

---

**Miratohet**  
**Kryetari i Komisionit të Mbrojtjes nga Rrezatimet**  
**Ministër i Shëndetësisë**  
**Vangjel TAVO**

---

**Sekretari**  
**Rustem PACI**

**Metoda e llogaritjes së përmasave të**  
**Zonës Kritike të shpërhapjes së**  
**rrezatimit të një antene celulare**

---

**Nr. 822/2 prot**

**Datë 13.02.2013**

## Metoda e llogaritjes së përmasave të Zonës Kritike të shpërhapjes së rrezatimit të një antene celulare

Instalimi i një Stacioni Bazë (BS) dhe antenave të tij, në varësi të gjeometrisë së instalimit, topografisë rrethuese dhe natyrisht kushteve (parametrave teknike) të gjenerimit të rrezatimit krijon kudo rrotull një fushë rrezatimi jojonizuese shtesë mbi atë natyral.

Detyrë e projektimit të BS dhe funksionimit të tij, por esencialisht dhe detyrë e kontrollit për mbrojtjen e publikut nga rrezatimi, është dhe përcaktimi i kordinatave të së ashtuquajturës Zone Kritike (**Critical Zone**) ose Zonë e kontrolluar.

**Zonë Kritike ose Zonë kontrolluar është hapësira rrotull antenës, jashtë së cilës nivelet e densitetit të fuqisë të fushës EM (ose intensitetit të fushës elektrike/magnetike) se rrezatimit janë më të ulta se Nivelet e Referencës të përcaktuara nën të cilat sigurohet mbrojtja e publikut.**

Për një ekspozim të sigurtë në fushat e rrezatimeve jojonizuese janë hartuar dokumente të veçanta të cilat përfaqësojnë mendimin konvergjent të gjithë organizatave ndërkombëtare të gjithpranuara si me të kualifikuarat në fushën e mbrojtjes nga ekspozimi në rrezatim elektromagnetik për publikun.

Nivelet e Referencës për zbatim nxirren dhe mbështeten në Rekomandimet e ICNIRP/ËHO “**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 në Direktiven e BE “Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), të cilat gjejnë zbatim dhe në **VKM nr. 743, datë 16.10.2012** për miratimin e rregullores “**Për mbrojtjen e Publikut nga rrezatimet jojonizuese**”.

Kushtet e sigurisë të cituar në këto dokumente i referohen të ashtuquajturave **Kufizime Bazë** të cilat karakterizojnë ekspozimin nëpërmjet fuqisë së dozës së përthithur në njësinë e masës (të indit), nëpërmjet parametrin **SAR (Specific Absorption Rate) – Fuqia e absorbimit specifik** (për çdo ind apo sistem indesh) dhe shprehet në njësi  $\text{\AA att/kg}$ .

Mbrojtja kundrejt efekteve të dëmshme të shëndetit kërkon që të mos kalohen vlerat e kufizimeve bazë të paraqitura në **Tabelën I të Shtojcës II** të VKM nr.743 datë 16.10.2012.

SAR nuk është i prështatshëm si madhësi për llogaritje, si teorike ashtu dhe eksperimentale. Për këtë arsye derivohen **Nivelet e References** (Shtojca III) për ekspozimin, që futen në operim për të krahasuar vlerat e matura të madhësive fizike.

Përputhshmëria me Nivelet e References, të dhënë në dokumentat e cituar më sipër siguron përputhjen – plotësimin e Kufizimeve Bazë. Për brezin e frekuencave 10MHz – 300GHz në vlerësime përdoret më shumë densiteti i fuqisë së fushës elektromagnetike  $S$ , që matet në njësi  $W/m^2$ , ndërkohë që për arsye operationale shpesh është më e volitshme të përdoret intensiteti i fushës elektrike/magnetike  $E/H$  i matur përkatësisht në  $V/m$  dhe në  $A/m$ .

Për brezat e frekuencave të përdorura në telefoninë celulare, nivelet e referencës për  $S$  janë:

| Banda e frekuencave (MHz) | Niveli i Referencës $S_{max}$ (Watt/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------------|------------------------------------------------------|
| 900                       | 4.5                                                  |
| 1800                      | 9                                                    |
| 2100                      | 10                                                   |

Për vlerat e tjera të frekuencave **nivelet përkatëse të referencës** gjenden sipas Tabeles 2 të Shtojcës III të VKM nr. 743 datë 16.10.2012.

Vleresimet teorike dhe matjet konkrete të fushës elektromagnetike bazohen në **Standartin European 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 ëireless telecommunications system (110 MHz – 40GHz)”.

Konkretisht llogaritjet për vlerësimin e fushës duhet të mbështeten mbi modelet e dhëna në **Kapitullin 8 të EN 50383:2002 dhe Shtojcat A,D dhe E të tij.**

**Për vetë specifikën e teknologjisë dhe instalimit konkret të një stacioni bazë të telefonisë celulare, llogaritjet për vlerësim shqyrtohen kryesisht në zonën e largët**

të rrezatimit, në të ashtuquajturën fushë e lirë, në gjithë pikat e hapësirës rrotull antenës ku plotësohet kushti  $r \geq D^2/\lambda$ , ku  $r$  është distanca nga qendra e antenës deri në pikën e vlerësimit të fushës,  $D$  është dimension i madh i antenës dhe  $\lambda$  është gjatësia e valës në operim. Në këtë zonë antenna konsiderohet si burim pikësor. Kjo është zona në të cilën ka mundësi ekspozimi për publikun.

Në kushtet kur  $\lambda < r \leq 2D^2/\lambda$  thuhet se jemi në kushtet e zonës së afërt dhe aktualisht është zonë ku ka mundësi për ekspozim profesional.

Zona e hapësirës për  $r < \lambda/4$  emërohet si fushë e afërt reactive, konfiguracioni i së cilës është mjaft larg modelit të fushës së lirë, ndërkohë që këtu dhe për profesionistët, operatorët e mirëmbajtjes së stacionit nuk ka arsye të ekspozohen, vec nëse shkelin rregullat e sigurimit teknik.

Mbështetur në vlerësimet teorike, të EN 50383:2002, zbatimi i llogaritjeve për fushën e largët në kushtet e fushës së afërt  $r \leq 2D^2/\lambda$  mbivlerëson ekspozimin, çka nga pikpamja dozimetrike rrit sigurinë.

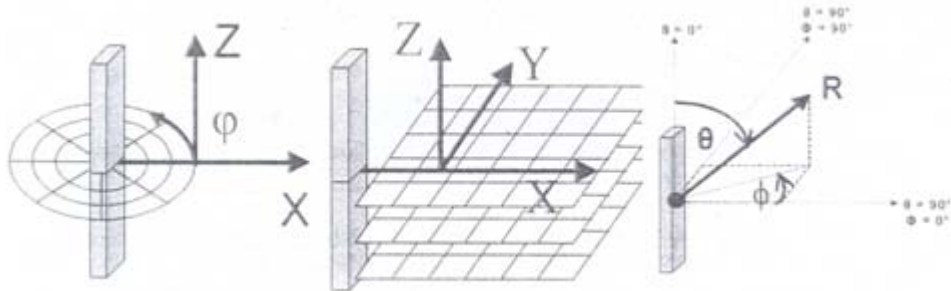
Për zonën e fushës së lirë llogaritja e fushës elektromagnetike nuk merr parasysh madhësinë e antenës e cila supozohet të jetë një burim pikësor. Një antenë hipotetike izotropike përdoret si një referencë për të krahasuar paraqitjen e rrezatimit të antenës praktike : **Fuqia P (watt) rrezatohet nga një pikë, uniformisht në sipërfaqen e sferës me rreze r.**

Vektori i Poiting-ut jep densitetin e fluksit të fuqisë :

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

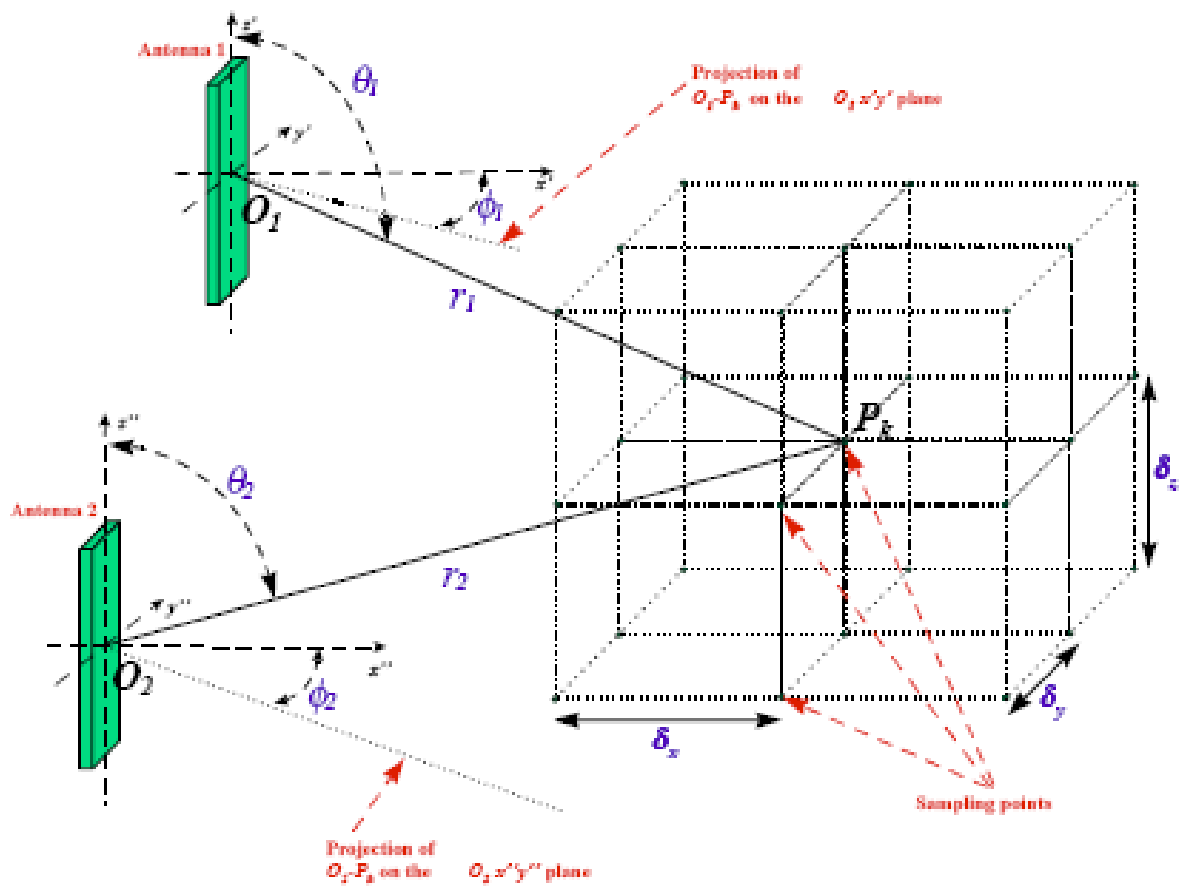
Në hapësirën e lirë (në boshllëk)...

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



Ku :  $G$  është amplifikimi i antenës në lidhje me një antenë izotropike  
 janë këndet e ngritjes dhe të azimutit për pikën në studim  
 $r$  është distanca nga pika e observimit deri tek antenna  
 $\eta_0$  është impedanca karakteristike për hapësirën e lirë (boshllëk)

Llogaritja e fushës elektromagnetike nëpërmjet formulave të fushës së largët merr në konsideratë një system  $n$  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.



- Përafrimimi 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 në hyrje në antenën e n – të

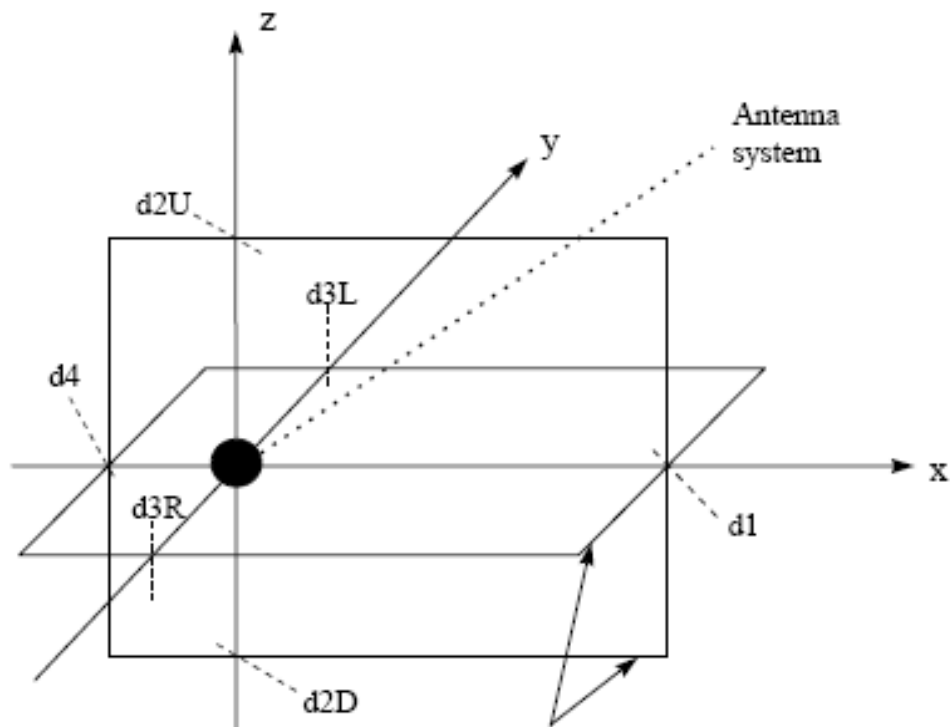
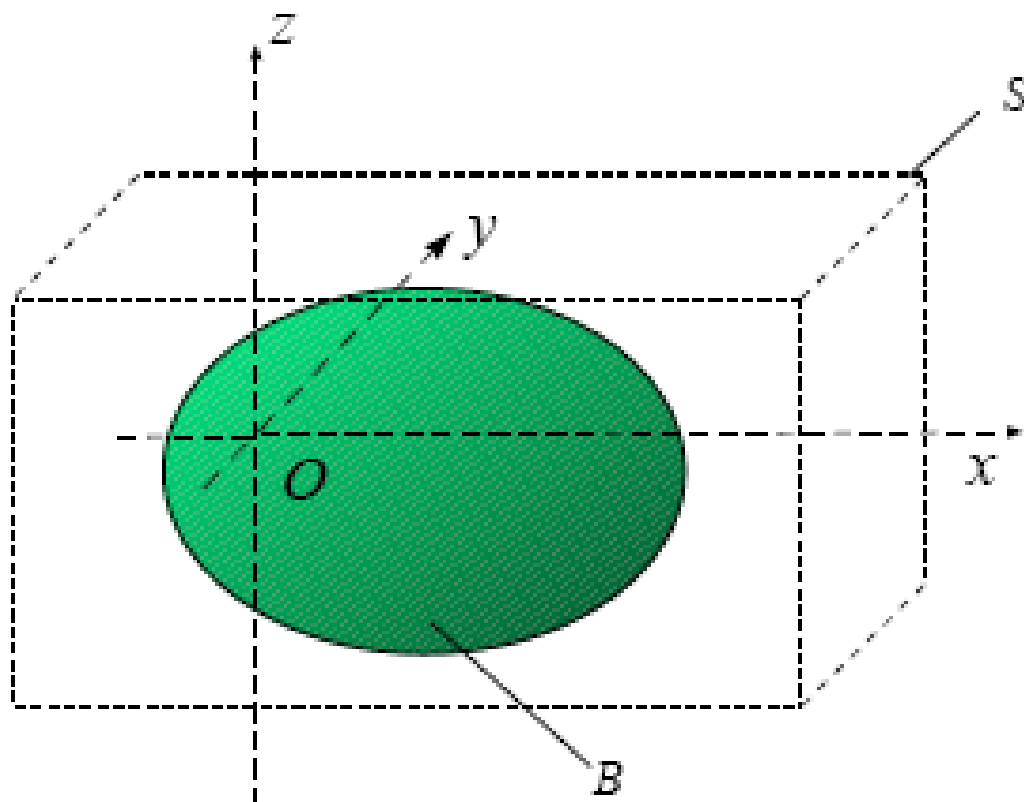
$\theta_n$  dhe  $\varphi_n$  janë këndet drejtues nga antenna e n-të në pikën e llogaritjes  
së fushës

$G_n(\theta_n, \varphi_n)$  amplifikimi i antenës së n-të në këtë drejtim  
 $r_n$  distanca midis antenës së n-të dhe pikës ku llogaritet fusha  
 $E$  intensiteti i fushës elektrike i prodhuar nga të gjithë antenat në  
pikën ku llogaritet fusha

Detyra e çdo vlerësimi të shpërndarjes së rrezatimit – fushës elektromagnetike rrotull një antene (ose shumë antenash) të një stacioni bazë është përcaktimi i volumit të së ashtuquajturës Zonë Kritike ose Zonë e Kontrolluar, koordinatave të sipërfaqes kufizuese të saj, jashtë së cilës vlerat e densitetit të fuqisë së fushës (intensitetit të fushës elektrike/magnetike) janë më të vogla se Nivelet e Referencës të paraqitura në Tabelën 2, Shtojca III të VKM nr. 743, datë 16.10.2012.

Për vetë konstruksionin dhe regjimin e punës, sipërfaqet rrethuese - kufizuese të Zonës Kritike janë shumë komplekse.

Në kushtet konkrete, për lehtësi vlerësimi (**me saktë mbivlerësimi**) dhe veprimi llogaritës praktik, për hapësirën e **Zonës Kritike /Përrjashtimit** përdoren modele gjeometrike të ndryshëm si **sferik, cilindrik dhe kartezipan të cilët gjithmonë përfshijnë brenda tyre hapësirën e Zonës Kritike** siç tregohet në figurën më poshtë (hapsira e ngjyrosur dhe e emërtuar **B** ).



Distancat e sigurisë nëpërmjet përdorimit të sistemit drejtkëndor (kartezian)

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

largët dhe duke e konsideruar burimin (antenen) si burim pikësor, nëpërmjet të cilit përcaktohen distanca e sigurisë në drejtimin e qëndror të tufës së rrezatimit dhe distancën e sigurisë në drejtimin e lobit të poshtëm të difuzimit të tufës.

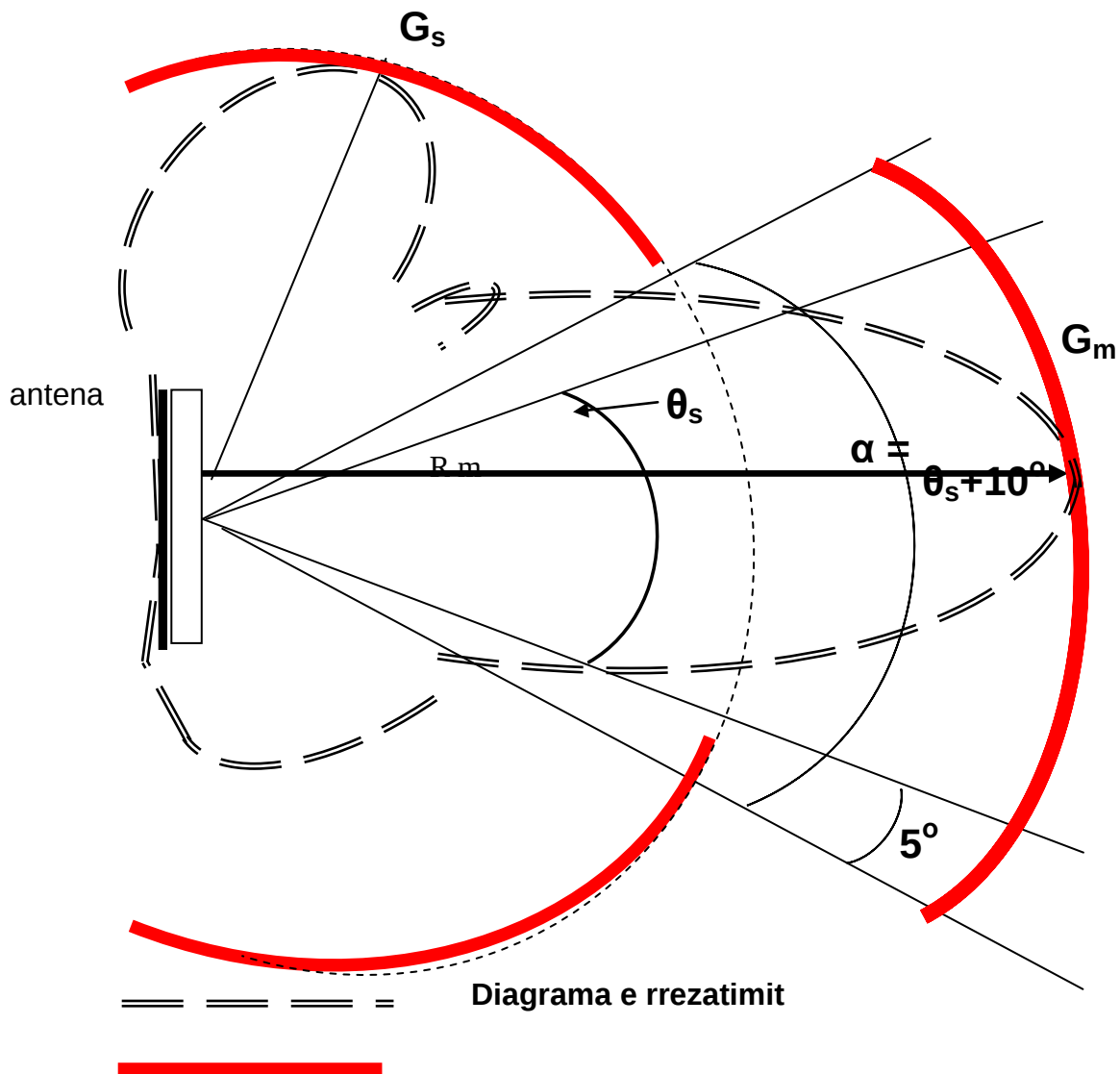
Në kushtet e mësipërme llogaritja e vlerës së densitetit të rrezatimit  $S$  që emëtohet nga antena bëhet sipas modelit të mëposhtëm :

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

- $S$ : densiteti i fuqisë së rrezatimit i shprehur në  $W/m^2$ ,
- $P$ : Fuqia në hyrje të antenës e shprehur në **Watt**,
- $G$ : amplifikimi i antenës( ose koeficienti i përqëndrimit të sinjalit në një drejtim të caktuar) i shprehur në **dBi ( ku si referencë është marrë antena izotropike)**
- $R$ : Distanca nga antena e pikës ku po bëhen matjet e densitetit të fuqisë
- $u$  Faktori i përthithjes (  $u = 1$  I takon boshllëkut dhe  $u = 2$  i korespondon reflektimit të plotë të sipërfaqes përthithëse)

Duke qenë se antenat e rrjetave të telefonisë celulare nuk janë izotropike, përkundrazi janë antena me një rrezatim të përqëndruar në një zonë të caktuar dhe densiteti i rrezatimit dhe amplifikimi nuk mund të jetë uniform por janë në funksion të këndeve  $\theta$  dhe  $\varphi$ .

- a) Kemi amplifikim në drejtimin parësor të përhapjes së valës në bazë të diagramës së rrezatimit të antenës  $G_m$  (dBi) ( për lobin kryesor)
- b) Kemi amplifikim në drejtimin dytësor të antenës  $G_s$  ( dBi) ( për lobin dytësor)
- c)Përcaktohet këndi  $\theta_s$  në lobin kryesor



Vlera e fuqisë së përgjithshme rezulton si shumë fuqive të emëtuar nga secili transmetues/marrës ( **TRU**) i antenës në frekuencat përkatëse të punës. Me rritjen e numrit të transmetuesve duhet të kemi edhe një rritje proporcionale të distancës së sigurisë ndaj rrezatimit. Për këto distanca përdoren dy parametra **R<sub>m</sub>** dhe **R<sub>s</sub>** që janë përkatësisht distanca e sigurisë në varësi të lobit kryesor të diagramës së rrezatimit dhe të lobit dytësor të kësaj diagrame.

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

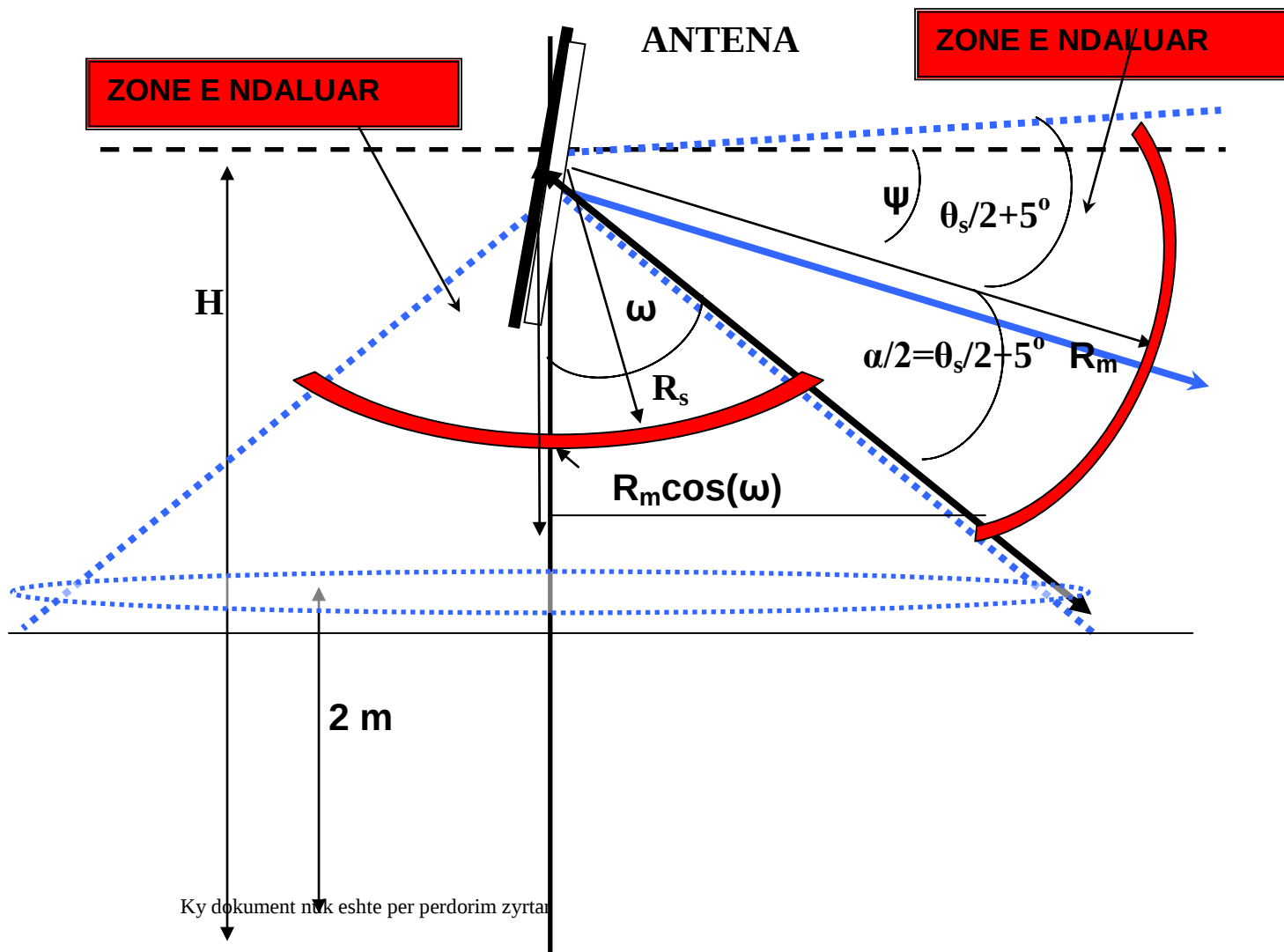
Në vazhdim kontrollohet nëse distanca **H** e qendrës së antenës nga niveli i terrenit ku është montuar shtylla e antenës është më e madhe nga distanca **R<sub>m</sub>** dhe në rastin e personave të gjatë (me gjatësi rreth 2m) merret parasysh distanca **R<sub>s</sub>** duke i shtuar **2m**, e cila lidhet drejtpërdrejtë me lobin dytësor.

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

ku  $\omega = 90^\circ - \psi - \alpha/2$  dhe  $\psi$  është këndi i përkuljes së drejtimit kryesor të përhapjes së valës në lidhje me horizontin (do tilt). Përkulja e përgjithshme jepet si shumë e përkuljes elektrike me përkuljen mekanike

$\psi$  = përkuljes elektrike + përkuljen mekanike.

Kushti siguron të gjithë zonën ku mund të kemi aktivitet njerëzor pranë antenës si p.sh lëvizjen e një personi të gjatë shumë pranë antenës duke mos pasur probleme derisa ai nuk e kalon gjatësinë 2 m.



Niveli bazë ku mund të kemi një  
veprimtari të mundshme njerëzore

**Gjeometria e kushteve të sigurisë teknike pranë një antene .**

