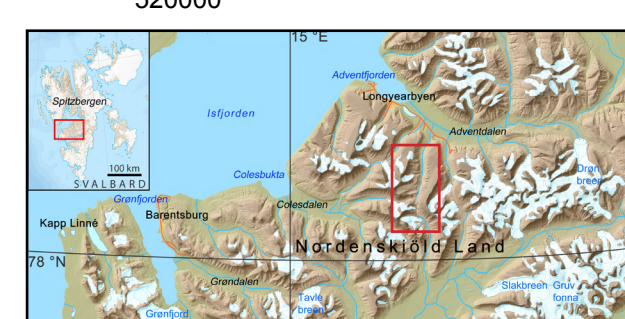


Hvorfor og av hvem ble dette kartet laget?
 Kartleggingen av landformer og løsmasser i Todalen og øvre Badalen, og Gangdalen, ble gjort i forbindelse med forskningsprosjektet "Monitoring, datering og modellering hvordan klimavariasjoner kan påvirke høyarktiske fjellskråningsprosesser og innflytelsen på trafikk på Svalbard (CRYOSLOPE Svalbard). Dette prosjektet pågikk i 2007-2009. En viktig del av forskningsaktiviteten var å drive fortidige overvåking av skråningsprosessene, hovedsakelig gjennom vintrene. For å formulere noen av resultatene er dette populærvitenskapelige kartet med beskrivelse laget i samarbeid mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Universitetssenteret på Svalbard (UNIS). Felarbeidet ble gjort av L. Rubensdøtter og K. Stalsberg (NGU) i 2008, og kartet ble tegnet på basis av 1990-flybilder fra Norsk Polarinstitutt.

Svalbard Miljøvernfond bevilget i 2011 midler for å trykke dette kartet. Produksjonen av kart og karttekst ble gjort av Lena Rubensdøtter (NGU) i samarbeid med Knut Stalsberg (NGU), Hanne Christiansen og Markus Eckerstorfer (UNIS), og Prita Trøyen (Longyearbyen Skole).
 Kontakt: Lena Rubensdøtter, lena.rubensdott@ngu.no
 CEVOSLOPE Svalbard



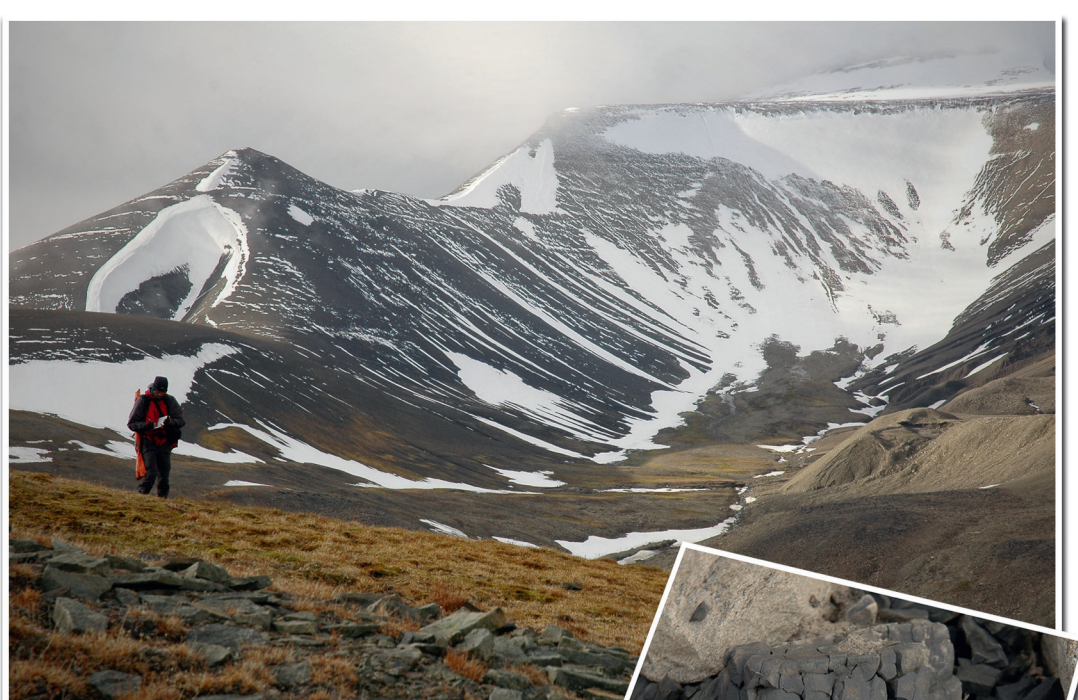
SLIK LESER DU FARGENE PÅ KARTET

De grønne fargene på kartet er morenemateriale og viser løsmasser som er skubbet opp og transportert med **isbreer**. Morenemateriale ble avsatt over store deler av landskapet på slutten av siste istid. Endemorene som ligger framfor dagens breer er oftest avsatt for over hundre år siden under en kald periode som kalles lille istid. Morenemateriale er karakterisert ved at det oftest inneholder alle korntørrelser fra leir og sand opp til store blokk og ved at materialet ofte har skarpe kanter.

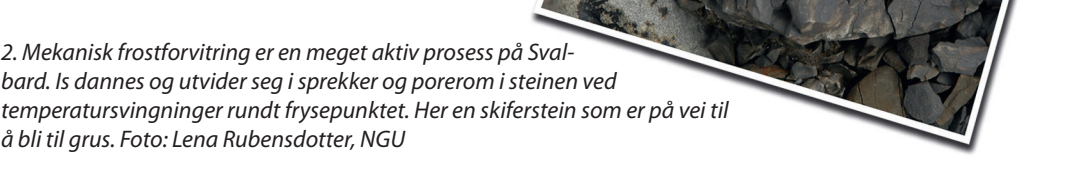
De gule og oransje fargene viser elve- og breelvmateriale. Her er det stein, grus og sand som er tatt med av **vann** nedover dalene og underveis er blitt trillet rundt og knust i elveløpet. Avsetningene er sorterte, lagdelte og partiklene er mer runde i formen enn morenemateriale. De fineste korntørrelsene som leire og silt mangler fordi de er blitt vasket ut og ført videre av elvene ned mot elvesletten i Advntaldalen og ut i fjorden.

De ulike lilla fargene på kartet viser løsmasser som er dannet gjennom nedbrytning på stedet av fast fjell ved **forvitring**. Det skilles mellom mekanisk frostforvitring og kjemisk forvitring. De forvitrede partiklene består typisk primært av grus, stein og blokk, med mindre mengde sand og leire. Partiklene har, slik som morenemateriale, ofte skarpe kanter. Kjemisk forvitring skjer ved at ulike mineraler i steinen løses opp av vann til sine kjemiske bestanddeler som så føres vekk av regn- og grunnvann. Dette antas å skje meget langsomt ved lave temperaturer, og det er derfor frostforvitrede løsmasser finnes oppe på platåene og i slakere skråninger.

De røde og rosa fargene på kartet viser ulike typer av løsmasser som er blitt transportert og avsatt av **skråningsprosesser**. Skråningsprosessene drives av tyngdekraften alene slik som ved steinsprang eller fjellskred, eller i kombinasjon med vann og/eller snø. Det siste gir forskjellige typer jord- og snøskredavsetninger. Skråningsmaterialet er detaljert kartlagt i forskningsprosjektet CRYOSLOPE Svalbard, som fokuserte på skråningsprosesser. Det finnes derfor 8 forskjellige typer av skråningsavsetninger på kartet. Disse viser steinsprang-, snøskreds- og jordskredsavsetninger og er delt opp i tykt eller tynt dekke, eller i områder der flere prosesser har virket.



1. Den svarte leirskiferen finnes flere steder, særlig rundt Gangskardet. Den forvitrer raskt og gir mye «jevne» skråninger enn sandsteinene i resten av fjellet.
 Foto: Lena Rubensdøtter, NGU



2. Mekanisk frostforvitring er en meget aktiv prosess på Svalbard. Is dannes og utvider seg i sprekker og porerom i steinen ved temperatursvingninger rundt frysepunktet. Her en skiferstein som er på vei til å bli til grus. Foto: Lena Rubensdøtter, NGU

Landskapets dannelse
 Svalbards landskap er et resultat av oppbyggende og nedbrytende geologiske prosesser. De sedimentære bergartene som dominerer fjellene har blitt skjøvet opp til sin nåværende posisjon ved tektoniske prosesser i jordskorpa. Løsmassene dannes ved nedbrytning av fjellene, hvor de viktigste nedbrytende prosessene er forvitring, bekke- og elve-erosjon, bre-erosjon og skråningsprosesser.

De overordnede landskapsformene er dalene. Før de store istidene for ca. 2.5 millioner år siden, var elve-erosjon den viktigste prosessen for dannelsen av daler. Under istidene har isbreer erodert videre i de gamle elvedalene og formet dem til U-formede daler. De mindre V-formede sidedalene som kommer ut i de U-formede dalene er enten yngre enn den siste istiden, eller de lå i en beskyttet posisjon mot den overordnede bre-bevegelsen, på tvers av retningen til den siste isen. Da de siste restene av den store innlandsisen smeltet bort fra Todalenområdet, for vel 10 000 år siden, la den igjen morene- og breelvmateriale. Etter det har mindre botn- og dalbreer lagt igjen morenerygger og breelvsedimenter i dalbunnen.



3. Frostforvitring produserer mye materiale som transporteres av snøskred og blir avsatt på store talusvifter i dalsidene.
 Foto: Lena Rubensdøtter, NGU

Breer i landskapet
 På kartet finnes det relativt små isbreer og flerårige snøfonner, samt mange spor i landskapet etter tidligere snø- og breaktivitet. De tre dalene har U-format tverrprofil og ble dannet da isbreene var mye større enn i dag. I sørlige del av Todalen ligger dalens største bre, Svendsenbreen, som er ca 1,5 km lang. Den mindre breen på østsidene av øvre Todalen er i dag primært en snøfonn. I Gangdalen nordlige ende strekker Tillbergfonna seg nesten ned til dalbunnen og også i øvre Badalen strekker isbreene seg ned til dalbunnen, der endemorener demmer opp innsjøer.

De fleste av disse breene er en mellomting mellom botn- og dalbreer. Botnbreer ligger i runde forskeninger i øvre del av skråningene der det fanges opp snø gjennom vinteren som ikke smelter om sommeren. Over tid vil snøen bygge seg opp og komprimeres til breis. Når isen blir tykk og tung nok begynner den langsomt å skli og bevege seg nedover. Foran dalens breer ligger endemorener som antas å være dannet for over hundre år siden under den lille istid, da breene vokste og beveget seg lengre ned i dalene. Disse moreneryggene inneholder mye breis, som i dag smelter raskt og endrer formen på morenene fra år til år. Permafrosten i bakken forsinker denne smeltesprosessen slik at kun det øverste 1-2 m lag med materiale tiner opp hver sommer.



4. Svendsenbreen med tydelige endemorener som trolig ble avsatt under den kalde perioden som kalles «lille istid», og som på Svalbard tok slutt for ca. hundre år siden. Foto: Lena Rubensdøtter, NGU

Permafrost og frostmærksformer
 Permafrost er konstant frosset fjell eller løsmasser, og finnes over hele Svalbard der det ikke ligger isbreer. Tykkelsen på permafrostlaget varierer fra noen få meter tett ved større elver, innsjøer og havet, og opp til flere hundre meter i høytliggende fjellområder. Det øverste 1-2 m av jordlaget som tiner om sommeren og fryser igjen om vinteren, kalles det aktive laget. Frysing og tining gjør at store og små stein, og sedimenter, beveger seg forskjellig i det aktive laget. Over tid vil en sortering av materialet vises i overflaten, der partikler med lik størrelse samles i ringer eller polygoner på flat mark, eller som striper eller løber nedover skråninger. Langsom bevegelse av masser nedover skråning kalles *solifluksjon*. I dette området forekommer frostmærksformer hyppigst i forvitningsmaterialet på platåene og på slake skråninger, men de er ikke kartlagt grunnet kartskalaen.

STEINSPRANG

Under alle fjellsprekker som er brattere enn 40-45° kan det utløses mindre blokkutfall eller steinsprang. Dette er steinblokker som løsner fra fast fjell ved forvitring, og spretter og triller nedover skråningen. De mindre partiklene stopper først og de største steinene føres lengst ut i dalbunnen. Denne prosessen bidrar til dannelsen av bratte talus-skråninger, som er vanlige ved foten av fjellsidene på Svalbard.

Noen ganger løsner de store stein, eller hele fjellpartier, som med kolossal kraft faller ned i dalen under. Mellomstore masser av slike skred kalles steinsprang. En steinsprang avsetning er kartlagt på østsidene av Todalen, der en liten fjellknaus har falt ned etter 1990. Dette vet vi da fjellknausen kan sees på flyfoto fra 1990. Riktig store fjellsred kan krysse daler og opp i motsatt dalside.

Steinsprang: kort utslapslengde, bratt vifte, sortering med største steiner lengst ned.

SNØSKRED

Snøskred er vanlig i landskap med fjell og kaldt klima. I Norge er halvparten av alle skredofre gjennom tidene tatt av nettopp snøskred og hvert eneste år skjer flere snøskredulykker. På Svalbard kan veier bli stengt og annen infrastruktur truet. Skiløpere og snøskredførere på tur i fjellet kan utløse snøskred, og en økende andel av dem blir tatt av snøskred har selv utløst skredet under friluftaktivitet.

Snøskred inndeles ofte i løssnøskred og flakskred, som igjen kan deles i tørrsnøskred og våtsnøskred. Snøskred utløses normalt i dalsider med gradienter mellom 30° og 60°, som regel under eller rett etter store snøfall. Mange steder på Svalbard er snøskred utløst av kollapsende snøskavler fra platåkantene. Vind, temperatur og topografi virker også inn på snøskredfare. Botner, skar, og skålfomer på leiden av fjellet utgjør områder med størst potensial for oppsamling av snø og utløsning av snøskred.

Snøskred: middels utslapslengde, konvekks (rund) overflate og langsprofil på viften.

JORDSKRED

Begrepene jordskred, flømskred og leirskred blir ofte brukt om hverandre. Løsmasse-skred kan ses i være et fellesbegrep som omfatter i alle typer løsmasser. Jordskred blir brukt om skred som utløses i de løsmassene vi finner i bratt terreng. Vannrike jordskred langs mindre og større bekker blir kalt flømskred.

Et jordskred består av masser av stein, grus, sand og jord med varierende innhold av vann, som er i bevegelse. Der er tre forutsetninger som må være oppfylt for at jordskred skal kunne utløses: 1. Det må være bratt nok skråning (normalt over 30°, men kan være lavere for flømskred). 2. Det må finnes løsmasser. 3. Det må være noe som påvirker løsmassene slik at de blir ustabile og begynner å bevege seg nedover skråningen. Dette er ofte overtrykk i porevannet som bygges opp på grunn av høyt vanninnhold i bakken ved snøsmelting eller store nedbørsmengder.

Jordskredene følger ofte en kanal (skredløp) nedover dalsiden, men enkelte ganger blir bredve snøer av jord- eller steinlaget trått med nedover. Langs ytterkantene av jordskredslaget beides det ofte opp langslegende rygger, såkalte levéer. Jordskredmaterialet avsettes ofte som løber eller tunger av ullstørrelse ned mot dalbunnen. Gjentatte jordskred- og flømskred på samme sted kan bygge opp store skredviften.

LANDSKAPSFORMER OG LØSMASSER

Todalen, Øvre Badalen og øvre Bødalen, Svalbard

Fordeelingen av løsmasser og landskapsformer forteller om de dannelsesprosesser som skjer og har skjedd tidligere i landskapet, og kartet er nyttig for å forstå endringer i miljøet over tid, og hva en bør tenke på ved ferdsel gjennom landskapet.

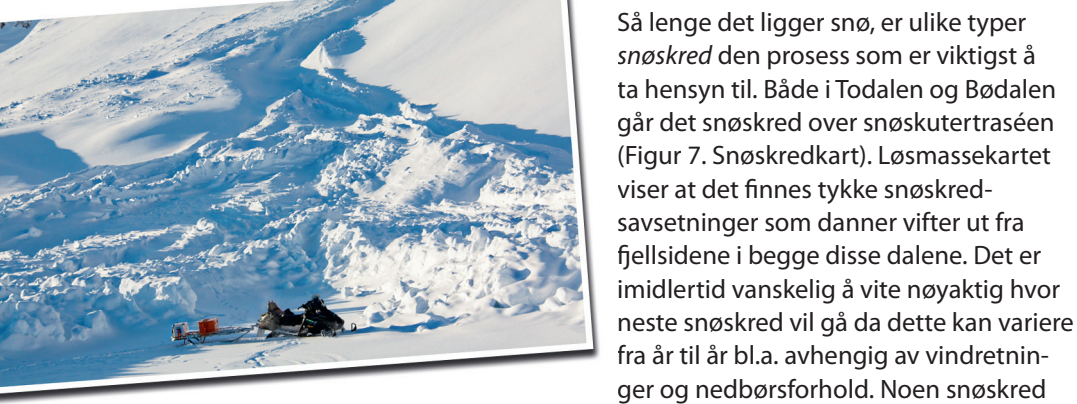


Foto: Lena Rubensdøtter, NGU



5. Snøskred krysser elvevifter og når langt ut i dalbunnen. Tørrsnøskred har dannet de bratte snøskredsviftene til høyre i bildet. Foto: Marcus Eckerstorfer, UNIS

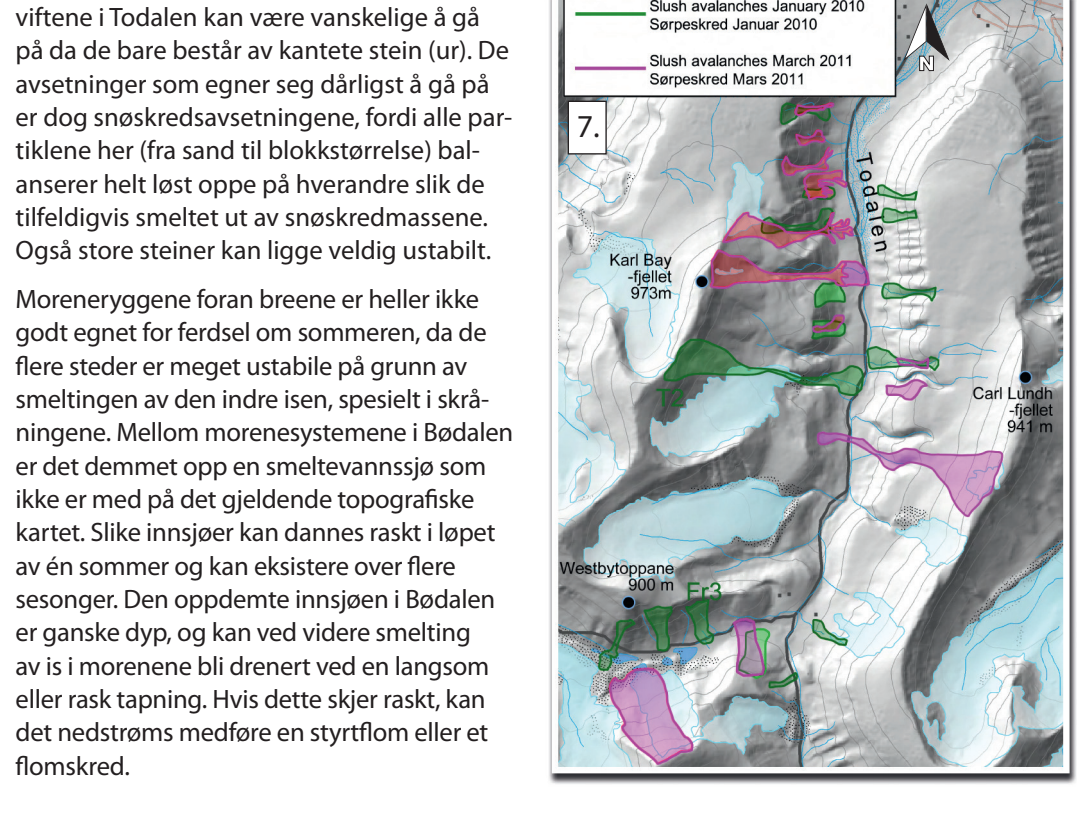
Ferdsel i landskapet
 Som nevnt er det flere ulike landformende prosesser som er aktive i kartområdet. Noen av disse kan være farlige for mennesker som ferdes om vinteren, mens noen typer terrengoverflater er lite egnet for å bevege seg over om sommeren.



6. Snøskredavsetning. Snøskuteren foran i bildet antyder størrelsen på avsetningen. Foto: Marcus Eckerstorfer, UNIS

Vinter
 Så lenge det ligger snø, er ulike typer snøskred den prosess som er viktigst å ta hensyn til. Både i Todalen og Bødalen går det snøskred over snøskutertraséen (Figur 7. Snøskredkart). Løsmassekartet viser at det finnes tykke snøskred-avsetninger som danner vifter ut fra fjellsidene i begge disse dalene. Det er imidlertid vanskelig å vite nøyaktig hvor tette snøskred vil gå da dette kan variere fra år til år bl.a. avhengig av vindretninger og nedbørsforhold. Noen snøskred tar bare med seg snø, og legger ikke igjen noen stein. Slike snøskredområder kan derfor ikke kartlegges geologisk og potensielt skredutsatte områder kan bli oversett. Det gjelder å bruke fornuft og se seg rundt i terrenget man ferdes i. Et annet godt tips er å ikke gi seg ut i denne typen terreng direkte etter en snøstorm da snøskredsfaren er størst. Man må også være ekstra varsom under ferdsel gjennom trange raviner eller gjel, slik som i sydligste delen av Todalen eller øvre del av Bødalen ved de store morenene. Lengre ut i smeltesongnen, eller ved kraftig nedbør, er sørpeskred og ulike typer flømskred vanlig. Noen av disse skredene når helt ut av sidedalene som kommer ut i Todalen og går langt ut over dalbunnen. Fra østsidene av Todalen og omtrent ut til midten av dalen er det avsetninger fra slike «våte» skred som har gått etter 1990 da de ikke ses på flyfoto fra dette år.

Sommer
 Ved vandring i landskapet *sommerstid* er det også mulig å hente tips fra løsmassekartet: Om sommeren er steinsprang vanlig, sammen med jordskred ved kraftigere regn. Sandstein og svartskifer i fjellene forvitrer raskt og faller jevnlige ned mot dalbunnen. Disse steinene kan enten bli liggende (steinsprangavsetninger) eller føres videre ned mot dalbunnen av jordskred. Risikoen for steinsprang er noe som man bør tenke på for man går nær bratte skråninger og utstikkende fjellknauser.



De nevnte store jordskredavsetningene/viftene i Todalen kan være vanskelige å gå på da de bare består av kantete stein (gr). De avsetninger som egner seg dårligst å gå på er dog snøskredavsetningene, fordi alle partiklene her (fra sand til blokkstørrelse) balanser helt løst opp på hverandre slik de tilfeldigvis smeltet ut av snøskredmassene. Også store steiner kan ligge veldig ustabile. Moreneryggene foran breene er heller ikke godt egnet for ferdsel om sommeren, da de flere steder er meget ustabile på grunn av smeltingen av den indre isen, spesielt i skråningene. Mellom morenesystemene i Bødalen er det demmet opp en smeltevannsjø som ikke er med på det gjeldende topografiske kartet. Slike innsjøer kan dannes raskt i løpet av én sommer og kan eksistere over flere sesonger. Den oppdemte innsjøen i Bødalen er ganske dyp, og kan ved videre smelting av is i morenene bli dreinet ved en langsom eller rask tåpning. Hvis dette skjer raskt, kan det nedstrøms medføre en styrtflom eller et flømskred.