

Målinger utført på 5G-basestasjon, Fornebu

Dato for målinger:

22. januar 2020

Målingen ble utført av:

Atle Coward Markussen, Edith Helene Unander og Mats Møller Bæren

Rapport skrevet av:

Mats Møller Bæren

Sammendrag

Det ble utført måling av feltnivå og effektetthet ved tre målepunkter på Telenor sine basestasjoner for 5G på Fornebu. Under målingene var både 3,6 GHz- og 26 GHz-båndet aktivt. 5G-signalene hadde 80 MHz båndbredde i 3,6 GHz-båndet og til sammen 800 MHz båndbredde fordelt på fire kanaler i 26 GHz-båndet. Resultatene er gjengitt i denne rapporten.

Innholdsfortegnelse

1 Måleoppdrag Fornebu.....	5
1.1 Bakgrunn.....	5
1.2 Målinger.....	5
1.3 Frekvenser.....	9
1.4 Måleutstyr.....	9
1.5 Målemetode.....	10
1.6 Måleusikkerhet.....	11
1.7 Tidsdupleks.....	11
2 Resultater.....	12
2.1 Målepunkt 1.....	13
2.2 Målepunkt 2.....	14
2.3 Målepunkt 3.....	15
3 Konklusjon.....	16

Figurliste

Figur 1 Målepunkt 1 og 2, 10 og 14 meter fra basestasjonen	5
Figur 2 Målepunkt 3, 78 meter fra basestasjonen	6
Figur 3 Sektor nr. 1 på basestasjonen, 26 GHz øverst og 3,6 GHz nederst	7
Figur 4 Sektor nr. 2 på basestasjonen, 26 GHz øverst og 3,6 GHz nederst	8
Figur 5 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 26500-27300 MHz ved målepunkt 1 med spektrumsanalysator #1 og antenne #3 (ikke kalibrerte målinger)	13
Figur 6 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 3600-3700 MHz ved målepunkt 2 med spektrumsanalysator #1 og antenne #1	14
Figur 7 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 26500-27300 MHz ved målepunkt 2 med spektrumsanalysator #1 og antenne #1 (ikke kalibrerte målinger)	14
Figur 8 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 3600-3700 MHz ved målepunkt 2 med spektrumsanalysator #1 og antenne #1	15
Figur 9 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 26500-27300 MHz ved målepunkt 2 med spektrumsanalysator #1 og antenne #1 (ikke kalibrerte målinger)	15

Tabeller

Tabell 1 Måleresultater for 3,6 GHz-båndet ved målepunkt 2 og 3	12
Tabell 2 Måleresultater for 26 GHz-båndet ved målepunkt 1, 2 og 3 (ikke kalibrerte målinger).....	12
Tabell 3 Måleresultater for 3,6 GHz-båndet ved målepunkt 2 og 3, kompensert for 80% tidsdupleks.	12
Tabell 4 Måleresultater for 26 GHz-båndet ved målepunkt 1, 2 og 3, kompensert for 80% tidsdupleks (ikke kalibrerte målinger).	12

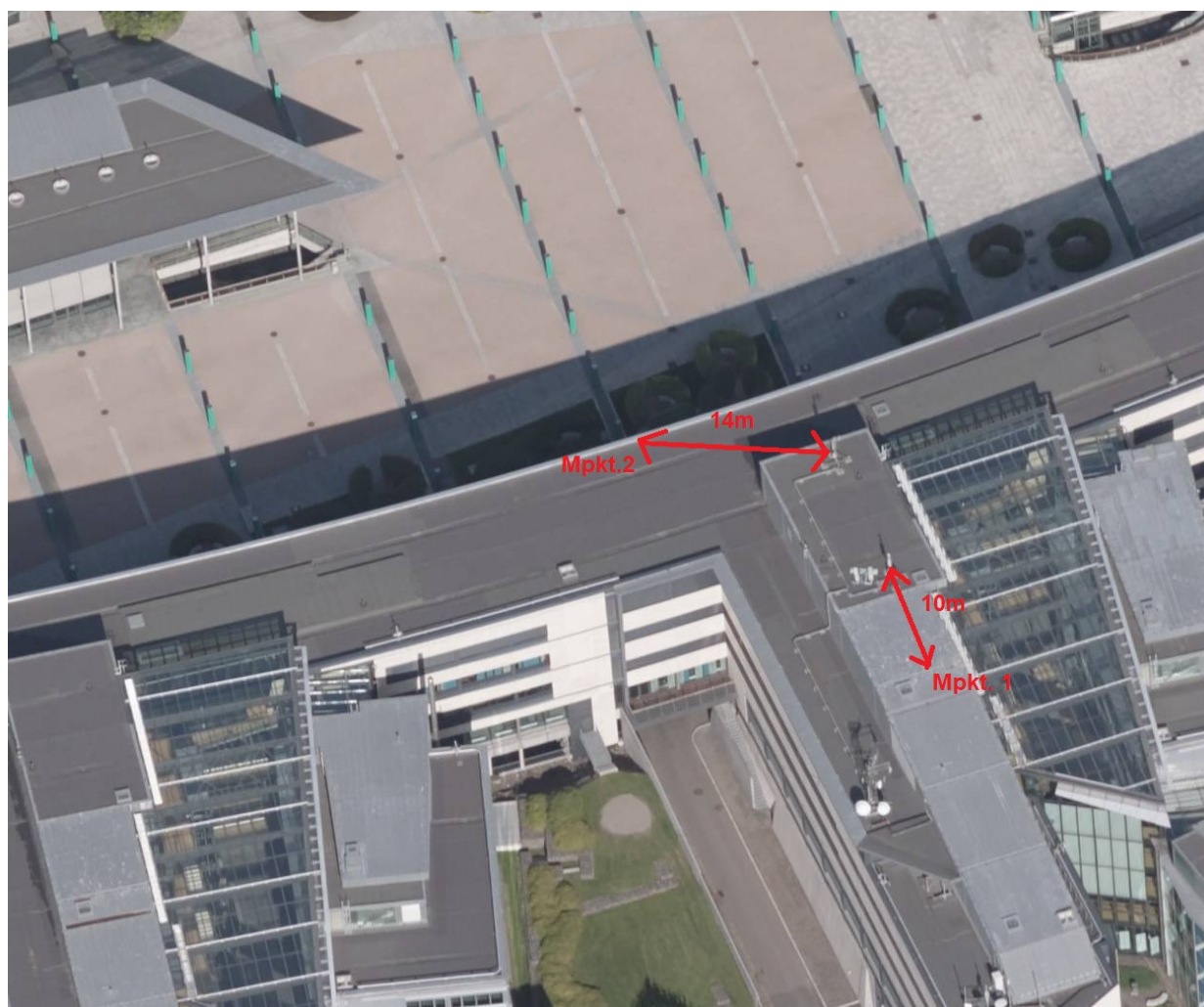
1 Måleoppdrag Fornebu

1.1 Bakgrunn

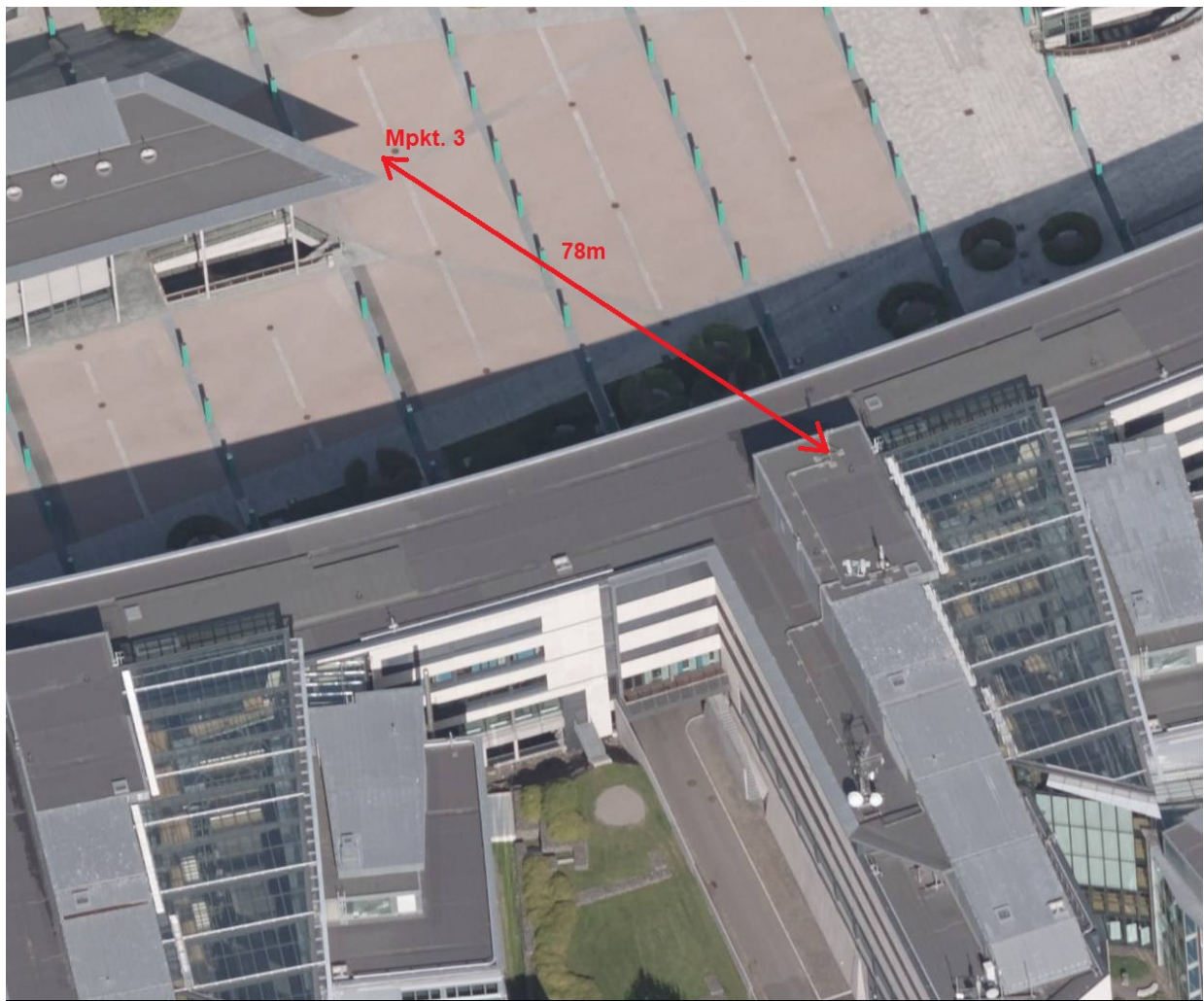
Telenor har satt opp et pilotnett med 5G basestasjoner på Fornebu, og er i gang med tester på neste generasjons mobilnett. For at myndighetene skal være så godt forberedt som mulig før utrulling av kommersiell 5G, utførte Nasjonal kommunikasjonsmyndighet (Nkom) målinger på en av Telenor sine 5G basestasjoner i samarbeid med Telenor og Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA).

1.2 Målinger

Målingene ble utført onsdag 22. januar 2020. Basestasjonen var plassert på taket av Snarøyveien 30M. Det ble valgt tre målepunkter: 10, 14 og 78 meter fra basestasjonen.



Figur 1 Målepunkt 1 og 2, 10 og 14 meter fra basestasjonen



Figur 2 Målepunkt 3, 78 meter fra basestasjonen



Figur 3 Sektor nr. 1 på basestasjonen, 26 GHz øverst og 3,6 GHz nederst



Figur 4 Sektor nr. 2 på basestasjonen, 26 GHz øverst og 3,6 GHz nederst

1.3 Frekvenser

Basestasjonen sender på 3650 MHz med 80 MHz båndbredde og 26600, 26800, 27000, 27200 MHz med 200 MHz båndbredde. Det ble derfor utført kanaleffektmålinger fra 3600 MHz til 3700 MHz og 26500 MHz til 27300 MHz.

1.4 Måleutstyr

Målingene ble utført med spektrumsanalysator og håndholdt antenne.

Antenne #1	
Produsent: Rohde & Schwarz	
Type: HE-300	Serie nr. 100451
Frekvensområde: 500 MHz – 7,5 GHz	

Antenne #2	
Produsent: Rohde & Schwarz	
Type: HE-300	Serie nr. 101294
Frekvensområde: 500 MHz – 7,5 GHz	

Antenne #3	
Produsent: SAF	
Type: Hornantenne	Serie nr. 4
Frekvensområde: 26 GHz – 40 GHz	

Antenne #4	
Produsent: SAF	
Type: Hornantenne	Serie nr. 382450100061
Frekvensområde: 26 GHz – 40 GHz	

Spektrumsanalysator #1	
Produsent: Rohde & Schwarz	
Type: Spectrum Rider FPH	Serie nr. 100891
Frekvensområde: 5 kHz – 31 GHz	Kalibrert: Fra fabrikk 2019

Spektrumsanalysator #2	
Produsent: Rohde & Schwarz	
Type: Spectrum Rider FPH	Serie nr. 100890
Frekvensområde: 5 kHz – 31 GHz	Kalibrert: Fra fabrikk 2019

1.5 Målemetode

Viftemetoden IEC 62232 (IEC 2017, sweeping method) er en målemetode for å måle maksimal feltnivå fra et signal. Metoden går ut på å bruke en håndholdt retningsbestemt antenne. Antennen er tilkoblet en spektrumanalysator og denne skal stå i funksjonen «Max Hold», slik at den maksimale verdien måles.

Det bør ikke måles for store volum av gangen, typisk en «kube» med størrelsen 1x1x1 meter. Det er tilstrekkelig å bevege antennen i 15-20 sekunder før verdien avleses. Det anbefales ikke å måle nærmere enn 50 cm fra vegger, tak og gulv eller større gjenstander av metall (biler etc.)

For å få med seg alle polarisasjonsretningene er det viktig at antennen beveges i alle retninger (sidelengs, på skrått, opp og ned) innenfor volumet med rolige bevegelser for både vertikal og horisontal polarisasjon.

Spektrumanalysatoren hadde følgende innstillinger:

- Senterfrekvens: 3650 MHz og 26900 MHz
- Span: 150 MHz og 1000 MHz
- Sweep time: 150 ms
- RBW: 100 kHz
- Detector: Average (RMS)
- Trace: Max hold
- Channel power bandwidth: 100 MHz og 800 MHz
- Attenuator: 0 dB
- Transducer factor:
 - «Rohde & Schwarz HE-300 passiv, 500 MHz – 7,5 GHz»
 - «SAF inkl. kabel 26 GHz»

1.6 Måleusikkerhet

Måleutstyrets usikkerhet er typisk $\pm 1,5$ dB, men om man legger 95 % konfidensintervall til grunn får man i verste fall mellom $\pm 2,5$ og $\pm 3,3$ dB av målt verdi, avhengig av frekvensområde.

Nivåvariasjoner som følge av påvirkning fra omgivelsene vil utgjøre en større usikkerhet enn instrument, kabler og måleantenne. De maksimale nivåene kan forholdsvis lett fanges ved å kombinere «Max Hold» med midling over flere målepunkter i samme område, eller små forflytninger av måleantennen. Man kan da komme ned i en usikkerhet fra omgivelsene på ± 2 dB.

Total måleusikkerhet summerer seg til mellom $\pm 4,5$ dB og $\pm 5,3$ dB. Den reelle verdi, avhengig av frekvens, kan således være 4,5 – 5,3 dB (ca. 2,8 – 3,4 ganger) høyere eller lavere enn den avleste verdien.

Antenne #3 og #4 er ikke kalibrert. Måleusikkerheten på målingene hvor disse er bruk er derfor ukjent.

1.7 Tidsdupleks

Det benyttes tidsdupleks (TDD) i pilotnettet for 5G på Fornebu. Det vil si at nedlinken og opplinken til basestasjonen benytter samme frekvens, men forskjellige tidsluker. Tidsbruken for nedlinken er 80% og opplinken 20%.

2 Resultater

Målepunkt	Senterfrekvens [MHz]	Kanalbåndbredde [MHz]	Feltnivå [dB μ V/m]	Effekttetthet [mW/m ²]
2	3650	80	126,6	12,12
3	3650	80	114,3	0,71

Tabell 1 Måleresultater for 3,6 GHz-båndet ved målepunkt 2 og 3

Målepunkt	Senterfrekvens [MHz]	Kanalbåndbredde [MHz]	Feltnivå [dB μ V/m]	Effekttetthet [mW/m ²]
1	26900	800	116,4	1,16
2	26900	800	110,7	0,31
3	26900	800	101,2	0,03

Tabell 2 Måleresultater for 26 GHz-båndet ved målepunkt 1, 2 og 3 (ikke kalibrerte målinger)

Målingene er utført i maks hold. Dvs. at det maksimale feltnivået blir registrert uavhengig av varighet på signalet. Siden det blir brukt tidsdupleks med 80% nedlink må dette kompenseres for, som oppsummert i Tabell 3 og Tabell 4.

Målepunkt	Senterfrekvens [MHz]	Kanalbåndbredde [MHz]	Feltnivå [dB μ V/m]	Effekttetthet [mW/m ²]
2	3650	80	125,6	9,70
3	3650	80	113,3	0,57

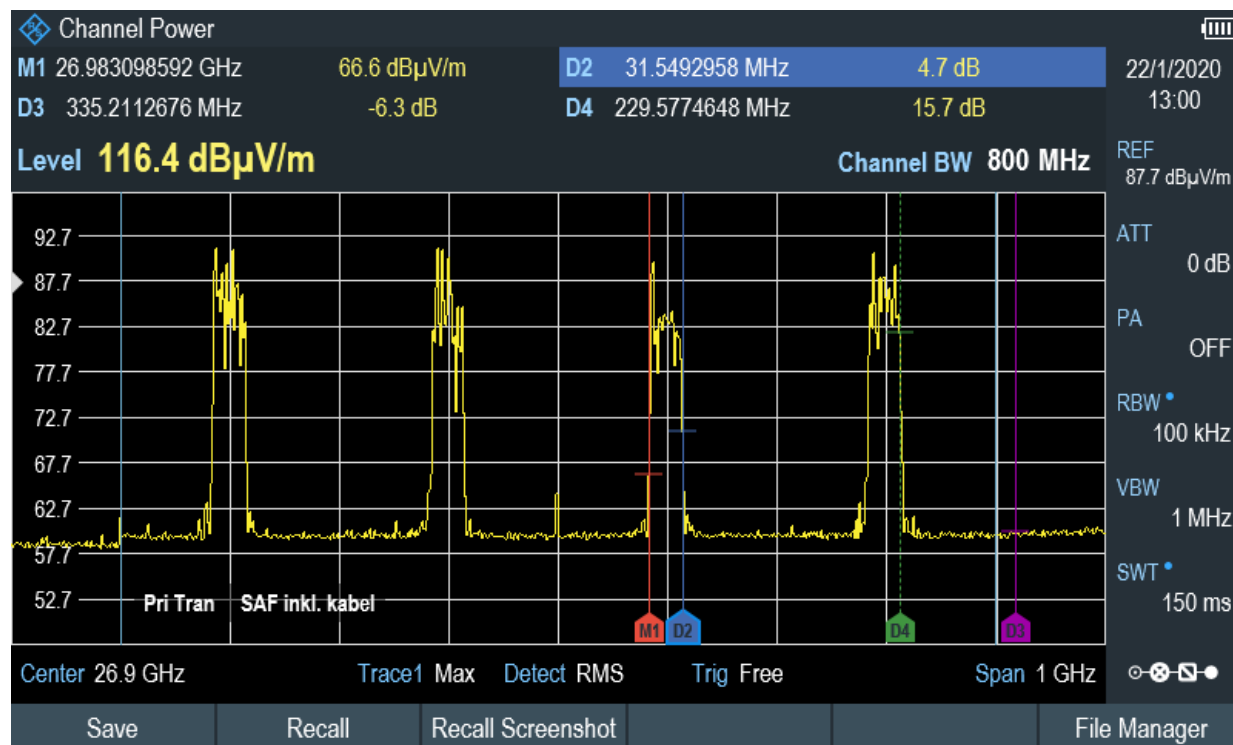
Tabell 3 Måleresultater for 3,6 GHz-båndet ved målepunkt 2 og 3, kompensert for 80% tidsdupleks.

Målepunkt	Senterfrekvens [MHz]	Kanalbåndbredde [MHz]	Feltnivå [dB μ V/m]	Effekttetthet [mW/m ²]
1	26900	800	115,4	0,92
2	26900	800	109,7	0,25
3	26900	800	100,2	0,03

Tabell 4 Måleresultater for 26 GHz-båndet ved målepunkt 1, 2 og 3, kompensert for 80% tidsdupleks (ikke kalibrerte målinger).

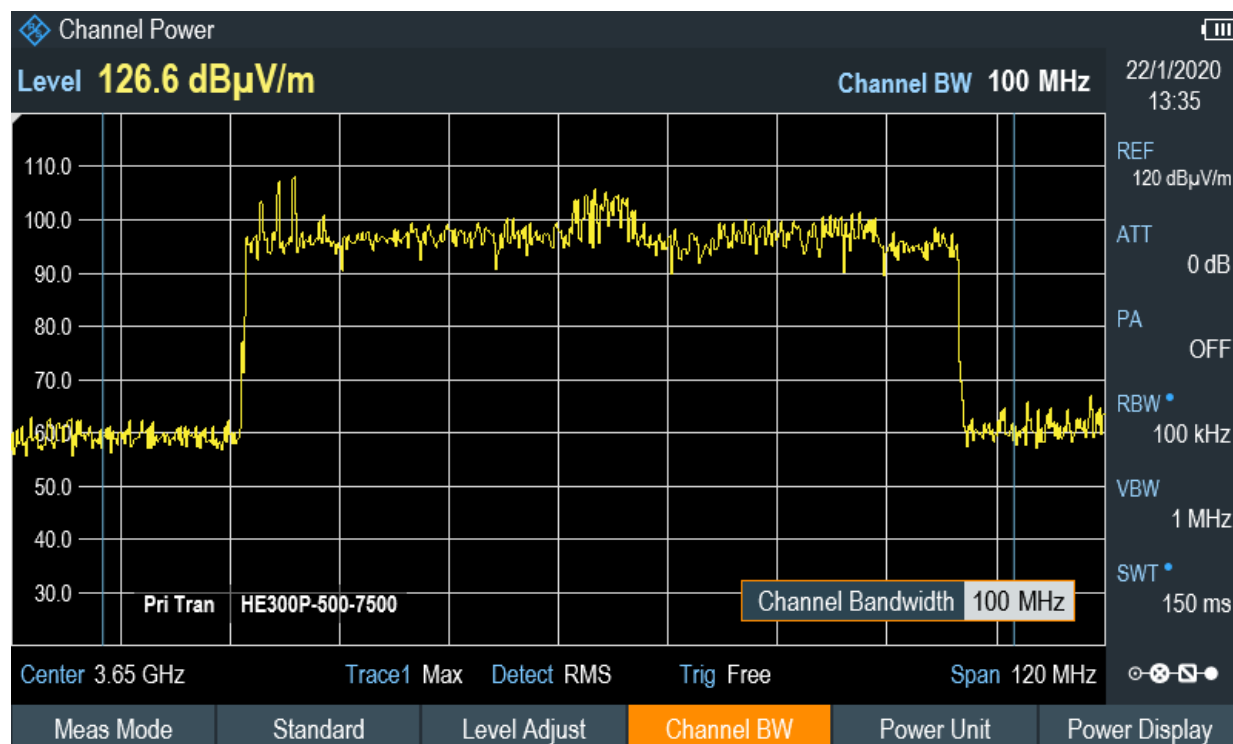
2.1 Målepunkt 1

Sektor nr. 2 (Figur 4) på basestasjonen som sendte på 26600, 26800, 27000, 27200 MHz inneholdt kun synkroniseringssignaler uten trafikk, som vist i Figur 5.

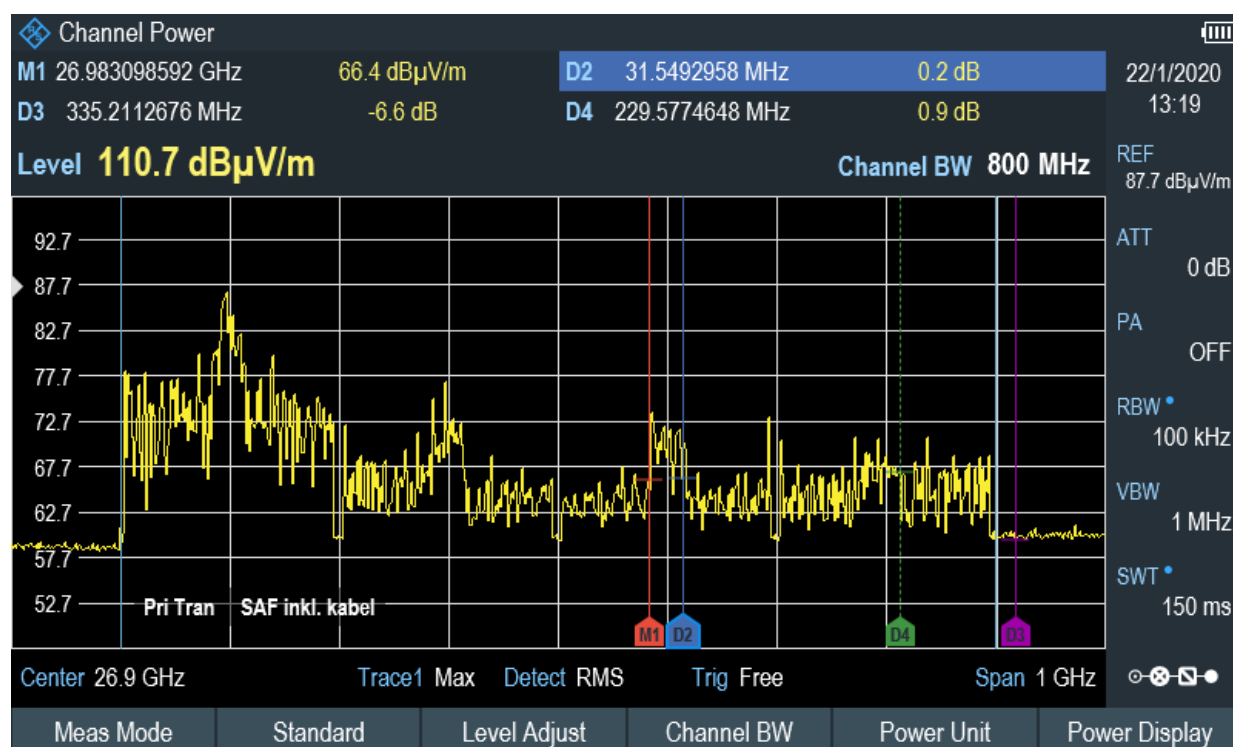


Figur 5 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 26500-27300 MHz ved målepunkt 1 med spektrumsanalysator #1 og antenne #3 (ikke kalibrerte målinger)

2.2 Målepunkt 2

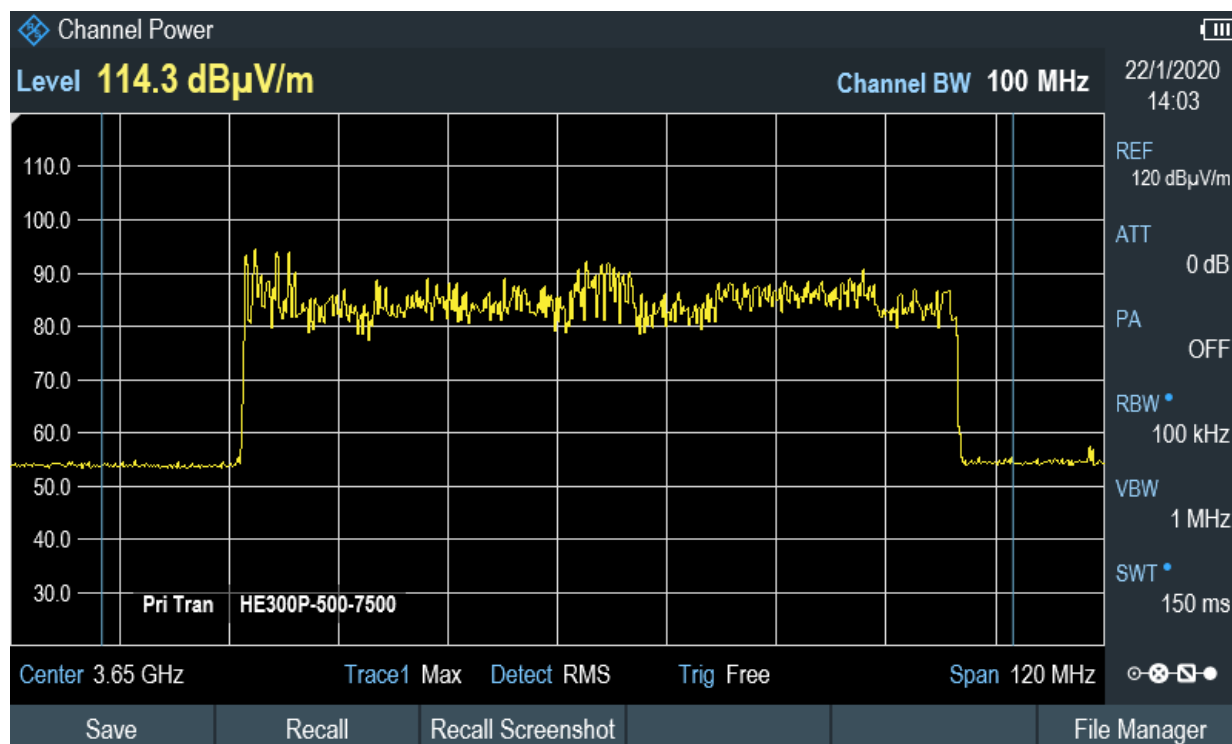


Figur 6 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 3600-3700 MHz ved målepunkt 2 med spektrumsanalysator #1 og antenne #1

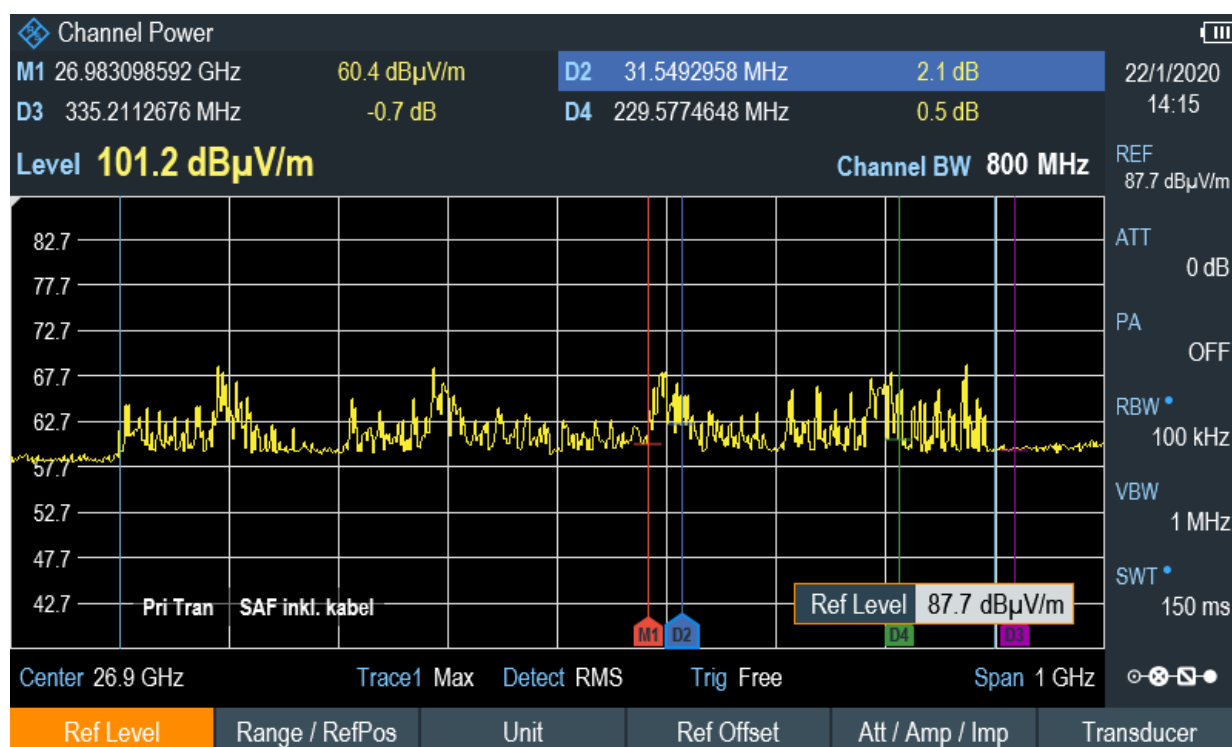


Figur 7 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 26500-27300 MHz ved målepunkt 2 med spektrumsanalysator #1 og antenne #1 (ikke kalibrerte målinger)

2.3 Målepunkt 3



Figur 8 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 3600-3700 MHz ved målepunkt 2 med spektrumsanalysator #1 og antenne #1



Figur 9 Feltnivå [dB μ V/m] målt fra 26500-27300 MHz ved målepunkt 2 med spektrumsanalysator #1 og antenne #1 (ikke kalibrerte målinger)

3 Konklusjon

I 3,6 GHz-båndet ble det målt feltnivå (inkl. korreksjon for tidsdupleks) på 125,6 dB μ V/m og 9,70 mW/m² effekttetthet ved målepunkt 2 og 113,3 dB μ V/m feltnivå og 0,57 mW/m² effekttetthet ved målepunkt 3.

I 26 GHz-båndet ble det målt feltnivå (inkl. korreksjon for tidsdupleks) på 115,4 dB μ V/m og 0,92 mW/m² effekttetthet ved målepunkt 1, 109,7 dB μ V/m feltnivå og 0,25 mW/m² effekttetthet ved målepunkt 2 og 100,2 dB μ V/m feltnivå og 0,03 mW/m² effekttetthet ved målepunkt 3. Dette er ikke kalibrerte målinger siden antenne #3 og #4 ikke er kalibrert.