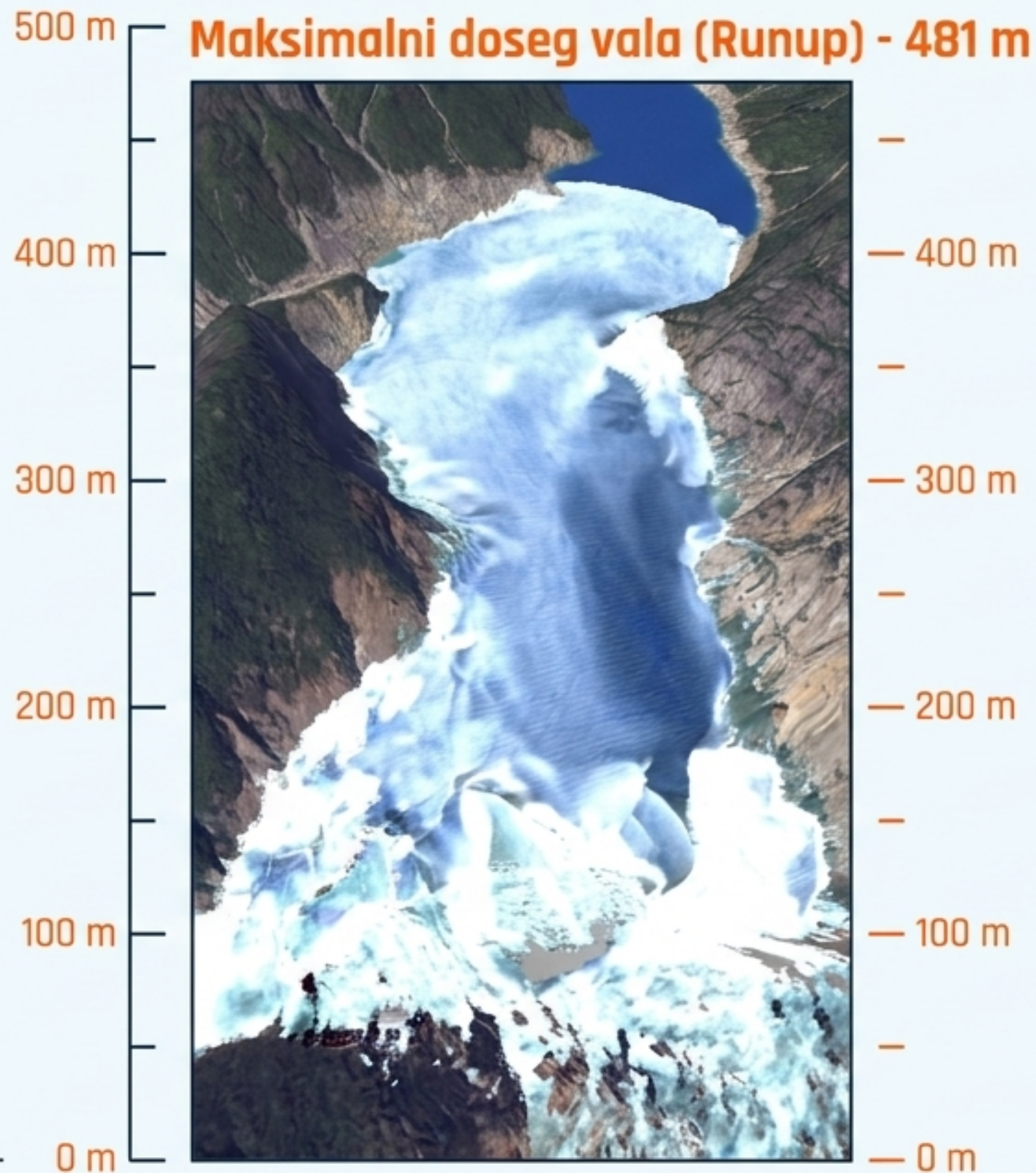
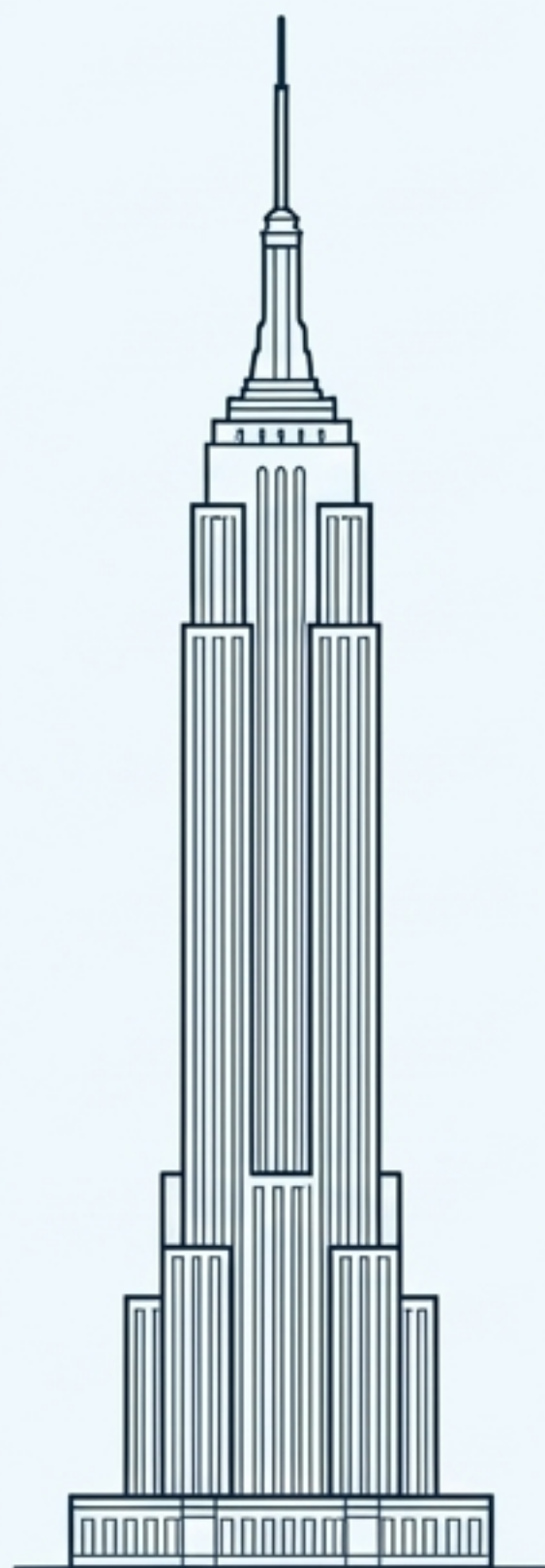


Forenzika megacunamija

Kako je taljenje ledu sprožilo 481-metrski val v aljaškem fjordu in globalno seizmično opozorilo

Analitično poročilo o kaskadi nevarnosti

Empire State Building
(381 m)



Modul 1: Energija

Začetni lomljeni val visok **100 m**,
hitrost širjenja **>70 m/s**.

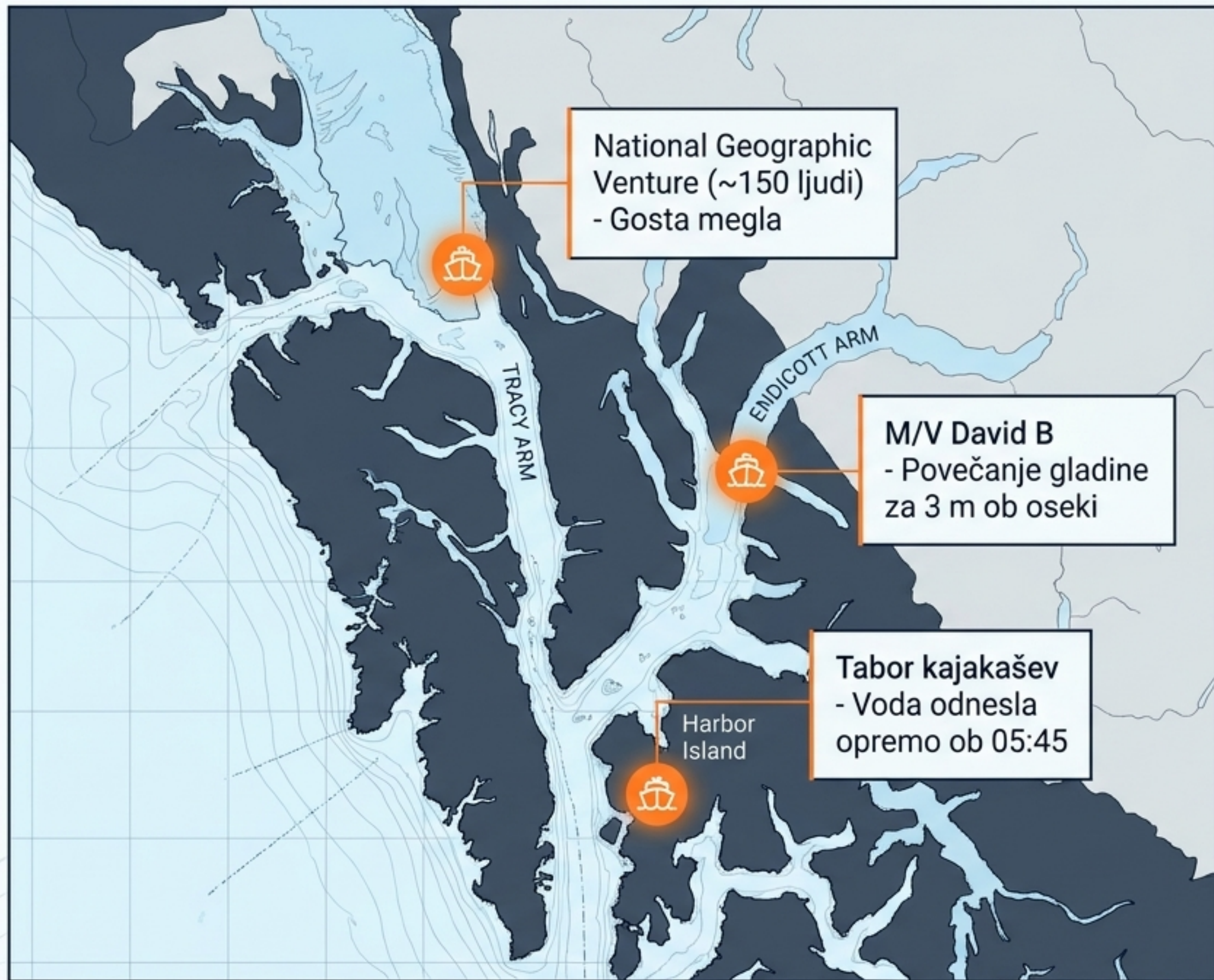
Modul 2: Premik mase

>64 milijonov kubičnih metrov skal
prebilo gladino morja.

Modul 3: Čas

05:26 po lokalnem času (**13:26 UTC**).
Uničenje obale se je odvijalo v manj kot
3 minutah.

**To ni bil običajen potresni cunami.
To je bil direkten, brutalen pretok
kinetične energije znotraj
zaprtega prostora.**



Eskalacija izpostavljenosti

Število potnikov na križarkah na Aljaski je naraslo z **1.000.000 (2016)** na **1.600.000 (2025)**. Poleti ta ozek fjord dnevno obiše več kot 20 plovil. To je bil dogodek za las (**»near-miss«**).

Light Geophysical Dashboard

Tektonski (Potresni) cunami

Plazovni cunami v fjordu

Mehanizem	Vertikalni premik morskega dna na širokem območju.	Direkten, koncentriran vpad ogromne mase s pobočja.
Doseg (Runup)	Običajno <30 m.	Ekstremen. Zgodovinsko ≥ 50 m, tukaj 481 m.
Širjenje	Globalno, čez celotne oceane.	Lokalno uničujoče, hitro pojema na odprtem morju.
Opozorilni čas	Minute do ure (možnost evakuacije).	Sekunde do minute (znotraj fjorda opozorilo ni mogoče).



Ključno spoznanje: Geometrija fjorda deluje kot **ojačevalec**, ki ne dopušča umika energije, temveč jo potisne vertikalno ob steno.

Veriga vzrokov



1. Antropogeno segrevanje

+1.1°C dvig poletnih temperatur od predindustrijske dobe.



2. Tanjšanje ledenika

Ledenik South Sawyer se je med 2013 in 2022 **stanjšal** za **100–130 m** (povprečno 11–14 m/leto).



3. Izguba opore (Debuitressing)

Pobočje, ki ga je prej podpiral in stiskal led, ostane golo in mehansko nestabilno.



4. Sprožilec

Padavine in mikrosezmična aktivnost pripeljejo sistem **preko kritične meje**.

Julija 2025

Julija 2025 je umik ledu prvič razkril kritični bazo pobočja. Samo **mesec dni kasneje** je pobočje **popustilo**.

Avgust 2025

Light Geophysical Dashboard: Mehanizem Plazu

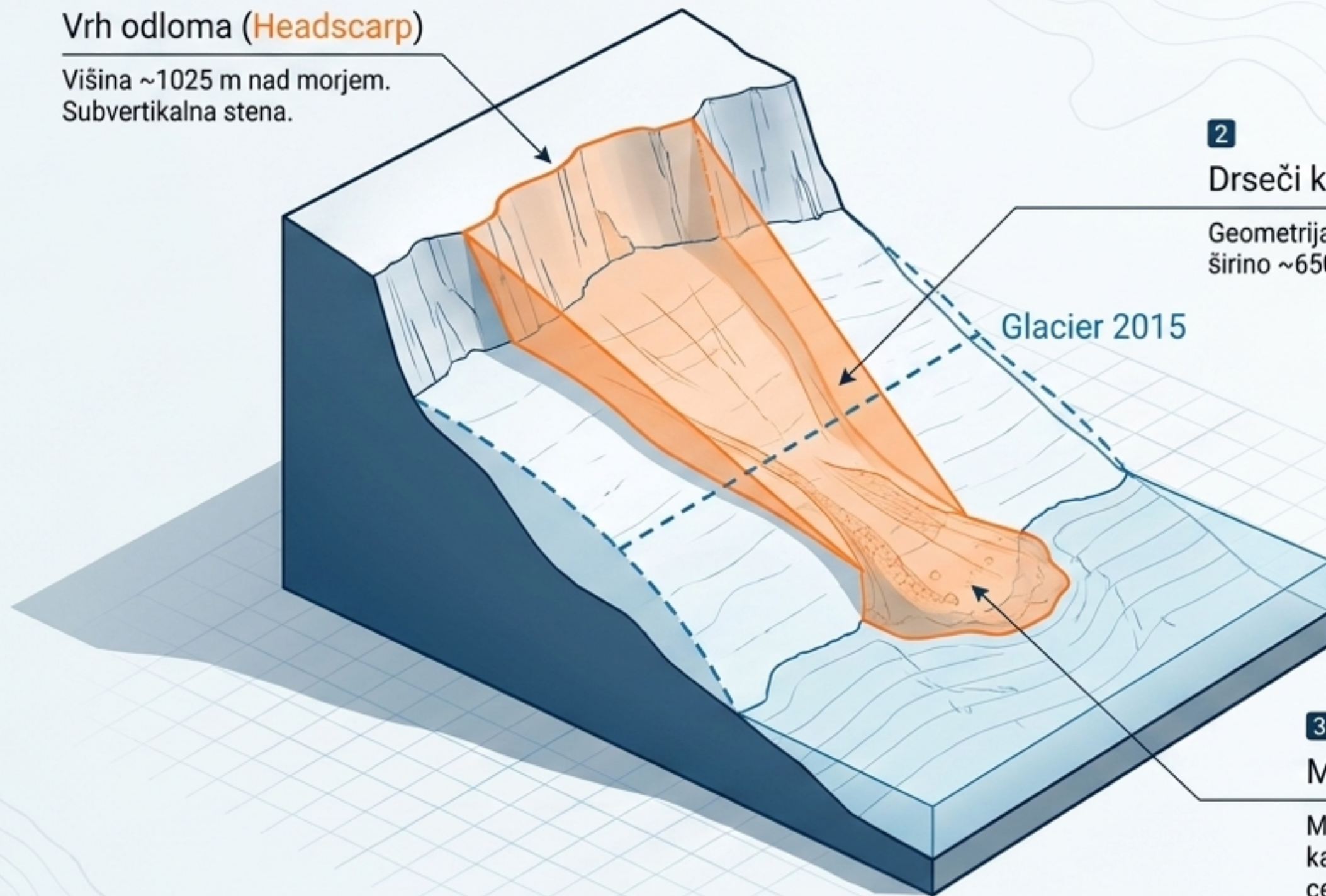


Pobočje se je preoblikovalo iz drsenja v skalni plaz, ko je material med padcem začel razpadati, pri čemer je prekril tudi del samega ledenika (približno 0,4 km²).

1

Vrh odloma (**Headscarp**)

Višina ~1025 m nad morjem.
Subvertikalna stena.



2

Drseči klin (**The Wedge**)

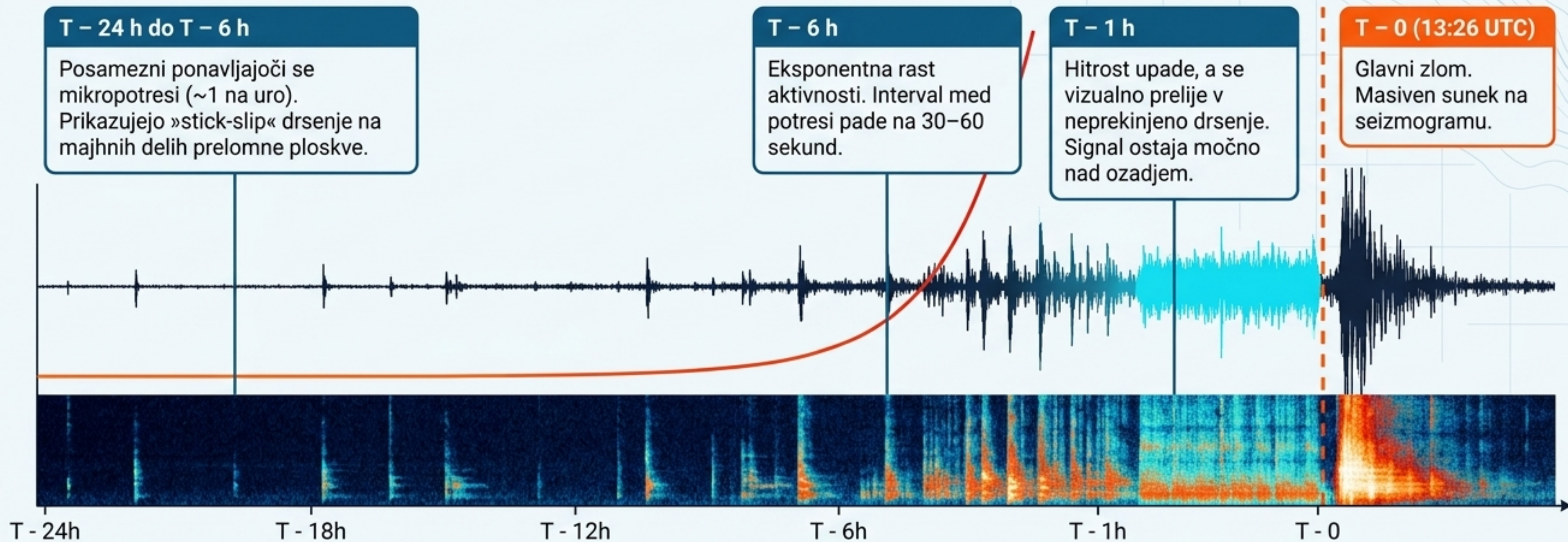
Geometrija klina z maksimalno širino ~650 m pri gladini morja.

3

Masa

Minimalno 63,5 milijonov m³ kamnine (seizmični izračuni kažejo celo do 142 milijonov m³, zaradi potopljenega dela).

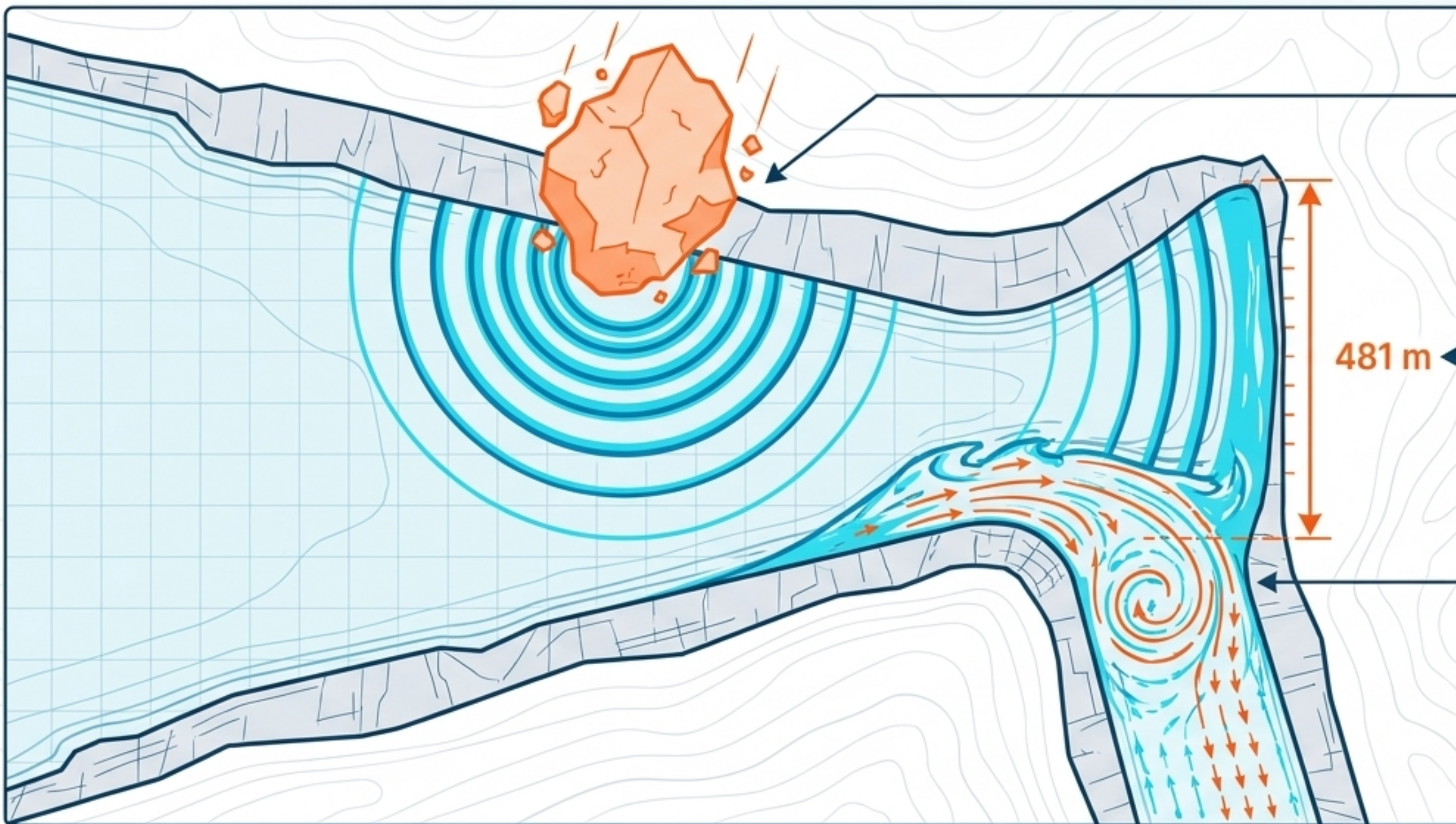
Light Geophysical Dashboard: Seizmični Indikatorji Plazu (Predhodni Dogodki)



Pobočje je pošiljalo jasne seizmične signale ur pred zlomom. **Izziv prihodnosti je, kako to mikro-seizmičnost zaznati in procesirati v realnem času na odročnih lokacijah.**

Light Geophysical Dashboard: Dinamika Fjorda po Plazu

Fjord se obnaša kot zaprta tlačna cev. Kinetična energija se ob trku ob steno pretvori v ekstremno višino, preden pljuske vzdolž kanala.



1. Vnos energije

Masa udari ob vodo s silo **~2,5 GN** (giganjutnov).

2. Direktni udar

Voda nima prostora za disperzijo. Eksplozivno se dvigne ob nasprotno steno in doseže 481 metrov nadmorske višine.

3. Refleksija in pospešek

Ob prvi večji krivulji fjorda se val odbije. Visoke in strme stene preprečujejo izgubo energije, kar povzroči turbulentni vodni udar.

Light Geophysical Dashboard: Pot Tsunami v Fjordu in Variacije Dosega

Ekstremna modulacija višine vala zaradi lokalne geometrije zalivov

Williams Cove (~50 km stran) 2

Zalog trikotne oblike je val ponovno ojačal in fokusiral na višino 35 m.

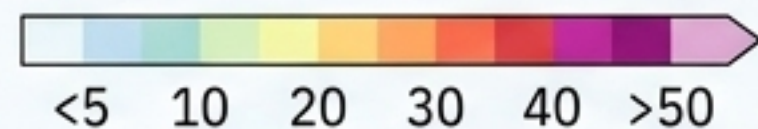
Sawyer Island (~9 km stran) 1

Preživel je le majhen otoček gozda na nadmorski višini med 22 in 35 m. Val je otok popolnoma preplaval z obeh strani.

Harbor Island (Izhod iz fjorda) 3

Kaos lokalne batimetrije. Na severni obali je bil doseg vala >7 m. Slab kilometer stran, na južni obali, manj kot 1 meter.

Maximum Tsunami Elevation (m)



Geometrija zalivov **lokalno in nepredvidljivo modulira višino vala**. Pravila, ki temeljijo izključno na oddaljenosti od izvora, so v takem okolju **neuporabna**.

Light Geophysical Dashboard: Preoblikovanje Vala in "Low-Pass Filter" Mehanizem



V bližini izvora (Near-field)



Dominantna perioda vala je ~ 1 minuta. Grob, rušilen vodni zid, voden s časom padanja plazju.

Na merilni postaji Juneau (~ 130 km stran)



Tsunami prispe 1 uro kasneje. Amplituda je le še 0,4 m, a dominantna perioda se raztegne na natančno 20 minut.



Ozki kanali in plitvine ob izhodu iz fjorda delujejo kot masiven »**low-pass filter**«. Nizkofrekvenčni (dolgi) valovi potujejo z manj izgube energije, medtem ko se **visokoenergetski kaos** zadrži znotraj fjorda.



Light Geophysical Dashboard: Seš (Seiche) – Globalni Nihaj



Kaj je Seš (Seiche)?

Stoječe valovanje v zaprtem vodnem telesu (podobno vodi, ki pljuska sem in tja v kadi).

Frekvenca

Popolna, stabilna perioda **66 sekund**. Sedem-redno valovanje ujeto točno v S-ovinku fjorda.

Trajanje

Gladina vode je »**zvonila**« in nihala z nihajem **~15 cm** še celih **36 ur** po samem plazu.

Concluding Statement: Čeprav se je gladina morda zdela vizualno mirna, je premikanje te ogromne mase vode s frekvenco 66 sekund ustvarilo **potni silik z jakostjo 2,5 GN**, ki so ga zaznali seizmometri po celem svetu.

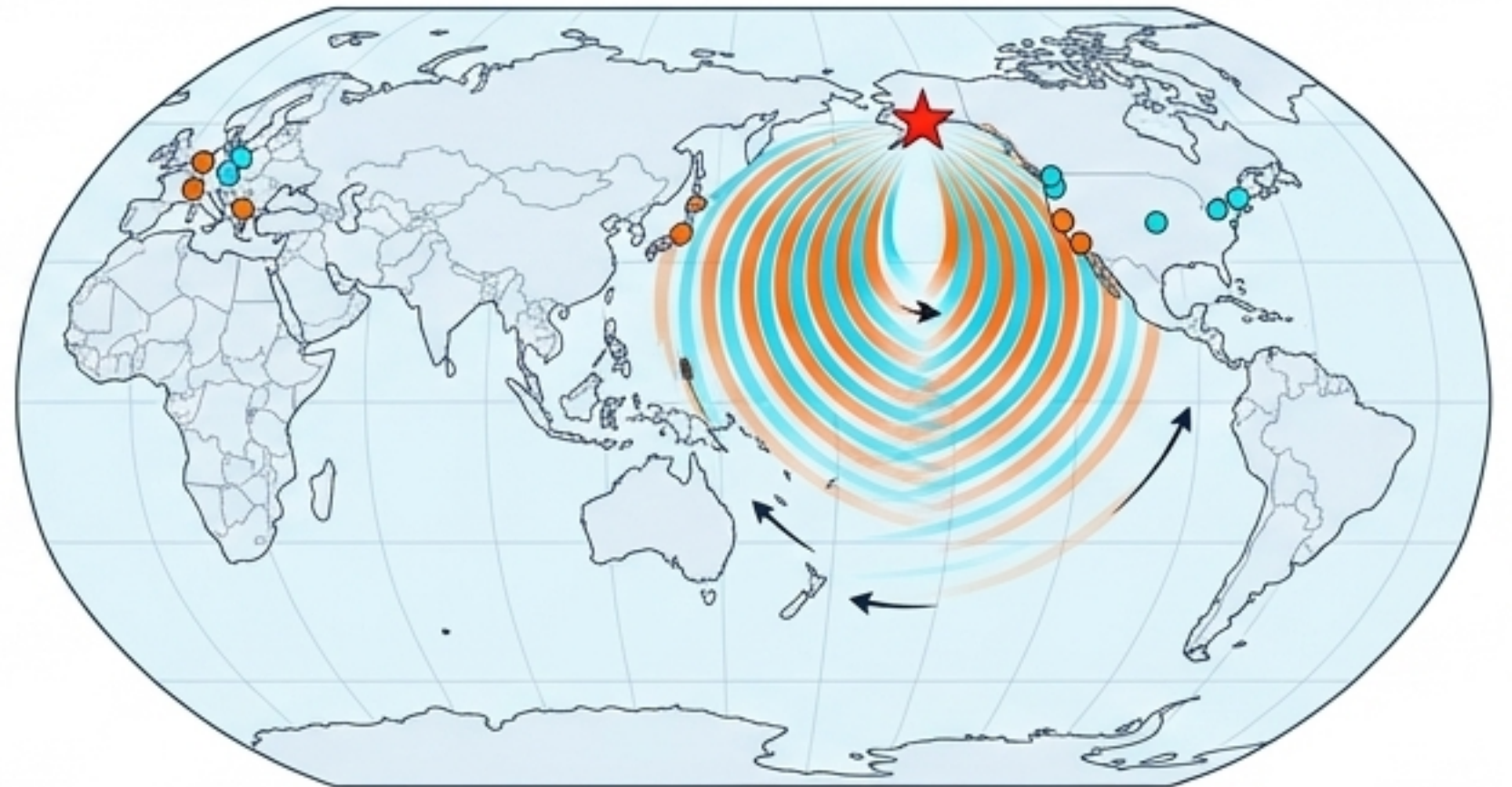
Light Geophysical Dashboard

Lokalna Realnost



64M m³ skal. **481 m** val. Hitrost **70 m/s**. Lokalno opustošenje in močan infrazvok (slišno do 300 km daleč).

Globalni Odmev



Registrirano kot potres magnitude **M5.4** (**eden največjih globalnih plazov v 30 letih**). Dvovdelni sevalni vzorec Rayleighovih in Loveovih valov, detektiran od Evrope do Japonske.

Tsunami je bil ujet, a seizmični odmev je bil globalen.

Tsunami je bil ujet, a seizmični odmev je bil globalen. To je šele drugi tak večdnevni seš, ki smo ga kadarkoli zabeležili.

Podnebne spremembe ustvarjajo pogoje za te ekstremne dogodke, vendar ti isti dogodki ustvarjajo edinstvene signale, ki nas lahko nanje opozorijo.



Koncept »Calling Card«



Zaprta fjordi imajo lastne resonančne frekvence. Ekstremni plazovni cunami te frekvence »vzbudijo«, podobno kot udarec po struni.

Novo orodje



Ozkovpasovno seizmično spremljanje teh frekvenc nam omogoča detekcijo dogodkov **v realnem času**, tudi tam, kjer ni satelitske pokritosti.

Detekcija na daljavo



Tudi ko plaz sam ne oddaja močne seizmične energije, dolgotrajen seš pušča **stabilen, specifičen prstni odtis** v seizmičnih zapisih.



1. Sprememba ocene tveganja

Odmik od predpostavke, da so največje nevarnosti samo **ledene gore** in čeri. Gola, strma pobočja nad umikajočimi ledeniki so skrite **tempirane bombe**.

2. Spremljanje pobočij (Monitoring)

Potrebna je implementacija **radarskih** in **optičnih satelitskih analiz** vnaprejšnjih deformacij in lokalnih mrež **mikroseizmometrov** na turističnih vročih točkah.

3. Načrtovanje poti

Revizija praks sidranja in zadrževanja v bližini novih, razgaljenih pobočij. Zanašanje na opozorilo po dogodku tukaj fizikalno ni izvedljivo.

Tracy Arm 2025 ni bil zgolj anomalichen dogodek; je **napoved prihodnosti arktičnih obal**. Zgodnje **zaznavanje resonančnih signalov narave** bo ključno za varno navigacijo v segrevajočem se svetu.