

Projevy „rázových vln“ v koronálních paprscích při zatmění 11.8.1999

E. Marková, Hvězdárna v Úpici, markovae@mbox.vol.cz

M. Bělík, Hvězdárna v Úpici, marcel_belik@yahoo.com

J. Kučera, Západočeská pobočka ČAS, Rokycany

J. Kareš, Autor. lab. metrologie ionizujícího záření, Olomouc, jaroslav_kares@volny.cz

E. Brandejsová, VUT Brno, nimrodel@email.cz

Abstrakt

Bílá koróna během úplného slunečního zatmění 11.8.1999 byla pozorována na mnoha místech Evropy a Asie. Takto hustě pozorováními pokrytý pás totality umožňuje podrobné studium chování hmoty v koronálních paprscích. Byly provedeny řezy vybranými paprsky u několika různě od sebe vzdálených pozorovacích míst (Francie – Rumunsko) a hledány strukturální změny způsobené rázovými vlnami v průběhu zatmění. Nalezené jevy jsou konfrontovány s výsledky získanými při předchozích zatměních.

1. Úvod

Sluneční zatmění v roce 1999 poskytlo jedinečnou možnost pozorovat jeho průběh na velmi dlouhé základně a tak podrobně sledovat strukturální změny během časového úseku minimálně 120 minut. Srovnáním snímků ze tří pozorovacích stanovišť (v rozmezí 42 minut) jsme se pokusili zachytit strukturální změny v jednotlivých vybraných koronálních paprscích.

2. Přístroje a pozorování

Zatmění Slunce 11. srpna 1999 bylo pozorováno na mnoha místech Anglie, Evropy i Asie. V předkládané práci byla využita pozorování pořizená v Grandvilliers (Francie, 49.667N, 1.933E), na Balatonském jezeře (Maďarsko, 46.5N, 17.5E), a v Pitesci (Rumunsko, 24:28:16E, 45:03:19N). Všechny tři expedice byly vybaveny shodnými, nebo podobnými přístroji (MTO1100/100, Rubinar 1000/100, teleobjektiv 300/4,5) a snímky byly pořizeny stejnými expozicemi (1/1000-2s) na stejný film Kodak Royal 200 ASA. Filmy byly vyvolány naprosto shodným a kontrolovaným procesem v jedné laboratoři a poté digitalizovány na stejném digitalizačním zařízení s maximálním rozlišením 2000 DPI.

3. Zpracování a výsledky

Jak se někteří autoři domnívají (např. Parker, 1988), jedním z příspěvků ohřevu sluneční koróny jsou nanoerupce. Lze předpokládat, že jejich odezvy mohou být pozorovány jako slabá zjasnění ve vybraných koronálních strukturách, zejména v tenkých dlouhých koronálních paprscích. Srovnání velkoškálových struktur z jednotlivých pozorovacích stanovišť nevykazuje žádné dramatické změny. Pokusili jsme se tedy nalézt možná zjasnění v několika vybraných paprscích. Provedli jsme radiální řezy čtyřmi paprsky na každém pozorovacím stanovišti. Po následné eliminaci případných „kazů“ způsobených nehomogenitou fotografické emulze, nečistotami a chybami způsobenými digitalizací jsme „nalezli“ několik kandidátů na možná jemná zjasnění. Celé zpracování ztěžovala komplikovaná struktura přílbicových paprsků, které se nalézaly okolo celého slunečního limbu a vzájemně se překrývaly. Z celého komplexu paprsků byly vybrány 4 paprsky (obr. 1):

a) paprsek v P.A. 345° (obr. 2a). Tento mohutný a dlouhý paprsek se nachází v polární oblasti Slunce v místě, které na snímcích družice Yohkoh ([Solar Data Analysis Center, 2000](#)) vykazuje pouze slabou aktivitu. Na západě tento paprsek sousedí s výraznou koronální dírou (P.A. 325°). Po

provedení řezů byly zjištěny možní kandidáti na zjasnění: 1,12 Ro na řezu ze snímku z Grandvilliers (dále F), 1,45 Ro na snímku z Maďarska (dále M) a dva kandidáti na snímku z Rumunska (dále R) – 1,55 Ro a 1,62 Ro (obr. 4 a,b,c). Při časové vzdálenosti 1720 s mezi F a M a 840 s mezi M a R vychází příslušné rychlosti pohybu zjasnění podél paprsku na 133 km/s (F-M) a 83 km/s, respektive 141 km/s v případě M-R.

b) paprsek v P.A. 235° (obr. 2b). Tento paprsek se nachází v oblasti jež vykazuje na snímcích z družice Yohkoh zvýšenou aktivitu. Zde byla nalezena velmi nezřetelná zjasnění v 1,35 Ro a 1,61 Ro (F), 1,54 Ro a 1,71 Ro (M), 1,5 Ro, 1,74 Ro a 1,95 Ro (R). Určení vzájemné totožnosti jednotlivých zjasnění je v tomto případě velmi problematické a tak můžeme pouze s velkými pochybnostmi určit rychlosti pohybu 77 km/s, respektive 146 km/s (F-M) a 198 km/s (M-R).

c) paprsek v P.A. 120° (obr. 2c). Tento paprsek se nachází nad oblastí vykazující na snímcích Yohkoh výraznou aktivitu. Mapy USAF/NOAA Solar Region Summary (Mees Solar Observatory, 2000) ukazují v této oblasti 12.8.1999 aktivní oblast č. 8665 (data použitá z Mees Solar Observatory, University of Hawaii, jsou získána za použití grantu NASA NAG 5-4941 a NASA kontraktu NAS8-40801). V tomto paprsku je možno detekovat zjasnění v 1,42 Ro (F), 1,85 Ro (M) a 1,07 Ro (R). Příslušné rychlosti pak jsou 174 km/s a 182 km/s.

d) paprsek v P.A. 60° (obr. 2d). Tento paprsek se nachází nad vycházející aktivní oblastí vykazující na snímcích družice Yohkoh výraznou aktivitu. Mapy USAF/NOAA Solar Region Summary ukazují v této oblasti aktivní oblast č. 8667 a 8668 (14.8.1999). Zde jsme našli potenciální zjasnění v 1,26 Ro (F), 1,33 Ro, 1,35 Ro a 1,58 Ro (M), 1,5 Ro a 1,72 Ro (R). Předpokládáme-li souvislost jednotlivých zjasnění 1,26(F)-1,58(M)-1,72(R) Ro) dostáváme rychlost pohybu vzruchu 129 km/s, respektive 116 km/s. Z poloh zjasnění 1,5_R a 1,33_M respektive 1,35_M získáme rychlosti 140 km/s respektive 124 km/s.

4. Diskuse

Pokusili jsme se detekovat možné nízkoškálové změny ve struktuře vybraných koronálních útvarů, které by mohly být projevem nanoerupcí, případně dalších dynamických procesů sluneční aktivity. Koutchmy (1994) předpokládá, že pravděpodobně celá bílá koróna je v sub-arcsekundových rozlišeních v dynamickém stavu. Nízkoškálové detekce v emisní koróně jsou ukázány v práci Rušina a Mínavrojevce (1994). Ze získaných výsledků vidíme, že rychlosti se pohybují v rozsahu 77 – 198 km/s, což je v souladu s výsledky získanými během zatmění 24. října 1995 (Bělik a kol., 1999). Je ovšem nutno si uvědomit, že skutečné rychlosti pohybu zjasnění se mohou díky

projekci do roviny snímku od námi získaných hodnot poněkud odlišovat. Na rozdíl od výsledků získaných během zatmění 24. října 1995 jsme v roce 1999 nezaznamenali pokles rychlosti s rostoucí vzdáleností od Slunce.

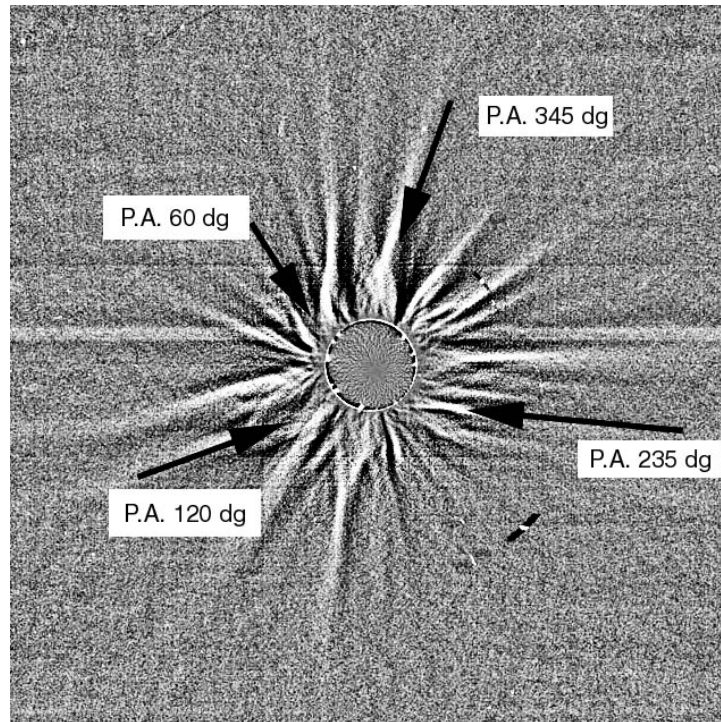
Nepravidelnosti v jasů v paprscích jsou velmi slabé a mohou být velmi snadno zaměněny s chybami způsobenými nehomogenitami filmu, digitalizací, nečistotami a také překryvem jednotlivých paprsků. Jak jsme již uvedli dříve, pokusili jsme se tyto vlivy co možná nejlépe odstranit. Musíme ovšem připustit, že se stále pohybujeme na samé hranici rozlišovací schopnosti použité kombinace objektiv – film – digitalizační zařízení, a že tedy jednotlivé detekce jsou značně nejisté a pouze málo odlišné od šumu. Navíc ani v případě, kdy máme k dispozici velké množství pozorování podél pásu totality, nejsme schopni sjednotit přiřazení jednotlivých zjasnění.

Nicméně předpokládáme, že alespoň některá ze zmiňovaných zjasnění jsou skutečně reálná a jsou způsobena nízkoškálovými projevy sluneční aktivity, která udržuje bílou korónu v dynamickém stavu.

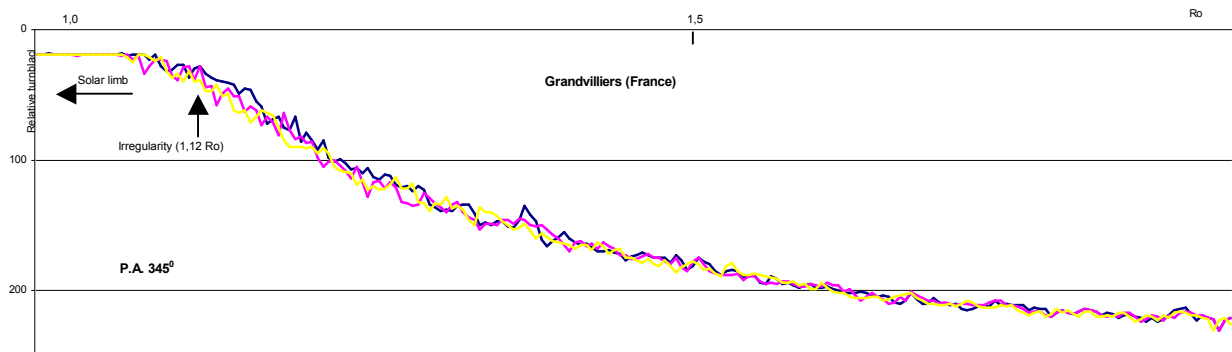
Jak jsme naznačili, existuje mnoho vlivů, které způsobují velkou nezřetelnost v určení skutečného jevu. Pokusili jsme se tyto chyby co nejvíce eliminovat, avšak jsme si vědomi, že se může vyskytovat ještě velké množství vlivů dalších. Po zkušenostech se domníváme, že pro příští plánování tohoto experimentu by bylo vhodné použít černobílý jemnozrný film ve spojení s dlouhoohniskovou velkoformátovou komorou. Pokusili jsme se také využít digitální snímky pořízené v Grandvilliers objektivem 200 mm ohniskové délky ve spojení s digitálním fotoaparátem DP10 (Kodak). Toto řešení sice nejlépe eliminuje všechny chyby způsobené přenosem objektiv - emulze - vyvolávací proces – digitalizace, ovšem za cenu nízkého rozlišení.

5. Literatura

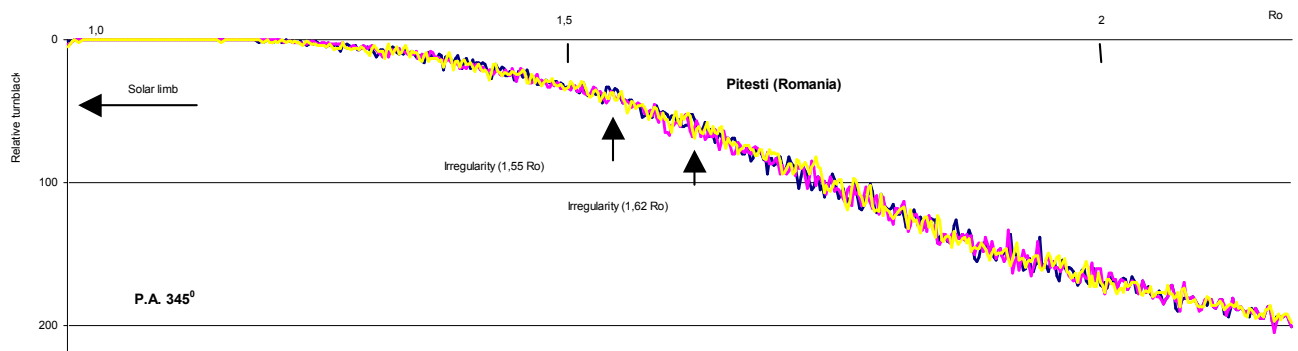
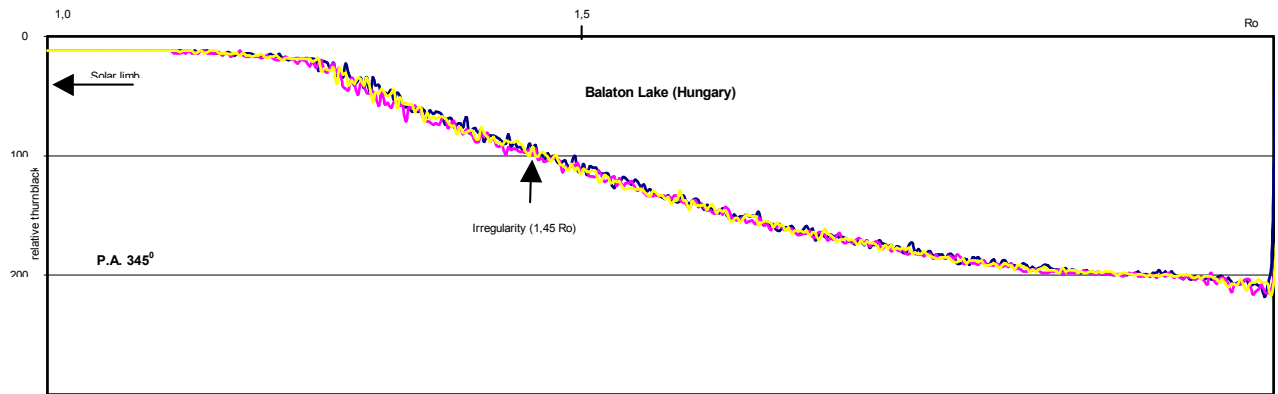
- Bělik, M., Marková, E., Rušin, V., Šmelcer, L.: 1999, Manifestation Of 'Shock Waves' In Coronal Streamers, Proc. 9th European Meeting on Solar Physics, 'Magnetic Fields and Solar Processes', Florence, Italy, 12-18 September 1999 (ESA SP-448), 225
- Koutchmy, S.: 1994, Adv. Space Res., Vol. 14, No. 4, pp. (4)29-4)39
- Mees Solar Observatory, Haleakala, Hawaii
<http://www.solar.ifa.hawaii.edu/mees.html>
- Parker, E.N.: 1988, Nanoflares and the Solar X-ray corona, Astroph. J., 330, 474
- Rušín, V., Mínavrojevce, M.: 1994, IAU Coll. 144 „Solar Coronal Structures“, V. Rušin, P. Heinzel and J.-C. Vial (eds), VEDA Bratislava, pp. 487-490
- Solar Data Analysis Center, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland USA
<http://umbra.nascom.nasa.gov>
- Solar Geophysical Data, Part 1, Part 2, 1999, NOAA Boulder USA



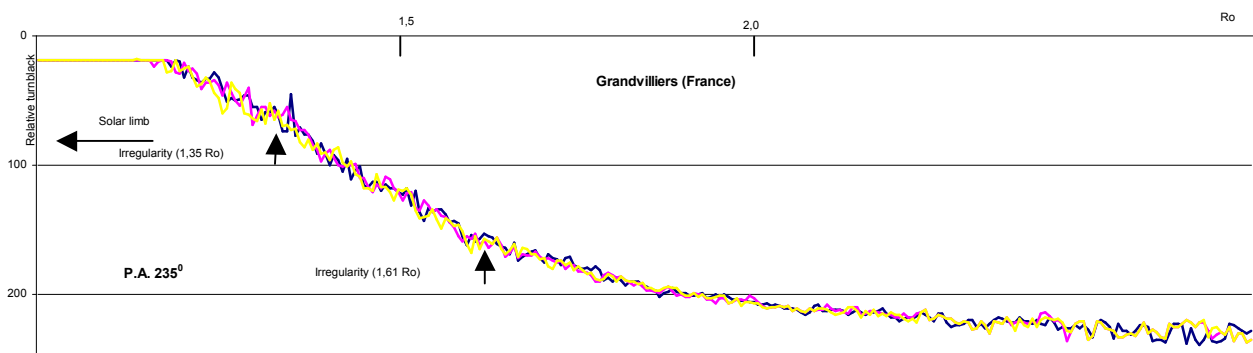
Obr. 1. Polohy vybraných paprsků



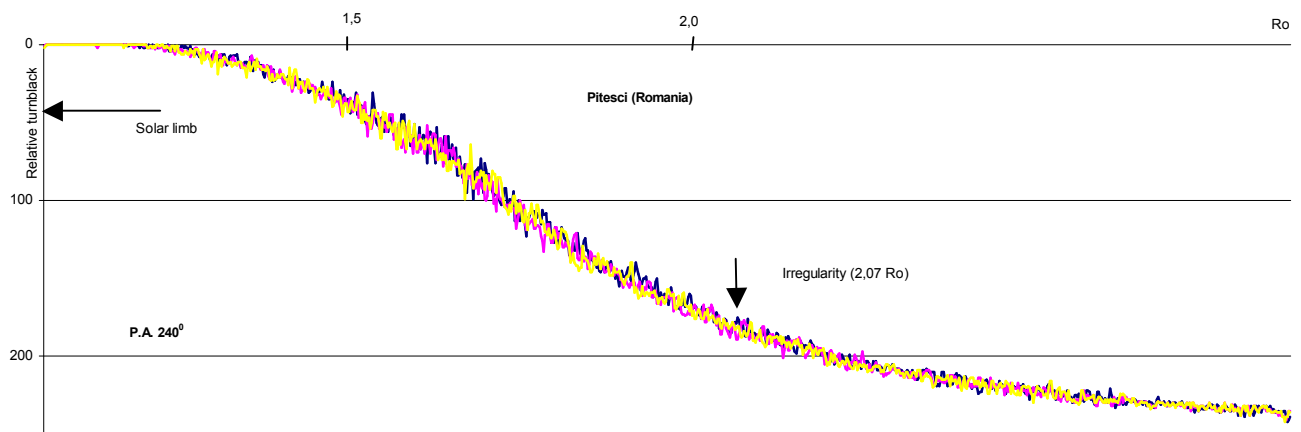
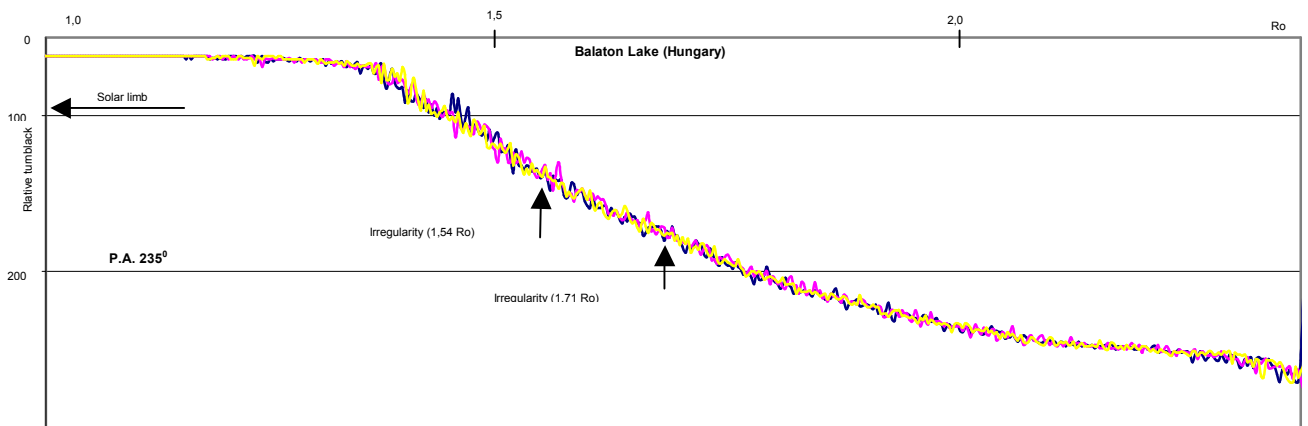
Obr. 2a. Osový řez paprskem P.A. 345°



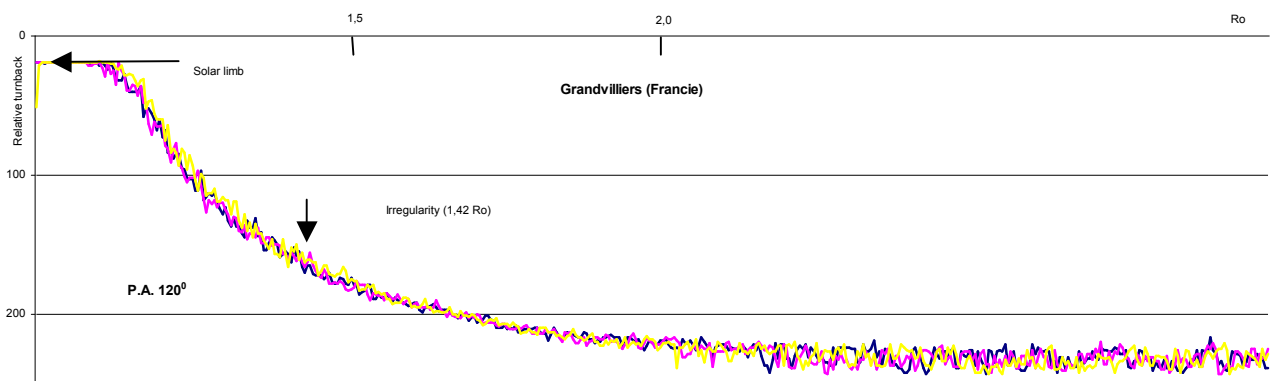
Obr. 2a (pokračování). Osový řez paprskem P.A. 345°



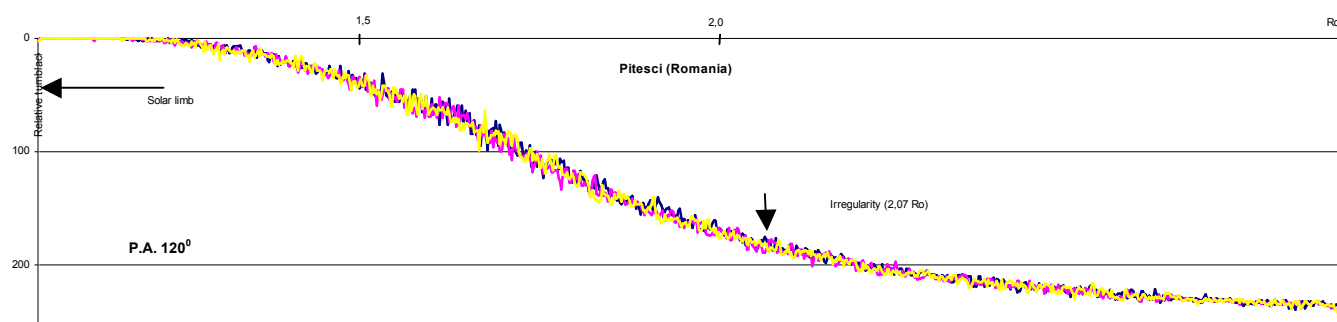
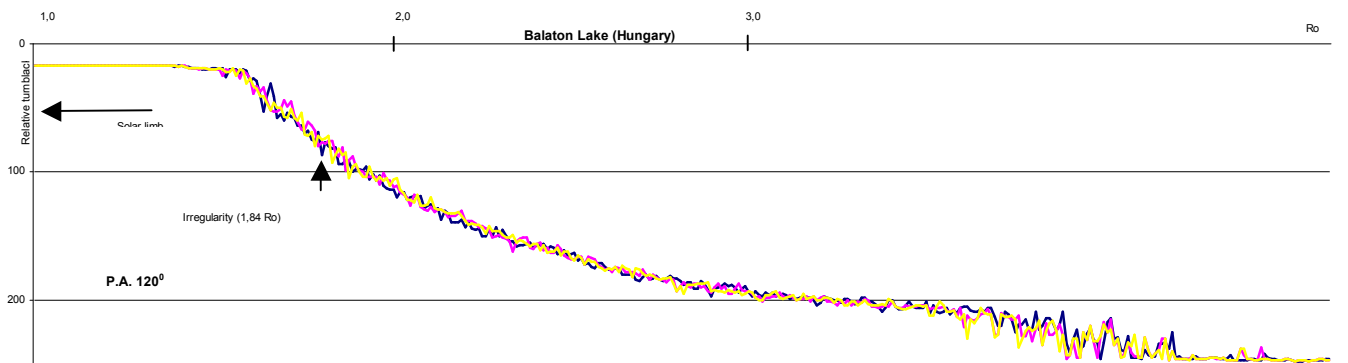
Obr. 2b. Osový řez paprskem P.A. 235°



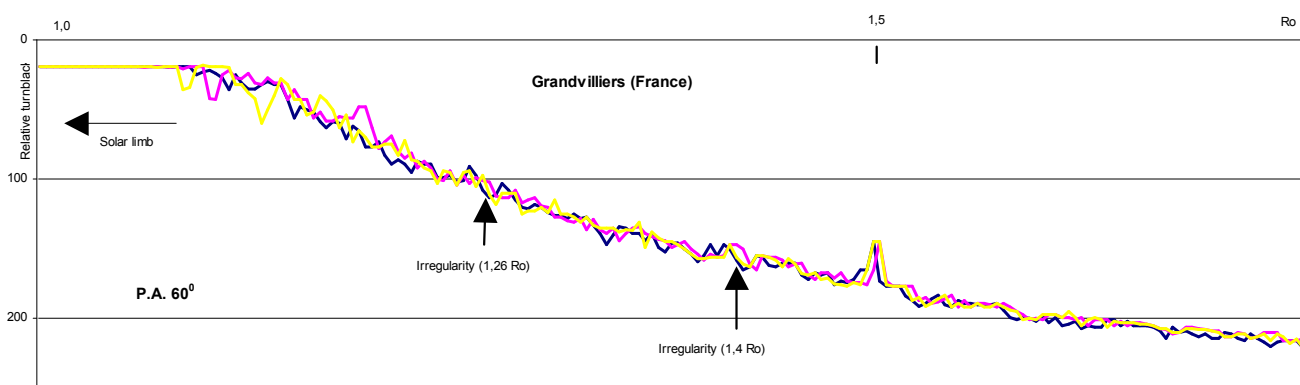
Obr. 2b (pokračování). Osový řez paprskem P.A. 235°



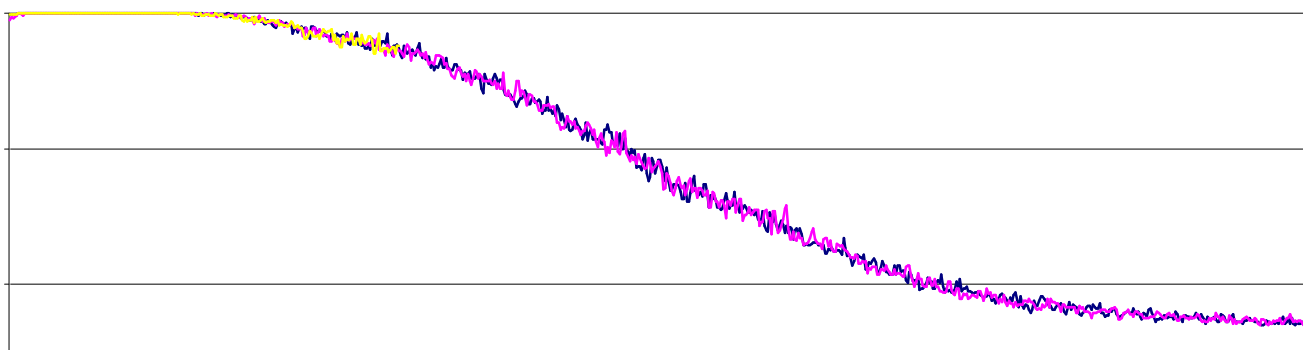
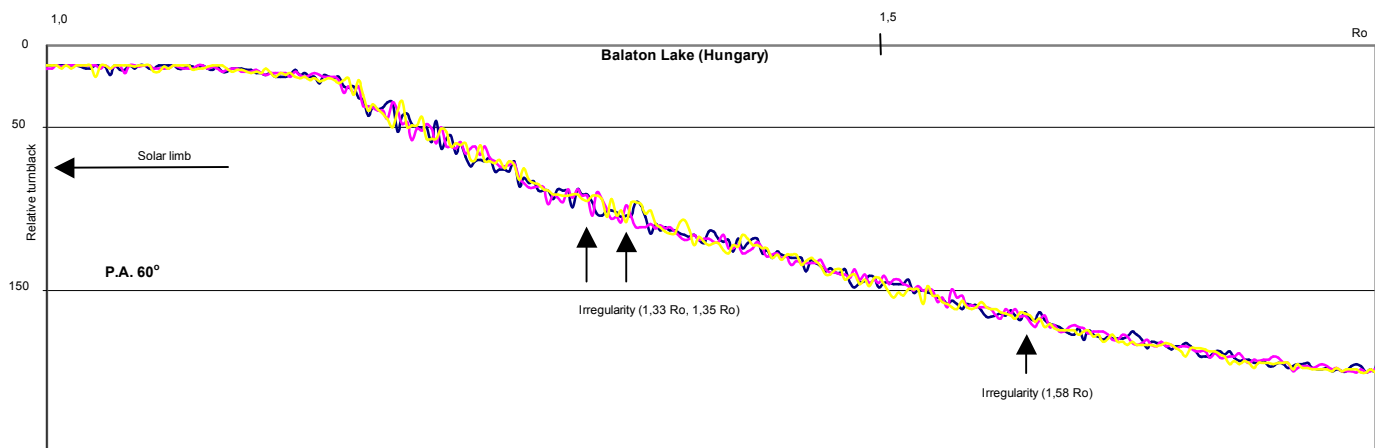
Obr. 2c. Osový řez paprskem P.A. 120°



Obr. 2c (pokračování). Osový řez paprskem P.A. 120°



Obr. 2d. Osový řez paprskem P.A. 60°



Obr. 2d (pokračování). Osový řez paprskem P.A. 60°