

### *Verdivurdering*

Alle lokalitetane nemnde ovanfor er viktige naturdokument som på ein instruktiv måte syner korleis snøskredvollar og snøskredgroper vert danna, og dei trykkverknadane snøskred har for danninga av desse spesielle og noko uvanlege lausmasseformene. Dei nemnde lokalitetane er av stor vitenskapleg verdi og det bør derfor ikkje gjerast inngrep i desse.

## 5 TILRÅDINGAR

Det er vanskeleg å vurdere einskildområde og einskildlokalitetar opp mot kvarandre, sidan desse har sine spesielle kvalitetar kvar for seg. Av geologiske førekomstar i og rundt Jostedalsbreen er det breforlanda med morenelandskapa framfor utløpsbreane til Jostedalsbreen som har størst verneverdi. Dette gjeld moreneryggar avsette mot slutten av siste istid under det såkalla Erdalen Event (10.100-9700 år sidan), under «den vesle istida», då breane hadde si maksimalutbreiing på midten av 1700-talet, samt under kortvarige framstøyt- og stillstandsperiodar under den seinare tilbaketrekinga av brefrontane. På slutten av 1990-talet gjekk dei fleste utløpsbreane til Jostedalsbreen mykje fram som eit resultat av mykje nedbør på breane. Markerte randmorener vart danna framfor mange av utløpsbreane frå Jostedalsbreen rundt år 2000, og har fått namnet ‘The Briksdalsbre Event’, etter ein markert randmorene i vestenden av Briksdalsbrevatnet som vart danna i 1996/97.

Dei mest verneverdige moreneryggane frå Erdalen Event er typelokaliteten ved Vetledalseter i Erdalen, moreryggane ved Briksdalsbre fjellstove i Briksdalen, moreryggen ved Holten i Bøyadalen, og moreneryggen like aust for Bjørnstegane i breforlandet til Fåbergstølsbreen.

Når det gjeld morenelandskapa frå «den vesle istida», er breforlandet/morenelandskapet framfor Nigardsbreen i Mjølverdalen det klart mest verneverdige. Dessutan er morenelandskapet framfor Bødalsbreen, og spesielt sik-sak-endemorenene, spesielt verneverdige.

Av moreneryggar frå ‘The Briksdalsbre Event’, er moreryggen i vestenden av Briksdalsbrevatnet (typelokaliteten), spesielt verneverdig. Det er i dag ein del slitasje på moreryggen nord for utløpet av Briksdalsbrevatnet, men ryggen er så stor at det ikkje vil øydelegge denne.

Moreneryggar er spesielt sårbare for stislitasje og nokre ligg i kjende turistmål, som til dømes Nigardsbreen, Briksdalsbreen, Bøyabreen og Supphellebreen, samt turistmål med forventa

større ferdsel i framtida, som til dømes Bødalsbreen, Brenndalsbreen, Haugabreen og Bergsetbreen. Når det gjeld framtidig bevaring av moreryggane, er det viktig å ta omsyn til storleik og kor samanhengande dei er. Her er det viktig med god kanalisering av ferdsla, tilrettelegging og informasjon. Av andre verneverdige geologiske førekomstar av nasjonal og internasjonalverdi er breelvsletta (sanduren) Fåbergstølsgrandane i Stordalen øvst i Jostedalen. Dette er den største aktive breelvsletta i Noreg i dag. Breelvsletta mellom Storesætra og Vetledalseter i Erdalen er òg av stor nasjonal verdi. Erosjons- og akkumulasjonsformene danna av snøskred beskrive i rapporten er òg av stor fagleg verdi både nasjonalt og internasjonalt.

### Relevant litteratur

- Aa, A.R. og Sønstegaard, E. (2005): *Breheimen. Geologi og landformer*. Rapport R-NR 6/2005. Høgskulen i Sogn og Fjordane. 71 s.
- Andersen, J. and Sollid, J.L. (1971): Glacial chronology and glacial geomorphology in the marginal zones of the glaciers, Midtdalsbreen and Nigardsbreen, south Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography* 25(1): 1-38.
- Andreassen, L.M. (2022): *Breer og fonner i Norge*. NVE Rapport nr. 3/2022.
- Andreassen L.M., Elvehøy, H., Kjøllmoen, B., et al. (2005): Glacier mass-balance and length variation in Norway. *Annals of Glaciology* 42: 317-325.
- Bickerton, R.W. and Matthews, J.A. (1992): On the accuracy of lichenometric dates: an assessment based on the 'Little Ice Age' moraine sequence of Nigardsbreen, southern Norway. *The Holocene* 2(3): 227-237.
- Bickerton, R.W. and Matthews, J.A. (1993): 'Little ice age' variations of outlet glaciers from the jostedalsbreen ice-cap, Southern Norway: A regional lichenometric-dating study of ice-marginal moraine sequences and their climatic significance. *Journal of Quaternary Science* 8(1): 45-66.
- Bohr, G. (1820): Om Iisbræerne i Justedalen og om Lodalskaabe. Særtrykk av: Blandinger, eller Læsning for begge Kjøen. Et Hæfteskift, bd. 1, nr. 4, Christiania 1820. Available at: [http://www.historielaget.jostedal.no/Bohr\\_1820.pdf](http://www.historielaget.jostedal.no/Bohr_1820.pdf), and reprinted in 1874 in Den norske Turistforenings Aarbog: [http://www.historielaget.jostedal.no/Bohr\\_1874.pdf](http://www.historielaget.jostedal.no/Bohr_1874.pdf) Christiania: Wulfsbergske Bogtrykkerie, 29 pp.
- Bradley, R.S. and Jones, P.D. (1993): 'Little Ice Age' summer temperature variations: their nature and relevance to recent global warming trends. *The Holocene* 3(4): 367-376.
- Carrivick, J.L., Andreassen, L.M., Nesje, A., et al. (2022): A reconstruction of Jostedalsbreen during the Little Ice Age and geometric changes to outlet glaciers since then. *Quaternary Science Reviews* 284: 107501.
- Eide, T. (1955): Breden og bygda. *Norsk Tidsskrift for Folkelivsgransking* 5: 1-42.
- Erikstad, L. and Sollid, J.L. (1986): Neoglaciation in South Norway using lichenometric methods. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography* 40(2): 85-105.
- Espe, A., Kvam, H., Espe, A., et al. (2002): *Jostedalen: frå istid til sjølveigartid*. Jostedal: Jostedal historielag.

- Fagan, B.M. (2000): *The Little Ice Age: how climate made history, 1300-1850*. New York: Basic Books.
- Foss, M. (1750): Justedahlens kortelige beskrivelse. In: *Magazin for Danmarks og Norges topographiske, oekonomiske og statistiske Beskrivelse* 2: 3–44 (1802). Transcription by Oddmund L. Hoel available at: [http://www.historielaget.jostedal.no/wordpress/http://www.historielaget.jostedal.no/public\\_html/foss\\_beskrivelse\\_2009.pdf](http://www.historielaget.jostedal.no/wordpress/http://www.historielaget.jostedal.no/public_html/foss_beskrivelse_2009.pdf). Det Kongelige Bibliotek, København.
- Fægri, K. (1934): Über die Längenvariationen einiger Gletscher des Jostedalsbre und die dadurch bedingten Pflanzensukzessionen. *Bergens Museums Årbok* 1933.
- Gjerde, M., Løkensgard Hoel, O. and Nesje, A. (2023): The ‘Little Ice Age’ advance of Nigardsbreen, Norway: A cross-disciplinary revision of the chronological framework. *The Holocene*, DOI: 10.1177/09596836231185830
- Grove, J.M. (1988): *The Little Ice Age*. London: Methuen.
- Grove, J.M. (2004): *Little Ice Ages: Ancient and Modern*. New York, Routledge: Taylor & Francis.
- Grove, J.M. and Battagel, A. (1983): Tax records from western Norway, as an index of Little Ice Age environmental and economic deterioration. *Climatic Change* 5(3): 265-282.
- Hoel, A. and Werenskiold, W. (1962): Glaciers and snowfields in Norway. *Norsk Polarinstitutt Skrifter*. Oslo: Oslo University Press, 63.
- Hoel, O.L. (2013): Offentlege krisetiltak i Jostedalen 1742–43. *Heimen* 50(1): 65-83.
- Imhof, P., Nesje, A. and Nussbaumer, S.U. (2011): Climate and glacier fluctuations at Jostedalsbreen and Folgefonna, southwestern Norway and in the western Alps from the ‘Little Ice Age’ until the present: the influence of the North Atlantic Oscillation. *The Holocene* 22, 235–247.
- Johannessen, O.-J. (2000): *Jordebok for Bergen bispedømme ca. 1600: med jordebok for Hospitalet i Bergen ca. 1617-21.*: Riksarkivet.
- Kjøllmoen B., Andreassen, L.M., Elvehøy, H., et al. (2021): *Glaciological investigations in Norway 2020. NVE Rep. 31-2021*.
- Laberg, J. (1944): Jostedal. Ei stutt utgreiding om bygdí og folket der. *Tidsskrift utgitt av Historielaget for Sogn* 11: 5-85.
- Lutro, O. and Tveten, E. (1996): Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Årdal M. Trondheim: Norges Geologiske Undersøkelse.
- Mann, M.E., Bradley, R.S. and Hughes, M.K. (1999): Northern hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties, and limitations. *Geophysical Research Letters* 26(6): 759-762.
- Mann, M.E., Zhang, Z., Rutherford, S., et al. (2009): Global Signatures and Dynamical Origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly. *Science* 326(5957): 1256-1260.
- Massé, G., Rowland, S.J., Sicre, M.-A., et al. (2008): Abrupt climate changes for Iceland during the last millennium: Evidence from high resolution sea ice reconstructions. *Earth and Planetary Science Letters* 269(3): 565-569.
- Matthews, J.A. and Briffa, K.R. (2005): The ‘Little Ice Age’: re-evaluation of an evolving concept. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography* 87(1): 17-36.
- Matthews, J.A., Innes, J.L. and Caseldine, C.J. (1986): <sup>14</sup>C dating and palaeoenvironment of the historic ‘little ice age’ glacier advance of Nigardsbreen Southwest Norway. *Earth Surface Processes and Landforms* 11(4): 369-375.
- Matthews, J.A., Owen, G., McEwen, L.J., Shakesby, R.A., Hill, J.L., Vater, A.E. and Ratcliffe, A.C. (2017): Snow-avalanche impact craters in southern Norway: Their

- morphology and dynamics compared with small terrestrial meteorite craters. *Geomorphology* 296, 11-30.
- Miller, G.H., Geirsdóttir, Á., Zhong, Y., et al. (2012): Abrupt onset of the Little Ice Age triggered by volcanism and sustained by sea-ice/ocean feedbacks. *Geophysical Research Letters* 39(2).
- Mjanger, I. og Hofsføy, A.M. (1989): Kvartærgeologiske undersøkingar i Bøyadalen, Balestrand kommune. Kandidatoppgåve ved Sogn og Fjordane distriktshøgskule. Upublisert.
- Mottershead, D.N. and Colin, R.L. (1976): A study of Flandrian glacier fluctuations in Tunsbergdalen, southern Norway. *Norwegian Journal of Geology* 56, 413-436.
- Nesje, A. (1989): Glacier-front variations at the outlet glaciers from Jostedalbreen and climate in the Jostedalbreen region of western Norway in the period 1901–1980. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 43, 3–17.
- Nesje, A. (1994): A gloomy 250 year memory: the glacier destruction of the Tungøyane farm in Oldedalen, western Norway, 12 December 1743. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 48, 133–135.
- Nesje, A. (2005): Briksdalsbreen in western Norway: AD 1900–2004 frontal fluctuations as a combined effect of variations in winter precipitation and summer temperature. *The Holocene* 15, 1245–1252.
- Nesje, A. (2009): Late Pleistocene and Holocene alpine glacier fluctuation in Scandinavia. *Quaternary Science Reviews* 28, 2119–2136.
- Nesje, A. and Dahl, S.O. (1992): Equilibrium-line altitude depressions of reconstructed Younger Dryas and Holocene glaciers in Fosdalen, inner Nordfjord, western Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 72, 209-216.
- Nesje, A. and Dahl, S.O. (2003): The ‘Little Ice Age’—only temperature? *The Holocene* 13(1): 139-145.
- Nesje, A., Dahl, S.O., Thun, T., et al. (2008): The ‘Little Ice Age’ glacial expansion in western Scandinavia: summer temperature or winter precipitation? *Climate dynamics* 30(7): 789-801.
- Nesje, A., Kvamme, M., Rye, N. and Løvlie, R. (1991): Holocene glacier and climate history of the Jostedalbreen region, western Norway; evidence from lake sediments and terrestrial deposits. *Quaternary Science Reviews* 10, 87–114.
- Nesje, A. and Matthews, J.A. (2012): The Briksdalsbreen Event: A winter precipitation-induced decadal-scale glacial advance in southern Norway in the ad 1990s and its implications. *The Holocene* 22(2): 249-261.
- Nesje, A., Røther, D.C. and Yde, J.C. (2023): Stratigraphy and age of a Neoglacial sedimentary succession of proglacial outwash and an alluvial fan in Langedalen, Veitastrand, western Norway. *Boreas*. DOI: 10.1111/bor.12608.

- Norsk-Klimaservicesenter (2023): <https://klimaservicesenter.no/> [accessed: 04/11/22]. Norwegian Centre for Climate Services.
- Nussbaumer, S.U., Nesje, A. and Zumbühl, H.J. (2011): Historical glacier fluctuations of Jostedalsbreen and Folgefonna (southern Norway) reassessed by new pictorial and written evidence. *The Holocene* 21(3): 455-471.
- Nussbaumer, S.U. and Zumbühl, H.J. (2012): The Little Ice Age history of the Glacier des Bossons (Mont Blanc massif, France): a new high-resolution glacier length curve based on historical documents. *Climatic Change* 111(2): 301-334.
- Orheim, O. og Hermansen, D. (2009): *Norske isbreer*. Cappelen Damm. 200 s.
- Paul, F., Andreassen, L.M. and Winsvold, S.H. (2011): A new glacier inventory for the Jostedalsbreen region, Norway, from Landsat TM scenes of 2006 and changes since 1966. *Annals of Glaciology* 52, 153-162.
- Reimer, P.J., Austin, W.E., Bard, E., et al. (2020): The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62(4): 725-757.
- Rekstad, J.B. (1900): Om periodiske forandringer hos norske bræer. *Norges Geologiske Undersøgelse*. Norges Geologiske Undersøgelse.
- Rekstad, J.B. (1902): Iagttagelser fra braeer i Sogn og Nordfjord. *Norges Geologiske Undersøgers Aarbog fra 1902*. 9-45.
- Rekstad, J.B. (1904): Fra Jostedalsbræen. *Bergens Museums Aarbog 1904*.
- Rekstad, J.B. (1907): Einiges über Gletscherschwankungen im westlichen Norwegen. *Zeitschrift für Gletscherkunde, für Eiszeitforschung und Geschichte des Klimas* 1(5): 347-354.
- Rydgren, K., Halvorsen, R., Töpfer, J.P., et al. (2014): Glacier foreland succession and the fading effect of terrain age. *Journal of Vegetation Science* 25(6): 1367-1380.
- Rye, N., Lien, R., Nesje, A., Skjerlie, F., Faugli, P.E. og Husebye, S. (1984): *Breheimen-Stryn. Konesjonsavgjørende geologiske undersøkelser*. Rapport Geologisk institutt, Avd. B, Universitetet i Bergen. 100 s. + figurar.
- Seier, G., Abermann, J., Andreassen, L.M., Carrivick, J.L., Kielland, P.H., Löffler, K., Nesje, A., Robson, B.A., Røthe, T., Scheiber, T., Winkler, S. and Yde, J.C. (2023): Glacier thinning, recession and advance, and the associated evolution of a glacial lake between 1966 and 2021 at Austerdalsbreen, western Norway. *Land Degradation Development*. DOI: 10.1002.ldr.4923
- Smith, C. (1817): Nogle Iagttagelser, især over Isfjeldene (Gletscher), paa en Fjeldreise i Norge 1812. *Topographisk-Statistiske Samlinger* 2(2): 3-62.
- Steiner, D., Pauling, A., Nussbaumer, S.U., et al. (2008): Sensitivity of European glaciers to precipitation and temperature – two case studies. *Climatic Change* 90(4): 413-441.
- Strøm, H. (1762): *Physisk og Oeconomisk Beskrivelse over fogderiet Søndmør beliggende i Bergens Stift i Norge, band I, Copenhagen 1762. Sorøe 1762, pp. 45–46*.
- Stuiver, M., Reimer, P. and Reimer, R. (2021): *Calib radiocarbon calibration 8.2 [WWW program]*. Available at: <http://calib.org> (accessed 2021-5-21).
- Svarva, H.L., Thun, T., Kirchhefer, A.J., et al. (2018): Little Ice Age summer temperatures in western Norway from a 700-year tree-ring chronology. *The Holocene* 28(10): 1609-1622.
- Torsnes, I., Rye, N. and Nesje, A. (1993): Modern and Little Ice Age equilibrium-line altitudes on outlet valley glaciers from Jostedalsbreen, western Norway: an evaluation

- of different approaches to their calculation. *Arctic and Alpine Research* 25, 106-116.
- Trachsel, M. and Nesje, A. (2015): Modelling annual mass balances of eight Scandinavian glaciers using statistical models. *The Cryosphere* 9(4): 1401-1414.
- von Buch, L. (1812): Ueber die Grenzen des ewigen Schnee's im Norden. *Annalen der Physik* 41(5): 1-52.
- Winkler, S., (1996): Front variations of outlet glaciers from Jostedalsbreen, western Norway, during the twentieth century. *Norges Geologisk Undersøkelse B 431*, 33–47.
- Winkler, S. (2021): Terminal Moraine Formation Processes and Geomorphology of Glacier Forelands at the Selected Outlet Glaciers of Jostedalsbreen, South Norway. In: Beylich AA (ed) *Landscapes and Landforms of Norway*. Cham: Springer International Publishing, pp. 33-69.
- Winsvold, S.H., Andreassen, L.M. and Kienholz., C. (2014): Glacier area and length changes in Norway from repeat inventories. *The Cryosphere* 8, 1885-1903.
- Østrem, G., Haakensen, N. and Olsen, H.C. (2005): Sediment transport, delta growth and sedimentation in lake Nigardsvatn, Norway. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography* 87, 243–258.
- Østrem, G., Liestøl, O. and Wold, B. (1976): Glaciological investigations at Nigardsbreen, Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography* 30(4): 187-209.
- Øvregard, K., Ormberg, A., Hoel, O.L., et al. (2010): *Jostedal kyrkje. Fakta, segn og søge gjennom 350 år.*: Skald forlag.
- Øyane, L.E. (1994): *Gards- og ættesøge for Luster kommune*. no: Luster kommune.

### Relevante lenker:

- Arealinformasjon: <https://kilden.nibio.no/>
- Berggrunnskart: [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)
- Bredata: <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vannets-kretsloep/bre/>
- Breheimsenteret: [www.jostedal.com](http://www.jostedal.com)
- InSAR-data: <https://insar.ngu.no/>
- Jostedalsbreen nasjonalparksenter: <https://visitjostedalsbreen.no/>
- Klima i Norge: <https://klimaservicesenter.no/>
- Lausmassekart: [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)
- LiDAR-kart: [hoydedata.no](http://hoydedata.no)
- Luftfoto/vertikalbilette: [norgebilder.no](http://norgebilder.no)
- Norsk Bremuseum & Ulltveit-Moe senter for klimaviten: [www.bremuseum.no](http://www.bremuseum.no)
- Topografiske kart: [norgeskart.no](http://norgeskart.no)
- Ustabile fjellparti: [https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/)