

Slowdown of glacier velocity emerging in the Zanskar Himalayas

Tirthankar Ghosh^{1,2}, RAAJ Ramsankaran¹, Felicity S McCormack², Andrew N Mackintosh²

Affiliations

1 Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai, India

2 School of Earth, Atmosphere and Environment, Monash University, Clayton, VIC, Australia

S1. Data Information

Supplementary Table S1. Details of Satellite images and DEM used for annual velocity estimation and analysis, with sensor name and spatial resolution. All the data extracted is from Path: 148, and Row: 37

Scene ID	Satellite	Date	Spatial Resolution
LT05 L1TP 148037 19921024 20200914 02 T1 B2	Landsat 5	24-10-1992	30m
LT05 L1TP 148037 19930824 20200913 02 T1 B2	Landsat 5	24-08-1993	30m
LT05 L1TP 148037 19940726 20200913 02 T1 B2	Landsat 5	26-07-1994	30m
LT05 L1TP 148037 19960901 20200911 02 T1 B2	Landsat 5	01-09-1996	30m
LT05 L1TP 148037 19970920 20200909 02 T1 B2	Landsat 5	20-09-1997	30m
LT05 L1TP 148037 19981009 20200908 02 T1 B2	Landsat 5	09-10-1998	30m
LE07 L1TP 148037 19990817 20200918 02 T1 B8	Landsat 7	17-08-1999	15m
LE07 L1TP 148037 20000904 20200917 02 T1 B8	Landsat 7	04-09-2000	15m
LE07 L1TP 148037 20021028 20200916 02 T1 B8	Landsat 7	28-10-2002	15m
LT05 L1TP 148037 20081004 20200828 02 T1 B2	Landsat 5	04-10-2008	30m
LT05 L1TP 148037 20091007 20200825 02 T1 B2	Landsat 5	07-10-2009	30m
LT05 L1TP 148037 20101010 20200823 02 T1 B2	Landsat 5	10-10-2010	30m
LT05 L1TP 148037 20110927 20200820 02 T1 B2	Landsat 5	27-09-2011	30m
LC08 L1TP 148037 20130714 20200912 02 T1 B8	Landsat 8	14-07-2013	15m
LC08 L1TP 148037 20141005 20200910 02 T1 B8	Landsat 8	05-10-2014	15m
LC08 L1TP 148037 20151008 20200908 02 T1 B8	Landsat 8	08-10-2015	15m
LC08 L1TP 148037 20160908 20200906 02 T1 B8	Landsat 8	08-09-2016	15m
LC08 L1TP 148037 20171029 20200902 02 T1 B8	Landsat 8	29-10-2017	15m
LC08 L1TP 148037 20180829 20200831 02 T1 B8	Landsat 8	29-08-2018	15m
LC08 L1TP 148037 20190629 20200829 02 T1 B8	Landsat 8	29-09-2019	15m
LC08 L1TP 148037 20200919 20201006 02 T1 B8	Landsat 8	19-09-2020	15m
LC08 L1TP 148037 20210906 20210915 02 T1 B8	Landsat 8	06-09-2021	15m
LC09 L1TP 148037 20220901 20230331 02 T1 B8	Landsat 8	01-09-2022	15m
LC09 L1TP 148037 20230904 20230904 02 T1 B8	Landsat 8	04-09-2023	15m
DEM	Data Version		
ASTGTMV003_N33E076_dem_32643	ASTER GDEM V003	-	30m

Supplementary Table S2. Details for satellite image pairs used for glacier surface velocity, with the estimated uncertainty

Inter-Annual Velocity	
Velocity Image Pair	Estimated Uncertainty (m year⁻¹)
24-10-1992 - 24-08-1993	4.57
24-08-1993 - 26-07-1994	4.33
26-07-1994 - 01-09-1996	4.63
01-09-1996 - 20-09-1997	4.92
20-09-1997 - 09-10-1998	3.71
17-08-1999 - 04-09-2000	5.58
04-09-2000 - 28-10-2002	5.09
04-10-2008 - 07-10-2009	4.38
07-10-2009 - 10-10-2010	5.49
10-10-2010 - 27-09-2011	4.73
14-07-2013 - 05-10-2014	3.44
05-10-2014 - 08-10-2015	1.32
08-10-2015 - 08-09-2016	1.36
08-09-2016 - 29-10-2017	0.85
29-10-2017 - 29-08-2018	2.09
29-08-2018 - 29-09-2019	2.26
29-09-2019 - 19-09-2020	1.08
19-09-2020 - 06-09-2021	1.81
06-09-2021 - 01-09-2022	1.62
01-09-2022 - 04-09-2023	1.00

Supplementary Table S3: Detailed elevation bin-wise glacier surface elevation changes statistics for each glacier. The elevation data is binned into 50m bins for all the data analysis.

Glacier ID	Elevation Bin (m)	Area (km²)	Mean Δh (2000–2005)	1σ (2000–2005)	Mean Δh (2005–2010)	1σ (2005–2010)	Mean Δh (2010–2015)	1σ (2010–2015)	Mean Δh (2015–2020)	1σ (2015–2020)
RGI2000-v7.0-G-14-26878	4044	0.10	-0.57	0.43	-0.55	0.38	-0.55	0.34	-0.53	0.34
	4094	0.34	-0.53	0.40	-0.45	0.30	-0.59	0.27	-0.64	0.33
	4144	0.44	-0.52	0.43	-0.39	0.30	-0.53	0.30	-0.56	0.45
	4194	0.90	-0.68	0.48	-0.57	0.30	-0.64	0.28	-0.64	0.40
	4244	1.03	-0.58	0.58	-0.61	0.42	-0.74	0.41	-0.76	0.52
	4294	0.94	-0.68	0.56	-0.66	0.47	-0.70	0.41	-0.71	0.57
	4344	1.08	-0.63	0.49	-0.53	0.43	-0.60	0.42	-0.59	0.53
	4394	1.43	-0.67	0.50	-0.63	0.40	-0.74	0.34	-0.80	0.50
	4444	1.66	-0.63	0.81	-0.72	0.60	-0.89	0.56	-0.95	0.78
	4494	2.01	-0.73	0.84	-0.83	0.66	-0.87	0.56	-0.93	0.72
	4544	1.89	-0.17	0.78	-0.51	0.54	-0.89	0.52	-1.08	0.71
	4594	2.26	-0.45	0.67	-0.64	0.47	-0.93	0.54	-1.01	0.73
	4644	2.10	-0.68	0.76	-0.55	0.54	-0.74	0.52	-0.64	0.75
	4694	2.22	-0.27	1.33	-0.20	1.11	-0.72	0.76	-0.84	1.11
	4744	2.03	0.24	1.19	-0.04	0.85	-0.65	0.99	-1.02	1.56
	4794	2.65	0.12	1.29	-0.27	0.74	-0.53	0.66	-0.82	1.13
	4844	1.99	0.10	1.11	-0.21	0.68	-0.36	0.60	-0.60	0.98
	4894	1.86	0.30	1.15	-0.02	0.62	-0.22	0.54	-0.47	1.02
	4944	1.41	0.53	1.39	0.20	0.78	-0.04	0.63	-0.32	1.12
	4994	1.12	0.33	1.23	0.07	0.74	-0.08	0.64	-0.26	1.02
	5044	1.08	0.42	1.34	0.22	0.81	0.07	0.64	-0.09	0.97
	5094	1.33	0.74	1.64	0.36	0.98	0.12	0.76	-0.21	1.13
	5144	1.30	0.88	1.39	0.41	0.81	0.04	0.70	-0.39	1.19
	5194	1.21	0.28	1.17	0.15	0.67	0.09	0.49	0.00	0.88

	5244	1.77	0.27	0.97	0.20	0.57	0.15	0.43	0.06	0.68
	5294	2.30	0.17	0.85	0.09	0.47	0.10	0.42	0.03	0.73
	5344	1.79	0.53	1.36	0.27	1.03	0.16	1.06	-0.04	1.36
	5394	1.58	0.85	1.70	0.39	1.13	0.09	0.94	-0.31	1.19
	5444	1.09	0.61	1.57	0.22	1.11	-0.05	1.00	-0.39	1.29
	5494	0.78	0.32	1.17	0.17	0.78	0.04	0.85	-0.09	1.28
	5544	0.89	0.20	1.19	0.11	0.71	0.05	0.73	0.01	1.20
	5594	0.73	0.40	1.35	0.15	0.71	-0.02	0.66	-0.22	1.23
	5644	0.47	0.45	1.37	0.12	0.67	-0.18	0.53	-0.49	1.16
	5694	0.26	0.15	1.14	0.04	0.69	-0.06	0.61	-0.17	0.98
	5744	0.21	-0.01	0.95	-0.02	0.69	-0.04	0.72	-0.05	0.99
	5794	0.15	-0.17	0.94	-0.21	0.67	-0.25	0.61	-0.28	0.78
	5844	0.12	-0.38	1.04	-0.26	0.72	-0.14	0.58	-0.02	0.71
	5894	0.11	-0.37	0.99	-0.23	0.62	-0.10	0.38	0.04	0.47
	5944	0.10	-0.50	0.93	-0.35	0.59	-0.20	0.39	-0.05	0.49
	5994	0.09	-0.08	0.96	-0.14	0.53	-0.20	0.47	-0.25	0.84
	6044	0.11	-0.02	1.68	0.16	1.38	0.34	1.40	0.53	1.71
	6094	0.14	0.60	2.58	0.75	2.35	0.86	2.59	0.98	3.08
	6144	0.12	0.93	1.99	1.10	2.06	1.16	2.51	1.25	3.00
	6194	0.01	1.02	2.62	1.06	3.06	1.03	3.57	1.04	3.95
	6244	0.00	0.20	0.00	0.16	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00
RGI2000-v7.0-G-14- 26914	4108	0.36	-3.22	1.38	-2.49	1.14	-1.73	1.03	-1.06	1.12
	4158	0.34	-2.75	0.79	-2.84	0.85	-2.99	1.06	-3.10	1.32
	4208	0.72	-2.33	0.53	-2.55	0.52	-2.99	0.66	-3.12	0.75
	4258	0.73	-2.01	0.59	-2.26	0.51	-2.63	0.55	-2.75	0.64
	4308	0.73	-1.56	0.48	-1.80	0.42	-2.61	0.42	-2.94	0.54
	4358	0.91	-1.29	0.60	-1.61	0.46	-2.47	0.47	-2.84	0.65

	4408	0.72	-1.56	0.59	-1.78	0.40	-2.28	0.39	-2.42	0.52
	4458	0.91	-1.41	0.48	-1.30	0.41	-2.31	0.47	-2.19	0.42
	4508	0.67	-0.80	0.48	-1.01	0.36	-1.93	0.39	-2.27	0.51
	4558	1.30	-0.80	0.56	-0.89	0.37	-1.91	0.34	-2.20	0.48
	4608	1.89	-0.64	0.64	-1.02	0.45	-1.87	0.48	-2.20	0.64
	4658	2.02	-0.96	0.52	-1.33	0.43	-1.86	0.48	-2.11	0.63
	4708	2.55	-1.04	0.60	-1.10	0.45	-1.61	0.40	-1.81	0.56
	4758	2.25	-1.01	0.89	-0.53	0.54	-1.24	0.40	-1.22	0.75
	4808	1.87	-0.47	0.84	-0.68	0.55	-1.32	0.57	-1.58	0.93
	4858	1.69	-0.36	0.76	-0.76	0.49	-1.34	0.61	-1.70	0.92
	4908	1.34	-0.17	1.03	-0.69	0.69	-1.21	0.99	-1.64	1.47
	4958	1.56	-0.25	0.77	-0.64	0.54	-0.99	0.65	-1.28	0.96
	5008	1.53	-0.25	0.85	-0.46	0.52	-0.64	0.73	-0.79	1.15
	5058	2.03	-0.15	1.01	-0.32	0.71	-0.34	1.19	-0.41	1.82
	5108	2.36	0.03	1.27	-0.18	0.86	-0.30	1.36	-0.47	2.09
	5158	2.42	0.29	1.34	-0.08	0.64	-0.38	0.82	-0.70	1.53
	5208	2.57	0.39	1.31	0.11	0.84	-0.12	1.30	-0.35	2.09
	5258	2.96	0.42	1.24	0.26	0.93	0.17	1.62	0.05	2.50
	5308	3.25	0.48	1.30	0.20	0.89	0.01	1.38	-0.18	2.17
	5358	3.21	0.78	1.41	0.67	1.40	0.61	2.07	0.56	2.85
	5408	3.79	0.63	1.36	0.70	1.60	0.89	2.47	1.02	3.42
	5458	3.59	0.41	1.65	0.33	1.87	0.43	2.73	0.45	3.68
	5508	2.74	0.53	1.83	0.43	2.07	0.44	2.74	0.39	3.53
	5558	2.07	0.46	1.13	0.17	0.89	0.01	1.43	-0.21	2.22
	5608	2.15	0.45	1.22	0.19	0.85	0.00	1.21	-0.24	1.87
	5658	2.23	0.57	1.56	0.36	1.16	0.22	1.36	0.05	1.93
	5708	1.49	0.50	0.96	0.26	0.58	0.11	0.75	-0.09	1.23

RG12000-v7.0-G-14-27778	5758	1.21	0.47	0.88	0.29	0.50	0.17	0.53	0.01	0.93
	5808	0.95	0.33	0.90	0.20	0.58	0.12	0.54	0.02	0.84
	5858	0.71	0.37	0.97	0.23	0.67	0.12	0.63	0.00	0.86
	5908	0.73	0.54	1.07	0.41	0.83	0.29	0.98	0.18	1.35
	5958	0.61	0.46	1.38	0.30	1.02	0.15	1.15	0.01	1.62
	6008	0.55	0.38	1.44	0.40	1.09	0.43	1.30	0.45	1.86
	6058	0.47	0.38	1.38	0.33	0.95	0.31	1.13	0.29	1.70
	6108	0.41	0.35	1.19	0.13	0.85	-0.04	1.64	-0.20	2.57
	6158	0.34	0.18	0.91	0.10	0.66	0.03	1.29	-0.03	2.04
	6208	0.26	0.24	0.87	0.24	0.56	0.23	0.59	0.23	0.94
	6258	0.17	-0.02	1.18	0.20	0.79	0.40	0.92	0.64	1.41
	6308	0.12	-0.17	1.30	0.32	0.79	0.69	0.96	1.15	1.60
	6358	0.08	-0.79	1.39	-0.04	0.79	0.70	1.22	1.44	2.11
	6408	0.04	-0.87	1.32	-0.27	0.93	0.34	1.44	0.95	2.28
	6458	0.02	-1.37	1.43	-1.03	1.23	-0.72	1.50	-0.38	2.00
	6508	0.03	-1.18	1.10	-1.32	0.90	-1.51	0.80	-1.66	0.79
	6558	0.00	-0.21	1.02	-0.50	0.63	-0.82	0.26	-1.12	0.12
	4929	0.04	-1.50	0.75	-1.47	0.62	-1.48	0.64	-1.49	0.70
	4979	0.08	-1.23	0.46	-1.20	0.35	-1.28	0.39	-1.31	0.51
	5029	0.12	-0.80	0.46	-0.80	0.28	-0.89	0.30	-0.92	0.48
	5079	0.18	-0.95	0.70	-0.82	0.28	-0.83	0.26	-0.74	0.64
	5129	0.23	-0.99	0.79	-0.83	0.31	-0.81	0.26	-0.66	0.65
	5179	0.30	-0.55	0.63	-0.65	0.27	-0.81	0.18	-0.89	0.45
	5229	0.45	-0.09	1.15	-0.32	0.48	-0.61	0.28	-0.87	0.85
	5279	0.44	-0.37	1.05	-0.29	0.40	-0.35	0.28	-0.31	0.84
	5329	0.48	-0.28	0.83	-0.28	0.38	-0.37	0.30	-0.42	0.66
	5379	0.39	-0.22	0.83	-0.22	0.41	-0.27	0.41	-0.29	0.75

	5429	0.32	-0.41	0.90	-0.25	0.45	-0.16	0.36	-0.04	0.67
	5479	0.26	-0.13	1.03	-0.11	0.50	-0.11	0.50	-0.09	1.02
	5529	0.22	-0.20	1.00	-0.09	0.61	0.02	0.71	0.12	1.13
	5579	0.16	0.11	1.24	0.22	0.91	0.34	0.91	0.41	1.19
	5629	0.11	0.50	1.95	0.26	0.66	0.04	1.30	-0.20	2.71
	5679	0.06	0.52	1.29	0.27	0.38	0.06	0.82	-0.15	1.79
	5729	0.02	-0.23	0.62	-0.02	0.32	0.23	0.38	0.49	0.74
	5779	0.02	-0.54	0.65	-0.37	0.25	0.08	0.26	0.50	0.66
RGI2000-v7.0-G-14-27910	4828	0.05	-1.81	0.95	-1.61	0.83	-1.42	0.97	-1.18	1.00
	4878	0.07	-1.70	0.88	-1.93	0.66	-2.28	0.81	-2.55	1.08
	4928	0.09	-0.49	1.27	-1.04	0.73	-1.64	0.72	-2.29	1.25
	4978	0.20	-0.93	1.11	-1.25	0.64	-1.56	0.51	-1.92	0.76
	5028	0.42	-0.01	0.81	-0.84	0.42	-1.38	0.36	-2.07	0.66
	5078	0.15	-0.01	0.96	-0.78	0.42	-1.39	0.40	-2.17	0.86
	5128	0.39	-0.88	0.78	-0.89	0.38	-0.97	0.27	-1.12	0.56
	5178	0.74	-0.44	0.86	-0.45	0.37	-0.59	0.17	-0.79	0.57
	5228	0.78	-0.38	0.63	-0.35	0.37	-0.41	0.39	-0.58	0.68
	5278	0.82	-0.34	0.80	-0.28	0.55	-0.29	0.50	-0.35	0.59
	5328	1.00	0.47	1.20	0.06	0.80	-0.28	0.67	-0.69	0.85
	5378	1.01	0.11	1.28	-0.20	0.76	-0.39	0.50	-0.68	0.80
	5428	1.19	0.00	1.21	0.01	1.06	0.02	1.40	-0.05	1.91
	5478	1.36	-0.08	1.34	-0.08	0.74	-0.15	0.83	-0.22	1.44
	5528	1.22	0.07	1.17	-0.03	0.56	-0.27	0.27	-0.48	0.64
	5578	1.00	1.42	2.09	0.58	1.09	-0.07	0.52	-0.99	1.10
	5628	0.39	0.96	1.71	0.47	0.96	0.05	0.54	-0.51	1.06
	5678	0.11	0.26	1.26	0.16	0.67	0.10	0.49	-0.13	0.91
	5728	0.03	-0.02	0.08	0.02	0.06	-0.02	0.08	-0.02	0.08

RG12000-v7.0-G-14-27920	4168	0.02	-1.60	0.88	-1.03	0.69	-0.46	0.53	0.11	0.47
	4218	0.04	-2.62	1.13	-2.73	1.21	-2.57	1.22	-2.50	1.38
	4268	0.06	-2.44	1.01	-2.82	1.20	-3.08	1.28	-3.38	1.44
	4318	0.10	-2.37	0.89	-2.69	0.99	-2.82	0.95	-3.05	1.05
	4368	0.23	-2.86	0.67	-2.84	0.67	-2.70	0.64	-2.67	0.75
	4418	0.31	-2.56	0.91	-2.32	0.68	-2.17	0.55	-1.94	0.55
	4468	0.11	-2.41	0.77	-2.20	0.63	-2.01	0.61	-1.75	0.70
	4518	0.09	-1.92	0.53	-1.71	0.44	-1.58	0.42	-1.40	0.49
	4568	0.05	-1.69	0.35	-1.43	0.24	-1.22	0.28	-0.98	0.42
	4618	0.03	-1.45	0.44	-1.24	0.37	-1.06	0.35	-0.87	0.40
	4668	0.05	-1.04	0.36	-0.93	0.26	-0.84	0.23	-0.75	0.29
	4718	0.06	-0.88	0.48	-0.81	0.29	-0.78	0.16	-0.74	0.23
	4768	0.13	-1.06	0.35	-0.94	0.22	-0.83	0.16	-0.73	0.22
	4818	0.63	-0.81	0.68	-1.00	0.41	-0.56	0.37	-1.17	0.59
	4868	0.47	-0.20	0.98	-0.69	0.48	-0.56	0.32	-1.54	0.69
	4918	0.42	-0.90	0.64	-0.84	0.43	-0.53	0.36	-0.55	0.43
	4968	1.39	-0.73	0.46	-0.91	0.26	-0.54	0.22	-0.91	0.33
	5018	1.42	-0.66	0.71	-0.83	0.39	-0.63	0.47	-0.90	0.61
	5068	1.51	-0.89	0.63	-0.74	0.39	-0.66	0.40	-0.59	0.52
	5118	1.97	-0.67	0.85	-0.47	0.44	-0.43	0.31	-0.32	0.55
	5168	2.28	-0.59	1.21	-0.39	0.82	-0.19	0.76	-0.05	1.00
	5218	2.61	-0.03	1.18	-0.13	0.70	-0.23	0.65	-0.38	1.00
	5268	2.35	0.36	1.85	0.12	1.06	-0.10	0.75	-0.38	1.15
	5318	1.59	0.37	1.78	0.04	0.94	-0.15	0.52	-0.47	0.95
	5368	1.37	-0.04	2.20	-0.17	1.19	-0.27	0.57	-0.39	0.98
	5418	1.33	1.14	2.88	0.52	1.52	-0.14	0.64	-0.74	1.12
	5468	0.69	0.91	2.79	0.39	1.73	-0.06	0.87	-0.58	0.90

RG12000-v7.0-G-14-28003	5518	0.47	0.35	1.71	0.13	1.03	-0.12	0.59	-0.35	0.80
	5568	0.37	1.11	2.89	0.53	1.57	0.03	0.70	-0.58	1.16
	5618	0.41	0.62	1.46	0.16	0.73	-0.15	0.58	-0.58	1.03
	5668	0.17	0.22	0.71	0.08	0.31	-0.06	0.28	-0.21	0.66
	5718	0.09	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.04
	5768	0.07	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.03	0.01	0.02
	5818	0.05	0.01	0.06	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.09
	5868	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5918	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4702	0.04	-1.22	0.32	-1.39	0.46	-1.36	0.71	-1.48	1.02
	4752	0.11	-1.36	0.39	-1.93	0.58	-1.95	0.61	-2.50	0.90
	4802	0.19	-1.46	0.46	-2.17	0.60	-1.77	0.54	-2.24	0.75
	4852	0.11	-1.85	1.00	-1.99	0.94	-1.72	0.85	-1.77	0.92
	4902	0.03	-2.37	0.75	-2.40	0.76	-2.26	0.69	-2.20	0.75
	4952	0.05	-1.62	0.69	-1.57	0.64	-1.52	0.65	-1.46	0.70
	5002	0.06	-1.20	0.30	-1.06	0.35	-0.88	0.49	-0.73	0.70
	5052	0.06	-0.64	0.41	-0.59	0.19	-0.56	0.35	-0.52	0.62
	5102	0.13	-0.31	0.64	-0.48	0.31	-0.62	0.45	-0.74	0.83
	5152	0.21	-0.90	0.70	-0.81	0.31	-0.53	0.42	-0.33	0.81
	5202	0.31	-0.74	0.64	-0.76	0.31	-0.39	0.44	-0.36	0.80
	5252	0.58	-0.82	0.59	-0.92	0.44	-0.50	0.46	-0.43	0.73
	5302	0.74	-0.76	0.41	-0.69	0.26	-0.25	0.39	0.02	0.61
	5352	0.82	-0.67	0.77	-0.58	0.43	-0.32	0.52	-0.11	1.00
	5402	0.78	-0.34	0.69	-0.49	0.37	-0.48	0.54	-0.51	1.00
	5452	0.51	-0.07	0.70	-0.40	0.41	-0.52	0.66	-0.71	1.19
	5502	0.31	0.00	0.82	-0.28	0.39	-0.47	0.94	-0.73	1.78
	5552	0.21	-0.13	0.61	-0.29	0.38	-0.34	0.69	-0.42	1.21

RG12000-v7.0-G-14-28727	5602	0.18	-0.17	0.58	-0.13	0.38	-0.01	0.39	0.22	0.66
	5652	0.26	-0.05	0.36	-0.17	0.37	0.01	0.53	-0.02	0.83
	5702	0.13	-0.41	0.79	-0.18	0.33	0.03	0.45	0.23	0.94
	5752	0.10	-0.17	1.12	-0.05	0.55	0.06	0.52	0.15	1.06
	5802	0.08	0.91	1.81	0.82	1.80	0.79	1.86	0.77	1.89
	5852	0.03	0.09	0.56	0.13	0.39	0.15	0.33	0.21	0.45
	5902	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	5952	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6002	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6052	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3955	0.23	-0.54	0.58	-0.40	0.39	-0.22	0.26	-0.04	0.25
	4005	0.39	-0.80	0.49	-0.76	0.47	-0.71	0.65	-0.63	0.90
	4055	0.42	-0.86	0.55	-0.91	0.48	-0.91	0.54	-0.91	0.71
	4105	0.52	-1.19	0.77	-1.12	0.58	-0.86	0.57	-0.70	0.80
	4155	0.56	-1.20	0.74	-1.06	0.48	-0.71	0.48	-0.51	0.74
	4205	0.68	-0.58	0.65	-0.82	0.51	-0.82	0.51	-1.04	0.75
	4255	0.97	-0.74	0.57	-0.88	0.43	-0.82	0.40	-0.90	0.57
	4305	1.10	-0.96	0.52	-1.00	0.38	-0.95	0.43	-1.00	0.53
	4355	1.63	-1.06	0.67	-1.07	0.48	-1.22	0.58	-1.28	0.73
	4405	1.95	-1.45	0.72	-1.38	0.53	-1.19	0.46	-1.12	0.58
	4455	2.05	-1.39	1.07	-1.26	0.65	-0.98	0.41	-0.82	0.71
	4505	3.19	-0.43	0.76	-0.70	0.47	-0.97	0.44	-1.17	0.66
	4555	3.00	-0.92	1.10	-0.99	0.70	-0.78	0.47	-0.75	0.77
	4605	2.25	-0.41	0.90	-0.67	0.57	-0.72	0.40	-0.91	0.61
	4655	2.57	0.44	1.29	-0.17	0.63	-0.73	0.44	-1.30	1.01
	4705	2.10	0.74	1.92	-0.05	0.99	-0.71	0.58	-1.45	1.27
	4755	1.97	0.68	1.25	-0.03	0.69	-0.64	0.55	-1.29	1.00

	4805	2.34	0.54	1.86	0.09	0.95	-0.26	1.01	-0.70	1.92
	4855	1.80	0.73	1.82	0.19	0.98	-0.29	0.97	-0.84	1.77
	4905	2.18	0.70	1.56	0.20	0.93	-0.21	0.99	-0.70	1.63
	4955	2.01	0.59	1.64	0.25	0.98	-0.03	1.23	-0.36	2.00
	5005	1.90	0.68	1.64	0.18	0.91	-0.28	1.02	-0.75	1.77
	5055	1.78	1.18	1.61	0.52	1.00	-0.11	1.11	-0.77	1.77
	5105	1.69	0.77	1.60	0.35	1.13	-0.04	1.14	-0.45	1.54
	5155	1.29	0.56	1.65	0.19	0.99	-0.15	0.82	-0.52	1.27
	5205	1.53	0.84	1.80	0.40	1.08	0.00	0.85	-0.42	1.31
	5255	1.97	0.86	1.16	0.40	0.64	0.03	0.57	-0.40	1.00
	5305	1.96	0.84	1.38	0.29	0.61	-0.14	0.49	-0.67	1.14
	5355	1.53	0.52	1.42	0.14	0.64	-0.16	0.52	-0.52	1.22
	5405	1.48	0.24	1.20	0.06	0.62	-0.13	0.50	-0.33	1.01
	5455	1.05	0.37	1.18	0.11	0.63	-0.11	0.56	-0.35	1.03
	5505	0.98	0.36	1.20	0.16	0.73	-0.02	0.63	-0.23	0.98
	5555	1.08	0.04	1.10	0.02	0.63	0.00	0.50	-0.03	0.84
	5605	1.30	0.28	1.33	0.09	0.74	-0.07	0.51	-0.25	0.94
	5655	1.46	0.69	1.94	0.35	1.33	0.03	1.23	-0.31	1.65
	5705	1.53	2.89	6.69	1.83	4.37	0.85	2.73	-0.22	2.98
	5755	1.33	1.09	2.17	0.55	1.15	0.07	0.70	-0.44	1.45
	5805	0.78	0.94	1.71	0.46	0.92	0.10	0.82	-0.35	1.43
	5855	0.67	0.76	1.83	0.44	1.19	0.22	0.98	-0.08	1.36
	5905	0.31	0.21	1.19	0.22	1.00	0.24	1.06	0.24	1.32
	5955	0.23	0.10	0.97	0.13	0.63	0.16	0.57	0.18	0.83
	6005	0.21	0.21	1.15	0.24	0.79	0.29	0.75	0.33	1.03
	6055	0.12	0.13	1.07	0.11	0.76	0.10	0.66	0.09	0.83
	6105	0.06	0.06	0.86	0.05	0.80	0.04	0.79	0.03	0.79

	6155	0.02	-0.10	0.70	-0.05	0.77	-0.01	0.88	0.04	0.99
	6205	0.02	0.49	1.08	0.22	0.61	-0.04	0.28	-0.31	0.52
	6255	0.03	0.39	0.89	0.20	0.45	0.01	0.03	-0.18	0.41
	6305	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6355	0.03	-0.59	3.55	-0.61	3.64	-0.64	3.82	-0.66	3.93
	6405	0.03	-5.80	9.67	-5.95	9.91	-6.24	10.40	-6.41	10.70
	6455	0.02	-2.74	7.25	-2.81	7.43	-2.95	7.80	-3.03	8.02
	6505	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4494	0.10	-0.72	0.49	-0.80	0.44	-0.88	0.51	-0.94	0.65
	4544	0.15	-1.12	0.73	-1.08	0.59	-1.06	0.56	-1.07	0.62
RGI2000-v7.0-G-14-28745	4594	0.24	-0.97	0.49	-1.12	0.50	-1.16	0.55	-1.24	0.63
	4644	0.30	-1.53	0.57	-1.69	0.53	-1.60	0.40	-1.62	0.49
	4694	0.40	-1.88	0.62	-2.25	0.67	-2.03	0.60	-2.11	0.81
	4744	0.39	-1.80	0.84	-2.21	0.72	-1.99	0.55	-2.00	0.64
	4794	0.59	-1.73	0.97	-2.00	0.66	-1.75	0.42	-1.80	0.69
	4844	0.57	-2.20	1.09	-2.11	0.72	-1.65	0.49	-1.43	0.65
	4894	0.62	-2.05	0.99	-1.91	0.76	-1.40	0.57	-1.11	0.70
	4944	0.49	-1.89	0.78	-1.76	0.61	-1.31	0.52	-1.02	0.67
	4994	0.67	-1.07	0.96	-1.23	0.62	-1.09	0.45	-1.14	0.65
	5044	0.68	-0.70	0.77	-0.92	0.47	-0.98	0.46	-1.21	0.78
	5094	1.30	-0.59	0.95	-0.74	0.56	-0.63	0.34	-0.79	0.60
	5144	1.22	0.01	1.36	-0.27	0.71	-0.36	0.29	-0.65	0.78
	5194	2.20	0.00	1.33	-0.11	0.78	-0.09	0.54	-0.20	0.89
	5244	2.13	0.27	1.34	0.00	0.77	0.09	0.52	-0.17	1.03
	5294	1.77	0.55	1.34	0.20	0.75	0.13	0.61	-0.25	1.17
	5344	1.08	0.64	1.21	0.32	0.78	0.18	0.73	-0.15	1.14
	5394	0.92	0.63	1.02	0.27	0.57	0.10	0.62	-0.27	1.11

	5444	0.59	0.47	0.89	0.29	0.55	0.17	0.60	0.00	0.98
	5494	0.56	0.54	1.17	0.39	0.69	0.27	0.59	0.12	0.99
	5544	0.55	0.88	1.71	0.57	0.87	0.28	0.72	-0.04	1.49
	5594	0.32	0.48	1.57	0.41	0.96	0.37	0.83	0.28	1.32
	5644	0.27	0.40	1.28	0.31	0.80	0.23	0.66	0.13	0.98
	5694	0.18	0.14	0.62	0.09	0.55	0.05	0.71	0.01	0.99
	5744	0.11	0.05	0.63	0.09	0.43	0.14	0.49	0.18	0.73
	5794	0.07	0.17	0.35	0.15	0.29	0.13	0.41	0.12	0.61
	5844	0.07	0.06	0.21	0.10	0.26	0.14	0.37	0.18	0.49
	5894	0.07	0.38	0.74	0.33	0.57	0.29	0.50	0.26	0.54
	5944	0.06	0.25	0.82	0.27	0.60	0.28	0.49	0.30	0.53
	5994	0.03	0.17	0.95	0.30	0.68	0.43	0.56	0.57	0.60
	6044	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6094	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6144	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RGI2000-v7.0-G-14-28755	6194	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4193	0.14	-1.69	1.09	-1.30	0.92	-1.24	0.66	-0.99	0.50
	4243	0.21	-3.45	0.65	-2.72	0.45	-2.32	0.44	-1.85	0.54
	4293	0.35	-3.25	0.73	-2.90	0.60	-2.86	0.66	-2.70	0.74
	4343	0.46	-2.90	0.72	-2.91	0.65	-2.78	0.73	-2.93	1.03
	4393	0.33	-2.50	0.67	-2.63	0.65	-2.72	0.70	-3.07	0.89
	4443	0.32	-2.28	0.77	-2.43	0.74	-2.20	0.73	-2.56	0.94
	4493	0.71	-1.89	0.55	-2.14	0.50	-1.67	0.49	-2.19	0.69
	4543	0.71	-1.87	0.72	-1.87	0.53	-1.32	0.40	-1.57	0.52
	4593	0.64	-1.67	0.74	-1.58	0.47	-1.18	0.35	-1.17	0.53
	4643	0.72	-1.23	0.67	-1.32	0.45	-1.01	0.40	-1.20	0.67
	4693	1.17	-1.28	0.59	-1.10	0.46	-0.64	0.42	-0.66	0.45

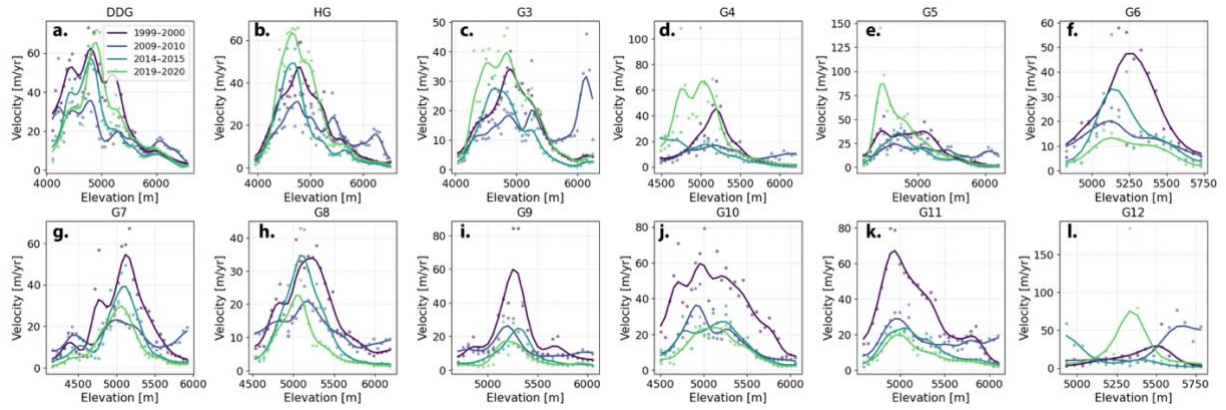
	4743	1.06	-1.09	0.65	-0.96	0.43	-0.44	0.39	-0.42	0.57
	4793	1.34	-0.78	0.64	-0.67	0.43	-0.40	0.49	-0.37	0.75
	4843	1.25	-0.71	0.67	-0.60	0.45	-0.35	0.49	-0.33	0.75
	4893	0.88	-0.27	0.92	-0.32	0.55	-0.19	0.58	-0.29	0.99
	4943	0.75	-0.04	1.09	-0.10	0.65	-0.10	0.63	-0.20	1.04
	4993	0.98	0.18	1.03	-0.01	0.68	-0.02	0.54	-0.26	0.69
	5043	1.06	-0.12	1.09	-0.12	0.71	-0.08	0.52	-0.13	0.63
	5093	1.47	-0.09	1.03	-0.10	0.61	-0.02	0.47	-0.13	0.64
	5143	1.49	-0.11	0.97	-0.12	0.56	0.04	0.50	-0.04	0.86
	5193	1.43	0.02	1.19	-0.05	0.74	-0.01	0.51	-0.17	0.83
	5243	1.13	0.27	1.41	0.02	0.85	0.02	0.61	-0.29	0.94
	5293	1.08	0.45	1.37	0.14	0.79	0.06	0.55	-0.29	0.81
	5343	1.12	0.28	1.11	0.04	0.62	-0.03	0.48	-0.30	0.82
	5393	1.25	0.29	1.25	0.05	0.64	-0.05	0.48	-0.30	0.94
	5443	0.95	0.42	1.32	0.24	0.75	0.09	0.47	-0.13	0.82
	5493	0.64	0.39	1.27	0.27	0.75	0.11	0.52	-0.04	0.82
	5543	0.44	0.14	1.12	0.14	0.60	0.14	0.35	0.12	0.74
	5593	0.41	-0.12	0.80	-0.09	0.49	0.00	0.42	0.03	0.66
	5643	0.29	-0.24	0.67	-0.12	0.42	0.00	0.33	0.09	0.48
	5693	0.22	-0.25	0.84	-0.06	0.44	0.13	0.34	0.33	0.66
	5743	0.13	-0.26	1.01	-0.13	0.69	0.00	0.54	0.13	0.65
	5793	0.09	-0.35	1.56	-0.11	1.10	0.14	0.93	0.40	1.17
	5843	0.08	-0.70	1.82	-0.24	1.16	0.25	0.75	0.77	0.95
	5893	0.02	0.38	0.67	0.32	0.36	0.29	0.43	0.27	0.75
	5943	0.01	-0.14	0.69	0.07	0.15	0.29	0.38	0.53	0.89
	5993	0.00								
	6043	0.00								

RGI2000-v7.0-G-14-29041	6093	0.00								
	6143	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6193	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4534	0.10	-1.78	0.54	-1.74	0.34	-1.50	0.31	-1.45	0.34
	4584	0.20	-1.70	0.65	-1.81	0.65	-1.42	0.47	-1.45	0.58
	4634	0.31	-1.85	0.68	-1.97	0.59	-1.72	0.45	-2.01	0.66
	4684	0.32	-1.87	0.62	-2.05	0.56	-1.58	0.44	-1.95	0.59
	4734	0.37	-1.78	0.43	-2.03	0.33	-1.50	0.22	-2.10	0.27
	4784	0.54	-1.46	0.30	-1.84	0.35	-1.31	0.25	-1.71	0.42
	4834	0.80	-1.38	0.44	-1.64	0.51	-0.87	0.40	-1.26	0.57
	4884	0.62	-1.23	0.59	-1.23	0.52	-0.90	0.46	-0.98	0.59
	4934	0.62	-1.17	0.48	-1.09	0.43	-0.96	0.58	-0.99	0.84
	4984	0.77	-0.93	0.58	-0.87	0.38	-0.71	0.59	-0.68	0.92
	5034	0.95	-0.87	0.78	-0.81	0.46	-0.67	0.54	-0.67	0.90
	5084	1.32	-0.48	0.91	-0.51	0.45	-0.48	0.45	-0.57	0.87
	5134	1.52	-0.01	1.14	-0.16	0.64	-0.31	0.60	-0.48	1.14
	5184	1.54	-0.02	1.37	-0.15	0.73	-0.20	0.66	-0.34	1.27
	5234	1.46	0.05	1.18	-0.21	0.66	-0.31	0.53	-0.59	1.05
	5284	1.27	0.24	1.23	-0.12	0.66	-0.29	0.46	-0.66	1.00
	5334	1.24	0.23	1.29	-0.07	0.72	-0.28	0.46	-0.61	0.86
	5384	1.24	0.98	2.54	0.43	1.48	0.13	0.89	-0.46	1.39
	5434	1.21	0.92	1.93	0.29	0.96	-0.09	0.41	-0.75	1.14
	5484	0.82	0.22	1.17	0.01	0.58	-0.15	0.38	-0.44	0.92
	5534	0.58	0.19	0.85	0.02	0.51	-0.12	0.38	-0.43	0.67
	5584	0.26	0.36	1.22	0.20	0.72	0.07	0.36	-0.14	0.62
	5634	0.14	0.22	0.73	0.09	0.35	-0.04	0.26	-0.19	0.64
	5684	0.11	0.26	0.60	0.11	0.27	-0.04	0.31	-0.21	0.68

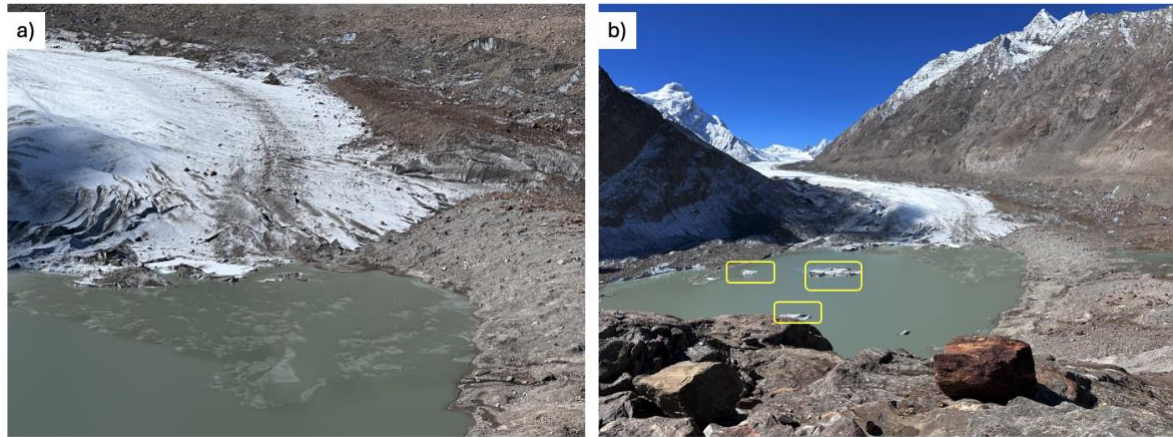
RG12000-v7.0-G-14-32678	5734	0.11	0.25	0.51	0.18	0.31	0.12	0.25	0.07	0.35
	5784	0.10	0.08	0.52	0.11	0.22	0.05	0.25	0.01	0.61
	5834	0.05	0.25	0.56	0.16	0.39	-0.09	0.38	-0.17	0.58
	5884	0.04	0.09	0.41	0.04	0.21	-0.01	0.08	-0.06	0.19
	5934	0.04	-0.09	0.55	-0.04	0.29	-0.01	0.13	0.03	0.27
	5984	0.02	-0.34	0.45	-0.14	0.30	-0.03	0.20	0.12	0.32
	6034	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
	6084	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
	6134	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	6184	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	4594	0.04	-2.72	0.86	-2.92	0.70	-2.93	1.05	-3.10	1.71
	4644	0.11	-1.83	0.64	-2.54	0.64	-2.98	0.87	-3.84	1.39
	4694	0.13	-1.56	0.44	-2.11	0.48	-2.67	0.66	-3.33	0.90
	4744	0.25	-1.32	0.47	-1.84	0.55	-2.20	0.63	-2.71	0.85
	4794	0.34	-1.08	0.37	-1.66	0.33	-1.98	0.41	-2.49	0.61
	4844	0.41	-1.16	0.36	-1.51	0.38	-1.51	0.42	-2.10	0.63
	4894	0.48	-1.48	0.40	-1.69	0.26	-1.40	0.26	-1.91	0.49
	4944	0.50	-1.49	0.34	-1.55	0.18	-1.15	0.28	-1.47	0.55
	4994	0.88	-1.34	0.39	-1.30	0.23	-0.86	0.31	-1.00	0.76
	5044	0.94	-1.25	0.48	-1.11	0.26	-0.68	0.38	-0.68	0.78
	5094	0.92	-0.96	0.51	-0.84	0.28	-0.60	0.44	-0.54	0.82
	5144	0.91	-0.82	0.48	-0.67	0.29	-0.44	0.54	-0.40	0.94
	5194	1.03	-0.60	0.61	-0.52	0.30	-0.51	0.49	-0.50	0.85
	5244	1.13	-0.75	0.79	-0.44	0.38	-0.23	0.51	-0.03	0.96
	5294	1.20	-0.47	0.90	-0.32	0.38	-0.16	0.66	-0.05	1.29
	5344	0.99	-0.21	0.94	-0.24	0.40	-0.22	0.80	-0.26	1.50
	5394	0.73	-0.04	0.83	-0.10	0.42	-0.12	0.69	-0.15	1.22

	5444	0.73	0.49	0.98	-0.03	0.45	-0.36	1.01	-0.78	1.87
	5494	0.61	0.22	0.84	0.02	0.46	-0.15	0.82	-0.33	1.43
	5544	0.51	0.10	0.77	-0.01	0.53	-0.12	0.79	-0.21	1.25
	5594	0.54	0.22	0.97	0.17	0.58	0.13	0.87	0.09	1.42
	5644	0.44	0.20	1.18	0.26	0.67	0.29	1.26	0.35	2.23
	5694	0.39	0.11	0.87	0.01	0.52	-0.14	0.79	-0.23	1.30
	5744	0.37	0.14	0.98	0.00	0.64	-0.11	0.66	-0.17	1.06
	5794	0.25	0.37	0.82	0.05	0.49	-0.16	0.67	-0.42	1.09
	5844	0.17	0.08	0.92	0.07	0.53	0.09	0.59	0.08	0.93
	5894	0.15	0.25	0.88	0.25	0.58	0.26	0.62	0.26	0.86
	5944	0.13	0.36	0.93	0.35	0.46	0.22	0.41	0.16	0.80
	5994	0.03	0.70	0.73	0.51	0.52	0.32	0.54	0.12	0.72
	6044	0.02	0.49	0.53	0.30	0.33	0.11	0.46	-0.08	0.75
	4507	0.10	-2.51	1.18	-2.70	1.36	-2.24	1.42	-2.36	1.63
RGI2000-v7.0-G-14-32718	4557	0.09	-2.83	0.88	-3.35	1.11	-3.80	1.28	-4.39	1.60
	4607	0.09	-2.59	0.78	-2.89	0.83	-3.20	0.94	-3.54	1.14
	4657	0.07	-2.20	0.58	-2.50	0.63	-2.82	0.79	-3.16	0.97
	4707	0.18	-1.60	0.52	-1.88	0.48	-2.10	0.55	-2.42	0.63
	4757	0.10	-1.56	0.44	-1.57	0.32	-1.56	0.35	-1.59	0.52
	4807	0.14	-1.67	0.82	-1.55	0.51	-1.31	0.36	-1.19	0.46
	4857	0.49	-1.05	0.45	-1.31	0.29	-1.16	0.28	-1.61	0.40
	4907	0.34	-0.87	0.44	-1.08	0.32	-0.90	0.23	-1.18	0.43
	4957	0.71	-0.84	0.49	-1.00	0.28	-0.80	0.23	-1.17	0.38
	5007	0.93	-0.82	0.54	-0.74	0.33	-0.61	0.21	-0.87	0.43
	5057	0.54	-0.69	0.69	-0.60	0.34	-0.59	0.29	-0.65	0.63
	5107	0.49	-0.53	0.64	-0.54	0.25	-0.77	0.37	-0.85	0.62
	5157	0.90	-0.38	0.59	-0.52	0.28	-0.66	0.26	-0.86	0.61

	5207	1.38	-0.45	0.62	-0.49	0.40	-0.78	0.42	-0.93	0.83
	5257	1.32	-0.45	0.70	-0.49	0.35	-0.68	0.52	-0.76	0.97
	5307	1.39	-0.38	0.70	-0.37	0.38	-0.48	0.44	-0.54	0.87
	5357	2.07	-0.42	0.69	-0.36	0.38	-0.39	0.57	-0.38	1.01
	5407	1.90	-0.25	0.86	-0.23	0.36	-0.21	0.59	-0.21	1.16
	5457	1.69	-0.09	0.85	-0.12	0.43	-0.12	0.67	-0.18	1.21
	5507	1.83	-0.14	0.99	0.00	0.51	0.15	0.99	0.26	1.77
	5557	1.55	-0.05	0.99	0.02	0.55	0.13	1.08	0.17	1.94
	5607	1.04	0.18	0.93	-0.09	0.54	-0.26	0.97	-0.50	1.69
	5657	1.42	0.06	1.20	0.13	0.59	0.20	1.19	0.27	2.17
	5707	1.47	0.15	1.14	0.05	0.62	-0.04	1.23	-0.15	2.20
	5757	1.56	0.68	1.45	0.33	1.06	0.08	1.76	-0.24	2.83
	5807	0.85	1.15	1.89	0.01	1.38	-0.78	2.45	-1.78	4.04
	5857	0.52	0.67	1.56	0.07	0.92	-0.36	1.39	-0.84	2.36
	5907	0.25	0.59	1.29	0.13	0.72	-0.36	1.11	-0.74	1.87
	5957	0.11	0.39	1.08	0.22	0.61	0.03	0.91	-0.11	1.53
	6007	0.10	0.51	0.87	0.54	0.50	0.23	1.19	0.22	2.00
	6057	0.01	0.91	0.68	0.90	0.72	0.64	0.59	0.47	0.53



Supplementary Figure S1: (a-l) Velocity distribution of different glaciers in different elevation zones (bin size=50m) for different velocity time periods. Circles represent median values from each elevation bin, and the Gaussian-smoothed ($\sigma=1.5$) lines show the trend. Each time period (1999-2000, 2009-2010, 2014-2015 and 2019-2020) is represented.



Supplementary Figure S2: field photographs show a) the terminus of DDG in contact with the glacial lake; b) the presence of icebergs (marked in yellow box) floating in the glacial lake, indicating that DDG undergoes mechanical calving events. Photographs are from October 2023. (Photos taken by Andrew Mackintosh)