

Avanserte måle- og styringssystemer

Måling av sendemønster og EMF-eksponering

Januar 2018



Sammendrag

Innen 1. januar 2019 skal alle strømkunder ha fått installert avanserte måle- og styringssystemer (AMS). Måleren i AMS-systemet registrerer automatisk strømforbruket og rapporterer det videre til kraftleverandør gjennom bruk av trådløs signalering. For å kartlegge sendemønster og eksponering for elektromagnetiske felt har Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) gjennomført målinger av de tre ulike smartmålerne som finnes på det norske markedet: Aidon, Nuri og Kamstrup.

Målingene er gjort på et begrenset antall målere som er installert i privathus. Vi har målt eksponeringen for elektromagnetiske felt og sendeaktivitet i løpet av 24 timer. Antall sendinger varierer mellom type utstyr og befolkningstettheten der utstyret er plassert. Den totale sendetiden i løpet av 24 timer er likevel veldig kort, da hver av sendingene typisk bare varer 1/50-del av et sekund. Alle målerne holder seg godt innenfor regelverket for tidsbruk. Eksponeringen for elektromagnetisk felt er, som forventet, svært lav og langt under gjeldende grenseverdier.

Innholdsfortegnelse

1	Avanserte automatiske strømmålere.....	4
1.1	Formål	4
1.2	Måleroppsett og regelverk.....	4
1.3	Radionettverk.....	5
1.4	Kamstrup	7
1.5	Nuri.....	7
1.6	Aidon	8
2	Måling av eksponering for elektromagnetisk felt	8
2.1	Grenseverdier for helseeffekt	8
2.2	Måleusikkerhet.....	9
2.3	Målepunkter og måleavstander	9
2.4	Resultater	9
3	Måling av sendemønster	11
3.1	Gjennomføring av målingene	11
3.2	Resultater	11
3.2.1	Kamstrup	12
3.2.2	Nuri.....	13
3.2.3	Aidon	15
4	Sendemønster og eksponering - konklusjon	16
5	Vedlegg	17
5.1	Målepunkter.....	17
5.2	Frekvenser	18
5.3	Instrumenter	19
5.4	Måleresultater – eksponering for elektromagnetiske felt	20
5.5	Måleresultater - sendemønster	20
5.5.1	Kamstrup	20
5.5.2	Nuri.....	21
5.5.3	Aidon	22
5.6	Bilder fra måleoppsett.....	23

1 Avanserte automatiske strømmålere

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har fastsatt fristen for installering av avanserte måle- og styringssystemer (AMS), også kalt smarte strømmålere, eller målere, til 1. januar 2019. Smartmåleren erstatter den eksisterende strømmåleren som må leses av manuelt. Denne nye teknologien skal installeres i private husholdninger, fritidsboliger, borettslag, hos bedriftskunder og ved offentlige institusjoner.

En smart strømmåler er en enhet som installeres i sikringsskapet og som sender informasjon om målerstanden til strømleverandøren, enten via dedikerte radiosignaler eller over det offentlige mobilnettet. Det er målere som bruker dedikerte radiosignaler som omtales i denne rapporten.

I tillegg til måleren, blir det i noen tilfeller montert en ekstern antenne utenfor sikringsskapet, for slik å sikre at rapportering av målerstanden kan gjennomføres.

I forbindelse med utrulling av smartmålere har noen kunder etterspurt informasjon om hvor ofte utstyret sender, og hvilken eksponering for elektromagnetisk felt en smartmåler fører til for dem som oppholder seg i umiddelbar nærhet til sikringsskapet. Dette er bakgrunnen for de målingene som beskrives i denne rapporten. Nkom har ikke gjort noen analyse av datainnholdet i sendingene.

1.1 Formål

Formålet med målingene var å få svar på følgende:

1. Hvor mange sendinger registreres, og hva er typisk total sendetid fra en smartmåler i løpet av 24 timer
2. Hva er typisk eksponering for elektromagnetiske felt i nærheten av en smartmåler

1.2 Måleroppsett og regelverk

Vi har tatt for oss tre forskjellige leverandører av smartmålere-er som nettselskapene i Norge har valgt å installere. Dette er Kamstrup, Aidon og Nuri.

Kravene til en smartmåler når det gjelder frekvensbruk og hvor mye den kan sende i løpet av en tidsperiode er beskrevet i forskrift om generelle tillatelser for bruk av frekvenser (fribruksforskriften):

Kap. III. Utstyr for kortdistansekommunikasjon

§ 7. Måleravlesning

(2) Senterfrekvensene 444,675 MHz, 444,700 MHz og 444,725 MHz tillates brukt til måleravlesning. Maksimal tillatt utstrålt effekt er 500 mW e.r.p. Maksimal tillatt okkupert båndbredde er 75 kHz. Sendetid er mindre enn 20 prosent.

§ 7a. Måleutstyr

(1) Frekvensbåndet 870–875,6 MHz tillates brukt til måleutstyr som beskrevet i standarden EN 303 204. Maksimal tillatt utstrålt effekt er 500 mW e.r.p. med en maksimal sendetid på 2,5 prosent og bruk av APC (Adaptive Power Control) (automatisk kontroll av signalstyrke). Maksimal okkupert båndbredde er 200 kHz. Måleutstyr omfatter ulike typer sensorer for måling av vann, gass, elektrisitet, meteorologi, forurensning, allergener i miljøet, elektromagnetisk forurensning, samt kontrollutstyr til trafikkdirigering med mer. For nettverkskonsentrator (Network Relay Points) i urbane og rurale nettverk gjelder tillatt sendetid opp til 10 prosent under forutsetning av bruk av APC og «lytt før tale-mekanisme». I tillegg er det krav om enten bruk av andre interferensreducerende tiltak som beskrevet i harmoniserte standarder eller koordinering i geografiske områder med høy konsentrasjon av slike nettverk.

§ 8 Diverse utstyr for kortdistansekommunikasjon

(18) Frekvensbåndet 869,400–869,650 MHz tillates brukt. Maksimal tillatt utstrålt effekt er 500 mW e.r.p. Maksimal sendetid er mindre enn 10 prosent. Sendetiden kan overskride 10 prosent dersom det benyttes interferensreducerende tiltak som gir minst samme virkning som teknikker beskrevet i harmoniserte standarder. Frekvensbåndet tillates også brukt som én kanal til datatransmisjon.

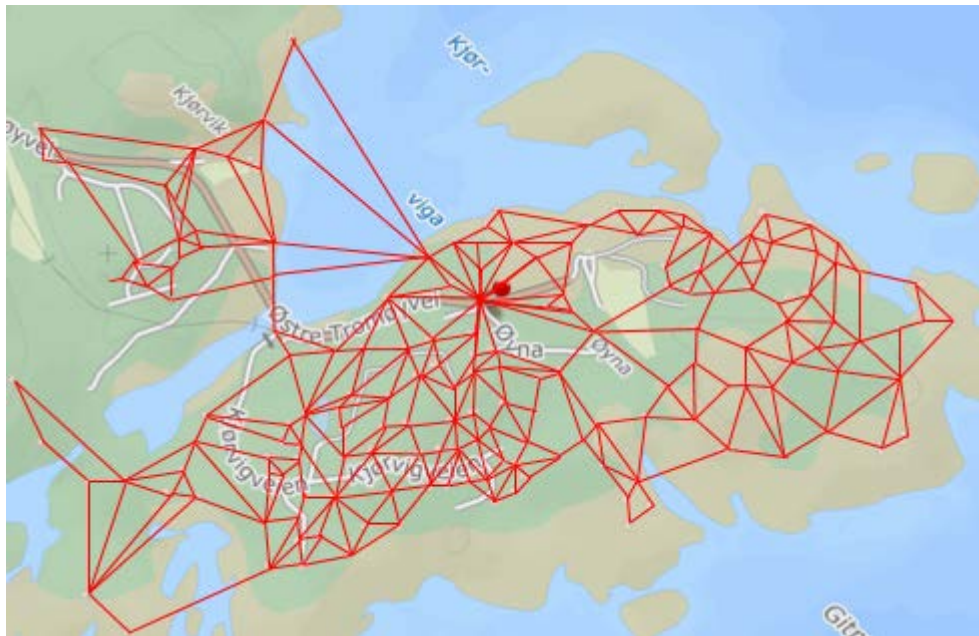
De aktuelle AMS-systemene bruker frekvenser innenfor det som er gitt i de tre paragrafene i fribruksforskriften.

1.3 Radionettverk

Det finnes forskjellige løsninger for hvordan AMS-er kommuniserer og overfører data til sentralen. Nkom har ikke oversikt over hvilke nettverk som er benyttet i hvert tilfelle. Alle smartmålere har behov for å rapportere avlesninger til netteier (sentral), og motta beskjed fra netteier. Under følger derfor en kort beskrivelse av mulige/sannsynlige varianter.

1. Mesh-nettverk

I et mesh-nettverk har hver individuelle måler kontakt med flere andre målere i nærheten, dvs. at det finnes flere alternative kommunikasjonsveier. Dersom en enhet i maskenettet slutter å virke, vil nettet selv finne alternative ruter for å få frem informasjonen.



Figur 1: Et eksempel på et mesh-nettverk. Hver node har alternative noder de kan kommunisere med.

2. Selvkonfigurerende

Nettet finner selv den mest effektive ruten for innsamling av data til sentralen. Hvis det skjer noe med den prefererte veien (f.eks. utfall som gir nedetid), kan alternative ruter etableres. Smartmålere kommuniserer enten direkte til sentral, eller via andre målere. Hvis en måler fjernes, re-rutes kommunikasjonen til å gå via andre målere i nettet.

Nkom har ikke undersøkt hvilke typer nettverk som benyttes, eller hva slags rolle den aktuelle måleren har i nettverket. En som ligger nærme konsentratoren kan ha høyere aktivitet enn andre målere, fordi den viderefremidler måledata fra andre målere. En konsentrator er en enhet som samler inn informasjon fra flere målere, og sender den samlet videre til nettselskapet. På samme måte kan en måler som ligger langt fra andre målere ha lavere aktivitet fordi den kun sender sine egne måledata og kontrollsignaler som er nødvendig for å kommunisere med nettet.

1.4 Kamstrup

Kamstrup kan bruke frekvensene 444.675, 444.700 og 444.725 MHz.



Figur 2: Foto: Kamstrup.

1.5 Nuri

Nuri-målere leveres av koreanske firmaet Kaifa.



Figur 3: Fra www.nett.kvinnherad-energi.no.

Nuri bruker frekvensene 870.1 – 875.900 MHz, se kap. 5.2.3 i vedlegget.

1.6 Aidon

Frekvensene Aidon bruker frekvenser mellom 869.525 – 875.350 MHz, se kap. 5.2.2 i vedlegget.



Figur 4: <https://www.hallingdal-kraftnett.no>.

2 Måling av eksponering for elektromagnetisk felt

Resultatene fra målingene av eksponering for elektromagnetiske felt vurderes opp mot grenseverdier utarbeidet av International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Norge følger Statens stråleverns anbefalinger ved vurdering av menneskelig eksponering for elektromagnetiske felt, slik dette er nedfelt i strålevernforskriften når det gjelder allmennheten.

2.1 Grenseverdier for helseeffekt

For frekvensene 400 – 2000 MHz er grenseverdien for eksponering av allmennheten gitt ved uttrykket:

$$\frac{f}{200} \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

hvor f er frekvensen oppgitt i MHz. Ved 800 MHz vil grenseverdien være $(800/200) \frac{W}{m^2} = 4 \frac{W}{m^2}$.

Grenseverdiene inkluderer en betydelig sikkerhetsmargin i forhold til helseskadelige effekter. Det vises for øvrig til ICNIRP Guidelines (www.icnirp.org).

2.2 Måleusikkerhet

Det er alltid en viss usikkerhet ved målinger, og denne angis som feilmargin. Dette betyr at man stort sett aldri vil kunne lese av eksakt samme verdi hvis man måler flere ganger, selv om måleoppsettet ellers er likt. I tillegg vil omgivelsene og gjenstander rundt måleantenne og instrument innvirke på målingene. Alle bidrag som gir målefeil er tilfeldige, og vil enten øke eller redusere den avleste verdien. I verste fall kan målefeilen være +/- 5 dB. Det vil si at den reelle måleverdien ligger i et intervall fra ca. 1/3 til 3 ganger angitt verdi, men avviket er som regel mye mindre. I oppsettene Nkom har brukt i disse målingene (se vedlegg, kap. 5.6) er måleusikkerheten forsøkt redusert. Samtidig er «worst case-nivå» etterstrebet, dvs. at vi finner den høyeste verdien i målepunktet. Instrumentene som er brukt, er Fieldfox, FSH 3, FSH 6 og antenne HE300, se detaljer i vedlegg.

2.3 Målepunkter og måleavstander

For å sikre reelle måleverdier av aktiviteten til automatiske strømmålere, har Nkom målt i private boliger som har fått installert smartmåler og har systemet i normal drift, og ikke i testmiljøer. Privatboligene det har blitt målt i er stort sett eid av ansatte i Nkom. Utstyret som brukes må stå oppsatt på samme sted i 24 timer, og av praktiske grunner er det derfor gjort slik i denne undersøkelsen. Målingene ble utført i løpet av høsten 2017. Målepunktene er angitt i kap. 5.1 i vedlegget.

I utgangspunktet ønsket vi å måle i samme avstand fra måler/antenne for lettere å kunne sammenligne resultatene. På grunn av den praktiske plasseringen av måleutstyr i de forskjellige boligene, var det imidlertid ikke mulig å måle eksponering i samme avstand. I våre målinger var avstanden fra måler/antenne til Nkoms måleutstyr mellom 65 og 205 cm.

Generelt gjelder at eksponering fra elektromagnetiske felt øker med minkende avstand til antennen (i praksis sikringsskapet). Det vil si at opphold nærmere enn angitt avstand vil føre til høyere eksponering, mens opphold lengre vekk enn angitt avstand vil føre til lavere eksponering. For lettere å kunne sammenligne resultatene i de ulike målepunktene er måleverdiene som presenteres nedenfor regnet om til en standardavstand på 1 m.

2.4 Resultater

Ved måling av EMF-eksponering oppgir måleinstrumentet feltstyrke i Volt per meter ($\frac{V}{m}$).

Feltstyrke kan regnes om til effektetthet i $\frac{W}{m^2}$. Strømmålerne sender korte signaler med en varighet på ca. 20 millisekunder (ms) (1/50-del av et sekund). Målinger av sendemønster er nærmere beskrevet under kap. 3.

Målepunktene det har blitt målt på representerer et lite utvalg. De tre målerne tilgjengelig er alle representert i tabellen under.

I tabellen er det effektetthet i de kortvarige signalene som er oppgitt. Siden det ble målt i litt forskjellig avstand fra strømmåleren, er effektettheten i tabellen nedenfor regnet om til en standardavstand på 1 m for lettere å kunne sammenligne verdiene for de ulike målepunktene. Resultatene fra målingene på den avstanden det ble målt på er gitt i tabell 2 i kap. 5.4 i vedlegget.

Videre i tabell 1 oppgis EMF-eksponeringen relativt til grenseverdiene for helseeffekt som om målerne sender kontinuerlig, og ikke bare kortvarige signaler. I den nest siste kolonnen i tabellen er EMF-eksponering oppgitt relativt til grenseverdiene for helseeffekt midlet over tid, som om måleren utnytter den tillatte sendetiden maksimalt slik den er gitt i fribruksforskriften.

For Kamstrup skal sendetiden være mindre enn 20%, og for Aidon og Nuri skal den være mindre enn 10%. Denne forskjellen er basert på at de bruker forskjellige frekvenser, se kap. 1.2. Våre målinger viser at sendetiden er lavere enn kravene i fribruksforskriften (se kap. 3.2), og følgelig blir også eksponeringen lavere enn det som er angitt i den nest siste kolonnen i tabell 1.

Ifølge ICNIRP skal eksponeringen midles over et tidsintervall på seks minutter (360 sekunder). For å finne gjennomsnittseksponeringen må den målte verdien multipliseres med $0,02/360 = 0,000055$. EMF-eksponeringen fra målepunkt 1 (MP1, se tabell 1) blir da $1,77 \text{ ‰} \times 0,000055 = 0,00001 \text{ ‰}$ av grenseverdien. Denne verdien regnes ut i fra at det sendes *ett* radiosignal (0,02 sek) i løpet av disse seks minuttene.

Sendemønsteret til målerne varierer i løpet av 24-timer. Derfor kan det finnes seksminutters perioder hvor det ikke sendes noe (figur 7), og andre hvor det sendes flere signaler. Verdien vil ikke bli høyere enn det kolonnen «Relativ til grenseverdi ved max tillatt sendetid» viser.

Målepunkt	Frekvens (MHz)	Effekttetthet (W/m ²)	Relativt til grenseverdi v kont sending (‰)	Relativt til grenseverdi v max tillatt sendetid (‰)	Relativt til seks-minutters midling (‰)
Kamstrup					
MP1	444,7	0,02	8,85	1,77	0,0001
MP10	444,7	0,022	9,74	1,98	0,00011
Nuri					
MP5	872,5	0,005	1,13	0,11	0,000006
Aidon					
MP8-1	871,85	0,032	7,22	0,72	0,00004
MP11-1	872,5	0,01	2,4	0,24	0,00001

Tabell 1: Tabellen viser effekttetthet i de kortvarige signalene, eksponering relativt til grenseverdien som om måleren sender kontinuerlig, og eksponering relativt til grenseverdien midlet over tid, som om sendetiden er maksimal i forhold til kravene i fribruksforskriften. Den viser også eksponering ved ett signal midlet over seks minutter. Alle verdiene i tabellen er gitt i forhold til en standardavstand på 1 m.

Til sammenligning vil eksponeringen for elektromagnetiske felt fra en trådløs ruter med en gjennomsnittlig utgangseffekt på 0,05 W være cirka 0,4 ‰ i én meters avstand¹.

3 Måling av sendemønster

Resultatene fra målingene av sendeaktivitet vurderes opp mot kravene til sendetid som er gitt i fribruksforskriften, se kap. 1.2.

3.1 Gjennomføring av målingene

I disse målingene er sendeaktiviteten fra målere i privatboliger registrert over et tidsrom på 24 timer. Spesifikasjoner for måleinstrument og antenne som er brukt, samt målepunktene, finnes i kap. 5.1 og 5.3 i vedlegget.

Grunnet ulike forutsetninger for oppsett av utstyret i privatboligene, er det målt på avstander varierende mellom 65 og 205 cm fra sikringsskapet. Denne variasjonen i avstand har ingen betydning for målingen av sendemønster/sendeheppighet.

3.2 Resultater

En sending varer typisk ca. 20 millisekunder (ms), som tilsvarer 1/50-del av et sekund. 20 ms er valgt som fast varighet per sending videre i rapporten. Total sendetid fra en AMS er da

¹ «Radiofrekvente felt i våre omgivelser» kap. 4.1; <https://www.nrpa.no/publikasjon/straalevernrapport-2011-6-radiofrekvente-felt-i-vaare-omgivelser.pdf>

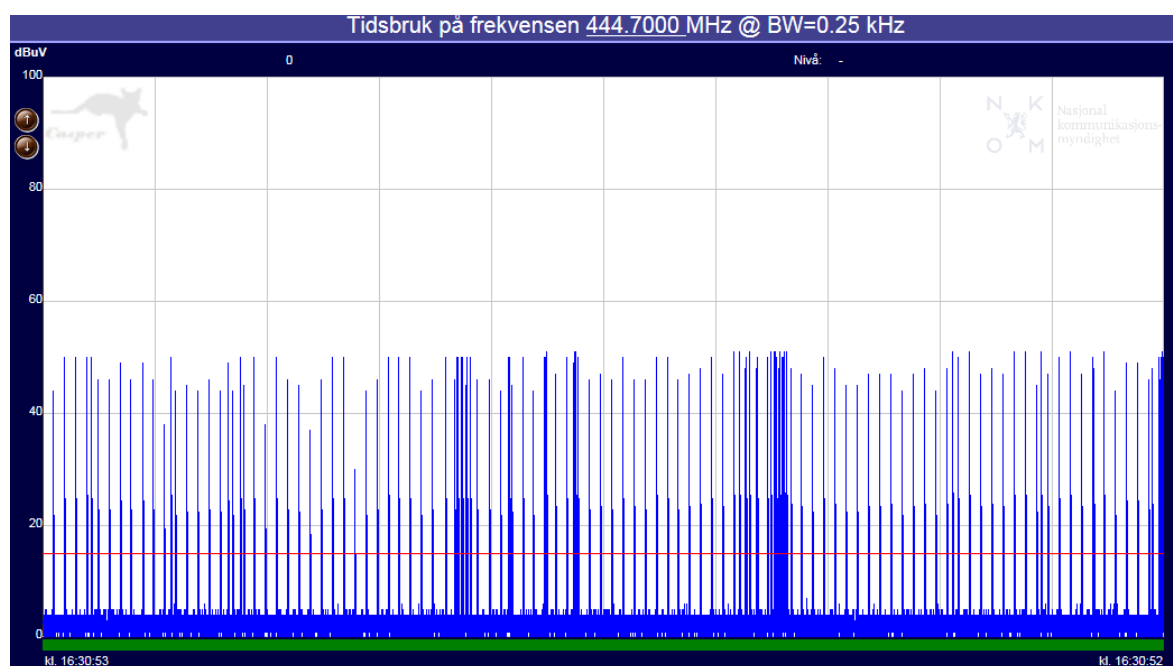
antall sendinger x 20 ms og er oppgitt i resultatene nedenfor. Alle AMS-systemene er innenfor kravene som er beskrevet i fribruksforskriften, se kap. 1.2.

3.2.1 Kamstrup

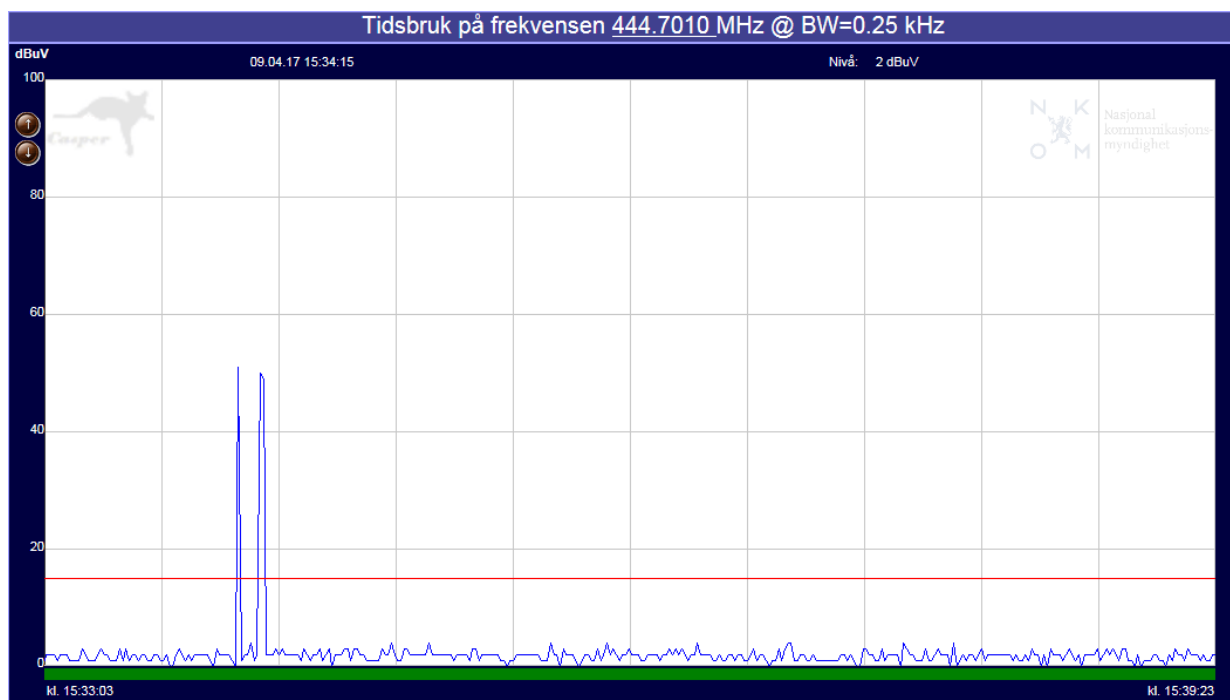
Frekvensen det er målt aktivitet på er 444.700 MHz. Antall sendinger i de aktuelle målepunktene er gitt i vedlegget, kap. 5.5.1.

Gjennomsnitt antall sendinger per døgn: 164

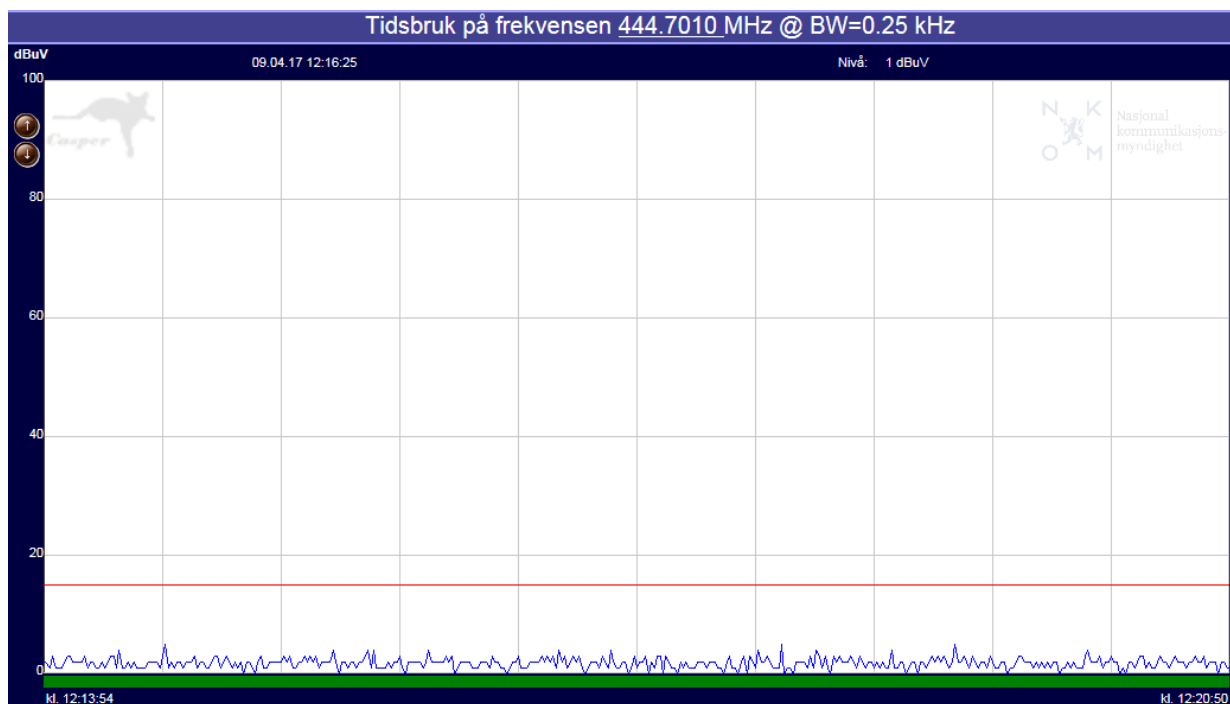
Gjennomsnittlig sendetid per døgn: $164 * 20 \text{ ms} = 3,28 \text{ sek}$



Figur 5: Antall sendinger per døgn i en tilfeldig Kamstrup-måling. Hver sending varer ca. 20 millisekunder.



Figur 6: Eksempel på en tilfeldig valgt måling fra Kamstrup i en periode fra kl. 15.33 – 15.39.



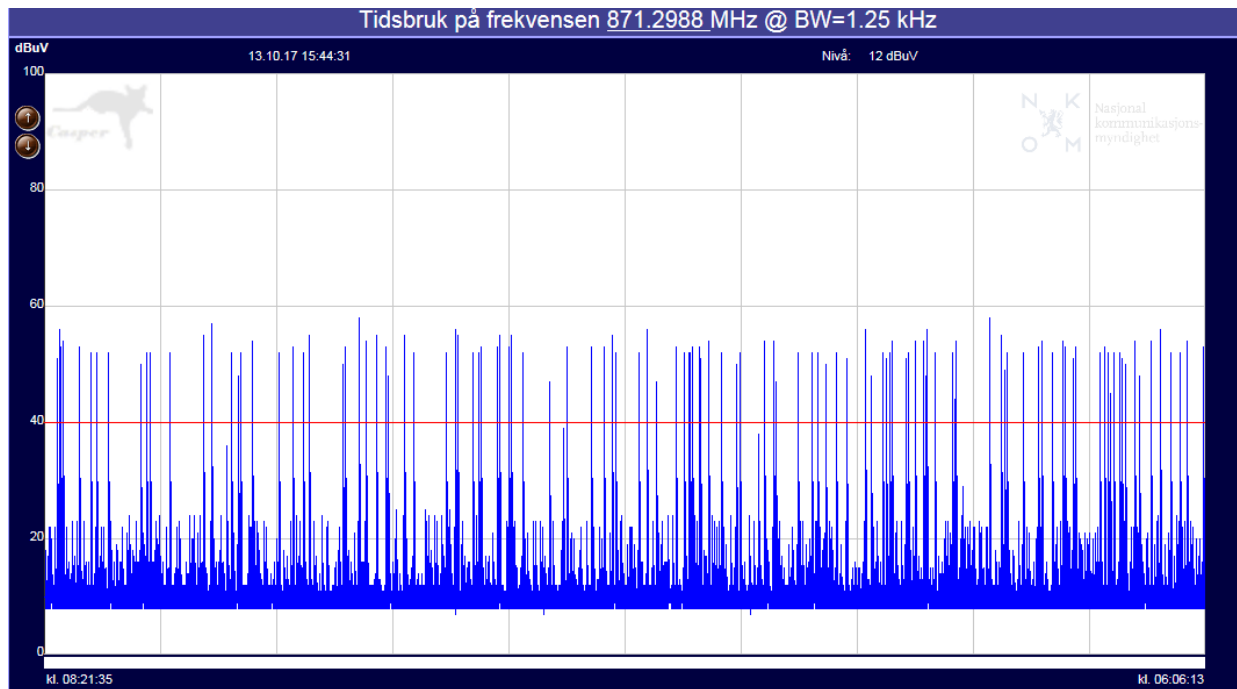
Figur 7: Eksempel på et annet, tilfeldig valgt tidspunkt av en Kamstrupmåling i en periode fra kl. 12.13 – 12.20. Her var det ingen sendinger.

3.2.2 Nuri

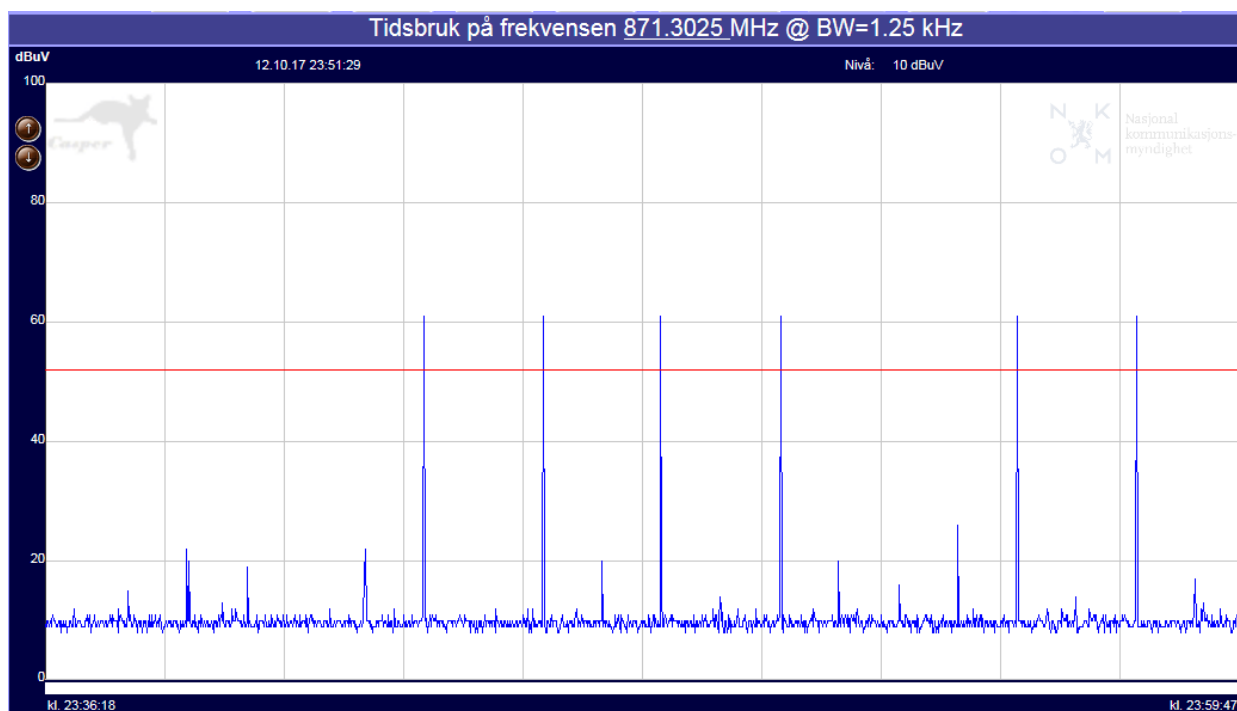
Målingene viser at måleren hopper i frekvensområdet 870.100 – 875.500 MHz. Det er litt aktivitet på de fleste kanaler, men mest på 871.300 MHz. Fordelingen av sendingene på 871.300 MHz er stort sett jevn i løpet av døgnet. På resten av frekvensene varierer det mellom 1 og 7 sendinger i løpet av døgnet, se tabell i kap. 5.5.2 vedlegget.

Gjennomsnittlig antall sendinger per døgn: 227,8
Gjennomsnittlig sendetid per døgn: $227,8 * 20 \text{ ms} = 4,56 \text{ sek}$

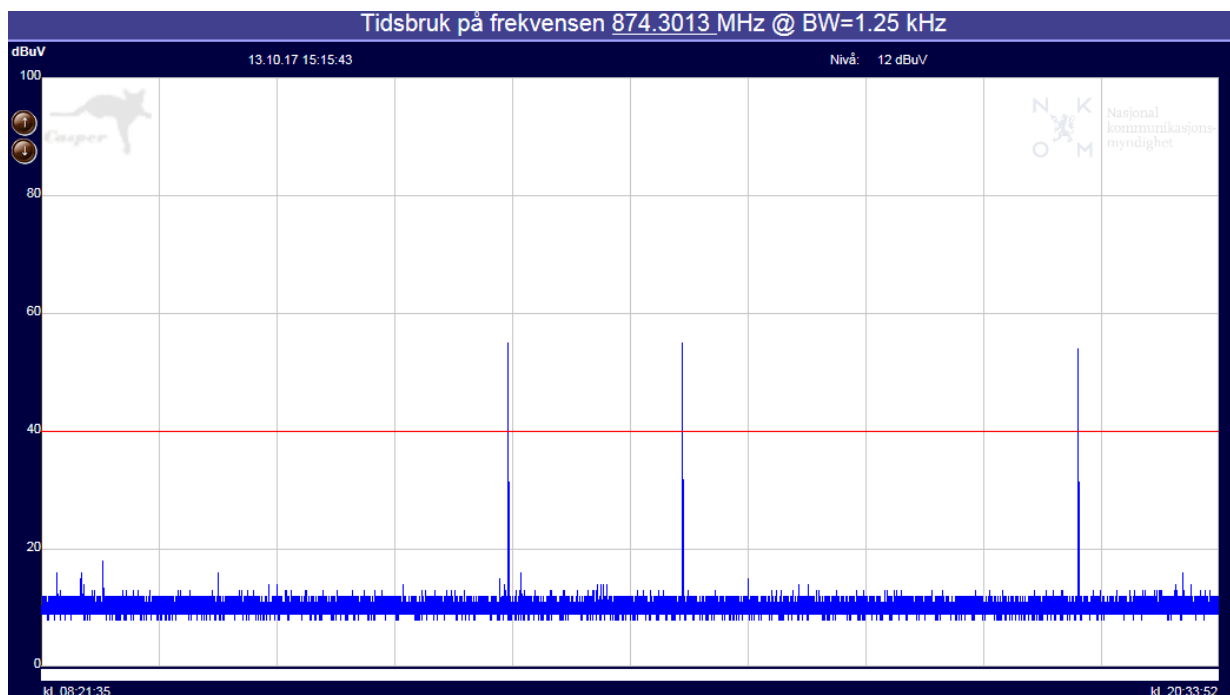
Eksempel på fordeling av sendinger i målepunkt 4-4:



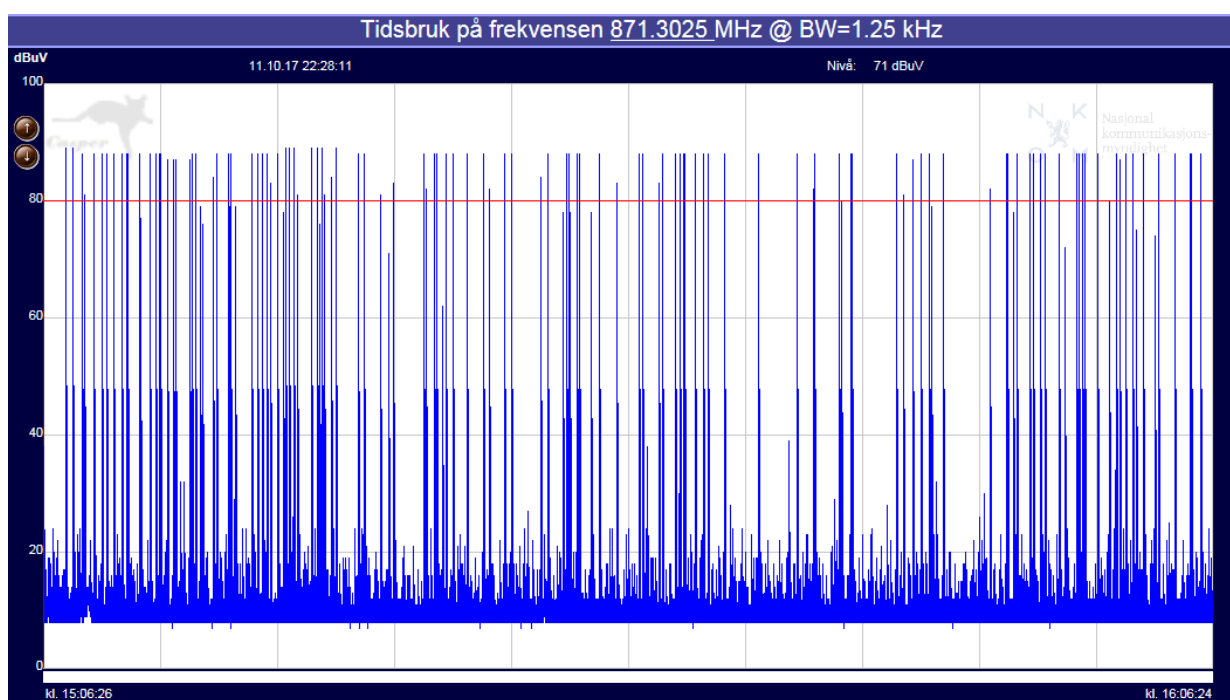
Figur 8: Frekvensen som det sendes mest på (871,300 MHz). Sendingene er ganske jevnt fordelt i løpet i perioden kl. 06.21 dag 1 til 06.06 dag 2. Avstanden mellom sendingene varierer. Figuren viser MP4-4.



Figur 9: En tilfeldig valgt tidsperiode mellom kl. 23.26 - 23.59.



Figur 10: Samme måling som i figur 8, men en annen frekvens (874,3 MHz). Fra kl. 08.21-20.33.



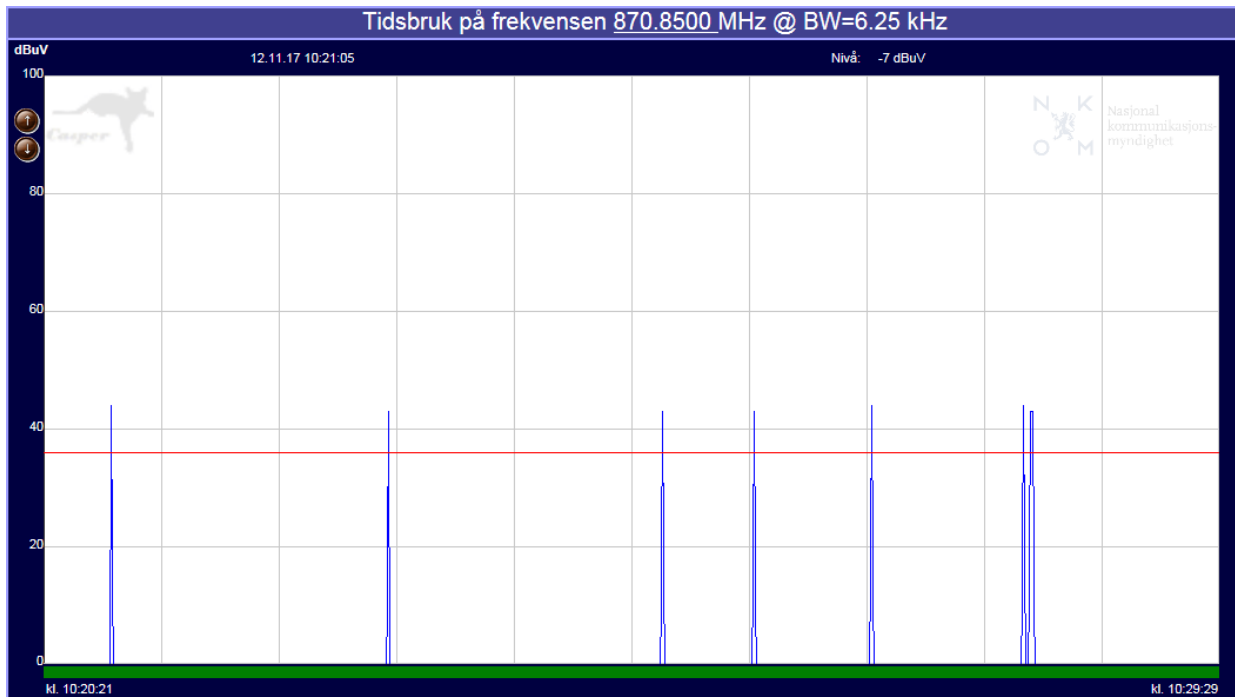
Figur 11: Fra MP4-2. Frekvensen 871,3 MHz som det er mest aktivitet på med 116 sendinger i løpet av tidsperioden kl 15.06 dag til 16.06 dag 2.

3.2.3 Aidon

Målingene viser at måleren benytter frekvenser i intervallet 869,525 – 875.350 MHz. Det er særlig én frekvens som skiller seg ut med hyppig aktivitet: 869,525 MHz. MP11 og MP12 skiller seg i tillegg ut ved å ha betydelig høyere aktivitet enn MP8 og MP9, se tabeller i kap. 5.5.3 i vedlegget.

Ved utregning av gjennomsnittlig sendetid brukes tallene fra MP11 og MP12 for alle frekvensene:

- Gjennomsnittlig antall sendinger per døgn: 20766
- Gjennomsnittlig antall sendinger per minutt: 14,4
- Gjennomsnittlig sendetid per døgn i minutter: $20766 * 20 \text{ ms} = 6,92 \text{ min}$
- Sendetiden her er på ca. 0,5 %



Figur 12: Fra MP12-2: Frekvensen 870,850 MHz en tilfeldig valgt tidsperiode på ni minutter fra kl. 10.20 – 10.29.

4 Sendemønster og eksponering - konklusjon

Målingene viser at målerne sender informasjon fra ingen til flere ganger i minuttet. Alle målerne tilfredsstiller kravene til total sendetid som gitt i fribruksforskriften.

Sammenliknet med grenseverdiene definert i ICNIRP som Statens strålevern anbefaler, er eksponeringen for elektromagnetisk felt svært lav, spesielt når den korte totale sendetiden fra en måler tas med i betraktningen.

Basert på resultatene fra målingene vi har gjort på sendetid og eksponering for elektromagnetiske felt, ser ikke Nkom det som hensiktsmessig å utføre flere målinger.

5 Vedlegg

5.1 Målepunkter

På enkelte målepunkter har vi målt flere ganger. Det angis ved et tall etter målepunktnummeret, for eksempel har det på MP1 blitt gjort sju målinger.

MP1-1, 1-7: Kamstrup - Øygardsåsen, Arendal.

MP2-1, 2-2: Kamstrup - Brattklev, Tromøya

MP3: Kamstrup - Bergstø, Lillesand

MP4-1, 4-5: Nuri - Nipedalen, Bergen

MP5: Nuri - Ringvålveien, Trondheim

MP6-1, 6-2: Kamstrup - Ski målestasjon, Ski

MP7: Aidon - Skjærran, Evenskjær

MP8-1, 8-2: Aidon - Harestien, Lødingen

MP9: Aidon - Lyngvika, Ballangen

MP10: Kamstrup, Finstad hageby, Ski

MP11: Aidon, Vesterliveien 265, Ål

MP12: Aidon, Vesterliveien 267, Ål

Kommentar til MP7:

Målingene i MP7 ble gjennomført i et teknisk rom med ni Aidon-målere i en boligblokk og skiller seg ut i fra målingene hvor det kun har vært én måler. Aktiviteten er høyere på alle frekvensene. Det er ikke mulig å skille på hvilken måler signalene kommer fra, så resultatet er en sum av all senderaktivitet i rommet.

Vi har ikke undersøkt hvordan en smartmåler løser det teknologisk mtp. senderaktivitet og hindring av eventuelle samtidige signaler på samme frekvens.

Resultatet fra målingen er som følger:

MHz	MP7
869.525	3068
870.350	1077
870.850	2369
871.350	1232
871.850	2256
872.350	607
872.850	873
873.350	1529
873.850	2650
874.350	784
874.850	1757
875.350	1408

Tabell 1: Resultatet fra målingene i et rom med ni målere.

Vi har ikke målt eksponering for elektromagnetiske felt i dette rommet.

Den totale tidsbruken er på $(19610 * 0,02 \text{ sek}) = 6,54 \text{ min.}$

Dette resultatet er litt lavere enn gjennomsnittet av MP11 og MP12 i kap. 3.3.2. En forklaring på dette kan være at det i MP7 er mindre aktivitet på 869.525 i forhold til MP11 og MP12, men desto høyere aktivitet på alle de andre frekvensene.

5.2 Frekvenser

Kamstrup

Frekvens i bruk: 444.700 MHz.

Aidon

Frekvenser i bruk, i MHz:

869.525	870.350
870.850	871.350
871.850	872.350
872.850	873.350
873.850	874.350
874.850	875.350

Nuri

Frekvenser i bruk, i MHz:

870.100	870.300	870.500	870.900
871.100	871.300	871.500	871.900
872.100	872.300	872.500	872.900
873.100	873.300	873.500	873.900
874.100	874.300	874.500	874.900
875.100	875.300	875.500	875.900

5.3 Instrumenter

Instrumenter som er brukt under målingene:

Keysight Fieldfox

Instrument	
Produsent: Keysight	
Type: Fieldfox	N9914A
Frekvensområde:	0 - 6.5 GHz

Rhode & Schwarz PR100

Instrument	
Produsent: Rhode & Schwarz	
Type: PR100	
Frekvensområde:	9 kHz – 7.5 GHz

Rhode & Schwarz FSH3 og FSH6

Instrument	
Produsent: Rhode & Schwarz	
Type: FSH3	
Frekvensområde:	9 kHz – 3 GHz
Type FSH6	
Frekvensområde:	9 kHz – 6 GHz

Antenne

Antenne	
Produsent: Rhode & Schwarz	
Type: HE 200	
Frekvensområde: 200 – 500 MHz	

Type: HE 300	
Frekvensområde: 500 – 7500 MHz	

5.4 Måleresultater – eksponering for elektromagnetiske felt

Under er resultatene fra målingene oppgitt i den avstanden det ble målt på.

Målepunkt	Frekvens (MHz)	Målt avstand (m)	W/m ²	Relativt til grenseverdi v kont sending (‰)	Relativt til grenseverdi v max tillatt sendetid (‰)	Relativt til seksminutters midling (‰)
Kamstrup						
MP1	444.700	1,3	0,012	5,4	1,08	0,00006
MP10	444.700	0,65	0,05	23,3	4,66	0,0003
Nuri						
MP5	872,5	0,8	0,008	1,8	0,18	0,00001
Aidon						
MP8-1	871,85	2,05	0,0078	1,8	0,18	0,00001
MP11-1	872,5	1	0,01	2,4	0,24	0,00001

Tabell 2: Tabellen viser effekttetthet i de kortvarige signalene, eksponering relativt til grenseverdien som om måleren sender kontinuerlig, og eksponering relativt til grenseverdien midlet over tid som om sendetiden er maksimal i forhold til kravene i fribruksforskriften. Alle verdiene i tabellen fra kolonne fire og videre, er målt og beregnet ut i fra den reelle avstanden i hvert målepunkt.

5.5 Måleresultater - sendemønster

5.5.1 Kamstrup

Målepunkt	Antall
MP1-1	241
MP1-2	185
MP1-3	150
MP1-4	191
MP1-5	192
MP1-6	141
MP1-7	222
MP2-1	136
MP2-2	118
MP3	295
MP6-1	52
MP6-2	38

Tabell 3: Sendeaktivitet Kamstrup.

5.5.2 Nuri

Frekvens	MP4-1	MP4-2	MP4-3	MP4-4	MP4-5	MP 5
870.1	3	3	3	5	5	3
870.3	5	1	1	3		5
870.5	4	4	1	3	2	1
870.7	1		3	2	2	3
870.9	6	1	1	2	2	5
871.1	4		3	4	4	4
871.3	157	116	52	130	125	342
871.5	4	2	1	2	4	5
871.7	4	1		1	2	2
871.9	4	4	1	2	1	3
872.1	6	5	2	1	1	7
872.3	7		4	2	1	6
872.5	5		4	2	5	3
872.7	6	4	2	7	2	7
872.9	3	3	4	1	4	4
873.1	3		1		1	3
873.3	2	7	2	1	2	4
873.5	5		2	2	2	6
873.7	3	1	2	2	3	4
873.9	3	1	2	1	6	5
874.1	1		1	2	4	5
874.3	4		2	3	2	3
874.5	4	2	1	2		6
874.7	7		1	1	3	2
874.9	3		1	3	1	5
875.1	6	5	1	3	2	2
875.3	7	5	2	1	3	3
875.5	4			1	1	4

Tabell 4: Frekvensbruk og sendeaktivitet Nuri.

5.5.3 Aidon

MHz	MP 8-1	MP8-2	MP8-3	MP8-4	MP9
869.525	5646	8289	1252	3597	<i>ikke målt</i>
870.350	2418		43	282	
870.850	63	1460			
871.350				1	
871.850		5492	371	97	
872.350					
872.850			332	1	1083
873.350	23	101		1251	
873.850	98	73			
874.350	52				
874.850	589	13			
875.350					14

Tabell 5: Frekvensbruk og sendeaktivitet Aidon.

MHz	MP11-1	MP11-2	MP11-3	MP12-1	MP12-2	MP12-3
869.525	12770	14080	18680	18214	17130	10631
870.350	13	627	3		61	39
870.850	228	516	88	76	76	1473
871.350	118	968	37	1598	74	43
871.850	4860	43	23	141	106	41
872.350	54	3582	108	29	69	3376
872.850	37	8	32	18	26	50
873.350	1165	6	1	42	65	22
873.850	104	30	5	3	26	143
874.350	3836	107	67	47	24	47
874.850	40	12	1793	1037	22	64
875.350	32	61	1766	18	15	3850

Tabell 6: Frekvensbruk og sendeaktivitet Aidon.

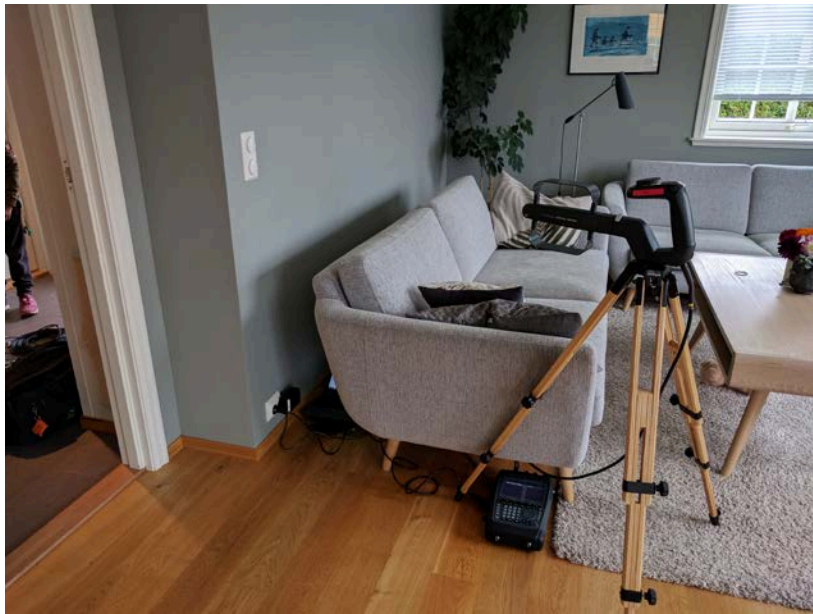
5.6 Bilder fra måleoppsett



Figur 13: Målepunkt1-7, Øygardsåsen, Arendal



Figur 14: Målepunkt 2, Brattklev Tromøya.



Figur 15: Målepunkt 3, Bergstø, Lillesand.



Figur 16: Målepunkt 6, Ski målestasjon.



Figur 15: Målepunkt 10, Ski.



Figur 16: Målepunkt 11. Ål i Hallingdal



Figur 17: Målepunkt 12. Ål i Hallingdal.



Figur 18: Ni målere plassert i samme skap i en boligblokk på Skjærran, Evenskjær.