

# Minnispunktur

*TF3DX 3. mars 2016*

Bylgjuútbreiðsla

Námskeið ÍRA vor 2016

# 1. Jarðbylgja (ground wave)

Jarðbylgjan skríður út eftir yfirborði jarðar. Hún dofur hraðar en bylgja í lofti (eða tómrúmi) vegna taps í jörðinni. Langdrægni vex með bylgjulengd.

Deyfingin er þeim mun meiri sem:

- ❖ **tíðnin er hærri**, stuttbylgja dregur skammt yfir land
- ❖ **leiðni í yfirborði jarðar er minni**, saltur sjór er næstum tapslaus

Jarðbylgja er **stöðug** og óháð jónhvolfinu.

**Lóðrétt** loftnet, allt með sama fasa (um hálfbylgja eða minna) er gott.

## 2. Stökkbylgja (sky wave)

Stökkbylgja fer upp í loftið og speglast niður aftur.

Tvennt kemur til greina:

- ❑ háloftabylgja (ionospheric wave) sem speglast af jónhvolfi
- ❑ veðrahvolfsbylgja (tropospheric wave) af hita- eða rakaskilum

**Sé ekki annað tekið fram** er átt við háloftabylgju. Veðrahvolfið getur komið við sögu á 10 m og styttri bylgjulengdum, VHF og UHF.

Stökkbylgja er mjög breytileg (**QSB**) og oft ekki til staðar. Jónhvolfinu má líkja við skýjafar, þar sem skýin er frjálssar rafeindir í u.þ.b. 60 – 400 km hæð.

Lárétt skautuð loftnet henta vel, sérstaklega fyrir hátt horn.

### 3. Krítisk tíðni (critical frequency, $f_c$ )

Ef sent er beint upp í loftið með hækkandi tíðni, kemur að því að jónhvolfið er of gisið fyrir bylgjulengdina og sendingin fer í gegn út í geiminn.

Krítiska tíðnin er mjög breytileg, með:

- ❖ **geislun frá sól**, sérstaklega útfjólublárri (UV) - einkum háð sólblettum
- ❖ **hnattstöðu**, því lægri sólarhæð - því minni jónun

Ísland á 64° norður er illa sett m.v. þéttbýlli svæði jarðar.

Hér er krítisk tíðni oft fyrir neðan 3,5 MHz (80 m).

## 4. MUF (maximum useable frequency, “múffið”)

Ef bylgjan kemur skáhallt á jónhvolfið er eins og það sé þéttara. Þessu má, svona á einföldum nótum, líkja við girðingu úr neti.

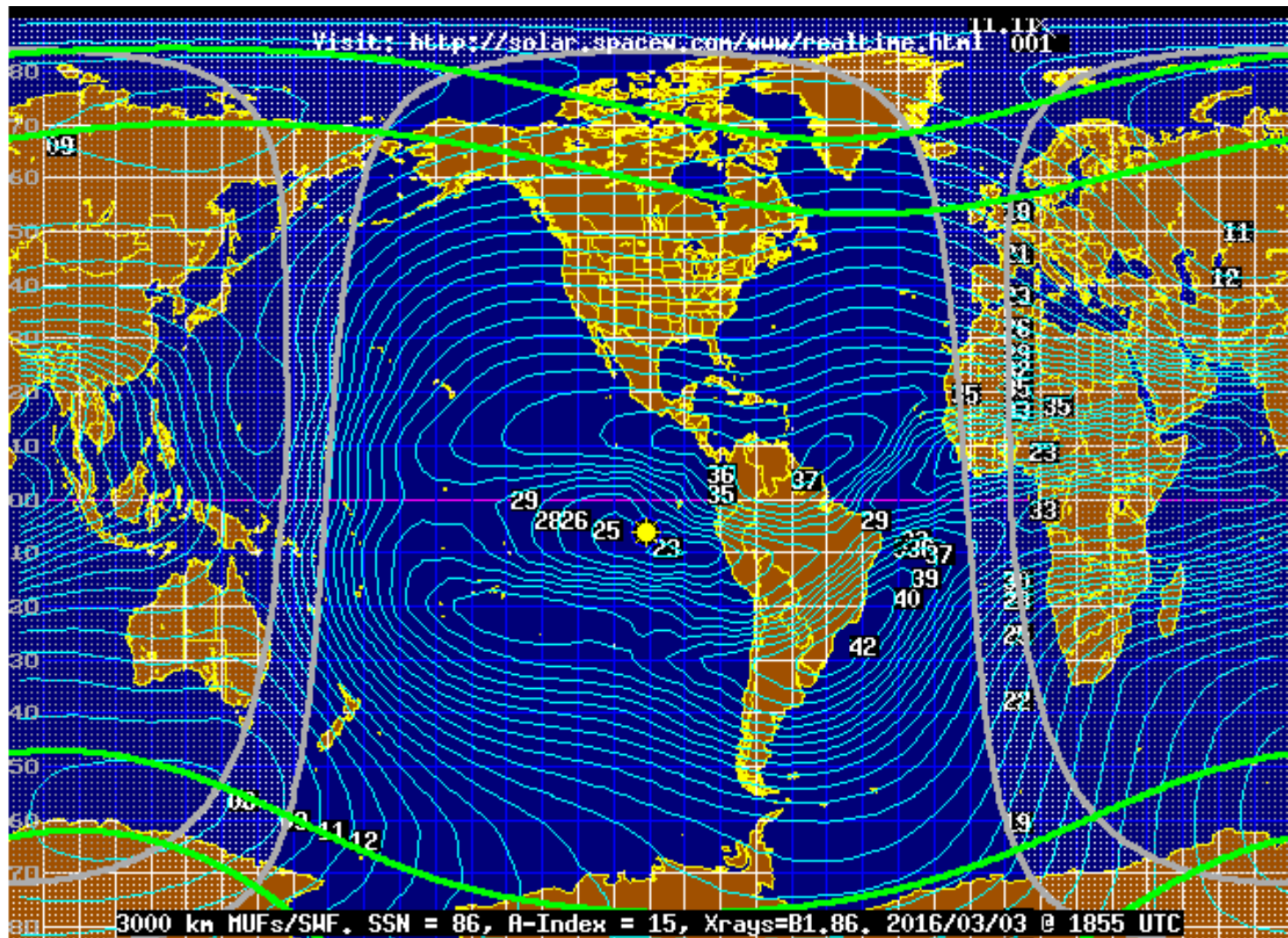
Því lægra sem útsendingarhornið er, þeim mun flatar (lengra frá lóðréttu) fellur bylgjan á jónhvolfið. Þá er hægt er að nota styttri bylgjur, þ.e. **hærri tíðni**, án þess að missa þær út í geim.

Lægra útsendingarhorn gefur líka lengra stökk, svo MUF fer eftir fjarlægðinni sem stökkið spannar. Vegna kúlulögunar jarðar næst ekki lengra stökk en um það bil 2000 km frá E-lagi og 4000 km frá F<sub>2</sub> lagi.

Uppgefin gildi á MUF miðast oft við þessar fjarlægðir, eða meðaltalið 3000 km, sjá:

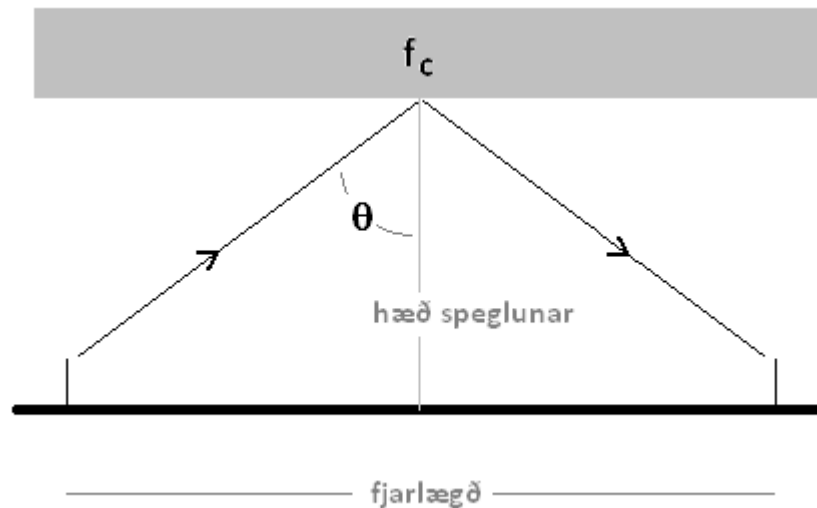
<http://www.spacew.com/www/realtime.php>

Frá Prolab:



## 6. Samhengi MUF og $f_c$

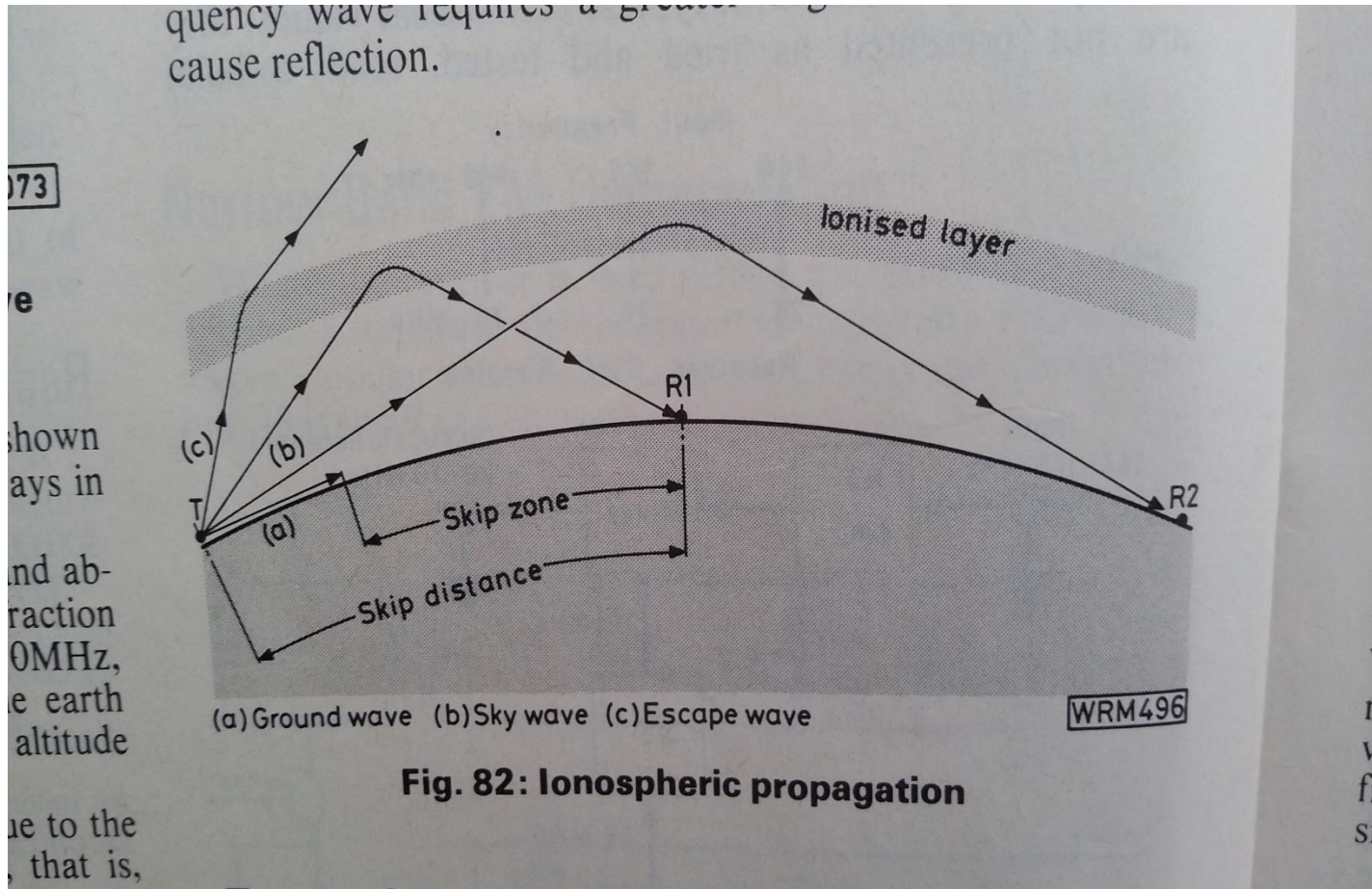
Fyrir þá sem vilja, er samhengi MUF, **yfir tiltekna fjarlægð**, og  $f_c$  á speglunarstað þetta:



$$\text{MUF} = \frac{f_c}{\cos \theta}$$

## 7. Dautt svæði (skip zone)

Úr Passportinu:





## 8. Jónhvolfið

Hér fyrir aftan koma nokkrar glærur úr fyrirlestrum sem ég hef haldið í ÍRA.

Takið sérstaklega eftir hegðun **D-lagsins**:

- deyfing
- sem vex gríðarlega með vaxandi bylgjulengd
- hverfur þegar sólar nýtur ekki við í D-lags hæð, um 60 km
- “skrúfar fyrir” lægri böndin, 80 m og 160 m, sem og MW útvarp frá öðrum löndum að degi til

# Hvernig verður jónhvolfið til?

- Eins og alltaf til framleiðslu, þarf

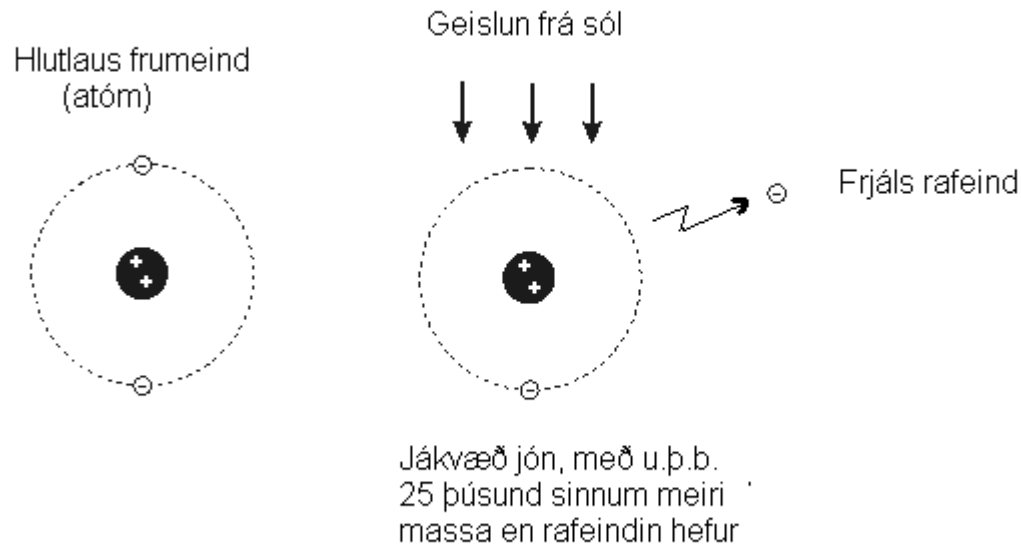
## ***EFNI + ORKU***

- **Efnið** Kemur úr gufuhvolfinu, einkum súrefni (O) og köfnunarefni (N)
- **Orkan** Kemur að mestu leyti frá sólinni, einkum með rafsegulbylgjum:

útfjólublátt ljós (UV)

mjúkir Röntgengeislar (soft X-rays)

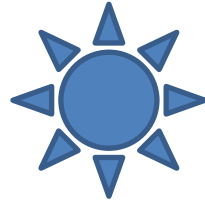
# Jónun loftfrumeindar



**Helsta loft sem jónast:**

- $O_2$  (súrefnissameind)
- $O$  (súrefnisfrumeind)
- $NO$  (köfnunarefnismónoxíð)

# Hæð jónalags



**EFNI**

**+ ORKA**

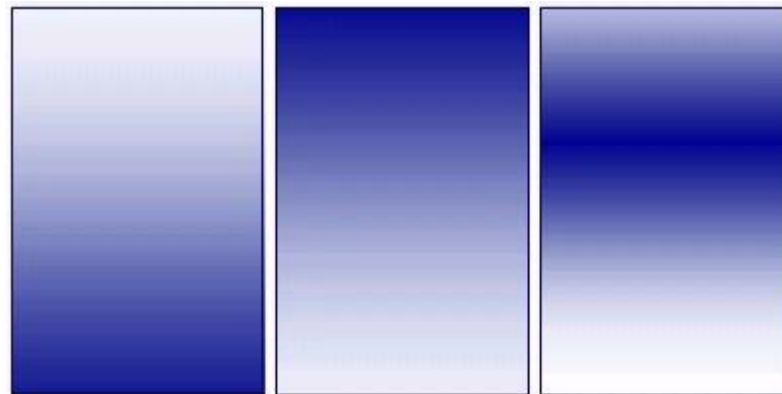
**=**

**JÓNALAG**

hæð



yfirborð jarðar

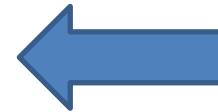


þéttni lofts

styrkur geisla

þéttni rafeinda

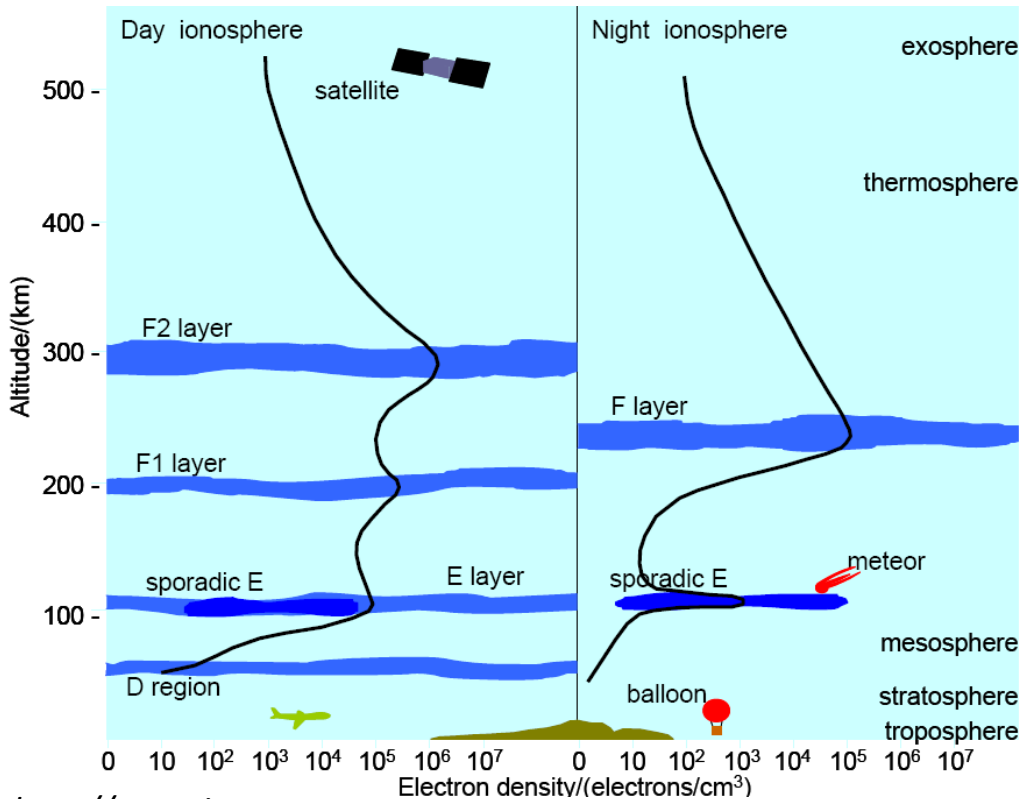
í vissri hæð



# Jónalögin eru fleiri en eitt

dagur

nótt



<http://www.ips.gov.au>

## Ástæðan er

- fleiri en ein loftgerð jónast
- hver loftgerð þarf ákveðinn orkuskammt
- orkuskammtur geislunar fer eftir bylgjulengd hennar
- mismunandi bylgjulengdir draga mislangt niður í gufu-hvolfið

Í raun eru lögin ekki aðskilin, heldur toppar í þéttni, eins og svörtu línurnar sýna.

# Hvað verður um sveifluorku rafeindanna?

- geislar út sem spegluð bylgja (reflection)
- eyðist í varma við árekstur (absorption)

Líkur á árekstri vaxa með minni hæð og þéttara lofti:

- D-lag ( $\approx 60$  km) er fyrst og fremst deyfilag
- F-lög (200 – 400 km) góður spegill (hærri böndin)
- E-lag ( $\approx 120$  km) þokkalegur spegill (lægri böndin), nokkur deyfing

# Lægri tíðni deyfist meira

$$\text{Deyfing (dB)} = \frac{\text{deyfing við 1 MHz}}{f^2 \text{ (MHz)}}$$

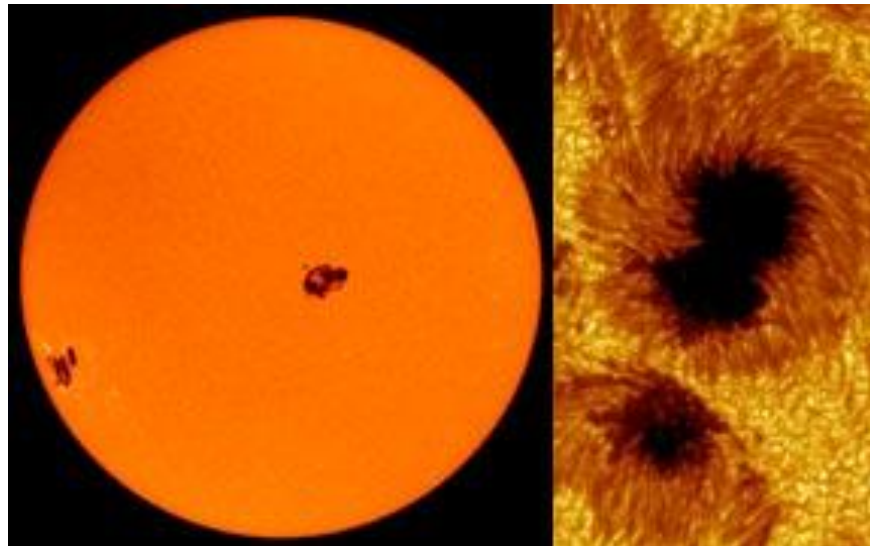
Tökum dæmi um 2 dB deyfingu við 14 MHz (20 m) í D-laginu, og reiknum með að þar dugi 1 W til að hafa samband. Þá fæst fyrir lægri bönd:

20 m	2 dB	1 W
40 m	8 dB	4 W
80 m	32 dB	1 kW
160 m	128 dB	4 TW (milljón MW)

# Hvað eru sólblettir?

- blettir, gjarnan stærri en jörðin, sem birtast og hverfa á yfirborði sólar. Endast í daga eða vikur
- virðast dökkir í samanburði við heitara yfirborðið í kring, en eru í raun um 3700 °C og því ágætlega lýsandi

sólblettaflekkir  
(sun spot groups)



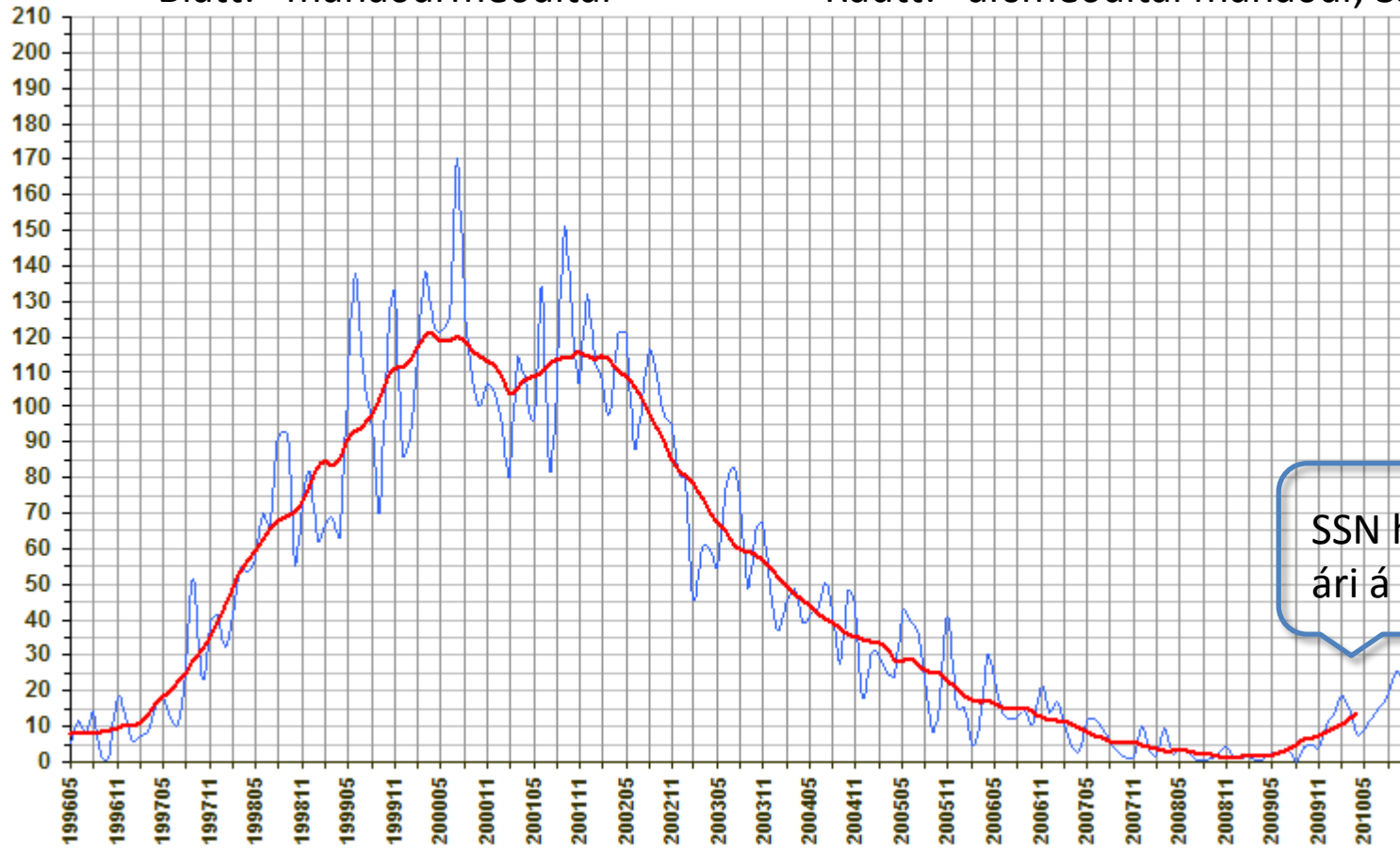
stækkuð mynd  
af 2 sólblettum



Solar Cycles 23-24

Blátt: mánaðarmeðaltal

Rautt: ársmeðaltal mánaðar, SSN



SSN hálfu ári á eftir

Jan Alvestad <http://www.solen.info/solar>