

Koos Fockens PA0KDF

Metingen aan het signaal van het 10 milliwatt baken van PA0RYL

Nadat mijn Duitse Quad antenne, zie appendix, na renovatie weer operationeel was, leek het mij een aardig idee om eens aan het signaal van het baken van PA0RYL te meten. De Duitse quad antenne heeft een paar bijzondere eigenschappen. Het is een echte NVIS antenne met een duidelijke richtgevoeligheid recht naar boven. Bovendien zuiver horizontaal gepolariseerd in alle richtingen, en daarmee geen koppeling met de grondgolf. Dat is ook een aantal eerdere experimenten gebleken, maar volgt ook uit de simulaties.

Het gevolg van de ont koppeling met de grondgolf is dat geaccumuleerde man-made ruis, dat juist gebruik maakt van grondgolf en verticale polarisatie, niet ontvangen wordt. Dit in tegenstelling tot een horizontale dipool, en zeker t.o.v. een inverted V antenne. Om maar niet te spreken over een End-Fed antenne.

In mijn 11-jarige meetcampagne van atmosferische ruis was al gebleken dat de Duitse Quad overdag een veel lagere ruisniveau laat zien dan mijn afgestemde staafantenne. 'S nachts maakt dat geen verschil. Dus had ik goede hoop dat ik het signaal van Robert's baken ook op het gehoor kon beluisteren overdag, en ook met een analoge ontvanger meten.

Ik heb de volgende meetopstelling opgezet, die ik ook al gebruikte voor de atmosferische ruismetingen. Twee ESH2 meetontvangers, een afgestemd op het baken, 3555,6 kHz, en de tweede op 3561,5 kHz bij wijze van ruiskanaal. Bandbreedte van beiden op 200 Hz, average detector. De schrijveruitgangen van de ontvangers gekoppeld aan ADC's, die door een RiscPC uitgelezen worden. De opstelling draait 24 uur onafgebroken, om 23.00h opgestart. Daarna weer een nieuwe dag. Sample frequentie is 1 s/s.

De data wordt daarna offline geprocessed. waarbij steeds blokken van 5 minuten gemaakt worden (2x300 samples). Op het ruiskanaal wordt de 20% methode toegepast om storende radiosignalen zoveel mogelijk te onderdrukken. Op het bakenkanaal wordt een vergelijkbaar statistisch proces uitgevoerd, maar nu zijn de samples van 60 tot 90 % van de waardeverdeling genomen. Dit om de meting niet te laten verstoren door de zendpauzes, en ook om korte stoorpulsen te onderdrukken. Zie verder de appendix.

Bovendien is data over het verloop van de kritische frequenties, foF2 en fxI (hezelfde als fxF2), gedownload van de locale database van de digisonde station van Dourbes (SAO local database) <<http://digisonde.oma.be/cgi-bin/Catalog.exe?>>. (Internet Explorer met Java gebruiken.) Deze data is verder gebruikt om een plot per dag mee te maken. In deze plot is met horizontale lijn de frequentie van het baken aangegeven. Zodra de kritische frequentie van de betreffende mode boven de frequentie van het baken uitkomt, is er NVIS propagatie mogelijk. Houd er wel rekening mee dat Dourbes een stuk zuidelijker ligt in Wallonië, maar de op- en ondergangstijden van de zon verschillen nauwelijks. Wel neigen door de zuidelijker ligging de kritische frequenties iets hoger te zijn dan hier.

Op de pagina's met meetresultaten is boven steeds de plot van de data van Dourbes geplaatst, met daaronder de plot met de meetresultaten van diezelfde dag. In de plot is te zien de veldsterkte van het baken signaal (blauw), de achtergrond ruis in dezelfde bandbreedte (groen), en de ruisveldsterkte bij een bandbreedte van 2700 Hz (grijs). Ook zijn de tijdstippen van zonsopkomst en zonsondergang aangeven.

Resultaten

Er is zeven dagen gemeten. In deze meetdagen zijn de condities verschillend, te zien aan de maximale waarde van de kritische frequentie's overdag, en de stabiliteit.

Het verschil tussen de blauwe en de groene lijn geeft de signaal-ruisverhouding weer. Uiteraard zijn er momenten waarop met name de ontvangst van het bakensignaal gestoord wordt door andere signalen. Deze momenten zijn goed te herkennen. Daarnaast zie je ook variatie in de sterkte van het signaal. Dit komt door fading. Met name de interferentie tussen de ordinary wave en de extra-ordinary wave, op de perioden waarin zowel de foF2 en fxI boven de bakenfrequentie ligt, speelt mogelijk een grote rol.

Opvallend is dat er een nachtelijke periode is waarin de kritische frequenties toch weer omhoog gaan, en NVIS mogelijk wordt. Dan zie je ook het bakensignaal weer terugkomen. Dat heb ik ook op het gehoor kunnen vaststellen.

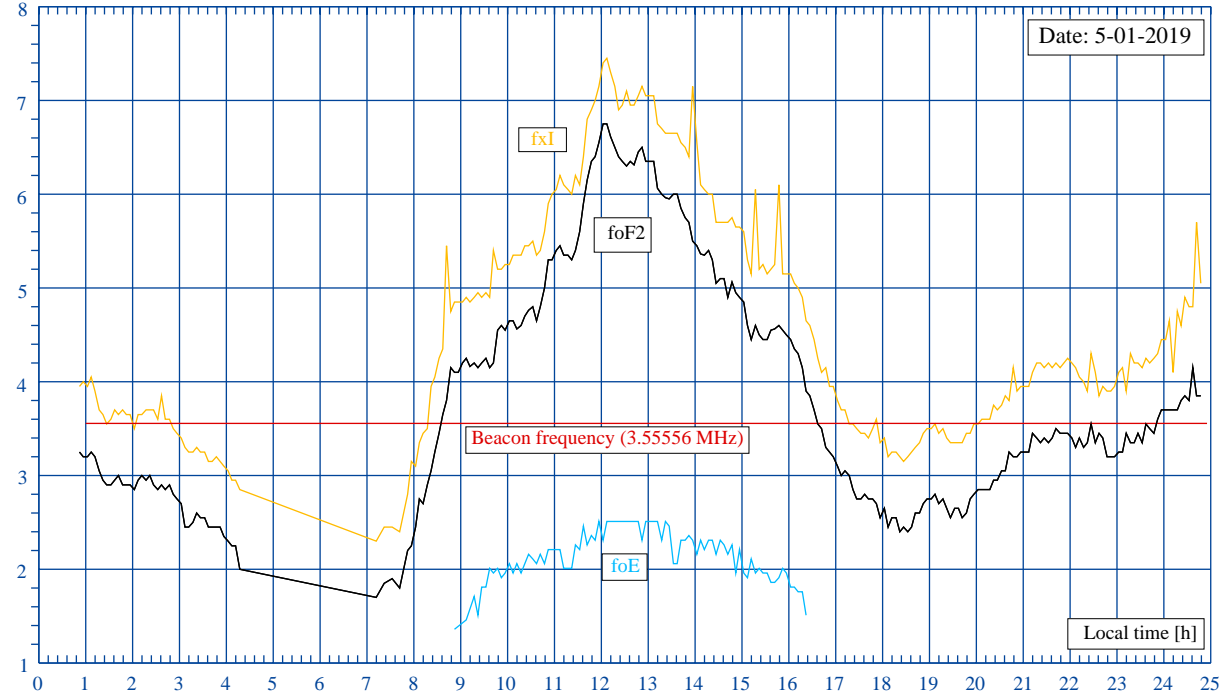
Merk ook het verschijnsel op dat vaak bij zonsopkomst optreedt. Als de kritische frequenties tijdens zonsopkomst de bakenfrequentie passeren, treedt er een scherpe piek op in de ruis. Die piek zie ik nu ook terug in het bakensignaal. Mijn hypothese is dat vlak voor de opkomst van de zon de straling eerst de F-laag bereikt. Daardoor stijgt de kritische frequentie totdat die boven de meetfrequentie uitkomt. Daardoor wordt zowel voor de ruis als voor het bakensignaal NVIS propagatie mogelijk. Echter, de D-laag wordt eerst nog niet beschenen, maar volgt iets later. Daardoor is de D-laag demping eerst nog afwezig. Dan bereikt de zonnestraling de D-laag en neemt de demping toe, een proces dat voortduurt dan aan de middag.

De signaal-ruis verhouding is overdag redelijk constant, los van het feit dat de absolute veldsterkte wel varieert. Vaak ligt de SNR bij een bandbreedte van 200 Hz rond 12 dB. Hieruit meen ik ook te constateren, dat de ruis, die ik met de Duitse Quad meet, hoofdzakelijk atmosferische ruis is en geen lokale oorsprong heeft. Dit in tegenstelling tot wat ik met de staafantenne meet.

Nu de veldsterkte van het bakensignaal bekend is, kun je ook de propagatiedemping uitrekenen. Sterker nog, je kunt de extra demping van de D-laag bepalen. Hierbij moet je er rekening mee houden dat de veldsterkte, die hier gemeten zijn, de veldsterkte vlak boven aarde is, dus inclusief de gereflecteerde golf tegen aarde. Dat is ook wat je met een gecalibreerde loop antenne meet. De free-space elektrische veldsterkte is daar dus de helft van.

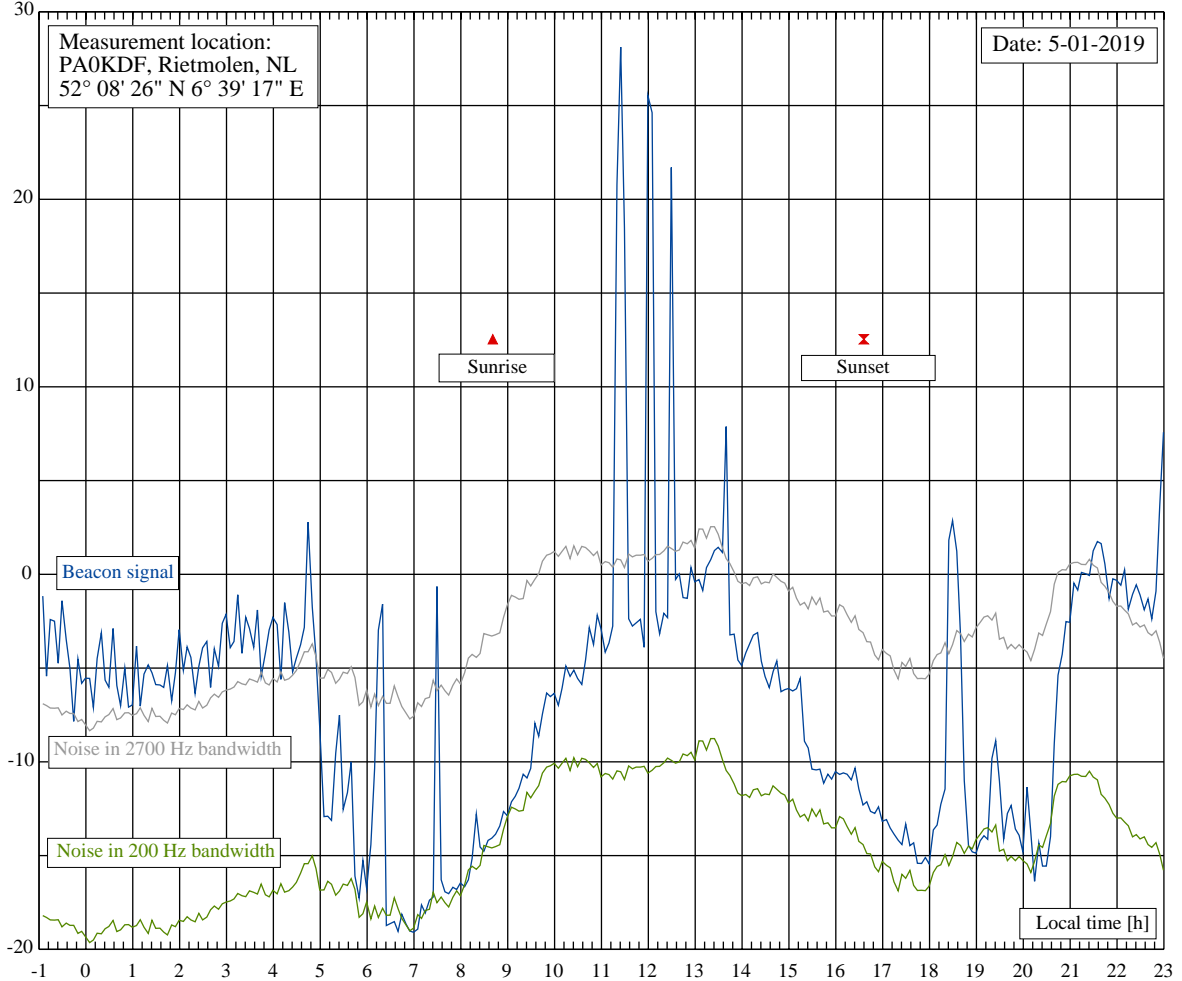
Frequency [MHz]

Critical frequencies as measured by the digisonde system at Dourbes in Belgium

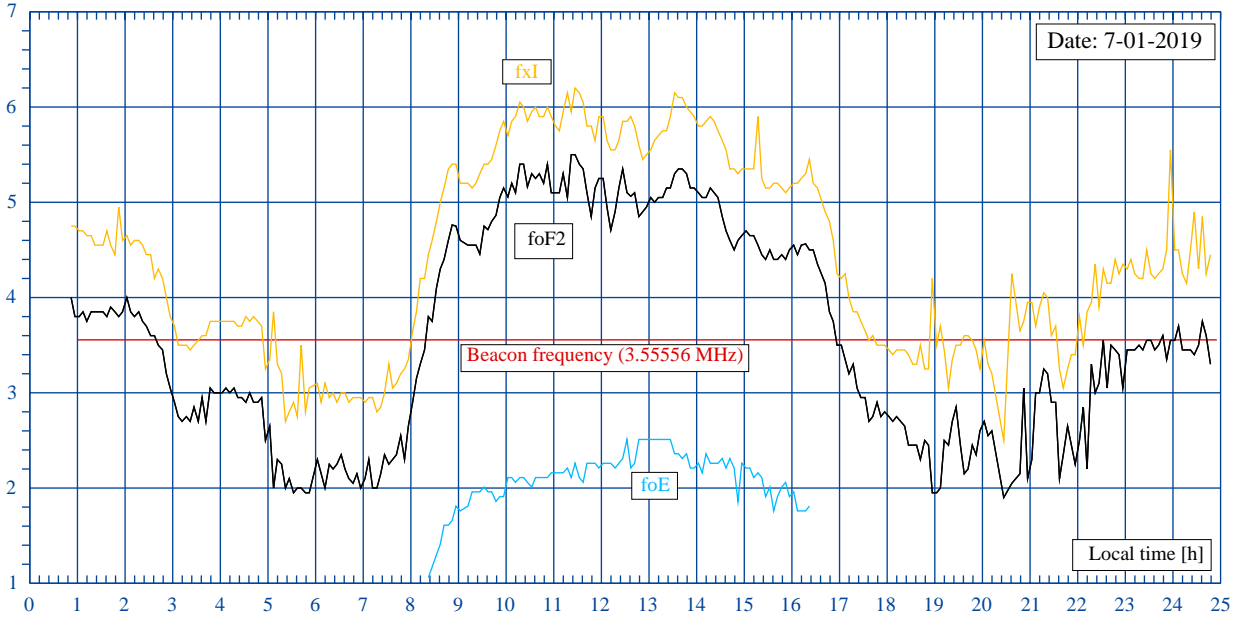


Field strength [dBμV/m]

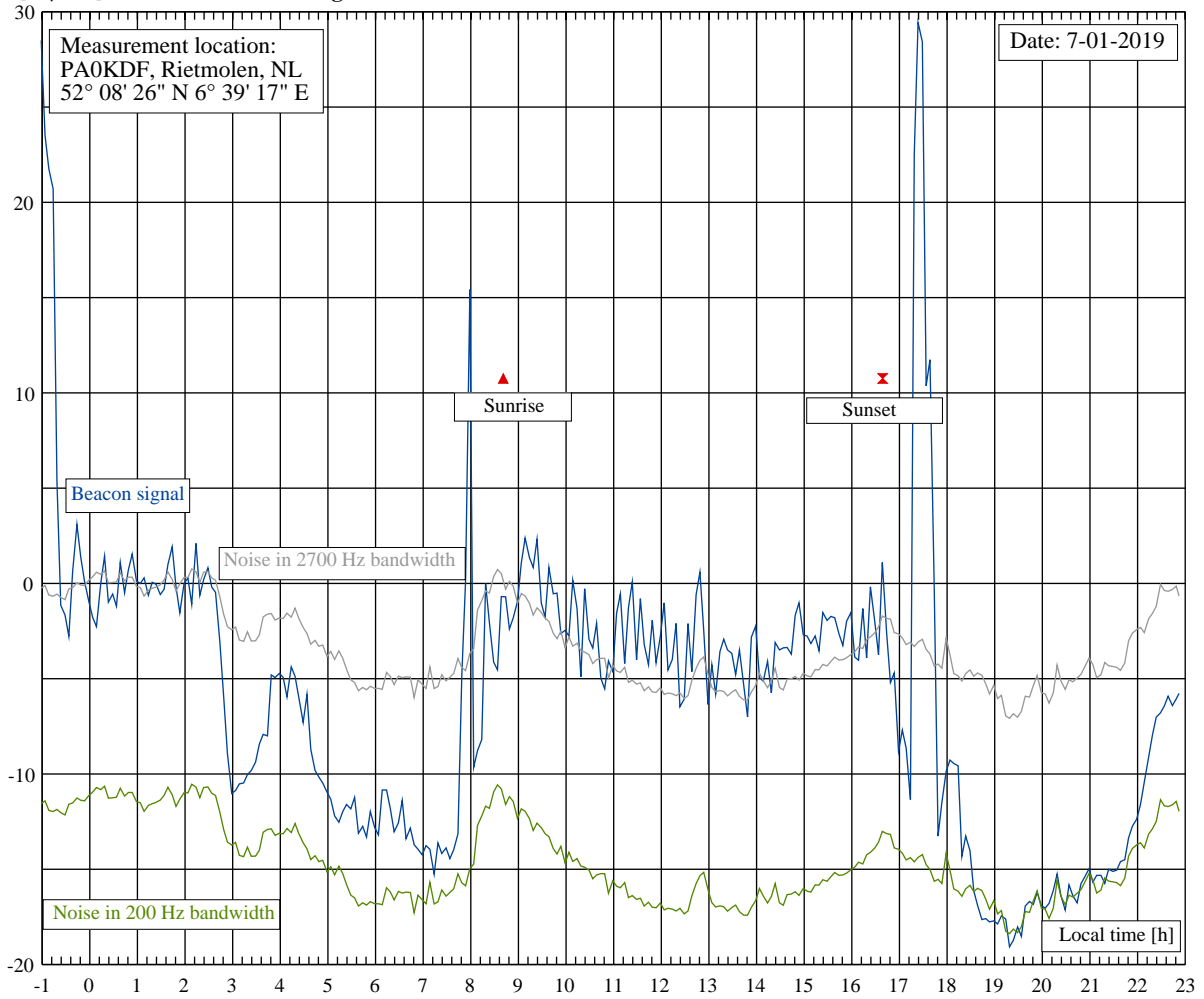
Field strength measurement of PA0RYL beacon signal on 3.55556 MHz Field strength measurement of Noise at 3.5615 MHz



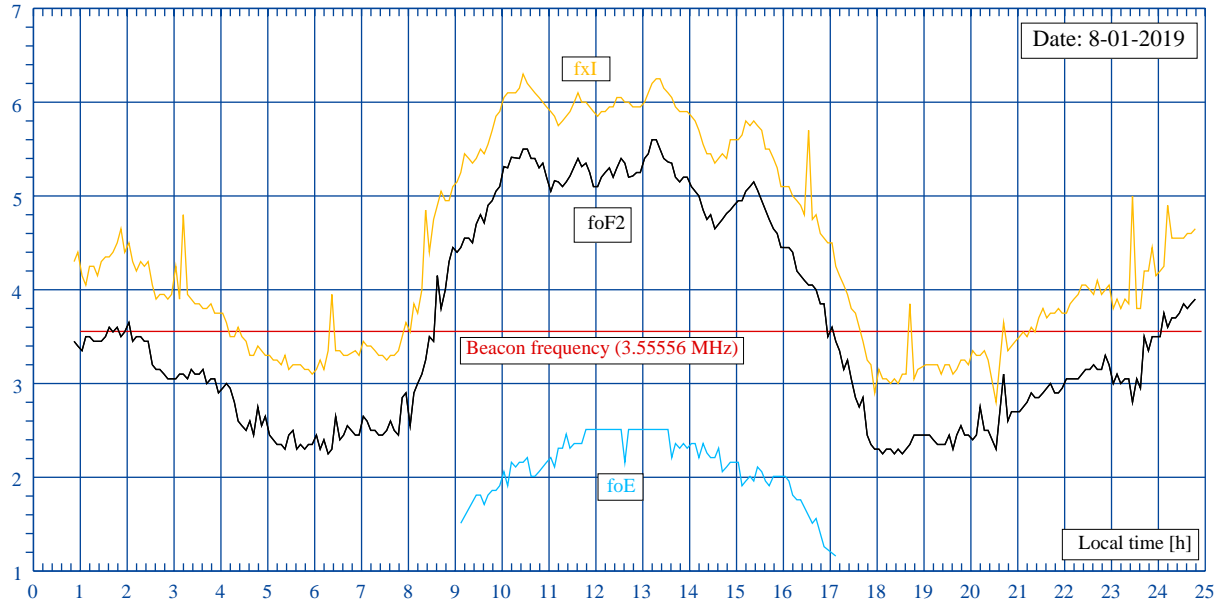
Frequency [MHz] **Critical frequencies as measured by the digisonde system at Dourbes in Belgium**



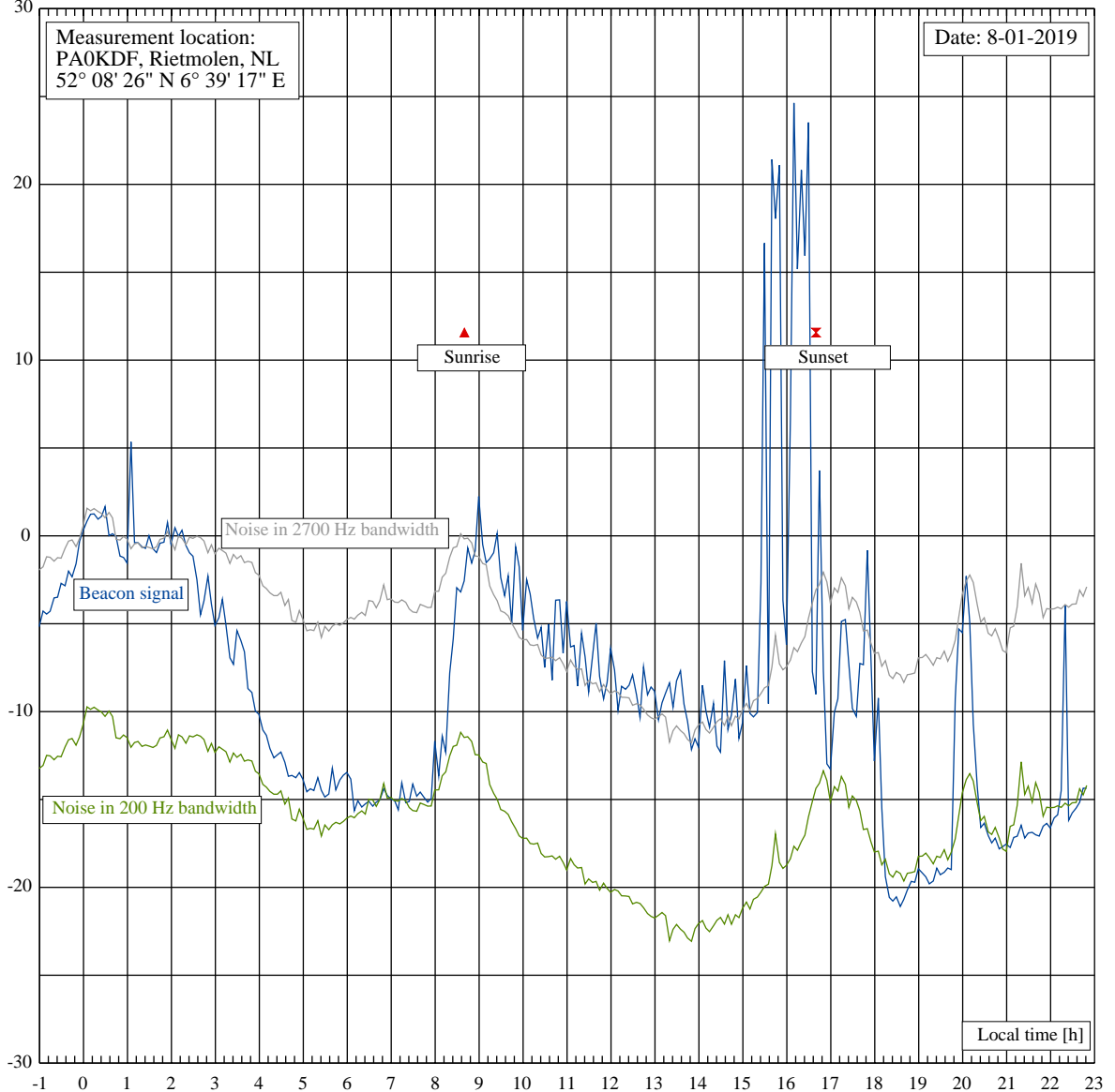
Field strength [dBμV/m] **Field strength measurement of PA0RYL beacon signal on 3.55556 MHz**
Field strength measurement of Noise at 3.5615 MHz



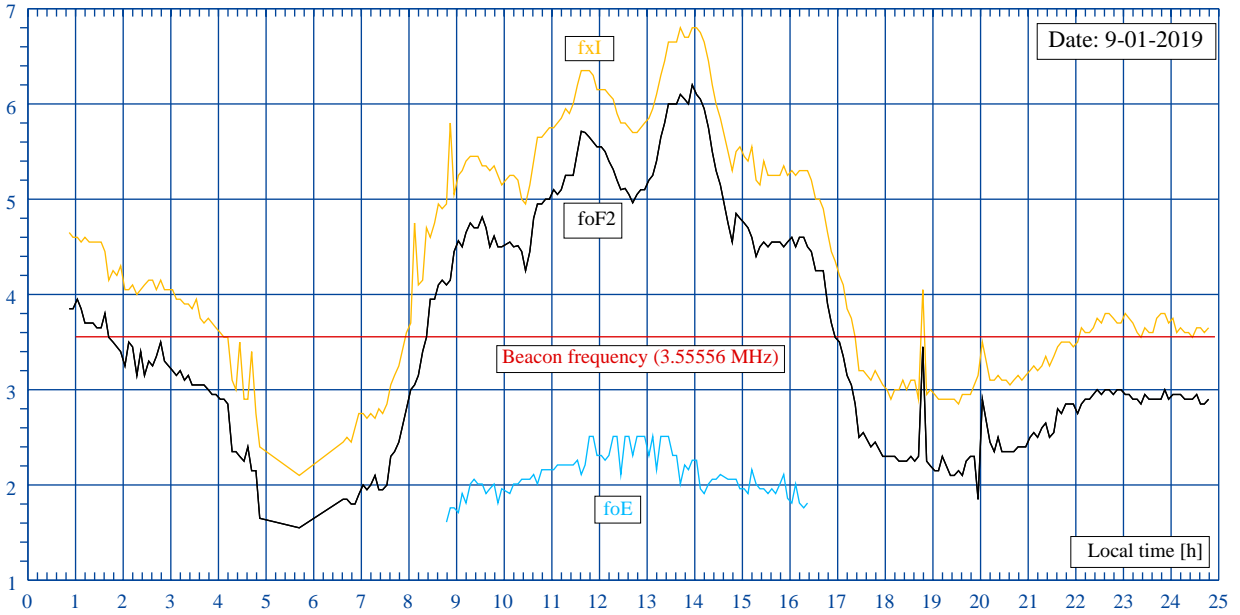
Frequency [MHz] **Critical frequencies as measured by the digisonde system at Dourbes in Belgium**



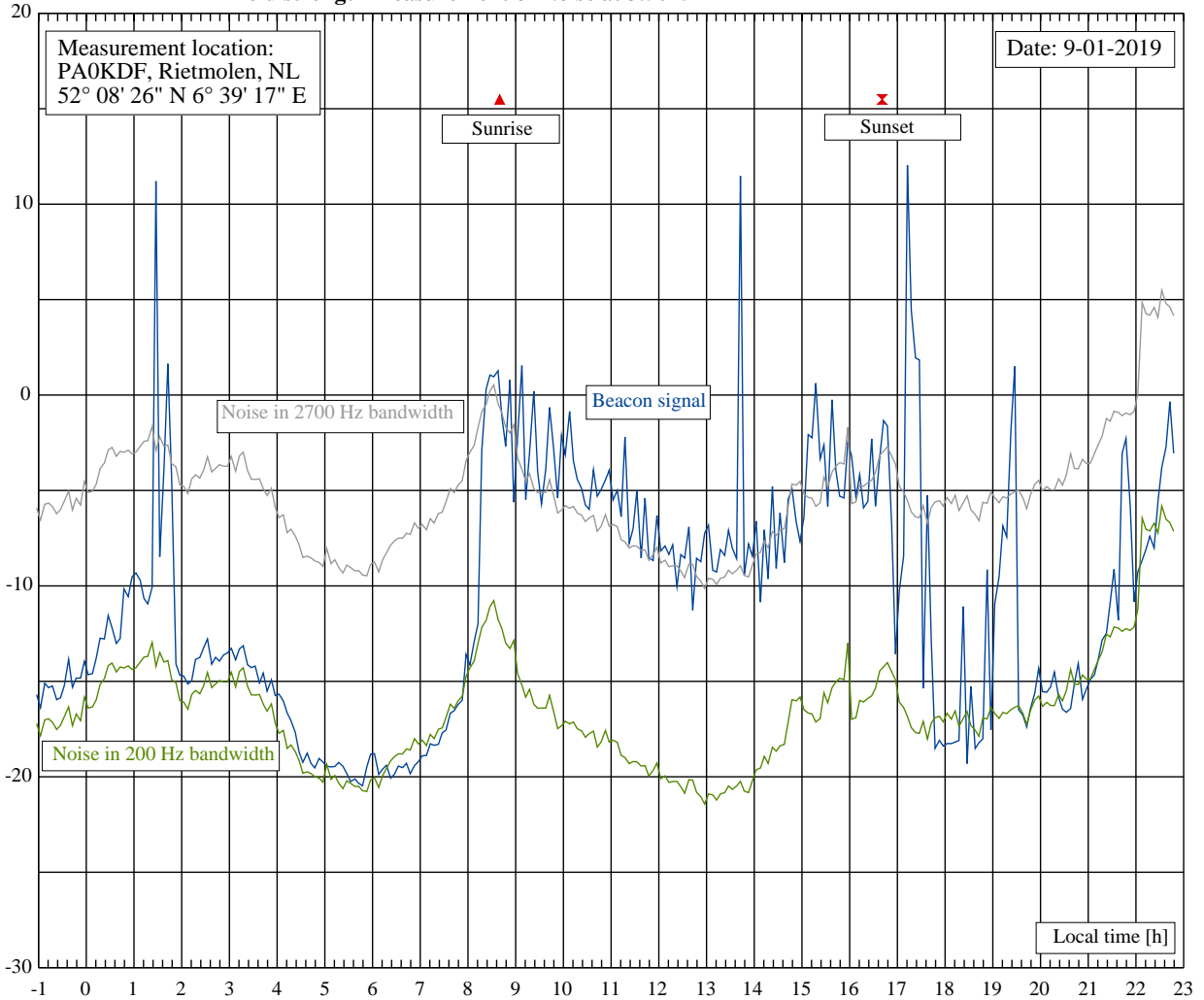
Field strength [dB μ V/m] **Field strength measurement of PA0RYL beacon signal on 3.5556 MHz**
Field strength measurement of Noise at 3.5615 MHz

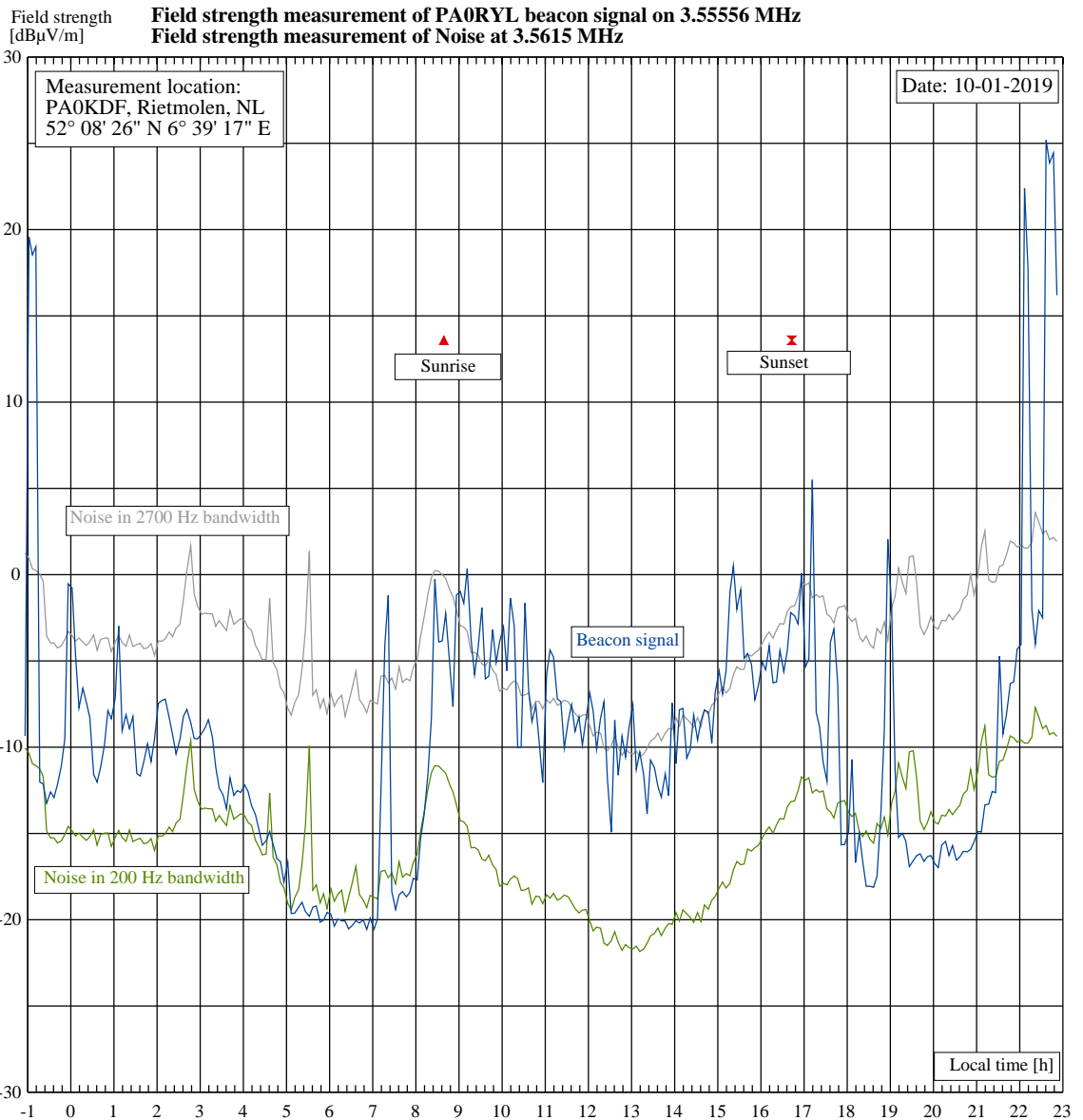
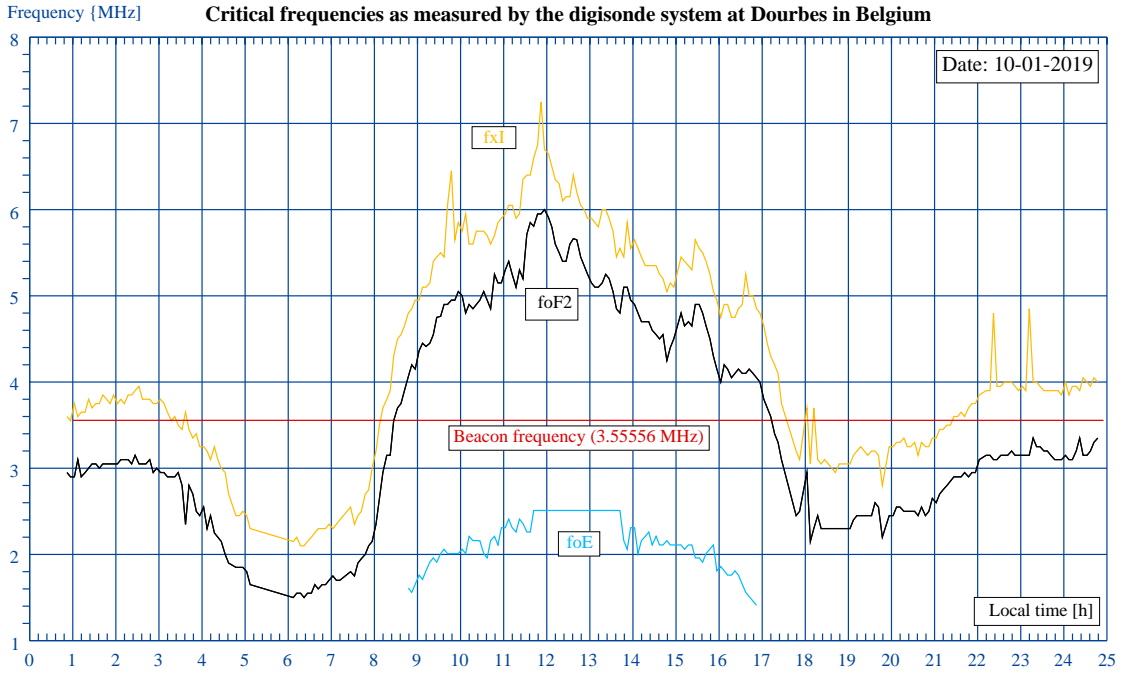


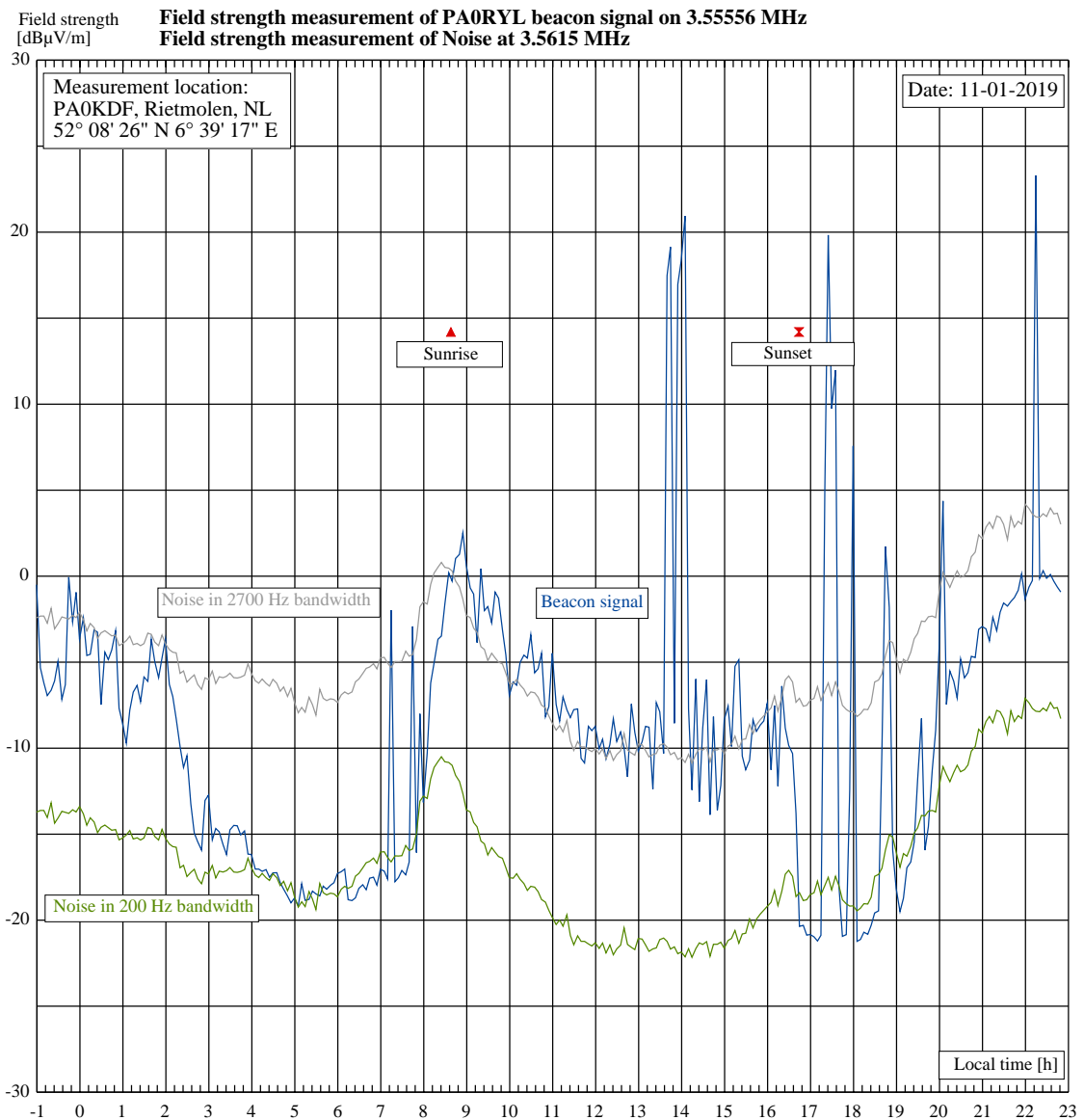
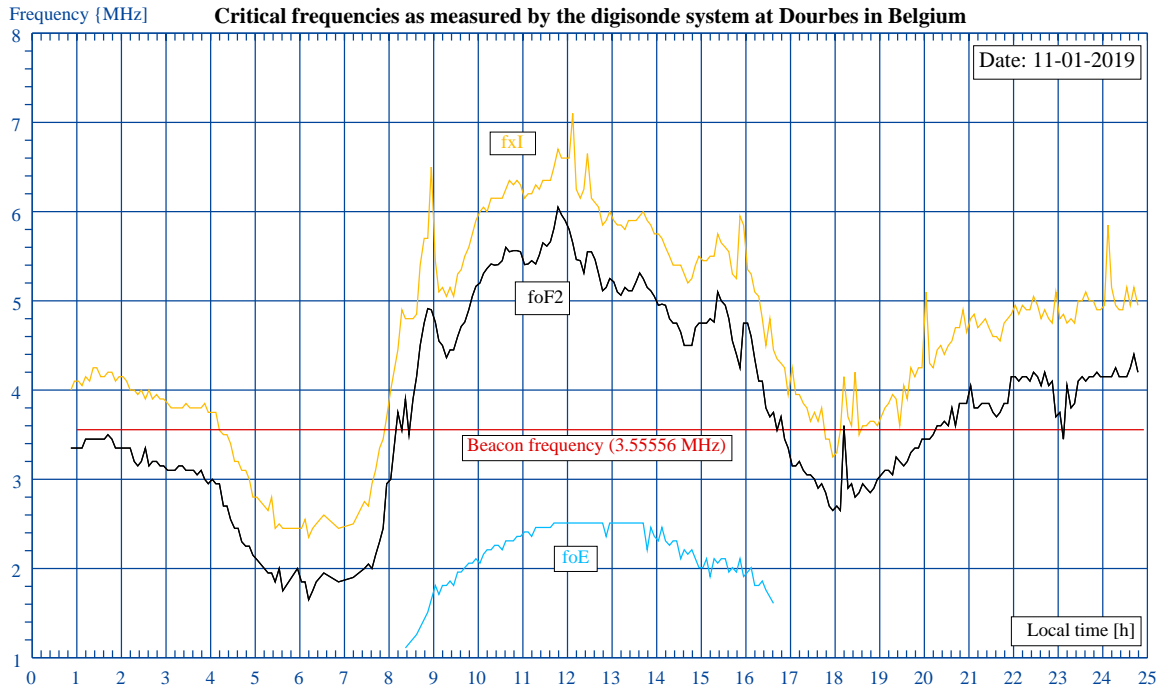
Frequency [MHz] **Critical frequencies as measured by the digisonde system at Dourbes in Belgium**

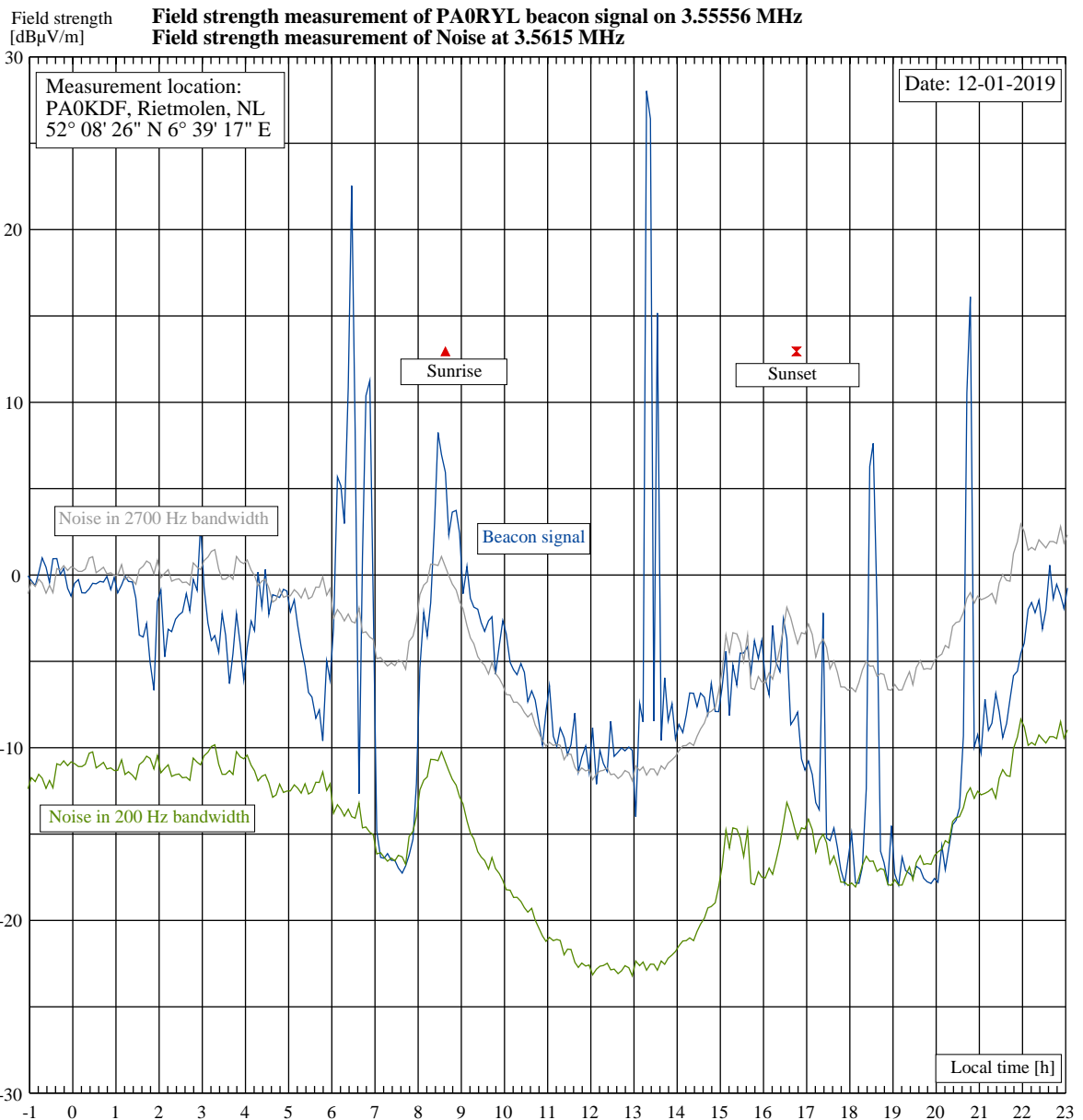
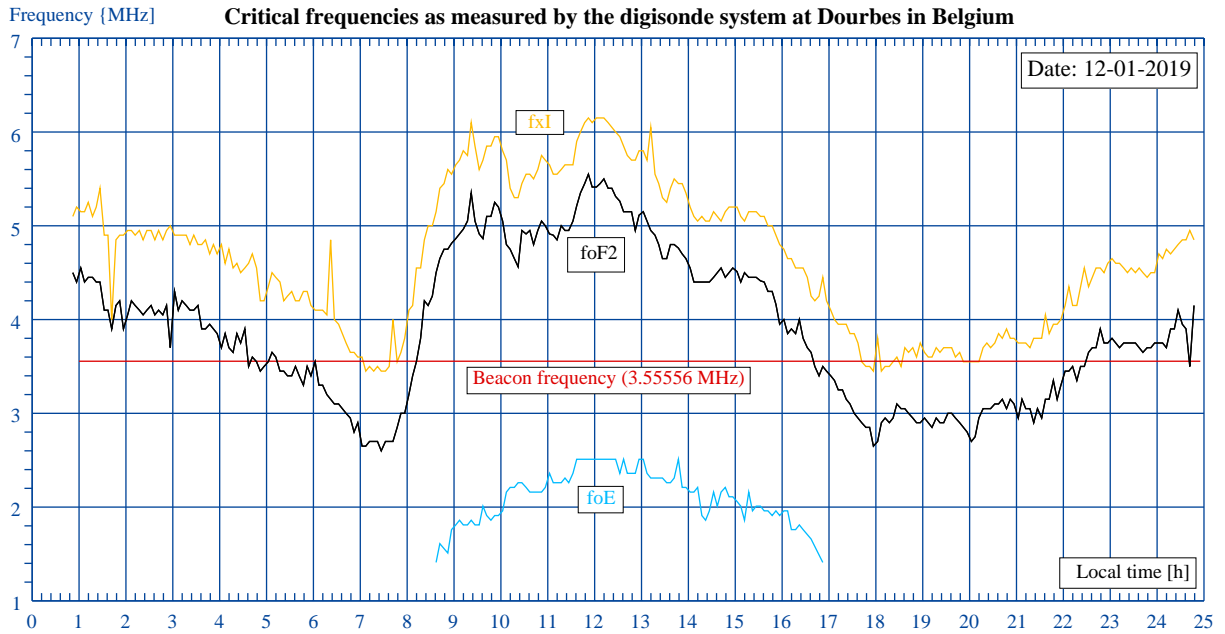


Field strength [dB μ V/m] **Field strength measurement of PA0RYL beacon signal on 3.5556 MHz**
Field strength measurement of Noise at 3.5615 MHz









Appendix

Technische details meetmethode

In Figuur A1 is de Duitse Quad antenne schematisch weergegeven. Het is een vierkante loop, opgehangen op een hoogte van 10 m. De ophangpalen zijn aan de onderzijde van stijgerpijp, 6 m hoog, en het bovenste deel is van glasfiberpijp. Alle palen hebben een verstaging en zijn getuied.

Op 80 m is voor NVIS gedrag de switch gesloten. Als de switch open is, vertoont de antenne een nul recht naar boven, en straalt onder een hoek van ca. 45 graden. Voor 40 m is het gedrag precies omgekeerd.

Voor een goede en gedefinieerde reflectie is er een grondvlak van gaas aangebracht. Dat zit nu al 25 jaar in de grond en is nog steeds in perfecte conditie!

De gevoeligheid van de antenne wordt uitgedrukt in de Antennefactor of K-factor. Dat is het getal in dB's wat je op moeten tellen bij de gemeten signaalsterkte in de meetontvanger, in dB μ V, om de veldsterkte in dB μ V/m te krijgen. Voor deze antenne op 80 m in de NVIS mode is dat -18 dB/m. Dit getal is bepaald door middel van simulaties in 4NEC2.

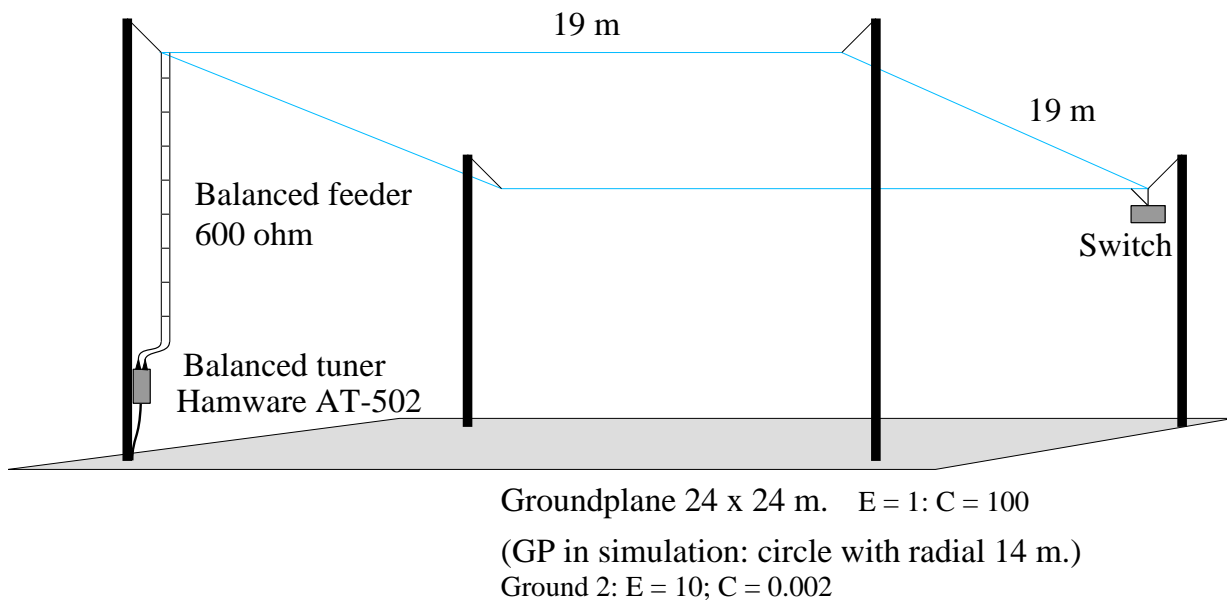


Fig. A1. De Duitse Quad antenne.

Figuur A2 laat als voorbeeld een plot zien met meetresultaten, waarin ook het niveau van de ruis van het totale meetsysteem in getoond wordt. Naar mijn mening mag in geen serieus rapport over achtergrond ruismetingen dit ontbreken. Om ruimte te besparen heb ik het in de verdere meetplots weggelaten.

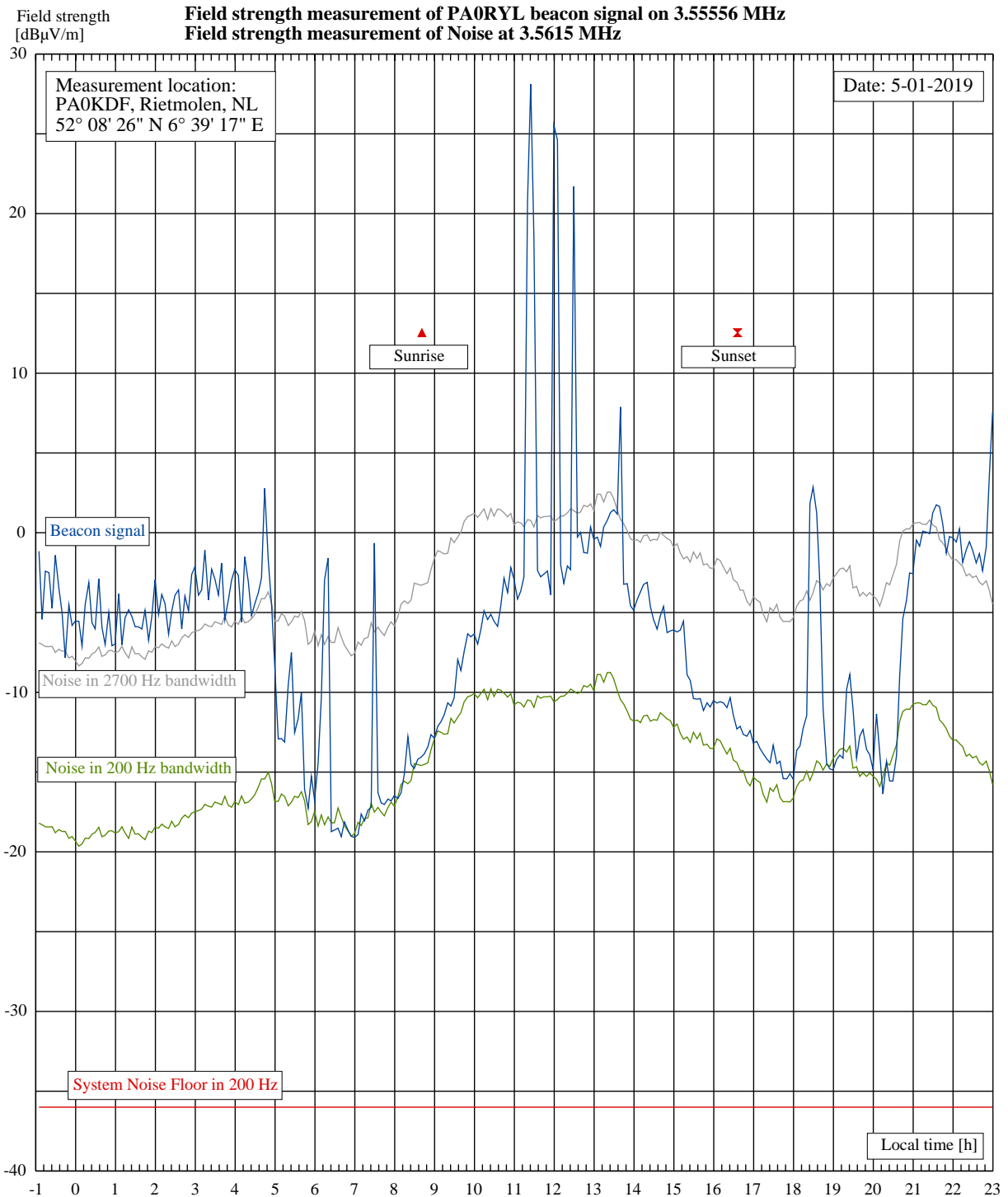


Fig. A2. Example of a measuring plot including the level of noise from the complete measurement system.

De 20 % methode

Als je Gaussische (witte) ruis meet dan is de verdeling van de amplitude van de meetsamples een normaalverdeling. Van deze eigenschap kun je gebruik om storende radiosignalen uit filteren. Immers, signaalcomponenten, die niet bij de ruis behoren, leveren een extra bijdrage aan het totale signaalvermogen, en geven dus aanleiding tot sample amplitudes die hoger uitvallen dan de verzameling van samples van alleen puur ruis. Oftewel de curve van de verdeling van samples wordt vervormd in de positieve richting. De vorm van de curve in de

negatieve richting blijft onveranderd. Dus door nu alleen te kijken naar gemeten samples die zich aan de onderkant van de verdeling bevinden, in principe de onderste 50 %, ben je bevrijd van de gestoorde samples.

Om dit goed te laten functioneren moet je zorgen voor spreiding van de samples zowel in de tijddomein als ook in het frequentie domein. De tweede eis maakt dat je ook ongevoelig bent voor continue draaggolven. Dat laatste is met 1 ESH2 meetontvanger niet mogelijk, dus moet ik compromissen sluiten. Door het percentage lager te stellen, 20 %, blijkt het in de praktijk wel goed te werken.

Deze methode is in NL door een werkgroep o.l.v. AT ontwikkeld, en is nu opgenomen in een ITU standaard. Voor zover ik weet is Erik van Maanen, PA3DES, de geestelijke vader.

De procedure is dan als volgt: je neemt alle 300 samples, en sorteert die op volgorde van oplopende amplitude. Je neemt de laagste 20 % van de samples, en bepaalt daar het gemiddelde van. Daarna tel je daar een correctiegetal bij op. Dat correctie getal is het verschil wat je meet als je aan een Gaussisch ruissignaal meet met de average waarde van alle samples (het midden van de normaal verdeling). In Figuur A3 is dat de zacht groene curve. Ook is daarin de average waarde geplott, de blauwe lijn, en de mediaan waarde, de zwarte curve. Je ziet dat die meestal aardig goed samenvallen. De lichtgroene lijn is afkomstig van de hoge waarden (80 - 100 %). Hierin zie je de stoorsignalen verschijnen. Omdat er geen correctie op toegepast wordt, is ligt die lijn altijd hoger.

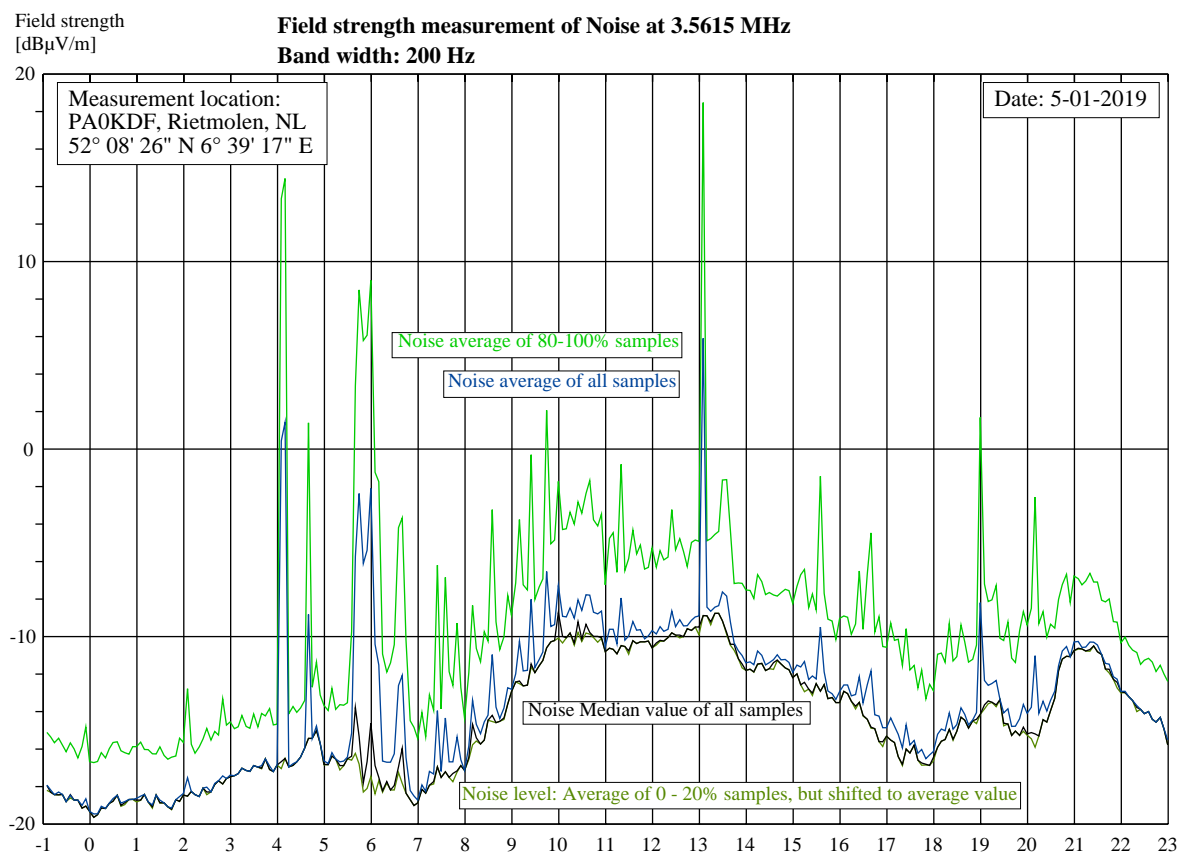


Fig. A3. Ruismeting met alle uitkomsten weergegeven.

Processing van de samples van het baken kanaal

Ook de 300 samples van het baken kanaal worden op oplopende volgorde geplaatst. Nu worden de samples tussen 60 en 90 % samen genomen, en gemiddeld. In Figuur A4 levert dat de gewenste meetwaarden op in de vorm van de blauwe curve. Doel is om de verstoorte samples

te verwijderen, die ontstaan door de ON-OFF Morse modulatie van de identificatie. Het netto effect daarvan zie je als je naar de eveneens weergegeven average en mediaan waarden (groen en zwart) kijkt. De bovenste 10 % samples worden niet meegenomen om effecten door stoorspulsen en kortdurende stoorsignalen te onderdrukken. Helaas wat langer durende stoorsignalen raak je zo niet kwijt.

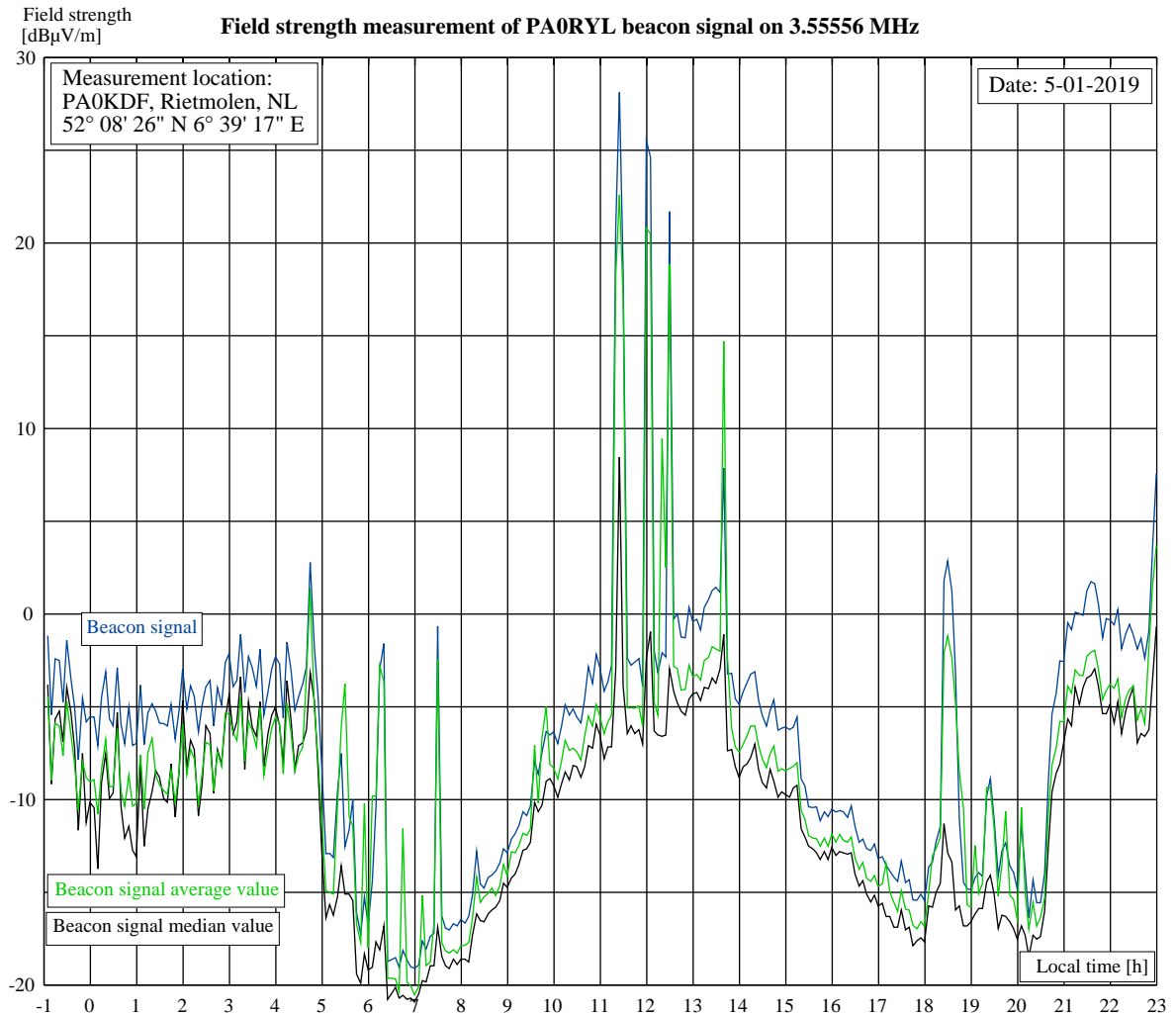


Fig. A4. Baken signaal met alle uitkomsten weergegeven.