

Zrcalne antene



Mobitel d.d.,
izobraževanje

29. 5. 2009,
predavanje 17

Prof. dr. Jožko Budin

Vsebina

- Geometrijsko-optični in valovni pristop
- Dobitek in širina glavnega snopa parabolnega zrcala
- Aberacije
- Uklon nazaj, razliv, zasenčitev in razpršitev
- Posebne izvedbe za radiokomunikacije
- Merilnica Lincoln Lab.

Zrcalne antene



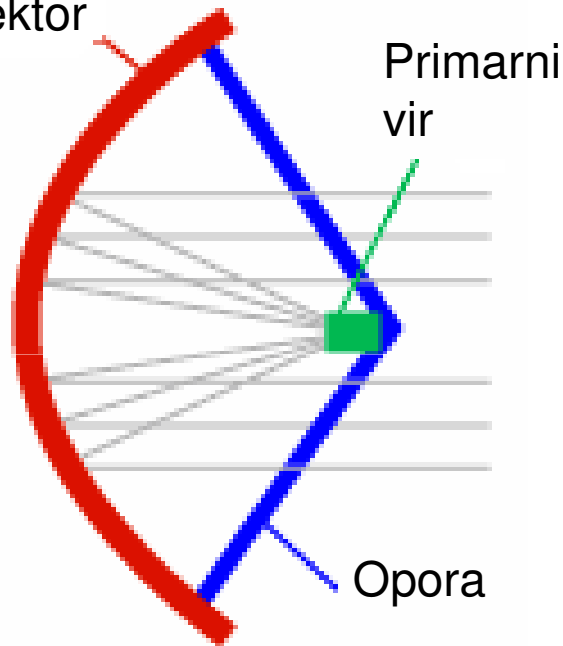
Izmaknjen parabolni reflektor



TV zrcalna antena

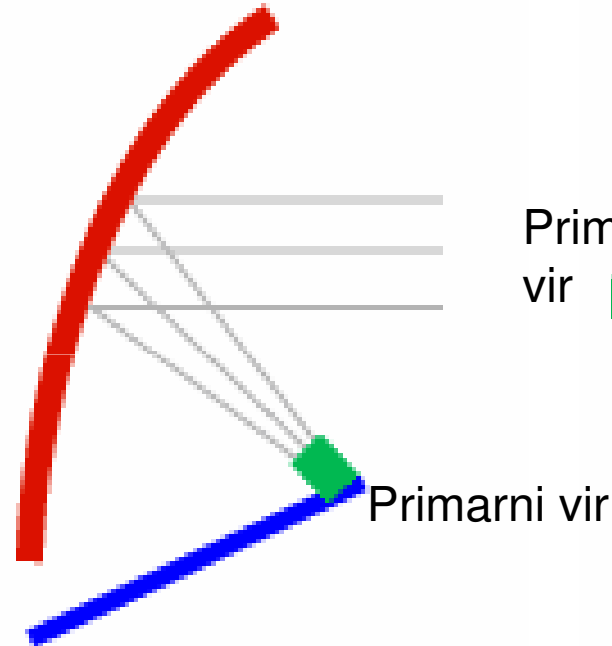
Vrste parabolnih anten

Parabolni reflektor



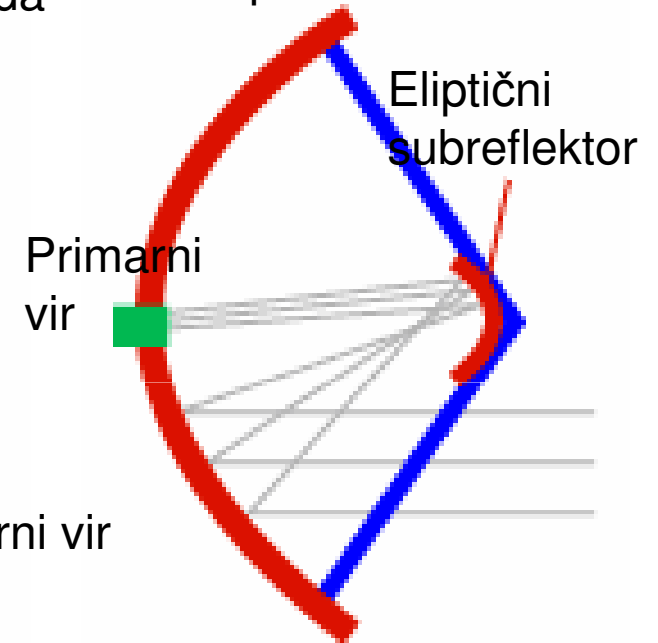
Simetrično vzbujan rotacijski parabolni reflektor s primarnim virom v gorišču

Izmaknjen parabolni reflektor, izrez iz navideznega paraboloida



Nesimetrično vzbujan stranski parabolni reflektor s primarnim virom v gorišču navidezne parabole

Dvozrcalna antena: Parabolni reflektor in eliptični subreflektor

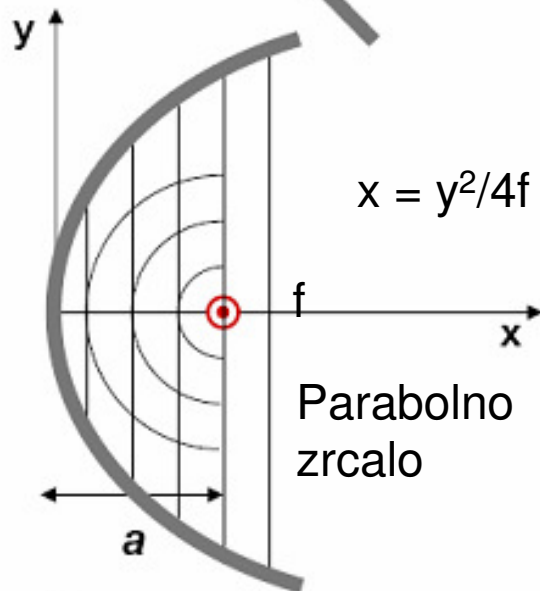
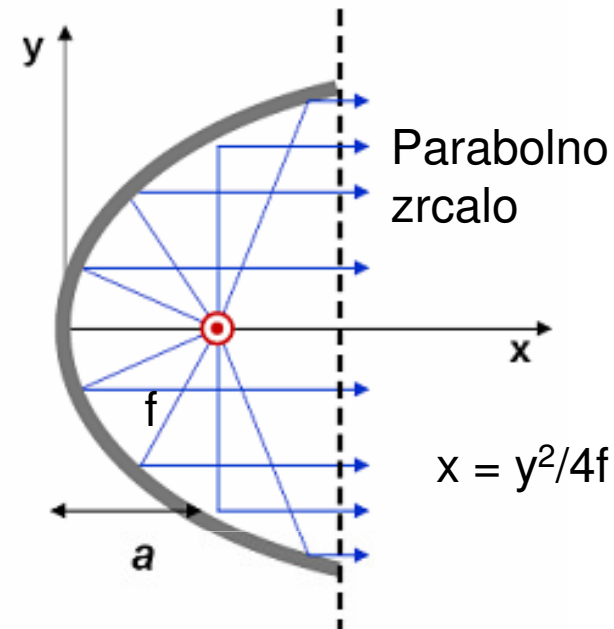
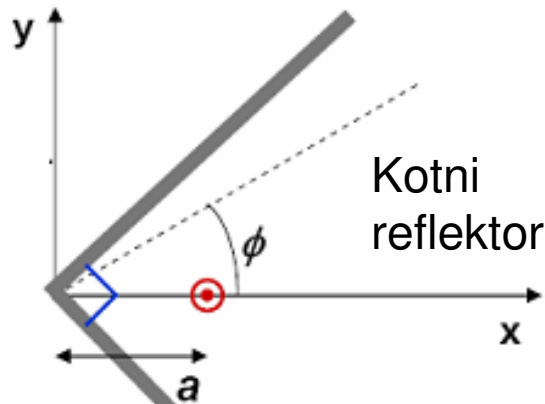


Simetrično vzbujan rotacijski parabolni reflektor z eliptičnim (ali hiperbolnim) subreflektorjem v gorišču in s primarnim virom v temenu

Obravnava zrcalne antene

- Zrcalo je v Fraunhoferjevem področju primarnega vira. Polje ob zrcalu je **daljno polje primarnega vira**.
- Fresnelov elipsoid med primarnim virom in točko na zrcalu, ki ima premer $(\lambda r)^{1/2}$, se skrči v daljico. To pomeni, da v tem področju smemo uporabiti **zakone geometrijske optike**.
- Zrcalo prestreže del sevane moči primarnega vira znotraj prostorskega kota odprtja zrcala. Preostali del moči se razliva po prostoru je nekoristen in moteč. **Izkoristek prestrežanja** η_{Ω} je razmerje prestrežene in celotne sevane moči.
- Sevanje v smeri roba zrcala se uklanja v prostor za zrcalom in in poslabšuje razmerje naprej/nazaj.
- **Izkoristek odprtine** η upada z zmanjševanjem polja proti robu odprtine
- Smerni diagram vira naj bo oblikovan tako, da polje na robu odprtine upade na primerno vrednost (cca 10 dB).
- Primarni vir povzroča kvarno zasenčitev v porazdelitvi polja na odprtini. Moč, ki jo pri tem sprejema, povzroča neprilagojenost vira.
- **Površinske napake zrcala** in zaradi njih povzročene fazne napake na odprtini zrcala zmanjšujejo izkoristek antene.
- Na zakrivljena ploskvi zrcala se manjši del moči odbija s **parazitno polarizacijo** tem bolj, čim bolj globoko je zrcalo.
- Sevanje v smeri nazaj oz. sprejem iz te smeri je tem manjši, čim bolj je zrcalo globoko.

Zrcala



Radialni žarki iz gorišča se kolimirajo in prebadaajo odprtino sofazno

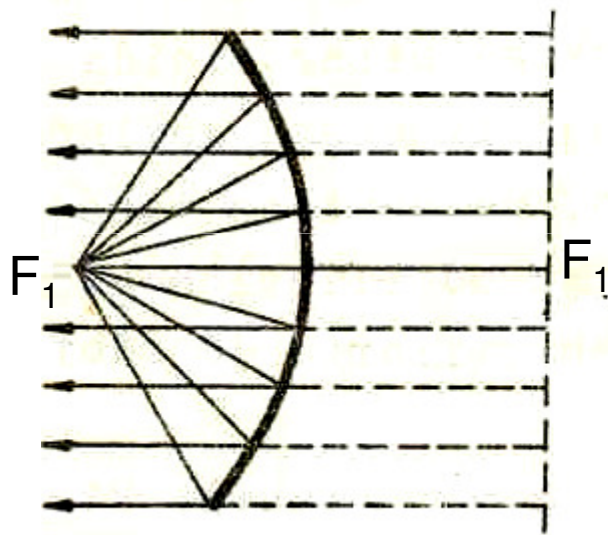
Krogelni valovi iz gorišča se po odboju iz zrcala razvijejo v ravninske valove prehajajo sofazno skozi ravnino odprtine.

Na poti od gorišča do zrcala jakost krogelnega vala upada z razdaljo. Na poti od zrcala do odprtine se odbitemu ravninskemu valu amplituda ne spreminja.

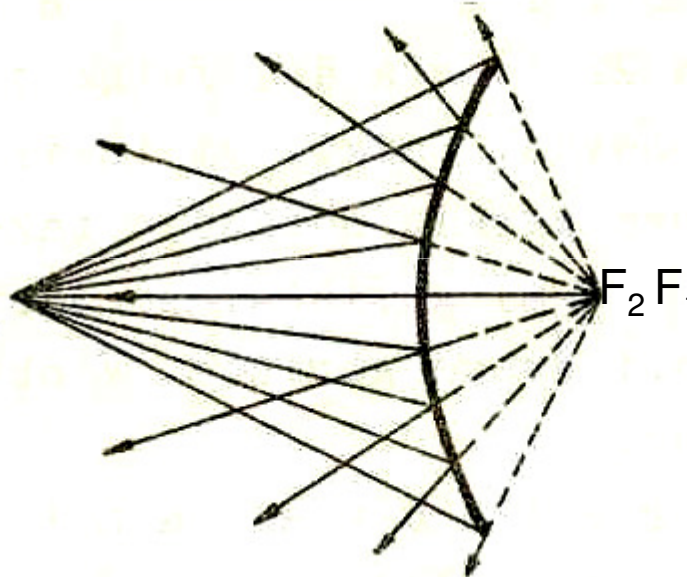
Vrste zrcal

Enojna zrcala

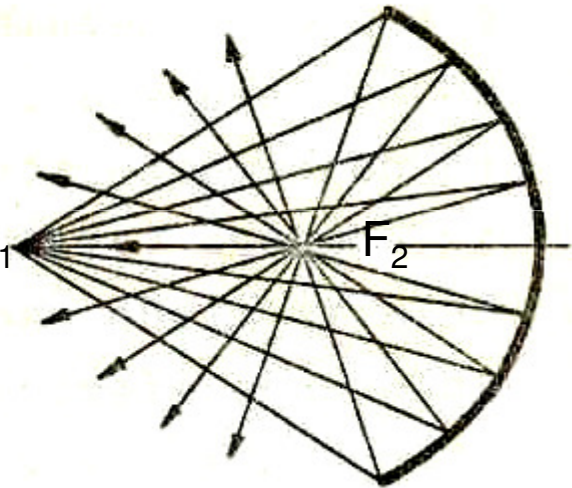
Parabolno



Hiperbolno



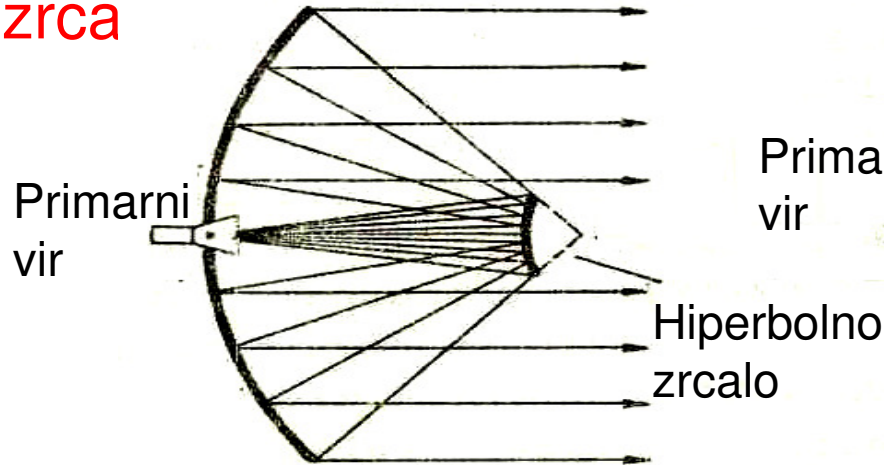
Eliptično



Zrcala imajo po dve gorišči F_1 in F_2 (desno gorišče F_2 parabole je v neskončnosti). Če namestimo vir v eno gorišče, izhaja odbiti val dejansko ali navidezno iz drugega gorišča. Kolimirani odbiti žarki paraboličnega zrcala izhajajo navidez iz neskončnosti.

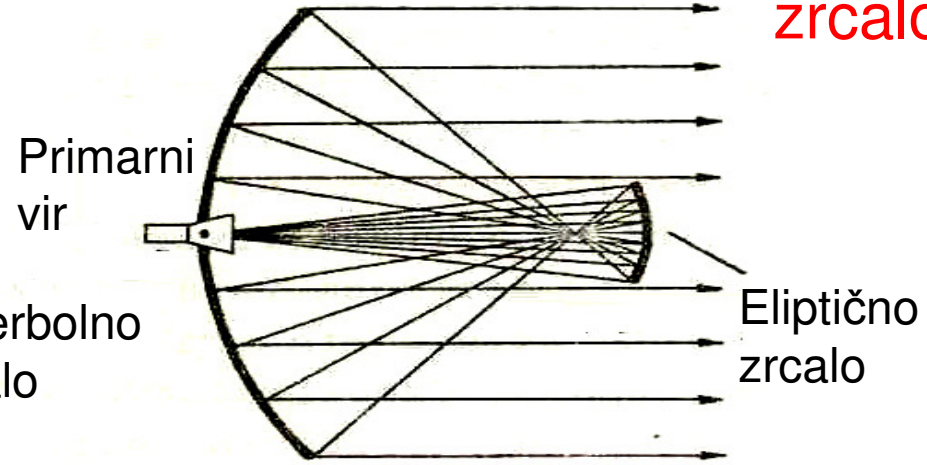
Sestavljena zrcala – dvozrcalne antene

Cassegrainovo parabolno zrcalo



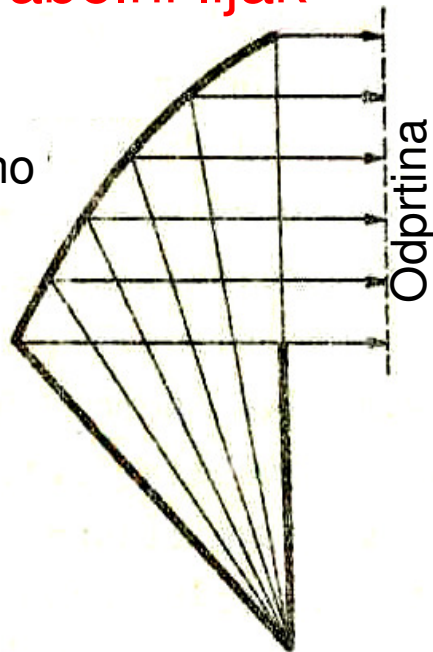
Parabolni lijak

Gregorijevo parabolno zrcalo

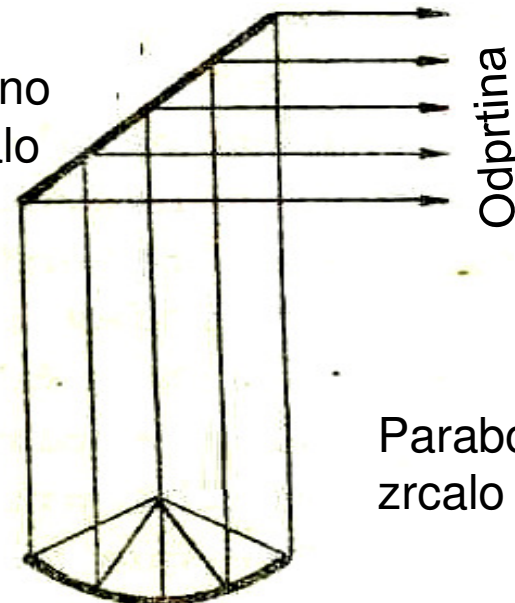


Periskopska antena

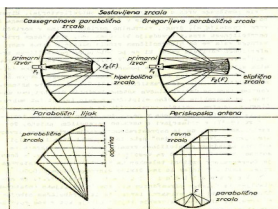
Parabolno zrcalo



Ravno zrcalo

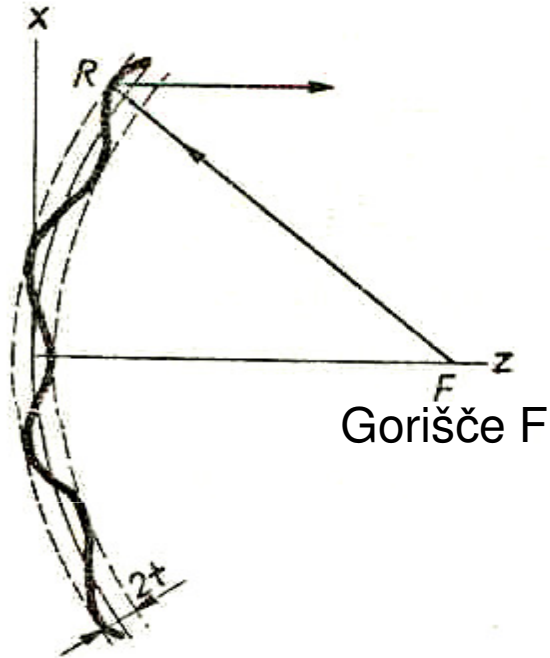


Parabolično zrcalo



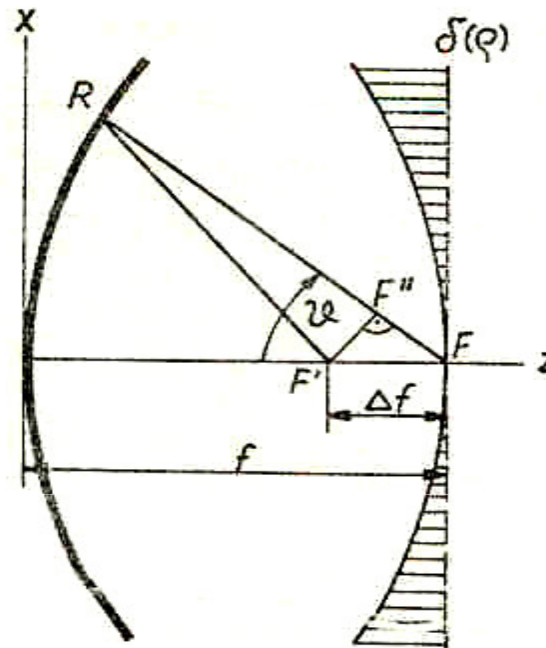
Aberacije zrcal

Naključna faza



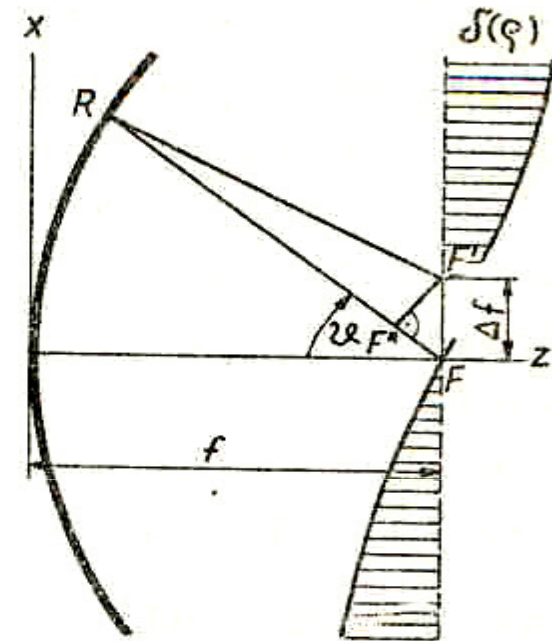
Naključno odstopanje površine zrcala od paraboloidne ploskve daje naključno fazno napako na odprtini zrcala

Kvadratna faza



Premik primarne antene iz gorišča v osni smeri za Δf daje kvadratno fazo na odprtini zrcala

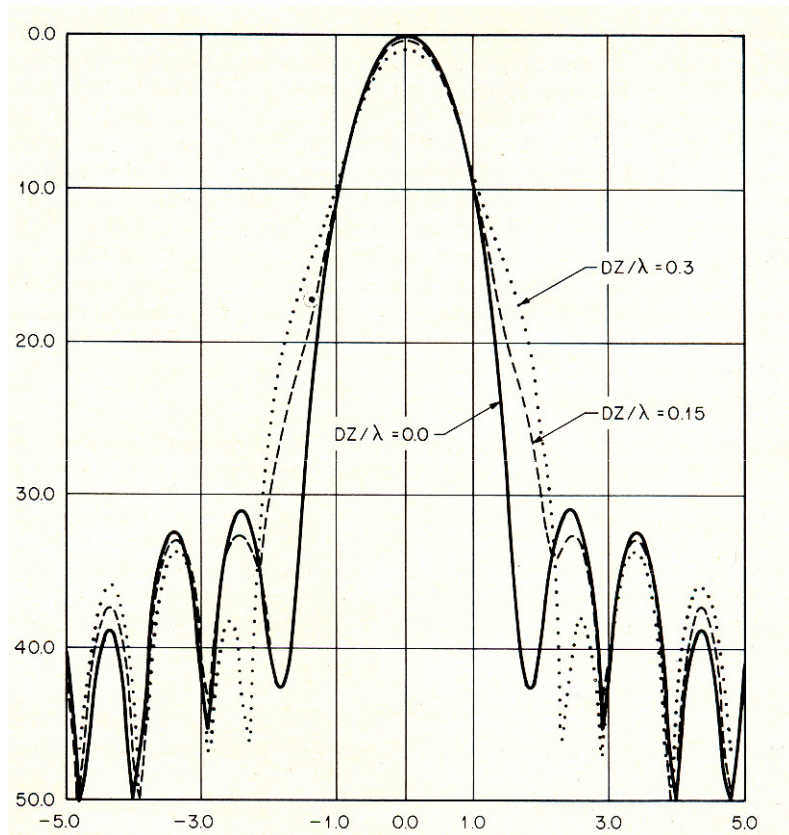
Linearna in kubna faza



Odmik primarne antene iz osi v prečni smeri za Δf daje linearno in kubno fazo na odprtini zrcala

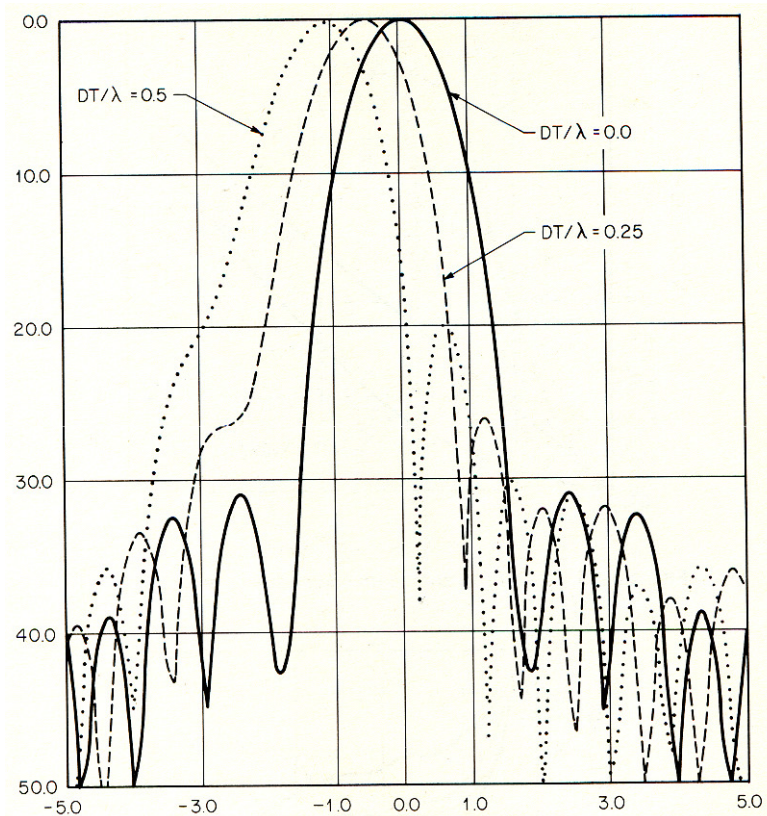
Smerni diagrami defokusirane antene

Osni premik



$\Delta f = 0, \quad 0,15 \lambda, \quad 0,3 \lambda$

Prečni odmik



$\Delta f = 0, \quad 0,25 \lambda, \quad 0,5 \lambda$

Izkoristek paraboloidea, 1/2

Glavne napake in pojavi, ki znižujejo izkoristek:

- **Razliv polja v prostor.** Izkoristek prestrezanja η_s je razmerje med prestreženo močjo reflektorja in sevano močjo primarnega vira.
- **Distribucija kompleksne amplitude na odprtini.** Odstopanje amplitude in faze od konstantne vrednosti znižuje **izkoristek distribucije** η_d .
- **Razliv in distribucijo** upoštevamo z **izkoristkom odprtine** $\eta_o = \eta_s \eta_d$.
- **Naključne napake na površini zrcala.** Odstopanje površine zrcala od paraboloidea daje naključni fazni pogrešek, ki znižuje **izkoristek površine** η_r .
- **Distribucija polarizacije na odprtini.** Obstoj križne parazitne polarizacije znižuje **polarizacijski izkoristek odprtine** η_p .
- **Zasenčitev odprtine** s primarnim virom ali subreflektorjem daje **izkoristek blokade** η_b .

Izkoristek paraboloida, 2/2

Skupni izkoristek parabolne antene: $\eta = \eta_s \eta_d \eta_r \eta_b \eta_p$

1. Izkoristek razliva:

$$\eta_s = \frac{\text{prestrežena moč}}{\text{skupna moč}} = \frac{\int_0^{\Psi} |f(\theta)|^2 \sin \theta d\theta}{\int_0^{\pi} |f(\theta)|^2 \sin \theta d\theta} < 1$$

2. Izkoristek distribucije:

$$\eta_d = \frac{\text{smernost distribucije}}{\text{smernost konstantne distribucij}} = 2 \text{ctg}^2 \frac{\Psi}{2} = \frac{\left| \int_0^{\Psi} f(\theta) \text{tg} \frac{\theta}{2} d\theta \right|^2}{\int_0^{\Psi} |f(\theta)|^2 \sin \theta d\theta} < 1$$

3. Izkoristek odprtine:

$$\eta_o = \eta_s \eta_d = \frac{\text{dobitek antene}}{\text{maksimalni dobitek antene}} = g \text{ctg}^2 \left(\frac{\Psi}{2} \right) \left| \int_0^{\Psi} f(\theta) \text{tg} \frac{\theta}{2} d\theta \right|^2 < 1$$

4. Izkoristek površine:

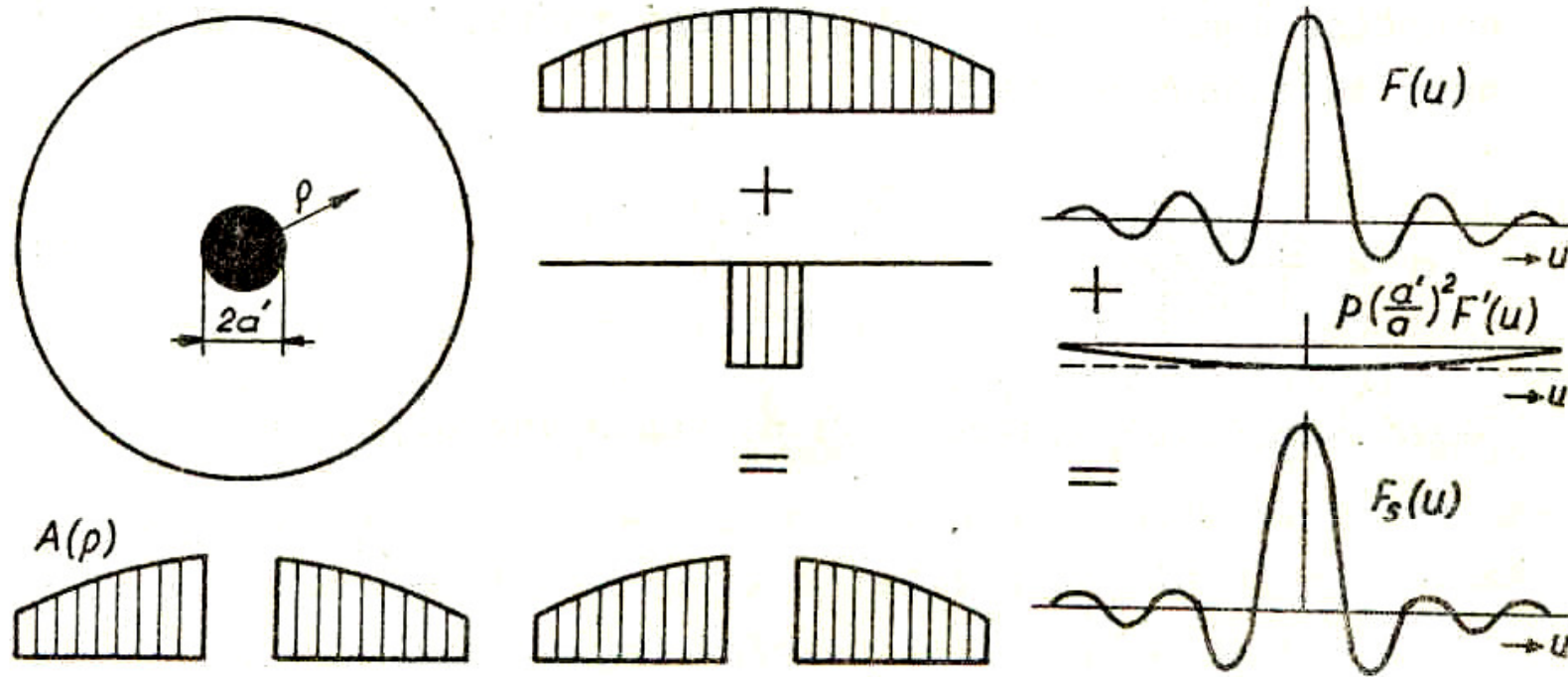
$$\eta_r = e^{-\left(\frac{4\pi\sigma}{\lambda} \right)^2} < 1$$

g ... dobitek primarne antene

σ ... koren srednjekvadratne napake

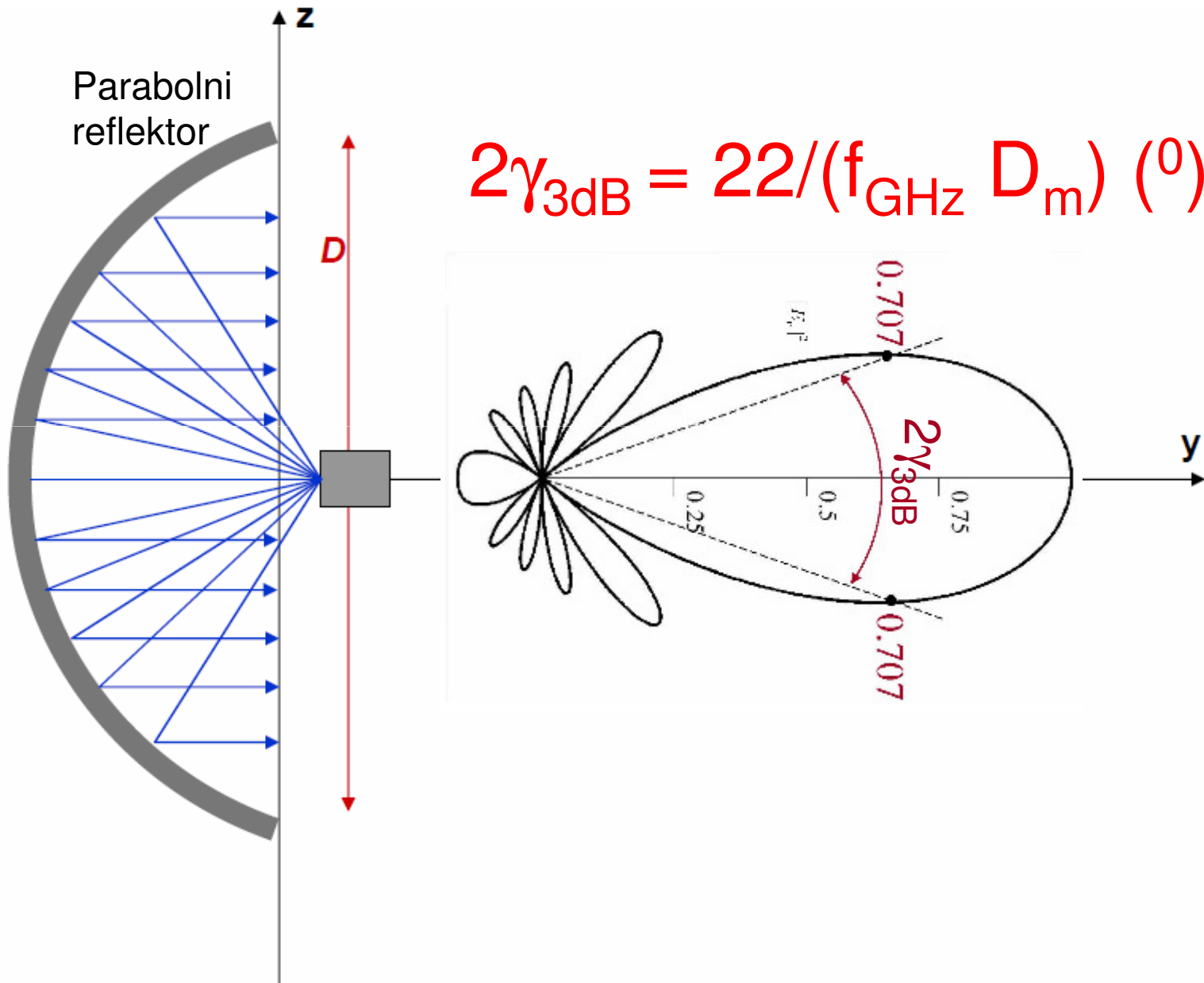
$\lambda_{\max} = 4\pi\sigma$... najdaljša uporabna valovna dolžina

Zaslonitev odprtine



Primarni vir zaslanja od zrcala odbito valovanje in povzroča zasenčitev v centru odprtine. Po superpoziciji obravnavamo zasenčitev kot majhno odprtino protifazne porazdelitve polja. Učinek zaslonitve se kaže kot neželjeno povečanje lihih stranskih snopov.

-3 dB širina glavnega snopa



Dobitek parabolne antene



$\eta = 0,45 - 0,65$

Izkoristek parabolne antene:

$$\eta = 0,45 - 0,65$$

običajno:

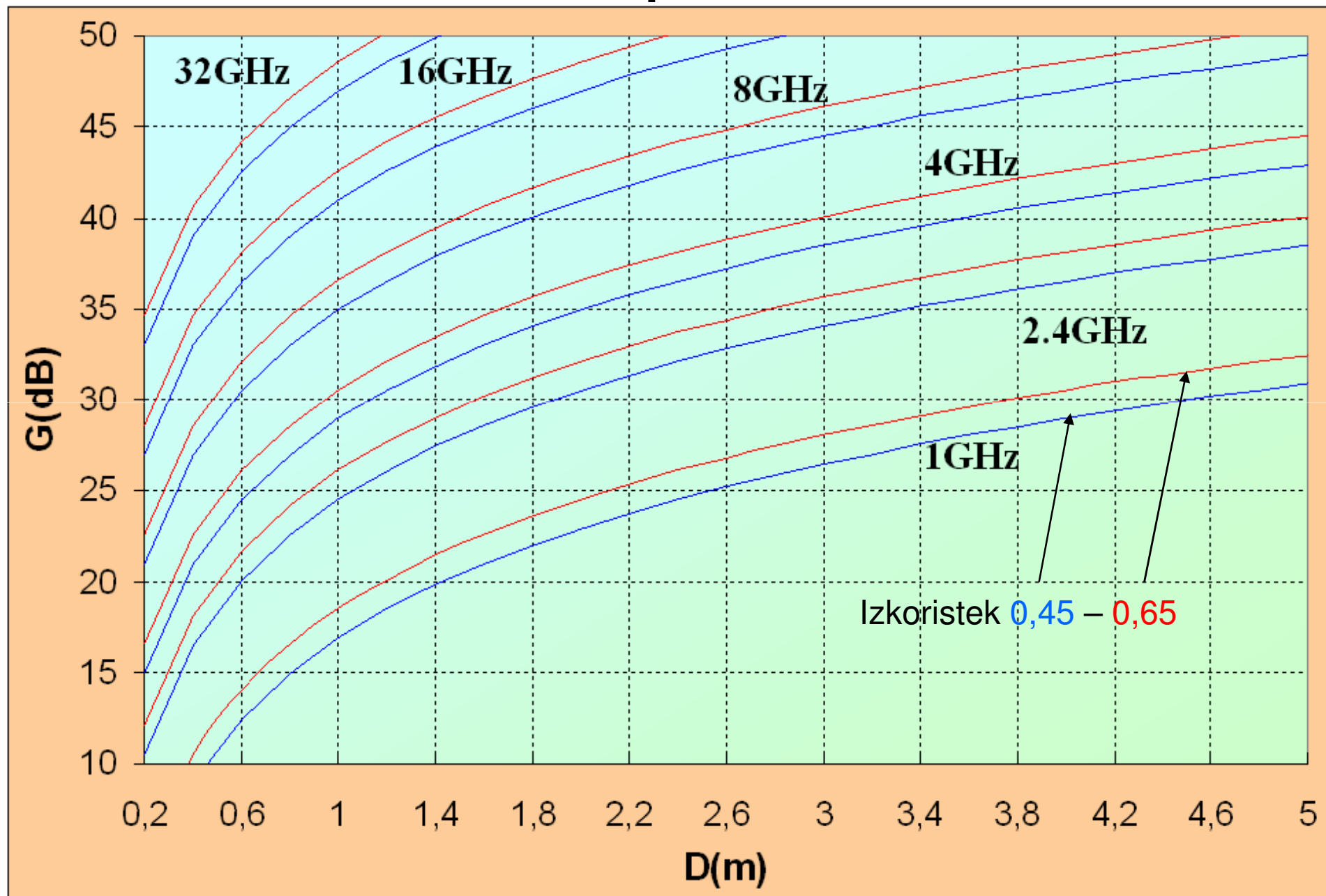
$$\eta = 0,50 - 0,55$$

$$A_{\text{ef}} = \eta A = \eta \pi D^2/4$$

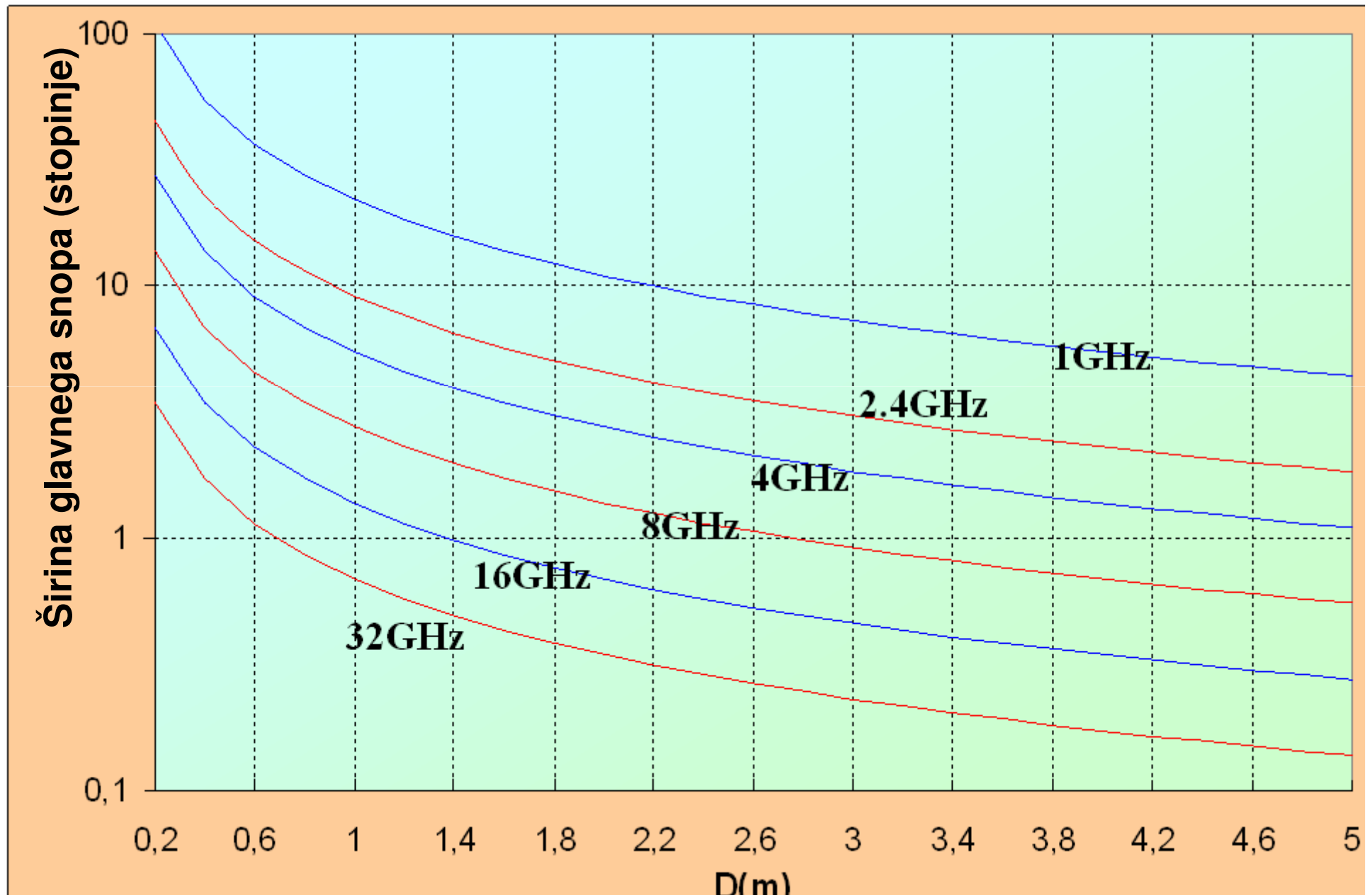
$$G = 4\pi A_{\text{ef}}/\lambda^2 = \eta(\pi D/\lambda)^2$$

$$G_{\text{db}} = (16,9-18,5) + 20 \log f_{\text{GHz}} + 20 \log D_{\text{m}}$$

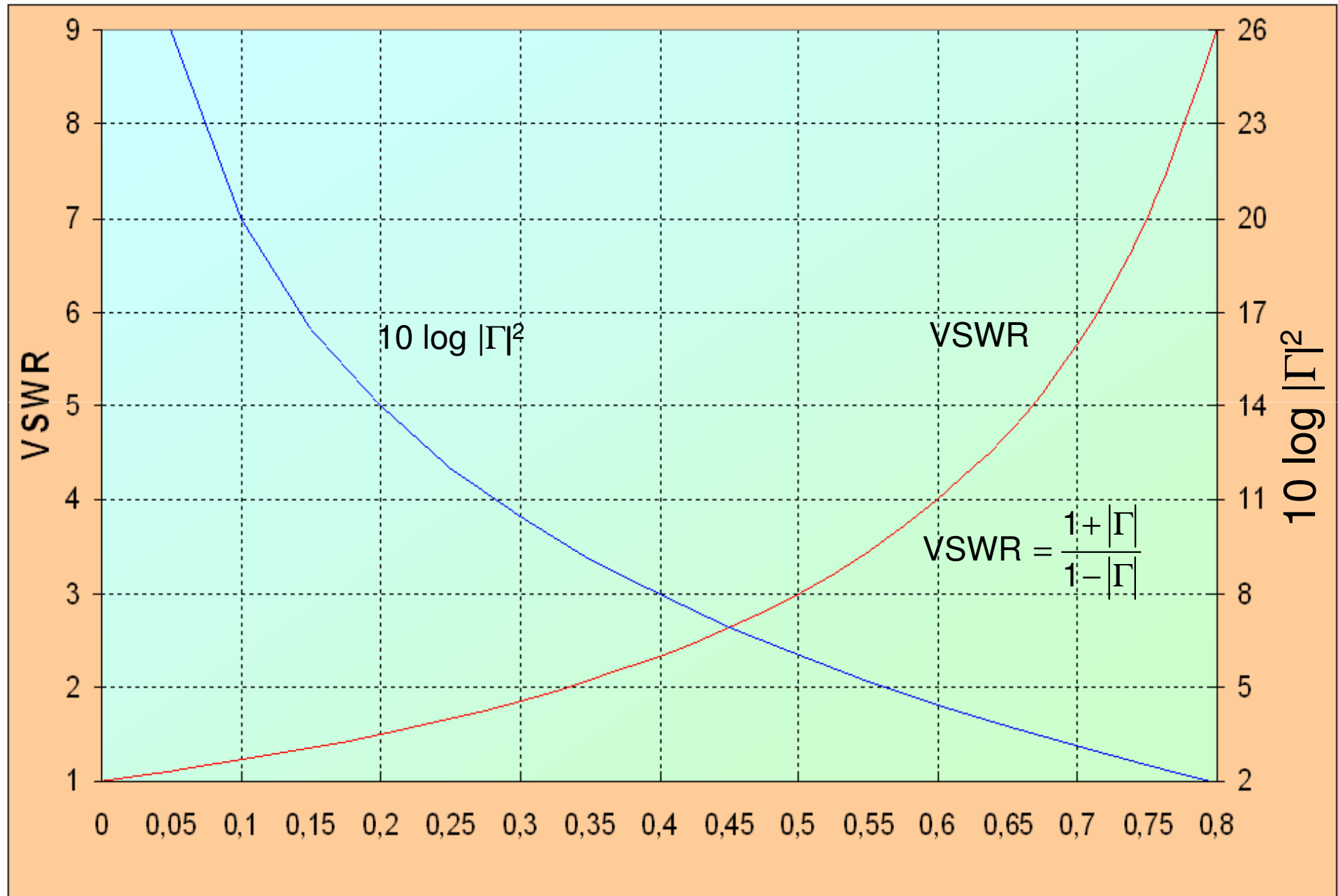
Primer: Dobitek parabolne antene



Primer: Širina glavnega snopa



Neprilagojenost in odbojno slabljenje





Dobitek parabolne antene v dBi

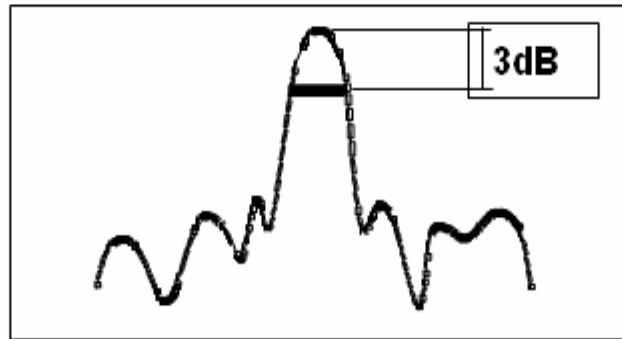
Premer antene

Frekvenca

	2 ft (0.6m)	4 ft (1.2m)	6 ft (1.8m)	8 ft (2.4m)	10 ft (3.0m)	12 ft (3.7m)	15 ft (4.5m)
2 GHz	19.5	25.5	29.1	31.6	33.5	35.1	37
4 GHz	25.5	31.6	35.1	37.6	39.5	41.1	43.1
6 GHz	29.1	35.1	38.6	41.1	43.1	44.6	46.6
8 GHz	31.6	37.6	41.1	43.6	45.5	47.1	49.1
11 GHz	34.3	40.4	43.9	46.4	48.3	49.9	51.8
15 GHz	37	43.1	46.6	49.1	51	52.6	NA
18 GHz	38.6	44.6	48.2	50.7	NA	NA	NA
22 GHz	40.4	46.4	49.9	NA	NA	NA	NA
38 GHz	45.1	51.1	NA	NA	NA	NA	NA

Slabljenje na zvezi se zmanjša za vsoto dobitka oddajne antene in dobitka sprejemne antene

Primer: Širina glavnega snopa



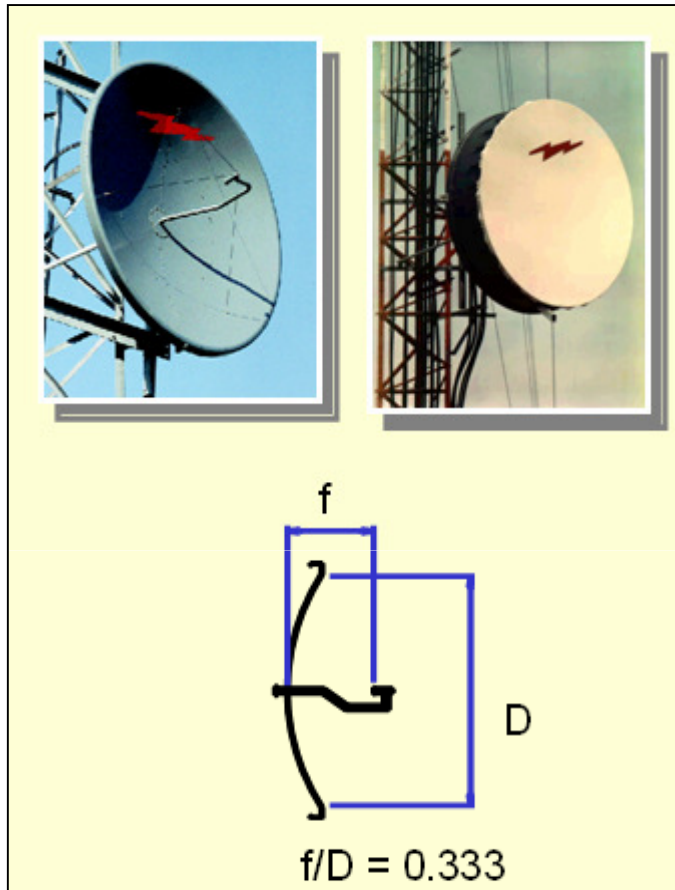
Frekvenca

Premer v metrih

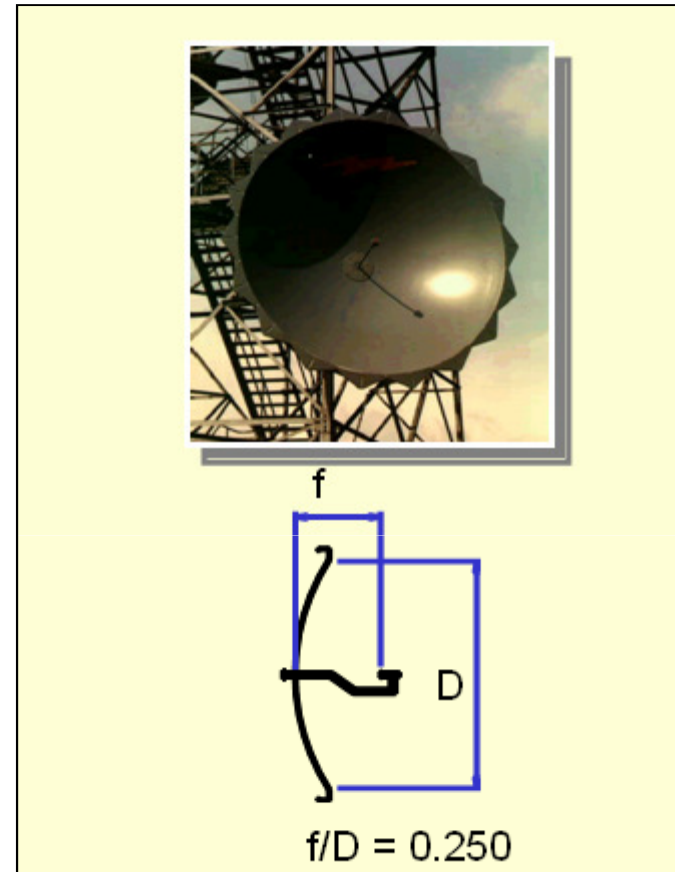
	0.3 m	0.6 m	1.2 m	1.8 m	2.4 m	3 m	3.7 m	4.5 m
2 GHz	35	17.5	8.75	5.83	4.38	3.5	2.84	2.33
6 GHz	11.67	5.83	2.92	1.94	1.46	1.17	0.95	0.78
8 GHz	8.75	4.38	2.19	1.46	1	0.88	0.71	0.58
11 GHz	6.36	3.18	1.59	1	0.8	0.64	0.52	0.42
14 GHz	5	2.5	1.25	0.83	0.63	0.5	0.41	0.33
18 GHz	3.89	1.94	0.97	0.65	0.49	0.39	0.32	0.26
23 GHz	3	1.52	0.76	0.51	0.38	0.3	0.25	0.2
38 GHz	1.84	0.92	0.46	0.31	0.23	0.18	0.15	0.12

Širina snopa v stopinjah

Razmerje f/D



Standardna antena in antena s ščitom



Globoka antena z zobatim robom

Nizkošumne antene zahtevajo majhno razmerje f/D .

Parabolna antena s stranskim ščitnikom



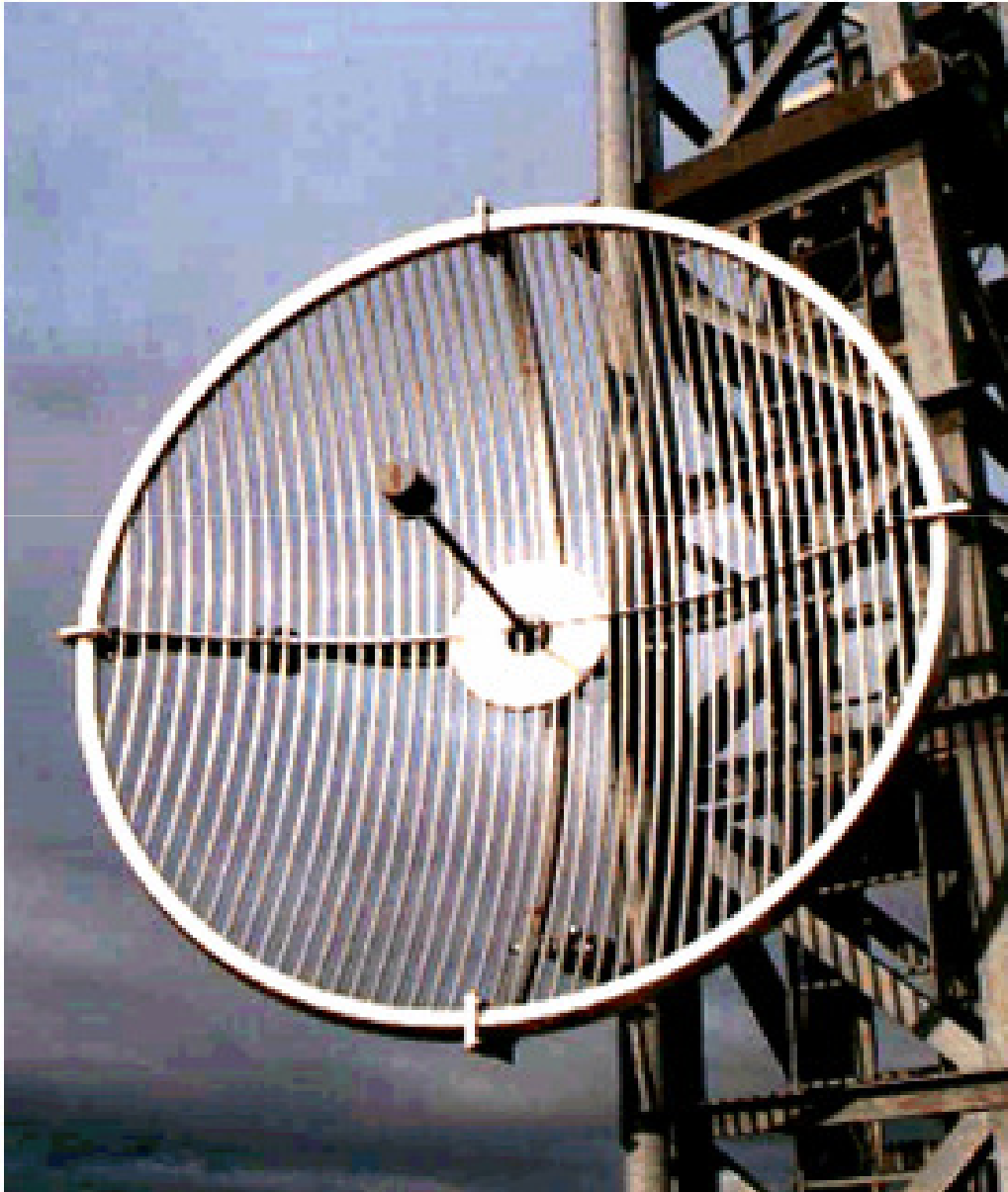
- Valjasti ščit obložen z absorberjem
- Planarni radom
- Izboljšano razmerje naprej/nazaj
- Oslabljeno stransko sevanje

Globoko zrcalo z oblikovanim robom



- Globok reflektor
- Zobati rob reflektorja
- Nekaj nižji dobitek
- Izboljšano razmerje naprej/nazaj

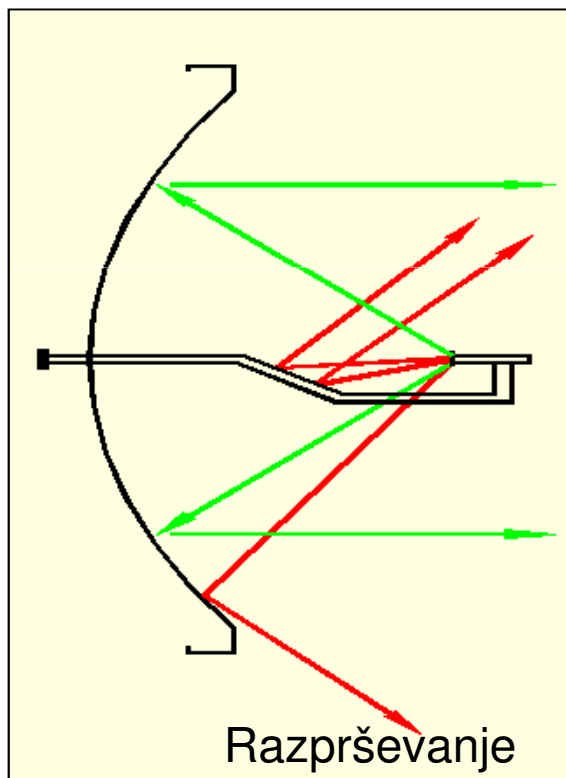
Rešetkasto zrcalo



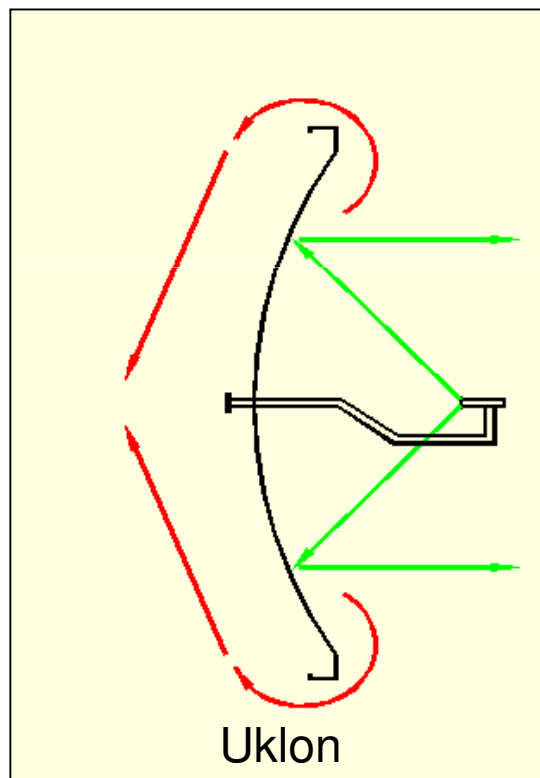
- Reflektor izdelan kot rešetka
- Polarizacija določena z rešetko
- Zmanjšana sila vetra
- Uporaba pod 2,7 GHz

Neželeni pojavi na zrcalnih antenah

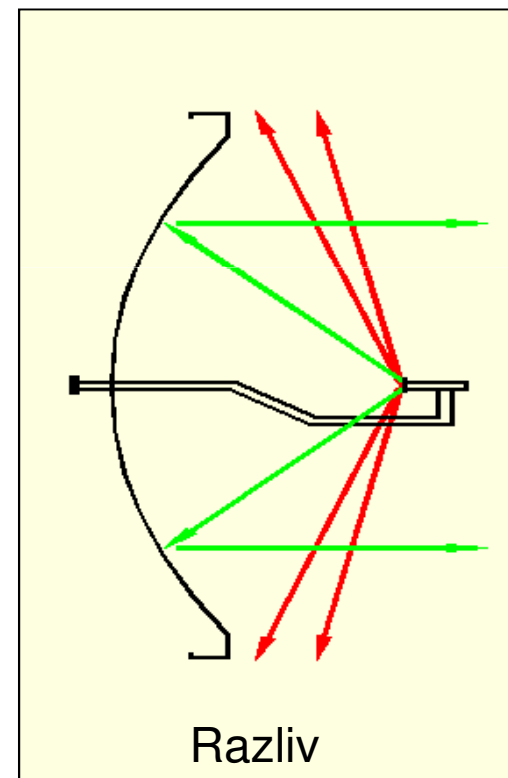
Razpršeno
sevanje



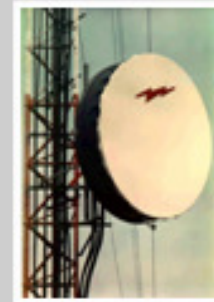
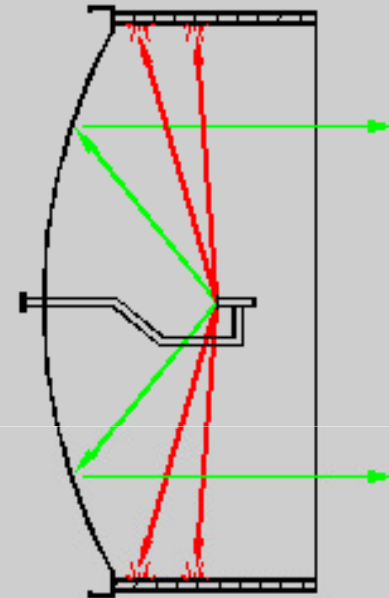
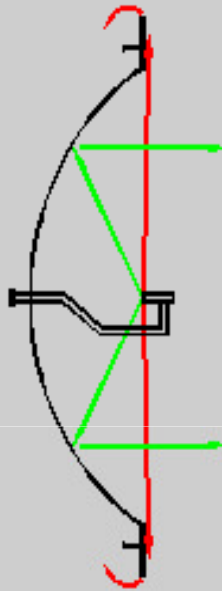
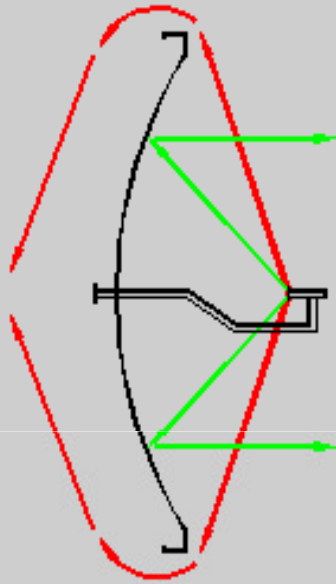
Sevanje v smeri
nazaj



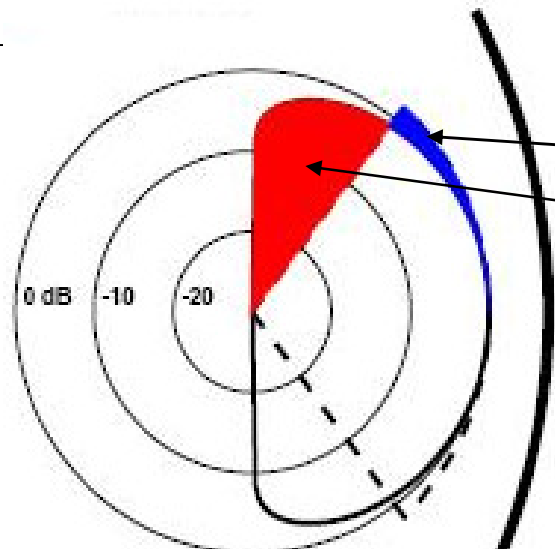
Sevanje v bočni
smeri



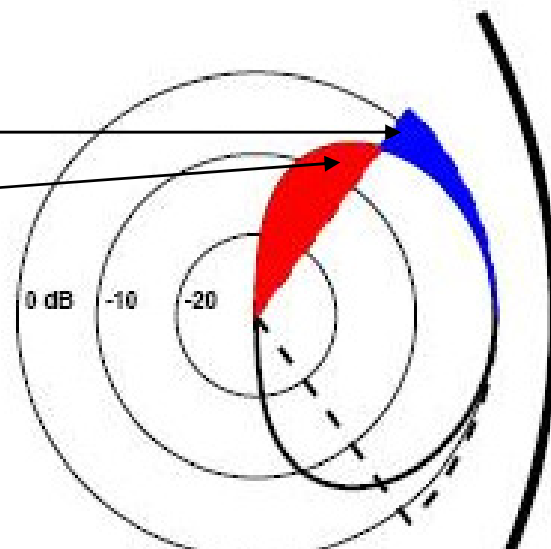
Oblika zrcala in stransko sevanje



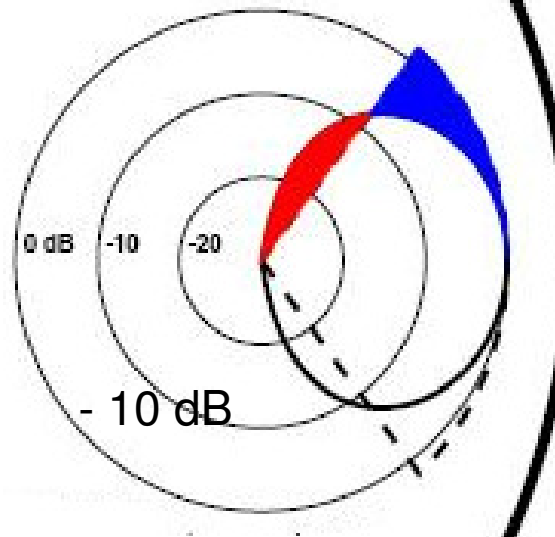
Razmerje med želeno osvetlitvijo in razlivom



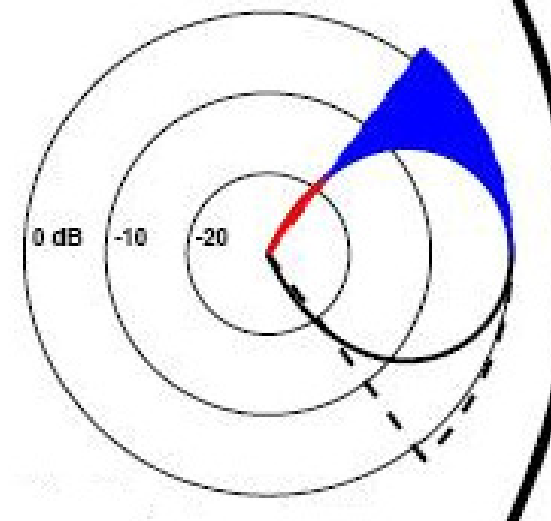
Osvetlitev na robu – 3 dB



Osvetlitev na robu – 6 dB



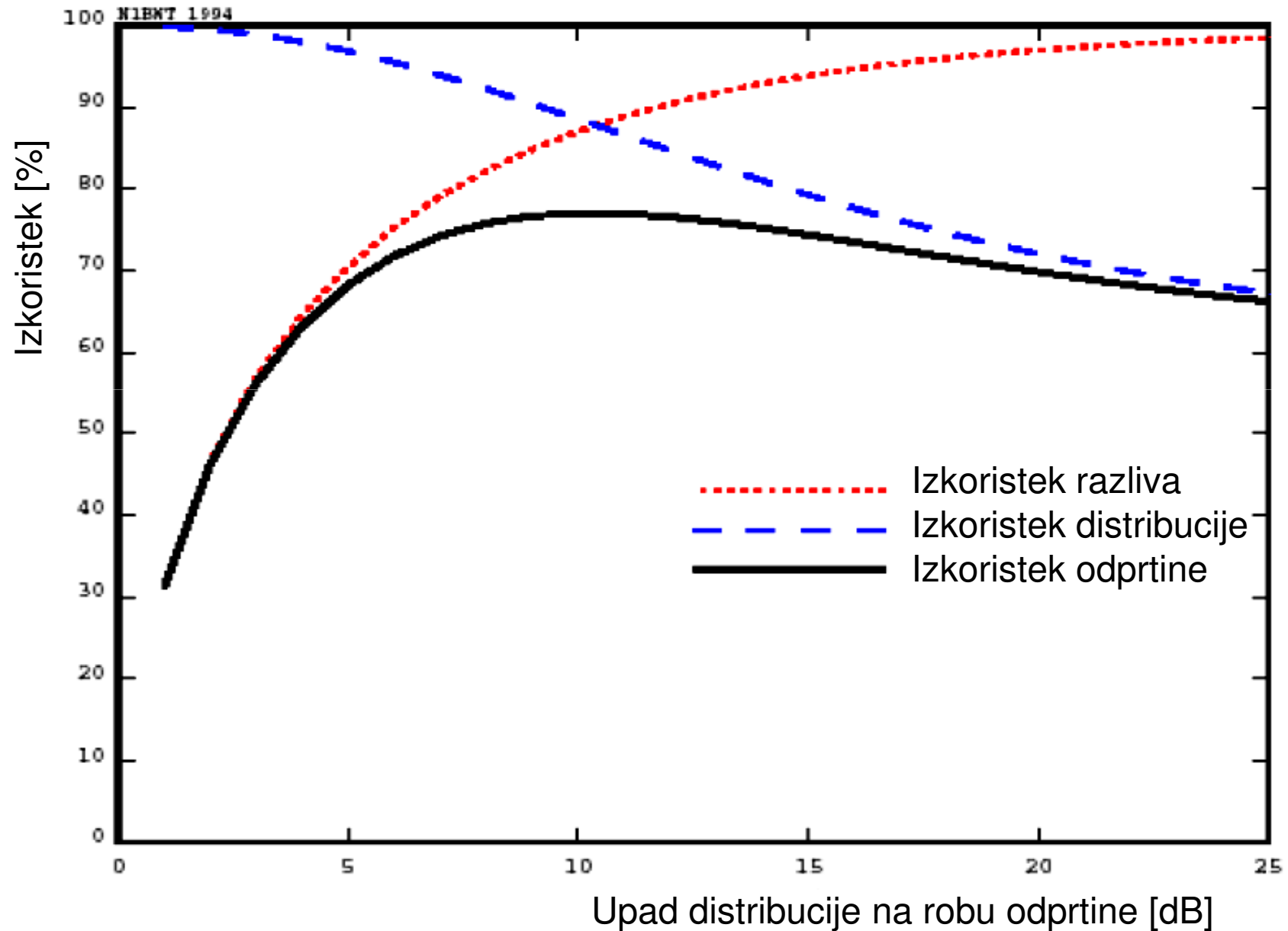
Osvetlitev na robu – 10 dB



Osvetlitev na robu – 20 dB

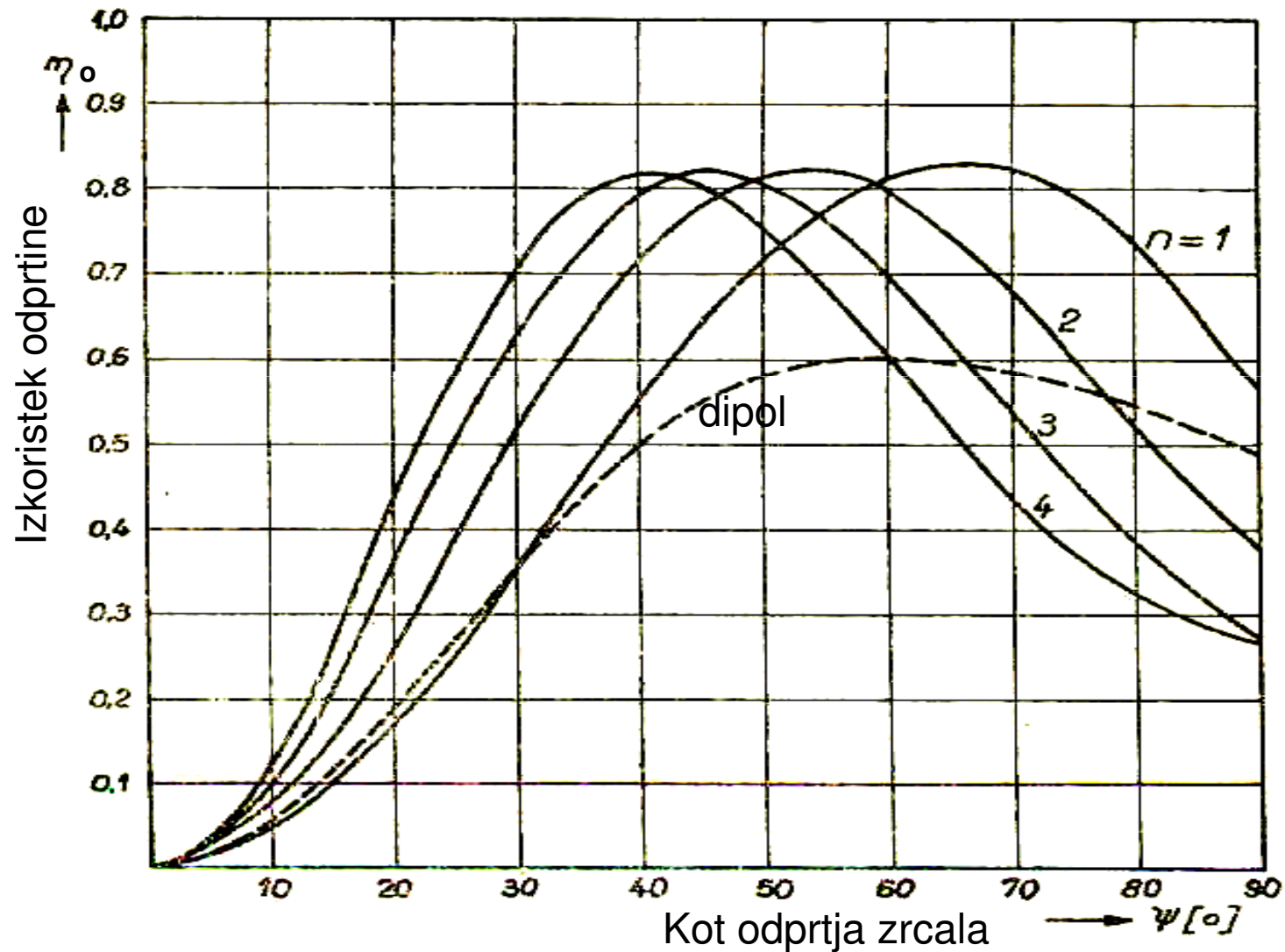
Osvetlitev
Razliv

Izkoristek odprtine



Izkoristek odprtine

Model smernega diagrama primarnega vira v gorišču $f(\theta) = \cos^n(\theta)$



Zaščitni radom

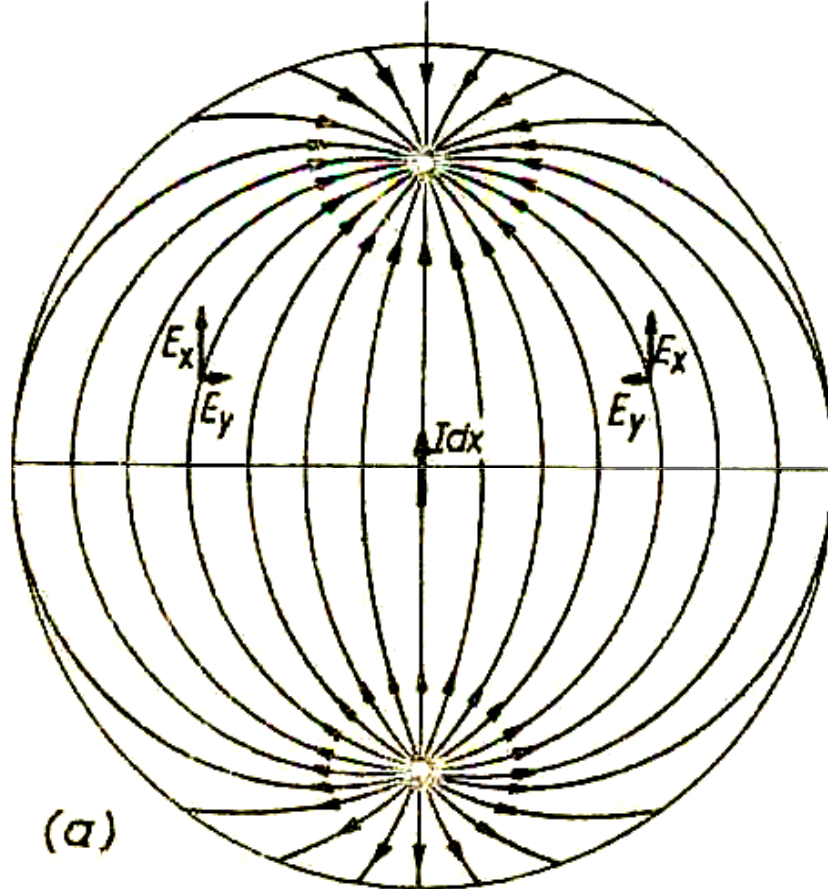
Zmanjšuje silo vetra

Ščiti pred snegom, ledom in nesnago



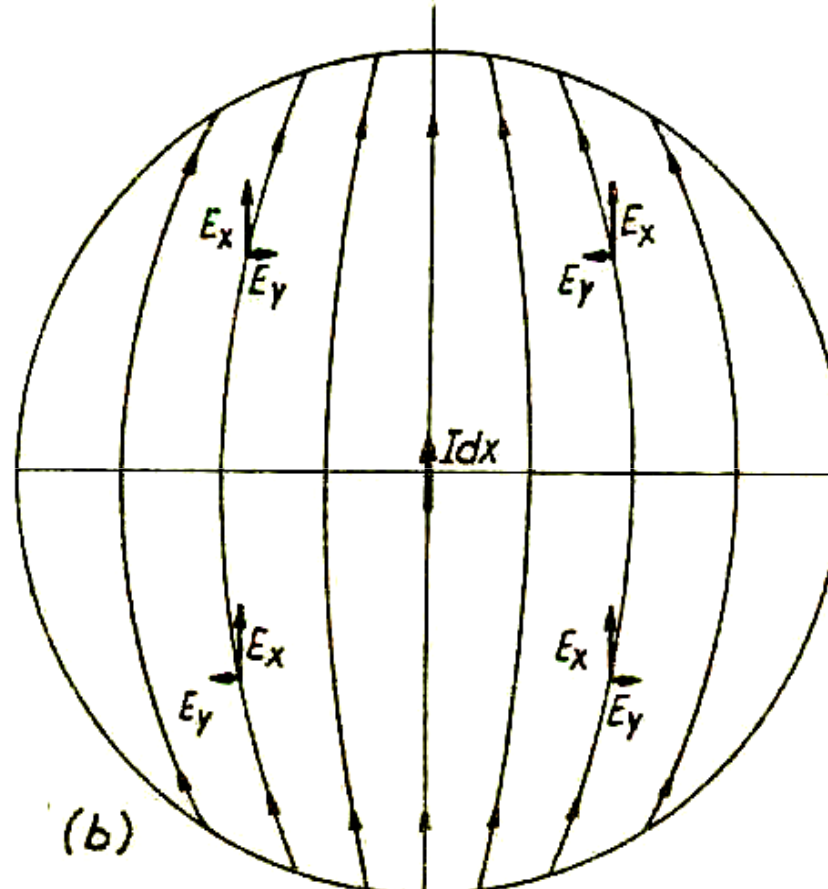
Polarizacija polja na odprtini zrcala

Globoko zrcalo



(a) Močna parazitna komponenta polja

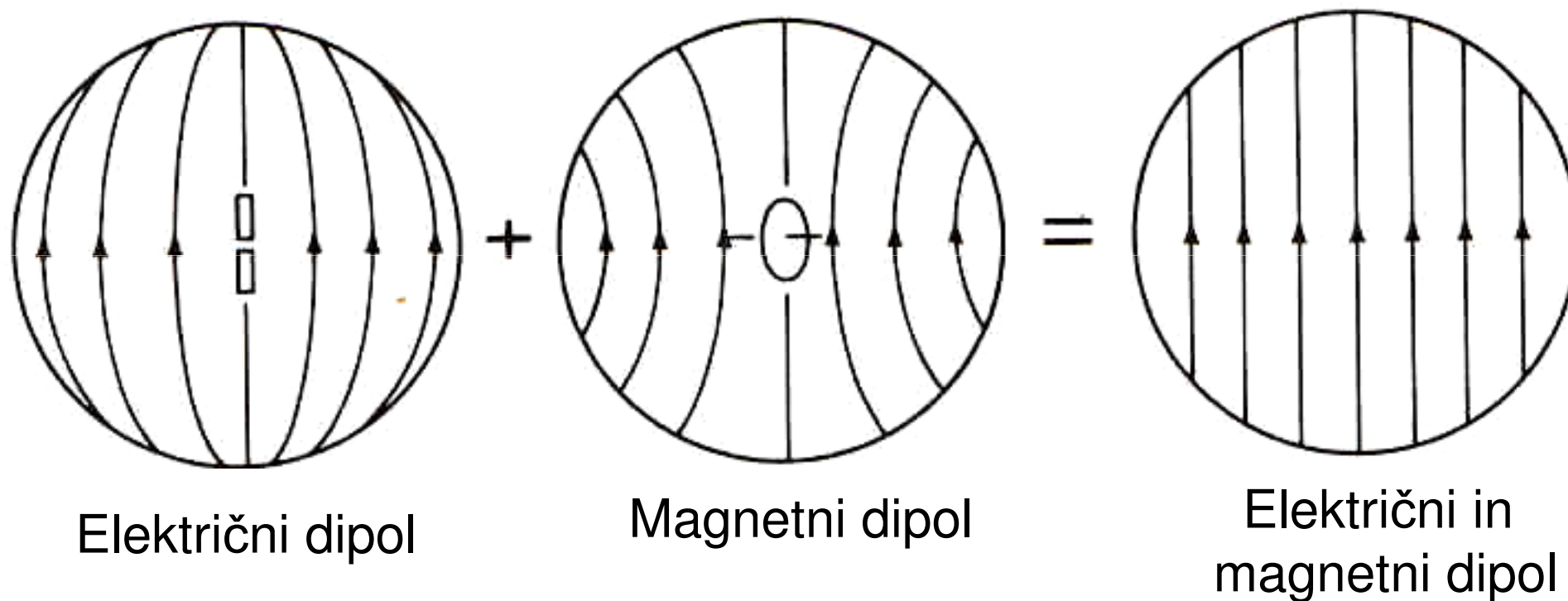
Plitvo zrcalo



(b) Oslabljena parazitna komponenta polja

Polarizacija polja na odprtini zrcala

Primarna antenna v gorišču je kombinacija električnega in magnetnega dipola



Električni in magnetni dipol tvorita Huyensov vir. Zato dajejo lijaki na odprtini zrcala polje brez parazitne komponente.

Primarni viri

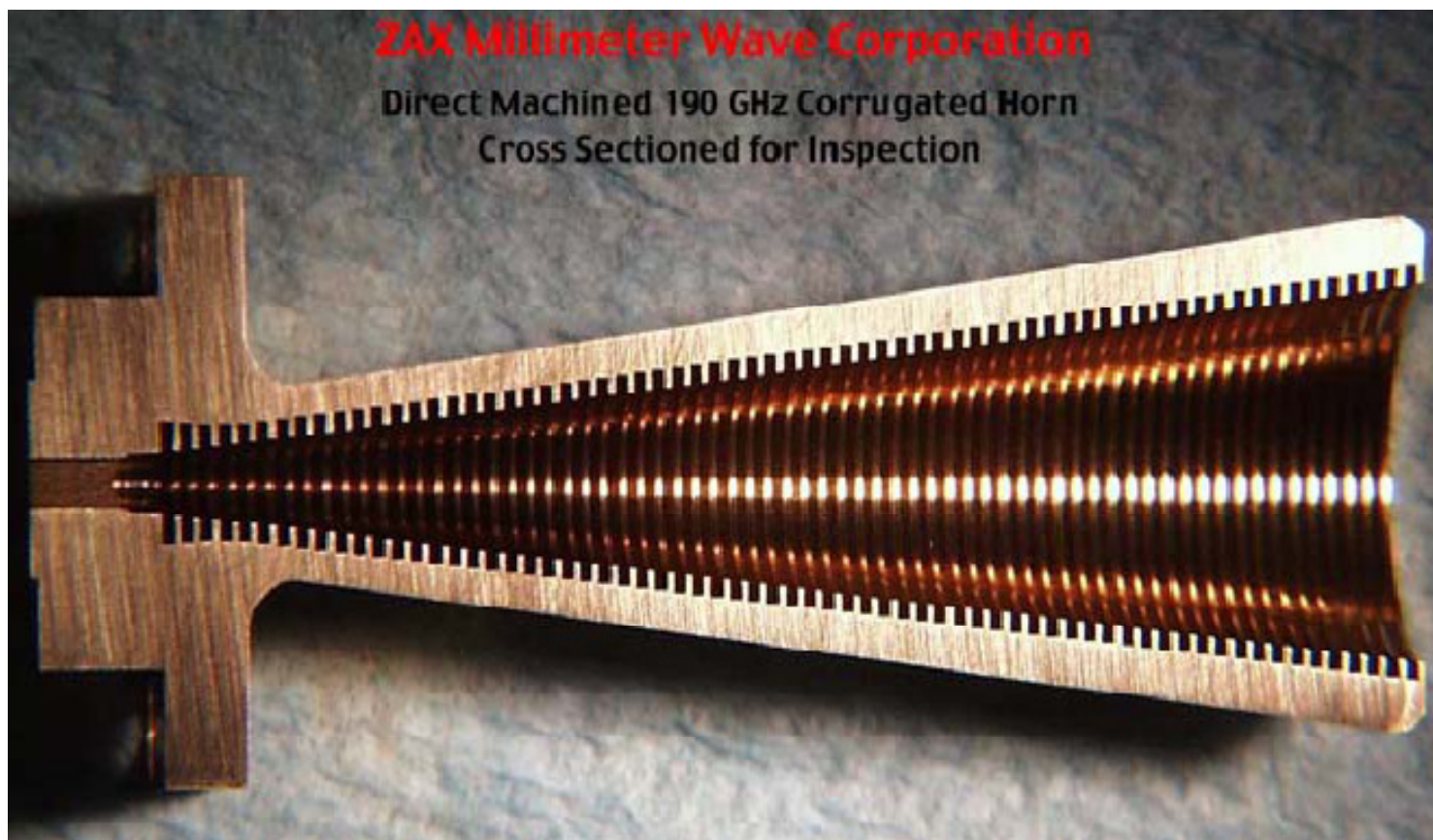
- Dipol ali križni dipol pred reflektorjem
- Lijak krožne (eliptične) odprtine
- Korugirani lijak
- Planarna spirala
- Heliks
- Reže
- Krpice
- Hiperbolno zrcalo v gorišču (Cassagrain)
- Eliptično zrcalo v gorišču (Gregory)

Korugirani konični lijak (skalarni vir)



Smerni diagram ima v E in H ravnini enako širino lista. Lijak je primeren za vzbujanje zrcalnih anten s krožno odprtino.

Korugirani lijak

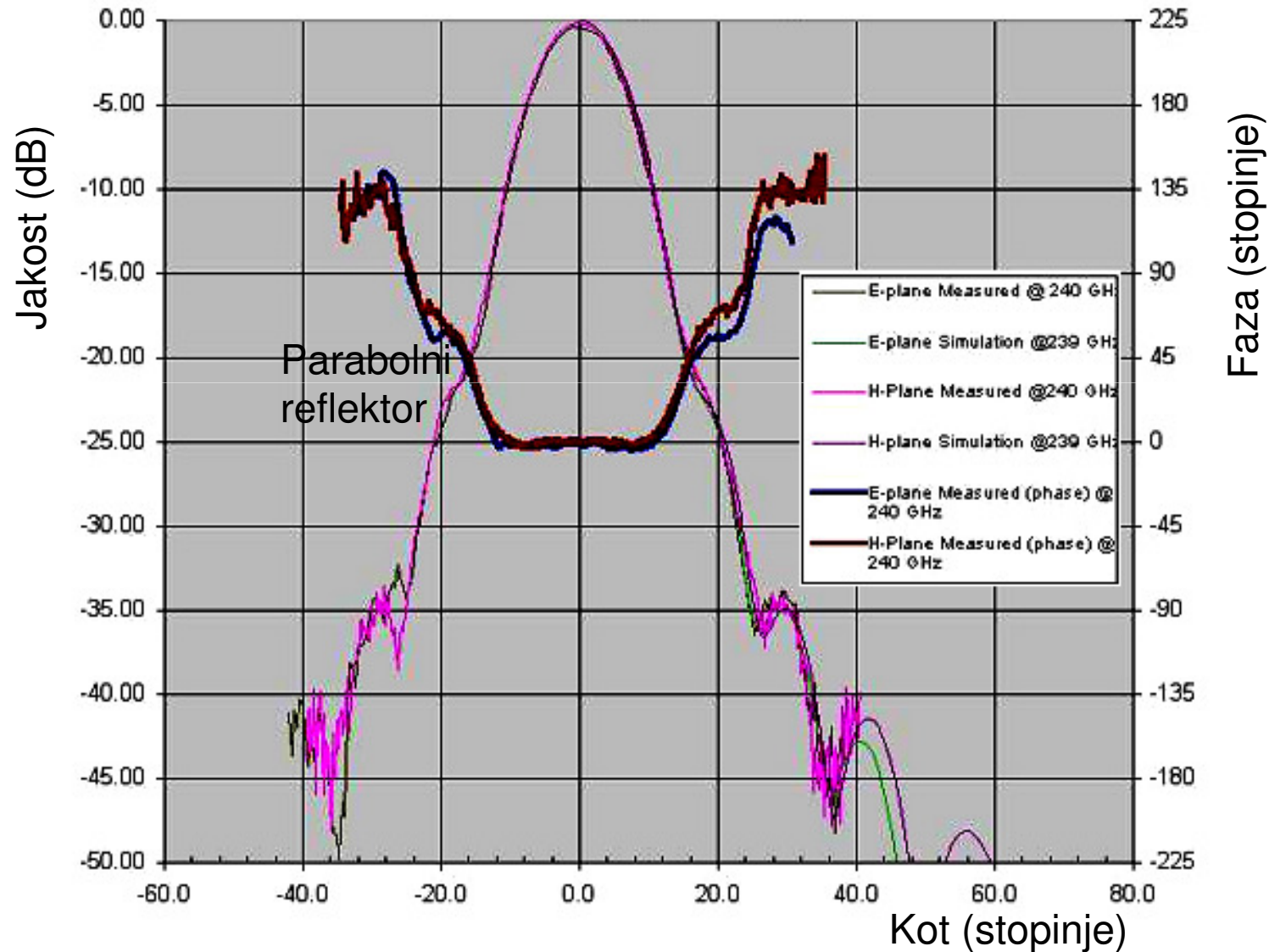


Korugirani lijak za 240 GHz

Smerni diagram korugiranega lijaka

$f = 240$ GHz izračunani in izmerjeni rezultati

Lijak ima enako širino glavnega snopa v E in H ravnini

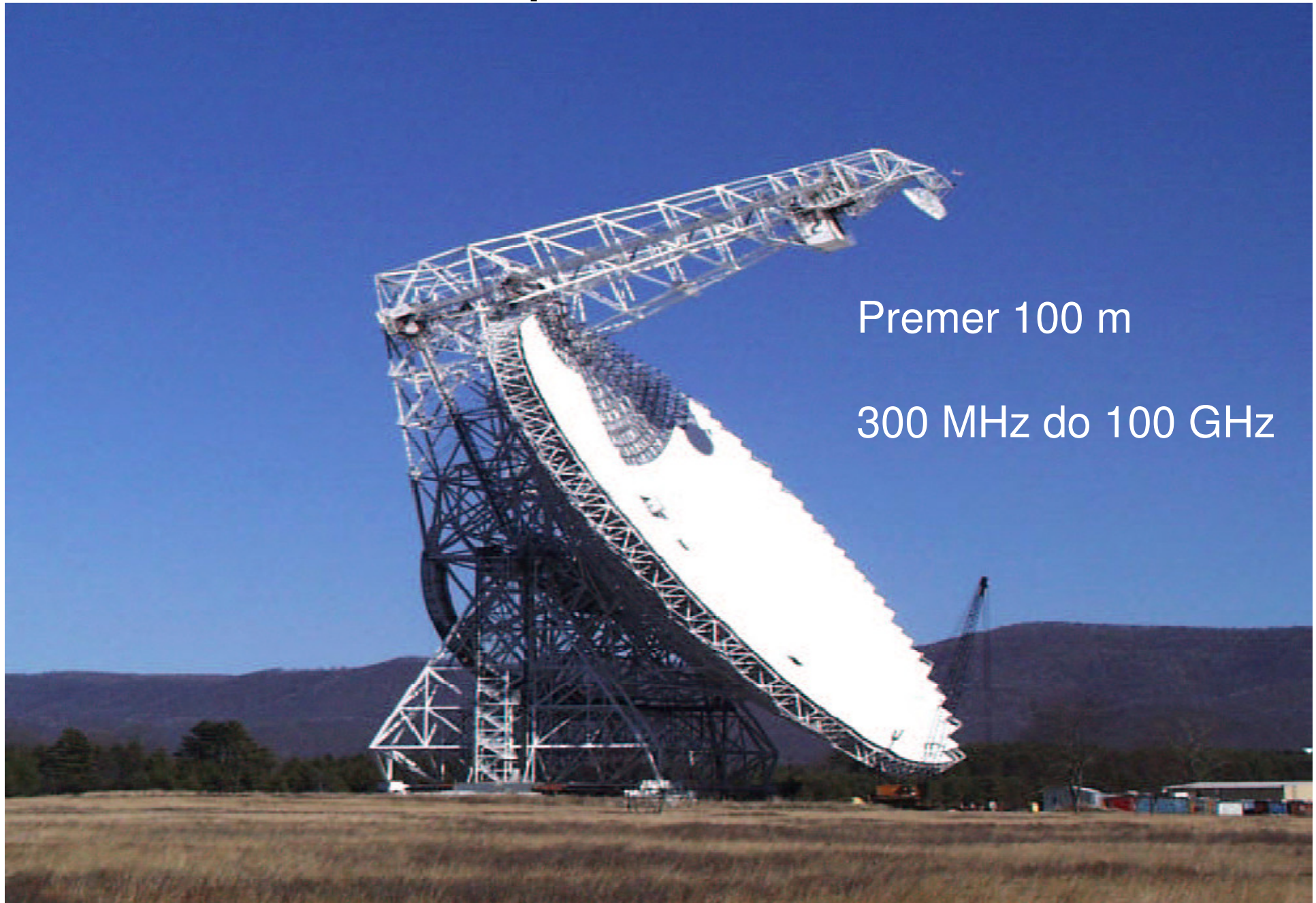


Radioteleskop Effelsberg, D



- Največji radioteleskop
- Premer 100 m
- Izdelan za cm področje
- Uporablja se tudi na mm področju, npr. 3 mm

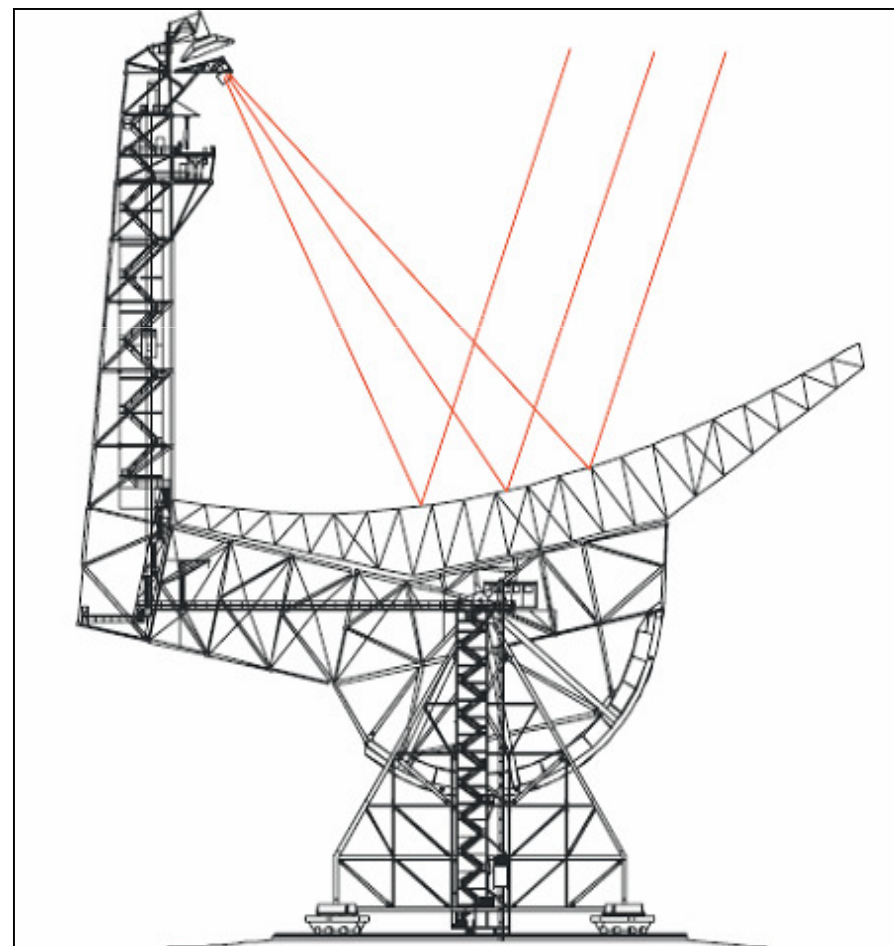
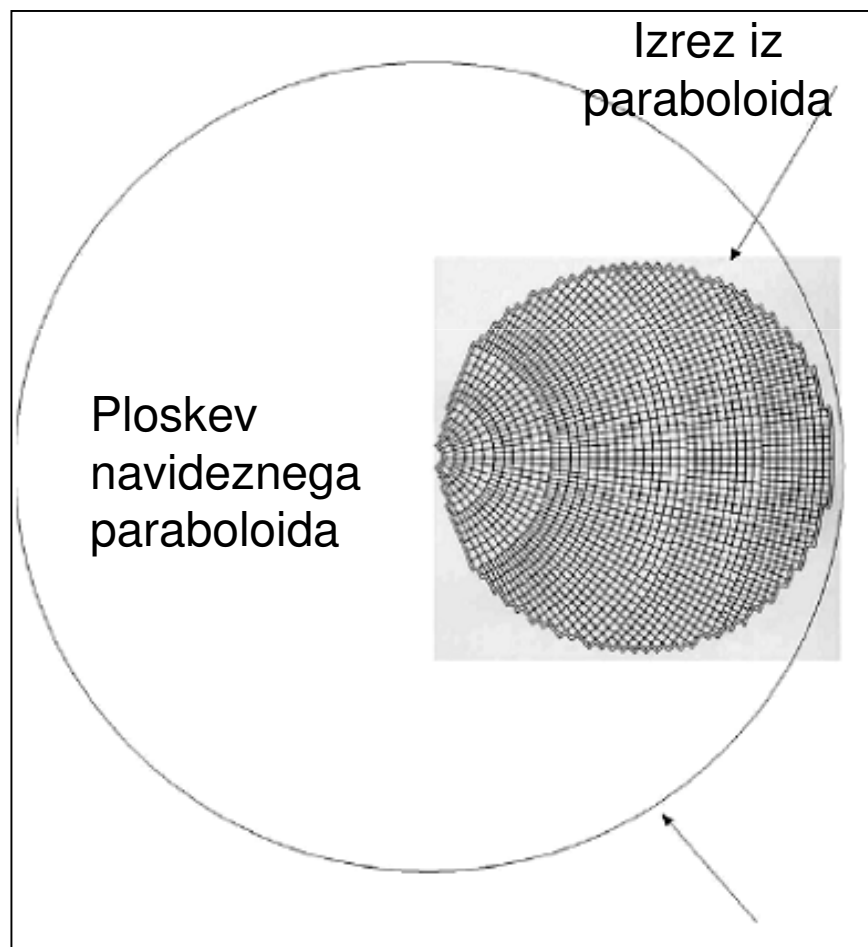
Radioteleskop Green Bank, W.W.



Premer 100 m

300 MHz do 100 GHz

Radioteleskop Green Bank





70-m DSN antenna

-Range of spacecraft

Detection = 1.6 billion KM

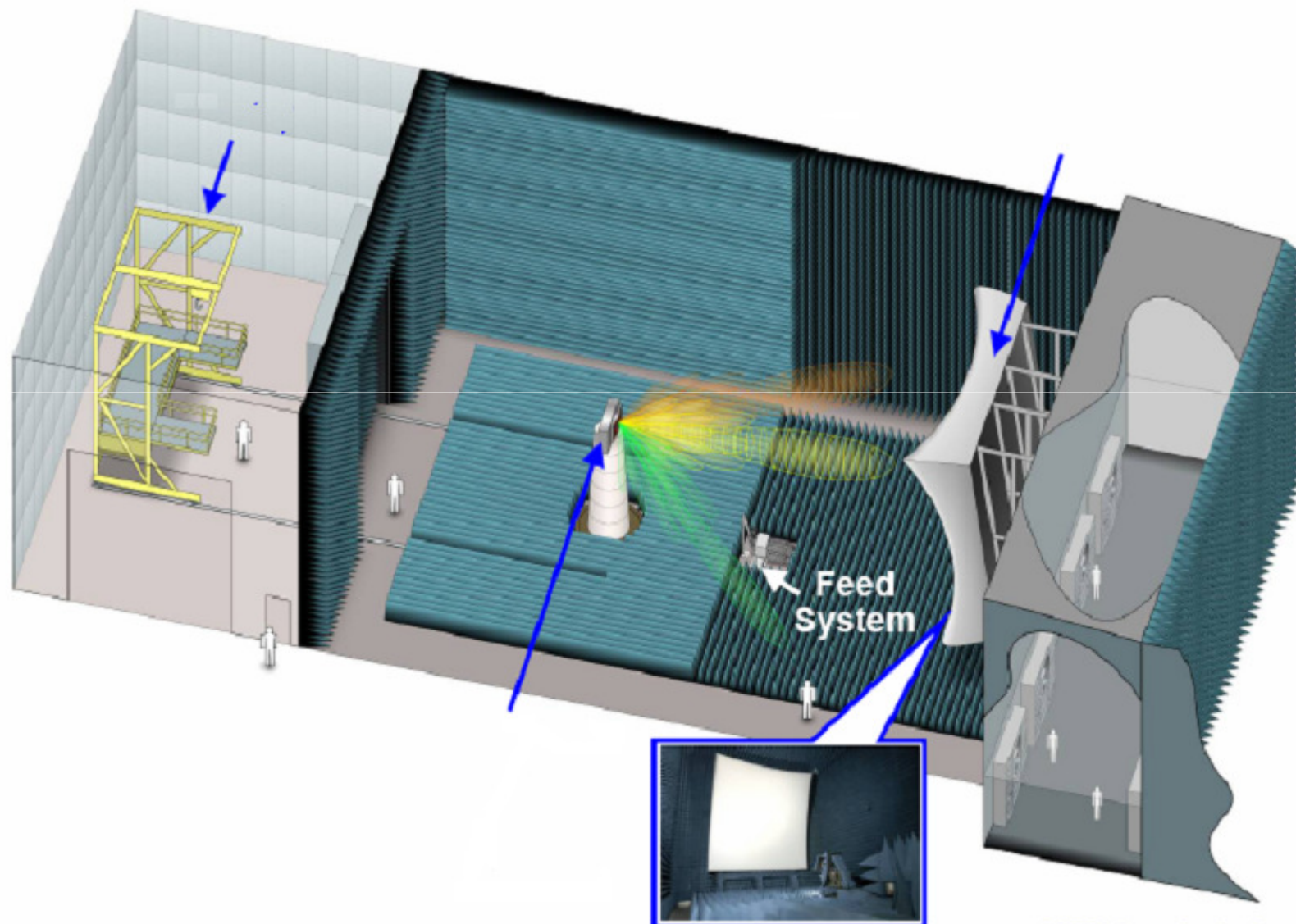
-Precision across 3,850

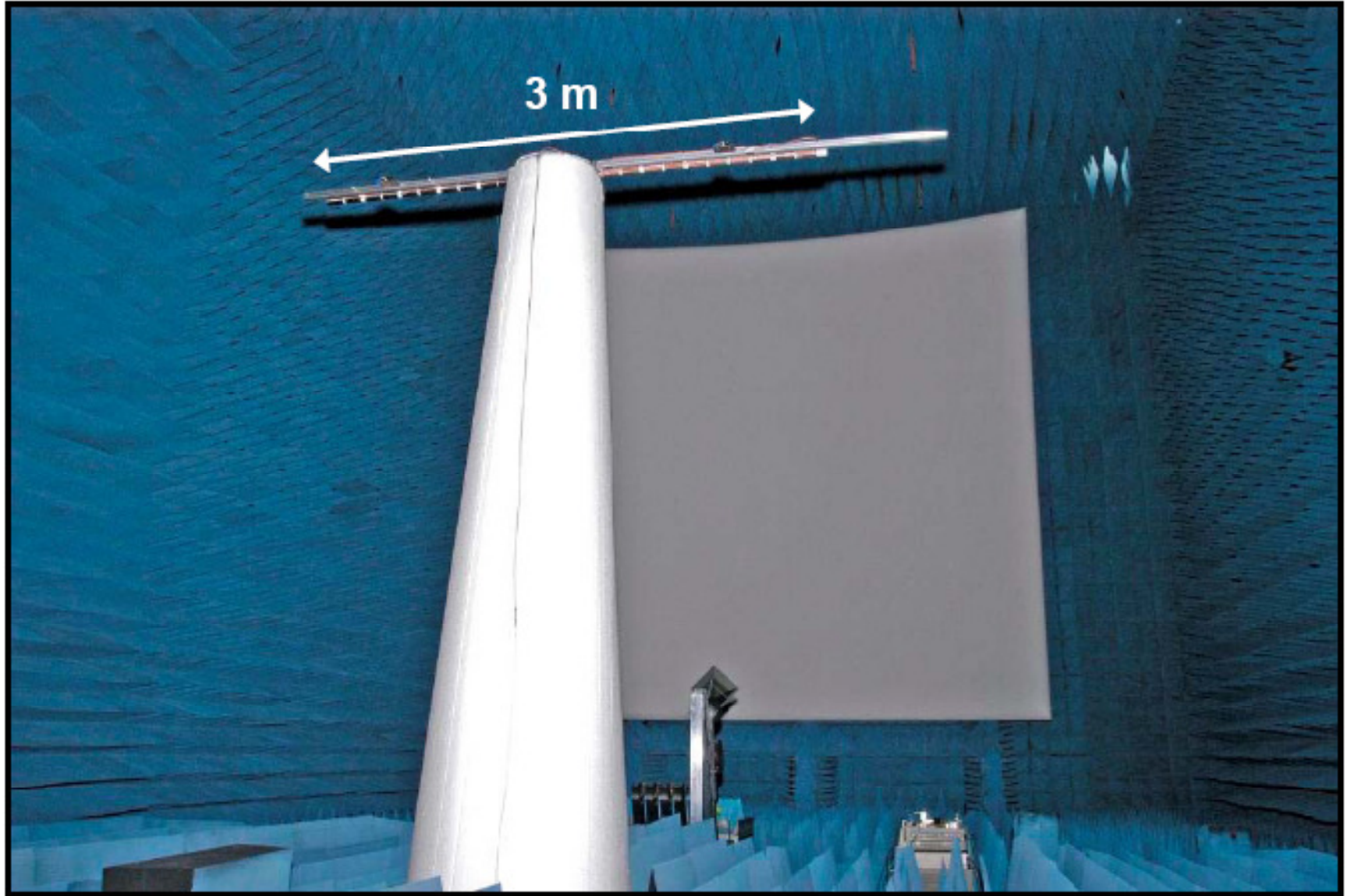
Sq meter = 1 cm

-Weight = 2.7 Million Kg



Compact Range Facility at MIT Lincoln Laboratory






http://tarpit.rmc.ca/smithr/EEE381/Winter2009/EEE/Lectures/AntennaTheory_part2.ppt#344,19,3. ...

Datoteka Edit Browse Pojdi na Priljubljene Pomoč

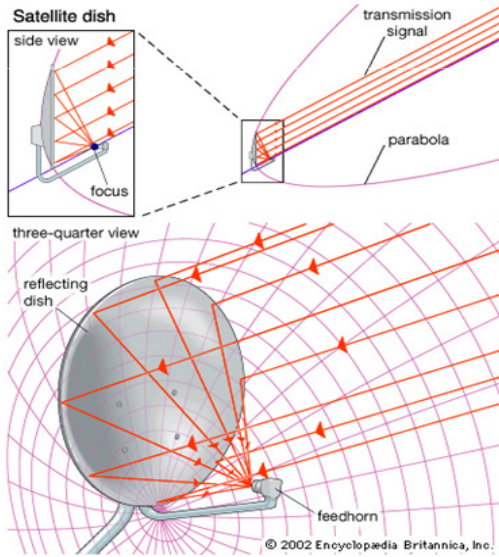
Nazaj Iskanje Priljubljene

Naslov http://tarpit.rmc.ca/smithr/EEE381/Winter2009/EEE/Lectures/AntennaTheory_part2.ppt#344,19,3. Parabolic antennas Pojdi Links



3. Parabolic antennas

- Parabolic antennas are a very common and versatile type of high gain antenna.
- Well behaved relationships exist among the following parameters:
 - the size of the dish's reflector
 - its operating frequency
 - effective antenna area and
 - its efficiency



Winter 2009

EEE381B

Antenna theory – antenna types - 19

Neznano področje

Slide 1 of 21 Default Design Slovenian

start Moji dokumenti MBTL_LOGPE... MBTL_LOGPE... Adobe Reader... http://tarpit.r... 20:26

konec