

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

PROJEKT Č. 3

Vliv nežádoucího rušivého vysílače

Vypracoval: Jan HLÍDEK

V rámci předmětu: Šíření vln a kmitočtové plánování (X17SIR)

Odevzdání k: 27. 5. 2008

Cvičení: čtvrtek od 9:15 do 10:45

1. CÍL ÚLOHY

Určete vliv nežádoucího rušivého vysílače (interference) na vámi provozovaný radioreléový spoj v p % času.

Úkoly jsou následující:

- stanovte parametry profilu trasy a atmosféry
- vypočtete útlumy pro jednotlivé typy šíření elektromagnetické vlny, jenž se mohou projevit jako nežádoucí interference
- vypočtete výsledný útlum interferenčního spoje

Délka spoje je d km, frekvence f GHz, výška antény vysílací (rušivé) stanice je h_{ts} metrů nad mořem, výška antény přijímací (rušené) stanice je h_{rs} metrů nad mořem, zisky vysílací a přijímací antény jsou $G_t = 8$ dBi, $G_r = 5$ dBi. Hodnoty p , d , f , h_{ts} , h_{rs} jsou specifikovány zvlášť pro každého studenta v následující tabulce. Při výpočtu přídatných ztrát předpokládejte, že vysílač je umístěn v hustě zastaveném předměstí a v blízkosti přijímače se nacházejí listnaté stromy.

Profil trasy je v příloženém souboru profil.txt, kde v prvním sloupci je vzdálenost (km), v druhém nadmořská výška a ve třetím typ povrchu (A1 – pobřeží, A2 – pevnina, A3 – moře). Použijte profil od 0 km do zadané vzdálenosti d . K rušení dochází na zeměpisné šířce 50N.

Zadání je specifikováno konkrétně takto:

	p [%]	d [km]	f [GHz]	h_{ts} [m]	h_{rs} [m]
Hlídek Jan	0,005	160	5	280	88

2. ZMĚŘENÉ VÝSTUPY

Následují vyhodnocené hodnoty dle zadání získané prostřednictvím Matlabu. Jednotlivé vzorce a podrobnější rozpracování je uvedeno právě níže ve zdrojovém kódu Matlabu. Snaha je také o krátké komentáře v tomto zdrojovém kódu. Všechny základní vztahy jsou uvedeny v tzv. příkladu spojenému s tímto zadáním a není třeba je zde proto uvádět

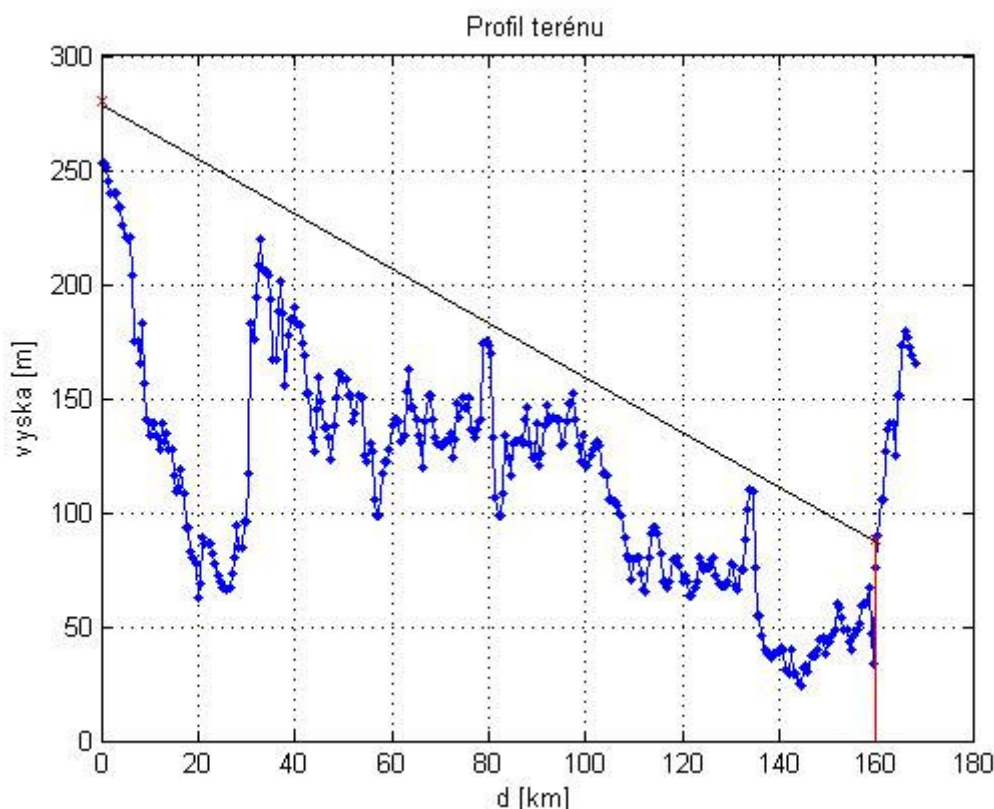
a) Parametry profilu trasy a atmosféry

Nejzákladnější otázkou je jak uvažovat zadaný terén. Protože je spoj na poměrně značnou vzdálenost, nestačí nám jen uvažovat situaci dle Obr. 1, ale uvažujeme také zakřivení zemského povrchu. Na tuto situaci poukazuje Obr. 2. Dojde se k němu, pakliže uvažujeme tzv. efektivní poloměr Země takto a danou vzdálenost d_i :

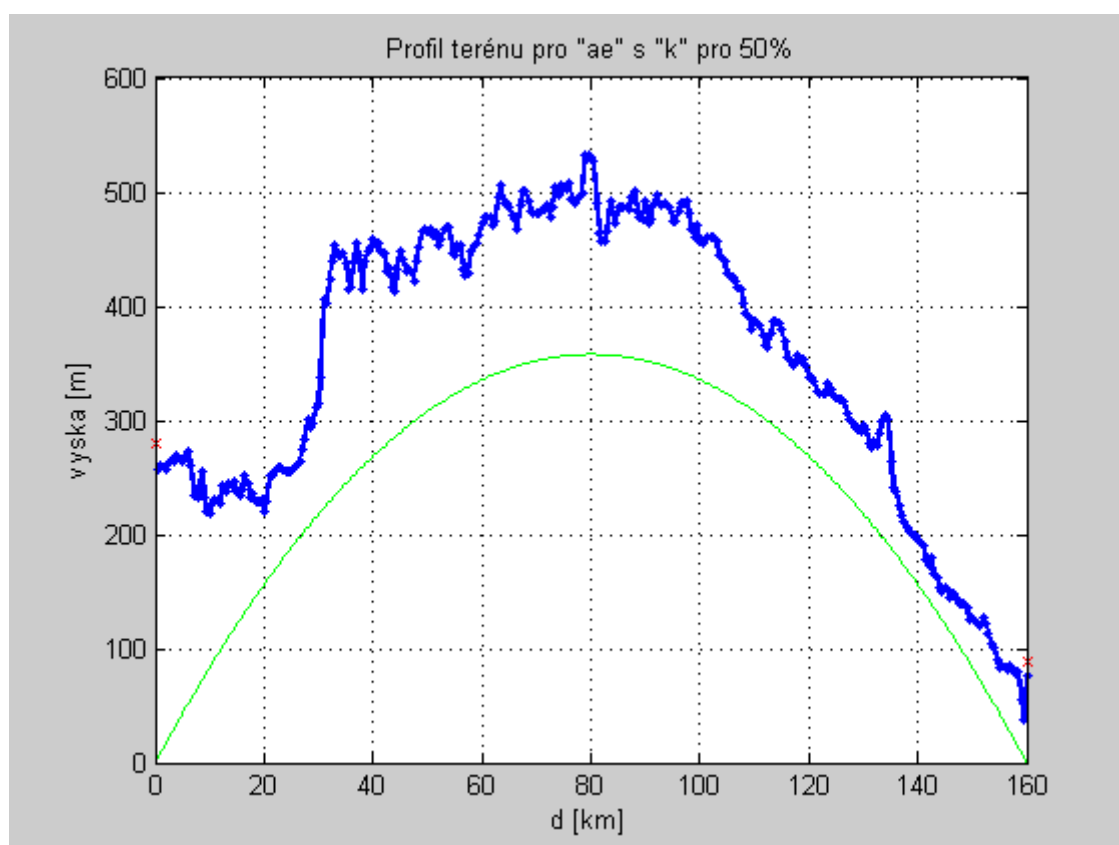
$$\text{vyska se zakrivenim} = \frac{d_i \cdot (d - d_i)}{2 \cdot a_e}$$

Profil uvažujeme pro námi zadanou vzdálenost, dále to již není třeba, protože náš algoritmus zpětné odrazy nezohledňuje.

V grafech je vždy vlevo bod A (vysílací anténa) a vpravo bod B (přijímací anténa).



Obr. 1 Graf pro profil terénu na vzdálenost, která nás z hlediska zadání 160 km zajímá.

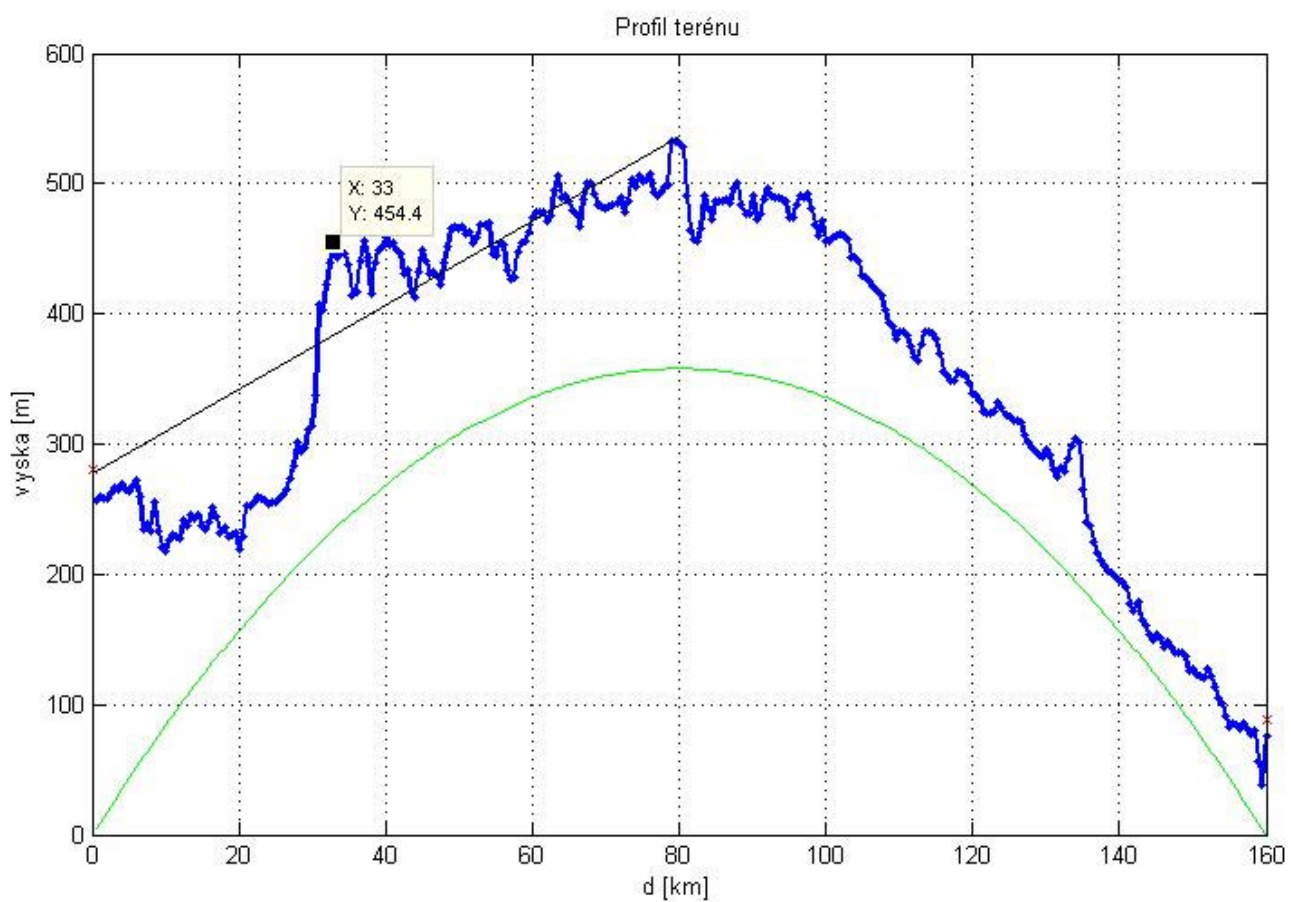


Obr. 2 Graf pokud uvažujeme zakřivení zemského povrchu.

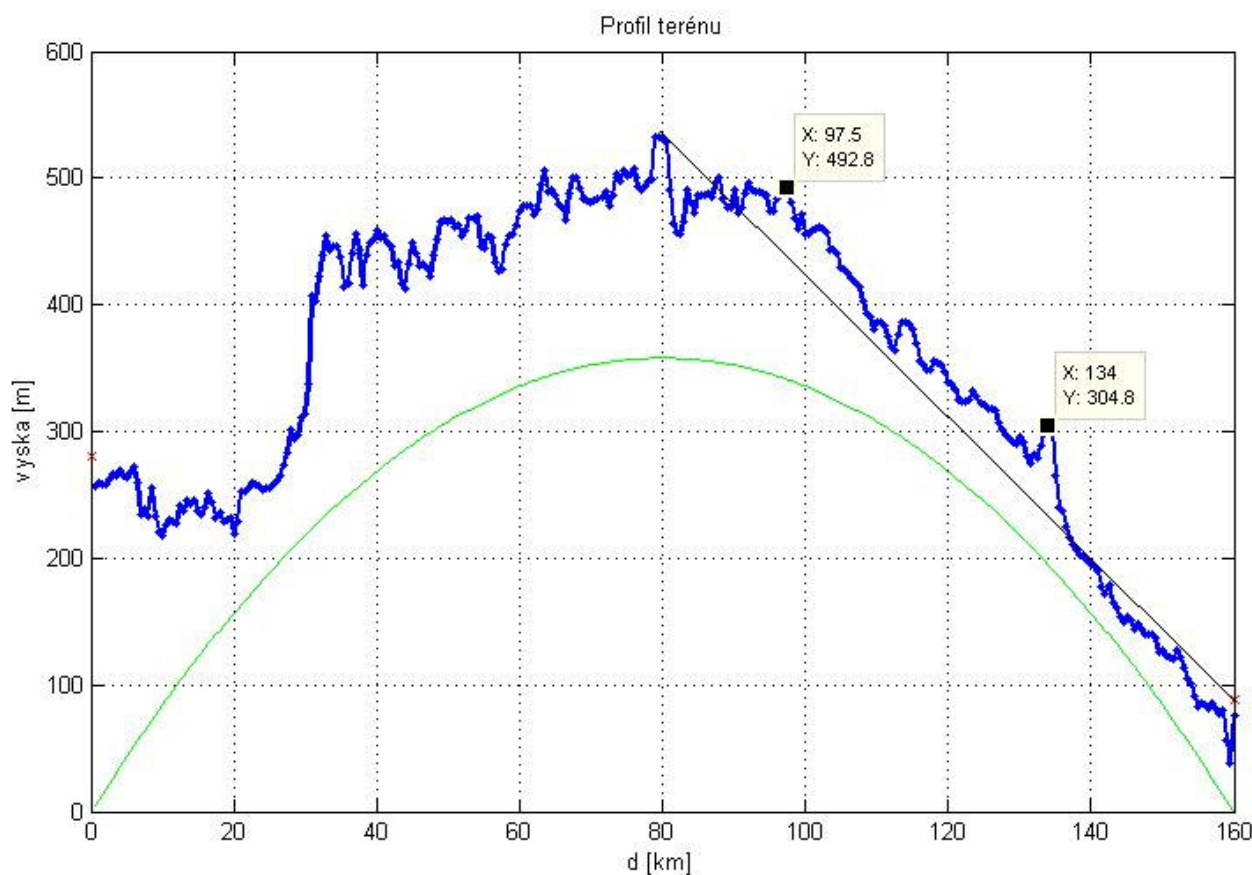
Pro spočtení útlumů je třeba stanovit některé parametry spoje s ohledem na útlum. Podrobný postup je opět v dodatku ve výstupu z Matlabu, zde je ukázán grafický výstup a názorné stanovení jednotlivých vrcholů pro použití **Deygoutovy metody**.

Prostřední, tedy nejvyšší vrchol je stanoven přímo daným algoritmem s tím, že vše vychází dle teoretického předpokladu, že by se mělo jednat o nejvyšší vrchol cca někde uprostřed. Následně prostor rozdělíme na levou a pravou část a řešíme odděleně a hledáme dohromady další dva významné vrcholy. U levého vrcholu (č. 1) algoritmus příliš nefungoval (snaha o vybrání bodu hned u středového vrcholu) a byl proto vybrán významný vrchol ručně a pro něj spočteny další hodnoty. Třetí vrchol se podařilo nalézt pomocí daného algoritmu, ale jen v případě, že byl prostor těsně kolem středového vrcholu vynechán z výpočtu.

Tato část byla cca nejnáročnější z celého vypracování a bylo dosti obtížné se dobrat výsledků, které by souhlasily s tím, co je vidět „od oka“ z grafu.



Obr. 3 Graf pro první vrchol počítáno zleva.



Obr. 4 Graf pro třetí vrchol počítáno zleva.

Obr. 4 ukazuje dva „kandidáty“ na to být označeni jako třetí významný vrchol. Nakonec algoritmus upřednostnil vrchol se vzdáleností 97,5 km od vysílací antény.

Počítání parametrů atmosféry je připojeno k výpočtu útlumů níže.

b) Útlumy pro jednotlivé typy šíření elektromagnetické vlny

Protože vzhledem k zastínění a vzdálenosti mezi vysílačem a přijímačem nepřípadá v úvahu spoj na přímou viditelnost, je postupováno podle postupu pro návrh **spoje za rádiový horizont**.

Zde jsou jednotlivé spočtené hodnoty.

Drsnost terénu: $h_m = 78.1270$

Útlum atmosférickými plyny: $A_g = 1.3600$ dB

Útlum při šíření vlny difrakcí: $L_{bd} = 170.8742$ dB

Útlum při šíření vlny pomocí troposférického rozptylu: $L_{bs} = 183.5870$ dB

Útlum při šíření vlny pomocí „ducting“: $L_{bam} = 214.8307$ dB

c) Výsledný útlum interferenčního spoje

Pokud chceme, aby vliv na mnou provozovaný radioreléový spoj v 0,005 % času, je:

Výsledný útlum interferenčního spoje ($p = 0,005 \%$): $L_b = 172.3354 \text{ dB}$.

Pokud ale uvažujeme, že bychom snížili naše požadavky na jistotu, tak výsledný útlum může být stanoven méně přísně a lze ho tedy uvažovat větší (větší útlum nám jakoby zajišťuje menší ovlivnění, ale nemusí fungovat úplně vždy – pro velmi nízké p to tedy funguje jako jakási „maska“ zajišťující splnění daných parametrů). Toto je také kontrola, že program vypracovaný v prostředí Matlab pracuje správně.

Pro 1 % času tedy platí:

$$L_b = 193.8967 \text{ dB}.$$

Spojení je dosti do údolí, přesto ale již na hraně vystupující z údolí, takže daný útlum je relevantní hodnotou.

3. ZDROJOVÝ KÓD Z MATLABU

Contents

- [Zadani](#)
- [Vypocet parametru spoje](#)
- [Vykresleni s kulovym povrchem zeme:](#)
- [Uhlova vzdalenost trasy v miliradianech:](#)
- [Drsnost terenu](#)
- [Vypocet utlumu jednotlivych druhu sireni rusiveho signalu](#)
- [Vybereme postranni vrcholy](#)
- [Vrchol c.2 - prostredni](#)
- [Vrchol c.1 - vlevo](#)
- [Vrchol c.3 - vpravo](#)
- [Vypocty utlumu](#)
- [Utlum pri sireni vlny difrakci](#)
- [Utlum pri sireni vlny pomoci troposferickeho rozptylu](#)
- [Utlum pri sireni vlny pomoci vlnovodneho kanalu - ducting](#)
- [Vliv zastavby - pridavne ztraty \(clutter\)](#)
- [Celkovy utlum za radiovy horizont:](#)

```
clear all
close all
clc;
```

Zadani

```
p = 0.005 [%]
d = 160 [km]
f = 5    %#ok<NOPTS> [GHz]
h_ts = 280 [m]
h_rs = 88 [m]
G_t = 8 [dBi]
G_r = 5 [dBi]
```

```
p =
    0.0050
```

```
d =
    160
```

```
f =
     5
```

```
h_ts =
    280
```

```
h_rs =
     88
```

```
G_t =
     8
```


G_r =

5

Vypocet parametru spoje

nacteni jednotlivych sloupcu ze zadani:

```
profil = load('profil.dat');
% pro nultou vzdalenost (vysilac, delano z duvodu, abychom nedelili nulou) plati:
vzdalenost = profil(1,1); %km
nadmorska_vyska = profil(1,2);
typ_povrchu = profil(1,3);
% dale pro cele plati:
profil = load('profil_bez1.dat');
vzdalenost = profil(:,1); %km
nadmorska_vyska = profil(:,2);
typ_povrchu = profil(:,3);

% Vykresleni povrchu:
figure;
plot(vzdalenost, nadmorska_vyska, '-.', 'LineWidth', 2);
grid on
hold on
stem(160,88,'rx')
hold on
stem(0,280,'rx')
title('Profil terénu');
xlabel('d [km]');
ylabel('vyska [m]');

% vypocet:
hi = nadmorska_vyska;
di = vzdalenost;
%k_50 = 4/3; %????????????? dle map?
delta_N = 45;
k_50 = 157/(157 - delta_N);
N0 = 320; %prumerna refraktivita v urovni more
ae = k_50 * 6378
% pro k=3 (pro nejhorsí pripad) je:
ae_beta = 3 * 6378
fi = (hi - h_ts)./di - (1000.*di)./(2*ae);
fi_max = max(fi); %????????????? je to ok?
d_ltmax = find(fi == fi_max)/2

fi_t = fi_max;

% od prijimace:
% pozor mozna zmenit !!!!!!!
hj = hi;
dj = di;
d_lr = d - dj;
d_lt = di;
% if (d_lr ~= 0) { ??????????????????
fj = (hj - h_rs)./(d_lr) - (1000.*(d_lr))./(2*ae);
fi_r = max(fj);
d_lrmax = d - (find(fj == fi_r)/2)
fi_td = (h_rs - h_ts)/d - (1000*d/(2*ae));
```

ae =

8.9406e+003

ae_beta =

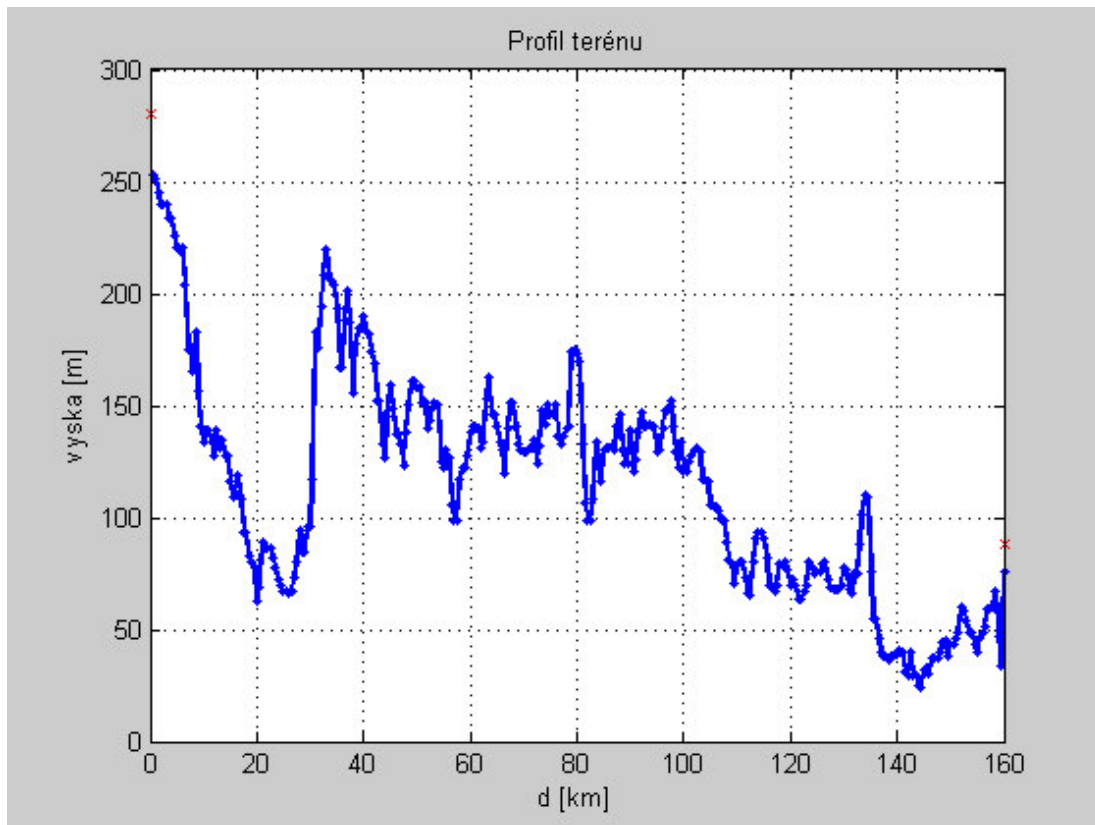
19134

d_ltmax =

33

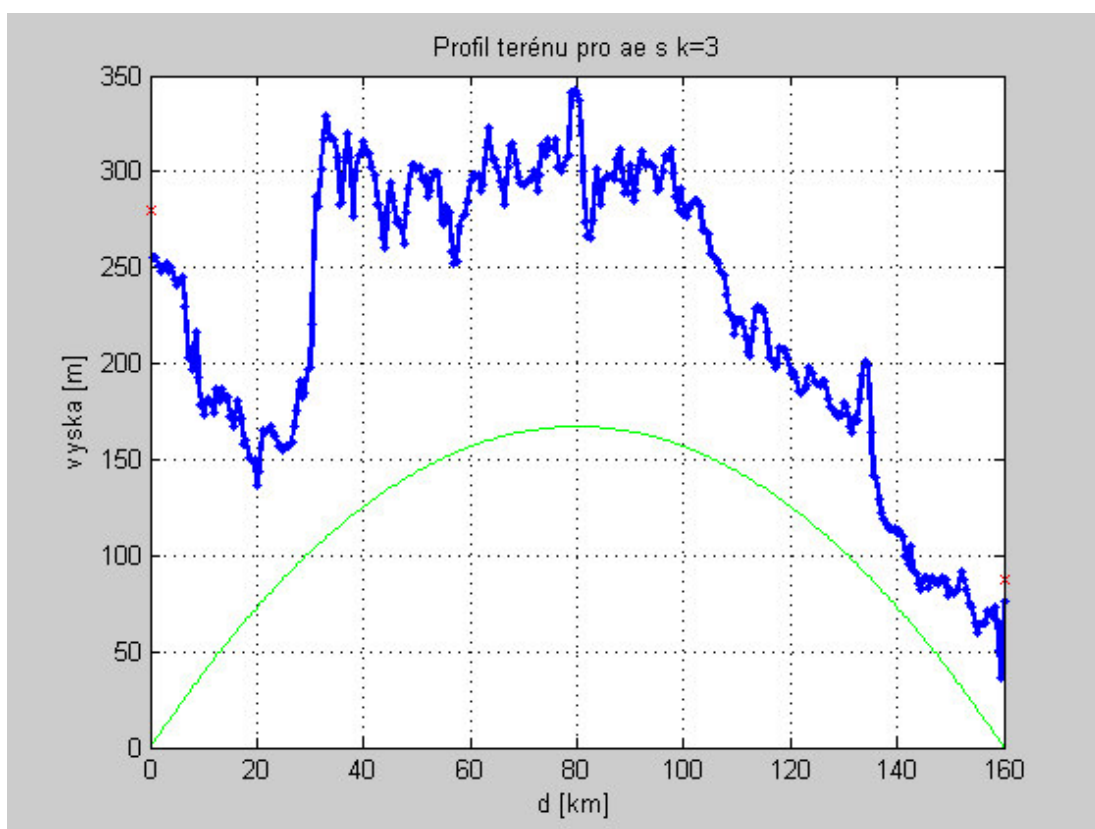
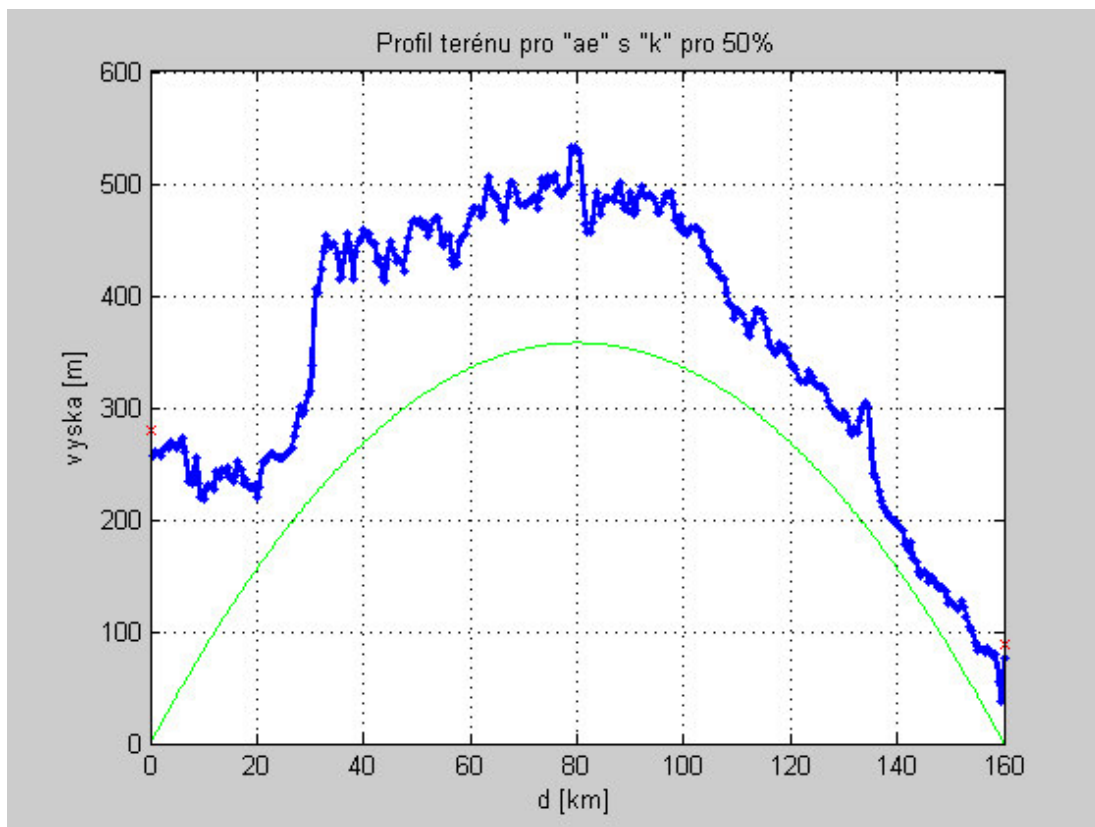
d_lrmax =

25.5000



Vykreslení s kulovým povrchem zeme:

```
vyska_zakriv = (di.*1000 .* d_lr.*1000)./(2*ae*1000);  
figure;  
plot(vzdalenost, vyska_zakriv,'g-');  
grid on  
hold on  
vyska_zakriv_soucet = vyska_zakriv + nadmorska_vyska;  
plot(vzdalenost, vyska_zakriv_soucet,'.-','LineWidth',2);  
stem(160,88,'rx')  
hold on  
stem(0,280,'rx')  
title('Profil terénu pro "ae" s "k" pro 50%');  
xlabel('d [km]');  
ylabel('vyska [m]');  
  
% Vykreslení s kulovým povrchem zeme s k = 3:  
vyska_zakriv2 = (di.*1000 .* d_lr.*1000)./(2*ae_beta*1000);  
figure;  
plot(vzdalenost, vyska_zakriv2,'g-');  
grid on  
hold on  
vyska_zakriv_soucet2 = vyska_zakriv2 + nadmorska_vyska;  
plot(vzdalenost, vyska_zakriv_soucet2,'.-','LineWidth',2);  
stem(160,88,'rx')  
hold on  
stem(0,280,'rx')  
title('Profil terénu pro ae s k=3');  
xlabel('d [km]');  
ylabel('vyska [m]');
```



Uhlova vzdalenost trasy v miliradianech:

```

fi = 1000*d/ae + fi_t + fi_r;

male_fi = 50;
d_tm = 160 % nejdelsi usek pevnina + pobrezi
d_lm = 26 % spojity nejdelsi usek pevniny
tau = 1 - exp(-(4.12*10^(-4)*d_lm^2.41));
mi1 = (10^(-d_tm/(16-6.6*tau)) + (10^(-(0.496+0.354*tau)))^5))^0.2 % mensi nez 1!!!
mi4 = 10^((-0.935 + 0.0176*abs(fi))*log10(mi1));

```

```

if (male_fi <= 70)
    beta0 = 10^(-0.015*abs(male_fi)+1.67)*mi1 * mi4
else
    beta0 = 4.17*mi1*mi4;
end;
n = length(hi);
soucet0 = 0;
soucet = 0;
soucet2 = 0;
%for i = 0:n
%h_mean = (1/(n+1)) * (soucet0 + hi)
%m = (soucet + (hi - h_mean).*(di - d/2))./(soucet2 + (di - d/2).^2)
%end;
h_mean = ((1/(n+1)) * sum(hi))
m = (sum((hi - h_mean).*(di - d/2)))/(sum((di - d/2).^2))

h_st = h_mean - m*d/2;
h_sr = h_st + m*d;

%i_lr = find(hi == d_lt)

```

```
d_tm =
```

```
160
```

```
d_lm =
```

```
26
```

```
mi1 =
```

```
0.0018
```

```
beta0 =
```

```
1.2171
```

```
h_mean =
```

```
113.5888
```

```
m =
```

```
-0.7709
```

Drsnost terenu

```

i = 0;
max = 0;
for i=1 : 319
    h_m = hi(i) - (h_st + m.*di(i));    %%% dodelej indexy !!!!!!!! (find)
    di_aktual = di(i);
    if h_m > max
        max = h_m;
    end
end
h_m = max

% Vysky anten nad prumernym terenem:
h_te = h_ts - h_st
h_re = h_rs - h_sr
% Z namerenych hodnot a grafu je evidentni, ze se JEDNA o spoj na primou
% viditelnost

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

h_m =
    78.1270

h_te =
    104.7415

h_re =
    36.0809

```

Vypocet utlumu jednotlivych druhu sireni rusiveho signalu

Spoj je za radiovy horizont (je evidentni ze vezmeme-li v uvahu kopec mezi vctne zakriveni zeme, tak nemuze byt jen zastinena 1. Fres. zona prevyseni je cca pres 200m. Pozor však při uvažování kopce ... vysílače jsou kolmo k zemi! (to je rozdíl od obrazku...))

Vybereme postranni vrcholy

pricemz nejvyssi vrchol od oka po korekci na zakriveni zeme je: [79.5, 175] po korekci na zakriveni zeme: [79.5, 532.9]
 Pro prehlednost spocteno v kapitloach nize
 Spocteni nejvyraznejsiho vrcholu (ALE KONTROLA RADEJI Z OBRAZKU):

Vrchol c.2 - prostredni

```

d_an = di(1:(length(di)-1)).*1000;
d_nb = (d - di(1:(length(di)-1))).*1000;
h_prekazky = hi(1:(length(hi)-1));
h_a = 280 % Vyska na zacatku pro dane ny
h_b = 88 % Vyska na konci
lambda = 3e8/(f*1e9);
d_ab = d_an + d_nb;
h_korig = h_prekazky + (d_an.*d_nb)./(2*ae*1000) - (h_a.*d_nb + h_b.*d_an)./d_ab;
ny = h_korig.*sqrt((2/lambda).*(d_ab./(d_an.*d_nb)));
h_korig_beta = h_prekazky + (d_an.*d_nb)./(2*ae_beta*1000) - (h_a.*d_nb + h_b.*d_an)./d_ab;
ny_beta = h_korig_beta.*sqrt((2/lambda).*(d_ab./(d_an.*d_nb)));
% Vypocteni maxima ny:
i = 0;
max = 0;
max2 = 0;
for i=1 : 319
    ny_m = ny(i);
    ny_mbeta = ny_beta(i);
    di_aktual = di(i);
    if ny_m > max
        max = ny_m;
    end
    if ny_mbeta > max2
        max2 = ny_mbeta;
    end
end
ny_max = max;
vzdalenost_index_2 = find(ny == ny_max);
% Pro prekazku cislo 2 (nejvyssi) tedy plati
vzdalenost_odA = d_an(vzdalenost_index_2)
ny_2 = ny_max
ny_2_beta = max2

```

```

h_a =
    280

h_b =

```

88

vzdalenost_odA =

79500

ny_2 =

10.0549

ny_2_beta =

4.5506

Vrchol c.1 - vlevo

Spocetni druheho nejvyraznejsiho vrcholu od vysilace ke strednimu (nejvyssimu): ...tento skript nase jako nejvetsi odchylku tesne vedle prijimaci anteny, vezmeme to proto zvolenim logicky dle obrazku

```
% d_an = di(1:(vzdalenost_index_2 - 3)).*1000;
% d_nb = (d - di(1:(vzdalenost_index_2 - 3))).*1000;
% h_prekazky = hi(1:(vzdalenost_index_2 - 3));
% h_a = 280 % Vyska na zacatku pro dane ny
% h_b = 175 % Vyska na konci
% lambda = 3e8/(f*1e9);
% d_ab = d_an + d_nb;
% h_korig = h_prekazky + (d_an.*d_nb)./(2*ae*1000) - (h_a.*d_nb + h_b.*d_an)./d_ab
% ny = h_korig.*sqrt((2/lambda).*(d_ab./(d_an.*d_nb)));
% % Vypocetni maxima ny:
% i = 0;
% max = 0;
% for i=1 : 156
%   ny_m = ny(i);
%   di_aktual = di(i);
%   if ny_m > max
%     max = ny_m;
%   end
% end
% ny_max = max
% vzdalenost_index = find(ny == ny_max)

% Pro prekazku cislo 1 tedy plati
d_an = 33 * 1000
d_nb = 127 * 1000
h_prekazky = 220
h_a = 280 % Vyska na zacatku pro dane ny
h_b = 175 % Vyska na konci
lambda = 3e8/(f*1e9);
d_ab = d_an + d_nb;
h_korig = h_prekazky + (d_an.*d_nb)./(2*ae*1000) - (h_a.*d_nb + h_b.*d_an)./d_ab;
ny = h_korig.*sqrt((2/lambda).*(d_ab./(d_an.*d_nb)));
h_korig_beta = h_prekazky + (d_an.*d_nb)./(2*ae_beta*1000) - (h_a.*d_nb + h_b.*d_an)./d_ab;
ny_beta = h_korig_beta.*sqrt((2/lambda).*(d_ab./(d_an.*d_nb)));
vzdalenost_odA = d_an
ny_1 = ny
ny_1_beta = ny_beta
```

d_an =

33000

d_nb =

127000

h_prekazky =

220

h_a =

280

h_b =

175

vzdalenost_odA =

33000

ny_1 =

6.9932

ny_1_beta =

2.5390

Vrchol c.3 - vpravo

Spocteni tretiho nejvyraznejsiho vrcholu od vysilace ke strednimu (nejvyssimu): ...zde skript zafungoval a urcil nejvyssi vrchol mezi, pricemz to sedi s kontrolou dle pohledu na obrazek

```
d_an = di((vzdalenost_index_2+10):(length(hi) - 1)).*1000; % pozor posunuto!  
d_nb = (d - di((vzdalenost_index_2+10):(length(hi) - 1))).*1000;  
h_prekazky = hi((vzdalenost_index_2+10):(length(hi) - 1));  
h_a = 175 % Vyska na zacatku pro dane ny  
h_b = 88 % Vyska na konci  
lambda = 3e8/(f*1e9);  
d_ab = d_an + d_nb;  
h_korig = h_prekazky + (d_an.*d_nb)./(2*ae*1000) - (h_a.*d_nb + h_b.*d_an)./d_ab;  
h_korig_beta = h_prekazky + (d_an.*d_nb)./(2*ae_beta*1000) - (h_a.*d_nb + h_b.*d_an)./d_ab;  
ny = h_korig.*sqrt((2/lambda).*(d_ab./(d_an.*d_nb)));  
ny_beta = h_korig_beta.*sqrt((2/lambda).*(d_ab./(d_an.*d_nb)));  
% Vypocteni maxima ny:  
i = 0;  
max = 0;  
max2 = 0;  
for i=1 : 151  
    ny_m = ny(i);  
    ny_mbeta = ny_beta(i);  
    di_aktual = di(i);  
    if ny_m > max  
        max = ny_m;  
    end  
    if ny_mbeta > max2  
        max2 = ny_mbeta;  
    end  
end  
ny_max = max;  
vzdalenost_index = find(ny == ny_max);  
ny_3 = ny_max  
ny_3_beta = max2
```

h_a =

175

h_b =

88

ny_3 =

10.9700

ny_3_beta =

5.5989

Vypočty utlumu

Utlum pri sireni vlny difrakci

```
%(ny > -0.78)
J_ny1 = 6.9 + 20*log10(sqrt((ny_1 - 0.1)^2 + 1)+ ny_1 -0.1)
J_ny2 = 6.9 + 20*log10(sqrt((ny_2 - 0.1)^2 + 1)+ ny_2 -0.1)
J_ny3 = 6.9 + 20*log10(sqrt((ny_3 - 0.1)^2 + 1)+ ny_3 -0.1)
T = 1.0 - exp(-J_ny2/6);
C = 10 + 0.04*d;
% A tak Celkovy utlum difrakci pro ae pro 50%
L_d50 = J_ny2 + T*(J_ny1 + J_ny3 + C)

% Pro k=3 u ae => nejhorsi pripad:
J_ny1_beta = 6.9 + 20*log10(sqrt((ny_1_beta - 0.1)^2 + 1)+ ny_1_beta -0.1)
J_ny2_beta = 6.9 + 20*log10(sqrt((ny_2_beta - 0.1)^2 + 1)+ ny_2_beta -0.1)
J_ny3_beta = 6.9 + 20*log10(sqrt((ny_3_beta - 0.1)^2 + 1)+ ny_3_beta -0.1)
T = 1.0 - exp(-J_ny2_beta/6);
L_d_beta = J_ny2_beta+ T*(J_ny1_beta + J_ny3_beta + C)

% Pro pozadovane procento casu p:
x = p/100;
I_p = (((0.010328*sqrt(-2*log(x))+0.802853)*(sqrt(-2*log(x))) + 2.5055)/(((0.001308*sqrt
x = beta0/100;
I_beta0 = (((0.010328*sqrt(-2*log(x))+0.802853)*(sqrt(-2*log(x))) + 2.5055)/(((0.001308*
F = I_p / I_beta0;
L_ds = L_d50 - F*(L_d50 - L_d_beta)

% Utlum atmosferickymi plyny
gama = 0.0085;
A_g = gama * d
% Korekce pro vicecestne sireni
E_sd = 2.6 * (1 - exp(-(d_ltmax + d_lrmax)/10))*log10(p/50)

% Utlum pro sireni vlny za radiovy horizont pomoci difrakce
L_bd = 92.5 + 20*log10(f) + L_ds + E_sd + A_g
```

J_ny1 =

29.7344

J_ny2 =

32.9031

J_ny3 =

33.6635

L_d50 =

112.3696

J_ny1_beta =

21.0087

J_ny2_beta =

25.9966

J_ny3_beta =

27.7971

L_d_beta =

90.3462

L_ds =

73.4049

A_g =

1.3600

E_sd =

-10.3700

L_bd =

170.8742

Utľum pri sireni vlny pomoci troposferickeho rozptylu

```
L_f = 25*log10(f)-2.5*(log(f/2))^2  
L_c = 0.051 * exp(0.055*(G_t + G_r))  
L_bs = 190 + L_f + 20*log10(d) + 0.537*fi - 0.15*N0 + L_c + A_g -10.1*(-log10(p/50))^0.7
```

L_f =

15.3753

L_c =

0.1043

L_bs =

183.5870

Utľum pri sireni vlny pomoci vlnovodneho kanalu - ducting

Vazeb. ztraty mezi antenami a anomaliemi v atmosf.

```

fi_t_2cary = fi_t - 0.1*d_ltmax
fi_r_2cary = fi_r - 0.1*d_lrmax
% Jsou zaporne, proto toto neni treba:
% A_st = 20*log10(1+0.361*fi_t_2cary*(f*d_ltmax)^(0.5)) + 0.264 * fi_t_2cary * f^(1/3)
% A_sr = 20*log10(1+0.361*fi_r_2cary*(f*d_lrmax)^(0.5)) + 0.264 * fi_r_2cary * f^(1/3)
A_st = 0;
A_sr = 0;
% Spoj neni nad morem, proto:
A_ct = 0;
A_cr = 0;
% Ztraty sirenim anomalnimi mechanismy:
gama_d = 5e-5 * ae * f^(1/3);
% dale vychazime z toho, ze uhel je mensi nez 0.1*d_l
fi_cara = (10^3*d/ae) + fi_t + fi_r;

alfa = -0.6 - 3.5e-9 * d^3.1 * tau
mi2 = ((500*d^2) / (ae*(sqrt(h_te)+sqrt(h_re))^2))^alfa
% h_m je vetsi nez deset, proto:
mi3 = exp(-4.6e-5*(h_m - 10) * (43 + 6*(d - d_ltmax - d_lrmax)));
beta_p = beta0 * mi2 * mi3;
biggama = 1.076*exp(-(9.51-4.8*log10(beta_p)+0.198*(log10(beta_p)^2))*1e-6*d^1.13);
A = -12 + (1.2 + 3.7e-3 *d) * log10(p/beta_p) + 12*(p/beta_p)^biggama
A_d = gama_d * fi_cara + A
A_f = 102.45 + 20*log(f)+20*log(d_ltmax + d_lrmax) + A_st + A_sr + A_ct + A_cr
% Celkove ducting:
L_bam = A_f + A_d + A_g

```

fi_t_2cary =

-6.9637

fi_r_2cary =

-3.1526

alfa =

-0.6156

mi2 =

0.3530

A =

-12.9673

A_d =

-2.5486

A_f =

216.0193

L_bam =

214.8307

Vliv zastavby - pridavne ztraty (clutter)

pro huste zastavene predmesti a v blizkosti jsou listnate stromy

```
h_a = 12;  
d_k = 0.02;  
h_t = 280 - 253;  
h_r = 88 - 76;  
A_ht = 10.25*exp(-d_k)*(1-tanh(6*(h_t/h_a - 0.625))) - 0.33  
h_a = 15;  
d_k = 0.05;  
A_hr = 10.25*exp(-d_k)*(1-tanh(6*(h_r/h_a - 0.625))) - 0.33
```

```
A_ht =  
-0.3300
```

```
A_hr =  
1.7974
```

Celkový utlum za radiovy horizont:

```
L_b = -5*log10(10^(-0.2*L_bs)+10^(-0.2*L_bd)+10^(-0.2*L_bam)) + A_ht + A_hr
```

```
L_b =  
172.3354
```

Published with MATLAB® 7.4