



GÖTEBORGS UNIVERSITET

**From alpha to beta ocean**  
**Exploring the role of surface buoyancy fluxes and**  
**seawater thermal expansion in setting the upper ocean**  
**stratification**

**Romain Caneill**

Institutionen för marina vetenskaper  
Naturvetenskapliga fakulteten

Akademisk avhandling för filosofie doktorsexamen i oceanografi, som med den naturvetenskapliga fakultetens tillstånd ska försvaras offentligt torsdagen den 18 januari 2024 kl 13:00 i Sal 3401 Korallrevet, Natrium, Institutionen för marina vetenskaper, Medicinaregatan 7B, Göteborg.

ISBN 978-91-8069-555-8 (printed)  
ISBN 978-91-8069-556-5 (pdf)



## GÖTEBORGS UNIVERSITET

### **Svensk summering**

Havet spelar en central roll i jordens klimatsystem genom att absorbera en del av överskottet av antropogen värme och koldioxid. Dessutom omfördelar havscirkulationen värme från tropikerna till polerna. På grund av havets starka densitetsskiktning är vertikalt utbyte mellan havets yta och de djupare vattenmassorna begränsat. Subduktion är en process som kopplar havsytan till havets inre, vilket sker under vintern på mellan- och höga latituder, där det översta välblandade skiktet (mixed layer, ML) är djupt. I subtropiska hav minskar temperaturen och salthalten under ML. Temperaturen har därmed en stabiliserande effekt, medan salthalten har en destabiliserande effekt. Denna skiktning kallas alfavatten. I motsats till detta har polarhavet ökande salthalt och temperatur under ML, vilket leder till att salthalten är stabiliserande. Denna regim kallas betahav. Mellan alpha- och betaregimerna ligger den polara transitionszonen (PTZ), som är en regim där såväl temperatur som salthalt är stabiliserande. Trots att distinktionen mellan alpha- och betahav är viktig är de underliggande mekanismerna som kontrollerar dessa regimer inte klarlagda. Denna avhandling undersöker faktorerna som påverkar skiktningen i havets översta del och de djupa ML som återfinns i anslutning till PTZ. Vi använder profiler av salthalt och temperatur från observationer för att producera nya klimatologier av de tre regimerna. Dessa klimatologiska data bekräftar att ML är djupt i den del av alfavatten som ligger närmast polerna. Djupa ML återfinns också i betahavet längs Antarktis kust. Under vintern är övergången mellan de olika regimerna abrupt. Under sommaren bidrar både temperatur- och salthaltsfördelning till skiktningen i nästan hela havet. Baserat på idealiserade numeriska simuleringar och observationer av skiktning och flytkraftsflöden, finner vi att flytkraftsflöden till stor del bestämmer positionen för PTZ. Genom att stabilisera vattenpelaren på den sida av PTZ som är närmast polen begränsar flytkraftsflödena konvektiva processer och tillåter därmed att betahav uppstår. Den exakta positionen av PTZ och de närliggande djupa ML bestäms av en balans mellan förlust av flytkraft under vintern och motståndskraften hos den existerande skiktningen. En viktig faktor är att värmeflödets inverkan på flytkraftsflödet ändras med värdet på den termiska expansionskoefficienten (TEC). TEC är starkt beroende av vattnets temperatur – en egenskap som är unik för vatten. Denna egenskap leder till minskade flytkraftsflöden i kallt vatten. Vi finner att det lokala värdet av TEC i den subpolära regionen spelar en mycket viktig roll i att reglera vinterns flytkraftsförlust och stratifiering, och därmed positionen för PTZ. Ett högre värde på TEC skulle orsaka att alfavatten expanderar mot polen och hindrar att betahav bildas. På grund av betahavets betydelse för bildning av havsis påverkas jordens klimat följaktligen av TEC värdena, som är direkt kopplade till havets yttemperatur. Sammanfattningsvis belyser denna avhandling den centrala roll som TEC spelar i att modulera flytkraftsflöden och därmed i att styra övergången mellan alpha- och betahav.

### **Keywords:**

Havsskiktning, Termisk expansionskoefficient, Flytkraft flöden, Övergångszon, Alfa-beta ocean