



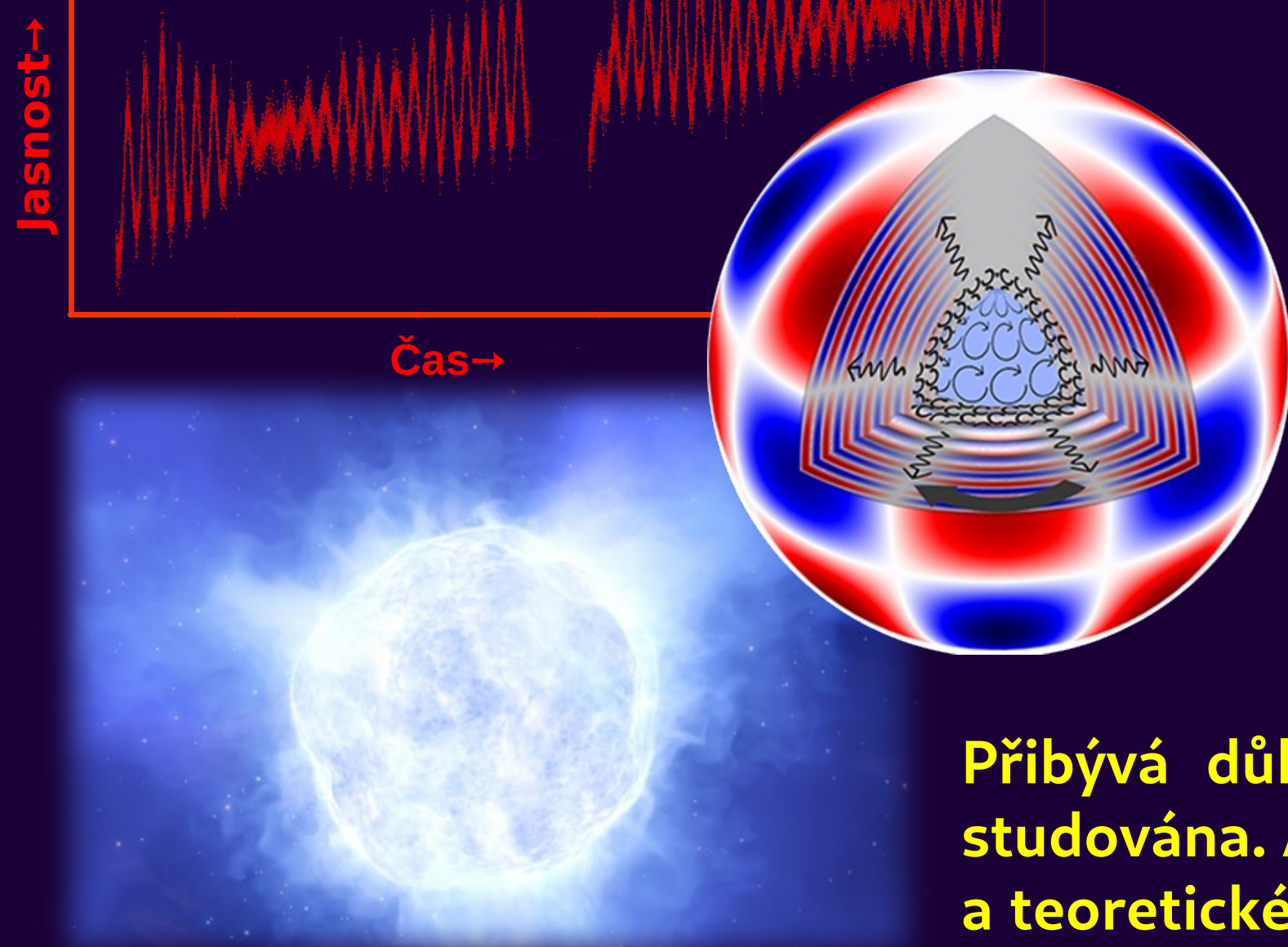
ÚBYTEK HMOTY ZPŮSOBENÝ PULZACÍ MODRÝCH VELEOBRŮ



OCEANS

Hmotné hvězdy hrají důležitou roli v mnoha astrofyzikálních procesech — od vzniku těžkých prvků ve vesmíru až po významný vliv na vývoj svých hostitelských galaxií a tvorbu hvězd. Jedním z klíčových parametrů potřebných k přesnému modelování těchto procesů je — vedle počáteční hmotnosti a rotace — úbytek hmoty. Určení fyzikálních zákonitostí ztráty hmoty modrých veleobrů (BSG), vývojové fáze, kterou procházejí všechny hmotné hvězdy, je důležitým pilířem vědeckého výzkumu prováděného na Stelárním oddělení.

Důkazy pulzací v fotometrické světelné křivce



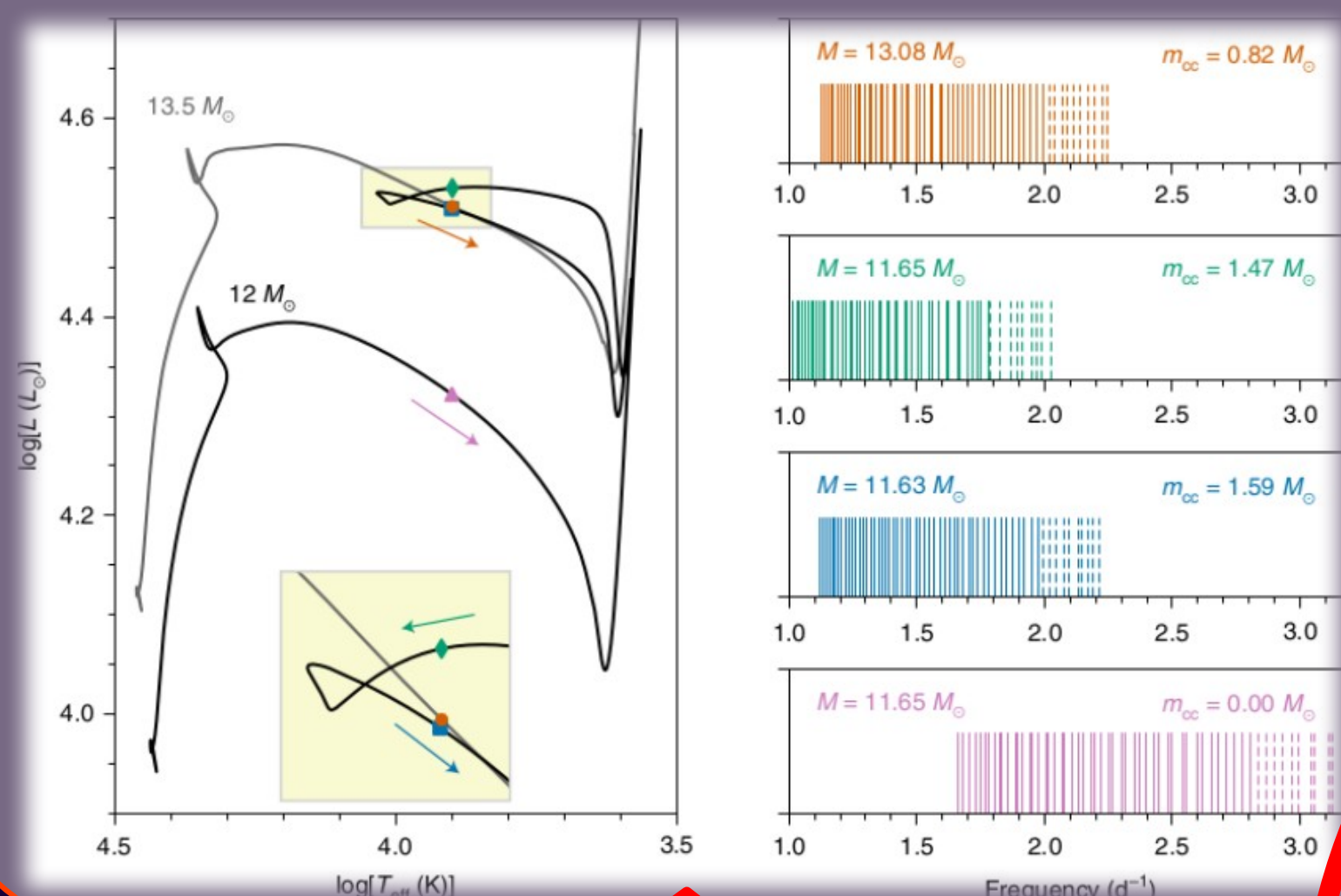
Úbytek hmoty je proces, při kterém hvězda v průběhu času ztrácí část své hmoty do okolního prostoru. K tomu může docházet několika mechanismy:

- Hvězdný vítr: nepřetržitý tok plynu poháněný tlakem záření nebo magnetickou aktivitou.
- Pulzující nestability: pulzace způsobují rozpínání a smršťování hvězdy. Pokud energie vibrací překoná gravitační sílu, dochází k vynášení materiálu z povrchu hvězdy do prostoru.
- Erupce nebo výbuchy: náhlé a epizodické uvolňování hmoty, zejména u hmotných nebo nestabilních hvězd.
- Binární interakce: přenos hmoty na druhou složku ve dvojhvězdném systému.
- Výbuchy supernov: u nejhmotnějších hvězd dochází k prudké ztrátě hmoty při závěrečném výbuchu.

Přibývá důkazů, že BSG pulzují, ale ztráta hmoty způsobená pulzací nebyla dosud studována. Abychom tuto mezeru zaplnili, provádíme podrobné kombinované pozorovací a teoretické studie pulzačních vlastností a ztrát hmoty BSG. Přesná znalost ztráty hmoty v této důležité vývojové fázi má zásadní dopad na konečný osud hvězdy ve formě neutronové hvězdy nebo černé díry.

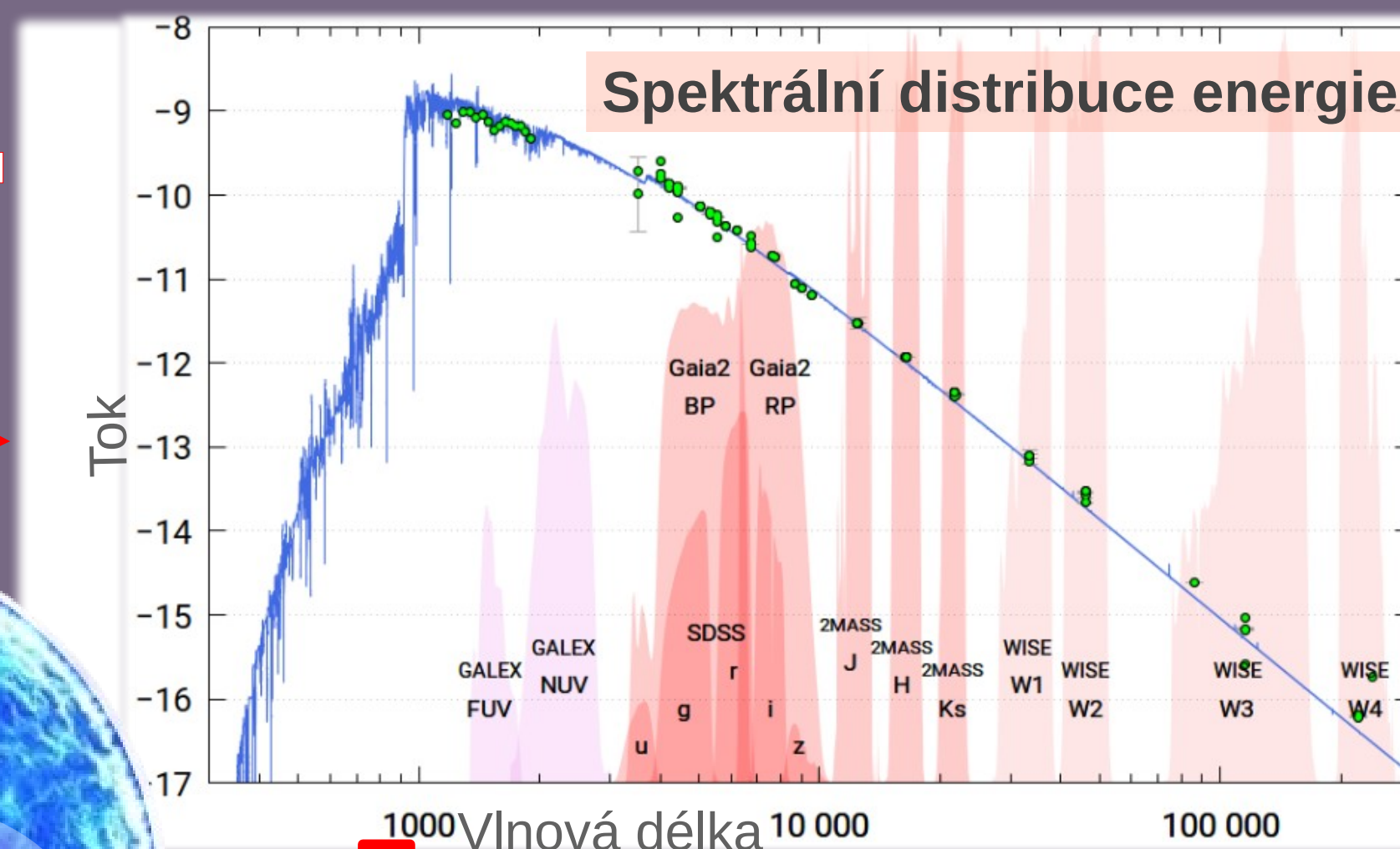
Modely hvězdného vývoje a pulzací

Teoretické modely pulzujících hvězd se počítají ve dvou krocích. Nejprve se vytvoří hvězdný model představující vnitřní strukturu hvězdy v určité fázi vývoje. Poté se pomocí pulzního kódu vypočítá excitace pulzací a frekvenční spektrum, které lze porovnat s pozorováním.

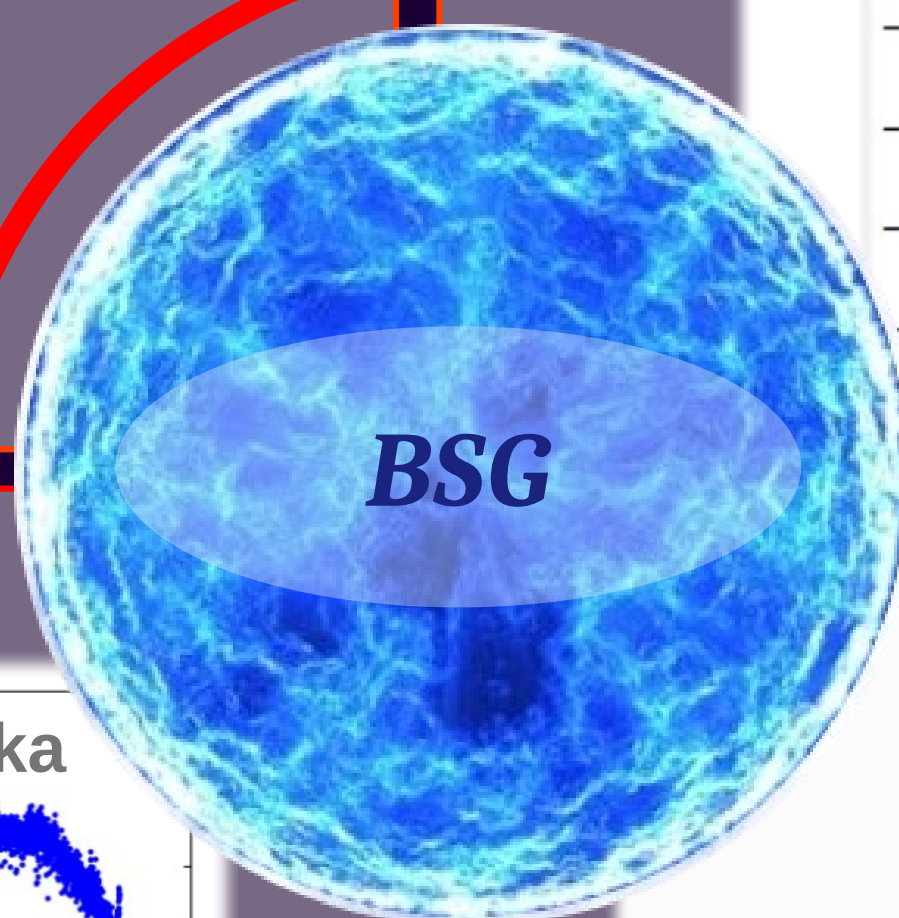


Modelování hvězdné atmosféry a větru

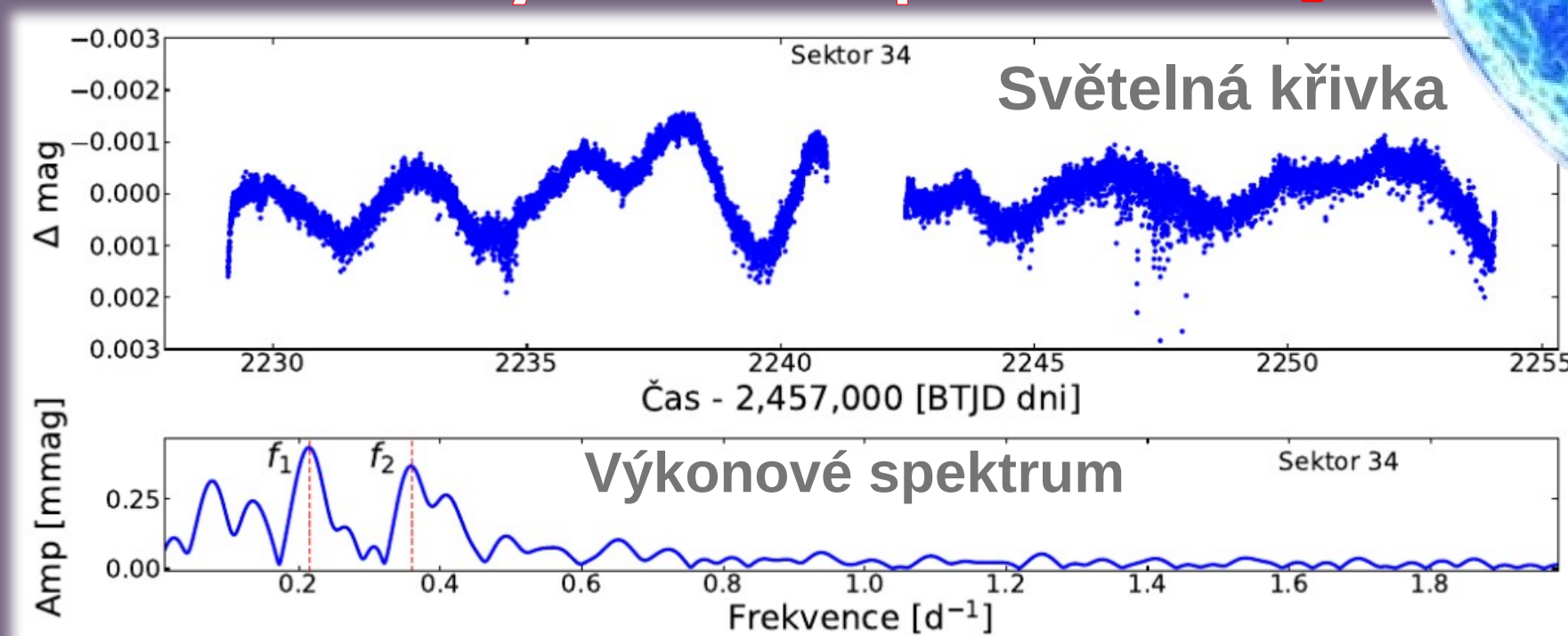
Vytváříme rozsáhlou síť modelů hvězdné atmosféry a větru. Ty slouží k upřesnění hvězdných parametrů a k odvození časově proměnlivých vlastností větru (rychlostní profil, ztráta hmoty) z fitování spekter získaných během pulzačních cyklů. Nově určené parametry se následně používají k výpočtu pulzačních charakteristik a interakce větru s ISM.



Parametry atmosféry a větru



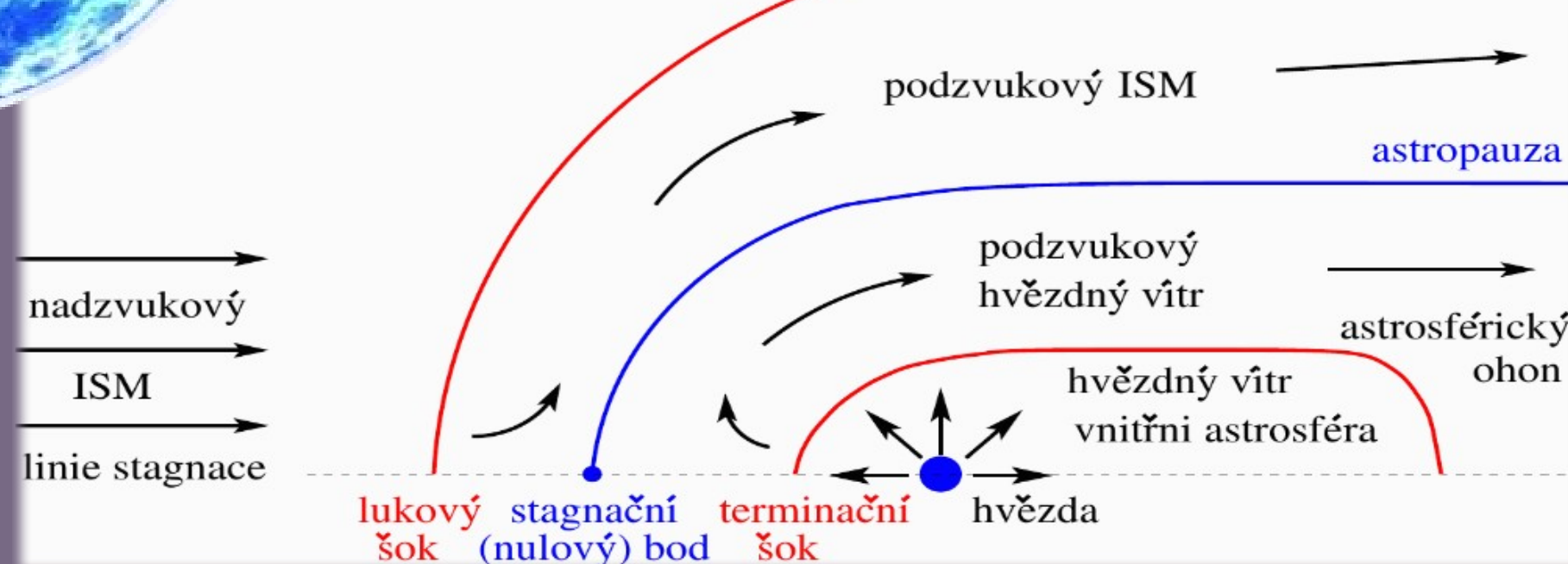
Analýza četnosti pozorování



Spektroskopické a fotometrické časové řady

Ke zkoumání hvězdných pulzací a proměnlivosti větru využíváme vícevlňová pozorování. Spektroskopie poskytuje informace o hvězdných parametrech (teplota, hmotnost, chemické složení, rotace) a o dynamice atmosféry (turbulence, pulzace). Fotometrické světelné křivky odhalují proměnlivost jasnosti objektů způsobenou pulzacemi, nehomogenitami ve větru a výtrysky.

Dynamické parametry ($\dot{M}$, v_∞) pro interakci vítr-ISM



Šíření nestabilit větru a interakce s ISM

Při průletu hvězd mezihvězdným médiem (ISM = mezihvězdné médium) dochází k interakci jejich větru s okolní látkou, což vytváří pozorovatelné bublinové struktury známé jako astrosféry. Časově proměnlivá ztráta hmoty může přispívat k tvorbě vícenásobných filamentů. Přesná znalost úbytku hmoty BSG napomáhá teoretickému studiu čelních rázových vln.