
Miratohet
Kryetari i Komisionit të Mbrojtjes nga Rrezatimet
Minister i Shendetesise
Vangjel TAVO

Sekretari
Rustem PACI

Metoda e llogaritjes se permasave te
Zones Kritike te shperhapjes se
rrezatimit te nje antene celulare

Nr. 822/2 prot

Date 13.02.2013

Metoda e llogaritjes se permasave te Zones Kritike te shperhapjes se rrezatimit te nje antene celulare

Instalimi i nje Stacioni Baze (BS) dhe antenave te tij, ne varesi te gjeometrise se instalimit, topografise rrethuese dhe natyrisht kushteve (parametrave teknike) te gjenerimit te rrezatimit krijon kudo rrotull nje fushe rrezatimi jojonizuese shtese mbi ate natyral.

Detyre e projektimit te BS dhe funksionimit te tij, por esencialisht dhe detyre e kontrollit per mbrojtjen e publikut nga rrezatimi, eshte dhe percaktimi i kordinatave te se ashtuquajtures Zone Kritike (**Critical Zone**) ose Zone e kontrolluar.

Zone Kritike ose Zone kontrolluar eshte hapësira rrotull antenes, jashte se ciles nivelet e densitetit te fuqise te fushes EM (ose intensitetit te fushes elektrike/magnetike) se rrezatimit jane me te ulta se Nivelet e References te percaktuara nen te cilat sigurohet mbrojtja e publikut.

Per nje ekspozim te sigurte ne fushat e rrezatimeve jojonizuese jane hartuar dokumente te vecanta te cilat perfaqesojne mendimin konvergjent te gjithë organizatave nderkombetare te gjithpranuara si me te kualifikuarat ne fushen e mbrojtjes nga ekspozimi ne rrezatim elektromagnetik per publikun.

Nivelet e References per zbatim nxirren dhe mbeshteten ne Rekomandimet e ICNIRP/WHO **“Guidelines for limiting exposure to time – varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz)”** , Health Physics, Vol.74, No.74, pp 494 - 552, April 1998 dhe ne Direktiven e BE ”Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), te cilat gjejne zbatim dhe ne **VKM nr. 743, date 16.10.2012** per miratimin e rregullores **“ Per mbrojtjen e Publikut nga rrezatimet jojonizuese”**.

Kushtet e sigurise te cituar ne keto dokumente i referohen te ashtuquajturave **Kufizime Baze** te cilat karakterizojne ekspozimin nepermjet fuqise se dozes se perthithur ne njesine e mases (te indit), nepermjet parametrin **SAR (Specific Absorption Rate) – Fuqia e absorbimit specifik** (per cdo ind apo sistem indesh) dhe shprehet ne njesi Watt/kg.

Mbrojtja kundrejt efekteve te demshme te shendetit kerkon qe te mos kalohen vlerat e kufizimeve baze te paraqitura ne **Tabelen I te Shtojces II** te VKM nr.743 date 16.10.2012.

SAR nuk eshte i pershtatshem si madhesi per llogaritje, si teorike ashtu dhe eksperimentale. Per kete arsye derivohen **Nivelet e References (Shtojca III)** per ekspozimin, qe futen ne operim per te krahasuar vlerat e matura te madhesive fizike.

Perputhshmeria me Nivelet e References, te dhene ne dokumentat e cituar me siper siguron perputhjen – plotesimin e Kufizimeve Baze. Per brezin e frekuencave 10MHz – 300GHz ne vleresime perdoret me shume densiteti i fuqise se fushes elektromagnetike **S**, qe matet ne njesi **W/m²**, nderkohe qe per arsye operationale shpesh eshte me e volitshme te perdoret intensiteti i fushes elektrike/magnetike **E/H** i matur perkatesisht ne **V/m** dhe ne **A/m**.

Per brezat e frekuencave te perdorura ne telefonine celulare, nivelet e references per **S** jane:

Banda e frekuencave (MHz)	Niveli i References S_{max} (Watt/m ²)
900	4.5
1800	9
2100	10

Per vlerat e tjera te frekuencave **nivelet perkatese te references** gjenden sipas Tabeles 2 te Shtojces III te VKM nr. 743 date 16.10.2012.

Vleresimet teorike dhe matjet konkrete te fushes elektromagnetike bazohen ne **Standartin Europian EN 50383:2002** “Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunications system (110 MHz – 40GHz)”.

Konkretisht llogaritjet per vleresimin e fushes duhet te mbeshteten mbi modelet e dhena ne **Kapitullin 8 te EN 50383:2002 dhe Shtojcat A,D dhe E te tij.**

Per vete specifiken e teknologjise dhe instalimit konkret te nje stacioni baze te telefonise celulare, llogaritjet per vleresim shqyrtohen kryesisht ne zonen e larget te rrezatimit, ne te ashtuquajturen fushe e lire, ne gjithe pikat e hapsires rrotull antenes ku plotesohet kushti $r \geq D^2/\lambda$, ku **r eshte distanca nga qendra e antenes deri ne piken e vleresimit te fushes, **D** eshte dimensionin me i madh i antenes dhe λ eshte gjatesia e vales ne operim. Ne kete zone antenna konsiderohet si burim pikesor. Kjo eshte zona ne te cilen ka mundesi ekspozimi per publikun.**

Ne kushtet kur $\lambda < r \leq 2D^2/\lambda$ thuhet se jemi ne kushtet e **zones se afert** dhe aktualisht eshte zone ku ka mundesi per ekspozim profesional.

Zona e hapsires **per** $r < \lambda / 4$ emertohet si **fushë e afert reactive**, konfiguracioni i se ciles eshte mjaft larg modelit te fushes se lire, nderkohe qe ketu dhe per profesionistet , operatorët e mirembajtjes se stacionit nuk ka arsye te ekspozohen, vec ne se shkelin rregullat e sigurimit teknik.

Mbeshtetur ne vleresimet teorike, **te EN 50383:2002**, zbatimi i llogaritjeve per fushen e larget ne kushtet e fushes se afert $r \leq 2D^2/\lambda$ mbivlereson ekspozimin, **cka nga pikpamja dozimetrike rrit sigurine.**

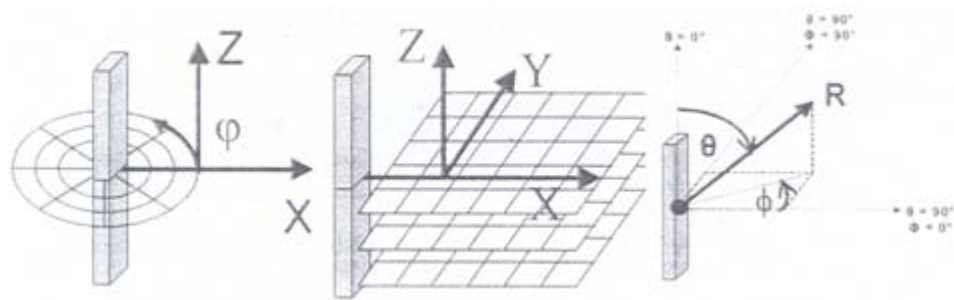
Per zonen e fushes se lire llogaritja e fushes elektromagnetike nuk merr parasysh madhesine e antenes e cila supozohet te jete nje burim pikesor. Nje antene hipotetike izotropike perdoret si nje reference per te krahasuar paraqitjen e rrezatimit te antenes praktike : **Fuqia P (watt) rrezatohet nga nje pike, uniformisht ne siperfaqen e sferes me rreze r.**

Vektori i Poiting-ut jep densitetin e fluksit te fuqise :

$$S = E \wedge H = \frac{E^2}{\eta} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Ne hapsiren e lire (ne boshllek)...

$$E = \eta_0 H = \frac{\sqrt{30 PG(\theta, \varphi)}}{r}$$



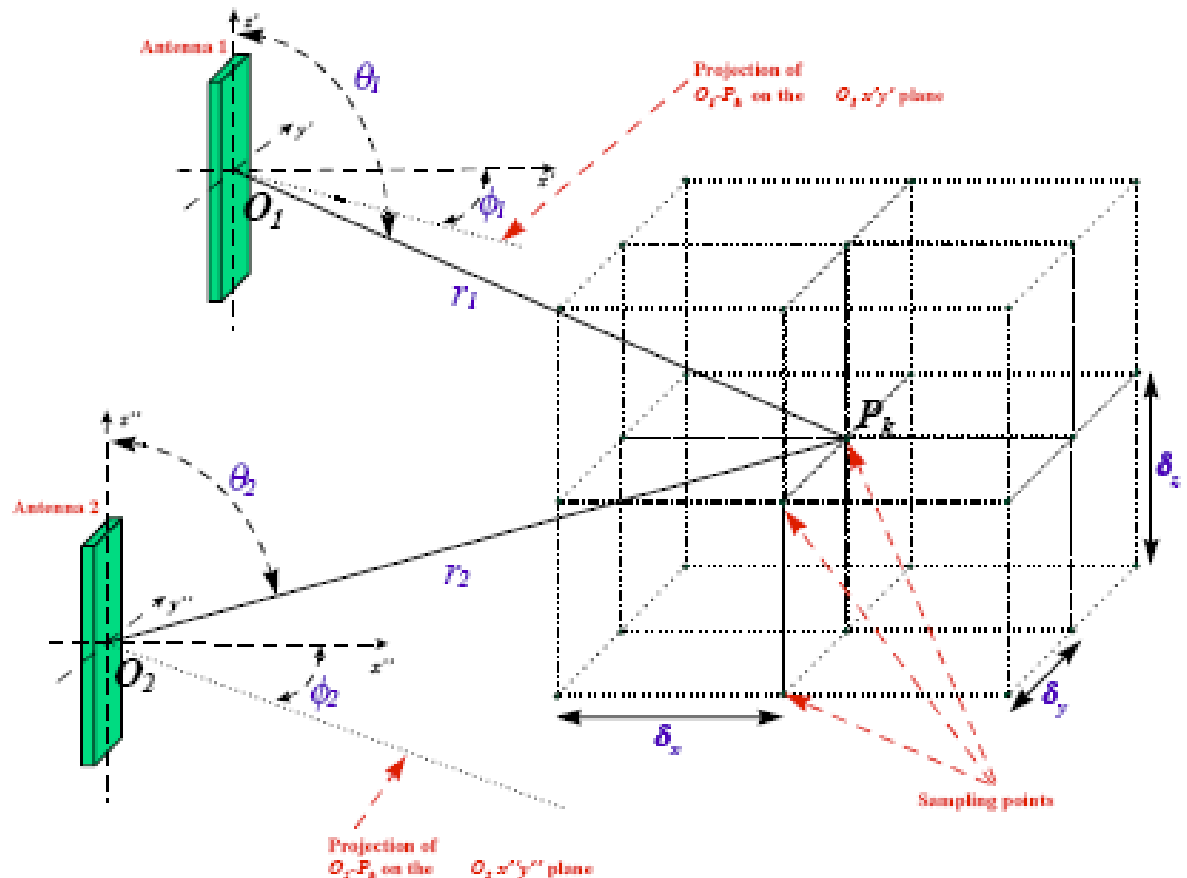
Ku : **G** eshte amplifikimi i antenes ne lidhje me nje antene izotropike

θ , φ jane kendet e ngritjes dhe te azimutit per piken ne studim

r eshte distanca nga pika e observimit deri tek antenna

qjo është impedanca karakteristike për hapsirën e lirë (boshllëk)

Llogaritja e fushës elektromagnetike nëpërmjet formulave të fushës së largët merr në konsideratë një sistem n antenash: fusha elektromagnetike totale (rezultante) merret nëpërmjet **superpozimit** të densitetit të fuqisë të fushës (ose intensitetit të fushës elektrike/magnetike) të çdo antene. Kjo paraqitet gjeometrikisht në figurën më poshtë.



- Përafrimi i fushës së largët mund të rezultojë në mbivlerësim të fushës së llogaritur.
- Nga formula (2) për antenën e n -të kemi :

$$E_n = \frac{\sqrt{30 P_n G_n(\theta_n, \varphi_n)}}{r_n}$$

dhe për fushën elektromagnetike të prodhuar nga gjithë antenat kemi:

$$E = \sqrt{\sum_{n=1}^n E_n^2}$$

Ku P_n është fuqia ne hyrje ne antenen e n – te

θ_n dhe φ_n jane kendet drejtues nga antenna e n-te ne piken e llogaritjes

se fushes

$G_n(\theta_n, \varphi_n)$ amplifikimi i antenes se n-te ne kete drejtim

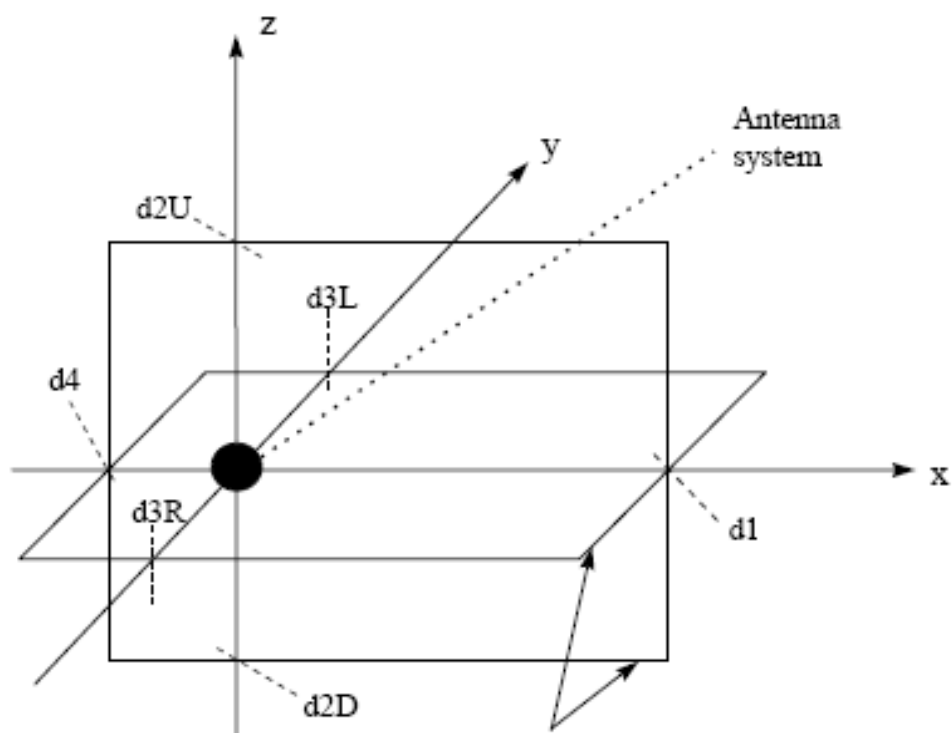
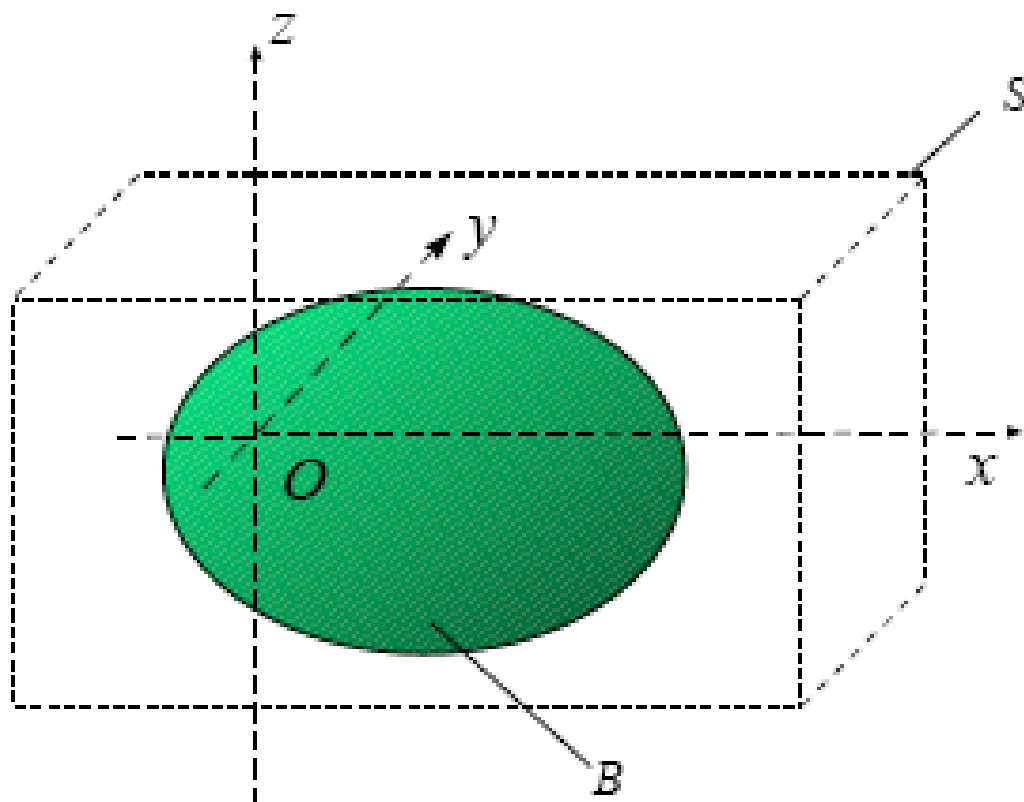
r_n distanca midis antenes se n-te dhe pikes ku llogaritet fusha

E intensiteti i fushes elektrike i prodhuar nga te gjithë antenat ne piken ku llogaritet fusha

Detyra e cdo vleresimi te shperndarjes se rrezatimit – fushes elektromagnetike rrotull nje antene (ose shume antenash) te nje stacioni baze eshte percaktimi i volumit te se ashtuquajtures Zone Kritike ose Zone e Kontrolluar, kordinatave te siperfaqes kufizuese te saj, jashte se ciles vlerat e densitetit te fuqise se fushes (intensitetit te fushes elektrike/magnetike) jane me te vogla se Nivelet e References te paraqitura ne Tabelen 2, Shtojca III te VKM nr. 743, date 16.10.2012.

Per vete konstruksionin dhe regjimin e punes, siperfaqet rrethuese - kufizuese te Zones Kritike jane shume komplekse.

Ne kushtet konkrete, per lehtesi vleresimi (**me sakte mbivleresimi**) dhe veprimi llogarites praktik, per hapsiren e **Zones Kritike /Perjashtimit** perdoren modele gjeometrike te ndryshem si **sferik, cilindrik dhe kartezipan te cilet gjithmone perfshijne brenda tyre hapsiren e Zones Kritike** sic tregohet ne figuren me poshte (hapsira e ngjyrosur dhe e emertuar **B**).



Distanca të sigurisë nëpërmjet përdorimit të sistemit drejtkëndor (kartezian)

Një model tjetër i vlerësimit për Zonën Kritike mbështetet në modelin sferik në përputhje me Standartin Europian, gjithmone duke ndjekur supozimin e fushës së

larget dhe duke e konsideruar burimin (antenen) si burim pikesor, nepermjet te cilit percaktohen distanca e sigurise ne drejtimin e qendror te tufes se rrezatimit dhe distancen e sigurise ne drejtimin e lobit te poshtem te difuzimit te tufes.

Ne kushtet e mesiperme llogaritja e vleres se densitetit te rrezatimit S qe emetohet nga antenna behet sipas modelit te meposhtem :

$$S = P \cdot G(\theta, \varphi) \cdot U^2 / 4\pi r^2 \quad (1)$$

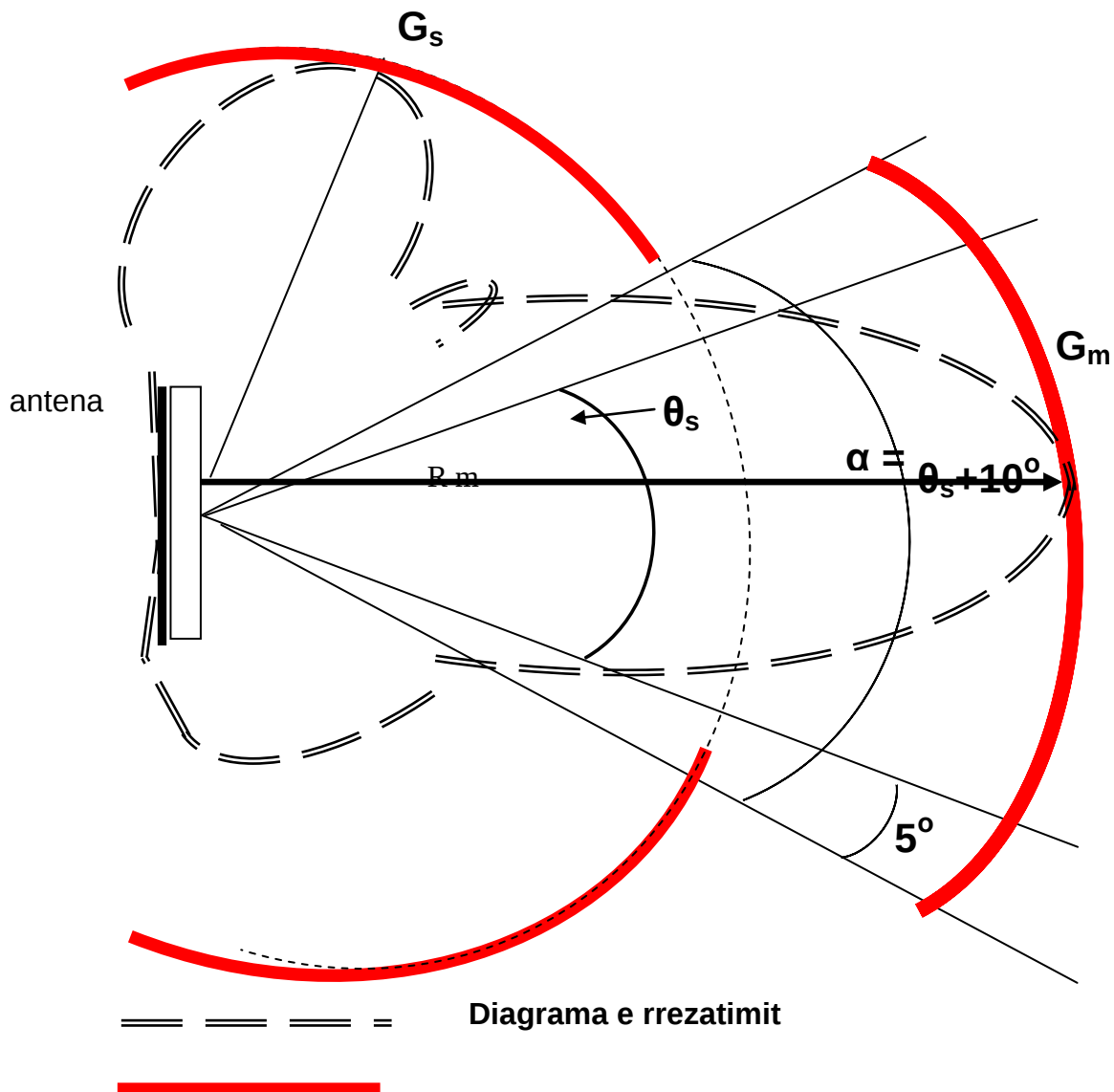
- S : densiteti i fuqise se rrezatimit i shprehur ne W/m^2 ,
- P : Fuqia ne hyrje te antenes e shprehur ne **Watt**,
- G : amplifikimi i antenes (ose koeficienti i perqendrimit te sinjalit ne nje drejtim te caktuar) i shprehur ne **dBi (ku si reference eshte marre antenna izotropike)**
- R : Distanca nga antenna e pikes ku po behen matjet e densitetit te fuqise
- u Faktori i perthithjes ($u = 1$ I takon boshllekut dhe $u = 2$ i korespondon reflektimit te plote te siperfaqes perthithese)

Duke qene se antenat e rrjetave te telefonise celulare nuk jane izotropike, perkundrazi jane antenna me nje rrezatim te perqendruar ne nje zone te caktuar dhe densiteti i rrezatimit dhe amplifikimi nuk mund te jete uniform por jane ne funksion te kendeve θ dhe φ .

a) Kemi amplifikim ne drejtimin paresor te perhapjes se vales ne baze te diagrame se rrezatimit te antenes G_m (dBi) (per lobin kryesor)

b) Kemi amplifikim ne drejtimin dytesor te antenes G_s (dBi) (per lobin dytesor)

c)Percaktohet kendi θ_s ne lobin kryesor



Vlera e fuqise se pergjithshme rezulton si shume fuqive te emetuara nga secili transmetues/marres (**TRU**) i antenes ne frekuncat perkatese te punes. Me rritjen e numrit te transmetuesve duhet te kemi edhe nje rritje proporcionale te distances se sigurise ndaj rrezatimit. Per keto distancia perdoren dy parametra **R_m** dhe **R_s** qe jane perkatesisht distancia e sigurise ne varesi te lobit kryesor te diagrames se rrezatimit dhe te lobit dytesor te kesaj diame.

$$R_m = \sqrt{\frac{P \cdot 10^{0.1G_m}}{\pi S_{\max}}} \quad R_s = \sqrt{\frac{P \cdot 10^{0.1G_s}}{\pi S_{\max}}} \quad (2)$$

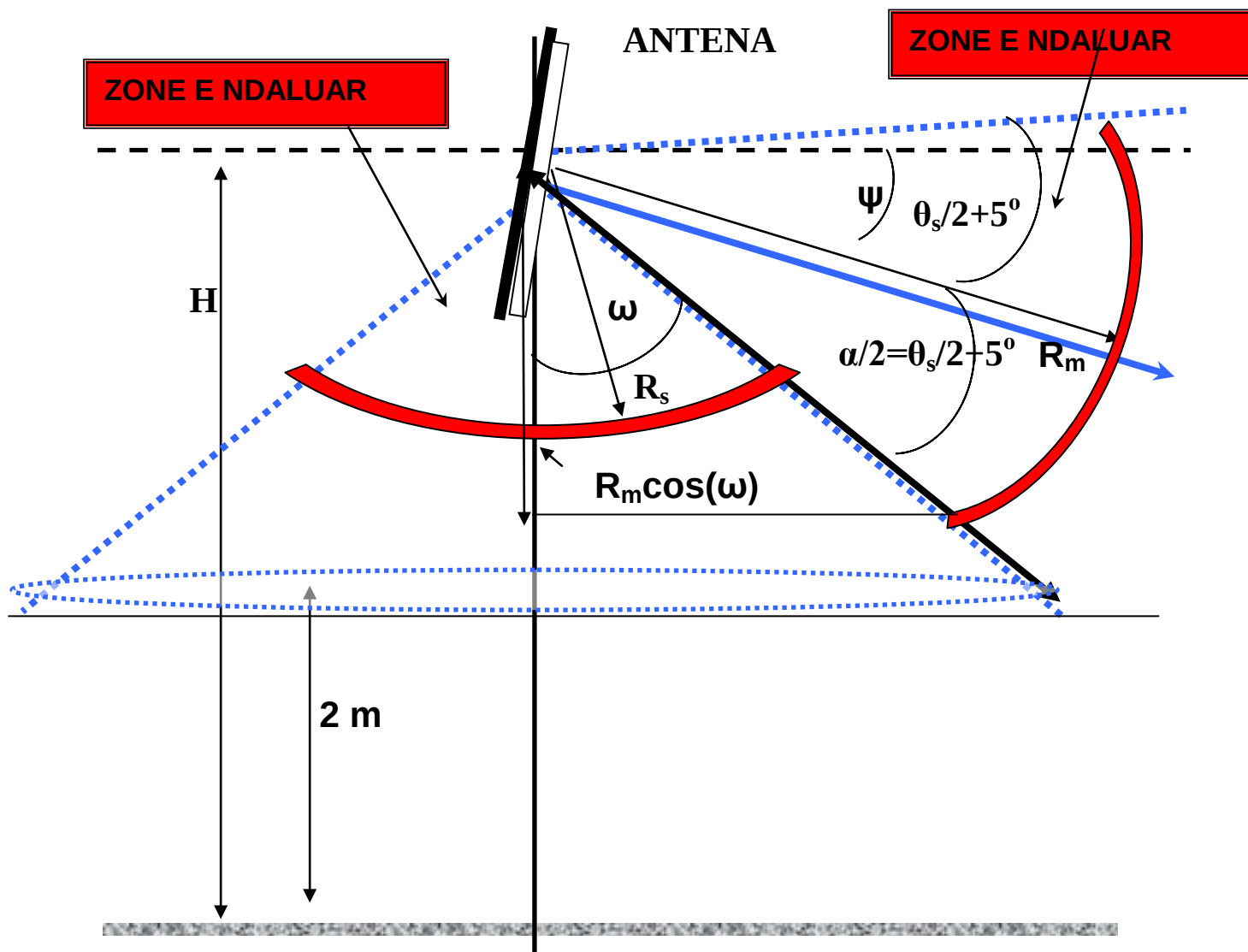
Ne vazhdim kontrollohet nese distanca **H** e qendres se antenes nga niveli i terrenit ku eshte montuar shtylla e antenes eshte me e madhe nga distanca **R_m** dhe ne rastin e personave te gjate (me gjatesi rreth 2m) merret parasysh distanca **R_s** **duke i shtuar 2m, e cila lidhet drejtperdrejte me lobin dytesor.**

$$H \geq H_{\min} = \text{MAX} \{R_s + 2, R_m \cos(\omega) + 2\} \quad (3)$$

ku $\omega=90^\circ-\psi-\alpha/2$ dhe ψ eshte kendi i perkuljes se drejtimit kryesor te perhapjes se vales ne lidhje me horizontin(downtilt).Perkulja e pergjithshme jepet si shume e perkuljes elektrike me perkuljen mekanike

$$\psi = \text{perkuljes elektrike} + \text{perkuljen mekanike.}$$

Kushti siguron te gjithe zonen ku mund te kemi aktivitet njerzor prane antenes si p.sh levizjen e nje personi te gjate shume prane antenes duke mos pasur probleme derisa ai nuk e kalon gjatesine 2 m.



Niveli baze ku mund te kemi nje
veprimtari te mundshme njerezore

Gjeometria e kushteve te sigurise teknike prane nje antene .

