Verschillen tussen zoet en zout ijs

Rob Mulders, Wim Willemse
Versie 1.3 – 18 oktober 2020

Voor een schaatser zijn er 7 belangrijke verschillen tussen zout ijs en zoet ijs:

1. de structuur van zout ijs is anders
2. zout ijs heeft andere eigenschappen
3. zout ijs heeft minder draagbaarheid
4. zout ijs is gevoelig voor zeespiegelwijzigingen
5. zout ijs is veel meer in beweging
6. zout ijs heeft altijd open water in de buurt
7. zout ijs groeit in generaties dicht

Deze les behandelt de verschillen 1 t/m 5.

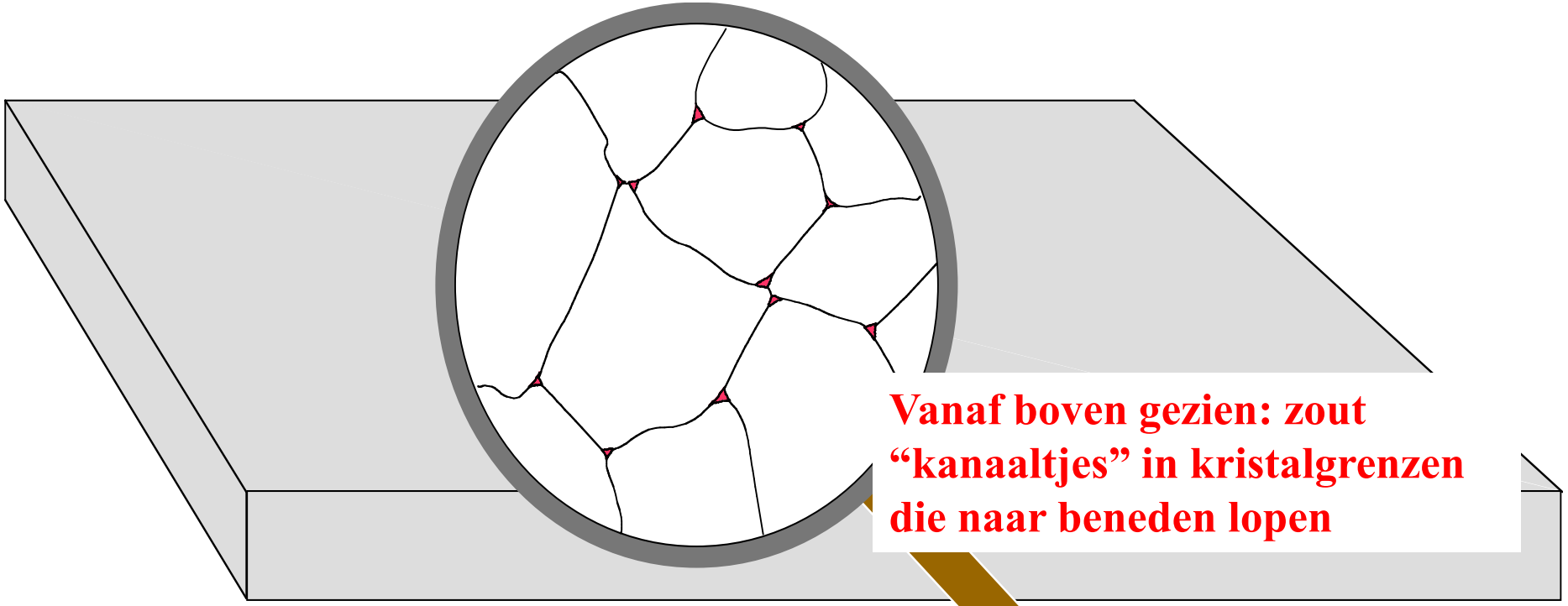
De laatste twee verschillen worden uitgewerkt in een andere les, omdat ze behalve op groot zout ijs ook betrekking hebben op groot zoet ijs. Groot ijs is niet altijd zout, het kan ook zoet zijn, bijvoorbeeld op de meren Vänern, Vättern, Mälaren en Siljan. Ook middelgrote meren kunnen karakteristieken hebben van groot ijs, vooral op grote open stukken water zonder eilanden.

1. De structuur van zout ijs is anders

Zoet ijs

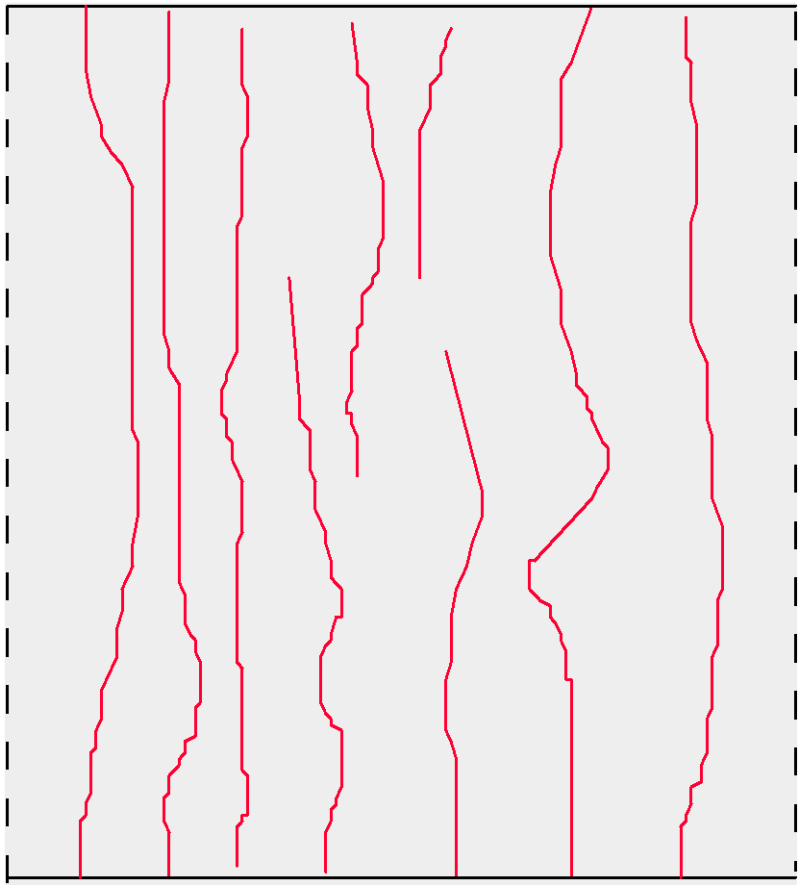
Zoet ijs begint te groeien aan de oppervlakte. IJs groeit in afzonderlijke kristallen, als een soort raamwerk of legpuzzel. Als het oppervlak met ijs gesloten is, groeien ijskristallen vervolgens naar beneden. Ieder kristal wordt als het ware een kolom. De kristalgrenzen zitten strak tegen elkaar aan. Bij dooi smelten de grenzen tussen de kristallen het eerst en wordt de structuur van de kristallen zichtbaar.

Zout ijs



IJskristallen zelf kunnen geen zout bevatten. Tijdens bevriezing wordt het zout naar de zijkant van de kristallen geduwd. Tussen de kristallen ontstaan “zoutkanaaltjes” en “zoutwater-pockets”, waarin water met hoog zoutgehalte aanwezig is. Het verschil met zoet ijs is dat het zout is “opgehoopt” tussen de kristallen.

Zout ijs



Dwarsdoorsnede, zijaanzicht

Diameter van zoutkanaaltjes: 0.1 mm

Een speciale eigenschap van zout ijs: de onderkant van het ijs is niet vlak maar bestaat uit vrijliggende lamellen.

Zoet ijs is doorgaans glad aan de onderkant; zout ijs is ribbelig.

Hoe ontstaan lamellen?

Alleen het pure water bevriest

Zouten en andere verontreinigingen

blijven over en komen buiten de ijskristallen

Het water direct buiten het ijs krijgt

daardoor een hoger zoutgehalte

Zouter water bevriest bij een lagere

temperatuur → minder ijsaangroei

De laag met verhoogd zoutgehalte is dun

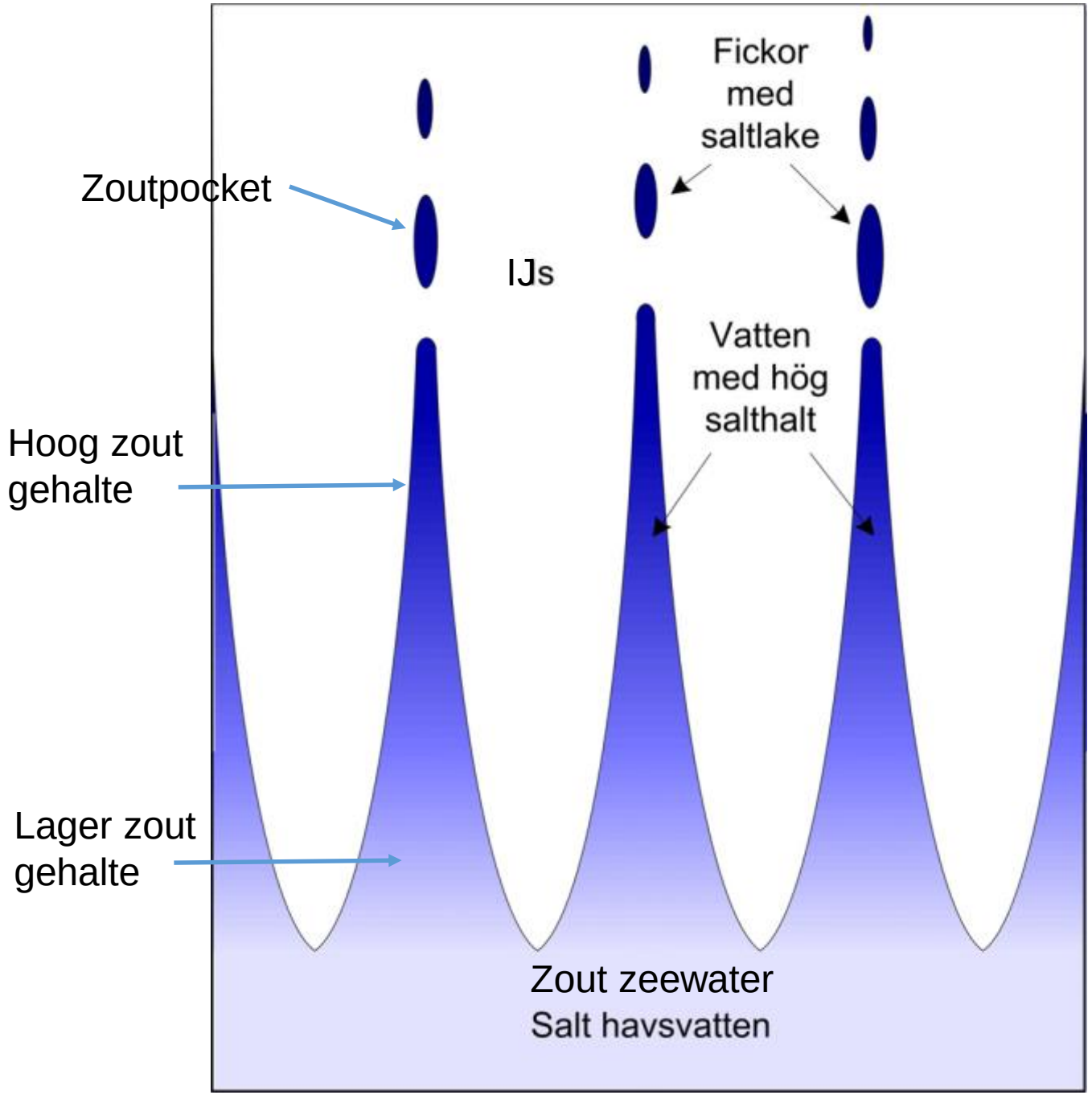
Elke lamel komt in

minder zout water en groeit daarom

sneller dan de rest

Hierdoor ontstaat er een regelmatig

patroon van lamellen aan de onderkant



Zoutpockets

Als de lamellen uiteindelijk samenvriezen, wordt een deel van het zoutste water ingesloten → er ontstaat een zout-water-pocket

Hoe sneller het ijs bevriest (meer warmte-afgifte in minder tijd), hoe meer pockets er worden ingesloten

Het zoutgehalte in de pockets is hoog, hoger dan het oorspronkelijke zoutgehalte van het water

De lamellenstructuur wordt gevormd met nieuw zwart ijs (kärnis) indien het zoutgehalte groter is dan 0.6 promille (de hele Zweedse westkust en de complete Oostzee, behalve bij rivieruitmondingen, daar stroomt zoet water in de zee)

Bij minder dan 0.6 promille zoutgehalte vormt zoutvrij ijs met een vlakke onderkant – zoet ijs

Zout ijs

heeft altijd zowel vast ijs als zoutwater-pockets die in grootte variëren

het zoutgehalte van pockets en kanaaltjes varieert in de tijd, vanwege veranderende temperatuur van het ijs

daardoor heeft zout ijs geen vaste temperatuur waarbij het bevriest of smelt

als water uit zoutpockets bevriest wordt zout naar beneden gedrukt (afzouten)

als ijs rond zoutpockets smelt komt het zout omhoog (opzouten)

Opzouten

Zweeds: uppsaltning

Opzouten kan gebeuren als het ijs bevroren is tijdens strenge vorst en het kort daarna warmer wordt of gaat sneeuwen

Het ijs wordt zacht doordat de zout-water-pockets uitzetten als de temperatuur stijgt. Daardoor wordt de druk hoger in de pockets en uiteindelijk zal het zout in de pockets dichtbij het oppervlak er naar boven uitgedrukt worden.

Vooral als het ijs bevroren is tijdens strenge vorst want dan is het zoutgehalte aan de bovenkant hoger (het ijs bevat meer zout-water-pockets).

Opzouten is vervelend voor de schaatser:

- het ijs wordt zacht en zwaar te schaatsen
- het kan binnen een paar uur gebeuren, dus ook tijdens je dagtocht

Opzouten

Als het zout bij warmer weer omhoog komt, dan kan het zout de bovenste laag ijs bereiken. Het ijs wordt zacht en lastig te beschaatsen. Vaak zie je het ijs ”grijs van het zout” worden.

2. Zout ijs heeft andere eigenschappen

Krimpen en uitzetten

Zoet water maakt een volumesprong van circa 10% als het bevriest bij 0°C. Daarna, bij een dalende temperatuur, krimpt zoet ijs.

Zout water bevriest bij een lagere temperatuur dan 0°C. Omdat delen van zoutpockets blijven bevriezen (met bijbehorende 10% volumesprong) zet het ijs als geheel uit vanaf het vriespunt tot circa -10°C. Bij een dalende ijstemperatuur onder -10°C is het grootste deel van de zoutpockets bevroren en krimpt zout ijs zoals zoet ijs.

Dichtheid

De dichtheid van zoet ijs neemt continue toe bij dalende temperatuur.

De dichtheid van zout ijs echter daalt bij een dalende temperatuur vanaf het vriespunt tot circa -10°C, afhankelijk van het zoutgehalte.

Bij lagere temperaturen dan circa -10°C neemt de dichtheid toe met dalende temperatuur, net zoals zoet ijs.

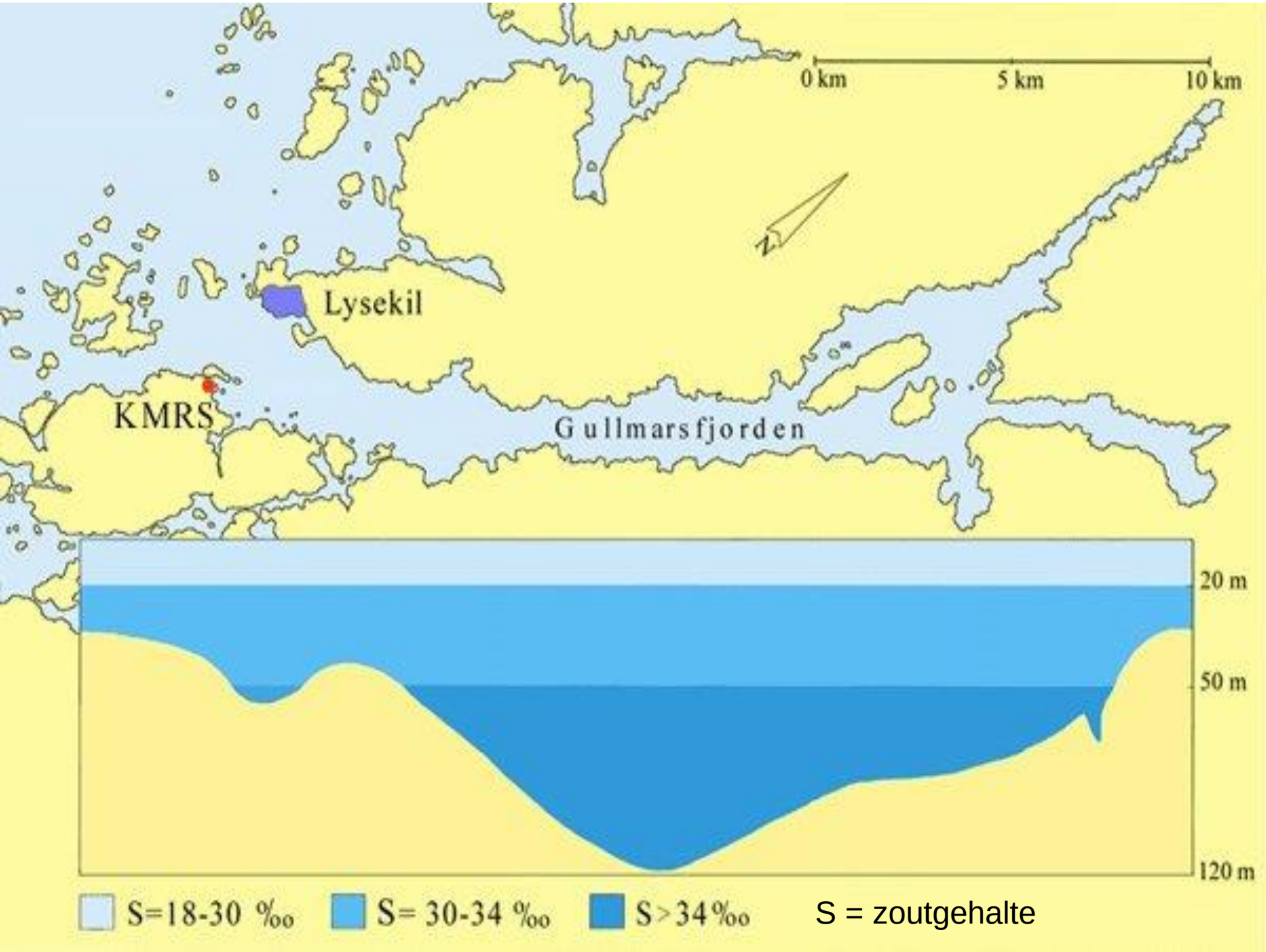
Gelaagdheid door verschillende zoutgehaltes (zoutspronglaag)

In een baai of op zee kunnen twee lagen water met verschillende dichtheid als gevolg van verschillende hoeveelheid zout op elkaar liggen; boven een minder zoute en lichtere laag; onder een zoutere en zwaardere laag. De grens ligt op tamelijk constante diepte maar varieert met plaats en beweging in het water.

De gelaagdheid en omkering bij afkoeling zijn daardoor gecompliceerder bij zout water dan bij zoet water: er kunnen meerdere lagen ontstaan door verschil in dichtheid.

Gelaagdheid door zoet en zout water

Hoe zouter het water, hoe lager de temperatuur van maximale dichtheid. Daardoor kan zout water van lagere temperatuur zwaarder zijn dan zoet water van hogere temperatuur.



Gullmarsfjorden

is een diepe ”drempelfjord” aan de westkust van Zweden. Zoet water stroomt over het zoute water naar de zee. Daardoor varieert het zoutgehalte, in drie lagen, naar beneden.

Omdat alleen de bovenste laag hoeft af te koelen voor omkering, vriest Gullmarsfjorden eerder dicht dan je aan de hand van de diepte zou verwachten.

Maar als door wind/stroming/getijden het warme zoute water naar boven komt, kan het ook heel snel weer gedaan zijn met het ijs.

Rondom Zweden

Bij Öresund tussen Denemarken en Zweden is de overgang van zout zeewater naar minder zout brak water.

Het Skagerrak heeft zoutgehalte als wereldzeeën, circa 35 ‰, en bevriest bij -1.9°C. In het Skagerrak ligt de zoutspronglaag vaak minder dan 10 m diep; daardoor komt “isläggning” (ijsvorming) sneller maar de gelaagdheid wordt snel verstoord door stroming met andere temperatuur en zoutgehalte → ijs kan snel verdwijnen.

De Oostzee heeft een zoutgehalte van minder dan 10 ‰. In Stockholms skärgård (scherenkust) ligt de zoutspronglaag tot 60 m diep, daardoor isläggning laat in het seizoen, maar dan wel stabiel. Het zoutgehalte is circa 6 ‰, zwaarst bij +2°C, bevriest bij -1/2°C. Het zoutgehalte in Bottenviken (de Oostzee naar het noorden) is circa 3 ‰.

In de binnen-scherenkust (innerskärgården) tussen de vele eilanden en dichtbij de uitmonding van rivieren is het zoutgehalte meestal lager en lijkt het ijs meer op zoet ijs.

SMHI Vädret Klimatdata Produkter & tjänster Kunskapsbanken Forskning

Vädret i Sverige
- Varningar
- Väderöversikt Sverige (meteorologens kommentar)
- Vädret i Sverige
- Landväder
- UV-index idag
- Årstidskarta
- Observationer
- Max/minvärden
- Vattenföring

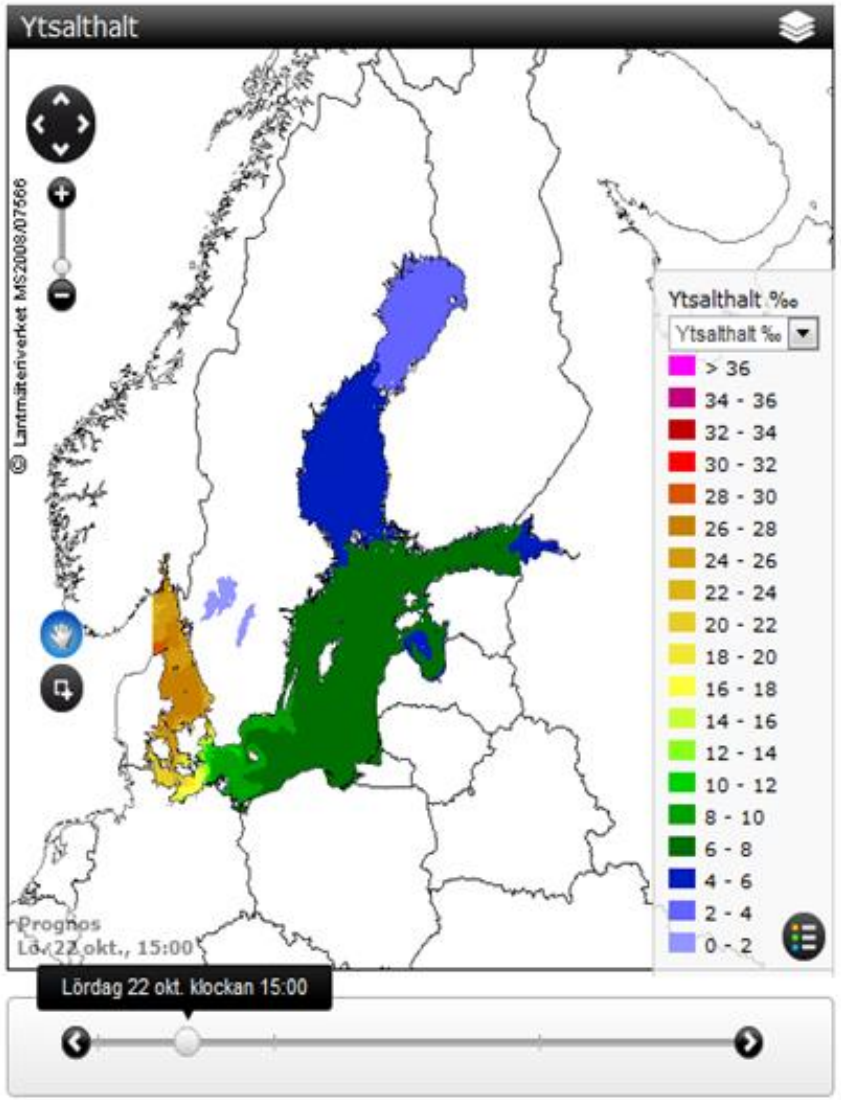
Hav och kust
- Kustväder
- Sjöväderprognos
- Havsobservationer
- Kustobservationer
- Algsituationen
- Is till havs

Fjäll
- Fjällprognos
- Fjällobservationer

Vädret i världen
- Världsväder
- Ortsväder

Nederbörd och molnighet
- Radar/Blixt, Sverige
- Radar, Norden
- Satellit, Norden
- Satellit, Europa
- Satellit, Jorden

Havsprognos, 48-timmar - BETA

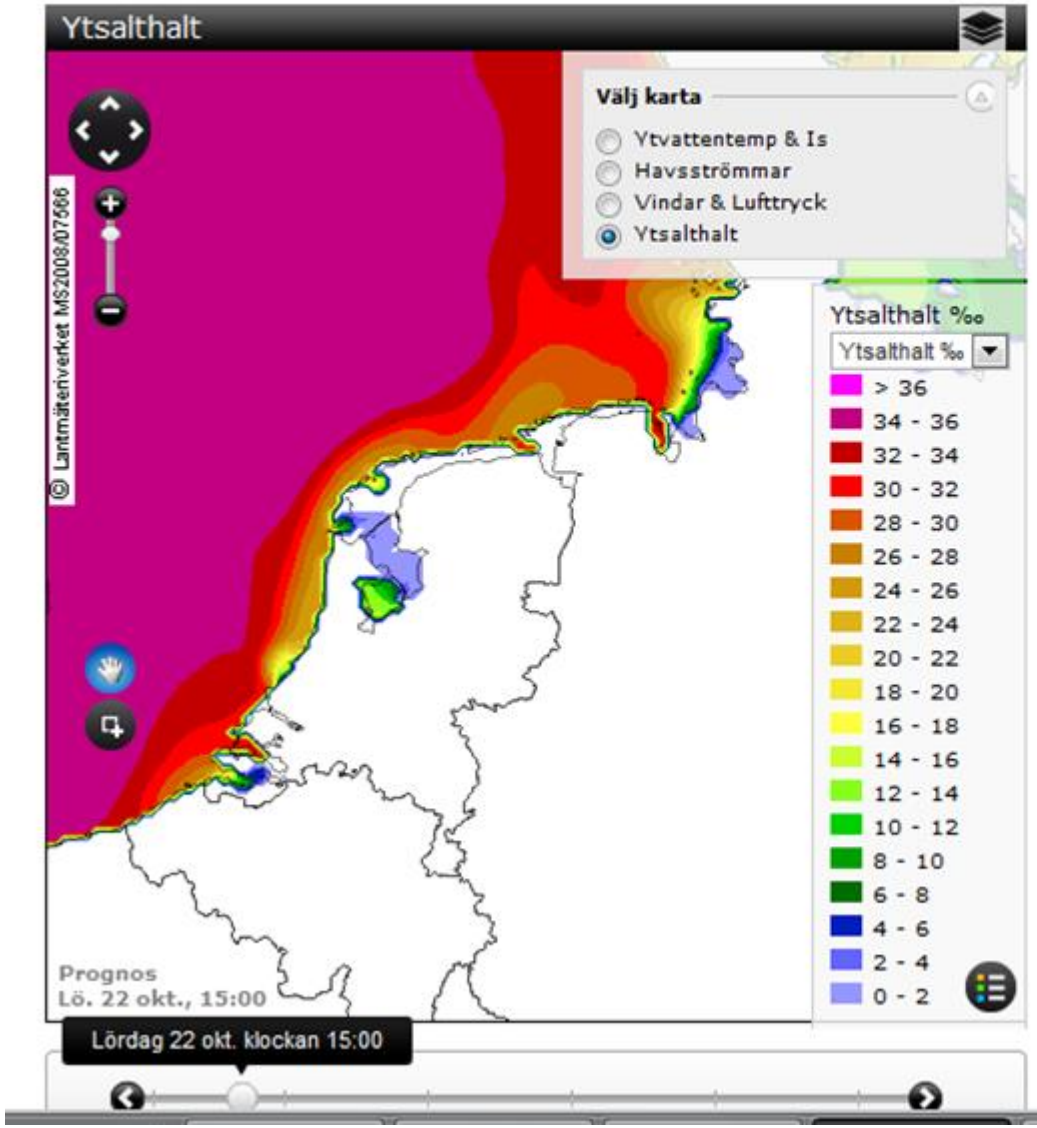


PROGNOSER FÖR HAVET

Nya tjänster för havsprognoser i testversion

Op SMHI kun je de verwachting voor het zoutgehalte vinden.

Havsprognoser, 5-dygn - BETA



PROGNOSER FÖR HAVET

Nya tjänster för havsprognoser i testversion

Ook voor Nederland.

3. Zout ijs heeft minder draagbaarheid

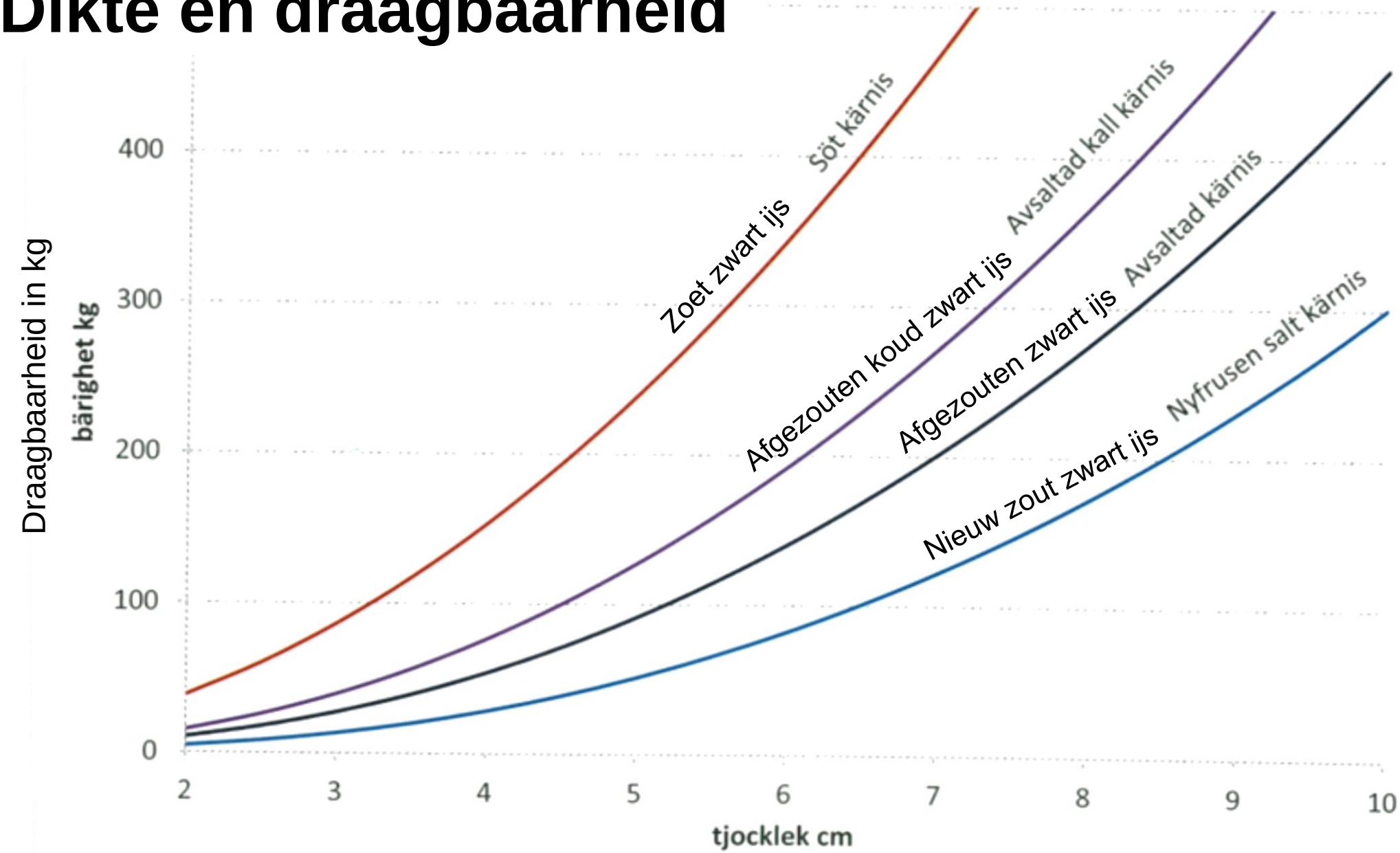
De structuurverschillen zorgen voor verschillen in draagbaarheid

Zout ijs heeft altijd zoutkanaaltjes en zoutpockets met een miniscuul beetje water tussen de kristallen. De kristallen zitten minder stevig tegen elkaar aan. Het is als het ware een ”legpuzzel” met ruimte tussen de stukjes. Hierdoor is de sterkte van zout ijs minder dan zoet ijs.

Er is meer dikte nodig van zout ijs dan van zoet ijs om dezelfde last te dragen.

Door het lagere vriespunt van zout ijs, moet meer warmte worden afgegeven om ijs te vormen dan bij zoet ijs. Dat betekent dat onder dezelfde weersomstandigheden zoet ijs harder groeit dan zout ijs.

Dikte en draagbaarheid



Koud ijs = ijs is niet bezig met het smeltproces: de temperatuur van het ijs ligt onder het vriespunt van de betreffende soort ijs

Zout ijs en warmte-opname

Een speciale waarschuwing voor dooiweer is bij zout ijs op zijn plaats. Als de temperatuur of de instraling stijgt, zal het ijs rondom de zout-water-pockets smelten en daardoor worden de zoutwater-pockets groter → het ijs krijgt een steeds groter deel water → het ijs wordt zachter en minder sterk.

Bij zoet ijs gaat dat anders: de grenzen tussen de kristallen smelten weliswaar als eerste, maar de kristallen blijven goed tegen elkaar aanzitten. De legpuzzel van zoet ijs is als het ware sterker, zelfs al zijn de grenzen tussen de puzzelstokjes loszittend.

De speciale situaties die veroorzaakt worden door warmte-opname, zowel voor zoet als zout ijs, worden in een ander ijsvosseizoen behandeld: voorjaarsijs. Over het algemeen: wees beducht voor zout ijs bij dooiweer!

Buigzaamheid

Soms is de buigzaamheid van zout ijs juist de ”redding” voor een schaatser.

Zoet ijs is weliswaar sterker, maar dat heeft ook nadelen:

- het kan minder buigen
- kan bij overbelasting plotseling breken

Zout ijs is minder sterk maar buigzamer, waardoor de schaatser in een soort ”kuil”, een soort ”hangmat” door kan schaatsen terwijl zoet ijs gebroken zou zijn.

Een hangmat is een sterke waarschuwing. Als de marge op een bepaalde plek nog iets afneemt, kun je erdoor gaan.

4. Zout ijs is gevoelig voor zeespiegelwijzigingen

De zeespiegel

De hoogte van de zeespiegel verandert met:

- het getij
- de luchtdruk
- de wind

Zeewater wordt in- en uitgepompt. Dit extra water zal:

- een andere temperatuur hebben
- mogelijk ook een ander zoutgehalte hebben
- verhoogde stroming veroorzaken
- extra menging veroorzaken
- mogelijk wegvreten van het ijs aan de onderkant bij plaatsen met stroming
- ijs komt los te liggen van het land (Zweeds: landlöshet)

Het getij

De hoogte van de zeespiegel verandert met het getij. De hoogteverschillen door het getij worden veroorzaakt door de stand van maan en zon. Lokale belemmeringen, zoals eilanden, baaien en ondiepten, beïnvloeden de sterkte van het getij.

De getijde-hoogtes variëren aan de westkust van Zweden tot circa 40 cm. Aan de oostkust is het getij doorgaans minder dan 10 cm.

Het getij heeft een vrij hoge frequentie. Tweemaal per etmaal pompt het getij extra zeewater in en uit. Dit extra water kan een groot effect op het ijs hebben, ook tijdens je dagtocht. Het wegvreten van ijs aan de onderkant (“underfrätning”) tussen eilanden en bij ondiepten is het meest voorkomende fenomeen. Hou met je dagtocht op zee er rekening mee dat je vaker stukken over land moet lopen dan bij een tocht op zoet ijs.

De luchtdruk

De hoogte van de zeespiegel varieert van dag tot dag en week tot week, afhankelijk van de wisselende weersomstandigheden. De luchtdruk heeft een directe invloed op de waterstanden.

Hoe hoger de luchtdruk, hoe lager de waterstand. Vuistregel: een drukverhoging van 1 hPa (= 1 mbar) verlaagt de waterstand met 1 cm in een groot gebied.

Als de beweging van het water verder niet wordt beïnvloed, zal hoge luchtdruk over een zeegebied dus overeenkomen met een lage waterstand - en lage luchtdruk met een hoge waterstand.

Het gemiddelde waterpeil in een jaar is 0 cm en de gemiddelde luchtdruk 1013 hPa. De luchtdruk in een normaal jaar varieert tussen de 950 hPa en 1050 hPa. Het waterpeil als gevolg daarvan varieert dus tussen +63 cm en -37 cm. Dat is meer dan het getij!

Gelukkig is het tempo van luchtdrukverschillen niet zo groot. Maar als dat wel het geval is, met name bij een snel naderende depressie, kunnen de gevolgen voor het ijs groot zijn. Het loskomen van het ijs van het land (landlöshet) door een stijgend waterpeil kan risicovol zijn, omdat het lastig is aan land te komen. De strook water kan wel 10 tot 50 meter breed worden.

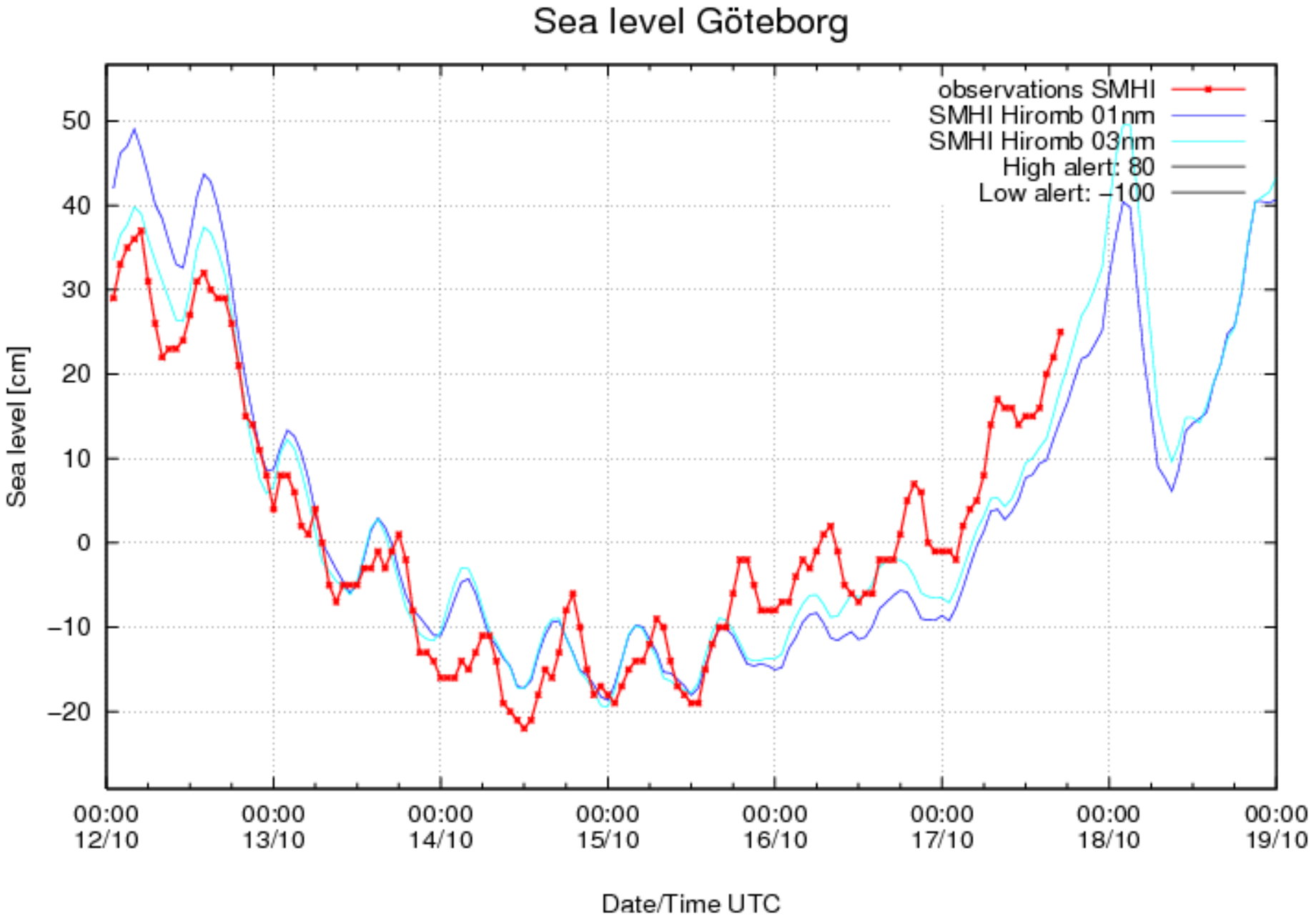
De zeespiegel en de wind

De wind kan water opdrijven in de windrichting. Dat kan over grote afstanden gebeuren. Natuurlijke barrières zoals smalle doorgangen houden water (tijdelijk) tegen.

Historie is van belang: als het water al opgestuwd was, heeft meer wind uit dezelfde richting minder effect, dan wanneer water eerst weggeblazen was in een andere richting.

Wateropstuwing door wind is moeilijk te voorspellen, maar wordt door SMHI wel meeberekend in de waterstandprognose.

Tijdens het schaatsen merk je minder vaak zeespiegelwijzigingen door wind, dan door getijden en luchtdruk. Maar als een verandering van windrichting samenvalt met getij en/of luchtdruk, kan de zeespiegelwijziging ongekend hoog zijn! De effecten van zowel getij (“underfrätning”) als luchtdruk (“landlöshet”) kunnen dan extra sterk zijn.



Zeespiegel

De rode lijn zijn de observaties.

Tweemaal per dag zie je de fluctuaties door getijden.

Maar over een week genomen zijn de daling en stijging door luchtdrukverschillen veel groter.

Vädret i Sverige
Varningar
Väderöversikt Sverige (meteorologens kommentar)
Vädret i Sverige
Landväder
UV-index idag
Årstidskarta
Observationer
Max/minvärden
Vattenföring

Hav och kust
Kustväder
Sjöväderprognos
Havsobservationer
Kustobservationer
Algsituationen
Is till havs

Fjäll
Fjällprognos
Fjällobservationer

Vädret i världen
Världsväder
Ortsväder

Nederbörd och molnighet
Radar/Blixt, Sverige
Radar, Norden
Satellit, Norden

Havsvattenstånd

2011-10-22

Klicka på en station för tidsdiagram

Mätplats:

Lokal svensk tid	Havsvattenstånd cm
10:00	-
11:00	-
12:00	-
13:00	-

- Observation saknas

Senaste 24 timmarnas havsvattenstånd

Animering havsvattenstånd

Havsvattenstånd prognos

Havsobservationer
Havsvattenstånd
Havstemperatur
Havsvågor
Havsströmmar
Havsprofiler

De waterstanden vind je op SMHI

Hav = zee

SMHI Vädret Klimatdata Produkter & tjänster Kunskapsbanken Forskning

Vädret i Sverige
- Varningar
- Väderöversikt Sverige (meteorologens kommentar)
- Vädret i Sverige
- Landväder
- UV-index idag
- Årstidskarta
- Observationer
- Max/minvärden
- Vattenföring

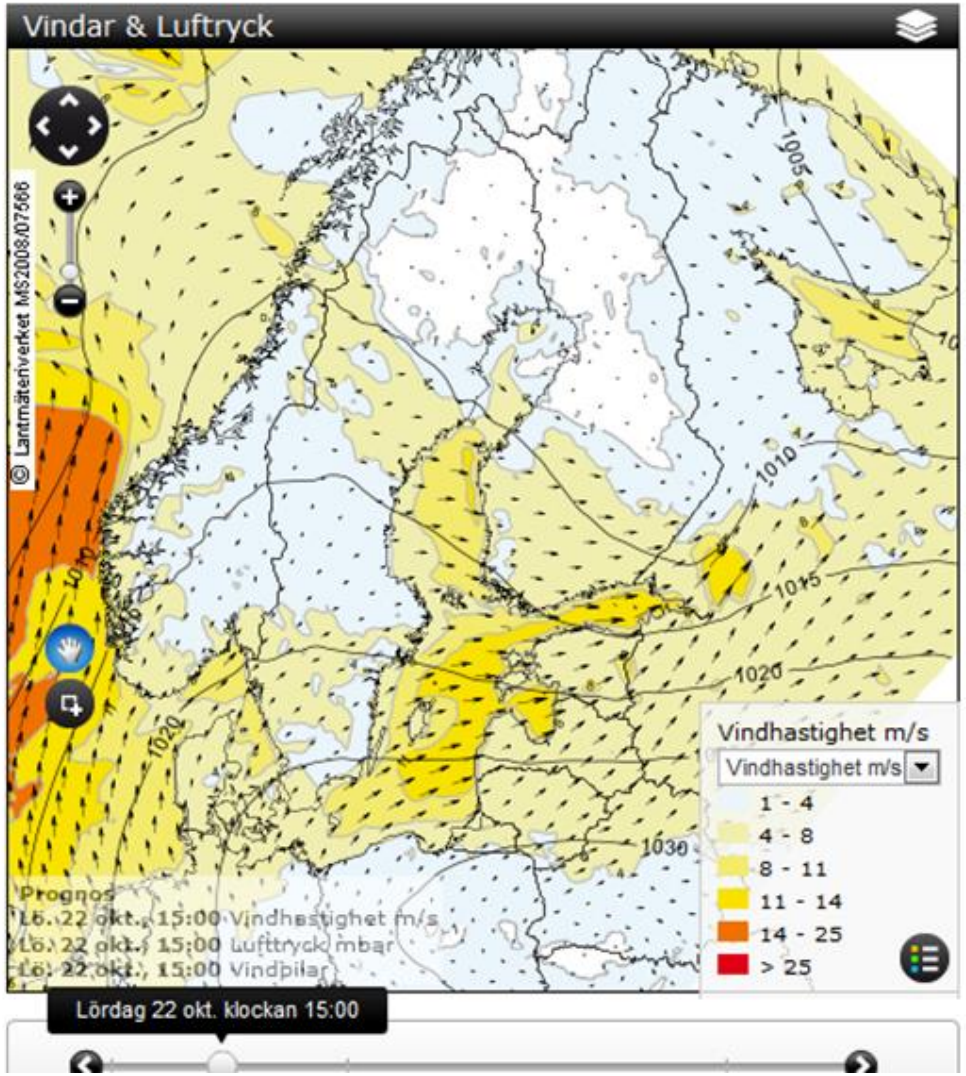
Hav och kust
- Kustväder
- Sjöväderprognos
- Havsobservationer
- Kustobservationer
- Algsituationen
- Is till havs

Fjäll
- Fjällprognos
- Fjällobservationer

Vädret i världen
- Världsväder
- Ortsväder

Nederbörd och molnighet
- Radar/Blixt, Sverige
- Radar, Norden
- Satellit, Norden
- Satellit, Europa

Havsprognos, 48-timmar - BETA



PROGNOSER FÖR HAVET
Nya tjänster för havsprognoser i testversion

Prognose voor windsterkte en windrichting vind je op SMHI

Vindhastighet = windsnelheid

Inzoomen op underfrätning

Bijzonder kwetsbaar voor zeespiegelwijzigingen zijn ondiepe gebieden omgeven door groot diep water. Voorbeelden zijn Södra Kvarken (net boven Stockholm) en rondom Åland (tussen Zweden en Finland). Ook alle scherenkusten ondergaan merkbare veranderingen in het ijs.

Bij zeespiegelwijzigingen in de Oostzee en Botnische Golf worden enorme hoeveelheden water door deze eilandengroepen gepompt. Grote hoeveelheden warm diep water kunnen daardoor naar boven gebracht worden en het ijs eroderen. In alle scherenkusten, ook aan de westkust, kan dit gebeuren.

In stroomgevoelige archipels is het ijs vaak zwak of open bij een vernauwing en/of waar het ondiep is nabij eilanden en land. Door de vernauwingen krijgt het stromende water een hogere snelheid en gaat het wegvreten van ijs aan de onderkant sneller.

Verder van land kan het ijs stabieler zijn, maar onevenheden op de bodem kunnen lokaal underfrätning veroorzaken.

Een råk kan wervelingen onder het ijs veroorzaken die lokaal underfrätning doet toenemen. Soms kan een hele baai last hebben van underfrätning.

Underfrätning kan zeer snel gaan; ijs dat ‘s morgens stabiel was, kan ‘s middags verraderlijk zijn door underfrätning.

Underfrätning

Door erosie aan de onderkant kunnen opeens gaten in het ijs vallen.

Nog verraderlijker zijn de plekken die weggevreten ijs hebben maar (nog) niet zichtbaar zijn door het grijze zoute ijs.

Een vernauwing op zee? IJs checken!

5. Zout ijs is veel meer in beweging

Het bewegen van het ijs

Door meerdere verschillend redenen kan zout ijs gaan bewegen terwijl je erop schaatst:

- scheuren en breken door deining van golfslag
- scheuren en breken door deining van bootverkeer
- op en neer gaand ijs door golfslag van wind
- scheuren en breken door temperatuurswisselingen

Golven op zee kunnen van veraf komen, tot wel honderden kilometers. Ook als het in je schaatsgebied windstil is, kunnen plotseling golven “binnenlopen”.

Scheuren ten gevolge van deining (Zweeds: Svingsprickor)

Fotograaf:Jan Ehrsson (copyright)

Schotsvorming als gevolg van passerende boten.

Het ijs werd opgebroken in schotsen tot driehonderd meter opzij van de vaargeul.

De schotsen zijn later weer vastgevroren.

Fotograaf: Bengt Stridh (copyright)

Vädret i Sverige
- Varningar
- Väderöversikt Sverige (meteorologens kommentar)
- Vädret i Sverige
- Landväder
- UV-index idag
- Årstidskarta
- Observationer
- Max/minvärden
- Vattenföring

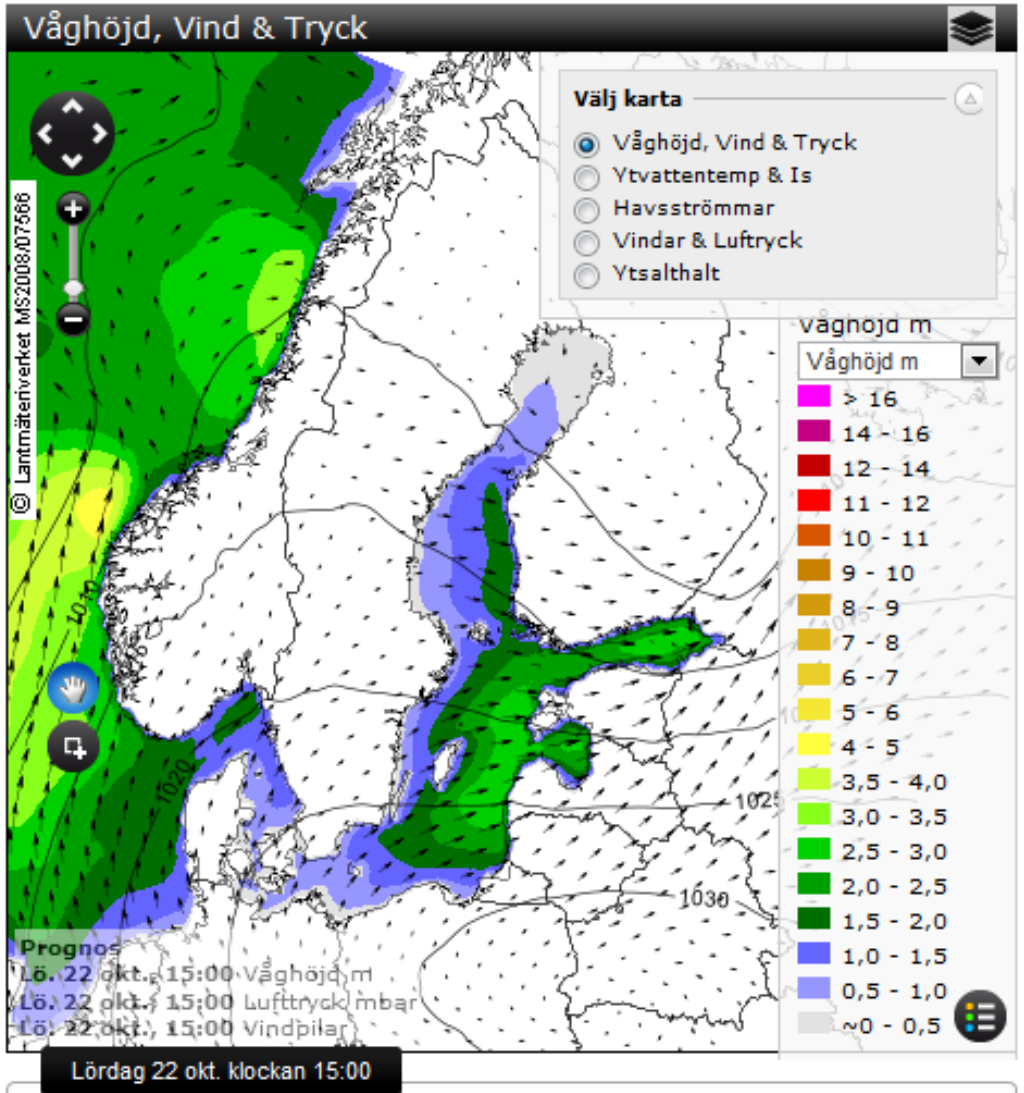
Hav och kust
- Kustväder
- Sjöväderprognos
- Havsobservationer
- Kustobservationer
- Algsituationen
- Is till havs

Fjäll
- Fjällprognos
- Fjällobservationer

Vädret i världen
- Världsväder
- Ortsväder

Nederbörd och molnighet
- Radar/Blixt, Sverige
- Radar, Norden
- Satellit, Norden

Havsprognos, 48-timmar - BETA



PROGNOSER FÖR HAVET

Nya tjänster för havsprognoser i testversion

Golfhoogte-verwachting is te vinden op SMHI

6. Zout ijs heeft altijd open water in de buurt

en

7. Zout ijs groeit altijd in generaties dicht

worden behandeld in de presentatie “groot ijs”. Zout ijs is per definitie groot ijs, omdat het altijd met de zee in verbinding staat. Zelfs een beschutte baai ondervindt invloed van de verbnding met zee.

Referenties

SMHI

Weather Underground

Wikipedia

Isboken. Konsumentverkets förlag, december 1983.

Skridskonät – isord SSSK

Om saltisens egenheter, Johan Porsby 2004-2005

Situationsanpassad isbedömning, Johan Porsby 2007-10-26

Stora boken om långfärdsskridsko, Mårten Ajne & Henrik Trygg, 2013

Ondanks alle gevaren is schaatsen op zee wel degelijk veilig mogelijk. Met respect voor het ijs en terughoudendhoud voor de zee is vaak een mooie en veilige route te kiezen, tussen honderden eilandjes in een archipel.

Het is een unieke ervaring, soms met het gezelschap van een zeehondje op het ijs of een zeearend in de lucht als beloning.

Veel plezier als gids of ijsvos en succes!