

Murdepunktid, jääkilpide sulamine

Ülevaade jääkilpide sulamisest Gröönimaal ja Lääne-Antarktikas.

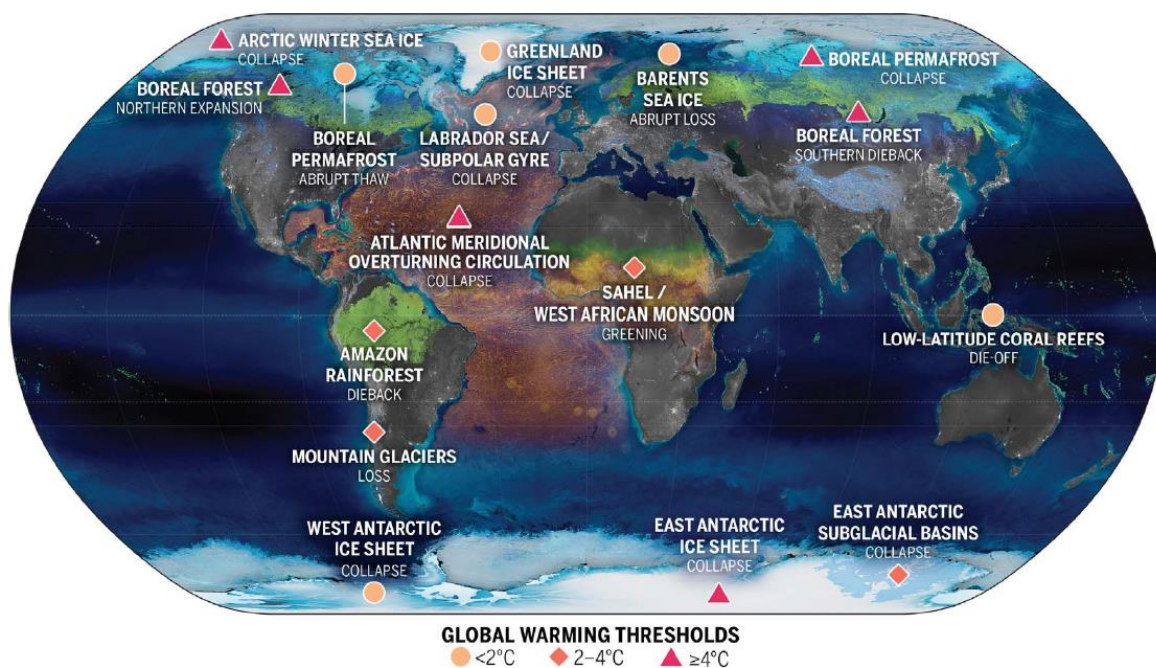
Gröönimaa jääkilp on suuruselt teine Maa jäälaam. Tegu on iidse kilbiga, mis on püsinud vähemalt 18 miljonit aastat, võib-olla ka rohkem, sest tõendeid jääkilbi esinemisest on ka Eotseeni ajastust ca 34-56 miljonit aastat tagasi. *Kõrvalepõige - Pliotseeni (ca 3 milj a tagasi) ning Eotseeni peetakse vastavalt tänase ja 21. saj lõpu kliima-analoogideks - siis valitsesid Maal sarnased kasvuhooonegaaside kontsentratsioonid ning temperatuuri tingimused (Burke et al. 2018)*. Gröönimaa jääkilp hoiab endas vett, mille sulamisel tõuseks maailma meretase u seitse meetrit. Praegu sulab see kiirusel, mis lisab maailma meretasemele aastas juurde 0,7 mm. Gröönimaa jääkilbi sulamine toimub pindmises kihis ja sulamine toimub järk-järgult ülemisest kihist alumiseni jõudes. See tähendab aga, et jää pealmine pind alaneb, laskudes madalamasse ja soojemasse õhukihti, mille tõttu pindmine sulamine aina kiireneb. Jää pinna alanemisest tingitud laskumine soojemasse õhukihti vähendab ka lumikatet, millel on võrreldes jääga suurem albeedo. Lisaks on lumikattel omadus imada endasse sulavett, seega lumikatte vähenemisel ja rohkema vee vallandumisel jõuab rohkem vett otse merre.

Gröönimaa jääkilbi sulamise murdepunkt ei ole täpselt teada, sest selle täielik sulamine võtaks paar tuhat aastat, kuid arvestades protsessi teguritest tingitud inertsit, on see murdepunkti teooria väga tõetruu. Erinevate IPCC kliimasoojenemise stsenaariumite järgi on oodata Gröönimaa jääkilbi sulamist 8% kuni 100% (vastavalt IPCC RCP2,6 ja RCP8,5 stsenaariumid) ja merevee taseme tõusu 0,59 - 7,28 meetrit. On oluline teada, et Gröönimaa jääkilbi loomulik tasakaal sõltub konkreetsetest valitseva kliima temperatuurist - see tähendab, et jääkilp ei hakka taastuma enne kliima jahenemist.

Lääne-Antarktika mandriliustik (WAIS) on üks kolmest Antarktika mandriliustikust ning koosneb rohkem kui 3,2 miljonist kuupkilomeetrist jääst. WAIS võib hakata sulama eriti suure kiirusega, kui ta saavutab merelise liustiku ebastabiilsuse (*Marine ice cliff instability - MICI*). See tähendab seda, et kuna Antarktika all asuv maapind on kausikujuline ehk kaldega maismaa poole, siis vajub maa raskusjõu tõttu soojem merevesi liustiku ja maapinna vahele, sulatades liustikku maapinna küljest lahti. Põhjust eraldatud liustik on aga äärmiselt ebastabiilne ning murdub oma raskuse all väga kergesti, kiiresti ning suuremahuliselt. Osa WAISi liustikuid, näiteks Thwaites'i liustik, on juba MICI tõttu suurel määral sulama ja murduma hakanud ning see ebastabiilsus võib vallandada ahelreaktsiooni. Lisaks ei sula WAIS ainult altpoolt, vaid õhutemperatuuri tõus sulatab liustikku ka ülevalt. Jääkao tempo Lääne-Antarktika mandriliustikult on kolmekordistunud viimastel aastakümnetel - kui aastatel 1992-97 oli liustik kahanemistempo 53 miljardit tonni aastas, siis aastatel 2012-2017 juba 153 miljardit

tonni aastas.

Polaarsete alade temperatuurid on viimaste miljonite aastate jooksul olnud aeg ajalt vaid veidi soojemad kui praegu, ometi on globaalne keskmine meretase olnud 6–9 meetrit kõrgem nii viimasel jäävaheajal (130 000–115 000 a tagasi) kui ka Pliotseenis (ca kolm miljonit a tagasi). Mõlemal juhul on merevee kõrgema taseme peamiseks põhjustajaks olnud Antarktika mandriliustikku seotud jää hulk. See viitab liustiku tundlikkusele. Teadlased on hinnanud, et kui kasvuhoonegaaside heide jätkub samal tasemel, põhjustab Antarktika jääkilbi sulamine merevee taseme tõusu rohkem kui meetri aastaks 2100 ja >15 meetri aastaks 2500 (de Conto & Pollard, 2016). Peamiseks sulamise põhjustajaks on atmosfääri soojenemine, kuid pikaajaliselt soojenevad ka ookeanid, mis lükkavad mandriliustike taastumise omakorda tuhandeid aastaid edasi.



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.

Burke, K.D., Williams, J.W., Chandler, M.A., Haywood, A.M., Lunt, D.J. and Otto-Bliesner, B.L., 2018. Pliocene and Eocene provide best analogs for near-future climates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(52), pp.13288-13293.

DeConto, R.M. and Pollard, D., 2016. Contribution of Antarctica to past and future sea-level rise.

Nature, 531(7596), pp.591-597.

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. Alegría, 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.