

# Komeettojen meteorivanoista

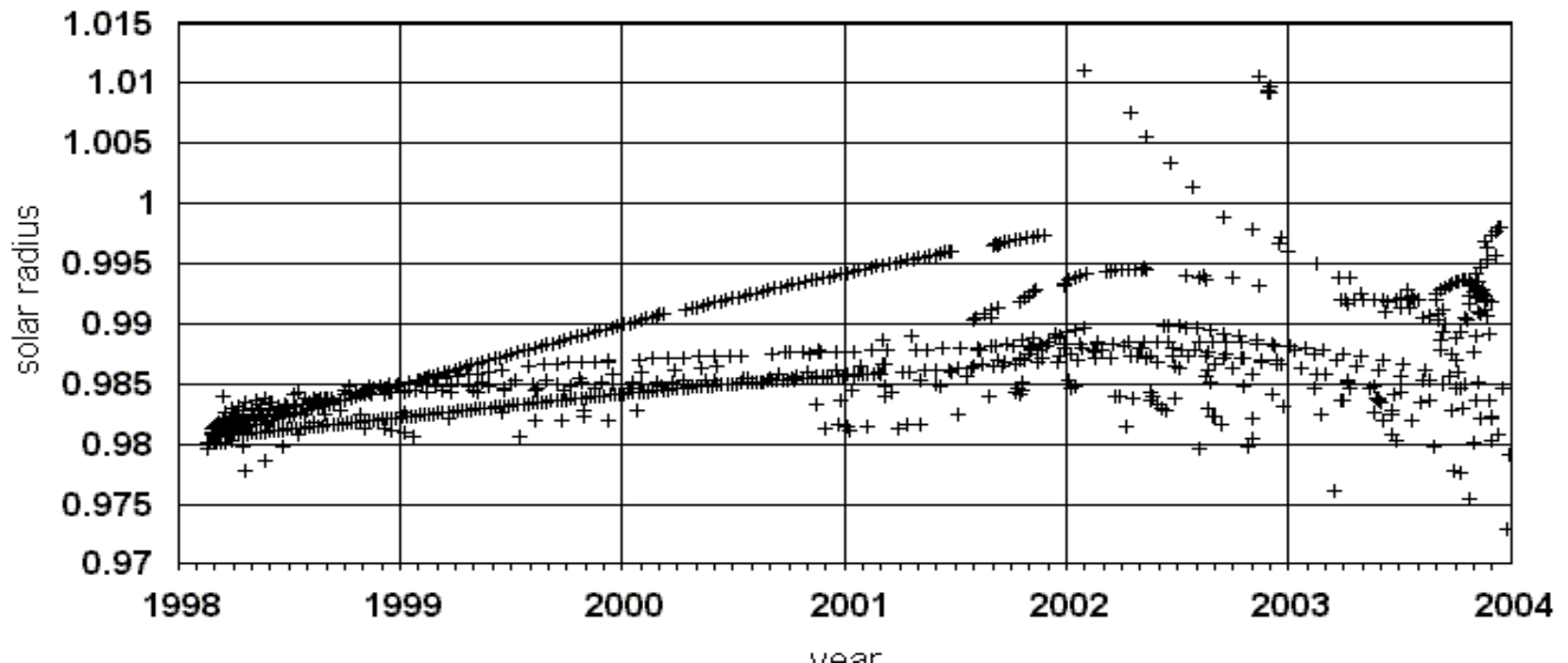
Artjärvi 2016 Aurinkokuntatapaaminen

## - Meteriparvien ennustemalleista

Millainen mielestäni mallin tulisi olla

(jollaista ei vielä ole)

## - Vanojen konvergenssi-ilmio



# Ennustemalleista vähän historiaa

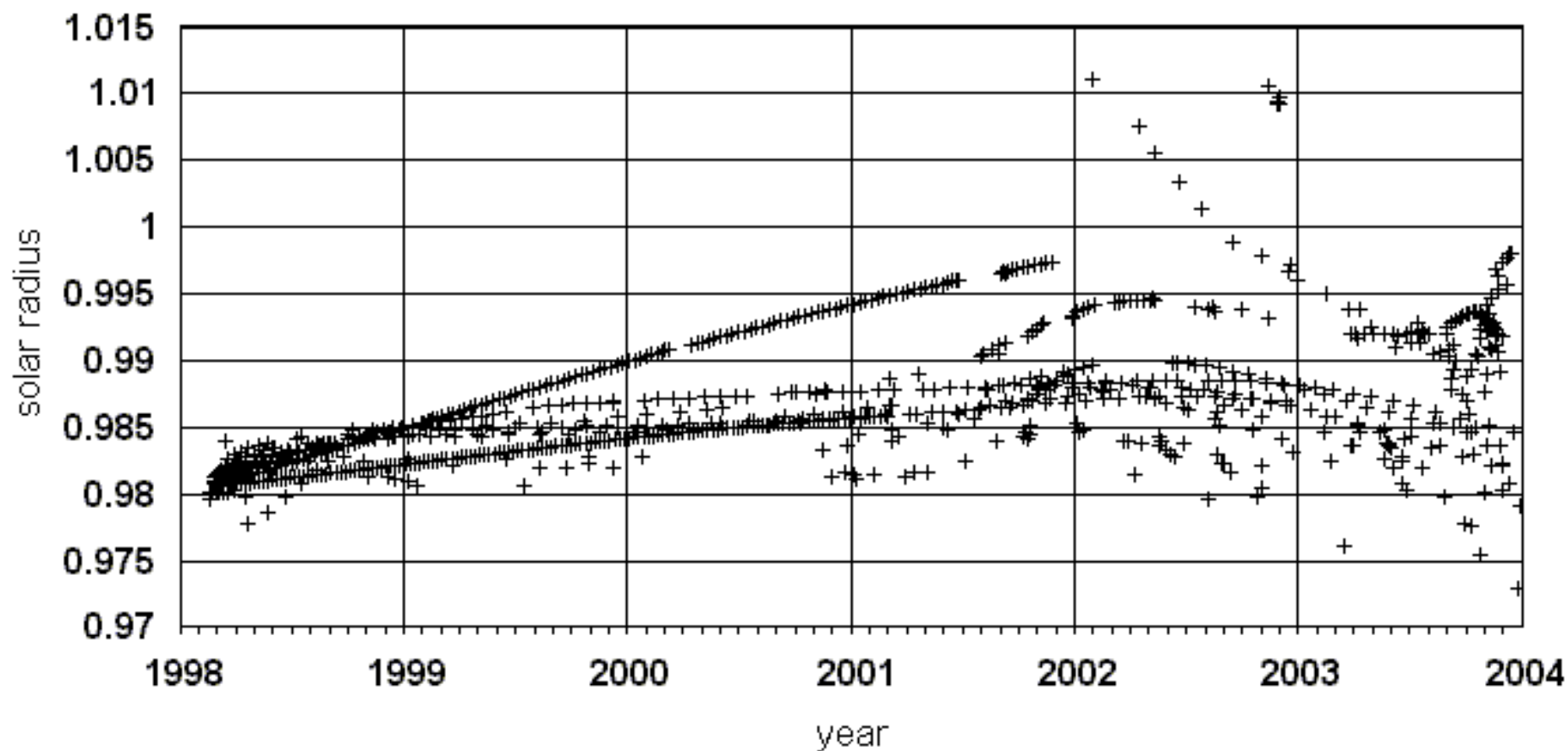
- Liittyy suurelta osin leonideihin ja vuoden 2000 tienoilla olleisiin outbursteihin
- Aiemmin yritettiin kartoittaa meteoroiditiheyksiä komeettaan nähden eri purkauksista, melko huonolla menestyksellä, koska oikeasti vaihtelee varsin paljon eri kierroksilla.
- Ensimmäisenä melko onnistunutta tulosta saaneet ”venäläisen ryhmän” tulokset pysyivät ”piilossa”.
- P. Brown yritti melko laajalla ohjelmalla mallintaa vuodelle 1998 odotettua myrskyä, melko huonolla menestyksellä. Tästä lisää myöhemmin.

- Avainasemassa on laskea vanojen kulku koko matkan komeetasta irtoamisesta ”ejection” mahdollisen outburstin tapahtumaan asti. Ja kun tämän tekee niin on jo lähellä käyttökelpoista mallia tapahtumien ajankohdan laskemiseen.

Jonkinmoinen poikkeus tähän voi olla resonanssimeteoroidit (ainakin Taurideilla).

- Tarkemmat mallit lähinnä antavat voimakkuuksia, kestoja ”muotoja”.

# Trailing Leonids



# Eri malleja

- Eka venäläinen (vanojen kulkumallinnus)
- Brown ("luopui leikistä")
- Asher, McNaught (vanojen kulku plus empiirinen voimakkuusmalli)
- Lyytinen, VanFlandern, Nissinen (vanojen kulku plus voimakkuus-muotomalli "(epäsäännöllisten) säteilypain-ejektien perusteella"; base modell ja A2-modell.)
- J. Vaubaillon (laaja ejektiomalli, runsaasti partikk.)
- M. Maslov (Perustuu suurelta osin L,TVF,N base-malliin, josta mukautettu ejektionopeuteen ja edelleen fn funktiota itse määrittänyt.)



G+1 0



0 Arvostelut

Kirjoita arvio

## Advances in Meteoroid and Meteor Science

### 1 Introduction: Dust Trail Theories

Dust trail theories have been highly successful in predicting the sharpest storms and outbursts in the **Leonids** (Kondrat'eva and Reznikov 1985; Kondrat'eva et al. 1997; Asher 1999; **Lyytinen** 1999; McNaught and Asher 1999) and other streams (e.g. Reznikov 1983, 1993; Watanabe et al. 2005). During a single perihelion return of an active comet, meteoroids are released on to a range of orbits close to, but not identical to, the comet's orbit. The range of orbital periods soon causes the particles to stretch into a trail, which can already be quite long after just a few revolutions.

Even within one revolution, the orbits are subject to gravitational perturbations. The key realisation in the development of dust trail theories is that the perturbations are a function

---

D. J. Asher (✉)

Armagh Observatory, College Hill, Armagh BT61 9DG, UK

e-mail: dja@arm.ac.uk

J.M. Trigo-Rodriguez et al. (eds.), *Advances in Meteoroid and Meteor Science*.

DOI: 10.1007/978-0-387-78419-9\_5

# Huomioon otettavia tekijöitä

- Mallinnus aurinkokuntamallilla

Tässä on käytännössä sama saako mallipartikkeli kiertoaikansa ejektio-nopeudesta vaiko säteily-paineesta vai molemmista. Käytännön syistä nykyisissä malleissa on jompi kumpi.
- Ejection-malli ( 0-nopeuksinen / mahdollisimman todellinen)  
L,TVF,N malli 0-nopeuksinen, mikä virheellinen mutta hedelmällinen lähtökohta. Pakotti tutkimaan epäsäännöllisiä ei-gravitaatiovoimia.
- Ei-gravitaatiovoimat (tavallinen säteily-paine ja säteily-paineen epäsäännölliset muodot)

Epäsäännölliset muodot on vain L,TVF,N mallissa. On kyllä huomioituna ”tilastollisella heikennysparametrilla” Asher, McNaught mallissa. A2-efekti, vaikuttaa kiertoaikaan eri kierroksilla.
- Konvergenssi-ilmiöt

Ei ole huomioituna missään mallissa. L,TVF,N mallissa ei kuuluisikaan, mutta oikeammassa mallissa kuuluisi (ja siis myös L,TVF,N parannetussa mallissa, jota ei ole olemassa kului olla). Ilmiötä ei oikeastaan ole edes tiedostettu, vaikka on jokseenkin yksinkertainen geometrinen ilmiö. Oikeastaan on syy että 0-nopeuksinen malli on niinkin hyvä, kun taas muita puute huontaa. Tulisi kyllä luonnostaan, jos ejektio-mallissa riittävästi mallipartikkeleita, mutta ei juuri ole.

# L,TVF,N mallista

- basemodell

Partikkeleiden ”leviäminen” kohtisuoraan poispän vanan keskustasta selittyy epäsäännöllisillä ei-gravitaatiovoimilla.

- A2-modell

A2-efekti on yksi em epäsäännöllisistä ei-gravitaatiovoimista ja sen vaikutuksesta kiertoaika muuttuu joka kierroksella.

<http://leonid.arc.nasa.gov/MS033.pdf>

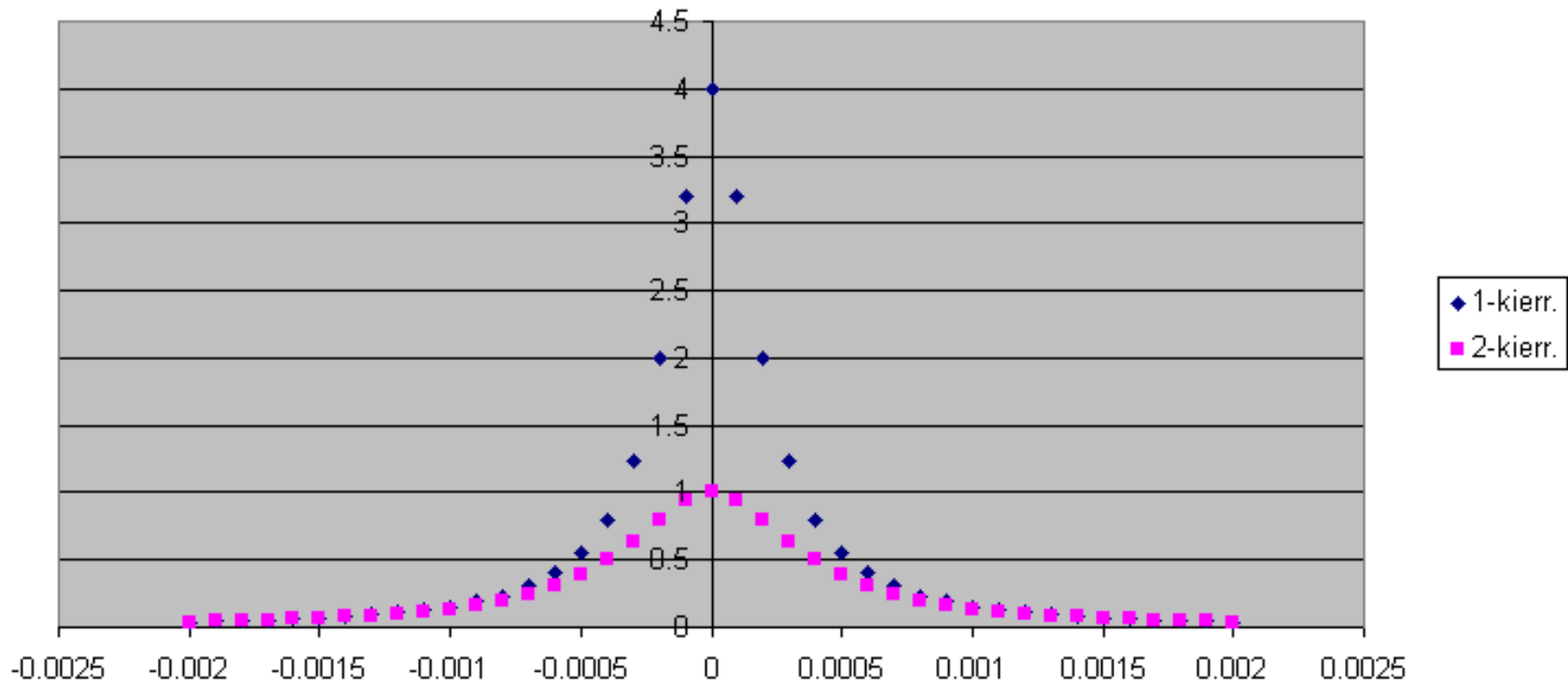
<http://articles.adsabs.harvard.edu//full/2001JIMO...29..110L/0000114.000.html>

<http://www.saunalahti.fi/fmbb/astro/2001leonidstorm.htm>



# Leviäinen/heikentyminen L,TVF,N base mallissa

( Lorenz-muoto:  $K/(d^2+x^2)$  ; perusmuoto  $1/(1+x^2)$  )



The radial density  $\rho_r$  of the trails is assumed to be of the form:

$$\rho_r \sim (1 + \Delta r^2)^{-0.5p} \tag{6}$$

where  $\Delta r$  is the difference in radial ecliptic plane crossing distances of Earth and meteoroid  $r_E - r_D$ , scaled according to:

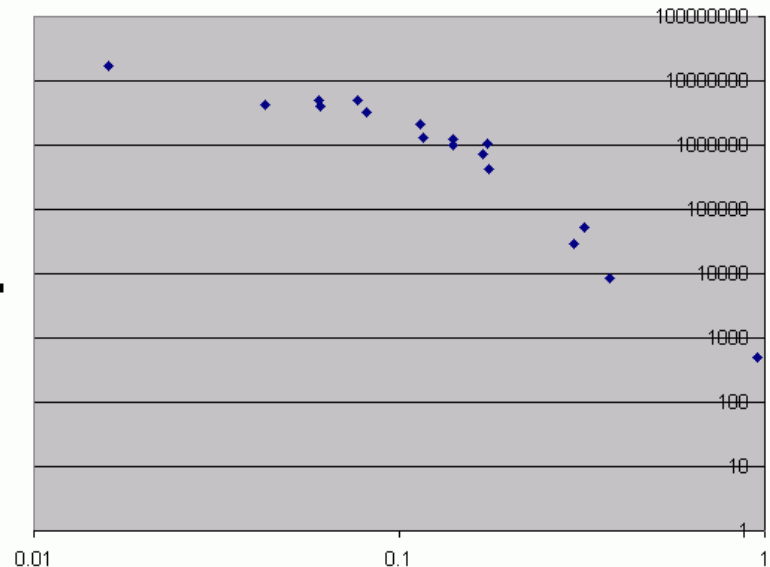
$$\Delta r = (r_E - r_D) / (0.00059 \times n \times \Delta a) \tag{7}$$

where  $n$  is the number of orbits since ejection and  $(r_E - r_D)$  and  $\Delta a$  are in ~~rather the mentioned  $\Delta a$  (and  $n$ ) directly in two dimensions~~ with  $n$  and further with  $f_M$ , we get this expression for ZHR:

$$\text{ZHR} = \text{fn}(\Delta a) (f_M / n^2) (1 + \Delta r^2)^{-0.5p} \tag{8}$$

In principle, there may be two ways to improve 7. One is to compare the dispersion scaling orbital plane. The other is to get a mutual fit non central passes (for example comparing st A trial with the first would change the abo 0.00025 AU. However, the parameter was left

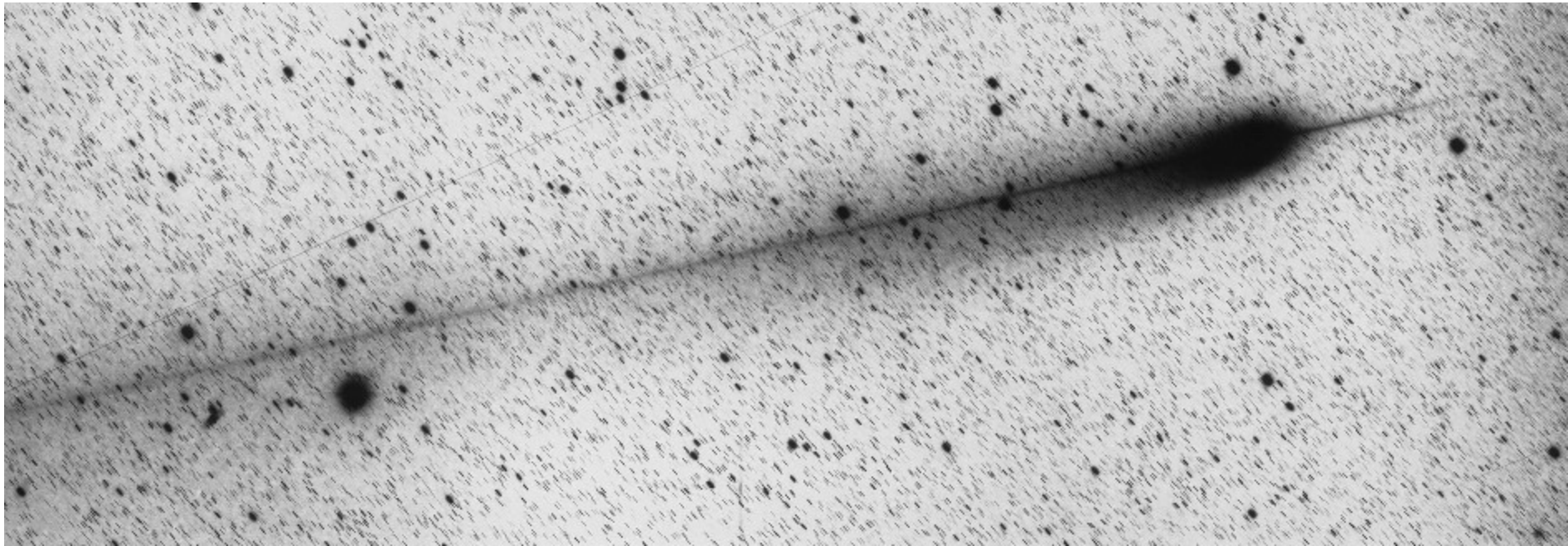
An approximation of  $\text{fn}(\Delta a)$  was derived outbursts. The peak ZHR observations used McNaught and Asher (1999a). For one of actually the only source available, while for ( reason to change those values. The course of derived from observations is shown in Figure 4.

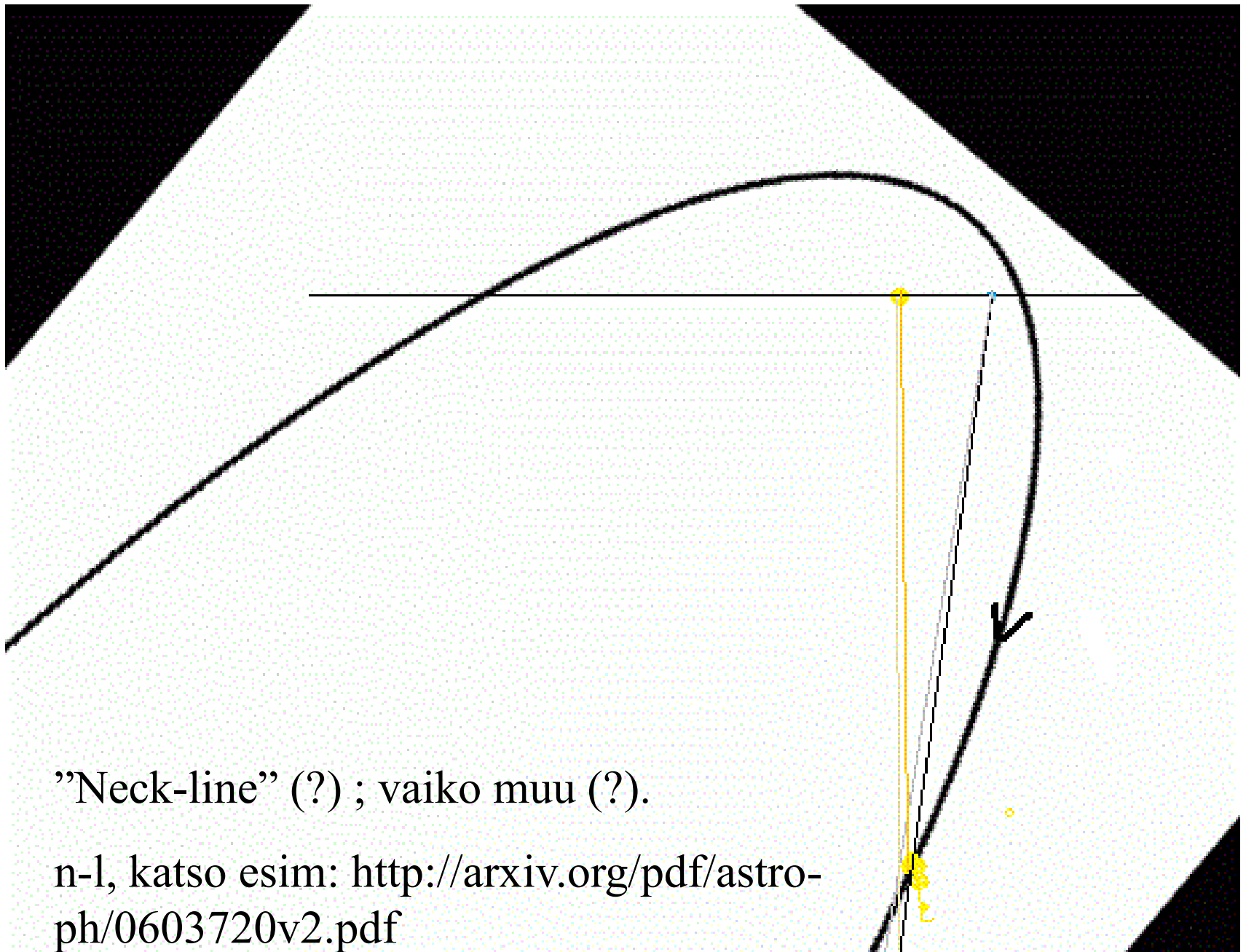


# Konvergenssi-ilmioistä eli ”takaisinkonvergenssi”, ”neck-line”

Ei ihan sama kuin meteorivanoissa, mutta läheltä liippaa  
Hale-Bopp antitail, joka ei ole ”oikea” antitail.

<http://www.eso.org/public/news/eso9806/>





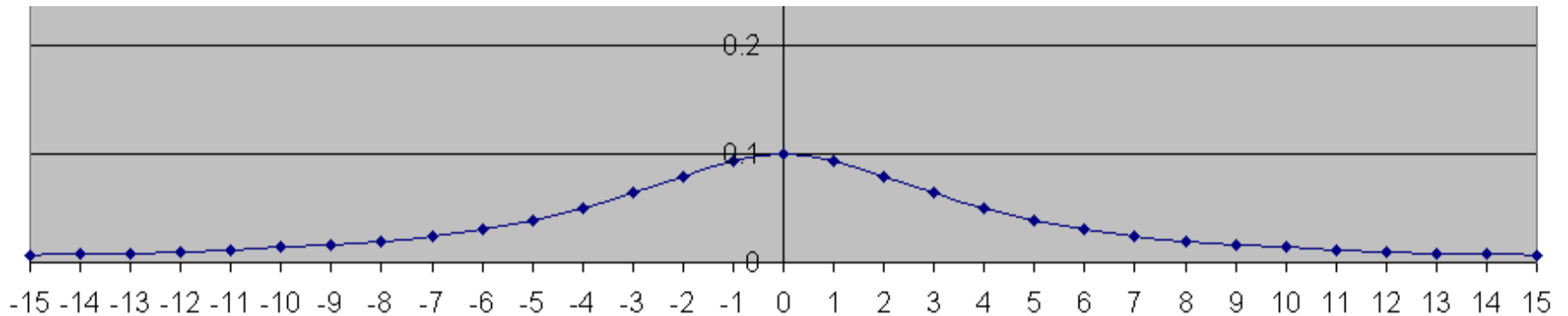
”Neck-line” (?) ; vaiko muu (?)

n-1, katso esim: <http://arxiv.org/pdf/astro-ph/0603720v2.pdf>

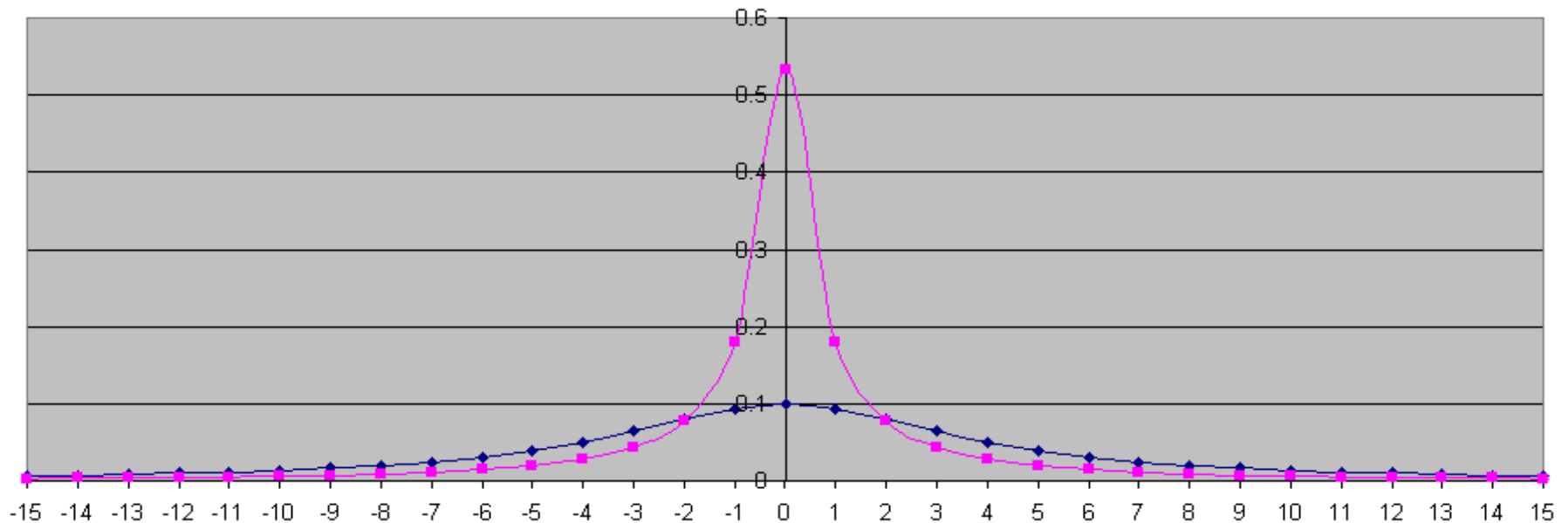
# Konvergenssi outburstmalleissa

- Tietävästi ei ole missään ennustemallissa, mutta pitäisi olla.
- Periaatteessa L,TVF,N mallissa ei pitäisikään olla, jos olisi oikea malli. Mutta oikeaan suuntaan kehitettäessä pitäisi sisällyttää.
- Voisi jopa sanoa että tämän ilmiön olemassaolo on yksi syy miksi L,TVF,N malli on niinkin hyvä kuin on vaikka mallissa on väärä (ejektio-) lähtökohta.
- Tuskin kukaan ekspertti on edes tiedostanut tätä.

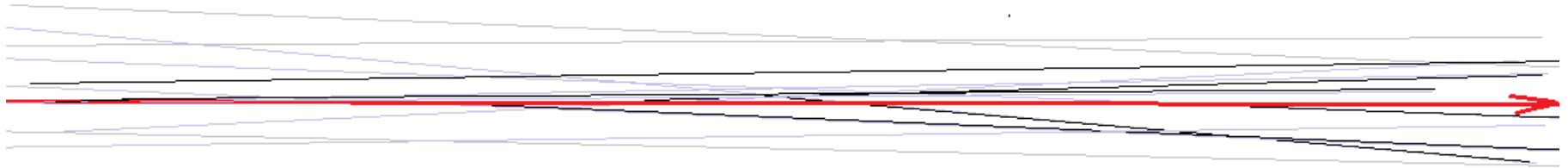
Ejektioennustemallista todennäköisesti saadaan ("leveä" jakauma).



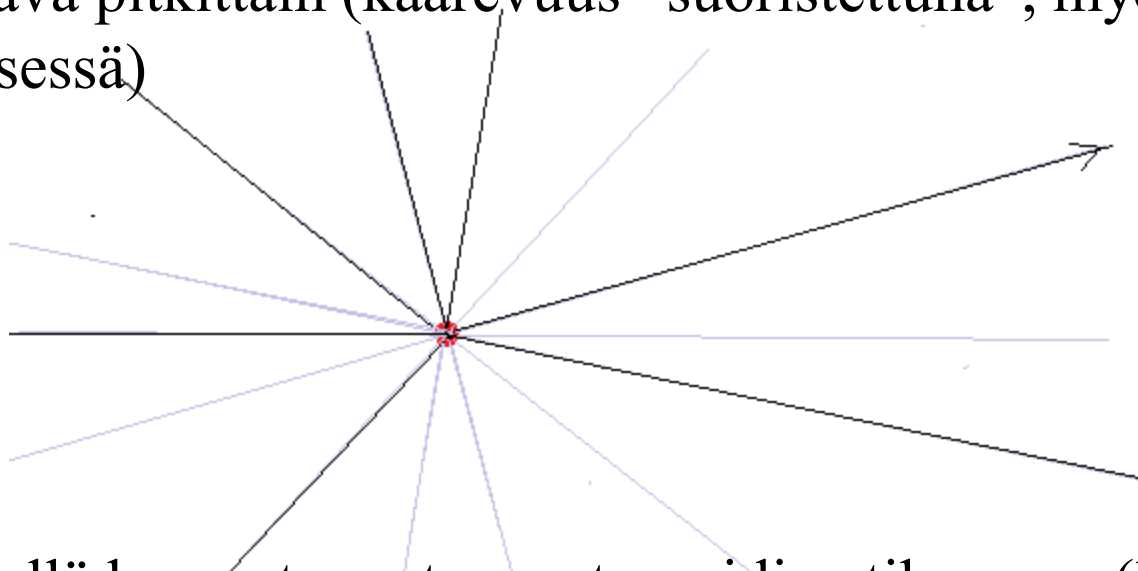
Pitäsi saada punaisen käyrän mukainen. (kuvat kvalitatiivisia vain).



# Ejektio ja vanan muodostus ko alueelle



Vastaava pitkittäin (kaarevuus ”suoristettuna”, myös edellisessä)



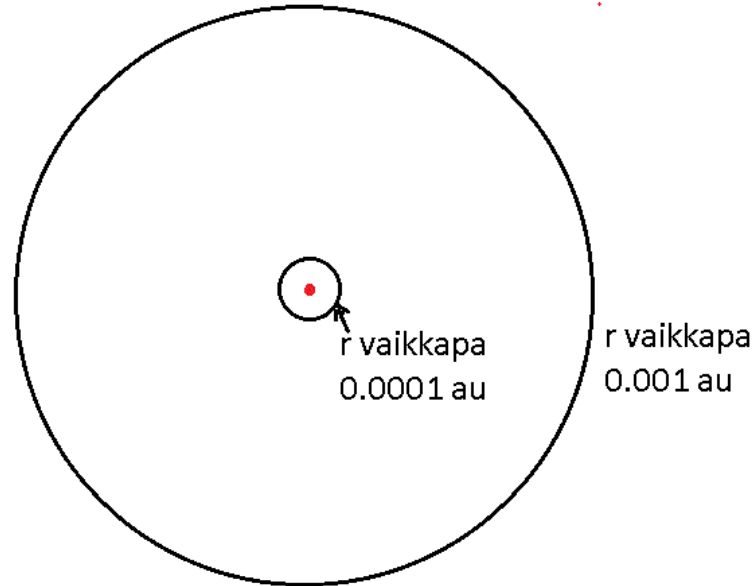
Lähellä komeetan rataa meteoroidien tiheys on (liki) kääntäen verrannollinen etäisyyteen siitä. Etäännyttäessä täytyy heiketä nopeammin kauempana, muuten kumulatoituisi ääretön määrä.

# Taksinkonvergenssi-ilmion ominaisuuksia

- Jos ei minkäänlaisia häiriöitä niin huipun leveys olisi samaa luokkaa kuin komeetan ytimen läpimitta eli kilometreista kymmeniin kilometreihin. Kun maapallo liikkuu 30 km/s voisi teoriassa (jossain paikassa) olla maksimin puoliarvoveveys vain sekuntien luokkaa. (Kuulostaako realistiselta, joku raportoi puoliarvoveveys 3 s ja maksimi ZHR vaikkapa  $10^7$  ;-? )
- Varinainen huippu muodostuu pääasiassa lähellä tarkasteltavaa outburstikohtaa ejaktoituneista.
- Jos mallissa on riittävä partikkelimäärä (ja ejektioalue ok) niin pitäisi tulla luonnollisesti esiin.
- Hajoittavina häiriöinä epäsäännölliset säteilypaine-efektit Ja terävimmän huipun leikkaisi jo hiukan eriaiset planeettojen häiriöt.
- Sitä miksi ei kuitenkaan juuri tule esille tarkastellaan seuraavassa slidessä.



# Pienten numeroiden tilastoilmiöitä vanalaskentatuloksissa



Sisemmällä alueella tiheys ehkä kymmenkertainen (ulompaan verrattuna) mutta alue on vain sadasosa.

Jos tietokoneajossa saadaan 10 partikkelia uloimpaan niin siempään vain noin yksi, josta ei ”huomaa” sen tiheyttä ollenkaan.

Integroitaessa meteoridien lukumäärää radan ympäristöstä säteen funktiona kasvaa ( $1/r$  tiheydellä) kumulatiivisesti verrannollisena  $r$ :ään. (Kasvaa kohti ääretöntä. Vielä  $1/r^2$  riippuvuudella kasvaisi logaritmisesti kohti ääretöntä, joten ulompana pitää heiketä vielä sitä voimakkammin.)

Terävään huippuun kuuluvat mudostavat pienehkön vähemmistön koko meteoridimäärästä. Siten mallissa tarvittaisiin kokonaisuutena varsin suuri partikkelimäärä.

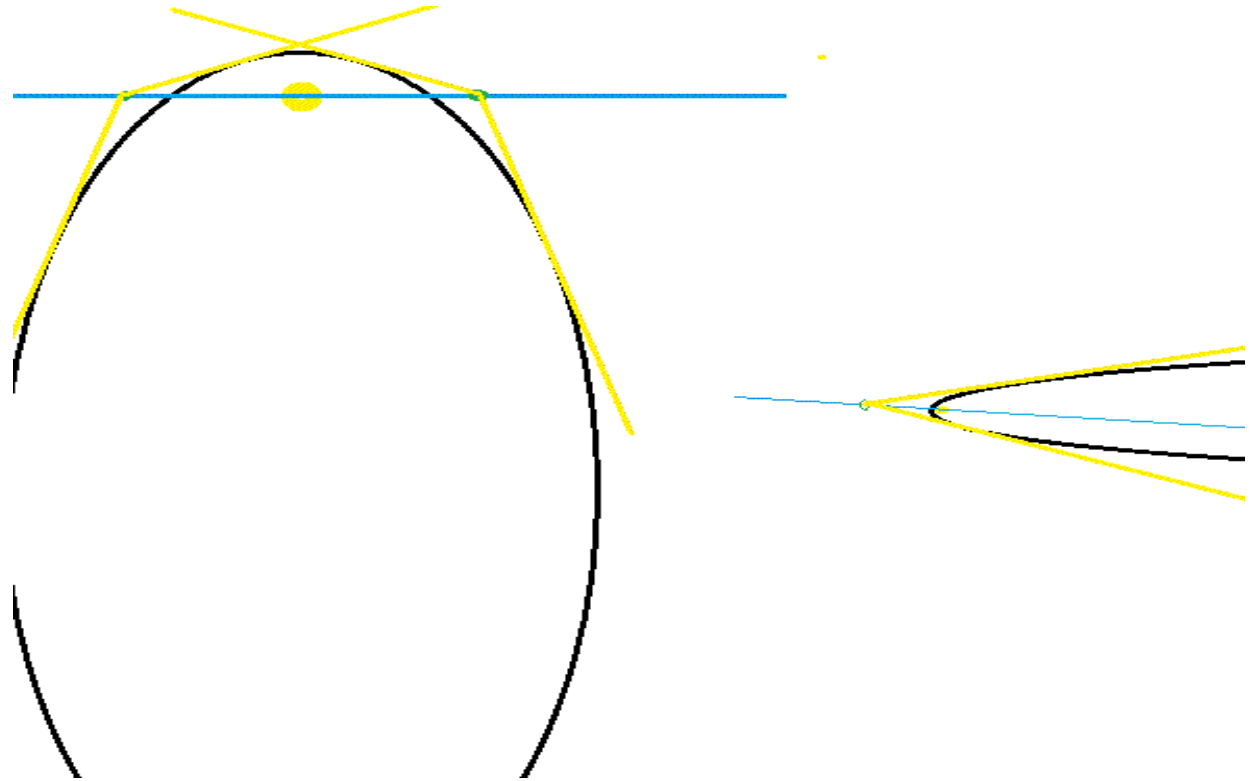
Mallin voi tehdä niin että oletetun kohtausalueen ympäristöstä (komeetan radalta) tulee vaikkapa kymmenkertainen määrä muuhun komeetan rataaan verrattuna. Tämä huomioitaisiin loppukäsittelyssä eli mallipatrikkelit olisivat ”merkittyjä”.

# Hyvässä ennustemallissa pitäisi olla

- Perusohjelmana riittävän hyvä aurinkokuntamalli jossa vanalaskenta.
- Mahdollisimman oikea ejektiomalli
- Auringon normaali säteilypainne ja myös epäsäännölliset muodot A2-vaikutus mukaanlukien.
- Riittävästi mallipartikkeleita ja osalla radasta (lähellä kohtaamispaikkaa) muuta aluetta enemmän mikä huomioitaisiin tulosten käsittelyssä.
- Takaisinkonvergenssi-ilmiötä ei tarvitsi erillisenä mikäli tulisi yllä olevista riittävän hyvin esille.
- Liitettävä sopiva ”samplausmenetelmä” ja laskennat ZHR ja ehkä flux ja huomioitava ainakin eri kokojen ”painotus” ZHR:ään.
- Verrattaisiin (ensinnä lähinnä Leonideille) mallin ennusteita havittuihin ja täsmennettäisiin tarpeen mukaan A2-säteilypainne-efektien ”skaalausparametreja” ja ehkä edelisen painotuksia ja ehkä täsmennettäisiin ejektiomallia.

# Vanojen havaitseminen sivuamispisteessä

- Täytyy tahtua komeetan radan solmukohdassa tai lähellä sitä
- Komeetan radan täytyy ohittaa maan rata sisäpuolelta ko solmussa.



- Olemme Markun kanssa kerran (yhdessä solmussa yhtenä vuonna) yrittäneet havaita Encke-vanoja, mutta sää ei suosinut. Ongelmana on että on melko lähellä aurinkoa.
- Myös on kerran yritetty Halley vanoja Eta Aquarids-solmussa havaita. Tällöinkin sää oli huonos ja saimme kuvia kahtena yönä pari yötä solmukohtaan jälkeen. Jotain saattaa näkyä, mutta jäi varmistamatta. Mahdollinen suuraava yritys pitää tehdä suuremman kuvakentän välineellä.
- Kirkkausgradientti kuvissa oli suuri.
- Lupaavin tulos oli erotuksessa kahdesta vähän eri kohtaan suunnatusta.

