

Sekundære Uranmineraller

af Runo Löfvendahl

Uran er et af de sjældne grundstoffer i Jordskorpen. Det udgør i gennemsnit kun nogle få gram per ton, men alligevel kendes næsten 200 forskellige uranmineraller. Det skyldes, at uran optræder i to forskellige oxidationstrin, både med valensen 4 og 6 (4-, og 6-værdigt).

Uran blev for første gang påvist af den tyske kemiker Klaproth, som fremstillede uran-oxid (uran-ilte) ud fra begblende (uraninit) fra Johangeorgstadt i Erzgebirge (nu Østtyskland). Uran i ren metallisk form blev først fremstillet af franskmænden Peligot i 1841.

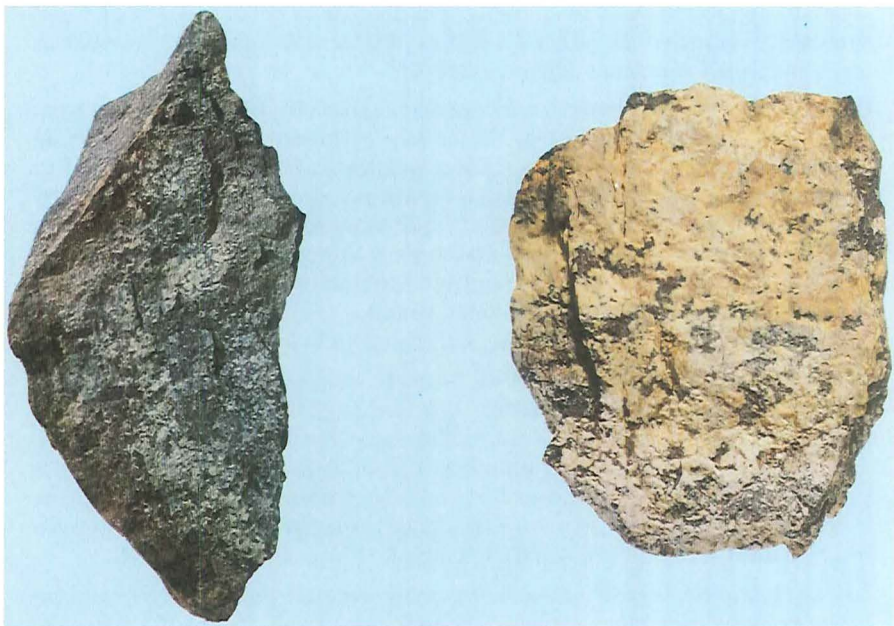
Frem til 1850 kendtes kun syv uran-mineraller, og i 1910 var der kun kommet 21 nye til, så langt hovedparten er af nyere dato. Det skyldes udviklingen af røntgen-analysen og senest mikrosonden. Det har gjort det muligt, at bestemme mineraller, som optræder i små korn sammenblandet med andre. De unddrog sig tidligere bestemmelse ved kemiske analyser og optiske undersøgelser ved mikroskopets hjælp.

6-værdigt uran opløses ret let i vand som uranyl-ionen UO_2^{++} , der kan forene sig med mange andre ioner. Derfor findes der mange, sammensat opbyggede mineraller med 6-værdigt uran. 4-værdigt uran er derimod ret tungtopløseligt, og det danner et mindre antal mineraller.

De forskellige uran-mineraller kan groft set inddeles i de primære, hvor især 4-værdigt uran indgår, og de sekundære, hvor uranet er 6-værdigt. De primære uran-mineraller er oftest sorte, som det almindeligste primære uran-mineral uraninit (begblende). De sekundære uran-mineraller, hvor overfladevandet har virket ind under dannelsen, har derimod tit klare og lysende farver. Deres grundbestanddel er uranyl-ionen UO_2^{++} , der når den fældes kemisk fra en vandig opløsning danner et gult bundfald af uranylhydroxid. Derfor er mange sekundære uran-mineraller også gule.

Men indgår der andre stærkt farvede metalioner i et sekundært uran-mineral fås andre farver. Sekundære bly-uran-mineraller er således orange-gule og kobber-uran-mineraller grønne.

Er der andet end farven at gå efter, når man er på uran-mineraljagt? Ja, transportable radioaktivitetsmålere, Geiger-Müller-tællere eller scintillometre, gør det let i felten at udpege radioaktive mineraller med uran og thorium. Men at bestemme alle de gule sekundære uran-mineraller er straks vanskeligere. Her kan en UV-lampe hjælpe, idet især uranylkarbonater lyser op i mere eller mindre karakteristiske fluorescensfarver, når de bestråles med ultraviolet lys.



Figur 1. Uraninit (begblende) med gul oxidationsskorpe af uranofan, fra Margnac, Frankrig. Foto Uno Samuelsson.

Figur 2. Cuproskudowskit (gulgrønt) og malakit (grønt) fra sandstensblok, Tossåsen, Härjedalen, Sverige. Foto Uno Samuelsson.

De sekundære uran-mineraler optræder naturligt i tilknytning til primære uran-mineraliseringer og er dannet på disses bekostning ved kemisk forvitring.

Primære uran-mineraler findes i Sverige, bl.a. ved Pleutajäkk ved Arjeplog, ved Lilljuthatten i Jämtland og i Västersvik-området. De optræder også i visse pegmatiter i Sydnorge og Sverige. I Finland brød man omkring 1960 nord for Joensuu i et kortere periode en kvartsit, hvori der foruden primære også fandtes sekundære uran-mineraler.

I Skandinavien optræder de sekundære uran-mineraler almindeligvis i overfladenære sprækker og sprækkezoner, og de kan med lidt øvelse opdages alene ved hjælp af det blotte øje. De 'nøgne' klipper langs kysten og i fjeldområderne er ofte dækket af lav og lichener (og anden 'botanik'), men finder man helt nøgne stærkt gule pletter i lavbeklædningen, er der stor chance for, at man har med et sekundært uran-mineral at gøre. Uran, som er kemisk giftigt og udsender røntgenstråling, tillader normalt ikke vækst af lav ovenpå og tæt op til mineralet.

Man kan dog sommetider se en rødlig belægning på en del af den gule plet. Det er en rød (!) grønalge, *Trentopholia iolithus*, kaldet violstensalge på svensk. Den synes at kunne tolerere det høje uranindhold.

De sekundære uran-mineraler er ikke så almindelige i Finland, Norge og Sverige som under de varme himmelstrøg. De er ikke beskrevet fra post-kambriske aflejringer i Danmark og Sydsverige. Deres relative sjældenhed i Norden skyldes dels den begrænsede nutidige kemiske forvitring, og dels at de kvartære nedslinger har fjernet og udslettet de fleste spor af en ældre forvitringsskorpe med mulige sekundære uran-mineraler. Der kendes dog i alt ca. 20 forskellige sekundære uran-mineraler her fra Norden. Forfatteren har undersøgt deres udbredelse i Sverige. De kan, efter deres kemiske sammensætning, deles i fem grupper: silikater, fosfater, uranater, sulfater og karbonater.

URANYL-SILIKATMINERALER er normalt strågule og forekommer jævnt spredt i landet. De enkelte mineraler kan som regel ikke skelnes fra hinanden med det blotte øje. De fleste svenske sekundære uran-mineraler tilhører uranyl-silikat-gruppen. Almindeligst er uranofan, kasolit, beta-uranofan og boltwoodit. De findes på sprækkeflader, som forvitringsovertræk på primære uran-mineraler eller som gule pletter på klippeoverfladen. De er især knyttede til kiselysrige bjergarter som granit og sandsten/kvartsit.

URANYL-FOSFATERNE, autunit, hydrogen-autunit, phosphuranylit og torbenit, er betydeligt mere sjældne. Torbenit er normalt grønlig, da mineralet



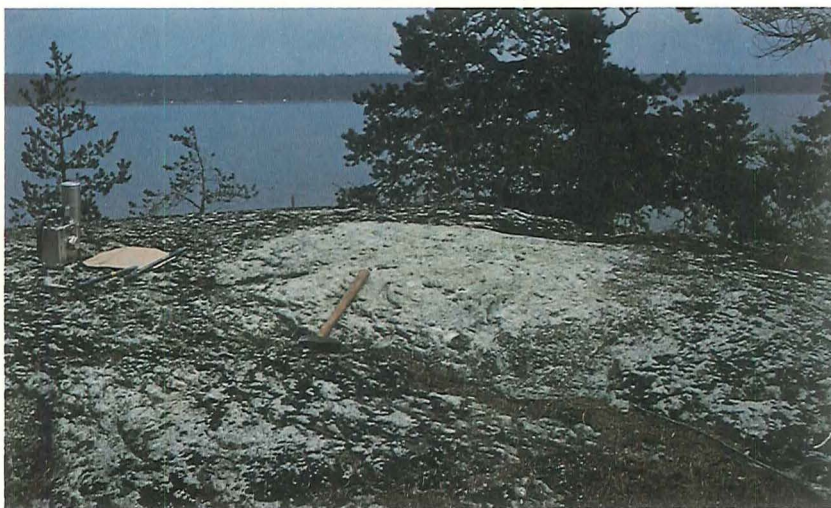
Figur 3. Wölsendorffit (orange) og beta-uranofan (gult) i biotit-pegmatit fra Lulep Manak, Lapland. Foto Runo Löfvendahl.

indeholder kobber, men de øvrige er gullige. Autunit og torbenit danner sommetider tavleformede krystaller, som kan ses med eller uden lup. Denne gruppe findes især i Sydsverige og langs de svenske kyster.

URANATERNE er oftest orange-gule, da de tit indeholder bly. De danner især overtræk på uraninit men er i øvrigt ret sjældne. Wölsendorfit, som er smukt gulrødt, er det mest almindelige uranat-mineral.

Både URANYLSULFATER og URANYLKARBONATER er sjældne i Sverige. De kan dog findes i miner, hvor udsivende uranholdigt vand er inddampet. Er vandet surt og sulfatholdigt fås sulfater, er det basisk og karbonatholdigt fås karbonatminerale. Uranylkarbonaterne viser i UV-lampens lys smukke grønne fluorescensfarver. Da Stripa jernmalmsforekomsten var i drift i 1950'erne udfældedes flere komplekse uranylkarbonater på minegangenes vægge.

Hvis man ikke har adgang til at benytte en Geiger-Müller-tæller eller et scintillometer, kan de nævnte uran-minerale dog let forveksles med andre mere almindelige forvittringsminerale. Sekundært dannede jernsulfater tilhørende jarositgruppen har næsten samme farve og udseende som sekundære uran-minerale. Jarositminerale dannes næsten altid ved forvitring og oxidation af svovlkis, og findes ofte på stykkerne i affaldbunkerne omkring gamle sulfidminer. Molybdæn-okker er et forvittringsprodukt af molybdænglans, antimon-okker efter antimonglans. De har begge en gullig farve, men optræder sjældent i Sverige.



Figur 4. Overtræk af lysegule sekundære uran-minerale, uranofan og phosphuranylit, på klippeoverflade, Bergskär, nord for Skellefteå. Lav forekommer ikke, hvor uran-minerale optræder. Foto Runo Löfvendahl.

Antimon-disulfidet, auripigment ligner, hvad farven angår, uranyl-mineraler, men er mere sjældent og optræder typisk sammen med andre kismineraller.

Har de nævnte uran-mineraler nogen praktisk betydning? Det har de faktisk, men om den er nyttig eller skadelig, er der delte meninger om. Det meste uran, som anvendes i kernekraftværker, kommer fra såkaldt primære uran-mineraler, men ca. 10 % udvindes af sekundære uran-mineraler.

De overfladenære, sprække-gennemsatte dele af en uranmalm er ofte kraftigt oxideret og omdannet til sekundære mineraler, især uranyl-fosfater og uranyl-silikater. Der findes til og med store malmforekomster som udelukkende består af sekundære uran-mineraler. De er dannet af cirkulerende grundvand i kalksten nær overfladen, og består af uran-vanadin-mineraler, især carnotit. En sådan malm er fundet i Vestaustralien, og brydningen sættes meget snart i gang. Muligheden for at finde en brydbar forekomst af sekundære uran-mineraler i Sverige er dog uendelig lille.

