunkter, der er vigtige i Energistyrelsens frekvensadministration.

3. Radiokæder

En stærkt stigende anvendelse af mobildata og udbygning af 5G-nettene medfører stigende behov for transmissionskapacitet i de offentlige mobilnet. Til det formål kan mobiludbydere anvende radiokæde- eller fiberforbindelser.

Konsulentrapporten peger på, at Energistyrelsen bør forberede sig på, at 5G vil føre til stigende efterspørgsel på frekvenser til radiokæder på trods af stadig tættere og bredere udbygning af fibernetten.

Samtidig er en række frekvensbånd, som for nuværende er afsat til radiokæder, blevet identificeret til mulig anvendelse for mobilkommunikationstjenester. Det gælder en række frekvensbånd over 24,5 GHz, fx 24,5-26,5 GHz, dele af 37,5-43,5 GHz og frekvenser over 66 GHz.

Der er internationalt blevet identificeret frekvensbånd over 275 GHz til brug for radiokædeformål. Der er dog endnu ingen efterspørgsel på disse frekvensbånd. Andre frekvensbånd under og omkring 100 GHz, som allerede er allokeret til radiokædeformål, er også fortsat ubrugte.



Endelig peger konsulentrapporten på, at Energistyrelsens administration og prissætning af radiokædefrekvenserne har stor betydning for efterspørgslen.

Mobiloperatørerne tilkendegav på workshoppen, at de i vid udstrækning forventer, at radiokæder i byerne erstattes med fiber. Som følge af dette forventes et fald i antallet af radiokædeforbindelser trods et stigende behov for båndbredde på de tilbageværende radiokædeforbindelser. Samtidig forventes det, at de foretrukne frekvensbånd rykker op over 38 GHz. Dels fordi der her er mulighed for at øge båndbredden, og dels fordi frekvensafgiften i de lave frekvensbånd gør anvendelsen mindre attraktiv. Det blev også nævnt, at der fortsat vil være behov for radiokæder i de lave bånd (under ca. 15 GHz) til radiokædeforbindelser over store afstande.

Afhængig af udbredelsen af 5G small cells kan frekvenser i 100 GHz-området og opefter blive interessant. Det er dog fortsat uvist, i hvilket omfang 5G small cells vil blive taget i brug inden for de nærmeste år.

Mobiloperatørerne oplyste endvidere, at præcist hvilke frekvensbånd, som bliver de mest interessante i fremtiden, i høj grad bestemmes af, hvad det tilgængelige udstyr giver mulighed for.

Ud over mobiloperatørernes behov forudser konsulentrapporten en stigende efterspørgsel på frekvenser til radiokæder fra energi- og forsyningssektoren i takt med, at dennes net bliver "smarte" og derfor får større behov for kommunikation.

Dermed er tendensen, at der forventes en generelt stigende efterspørgsel på frekvenser til radiokæder samtidig med, at mængden af frekvenser reduceres i de lavere frekvensbånd under 43,5 GHz, fordi frekvenserne bl.a. bliver afsat til mobilt bredbånd.

Generelt er der på nuværende tidspunkt ikke knaphed på frekvenser til radiokædeformål, idet det hidtil har været muligt i samarbejde mellem Energistyrelsen og ansøgeren at finde frem til et alternativ, når enkelte konkrete frekvensbånd i visse geografiske områder har været fuldt udnyttet.

Workshoppen konkluderede, at løsningen for mobiloperatørerne vil være en kombination af en fortsat udbygning og fortætning af fibernetten og ibrugtagning af de højere frekvensbånd, som allerede i dag er afsat til radiokædeformål. Desuden vil selv backhaul-funktionen i 5G kunne bidrage til, at mobilfrekvenserne også kan indgå som en del af mobiloperatørernes backbone-net, men det ser mobiloperatørerne dog ikke som en oplagt mulighed på kort sigt, da det kræver et større koordineringsarbejde mellem access- og backbone-nettene.



3.1. **Analyse/potentielle udfordringer og Energistyrelsens vurdering**

Energistyrelsen ser allerede i dag, at behovet for frekvenser til radiokædeanvendelse med større båndbredde vokser, og at det forventes at fortsætte.

På internationalt niveau arbejdes der for at afsætte yderligere frekvenser til mobilt bredbånd. Det sker bl.a. på bekostning af frekvenser, som er afsat til radiokædeformål. Dette sammenholdt med den forventede større efterspørgsel betyder, at det vil være nødvendigt at søge andre løsninger for at skabe større kapacitet til radiokædeanvendelse. Det kan bl.a. ske ved at sikre, at frekvenser afsat til radiokædeformål anvendes optimalt, og at frekvenser over 100 GHz i højere grad kan bringes i anvendelse.

Energistyrelsen har undersøgt en række løsninger for at sikre, at frekvenser afsat til radiokædeformål udnyttes optimalt, og at styrelsens administrative praksis på området ikke er en barriere for at udnytte nye tekniske muligheder.

3.1.1. **Ændret administrativ praksis for udstedelse af tilladelser til radiokæder**

Energistyrelsen vil forsøge at imødekomme nye tekniske løsninger ved at justere administrativ praksis i forhold til udstedelse af tilladelser for at opnå en bedre udnyttelse af frekvenser afsat til radiokædeformål.

Konkret kan nævnes XPIC (cross-polarization interference cancelling) -teknologien, hvor vandret og lodret polarisation kan sameksistere på samme linkforbindelse, hvorved frekvenskapaciteten udnyttes bedre.

Energistyrelsen vil undersøge, hvordan de tekniske vilkår i tilladelser og opkrævning af frekvensafgift kan understøtte en effektiv anvendelse af frekvenser til radiokædeformål.

3.1.2. **Ibrugtagning af nye bånd til radiokædeformål**

For at imødekomme det stigende behov for frekvenser til radiokædeanvendelse med større båndbredde er der behov for at tage nye frekvensbånd i brug til radiokædeformål.

Der har været interesse for at anvende radiokæde i frekvensbåndene 10,95-11,20 GHz og 11,45-11,70 GHz. Disse frekvenser anvendes til faste satellittjenester (satellit-tv og satellitbaseret bredbånd). Aktuelt ser Energistyrelsen ikke nogen mulighed for sameksistens mellem radiokæder og faste satellittjenester i disse frekvensbånd, hvorfor frekvenserne ikke vil kunne bruges til radiokædeformål.

Frekvensbåndene 48,5-50,2 GHz, 50,9-52,6 GHz, 92-94 GHz og 94,1-100 GHz er allokeret til radiokædeformål i Danmark, men anvendes ikke i dag.



Energistyrelsen vil undersøge muligheder og interesse for at tage disse frekvensbånd i brug, herunder om der er udstyr tilgængeligt på markedet. For at sikre en optimal udnyttelse af nye frekvensbånd, vil Energistyrelsen planlægge en inddeling af frekvensbåndene, således at dele af frekvensbåndene er afsat til hhv. punkt-til-punkt- og fladetilladelser.

3.1.3. "Light licensing" i tilladelsesadministrationen

I de høje frekvensbånd som fx 71-76 GHz og 81-86 GHz (E-båndet) og 75-110 GHz (W-båndet) og 110-170 GHz (D-båndet) er rækkevidden for en linkforbindelse meget kort. Dermed kan de samme frekvenser genanvendes geografisk relativt tæt på hinanden.

Energistyrelsen udsteder i dag tilladelser med en række tekniske vilkår, som er fastsat på baggrund af beregninger, der foretages for at beskytte de enkelte radiokædeanvendelser mod indbyrdes forstyrrelser. Beregningerne er en administrativ tidskrævende proces og skal kun foretages der, hvor det er nødvendigt for at sikre, at frekvenserne kan anvendes forstyrrelsesfrit.

I disse højere frekvensbånd til radiokædeformål vurderes det på grund af den korte rækkevidde ikke umiddelbart at være nødvendigt at fastsætte individuelle tekniske vilkår for at sikre en uforstyrret anvendelse.

På den baggrund vil Energistyrelsen undersøge muligheden for at anvende "light licensing". Ved "light licensing" udsteder Energistyrelsen en tilladelse uden at foretage beregninger af forstyrrelsesforhold eller koordinere med nabolandene. Det kræver, at brugerne selv registrerer placeringen af de radiokæder, som anvendes, i en offentligt tilgængelig online-database, som drives af Energistyrelsen. Når radiokædeanvendelsen er registreret i databasen, vil brugeren kunne anvende frekvenserne med de generelle tekniske vilkår, som er fastsat på forhånd.

Størrelsen af frekvensafgiften for anvendelsen af frekvenser, som der udstedes tilladelse til på baggrund af "light licensing", vil blive overvejet.

Energistyrelsen vil undersøge muligheden for at indføre "light licensing" i visse frekvensbånd, da det forventes at kunne gøre administrationen smidigere for både frekvensansøgere og Energistyrelsen.

3.1.4. Brugskrav i fladetilladelser

I visse frekvensbånd udstedes der fladetilladelser, som er tilladelser udstedt til geografiske områder. Tilladelsesindehaver i det geografiske område kan anvende frekvenser omfattet af tilladelsen til så mange linkforbindelser, som tilladelsesindehaveren ønsker. Hvis frekvenstilladelsen fx er udstedt til landsdækkende brug, udsteder Energistyrelsen ikke tilladelser til andre brugere til



de samme frekvenser. Fladetilladelser kan således være med til at forhindre, at eventuelle nye aktører får mulighed for at anvende nogle bestemte frekvenser, når først tilladelsen er udstedt.

Udviklingen i forhold til anvendelse af fiber særligt i bymæssig bebyggelse frem for radiokædeanvendelse kan betyde en mindre udnyttelsesgrad af frekvenser udstedt som fladetilladelser. Dermed kan der være en uudnyttet frekvensressource, som med fordel kan bruges af andre.

For at sikre en effektiv frekvensudnyttelse i medfør af de tilladelser, som er udstedt og vil blive udstedt som fladetilladelser, vil Energistyrelsen undersøge, om det er relevant at stille brugskrav i de enkelte tilladelser i henhold til frekvenslovens regler.⁵

For at sikre, at frekvenserne anvendes effektivt, er der mulighed for at fastsætte brugskrav i tilladelser, som udstedes efter først til mølle-princippet. Dette kan være til gavn for andre interesserede brugere af de samme frekvenser, fordi det kan være med til at fremme, at de i givet fald vil kunne få tilladelse til at anvende frekvenserne, hvis de ikke anvendes af en tilladelsesindehaver.

Det er muligt at udleje eller udlåne hele eller dele af en frekvenstilladelse, men det er en mulighed, som ikke benyttes i praksis i dag. For at fremme udlejning eller udlån af en fladetilladelse eller dele heraf gøres opmærksom på, at den konkrete anvendelse af frekvenser, som den part, der har lejet eller lånt frekvenser, udøver, tæller med i anvendelsesgraden i forhold til et eventuelt brugskrav.

For yderligere at fremme effektiv frekvensanvendelse, vil Energistyrelsen sikre, at en vis andel af frekvensbånd, hvor der udstedes fladetilladelser til radiokædeformål, reserveres til brug for punkt til punkt-tilladelser.

3.1.5. Frekvensdeling

Frekvenspolitikgruppen (RSPG) har vedtaget en udtalelse og rapport om frekvensdeling⁶. Udtalelsen beskriver forskellige scenarier, hvor muligheder for deling mellem flere brugere af tilgængelige frekvensressourcer kan overvejes indført. RSPG anviser i den anledning en række principper og anbefalinger til de nationale frekvensmyndigheders videre overvejelse.

Energistyrelsen vil undersøge, om frekvensdeling kan være relevant i visse frekvensbånd. Det kan eksempelvis være til radiokæder, men det kan også være andre tjenester.

⁵ Frekvenslovens § 14, stk. 5.

⁶ [RSPG Opinion on Spectrum sharing – Pioneer initiatives and bands](#), juni 2021, og [RSPG Report on Spectrum Sharing – A forward-looking survey](#), februar 2021



4. Mobilt bredbånd

Mobilt bredbånd og offentlige mobiltjenester generelt er fortsat et område i stærk vækst. Behovet for frekvenser til mobilt bredbånd har været et tilbagevendende tema i de foregående frekvensstrategier. 4G har været den dominerende teknologi den seneste årrække, og de første elementer af 5G er blevet introduceret siden sommeren 2020 og forventes at udvikle sig kraftigt over de kommende år. Hvor 4G og 3G primært handlede om at give brugerne en bredbåndsforbindelse på farten, vil 5G udover højere hastigheder også tilbyde en langt bredere palette af mobile tjenester.

I løbet af de seneste år er der på internationalt niveau blevet arbejdet intensivt for at identificere nye frekvensbånd, der kan understøtte 5Gs udvikling. En række af disse frekvensbånd er blevet gjort tilgængelige for udbydere (700 MHz, 3,5 GHz og 26 GHz) eller bliver tilgængelige inden for nær fremtid (fx 40 GHz-frekvensbåndet).

Konsulentrapporten konkluderer bl.a., at 5G vil være den primære årsag til et øget frekvensbehov til mobilt bredbånd, men at størrelsen af behovet over de næste 10-20 år er vanskeligt at fastslå pga. usikkerheder i forbindelse med udviklingen i behov og teknologi.

Internationalt er der i forbindelse med den kommende verdensradiokonference (WRC-23) fremsat forslag om en række nye frekvensbånd til mobilt bredbånd. Særligt frekvensbåndet 6425-7125 MHz bliver promoveret intensivt af mobilindustrien og en række lande. Frekvensbåndet 470-694 MHz er også på dagsordenen med mulighed for bl.a. mobil anvendelse ud over den nuværende anvendelse til broadcast (tv). Omfanget af opbakningen til og interessen for disse ændringer blandt ITU's medlemslande er dog ukendt pt. Fx er der også stor interesse for at anvende 6425-7125 MHz til wi-fi.

4.1. Analyse/potentielle udfordringer

40 GHz frekvensbåndet (40,5-43,5 GHz) har et godt potentiale som kommende 5G-frekvensbånd og er ved at blive harmoniseret til 5G-formål i Europa. Der er dog sent i processen kommet uventede forsøg på at pålægge tekniske begrænsninger i anvendelsen af 40 GHz til 5G af hensyn til den faste satellittjeneste i nabofrekvensbåndet under 40,5 GHz.

Traditionelt er alle frekvenser til offentlige mobilnet blevet tildelt på auktion for en længere årrække og ikke gennem fx tilladelsesfri anvendelse. Dette har tilladt mobilsekskaberne at foretage de nødvendige, omfattende investeringer i landsdækkende net og tilladt en effektiv og intensiv udnyttelse af frekvenserne. Spørgsmålet er dog, om tildeling gennem auktion fortsat er det mest optimale, særligt henset til de nye frekvensbånd, der ligger højt (over 26 GHz).



Frekvenstilladelser til mobilt bredbånd bliver udstedt tjeneste- og teknologineutralt, hvilket indebærer, at 5G eksempelvis også kan bruges til at give husstande adgang til bredbånd i form af FWA.

Mobilindustrien i Europa arbejder for, at 6425-7125 MHz og 66-71 GHz kan anvendes til mobilt bredbånd. Hele frekvensbåndet 57-71 GHz er dog allerede harmoniseret til forskellige former for tilladelsesfri anvendelse til bredbåndsdatatransmission i Europa (wi-fi- og radiokædelignende applikationer)⁷.

6425-7125 MHz anvendes pt. i meget begrænset omfang i Danmark og en række europæiske lande, mens det i andre europæiske lande bruges intensivt til radiokædeformål. Frekvensbåndet tiltrækker sig også en del opmærksomhed som kandidat til et udvidet 6 GHz wi-fi-bånd i Europa i lighed med beslutningen om at anvende frekvenserne til wi-fi i Nordamerika, Sydamerika og dele af Asien.

For både 6425-7125 MHz og 66-71 GHz er der således en konflikt mellem ønsket om en tilladelsesfri anvendelse på den ene side og en mere traditionel mobiloperatør-dreven anvendelse baseret på frekvenstilladelser på den anden side.

I frekvensbånd under 1 GHz er de eneste nye frekvenser, der internationalt pt. er på tale til brug for mobilt bredbånd, frekvenserne i 470-694 MHz. I praksis vil interessen nok mest koncentrere sig om 600 MHz-frekvensbåndet (downlink 617-652 MHz, uplink 663-698 MHz), som allerede anvendes til mobilt bredbånd (5G) i bl.a. USA.

Frekvensbåndet 470-694 MHz anvendes i dag til antenne-tv i Danmark og er tildelt hhv. DR og Boxer frem til 2030. Desuden er frekvensbåndet vigtigt til audio-PMSE (trådløse mikrofoner, talk-back og in-ear monitor). En evt. beslutning om en ændret anvendelse i Danmark fra 2030 vil derfor bl.a. forudsætte en ny mediepolitisk aftale (tilsvarende 700 MHz- og 800 MHz-frekvensbåndene), og at der sikres løsninger for PMSE-brugere.

Frekvensbåndet 3,8-4,2 GHz anvendes internationalt generelt til satellittjenester, men anvendes stort set ikke i Danmark og en række andre lande. Frekvensbåndet anvendes allerede helt eller delvist i nogle lande (fx USA og Japan) til 5G. Der er derfor allerede udstyr, der understøtter frekvensbåndet, tilgængeligt på markedet.

Der pågår for øjeblikket en del arbejde internationalt med at vurdere sameksistensen mellem 5G i frekvensbåndet under 4,2 GHz og radiohøjdemålere (radio altimeters) i 4,2-4,4 GHz. Konklusionerne af disse undersøgelser er

⁷ KOMMISSIONENS GENNEMFØRELSESAFGØRELSE (EU) 2019/1345 af 2. august 2019 om ændring af beslutning 2006/771/EF med henblik på ajourføring af harmoniserede tekniske vilkår inden for anvendelsen af frekvensressourcer til kortdistanceudstyr

væsentlige for vurderingen af, hvor anvendeligt 3,8-4,2 GHz i praksis vil være til mobilt bredbånd.

4.2. **Energistyrelsens vurdering**

Energistyrelsen vurderer, at den mængde og sammensætning af høje og lave frekvensbånd, der er afsat til mobilt bredbånd (5G), og som forventes afsat inden for en kort årrække, generelt er tilstrækkelig til at understøtte 5Gs udvikling i Danmark, herunder til FWA-formål baseret på mobilt bredbånd.

Energistyrelsen er dog opmærksom på, at der kan vise sig et behov for flere frekvenser i 2-24 GHz området, og at der løbende bør følges op på frekvensbehovene for 5G. Konkret kunne frekvenserne i 27,5-28,35 GHz og 37,5-40,5 GHz vise sig relevante i særlige applikationer (såsom private 5G-net).

Energistyrelsen vil arbejde for, at 40,5-43,5 GHz-frekvensbåndet bliver harmoniseret til brug for mobilt bredbånd i Europa.

Energistyrelsen arbejder som udgangspunkt for, at frekvensanvendelse kan være tilladelsesfri, når det er teknologisk muligt. I denne forbindelse kunne det være relevant at se på 6425-7125 MHz som et muligt tilladelsesfrit bånd, som både fx wi-fi og 5G kunne bruge på lige tekniske vilkår.

Energistyrelsen vil støtte, at 66-71 GHz fortsat skal være tilgængelig på tilladelsesfri basis med lige adgang for både eksisterende og kommende tjenester, således at evt. anvendelse til mobilt bredbånd må ske i overensstemmelse med den gældende harmonisering.

Henset til den generelle teknologiske udvikling vurderer Energistyrelsen, at det vil være relevant internationalt også at muliggøre en mobil anvendelse af frekvensbåndet 470-694 MHz under forudsætning af, at den nuværende anvendelse til broadcast i frekvensbåndet kan fortsætte, så længe den er relevant. Se også afsnit 6.3 om radio og tv samt 6.4 om PMSE.

Energistyrelsen vurderer, at frekvensbåndet 3,8-4,2 GHz rummer gode muligheder for anvendelse til mobilt bredbånd, herunder til private net, og vil deltage i arbejdet med en kommende harmonisering af frekvensbåndet i Europa.

5. **Private net**

5G forventes at understøtte mange flere tjenester og behov end tidligere generationers mobilkommunikationsnet. Teknologien kan medføre store effektiviseringsgevinster ved anvendelse i forskellige sektorer. Det kan eksempelvis være i forhold til automatisering inden for landbrug, industri, energi, sundhed og transport. Særligt mulighederne for ekstremt pålidelig kommunikation og for, at langt flere typer udstyr kobles på nettet, kan gøre det interessant at etablere private



5G-net - eksempelvis for at understøtte processer inden for produktionsindustri, landbrug, beredskab og sundhedssektoren.

Energistyrelsen deltager, som nævnt i afsnit 4 om mobilt bredbånd, i arbejdet med at harmonisere frekvensbåndet 3,8-4,2 GHz, så det kan anvendes til mobilt bredbånd. I den forbindelse vil Energistyrelsen tage hensyn til interessen for at anvende dele af frekvensbåndet til private net, idet frekvenserne er teknisk velegnede til det.

Ved privat net forstås i denne sammenhæng som udgangspunkt⁸ et lukket net, der ikke er en del af offentligt tilgængelige mobilnet, og hvor frekvenserne ikke må anvendes til udbud af elektroniske kommunikationsnet eller -tjenester.

Private net kan etableres og drives af fx en virksomhed eller myndighed eller af en entreprenør, fx en mobiloperatør, for virksomheden eller myndigheden. Det giver mulighed for, at virksomheden eller myndigheden kan designe sit lokale net med de ønskede kvalitetsparametre, herunder opetid og forsinkelse. Det indebærer, at aktøren kan være uafhængig af en tredjepart i forhold til at etablere og drive nettet.

Der blev på grundlag af en auktion i 2021 udstedt tilladelser til 3,5 GHz-frekvenserne til de fire mobiloperatører.

I frekvenstilladelsen til 3740-3800 MHz har en mobiloperatør indtil 2025 en udlejningsforpligtelse til brug for interesserede brugeres (virksomheder, myndigheder m.v.) anvendelse af frekvenserne til private net inden for et geografisk afgrænset område, som brugeren har råderet over. Indgåede lejeaftaler løber som udgangspunkt til 2042, hvor mobiloperatørens tilladelse udløber.

Mobiloperatørerne har i øvrigt mulighed for at anvende de frekvenser, som de har tilladelse til, fx i 3,5 GHz- og 26 GHz-frekvensbåndene, til løsninger med private net, som de etablerer for interesserede virksomheder eller myndigheder m.v.

Frekvensbåndet 24,25-24,65 GHz blev ikke udbudt på auktionen i 2021. Der er i stedet mulighed for at få tilladelse til frekvenserne til brug for private net i

⁸ Der er eksempler på yderligere begrænsninger for at anvende frekvenser til private net fastsat af hensyn til i videst muligt omfang at sikre, at der vil være relevante frekvensressourcer til rådighed for virksomheder og myndigheder m.v., som ønsker at etablere private net. I 3,5 GHz- og 26 GHz-frekvensbåndene (3400-3410 MHz og 24,25-24,65 GHz) udstedes der tilladelser til at anvende frekvenserne til et privat net til tilladelsesindehaverens eget brug. Ved privat net forstås her et lukket net, der alene anvendes af tilladelsesindehaveren på et geografisk område, som tilladelsesindehaveren har råderet over. Ved eget brug forstås, at det private net alene må anvendes som en integreret løsning i tilladelsesindehaverens produktion, aktiviteter eller lignende. Frekvenserne i tilladelser til private net må ikke anvendes til udbud af elektroniske kommunikationsnet eller -tjenester. I frekvenserne 3740-3800 MHz har tilladelsesindehaveren indtil 2025 en udlejningsforpligtelse til brug for interesserede brugeres anvendelse af frekvenserne til private net inden for et geografisk afgrænset område, som brugeren har råderet over, og frekvenserne må ikke anvendes af lejeren til udbud af elektroniske kommunikationsnet eller -tjenester.



overensstemmelse med rammerne i bekendtgørelse om frekvensplanen, herunder de gældende EU-harmoniseringsafgørelser. Udstedelsen af tilladelser skal ske efter først til mølle-princippet i frekvenslovens § 7, stk. 1.

Der findes i dag relevant udstyr til at anvende 3,8-4,2 GHz-frekvenserne til private net, fordi bl.a. UK, Japan og USA har udpeget frekvenserne til hel eller delvis anvendelse til mobilt bredbånd.

5.1. **Analyse/potentielle udfordringer**

Få virksomheder m.v. ses på nuværende tidspunkt at have konkrete planer om at etablere private net i 26 GHz-frekvensbåndet, men interessen for at anvende frekvenserne til private net som supplement til anvendelse af frekvenser i lavere frekvensbånd er stigende. For at kunne imødekomme den forventede efterspørgsel på frekvenser til private net på lidt længere sigt er de nederste 400 MHz af 26 GHz-frekvensbåndet afsat til private net.

Tilladelser til at anvende frekvenser til brug for private net vil have begrænset geografisk udstrækning. Særligt frekvenserne i 26 GHz-frekvensbåndet er egnede til at give dækning og datakapacitet lokalt, så der forventes samlet set ikke at forekomme knaphed på samme måde, som det kendes fra frekvenser, som anvendes til offentligt tilgængelige mobilkommunikationsnet.

Energistyrelsen følger det internationale harmoniseringsarbejde vedr. bl.a. frekvenserne 3,8-4,2 GHz, som har tekniske karakteristika, der svarer til 3,5 GHz-frekvensbåndet. 3,8-4,2 GHz nævnes i konsulentrapporten som frekvenser, der kan overvejes stillet til rådighed for private net.⁹

Frekvenspolitikgruppen (RSPG) har vedtaget en udtalelse om, at mulig anvendelse af 3,8-4,2 GHz-frekvensbåndet til lokale vertikale anvendelser, fx private net, skal analyseres nærmere, idet der dog skal tages hensyn til satellitjordstationers modtagelse af radiokommunikation og anden eksisterende frekvensanvendelse.¹⁰

Som omtalt i afsnit 3.1.5 om frekvensdeling for radiokæder har RSPG endvidere vedtaget en udtalelse og rapport om frekvensdeling, som vil være relevant at tage i betragtning i forbindelse med private net⁶.

På workshoppen gav en række deltagere udtryk for interesse for frekvenser til private net omkring 3-4 GHz, herunder frekvenserne 3,8-4,2 GHz. Der var primært ønske om, at brugere skal have tilladelse til at anvende frekvenser til private net for i størst muligt omfang at kunne være sikret forstyrrelsesfri anvendelse frem for at

⁹ [Spectrum needs for future radio services and the licensing of fixed links in Denmark”, Analysys Mason, 25. september 2020](#), afsnit 3.4.2.

¹⁰ [RSPG Opinion on Additional spectrum needs and guidance on the fast rollout of future wireless broadband networks](#), juni 2021



kunne anvende frekvenserne tilladelsesfrit og dermed uden at skulle betale frekvensafgift.

Fra broadcastside blev der peget på, at disse interessenter ofte med kort varsel skal kunne producere og transmittere datatungt indhold på forskellige lokationer i hele landet og derfor vil have behov for adgang til frekvenser til private net over alt. Interessenterne gav udtryk for, at mobiloperatørerne ikke umiddelbart ses at kunne opfylde deres behov, fordi de offentlige mobilnet er opbygget med henblik på at levere stor downlink båndbredde og ikke uplink, som er det broadcastere har behov for til at transmittere det producerede indhold.

En mobiloperatør gjorde opmærksom på, at hele frekvensbåndet 3,8-4,2 GHz ikke bør afsættes til private net, men at en sammenhængende del af frekvensbåndet bør afsættes til offentlige mobilnet, fordi der ellers er risiko for, at de værdifulde frekvensressourcer ikke vil blive anvendt effektivt. En anden mobiloperatør har foreslået, at der om to-fire år gøres status for anvendelsen af 3,74-3,8 GHz-frekvenserne og 26 GHz-frekvensbåndet til private net for at vurdere efterspørgslen på sådanne løsninger, og at Energistyrelsen i denne periode ikke udsteder tilladelser til private net i andre frekvenser.

En interessent har foreslået, at der afsættes 200-400 MHz i 3,8-4,2 GHz-frekvensbåndet til både indendørs og udendørs private net med relativt høj udstrålet effekt og båndbredde, så automatisering inden for logistik og produktion kan understøttes. Interessenten har videre foreslået, at Energistyrelsen bidrager til at udrede problemstillingen om teknisk sameksistens med højdemålere på fly i 4,2-4,4 GHz, og at styrelsen på europæisk og globalt niveau arbejder for, at der afsættes frekvenser til private net til virksomheder, der agerer regionalt eller globalt.

5.2. Energistyrelsens vurdering

Der forventes stor efterspørgsel på frekvenser omkring 3-4 GHz til private net. Der forventes også efterspørgsel på de samme frekvenser til brug for offentligt tilgængelige mobilkommunikationsnet.

For at virksomheder og myndigheder m.v. får mulighed for selv at etablere og drive private net, er det relevant at overveje at stille yderligere frekvenser til rådighed for private net i frekvensbånd, som har de rette tekniske karakteristika, og hvor der udvikles relevant udstyr.

Udstyr er allerede tilgængeligt til brug for anvendelse af frekvenserne i 3,8-4,2 GHz til private net.

Frekvenslovgivningen bør derfor fortsat give mulighed for, at frekvenserne kan anvendes til dette formål. Det vil være en forudsætning for anvendelsen i 3,8-4,2 GHz, at de private net kan sameksistere med anden frekvensanvendelse i



frekvensbåndet og i tilgrænsende frekvensbånd, herunder mobilkommunikationstjenester i 3,5 GHz-frekvensbåndet og aeronautisk anvendelse i 4,2-4,4 GHz.

Energistyrelsen vil gennem dialog med forskellige interessenter søge at få klarlagt ønskerne til, hvordan frekvenserne i 3,8-4,2 GHz-frekvensbåndet kan afsættes og administreres hensigtsmæssigt.

Der skal arbejdes mod en løsning, som i videst muligt omfang kan imødekomme de forskellige interesser, herunder stille tilstrækkelig båndbredde til rådighed og give mulighed for at anvende forskellige synkroniseringsskemaer i relation til forholdet mellem up- og download, så frekvenserne kan skabe størst mulig værdi for de forskellige interessenter og anvendes så effektivt som muligt.

Der vil bl.a. skulle tages højde for det behov, som virksomheder og myndigheder m.v. kan have for at kunne etablere private net på deres egne lokationer, broadcastere og lignende interessenters behov for, at der kan etableres private net i hele landet – ofte med kort varsel og af kort varighed – til brug for produktion af indhold samt mobiloperatørernes ønske om, at dele af frekvensressourcerne også stilles til rådighed for udbud af offentligt tilgængelige mobilkommunikationsnet og -tjenester. Derudover er der som nævnt eksisterende frekvensanvendelse i frekvensbåndet og i nabofrekvensbånd, som også skal tages i betragtning.

Energistyrelsen vil undersøge, om frekvensdeling kan være relevant i visse frekvensbånd. Det kan eksempelvis være til private net, men det kan også være andre tjenester.

6. Vurdering af frekvensbehov på øvrige områder

I det følgende beskrives kort resultaterne af Energistyrelsens analyser af frekvensbehov på kort (næste fem år) og længere (fem til ti år) sigt på en række udvalgte områder.

Analyserne er foretaget på baggrund af konsulentrapporten, bidrag fra interessenter samt styrelsens observationer af den nationale og internationale udvikling.

6.1. SRD, herunder RLAN/wi-fi

Næsten al anvendelse af frekvenser til kortrækkende udstyr (SRD – Short Range Devices) er undtaget fra krav om tilladelse. Frekvenserne er harmoniseret på europæisk eller globalt niveau, hvilket giver mulighed for masseproduktion af udstyr til rimelige priser. Derfor er det også væsentligt ikke at gå enegang fra dansk side ved at introducere særlige danske frekvenser til kortrækkende udstyr.

Konsulentanalysen peger på, at frekvenser til SRD-formål vil blive anvendt inden for et bredt udsnit af markeder. Særligt transport, forsyningssektoren og smarte



bygninger forventes at gøre brug af disse frekvenser. Dermed forventes det, at SRD kommer til at spille en nøglerolle i forhold at levere smarte løsninger, der sikrer den grønne omstilling.

6.1.1. Analyse/potentielle udfordringer

Med øget adgang til fiber- og højhastighedsmobildataforbindelser i de danske hjem følger et stigende behov for at få distribueret forbindelsen inden for hjemmet, så de høje hastigheder udnyttes optimalt.

Fra 1. december 2021 træder Kommissionens gennemførelsesafgørelse for frekvensbåndet 5945 – 6425 MHz i kraft. Det betyder, at medlemslandene skal stille frekvenserne til rådighed for wi-fi.

Derudover er der som nævnt i afsnit 4 på internationalt niveau (ITU) forslag om at 6425 – 7125 MHz skal anvendes til mobilt bredbånd i Europa, Mellemøsten og Afrika. Samme frekvensbånd anvendes allerede til wi-fi i andre dele af verden både i Asien, Nord- og Sydamerika.

På workshoppen gav nogle deltagere udtryk for, at Energistyrelsen bør arbejde for, at frekvenser, der kan anvendes til wi-fi i eksempelvis USA, Sydkorea og Japan, så vidt muligt også skal kunne anvendes til samme formål i Europa og dermed Danmark.

En interessant finder, at den højeste tilladte sendeeffekt ved udendørs anvendelse af det nye frekvensbånd 5945-6425 MHz til wi-fi på 25 mW, som Europa har lagt sig fast på, begrænser anvendeligheden af frekvensbåndet til professionelt brug, og at det vil være nødvendigt at få mulighed for at få tilladelse til at sende med en højere effekt på fx 1 W.

Samme interessant finder det endvidere oplagt at anvende frekvensbåndet 6425-7125 MHz til tilladelsesbaseret (med light licensing) wi-fi og/eller private net allerede i dag, idet anvendelsen af frekvensbåndet i dag er ret begrænset.

6.1.2. Energistyrelsens vurdering

Med den fortsatte udrulning af højhastighedsbredbånd til danske husstande og virksomheder vil behovet for frekvenser til wi-fi fortsat stige.

Endvidere vil udbredelsen af avancerede IoT- og M2M-tjenester betyde øget efterspørgsel på frekvenser til wi-fi.

For at imødekomme denne udvikling vil Energistyrelsen arbejde for, at der afsættes flere frekvenser til wi-fi.



Energistyrelsen vil endvidere arbejde for europæisk eller global harmonisering af frekvenser til wi-fi, idet der vil være udstyr tilgængeligt for frekvensbånd afsat til wi-fi i andre regioner.

Energistyrelsen anser det for at være af afgørende betydning ikke at etablere nationale løsninger (fx med højere tilladt sendeeffekt), der kan udgøre en hindring for harmonisering af frekvenser til wi-fi og andet kortrækkende udstyr.

6.2. LMR - Landmobil radio

I gennemsnit er der udstedt tilladelse til 860 landmobile frekvenser om året i perioden 2016 – 2020. I samme periode er der gennemsnitligt tilbageleveret eller tilbagekaldt 908 frekvenser årligt, hvilket viser, at omsætningen af landmobile frekvenser er forholdsvis stor. Til gengæld er det samlede antal udstedte tilladelser nogenlunde stabilt. Det kan oplyses, at der pr. medio november 2021 er udstedt tilladelse til 8.831 frekvenser på det landmobile område.

På trods af introduktionen af 5G er der ingen grund til at tro, at dette vil ændre sig de kommende år, når man tager effekten af forrige generationers mobilteknologier i betragtning. Denne antagelse underbygges yderligere af konsulentanalysen.

Energistyrelsen er ikke bekendt med, at der gennem det internationale frekvenssamarbejde er ændringer på vej i de landmobile frekvensbånd de kommende år. Et forhold som heller ikke er nævnt i konsulentrapporten.

6.2.1. Analyse/potentielle udfordringer

Med tilbageleveringen af en frekvensblok på 2 x 800 kHz i frekvensbåndet 450 – 470 MHz, hvilket er det mest eftertragtede frekvensområde blandt ansøgere af landmobile frekvenstilladelser, er mulighederne for at finde ledige landmobile frekvenser bedre, end de har været i mange år. Alligevel kan det være en udfordring i visse geografiske områder.

En stor del af de landmobile frekvenstilladelser deles med andre brugere og udstedes uden vurdering af mulighederne for sameksistens på baggrund af tekniske beregninger. Sagsbehandlingsprocessen er imidlertid den samme som for mere teknisk tunge ansøgninger, hvilket betyder, at sagsbehandlingstiden er nogenlunde den samme for begge typer tilladelser.

Derudover modtager Energistyrelsen hvert år et større antal ansøgninger om landmobile frekvenstilladelser til festivaler, koncerter, sportsbegivenheder og andre arrangementer af kort varighed. Selvom varigheden er kort, og frekvenserne vil kunne genanvendes fra samme geografiske placering af en anden bruger kort tid efter, er ansøgningsprocessen og arbejdet med at finde ledige frekvenser det samme som for de øvrige frekvenstilladelser.

6.2.2. Energistyrelsens vurdering

Grundet den store omsætning af landmobile frekvenser vil Energistyrelsen undersøge, hvordan ansøgningsprocessen for visse landmobile frekvenstilladelser kan lattes, fx ved at

- Indføre straksafgørelser for fladetilladelser, som deles med andre og tildeles uden tekniske beregninger.
- Afsætte et antal frekvenser til brug på festivaller, koncerter, sportsbegivenheder og andre arrangementer med kort varighed.

Energistyrelsen vurderer i øvrigt, at der er tilstrækkeligt med frekvenser til den landmobile radiotjeneste.

For at imødegå problematikken vedrørende geografisk betinget trængsel vil Energistyrelsen fastholde de nuværende frekvensbånd til landmobil radio og arbejde på bedre udnyttelse af de eksisterende frekvensressourcer.

Derfor vil Energistyrelsen undersøge muligheden for at:

- udstede tilladelser med en båndbredde på helt ned til 6,25 kHz til landmobil radio
- stille tekniske krav som afhjælper trængslen i frekvenstilladelseerne.

6.3. Radio og tv

Radiofoni udsendes i Danmark primært i FM-båndet (87,5-108 MHz) og som DAB i VHF bånd III (174-235 MHz). Antenne-tv anvender UHF båndet 470-694 MHz, hvor DR udsender public service tv, og Norlys udsender betalings-tv.

6.3.1. Analyse/potentielle udfordringer

På den kommende verdensradiokonference (WRC-23) er anvendelsen af 470-694 MHz på dagsordenen, herunder spørgsmålet om frekvensbåndet også skal kunne anvendes til mobilformål.

Inden for de nærmeste år er der ikke udsigt til væsentlige ændringer i anvendelsen af frekvenser til antenne-tv eller radio (AM i lang-, mellem- og kortbølge, FM i 87,5-108 MHz og DAB i 174-235 MHz).

6.3.2. Energistyrelsens vurdering

Energistyrelsen vurderer, at anvendelsen af 470-694 MHz til broadcastformål vil fortsætte i en årrække frem mod 2030.

Energistyrelsen vurderer samtidig, at det, henset til den generelle teknologiudvikling, vil være relevant internationalt også at muliggøre en mobil anvendelse af 470-694 MHz under forudsætning af, at den nuværende broadcastanvendelse i frekvensbåndet kan fortsætte, så længe den er relevant.

6.4. PMSE – Trådløse mikrofoner mv.

PMSE-udstyr (Programme-making and special events) såsom trådløse mikrofoner, talk-back, in-ear monitors og trådløse videokameraer anvender en bred vifte af frekvenser. En mindre del af PMSE-anvendelsen (fx trådløse videokameraer) sker på baggrund af frekvenstilladelser. Størstedelen af PMSE-anvendelsen, især trådløse mikrofoner, talk-back og in-ear monitors, sker på tilladelsesfri basis og i en bred vifte af sammenhænge fx koncerter, tv-produktioner, teater, kirker og forsamlingshuse. En væsentlig del af trådløse mikrofoner benytter 470-694 MHz frekvensbåndet.

6.4.1. Analyse/potentielle udfordringer

Som beskrevet i afsnit 4 om mobilt bredbånd og 6.3 om radio og tv forventer Energistyrelsen, at behovet for at anvende frekvensbåndet 470-694 MHz til antenne-tv vil fortsætte i en årrække, og at det er relevant internationalt at muliggøre en fremtidig mobil anvendelse af frekvensbåndet.

I forbindelse med tildelingen af hhv. 700 MHz- og 800 MHz-frekvensbåndene blev de frekvensmæssige muligheder for trådløse mikrofoner påvirket. I forbindelse med både 700 MHz- og 800 MHz-beslutningerne var det en væsentlig del af de forudgående analyser at se på konsekvenserne for trådløse mikrofoner.

Hvis der foretages ændringer i hele eller dele af 470-694 MHz-frekvensbåndet svarende til 700 MHz og 800 MHz, vil det i sagens natur også påvirke de frekvensmæssige muligheder for trådløse mikrofoner og dermed mulighederne for de berørte brugere.

De nuværende trådløse mikrofonløsninger i 470-694 MHz er generelt analoge systemer, der ikke har ændret sig væsentligt for så vidt angår selve radioteknologien og dermed frekvensanvendelsen, siden systemerne blev introduceret for årtier siden.

Som alle andre trådløse teknologier må det forventes, at PMSE og dermed trådløse mikrofoner også vil undergå en teknologisk udvikling mod digital teknologi fx anvendelse af 5G-teknologi. En sådan teknologisk udvikling vil også påvirke de frekvensmæssige behov.

DECT-teknologien har over de senere år udviklet sig til at være velegnet til visse typer af PMSE-anvendelse (hvor latenstid ikke er afgørende) og er inde i en udvikling mod at kunne tilbyde både høj pålidelighed og lav latenstid (URLLC), som vil åbne for yderligere muligheder.¹¹

¹¹ Se også ECC Report 323 "Spectrum use and future spectrum requirements for PMSE": docdb.cept.org/download/3470



Konsulentrapporten nævner, at den potentielle anvendelse af 5G til PMSE-formål på længere sigt kan reducere behovet for dedikerede frekvenser til audio- og video-PMSE, men det understreges samtidigt, at det forudsætter, at 5G kan imødekomme kvalitetskravene (QoS), hvilket endnu ikke er bevist.

Uagtet at PMSE forventes at undergå en teknologisk udvikling, er det væsentligt at bemærke, at der er en stor installeret base af udstyr i de mange forskellige brugssteder (forsamlingshuse, kirker, skoler, teatre, mødelokaler etc.), som ikke har et direkte behov for at skifte udstyr.

6.4.2. Energistyrelsens vurdering

5G (herunder private net) forventes i fremtiden at kunne frembyde nye, teknologiske muligheder for at levere PMSE-tjenester, og mulighederne for at få frekvenser til private net kan have betydning for PMSE. Da disse anvendelser imidlertid endnu ikke er set demonstreret, og udstyret ikke er tilgængeligt, har Energistyrelsen endnu ikke et bud på, hvornår disse muligheder vil kunne tages i brug.

Baseret på hørings svar vurderer Energistyrelsen, at der er behov for at se på mulighederne for forbedringer af de frekvensmæssige forhold for PMSE, herunder forbedre udnyttelsen af eksisterende frekvensressourcer og eventuelt foretage en identifikation af nye frekvensbånd, der kan tages i brug til PMSE.

Der er ikke for nuværende udsigt til ændringer i de frekvensbånd, der anvendes til PMSE-formål, men Energistyrelsen vil inddrage relevante interessenter i arbejdet med at sikre, at der fortsat findes tilstrækkelige frekvensressourcer til PMSE.

6.5. Satellit

På verdensplan ses et voksende marked for satellittjenester. Starlink-satellitterne fra SpaceX, som udbyder bredbåndstjenester via satellit, fylder meget i medierne, og der er konkurrerende tjenester på vej fra bl.a. Amazon og OneWeb. Selskaber fra Rusland og Kina har også vist interesse.

Der ses også stigende interesse for at udbyde smalbandede IoT/M2M-tjenester via satellit. Eksempelvis har der for satellitsystemer, der bruger frekvenser under 1 GHz, i 20 år kun været en enkelt udbyder. I 2020/21 er der føjet yderligere fem til listen.

Konsulentrapporten fremhæver endvidere, at satellittjenester spiller en vigtig rolle for overvågning af klimarelaterede parametre som temperatur, drivhusgasser, havniveau m.v.



6.5.1. Analyse/potentielle udfordringer

Mere traditionelle kommunikationssatellittjenester, der kræver lidt større antenneparaboler, bliver mere og mere mobile og anvendes i stigende grad på skibe og fly samt i lande med dårlige muligheder for mobildækning. Disse tjenester anvender til dels frekvenser, som samtidigt anvendes til radiokæde og FWA-tjenester.

Jordobservationssatellitter, der bl.a. bruges til overvågning af vejr og klima, har de seneste år været under pres fra øget brug af frekvenser til mobile bredbåndstjenester på jorden, efterhånden som flere frekvensbånd er blevet udpeget til mobilt bredbånd (5G).

Aktuelt er det frekvenser i forskellige frekvensbånd omkring 40-70 GHz, der er bud efter både til satellittjenester og til fremtidige 5G-tjenester.

Allokering af frekvenser til satellitter sker i sagens natur på internationalt plan, da satellitter hele tiden kan ses fra mange lande, og det er nødvendigt at koordinere med lande i hele verden, når der skal planlægges frekvenser til og fra satellitter.

I Danmark har vi en rigtig god fiberinfrastruktur og dækning med mobile bredbåndstjenester i stort set alle afkroge af landet. Markedet for satellittjenester til bredbåndsformål er dermed stort set begrænset til anvendelse på skibe og fly.

6.5.2. Energistyrelsens vurdering

Energistyrelsen er opmærksom på den stigende efterspørgsel på frekvenser til kommunikationssatellitter. Styrelsen vil arbejde for bedre udnyttelse af frekvensbånd, der er afsat til satellittjenester, frem for at arbejde for at afsætte flere frekvenser til satellitter, der bruges til bredbåndsformål, og styrelsen vil fortsat være opmærksom på potentiel påvirkning af andre tjenester, herunder primært radiokæde/FWA og mobilt bredbånd.

Energistyrelsen vil have særligt fokus på, at tjenester til vejr og klimaformål har adgang til de nødvendige frekvensressourcer.

6.6. Offshore frekvensanvendelse

Mobilt bredbånd og offentlige mobiltjenester er en del af den grundlæggende infrastruktur særligt i områder, hvor mange mennesker færdes, eller hvor der er høj økonomisk aktivitet. Disse områder var indtil for nyligt alene på land og i det kystnære havområde, hvorfor mobildækning alene har været fokuseret på disse områder. De indre farvande har alene haft basal mobildækning (tale og sms) af hensyn til bl.a. fiskere og lystsejlere.

Over de seneste år er der sket en stigende aktivitet på havet, nærmere bestemt den eksklusive økonomiske zone (EEZ), særligt med havvindemølleparker og



senest med planerne om en energiø i Nordsøen. Disse områder er ikke omfattet af de gældende frekvenstilladelser til mobile tjenester. Enkelte af olie-/gasplatformene i Nordsøen har fået frekvenstilladelse til at skabe mobildækning i havet omkring platformen.

6.6.1. Analyse/potentielle udfordringer

Mobildækning i EEZ har hidtil haft fokus på en lukket brugerskare (fx alle med et professionelt ærinde i forbindelse med et oliefelt) til forskel fra mobildækningen på land, der henvender sig til den brede offentlighed.

I takt med den generelt øgede færdsel og økonomiske aktivitet i EEZ fx i forbindelse med en kommende energiø i Nordsøen vil det være relevant at sikre tilgængelighed af mobilt bredbånd.

Norge har tidligere holdt auktion over 700 MHz-, 800 MHz- og 900 MHz-frekvensbåndene til offshore brug (især med henblik på dækning af den norske del af Nordsøen). Auktionen over 700 MHz og 900 MHz resulterede i usolgte frekvenser, hvilket kunne indikere, at selvom der er pæn interesse (en stor del blev solgt), så er der ikke tale om frekvensknaphed for indeværende.

Indtil videre er frekvenstilladelserne til offshore brug fx i den danske del af Nordsøen udstedt som almindelige frekvenstilladelser efter ansøgning med 15 års varighed.

6.6.2. Energistyrelsens vurdering

Energistyrelsen vurderer, at der bør udarbejdes en langsigtet plan for tildeling og anvendelse af frekvenser til mobile tjenester i den danske EEZ (især for Nordsøen og de indre farvande). En sådan langsigtet plan bør sigte på at skabe gode rammevilkår for anvendelsen af mobilt bredbånd og offentlige mobiltjenester til de kommende energiprojekter til havs. Et fokus vil være, at frekvensressourcerne fordeles på en måde, der sikrer, at der er frekvenser nok til alle interesserede.

Energistyrelsen vil iværksætte en nærmere undersøgelse af dette i dialog med relevante interessenter og nabolande.

7. Klima

Telekommunikation er forudsætningen for et digitalt og intelligent samfund og spiller derfor en vigtig rolle for at nå målsætningen om 70% reduktion i CO₂-udledningen. Trådløse teknologier vil med fordel kunne anvendes i forskellige sektorer for at øge effektivisering samt mindske energiforbrug og drivhusgasudledninger. Bl.a. vil trådløse teknologier kunne spille en stor rolle i landbrug, industri, energisektoren og transport.



Landbruget anvender og efterspørger allerede smarte løsninger såsom præcisionsgødning, overvågning af marker og monitorering af kvæg til brug for en generelt bedre ressourceudnyttelse. Derudover vil effektivisering af landbruget potentielt frigive areal til skovrejsning og dermed kulstofoptag.

I energisektoren kan Smart Grid-løsninger øge effektiviteten ved at bruge oplysninger om efterspørgslen til at styre og koordinere produktionen i realtid på tværs af producenttyper og -størrelser. Blandt andet kan Smart Grid udnytte et øget input fra vejrafhængig vedvarende energi optimalt ved at omdirigere vindmøllestrøm til PTX-formål, når der ikke er behov for energien i elnettet.

Smart Homes gør det muligt at optimere energiforbruget ved fx at benytte termostater og varmepumper, som er internt forbundet i stor skala. Dermed kan Smart Homes muliggøre, at der kun bruges energi, når energien er grøn.

Optimering af biltrafikken rummer et stort effektiviseringspotentiale. Bedre styring af biltrafikken kan opnås gennem intelligente transportsystemer (ITS), hvilket også er forbundet med et reduktionspotentiale. ITS er derfor relevant for klimaet og kan generelt forbedre effektiviteten i transportsystemer. Konsulentrapporten peger også på, at ITS forventes at blive mere udbredt.

I forbindelse med teleteknologiens mulige rolle inden for de ovennævnte sektorer peger konsulentrapporten på 5G som en understøttende teknologi for mange af fremtidens grønne digitale løsninger. Dertil kommer en forventet signifikant stigning i brugen af IoT-løsninger til blandt andet energieffektivisering i bygninger og optimering af processer i industrien og landbruget.

Monitorering af klimaændringer og vejrfænomener er et afgørende værktøj for at øge forståelsen af klimaforandringerne. Her understreger konsulentrapporten vigtigheden af satellittjenester for at udføre målinger.

Endelig er der potentiale for at reducere udledningerne og energiforbruget i selve telesektoren. Det kan opnås ved at anvende vedvarende energi, designe og standardisere mere energieffektive systemer og ved at skifte til mere klimavenlige teknologier og udstyr.

7.1. **Analyse/potentielle udfordringer**

Det kræver et stort arbejde at sikre, at nettene alle steder er klar til at levere både de velkendte og nye tjenester, der fx kan få maskiner til at snakke sammen og reducere ressourceforbrug.

For at potentialet i telenettene skal kunne udnyttes fuldt ud, skal de være åbne, fleksible og transparente og forbinde alle og alt med dem, der vil levere innovative tjenester, der kan reducere udledningen af drivhusgasser. Den fornødne kapacitet



til de nye grønne tjenester skal være til stede der, hvor der er brug for den, og det er ikke kun de steder, hvor mobildata anvendes mest i dag, men fx også der, hvor fremtidens forsyning og landbruget kræver det.

I forbindelse med at der skal identificeres og udvælges tiltag, der kan reducere udledningerne og energiforbruget i telesektoren, er det en udfordring, at der i mange tilfælde mangler konkrete data om det nuværende forbrug og potentiel fremtidig energieffektivisering.

7.2. Energistyrelsens vurdering

Energistyrelsen arbejder aktivt for at klarlægge, hvordan trådløse teknologier kan understøtte den grønne dagsorden. På internationalt niveau har Energistyrelsen delt formandskab i en RSPG-arbejdsgruppe¹², som undersøger sammenhængen mellem trådløse teknologier, frekvensregulering og klima. Arbejdsgruppen har udarbejdet en rapport¹³, som blev godkendt af RSPG i juni 2021, og en udtalelse med konkrete anbefalinger til frekvenspolitiske tiltag, der kan bidrage til den grønne dagsorden i Europa, som blev vedtaget af RSPG den 24. november 2021.

RSPG-udtalelsen omfatter en liste med anbefalinger om metoder til at klarlægge telesektorens påvirkning af klimaet, initiativer for at fremme anvendelsen af vedvarende energi i telesektoren, overvejelser om forskellige sektors behov for adgang til frekvenser og beskyttelse af tjenester, der monitorerer klimaet. Energistyrelsen vil anvende listen som inspiration til mulige tiltag på nationalt niveau.

Energistyrelsen vil undersøge, hvordan trådløse teknologier kan understøtte den grønne dagsorden, herunder hvor og hvordan teleinfrastruktur kan understøtte udvikling og ibrugtagning af nye mere klimavenlige tekniske løsninger inden for andre sektorer, og hvordan telesektorens eget klimaaftryk kan mindskes.

Energistyrelsen vil fremover have fokus på en mere klimavenlig telesektor, hvor bl.a. et stigende dataforbrug ikke medfører et tilsvarende stigende energiforbrug. Det skal undersøges, om Energistyrelsen kan påvirke denne udvikling i telesektoren med tiltag i forbindelse med frekvensadministrationen. Analysen vil tage højde for mulige negative bivirkninger af en klimafokuseret frekvenspolitik (fx mulige effekter på markedet) og have et teknologineutralt udgangspunkt.

8. Statens brug af frekvenser

En række statslige myndigheder bruger radiofrekvenser for at løse deres opgaver. Nogle statslige myndigheder har egne radiosystemer såsom Forsvaret, Banedanmark, DMI m.fl. Andre myndigheder såsom politiet og beredskaberne

¹² rspg-spectrum.eu/role-of-radio-spectrum-policy-to-help-combat-climate-change/

¹³ rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2021/06/RSPG21-026final_RSPG_Report_on_Climate_Change.pdf



bruger radiosystemer, som staten har købt specifik adgang til. Desuden er der statslige brugere, der bruger internationale satellitsystemer. Det er fx tilfældet for DMI. Anvendelse af radiosystemer indgår i flere og flere opgaver blandt statslige brugere, og derfor har de statslige brugere stigende interesse for prioriteringen af frekvensanvendelsen i Danmark.

Forsvaret i Danmark anvender mange frekvenser til mange forskellige formål. Visse frekvenser er allokeret eksklusivt til Forsvarets anvendelse i den danske frekvensplan, og Forsvaret har endvidere samme muligheder som alle andre for at søge om tilladelser til at anvende frekvenser i de øvrige frekvensbånd.

8.1. **Analyse/potentielle udfordringer**

Der er et stigende pres på frekvensressourcerne, idet flere og flere applikationer i hjem, virksomheder og myndigheder gør brug af radiosystemer. Dels skal der gøres plads til nye applikationer samtidig med, at der fortsat skal være frekvenser til de eksisterende. Dels kræver applikationerne større båndbredder end tidligere. Samlet set indebærer det, at brugerne i højere grad skal deles om frekvenserne, og at der skal fastsættes tekniske rammer for, hvordan dette kan ske med en minimal risiko for forstyrrelser. For statslige brugere af radiofrekvenser vil det indebære, at de også i nogle situationer skal indrette frekvensanvendelsen efter, at der sker en mere intensiv anvendelse af frekvensspektret.

I nogle tilfælde vil det betyde, at statslige brugere skal tilpasse deres frekvensanvendelse. Det gælder fx, hvor frekvensanvendelsen er harmoniseret globalt eller på EU-niveau til introduktion af nye applikationer og teknologier, som er væsentlige for innovation og introduktion af ny teknologi. Det er således væsentligt, at vi i Danmark kan introducere ny teknologi såsom 5G og avancerede wi-fi-systemer for, at Danmark kan bevare sin konkurrenceevne.

8.2. **Energistyrelsens vurdering**

Energistyrelsens vurdering er, at væsentlige statslige brugere af radiofrekvenser bør inddrages på et tidligt tidspunkt, hvor potentielle ændringer i deres frekvensanvendelse forudses, således at der kan planlægges herefter.

For så vidt angår Forsvarets frekvensanvendelse vil Energistyrelsen fortsætte linjen fra det frekvenspolitiske rammemandat og således sikre, at Forsvarets behov for radiofrekvenser tilgodeses, så Danmark fortsat kan leve op til de lovgivningsmæssige krav såvel nationalt som internationalt, herunder de forpligtelser, som følger af FN- og NATO-samarbejdet.

Energistyrelsen vil fortsat – under hensyntagen til Forsvarets behov for radiofrekvenser – arbejde for, at civile tjenester i øget omfang får adgang til frekvensbånd, som Forsvaret hidtil har anvendt eksklusivt.



Beslutningen om prioriteringen af frekvenser vil blive baseret på en samlet samfundsmæssig og samfundsøkonomisk vurdering og således, at vi i Danmark kan implementere internationale beslutninger i rette tid.

9. **Internationalt samarbejde og inddragelse af interessenter**

Frekvenser er en begrænset ressource, og der er en stadigt stigende efterspørgsel. Teknologier udvikles og forbedres, og det internationale samarbejde på frekvensområdet handler om til stadighed at give plads til ny frekvensanvendelse og at sikre flere frekvensressourcer til eksempelvis bredbåndskommunikation via mobiltelefoni, radiokæder og satellitter.

9.1. **Analyse/potentielle udfordringer**

Når ny frekvensanvendelse kommer til ses oftere og oftere, at det må ske i sameksistens med anden anvendelse af de samme frekvenser. Der fastlægges tekniske vilkår, som gør det muligt, at de samme frekvenser kan anvendes til flere forskellige formål, uden at der opstår uacceptable forstyrrelser. Tilladelsesindehavere kan ikke forvente at have eneret til frekvenser, men må acceptere, at andre kan anvende frekvenserne til andre formål.

Det er vigtigt, at de relevante interessenter medvirker til at fastlægge forudsætningerne for, at frekvenser kan deles mellem forskellige brugere og forskellige teknologier. Det er derfor vigtigt, at Energistyrelsen arbejder for, at danske interessenter har adgang til information om, hvad der aktuelt er fokus på i det internationale frekvenssamarbejde, så de kan få indflydelse på beslutningerne.

Energistyrelsen har oprettet en arbejdsgruppe under Telebrancheforum, hvor problemstillinger i relation til det internationale frekvenssamarbejde drøftes.

9.2. **Energistirelsens vurdering**

Det er Energistirelsens vurdering, at arbejdsgruppen under Telebrancheforum skal fortsætte. Der kan derudover være behov for andre former for inddragelse af danske interessenter, og der kan være interessenter uden for Telebrancheforum, som kan have gavn af et samarbejde med Energistyrelsen.

Energistyrelsen vil iværksætte en analyse af, hvem der er relevante interessenter, og hvordan de forskellige skal inddrages i Energistirelsens prioriteter i det internationale frekvenssamarbejde.

10. **Ikke-harmoniseret frekvensanvendelse**

Tilladelsesfri frekvensanvendelse bør altid være harmoniseret, så der gælder de samme tekniske vilkår som minimum i hele Europa. Dette er nødvendigt for at sikre tilgængeligheden af udstyr til rimelige priser, og for at forbrugere kan tage udstyret med over landegrænser og bruge det i andre lande.



10.1. **Analyse/potentielle udfordringer**

Frekvensanvendelsen er ikke statisk, og som tiden går, sker der ændringer i anvendelsen. Der opstår situationer, hvor et frekvensbånd, som ikke tidligere har været harmoniseret, bliver genstand for en harmonisering i Europa eller globalt. Hvis der er udstedt en tilladelse til at anvende frekvenser i det pågældende frekvensbånd, kan der opstå et behov for at ændre eller tilbagekalde tilladelsen eller at acceptere delt frekvensanvendelse.

Energistyrelsen har i nogle få tilfælde udstedt tilladelse til frekvensanvendelse i frekvensbånd, hvor der ikke forelå internationale beslutninger på tidspunktet for udstedelsen.

I sådanne sager bør det sikres, at ansøgere vejledes ensartet og tydeligt således, at det er helt klart, at ansvaret for at etablere en tjeneste med en forventet lang levetid og/eller baseret på en større investering ligger hos ansøger selv.

10.2. **Energistyrelsens vurdering**

Det er Energistyrelsens vurdering, at der er behov for en vejledningstekst, som kan anvendes i ovennævnte situationer.

Energistyrelsen vil udarbejde denne vejledningstekst og lægge den på hjemmesiden.