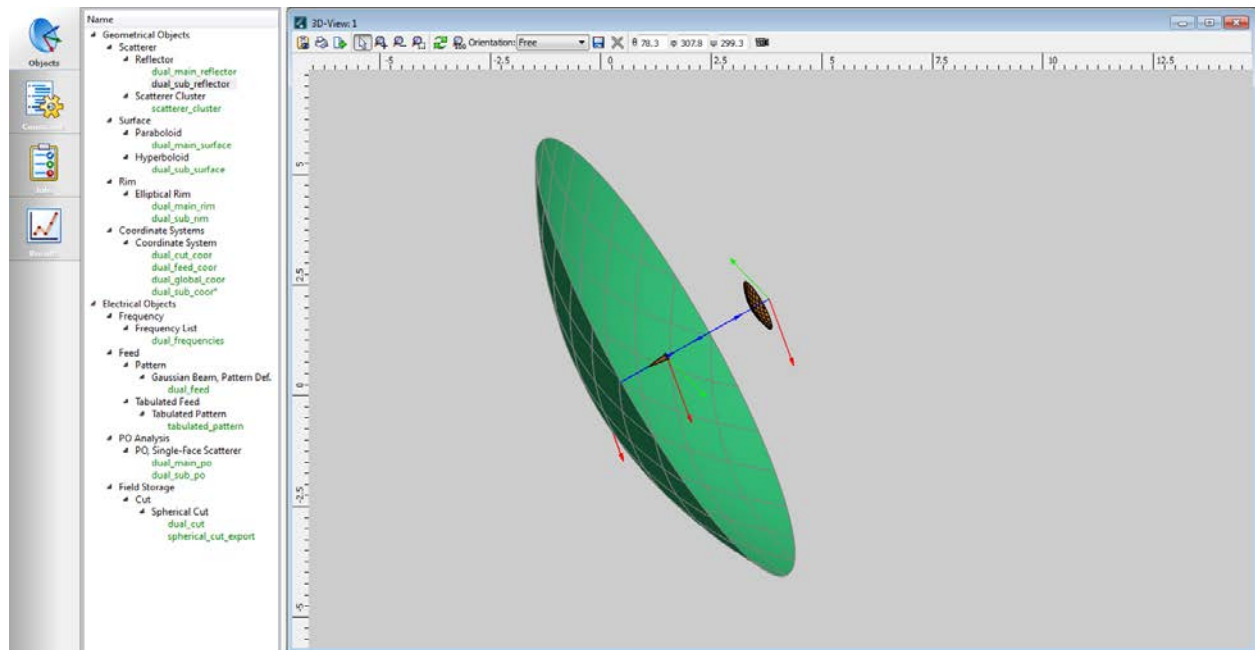


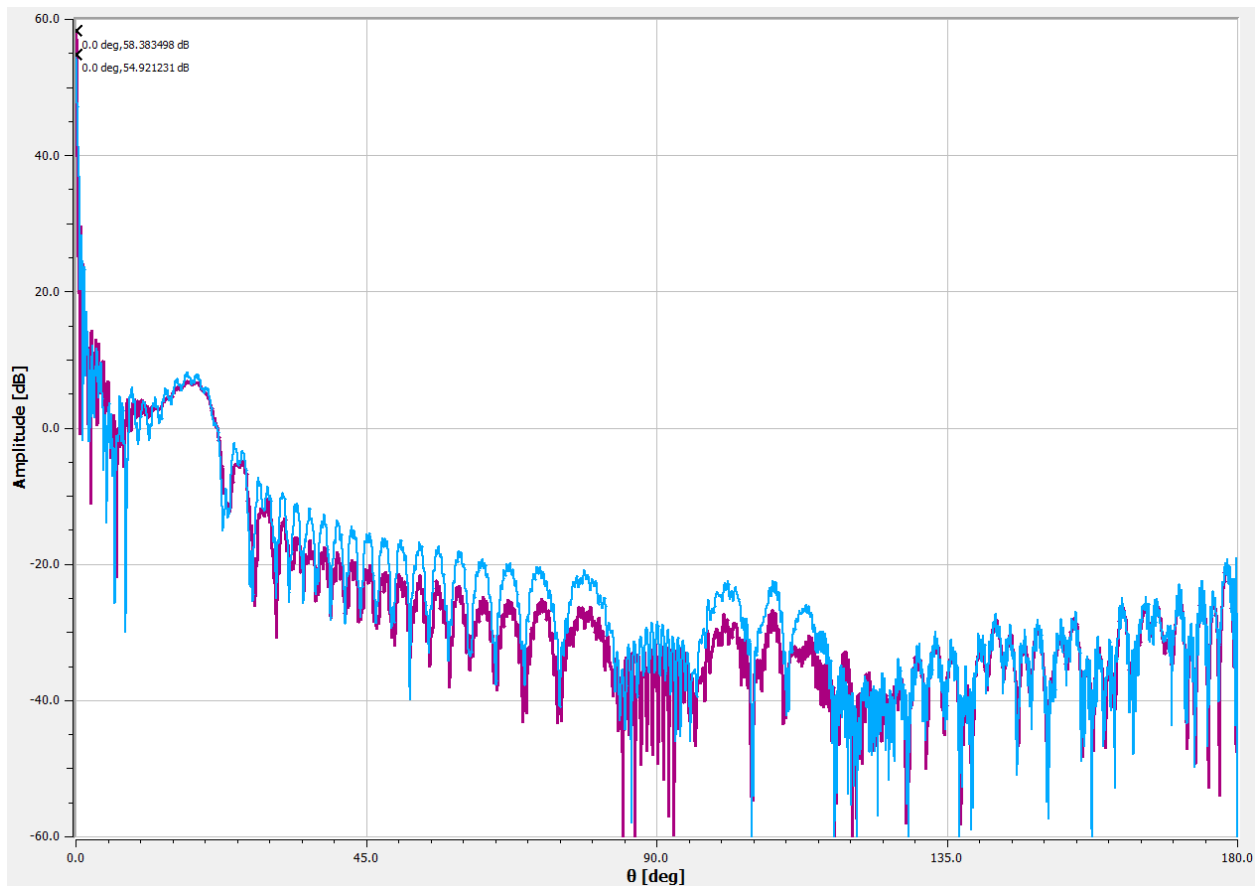
Poročilo

V tistem poročilu poskušal sem simulirati delovanje defokusirane antene, ter ugotoviti negotovost pri merjenju G/T faktorja.

Za začetek sem dizajniral 11.28m Cassegrain anteno (Prikazano na sliki 1), in simuliral njen sevalni diagram. Zatem sem defokusiral žarilec 3 cm stran od subreflektorja (premik po njihovi osi), ter na novo simuliral sevalni diagram. Preseka sevalnega diagrama od obeh anten (začetne in defokusirane) prikazana sta na Sliki 2.



Slika 1- Dizajn 11.28 m Cassegrain antene



Slika 2 - Preseka sevalnega diagrama obeh anten; začetna antena - violična, defokusirana – modra

Kako bi simuliral odčitavanje Y-faktorja, uporabil sem MATLAB kodo podano v dodatkih v diplomu. MATLAB koda omogoča estimacijo šumne temperature sistema s obzirom na vremenske pogoje, nadmorsko višino in elevacijo antene. Tudi tako, možno je kot izvor postaviti Luno, na način da se v matriki ki vsebuje šumne temperature neba ustavi šumna (osvetlitvena) temperatura Lune, v celice z θ (Theta) kotem manjšim ali enakim od polovice Luninega kotnega premera. Seveda, obe matriki: matrika sevalnega diagrama in matrika šumnih temperatur sta v Theta-Phi koordinatnem sistemu, kjer Theta gre od -90° do 90° , in Phi gre od 0° do 360° .

Kako je Y-faktor podan kot razmerje sprejetih moči šuma ko je antena najprej obrnjena proti Luni, potem v hladno nebo na isti elevaciji, lahko zapišem naslednje razmerje (Enačba (1)):

$$Y = \frac{P_{Moon}}{P_{ColdSky}} = \frac{k_B T_{sys: Moon} B}{k_B T_{sys: ColdSky} B} = \frac{T_{sys: Moon}}{T_{sys: ColdSky}} \quad (1)$$

Začetna antena (ne-defokusirana), v primeru ko je bila obrnjena v Luno podala je šumno temperaturo sistema 214.513 K, medtem ko je estimacija hladnega neba pokazala šumno temperaturo sistema 93.557 K. Rezultati MATLAB kode pokazani so na Sliki 3 in Sliki 4.

```

Current Folder Command Wi
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.
>> appendix
*****

European Space Agency (ESRIN) EOP-GTE

Program: Antenna Noise Temperature
Darko Bekuljica - International Research Fellow

*****
*****

--- Measurement is performed pointing at the cold sky at 30° elevation ---
Antenna noise temperature is: 37.5571 K.
System noise temperature is: 93.5571 K.
-> The G/T quality factor is: 38.2551 dB/K.
fx >>

```

Slika 3 - Začetna antena, Clear Sky estimacija šumne temperature sistema

```
Current Folder Command
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.
>> appendix
*****

European Space Agency (ESRIN) EOP-GTE

Program: Antenna Noise Temperature
Darko Bekuljica - International Research Fellow

*****
*****

--- Measurement is performed pointing at the Moon at 30° elevation ---
Antenna noise temperature is: 158.513 K.
System noise temperature is: 214.513 K.
-> The G/T quality factor is: 34.6513 dB/K.
fx >>
```

Slika 4 - Začetna antena usmerena v Luno, estimacija šumne temperature sistema

Defokusirana antena, prilikom izvajanja istih estimacij, podala je naslednje rezultate: Šumna temperatura sistema ko je antena obrnjena v Luno je 168.364 K, medtem ko je šumna temperatura sistema ko je antena obrnjena v hladno nebo 93.55 K. Rezultati so pokazani na slikah 5 in 6.

```
Current Folder Comman
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.

>> appendix
*****

European Space Agency (ESRIN) EOP-GTE

Program: Antenna Noise Temperature
Darko Bekuljica - International Research Fellow

*****
*****

--- Measurement is performed pointing at the cold sky at 30° elevation ---
Antenna noise temperature is: 37.5595 K.
System noise temperature is: 93.5595 K.
-> The G/T quality factor is: 34.736 dB/K.
fx >> |
```

Slika 5 - Defokusirana antena, Clear Sky estimacija šumne temperature sistema

```
Current Folder Comman
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.

>> appendix
*****

European Space Agency (ESRIN) EOP-GTE

Program: Antenna Noise Temperature
Darko Bekuljica - International Research Fellow

*****
*****

--- Measurement is performed pointing at the Moon at 30° elevation ---
Antenna noise temperature is: 112.364 K.
System noise temperature is: 168.364 K.
-> The G/T quality factor is: 32.1844 dB/K.
fx >>
```

Slika 6 - Defokusirana antena usmerena v Luno, estimacija šumne temperature sistema

Estimacija Y-faktorja

Če ustavimo dobljene vrednosti šumnih temperatur sistema v Enačbo 1, možno je oceniti Y-faktor obeh anten.

$$Y_{začetna} = \frac{214.513}{93.56} = 2.293 \quad (2)$$

$$Y_{defokusirana} = \frac{168.364}{93.56} = 1.8 \quad (3)$$

Estimacija K2 korekcijskega faktorja

Za izračun korekcijskega faktorja, uvozil sem sevalni diagram od obeh anten ampak z še boljšim samplingom (0.005°) v MATLAB, in pomočjo ugrajene funkcije *quad()* integral sevalni diagram na območju prostorskega kota lune. Korekcijski faktor izračunan je po naslednji enačbi:

$$K_2 = \frac{\iint_{\Omega_{Moon}} 1 d\Omega}{\iint_{\Omega_{Moon}} g(\theta, \phi) d\Omega} \quad (4)$$

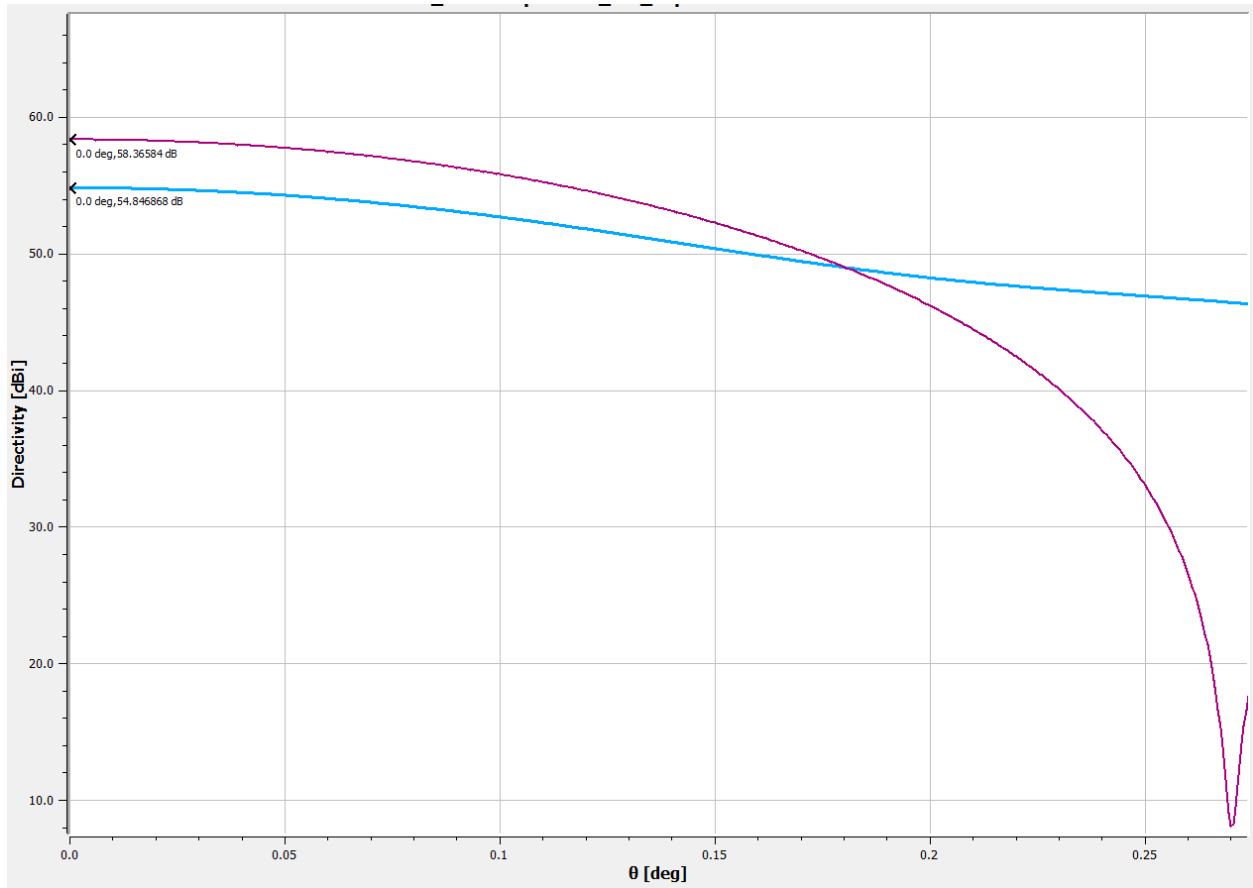
Kjer je $g(\theta, \phi)$ normaliziran sevalni diagram na način da je $g(0,0) = 1$.

Račun korekcijskih faktorjev obeh anten podal je rezultate:

$$K_{2:začetna} = 4.923 \quad (5)$$

$$K_{2:defokusirana} = 3.055 \quad (6)$$

Naslednja slika (Slika 7) prikazuje primerjavo glavnega snopa obeh anten:



Slika 7 - Primerjava glavnega snopa obeh anten: začena - violčna, defokusirana – modra

Vpliv Y-faktorja in K2 korekcijskega faktorja na G/T

Direktna metoda izračuna G/T kakovostnega faktorja podana je z enačbo:

$$\frac{G}{T} = \frac{8\pi k_B (Y - 1)}{\lambda^2 S} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (7)$$

Za primer, vzamem vrednosti za S , λ in K_1 podobne vrednostmi podanimi v rezultatih meritev iz diplome, in sicer: $S = 3.17 \cdot 10^{-22} \text{ [W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}\text{]}$, $f = 8.1775 \text{ [GHz]}$, $K_1 = 1.033$.

Za začetno anteno lahko izračunamo G/T faktor, na način da uvrstimo $Y_{začetna}$ in $K_{2:začetna}$ vrednosti v Enačbo (7).

$$\frac{G}{T} = \frac{8\pi k_B (Y_{začetna}^{-1})}{\lambda^2 S} \cdot K_1 \cdot K_{2:začetna} = 3908.41 = 35.92 \text{ [dB K}^{-1}\text{]}. \quad (8)$$

V primeru, da računamo z podano metodo v diplomu, K_2 korekcijski faktor ostane enak, ker se ne zavedamo da je nekdo defokusiral anteno. V tem primeru lahko posmatramo le spremembo Y-faktorja s $Y_{začetna}$ na $Y_{defokusirana}$. G/T faktor v tem primeru poda naslednji rezultat.

$$\frac{G}{T} = \frac{8\pi k_B (Y_{defokusirana}^{-1})}{\lambda^2 S} \cdot K_1 \cdot K_{2:začetna} = 2415.46 = 33.83 \text{ [dB K}^{-1}\text{]}. \quad (9)$$

Primerjanje Enačbe (8) in Enačbe (9) pokaže, da je G/T faktor v primeru defokusiranja antene nižji za 2 dB, ter da je nekaj narobe s anteno, ampak tudi tako novodobljeni G/T faktor ni realni G/T defokusirane antene (je preveč optimističen).

Realni G/T defokusirane antene lahko dobimo če uvrstimo vrednosti $K_{2:defokusirana}$ in $Y_{defokusirana}$ v Enačbo (7):

$$\frac{G}{T} = \frac{8\pi k_B (Y_{defokusirana}^{-1})}{\lambda^2 S} \cdot K_1 \cdot K_{2:defokusirana} = 1499.68 = 31.76 \text{ [dB K}^{-1}\text{]}. \quad (10)$$

Iz Enačbe (10) je razvidno da je realni G/T defokusirane antene 2 dB manjši od G/T defokusirane antene katereg smo sposobni izračunati z našo metodo.

Zaključek tistega poročila je, da smo z predlagano metodo sposobni zaznati deformacijo antene, ampak nismo sposobni izračunati dejanski G/T deformirane antene. V okviru ESA dokumenta za G/T metodo, dodan je pogoj, da je pred vsako meritvijo potrebno izmeriti dva prereza smernega diagrama antene, v namen preverjanja HPBW-a, ničel, in razmerja stranskih snopov.

Vkolikor je ugotovljena deviacija smernega diagrama, nujno je izračunati K_2 korekcijski faktor z integracijo novega (deviantnega) sevalnega diagrama (Enačba (4)).

Glede na to da so ESA-ine antene vedno operative, tehniki ob vsakem preletu spremljajo nivo sprejetega signala, in se takoj zavedajo (po nepričakovanem slabljenju signala) če je prišlo do kakšne napake na anteni. Tudi tako, ESA-o bolj zanima ugotoviti ali obstaja deviacija originalne postavitve antene, kot natančen G/T iste antene. Defokusirana antena se takoj izklaplja iz uporabe dokler se vse neskladnosti ne odpravijo.

Predlagana G/T metoda, za ESA-o je odlična, zaradi hitrosti izvedbe, in zaradi tega ker ESA-o zanima le natančen G/T antene ki je v optimalnem stanju.