SONČNA ENERGIJA IZ ORBITE

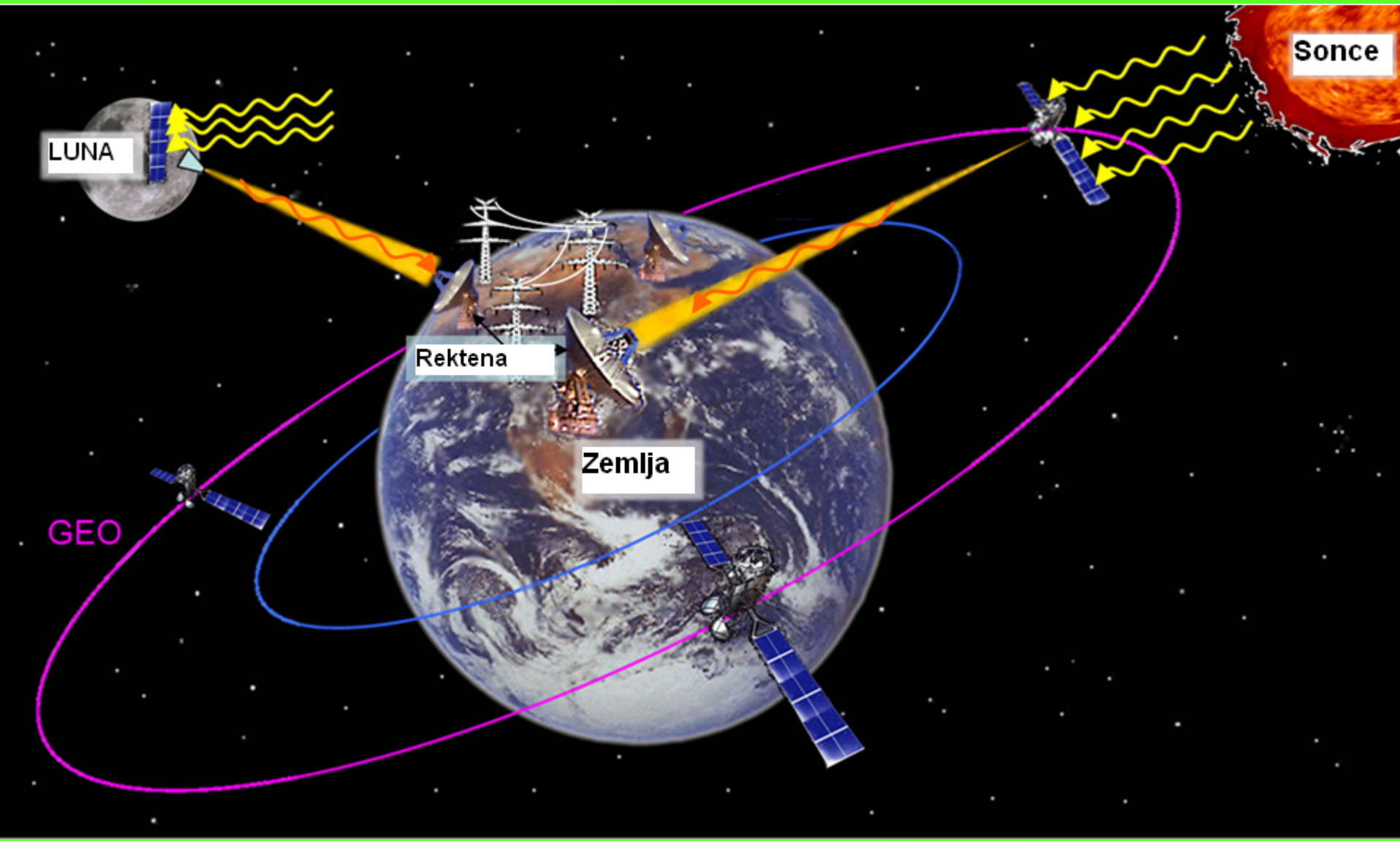
Aleksander Zidanšek

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

Institut “Jožef Stefan”

Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo
Univerze v Mariboru

Vizija prihodnosti



Zidansek A, Ambrožič M, Milfelner M, Blinc R, Lior N, Energy, 2011

Nekaj energijskih kazalcev

http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy

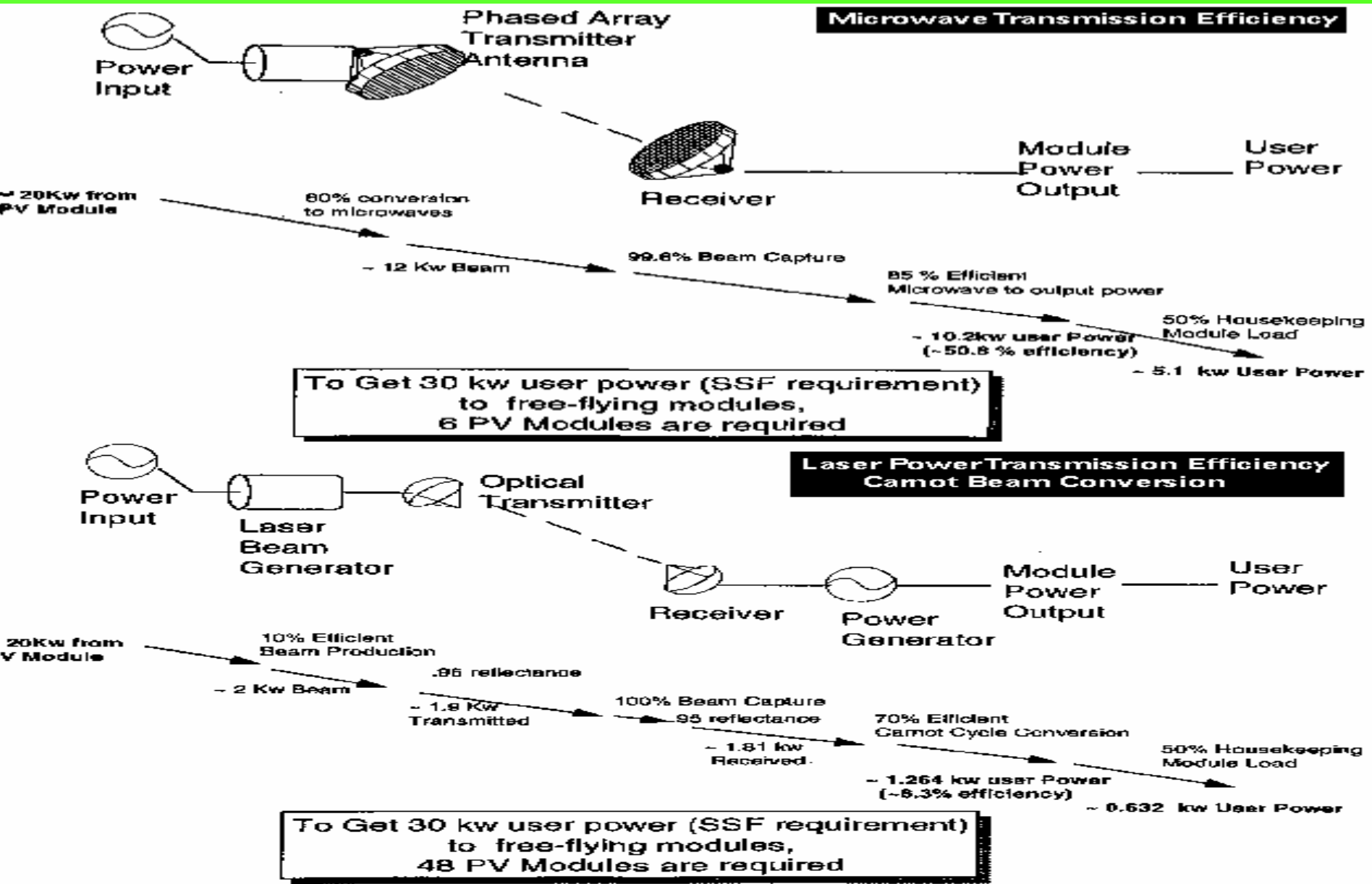
Kazalec	Enota	2007	2008	2009	2010	2011
Investicije v obnovljive vire energije	milijard USD	104	130	160	211	257
Kapaciteta obnovljivih energijskih virov	Gwe	1,070	1,140	1,230	1,320	1,360
Kapaciteta obnovljivih energijskih virov brez velikih hidroelektrarn	GWe	240	280	305	375	390
Kapaciteta energije vetra	GWe	94	121	159	198	238
Kapaciteta fotovoltaikov	**GWe**	**9,4**	**15,7**	**23**	**40**	**70**
Kapaciteta sončnih kolektorjev	GWth	120	130	160	185	232
Proizvodnja etanola	milijard litrov	50	69	76	86	86

Zgodovina energije iz vesolja

- 1925 Ciolkovski, zamisel o energiji iz vesolja
- 1929 Potočnik, geostacionarni satelit
- 1968 Gruber, predlagal elektrarne v vesolju
- 1979 NASA: Koncept – previsoka cena
- 2008 Mankins: prenos energije Maui-Havaji z mikrovalovi (>140 km)
- 2010 Hawking – imamo še največ 200 let na Zemlji
- 2011 Mankins, študija

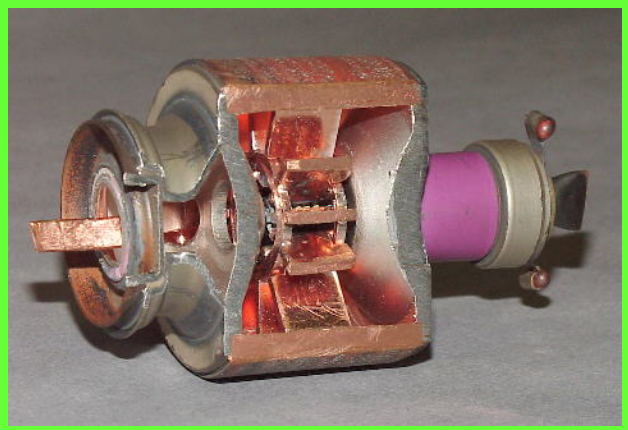


NASA – KONCEPT IZ LETA 1979



Kaj so mikrovalovi?

- Elektromagnetno valovanje
- λ: 1 mm - 1 m, frekvenca 300 MHz-300 GHz
- V naravi:
  - Sonce, prasevanje, …
  - vodikova fina struktura
- Izviri:
  - magnetron, klistron, diode, FET, …

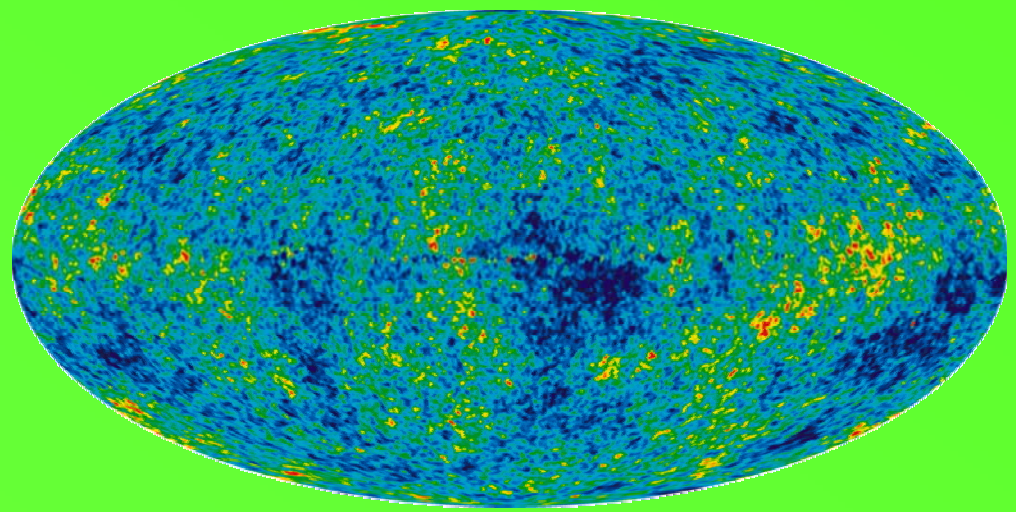


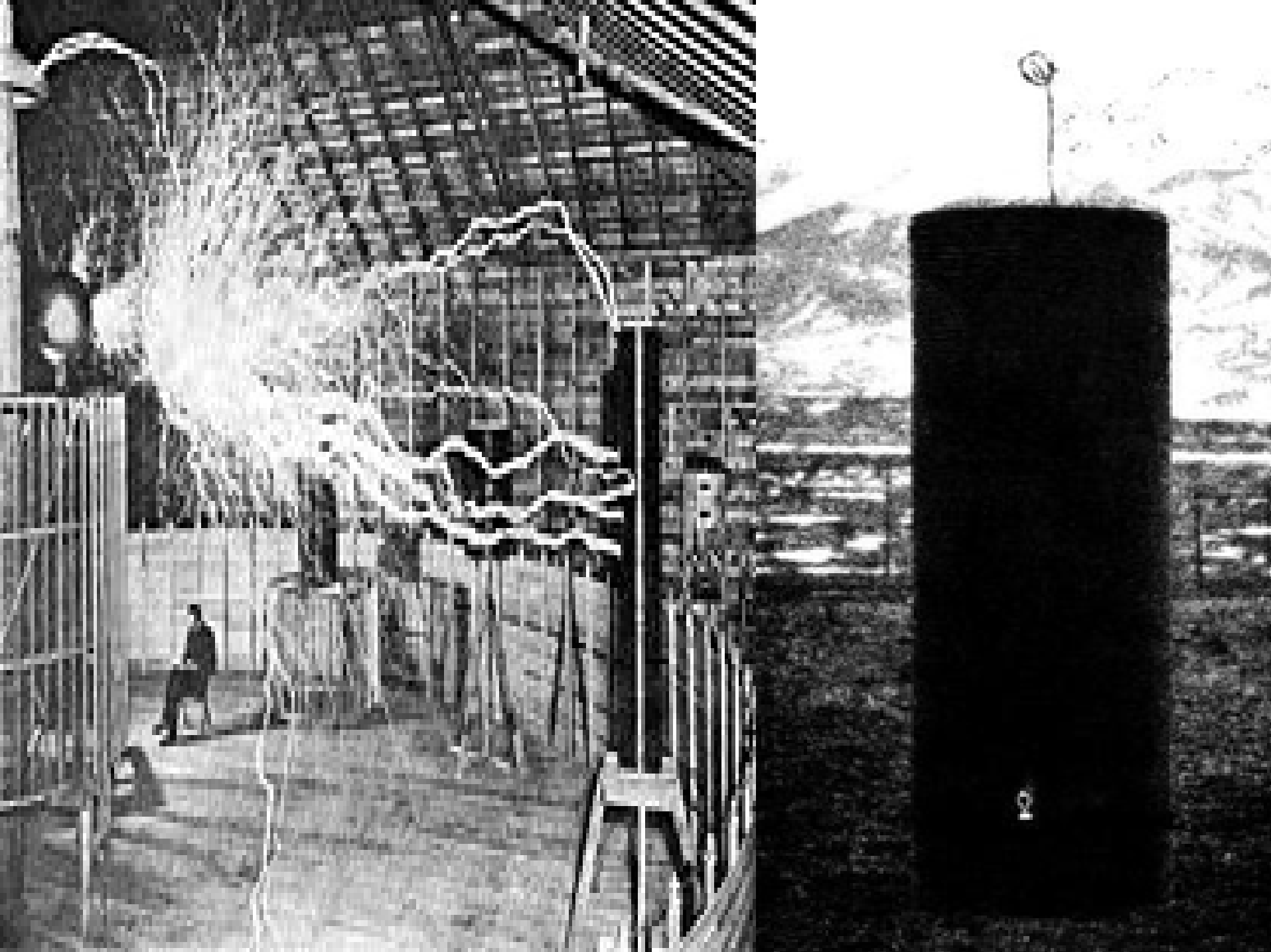


Kje so uporabni?

- Telekomunikacije, radio in televizija
- Mikrovalovna pečica
- Radioastronomija
- Tokamak
- Navigacija
- Spektroskopija
- Radar
- **Prenos energije**
- …







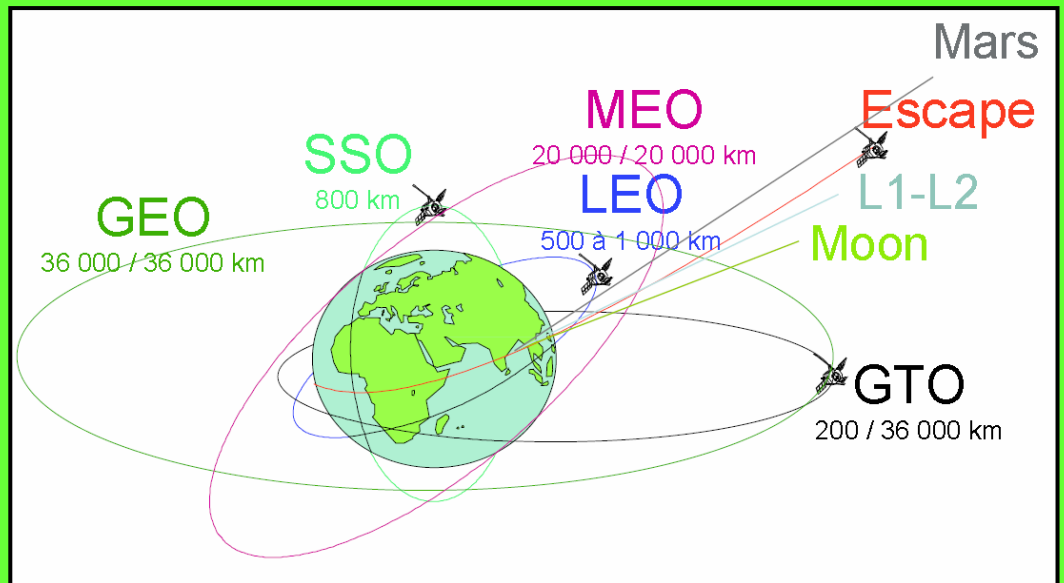
Velikost antene

Rayleighev kriterij:

- Sin $\theta \sim 1{,}22\ \lambda / D$
- Polmer antene $\sim (D\ \lambda)^{1/2}$
- $D \sim 30000$ km (geostacionarna orbita)
- $\lambda \sim 12$ cm (mikrovalovi 2,45 GHz)

Lega elektrarn

- Nizka orbita ($h \approx 200$ km)
- Geostacionarna orbita ($h \approx 36000$ km)
- Luna ($h \approx 380.000$ km)
- Izgradnja na Luni ter uporaba v geostacionarni orbiti





Prednosti elektrarne v orbiti

- Atmosfera ne moti – Sonce praktično 24 ur dnevno
- Nizka zunanja temperatura – idealno hlajenje
- Veliko prostora
- Breztežnost in vakuum → več možnosti za materiale → daljša življenjska doba
- Enostavna dostava energije
- Dodatne uporabe, npr. zaščita Zemlje pred meteorji

Ovira - stroški

- Velika masa: vsaj 20 kg na 1 kW moči
- Visoka cena izstrelitve
  - Arianne V: cca 4000 EUR/kg za nizko orbito
  - Falcon 9: cca 2000 EUR za nizko orbito
  - GEO orbita cca 3x dražja
- Cena torej vsaj 40 EUR / W moči
- SpaceX napoveduje pocenitev izstrelitve s Falconom za 3x
- V GEO orbiti Sonce 24 ur dnevno (10x več kot v Sloveniji, cca 50% izgub pri prenosu)
- Manjka torej le še pocenitev za cca 5x!

Stroški: pocenitev izstrelitve

- Rakete za večkratno uporabo, orbitalna „letala“
- Laserski pogon s površine
- Vodikov top
- Dvig v višjo orbito z lastno energijo
- Izgradnja, izstrelitev z Lune (robotske tovarne, ...)
- Dodatne uporabe (vesoljski turizem, raziskave, proizvodnja v orbiti, …)
- …

Vpliv na družbo

- Nova kvalitetna delovna mesta (ocena ekonomistov okoli 3 na MW moči)
- Poceni čista energija, nove možnosti za:
  - odpravo revščine,
  - rešitev okoljskih problemov,
  - energija za kmetijstvo,, hitrejša rast
  - odmrzovanje cest brez soli,
  - povečanje kakovosti življenja,
  - …

Zaključek

- Okoli 2016-2025 poskusne elektrarne v orbiti
- Čez 20-30 let možne velike količine elektrike
- Ovire na poti:
  - pocenitev izstrelitve,
  - velika začetna investicija,
  - javno mnenje
- Perspektive:
  - Solaren in PG&E:
    podpisana pogodba za 200 MW od leta 2016!
  - Japonska: pilotna elektrarna cca 2025
    > GW moči cca leta 2040