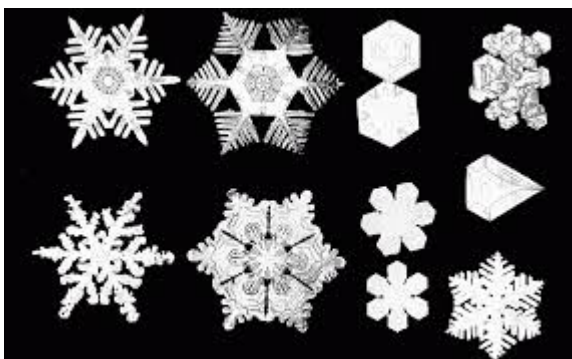


Sneeuw en lawines

Soms kunnen alledaagse natuurkundige vraagstukken enorm complex blijken te zijn. Eén zo'n vraag, erg toepasselijk in deze Olympische winter, is bijvoorbeeld: hoe zit sneeuw in elkaar? Die vraag is niet alleen interessant vanuit een natuurkundig of sportief perspectief, maar speelt ook een belangrijke rol bij het voorspellen en voorkomen van lawines.

Regelmatig zie je het in het nieuws: *mensen omgekomen in een grote lawine in de Alpen*. Lawines kunnen ongelooflijk gevaarlijk zijn en schade aanbrengen aan wegen, dorpen, skigebieden en natuurlijk mensen. Om vervelende ongelukken zo veel mogelijk te voorkomen, worden er in Alpenlanden dagelijks voorspellingen gemaakt van het lawinegevaar. Er wordt dan een cijfer van 1 tot en met 5 geven, waarbij een hoger cijfer aangeeft dat de kans op grote, krachtige lawines groter is.

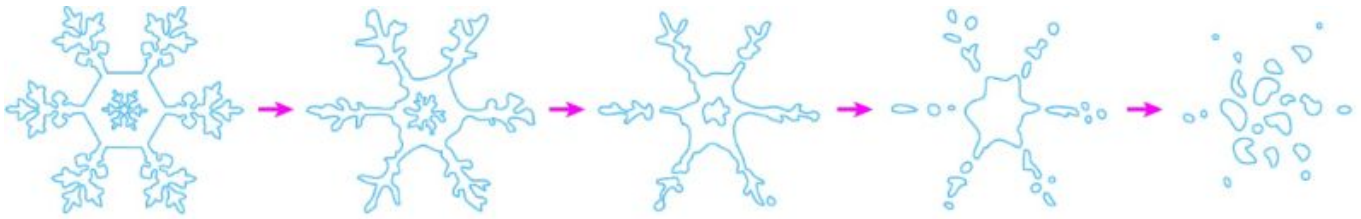
Hoe weet men dit eigenlijk – wat de kans is op een lawine? Om deze voorspellingen te doen, moet je weten hoe lawines gevormd worden en hoe sneeuw zich gedraagt. Natuurkundigen met een bijzondere specialisatie, sneeuwfyfici, buigen zich al tijden over dit soort vragen. Dit doen ze omdat het een ontzettend interessant onderwerp is, maar natuurlijk ook om te zorgen dat er in de toekomst steeds minder grote lawine-ongelukken gaan plaatsvinden.



Afbeelding 1. Sneeuwvlokken.In de lucht vormen sneeuwvlokken bijzondere kristallen. Bron: Wikipedia.

Als sneeuwvlokken worden gevormd, hebben ze de bekende mooie structuur, zoals te zien in afbeelding 1, maar sneeuw ondergaat continu veel verandering. Al in de lucht worden de

mooie structuren stukgeblazen, en als sneeuw op de grond ligt worden de kristallen steeds ronder en ronder – zie afbeelding 2.



Afbeelding 2. De metamorfose van sneeuwvlokken. Als sneeuwvlokken op de grond liggen, veranderen ze langzaam in kleine bolletjes. Bron: www.avalanches.org.

In afbeelding 3 is een foto te zien van sneeuw als het op de grond ligt. Wat we daar ook zien, is dat het pak sneeuw is opgebouwd uit verschillende lagen waarin de sneeuw er heel anders uitziet. Dit komt doordat de sneeuw niet allemaal tegelijk en onder dezelfde omstandigheden is gevallen.



Afbeelding 3. Foto van een aantal sneeuwlagen van dichtbij.Bron: [SLF](#).

Iedere keer dat er sneeuw valt, zijn de wind en temperatuur verschillend. De verschillende lagen hebben hierdoor allemaal een verschillende dichtheid: in sommige lagen zit nog veel lucht, en andere lagen zijn dicht op elkaar geperst. Afbeelding 4 is een foto van een typisch sneeuw-profiel.



Afbeelding 4. Lagen in de sneeuw.Bron: SLF.

Om lawines te voorspellen, is het belangrijk om een precies beeld te hebben van de opbouw van het pak sneeuw. Alle lagen moeten precies in kaart worden gebracht. De reden hiervoor is, dat bepaalde zwakke lagen in de sneeuw ervoor kunnen zorgen dat twee lagen ten opzichte van elkaar gaan schuiven. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als er een skiër overheen skiet, zoals te zien is in afbeelding 5. De bovenste lagen van de sneeuw schuiven dan naar beneden, terwijl de onderste lagen blijven liggen. Met informatie over de dikte, dichtheid en soort sneeuw van alle lagen, kunnen er voorspellingen worden gemaakt over de kans dat dit voorkomt.



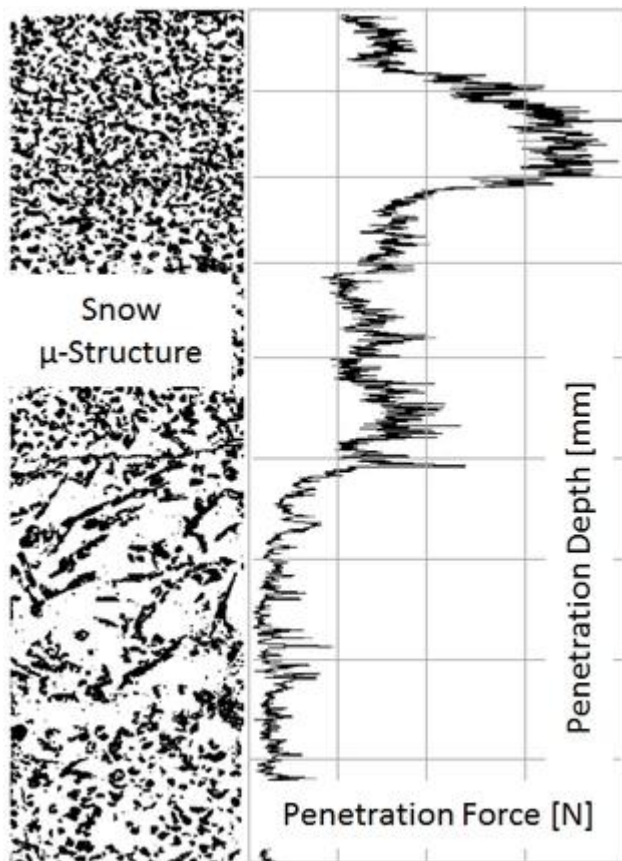
Afbeelding 5. Een lawine. Deze lawine is ontstaan omdat verschillende sneeuwlagen ten opzichte van elkaar kunnen schuiven. Bron: US Department of Agriculture.

Jarenlang moesten onderzoekers op veel plaatsen in de bergen een gat graven in de sneeuw om te weten waar de verschillende lagen zitten. Dit is enorm zwaar werk en kost veel tijd. Als ze dit gat gegraven hadden, maten ze met de hand hoe dik en stevig de verschillende lagen zijn. Dat gaat als volgt: als je je hele hand gemakkelijk in de sneeuw kan duwen, is de dichtheid van de sneeuw laag. Als je slechts een enkele vinger of zelfs alleen een potlood in de sneeuw kan duwen, dan is de dichtheid hoog. Op deze manier is er een schaal gemaakt om de lagen te classificeren. Ook wordt met een loep bekeken hoeveel millimeter groot de sneeuwkorrels ongeveer zijn. Zoals je misschien al ziet aankomen: deze methodes zijn niet erg nauwkeurig! Om deze problemen op te lossen is zo'n 20 jaar geleden een instrument ontwikkeld dat hierbij kan helpen: de SnowMicroPen (SMP) – zie afbeelding 6.



Afbeelding 6. Een SnowMicroPen in gebruik. Bron: SLF.

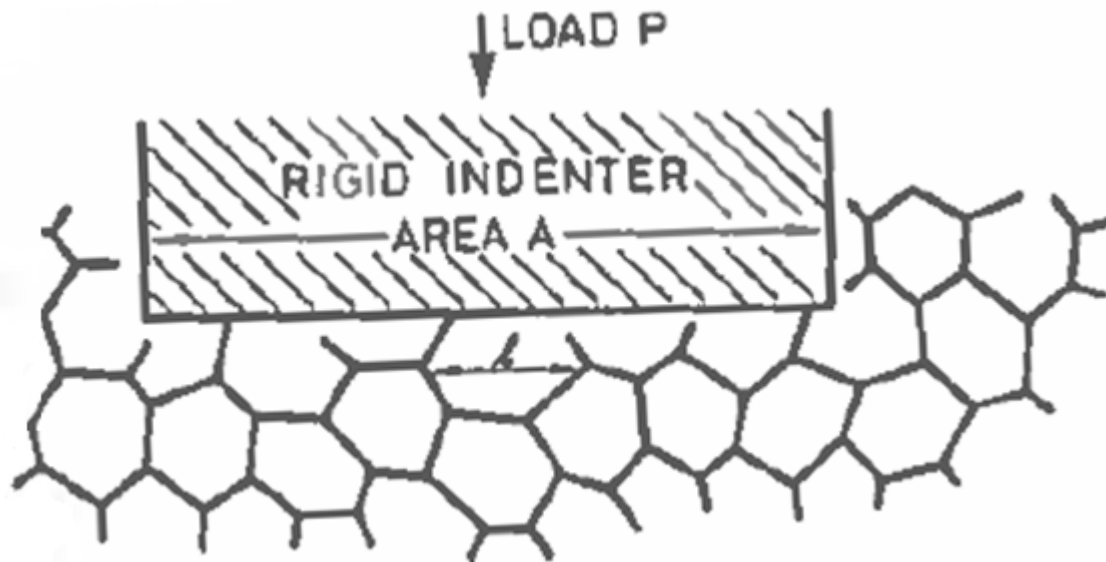
Dit meetinstrument bestaat uit een twee meter lange pin die met constante snelheid de sneeuw in wordt geboord. Aan het uiteinde zit een kleine, gevoelige punt die de kracht met enorme nauwkeurigheid meet. Het resultaat van de meting is een grafiekje zoals te zien in de rechterkant van afbeelding 7. De opgave is nu om deze data te interpreteren en hieruit de dichtheid en structuur van de sneeuw als antwoord te krijgen. De eerste denkstap daarin is logisch: als de kracht hoog is, heeft het dus veel kracht gekost om door dat stukje sneeuw heen te boren. De dichtheid is in dat stuk sneeuw dus hoog. In afbeelding 7 is aan de linkerkant de sneeuw te zien en aan de rechterkant de bijbehorende kracht op de SMP. We zien ook dat de sneeuw bovenaan die er het dichtst uitziet, de hoogste kracht veroorzaakt.



Afbeelding 7. SMP-sigitaal. Signaal van de meting met de SMP vergeleken met de structuur van de sneeuw.

Om meer informatie uit de piekjes van het SMP-sigitaal te halen, is het belangrijk dat we beter gaan begrijpen wat er precies met de sneeuw gebeurt als we die pin er doorheen duwen. Verschillende natuurkundigen hebben pogingen gedaan om een formule te bedenken die de kracht op de pin uitdrukt in de dichtheid en de grootte van de sneeuwkorrels. Omdat sneeuw zo veel structuren en maten kan hebben, is dit ontzettend ingewikkeld. Het enige dat je als natuurkundige dan kan doen is de situatie een beetje vereenvoudigen.

In 2001 heeft H. Kirchner bedacht dat we sneeuw goed kunnen beschrijven als een 'schuim van ijs'. Een schuim bestaat net als sneeuw uit veel lucht, en nu is dat schuim dus gemaakt van ijs. En over schuim is al heel veel bekend! Er zijn boeken geschreven over eigenschappen van schuim-structuren. Wat daarin ook beschreven wordt, is wat er gebeurt als je een pin door schuim heen duwt. Dit is getekend in afbeelding 8. Als we de pin door het schuim duwen, zullen één voor één de balkjes van ijs doorbreken. Deze geven dan allemaal een piekje dat te zien is in het grafiekje van de kracht. Als er dus veel piekjes vlak na elkaar zitten, dan zullen de sneeuwkorrels ook dicht bij elkaar zitten in het sneeuwpak.



Afbeelding 8. Een schuim van ijs. Schematische tekening van een pin die schuim in wordt gedrukt. Bron: Cellular Solids door Gibson, Ashby

Hoewel we op deze manier al aardig wat weten over het krachtsignaal, zal nog veel onderzoek moeten worden gedaan om de precieze eigenschappen van sneeuw te kunnen meten met de SMP. Hopelijk kunnen we dan in de toekomst nog beter voorbereid zijn op grote lawine-rampen.

Ten slotte: wist je dat ze bij de Olympische Spelen in PyeongChang ook gebruik maken van een SnowMicroPen? Hiermee kunnen de organisatoren meten hoe hard of zacht de sneeuw op de pistes is, zodat ze de omstandigheden voor de sporters zo goed mogelijk kunnen maken. Kortom: of je nu geïnteresseerd bent in ingewikkelde natuurkunde, computermodellen, sport of het redden van mensenlevens; er zijn nog genoeg uitdagingen te vinden in de sneeuw fysica!