

Murdepunktid, tsirkulatsioonide muutused

Ülevaade veeringest ning hoovuste tsirkulatsioonide muutustest, keskendudes Atlandi ookeani meridionaalsele pöördringlusele (AMOC).

Veeringe muutused mõjutavad veel ka näiteks Lääne-Aafrika ja India mussoone, mille muutumisel on rasked tagajärjed nende piirkondade inimeste elujärjele, eelkõige põllumajandusele.

Atlandi ookeani meridionaalne pöördringlus (Atlantic Meridional Overturning Circulation, edaspidi AMOC) on ookeanivee massiivne ringlus, mille käivitajaks on erinevused vee temperatuuris ja soolsuses - tegu on nn termohaliinse tsirkulatsiooniga. AMOC on ookeani suur konveierlint, mis transpordib koos veega nii energiat (soojust) kui ka ainet (nt toitaineid) üle kogu maakera. AMOC süsteemi kuulub ka Golfi hoovus, mis toob sooja vett ookeani ülemises kihis Ameerika mandri ekvatoriaalsetelt rannikualadelt Põhja-Euroopasse. Külmemattes piirkondadesse jõudes hakkab hoovuse soolane vesi jahtuma, sukeldub tihedamaks ja raskemaks muutudes allapoole ning suundub ookeani süvakihis toitanerikast vett kaasa võttes ekvaatori poole tagasi. AMOC on osa globaalsest ookeanivee tsirkulatsioonisüsteemist, mis on oluline kogu maakera kliima ja ökosüsteemide paiknemismustrite tekkel ning inimeste endi ja meie majanduste paiknemise kujundamisel.

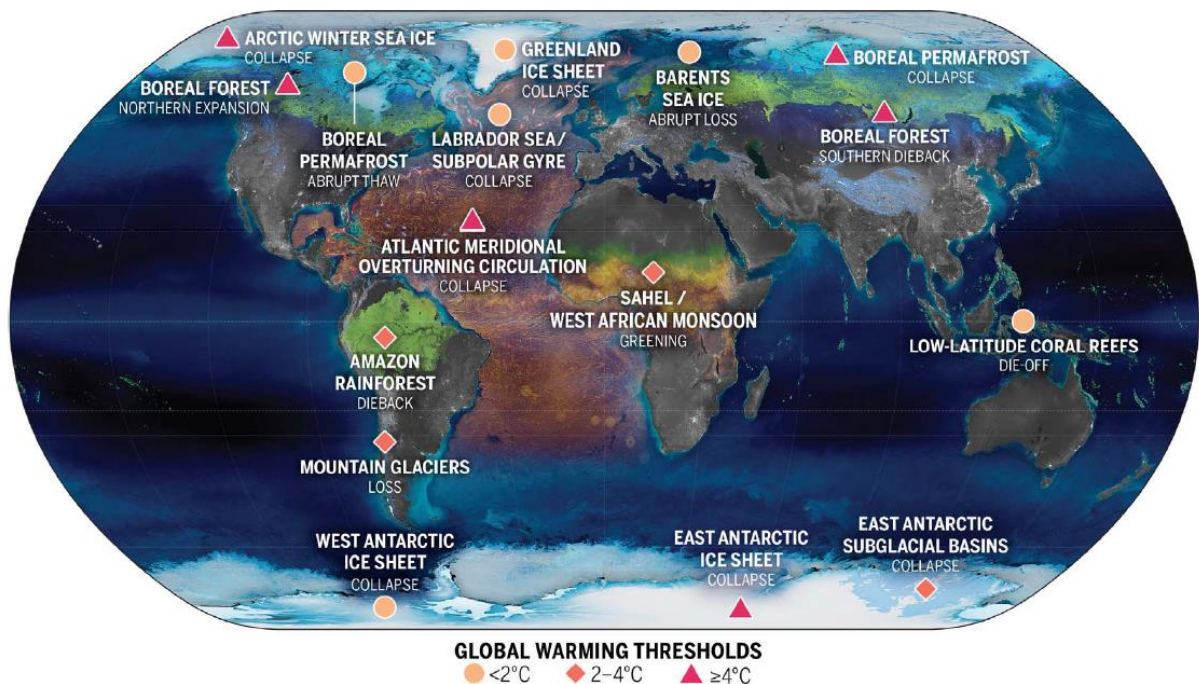
Kliima soojenemisest tingitud vihmasadude suurenemine ja mandriliustike, sealhulgas eriti Gröönimaa liustike, sulamine on põhjustanud suure hulga magevee juurdevoolu põhjapoolsetesse ookeani osadesse, mis vähendab vee soolasust ning tõstab temperatuuri - soojenenud kliimas ei jahtu poolusele liikunud soe hoovus enam nii kiiresti ega pole enam piisavalt soolane, et süvakihti sukelduda. Sellise "mootori" pidurdumine pärsib terve AMOC süsteemi toimimist.

On täheldatud, et 20. sajandi keskpaigast on AMOC aeglustunud umbes 15% ja see tõstatab küsimuse, kas Atlandi ookeani meridionaalne tsirkulatsioon võib ka tervikuna ümber kujuneda/peatuda. Ehk kas selles süsteemis on murdepunkt, mille ületamisel on AMOC'i väljalülitumine isevõimendumise tõttu pöördumatu protsess. See on hetkel vähe teada, kuid modelleerimised näitavad, et selle murdepunkti ületamiseks peab globaalne soojenemine ületama 3-4 kraadi soojenemise piiri. **Hetkest, mil AMOC'i murdepunkt ületatakse, võib võtta mõnisada aastat, et ringlus lakkaks, kuid väljalülitumine jätkuks ka siis, kui kliima soojenemine on peatunud. See-eest AMOCi taaskäivitamine võib võtta tuhandeid aastaid.**

Atlandi ookeani meridionaalse tsirkulatsiooni väljalülitumine tooks kaasa massiivsed tagajärjed, sh põhjapooluse jahenemise, eriti Lääne-Euroopas ja Põhja-Ameerika

idarannikul. See vähendaks ka sademeid põhjapoolusel ja Lääne-Euroopas, võimendades kliima soojenemise mõju ning ökosüsteemide täielikku ümberkujunemist. Lõunapoolses Euroopas võimendaks AMOC'i väljalülitumine kliimamuutuste prognoositavat kuivenemist veelgi, tehes seased toidutootmisvõimalused äärmuslikult keeruliseks.

Atlandi ookeani meridionaalne pöördringlus on koos teiste hoovustega (ja läbi oma mõju atmosfääri tsirkulatsioonile) aluseks ka maakera ökosüsteemide paiknemisele. AMOCi pidurdumine võib mõjutada ka Vaikse ookeani lõunaostsillatsiooni (ENSO, sh La Nina ja El Nino vaheldumist ja mussoone), aga ka Amazonase vihmametsade veeringluspumpa jpt maakera ühendatud süsteemide toimemehhanisme.



Joonis: murdepunktide ülevaade (Armstrong McKay, 2022)

Allikad:

Armstrong McKay, D. I., Staal, A., Abrams, J. F., Winkelmann, R., Sakschewski, B., Loriani, S., Fetzer, I., Cornell, S. E., Rockström, J., & Lenton, T. M. (2022). Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377(6611), eabn7950.

IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T.M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C.P., Barnosky, A.D., Cornell, S.E., Crucifix, M. and Donges, J.F., 2018. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), pp.8252-8259.