

STATUS: ANOMALIJA DETEKTIRANA

2022-2023

Kolaps ledenika Hektoria: Študija primera ekstremne dinamike umikanja

Mehanika, radarska telemetrija in posledice za
globalno gladino morja

50 %

Izguba celotne mase ledenika

2 meseca

Časovni okvir kolapsa
(November - December 2022)

8 km (5 milj)

Skupna razdalja umika

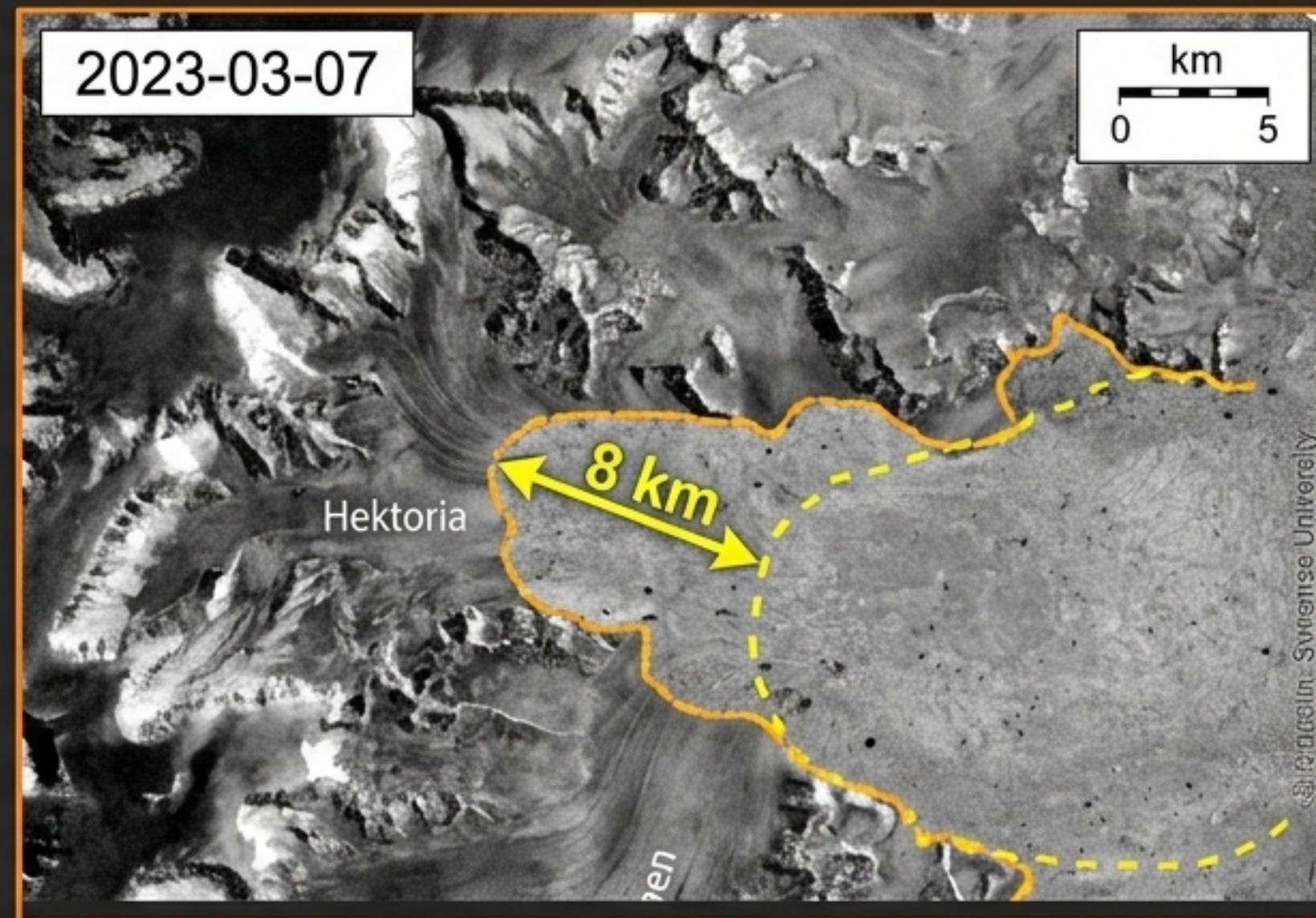
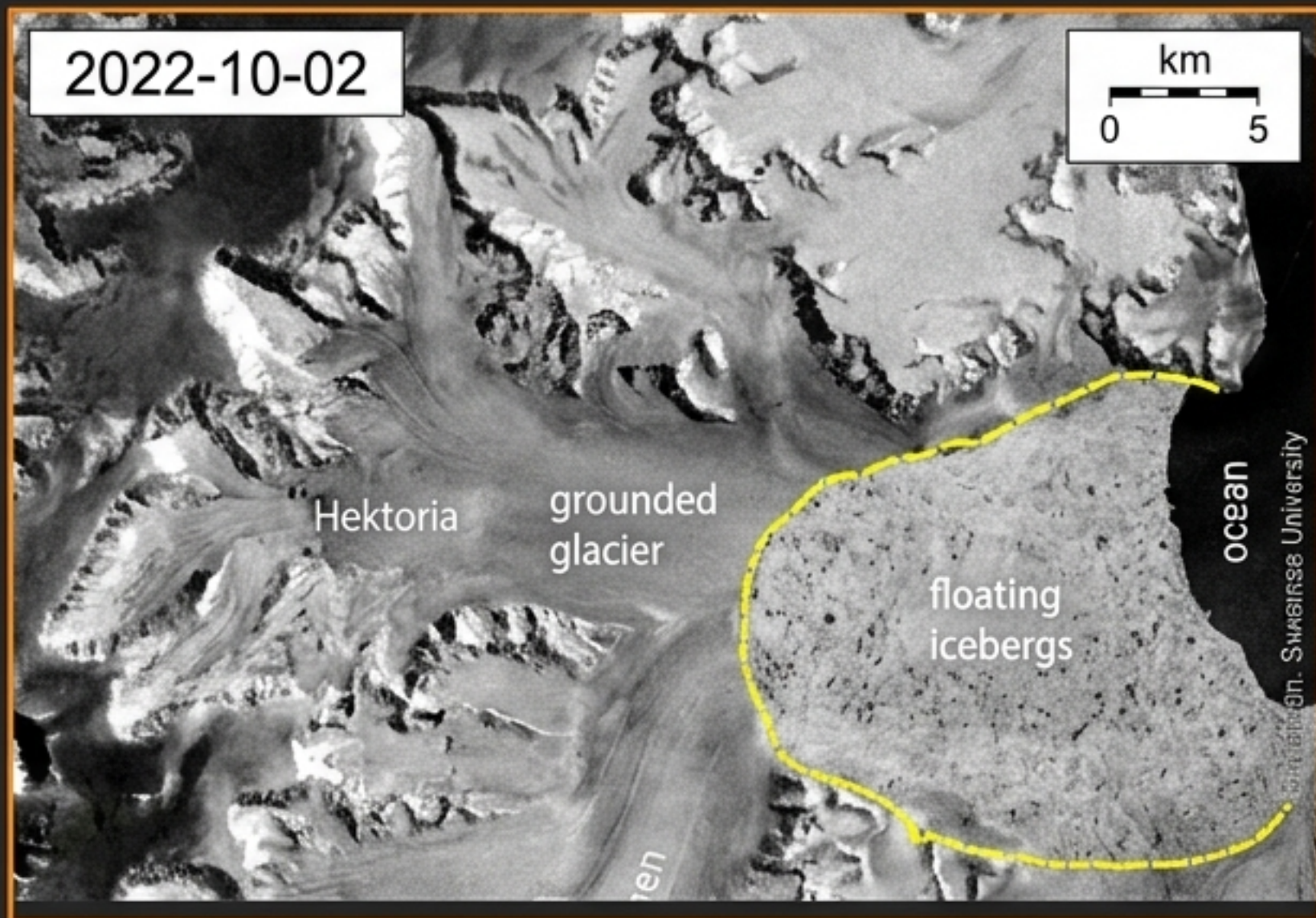
LOKACIJA: Antarktični polotok



OPOZORILO: Ena najhitreje segrevajočih se regij na Zemlji

KONTEKST: Običajni nasedli ledeniki na morskem dnu se običajno umaknejo za največ nekaj sto metrov na leto. Umik Hektorie predstavlja najhitrejši zabeležen umik v moderni zgodovini.

Radarska telemetrija: Copernicus Sentinel-1



Tehnologija

Radarska interferometrija s sintetično odprtino (SAR) omogoča neprekinjeno spremljanje skozi oblačnost in polarno noč.

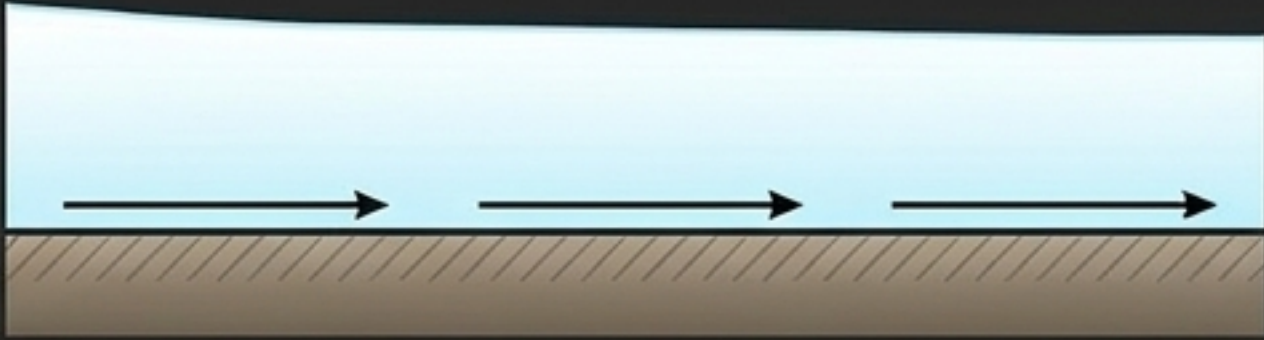
Odkritje

Anomalijo je naključno odkrila Naomi Ochwat (Univerza v Koloradu) med analizo satelitskih podatkov nepovezane študije o morskem ledu.

Terensko opažanje

“Spoznala sem, da se tukaj dogaja nekaj posebnega.”
– N. Ochwat

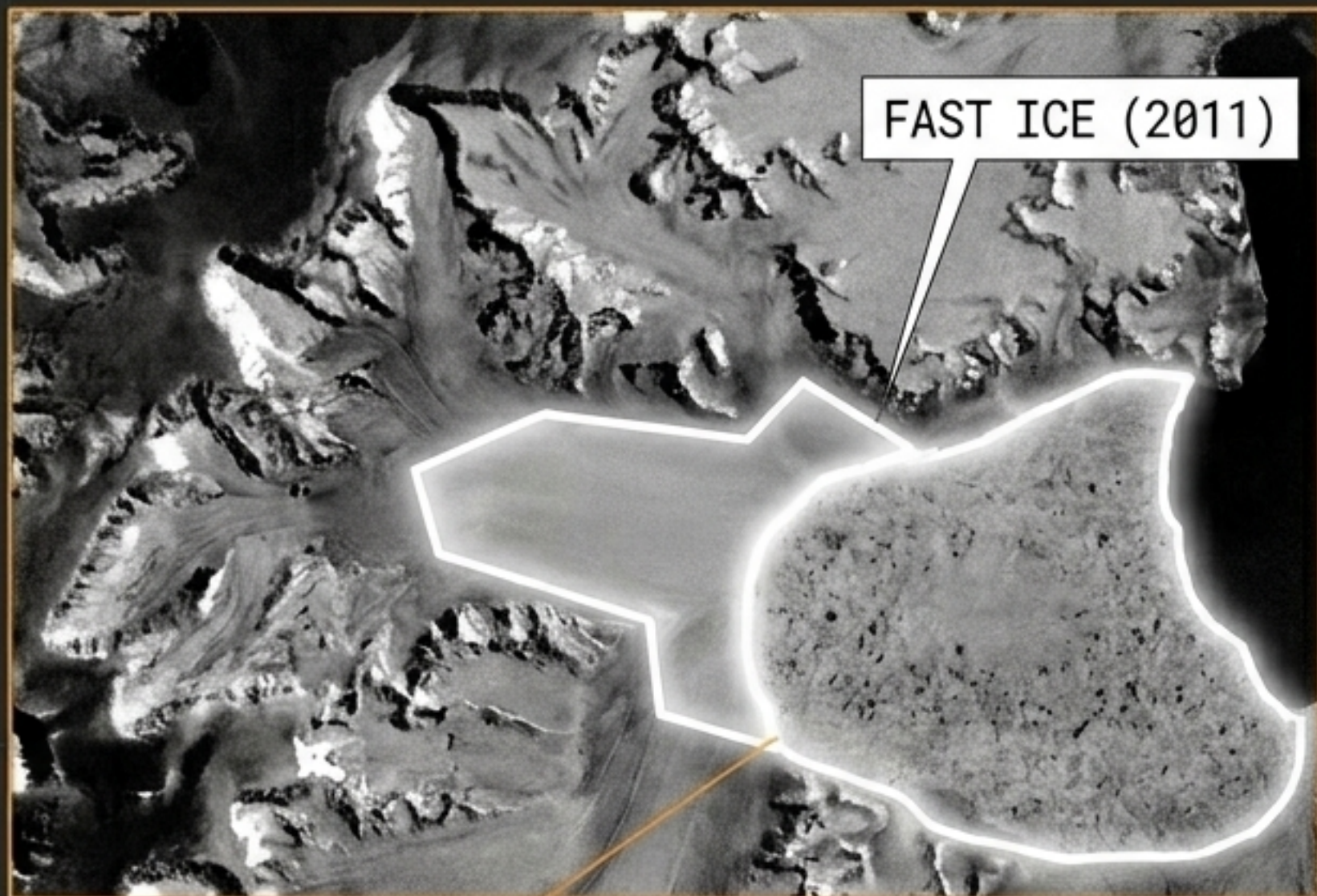
Diagnostična primerjava: Strukturna topologija ledenikov

Atribut	Običajni nasedli ledeniki	Ledeniki na ledenih ravninah [Sistem Hektoria]
Topologija dna		
Hitrost umika	< 500 m / leto	> 4000 m / mesec (ekstremni pogoji)
Strukturna stabilnost	Zagozdeni ob skale (Visoka)	Drsenje po ravnem dnu (Nizka)



ZAKLJUČEK DIAGNOSTIKE: Hektoria leži na ledeni ravnici, kar inherentno zmanjšuje bazalno trenje in omogoča hitro drsenje ob destabilizaciji sistema.

Izguba strukturnega opornika: 'Fast Ice'



1 Stabilizacija (2011)

Zaliv se zapolni z 'fast ice' (morskim ledom, pritrjenim na kopno, odpornim na veter in plimovanje). Deluje kot fizični opornik sistema.

2 Sprožilec (2022)

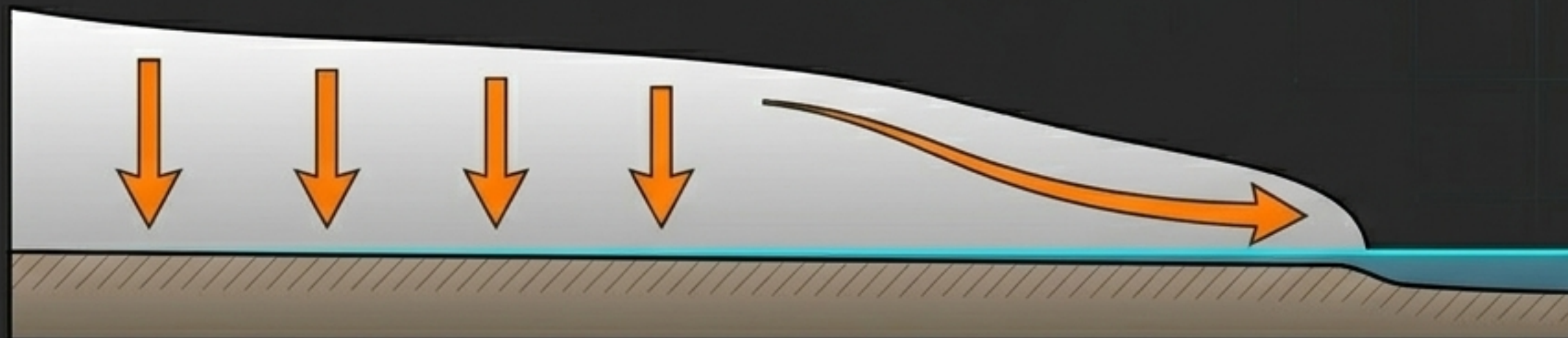
Segrevanje oceanov povzroči, da močno oceansko valovanje razbije in odstrani ta zaščitni led.

3 Izpostavljenost

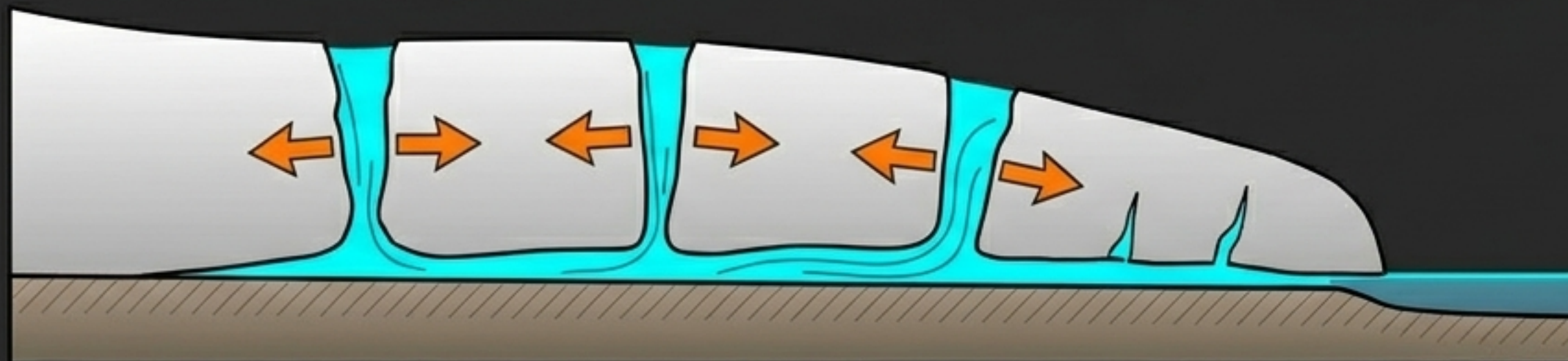
Prekinitev 'fast ice' bariere omogoči stik tople morske vode neposredno s čelom ledenika, kar nepovratno destabilizira ledene jezike.

Kinematika loma: Mehanizem verižne reakcije

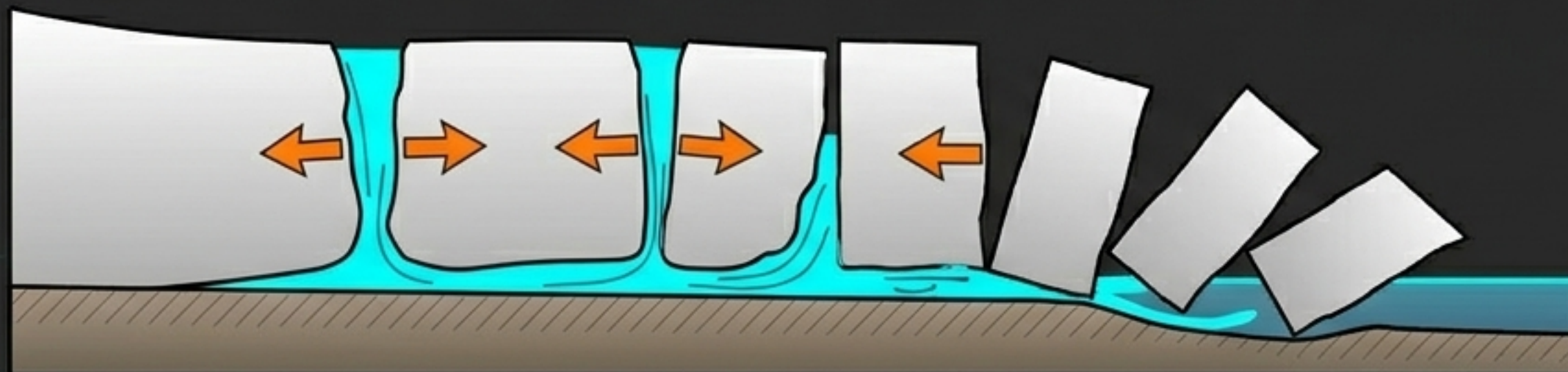
Faza 1:
Tanjšanje



Faza 2:
Hidrostatski
tlak



Faza 3:
Retrogradna
kalitev



Kot domine, ki padajo nazaj, ena za ena za drugo jim spodrsava pod pod nogami. – T. Scambos

Terenska kalibracija: Fizična realnost radarskih podatkov

DATUM VIZITACIJE:
Februar 2024 (N. Ochwat)

STANJE:
Aktivno rušenje. Ledenik
nadaljuje s pospešeno kalitvijo
(calving) ogromnih ledenih
gora v morje.

KONTEKST:
Terensko delo potrjuje, da se
kinematični kolaps, zaznan preko
satelitov, ni ustavil in predstavlja
novo, trajno nestabilno stanje
čela ledenika.

Zgodovinska referenca: Potrditev paleoklimatskih modelov

Modeli kažejo, da so se takrat ledeniki na ravninah umikali za več sto metrov na dan.

15.000–19.000 LET NAZAJ
(Konec zadnje ledene dobe)

⚠ SODOBNA REALNOST (2022)

• Še nikoli nismo videli, da bi se to odvijalo v živo, zagotovo ne s takšno hitrostjo. – N. Ochwat



INŽENIRSKI SKLEP:

Modeli fizike ledu iz preteklosti so pravilni, kar pomeni, da je ekstremna hitrost umika možna in se zdaj dejansko odvija v realnem času.

Ekstrapolacija tveganja: Skalabilnost mehanizma

LOKALNO
(Hektoria)



Velikost mesta Filadelfija. Relativno majhen ledenik. Individualni prispevek k dvigu morske gladine je zanemarljiv.



GLOBALNA GROŽNJA
(Skaliranje)



Velikost Velike Britanije. Na Antarktiki obstajajo gigantski ledeniki s podobno topologijo ledene ravnice, ki bi lahko podlegli identičnemu domino procesu.



POTENCIALNI BAZEN TVEGANJA:

Antarktika zadržuje dovolj ledu za dvig globalne gladine morja za 58 metrov (190 feet). Sistematičen kolaps bi pomenil skokovito spremembo (step change) v dvigu gladine.

Sinteza: Nova paradigma v modeliranju ranljivosti

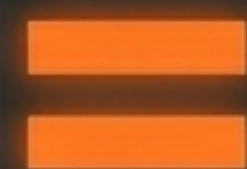
[Segrevanje oceanov]



[Izguba 'Fast Ice' opornika]



[Topologija ledene ravnice]



EKSPONENTNI
KINEMATIČNI
UMIK

KLJUČNI IZZIV

Odkritje dviguje letvico našega razumevanja hitrosti umika. (Rob Larter).

Izguba ledu se lahko zgodi veliko hitreje, kot predvidevajo linearni modeli.

NEZNANKA V MODELIRANJU

Da bi natančno napovedali prihodnost dviga gladine, moramo nujno kartirati najbolj nedostopna okolja na Zemlji: subglacialne votline pod ledenimi policami, kjer se ta destruktivni proces začne.