

## Järn- och mangannodulsamlingen på NRM

Nodulsamlingen utgör ett unikt sedimentmaterial som insamlades från Bottenviken, Bottenhavet och Östersjön under perioden 1976 till 1985. Samlingen tillkom i samband med ett vetenskapligt forskningsprogram som leddes av professor Kurt Boström med inriktning på geokemiska undersökningar av havsbottensediment i Bottniska viken. Inom ramen för detta program utfördes en studie av nodulerna som ett doktorandsprojekt av Johan Ingri vid dåvarande Tekniska Högskolan i Luleå. Studien finansierades med medel från Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU) och Naturvetenskapliga Forskningsrådet (NFR). Sedimentmaterialet från havsbotten insamlades under flera kryssningar med forskningsfartyget R/V Strombus dels med hjälp av en dragg, dvs. en skopa som släpar i en stålvaajer efter båten, och dels med en bottensedimenthämtare, en sk. ”box-corer”, vilket är en rektangulär provbehållare som pressas ned i botten och som håller kvar ett relativt ostört prov. Ett antal ytterligare nodulprov insamlade 1976 från Bottenviken tillfördes samlingen genom ett bidrag från Göran Lithner på Naturvårdsverket. Dessutom ingår sedimentmaterial från Barents hav från en insamling av Johan Ingri under Ymer expeditionen 1980.

Efter 1985 överfördes samlingen till Stockholm Universitets geologiska institution, där den var kvar till 1997 då institutionen flyttade ut från de gamla lokalerna på Kungstengsgatan till universitetsområdet i Frescati. Vid denna flytt deponerades nodulsamlingen till Naturhistoriska Riksmuseet för förvar på Laboratoriet för isotopgeologi (LIG). De pappkartonger samlingen förvarades i var i dåligt skick och behövde ersättas. Vid en genomgång 2007 gjordes därför en omflyttning till för lagringssyfte bättre lämpade och mer skyddande lådor av trä med tydligare uppmärkning. Vid genomgången kontrollerades även tillståndet för samlingens provförpackningar (rör, flaskor, burkar och påsar av plast). Samtidigt upprättades en databas där provtagningsstationerna fördes in med uppgifter hämtade från handskrivna dokument från tiden för insamlingen. Den digitala databasen innehåller sammanfattande information för prov från 497 provtagningsstationer. Varje prov kan vara uppdelat i flera förpackningar och innehålla sorterat eller osorterat bottensediment. Bottenproven består av noder, finkornigt sediment (lera till finsand), grus, stenar och morän.

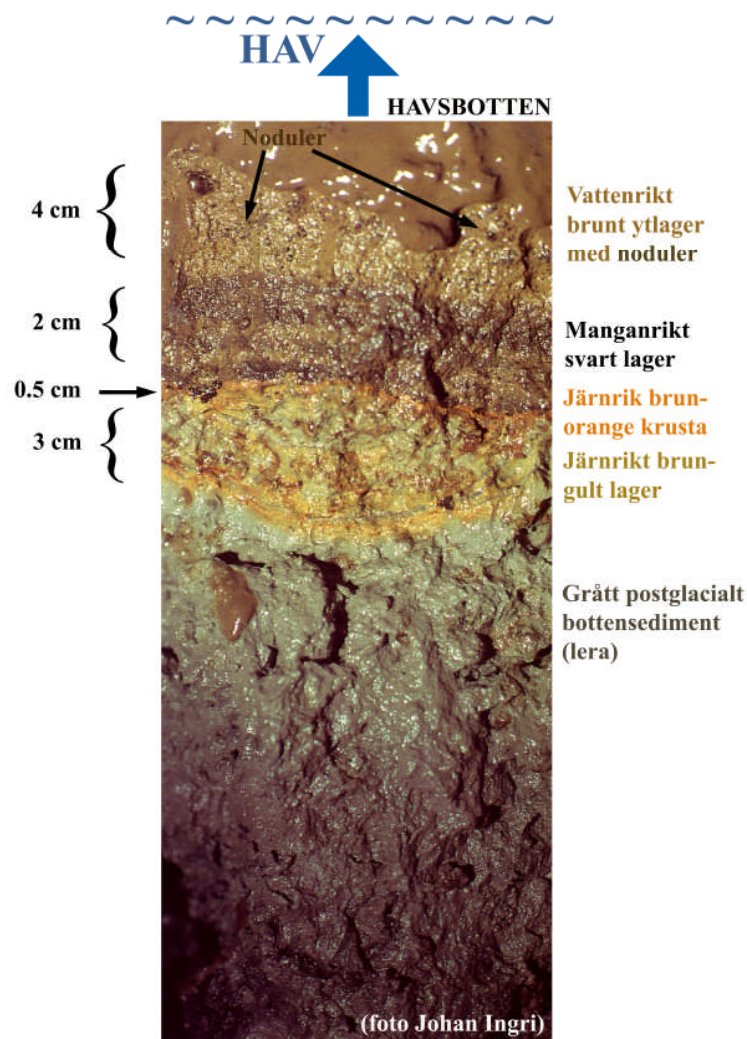
## Bildning av järn och mangannoduler

Följande sammanfattning om bildandet av de noduler som ingår i samlingen baseras till stor del från de resultat och tolkningar som Johan Ingri presenterade i sin doktorsavhandling 1985: ”Geochemistry of ferromanganese concretions and associated sediments in the Gulf of Bothnia” - Doctoral Thesis, Luleå University of Technology 1985:40 D

Järn och mangannoduler är sfäriska, flata eller oregelbundna konkretioner som bildats genom utfällning på havsbotten i gränsskiktet mellan bottensediment och havsvatten. Konkretionerna uppträder företrädesvis i bottenområden med låg sedimentationshastighet och ansamlas vanligen lokalt på havsbottenarnas topografiska höjder (kullar och åsar). Noduler förekommer i alla världshav och i många innanhav, däribland Östersjön och speciellt i dess stora havsvikar. Nodulerna i samlingen, som till övervägande del kommer från Bottenhavet och Bottenviken, har bildats genom en lång serie delprocesser där huvudkällan för järn- och manganinnehållet är uppslammat vittringsmaterial och organiskt material som transporterats med älvarnas vatten från land ut till havet. Materialet har därefter förts vidare med vågor och havsströmmar, tillsammans med en stor del eroderat bottenmaterial, till djupare och lugnare områden där partiklarna kunnat avsättas som ett finkornigt vanligtvis lerigt sediment. En bakteriell nedbrytning av de organiska produkterna skapade en reducerande syrefattig miljö i bottensedimentet. Under de reducerande förhållanden som uppstod löstes järn och mangan ut ur bottensedimenten och frisattes i porvattnet som omgav sedimentpartiklarna. Metallerna migrerade uppåt i porvattnet till en mer syrerik oxiderande miljö i sedimentens ytlager där järn- och manganoxidhydroxider avsattes både som lager i sedimentet och som konkretioner. Om förhållandet vid övergången mellan sediment och bottenvatten istället varit syrefattigt skulle järn och mangan fortsätta vara i lösning till dessa rört sig till en mer syrerik nivå där de sedan kunde fällas ut som små partiklar och antingen falla ner igen och lösas upp eller ledas bort med strömmar till en högre terräng. Läget för gränsen mellan den reducerande och den oxiderande zonen, redoxövergången, är avgörande för var utfällningarna kan bildas och bli bevarade.

I den oxiderande zonen i sedimenten, från redoxövergången och upp mot sedimentens ytskikt, uppstår en skarp oxidationsgradient. Eftersom järn faller ut före mangan under något mindre syrerika förhållanden uppvisar de olika oxidhydroxiderna ofta en inbördes lagerföljd. I figur 1 visas som exempel en sedimentprofil tagen i översta skiktet i havsbotten. Över den undre reducerade zonen bildas ett järnrikt gul- till brunfärgat lager som avslutas

med en järnrik brun skorpa. Direkt ovanför denna bildar mangan, som kräver en något mer oxiderad nivå för att falla ut, ett svart lager. Slutligen följer det nodulförande vattenrika sedimenttytskiktet.



**Fig 1.** Sedimentprofil från havsbotten i Bottenviken.

Nodulerna förekommer nästan alltid nära ytan eller i toppskiktet av bottensedimenten (Fig. 1) och det är mycket ovanligt att hitta dem begravda längre ned i sedimenten. Nodulerna kan också uppvisa en tillväxtzonering med alternerande järnrika eller manganrika band. Dessa uppkommer som ett resultat av tillfälliga svängningar i oxidationsgraden och är troligtvis förknippade med årstidsvariationen av inflödet från älvarna, med avsättning av sediment och nedbrytning av organiskt material. Oxidationsgraden påverkas av läget för redoxövergången så att den antingen ökar eller minskar i sedimenttytskiktet. Vid de mest syrerika förhållandena under sommarhalvåret dominerar manganrika mörkbruna till svarta (mera spröda) utfällningar medan den något lägre syrehalten under vintern generellt producerar mer järnrika ljusbruna

(hårdare) utfällningar. Variationen i oxidationsgrad kan även vara förklaringen till de situationer där antingen bara svarta eller ljusbruna noduler förekommer (Fig. 2).



**Fig 2.** Svarta Mn-rika noduler och bruna som är Fe-rika. (Provtagningsstation 1982-37)

Nodulerna har i de flesta fall en rundad form, de kan vara sfäriska eller flata. Sfäriska noduler i Bottenhavet och Bottenviken kan förekomma med olika storlekar, vanligen från omkring 0.5 mm till nära 3 cm i diameter (Fig. 3).



**Fig 3.** Noduler med olika storlek. (Provtagningsstationer 1981-57 och 1982-19)

Nodulernas storlek visar i vilken fas av tillväxten de befinner sig i vilket generellt bestäms av ett bottenområdes sedimentationsförhållande; de områden som har haft hög sedimentationshastighet eller omfattande bottenerosion (t.ex. nära en kust) saknar noduler, små noduler utgör merparten i relativt unga sedimentationsområden medan stora noduler hittas mest i lite äldre

sedimentområden som har påverkats något av bottenerosion. De äldsta koncretionerna i Bottenviken antas vara omkring 3000 år. I Bottenviken uppskattas tillväxthastigheten till mellan 0.15-0.20 mm/år vilket är mycket högre än i djuphaven där tillväxthastigheten kan vara så låg som 1 mm/miljon år. För **sfäriska noder** i det vattenrika sedimentyttskiktet har tillväxten skett gradvis från alla håll och små skillnader i tillväxthastigheten gör att de får en ojämn knölig (köttbulle liknande) yta (Fig. 4).



**Fig 4.** *Sfäriska noder med ojämn knölig yta. (Provtagningsstation 1979-24)*

Bottenströmmarna kan mycket väl ha bidragit till den sfäriska formen genom att nodulerna roterades under tillväxten. I mer sandigt sedimentmaterial eller på bottenar som eroderats får nodulerna en slätare och jämnare yta (Fig. 5).



**Fig 5.** *Sfäriska noder med jämn yta (Provtagningsstation 1981-47)*

Noduler som ligger väldigt nära eller på sedimentytan i ett område med mycket svaga bottenströmmar kan **växa ihop till en skorpa** (Fig. 6) eller få en **oregelbunden form** (Fig. 7).



**Fig 6.** *Sammanväxta noduler, bilden visar den mörka Mn-rika ovansidan. (Provtagningsstation 1976-29)*



**Fig 7.** *Oregelbundna noduler. (Provtagningsstation 1978-44)*

Den flata typen av konkretioner hittas med skiftande storlekar och företrädesvis närmare kusten jämfört med de sfäriska. En speciell flat, rund och järnrik nodulvariant som hittas i sandiga sediment brukar kallas **penningmalm** (Fig. 8).



**Fig 8.** *Flata, rundade noduler, s.k. penningmalm (Provtagningsstation 1982-60)*

Andra typer av flata konkretioner bildar ringformade **gördlar** runt stenar (Fig. 9 och 10), grus och sedimentfragment där ovensidan i regel har fått en svart manganrik **beläggning** (Fig 9).



**Fig 9.** Fe- och Mn-rik gördel runt en sten, sett från sidan. (Provtagningsstation 1982-60)



**Fig 10.** Fe- och Mn-rik gördel (underifrån) runt en sten (Provtagningsstation 1979-25)

Konkretioner förekommer också som järnrika **skorpor** av olika slag (Fig. 11 och 12) eller som tunna **oxidbeläggningar** på stenar (Fig. 13).



**Fig 11.** Skärvor av Fe-rik skorpa. (Provtagningsstation 1979-62)



**Fig 12.** Skorpa där lera impregnerats av Fe. (Provtagningsstation 1979-65).



**Fig 13.** Oxidbeläggning av Fe på ytan av en sten. (Provtagningsstation 1983-36)

Förutom järn och mangan bakas även andra grundämnen in i konkretionerna, ex. As och P i de Fe-rika delarna och Cu, Ni, Zn och Ba associerade med Mn med de högsta halterna i de sfäriska nodulerna. Noduler kan lokalt hittas i stort antal (Fig. 14) och har därför ett stort ekonomiskt intresse som metallråvara.



**Fig 14.** Rikligt med noduler som har hämtats upp från havsbotten vid en provtagningsstation (1983-13)

Nodulerna förmåga att ta upp andra grundämnen gör dem även intressanta som referensmaterial för forskning inom marint miljöarbete där föroreningsbelastningar och metallutsläpp genom mänskliga aktiviteter studeras. Eftersom nodulerna har en kontinuerlig tillväxt, om inga dramatiska förändringar i redoxförhållandet skett, kommer den kemiska sammansättningen längs en profil från centrum och utåt att uppvisa variationer beroende på vilka ämnen som fanns i omgivningen vid en viss tidpunkt. Utifrån jämförelser av kemiska analyser från nodulernas yttersta tillväxtlager med de inre lagren kan förändringar registreras i halterna av ämnen som förekommer naturligt och därmed kan förhöjda halter från eventuella utsläpp upptäckas. Genom att känna till nodulernas tillväxthastighet kan man också avgöra om föroreningarna nyligen tillförts havet och sedimenten eller om de är gamla. Dessutom kan spridningen av ett utsläpp följas genom att analysera nodulprov från flera provtagningsstationer.