

7. SLAPOVÉ JEVY

- gravitační působení těles má vliv na:
 - a) rotaci a oběžný pohyb planet měsíců
 - b) periodické tvarové deformace – slapové jevy
- intenzita slapového působení: hmotnost a vzdálenost těles, vlastnost tělesa
- gravitační působení Měsíce (malá hmotnost, blízko) a Slunce (velká hmotnost, daleko)
- **příliv** – zdvih a hromadění částic, **odliv** – pokles a úbytek částic
- slapy mořské (mořské dmutí), zemské kůry a atmosféry

7.1 PŘÍČINY VZNIKU SLAPOVÝCH JEVŮ

7.1.1 Pohyb Země kolem těžiště soustavy Země – Měsíc

- stanovení polohy barycentra
$$M_Z l = M_M (r_0 - l)$$
$$l = M_M r_0 / (M_Z + M_M)$$
$$l = 4,7 \cdot 10^6 \text{ m (0,73 zemského poloměru)}$$
- odstředivá síla – všude stejně velká, působí proti gravitační síle Měsíce (rovná se jí ve středu Země)

Obr. 14.1/310

7.1.2 Slapové působení Měsíce

- vektorové vyjádření

Obr. 14.2/311

Obr. 14.3a/311

XXX za obrázek 14.3a přijde vložit naskenovaný text se vzorci ze str. 312 („Při matematickém vyjádření ...až vzorec jeho číslo (14.9)“: XXX

- v působení na hmotné částice se uplatní pouze složky γ_M a $-\gamma_M$, tj. v místech Z a N je slapový účinek stejný, ale opačně orientovaný
- rozklad zrychlení γ_M na tečnou složku γ_{tM} a normálovou složku γ_{nM}
- přílivový elipsoid – stav statické rovnováhy

Obr. 14.3c/314

7.1.3 Slapové působení Slunce

- $\gamma_S = 2G M_S r_Z / r^3$ $r = 1 \text{ AU}$
- $\gamma_M / \gamma_S = 2,177$, tj. Slunce má na průběh, intenzitu a dobu výskytu dmuté pouze pozměňující vliv

7.2 SLAPY HYDROSFÉRY

7.2.1 Základní pojmy

Obr. 14.4/315

- SUM – střední úroveň moře
- 0H – nula hlubin
- vysoká (B_1) a nízká (B_2) velká voda

- vysoká (C_1) a nízká (C_2) malá voda
- denní nerovnost velkých a malých vod (D_1, D_2)
- výška přílivu – poloha úrovně přílivu vzhledem k nule hlubin
- amplituda přílivu – výška velké nebo malé vody nad střední úrovní moře
- interval dmutí (Δt) – časový interval mezi kulminací Měsíce a maximem nejbližší velké vody
- mechanismus mořského dmutí
- lunární den (24 hod 50 min) – časový posun doby výskytu přílivu a odlivu
- půldenní dmutí (dvakrát příliv a dvakrát odliv)

Obr. 14.5/316

7.2.2 Nerovnosti přílivů

- rozdíly ve výškách a v časech nástupu následujících velkých a malých vod:
 - a) úhel měsíční dráhy s rovinou ekliptiky $5^{\circ}9'$ (deklinace Měsíce od $-28^{\circ}36'$ do $28^{\circ}36'$)
 - b) změny vzdálenosti Měsíce od Země (eliptická dráha)
 - c) totéž Slunce (deklinace od $-23^{\circ}27'$ do $23^{\circ}27'$)
 - vertikální řez přílivovým elipsoidem při největší kladné deklinaci měsíce ($28,5^{\circ}$)
 - a) rovník: pravidelný půldenní příliv
 - b) do $\varphi = 61,5^{\circ}$: **denní nerovnost** výšek velkých vod
 - c) nad $\varphi = 61,5^{\circ}$: jednodenní dmutí (jeden příliv, jeden odliv)
- perioda změn denní nerovnosti 13,7 dne (polovina siderického měsíce)

Obr. 14.6a/317

- **půlměsíční nerovnost** 14,8 dne (polovina synodického měsíce)“
 - a) skočný (syzygijní) příliv – nov, úplněk
 - b) hluchý (kvadrurní) příliv – 1. nebo 3. čtvrt
- **paralaktická nerovnost** – v přízemí velikost slapové síly měsíce asi o 40 % vyšší než v odzemí (projevuje se během siderického měsíce)

7.2.3 Typy přílivů

- podle charakteru kolísání úrovně vodní hladiny
 - a) **půldenní přílivy** – 2 velké a 2 malé vody, denní nerovnost se téměř neprojevuje, v amplitudě půlměsíční nerovnost
 - b) **denní přílivy** – 1 velká a 1 malá voda, maximální amplituda po největší deklinaci Měsíce (tropické přílivy), při průchodu Měsíce přes rovník amplituda nejmenší (rovnodennostní)
 - c) **smíšené přílivy**
 - nepravidelné půldenní – 2 velké a 2 malé vody s výraznou denní nerovností
 - nepravidelné denní – 1 velká a 1 malá voda, v době rovnodennostních přílivů po několik dnů druhá velká voda
 - d) **anomální přílivy** – mělčinové přílivy (čtvrtdenní přílivy – 4 velké a 4 malé vody za lunární den)

Obr. 14.6b/318

7.2.4 Vliv fyzicko-geografických podmínek na mořské dmutí

- zpoždování pohybu vodních částic → interval dmutí → **přístavní čas** (interval dmutí v době syzygií)
- výška a amplituda přílivů – teoreticky 0,8 m, záliv Fundy 15-20 m
- ovlivnění morfologie pobřeží – vaty (přilivové plošiny)
- postup přílivové vlny proti proudu řek (na Labi do 150 km – Geesthacht)
- mořská voda proudí do řeky spodem – někde přílivový příboj (pororoca)
- bouřlivý příboj – astronomicky podmíněný příliv podporován větry

7.2.5 Využití poznatků o mořském dmutí v námořní dopravě

- konstanty přístavu – přístavní čas a výška přílivu
- postup přílivové vlny – izorhachie

7.2.6 Energetické využití mořského dmutí

- přílivové elektrárny (Francie – řeka La Rance u St. Malo)

7.3 SLAPY ZEMSKÉ KŮRY

- změny hodnot tíhové síly (Měsíc $1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-2}$, Slunce $0,6 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-2}$)
- výchylky ve směru tíhové síly (Měsíc $0,018''$, Slunce $0,008''$)

7.4 SLAPY ATMOSFÉRY

- působení Slunce výraznější než Měsíce (ohřev atmosféry)
- kolísání tlaku vzduchu
- přílivový vítr (cm.s^{-1} při zemi až $10\text{-}50 \text{ m.s}^{-1}$ v 80-110 km)

7.5 VLIV SLAPŮ NA ZEMSKOU ROTACI

- zpomalování rychlosti zemské rotace

Obr. 14.9/323

- zpomalování rychlosti rotace Měsíce – tzv. **vázaná rotace** (vidíme pořád jednu stranu Měsíce)