

Jonas Karlsen

Geomorfologisk fjern-analyse av Nautgardstinden, Lom

En fjernmåling av Nautgardstinden, hvor fokuset er geomorfologiske prosesser, med hovedvekt på botndaler og skråningsprosesser ved hjelp av ortofoto og DTM.

Bacheloroppgave i Geografi
Veileder: Chantel Nixon
Medveileder: Yongmei Gong
Mai 2023

Jonas Karlsen

Geomorfologisk fjern-analyse av Nautgardstinden, Lom

En fjernmåling av Nautgardstinden, hvor fokuset er geomorfologiske prosesser, med hovedvekt på botndaler og skråningsprosesser ved hjelp av ortofoto og DTM.

Bacheloroppgave i Geografi
Veileder: Chantel Nixon
Medveileder: Yongmei Gong
Mai 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for geografi



Kunnskap for en bedre verden

Innhold

1. Introduksjon	4
1.1 Tema og problemstilling	4
1.2 Beskrivelse av området	4
1.3 Avgrensning av området	5
1.3 Strukturen til oppgaven.....	Feil! Bokmerke er ikke definert.
2. Teori	5
2.1 Isbre.....	6
2.2 Botnbre og botn-daler	7
2.3 Forvitring	7
2.4 Erosjon og transport.....	8
2.5 Abrasjon/sliping	8
2.6 Smeltevanns erosjon	8
2.6.2 Kavitasjon	9
2.6.3 Kjemisk erosjon	9
2.7 Avsetninger	9
2.7.2 Smeltevannsavsetninger og landformer	10
2.8 Bresjøer	10
2.9 Periglasiale prosesser	11
2.9.2 Permafrost	11
2.9.3 Strukturmark	11
2.10 Skråningsprosesser.....	12
2.10.2 Solifluksjon	13
2.11 Fluviale prosesser.....	13

3 Metode	13
3.2 Feilkilder	14
4 Funn og observasjoner	14
4.1 Oversikt.....	15
4.2 Botndal 1	16
4.2.2 Botndal 1, vegg 1	17
4.2.3 Botndal 1, vegg 2.....	19
4.2.4 Botndal 1, vegg 3	20
4.2.5 Botndal 1, vegg 4	21
4.3 Botndal 2.....	22
4.4 Solifluksjon i terrenget.....	23
4.5 Frostmarker	23
4.6 Botndal 3 og botnbreen.....	24
4.7 Botndal 4 og botnbreen.....	25
4.8 Smeltevann ifra botndal 3 isbre	26
4.9 Smeltemorene i botndal 1	27
5 Diskusjon	27
5.1 Glasiøle prosesser.....	27
5.1.1 Botndaler og botnbreer	27
5.1.2 Forvitring og erosjon.....	28
5.1.3 Morener og avsetninger	28
5.2 Periglasiøle landformer	29
5.3 Skråningsprosesser.....	29
Konklusjon.....	30
Bibliografi.....	32

1. Introduksjon

1.1 Tema og problemstilling

Temaet jeg skal foreta for oppgaven er å utføre en fjernanalyse av geomorfologien på Nautgardstinden. Målet med oppgaven er å avdekke og kartlegge de ulike landskapsformene og prosessene i landskapet. Dette skal jeg gjøre ved hjelp av verktøyene ortofoto, 3D visualiseringer og digitale terrengmodeller. Hovedfokuset ligger på prosesser innenfor glasiologien og skråningsprosesser. Problemstillingen til oppgaven er da å avdekke og kartlegge de ulike geomorfologiske prosesser og landformer i en fjernanalyse.

1.2 Beskrivelse av området.

Nautgardstinden er et fjell i Jotunheimen. Fjellet ligger helt øst i Jotunheimen, Lom kommune. Nautgardstinden har høyeste punktet på 2258moh og det laveste punktet i mitt arbeidsområde er ≈ 1200 moh. Koordinatene for

Nautgardstinden topp er $61.60419^{\circ}\text{N } 8.76183^{\circ}\text{Ø}$.

Arealet jeg skal foreta min fjernanalyse på er ca. 32 km^2 og er særlig preget av karakteriske elementer glasiologiske prosesser har dannet (Kartverket, 2023).

Både tidligere breer og breer som eksisterer den dag i dag (Se figur 1).

Isbreene ligger mot nord i ly av solen. Man ser også 2

botn daler på sørsiden som en gang i tiden var en eller to isbreer. (Se Figur 2).

Geologien av Dovrefjell er preget av to bergarter hovedsakelig. Prekambriske gneiser og granitt. Prekambrium blir definert av SNL som «Prekambrium er et veldig langt tidsrom som strekker



Figure 1: Kart over breer ved Nautgardstinden (NVE, 2023a)

Figure 2: Kart over botn-daler i Nautgardstinden. (NVE, 2023b)

seg fra tidspunktet for Jordens dannelse for omkring 4600 millioner år siden til begynnelsen av tidsperioden kambrium for 541 millioner år siden.» (Bryhni, 2023). Mesteparten av Dovrefjell er en del av nasjonalparken og er dermed freda (Thorsnæs, 2023). Dovre-nasjonal park sine fjell har alle en veldig karakteristisk utseende, de er avrundete. Dette er fordi de er av den paleiske overflata, også kjent som «Den gamle flata/overflata» på daglig talen. Denne overflata ble dannet før kvartærtiden (tilbake til 2.58 millioner år siden og frem til i dag). Den har vært utsatt for mange millioner av år med erosjon, og fått det flate og glatte utseendet sitt. I dag har vi bare rester som i Dovrefjell av denne flata, mye av den har blitt erodert vekk, mens andre plasser ble den nesten urørt av innlandsisen. Nautgardstinden derimot, har opplevd erosjon på sin topp. Men man kan fremdeles se den paleiske flaten (Trømborg, 1992, 93-97).

1.3 Avgrensning av området

Området på Nautgardstoppen jeg har valgt å sette søkelys på kan sees på skjermdumpen i figur 3. Et kjapt blick over bildet vil gi en oversikt over at det er totalt 4 botndaler hvorav 2 av de ennå har en aktiv bre i seg. Avgrensningen ble gjort med tanke på at selve problemstillingen er ikke å kartlegge alle landformene som oppstår i Nautgardstinden, men heller se på de som unike og beskrive dem.



Figure 3: Bilde over området markert (Hoydedata.no, 2023)

2. Teori

Dette kapittelet inneholder relevant teori for de ulike landformene (og prosessene bak dem) og prosesser som foregår i terrenget rundt Nautgardstinden.

2.1 Isbre

En isbre er en stor ismasse som blir dannet av snø og is. For at breen skal dannes så må tilførsel av snø og is være større enn massen som smelter vekk om sommeren. Isbreen sine krystaller er kompakte og består av flere tusen snøkrystaller. Prosessen hvor snøkrystallene forvandles til isbrekrystaller kalles metamorfose (Sulebak, 2007, s183-185). Metamorfose kommer av sammensetningen av de latinske ordene *meta*, (som betyr mellom, etter eller ved siden av) og *morphosis* (det å forme, danne) (NAOB, 2023). Ordet metamorfose er mest kjent for sitt bruk innenfor geologi og zoologi, men kan anvendes i glasiologien også. Metamorfose betyr altså i glasiologisk sammenheng omdannelsen av snø-/iskrystaller sin struktur. Under metamorfosen vil snøkrystallene gå inn i en mellom fase hvor de endres fra snøkrystaller med masse luft og lav densitet (50-90kg per kubikkmeter) til små runde kuler som blir pakket sammen og tomrom imellom og inni krystallene blir presset ut. På dette stadiet har is kornene en tetthet på ca. 550kg per kubikkmeter. Deretter vil lokale prosesser inni breen i form av smelting og frysning foregå og tettheten vil øke til 900kg per kubikkmeter (Sulebak, 2007, s184).

En isbre kan deles inn i to deler, akkumulasjonsfelt og et ablasjonsfelt, skillet mellom disse er kalt likevektslinje. Akkumulasjonsfeltet er der hvor isbreen akkumulerer masse(vokser). Her er massebalansen til breen positiv og mengden snø som samles her er større enn det som smelter om sommeren. Karakteristisk med akkumulasjonsfeltet er at de er snødekte og hvite (Sulebak, 2007, s185). Ablasjonsfeltet derimot forsvinner masse. Snøen og isen som smelter her er større enn det som blir tilført og dermed blir massebalansen negativ. Ofte så har dette området en mørkere farge om sommeren og kan se ut som om det er «skittent» ut på grunn av at breisen er eksponert og ikke tildekket av snø (Sulebak, 2023, s185.). Likevektslinje er der hvor isbreen har en nøytral massebalanse. Den ligger imellom/er skillet til ablasjonsfeltet og akkumulasjonsfeltet.



Figure 4: Skjermbilde av 3D-gjengivelse av den ene isbreen. Rød linje er Likevektslinjen. (Norge i bilder, 2023)

Isbreer vil alltid være i bevegelse, is vil bli transportert ned fra akkumulasjonsområdet og ned til ablasjonsområdet for å kompensere for avsmeltningen (Hagg, 2022, s25-41). En har funnet hittil to typer former for bevegelser av isbreer, *basal* og *plastisk* bevegelse. Basale bevegelser er bunnen av breen som beveger seg langs landskapet. Basale bevegelser forekommer kun i tempererte isbreer og ikke polare breer (Sulebak, 2007, s189). Polare breer har ikke basale bevegelser. Den andre formen for bevegelse er plastisk glidning. Det plastiske siget kommer som følger av at iskrystaller er relativt svake og kan lett deformeres og innta en annen form (Plastisitet), ved kun av sin egen vekt. Isbre is er ikke et plastisk element eller et viskøst et men noe imellom. Dette kan bli sett ved at sprekker former i isbreen samtidig som den kan slange seg over terrenget (Hagg, 2022, s25-41). For at isbre is skal få plastiske egenskaper så må den ha en dybde på 30-40mc (Sulebak, 2007, s189).

2.2 Botnbre og botn-daler

Botn-daler er halvformede daler, med bratte vegger. Bunnen av en botn kan være flate, skrå eller ha en fordypning, hvor fordypningen ofte lager en innsjø (Sulebak, 2007, s207). Botn breer er de første til å formere seg i en fjellkjede og de siste til å smelte bort. En botnbre kan dermed bli brukt som et symbol for grensen av bredannelse i et klima (Hagg, 2022, s61-71). Formen til en botn fungerer som en akkumulasjonssone for breen. Vind blåser snø inn i dalen og samler seg i denne halvformede dalen hvor da denne snøen blir til isbre, og snø som akkumulerer der er gjerne beskyttet fra solen på grunn av fjellveggene (Benn, 2010, s9).

2.3 Forvitring

Det er tenkt at måten en botn blir formet på er gjennom tre prosesser:

frostsprenning/frostforvitring, erosjon og plukking fra isbreens bunn og transport (McCall, 1972, s205-228). Frostforvitring er en type mekanisk forvitring. Forvitring er en type nedbrytning av materialer, i dette tilfellet mineraler og bergarter. Det kan deles inn i to typer, kjemisk og mekanisk. Mekanisk forvitring endrer ikke strukturen på elementet, men bryter det ned, mens kjemisk forvitring endrer på strukturen av elementet/materialet. Under den mekaniske forvitringsprosessen blir større materialer knust og delt opp i mindre elementer, frost, røtter, vann, regn og vind er alle faktorer som bidrar til forvitring (Kumar, 2014). Det er diskutert om frostforvitring er hovedprosessen bak botndaler, men frostforvitring er en viktig faktor. Frost

forvitring fungerer i den måten at vannet trekker inn i bergarter/mineraler (i botnbre tilfellet blir det inn i fjellveggen) hvor det da fryser og utvider seg som fører til at trykket inni steinen blir for stort og den sprekker. Desto mer området er utsatt for frysing og tining jo mer vil det være utsatt for frostforvitring (Harvey, 2022, s55-58; Kumar, 2014).

2.4 Erosjon og transport

Erosjon kan kort bli beskrevet som prosess hvor bergarter og mineraler blir slitt løs og flyttet til en annen plass, transporten kan komme i form av is, vann eller vind (Fu, 2014). Plukking er en form for glacial erosjon. Her blir steiner som løsner fra fjellveggen og lander på toppen eller rivet løs fra bunnen av breen fraktet vekk. Materiale som blir fraktet vekk fra breen kan gå ifra toppen til bunnen eller motsatt. Ettersom *polythermal* (isbreer som er både varme og kalde) isbreer har en høy basal transport/bunnen er full av rester og materiale, men lite rester og materialet på toppen mens tempererte breer har lite transportegenskaper langs bunnen og har gjerne mye materialet på toppen av breen. En kan derfor bruke måten breen transporterer sedimenter og materialet på til å kartlegge temperaturen til isbreen (Hambrey, 2011, s984-1003). ‘

2.5 Abrasjon/slipping

Abrasjon foregår når klaster (kalles *clasts* på engelsk. Fragmenter fra bergarter eller mineraler, kan være i små partikkel størrelse til store steinblokker.) fester seg til undersiden av isbreen, og blir dratt med langs terrenget sliper ned berggrunnen. Områder hvor isbreen har slipt berggrunnen forekommer det ofte skuringsstriper, terrenget er følger et veldig fint og nærmest aerodynamisk utseende på landskapet, det blir strømlinjeformet (Fu, 2014; Sulebak, 2007, s198).

2.6 Smeltevanns erosjon

Smeltevann dannes når isbrens overflate er eksponert til temperaturer over frysepunktet og ifra sålen på grunn av trykk, friksjon og geotermisk varme. Smeltevannet fungerer som et transportbånd for sedimenter og steiner som isbreen har tatt til seg, den er også viktig for å frakte sedimenter og steiner ut av isbreen (Fu, 2014). Sedimentene vannet frakter fungerer da som elementer i erosjonsprosessene. Fragmenter og sedimenter som fraktes av smeltevannet har mye av de samme funksjonene som de som blir fraktet av isbreen. Knusing og slipping forekommer på «samme» måte som med isbreen. Vannet har i motsetning til breen varierende trykk og område som blir utsatt for vannelementet. Vannets erosjonsevne i form av knusing og slipping er avhengig

av hastigheten, retningen/vinkelen vannet treffer på, og selvfølgelig egenskapene til sedimentene(størrelse, hardhet og konsentrasjonen.).

2.6.2 Kavitasjon

Kavitasjon er gassboble dannelse grunnet kollaps i trykket til vannet. Kollapset i trykket fører til at vannmolekylene går over til en gassform. Dette kan skje om vannet tar en kjapp vending for eksempel over en stein. Vannet vil presses mot steinen med høyt trykk og bak steinen faller trykket og gassbobler dannes. Boblene blir da fraktet til en plass hvor trykket er høyt nok til at de kolliderer og kolliderer til væske igjen. Kollapset kan ha masse energi som kan føre til skader på materialet det kolliderer på. Kollaps av gassboblene skaper turbulens og turbulens skaper gassbobler blir denne prosessen en positiv ringvirkning som øker hyppigheten av dette fenomenet nedover i smeltevannskanalen (Fu. 2014)

2.6.3 Kjemisk erosjon

Vann som fryser skiller fra seg oppløst materiale, og når det tiner så er vannet ganske så rent og er veldig reaktivt som gjør at det har en større kapasitet til å reagere kjemisk på berggrunnen og sedimenter. Reaksjonen mellom vannet og berggrunnen fører til erosjon, og vannet får da en veldig rik tilsetning av mineraler og oppløst materiale (Fu. 2014).

2.7 Avsetninger

Alle sedimenter som isbreen og smeltevannet tar med seg må settes ned en plass, og da får vi avsetninger. Avsetningene fra isbreer kan være sorterte eller usorterte. Sortering i sediment-kontekst betyr hvordan strukturen i avsetningen er, om den er blandet i størrelsen på sediment avsetningen eller om størrelsen av sedimentene er i like store størrelser (Harvey, 2022, s99-100; Benn & Evans, 2010, s363-364). I glasiologien så kategoriserer man inn avsetningene i to kategorier i hvordan de har blitt avsatt, primære og sekundære. Primære avsetninger er avsetninger som er eksklusivt dannet av isbreen sine virkninger mens sekundæravsetninger har gått igjennom andre prosesser som har endret på den som ikke er relatert til isbreen som for eksempel vann (Benn & Evans, 2010, s369). Typiske moreneformer dannes ofte langs marginen til isbreen, men moreneformer dannes også under, over og inni isbreen(Hambrey, 2014).

Randmorener er moreneavsetninger langs kanten av isbreen. Disse varierer i form og struktur etter de lokale forholdene. Om breen rykker framover så vil den sku alle randmorene sammen og samle de opp til store morener kalt endemorene. Disse morenene som ligger foran isbreen kan

gjerni inneholde is inni seg. Iskjernene inni morene blir til at morenene isolerer isen fra å smelte (Sulebak, 2007, s221).

Nedsmeltningsmorener er materiale isbreen har båret på toppen og inni seg. Når isbreen smelter vil dette materialet bli hvor det og plassert i tilfeldig, uryddig og danner et humpete terreng. Strukturen til nedsmeltningsmorener er tilfeldig, løst og fint materiale er skylt bort (Sulebak, 2007, s221).

2.7.2 Smeltevannsavsetninger og landformer

Når vannet når brefronten og renner ut ifra isbreen splitter den seg opp i mange kanaler og mye av vannets kinetiske energi forsvinner (hastighet). Når dette skjer mister vannet evnen til å bære materiale og blir da avsatt. Det groveste og tyngste materialet vil først bli avsett nærme fronten til isbreen og lengre ned vil de fine bli satt fra (Sulebak, 2007, s226). Smeltevannet avsetter materiale kun utenfor isbreen, det blir avsatt under den også. Disse landformene som blir dannet av avsetning under isen har svak struktur, og kommer i form av hauger og rygger. For at disse landformene skal dannes så må isbreen ikke ha bevegelse, altså den er død (Sulebak, 2007, s.231). Om transportsevnen til en subglasial elv er vekslende, kan det dannes esker. En esker er en lang rygg av materiale elven har satt fra seg. Når materialet blir avsatt så blir elven naturligvis høyere, og taket til tunnelen smelter for at vannet skal få plass. Materialet som blir avsatt kan ha varierende størrelse, men relativt grovt.

2.8 Bresjøer

Bresjøer er innsjøer som er direkte relatert til smeltevannet fra en isbre eller isbreen i seg selv. Det finnes ulike typer bresjøer avhengig av hvor de er plassert i forhold til breen. Subglasiale innsjøer er innsjøer som finnes under isen (Priscu, 2014). Det finnes svært lite informasjon om disse innsjøene annet at de eksisterer. Proglasiale innsjøer ligger foran isbreen, ofte demt opp av morener mens andre er formet av at terrenget har vært nedpresset av breen. Proglasiale innsjøer kan være kortvarige mens andre kan vare i mange tusen år. Sjøen kan tørkes ut fra ulike prosesser, noen av dem kan være hvor innsjøen plutselig tømmes av at morenen som blir brukt som demning bryter sammen. Andre kan være at den blir fylt opp med sedimenter som smeltevannet tar med seg, eller at det deformerte terrenget hever seg igjen (Hall, 2014). Supraglasial innsjøer, også kjent som bredemt sjø, de formes når smeltevannet samles i en deformasjon på toppen av isen (Arthur, 2020).

2.9 Periglasiale prosesser

Periglasiale prosesser foregår i områder hvor frostprosesser foregår mesteparten av året, bakketemperaturen har da en temperatur på rundt 0 grader Celsius mesteparten av året. Alle permafrost områder faller inn i kategorien periglasialt, men ikke alle periglasiale områder er permafrost. Periglasiale prosesser omfavner ikke kun en hovedfaktor, men en samvirkning av flere typer faktorer, som snø og tyngdekraften, men frost er en felles faktor i periglasiale landformer.

2.9.2 Permafrost

Der hvor bakken er frossen året rundt, blir kalt for permafrost. I permafrostområder smelter topplaget om sommeren og våren og det er her veldig ofte periglasiale landformer finner plass. Dette topplaget blir kalt for aktive laget. Periglasiale områder og spesielt topplaget til permafrosten er veldig utsatt for skråningsprosesser. Som følger av opptiningen av isen i jorden om sommeren vil den være veldig bløt og myk, gjør at jorden er veldig utsatt for sig (Sulebak, 2007, 239). Grunnen til at jorden i permafrostområder blir så bløt og myk er at når isen i overlaget smelter så har ikke vannet mulighet til å trekke seg ned videre i jorden fordi der er den frossen og dermed blir den fanget over dette frosne laget (Sulebak. 2007, s249). Ifølge Sulebak (2007, s251) så skal grensa for hvor permafrost kan forekomme så må området ha en årsmiddeltemperatur på -4 grader Celsius og en nedre høydegrense på 1400-1700 moh.

2.9.3 Strukturmark

Strukturmark, også kalt frostmark er distinkte former som opptrer symmetrisk i periglasiale områder. Formene i strukturmarka har varierende former og størrelser og materiale. På mark som er ganske så flatt, vil de symmetriske formene opptre i sirkler, polygoner eller små hauger. I nedoverbakker, vil de se ut som striper som går nedover langs sidene, ved slake bakker (Çiner, 2022). Strukturmark dannelse er et samarbeid av mange prosesser og faktorer. Vegetasjon, snø og vanntilgang er alle faktorer som er med på å bestemme hvordan frostmarka tar form.

Variasjonene kan være så lokale at i et og samme område så finner en ulike strukturer grunnet variasjon i faktorene. Ulikhetene i form og struktur endrer ikke at de har en felles ting, de er alle endret på av frostdannelse. Typiske strukturmarkformer her i landet er steinringer og steinpolygoner, blokkstriper. Steinringer opptrer på flat mark, med tilgang på mye vann.

Steinringer er ringer som dannes rundt et finere materiale. Det finere materialet kan se ut som en

«øy». Steinpolygoner er som steinringer, bare i fem- og sekskantede former. Polygonene er mindre i størrelsen og kan dannes i hellende terreng også hvor de da inntar en mer oval form (Sulebak, 2007, s243.). Blokkstriper er steinringer og polygoner som har dannet i et hellende terreng. Dannelsen av steinringene og polygonene er ikke sikkert, men det antas at frosten beveger grovere materiale selektivt opp mot overflaten og ut i kanter. Hvorfor det dannes slike mønster er heller ikke sikkert, men tanker om at stress i jordmassene ved avkjøling fører til dette (Sulebak, 2007, s243-244).

2.10 Skråningsprosesser

Sulebak forklarer at en skråning er å betrakte som et åpent dynamisk system hvor stein og jord er i kontinuerlig bevegelse mot et eventuelt elveløp for viderebefordring (2007, s89). Med denne definisjonen omfatter alle prosesser som tærer ned overflaten til jorden. Både forvitring, massebevegelse og overflatevann blir ansett som de grunnleggende skråningsprosessen, denudasjon blir brukt som et fellesbegrep for disse prosessene. Skråningsprosesser vil ha større styrke og effekt i terreng som er bratt (Sulebak, 2007, s89). En skråning kan forenkles til å deles inn i tre deler. Topp, bunn og midten. Toppskråningen har en konveksform, som betyr at helningsgraden i skråningen øker(brattere), midtskråningen er ofte svakt kurvet eller helt rett, mens fotskråningen har en konkav form, som vil si at helningsgraden blir mindre og skråningen blir slakere. Midtskråningen kan i mange tilfeller deles opp i to deler, talus og frivegg. Friveggen er en bratt klippe ned ifra toppskråningen mens talusen er slak nok til at løsmasser finner sted. Løsmasser finner sted og kan ligge stabilt når helningsgraden er 35° eller mindre (Sulebak, 2007, s91-92).

Bevegelse av masser i skråninger oppstår når drivkreftene til massen er større enn de som holder den igjen, desto større differanse det er mellom drivkreftene og holdekreftene er desto fortere og voldsommere vil bevegelsene være. Massen sin bevegelse kan kategoriseres etter hastighet, kontinuiteten, hvilke type materiale den har og hvor mye masse som blir flyttet på. Fjell som materialtype har ulike navn på sine bevegelser ut etter hvor mye masse som havner i bevegelse. På den større delen av skalaen har vi fjellskred, her ligger massestørrelsene på over 10 000m³. Under 10 000 og ned til 100m³ har vi steinskred, og ved tilfeller hvor masser eller enkelt blokker/steiner på under 100m³ heter det steinsprang. Steinsprang er hyppigst i årstidene hvor

frostprosesser er mest aktive, høst og våren. Ved foten av skråninger hvor steinsprang foregår vil det dannes talus eller raskjegler. Raskjegle er en talus som har blitt dannet hvor berggrunnen har et skar. Materialet i talus og raskjeglene blir sortert etter material størrelse. Fint blir samlet i toppen og grovt i bunnen, denne type sortering blir kalt for styrtgradering (Sulebak, 2007, s97-98).

2.10.2 Solifluksjon

Solifluksjon er når smeltevannet om våren ikke har noen plass å gå fordi jorda er frossen. Overflaten blir da veldig bløt og myk, og er utsatt for sig. Hvis dette skjer i hellende terreng, vil valker og tungeformede dannelser oppstå i alle størrelser. I permafrost områder blir dette fenomenet kalt for gelifluksjon (Sulebak, 2007, s246).

2.11 Fluviale prosesser

Fluviale prosesser er de prosessene vannet påfører jorden. Erosjon, transport og avsetning er prosessene vannet påfører jorden. Det fluviale systemet er åpent og vil aldri ta slutt i den forstand at så lenge det er høydeforskjell mellom hav og land vil fluviale prosesser finne sted. Vann blir tilført av regn og masser blir tilført ifra skråningsprosesser. Vannet vil tilpasse seg etter elementene, er det lite tilførsel av materiale og sedimenter vil vannet få en lavere gradient og hastighet, og ved mye tilførsel vil den bli brattere og få en høyere gradient (Harvey, 2022, s74-75; Sulebak, 2007, s113).

Flateavløp finner vi i skråninger hvor vannet strømmer fritt uten å følge et avgrenset løp. Det starter som et tynt lag med vann som samler seg til et nettverk av små riller og danner et mikronettverk. Etter hvert vil disse mikronettverkene møte andre og danne større renner og nettverk. Overflatevannet blir gradvis konsentrert, og disse nettverkene kan da bli semipermanente. Semipermanente renner blir kalt for raviner (Sulebak, 2007, s115). Denne konsentreringen av vannet vil føre til at erosjonsevnen øker, og ofte finner man colluvium i bunnen av skråningen (Sulebak, 2007, s116).

3 Metode

Datamaterialet jeg har brukt til å foreta min analyse er digitale terrengmodeller og ortofotoer av landskapet. Digitale terrengmodeller er produsert av kartverket basert på kartdata og ortofoto fra

Kartverket og NVE sine temakart. Temakartene til NVE sine temakart er et samarbeid mellom Kartverket, Geovekst og kommuner, Geodata AS og NVE.

Fremgangsmåten til oppgaven har vært å vedta en fjernanalyse av området ved hjelp av ortofoto og digitale terrengmodeller (DTM). Primært har ortofoto vært brukt, men ved enkelttilfeller har DTM vært brukt for å få en bedre forståelse av terrenget. Verktøyene jeg har brukt er Norge i bilder, høydedata, og NVE sine temakart. Både NVE temakart og Norge i bilder har 3D visualiserings funksjon, NVE temakart har også mulighet til å vise DTM i 3D, det har ikke Høydedata eller Norge i bilder. Norge i bilder har også en 3D-visualisering, men støtter da kun av ortofoto.

Norge i bilder er et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen, Norsk institutt for Bioøkonomi og Statens kartverk (også kjent som Kartverket). Ortofoto bildene av Nautgardstinden var tatt den 22 juli 2017, med en oppløsning på 0.25m (*Brukerdokumentasjon Norge i Bilder, 2016; Norge i bilder, 2023*).

3.2 Feilkilder

I denne analysen er det absolutt mulighet for feilkilder. Selv om ortofoto og DTM er veldig gode verktøy, kan de være vanskelige å tolke. Små detaljer blir lett vasket ut av bilder, i tillegg til at bilder får ting til å se flatere ut. Små detaljer blir gjerne vasket ut av bildet grunnet oppløsningen er ikke høy nok, selv om den er på 0.25m. Ortofoto bildene er ifra 2017, og landskapet har høyest sannsynlig endret seg litt i denne perioden. 3D-visualiseringen er ikke helt nøyaktig, dette kan en se ved å gå til en plass hvor en er kjent med topografien og se at den vil framtre som flatere enn virkeligheten. Og kanskje den største mulige feilkilden er at dette kun er en fjernanalyse og dermed kan informasjon som kun er tilgjengelig fysisk (type jordsmonn for eksempel) ikke være mulig å finne ut av. Feiltolkninger er dermed ikke utelukket i denne analysen.

4 Funn og observasjoner

I dette kapittelet skal funnene og observasjonene jeg gjorde bli presentert og kommentert kort. En oversikt over området kommer først og deretter kommer detaljbilder av de ulike prosessene og landformene

4.1 Oversikt

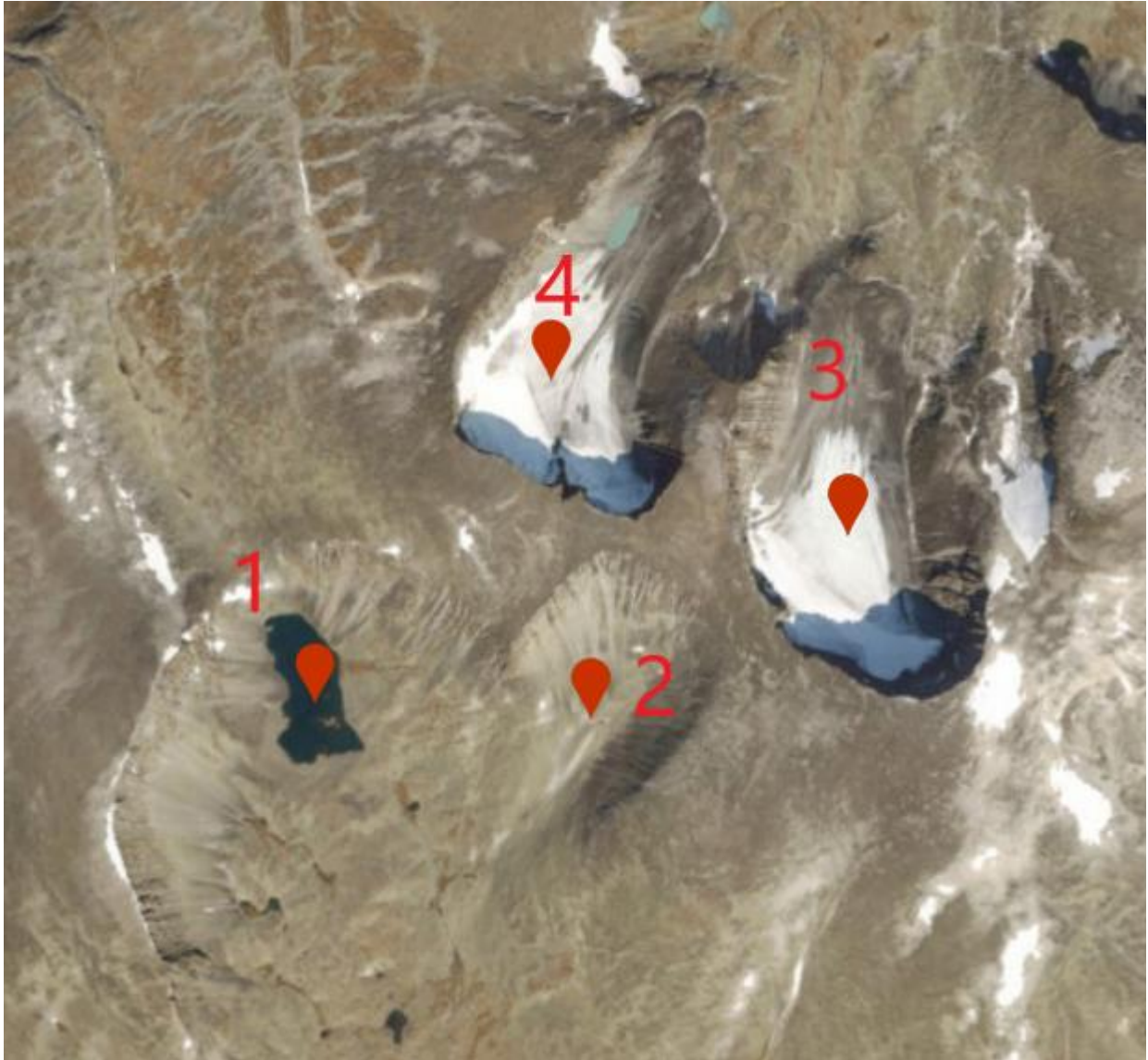


Figure 5: Oversikts bilde av botn dalene. Nord er oppover. Koordinater: 61.60791°N 8.72344°Ø. Skjermdump ifra Norge i bilder (Norge i bilder, 2023)

I figur 5 ser vi at området jeg arbeider med har 4 botndaler. Dalene er nummererte for at de skal være enklere å forholde seg til og referere til i analysen. Dal 3 og 4 har aktive isbreer i seg. De sørover vendte dalene har ikke isbre i seg.

4.2 Botndal 1

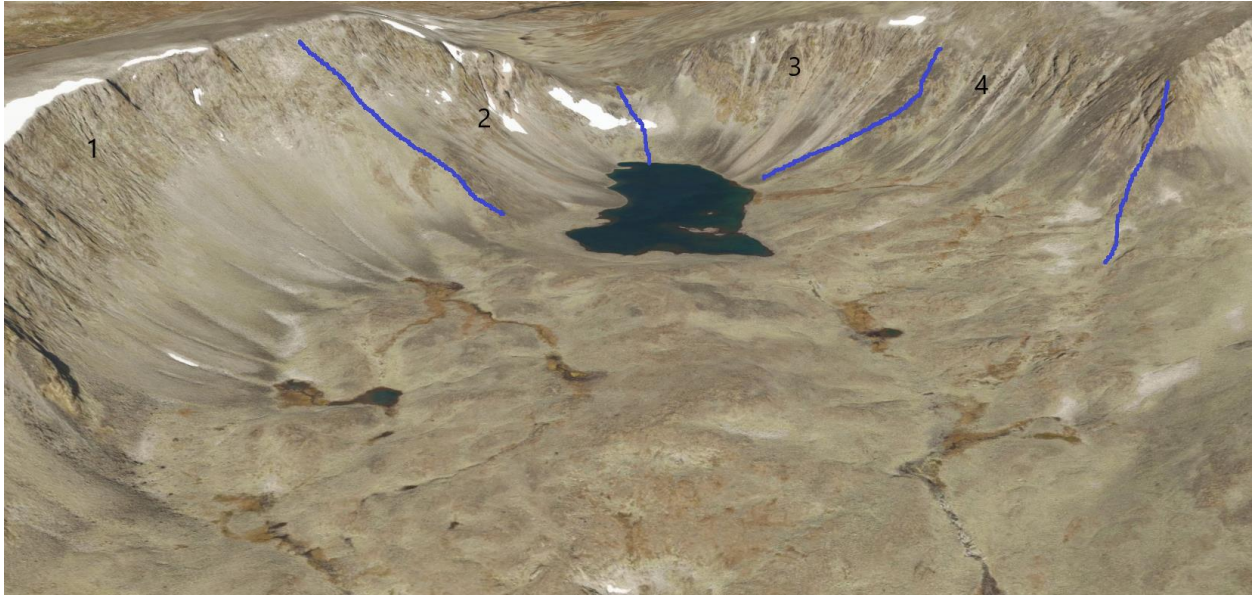


Figure 6: 3D-visualisering av botndal 1. Skjermdump hentet fra Norge i bilder sin 3D-verktøy. (Norge i bilder, 2023)

Overblikks bilde av botndal 1. Hvor veggene er delt opp i områder. Områdene er nummerert 1-4 fra venstre. Ergo dersom en landform i vegg 1 blir diskutert vil den være navngitt botndal 1, vegg 1. Innsjøen i bildet er et resultat at den tidligere isbreen/isbreer har gravd ut en overfordypning i dalen.

4.2.2 Botndal 1, vegg 1



Figure 7: Botndal 1, vegg 1. 3D-visualisering. Renner kan bli sett som lyse striper i skråningen. Hentet fra Norge i bilder (Norge i bilder, 2023)

I figur 7 som viser bilde over vegg 1 ser vi to tydelige lag av skråningen. Topplaget er en sterk konveks klippe og midtdelen er delt opp i en frivegg og en talus. Bunnen og talusen er konkav som følger av løsmateriale ikke setter seg i friveggen. Materialet i talusen er sortert fra fint

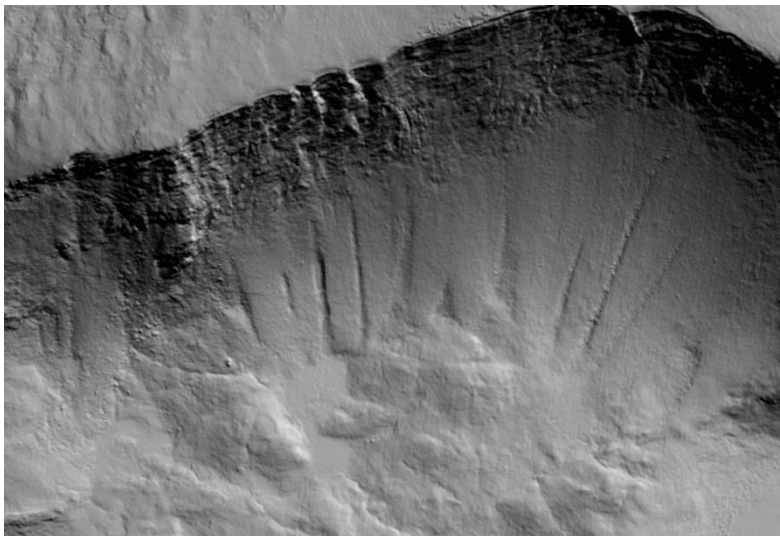


Figure 8:DTM bilde av Botndal 1, vegg 1. (Høydedata, 2023, mai 10)

materiale i toppen til grovere ved bunnen. I talusen finner en flere renner. Selv med DTM bilde (se figur 8) er det vanskelig å tolke hva disse rennene er. Men materialet i disse rennene er grovere enn resten av skråningen kan det tyde på at det er fluviale prosesser som har gravd ut disse rennene, hvor det finere materialet er vasket bort. Ut ifra

ortofoto-bilder kan det se ut som bunnen av disse rennene har finere materiale, men grunnet begrensninger av ortofoto-oppløsning er det vanskelig å si. Den eksponerte berggrunnen i toppen er utsatt for forstforvitningsprosesser og løsmateriale fra den faller da ned i dalen, i form

av steinsprang. Da en kan se grovere materiale som har falt ned til bunnen av talusen. Området er eksponert mot øst.

4.2.3 Botndal 1, vegg 2



Figure 9: 3D-visualisering av botndal 1, vegg 2. Hentet fra Norge i bilder (2023, mai 10)

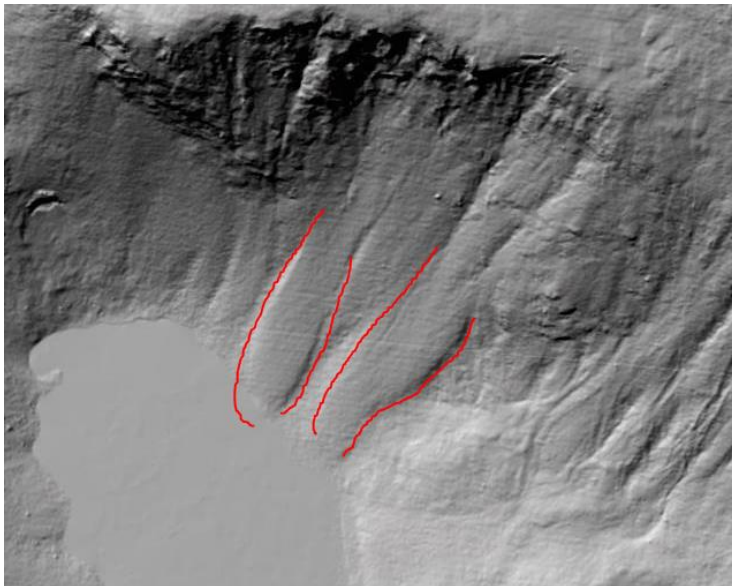
I figur 9 ser vi oversikt over botndal 1, vegg 2. Veggene er delt opp i 2 seksjoner. Den har litt annen type karakteristikk. Istedenfor renner har den «tunge»-lignende dannelser. Disse viftedannelsene er trolig dannet av en blanding av prosesser fra steinsprang, skred og fluviale prosesser. Ovenfor disse viftedannelsene ser en mange små renner vannet har gravd ut. Rennene ser ut til å avta der hvor skråningen blir slakere. Viftene kan argumenteres for å være kjegletaluser grunnet formasjonen til berggrunn har skarplignende dannelser. Grovt materiale i bunnen og fint i toppen. Raskjeglene er preget av fluviale prosesser. På bildet kan en se små renner til vannet i begge seksjonene, og spesielt i den seksjonen som har snø/is i toppen av kjeglen. Her ser vi en dyp kanal vannet har erodert frem. Dette området er også eksponert mot øst, men ligger litt i skjul av botndal 1, vegg 3 og 4.

4.2.4 Botndal 1, vegg 3



Figure 10: Botndal 1, vegg 3. Skjerm bilde av Norge i bilder (Norge i bilder, 2023, mai 10)

I botndal 1 vegg 3 er det to distinkte «tunger» med løsmasser som har dannet seg her. Disse to



dannelsene stikker ut ifra bakken og kan bli tydelig sett på DTM bilder at det ikke er renner (se figur 11). Disse «tunge»-lignende dannelsene er raskjegler som følger av geometrien i

Figure 11: DTM-bilde av botndal 1, vegg 3. Hentet fra Høydedata (Høydedata, 2023, mai 10)

4.2.5 Botndal 1, vegg 4



Figure 13: Botndal 1, vegg 4. Hentet fra Norge i bilder (Norge i bilder, 2023, mai 10)

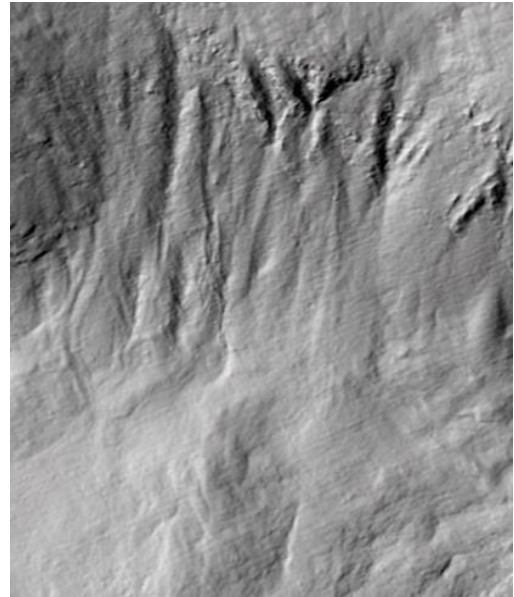


Figure 12: DTM av botndal 1, vegg 4. Hentet fra Høydedata (Høydedata, 2023, mai 10)

Vegg 4 har klare renner gravd ut av vann som renner ned skråningen. Friveggen i dalen fungerer som en trakt for vannet og gjør at vannet blir samlet og Her har vannet hoppet over flateavløp-fasen grunnet den eksponerte berggrunnen fungerer som kanaler for vannet. Vannet har da fått kraftigere erosjonsevne og har gravd ut renner i talusen. Rennene ser vi tydelig på DTM bildet (figur 12). Vi ser også små raskjegledannelser også.

4.3 Botndal 2



Figure 14: Botndal 2, hentet fra Norge i bilder (2023, mai 10)

Botndal 2 ser vi har slakere skråninger og mindre areal med eksponert berggrunn. Den er heller ikke overfordypet og trolig har denne dalen vært eksponert for skråningsprosesser i lengre tid enn botndal 1. Grunnet dette er at vi ser talusen til skråningene i denne strekker seg vesentlig lengre opp enn botndal 1, og sedimenter grunnet forvitring og erosjon har trolig samlet seg i bunnen hvor overfordypningen av dalen har blitt gravd ned. Vi ser også de samme type stripene vi så i botndal 1, vegg 3 til venstre her i botndal 2. Venstreveggen ligger mot nord-vest.

Østveggen derimot er betydelig mørkere materiale og har systematiske striper på seg. Disse stripene kan være sig i jorden og siden sedimentene har mørkere farge så er de trolig ikke bevegde seg i stor hastighet. Denne siden ligger også vendt mot nord, og er dermed mindre utsatt for solstråling og fryse-tine sykluser.

4.4 Solifluksjon i terrenget



Figure 15: Sørsiden, retning nord er oppover i bildet.

Der hvor flaten til Nautgardstinden ikke er påvirket av isbre og terrenget er ennå slakt oppstår det solifluksjon i jorda. Ved sørsiden er valkene og tungene små i størrelse, mens nordsiden har større former og fasonger.

4.5 Frostmarker

Nord-vest for botndal 1 finner vi blokkstriper. Terrenget heller nedover mot nord-vest. Nord for isbre og botndal 3 finner vi former som kan ligne på blokkpolygoner (se figur .

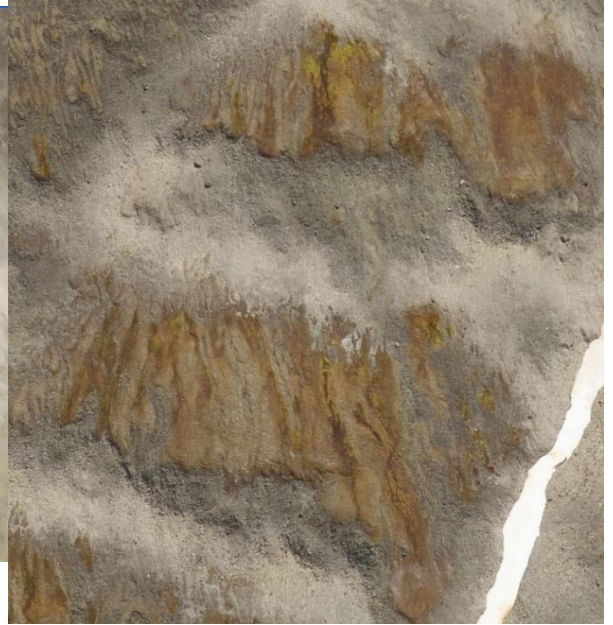


Figure 16: Nordsiden av Nautgardstinden, Nord er nedover i dette bildet. Hentet fra Norge i bilder (2023, mai 10).



Figure 17: Blokkstriper. Nord-vest for botndal 1. Heller nedover mod nord-vest. Hentet fra Norge i Bilder(2023, mai 10).



Figure 18: Blokkpolygoner. Hentet fra Norge i bilder (2023, mai 10).

4.6 Botndal 3 og botnbreen

Botndal 3 ligger ved nordsiden av Nautgardstinden. Denne dalen har ennå en aktiv isbre. Isbreen har en lett synlig parti hvor en kan se akkumulasjonsområdet og ablasjonsområdet. Isbreen har også en liten proglacialinnsjø. Denne glasiiale innsjøen er demmet opp av det som kan se ut som en iskjernemorene. Det er vanskelig å si om det er iskjernemorene uten å være der fysisk men en kan se en isflekk som er eksponert ved enden av morenen. Dalen isbreen graver i har steile skråninger som er typisk ved botnbreer.

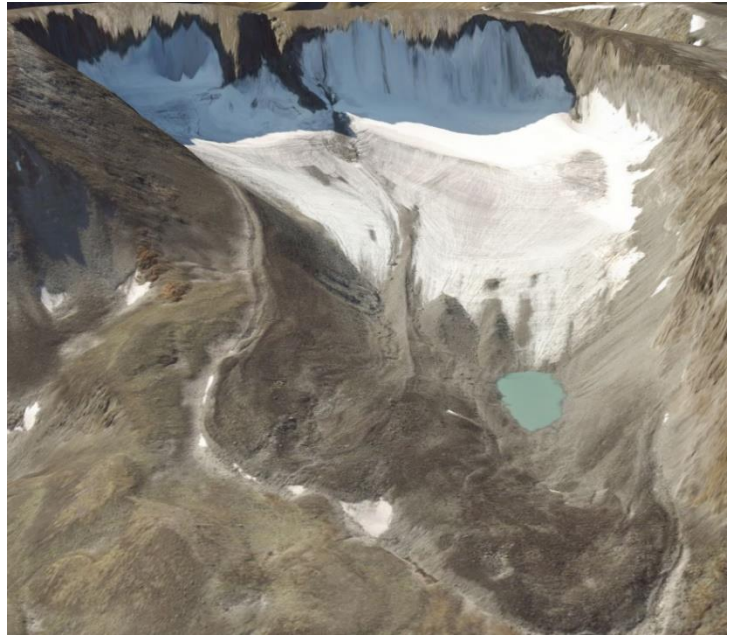


Figure 19: 3D-visualisering av botndal 3, hentet fra Norge i bilder (Norge i bilder, 2023, mai 10)



Figure 20: Likevektslinjen markert, hentet fra Norge i bilder (Norge i bilder, 2023, mai 10)



Figure 21: 3D-render av den proglasielnsjøen. Nord er oppover i bildet. Skjermdumpen er hentet fra Norge i bilder (Norge i bilder, 2023, mai 10).

4.7 Botndal 4 og botnbreen



Figure 23: Bilde over botndal 4 og botnbreen i dalen. Bildet er hentet fra Norge i bilder, nord er oppover i bildet (Norge i bilder, 2023, mai 10)

Botndal 4 har som botndal 3 en aktiv isbre i seg.

Botndalen er vendt nordover. Likevektslinjen til isbreen er lett synlig og ganske langt oppe i breen. I likhet med isbreen i botndal 3 så har denne også en mulig iskjernemorene. Men det er fullt mulig at det er en

randmorene/endemorene. Dalen har en steilbakvegg

og sidevegger. Sideveggene er preget av forvitring som har ført til at de har en mindre steil vegg. Materialet som har forvitret i sideveggen mot øst har blitt transportert nedover mot morenen til isbreen.

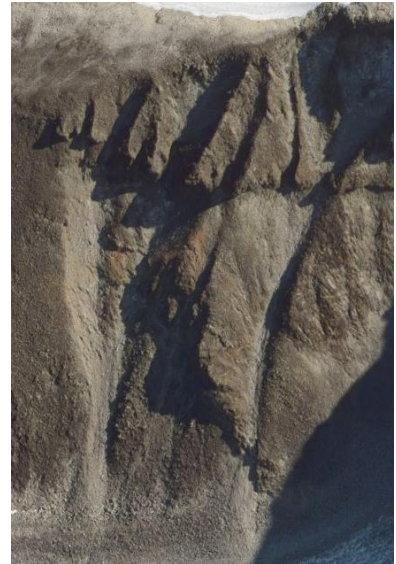


Figure 22: 3D-visualisering av steinsprang og forvitring i østveggen. Hentet fra Norge i bilder (Norge i bilder, 2023, mai 10)

Litt lengre nede i breen kan man finne tre «pølses» i materialet breen frakter ved kanten (se figur 22). Kanskje er det koblet opp skarene til i figur 21.

4.8 Smeltevann ifra botndal 3 isbre

Smeltevannet fra isbreen samler seg opp i to små innsjøer. De har karakteristisk grønnfarge smeltevann fra isbreer har. En kan også se at smeltevannet mister bæreevne i det den treffer dette innsjø partiet, grunnet en kan se sedimentsamlingene. Venstresiden hvor smeltevannet kommer inn er veldig grunt og full av sediment avsetninger, mens høyresiden er dypere.



Figure 24: Sedimenter funnet lengre nede i breen, muligens materiale fra steinsprang i figur 21. Hentet fra Norge i bilder (Norge i bilder, 2023, mai 10)



Figure 25: Smeltevannsinnsjøer, nord er nedover i bildet. Legg merke til avsetningene på venstresiden av øverste innsjø. Hentet fra Norge i bilder (Norge i bilder, 2023, mai 10)

4.9 Smeltemorene i botndal 1

I botndal 1 så er det humper i terrenget. Dette er muligens smeltemorener som den tidligere isbreen hav avsatt når den forsvant (Se figur 24).

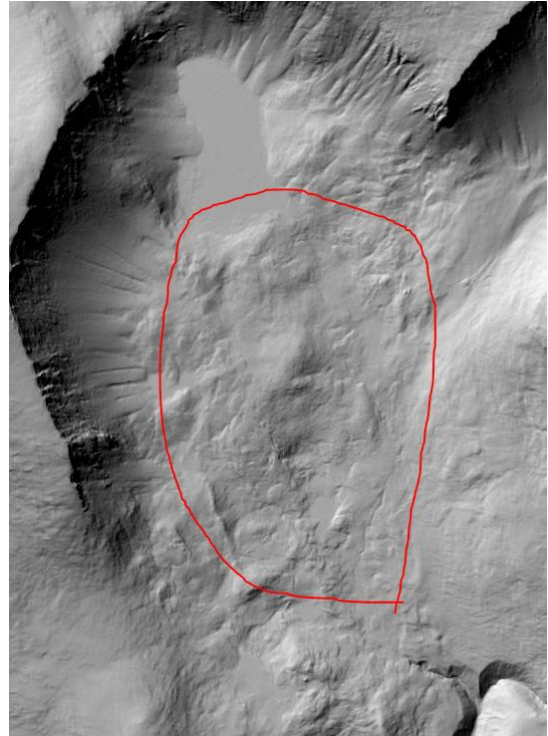


Figure 26: Mulig smeltemorene i botndal 1. DTM-bildet er hentet fra Høydedata (Høydedata, 2023, mai 10)

5 Diskusjon

I diskusjonsdelen skal jeg diskutere funnene jeg presenterte i kapittel 4. Først skal botnbreene og dalene bli presentert og deretter de glasiale prosessene en kan finne ved Nautgardstinden. Morener og avsetningene til de glasiale prosessene vil bli diskutert deretter. Periglasiale prosesser og landformer kommer etterpå og er etterfulgt av skråningsprosessene.

5.1 Glasiale prosesser

5.1.1 Botndaler og botnbreer

Ved Nautgardstinden har vi to aktive botnbreer og to botndaler som har hatt botnbre en gang i tiden. Botndalene uten isbreer er vendt mot sør, og er dermed eksponert betydelig mer for solstråling enn nordsiden hvor breene ligger. Botnbreer er gode indikatorer på klimaendringer,

siden de er de første breene som dannes og de siste til å smelte bort. De sørover vendte botndalene viser at klimaet har vært kaldt nok til at breer kan dannes på denne siden av fjellet. Akkumulasjonsområdet ved de aktive isbreene er synlige i toppen av isbreen nærme fjellveggene. Fjellveggene fungerer som beskyttelse for breen. Veggene skjuler breen for sol og vind i tillegg til at den fungerer som en fanger for snø som blir fraktet av vinden. Der hvor beskyttelsen fra fjellveggene tar slutt finner vi likevektslinje, her er massebalansen nøytral. Under likevektslinjen er ablasjonsområdet, masse balansen til breen i dette området er negativ. Dette området har et mørkere farge grunnet at isen til breen er eksponert.

5.1.2 Forvitring og erosjon

Isbreer har en stor kapasitet til å forme landskapet. Botndalene er et bevis på dette. Fjellveggen i botndalen er steile og bratte, grunnet frostsprengning. I botndalene ved Nautgardstinden har mekanisk forvitring stått for mesteparten. Mekanisk forvitring knuser opp materialet og vi finner dette nede ved morene avsetningene til breene. Vann trenger inn i berggrunnen og fryser. Når vannet fryser utvider det seg og trykket blir da så stort at materialet sprekker opp. Materialet blir da tatt opp av isen og fraktet bort. Materialet kan bli fraktet på toppen, inni og over isen. Ved Nautgardstinden breene ser vi materiale som har falt ned på toppen av breen blir fraktet fremover. En kan klassifisere at breene er tempererte grunnet egenskapen til å frakte materiale ved toppen.

5.1.3 Morener og avsetninger

Breene er i bevegelse, dette kan en se ved de aktive isbreene at det er dannet store morener ved slutten av de. Rands morener/endemorener har dannet seg ved enden. I botndal 3 er trolig morenen en iskjernemorene grunnet at vi kan se eksponert is i morenen. Morenen til botndal 3 har demmet opp en isbresjø. Bresjøen er smeltevann fra isbreen som har blitt fanget her. Isbresjøen har den karakteristiske grønnfargen grunnet høyt sediment innhold i smeltevannet. Foran morenen kan en se smeltevannet fortsette og danner to små sjøer. Der smeltevannet renner ser vi høy avsetning av materiale. Spesielt den siden av sjøen som tar imot smeltevannet, her er den vesentlig grunnere enn den andre siden. Ved botndal 1 kan en se at dalen har en innsjø som følger av at breen har gravd ut en overfordypning av dalen. Terrenget er også preget av mange hauger, trolig er disse nedsmeltningsmorener som har oppstått når isbreen forsvant.

5.2.1 Periglasiale landformer

De områdene hvor isbreen ikke har tatt tak og arbeidet i terrenget finner en frostmark og strukturmark dannelser. Solifluksjonslober, blokkpolygoner og striper kan en finner rundt fjellet. Spesielt på nordsiden av fjellet. Nordsiden av fjellet var der hvor blokkstriper og solifluksjon forekom mest og hadde større størrelse. Sørsiden opplevde noe form for sig i jorden og en kunne finne små lober. Dette er trolig fordi jorden i sørsiden er mer utsatt for sol og dermed forsvinner isen og frosten som ligger dypt i terrenget bort fortore om våren. Landformene og prosessene indikerer på at Nautgardstinden er et område hvor bakken er fryst i store deler av året, og kanskje permafrost ved nordsiden. Området er særdeles preget av blokkformer og solifluksjon der hvor isbreen ikke har tatt sitt tak.

5.3 Skråningsprosesser

Nautgardstinden er klart preget av skråningsprosesser i botndalene og i det uberørte området. I det uberørte terrenget finner man solifluksjonstunger. Disse oppstår der skråningen ikke er altfor bratt. Inni i botndalene finner vi andre skråningsprosesser og former. Her er skråningen skarpe og bratte. Topplaget går fort over til frivegg i varierende størrelse som da går over til en talus som avslutter i bunnen. I figur 7 og 8 finner vi utgravde renner i talusen. Disse rennene har grovere material inni seg og dette tyder på at fluviale prosesser har gravd disse ut. Vannet har tatt med seg det små og fine materialet og det grove har blitt igjen. Disse rennene er trolig semipermanente og kan bli kalt for raviner. I alle botndalene er friveggen utsatt for frostforvitring og sprenging. Materiale som løsner, faller ned i form av steinsprang. Dette kan en se ved at materialet i talusen er gradert i høyde. I bunnen er materialet stort og grovt, mens toppen har lysere materiale.

Skred og fluviale prosesser er til stede ved vegg 2 i botndal 1 (figur 9). I denne veggen har materialet dannet viftelignende dannelser, kalt raskjegler eller colluvium. Vifte er dannet av blanding av prosesser som steinsprang, snøskred/jordskred og fluviale prosesser. Viftene er preget av små utgravde nettverk hvor vannet har flyttet materialet nedover. Vegg 3 botndal 1 (Se figur 10 og 11) har vi to distinkte raskjegler. Disse kommer av at friveggen over dem har skarplignende geometri og dermed fungerer som en trakt for steinsprang og materiale som faller ned. Materialet er sortert i grovt i bunnen og fint i toppen.

I figur 13 og 12 ser vi klare renner vann har gravd ut i skråningen. Geometrien til friveggen over den samler vannet igjennom skarene og vannet treffer da talusen med relativt-høyt eroderingssevne. I botndal 2 (se figur 14) så har skråningen en annen fasong, talusen strekker seg lengre opp i skråningen. Trolig har denne dalen vært eksponert lengre for skråningsprosesser etter at isbreen smeltet bort. Bunnen av dalen har en slak helling nedover og trolig var denne overfordypet slik botndal 1. Men sedimenter og materiale har samlet seg i bunnen og fylt den opp. Vi finner også raskjegler her slik i figur 10. Den nordvendte skråningen har vært utsatt for jordsig trolig. Der er materialet mørkere, som betyr at skråningsprosessene er tregere her.

6 Konklusjon

Nautgardstinden er et område preget av glasiale prosesser, periglasiale prosesser og ulike skråningsprosesser. Området bærer også preg av den gamle paleiske overflaten. Der hvor terrenget ikke har vært påvirket av nyere isbreer er området ganske slakt og flatt. I disse slake og flate områdene finner vi tegn til sig i jorden. Frostmark/sorteringsmark og solifluksjonsvalker er å finne i store deler av området. Dette er fordi jorden er frossen store deler av året, og ved nordsiden som er mindre eksponert for solstråling finner vi flere og større former for sig i jorden. I området finner vi fire botndaler, to av disse har en aktiv isbre i seg. Dalene er bærer sterke preg av ulike skråningsprosesser. Dette kan vi se på materialet som blir avsatt i skråningene. Skråningene har steile frivegger og taluser hvor vi kan se materialet blir sortert etter størrelse. Steinsprang er hovedprosessen i disse skråningene. I bunnen finner vi grovt og stort materiale, mens oppover talusen blir det gradvis mindre og finere. I enkelte vegger hvor geometrien til friveggen har små skar, får vi raskjegler. Talusene er også preget av fluviale prosesser. I enkelte skråninger ser vi kanaler vannet har grav ut, og nettverk.

Det er heller ingen tvil at isbreene er og har vært viktige for å utforme terrenget ved Nautgardstinden. I tillegg til botndalene har vi morene avsetninger og innsjøer. I botndal 1 har vi en innsjø som følge at isbreen har gravd ut en overfordypning i terrenget. Vi finner også landformer som kan være nedsmeltningmorene. I de aktive breene har vi 2 relativt store endemorener som breen har dannet. Ved botndal 3 er trolig morenen en iskjernemorene grunnet til at det er eksponert is. Men det kan ikke være sikkert uten å foreta en feltprøve. Denne

morenen fungerer også som en demning for den glasiøle innsjøen. Innsjøen har den karakteristiske blåfargen som smeltevannet har ifra isbreene grunnet høyt sediment innhold. Disse isbreene er også gode indikatorer på om klimaet er gunstig for isbreer, siden botnbreer er de første og siste breene som oppstår i et terreng. Isbreene oppstår på nordsiden av Nautgardstinden og er dermed mindre eksponert for solstråling. Nordsiden er dermed gunstig for breer, men sør er ikke grunnet at isbreene har smeltet bort.

Ortofoto og DTM er gode verktøy for å kartlegge og utføre en geomorfologisk analyse av et terreng, men én bør kombinere feltarbeid inn i slik forskning for å kunne ta sediment prøver og faktisk fysisk visualisere terrenget. Digitale verktøy den dag i dag (13. mai 2023) fremstiller terrenget flatere enn det er i virkeligheten og små detaljer i bilder blir ikke fanget opp på grunn av oppløsningen til bildet. Det er heller ikke alltid oppdaterte bilder tilgjengelig av et gitt område. Nautgardstinden sine flyfoto ble tatt i 2017. Selv om enkelte prosesser ikke er hurtige så kan terrenget ha endret seg. Isbreen kan for eksempel ha krympet.

Bibliografi

- Arthur, J. F., Stokes, C., Jamieson, S. S., Carr, R. J., & Leeson, A. A. (2020, Mai 19). Recent understanding of Antarctic supraglacial lakes using satellite remote sensing. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 44(6), ss. 837-869.
- Benn, D. I., & Evans, D. J. (2010). *Glaciers & Glaciation*. London: Hodder Education.
- Brukerdokumentasjon Norge i Bilder*. (2016). Hentet fra Norge i bilder:
<https://www.norgeibilder.no/help/index.htm>
- Bryhni, I., & Delsett, L. L. (2023, april 20). Hentet fra <https://snl.no/prekambrium>
- Çiner, A. S. (2022). The Anatolian Peninsula. I M. N.-F. Oliva, *Periglacial Landscapes of Europe* (ss. 115-134). Cham: Springer.
- Fu, P., & Harbor, J. (2014). Glacial Erosion. I V. Sing, & U. Haritashya, *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers* (ss. 332-341). Dordrecht: Springer.
- Hagg, W. (2022). *Glaciology and Glacial Geomorphology*. Berlin: Springer.
- Hall, B. L. (2014). Proglacial Lakes. I V. P. Singh, P. Singh, & U. K. Haritashya, *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers* (ss. 870-872). Dordrecht: Springer.
- Hambrey, M. J., & Glasser, N. F. (2011). Sediment Entrainment, Transport, And Deposition. I V. P. Singh, P. Singh, & U. K. Haritashya, *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers* (ss. 984-1003). Dordrecht: Springer.
- Harvey, A. (2022). *Introducing Geomorphology*. Edinburgh: Dunedin Academic Press.
- Høydedata*. (2023, mai 10). Hentet fra Høydedata: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

- Kart over Nautgardstinden*. (2023, Mai 2). Hentet fra hoydedata.no
- Kartverket*. (2023, April 15). Hentet fra [Kartverket.no](https://kartverket.no)
- Kumar, R. (2014). Mechanical Weathering. I V. P. Singh, P. Singh, & U. K. Haritashya, *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers* (ss. 725-726). Dordrecht: Springer.
- McCall, J. G. (1972). The Flow Characteristics of a Cirque Glacier and their Effect on Cirque Formation. I C. Embleton, *Glaciers and Glacial Erosion* (ss. 205-228). London: Palgrave, London.
- NAOB = Det Norske Akademis ordbok. (2023, mai 4). *Det Norske Akademi for Språk og Litteratur*. Hentet fra <https://naob.no>
- Norge i bilder*. (2023, Mai 10). Hentet fra <https://www.norgebilder.no/>
- Norge i bilder*. (2023a, april 22). Hentet fra [Norge i bilder: norgebilder.no](https://www.norgebilder.no)
- NVE. (2023a, Mai 3). Hentet fra <https://temakart.nve.no/prosjekt/02d0df66-ed25-4ef0-97a2-742f6998af74>
- NVE. (2023b, Mai 3). Hentet fra <https://temakart.nve.no/prosjekt/18f7063a-ec27-4712-ad3b-04e497372570>
- Priscu, J. C. (2014). Subglacial Lakes, Antarctic. I V. P. Singh, P. Singh, & U. K. Haritashya, *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers* (ss. 1099-1101). Dordrecht: Springer.
- Sulebak, J. R. (2007). *Landformer og prosesser - En innføring i naturgeografiske tema*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Thorsnæs, G., & Askheim, S. (2023, april 18). *Store Norske Leksikon*. Hentet fra [snl: https://snl.no/Dovrefjell](https://snl.no/Dovrefjell)
- Trømborg, D. (1992). *Skuret, værbitte-: Landformer i det norske landskap*. Tønsberg: Landbruksforlaget.

