

Δεύτερη εργαστηριακή άσκηση (MATLAB)

2024

Εαρινό 2024

Άρτεμις Κασωτάκη

1115201900040



Περίληψη Άσκησης.....	3
Ενότητα 1: Παρουσίαση μοντέλου	4
Το Μοντέλο Egli.....	4
Ενότητα 2: Μελέτη μοντέλου.	5
Ύψος Κεραίας Σταθμού Βάσης (hBS).....	5
Ύψος Κεραίας Κινητής Συσκευής (hMS).....	6
Συχνότητα (FMHz).....	7
Απόσταση (d)	8
Ενότητα 3: Συμπεράσματα	9
Παράρτημα.....	11

Περίληψη Άσκησης.

Οι ομάδες φοιτητών που θα δηλώσουν θέμα ενδιαφέροντος, καλούνται να υλοποιήσουν το μοντέλο απωλειών που θα τους ανατεθεί σε MATLAB και να δομήσουν μία αναφορά για την μελέτη του μοντέλου που επέλεξαν ως προς τις βασικές παραμέτρους του. Η δομή της αναφοράς αυτής θα είναι ως ακολούθως:

Ενότητα 1: Παρουσίαση μοντέλου. Το είδος του μοντέλου, το πεδίο εφαρμογής του και οι εξισώσεις/παραμέτροι που το διέπουν.

Ενότητα 2: Μελέτη μοντέλου. Μία υποενότητα για κάθε παράμετρο του μοντέλου ως προς τις απώλειες διάδοσης, με τουλάχιστον ένα διάγραμμα και 2-3 Bullets χρήσιμων συμπερασμάτων.

Ενότητα 3: Συμπεράσματα. Ένα τελικό διάγραμμα που να περιέχει το ελάχιστο δυνατό πλήθος καμπυλών, το οποίο θα έχει επιλεγεί για να δώσει μία πρακτική εικόνα των βασικών συσχετίσεων του μοντέλου με τη μέγιστη δυνατή σύνοψη των χρήσιμων συμπερασμάτων. Επίσης, σύνοψη μέχρι 10 βασικών συμπερασμάτων που είναι συγκεκριμένα για το μοντέλο αυτό.

Παράρτημα: Ο κώδικας που αναπτύχθηκε για το μοντέλο απωλειών και την εκτύπωση αποτελεσμάτων σε MATLAB.

Ενότητα 1: Παρουσίαση μοντέλου

Το Μοντέλο Egli

Το μοντέλο Egli είναι ένα εμπειρικό μοντέλο διάδοσης το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ισχύος του σήματος σε περιοχές με ανώμαλο έδαφος, χωρίς υψηλά φυσικά εμπόδια, όπως για παράδειγμα λόφοι άνω των 15 μέτρων.

Οι κύριες εφαρμογές του περιλαμβάνουν τον υπολογισμό της ισχύος του σήματος που λαμβάνεται από κινητές συσκευές και εκτίμηση της κάλυψης του δικτύου.

Είναι πιο ακριβές σε σχέση με το απλό μοντέλο.

Κατάλληλο για συχνότητες μεταξύ 900-1000 MHz.

Είναι ένα εμπειρικό μοντέλο διάδοσης, αυτό σημαίνει ότι οι εξισώσεις και οι παράμετροί του βασίζονται σε παρατηρήσεις από πραγματικά δεδομένα. Τέτοια εμπειρικά μοντέλα είναι χρήσιμα στην εκτίμηση της ισχύος του σήματος σε διάφορα περιβάλλοντα χωρίς να υπάρχει ανάγκη για πιο λεπτομερή ανάλυση της φυσικής της διάδοσης.

Η βασική εξίσωση του μοντέλου Egli.

$$Pr(d) = 20 \log_{10}(hBS hMS) - 40 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(40/fMHz)$$

Όπου:

$P_r(d)$: Η ισχύς του ληφθέντος σήματος σε dB.

h_{BS} : Το ύψος της κεραίας του σταθμού βάσης σε m.

h_{MS} : Το ύψος της κεραίας της κινητής συσκευής σε m.

d : Η απόσταση μεταξύ του σταθμού βάσης και της κινητής συσκευής σε km.

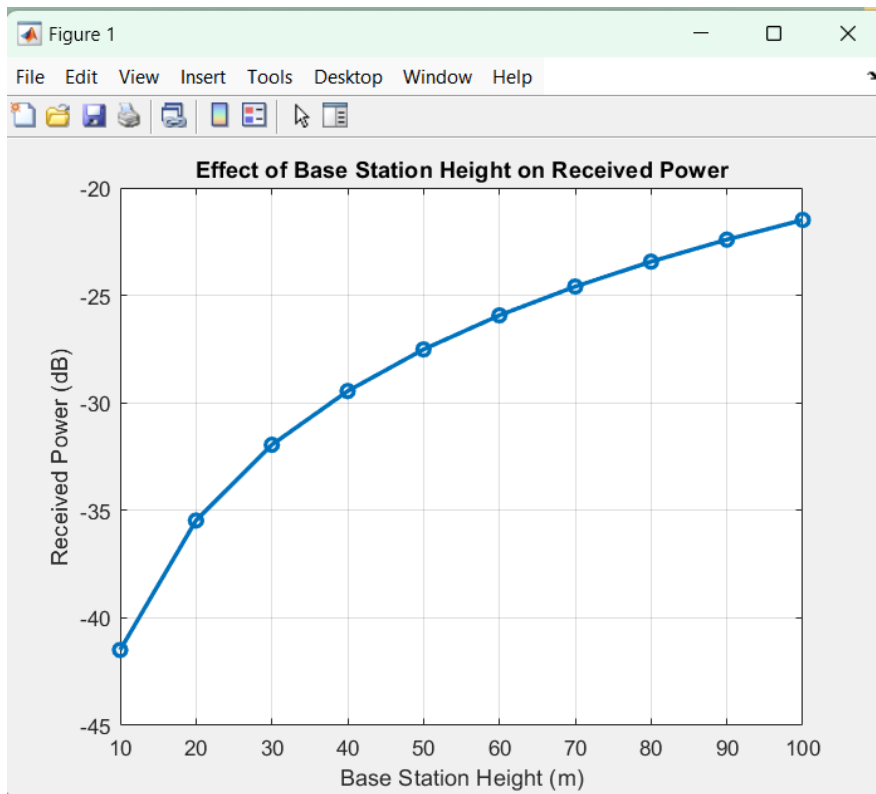
f_{MHz} : Η συχνότητα σε MHz.

Ενότητα 2: Μελέτη μοντέλου.

Για να καταλάβουμε καλύτερα το μοντέλο, θα δούμε την επίδραση της κάθε παραμέτρου στις απώλειες διάδοσης.

Ύψος Κεραίας Σταθμού Βάσης (hBS)

(κώδικας στο Παράρτημα Εικόνα 3)



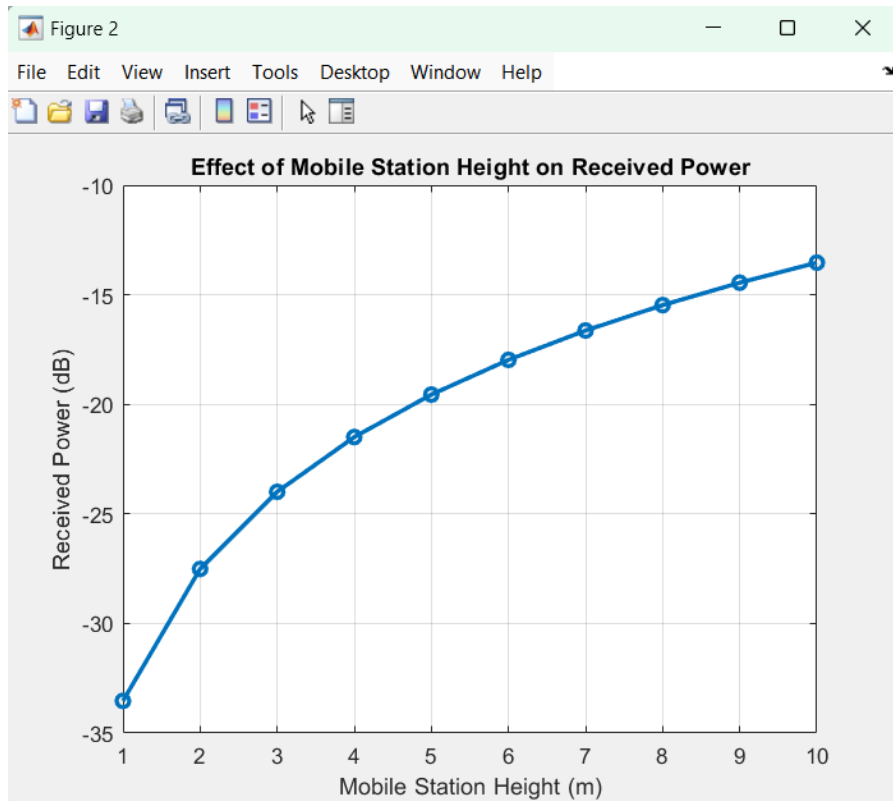
Βλέπουμε πως το ύψος της κεραίας του σταθμού βάσης επιδρά σημαντικά στην ισχύ του ληφθέντος σήματος.

Με την αύξηση του ύψους της κεραίας του σταθμού βάσης, η ισχύς του ληφθέντος σήματος επίσης αυξάνεται.

Η αύξηση αυτή μειώνει τις απώλειες διάδοσης λόγω της βελτίωσης της γραμμής οπτικής επαφής, η κεραία έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να "βλέπει" πάνω από τα εμπόδια και εξασφαλίζει ότι το σήμα μεταδίδεται πιο αποτελεσματικά. Έτσι μειώνει τις απώλειες διάδοσης.

Ύψος Κεραίας Κινητής Συσκευής (hMS)

(κώδικας στο Παράρτημα Εικόνα 4)



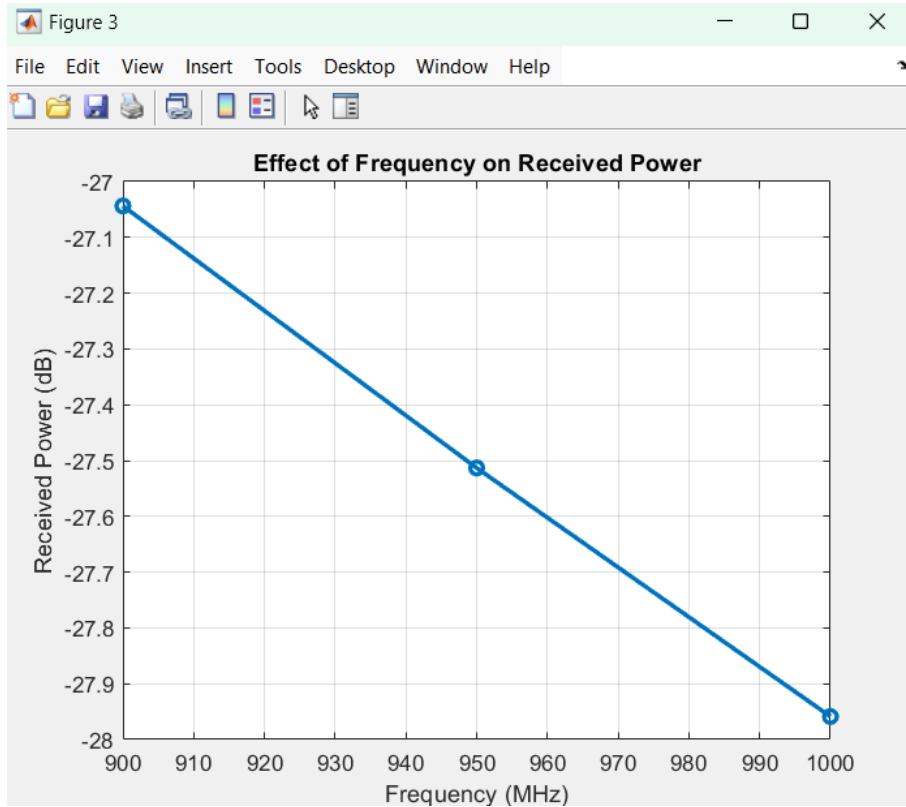
Το ύψος της κεραίας της κινητής συσκευής επηρεάζει επίσης την ισχύ του ληφθέντος σήματος.

Με την αύξηση του ύψους της κεραίας της κινητής συσκευής, βλέπουμε πως η ισχύς του ληφθέντος σήματος επίσης αυξάνεται.

Είναι ιδιαίτερα σημαντική η επίδραση που βλέπουμε στα αστικά περιβάλλοντα όπου τα εμπόδια μπορούν να επηρεάσουν πιο ευκολα την διάδοση του σήματος.

Συχνότητα (FMHz)

(κώδικας στο Παράρτημα Εικόνα 5)



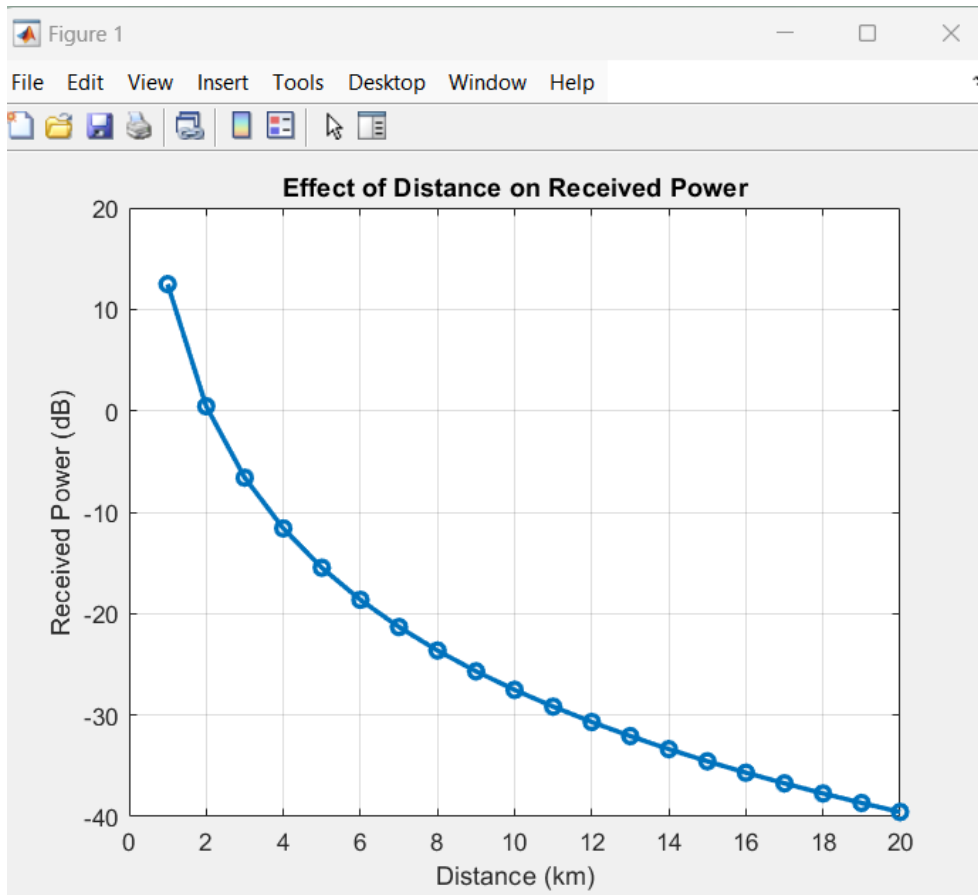
Βλέπουμε πως η συχνότητα επηρεάζει τις απώλειες διάδοσης.

Με την αύξηση της συχνότητας οι απώλειες διάδοσης αυξάνονται και αυτές μειώνοντας την ισχύ του ληφθέντος σήματος.

Οι υψηλότερες συχνότητες διαδίδονται λιγότερο αποτελεσματικά στις μεγάλες αποστάσεις και σε περιβάλλοντα όπου υπάρχουν εμπόδια.

Απόσταση (d)

(κώδικας στο Παράρτημα Εικόνα 6)



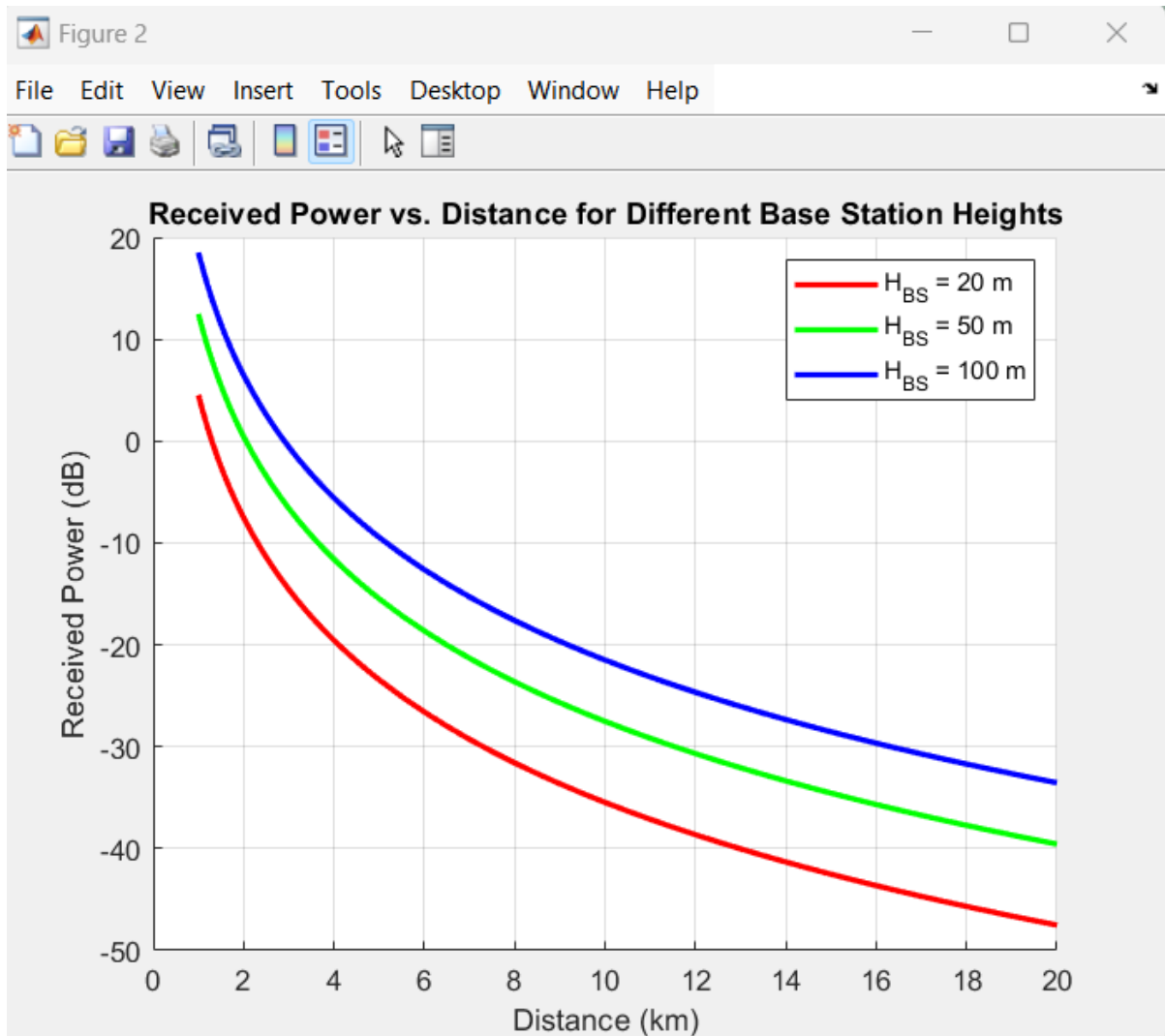
Εδώ βλέπουμε πως η απόσταση έχει την πιο σημαντική επίδραση πάνω στην ισχύς του ληφθέντος σήματος.

Όσο αυξάνεται η απόσταση οι απώλειες διάδοσης αυξάνονται δραματικά, μειώνοντας την ισχύς του σήματος.

Ενότητα 3: Συμπεράσματα

(κώδικας στο Παράρτημα Εικόνα 2)

Για το τελικό διάγραμμα επέλεξα να απεικονίσω την ισχύ του ληφθέντος σήματος σε σχέση με την απόσταση για διαφορετικά ύψη κεραίας σταθμού βάσης 20m, 50m και 100m.



Με βάση όλα τα παραπάνω, καταλήγουμε σε κάποια συμπεράσματα.

Αρχικά με την αύξηση του ύψους της κεραίας του σταθμού βάσης μειώνονται οι απώλειες διάδοσης και αυξάνεται η ισχύς του σήματος.

Η αύξηση του ύψους της κεραίας της κινητής συσκευής βελτιώνει τη ισχύς του σήματος.

Παρατηρούμε επίσης πως οι υψηλότερες συχνότητες οδηγούν σε μεγαλύτερες απώλειες διάδοσης και μείωση της ισχύς του σήματος.

Η ισχύς του σήματος μειώνεται σε μεγαλύτερες αποστάσεις, δηλώνοντας την ανάγκη για ενίσχυση του σήματος ή τοποθέτηση περισσότερων σταθμών βάσης.

Το μοντέλο Egli είναι ιδανικό για ανώμαλο έδαφος χωρίς υψηλά φυσικά εμπόδια και η επιλογή του πρέπει να γίνεται με βάση τις συγκεκριμένες συνθήκες του περιβάλλοντος διάδοσης.

Οι εξισώσεις του Egli είναι απλές και εύκολες στην υλοποίηση, έτσι το μοντέλο είναι πιο πρακτικό για γρήγορες εκτιμήσεις.

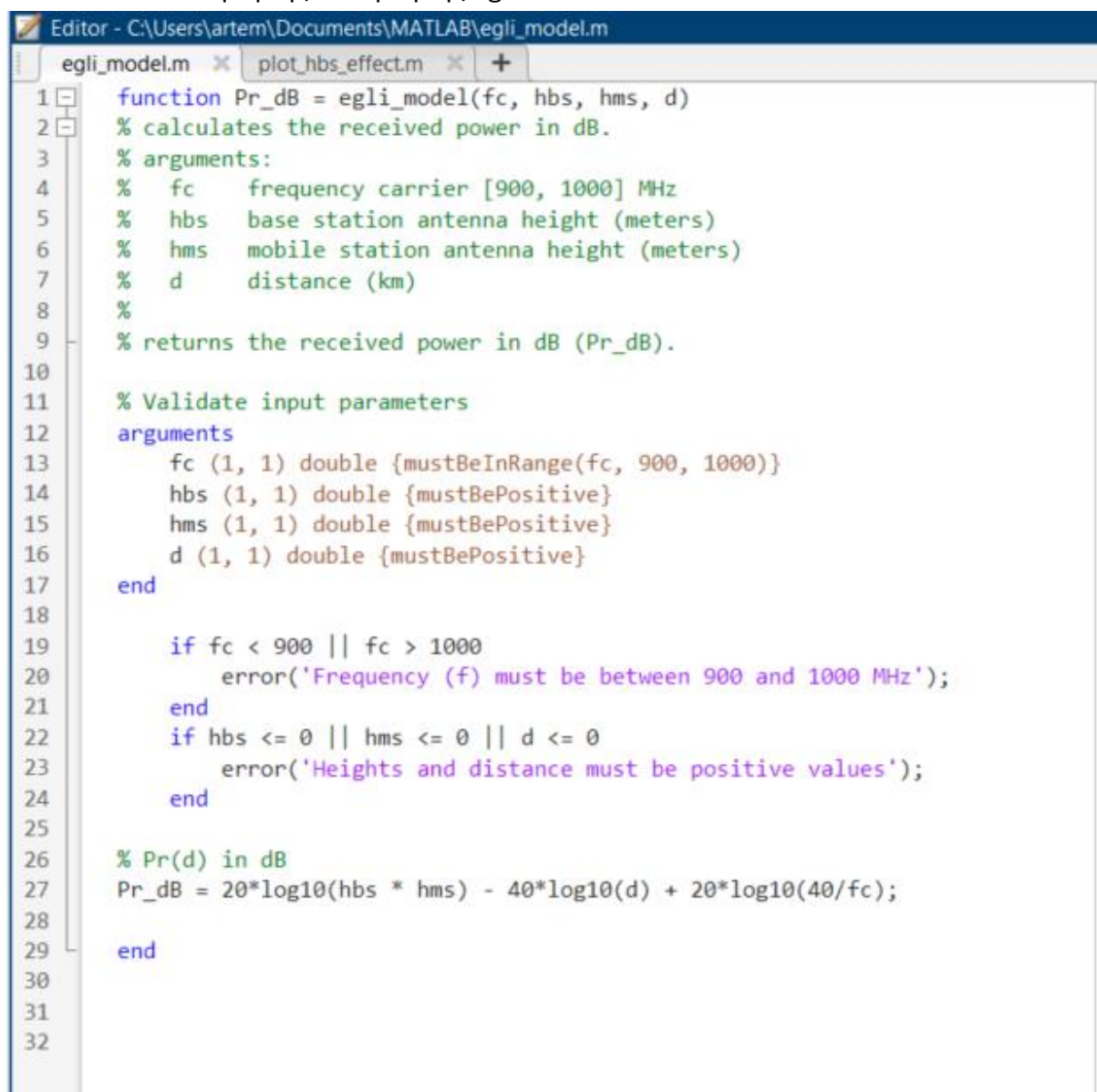
Τέλος, οι απώλειες της διάδοσης είναι κρίσιμες για την ποιότητα της επικοινωνίας αλλά και τον σχεδιασμό των δικτύων.

Παράρτημα

Ο κώδικας που αναπτύχθηκε για το μοντέλο απωλειών και την εκτύπωση των αποτελεσμάτων έγινε με την χρήση διαφορετικών plots σε ξεχωριστά αρχεία κώδικα με σκοπό την διευκόλυνση μου στα διαγράμματα για τις απαντήσεις της άσκησης. Στο Παραδοτέο αρχείο υπάρχει ο κώδικας της υλοποίησης της συνάρτησης και ο κώδικας του τελικού Plot (εικόνα 1 και εικόνα 2).

Αναλυτικά ο κάθε κώδικας:

Εικόνα 1. Υλοποίηση της Συνάρτησης Egli

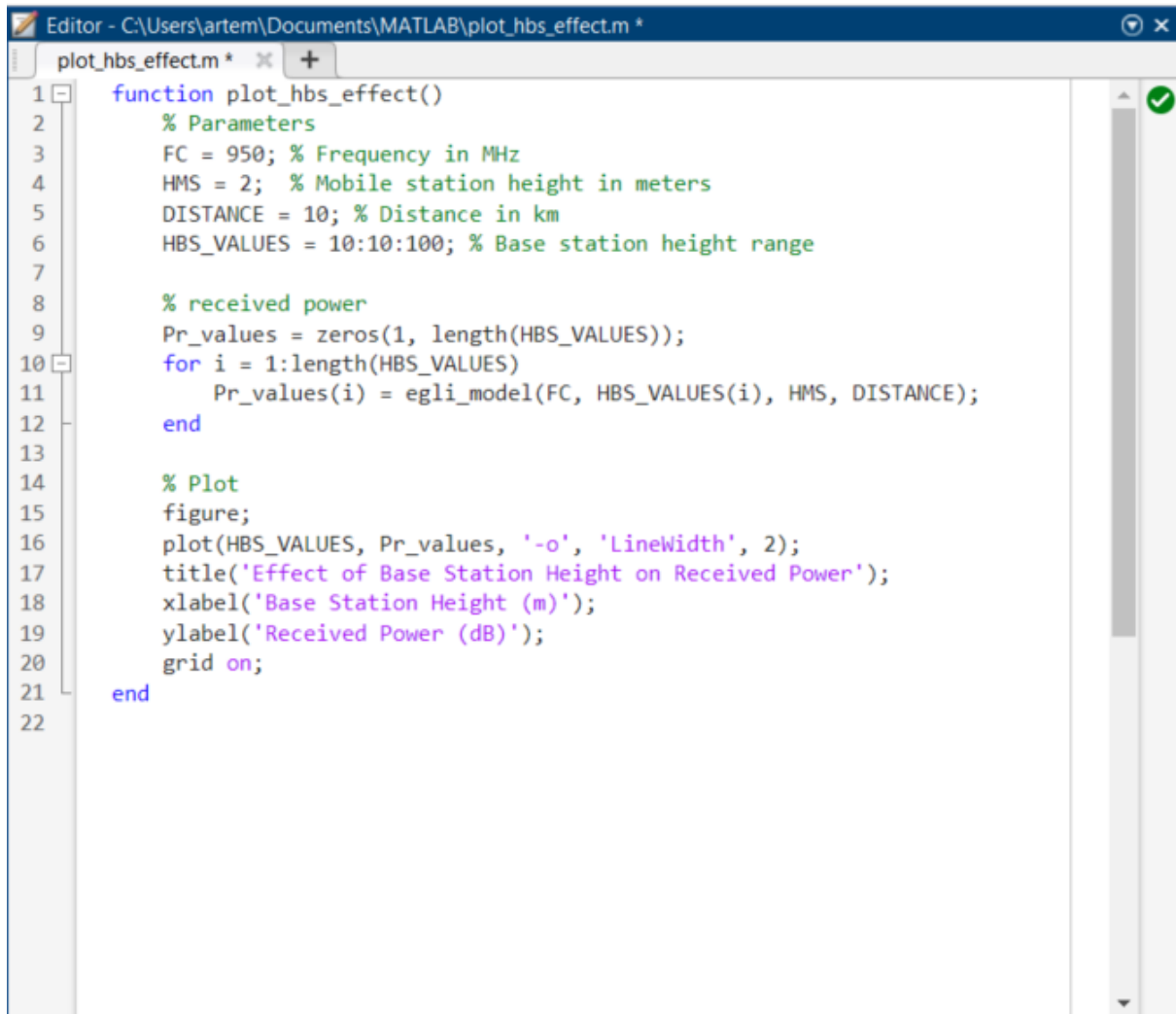


```
Editor - C:\Users\artem\Documents\MATLAB\egli_model.m
egli_model.m  x  plot_hbs_effect.m  x  +
1  function Pr_dB = egli_model(fc, hbs, hms, d)
2  % calculates the received power in dB.
3  % arguments:
4  % fc    frequency carrier [900, 1000] MHz
5  % hbs   base station antenna height (meters)
6  % hms   mobile station antenna height (meters)
7  % d     distance (km)
8  %
9  % returns the received power in dB (Pr_dB).
10
11 % Validate input parameters
12 arguments
13     fc (1, 1) double {mustBeInRange(fc, 900, 1000)}
14     hbs (1, 1) double {mustBePositive}
15     hms (1, 1) double {mustBePositive}
16     d (1, 1) double {mustBePositive}
17 end
18
19     if fc < 900 || fc > 1000
20         error('Frequency (f) must be between 900 and 1000 MHz');
21     end
22     if hbs <= 0 || hms <= 0 || d <= 0
23         error('Heights and distance must be positive values');
24     end
25
26 % Pr(d) in dB
27 Pr_dB = 20*log10(hbs * hms) - 40*log10(d) + 20*log10(40/fc);
28
29 end
30
31
32
```

Εικόνα 2 Υλοποίηση της Plot Συνάρτησης για την Απεικόνιση των Απωλειών

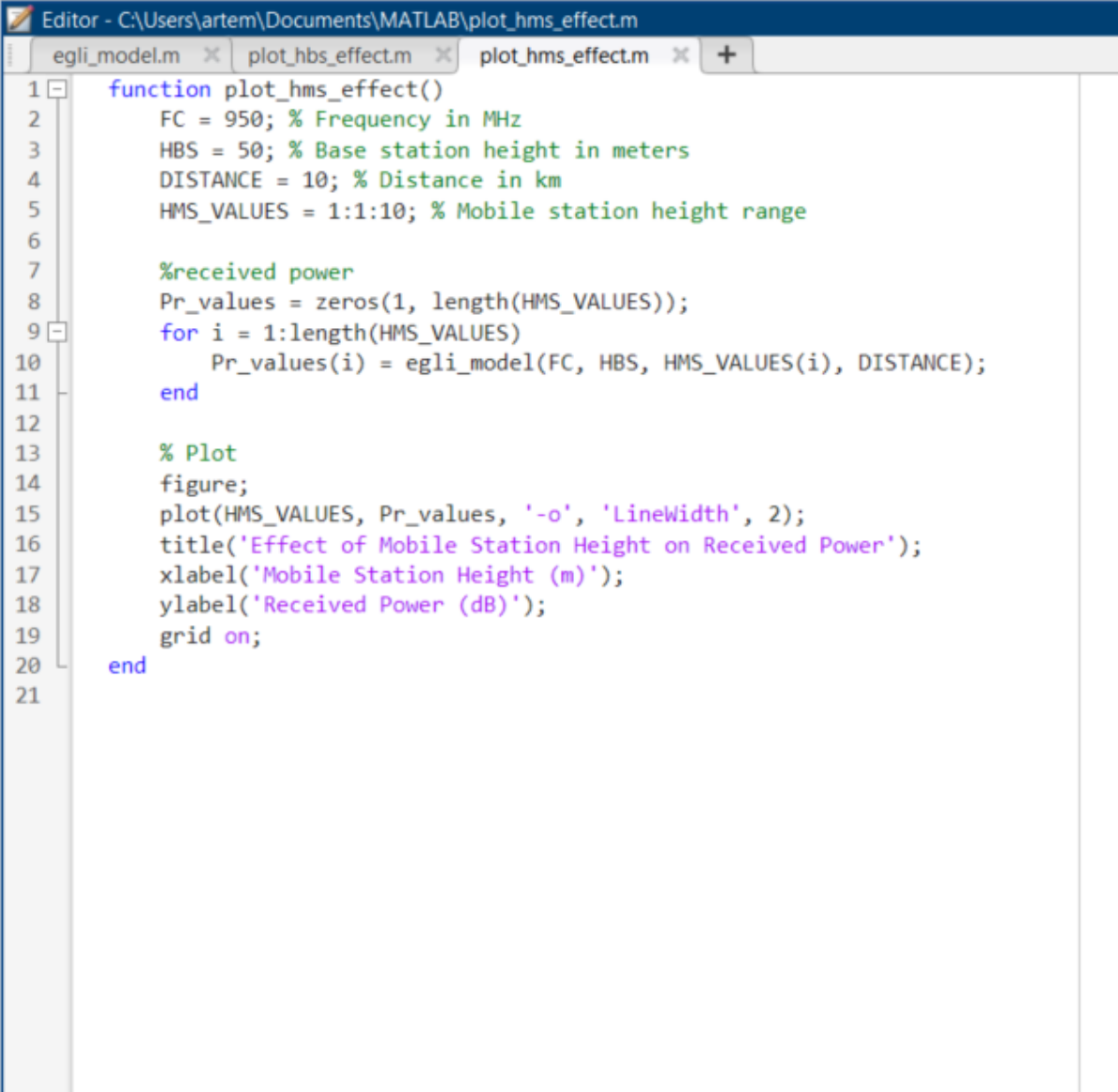
```
Editor - C:\Users\artem\Documents\MATLAB\egli_plot.m
egli_plot.m x +
1 function egli_plot()
2     % Parameters
3     FC = 950; % Frequency in MHz
4     HMS = 2; % Mobile station height in meters
5     DISTANCE = [1:0.1:2 2.2:0.2:5 5.5:0.5:20]; % Distance in km
6     HBS = [20, 50, 100]; % Different base station heights
7
8     % Colors for the plot
9     colors = ['r', 'g', 'b'];
10
11    % Plot
12    figure;
13    hold on;
14
15    for i = 1:length(HBS)
16        Pr_values = zeros(1, length(DISTANCE));
17        for j = 1:length(DISTANCE)
18            Pr_values(j) = egli_model(FC, HBS(i), ...
19                HMS, DISTANCE(j));
20        end
21        plot(DISTANCE, Pr_values, 'LineWidth', 2,...
22            'Color', colors(i), 'DisplayName', ...
23            sprintf('H_{BS} = %d m', HBS(i)));
24    end
25
26    % Add labels and title
27    title('Received Power vs. Distance for Different Base Station Heights');
28    xlabel('Distance (km)');
29    ylabel('Received Power (dB)');
30    legend show;
31    grid on;
32 end
33
```

Εικόνα 3: Plot για την Παράμετρο h_{BS}

The image shows a MATLAB Editor window titled "Editor - C:\Users\artem\Documents\MATLAB\plot_hbs_effect.m *". The window contains a MATLAB script named "plot_hbs_effect.m". The script defines a function "plot_hbs_effect()" which sets parameters for frequency (FC = 950 MHz), mobile station height (HMS = 2 m), and distance (DISTANCE = 10 km). It then calculates the received power (Pr_values) for base station heights (HBS_VALUES) ranging from 10 to 100 m. Finally, it plots the received power (dB) against the base station height (m) using a line with circular markers and a grid. The plot title is "Effect of Base Station Height on Received Power".

```
1 function plot_hbs_effect()
2     % Parameters
3     FC = 950; % Frequency in MHz
4     HMS = 2; % Mobile station height in meters
5     DISTANCE = 10; % Distance in km
6     HBS_VALUES = 10:10:100; % Base station height range
7
8     % received power
9     Pr_values = zeros(1, length(HBS_VALUES));
10    for i = 1:length(HBS_VALUES)
11        Pr_values(i) = egli_model(FC, HBS_VALUES(i), HMS, DISTANCE);
12    end
13
14    % Plot
15    figure;
16    plot(HBS_VALUES, Pr_values, '-o', 'LineWidth', 2);
17    title('Effect of Base Station Height on Received Power');
18    xlabel('Base Station Height (m)');
19    ylabel('Received Power (dB)');
20    grid on;
21 end
22
```

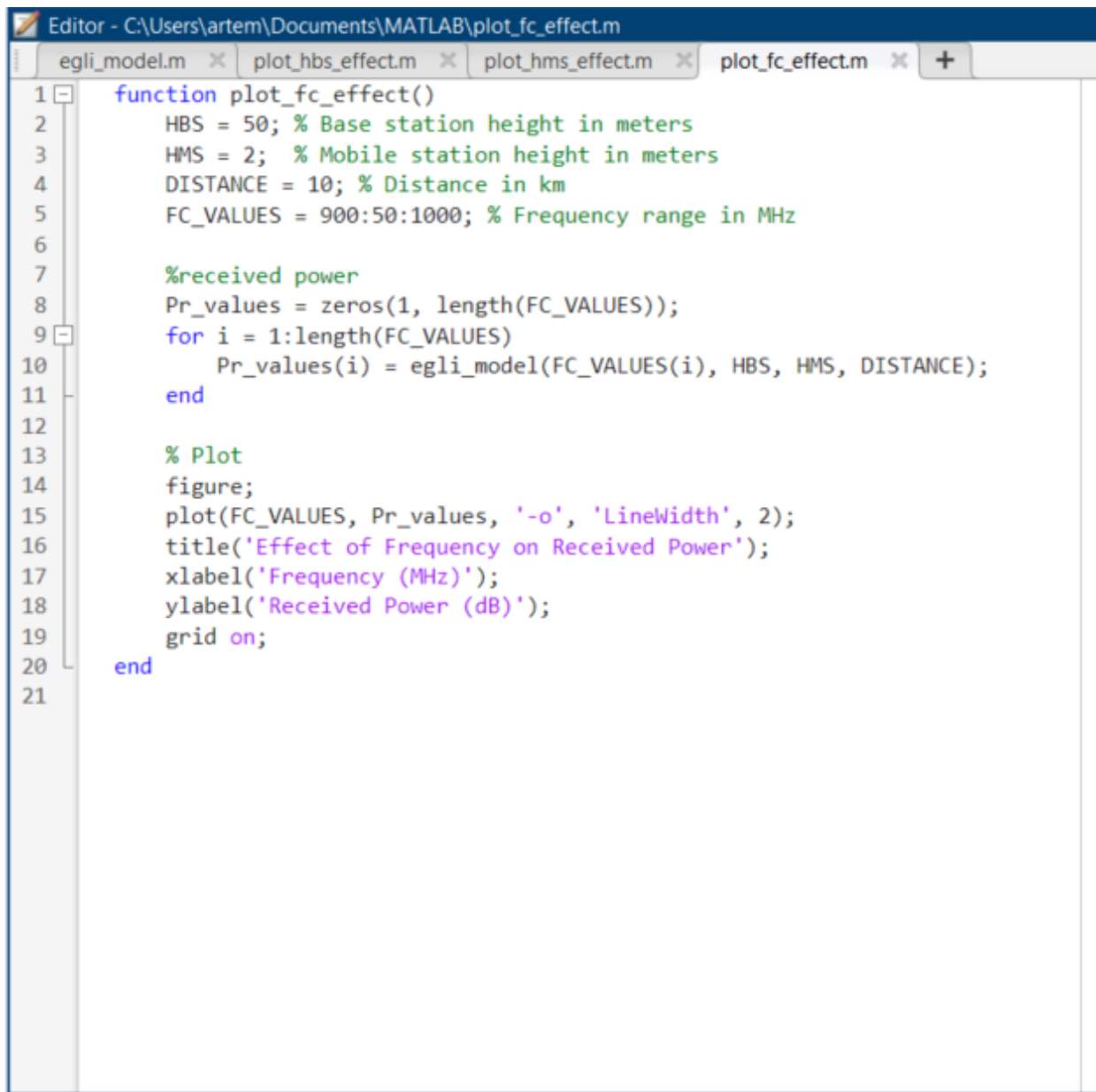
Εικόνα 4: Plot για την Παράμετρο h_{MS}



```
Editor - C:\Users\artem\Documents\MATLAB\plot_hms_effect.m
egli_model.m  x  plot_hbs_effect.m  x  plot_hms_effect.m  x  +

1  function plot_hms_effect()
2      FC = 950; % Frequency in MHz
3      HBS = 50; % Base station height in meters
4      DISTANCE = 10; % Distance in km
5      HMS_VALUES = 1:1:10; % Mobile station height range
6
7      %received power
8      Pr_values = zeros(1, length(HMS_VALUES));
9      for i = 1:length(HMS_VALUES)
10         Pr_values(i) = egli_model(FC, HBS, HMS_VALUES(i), DISTANCE);
11     end
12
13     % Plot
14     figure;
15     plot(HMS_VALUES, Pr_values, '-o', 'LineWidth', 2);
16     title('Effect of Mobile Station Height on Received Power');
17     xlabel('Mobile Station Height (m)');
18     ylabel('Received Power (dB)');
19     grid on;
20 end
21
```

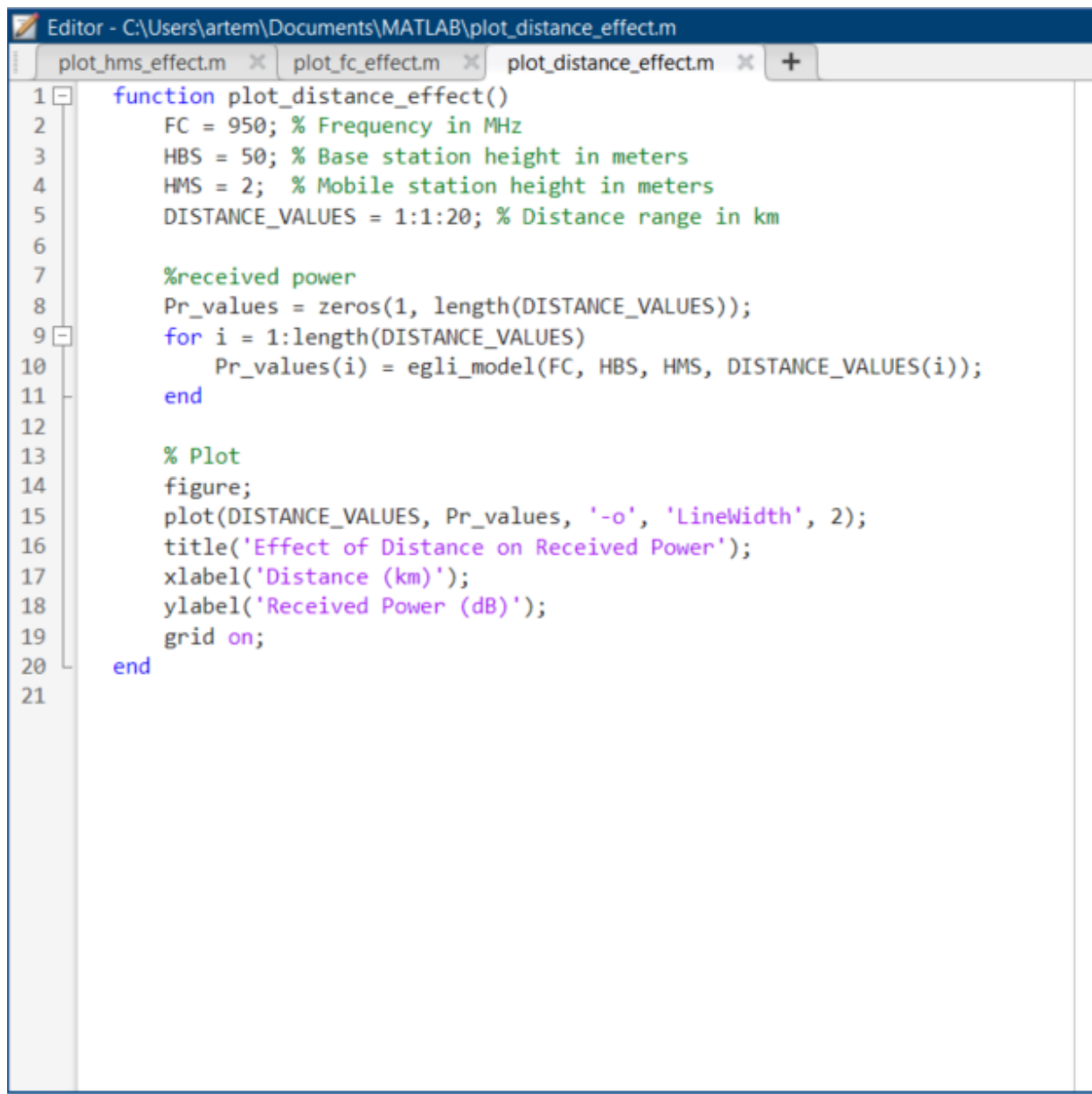
Εικόνα 5: Plot για την Παράμετρο Συχνότητα (F_{MHz})



```
Editor - C:\Users\artem\Documents\MATLAB\plot_fc_effect.m
egli_model.m  x  plot_hbs_effect.m  x  plot_hms_effect.m  x  plot_fc_effect.m  x  +

1  function plot_fc_effect()
2      HBS = 50; % Base station height in meters
3      HMS = 2; % Mobile station height in meters
4      DISTANCE = 10; % Distance in km
5      FC_VALUES = 900:50:1000; % Frequency range in MHz
6
7      %received power
8      Pr_values = zeros(1, length(FC_VALUES));
9      for i = 1:length(FC_VALUES)
10         Pr_values(i) = egli_model(FC_VALUES(i), HBS, HMS, DISTANCE);
11     end
12
13     % Plot
14     figure;
15     plot(FC_VALUES, Pr_values, '-o', 'LineWidth', 2);
16     title('Effect of Frequency on Received Power');
17     xlabel('Frequency (MHz)');
18     ylabel('Received Power (dB)');
19     grid on;
20 end
21
```

Εικόνα 6: Plot για την Παράμετρο Απόσταση (d)



```
1 function plot_distance_effect()
2     FC = 950; % Frequency in MHz
3     HBS = 50; % Base station height in meters
4     HMS = 2; % Mobile station height in meters
5     DISTANCE_VALUES = 1:1:20; % Distance range in km
6
7     %received power
8     Pr_values = zeros(1, length(DISTANCE_VALUES));
9     for i = 1:length(DISTANCE_VALUES)
10         Pr_values(i) = egli_model(FC, HBS, HMS, DISTANCE_VALUES(i));
11     end
12
13     % Plot
14     figure;
15     plot(DISTANCE_VALUES, Pr_values, '-o', 'LineWidth', 2);
16     title('Effect of Distance on Received Power');
17     xlabel('Distance (km)');
18     ylabel('Received Power (dB)');
19     grid on;
20 end
21
```