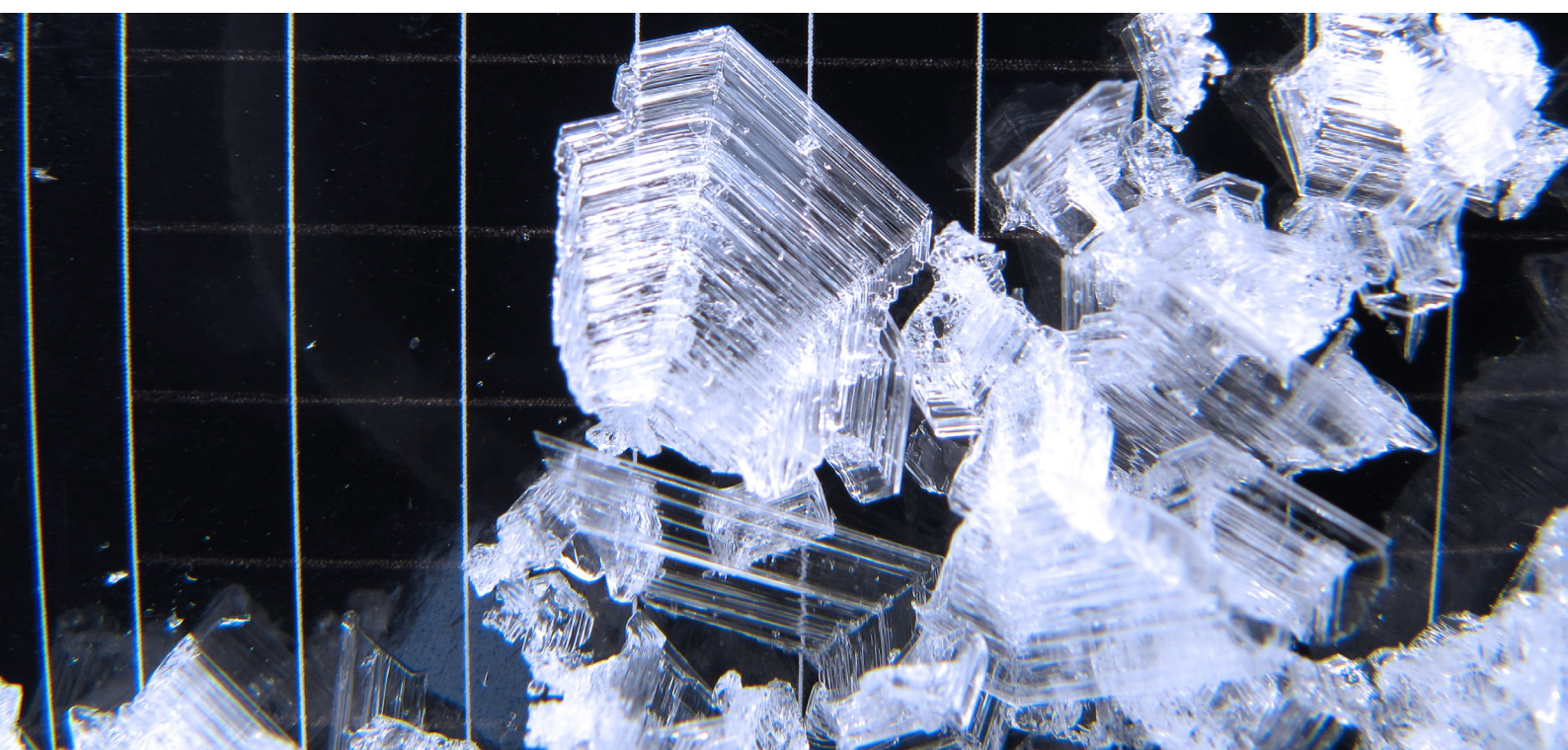




# Klassifikasjon av snøkrystaller



Norsk oversettelse av den internasjonale klassifikasjonen  
for snø på bakken (UNESCO 2009)

Oversettelse utført av Erik Hestnes, Kjetil Brattlien og Steinar Bakkehøi, NGI

### **Om denne oversettelsen**

Oversettelsen er utført med tillatelse fra UNESCO med tillatelsesnummer 2010 – 069 gitt den 18.10.2010. Oversettelsen baserer seg på NGIs fagkunnskap og erfaring om snø og deltakelse i de internasjonale komiteene som utarbeidet klassifikasjonen. Tekstene er utarbeidet av Erik Hestnes, Kjetil Brattlien og Steinar Bakkehøi. Christian Jaedicke, fagansvarlig for snøskred, har hatt det redaksjonelle ansvaret.

Bilde på forsiden: Begerkrystaller (DH), Aanon Clausen (Forsvarets vinterskole)

## Innledning

Snø er en blandning av luft, vann og is. Lufttemperatur, luftfuktighet, vind og stråling fører til at nedbørpartiklene (snøkrystallene) begynner å omdannes straks de har nådd bakken. Prosesser som smelting, sintring, nedbrytende og oppbyggende omvandling fører til at krystallene endrer fasong og egenskaper gjennom hele vinteren. Klassifikasjonen av snøkrystaller skal gi alle som jobber med snø, en bedre mulighet til å kommunisere feltobservasjoner med hverandre.

Den første internasjonale klassifikasjonen av snøkrystaller ble utgitt i 1954 (Schaefer et al., 1954) på oppdrag av kommisjonen for snø og breer i den internasjonale foreningen for vitenskapelig hydrologi (IASH). Mer forskning og kunnskap førte til at en revidert klassifikasjon av snø ble publisert i 1990 (Colbeck et al., 1990).

Siden 1990 har fellesforståelsen av snø endret seg betydelig og derfor ble et nytt revisjonsarbeid igangsatt i 2003. Resultatet ble publisert på engelsk i 2009 (UNESCO 2009).

Målet med klassifikasjon av snø har siden 1954 vært:

”Å lage en klassifikasjon som et grunnleggende rammeverk som kan utvides eller begrenses avhengig av bruken til ulike grupper, fra forskere til skiløpere. Klassifikasjonen er utformet på en måte som tillater at de fleste observasjoner kan utføres med enkle instrumenter eller kun som visuelle observasjoner. Siden begge metodene kan brukes parallelt kan målinger og visuelle observasjoner kombineres i ulike varianter for å oppnå den detaljering og nøyaktighet som arbeidet til ulike interessegrupper krever.”

Norges Geotekniske Institutt deltok i arbeidet med klassifikasjonen av 1990 og har bidratt vesentlig til den nye revisjonen av 2009. NGI har også utgitt en norsk oversettelse av 1990 klassifikasjonen (se bl.a. Kristensen, 2007).

I dette dokumentet presenteres den norske oversettelsen av den nyeste internasjonale klassifikasjonen av snøkrystaller. Foreløpig er bare hovedtabellen oversatt. Den inneholder den viktigste informasjonen for arbeid i felt. NGI anbefaler imidlertid alle å gjøre seg godt kjent med hele original dokumentet på engelsk. Dette kan lastes ned gratis fra [nettet](#). Her finner en også eksempelpbilder av de fleste beskrevne krystallformene.

Oversettelsen skal gi grunnlaget for god kommunikasjon om snø og snøkrystalltyper i Norge. NGI tar gjerne imot kommentarer og tanker om endringer eller forbedringer i vår oversettelse med våre suppleringer relatert til norske forhold.

Oslo, 26.01.2011

## Klassifikasjon av snøkrystaller (UNESCO 2009)

Tabell 1 av 8

| Morfologisk klassifikasjon                                                          |                                                  |                                                                                          |           |                                               | Tilleggsinformasjon om fysiske prosesser og styrke                                                                                                                                   |                                         |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|
| Hovedklassifikasjon                                                                 | Underklasser                                     | Form                                                                                     | Kode      | Dannelsessted                                 | Fysiske prosesser                                                                                                                                                                    | Avhengighet av viktigste parametre      | Vanlig innvirkning på styrke |
| <b>Nedbørpartikler<br/>(Precipitation<br/>Particles)</b><br><b>+</b>                |                                                  |                                                                                          | <b>PP</b> |                                               |                                                                                                                                                                                      |                                         |                              |
|    | Søyler<br>(Columns)                              | Prismeaktig krystall, massiv eller hul                                                   | PPco      | Skyer; temperatur-inversjonslag (klar himmel) | Dannes fra vanndamp ved -3 til -8°C og under -30°C                                                                                                                                   |                                         |                              |
|    | Nåler<br>(Needles)                               | Nåleaktig, nær sylindrisk                                                                | PPnd      | Skyer                                         | Dannes fra vanndamp ved høy overmetning ved -3 til -5°C og under -60°C                                                                                                               |                                         |                              |
|    | Plater<br>(Plates)                               | Plateformete, oftest sekskantede                                                         | PPpl      | Skyer; temperatur-inversjonslag (klar himmel) | Dannes fra vanndamp ved 0 til -3°C og -8 til -70°C                                                                                                                                   |                                         |                              |
|    | Stjerner, dendritter<br>(Stellars, Dendrites)    | Stjernelignende, sekskantede, plane eller romlige                                        | PPsd      | Skyer; temperatur-inversjonslag (klar himmel) | Dannes fra vanndamp ved høy overmetning ved 0 til -3°C og ved -12 til -16°C                                                                                                          |                                         |                              |
|    | Uregelmessige krystaller<br>(Irregular crystals) | Som regel sammenvokste små krystaller                                                    | PPir      | Skyer                                         | Polykrystaller som dannes under varierende fysiske betingelser                                                                                                                       |                                         |                              |
|    | Sprøhagl<br>(Graupel)                            | Sterkt nedrimete partikler, kuleformede, koniske, sekskantede eller uregelmessige i form | PPgp      | Skyer                                         | Sterk riming på partikler ved avsetning av underkjølt yr eller vanndråper. Størrelse: ≤ 5mm                                                                                          |                                         |                              |
|    | Ishagl<br>(Hail)                                 | Lagvis intern struktur, gjennomskinnelig eller melkefarget glasert overflate             | PPhl      | Skyer                                         | Vokser som følge av avsetning av underkjølt vann Størrelse: > 5mm                                                                                                                    |                                         |                              |
|  | Iskorn<br>(Ice pellets)                          | Gjennomsiktige, vanligvis små kuleformer                                                 | PPip      | Skyer                                         | Frysing av regndråper eller ny frysing av delvis smeltede snøkrystaller eller snøpartikler (sludd). Sprøhagl eller snøkorn innkapslet i tynt islag (småhagl). Størrelse: begge ≤ 5mm |                                         |                              |
|  | Tåkerim<br>(Rime)                                | Irregulære avsetninger eller lengre kjegler og nåler som peker mot vinden                | PPrm      | På overflater og fritt eksponert objekt       | Avsetning av små, underkjølte tåkedråper. Tynn svak ishinne dannes på snøoverflaten hvis prosessen pågår lenge nok                                                                   | Øker med tåketetthet og vindeksponering |                              |

**Merknader:** Utfelling av snøkrystaller (*diamond dust*) i klart kaldt vær forekommer dessuten ofte i tempererte og polare regioner.

Underkjølt tåke med stor tetthet kan gi en matt granulær masse av rim på vertikale flater (eng.: *hard rime*). 'Hard rime' er mer kompakt og amorft (ikke krystallinsk) enn vanlig tåkerim (*soft rime*) og kan danne kjegler og fjærformer av is på vertikale flater mot vindretningen (AMS 2000)

De beskrevne underklasser omfatter ikke alle typer partikler og krystaller som kan observeres i atmosfæren. Nedenstående referanser inneholder mer utfyllende beskrivelser.

**Referanser:** Magono & Lee 1966; Bailey & Hallett 2004; Dovgaluk & Pershina 2005; Libbrecht 2005

## Klassifikasjon av snøkrystaller (UNESCO 2009)

Tabell 2 av 8

| Morfologisk klassifikasjon                                                                                                                                                                                               |                                                                     |                                                                                                           |           |                                                              | Tilleggsinformasjon om fysiske prosesser og styrke                                                                                  |                                                                                                               |                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Hovedklassifikasjon                                                                                                                                                                                                      | Underklasser                                                        | Form                                                                                                      | Kode      | Dannelsessted                                                | Fysiske prosesser                                                                                                                   | Avhengighet av viktigste parametre                                                                            | Vanlig innvirkning på styrke                                                            |
| <b>Kunstsno</b><br><b>(Machine Made snow)</b><br>                                                                                       |                                                                     |                                                                                                           | <b>MM</b> |                                                              |                                                                                                                                     |                                                                                                               |                                                                                         |
|                                                                                                                                         | Runde polykrystallinske partikler (Round polycrystalline particles) | Små kuleformede partikler, ofte med fremspring som er et resultat av fryseprosesser, kan være delvis hule | MMrp      | I lufta, nær overflaten                                      | Kunstsno, dvs. frysing av svært små vanddråper fra overflaten og innover                                                            | Vanninnhold avhenger hovedsakelig av lufttemperatur og fuktighet, men også av snøens tetthet og kornstørrelse | Ved tørre forhold gir rask sintring rask økning i styrke                                |
|                                                                                                                                         | Knuste ispartikler (Crushed ice particles)                          | Is-fragment, potteskårtaktige                                                                             | MMci      | Ismaskiner                                                   | Kunstig frosset is, dvs produksjon av ispartikler, deretter knust og fordelt med trykkluft                                          | Uavhengig av værforhold                                                                                       |                                                                                         |
| Referanser: Fauve et al., 2002                                                                                                                                                                                           |                                                                     |                                                                                                           |           |                                                              |                                                                                                                                     |                                                                                                               |                                                                                         |
| <b>Fragmenterte nedbørpartikler og partikler under nedbrytning</b><br><b>(Decomposing and Fragmented precipitation particles)</b><br> |                                                                     |                                                                                                           | <b>DF</b> |                                                              |                                                                                                                                     |                                                                                                               |                                                                                         |
|                                                                                                                                       | Delvis nedbrutte nedbørpartikler                                    | Karakteristiske trekk ved nedbørpartikler fremdeles gjenkjennelige; ofte delvis avrundet                  | DFdc      | I snødekket; nylig avsatt snø nær overflaten, vanligvis tørr | Reduksjon av overflateareal for å redusere overflatens frie energi; også fragmentering på grunn av lett vind kan starte nedbrytning | Nedbrytningshastighet avtar med synkende snøtemperatur og avtagende temperaturgradient                        | Gjenvinner kohesjon ved sintring etter forutgående reduksjon av styrke pga. nedbrytning |
|                                                                                                                                       | Nedbørpartikler brutt i stykker av vind                             | Bruddstykker eller fragmenter av nedbørpartikler                                                          | DFbk      | Overflatelag; vanligvis nylig avsatt snø                     | Saltasjonspartikler er fragmentert og pakket av vind, ofte tettpakket; fragmentering etterfølges ofte av avrunding                  | Fragmentering og pakking øker med vindhastigheten                                                             | Rask sintring fører til rask økning av styrke                                           |

## Klassifikasjon av snøkrystaller (UNESCO 2009)

Tabell 3 av 8

| Morfologisk klassifikasjon                                                                                                            |                                                            |                                                                             |           |                        | Tilleggsinformasjon om fysiske prosesser og styrke                                                                                                                                                                                 |                                                                                             |                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hovedklassifikasjon                                                                                                                   | Underklasser                                               | Form                                                                        | Kode      | Dannelsessted          | Fysiske prosesser                                                                                                                                                                                                                  | Avhengighet av viktigste parametre                                                          | Vanlig innvirkning på styrke                                                                   |
| <b>Avrundede korn</b><br><b>(Rounded Grains)</b><br> |                                                            |                                                                             | <b>RG</b> |                        |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                             |                                                                                                |
|                                                      | Små avrundede partikler (small rounded particles)          | Avrundede, vanligvis avlange partikler som er < 0.25mm; kraftig sintret     | RGsr      | I snødekket; tørr snø  | Reduksjon av spesifikt overflateareal som følge av langsom reduksjon av antall korn og økning av midlere korndiameter. Liten likevekts vekstform                                                                                   | Vekstraten øker med stigende temperatur; veksten er langsommere i tett snø med mindre porer | Styrke pga sintring av snøkorn [1]. Styrken øker med tid, setning og avtagende kornstørrelse   |
|                                                      | Store avrundede partikler (Large rounded particles)        | Avrundede, vanligvis avlange partikler ≥ 0.25mm; godt sintret               | RGlr      | I snødekket; tørr snø  | Korn-til-korn dampdiffusjon som følge av små temperaturgradienter, dvs. gjennomsnittlig overmetning er under kritisk verdi for kinetisk vekst. Stor likevekts vekstform                                                            | (Samme som over)                                                                            | (Samme som over)                                                                               |
|                                                      | Vindpakket (Wind packed)                                   | Små, ødelagte eller slipte, tettpakkede partikler; godt sintret             | RGwp      | Overflatelag; tørr snø | Pakking og fragmentering av vindtransporterte snøkorn som avrundes ved partikkelkollisjoner i saltasjonslaget. Utvikles enten til en hard men vanligvis svak vindskare eller til et tykkere og kraftigere skarelag. (Se merknader) | Hardhet øker med vindhastighet, avtakende kornstørrelse og moderat temperatur               | Stort antall kontaktpunkter og liten kornstørrelse medfører hurtig øking i styrke ved sintring |
|                                                      | Fasetterte avrundede partikler (Faceted rounded particles) | Avrundede, vanligvis avlange partikler som er i ferd med å utvikle fasetter | RGxf      | I snødekket; tørr snø  | Vekstregime forandres hvis gjennomsnittlig overmetning er større enn kritisk verdi for kinetisk vekst. Under disse forhold utvikles fasetter ved økende temperaturgradient                                                         | Partikler forandres ved økende temperaturgradient                                           | Reduksjon av antall bindinger kan redusere styrken                                             |

**Merknader:** Både vindskare og tykkere og kraftigere skarelag er dannet av små, fragmenterte eller nedslitte, tett pakke og godt sintrede partikler. Vindskare er tynne usammenhengende lag, mens kraftige skarelag ofte er tykke og tette lag, vanligvis lokalisert i leområder. Begge skaretypene kan være av underklasse RGwp eller RGsr med tilhørende kornstørrelse, hardhet og/eller tetthet. Dersom partiklene er mindre enn ca. 1 mm, vil en observatør måtte vurdere dannelsesprosessen for å differensiere RGxf fra FCxr.

Kinetisk vekst: Partikkelutvikling ved høy temperaturgradient, dvs. når overmetningen er over en kritisk verdi.

**Referanser:** [1] Colbeck 1997

## Klassifikasjon av snøkrystaller (UNESCO 2009)

Tabell 4 av 8

| Morfologisk klassifikasjon                                                                                                              |                                                                         |                                                            |           |                                                 | Tilleggsinformasjon om fysiske prosesser og styrke                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                      |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Hovedklassifikasjon                                                                                                                     | Underklasser                                                            | Form                                                       | Kode      | Dannelsessted                                   | Fysiske prosesser                                                                                                                                                                                                                 | Avhengighet av viktigste parametre                                                                                                                                   | Vanlig innvirkning på styrke                             |
| <b>Fasetterte krystaller</b><br>(Faceted Crystals)<br> |                                                                         |                                                            | <b>FC</b> |                                                 | Korn-til-korn dampdiffusjon drevet av en tilstrekkelig stor temperaturgradient, dvs. vanndampens overmetning overstiger grenseverdien for kinetisk vekst                                                                          |                                                                                                                                                                      |                                                          |
|                                                        | Massivt fasetterte partikler<br>(Solid faceted particles)               | Tett, fasetterte krystaller; vanligvis sekskantede prismer | FCso      | I snødekket; tørr snø                           | Massiv kinetisk vekstform, dvs. en massiv krystall med skarpe kanter og hjørner, og blanke, glatte flater                                                                                                                         | Vekstraten øker med økende temperatur, økende temperaturgradient og avtagende tetthet; vil vanligvis ikke vokse til store korn i snø med stor tetthet pga. små porer | Styrken avtar med økende veksthastighet og kornstørrelse |
|                                                        | Partikler fasetterte nær overflaten<br>(Near surface faceted particles) | Fasetterte krystaller i overflatelag                       | FCsf      | I snødekket men rett under overflaten; tørr snø | Kan utvikles direkte fra nedbørpartikler (PP) eller nedbørpartikler (DFdc) under nedbrytning og fragmenterte, pga. store temperaturgradienter nær overflata [1]. Massiv kinetisk vekstform (se FCso over) i tidlig utviklingsfase | Temperaturgradienten kan i perioder reverseres, men opprettholder en høy absoluttverdi                                                                               | Snø med liten styrke                                     |
|                                                        | Avrundede fasetterte partikler<br>(Rounding faceted particles)          | Fasetterte krystaller med avrundede kanter og hjørner      | FCxr      | I snødekket; tørr snø                           | Tendens mot en overgangsform ved reduksjon av overflateareal; hjørner og kanter på krystallene avrundes                                                                                                                           | Korn avrundes pga avtagende temperaturgradient                                                                                                                       |                                                          |

**Merknader:** Nedsnødde partikler av typen FCsf er vanskelig på skille fra FCso, dersom observatøren ikke har kjennskap til utviklingen av det aktuelle snødekket.

FCxr vil vanligvis lett kunne identifiseres når krystallene er større enn ca. 1 mm. Er kornene mindre må en observatør vurdere dannelsesprosessen for å kunne skille FCxr fra RGxf.

**Referanser:** [1] Birkeland, 1998

## Klassifikasjon av snøkrystaller (UNESCO 2009)

Tabell 5 av 8

| Morfologisk klassifikasjon               |                                                    |                                                                |           |                       | Tilleggsinformasjon om fysiske prosesser og styrke                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                     |                                                    |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Hovedklassifikasjon                      | Underklasser                                       | Form                                                           | Kode      | Dannelsessted         | Fysiske prosesser                                                                                                                                                                                                                   | Avhengighet av viktigste parametre                                                                                                  | Vanlig innvirkning på styrke                       |
| <b>Begerkrystaller (Depth Hoar)</b><br>^ |                                                    |                                                                | <b>DH</b> |                       | Korn-til-korn dampdiffusjon drevet av stor temperaturgradient, dvs. vanddampens overmetning er vesentlig større enn grenseverdien for kinetisk vekst                                                                                |                                                                                                                                     |                                                    |
| ^                                        | Hule kopper (Hollow cups)                          | Furete, hule krystaller; vanligvis koppform                    | DHcp      | I snødekket; tørr snø | Dannelse av hule og delvis massive koppformede krystaller ved kinetisk vekst [1]                                                                                                                                                    | Se FCso                                                                                                                             | Vanligvis skjør men styrke øker med økende tetthet |
| □                                        | Hule prismer (Hollow prisms)                       | Prismeformede hule krystaller med blanke flater, men få furer  | DHpr      | I snødekket; tørr snø | Snøen er fullstendig rekrystallisert; stor temperaturgradient i snø med lav tetthet, vanligvis av lang varighet [2]                                                                                                                 | Høg rekrystalliseringsgrad over lang tid og snø med liten tetthet, fremmer dannelsen                                                | Kan ha meget svake bindinger                       |
| ^                                        | Lenker av begerkrystaller (Chains of depth hoar)   | Furete, hule krystaller lenket sammen                          | DHch      | I snødekket; tørr snø | Snøen er fullstendig rekrystallisert; partiklene forbundet i lenker; flesteparten av sideveis bindinger mellom søyler har forsvunnet under krystallveksten                                                                          | Høg rekrystalliseringsgrad over lang tid og snø med liten tetthet, fremmer dannelsen                                                | Veldig svak snø                                    |
| A                                        | Store, furete krystaller (Large striated crystals) | Store krystaller med mye furer; enten massive eller hule       | DHla      | I snødekket; tørr snø | Utvikles fra tidligere stadier beskrevet over; noe binding oppstår når nye krystaller dannes [2]                                                                                                                                    | Krever lenger tid enn for alle andre snøkrystaller; lange perioder med stor temperaturgradient i snø med liten tetthet er nødvendig | Gjenvinner styrke                                  |
| ^                                        | Avrundede begerkrystaller (Rounding depth hoar)    | Hule, furete krystaller med avrundede skarpe kanter og hjørner | DHxr      | I snødekket; tørr snø | Utvikling mot en fasong med mindre overflateareal; hjørner og kanter på krystallene avrundes; flater kan miste sitt relieff, dvs. striper og trinn forsvinner sakte. Denne prosessen påvirker alle underklasser av begerkrystaller. | Korn avrundes som et resultat av redusert temperaturgradient                                                                        | Kan gjenvinne styrke                               |

**Merknader:** DH og FC krystaller kan også utvikles i snø med tetthet større enn omkring  $300 \text{ kg m}^{-3}$  for eksempel i polare snødekker og tykke kraftige skarelag. Disse kan da kalles 'harde' eller 'herdede' begerkrystaller [3]

**Referanser:** [1] Akitaya 1974; Marbouty 1980; Fukuzawa & Akitaya 1993; Baunach et al. 2001; Sokratov 2001; [2] Sturm & Benson 1997; [3] Akitaya 1974; Benson & Sturm 1993

## Klassifikasjon av snøkrystaller (UNESCO 2009)

Tabell 6 av 8

| Morfologisk klassifikasjon                  |                                                       |                                                                                 |           |                                                                                                                                                                           | Tilleggsinformasjon om fysiske prosesser og styrke                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                   |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hovedklassifikasjon                         | Underklasser                                          | Form                                                                            | Kode      | Dannelsessted                                                                                                                                                             | Fysiske prosesser                                                                                                                                                                                           | Avhengighet av viktigste parametre                                                                                                                                                                                | Vanlig innvirkning på styrke                                                                      |
| <b>Overflaterim<br/>(Surface Hoar)</b><br>V |                                                       |                                                                                 | <b>SH</b> |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                   |
| V                                           | Overflaterim<br>(Surface hoar crystals)               | Furete, vanligvis flate krystaller, noen ganger nåleformede                     | SHsu      | Vanligvis på snøoverflate som er kald i forhold til lufttemperaturen; noen ganger på fritt eksponerte objekter over snøoverflaten (se merknad)                            | Hurtig kinetisk vekst av krystaller på snøoverflaten ved hurtig transport av vanndamp fra atmosfæren til snøoverflaten; snøoverflaten avkjølt til under omgivende lufttemperatur pga. varmetap ved stråling | Både økt nedkjøling av snøoverflaten under generell lufttemperatur og økende relativ fuktighet øker vekstraten. I områder med høy vanndampgradient, som ved bekker, kan det utvikles store fjærformede krystaller | Svakt, ekstremt lav skjærstyrke; styrken kan forbli liten i lang tid når nedsnødd i kald tørr snø |
| ▽                                           | Hulromsrim og sprekkerim<br>(Cavity or cravasse hoar) | Furete, plane eller hule krystaller dannet i hulrom; ofte tilfeldig orientering | SHcv      | Hulromsrim finnes i større hulrom i snøen for eksempel nær stubber og busker [1]. Sprekkerim finnes i alle store kalde rom som bresprekker, kalde lagerrom, borehull etc. | Kinetisk vekst av krystaller skjer i alle hulrom, dvs. der et større avkjølt hulrom finnes hvor vanndamp kan bli avsatt under rolige forhold [2]                                                            |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                   |
| ∪                                           | Avrundet overflaterim<br>(rounding surface hoar)      | Overflaterim med avrunding av skarpe kanter, hjørner og furer                   | SHxr      | I snødekket; tørr snø                                                                                                                                                     | Utvikling mot en fasong med mindre overflateareal; hjørner og kanter på krystallen avrundes; overflater kan miste sitt relieff, dvs. furer og trinn forsvinner sakte                                        | Korn avrundes som et resultat av redusert temperaturgradient                                                                                                                                                      | Kan gjenvinne styrke                                                                              |

**Merknader:** I blant kan det være av interesse å angi mer presist formen på rimkrystaller som plater, kopper, nåler, søyler, dendritter, sammensatte former etc. [3]. Antall vekstdager kan også spesifiseres.

Overflaterim kan dannes ved tilførsel av luft nær metningspunktet både til fritt eksponerte objekt og kalde snøoverflater. Denne type av rim utgjør en vesentlig del av snøakkumulasjonen i det indre Antarktis.

Denne typen rim er kalt 'lufttrim' ('air hoar') (ref. [2] og [4]).

Sprekkerim-krystaller er svært lik begerkrystaller.

**Referanser:** [1] Akitaya 1974; [2] Seligman 1936; [3] Jamieson & Schweizer 2000; [4] AMS 2000

## Klassifikasjon av snøkrystaller (UNESCO 2009)

Tabell 7 av 8

| Morfologisk klassifikasjon                                                                                            |                                                          |                                                                                                                                                |           |                                                                                                                                                        | Tilleggsinformasjon om fysiske prosesser og styrke                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hovedklassifikasjon                                                                                                   | Underklasser                                             | Form                                                                                                                                           | Kode      | Dannelsessted                                                                                                                                          | Fysiske prosesser                                                                                                                                       | Avhengighet av viktigste parametre                                                                                                                                                                                                           | Vanlig innvirkning på styrke                                                                                |
| <b>Smelteformer (Melt Forms)</b><br> |                                                          |                                                                                                                                                | <b>MF</b> |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                             |
|                                      | Sammensmeltede avrundede korn (Clustered rounded grains) | Sammensmeltede avrundede korn holdt sammen av store is-til-is bindinger; fritt vann i hulrom mellom tre krystaller og grenseflaten mellom korn | MFcl      | Ved overflaten eller i snødekket; våt snø                                                                                                              | Våt snø med lavt vanninnhold (umettet), dvs. som holder fritt vann; sammensmelting av korn skjer for å minimere den frie overflateenergien              | Smeltevann kan drenere; for mye vann gir MFsl; første gangs frysing gir MFpc                                                                                                                                                                 | Is-til-is bindinger øker styrken                                                                            |
|                                      | Avrundede polykrystaller (Rounded polycrystals)          | Enkeltkrystaller er frosset sammen til massive polykrystaller; kan være enten våte eller frosset                                               | MFpc      | Ved overflaten eller i snødekket                                                                                                                       | Smelte-fryse-syklus danner polykrystaller når vannet i hulrommene fryser; enten våte ved lavt vanninnhold (umettet), eller frosne                       | Størrelse på polykrystaller øker med antall smelte-fryse-syklus; stråling som trenger ned i snøen kan gjenskape MFcl; overskuddsvann danner MFsl                                                                                             | Stor styrke i frossen tilstand; mindre styrke i våt tilstand; styrken øker med antallet smelte-fryse-syklus |
|                                      | Sørpe (Slush)                                            | Avrundede krystaller og polykrystaller omgitt av vann                                                                                          | MFsl      | Fullstendig vannmettet snø; forekommer i snødekket, i terrenget og på isoverflater, dessuten som en viskøs flytende masse i vann etter kraftig snøfall | Våt snø med høyt vanninnhold (vannmettet); svake bindinger, runde enkeltkrystaller og polykrystaller; dannes når is og vann er i termodynamisk likevekt | Drenering blokkert av kapillær barriere (impermeabelt snølag eller grunnen); snøsmelting pga. stor energitilførsel til snødekket ved solstråling, høy lufttemperatur, luftfuktighet og vind; vanntilførsel ved regn eller overflateavrenning | Liten styrke på grunn av nedbryting av bindinger                                                            |
|                                      | Smelte-fryse-skare (melt-freeze crust)                   | Skare av gjenkjennelige smelte-fryse polykrystaller                                                                                            | MFcr      | Ved overflaten                                                                                                                                         | Skare av polykrystaller fra et overflatelag av våt snø som har frosset etter å ha blitt fuktig av smelting eller regn; forekommer både våt og frosset   | Størrelse og tetthet øker med antall smelte-fryse-syklus                                                                                                                                                                                     | Styrken øker med antall smelte-fryse-syklus                                                                 |

**Merknader:** Smelte-fryse-skare MFcr dannes som overflatelag som maksimalt er noen få cm tykt, vanligvis på toppen av et kaldt snødekke. Avrundede polykrystaller MFpc dannes vanligvis nedi snødekket. MFcr inneholder vanligvis mer frosset vann enn MFpc og reverseres ikke til MFcl.

Både MFcr og MFpc kan inneholde en begrenset, men identifiserbar mengde av andre kornformer, ofte store kinetiske vekstformer som FC og DH.

## Klassifikasjon av snøkrystaller (UNESCO 2009)

Tabell 8 av 8

| Morfologisk klassifikasjon              |                                     |                                                                            |           |                     | Tilleggsinformasjon om fysiske prosesser og styrke                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                               |                                                              |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Hovedklassifikasjon                     | Underklasser                        | Form                                                                       | Kode      | Dannelsessted       | Fysiske prosesser                                                                                                                                                                                                                                               | Avhengighet av viktigste parametre                                                                                                            | Vanlig innvirkning på styrke                                 |
| <b>Istyper<br/>(Ice Formation)</b><br>■ |                                     |                                                                            | <b>IF</b> |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                               |                                                              |
| ■                                       | Islag<br>(Ice layer)                | Horisontalt eller skrånende islag                                          | IFil      | I snødekket         | Regn og smelte vann fra overflaten siver ned i kald snø hvor det fryser langs lag-parallele kapillære barrierer ved å gi fra seg varme til omgivende frossen snø, dvs. snø med $T < 0^{\circ}\text{C}$ ; islag beholder vanligvis en viss grad av permeabilitet | Avhenger av sammenfallet av smelte vannstilgang og sykler med smelting-frysing; dannes lettere hvis finkornig snølag overlager grovkornig snø | Islag er sterke, men styrken avtar når snøen blir gjennomvåt |
| ■                                       | Is-søyle<br>(Ice column)            | Vertikal is-dannelse                                                       | IFic      | I lag i snødekket   | Vann som siver nedover i vertikale kanaler fryser ved å gi fra seg varme til omgivende frossen snø, dvs. snø $T < 0^{\circ}\text{C}$                                                                                                                            | Slike frosne fingre (søyler) forekommer oftest i velutviklet lagdelt snø; frysing forsterkes ved særlig kald snø                              |                                                              |
| ■                                       | Basal-is<br>(Basal ice)             | Lag av is på bakken                                                        | IFbi      | Bunnen av snødekket | Smelte vann akkumulerer over impermeable lag og fryser ved varmeledningstap mot kaldt underlag                                                                                                                                                                  | Dannelse av is på bakken forsterkes dersom grunnen er impermeabel og svært kald dvs. ved permafrost                                           | Et svakt sjikt av sørpe kan dannes ovenpå                    |
| =                                       | Regnskare<br>(Rain crust)           | Tynt, gjennomsiktig islag eller klar film av is, på snøoverflata           | IFrc      | På overflaten       | Resultat av regn som fryser på snøen; danner en tynn overflateglasur                                                                                                                                                                                            | Dråper må være underkjølte og sammensmeltede før frysing                                                                                      | Tynn og skjør skare                                          |
| —                                       | Solskare<br>(Sun crust, Firnspegel) | Tynn, gjennomsiktig og blank glasur eller klar film av is, på snøoverflata | IFsc      | På overflaten       | Smelte vann fra overflatelaget fryser på overflaten pga. nedkjøling fra utstråling; minkende kortbølget absorpsjon i ishinna fremmer drivhuseffekt i den underliggende snøen; ytterligere vanddamp kan kondensere under ishinna                                 | Utvikler seg ved klart vær, lufttemperaturer under null grader og sterk solstråling; må ikke forveksles med smelte-fryse-skare MFcr           | Tynn og skjør skare                                          |

**Merknader:** I de ulike istypene er det vanligvis ikke forbindelse mellom porene og ingen individuelle korn eller partikler er identifiserbare, i motsetning til ved porøs snø. Likevel er det en viss permeabilitet, særlig når isen er våt, men i langt mindre grad enn ved porøse smelteformer.

Vanligvis er det regn og solstråling som gir dannelse av smelte-fryse-skare MFcr.

Usammenhengende isdannelser som islinser og frosne fingre (søyler) kan beskrives særskilt.

**Referanser:** [1] Ozeki & Akitaya

## Referanser

- Akitaya, E. (1974) Studies on depth hoar. *Contrib. Inst. Low Temp. Sci.* **A26**, 1–67.
- AMS (2000) *Glossary of Meteorology*. 2nd edition, 12 000 terms, edited by Todd S. Glickman. American Meteorological Society, Boston, MA, USA. <http://amsglossary.allenpress.com>, (December 2008).
- Bailey, M. & Hallett, J. (2004) Growth rates and habits of ice crystals between –20 and –70°C. *J. Atmos. Sci.* **61**, 514–544.
- Baunach, T., Fierz, C., Satyawali, P. K. & Schneebeli, M. (2001) A model for kinetic grain growth. *Ann. Glaciol.* **32**, 1–6.
- Benson, C. S. & Sturm, M. (1993) Structure and wind transport of seasonal snow on the Arctic slope of Alaska. *Ann. Glaciol.* **18**, 261–267.
- Birkeland, K. (1998) Terminology and predominant processes associated with the formation of weak layers of near-surface faceted crystals in the mountain snowpack. *Arct. Alp. Res.* **30**(2), 193–199.
- Colbeck, S. C. (1997) A review of sintering in seasonal snow. *CRREL Report 97–10*.
- Dovgaluk, Yu. A. & Pershina, T.A. (2005) *Atlas of Snowflakes (Snow Crystals)*. Federal Service of Russia for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Main Geophysical Observatory. Gidrometeoizdat, St. Petersburg, Russia.
- Fauve, M., H. Rhyner & M. Schneebeli. (2002) *Preparation and maintenance of pistes. Handbook for practitioners*. WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Davos, Switzerland.
- Fukuzawa, T. & Akitaya, E. (1993) Depth-hoar crystal growth in the surface layer under high temperature gradient. *Ann. Glaciol.* **18**, 39–45.
- Jamieson, J. B. & Schweizer, J. (2000) Texture and strength changes of buried surface hoar layers with implications for dry snow-slab avalanche release. *J. Glaciol.* **46**(152), 151–160.
- Kristensen, K. (2007) Håndbok for observatører. Vær-, snø- og snøskredobservasjoner. Versjon 2007. Norges Geotekniske Institutt.
- Libbrecht, K. G. (2005) The physics of snow crystals. *Rep. Prog. Phys.* **68**, 855–895.
- Magono, C. & Lee, C. W. (1966) Meteorological classification of natural snow crystals. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VII (Geophys.)* **2**(4), 321–335.
- Marbouty, D. (1980) An experimental study of temperature-gradient metamorphism. *J. Glaciol.* **26** (94), 303–312.
- Ozeki, T. & Akitaya, E. (1998) Energy balance and formation of sun crust in snow. *Ann. Glaciol.* **26**, 35–38.
- Seligman, G. (1936) *Snow Structure and Ski Fields*. International Glaciological Society, Cambridge, UK.
- Schaefer, V. J., Klein, G. J. & de Quervain, M. R. (1954) The International Classification for Snow — with Special Reference to Snow on the Ground. Technical Memorandum No. 31. Associate Committee on Soil and Snow Mechanics. National Research Council of Canada, Ottawa, ON, Canada.
- Sokratov, S.A. (2001) Parameters influencing the recrystallization rate of snow. *Cold Reg. Sci. Tech.*, **33** (2–3), 263–274, doi:10.1016/S0165-232X(01)00053-2.
- Sturm, M. & Benson, C. S. (1997) Vapor transport, grain growth and depth-hoar development in the subarctic snow. *J. Glaciol.* **43**(143), 42–59.
- UNESCO (2009) The International Classification for Seasonal Snow on the Ground. IHP-VII Technical Documents in Hydrology No 83, IACS Contribution No 1, UNESCO Paris, 80 pp.

Norges Geotekniske Institutt (NGI) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene.

NGI utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg. Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljø.

NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA. NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).



Hovedkontor:  
PO Box 3930 Ullevaal Stadion  
0806 Oslo, Norway

Besøksadresse: Sognsveien 72, 0855 Oslo  
T: (+47) 22 02 30 00, F: (+47) 22 23 04 48  
[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)