

## Praktiskais darbs: jūras ūdens noslāņošanās (stratifikācija).

Darbā tiek izmantoti reāli ūdens sāļuma/temperatūras/skābekļa profili, kas reģistrēti Latvijas Hidroekoloģijas institūta monitoringa reisu laikā Baltijas jūrā un Rīgas līcī.

Katrs students izvēlas, vai izlozē vienu profilu no datu bāzes MS Excell formātā.

### 1. uzdevums

Aprēķināt ūdens blīvumu ( $\rho$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]) visos merītajos dziļumos ņemot vērā ūdens temperatūru, sāļumu un spiedienu (dziļumu).

Precīzam aprēķinam izmanto jūras ūdens stāvokļa vienādojumu. Tas ir ir samērā saržģīti. Internetā atrodami vairāki jūras ūdens blīvuma kalkulatori (pagūglējiet uz 'sea water density calculation'). Diemžēl, šie kalkulatori neparāda, kāds algoritms tiek izmantots. Šajā darbā izmantosim vienkāršotu empīrisku formulu no <http://mason.gmu.edu/~bklinger/seawater.pdf> :

$$\rho_{T,S,p} = C_p + \beta_p \times S - \alpha_{T,p} \times T - \gamma_{T,p} \times (35 - S) \times T$$

kur:

$$C = 999.83 + 5.053p - 0.048p^2$$

$$\beta = 0.808 - 0.0085p$$

$$\alpha = 0.708(1 + 0.35p + 0.068(1-0.0683p)T)$$

$$\gamma = 0.003(1 - 0.059p - 0.012(1-0.064p)T)$$

P = dziļums (km)

S = sāļums (‰)

T = temperatūra (°C)

Iekopējam aprēķinam izmantojamās formulas ar mainīgo relatīvo adresāciju no 1. darba lapas sava profila darba lapā. Kopējot formulas visās tabulas rindās aprēķinām  $\rho$  visam profilam.

### 2. uzdevums

Izveidot izraudzītā/izlozētā profila grafisku attēlu, izmantojot T apzīmēšanai sarkanu līniju, S apzīmēšanai – zilu līniju, un  $\rho$  apzīmēšanai melnu līniju. Dziļumu atļauts attēlot uz X skalas, bet T, S un  $\rho$  un s – uz Y skalas. Lai ūdens blīvumu varētu attēlot vienotā skalā ar T un S, to pārrēķina uz t.s.  $\sigma T$  (sigma-T)

$$\sigma T = \rho_{T,S,p} - 1000$$

### 3. uzdevums

Vizuāli izanalizēt iegūtos grafikus. Cik blīvuma lēcienlāņi (piknoklīni) novērojami? Ar ko tie saistīti: T, vai S? Kāds ir vidējais ūdens blīvums sajauktajā slānī virs piknoklīna un zem tā. Kādā dziļumā ir piknoklīna

robežas. Cik biezs ir piknoklīna slānis? Pievērsiet uzmanību, ka piknoklīna augšējā robeža parasti ir skaidri saskatāma grafikā, bet apakšējā robeža – krietni ‘izsmērētāka’.

#### 4. uzdevums

Novērtēt ūdens stratifikācijas pakāpi izmantojot Brunta-Vaisalas frekvenci ( $N$  [rad/s]). Stingri ņemot,  $N$  ir rotācijas leņķiskais ātrums. Lai aprēķinātu frekvenci (svārstību skaitu sekundē) mums pierastā izpratnē,  $N$  jādala radiānu skaitu pilnā aplī, proti, ar  $2\pi$ . Labākam priekšstatam varam aprēķināt ‘iekšējo viļņu’ periodu ( $\tau$  [s]). Jo mazāks  $\tau$ , jo spēcīgāka ūdens staba stratifikācija.

$$N = \left( \frac{g}{1000} \times \frac{\Delta\rho}{\Delta\rho} \right)^{1/2}$$

Un

$$\tau = 2\pi/N$$

kur:

$g$  = gravitācijas paātrinājums  $9.8 \text{ m/s}^2$

$\Delta\rho$  = ūdens blīvuma gradients piknoklīnā ( $\text{kg/m}^3$ )

$\Delta z$  = piknoklīna slāņa biezums (m)

$$\pi = 3.14$$

#### 5. uzdevums (ja pietiek laika, var izpildīt arī patstāvīgi)

Pievienot iepriekš izveidotajam graikam izšķīdušā skābekļa koncentrāciju ( $\text{mLO}_2/\text{l}$ ). Izanalizēt, vai kādā slānī novērojams skābekļa deficīts. Hidrobioloģijā pieņemts uzskatīt, ka skābekļa deficīta robežkoncentrācija ir  $2.5 \text{ mLO}_2/\text{l}$ . Mēģināt izskaidrot, kādi procesi izraisa skābekļa koncentrācijas vertikālo gradientu.

