

# Is på dekis

## om egenskaper hos is på tillbakagång

Johan Porsby

Plusgrader i luften och isarna smälter. Det behöver inte betyda att man inte kan åka skridskor, men man måste vara mer försiktig. Is på tillbakagång är ofta både mer osäker och svårbedömd, och förhållandena kan snabbt gå mot det sämre. Försämring av isen sker inte bara om våren utan ibland mitt i vintern. I mellersta och södra Sverige är det vanligt med perioder med blidväder även under januari och februari.

Isens tillbakagång sker annorlunda än tillväxten. Isen tunnar ut, men framförallt försämras isens kvalitet. Även tjock is kan då vara svag. Hur isen påverkas har stor betydelse, om det är av värme från luften eller vattnet, genom solstrålning eller av mekanisk påverkan. Olika istyper beter sig också olika: stöpis mjuknar lätt i värme; kärnis påverkas starkt av sol. En ofta förbisedd faktor är att kärnis med olika kristallstruktur beter sig olika. Men det kan vara svårt att avgöra isens kristallstruktur och därmed förutse hur isen kommer att uppträda.

### Värme från vattnet

Normalt är vattnet närmast isen nollgradigt. Stillastående vatten är en dålig värmeledare, så även om djupare vatten håller flera plusgrader, förmår inte den värmen att tränga upp och påverka isen när vattnet står stilla. Finns det däremot strömmar i vattnet, kan varmare djupvatten föras upp och fräta på isens undersida. Isen tunnas ut, men dess kvalitet påverkas inte nämnvärt. Ofta sker uttunnning ojämnt till följd av virvlar i strömmarna – det uppstår fräthål. I ljus is kan fräthål synas som mörka fläckar i isen.



*Strömfrätning vid åmynning. Notera de mörka fräthålen. Magelungen, 27 november, 2004. Foto: Johan Porsby*

Höga flöden i bäckar och åar, ger även mer ström i sjöarna. I skärgården ökar strömmar vid hård vind, frontpassager och vattenståndsförändringar. Uttunnningen kan ibland gå mycket snabbt. Även vid sträng kyla kan isen underfrätas.

I en sjö med hög vattentemperatur kan isen försvagas även vid små vattenrörelser. Normalt stiger temperaturen i en sjö efter isläggningen. Särskilt tydligt är detta i grunda sjöar som värms upp av solstrålning och av värme i botten-sedimenten. I vissa fall kan delar av vattnet få en temperatur över +4 °C, så att den omvända skiktningen bryts. Isen kan då snabbt tunnas ut.

### Värme från luften

När det är plusgrader i luften, stiger temperaturen i isen till noll grader. Därefter börjar isen smälta på ytan. Vid klart och torrt väder, kan dock utstrålning och avdunstning behålla isytan kall och opåverkad även vid lufttemperaturer upp mot 3 – 5 plusgrader. Vid mulet väder börjar dock isen smälta redan runt noll grader i luften.

Stöpis blir snabbt mjuk i ytan vid blidväder. Olika kvalitéter av stöpis kan dock klara sig varierande bra. Torr is mjuknar som regel snabbare än blöt is. Kärnis får ofta en blöt men hård yta. Isen smälter på ytan, men även inuti längs gränserna mellan iskristallerna. Efter ett par dagar av blidväder brukar kärnisen få ett krackelerat mönster. Det är gränserna mellan iskristallerna som börjar smälta. Krackelerad is kan börja gnissla eller knastra när den belastas. Detta är en tydlig varningssignal att isen är försvagad. Men det är inte alltid man får denna ljudliga varning.

Tjock kärnis tål blidväder tämligen väl, men ibland kan försämringen plötsligt gå snabbt. Är temperaturen bara några få plusgrader kan en torr vind hjälpa till att kyla isen. Vid högre temperaturer blir dock vinden en effektiv blåslampa som snabbt tunnar ut isen. Regn kan också snabba på uttunnning, samt även ge upphov till slukhål.

### Solstrålning

Den låga solen under vintermånaderna påverkar knappast isen. Tvärtom brukar utstrålningen vid molnfritt väder ge god istillväxt, solen till trots. Men från ungefär mars månad början är solen tillräckligt intensiv för att på allvar påverka isen. Isen kan då snabbt förändras till det sämre.

Den ljusa stöpisen reflekterar större delen av den inkommande solstrålningen, och den övriga strålningen förmår bara tränga ner några få centimeter i isen. Stöpis som har små korniga kristaller, luckras upp av solen. Ytan blir porös, likt gammal snö, och isen blir oåtkomlig. Den ljusa ytan skyddar dock isen längre ner.

Den klara kärnisen upptar mer solstrålning än stöpis. Solstrålningen kan tränga djupt ner i isen och försvaga isen inifrån. Solen värmer även upp vattnet under isen, vilket får isen att smälta från undersidan. När solstrålning absorberas i isen, smälter isen längs gränserna mellan iskristallerna. Kristallgränserna blir därmed synliga och isen får ett krackelerat utseende. Isytan är dock ofta hård och torr. Om krackeleringen gått långt bildas tydliga fåror mellan iskristallerna och ytan blir knagglig att åka på.

Hur isen påverkas av solstrålningen beror till stor del på vilken typ av kristaller som isen består av. Krackeleringen uppträder först i is med stora iskristaller. Kristaller större än en decimeter får efterhand en grå färg som delvis skyddar isen mot solen. Sådan is kan nästan förväxlas med stöpis. Stora iskristaller har ofta en oregelbunden form. Isen kan därför hålla ihop väl, likt ett pussel, även om kristallerna har separerat från varandra. Mindre kristaller är mer genomskinliga och försämras mer av solen.



**Krackelerad kärnis med mycket stora iskristaller.** Trots att det var mycket sent på säsongen, höll sig isen hård och stark. De större kristallerna har blivit ljusgrå, vilket skyddar isen mot solen. Klämningen, 2 april 2004. Foto: Jan Ehrsson.

Mest farlig är is med smala stavformade iskristaller. Sådan is har en mörk färg och absorberar därför mer solstrålning. Ofta syns krackeleringen senare och svagare i denna typ av is, men när sönderfallet väl har börjat går det snabbt. De smala iskristallerna håller dåligt ihop, men så länge isen är hel kan stavarna stötta varandra. Men plurrar man på sådan is finns ingen fast kant att ta sig upp på – isstavarna faller ihop likt ett korthus. Detta är den fruktade pipiga vårisen!



**Smalstavig kärnis i starkt förfall (pipis).** Isen var 2 – 3 dm tjock, men bara 5 cm i botten höll god styrka. Den mörka färgen är en tydlig varning. Längs de ljusa sprickorna hade isen en något bättre styrka. Fräkensjön, Gnesta, 26 mars 2003. Foto: Jan Ehrsson.

## Blidväder under vintern

Blidväder under vintern sammanfaller ofta med mulet och fuktigt väder. Solen är oftast frånvarande. Isen försvagas av värmen i luften. Dessutom kan vattenföringen i vattendrag öka genom regn och snösmältning. Vid bäckutlopp och åmynningar sker ofta kraftig uttunning. Andra strömställen brukar också försvagas. Isen blir mer och mer landlös av värmeutstrålning från stränderna.

Några få dagar med plusgrader påverkar oftast inte isen negativt. Tvärtom kan isytan ofta bli slätare och bättre. Stöpis kan dock lätt mjukna i ytan, speciellt om isytan är torr. Kärnis tål värme tämligen väl, men efterhand påverkas även den. Är isen tunnare än en decimeter kan den snabbt bli osäker.

Kommer kylan tillbaka, stabiliseras isarna snabbt igen. Vid god utstrålning kan detta ske även vid några plusgrader. Tidigare öppna områden kan dock få svårupptäckt nyis, som inte bär.

## Vårs

Ofta samverkar flera faktorer vid säsongens slutskede. Isen angrips både uppifrån av varm väderlek och underifrån av stigande vattentemperaturer. Samtidigt försvagas isen av solen som nu på allvar börjar tära på isen. I början sker uttunnningen av isen främst från ovansidan. Senare, när solen har trängt igenom isen och varmt upp vattnet under, kan smältningen vara större från isens undersida.

Men mer allvarligt än isens uttunning är den försvagning som solen orsakar isen under våren. Under dagarna får solen iskristallerna att börja separera från varandra. Under kalla nätter fryser de samman igen. En tidig morgon efter en klar natt, kan isen vara mycket hård, men samma is kan snabbt försvagas under dagen, när solen tittar fram. En torr isyta kan vara ett varningstecken att isen är

mycket porös; smältvattnet rinner då rakt igenom isen. Det som slutligen får isen att gå upp är nästan alltid någon mekanisk påverkan: vind, vågor, svall från en båt eller kanske en skridskoåkare. Är isen kraftigt försvagad behövs inte mycket.

Stöpisen är oftast för mjuk för skridskoåkning om våren. I vissa fall kan det vid nattkyla bildas ett åkbart skarskikt på stöpis. Detta skikt kan dock lätt brista när värmen stiger under dagen. Finns det en stark kärnis i botten är det ingen fara för att plurra, men man kan lätt köra omkull och det kan bli mycket besvärligt att ta sig hem över bristande skarstöp. Ibland kan dock underisen vara kraftigt försvagad. Då är isen mycket farlig! Finns det vatten mellan stöpis och den underliggande isen, är det stor risk att underisen är försvagad.

Isen försvagas normalt snabbast närmast stränderna. Därför är viktigt att ha koll på en säker reträtt till land. Den bör helst leda till en skuggad strand som vetter mot norr. Saltis kan vara extra svår att bedöma om våren. Den kräver mycket stor respekt och försiktighet.



*Olika is på samma sjö. Den smalstaviga isen till vänster, faller isär av sig själv. Den med stora kristaller till höger, håller ihop lite bättre. Isens var cirka 20 centimeter på båda ställena. Hållsta Långsjö, Gnesta, 8 april, 2004. Foto: Johan Porsby*



*En tunn stöpisskorpa med rutten kärnis under (Isprovet på bilden är vänt upphöjning). Mellan islagren fanns ett par centimeter med vatten. Sådan is är mycket osäker. Åbo skärgård, 28 mars 2004. Foto: Johan Porsby*

## Isens kristallstruktur

Att kärnisen får olika kristallstrukturer beror på skillnader i de förhållanden som råder när isen lägger sig. På många sjöisar förekommer både områden med smala stavformade kristaller och områden med stora oregelbundna kristaller. Gränserna mellan dessa områden är normalt mycket skarpa och sammanfaller ofta med olika isläggnings-skeden, råkar eller vindbrunnar, men de kan också uppträda utan tydlig orsak.

Absolut rent och isfritt vatten måste underkylas mycket kraftigt för att börja frysa. Små partiklar i

vattnet kan dock fungera som kristallfrön och hjälpa till att få igång isbildningen. Den första isen bildas därför alltid utifrån någon smutspartikel, eller från en snöflinga som faller ner i vattnet.

Iskristallerna växer snabbare i vissa riktningar. Därför skjuter de först ut som nålar i ett glest nätverk över vattenytan. Mellanrummen fylls sedan ut genom att isnålarna sakta växer sig bredare. När ytan är täckt med is, börjar kristallerna växa nedåt. Det bildas normalt inga nya kristaller längre ner i isen; kärnis består av kristaller som sträcker sig genom hela isens tjocklek. Vissa iskristaller blir dock utkonkurrerade av kristaller som växer snabbare. Djupare ner i isen är därför kristallerna något färre men bredare.

Vid stilla tillfrysning bildas få kristallembryon. Iskristallerna får då gott om utrymme att breda ut sig och bli stora. De största iskristallerna bildas därför vid långsam tillfrysning i stilla väder. Vid kallare väder bildas fler kristaller och dessa blir då mindre. Kärnis med smala stavformade kristaller uppstår när det finns många kristallembryon i vattnet, t.ex. om det snöar under isläggningen, eller om vattnet är i rörelse så att de första isnålarna som bildas bryts sönder i mindre bitar. Kärnis som utvecklas på undersidan av is med korniga kristaller, det vill säga stöpis, snöis och kravis, får också smala stavformade kristaller. I havsis består kärnisen nästan alltid av smala stavar. En underlighet är att i smalstavig is är kristallernas riktning, och därmed optiska egenskaper, annorlunda än i is med stora kristaller. Men varför det är så är inte helt klarlagt.



*Isens kristallmönster framträder om man håller en tunn isskiva mellan två korslagda polariserande filter. Denna is är 7 cm tjock och har smala stavformade kristaller. Till vänster isen från sidan (naturlig storlek); till höger isens undersida (något förstord). Is från Yngern, Sörmland, 6 januari 2005. Foto: Johan Porsby*

## Summering

- Ström eller stark vårsol, kan snabbare försämra isen än plusgrader i luften. Den snabbaste försämringen sker när flera faktorer samverkar.
- Isen tappar ofta mer styrka genom försämrad kvalitet, än genom uttunning.
- Varm is har sämre styrka än kall is.

## Glossarium

Här är ett försök att definiera vanliga termer som används för att beskriva is på tillbakagång.

**Degenererad is**, is på tillbakagång med påtagligt försämrad styrka.

**Etsad is**, synonymt med *krackelerad is*.

**Krackelerad is**, is där kristallgränserna börjat smälta så att dessa framträder tydligt. Se även *vårkrackelerad* respektive *värmekrackelerad is*.

**Pipig is**, is med smala stavformade kristaller i ett *ruttet* stadium. (Ibland lite olyckligt även om *rutten is* med ”pipiga” hål i.)

**Rutten is**, is där gränserna mellan iskristallerna har börjat smälta, ofta så pass att isen är genom-

- Smalstavig is är farligare än is med stora kristaller.
- Vårsis kräver stor erfarenhet och försiktighet.
- Saltis är särskilt oberäknelig om våren.

släpplig för vatten. Ytan är i regel torr, men blir blöt när den belastas. Har ofta ett matt grönsvart ”murket” utseende.

**Vårsis**, is som är *degenererad* genom kraftig solstrålning.

**Vårkrackelerad is**, is där kristallgränserna börjat smälta av solstrålning som tränger ner i isen. Ytan är oftast torr, men kan vara knagglig med djupa fåror i kristallgränserna.

**Värmekrackelerad is**, is där kristallgränserna har börjat smälta till följd av blidväder. Har ofta en blöt yta. Denna krackelering är oftast mindre tydlig än den som orsakas av sol.

---

## Referenser

- Adams, W.P. 1977, Iced lakes, *The Geographical Magazine*, March 1977, 372-375
- Adams, W.P. and Jones, J.A.A. 1971, Observation on the crystallographic relation of white ice and black ice, *Geophysica*, 11 (2), 151-163
- Ashton G.D. (editor) 1990, *River and Lake Ice Engineering*, Water Resources Publications
- Ashton, G.D. 1985, Deterioration of floating ice covers, *Journal of Energy Resources Technology*, 107 (2), 177-82
- Barns, R.L. and Laudise, R.A. 1985, Size and perfection of crystals in lake ice, *Journal of Crystal Growth*, 71, 104-110
- Bengtsson, L. 1996, Mixing in ice-covered lakes, *Hydrobiologia*, 322, 91-97
- Cherepanov, N.V. 1974, Classification of ice of natural water bodies, *IEEE Ocean '74*, 6, 97-101
- Cherepanov, N.V. and Kamyschnikova, A.V. 1973, Size and shapes of congealed-ice crystals, *Studies in ice physics and ice engineering*, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 170-176
- Colbeck, S.C. 1980, *Dynamics of Snow and Ice Masses*, Academic Press, New York
- Dash, J.G., Fu, H. and Wettlaufer, J.S. 1995, The premelting of ice and its environmental consequences, *Reports on Progress in Physics*, 58, 115-167
- Eklund, A. 1998a, *Vattentemperaturer i sjöar, sommar och vinter*, SMHI
- Eklund, A. 1998b, *Istjocklek på sjöar*, SMHI
- Eklund, A. 1999, *Isläggning och islossning i svenska sjöar*, SMHI
- Falkenmark, M. Vår vän isen sedd ur fysikalisk synvinkel, *SSSK Årsbok*, 1962-63, 22-29
- Fransson, L. 1992, Strength of warm porous ice in the Gulf of Bothnia, *Coldtech report*, 92-9
- Fransson, L. 1994, *Ishandboken*, *Coldtech report*, 94-1
- Fransson, L. 2004, *Ice handbook for engineers* (preliminary edition), Luleå University of Technology
- Fremling, S. 1951, *Is på sjöar och älvar*, SMHI
- Fremling, S. 1977, *Sjöisars beroende av väder och vind, snö och vatten*, SMHI, RHO 12
- Gezelius, R. 1975, Det håller nog! Isstudier våren 1975, *SSSK Årsbok*, 1975-76, 48-51
- Gezelius, R. 1982, *Långfärdsäkning på skridsko*, Lindblads bokförlag
- Gow, A.J. 1986, Orientation textures in ice sheet of quietly frozen lakes, *Journal of Crystal Growth*, 74, 247-258
- Granskog, M.A. 2004, *Investigations into the Physical and Chemical Properties of Baltic Sea Ice*, University of Helsinki

- Hallett, J. 1960, Crystal growth and the formation of spikes in surface of supercooled water, *Journal of Glaciology*, 3 (28), 698-702
- Heron, R. and Woo, M.-K. 1994, Decay of a High Arctic lake-ice cover: observations and modeling, *Journal of Glaciology*, 40 (135), 283-292
- Hobbs, P.V. 1974, *Ice physics*, Clarendon Press, Oxford
- Jordan, R.E. and Stark, J.A. 2001, Capillary tension in rotting ice layers, *CRREL Technical Report*, TR-01-13
- Knight, C.A. 1962, Studies of arctic lake ice, *Journal of Glaciology*, 4 (33), 319-335
- Lavrov, V.V. 1971, *Deformation and strength of ice*, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem
- Leppäranta, M. 1994, *Physics of Ice-covered Seas*, 2 vol., University of Helsinki
- Leppäranta, M. and Uusikivi, J. 2001, The annual cycle of the lake Pääjärvi ice, *Lammi Notes*, 29, 4-9
- Lind, G. and Falkenmark, M. 1972, *Hydrologi : en inledning till vattenresursläran*, Studentlitteratur
- Lindqvist, L.-H. and Tysk, A. 1997, *Isboken*, Friluftsförbundet – Utebolaget
- Lock, G.S.H. 1990, *The growth and decay of ice*, Cambridge University Press, Cambridge
- Lyons, J.B. and Stoiber, R.E. 1962, Orientation fabrics in lake ice, *Journal of Glaciology*, 4 (33), 367-370
- Michael, B. and Ramseier, R.O. 1971, Classification of river and lake ice, *Canadian Journal of Geophysics*, 36-45
- Michel, B. 1978a, *Ice Mechanics*, Les Pressede l'Université Laval, Quebec
- Michel, B. 1978b, The strength of polycrystalline ice, *Canadian Journal of Civil Engineering*, 5 (3), 285-300
- Muguruma, J. and Kikuchi, K. 1963, Lake ice investigation at Peters Lake, Alaska, *Journal of Glaciology*, 4 (36), 689-708
- Muguruma, J. and Kikuchi, K. 1964, The origin of vertical c-axis ice on Peters Lake, Alaska, *Journal of Glaciology*, 5 (39), 372-374
- Mullen, P.C and Warren, S.G. 1988, Theory of the optical properties of lake ice, *Journal of Geophysical Research*, 93 (D7), 8403-8414
- Nicualus, M., Haas, C. and Bareiss, J. 2003, Observation of superimposed ice formation on fast ice on Kungsfjorden, Svalbard, *Physics and Chemistry of the Earth*, 28, 1241-1248
- Nye, J.F. 1991, The rotting tempered ice, *Journal of Crystal Growth*, 113, 465-476
- Palosuo, E. and Sippola, M. 1963, Crystal orientation in salt-water ice, *Ice and snow: properties, processes, and applications*, MIT Press, Cambridge, 232-236
- Perey, F.G.J. and Pounder, E.R. 1958, Crystal orientation in ice sheets, *Canadian Journal of Physics*, 36, 494-502
- Pounder, E.R. 1963, Crystal growth rates as a function of orientation, *Ice and snow: properties, processes, and applications*, MIT Press, Cambridge, 226-231
- Prowse, T.D., Demuth, M.N. and Chew, H.A.M. 1990, The deterioration of freshwater ice due to radiation decay, *Journal of Hydraulic Research*, 28 (6), 685-697
- Shaw, J.B. 1965, Growth and decay of lake ice in the vicinity of Schefferville, Quebec, *Arctic*, 18 (2), 123-132
- Shumskii, P.A. 1964, *Principles of structural glaciology*, Dover Publications, New York
- Tysk, A. 2003, *Skridskoslingor på sjöis*, Svenska Kommunförbundet
- U.S. Army Corps of Engineers 1999, *Ice Engineering*, EM 1110-2-1612, U.S. Army
- Untersteiner, N. (editor) 1986, *The Geophysics of Sea ice*, NATO ASI Series B, Physics, Plenum Press, New York
- Valtonen, K. and Dahlén, P. 1996, *Östgötavatten*, Tjåmuhas InfoMedia
- Weeks, W.F. 1994, Growth conditions and the structure and properties of sea ice, *Physics of Ice-covered Seas*, vol. 1, 25-104
- Wettlaufer, J.S. 1999a, Ice surfaces: macroscopic effects of microscopic structure, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 353, 3403-3425
- Wettlaufer, J.S. 1999b, Impurity effects in the premelting of ice, *Physical Review Letters*, 82 (12), 2516-2519
- Wilson, J.T., Zumberge, J.H. and Marshal E.W. 1954, A study of ice on an inland lake, *SIPRE Report*, 5

Härutöver finns en stor mängd litteratur om havsisens uppbyggnad och tillbakagång.

*Denna artikel var ursprungligen publicerad i Stockholms skridskoseglarklubbs medlemsblad, Isbiten, nr 2, 2005, s 28 – 36. Texten är reviderad 2005-10-04.*