

Petrografisch onderzoek van natuurstenen in knooppunt Schuman : Yellow Rock en Sunny Yellow



Michiel Duser, Roland Dreesen & Herman Goethals

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
Belgische Geologische Dienst

April 2014



Petrografisch onderzoek van natuurstenen in knooppunt Schuman : Yellow Rock en Sunny Yellow

Inhoudstafel

| | |
|--|----|
| 1. Doelstelling | 3 |
| 2. Monstername en bewaring | 3 |
| 3. Macroscopische monsterbeschrijving | 4 |
| 3.1. Yellow Rock graniet | 4 |
| 3.2. Sunny Yellow kalksteen | 7 |
| 4. Electronenmicroscopische analyse van de graniet | 9 |
| 5. Microscopie - Beschrijving slijpplaatjes | 16 |
| 5.1. Yellow Rock graniet | 16 |
| 5.2. Sunny Yellow kalksteen | 18 |
| 6. Discussie | 26 |
| 6.1. Sunny Yellow vergelijkingsmateriaal | 26 |
| 6.2. Yellow Rock vergelijkingsmateriaal | 27 |
| 7. Besluiten aangaande kleureffecten | 28 |
| 7.1. Yellow Rock | 28 |
| 7.2. Sunny Yellow | 29 |
| 8. Geselecteerde referenties | 31 |

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen - Belgische Geologische Dienst
Jennerstraat 13
B-1000 Brussel

contactpersoon: Michiel DUSAR
++32 (0)2 788.76.32
 ++32 (0)2 647.73.59
 michiel.dusar@natuurwetenschappen.be

1. Doelstelling

Petrografisch onderzoek van een selectie van natuurstenen toegepast in trein-metro knooppunt Schuman:
Yellow Rock G682 gevlamd (vloerbekleding);
Yellow Rock G382 gevlamd (vloerbekleding);
Sunny Yellow gepolijst (wandbekleding) in kleurgradaties van licht naar donker.

Studie uitgevoerd op verzoek van Marbrerie Vanderlinden-Holemans sprl, Rue de l'Industrie 4, 1301 Wavre, naar de oorsprong van de kleurvariatie van de betreffende materialen.

2. Monsternamen en -bewaring

7 monsters werden op 5.3.2014 geselecteerd door dhr Vanderlinden en overgemaakt aan de BGD. Ze werden ingeschreven in de collectie 'Belgische monumenten' van het KBIN onder beheer van de Wetenschappelijke Dienst Patrimonium o.l.v. geo-collections manager Marleen De Ceukelaire (Tabel 1). Deze collectie is gelinkt aan de Monument databank van de BGD via de site Brussel, Schuman treinstation (monument 2559). De monsters (handstukken en slijpplaatjes) blijven zo ten alle tijde traceerbaar en consulteerbaar, en tevens beschikbaar voor verder onderzoek.

De monsters werden gescand op het gladgezaagde oppervlak, nat en droog, op HP Scanjet 3670 standaardinstelling. Van ieder monster werd dwars op het oppervlak een lamel afgezaagd en geformatteerd tot de maten van het slijpplaatje ca 3 x 4,5 cm. De slijpplaatjes werden vervaardigd in het Laboratorium Paleontologie van de Universiteit Luik, onder toezicht van prof. Edouard Poty. De slijpplaatjes werden gescand op Epson Perfection 4990 Photo. Microfotografie onder doorvallend licht werd uitgevoerd onder de AxioPlan-2 polarisatiemicroscoop en binoculair, beide uitgerust met AxioCam camera van VITO, Mol, krachtens een overeenkomst voor levering van diensten aan de BGD dd 29.5.2013.

De gezaagde maar niet gepolijste lamellen van 2 granietmonsters werden geanalyseerd ter identificatie van de hoofdmineralen op de elektronenmicroscoop Quanta 200 ESEM (FEI) met Apollo 10 Silicon Drift EDS Detector van KBIN.

Tabel 1. *Inschrijving in de Collectie Belgische monumenten, KBIN (uittreksel databank) met monsternummer, herkomst (in dit geval bestemming vermits ze in de zagerij werden bemonsterd), nominale steensoort, toepassing, afmeting, conservatorium, en nr slijpplaatje (micro).*

| volgnr | monument | steensoort | type | afmeting (cm) | bewaarplaats | kast | legger | micro. |
|--------|-------------------------------|-------------------------|------------|---------------|--------------|-------|--------|--------|
| B8001 | Brussel, Schuman treinstation | Yellow Rock, China 3/82 | vloerplaat | 19x18x3 | BGD-2de | 26/20 | 9 | B8001 |
| B8002 | Brussel, Schuman treinstation | Yellow Rock, China 6/82 | vloerplaat | 17,5x17,5x3 | BGD-2de | 26/20 | 9 | B8002 |
| B8003 | Brussel, Schuman treinstation | Yellow Rock, China 6/82 | vloerplaat | 18x18x3 | BGD-2de | 26/20 | 9 | B8003 |
| B8004 | Brussel, Schuman treinstation | Sunny Yellow | wandplaat | 21x11x3,5 | BGD-2de | 26/20 | 9 | B8004 |
| B8005 | Brussel, Schuman treinstation | Sunny Yellow | wandplaat | 15x12,5x3,5 | BGD-2de | 26/20 | 9 | B8005 |
| B8006 | Brussel, Schuman treinstation | Sunny Yellow | wandplaat | 16x16x3,5 | BGD-2de | 26/20 | 9 | B8006 |
| B8007 | Brussel, Schuman treinstation | Sunny Yellow | wandplaat | 15,5x13x3,5 | BGD-2de | 26/20 | 9 | B8007 |

3. Macroscopische monsterbeschrijving

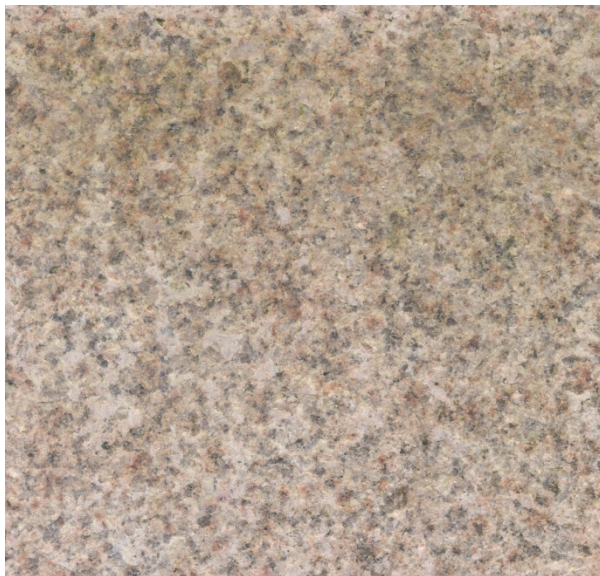
3.1. Yellow Rock graniet



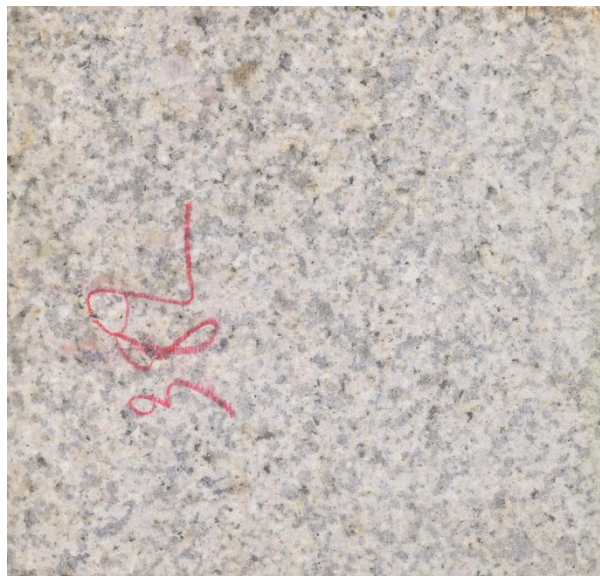
8001, scan nat, gevlamd oppervlak



8001, scan nat, gezaagd oppervlak



8001, scan bijna droog, gevlamd oppervlak



8001, scan droog, gezaagd oppervlak



8002, scan nat, gevlamd oppervlak



8002, scan nat, gezaagd oppervlak



8002, scan bijna droog, gevlamd oppervlak



8002, scan bijna droog, gezaagd oppervlak



8003, scan nat, gevlamd oppervlak



8003, scan nat, gezaagd oppervlak



8003, scan bijna droog, gevlamd oppervlak



8003, scan bijna droog, gezaagd oppervlak

De granietmonsters werden gescand op voor- en achterzijde ter vergelijking van het gevlamd en gezaagd oppervlak. Gevlamde oppervlakken zijn systematisch roder, terwijl op gezaagde oppervlakken een gele tint nog dominerend is. Dit geldt zowel voor nat als voor droog oppervlak. Het is meer uitgesproken op monster 8003 dan 8001; monster 8002 is intermediair maar is van nature iets donkerder.

De gele kleur die vooral op de gezaagde oppervlakken merkbaar is blijft bestaan op de gevlamde oppervlakken maar wordt dan geheel overprint door de roodverkleuring; de gele verkleuring grijpt niet gehele korrels aan maar vlekken en zones en lijkt een halo te vormen rond de opake mineralen.

Een licht roze tint is eveneens waar te nemen op gezaagde oppervlakken (en ook op het breukvlak) en tempert het effect van de geelverkleuring. Het is een algemeen kenmerk van kaliveldspaten en komt bij een groot aantal granieten voor.

De gevlamde oppervlakken tonen echter een sterkere roodverkleuring die systematisch de veldspaten aangrijpt over het gehele korreloppervlak bij monsters 8002-8003. Vermits de veldspaten dominant aanwezig zijn in het gesteente krijgt dit daarmee een globale roodverkleuring. Bij monster 8001 blijft de kleur roze en in evenwicht met het geel. De abnormaal sterke roodverkleuring van de gevlamde monsters 8002-8003 moet dus een verklaring vinden in de specifieke eigenschappen van de veldspaten, een verklaring die uit het microscopisch onderzoek moet voortkomen. Oxidatie van pyriet kan zeker niet worden ingeroepen als hoofdoorzaak voor de roodverkleuring.

3.2. Sunny Yellow kalksteen



8004, scan droog



8004, scan nat

Monster 8004 vertoont weinig kleurvariaties met vlekvormig voorkomen van kleine en ronde, iets donkerder klasten en lumps. De matrix wordt verbleekt door verspreide schalen van grotere bioklasten, soms zelfs licht roze bioklasten, en opvulling met witte sparietcement. Geoxideerde pyrietvlekken zijn frequent maar klein en weinig opvallend. Daardoor zullen de oranjebruine microstylolieten des te meer opvallen.



8005, scan droog



8005, scan nat

Monster 8005 vertoont een netwerk van bleke schaalvormige en afgeronde reuzennummulieten. De matrix ertussen is meestal bleekgeel, lokaal donkergeel. De kleurtinten zijn vlekvormig verdeeld, van witte schalen over bleekgele (sprietrijke) matrix naar donkerder gele (micrietrijke) matrix.

Microstylolieten met concentratie van onoplosbaar residu zijn meer uitgesproken in zones met donkergele matrix. Dit geeft aan dat hierin iets meer onoplosbaar residu zal voorkomen.

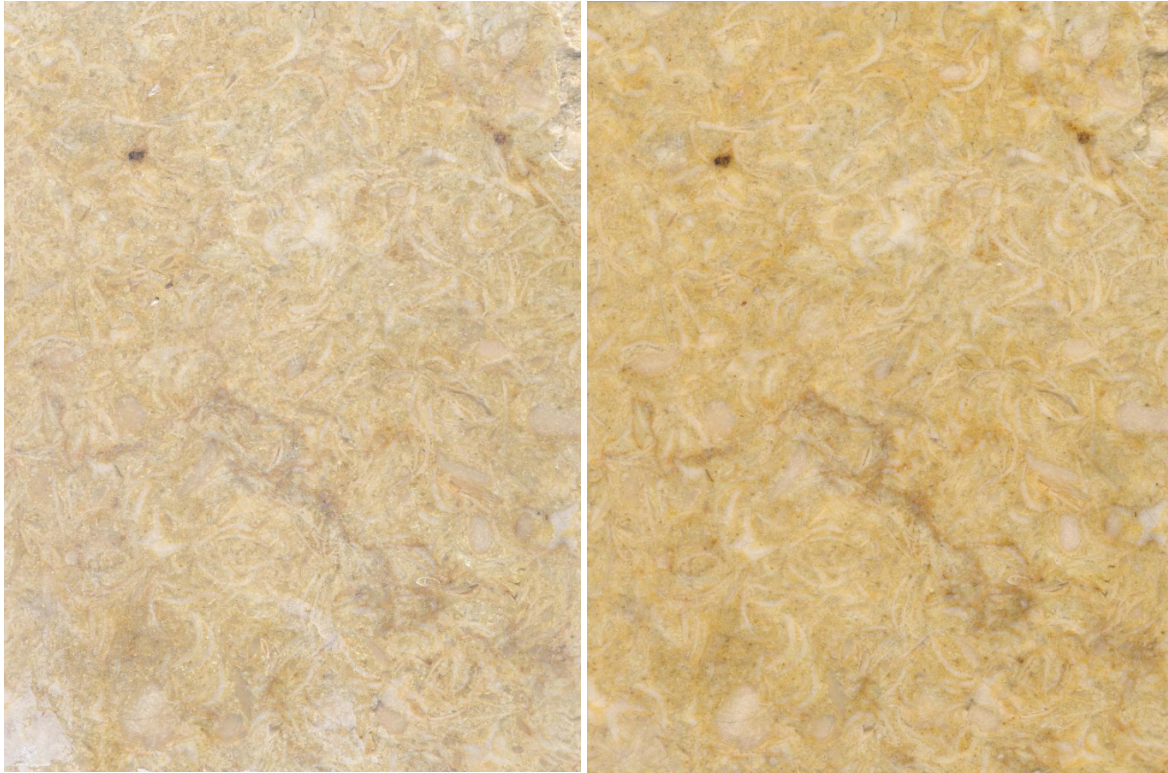


8006, scan droog



8006, scan nat

Monster 8006 is homogener, dank zij minder voorkomen van grote bioklasten (die verblekend effect hebben) of zones met microstylolieten (die verdonkerend effect hebben), ten minste op de schaal van het monster. De matrix vertoont een meer gelijkmatige lichtgele tint.



8007, scan droog

8007, scan nat

Monster 8007 vertoont de sterkste kleurcontrasten tussen schaalvormige en afgeronde reuzennummulieten die witachtig zijn en de omgevende matrix die lichtgeel of donkergeel kan zijn, volgens een onregelmatig (ongelaagd) patroon. In de lichtgele zones komen daarenboven witte vlekken voor (sparietcement). In de donkergele zones komen donkerbruine knopen voor, vermoedelijk overeenkomend met pyrietoxidatie.

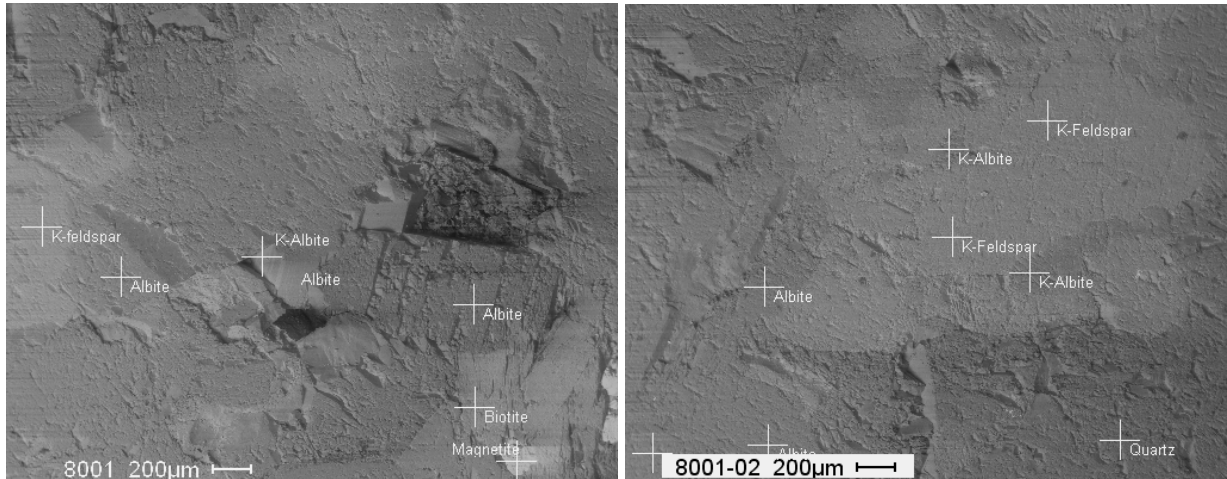
Evaluatie: Het Sunny Yellow gesteente bevat globaal dezelfde componenten maar hun verdeling is variabel. Reeds binnen de monsters treedt er een wolkig voorkomen op. Gelaagdheidsvlakken kunnen niet worden onderscheiden. Grotere platen, zoals de basismodule 0,55x1,40 m in knooppunt Schuman, die overeenkomstig de gangbare praktijk volgens groefleger zijn gezaagd zullen onvermijdelijk een grote variatie aan componenten bezitten en dus heterogeen van uitzicht zijn. Microstylolieten kunnen al dan niet in de gesteentemonsters of slijpplaatjes voorkomen. Hun aan- of afwezigheid is willekeurig en kan niet worden ingeroepen als een exclusief kenmerk van een bepaald steentype. Alle monsters hebben zo een gemengd uitzicht; typologie op basis van kleurintensiteit is arbitrair en moeilijk vol te houden over grotere oppervlakken.

4. Electronenmicroscopische analyse van de graniet

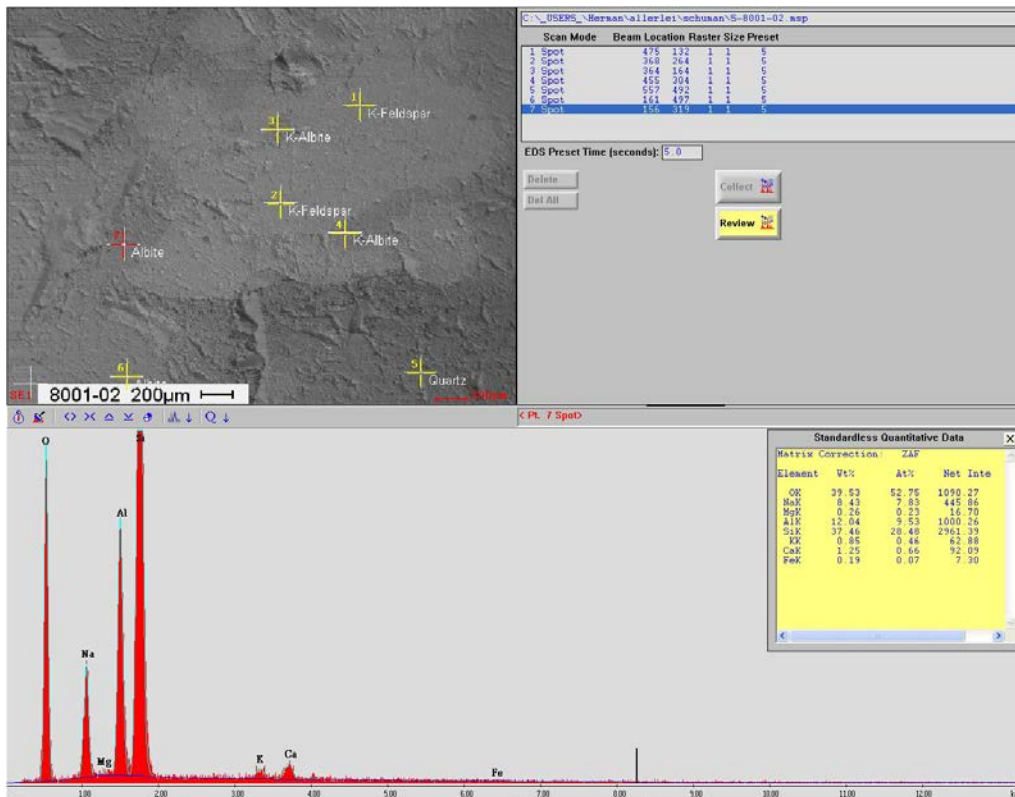
Gezaagde lamellen van monsters 8001 en 8003 werden met de elektronenmicroscopie onderzocht ter identificatie van de algemeen voorkomende mineralen. Hiertoe werd telkens een representatief oppervlak van ca 4 mm op 2,5 mm op een aantal punten gescreend. De punten werden gekozen op basis van vorm en contrast onder de backscatter detector. Deze kan enkel kwalitatief worden geïnterpreteerd. De

mineralogische samenstelling van die punten kan evenwel worden afgeleid van de EDS (Energy Dispersive System) analyse.

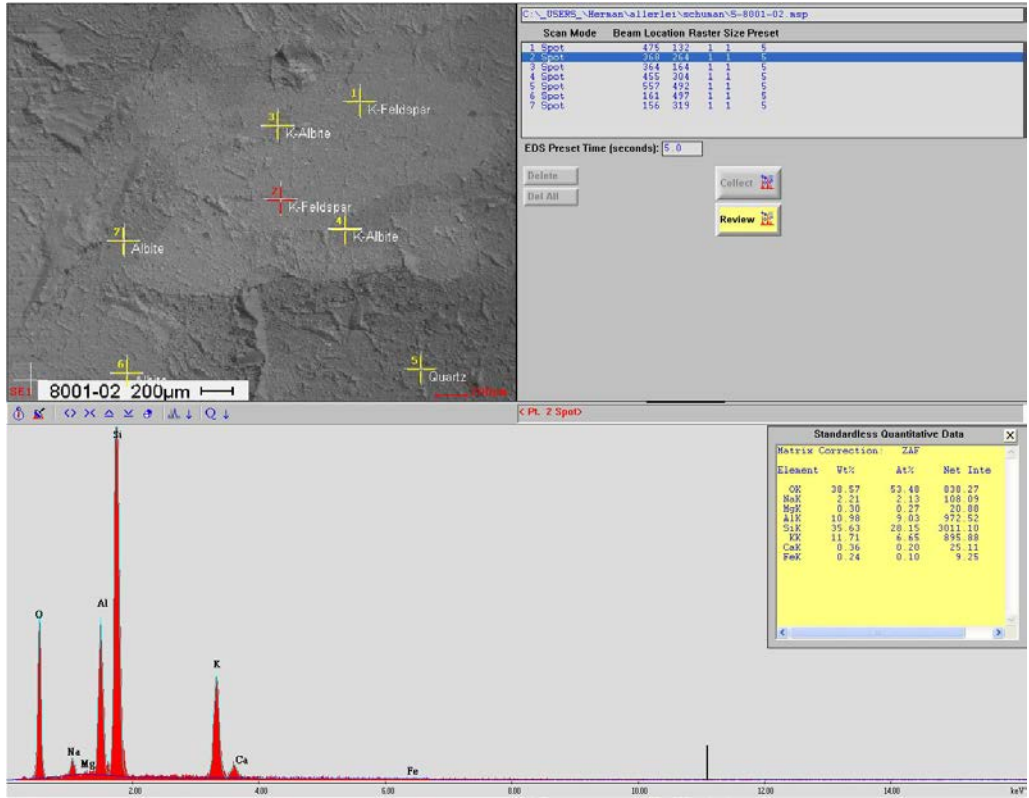
Hieruit volgt de bevestiging van de petrografisch waargenomen hoofdcomponenten kaliveldspaat (orthoklaas) – plagioklaas (albiet met laag Ca-gehalte) – kwarts – biotiet, met de aanwezigheid van een aanzienlijke fractie magnetiet (opaak mineraal). Het zijn beide **alkaligranieten**, rijk aan K – Na en arm aan Ca. Dit is een algemeen voorkomende vorm van graniet (Deer, Howie & Zussman, 1967). Ontmengingsstructuren (exsolutie tussen orthoklaas en plagioklaas tot vorming van perthiet) zijn frequent in de veldspaten, en meer uitgesproken in monster 8003.



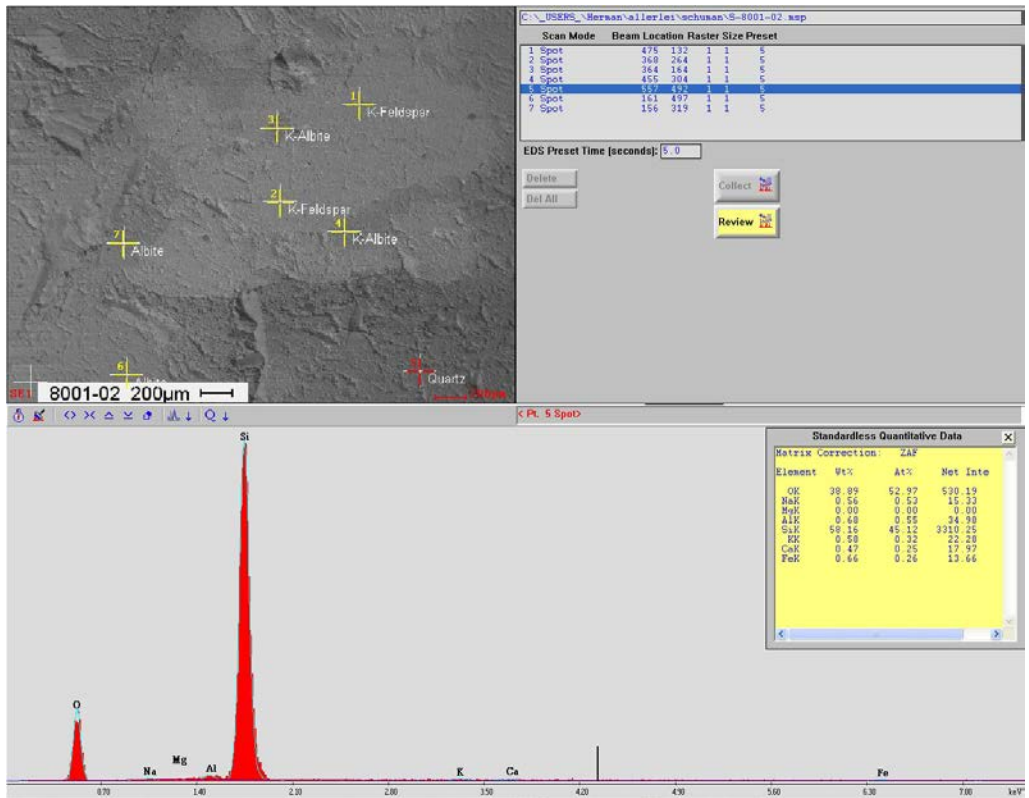
Monster 8001, twee oppervlakten geanalyseerd met ESEM-EDS, met aanduiding van geanalyseerde mineralen.



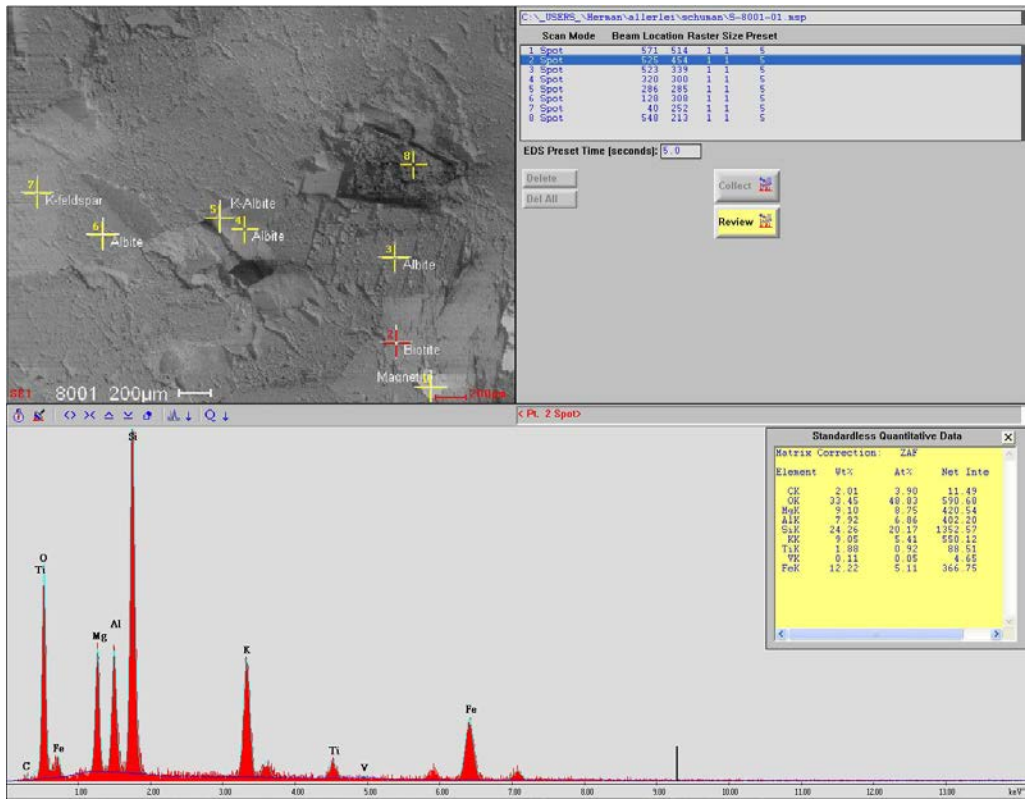
Monster 8001, EDS analyse Albiet (rood kruis geeft locatie van de korrel weer).



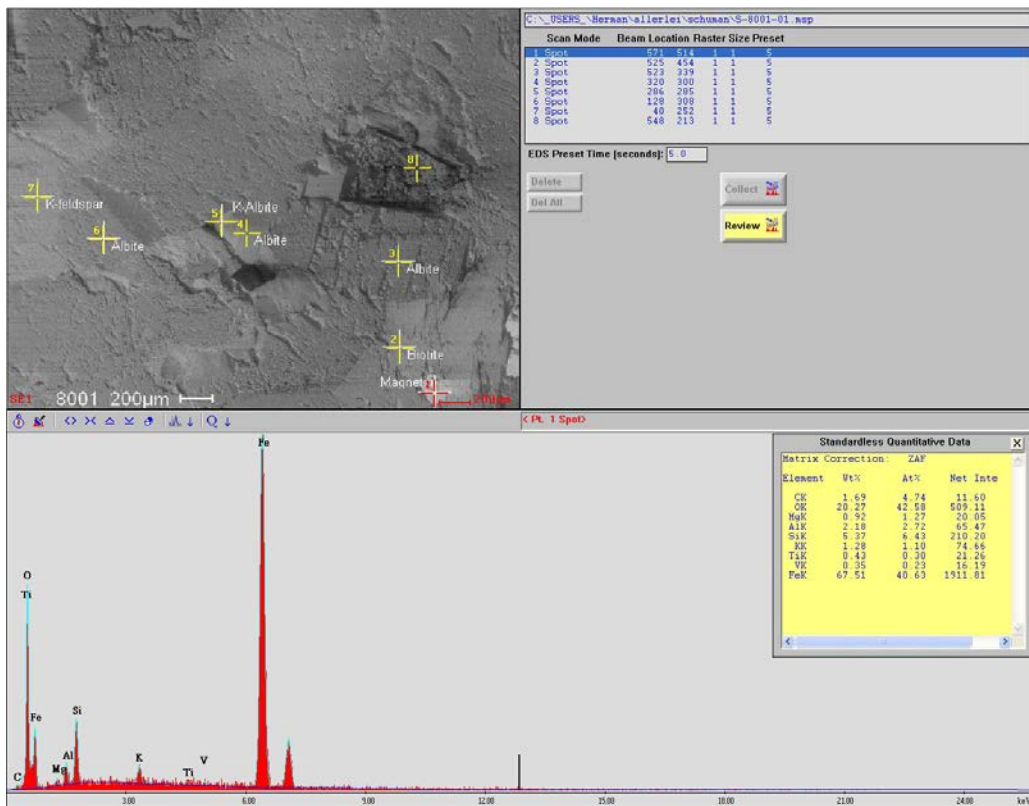
Monster 8001, EDS analyse K-veldspaat (rood kruis geeft locatie van de korrel weer).



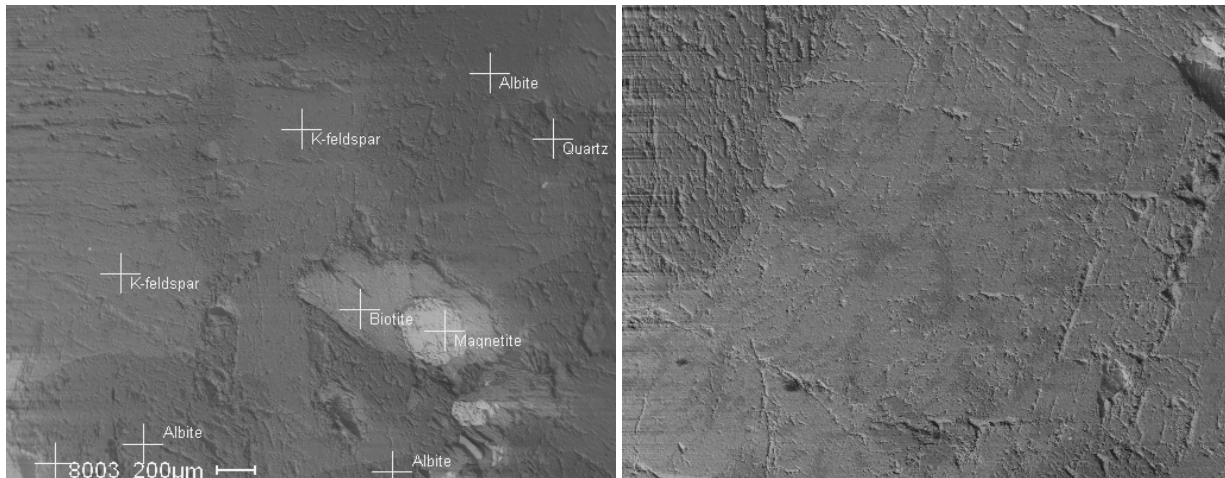
Monster 8001, EDS analyse kwarts (rood kruis geeft locatie van de korrel weer).



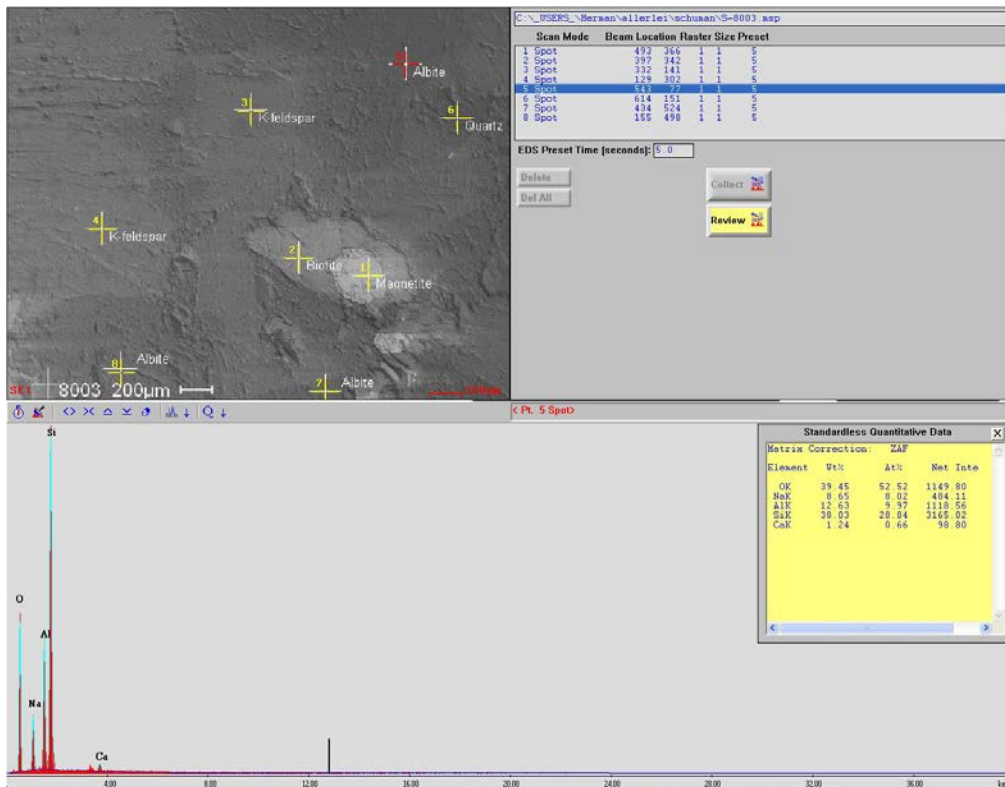
Monster 8001, EDS analyse biotiet (rood kruis geeft locatie van de korrel weer).



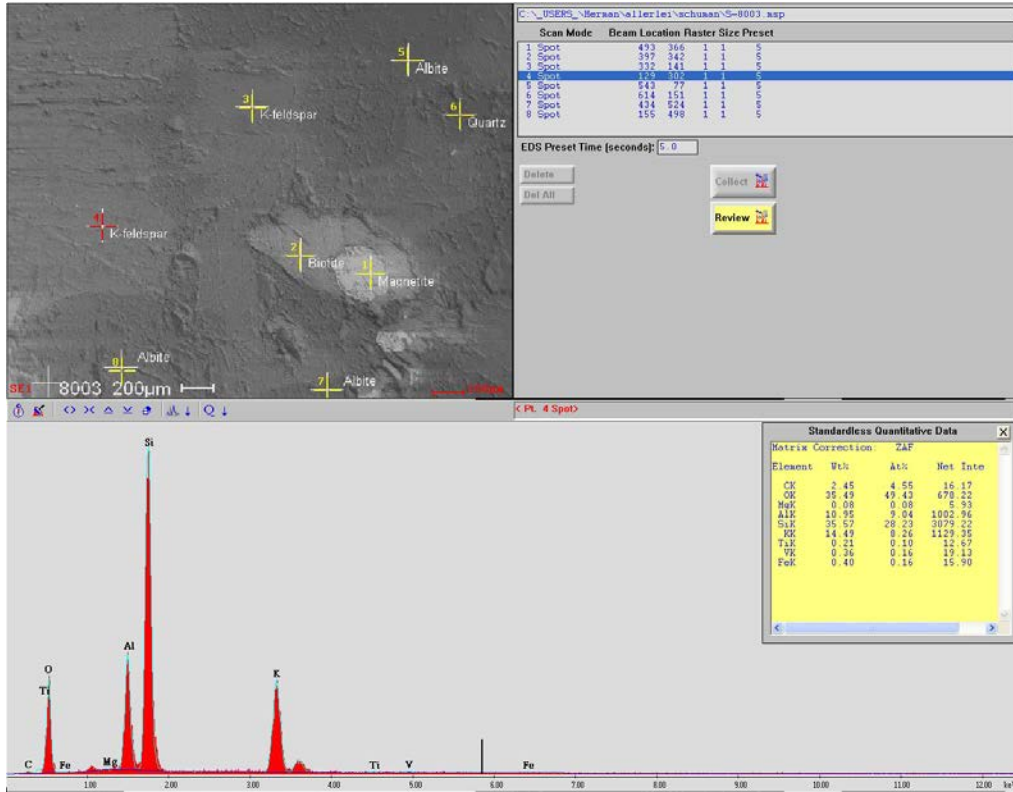
Monster 8001, EDS analyse magnetiet (rood kruis geeft locatie van de korrel weer).



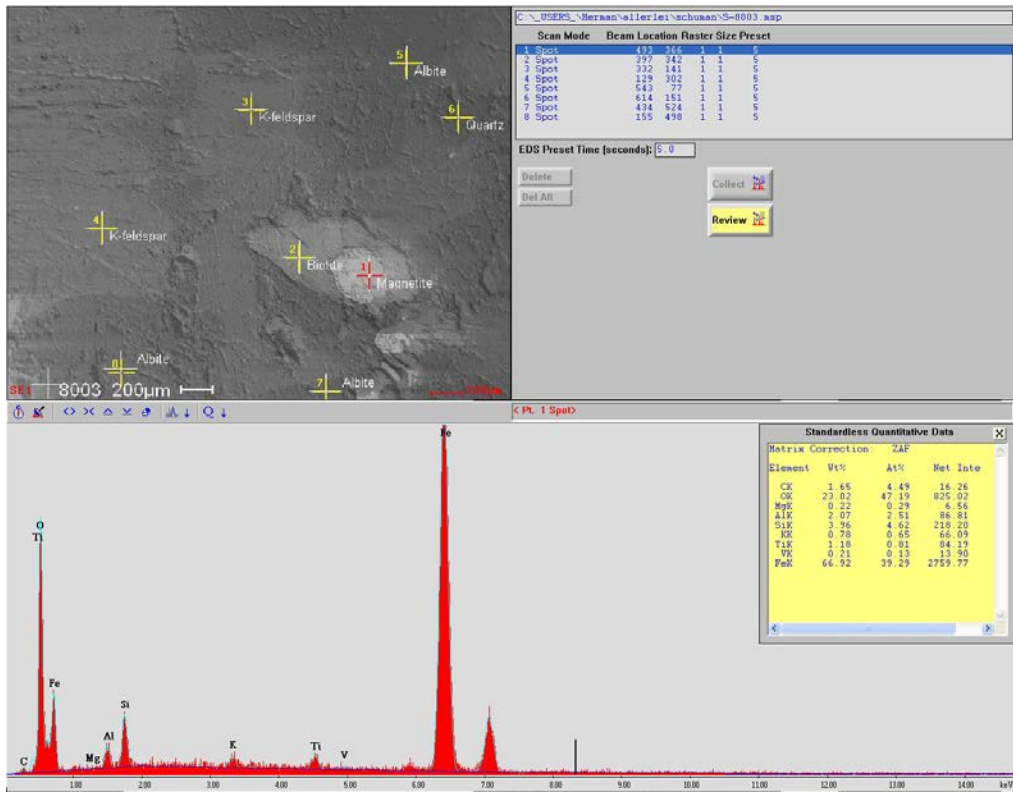
Monster 8003, oppervlak geanalyseerd met ESEM-EDS (links), uitvergroete perthietische textuur aangeduid door kleurvariaties binnen één kristal (rechts).



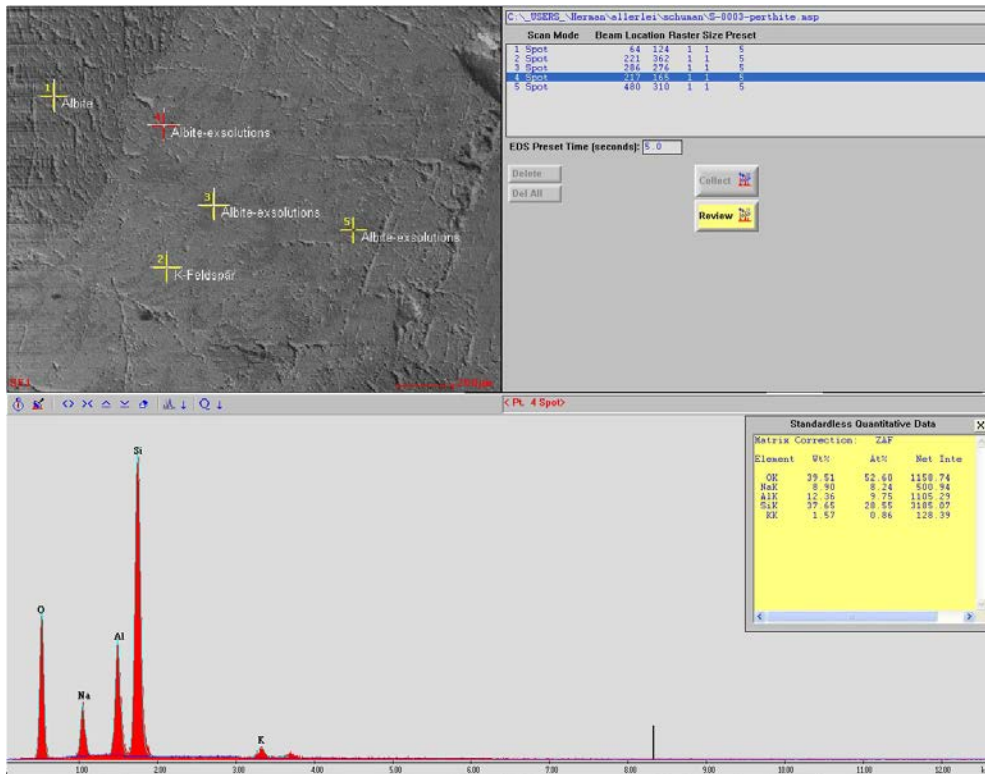
Monster 8003, EDS analyse albiet (rood kruis geeft locatie van de korrel weer).



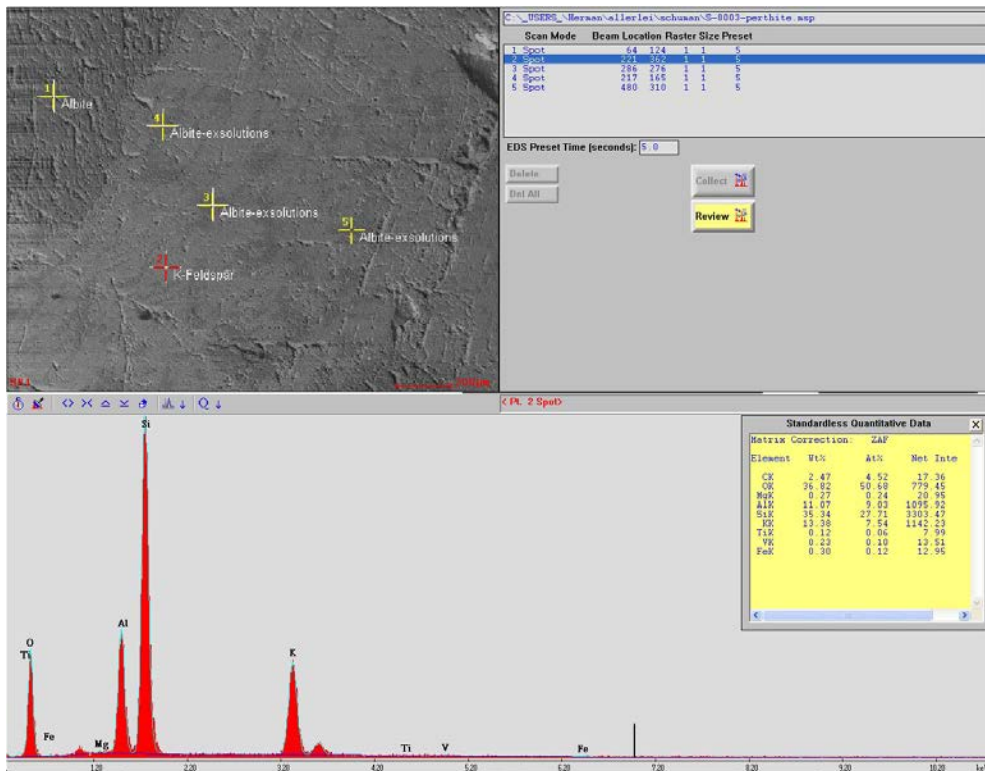
Monster 8003, EDS analyse K-veldspaat (rood kruis geeft locatie van de korrel weer).



Monster 8003, EDS analyse magnetiet (rood kruis geeft locatie van de korrel weer).



Monster 8003, exsolution, EDS analyse albiet (rood kruis geeft locatie van de component weer binnen een perthietisch kristal).



Monster 8003, exsolutie, EDS analyse K-veldspaat (rood kruis geeft locatie van de component weer binnen een perthietisch kristal).

5. Microscopie - Beschrijving slijpplaatjes

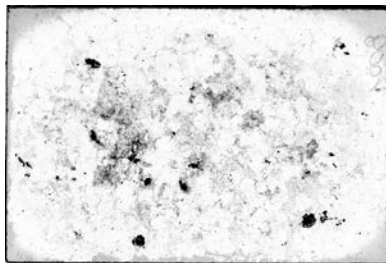
Voorafgaandelijke opmerking.

De beschrijving heeft enkel betrekking op hetgeen op de monsters kan worden waargenomen. Bijzondere structuren zoals aders, stylolieten vallen daar niet onder.

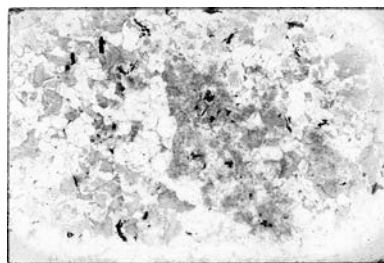
De verschillende observatierichting tussen het zichtbare oppervlak van de vloerplaten en het vlak waarin het slijpplaatje is geslepen zou geen effect mogen hebben op de graniet, gezien de isotrope opbouw van het magmatisch gesteente. Het gevlamd oppervlak kan evenwel niet specifiek worden onderzocht.

In geval van sedimentaire kalksteen met afgeplatte en georiënteerde elementen kan het globale uitzicht wel beïnvloed worden door de richting waarin het slijpplaatje is gezaagd. Aangezien de wandplaten grosso modo volgens groefleger worden gezaagd en de slijpplaatjes tegen groefleger in, dus loodrecht op de richting van de sedimentatie, kan het slijpplaatje een snellere opeenvolging van elementen bevatten en een drukker uitzicht geven. Daar staat tegenover dat de beperkte oppervlakte van het slijpplaatje een representatiever beeld geeft van de totale mineralogische variabiliteit.

5.1. Yellow Rock graniet



8001, scan slijpplaatje

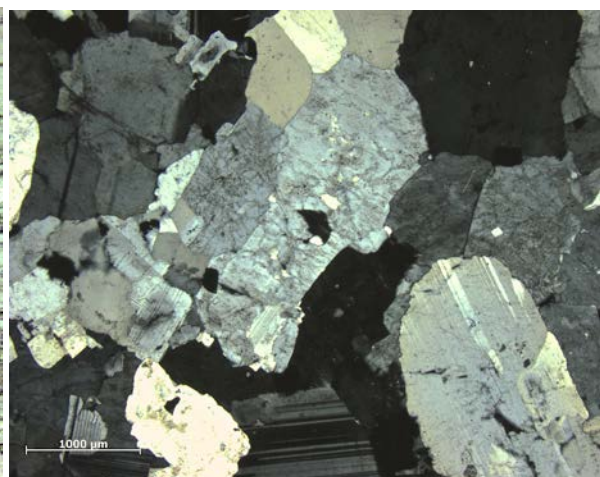
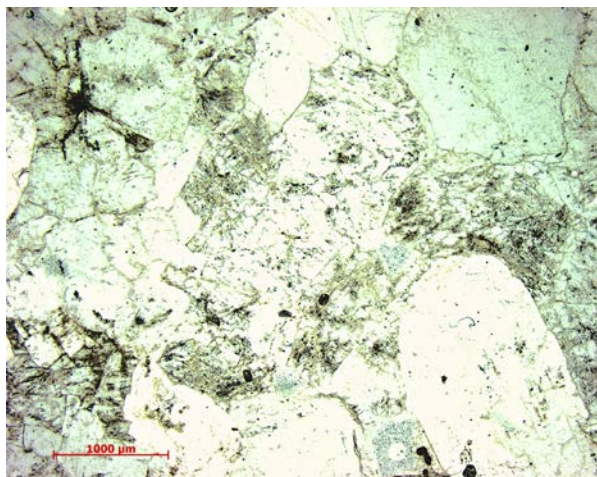


8002, scan



8003, scan

8001 (het meest heldere, doorzichtige slijpplaatje)



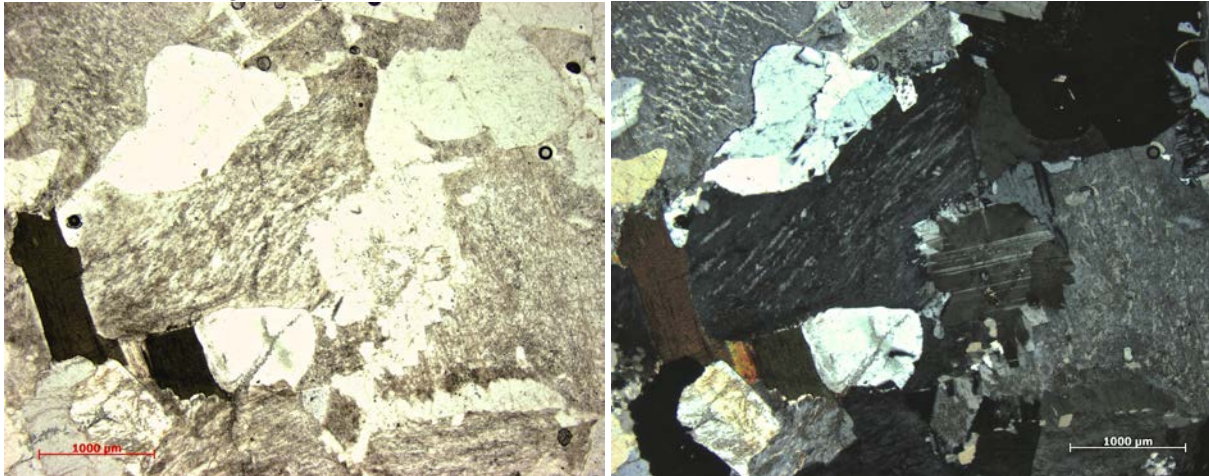
8001, microfoto onder rechte (links) en gekruiste (rechts) nicols. Lichte sericitisatie treft vooral de K-veldspaatkristallen en niet de kwarts of plagioklaas gekenmerkt door polysynthetische tweelingen.

Doormeter kwarts ca 1,5 mm, K-veldspaat tot 5 mm, plagioklaas ca 2 mm lang, dus met duidelijke korrelgrootteverschillen tussen de hoofdcomponenten en ondergeschikt kwarts. Kwarts is helder, orthoklaas is fijngespikkeld (lichte ververing - sericitisatie) en vertoont veel polykristallijne

mengstructuren; plagioklaas is herkenbaar als polysynthetische tweelingen (onder gekruiste nicols). Weinig maar grote (750 μm) biotietkristallen met karakteristiek groenbruin pleochroïsme. Opake korrels tot 100 μm groot maar meestal $\leq 10 \mu\text{m}$ op korrelcontacten en in metasomatosecontacten binnen kristallen. Zware mineralen: apatiet.

8002 (slijpplaatje met “troebel” uitzicht in wolkige verdeling >50% van het oppervlak, met gradatie in troebelheid van melkachtig tot donkergrijs) – slijpplaatje vertoont brede scheur (geïnduceerd door preparatie)

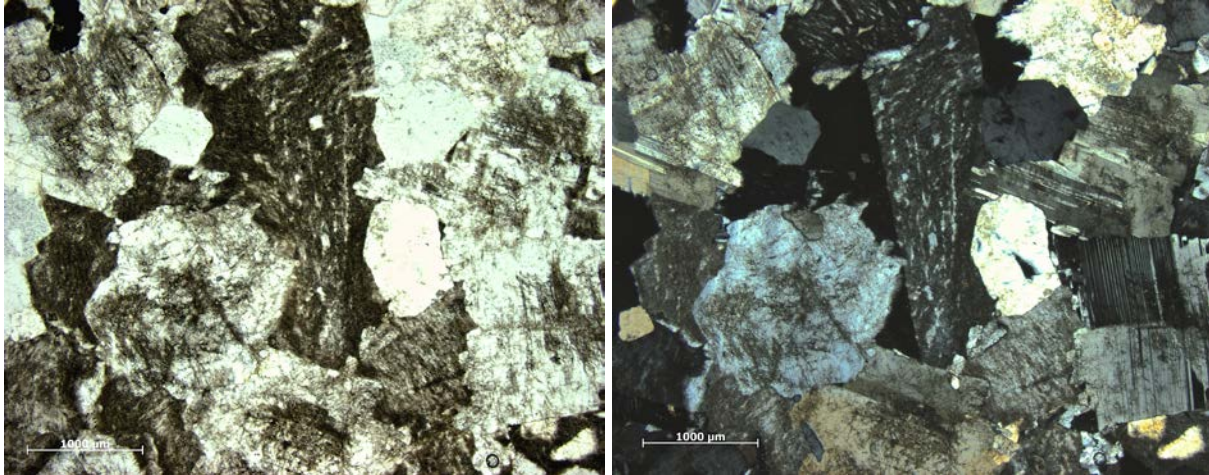
Doormeter kwarts > 3 mm, waardoor alle hoofdcomponenten kwarts – kaliveldspaat = orthoklaas, plagioklaas) ongeveer even groot zijn en het kwartsgehalte opvallend hoog is. Microclien, vermeld in de Technische Bepalingen van het lastenboek, werd niet waargenomen. Het zijn dezelfde hoofdcomponenten als in monster 8001. Alle hoofdcomponenten vertonen kristaldefecten, exsolutie en/of resorptie. Plagioklaas is herkenbaar als polysynthetische tweelingen (onder gekruiste nicols). Kaliveldspaat met perthietische exsolutie en in de allergrootste kristallen (> 5 mm) aanwezigheid van Carlsbadtweelingen, een identificatiecriterium voor orthoklaas. Kaliveldspaat is sterk gespikkeld (sterke sericitisatie op micrometerschaal). Biotiet lijkt minder opvallend door sterkere verkleuring en door de gemiddeld grotere korrel van de hoofdcomponenten. Opake korrels met kristallijn voorkomen (oktaëdervorm), wat een identificatie als magnetiet plausibel maakt.



8002, microfoto onder rechte (links) en gekruiste (rechts) nicols. Sterke sericitisatie treft alle veldspaatkristallen, waartegen de kwarts bleek aftekent.

8003 (idem als 8002, “troebel” in wolkige verdeling >50% van het oppervlak met gradatie van melkachtig tot donkergrijs)

Net zoals 8002 gelijkmatige korrelgrootteverdeling, tot 2,5 mm groot. Kwarts is iets kleiner en vertoont erg regelmatige contouren, alhoewel dit microscopisch juist niet het geval lijkt te zijn (geïnterpreteerd als teken van resorptie). Plagioklaas is herkenbaar als polysynthetische tweelingen (onder gekruiste nicols). Kaliveldspaat is sterk perthietisch en vertoont de Carlsbadtweelingen van orthoklaas. Sterk verschil tussen kwarts die helder is, plagioklaas die weinig gespikkeld is en kaliveldspaat die zeer sterk gespikkeld is (sterke sericitisatie, weliswaar op micrometerschaal) waardoor contacten tussen kwarts en kaliveldspaat worden geaccentueerd. Het troebel-wolkig uitzicht is te wijten aan deze sericitisatie. Biotiet in beperkte hoeveelheid en in kleinere kristallen (< 1 mm), steeds met karakteristiek groenbruin pleochroïsme. Concentraties van opake mineralen (magnetiet) in kristallijne vorm (300 μm groot).



8003, microfoto onder rechte (links) en gekruiste (rechts) nicols. Lichte sericitisatie treft vooral de K-veldspaatkristallen, maar tevens in mindere mate de plagiolazen (herkenbaar aan de fijngestreepte polysynthetische tweelingen onder gepolariseerd licht (rechterfoto)).

Evaluatie

Monsters 8002 en 8003 zijn vrijwel identiek en bevestigen een gemeenschappelijke herkomst (Yellow Rock 6/82). Monsters 8001 (Yellow Rock 3/82) enerzijds en 8002-8003 (Yellow Rock 6/82) anderzijds zijn van verschillende herkomst en evolutie, maar vertonen een vergelijkbare mineralogische paragenese, waardoor de minerale hoofdcomponenten (kaliveldspaat – albit – kwarts – biotiet, bij afwezigheid van hoornblende en aanwezigheid van magnetiet) en vermoedelijk ook de scheikundige samenstelling goed vergelijkbaar zijn, typisch voor alkaligraniet. De meer gelijkmatige korrelgrootteverdeling van 8002-8003, dankzij het grovere kwarts, speelt daarbij nauwelijks een rol.

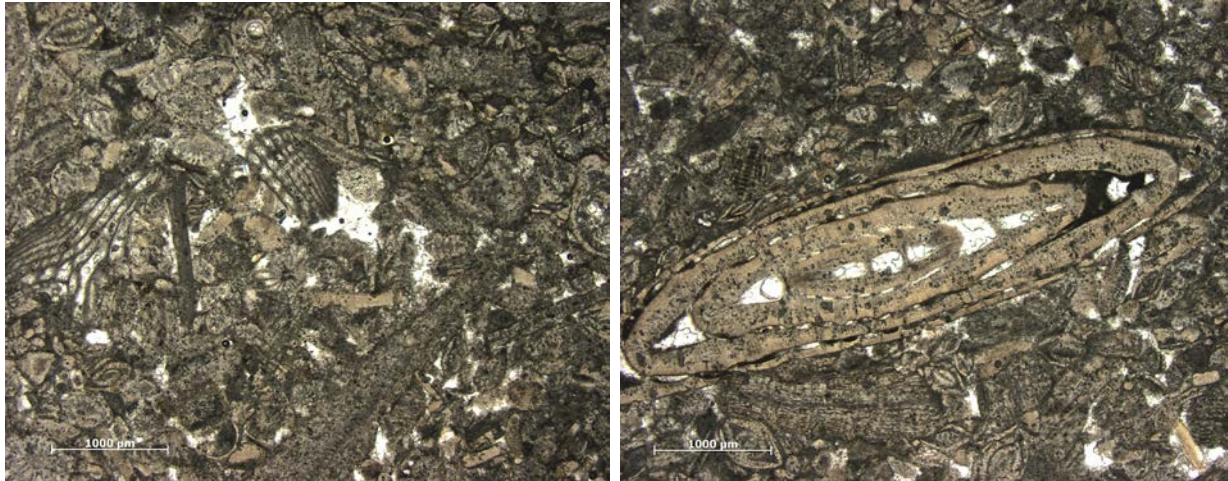
Magnetiet komt voor als euhedrale korrels, ingevoegd in de interstitiële textuur. Het hoge magnetietgehalte wijst bovendien op een bron van ijzer in het magma.

Er is evenwel een beduidend verschil door de sterkere metasomatose van 8002-8003 tijdens de evolutie van magmatisch smelt tot het granietgesteente. Dit uit zich vooreerst door meer en gerekristalliseerd kwarts; vervolgens door de vorming van perthiet (albitisatie van het K-veldspaat) met typische ontmengingsstructuren. Ten slotte is de veralgemeende sericitisatie van kaliveldspaat - volumetrisch de belangrijkste component en die tevens de grootste korrel levert – op niveau van de korrelstructuur opvallend. Sericitisatie wordt als een hydrothermaal verweringsverschijnsel beschouwd, maar heeft hier niet geleid tot merkbare omvorming naar kleimineralen (illiet). Het biotiet is fris, zonder merkbare sporen van chloritisatie. Deze verschijnselen zijn dus gelinkt aan metasomatose – de deuterische omzetting van het magma tijdens afkoeling en consolidatie - en niet aan postmagmatische verweringsprocessen of aan oppervlakkige verwerking op het niveau van de groeve.

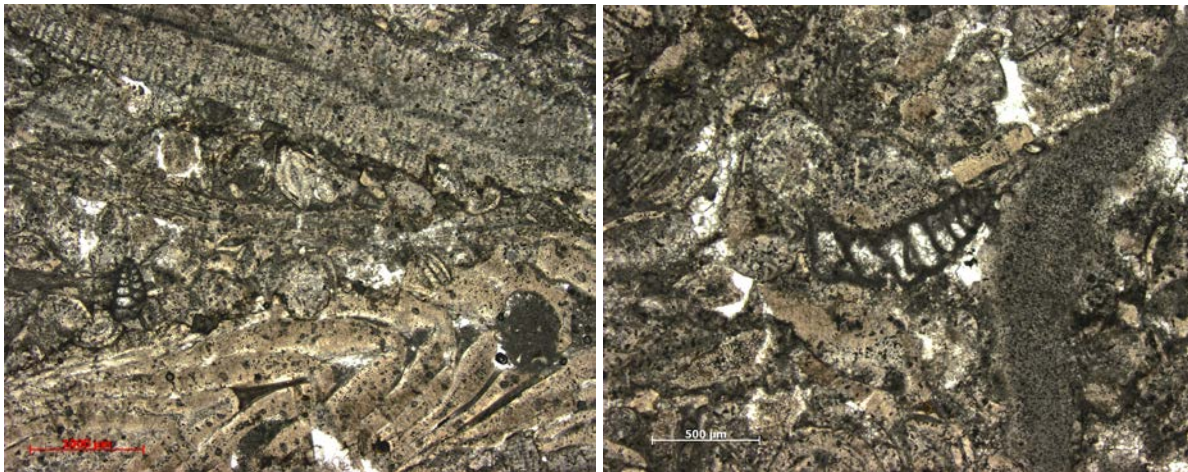
Verschillen tussen de vloerplaten zijn dus niet te wijten aan onoordeelkundige selectie van meer verweerde blokken in de groeve. Sericitisatie is daarentegen een inherent kenmerk van plutonieten. Het wijst op stolling van de G6/82 plutoniet op lagere temperatuur en vermoedelijk geringere diepte in vergelijking met de G3/82 plutoniet.

5.2. Sunny Yellow kalksteen

8004 (bleekgeel, met fijne bruine slierten)



8004 bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht): dichte stapeling van bioklasten van diverse samenstelling, met heldere sparietische poriënvulling en enkele grotere fossielen.



8004 bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht): herkenbare tot sterk gemicritiseerde bioklasten, waaronder biseriale forams (rechts) ingewerkt tussen reuzenforaminiferen en echiniden.

Compacte of dicht gestapelde bioklastische packstone vol slecht bewaarde of gemicritiseerde bioklasten. De matrix bestaat uit bioklasten tot 500 – 750µ, voornamelijk monospecifieke nummulieten, resten van echinodermen (zeeëgelstekels en crinoiden), zeldzame kleinere foraminiferen (waaronder biseriale foraminiferen met donkere micrietwand) en schelpfragmenten (o.a. kalkkokerwormen). De intergranulaire ruimte vertoont nog restanten van de oorspronkelijke donkere micrietvulling (kalkmodder), geperst tussen de korrels, maar de grootste intergranulaire ruimtes zijn gevuld met grof spariet (helder op het scanbeeld). Dit helder sparietcement komt voor als een mozaïek van kristallen (blocky) of syntaxiaal rond fragmenten van echinodermen. Donker micriet komt lokaal voor als opvulling van kamertjes in de foraminiferen. Drukoplossing heeft geleid tot donkerbruine slierten van microstylolieten (onderaan op overzichtsscan). Deze vormen geen laagjes maar vervormen langs het contactvlak tussen de aangrenzende bioklasten. De witte vlekken langs de microstylolieten zijn holtes (vermoedelijk poriën, dus een oorspronkelijk kenmerk van het gesteente en niet geïnduceerd). De poriën tussen de microstylolieten en in de grotere intergranulaire ruimtes geven aan dat er oplossing van micriet heeft plaatsgevonden en gedeeltelijke rekristallisatie naar grof spariet.

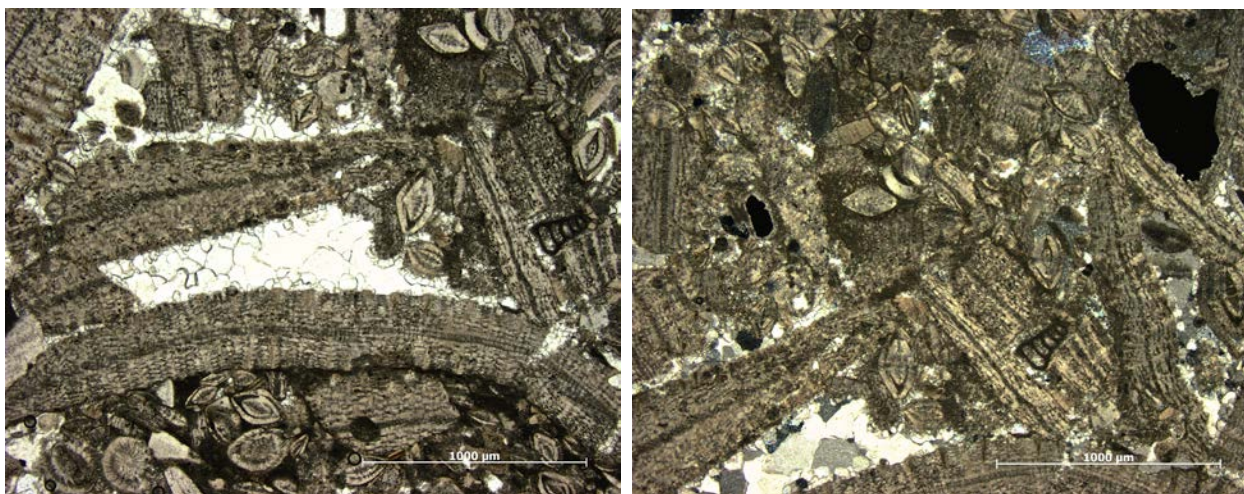
Verspreid voorkomen van ondergeschikte reuzen-nummulieten (de beter bewaarde zijn tot 7mm groot), en van discussvormige (planispirale) grootforaminiferen (behorende tot de Miscellaneidae, waaronder het

karacteristieke genus *Bolkarina*), tot 2 cm lang en 1,5 mm breed. Er komen ook grotere bioklasten voor van gerold koraal en kalkroodwier. Zeldzame fosfaatschaaltjes werden ook waargenomen. Ondanks het duidelijk herkenbaar uitzicht van de bioklasten vertonen ze toch tekenen van slijtage (afgebroken oppervlakken) en verwerking door (microbiële) micritisatie in de vorm van vlekjes tot 25 μ groot, met zeer fijn verdeeld opaak mineraal (pyriet?), dat door oxidatie allicht verantwoordelijk is voor de gele tinten van de steen.

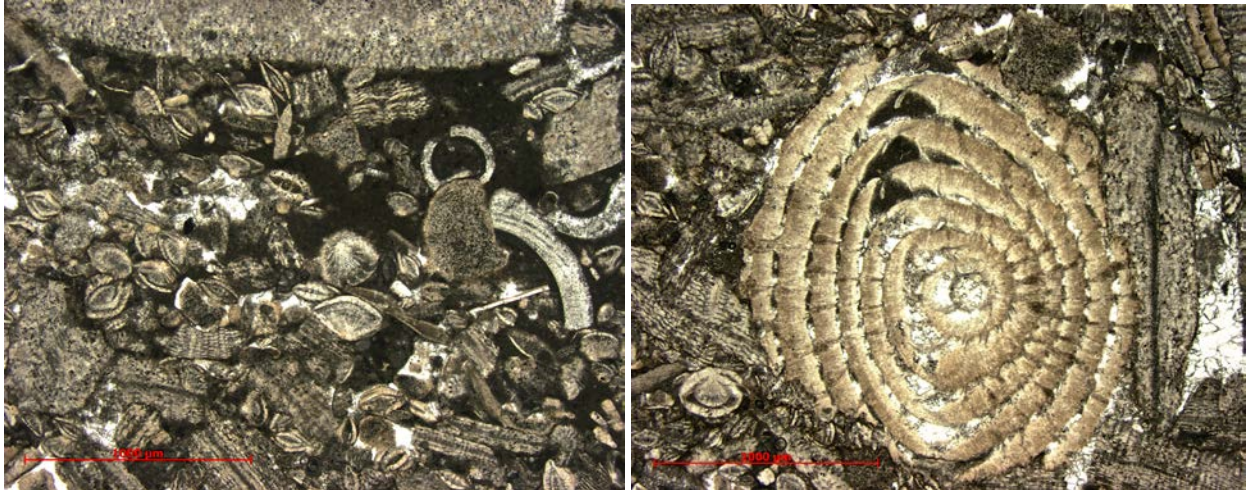


8004, overzichtsscan van het slijpplaatje, packstone met fijnverdeeld bleek sparietcement en bruine microstylolietische slierten (onderaan in beeld).

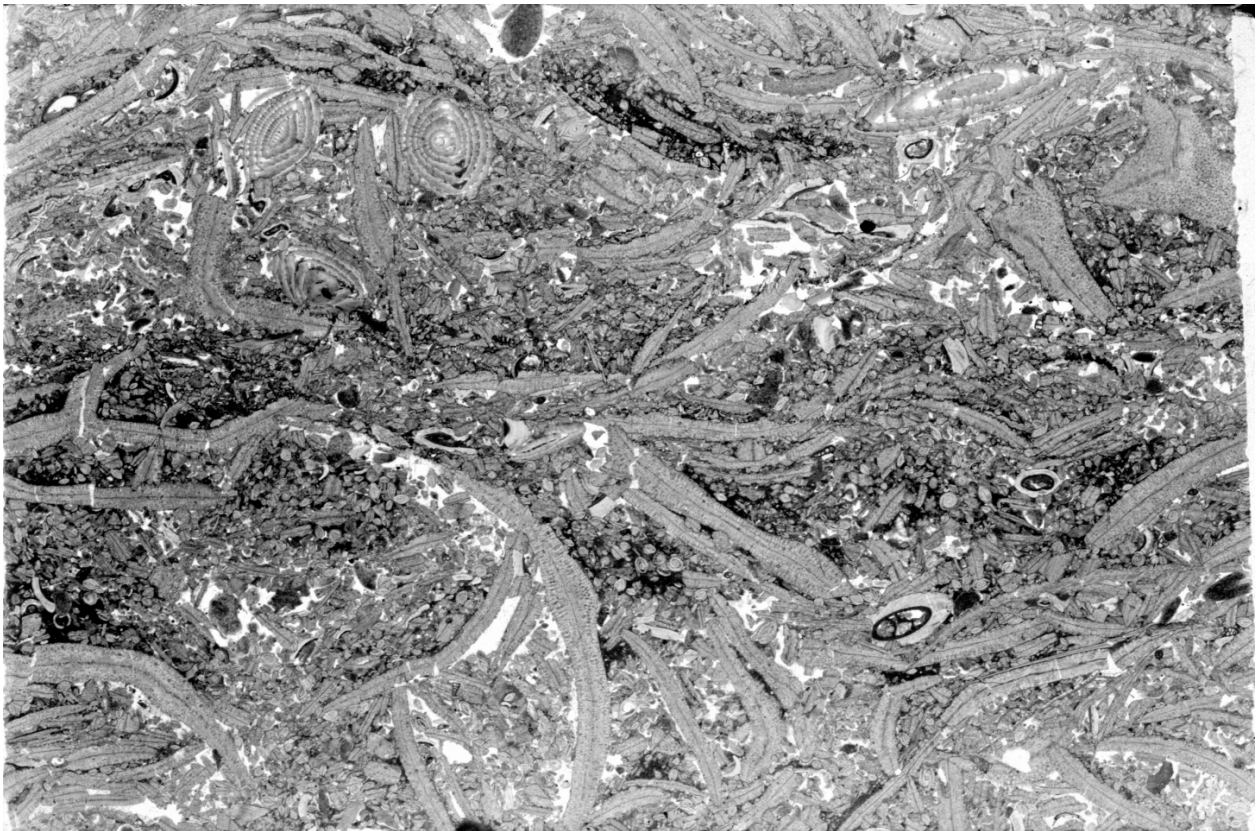
8005 (nog bleekgeel, echter met meer gele vlekken en een groter aandeel van zeer grote bioklasten)



8005 bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht): stapeling van bioklasten van diverse samenstelling, met zowel heldere sparietische poriënvulling of fijnere bioklasten met micrietcement tussen grotere fossielen (*Bolkarina*).



8005 bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht): zone met kleine nummulieten en verweerde fragmenten van crinoiden ingebed in donkergekleurde wackestone-micrietmatrix (links) en reuzennummuliet (rechts).

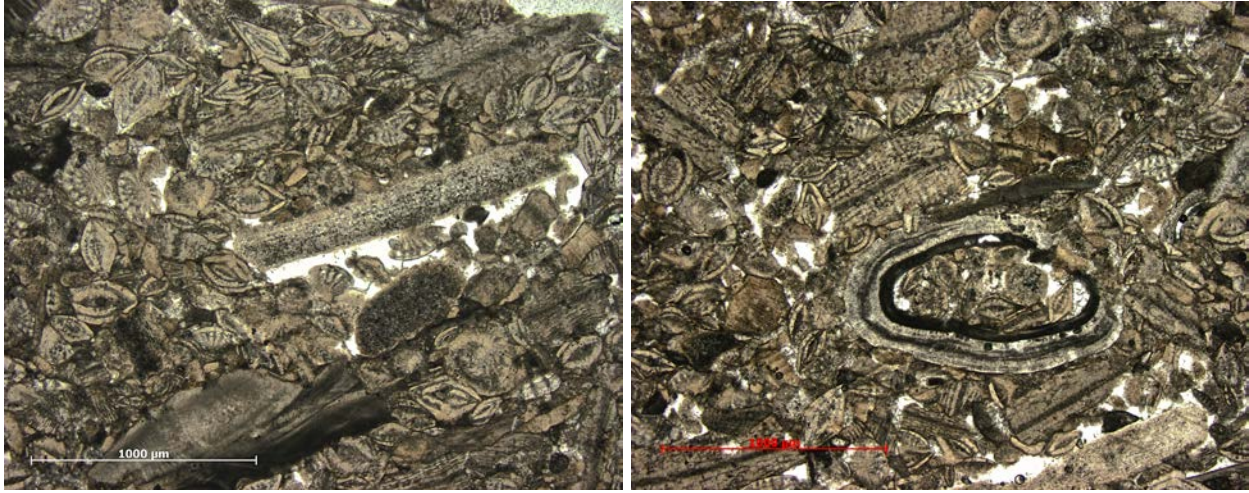


8005, overzichtsscan van het slijpplaatje, micrietische packstone met biosparietische rudstone textuur dank zij stapeling van Bolkarina schalen en geassocieerd daarmee talrijke macroporiën met bleek sparietcement.

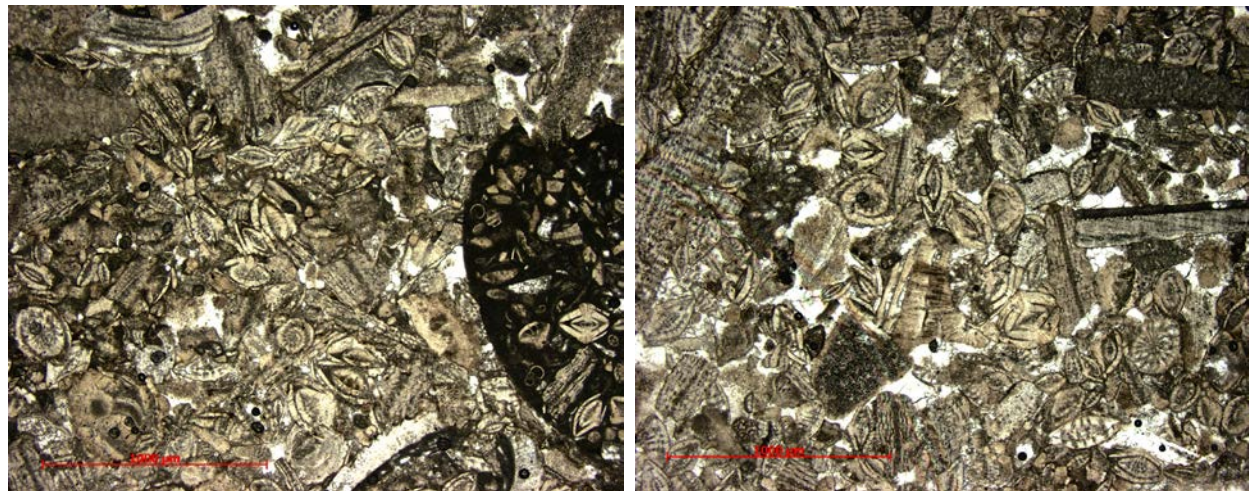
Matrix bestaande uit een opstapeling van kleinere nummulieten, ca 500 μ groot, in wisselende staat van conservering. De reuzennummulieten zijn minstens 10x groter en > 0,5 cm. Het uitzicht wordt echter gedomineerd door cm-lange gebogen schalen en fragmenten van Miscellaneidae (Bolkarina) met dikte van ca 1 mm rondom een centrale as. Opvallend is de hogere frequentie aan echinodermenresten (crinoiden). Zeldzame kleinere biserialen foraminiferen (met donkere micrietwand), enkele

schaalfragmenten van grote prismatische pelecypoden en en kalkkokerwormen (*Ditrupe*?). De zeer grote bioklasten in een fijnkorreligere matrix geven het geheel een rudstone uitzicht. Veel en grote intergranulaire ruimte is opgevuld met helder grof sparietcement, vooral voorkomend in de luwte van de zeer grote bioklasten (dus mogelijk van oorsprong gevrijwaard van fijne sedimentvulling en bruikbaar als geopetale textuur). Ronde de echinodermenresten heeft zich een syntaxiaal sparietcement gevormd. Ertussen meerdere zones met weliswaar bioklastrijke wackestone maar de fijne fractie is er toch dominerend. De stapeling met puntcontacten van de zeer grote bioklasten en de oorspronkelijk holle ruimte eronder en ertussen geeft toch aan dat het sediment weinig compactie heeft ondergaan.

8006 (meer egaal geel van kleur en donkerder uitzicht van het slijpplaatje)

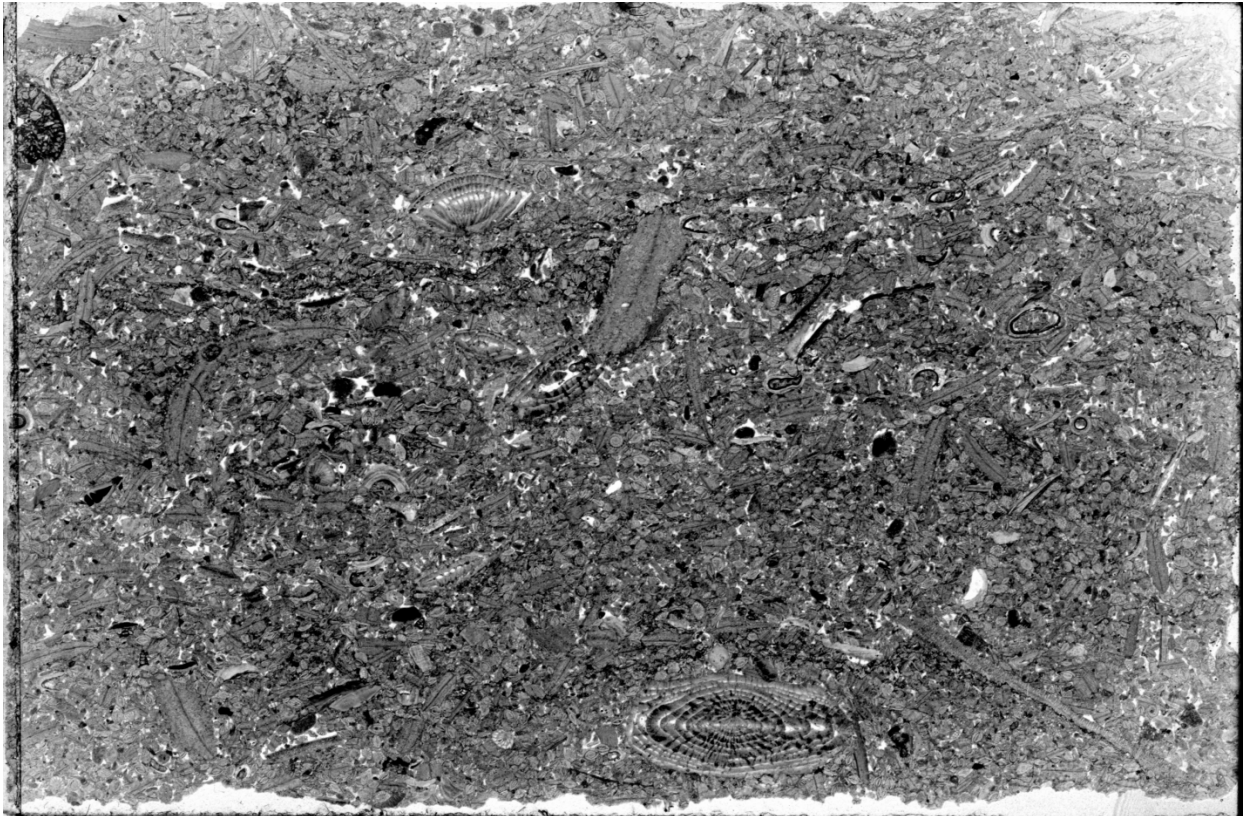


8006, bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht): dichte stapeling van kleine, deels gemicritiseerde nummulieten, met echiniden, kalkkokerworm (rechts), staafvormige doorsneden van afgebroken Bolkarina, met zowel heldere sparietische poriënvulling of restanten van micrietcement.



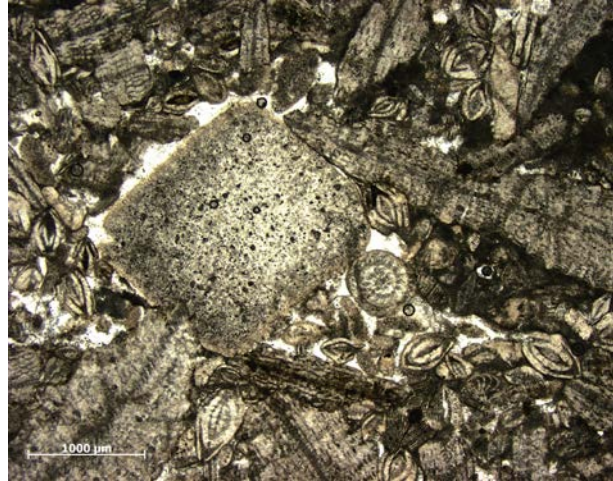
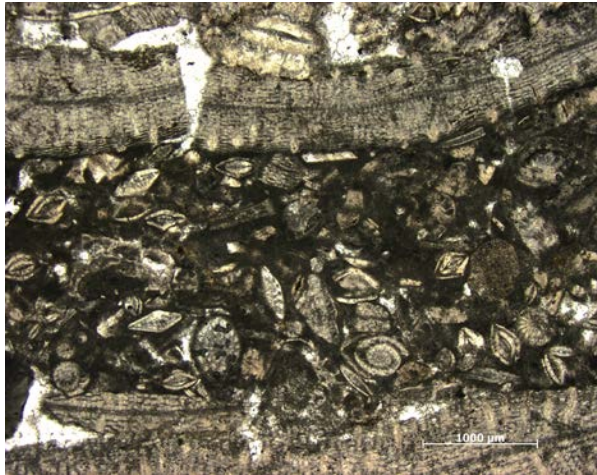
8006, bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht): packstone van kleinere bioklasten met grote, donkergekleurde lithoklast van wackestone gevuld met nummulieten, echinidenfragmenten en dunschalige foraminifeer (links), met minder dichte stapeling van goedbewaarde bioklasten en veel helder wit sparietcement (rechts).

Dichte packstone-stapeling met grote dichtheid van kleinere bioklasten, met verspreide zeer grote bioklasten die a.h.w. zwemmen in de fijnere bioklastische grondmassa. De grofste fractie bestaat uit reuzennummulieten en Miscellanidae (Bolkarina). Lokaal enkele fragmenten van grote intraklasten bestaande uit foraminiferenwackestone. Zeldzame kalkkokerwormen. De fijnere fractie, ca 300-500 μ groot, bestaat uit een mengeling van goed bewaarde, gebroken en verweerde bioklasten, met vooral monospecifieke nummulieten aangevuld met een gebruikelijk spectrum van zeeëgelstekels en gebroken fragmenten van ronde reuzennummulieten en staafvormige Bolkarina, aangevuld met afgeronde gemicritiseerde lithoklasten in de grofste fractie. Goed verdeelde heldere spariet in de intergranulaire ruimte; kleine restanten met wackestone-achtige micrietvulling tussen de korrels. In de bioklasten en de omgevende matrix komen fijn verdeeld kleine gemicritiseerde vlekjes voor.

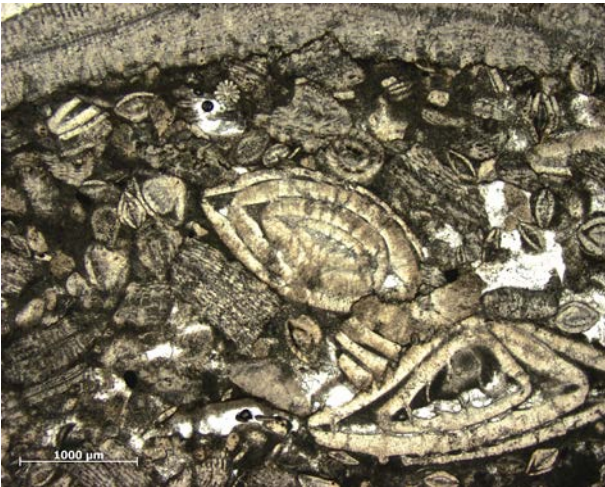


8006, overzichtsscan van het slijpplaatje, packstone met beperkt aantal grotere nummulieten, afgebroken fragmenten van Bolkarina schalen; minder ruimte voor spariet-gecementeerde macroporiën.

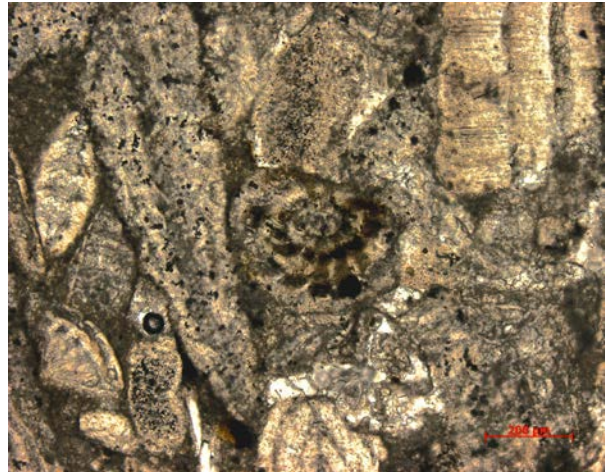
8007 (meer ongelijk en intenser van kleur, met oranjegele kleur opvallend tussen de grofste fractie; ook grote roestvlek)



8007, bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht): stapeling van kleine nummulieten, zwemmend in donkere micrietische matrix tussen Bolkarina en grote crinoïde. Weinig spariet en voornamelijk als cement rond echiniden.



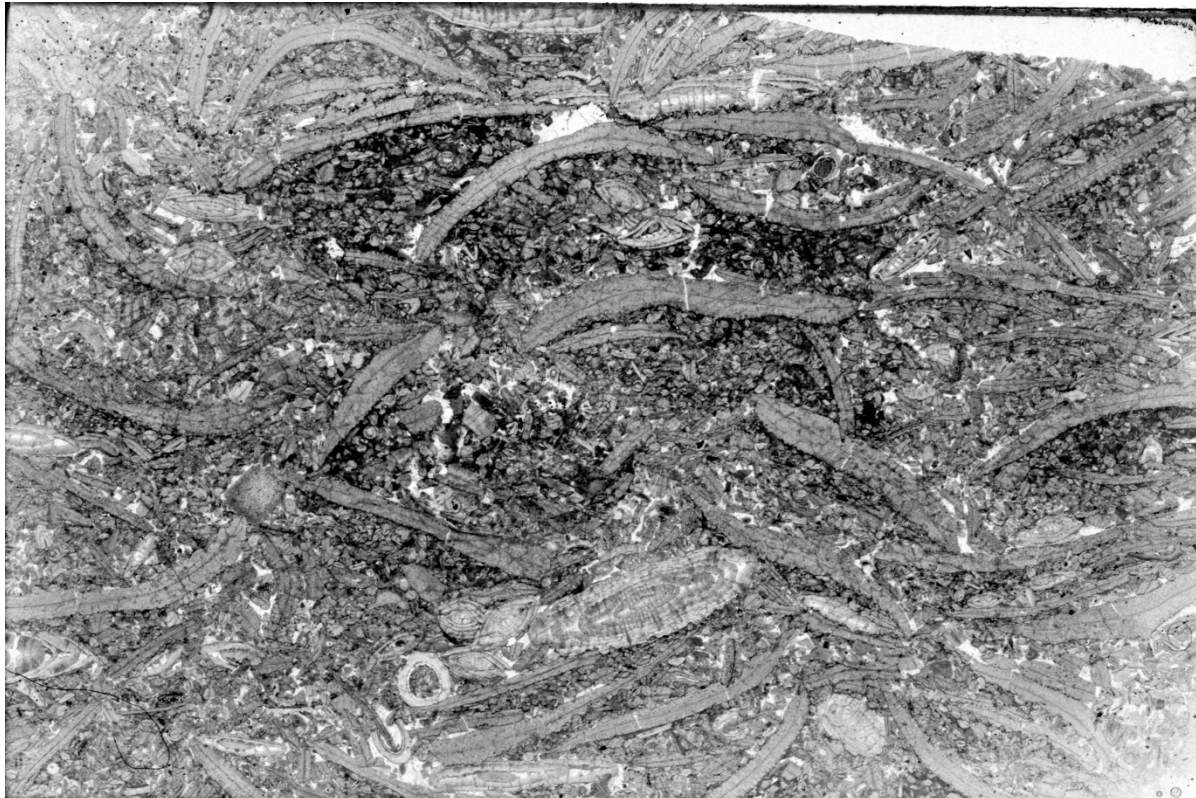
8007, bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht): rudstone stapeling van grootforaminiferen, w.o. nummulieten en Bolkarina met microstyloliet begrenzing (bruine gekartelde randen niet zichtbaar met het blote oog).



8007, bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht) en sterkere vergroting: dichtgestapelde bioklasten, gemicritiseerd en met gecorrodeerde wanden, met afgebroken randen op de puntcontacten; voornamelijk

donkerbruin gekleurd micriet tussen de korrels, met helder sparietcement in de grotere intergranulaire poriën. De bioklasten zijn gespikkeld met zwarte puntjes en vlekken, sporen van pyritisatie die met de micritisatie gepaard gaat en vermoedelijk verantwoordelijk is voor de donkergele kleur van het gesteente.

De grofste fractie is losser gestapeld tot een open skelet met rudstone uitzicht (toch minder dicht gestapeld dan 8005). De tussenruimte bestaat uit losgestapelde kleinere monospecifieke nummulieten, ca 400 μ groot, meestal slecht bewaard, aangevuld met andere bioklastfragmenten. Deze bioklastenfractie is opgevuld met een fijne micrietische matrix, waarin de korrels niet steeds raken. Deze fijnste fractie haalt $\geq 50\%$ en heeft zo een wackestone textuur. Hierin komen grote vlekken voor van intergranulaire heldere spariet. Het gehalte matrix (kalkmodder) is hoger dan in de vorige stalen. De grofste fractie is meer variabel van samenstelling, met Miscellanidae, reuzennummulieten, dikke holle stekels (kalkkokerwormen), oesterschalen, over het algemeen weinig verweerd maar wel met mechanische schade (breuken en afronding) door transport en lokaal gecorrodeerd. Weinig pyriet waargenomen, tenzij in amorfe vlekjes die fijn verdeeld voorkomen. Een roestvlek met opake textuur (pyriet of limoniet) die zich uitstrekt volgens verhoogde permeabiliteit maar anderzijds scherp begrensd wordt op contact met de bioklasten. Opvallend is de aanwezigheid van zeer kleine geoxideerde glauconietkorrels (diameter ca. 40 micron), verspreid in de grondmassa of in de intragranulaire holten van bioklasten (kamertjes van foraminiferen).



8007, scan van packstone, lokaal sterk micrietisch, met rudstone-achtige textuur op basis van de talrijke ingesloten Bolkarina. Minder macroporiën met sparietcement en groter aandeel van micrietische matrix.

Evaluatie:

Sunny Yellow is een vrij grofkorrelige kalksteen, opgebouwd uit bioklasten waarvan het spectrum doorheen alle onderzochte monsters gelijk blijft. Nummulieten domineren zodanig dat op grond hiervan het gesteente een nummulietenkalksteen kan worden genoemd, meer specifiek 'foraminiferaal packstone' (Barattolo et al., 2007). Het verschil tussen de monsters heeft betrekking op de korrelgrootteverdeling, het

aandeel van de grofste fractie (afgeronde reuzennummulieten en discussvormige *Miscellaneidae* - zie plates 24 en 25 in Hottinger, 2009, voor goede afbeeldingen van Bolkarina), de middelmatige fractie opgebouwd uit kleinere bioklasten, en de fijnste fractie micriet. Globaal heeft dit gesteente het kenmerk van een packstone, dat vooral tot uiting komt bij de beter gesorteerde monsters, met beperkt aandeel van de grofste fractie. De grofste fractie kan dermate belangrijk zijn dat ze een losgestapelde skeletstructuur voor het sediment vormen (pseudorudstone). Hiertussen komen er ook wackestone-achtige zones voor, rijk aan micriet, waarin de bioklasten niet door puntcontacten verbonden zijn en zo geen korrelskelet opbouwen.

Alhoewel dit gesteente niet de compactie van marmer of van blauwe hardsteen bezit heeft het een belangrijke diagenese ondergaan, van los korrelig sediment met dichtgestapelde bioklasten, waarbij de ruimte tussen de korrels initieel werd gevuld met kalkmodder, uitgekristalliseerd als micriet. De losse stapeling van de grofste fractie bioklasten geeft aan dat er weinig of geen compactie van het losse sediment is geweest en dat oplossingsverschijnselen pas zijn opgetreden na lithificatie, dus als drukoplossing. De initiële poriën zijn grotendeels gecementeerd met spariet zodat dit gesteente voldoende dichtheid bezit om als siersteen te worden gebruikt. Drukoplossing o.i.v. begraving heeft geleid tot lokaal uitpersen van de micrietmatrix en vorming van microstylolieten. Deze komen eveneens veelvuldig voor op contacten rond de grotere fossielen, en dan op schaal van deze componenten, dus zonder effect op de macrostructuur.

6. Discussie

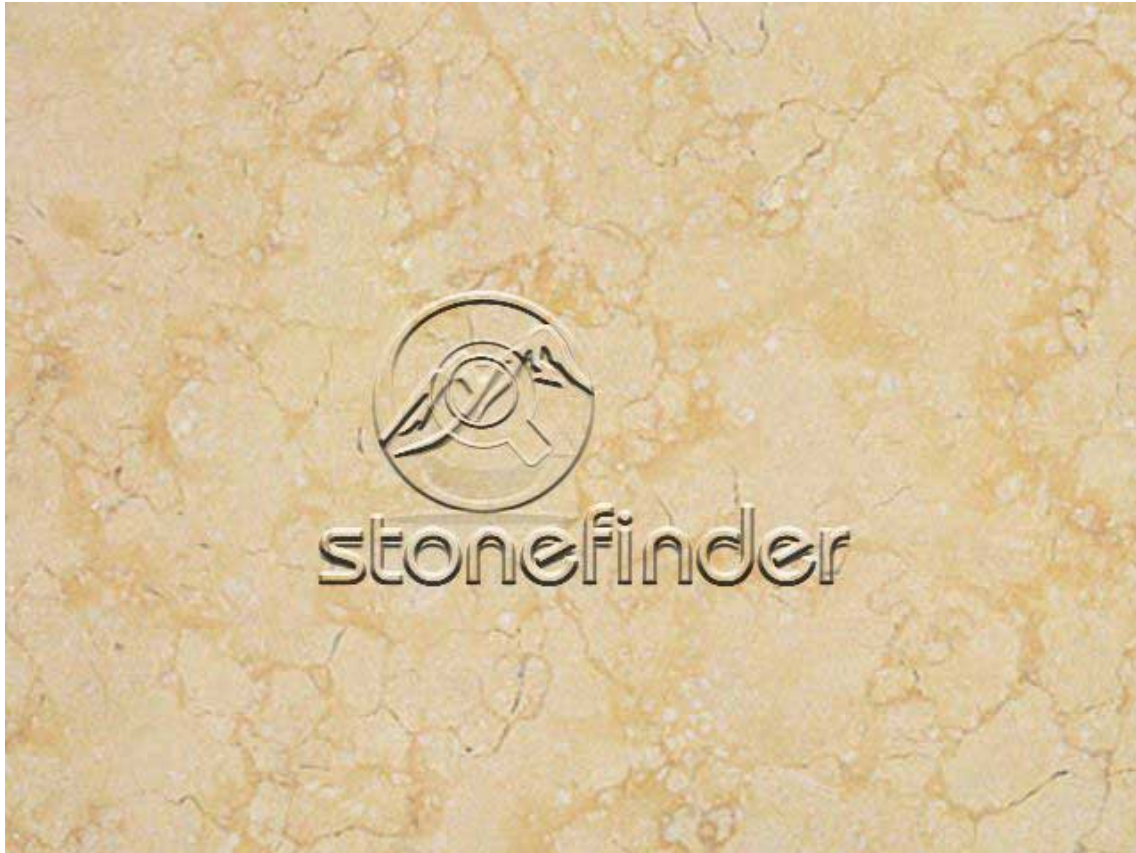
Opmerking: De commerciële benamingen Yellow Rock of Sunny Yellow zijn niet van dien aard om de aard van het materiaal te verduidelijken of zijn traceerbaarheid te vergemakkelijken. Ze zijn niet meer dan indicatief voor de kleur op het bewerkte oppervlak. Verschillende leveranciers kunnen een naam met een zekere reputatie overnemen en gebruiken voormateriaal dat niet noodzakelijk dezelfde eigenschappen heeft. Een gezond wantrouwen tegen dit soort namen is niet misplaatst.

6.1. Sunny Yellow vergelijkingsmateriaal

De Egyptische **Sunny Yellow** kalksteen komt uit een regio die veel geelachtige kalkstenen en nummulietenkalksteen (normaliter een bouwsteen) heeft opgeleverd. Andere commerciële benamingen voor vermoedelijk dezelfde steensoort zijn Giallo Egitto, Sahara Gold, Sunny Limestone, Yellow Nilestone. Producent Eurasian Stone geeft expliciet de volgende waarschuwing: “Due to marble & limestone being a natural material, rough block, slabs, tiles and monuments are all liable to vary in colour and veining, therefore absolute resemblance cannot be guaranteed.”

(<http://eurasian.com/egypt/marble/sunny.html>)

Een internet voorbeeld uit Egypte is de Sunny Dark ‘marmer’: “it comes in beautiful light yellowish color with attractive patterns” (www.stonefinder.com). Deze ‘patterns’ hebben betrekking op kleurvariaties, teweeggebracht door de verschillende componenten en de microstylolieten. Dit fenomeen is zodoende sterk vergelijkbaar met de Sunny Yellow.



Sunny Dark

Bron: http://www.stonefinder.com/marble/yellow_marble/sunny_dark.html#.UID8RaJ0SZQ

De opgegeven mechanische eigenschappen liggen in hetzelfde bereik, zij het dat de Sunny Dark iets steviger lijkt dan de Sunny Yellow:

| | |
|------------------------|-----------------------------|
| Compressive Strength : | 85-87 Mpa |
| Water Absorption : | 0.33 -0.35 by weight % |
| Density : | 2618-2628 kg/m ³ |
| Flexural Strength : | 10.5-10.7 Mpa |

Een beter bekende commerciële siersteen die vooral als bouwsteen maar ook als siersteen wordt gebruikt is de Jerusalem Gold kalksteen uit Israel (Palestina).

Alle ontginningsplaatsen komen uit een groot areaalwaarbinnen tijdens het Eoceen in ondiep water de Nummulietenkalksteen werd afgezet. Ze zijn equivalent van de Ledesteen in België of van de Lutetiaankalkstenen uit Parijs. Kenmerkend voor deze afzettingen is een grote globale homogeniteit maar lokale heterogeniteit, die afhankelijk is van minieme schommelingen in de distributie van de diverse sedimentpartikels. Ze zijn alle in de biosfeer ontstaan en slechts weinig getransporteerd (anders was het sediment meer gehomogeniseerd en de grote delicate schalen gebroken); ze reflecteren dus de condities van het lokaal biofacies of meer specifiek de biocenose. Enkele percenten meer schaalvormige fossielen in het sediment volstaat om het uitzicht ervan te wijzigen. Dit zijn verschillen die op quasi willekeurige wijze optreden en dus niet voorspelbaar zijn, zelfs binnen de maat van een steenblok kunnen variëren.

6.2. Yellow Rock vergelijkingsmateriaal

De Chinese **Yellow Rock** is een omschrijving die verschillende mineralogische kwaliteiten omvat, maar welop de internationale markt wordt gecommercialiseerd. Een snel internet opzoeking toont aan dat men voorzichtig moet zijn met de opgegeven omschrijvingen of de kwaliteiten die aan de stenen worden toegewezen.



G682 Golden Yellow, surface polished.



G682, flamed.

Bron: <http://www.stonev.com/colors/China-Granite-G682-Golden-Yellow.html>

Een voorbeeld is G682 Golden Yellow, van Fujian provincie in China (www.stonev.com). De geomechanische eigenschappen toegewezen aan dit gesteente correleren zeer goed met de waarde geciteerd voor de Yellow Rock zoals aangewend in Station Schuman. Ook de afbeelding van het gezaagd monster is plausibel (zie afbeeldingen hieronder). De afbeelding van een gevlamd oppervlak is echter totaal verschillend en zelfs ongeloofwaardig.

7. Besluiten aangaande kleureffecten

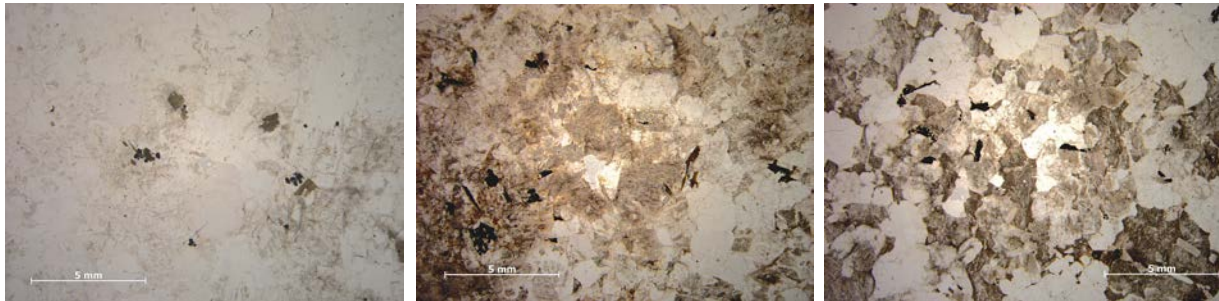
7.1. Yellow Rock

De intense roodverkleuring waargenomen in gevlamde monsters 8002-8003 en vastgesteld in Knooppunt Schuman voor graniet G682 vindt zijn oorsprong in de veldspaten. Op het eerste zicht is de mineraalparagenese van graniet G682 vergelijkbaar met graniet G382 dat de intense roodverkleuring niet toont: het zijn beide alkaligranieten met als hoofdcomponenten K-veldspaat (orthoklaas), plagioklaas (albiet), kwarts, biotiet en magnetiet. Het verschil tussen de veldspaten van G382 en G682 is echter opmerkelijk op het vlak van de metasomatose: de G382 en G682 granieten zijn tot stand gekomen in een verschillende fase tijdens afkoeling en stolling van het magma. Het afwijkend gedrag van de G682 graniet dient te worden verklaard. Het is gevormd uit een magma, gestold relatief dicht bij de oppervlakte met verlies van zijn fluida. Hierdoor ontstaat een hypersolvus graniet gekenmerkt door een vaste Na-K oplossing die bij stolling op lagere temperatuur ontmengt tot perthiet (albitisatie van het K-veldspaat) (Robb, 2005; Gill, 2010). Ontmenging (exsolutie) leidt tot uitkristallisatie met talrijke kristaldefecten (Wilson, 2004). Bij dit proces wordt driewaardig ijzer vrijgezet (Hunt, 2006). In contact met zure fluida wordt vervolgens het gesteente gesericitiseerd (hydrolytische decompositie vooreerst van K-veldspaat), herkenbaar aan wolken van kleine vlekjes binnen het kristal; bij dit proces wordt de kristalstructuur

verder beschadigd en wordt eveneens driewaardig ijzer vrijgezet. Deze processen leiden tot roodverkleuring van de veldspaten en daarmee ook van het gesteente (Hunt, 2006).

De veldspaten van G682 zijn extreem gericitiseerd, een kenmerk dat de veldspaten van G382 niet vertonen. Er lijkt dus een oorzakelijk verband te bestaan. De sericitisatie kan op het handstuk niet worden waargenomen, maar kan enkel door middel van microscopisch onderzoek worden vastgesteld. De vertroebeling van de veldspaatkorrels, veroorzaakt door de sericitisatie, verhindert de normale lichtbreking in het kristal. Dit heeft op macroscopische schaal een verdonkerend effect (*zie overzichtsbeeld met binoculair hieronder*). Sericitisatie kan op termijn de steen kwetsbaar maken voor verwerking en vervuiling op een onomkeerbare wijze, maar deze problemen zijn niet vastgesteld in monsters 8002-8003 die uit gezonde graniet bestaan.

Een gericitiseerde graniet kan van nature roodverkleuring vertonen. Het kristallografisch proces dat tot toenemende roodverkleuring leidt bij het vlammen kon niet worden geanalyseerd. De extreme verhitting door een acetylenevlam verzwakt de kristalstructuur en maakt oxidatie mogelijk. De hypothese kan worden geformuleerd dat oxidatie tot van tweewaardig tot driewaardig ijzer aanwezig in de kristaldefecten van de veldspaatkristallen hematitatie bevordert. Er is altijd een fractie ijzer aanwezig in de veldspaten en de elementanalyse bij het elektronenmicroscopisch onderzoek heeft aangetoond dat dit bij de Yellow Rock granieten ook zo is. De licht roze kleur van de kaliveldspaatkristallen wijst hier trouwens op. Het ijzer in het normale atoomrooster van de veldspaat lijkt bij verhitting slechts in beperkte mate aanleiding te geven tot kleurverandering (zoals monster 8001 aangeeft), maar het ijzer dat als oxide in het minder perfect atoomrooster van de sericietspikkels moet aanwezig zijn (echter te klein van textuur om geanalyseerd te worden) is wellicht vatbaarder voor rekrystallisatie als hematiet. In dit geval kan de roodverkleuring het gehele gericitiseerde veldspaatkristal aangrijpen en niet enkel het omgesmolten en verglaasde bovenzvlak. Om dan het effect van de roodverkleuring te verwijderen zou de buitenste laag van kristallen moeten worden weggeschuurd, hetzij over een dikte van 5 mm. Bij vlammen zal het verschijnsel zich telkens opnieuw voordoen aangezien de sericitisatie een pervasief kenmerk is van graniet G682.



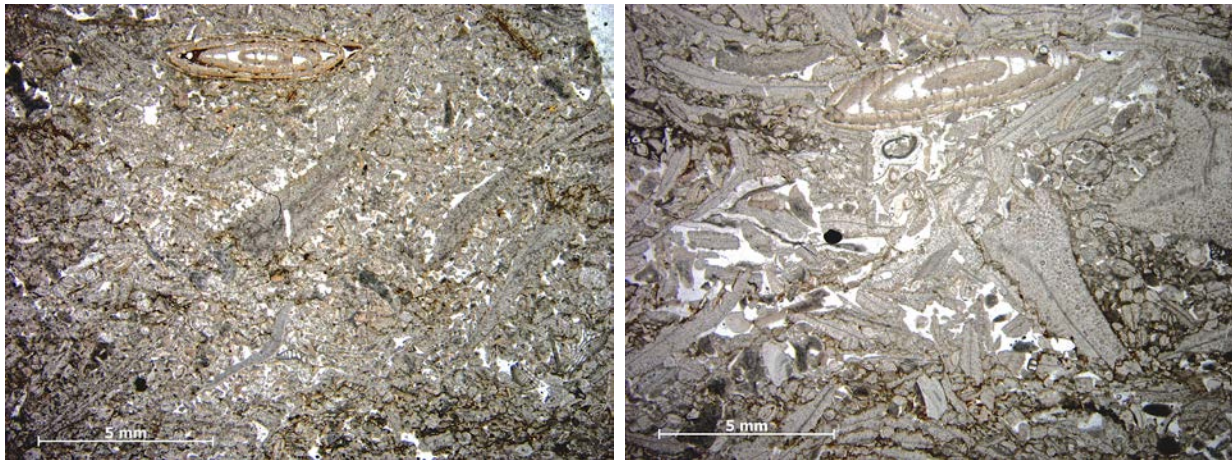
Overzichtsbeeld met binoculair: 8001 (links), lichte sericitisatie, vs. 8002 (midden) en 8003 (rechts), sterkere en wijdverspreide sericitatie waardoor veldspaten vertroebelen bij doorvallend licht.

7.2. Sunny Yellow

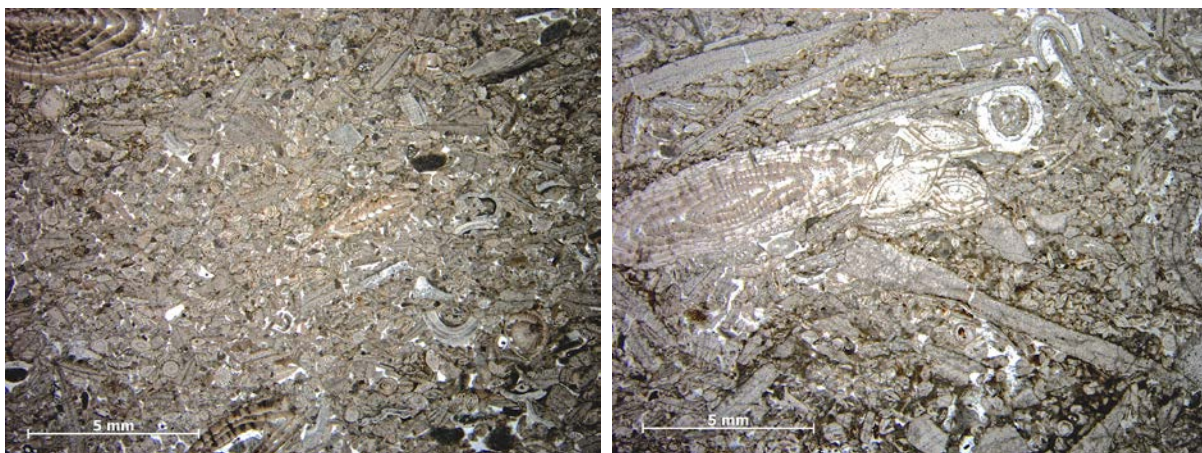
Sunny Yellow is een nummulietenkalksteen, een korrelige kalksteen waarvan de cementatie van de poriënruimte door spariet ertoe heeft geleid dat dit gesteente als een siersteen kan worden aangewend (zonder uitspraak over duurzaamheid). Op vlak van kleureffecten spelen verschillende eerder onafhankelijke fenomenen: korreltextuur en stylolieten. Homogeniteit of heterogeniteit van de korreltextuur is bepalend voor uitzicht en intensiteit van de basiskleur. Een homogene packstone met fijnverdeeld sparietcement geeft een lichtgekleurde steen, zonder drukke tekening. Een packstone met grovere millimetersgrote biokasten leidt tot een drukker rudstone textuur met onregelmatige verdeling

van heldere zones met grofkristallijn spariet en donkerder zones rijker aan micrietmatrix (*zie overzichtsbeelden met binoculair hieronder*). Vermits in alle monsters dezelfde mix van bioklasten en cementen voorkomt volstaan enkele % meer van grootforaminifeer fragmenten om het textuurbeeld te wijzigen en daarmee ook de kleurintensiteit.

Opvulling met sparietcement speelt op zichzelf geen rol van betekenis aangezien dit cement even goed voorkomt in de sterkst verkleurde stenen; het is integendeel de regelmatige verdeling van spariet tussen de korrels eerder dan de concentratie in grotere vlekken (en dus elders minder). Macrotylolieten, zoals waargenomen in het bleekste monster 8004, dragen bij tot de tekening maar niet tot de basiskleur.



8004, binoculair opname bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht); idem 8005
 Van regelmatige packstone korrelverdeling met verspreid sparietcement en weinig micrietmatrix (8004) naar rudstone korrelverdeling met intensere contrasten tussen heldere zones met spariet als opvulling van macroporiën en donkere zones rijker aan micrietmatrix tussen de korrels (8005).



8006, binoculair opname bij gekruiste nicols (gepolariseerd licht); idem 8007
 Overzicht op verschillende vormen van sediment-korrelbouw, van packstone (8006) tot rudstone (8007), met toename hoeveelheid (pyriethoudende en bruine) micriet.

De intens gele tot bijna oranje verkleuring correleren met de hoeveelheid fijnste fractie (het micriet) en met de aanwezigheid van verspreid fijn pyriet in de matrix en in gemicritiseerde bioklasten, in mindere mate met die van (zeldzame) glauconiet. Het micrietgehalte is het grootst bij de monsters met rudstonefacies die de slechtste korrelgrootteverdeling vertonen. Vermits het rudstonefacies niet laagvormig voorkomt, zijn faciesverschillen - en daarmee ook kleurverschillen - inherent aan de steensoort, die niet op voorhand in verschillende kleurvariëteiten kan worden opgesplitst.

8. Geselecteerde referenties

Yellow rock

Deer, W.A.; Howie, R.A. & Zussman, J., 1967. An introduction to the rock-forming minerals. Longmans, London, 528 p.

Gill, R., 2010. Igneous rocks and processes: a practical guide. Wiley-Blackwell, 428 p.

Hunt, J.P., 2006. Geological Characteristics of Iron Oxide-Copper-Gold (IOCG) Type Mineralisation in the Western Bushveld Complex. MSc in Geology University of the Witwatersrand. URI: <http://hdl.handle.net/10539/1750>

Robb, L., 2005. Introduction to Ore forming processes. Blackwell Publishing, 373 p.

Wilson, M.J., 2004. Weathering of primary rockforming minerals: processes, products and rates. Clay Minerals 39: 233-266.

Sunny Yellow

Barattolo, F.; Bassi, D. & Romano, R., 2007. Upper Eocene larger foraminiferal–coralline algal facies from the Klokova Mountain (southern continental Greece). Facies, DOI 10.1007/s10347-007-0108-2.

Hottinger, L. 2009. The Paleogene end the earliest Eocene foraminiferid Family Miscellaneidae: neither Nummulitids nor Rotaliids. Carnets de Géologie / Notebooks on Geology: Article 2009/06 (CG2009_A06)
http://Paleopolis.rediris.es/cg/CG2009_A06/CG2009_A06.pdf