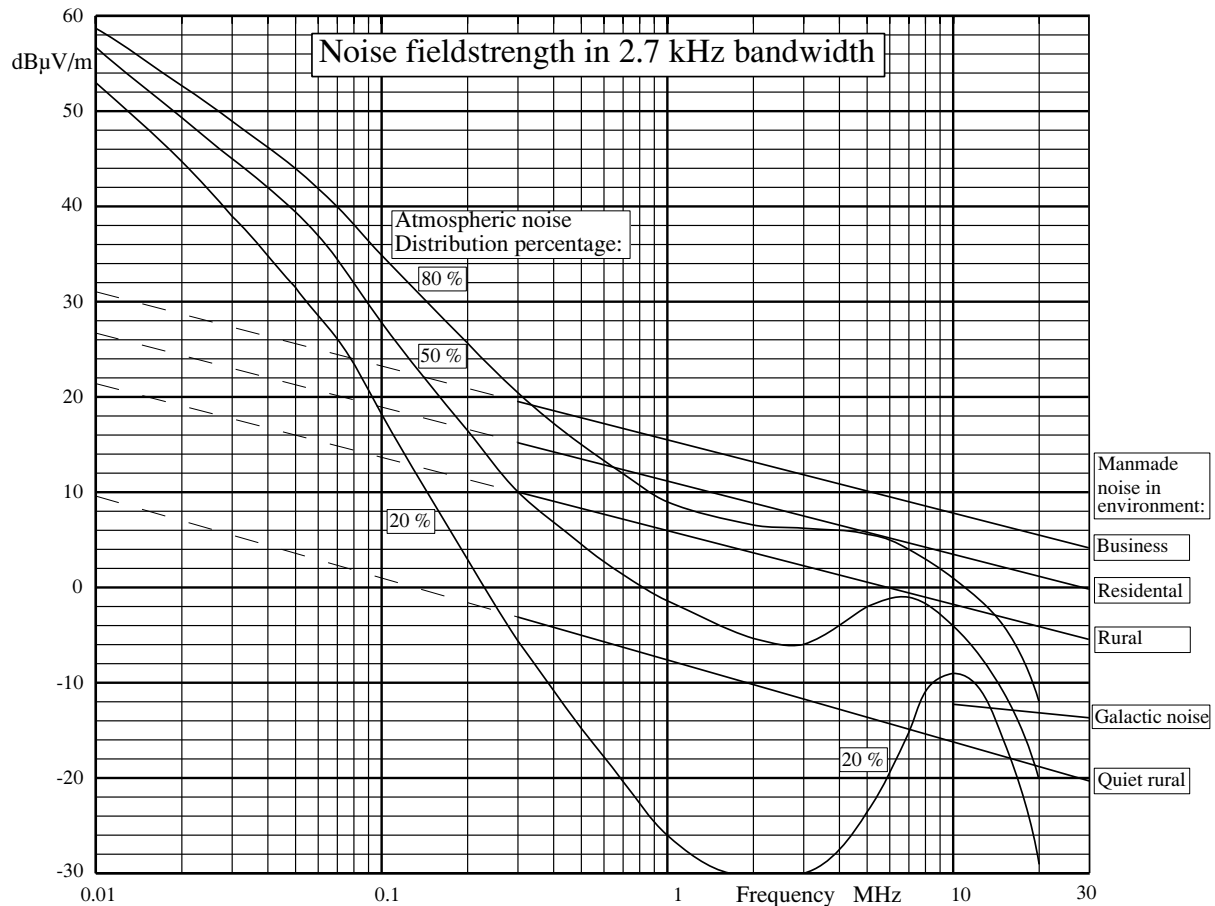


Uitslag van de S-meter op achtergrond ruis

Naar aanleiding van een vraag van Robert Langenhuisen, PA0RYL, wil ik een afschatting maken van wat een S-meter op een amateurontvanger aanwijst op basis van de achtergrond ruis op de band. Daarbij ga ik uit van het ITU 372 document [1]. In het verre verleden heb ik daar een studie naar gedaan t.b.v. het ERC Rep. 69. Figuur 1 is daarvan het resultaat. Hierin zijn de ruisgetallen, die in [1] voorkomen omgerekend naar veldsterkten in combinatie met een bandbreedte van 2.7 kHz, en voor West Europa.



Figuur 1.

Het gaat hier voornamelijk om twee soorten ruis, de atmosferische ruis en de man-made ruis. De atmosferische ruis is sterk variabel en hangt af van:

- de plaats op aarde,
- het seizoen,
- tijdstip op de dag.

In Figuur 1 zijn voor West Europa alle seizoenen en dagdelen bij elkaar opgeteld, en is een statistische verdeling gemaakt. Je ziet duidelijk dat er forse verschillen zijn, vooral tussen 0.5 tot 7 MHz. In dit bereik treden de lage waarden tijdens daglicht op, de hoge waarden als de zon onder is. De oorzaak is voornamelijk de demping van de D-laag. Vanaf 10 MHz en hoger is het omgekeerd, de hogere waarden treden op wanneer de band open is, vaak overdag.

Aan het eind zal ik een paar plotten laten zien van mijn eigen metingen.

De man-made ruis is afhankelijk van de stoorbronnen in de omgeving. Verder geldt op MF en

HF dat de hoogte t.o.v. de golflengte klein is, en dat maakt dat verticale polarisatie overheerst bij MMN. Dat maakt dat een verticale antenne meer MMN oppikt dan een (goed gebalanceerde) horizontale. Ook een verticaal staande loopantenne geeft veel MMN. Een actieve verticale monopool kan, wanneer die niet goed geaard is, nog extra veel MMN ontvangen vanwege de koppeling met de voedingslijn en koppeling van storing vanuit het huis, zie [2].

Omrekenen naar ingangsspanning aan de ontvanger

Figuur 1 laat veldsterkten zien, maar wat is dan de spanning aan de ontvangeringang? Daarvoor moeten we wat rekenwerk doen. We doen dit aan de hand van het begrip effectieve oppervlakte van de antenne, A_{eff} . Voor een ontvang antenne geldt in het algemeen:

$$A_{eff} = \frac{g * \lambda^2}{4\pi} \quad (1)$$

$$= \frac{3\lambda^2}{8\pi} \text{ voor een dipool} \quad (2)$$

g is gain t.o.v. een isotrope straler.

De vermogensdichtheid pd is

$$pd \approx \frac{E^2}{120\pi} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (3)$$

Het ontvangen vermogen is dan

$$\begin{aligned} P_{rx} &= A_{eff} * pd \\ &= \frac{g * \lambda^2}{4\pi} * \frac{E^2}{120\pi} \\ &= \frac{g * \lambda^2}{480\pi^2} * E^2 \end{aligned} \quad (4)$$

Maar aan de ontvangeringang met ingangsweerstand, R_{rx} , geldt:

$$P_{rx} = \frac{V_{rx}^2}{R_{rx}} \quad (5)$$

Met V_{rx} de spanning over de ontvanger ingangsklemmen, dus

$$\begin{aligned} \frac{V_{rx}^2}{R_{rx}} &= \frac{g * \lambda^2}{480\pi^2} * E^2 \\ V_{rx} &= \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{g \cdot R_{rx}}{30}} * E \end{aligned} \quad (6)$$

Dat betekent voor de antenne factor k :

$$k \equiv \frac{E}{V_{rx}} = \frac{4\pi}{\lambda} \sqrt{\frac{30}{g \cdot R_{rx}}} \quad (7)$$

Voor een halve golf dipool met een isotrope gain van 1.64 (2.14 dB) en een ingangsweerstand van 50 ohm komen we uit op:

$$k = \frac{4\pi}{\lambda} * 0.605 \quad (8)$$

In dB's

$$K_{ant} = 20 * \log(k) \quad (9)$$

Voor dipolen op de diverse HF banden levert dat Tabel 1 op:

Tabel 1. Antenne factoren.

Antenne factor											
Band	1.8	3.6	5.3	7.0	10.1	14	18	21	24	28	[MHz]
k	0.046	0.091	0.136	0.177	0.256	0.360	0.459	0.537	0.631	0.732	[1/m]
K_{ant}	-26.8	-20.8	-17.4	-15.0	-11.8	-8.9	-6.8	-5.4	-4.0	-2.7	[dB/m]

Dus het antenne getal K_{ant} is het aantal dB's dat je moet optellen bij de (gemeten) ontvanger ingangsspanning V_{rx} (in dB μ V) om te komen tot de elektrische veldsterkte in dBV/m.

Let wel: de preciese vorm en afmetingen van de dipool antenne doen niet ter zake, zolang de antenne maar verliesvrij is. Bij een kortere antenne neemt de Q-factor, en daarmee de opslinging, toe, waarmee toch weer hetzelfde antennevermogen beschikbaar is. Alleen de bandbreedte wordt kleiner.

Naar de S-meter

In de klassieke analoge amateurontvanger mag de S-meter de naam "meter" eigenlijk niet dragen. Het is meer een "indicator". Dit heeft vooral te maken het feit dat het hele signaalpad in de ontvanger. Dat pad is lang, gaat over vele trappen, die allemaal temperatuur afhankelijk zijn, en voor een deel ook frequentie afhankelijk. Daarnaast is de uitslag van een S-meter afhankelijk van de vorm van het signaal, hetgeen nimmer gespecificeerd wordt. Bijna altijd wordt de S-meter gestuurd vanuit de AVR-lijn. Als de ontvanger bedoeld is voor de SSB mode betekent dat de meter het piek niveau van het signaal volgt. Dat lijkt een beetje op de quasi-piek detector die we kennen van de CISPR meetontvangers. Het dynamisch gedrag is belangrijk, en in de IARU definitie is dat ook meegenomen: een opkomsttijd van $10 \text{ ms} \pm 2 \text{ ms}$, en een afvaltijd van minimaal 500 ms, zie het Veron Vademecum. Echter, ik heb nog nooit gelezen of gehoord dat iemand dat gecontroleerd heeft. Dat geldt ook voor de SDR ontvangers!!!

Voor het meten van ruis heb je niets aan een quasi-piek detector, maar is een RMS detector nodig. Met een Average detector kun je ook wel uit de voeten, maar moet je corrigeren (1.05 dB optellen Gaussische ruis)

We hebben dus een serieus probleem met onze S-meters wat betreft ruis meten. Voor echte stochastische ruis (Gaussian) geeft de CISPR quasi piek detector ongeveer 10 dB meer aan, maar kan anders zijn zodra de ruis anders van karakter wordt. Zo is de atmosferische ruis meer piekerig.

De beste schatting/aanname die we kunnen maken is dat de S-meter 10 dB teveel aanwijst.

Op basis hiervan kun je een plot maken van de ruis, afgeleid van Figuur 1, dat het ruisniveau in S-meter uitslag geeft, zie Figuur 2. Deze plot staat ook in het Veron Vademecum in het hoofdstuk EMC/EMF commissie. Het is dus alleen bruikbaar als een indicatie!

Voor diegenen die de meter aflezen in dBm's:

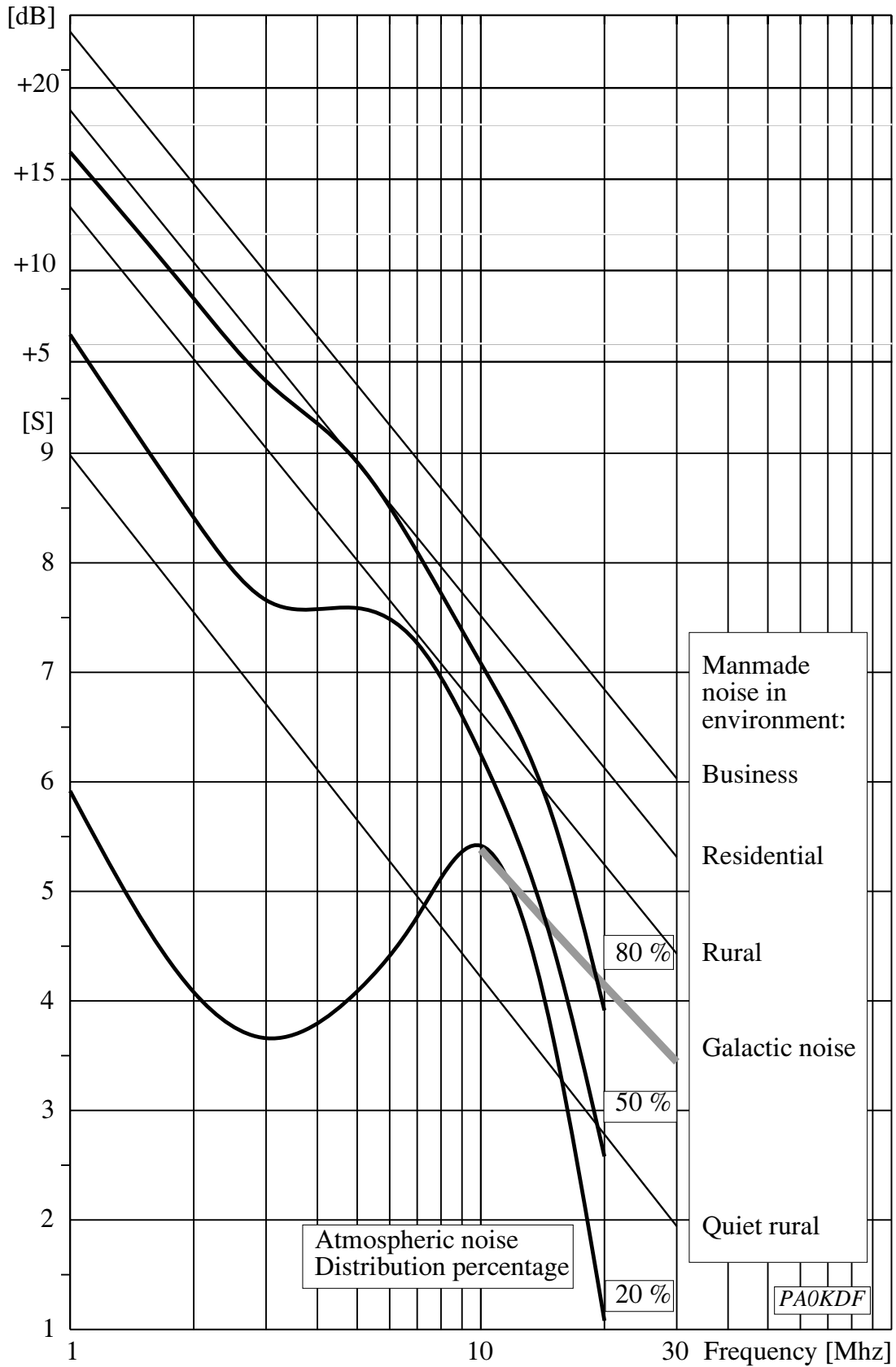
$$V_{rx}[\text{dB}\mu\text{V}] = P[\text{dBm}] + 107 \quad (\text{bij } 50 \text{ ohm}) \quad (10)$$

Voor de 80 m band overdag en een zeer rustige omgeving komen we dan uit S 6 tot S 7 meter uitslag.

Let wel: Veel Japanse TRXs hebben een S-meter schaal die niet de IARU 6 dB per S-punt volgt maar 3 dB. S 9 komt meestal wel in de buurt van 50 μ V. Bij S 6 of 7 kan het er dus behoorlijk naast zitten.

S-meter reading due to noise.

Assumptions: quarter wave vertical, 10 dB added for quasi-peak behaviour.
SSB bandwidth, area: West and Central Europe.



Figuur 2.

Dag en nacht ritme

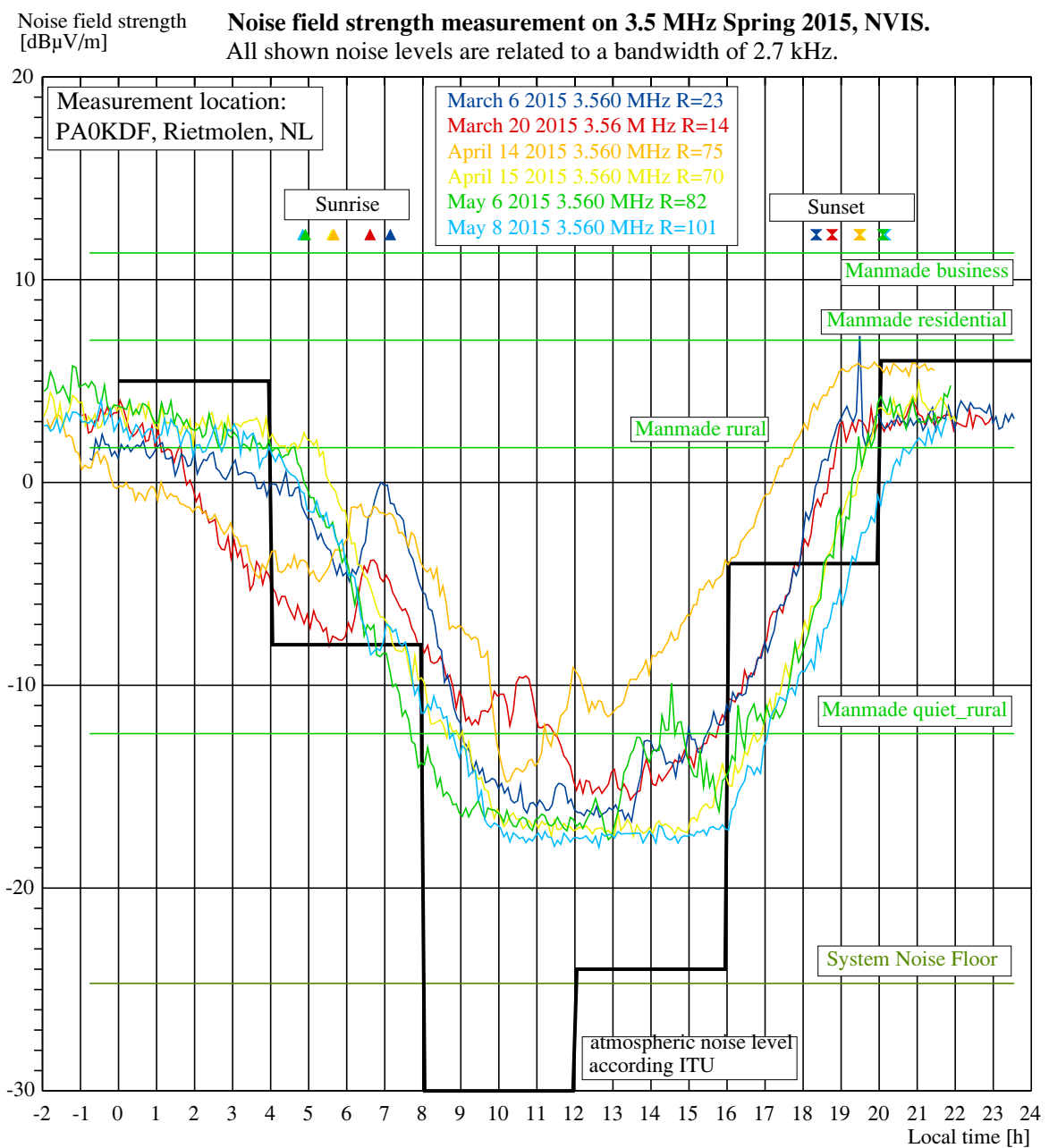
Ik heb van 2005 tot 2016 11 jaar lang metingen gedaan aan atmosferische ruis, vaak parallel met de Duitse Quad antenne als met een afgestemde actieve monopool. Als voorbeeld laat ik metingen uit voorjaar 2015 zien in Figuur 3 (Duitse Quad) en Figuur 4 (Afgestemde monopool).

De Duitse Quad is een echte NVIS straler en kijkt recht naar boven, en is nagenoeg ongevoelig voor horizontaal aankomende en verticaal gepolariseerde MMN. Hij kan dus diep kijken.

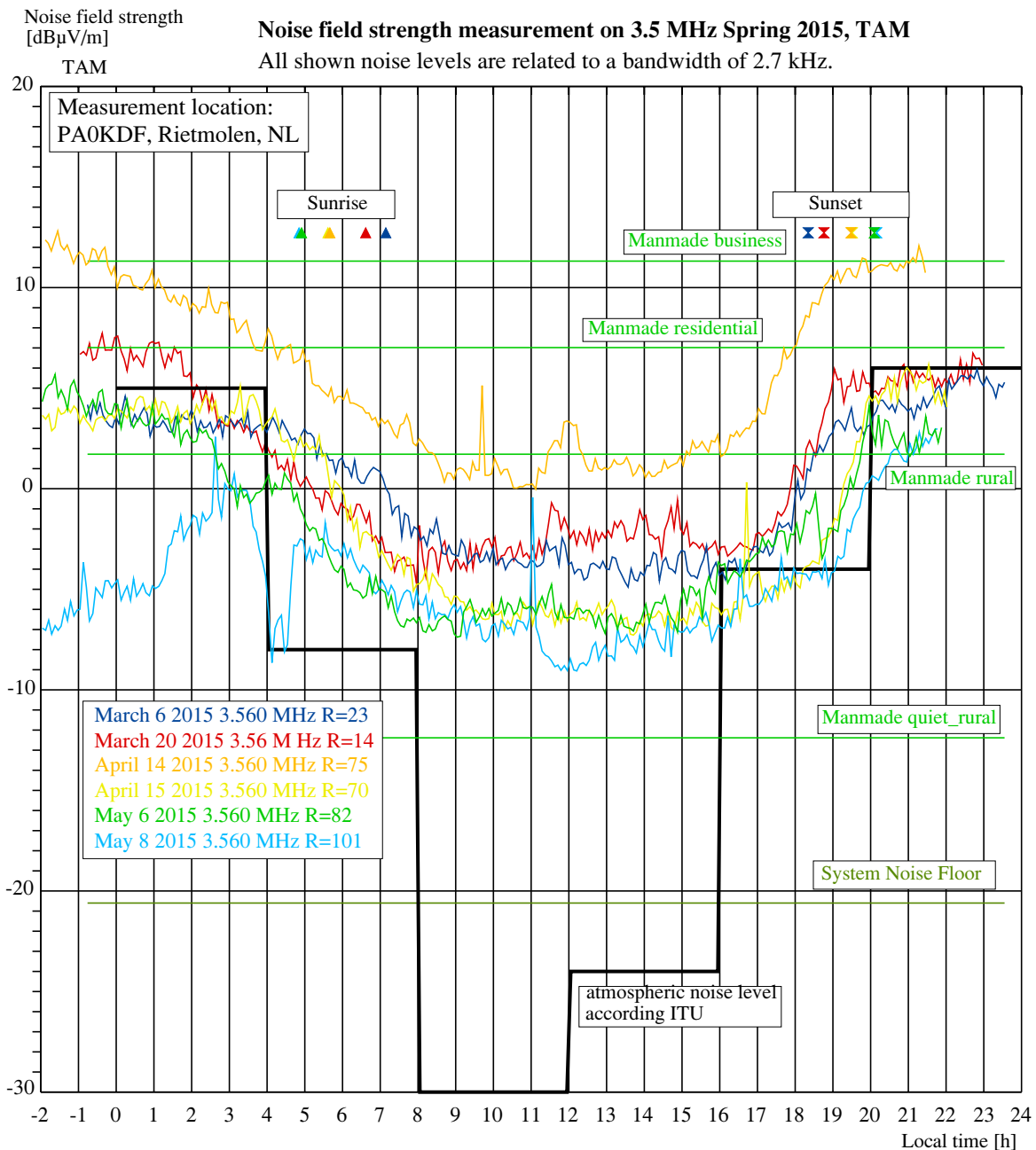
Vergelijk ook de gemeten waarden met de ITU waarden zoals ingetekend. Daarentegen lopen de resultaten van de monopole vast tegen de hogere MMN vloer.

Van belang is te weten dat hier de 20 % methode gebruikt is om gewenste radio signalen te onderdrukken. Omdat ik maar in twee bandjes van 200 Hz meet, gaat dat niet altijd perfect goed, maar meestal wel.

Je ziet het grote verschil in de dag- en nachtwaarden, en ook dat de nachtwaarden behoorlijk goed overeenkomen met de voorspelde waarden overeenkomstig [1].



Figuur 3.



Figuur 4.

Referenties:

- [1] *Recommendation ITU-R P.372-13 "Radio noise,"* International Telecommunication Union. Geneva. Sept. 2016. [Online]. Available: <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.372/en>.
- [2] Koos (T.W.H.) Fockens, Frank Leferink, "Issues Concerning Radio Noise Floor Measurements using a Portable Measurement Set-up", *Proc. 2018 EMC Europe, Amsterdam, August 27-30, 2018*. pp. 349-354.